

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
VIDES ZINĀTNES NODAĻA

**VĪBOTNES (*ARTEMISIA L.*) PUTEKŠŅU KONCENTRĀCIJAS
PĒTĪJUMI RĪGAS GAISĀ UN TO IETEKMĒJOŠIE
METEOROLOĢISKIE PARAMETRI**

BAKALaura DARBS

Autors: Arnolds Podgaiskis

Stud. apl.: ap10178

Darba vadītājs: Mg.geogr. Olga Ritenberga

RĪGA 2013

SATURA RĀDĪTĀJS

ANOTĀCIJA	3
ANNOTATION	4
IEVADS.....	5
1. AEROBIOLOĢIJA	7
1.1. Aerobioloģijas attīstība Eiropā un Latvijā.....	7
1.2. Vībotņu ģints (Artemisia L.).....	9
1.3. Putekšņi, to morfoloģija un nozīme	11
1.3.2. Apputeksnēšana.....	13
1.4. Putekšņu negatīvā ietekme.....	14
1.5. Latvijas klimatu veidojošie faktori.....	16
1.6. Faktori, kas ietekmē putekšņu koncentrāciju gaisā	17
1.7. Burkarda uztvērējs un aerobioloģiskais monitorings.....	19
1.7.1. Putekšņu parauga apstrādes metode	20
2.MATERIALI UN METODEDES.....	21
2.1 Aktīva putekšņu sezona.....	22
2.2 Datu normalizācija.....	23
2.3 Korelācijas koeficienti un to aprēķināšana.....	24
3. REZULTĀTI UN TO ANALĪZE	26
3.1. Vībotnes putekšņu koncentrācijas un aktīvas sezonas ikgadējās izmaiņas	26
3.2. Meteoroloģisko parametru ietekme uz vībotnes putekšņu koncentrāciju.....	32
3.3.Datu statistiskā analīze.....	46
SECINĀJUMI.....	49
LITERATŪRAS SARAKSTS.....	51
PIELIKUMI.....	54

ANOTĀCIJA

Bakalaura darbā tiek analizēti aerobioloģiskie dati par vībotņu putekšņu koncentrāciju gaisā Rīgā. Pētījuma objekts – dažādu vībotņu sugu putekšņi. Vībotņu putekšņiem ir izteikta negatīvā ietekme uz cilvēku organismu, ko palielina ilgs auga ziedēšanas periods, un bieža vībotņu sastopamība. Nepieciešamie meteoroloģiskie un aerobioloģiskie dati tika ņemti no Latvijas Universitātes meteoroloģiskās un aerobioloģiskās datu bāzēs. Pētījuma aktualitāti nosaka tendence palielināties cilvēku skaitam kas ir slimi ar alergiska rakstura un citam elpošanas sistēmas slimībām. Balstoties uz iegūtiem datiem, tiek izpētīta putekšņu koncentrācija, ziedēšanas intensitāte un meteoroloģisko faktoru ietekme. Iegūtos rezultātus būs iespējams izmantot tālākajos pētījumos, putekšņu monitoringā un cilvēku informēšanai. Bakalaura darbā datu apstrādē un analizē tika pielietoti *MS Excel* un *SPSS statistics* programmas.

Atslēgas vardi: putekšņi, vībotnes, aerobioloģija, polinoze, Rīga.

ANNOTATION

Bachelor thesis describes the analysis of aerobiological data of mugwort pollen concentration in the air above Riga. The object of study is pollen of different mugwort species, because of relatively strong allergenicity of the pollen. Mugwort pollen effect increases the long flowering period, plant abundance, frequent occurrence and pollen chemical composition. In the bachelor thesis the special equipment Burkard trap, pollen monitoring methods and pollen sample analysis method were described. Necessary meteorological and Aerobiological data were taken from the databases of University of Latvia. Relevance of the bachelor thesis determined by fact that in the world exist tendency to increase the number of people who suffering from allergy and other respiratory diseases. An active season, flowering intensity and influencing meteorological factors were calculated and described based on the present data. The result of bachelor thesis can be used for pollen monitoring and for people informing. *MS Excel* and *SPSS statistics* were used for data analysis.

Keywords: pollen, mugwort, aerobiology, pollinosis, Riga.

IEVADS

Apkārtējas vides stāvoklis būtiski ietekme fizisko, psiholoģisko stāvokli, organisma dzīves ilgumu un konkrēta indivīda darba spējas. Saistībā ar apkārtējas vides apstākļu pasliktināšanu dabiska cilvēka imunitāte un pretestība pret nelabvēlīgiem apstākļiem samazinās.

Pēdējos gados cilvēki pievērš uzmanību apkārtējas vides stāvoklim tajā skaitā gaisa, ūdens un augsnes kvalitātei, jo tieši šiem faktoriem ir liela nozīme cilvēku veselības nodrošināšanai ilgtermiņā. Mūsdienās ir tendence palielināties cilvēku skaitam kas ir slimi ar polinozi (putekšņu alerģiju). Šī problēma skar pārsvarā bērnus un ir saistīta ar nenobriedušo organismu vieglu ievainojamību.

Aerobioloģija ir zinātnes nozare, kas apvieno zināšanas par dzīviem organismiem kas pasīvi tiek pārnesti ar gaisa plūsmām, ieskaitot to nonākšanu gaisā un mijiedarbību ar atmosfēras procesiem..

Pētījumi šajā jomā ir ļoti aktuāli mūsdienās it sevišķi slimiem cilvēkiem ar polinozi un citām elpceļu slimībām. Cilvēki, kas cieš no polinozes varēs novērtēt risku noteiktam periodam, balstoties uz pētījumā iegūtiem rezultātiem. Informācijas nepietiekamība par putekšņu koncentrāciju apgrūtina tūrisma biznesu, jo potenciālie tūristi, kas sirgst ar polinozi informācijas trūkuma dēļ, izvēlas vietas, kur nepastāv alerģijas risks.

Mērķis:

Izpētīt vībotnes koncentrāciju izmaiņu tendences un meteoroloģisko apstākļu ietekmi uz vībotnes putekšņu koncentrāciju gaisā.

Uzdevumi:

- apgūt putekšņu aerobioloģiskas monitorēšanas metodiku;
- iegūt zināšanās par Burkarda uztvērēju un to apsaimniekošanu;
- izpētīt vībotņu putekšņa morfoloģiju;

- izmantojot Latvijas Vides Ģeoloģijas un Meteoroloģijas aģentūras, Latvijas Universitātes datu bāzes iegūt attiecīgos meteoroloģiskos un aerobioloģiskos datus par putekšņu aktīvu sezonu;
- izpētīt un izanalizēt literatūras avotus par esošu tēmu.

Bakalaura darba izstrādāšanā tika izmantoti Latvijas aerobioloģijas dienesta 2003.-2012.gada dati par vībotnes putekšņu koncentrāciju.

Bakalaura darbs ir izstrādāts un noformēts saskaņā ar LU ĢZZF Domes sēdē 15.03.2010 apstiprinātu nolikumu „Par noslēguma darba ģeogrāfijā, ģeoloģijā, vides zinātnē, telpiskajā plānošana un skolotāju profesionālajās studiju programmās izstrādes un aizstāvēšanas kārtību”.

Pirmajā nodaļā tiek aprakstīta aerobioloģijas zinātnes attīstība Eiropā un Latvijā, pamatots pētījuma būtiskums un aktualitāte, tiek aprakstītas vībotņu bioloģiskas īpašības, vībotņu putekšņu morfoloģija, meteoroloģiskie radītāji, kas būtiski ietekmē putekšņu koncentrāciju gaisā, apputeksnēšanas process, slimības, ko izraisa putekšņu alergēni, alergijas riska samazināšanās iespējas, Burkarda uztvērēja darbības princips.

Nodaļā „Materiāli un metodes” tiek aprakstīts bakalaura darba pētījums, iegūtie meteoroloģiskie un aerobioloģiskie dati un to apstrādes metode, sniegta putekšņu aktīva sezonas definīcija un to aprēķināšana, aerobioloģisku datu normalizācijas metode, Spīrmena un Pīrsona korelācijas koeficienti un to aprēķināšana.

Trešajā nodaļā „Rezultāti un to analīze”, izanalizējot iegūtus meteoroloģiskus un aerobioloģiskus datus tika sniegti pētījuma rezultāti un secinājumi. Šajā daļā tiek salīdzinātas meteoroloģiskās atšķirības,, analizētas korelācijas starp meteoroloģiskajiem un aerobioloģiskajiem radītājiem, aprēķināti aktīvas putekšņu sezonas sakuma un beigu datumi, balstoties uz iegūtiem datiem tika secināts kāda veida un kādi no meteoroloģiskiem radītājiem ietekme vībotnes putekšņu koncentrāciju un pārnesei gaisā.

Pētījuma rezultāti tika salīdzināti ar citiem aerobioloģiskiem pētījumiem šajā jomā.

Bakalaura darba apjoms ir 52 lapaspuses. Darbs sastāv no 3 nodaļām un 16 apakšnodaļām. Bakalaura daru ilustratīvi papildina 17 attēli un 7 pielikumi.

1. AEROBIOLOĢIJA

Aerobioloģija ir daudz disciplinārā zinātnes nozare, kas fokusējās uz organismiem, kas pasīvi tiek pārnesti ar gaisa plūsmām, ieskaitot organismu nonākšanu gaisā, izplatību, akumulāciju un ietekmi uz cilvēka organismu (Emberlin, 2007). Tā ir cieši saistīta ar ekoloģiju, botāniku, meteoroloģiju, lauksaimniecību, fenoloģiju un medicīnu.

1.1. Aerobioloģijas attīstība Eiropā un Latvijā

2003. gadā savu darbu sāka Latvijā pirmais un joprojām vienīgais aerobioloģiskais dienests. Dienests tika izveidots ar *GlaxoSmithkline* finansiālo atbalstu un sadarbībā ar alergisko slimību izmeklēšanas un ārstēšanas centru. LU ĢZZF aerobioloģijas dienests monitorē putekšņu koncentrāciju gaisā, informē kā ārstus, tā arī plašu sabiedrību par putekšņu koncentrācijas izmaiņām un alergiskiem riskiem, savukārt alergologi sniedz konsultācijas un ārstē alergiskas slimības. Uz Latvijas Universitātes galvenās ēkas jumta novietots Burkarta uztvērējs, ar kura palīdzību iegūst putekšņu paraugus analīzei. Pēc datu apkopošanas un analīzes tiek sniegta informācija par putekšņu koncentrācijas stāvokli dotajā brīdī un putekšņu koncentrācijas prognoze tuvākajai nākotnei. Burkarda uztvērējs ir novietots 23 metru virs zemes jeb 28,5 metrus virs jūras līmeņa, uztvērējam ir jāatrodas brīvās gaisa plūsmas augstumā, lai iegūtie dati būtu maksimāli precīzi un lai tos var interpretēt visai teritorijai kopumā (Kalniņa, Grišule, 2009).

Latvijā ar aerobioloģiju nodarbojas Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes zinātnieki. Aerobioloģijas samērā lēnā attīstība ir saistīta ar nepietiekamu valsts finansējumu un to, ka Latvijā ir tikai viena aerobioloģiska novērošanas stacija. Desmit gadu putekšņu monitorēšanas rezultātā ir sastādīti vairāki ziedēšanas kalendāri dažādām augu sugām, publicēti vairāku pētījumu rezultāti par dažādu augu putekšņu koncentrāciju gaisā un to ietekmējošiem faktoriem.

Laboratorijā pētot iegūtos putekšņu paraugus, aerobiologi, iegūst gan kvalitatīvus, gan kvantitatīvus datus. Aerobiologi nosaka un skaita putekšņus un sporas, lai varētu noteikt putekšņu koncentrāciju gaisā un prognozēt ziedēšanas sezonas sākumu un tās intensitāti.

Katrai augu sugai ir izstrādāta speciāla putekšņu koncentrācijas skala, pēc kuras var noteikt esošas putekšņu koncentrācijas ietekmes intensitāti uz cilvēka organismu. Latvijā izmanto Zviedrijas dabas vēstures muzeja Palinoloģijas laboratorijas izstrādāto putekšņu koncentrācijas skalu, pēc kuras zema vībotņu putekšņu koncentrācija ir 1-10 putekšņu graudu m^3 , vidēja koncentrācija ir 11-30 putekšņu graudu, augsta koncentrācija ir 31-100 putekšņu graudu un ļoti augsta ir virs 100 putekšņu graudu (Kalniņa, Grišule, 2009).

Monitorēšanās laikā Rīgā tika konstatēti 47 augu sugu putekšņi no 24 dzimtām, gan no vietējam augu sugām, gan no introducētiem sugām, kuras tiek audzētas mākslīgi, gan no sugām, kuras neaug Latvijas teritorijā, bet to putekšņi ir atnesti ar spēcīgām vēja plūsmām (Kalniņa, Grišule, 2009).

Kopumā Eiropā ir ļoti attīstīts aerobioloģiskais monitorēšanas tīkls, kas darbojas apmēram 70 gadus ar vairāk nekā 500 aerobioloģiskajām stacijām. Visvairāk staciju atrodas Francijā-88 stacijas, Vācijā-83 stacijas un Spānijā-59 stacijas. Aerobioloģiskā monitoringa vietas bieži vien ir ierīkotas valstu lielākajās pilsētās, kur cilvēku skaits un blīvums ir vislielākie (Kalniņa, Grišule, 2009).

Pirmā putekšņu monitorēšanas stacija Baltijas valstīs tika ierīkota 1990. gadā Igaunijā, Tartu pilsētā, pēc tām tika ierīkotas vēl trīs stacijas Tallinā, Sāmsalā un Kuresārē. Lietuvā arī šobrīd darbojas trīs stacijas: Viļņā, Klaipēdā un Šauļos. Latvijā pagaidām darbojas tikai viena stacija Rīgā (Kalniņa, Grišule, 2009).

Kvalitatīvo informāciju par putekšņu koncentrāciju Latvijā var iegūt Latvijas aerobioloģijas dienestā, portālā [zied.lv](http://www.astmaalergija.lv/) un Latvijas Radio ziņās. Latvijas Astmas un alerģijas biedrības mājas lapā (<http://www.astmaalergija.lv/>), ir pieejams ziedēšanas kalendārs, alergologu koordinātes un daudz noderīgas informācijas par polinozi un aerobioloģiju (Latvijas Astmas un Alerģijas Biedrība, bez dat.).

Norvēģu zinātnieks O. Andrupš pirmais pierādīja tiešu sakarību starp putekšņu koncentrācijas palielināšanos un alerģijas uzliesmojumiem, balstoties uz saviem pētījumiem. Pētījumus Andrupš sāka 1939. gadā, rezultātā konstatēja, ka visām augu sugu putekšņu koncentrācijas palielinājumiem ir stingra sezonālitate, piemēram bērza putekšņi dominē maijā un jūnijā sākumā, bet graudzāles jūnijā beigās un jūlijā. 1950. gadā zviedru polinologs G.Erdmanis izgudroja vakuumtipa sporu uztvērēju, ar kura palīdzību ir iespējams analizēt

gaisā esošās mikroskopiskās daļiņas. Šis izgudrojums būtiski ietekmēja aerobioloģijas attīstību un progresu šajā jomā (Bekkere u.c. 2009).

Pēc alergologu novērojumiem 36% pacientu cieš tieši no koku putekšņiem (lazdas, alkšņu, bērzu), 22% no graudzāļu putekšņiem un 16% no nezāļu putekšņiem, pārējie - no graudzāļu, nezāļu un koku putekšņiem kopā (Patļina, 2008 pēc Puriņa u.c. 2004).

Latvijas aerobioloģes L.Kalniņa un O.Ritenberga vairākos putekšņu monitorēšanas gados ir secinājušas, ka pilns putekšņu koncentrācijas gada cikls Latvijā ietver četrus putekšņu izkļiedes posmus:

1. posmu: lapu koku (alksnis, lazda, vītols, bērzs, ozols) ziedēšana pavasarī,
2. posmu: skujkoku un lapu koku (priedes, egles, liepas) ziedēšana,
3. posmu: graudzāļu ziedēšana,
4. posmu: vērmeļu, vībotņu, asteru (kurvjziežu), ceļmallapu, balandu un sūreņu dzimtas augu ziedēšanu. (Ritenberga, 2010; Kalniņa, Grišule, 2009)

Viens no raksturīgākiem 4. posma augiem, kas sekmē polinozes izraisīšanu Latvijā platuma grādos, ir vībotne.

1.2. Vībotņu ģints (*Artemisia L.*)

Vībotnes ir (*Asteraceae*) kurvjziežu dzimtas ģints, kas ir plaši izplatīts Āfrikā, Eirāzijā un Ziemeļamerikā pārsvarā ir daudzgadīgs lakstaugs.

Latvijā konstatētas 14 sugas, no tam pazīstamākās ir: parastā vībotne (*Artemisiavulgaris L.*), lauka vībotne (*Artemisiacampestris L.*) un vērmele (*Artemisiaabsinthium L.*).

Vībotnes ir viens no spēcīgākiem bioloģiskas izcelsmes alergēniem Latvijā, un auga ilgš ziedēšanas periods padara to ietekmi vēl nopietnāku (Vimba, 2008).

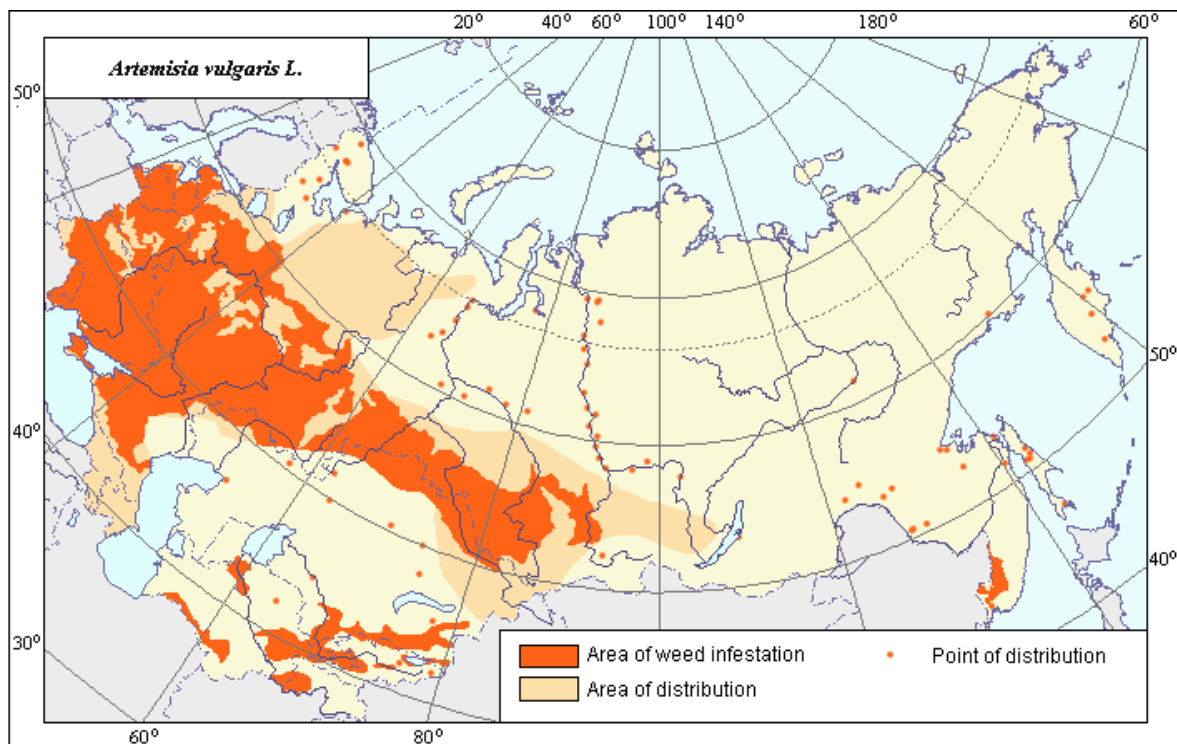
Vērmele (*Artemisiaabsinthium L.*)

Vērmele ir daudzgadīgs liela izmēra augs (garums 50-140 centimetri). Augam piemīt raksturīga vērmeļu smarža. Ziedēšanas periods no jūlija līdz septembrim. Plaši izplatīta suga Dienvidaustrumu Eiropā un Rietumāzijā. Vairākās teritorijas ir invazīva suga, ieviesta kā vērtīgs ārstniecības augs un pārgājusi savvaļā. Latvijā bieži sastopams dārzeņbēglis. Atsevišķi eksemplāri bieži konstatēti cilvēku māju tuvumā, nezālienēs, ceļmalās, sausās atmatās un gar dzelzceļiem (Kļaviņš, bez dat.).

Lauka vībotne (*Artemisia campestris* L.)

Lauka vībotne ir daudzgadīgs augs. Ziedēšanas periods ir no jūlija līdz oktobrim. Mainīga izskata suga, plaši izplatīta Eiropā un daudzos Āzijas reģionos sastopama suga. Latvijā ir bieži sastopama visā teritorijā. Dažāda lieluma sugu grupas izvēlas sausās vietas ar skraju, nesaslēgtu veģetāciju: smiltājos, kāpās, nezālienēs, pļavās, priežu mežos (Kļaviņš, bez dat.)

Parastā vībotne (*Artemisia vulgaris* L.)



1.1. attēls. *Artemisiavulgaris* izplatības karte.

Parastā vībotne ir daudzgadīgs augs, tā augstums ir 50-170 centimetru. Ziedēšanas periods ir no jūlija līdz oktobrim. Parastā vībotne Eirāzijā ir plaši izplatīta suga, ieviesusies Ziemeļamerikā kā invazīva suga.

Mainīga izskata suga, kā ietvaros nodala zemākus taksonus. Latvijā ļoti bieži sastopama, konstatēta visā Latvijas teritorijā. Atsevišķi eksemplāri un dažāda lieluma grupas izvēlas visdažādākos biotopus: no mežiem un pļavām līdz nezālienēm. Raksturīga suga daudzās eitrofās augstu lakstaugu sabiedrībās: *Cl. Artemisietea* (Kļaviņš, bez dat.)



1.2. attēls. *Artemisia vulgaris*. (WPKZ, 2008)

1.3. Putekšņi, to morfolģija un nozīme

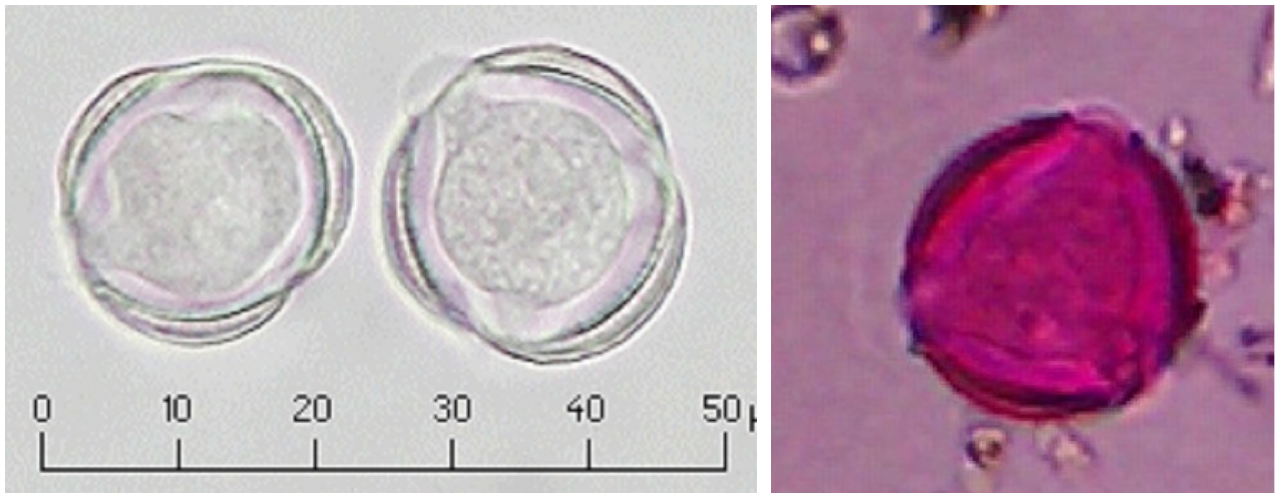
Putekšņi ir augu vīrišķās dzimumšūnas. To ķīmiskais sastāvs ir atkarīgs no augu sugas, augsnes sastāva, no gaisa mitruma un citiem faktoriem (Wodehouse, 1935). Putekšņi satur olbaltumvielas, taukus, cukuru, pienskābi, dažādus vitamīnus (B grupas, C, E, A), kā arī fermentus, aminoskābes, minerālus (K, P, Si, Na, Ca, Mg, S, Cl u. c.). Tie gaisā bieži vien atrodas kopā ar gaisa piesārņotājiem (putekļiem, baktērijām, kvēpiem) (Kalniņa, Grišule, 2009).

Putekšņu lielums svārstās no 15 līdz 200 mikrometriem (jeb mikroniem (μm)). Putekšņu alergenitāti nosaka noteiku olbaltumvielu klātbūtne, kas izraisa alerģiskās reakcijas organismā (Davis, 1999).

1.3.1. *Artemisia L.* putekšņu morfolģija.

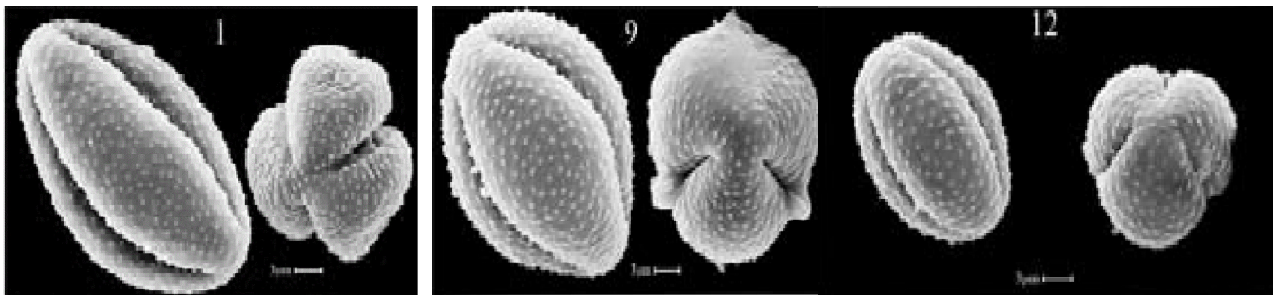
Vībotnes putekšņu graudi pēc formas ir sferoidāli (1.3. attēls), paplašināti vai saplacināti, 17,6 μm -18,5 μm diametrā, parasti ir trīs rievās (angl.-*tricolpate*). Rievās garas un koniskās formas, membrānas virsmas ir gludas, ir dīgļa atvere. Vībotnes putekšņu graudu izmēri var atšķirties- no maza līdz vidēja izmēra. Maza izmēra putekšņi (*A. Scoparia*, *A. Turanica*) ir 22,26 μm – 22,57 μm pa ekvatoriālu asi un 12,8 μm – 13,16 μm pa ekvatoriālo asi. Lielākie

putekšņu graudi (*A. Absinthium*, *A. vulgaris*) ir 34,68 μm pa ekvatoriālu asi un 19,58 μm – 17,25 μm pa ekvatoriālo asi (Ghahreman et.al., 2007).



1.3. attēls. *Artemisia vulgaris* putekšņi.

Putekšņu ārējais apvalks biezs un rupji graudains (1.7.attēls T, C,F), plāns ārējais slānis, reizēm nedaudz pārklāj rievu membrānas gar to malām. Var saglabāties adatu (angl. *spine*) paliekas, bet vairākumā gadījumu tie netiek konstatēti (Lin et al., 2005).



1.4.attēls. *Artemisia vulgaris* putekšņu grauds (Ghahreman et.al., 2007).

1.5.attēls. *Artemisia absinthium* putekšņu grauds (Ghahreman et.al., 2007).

1.6.attēls. *Artemisia scoparia* putekšņu grauds (Ghahreman et.al., 2007).

Optiskajā šķēlumā vībotnes putekšņi izskatās noapaļoti, trīsstūra formas, ar porām kas izliekti uz trim pusēm. Ārējais putekšņu apvalks ir biežāks vidusdaļā (starp porām). Sporu ārējā apvalka rupji graudains raksturs optiskajā šķēlumā parādās kā rievainums. Šķēlumā apvalks var būt iedalāms 3. daļās: ārējā sieniņa (1.7. attēls, T) (angl.-*tectum*) ar plāno kolonnu

rindu, vidējā apvalka daļa (1.7. attēls, C) kas tiek saukta par kolumnellām (*columnellas*) un iekšējā apvalka daļa (1.7. attēls, F).



1.7. attēls. **Parastās vībotnes putekšņa sieniņa.** (Rowley et.al., 1981)



1.8. attēls. **Parastās vībotnes puteksnis** (Rowley et.al., 1981)

1.3.2. Apputeksnēšana

Apputeksnēšana notiek, kad putekšņi tiek pārnesti no vīriešu putekšņīcas uz sieviešu auga reprodūktīvo daļu. Apputeksnēšana notiek ar vēja (anemofilija), dzīvnieku (zoohorija), kukaiņu (entomofilija) un ūdens (hidrofilija) palīdzību [geo.arizona.edu skatīts 19.04.13]. Vībotnes gadījumā apputeksnēšana notiek ar vēja palīdzību, tāpēc augs ir spiests saražot pēc iespējas vairāk putekšņu, lai palielinātu apputeksnēšanas varbūtību.

Apputeksnēšana ar vēju ir visprimitīvākais apputeksnēšanas veids. Metode balstās uz tiešo putekšņu izkliedēšanu ar vēja plūsmām. Putekšņu graudi ir mazi pēc izmēra un var pavadīt gaisa plūsmās relatīvi ilgu laiku. Jāņem vērā tas, ka vībotnes (arī citi anemofīlie augi) producē milzīgu putekšņu daudzumu, lai palielinātu putekšņu nokļūšanas varbūtību uz sievišķiem ziediem. Metode ir izšķērdīga, jo tūkstošiem putekšņu graudu tiek akumulēti, nomazgāti, aizpūsti un tā arī nenonākot līdz savam galamērķim. Anemofīlie augi ir apmēram 19% no visu uz zemes augošu augu sugu (Wodehouse,1935).

1.4. Putekšņu negatīvā ietekme

Polinoze jeb siena drudzis ir alergiska veida slimība, kas parādās kā paaugstināta jutība pret putekšņiem. Putekšņi, nonākot uz acu vai plaušu gļotādas, inficē organismu. Slimība novērojama visām vecuma grupām gan pieaugušajiem, gan bērniem. Visā pasaulē tiek konstatēta saslimšanas gadījumu palielināšanas tendence, īpaši industriāli attīstītajās valstīs (Aleksejeva u.c., 2012).

Bieži saslimšana sākas pakāpeniski, ļoti grūti slimību konstatēt pirmajā sezonā. Biežāk slimību novēro recidīva laikā, kad sākas smagi simptomi, tādi kā deguna vai acu iekaisums. Alerģijas perioda ilgums ir atkarīgs no alergēna ietekmes ilguma un intensitātes, polinozes gadījumā tas ir augu ziedēšanas ilgums un intensitāte. Polinoze ir ilgstoša slimība, kas atkārtojas sezonāli, 20 vai vairāk gadu. Bet pēc 50 gadu vecuma, balstoties uz statistiskiem, polinozes izpausme samazinās un palielinās jaukta tipa astmas risks. Ar dažāda smaguma polinozi slimo 3-4% cilvēku pasaulē, pārsvara sievietes, kas ir saistīts ar sieviešu organisma individuālajām īpašībām. Aktīvajā augu ziedēšanas sezonā cilvēkiem slimiem ar polinozi tiek konstatētas dažādas slimības pazīmes: arteriāla hipotonija, miegainība, dzirdes nerva un līdzsvara aparāta traucējumi, reibonis, redzes pasliktināšana. Polinoze var būtiski pazemināt cilvēka darbības, dzīves kvalitāti un organisma fizisko un psiholoģisko stāvokli. Putekšņi var palielināt epileptisko lēkmju intensitāti un skaitu (Brežinskis u.c. 1977).

Bieži polinoze veicina alergiska rinīta, konjunktivīta un bronhiālas astmas attīstību.

Visbiežāk konstatēta siena drudža izpausmes ir polinozais rinīts un konjunktivīts (95% no visiem gadījumiem). Smagākā no siena drudža izpausmēm ir bronhiāla astma. Bronhiālas astmas viens no biežāk sastopajiem etioloģiskiem faktoriem ir eksoalergēnu grupa, pie kuras pieder putekšņi. Putekšņi ir neinfekciozie pneimoalergēni, kas parasti organismā iekļūst pa elpošanas ceļiem ar ieelpotu gaisu (Brežinskis u.c. 1977).

Alerģiskais rinīts ir viena no biežāk sastopamām polinozes stadijām, ar alergēnu izraisīts deguna dobuma gļotādas iekaisums. Visbiežāk novērojami simptomi ir aizlikts deguns, izdalījumi no deguna, nieze un šķaudīšana. Alerģisko rinītu ierosina bioaeroalergēni, visbiežāk putekšņi. No putekšņu sastāva tieši glikāni un polisaharīdi ir biežāki alergiska rinīta izraisītāji.

Alerģiskais rinīts ir hroniska slimība ar pastāvīgiem simptomiem, kas atkārtojas alergēna klātbūtnē tai skaitā augu ziedēšanas periodā un parādās cikliski. Alerģiskais rinīts nelabvēlīgi ietekme fizikālus, psiholoģiskus un sociālus dzīves aspektus, kā arī pasliktina dzīves kvalitāti kopumā. Bērniem rinīts var izraisīt papildus problēmas ar uzvedību un apgrūtināt mācības procesu skolā (Brežinskis u.c. 1977).

Ar alerģisko rinītu slimo apmēram 10-25% visas pasaules iedzīvotāju. 1999. gadā Eiropas Savienības Alerģijas un elpceļu slimnieku asociācijas pētījums parādīja kā Eiropa no alerģisko rinītu, cieš apmēram 80 miljoni cilvēku jeb 25% iedzīvotāju. Eiropā ISAAC (*The International Study of Asthma and Allergies in Childhood*) pētījums parādīja kā procentuālais slimnieku skaits ir vienāds visās vecuma grupās, izņēmumi ir Zviedrija un Lielbritānija, kur ar alerģisko rinītu slimo pārsvarā bērnu vecuma cilvēki. Lielākais saslimušo daudzums no valsts iedzīvotāju skaita ir Meksikā 47% un Spānijā 43%. Latvijā no alerģisko rinītu cieš apmēram 250 000 cilvēku. Pasaulē pēdējo 10 gadu periodā ir tendence strauji palielināties saslimušo cilvēku skaitam it sevišķi lielajās pilsētās. Tādu problēmu galvenie cēloņi ir atmosfēras piesārņojuma, industrializācijas, globālas sasilšanas nelabvēlīga ietekme uz cilvēka organismu un apkārtējo ekosistēmu kopumā (Bekkere u.c. 2009).

Pēc veiktiem ARIA (*The American Risk and Insurance Association*) pētījumiem visefektīvākās ārstēšanas metodes ir minimizēt vai pilnīgi izslēgt kontaktēšanu ar alergēnu, pielietot medikamentozu terapiju, specifisku imūnterapiju, apmācīt un informēt slimniekus. Pareizas metodes meklēšana ir atkarīga no katrā konkrētā gadījuma un blakus faktoriem (Bekkere u.c. 2009).

Primārais nosacījums putekšņu ietekmēšanas intensitātes un riska samazināšanai ir būt pietiekoši informētam par augu ziedēšanas intensitāti un putekšņu koncentrāciju gaisā. Latvijā kopš 2003.gada pastāv Latvijas aerobioloģiskais dienests, kas informē un sniedz nepieciešamu informāciju par biežāko alerģiju izraisošo augu ziedēšanas periodiem. Par augu ziedēšanas periodiem un putekšņu koncentrāciju Eiropā informāciju var saņemt www.polleninfo.org portālā. Alerģologi piedāvā daudz zinātniski pierādītu metožu un praktisku paņēmieni cilvēkiem, kā pasargāt sevi no putekšņu nelabvēlīgas ietekmes. Vajag izvēlēties dzīves vietu, kur neaug alerģiju izraisoši augi, pārcelties uz laiku, kur augu ziedēšanas periods vel nav sācies vai jau ir beidzies, šī metode ir dārga un daudziem cilvēkiem nepieņemama. Dzīvojamās telpās pēc iespējas retāk atvērt durvis un logus, dzīvojamās telpas ventilācijai ir jāizmanto

kondicionieri ar speciālu pret putekšņu filtru. Ārā acis ir jāaizsarga, valkājot saulesbrilles. Pēc iespējas biežāk mazgāt rokas, matus. Biežāk tīrīt savas drēbes un mantas, kurām ir tieša saskarsme ar ķermeni (Bekkere u.c. 2009).

1.5. Latvijas klimatu veidojošie faktori

Klimats ir noteiktas vietas savdabīgs meteoroloģisku rādītāju režīms, kas veidojas zemes virsas, saules enerģijas un atmosfēras cirkulācijas mijiedarbībā. Katram reģionam un vietai ir savi raksturīgi un savdabīgi klimatiskie apstākļi, kas ietekme apkārtējo ainavu, bioloģisko daudzveidību, veģetāciju un arī cilvēka saimnieciskās darbības. Katru gadu meteoroloģiskie rādītāji var atšķirties, kas ir saistīts ar globāliem vai lokāliem klimatiskiem procesiem (Zirnītis, 1963).

Pēc B. Aļisova ģenētiskās klimatu klasifikācijas, Latvija klimats pieder pie mēreni atlantiski kontinentālajā klimata apgabala. Latvijā izkrīt apmēram 500-800mm nokrišņu gadā. Lielas mākoņainības dēļ skaidro dienu skaits Latvijā ir neliels (30-40 dienas gadā). Iegūtais saules radiācijas daudzums nespēj nodrošināt pilnīgu nokrišņu iztvaikošanu, un iztvaiko apmēram 40 % Vidzemes centrālajā daļā un 70% Zemgales līdzenumā no visu nokrišņu apjoma, tāpēc arī rodas pārmitras vietas un purvi (Zirnītis, 1963).

Saules radiācijas daudzumu nosaka dienas garums (saules spīdēšanas ilgums), ka arī saules augstums virs horizonta. Latvijā dienas garums gada garumā mainās cikliski no 6 stundām 41 minūtes ziemas saulgriežos, līdz 17 stundām 55 minūtēm vasaras saulgriežos. Saules radiācijas daudzumu būtiski ietekme mākoņainība (Zirnītis, 1963). Latvijā ir samēra liels mākoņu daudzums gadā griezumā, kas ievērojami samazina tiešo radiāciju un palielina izkliedēto (atstaroto) radiāciju. Summārā saules radiācija Rīgā ir apmēram 80,0 kcal uz 1 cm² gada laikā, no kā tieša radiācija sastāda 52% (41,4 kcal) un 48% (38,6 kcal) izkliedēta radiācija, 1 kcal ir 1000 cal (kaloriju), 1cal ir siltuma daudzums, kas nepieciešams, lai sasildītu 1 gramu ūdens par 1 celsija grādu (Швер, 1983). Latvijā veģetācijas periodā (no marta līdz februārim) dominē tieša saules radiācija, bet no oktobra līdz februārim izkliedēta saules radiācija. Summārās saules radiācijas maksimums tika konstatēts jūnijā, kad saule atrodas visaugstāk un summārās saules radiācijas minimums tika konstatēts decembrī, kad saule atrodas vistuvāk horizontam. Saules radiācijas daudzums strauji mainās gada gaitā, pavasarī kad saule ar katru dienu paceļas augstāk un mākoņainība ir neliela saules radiācijas siltums pieaug (apmēram 28

kcal/ cm²), vasarā saules radiācijas siltums sasniedz savu maksimumu (38 kcal/ cm²), rudenī kad veģetācijas perioda iet uz beigām saules augstums samazinās un strauji krīt saules radiācijas siltums (11 kcal/ cm²), jo pieaug mākoņainība (Zirnītis, 1963).

Būtiski teritorijas klimatiskus apstākļus ietekmē atmosfēras cirkulācija. Atmosfēras cirkulācija ir vairāku atmosfēras procesu kopums, atmosfēras cirkulācija ietver siltu un augstu gaisa masu advekciju, gaisa masu transformāciju un frontoģenēzi. Latvijas teritorijai ir raksturīga bieža gaisu masu maiņa, kas skaidro biežu laika apstākļu maiņu un nestabilitāti. Latvijas teritoriju gadā šķērso apmēram 170 dažādas atmosfēras frontes, siltas un augstas gaisa masas var mainīties dienas garumā. Gada vidēja temperatūra Latvijā pārsniedz Latvijas platumu grādu vidējo temperatūru par 4-6 C un ir +5,9 °C. Latvijas klimata veidošanas procesu ievērojami ietekmē mēreno platumu ar ciklonisko darbību jūras gaisa masas, kas atnes mākoņainu laiku un nokrišņus.

Vasarā ar valdošo dienvidrietumu plūdumu cikloni atnes relatīvi vēsāku un ar nokrišņiem bagātu laiku. Gadā Latvijas teritorijā ir konstatēti apmēram 120-140 cikloni un cikloniska ietekme ilgst 190-200 dienas gadā. Visintensīvākās ciklonu darbības ir konstatētas februārī, jūlijā un oktobrī. Arī anticiklona iedarbība būtiski ietekmē Latvijas teritorijas klimatu, anticikloniska ietekme ilgst mazāk apmēram 160-170 dienas gadā, to rāda kontinentālas mērenu platumu, arktiskas un tropiskas gaisa masas. Vasarā kontinentālas mēreno platumu masas ar ziemeļaustrumu, austrumu vai dienvidaustrumu vējiem atnes siltu un skaidru laiku. Latvijas teritorijā pārsvarā valda dienvidrietumu virziena vēji, no dienvidu līdz rietumu virzienam. Bet jūras tuvumā pārsvarā konstatēti ziemeļaustrumu un austrumu vēji. Latvijas kontinentālajā daļā visbiežāk ir konstatēti vēji ar ātrumu 2-5 km/s, bet jūras tuvumā ar ātrumu 5-10 km/s (Zirnītis, 1963).

Latvijas klimatu nosaka arī fiziski ģeogrāfiskie faktori, tādi kā attālums no jūras, reljefs, augstums virs jūras līmeņa. Baltijas jūras un Rīgas līča tuvums samazina kontinentāla klimata ietekmi un samazina gaisa temperatūru gada un diennakts svārstības (Nikodemus, 2009).

1.6. Faktori, kas ietekmē putekšņu koncentrāciju gaisā

Veģetācijas perioda galvenais ietekmējošais faktors ir saņemtais siltuma daudzums. Veģetācijas periods sākas, kad teritorijā gaiss sasniedz aktīvo temperatūru, kas ir augstāka par bioloģisko temperatūras minimumu, kas ir nepieciešams, lai nodrošināt augu attīstības fāzes.

Pēc Zirnīša (Zirnītis, 1963) mērenās joslas augiem gaisa aktīvai temperatūrai ir jābūt virs 5 °C, bet siltummīlošiem augiem virs 10°C. Veģetācijas periods ēncietīgiem mērenās joslas augiem ar aktīvu temperatūru virs 5 °C ilgst apmēram 175 dienas Vidzemes centrālajā augstienē un 200 dienas Latvijas dienvidaustrumos. Siltummīlošiem augiem veģetācijas periods ar aktīvu temperatūru virs 10°C ilgst 120 dienas Vidzemes centrālajā augstienē un 150 dienas Latvijas dienvidaustrumos. Veģetācijas periodā no maija līdz oktobrim ūdens iztvaikojums ir 320-380 mm, kas sastāda 83- 93% no visa gada iztvaikojuma. Veģetācijas maksimālais aktivitātes laiks Latvijas teritorijā ir apmēram no maija otrās dekādes līdz jūnija otrai dekādei, šajā laika audi visaktīvāk attīstās un sāk reproduktīvo procesu. Veģetācijas periods nesākas uzreiz visā Latvijas teritorijā, vispirms veģetācijas sākas Zemgales līdzenumā (apmēram 14.-15. aprīlī), pēc tām Kurzemes dienvidaustrumos (apmēram 16.-17.aprīlī) un Vidzemes centrālā augstienē un Vidzemes ziemeļrietumos veģetācijas periods sākas vēlāk (apmēram 20.-22. aprīlī). Visā Latvijas teritorijā veģetācijas periods iestājas un nostabilizējas 15-17 dienu laikā. Veģetācijas izbeigšana nenotiek uzreiz Latvijas teritorijā, sākumā veģetācija izbeidzās Latvijas ziemeļaustrumos un pēc tām teritorijas rietumos. Rīgā, kur tiek veikts pētījums, veģetācija izbeidzas oktobra 3.dekadē (Zirnītis, 1963).

Putekšņu koncentrāciju ietekme daudz dažādu faktoru. Primāri to ietekmē meteoroloģisku, antropogēnu un bioloģisku faktoru kopums, kas mijiedarbojoties rāda vidi, kurā notiek putekšņu rašanās un izkliede. Ārējie faktori var ļoti dažādi ietekmēt putekšņu koncentrāciju. Visus ārējus faktorus var iedalīt pēc ietekmes principa: auga reproduktīvas funkcijas ietekmējošie faktori un putekšņu koncentrāciju ietekmējošie faktori (Laursen et al., 2007).

Meteoroloģiskais faktors ir viens no būtiskākiem ietekmes faktoriem, kā arī viens no plašākiem iedarbības daudzveidībā. Klimatiskie apstākļi ir būtiski gan putekšņu veidošanās laikā, gan putekšņu izkļiedēšanas procesā. Putekšņu koncentrāciju gaisā būtiski ietekme nokrišņi, to intensitāte, biežums, tāpat liela nozīme ir gaisa mitrumam. Nokrišņi un paaugstināts gaisa mitrums samazina putekšņu koncentrāciju gaisā. Nokrišņu laikā lielāka daļa putekšņu nonāk uz zemes un ne vējš ne gaisa turbulence vairs nespēj pacelt gaisā. Tikai neliels daudzums no tiem sausā un vējainā laikā pacelsies atkal gaisā (Emberlin, 2007).

Gaisa temperatūra vairāk ietekmē pašu augu reproduktīvas funkcijas ziedēšanas laikā. Siltā un labvēlīgā laikā augi pastiprināti izdala putekšņus, jo šajā laikā ir vislielākā iespējamība, kā putekšņi tomēr sasniegs sieviešu auga drīksnu. Vēsā un nelabvēlīgā laikā putekšņu emisija būtiski samazinās un dažiem augiem apstājas vispār.

Putekšņu koncentrācija mainās arī diennakts gaitā, tieši saules spīdēšanas ilgums un intensitāte ietekme putekšņu emisijas intensitāti dienas laikā. Putekšņu izkliedēšanas ātrumu, attālumu un virzienu būtiski ietekme vēja stiprums, ātrums un virziens, tāpēc zinot vēja ātrumu un virzienu ir iespējams izrēķināt putekšņu mākoņu trajektorijas. Bieži, stipri vējainā laikā putekšņi var sasniegt vietas, kur to producētais augs nav sastopams vai nav sācis ziedēt (Kalniņa, Grišule, 2009).

Nokrišņi var ietekmēt putekšņus divējādi. Pirmais process ir izskalošana ar lietu, kad smalkas daļiņas absorbējas mākoņu pilienos vai ledus kristālos un krīt kopā ar nokrišņiem uz zemi. Otrais process ir izskalošana (angl.*washout*) notiek, kad lietus pilieni vai sniega pārslas ietriecas putekšņu daļiņās un absorbē tās vai ietekmē piešķirot papildus ātrumu (Emberlin, 2007).

1.7. Burkarda uztvērējs un aerobioloģiskais monitorings

Putekšņu uztvērējus izmanto aerobioloģijā, lai konstatētu putekšņu koncentrāciju svārstības un ziedēšanas stadijas sākumu un beigas. Lai savlaicīgi informētu cilvēku, kuri slimo ar polinozi vai citām elpceļu slimībām par putekšņu koncentrācijas izmaiņām gaisā. Balstoties uz daudziem literatūras avotiem var secināt kā pirmie eksperimenti, kas bija saistīti ar putekšņu monitorēšanu, norisinājās 1920.-1930.gados. Sākumā aerobioloģi izmantoja to pašu tehnisku aprīkojumu, ko izmantoja paleoekoloģijā (Giesecke et al., 2010). Latvijas aerobioloģiskais dienests putekšņu koncentrācijas novērošanai izmanto Burkarda septiņu dienu putekšņu sporu uztvērēju. Burkarda uztvērēja darbības princips balstās uz Džona Malcolma Hirsta putekšņu uztvērēja prototipu, kuru angļu zinātnieks izgudroja 1952.gadā (Lanzoni, 2007). Burkarda uztvērēju biežāk novieto augstā vietā apmēram 25-27 metri virs jūras līmeņa (uz ēku jumtiem, uz speciāliem torņiem), uztvērējam nepieciešams atrasties brīvā gaisa plūsmā, kur ir gaisa cirkulācija un nav būtisku šķēršļu, lai iegūt precīzus un reprezentējamus datus, kas raksturo visu teritoriju kopumā, nevis tikai teritorijas daļu, kur atrodas Burkarda uztvērējs. Ja Burkarda uztvērēju novietot tuvu zemei iegūtus datus nevar izmantot reģionālas teritorijas putekšņu koncentrācijas raksturošanai, bet tikai nelielas lokālas teritorijas raksturošanai, jo piezemes slāni nav nepieciešamas gaisa cirkulācijas un paraugos konstatēti putekšņi būs no augiem, kuri aug relatīvi nelielā attālumā no Burkarda uztvērēja (Patļina, 2008).

Burkarda uztvērējs iesūc caur horizontālu spraugu 10 litrus gaisa minūtē, tik ielu gaisa daudzumu aptuveni ieelpo statistiski vidējais pieaugušais cilvēks. Iesūktais gaiss uzreiz nokļūst

uz rotējoša diska, kas ir novietots aiz spraugas (Patļina, 2008). Apkārt rotējošam diskam ir piestiprināta 2,5 cm plata lenta. Lenta ir apstrādāta ar speciālu lipīgu vielu, lai uz tas paliktu visas gaisā esošas sīkas daļiņas (Stach, 2007). Lipīga viela sastāv no daudziem komponentiem: ūdens, glicerīna, fenola un gelvatola. Disks rotē ar ātrumu 2 milimetri stundā. Pilnu apgriezīgu rotējošais disks veic nedēļas laikā, pēc kura lentu nomaina. Burkarda uztvērējam vienmēr ir jāatrodas pret vēja plūsmu, lai gaiss nokļūst caur spraugu uz rotējošu disku, tāpēc Burkarda uztvērējam ir speciālas vēja vadotnes, kas automātiski novieto (pagriež) uztvērēju pret vēju (Patļina, 2008).

1.7.1. Putekšņu parauga apstrādes metode

Katru nedēļu lenta no rotējoša diska tiek samainīta pret jaunu. Paraugu lenta tika sagriezta septiņās vienādās sekcijās, katra sekcija 48 milimetrus gara un atbilst vienai dienai (24 stundas). Pēc tam sekcijas pārklāj ar speciālu fuksīnu saturošu vielu, kas iekrāso caurspīdīgus putekšņus rozā krasā, lai tos būtu iespējams ātrāk identificēt. Ērtākai analizēšanai sekcijas ievieto starp segstikliņu un priekšmetstikliņu. Paraugi tiek analizēti ar gaismas mikroskopa palīdzību, izmantojot 400 reižu palielinājumu. Visas sekcijas tiek secīgi sanumurētas atbilstoši datumam un sākuma laikam. Katra sekcija tiek izanalizēta. Izmantojot speciālo lineālu, kura ir iebūvēta mikroskopā, pārvietojoties no slaida sākuma pa 2 milimetriem (kas atbilst 1 stundai) tiek saskaitīti visi putekšņi pa stundām un aprēķināta visu putekšņu diennakts summa. Dati tiek pārrēķināti putekšņu koncentrācijā (putekšņu graudu daudzums 1 kubikmetrā gaisā novērošanās laikā), izmantojot formulu:

$$K = \sum * F$$

kur K- vībotnes putekšņu koncentrācija 1 m³ gaisā, \sum - vībotnes putekšņu summa, F ir faktora lielums, kas ir atkarīgs no mikroskopa parametriem (tajā skaitā - redzesloka diametra) (Patļina, 2008).

2.MATERIALI UN METODES

Bakalaura darba izstrādes laikā tika iegūtas zināšanas par putekšņu koncentrācijas monitorēšanas metodiku, Burkarda uztvērēja darbības principiem, putekšņu paraugu analizēšanas metodiku ar mikroskopa palīdzību. Tāpat, daļēji tika apgūtas aerobioloģisko un meteoroloģisko datu apstrādes iemaņas. Dažādu faktoru ietekmes uz pētāmo objektu noteikšanai tika izmantoti meteoroloģiskie un aerobioloģiskie dati.

Bakalaura darba izstrādes laikā tika izmatoti Latvijas aerobioloģiska dienesta dati. Burkarda uztvērējs, ar kura palīdzību tika iegūtie visi aerobioloģiskie dati ir novietots Raiņa bulvārī 19 uz Latvijas Universitātes galvenās ēkas jumta, 23 metru virs zemes (28,5 metrus virs jūras līmeņa). Bakalaura darbā tika izanalizēti aerobioloģiskie dati par vībotņu putekšņu koncentrāciju no 2003.gada līdz 2012.gadam. Vībotņu ziedēšana Latvijā sākas jūlijā un beidzas septembrī vai oktobrī – atkarībā no vībotņu sugas.

Bakalaura darbam nepieciešami meteoroloģiskie dati tika ņemti no Latvijas Universitātes meteoroloģiskās datu bāzes. No datu bāzēm tika atlasīti meteoroloģiskie rādītāji: stundas vidēja un maksimāla gaisa temperatūra, gaisa relatīvais mitrums, kopēju mākoņu daudzums, nokrišņu daudzums, stundas vidējais vēja ātrums. Vairākums pētījumā nepieciešamu meteoroloģisko datu (gaisa temperatūra, gaisa relatīvais mitrums) ir iegūti Latvijas Universitātes meteoroloģiskās stacijas laukumā Kronvalda parkā, jo meteoroloģisko rādītāju iegūšanas tehnisko noteikumu dēļ aprīkojumam ir jāatrodas 2 metrus no zemes virsmas, lai dati būtu precīzi un reprezentatīvi. Otrā daļa tiek ievākta Raiņa bulvārī 19 uz jumta, kur ir ierīkota LU meteoroloģiskā stacija (Patļina, 2008). Bakalaura darbā tika izanalizēti meteoroloģiskie dati par periodu no 2006.gada līdz 2012.gadam. Dati no iepriekšējiem gadiem (2003.-2005.), kad tika veikts aerobioloģiskais monitoring tika ievākti automātiski, tādēļ ir nepieciešami papildus aprēķini, lai padarītu tos savstarpēji salīdzināmus. Sākot ar 2006. gadu LU meteoroloģiskā stacija tika apvienota ar LVĢMC novērojuma staciju un meteoroloģiskie novērojumi gan manuāli, gan automātiski tiek veikti 24 stundas diennaktī.

2.1 Aktīva putekšņu sezona

Kad gaisa vidēja temperatūra un saules spīdēšanas ilgums sasniedz reproduktīvas funkcijas sākšanas nepieciešamu robežu, augi sāk intensīvi ziedēt. Bieži vien augu ziedēšanas sākumā tiek konstatēti tikai atsevišķi putekšņu graudi un putekšņu koncentrācija sākumā nav pastāvīga (ar daudziem pārtraukumiem). Ir gadījumi, kad konkrētajā teritorijā noteikts augs vēl nesāk ziedēt, bet putekšņi jau ir konstatēti, tie putekšņi ar stipra vēja plūsmām tika atnesti no teritorijas, kur jau noris auga ziedēšana.

Aktīvu putekšņu sezonu var definēt kā laika periodu ar noteiktas augu sugas pastāvīgu putekšņu koncentrāciju. Bakalaura darbā putekšņu aktīva perioda aprēķināšanai tika izvēlēta Andersena un Torbena (1991) metode. Andersena un Torbena metode ir piemērota vībotnes aktīvas putekšņu sezonas noteikšanai. Pirmkārt tiek aprēķināta vībotnes putekšņu sezonas koncentrācijas summa to apzīmē ar 100%. Aktīva putekšņu sezona nesākas ar pirmo konstatētu putekšņu graudu, aktīva putekšņu sezona sākas, kad kopēja putekšņu koncentrācija sasniedz 2,5% no visas koncentrācijas summas. Aktīva putekšņu sezona beidzas, kad kopēja putekšņu koncentrācija sasniedz 97,5% no visas sezonas koncentrāciju summas. Tātad, pēc aktīvas putekšņu sezonas paliek vēl 2,5% no kopējās putekšņu sezonas koncentrāciju summas. Aktīvas putekšņu sezonas koncentrācija sastāda 95% no putekšņu sezonas koncentrāciju summas (Jato et.al., 2006).

Aktīvas putekšņu sezonas putekšņu kopēja koncentrācija tika aprēķināta pēc formulas:

$$Ka = N * 95 / 100,$$

kur N ir noteikta gada putekšņu koncentrāciju summa, Ka – aktīvās putekšņu sezonas koncentrāciju summa.

Aktīvas sezonas sākuma datumu aprēķina divos etapos, pirmajā aprēķina kopējo putekšņu koncentrāciju pirms aktīvas sezonas sākums pēc formulas:

$$Kps = N * 2,5 / 100,$$

kur N ir noteikta gada putekšņu koncentrāciju summa, Kps – pirms aktīvās sezonas putekšņu koncentrāciju summa

otrajā etapā nosaka datumu, kurā kopēja koncentrācija sasniedz noteiktu (aprēķinātu) daudzumu, pēc kura sākas aktīva putekšņu sezona. Aktīva putekšņu sezona beidzas, kad putekšņu koncentrācija sniedz iepriekš aprēķinātu daudzumu (Jato et.al., 2006).

Aktīvas putekšņu sezonas vidējais garums tika aprēķināts ar formulu:

$$vid.sez.garums=d/n$$

kur d ir visu sezonu dienu skaits un n ir sezonu skaits.

Pētāma laika perioda vidēja aktīvas sezonas putekšņu koncentrācija tika aprēķināta ar formulu:

$$vid.konc=Ksum/n,$$

kur $Ksum$ ir visu gadu kopēja koncentrācija un n ir gadu skaits.

2.2 Datu normalizācija

Putekšņu aktīvas sezonas sākuma un beigu laiki var būtiski atšķirties gadu no gada, kas ir atkarīgs no daudziem faktoriem. Kopēja putekšņu koncentrācija (koncentrāciju summa) pa gadiem var būtiski mainīties. Gara putekšņu aktīva sezona vēl nenozīmē, ka kopējā putekšņu koncentrācija būs augsta, ir konstatēti gadījumi, kad aktīvas putekšņu sezonas garums bija īss bet augi ziedēja ļoti aktīvi un kopēja putekšņu koncentrācija bija augsta. Ja pētāmajā laikā periodā (2006.-2012.) ir būtiskas atšķirības, ir nepieciešams veikt datu apstrādi, lai iegūtie aerobioloģiskie dati būtu salīdzināmi savā starpā. Bakalaura darba tika izmantota datu normalizācija, ko veica pirms korelācijas analīzes.

Datu normalizācija ir datu transformācija, lai dati sava starpa būtu salīdzināmi. Manīgus lielumus normalizē līdz tas sasniedz intervālu no 0 līdz 1. Ar normalizētu datu palīdzību var aprēķināt korelāciju starp pētāmo objektu un ietekmējošiem faktoriem.

Aktīvās putekšņu sezonas koncentrācijas normalizācija norisinājās divos etapos. Pirmajā etapā tika aprēķināta putekšņu aktīvas sezonas summa (katram gadam atsevišķi). Otrajā etapā katra dienas koncentrācija tika sadalīta uz attiecīga gada putekšņu aktīvas sezonas summu (Francois, 2010).

2.3 Korelācijas koeficienti un to aprēķināšana

Bakalaura darba tika izmantota korelācijas analīze, lai izanalizētu apkārtējo faktoru ietekmes intensitāti uz pētāmo objektu. Korelācija ir statistiska saistība starp diviem vai vairākiem lielumiem. Statistiska saistība ir kad mainoties vienam lielumam (vai vairākiem lielumiem) sistemātiski mainās arī saistīti lielumi. Bakalaura darbā tika aprēķināta pāru korelācija, kas parāda sakarību starp diviem faktoriem. Bieži korelāciju starp diviem faktoriem ietekmē citi faktori. Ne vienmēr, ja starp diviem faktoriem tiek konstatēta korelācija, šīs pazīmes ir tieši savstarpēji saistītas, šo saistību var ietekmēt trešie faktori vai tā var būt šķietama korelācija (nejauša). Bet dabā biežāk ir konstatēti gadījumi kad pētāmo objektu ietekme daudz dažādu faktoru vienlaicīgi, šajā gadījumā ir nepieciešama daudzfaktoru korelācijas analīze (Melecis, 2011).

Lai parādītu kvantitatīvi pētāmo lielumu sakarības ciešumu ir izstrādāti vairāki korelācijas koeficienti. Bakalaura darbā tika izmantoti Spīrmena un Pīrsona korelācijas koeficienti.

Spīrmena rangu korelācijas koeficients (Spīrmena rangu korelācijas koeficients) ir lineāras saistības mērs starp gadījuma lielumiem. Sakarības ciešuma novērtēšanai starp lielumiem izmanto rangus (kārtas). Spīrmena rangu korelācijas koeficients nosaka ciešuma pakāpi un faktoru saistības ievirzi. Spīrmena rangu korelācijas koeficients atrodas intervālā no -1 līdz +1. Absolūtā vērtība raksturo sakarības ciešumu, bet koeficienta vērtība (pozitīva vai negatīva) raksturo saistības ievirzi starp vērtībām (WebResearch, bez dat.).

Spīrmena rangu korelācijas koeficienta aprēķināšana:

$$r = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

kur n ir pazīmju skaits, d ir rangu starpība, $\sum d^2$ ir kopēja summa (Поляков, 1971).

Lietojot rangu korelācijas koeficientu nosacīti novērtē ciešumu starp pazīmēm (faktoriem), skaitās, ka koeficienta vērtībai, kas ir vienāda ar 0,3 vai mazāka ir vājš saistības ciešums, ja koeficientam vērtība ir lielāka par 0,4, bet mazāka par 0,7 tad ir vidējs saistības ciešums, ja koeficientam vērtība ir 0,7 un lielāka tad korelācija ir cieša un faktora ietekme uz pētāmo objektu ir būtiska. Ciešums starp pazīmēm nav atkarīgs no izlases apjoma. Korelācijas

koeficientu var uzskatīt par statistiski būtisku ja tas sasniedz noteiktas vērtības, kas ir atkarīgs no izlases apjoma. (Поляков, 1971).

Pīrsona korelācijas koeficients (r) raksturo lineāras korelācijas ciešumu un virzienu. Jo ciešāka ir lineārā korelācija starp pētāmajām pazīmēm, jo lielāka ir r absolūtā vērtība. Ja starp pazīmēm nav korelācijas $r = 0$. Negatīvai funkcionālai sakarībai $r = -1$, bet pozitīvai funkcionālai sakarībai $r = 1$, koeficienta vērtība (pozitīva vai negatīva) raksturo saistības virzienu. Pīrsona korelācijas koeficients atrodas $-1 \leq r \leq 1$ vērtības diapazonā. Korelācijas koeficients kvadrātā (r^2) ir determinācijas koeficients. Determinācijas koeficients atspoguļo cik lielu daļu no rezultatīvās pazīmes izkliedes ir izskaidrojama ar tās lineāro saistību ar faktoriālo pazīmi (Melecis, 2011).

Pīrsona korelācijas koeficienta aprēķināšana:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{(n-1)S_x S_y},$$

kur x_i un y_i ir mainīgu vērtības, \bar{X} un \bar{Y} ir mainīgu vidējas vērtības, S_x un S_y ir to standartnovirze un n ir vērtības pāru skaits (WebResearch, bez dat.).

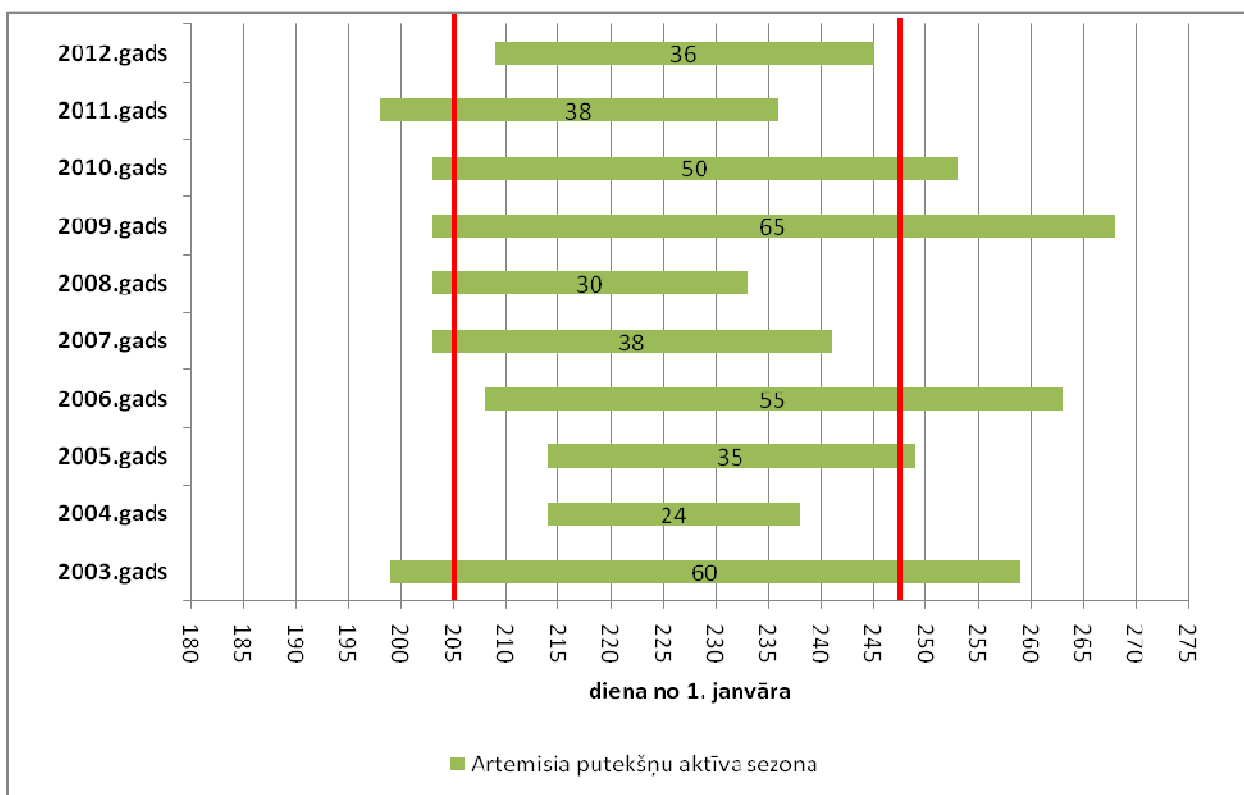
Bakalaura darba datu apstrādei tika izmantotas programmas *Microsoft Excel* un *SPSS*. Ar *Excel* palīdzību tika rēķināti korelācijas koeficienti starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un vairākiem meteoroloģiskajiem parametriem putekšņu aktīvas sezonas laikā. Tika pētītas vidējas putekšņu koncentrācijas pa gadiem, zīmēti putekšņu aktīvas sezonas sākuma grafiki. Ar *SPSS* palīdzību tika aprēķināta daudzfaktoru lineārā regresija.

3. REZULTĀTI UN TO ANALĪZE

3.1. Vibotnes putekšņu koncentrācijas un aktīvas sezonas ikgadējās izmaiņas

Periods kad putekšņi atrodas gaisā ir relatīvi ilgs un ir atkarīgs no daudziem faktoriem. Tika analizēta aktīva putekšņu sezona, jo tieši šajā laika periodā notiek maksimāla putekšņu emisija un akumulācija. Gadu no gada mainās aktīvas putekšņu sezonas sākuma un beigu datumi. Tāpat, var būtiski mainīties kopēja putekšņu koncentrācija un sezonas ilgums. Bakalaura darbā tika analizētas un aprakstītas izmaiņu tendences un to ietekmējošie faktori.

Bakalaura darbā tika analizēts un aprakstīts 10 gadu periods (no 2003.gada, līdz 2012.gadam ieskaitot), katram perioda gadam tika aprēķināta aktīva putekšņu sezona, datumi kad bija konstatēti pirmie putekšņi, vidēji aktīvas putekšņu sezonas sākuma un beigu datumi.



3.1. attēls. Vibotnes putekšņu aktīvas sezonas garums 2003.-2012. gadā (izstrādājis autors, izmantojot LU ĢZZF aerobioloģisko datu bāzi)

Vidējais aktīvas putekšņu sezonas garums pētāmajā laika periodā ir 43 dienas. Garāka aktīva putekšņu sezona ir konstatēta 2009.gadā, šajā gadā sezona ilgusi 65 dienas, vēl garas sezonas tika konstatētas 2003.gadā (60 dienu gara sezona), 2006.gadā (55 dienu gara sezona). Īsāka aktīva putekšņu sezona ir konstatēta 2004.gadā, šajā gadā sezona ilgusi tikai 24 dienas, vēl īsa sezona konstatēta 2005.gadā, kad sezona ilgusi 35 dienas un 2008.gadā, kad sezona ilgusi tika 30 dienas (3.1.attēls).

Pētīšanas laikā tika aprēķināti vidēji aktīvas putekšņu sezonas sākuma un beigu laiki. Vidējais aktīvas putekšņu sezonas sākšanas datums ir 205 dienas no 1.janvāra jeb 24.julijš.

Attēls (3.1.attēls) uzskatāmi parāda, ka, visagrāk aktīva putekšņu sezona sākusies 2011.gadā - ar 198 dienu (no 1.janvāra) jeb 17.juliju. 2011. gadā sezonā ilgusi 38 dienas, bet visvēlāk sezona sākusies 2004. un 2005.gadā -ar 214 dienu (no 1.janvāra) jeb 2.augustā un sezonas ilga 24 un 35 dienas attiecīgi. 2006.gadā sezona bija relatīvi gara sezona 55 dienas un sākusies ar 208 dienu (no 1.janvāra) jeb 27.juliju, savukārt 2008.gadā sezonas garums bija tikai 30 dienas, tā sākas vienu nedēļu agrāk - 21.julijā.

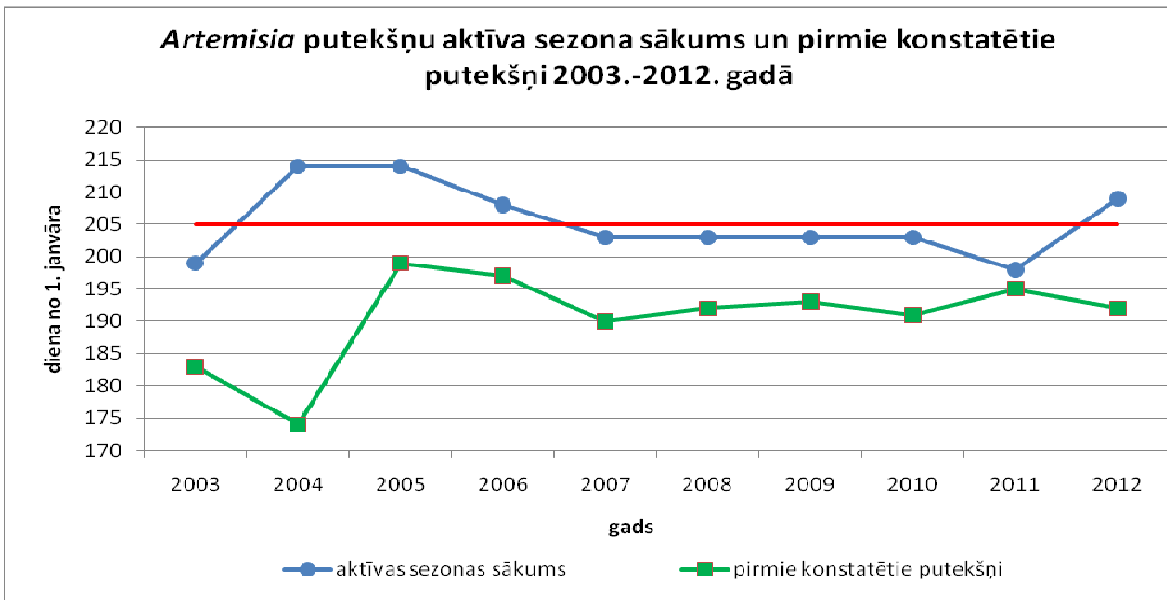
Datu analīze parādīja, ka sezonas **garums ir atkarīgs no aktīvās sezonas sākuma datuma**. Darba izstrādes laikā tika izteikta hipotēze, ka sezonai agrāk sākoties, tās garums palielinās. Pēc grafika (3.1.attēls) var secināt, ka sezona, kas beidzas visvēlāk ir konstatēta 2009.gadā (25.septembrī). Minētā gadā tika konstatēta arī visgarākā (65 dienas) sezona, bet 2008.gadā sezona beidzas visagrāk, (20.augustā) un sezona ilgusi tikai 30 dienas.

Vībotnes putekšņu **aktīva sezona** Latvijā vidēji ilgst **43 dienas**, sākas **24.julijā** un beidzas ap **5.septembri**.

Putekšņu aktīva sezona nesākas uzreiz, kad tiks konstatēti pirmie putekšņi. Bieži starp datumiem kad ir konstatēti pirmie putekšņi un sezonas sākumu ir pariet kāds noteikts periods.

Grafikā (3.2.attēls) tika attēloti putekšņu datumi, kad ir konstatēti pirmie putekšņi un aktīvas sezonas sākums attiecīgajā gadā.

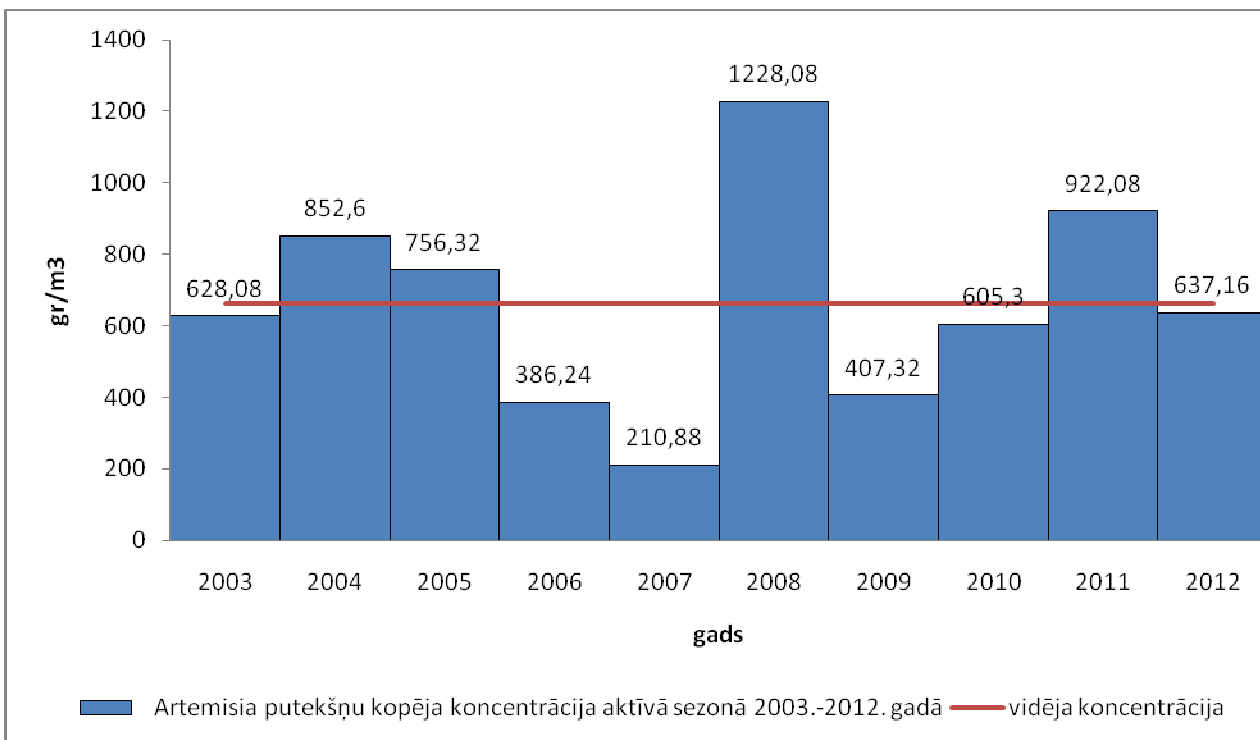
Balstoties uz iegūtiem aerobioloģiskiem datiem var secināt, ka visagrāk pirmie putekšņi tika konstatēti 2004.gadā 22. jūnijā (174.diena), bet aktīva sezona šajā gadā sākas 1.augustā (214. diena), starp sezonas sākumu un pirmajiem putekšņiem ir 40 dienu ilgs laika periods. Visīsākā sezona tika konstatēta 2004.gadā. Var secināt, ka šajā gadā aktīvas putekšņu sezonas sākumā putekšņu koncentrāciju būtiski ietekmēja virkne analīzē neiekļauto faktoru.



3.2.attēls. **Vibotnes putekšņu aktīvās sezonas sākums un pirmie konstatētie putekšņi 2003.-2012. gadā.** (izstrādājis autors, izmantojot LU ĢZZF aerobioloģisko datu bāzi)

2005.gadā arī sākas 2. augustā (214.diena), bet pirmie putekšņi tika konstatēti ievērojami vēlāk 18.julijā (199.diena) un sezona ilgusi 35 dienas. Vēl garš periods starp sezonas sākumu un pirmajiem konstatētiem putekšņiem tika konstatēts 2003.gadā, kad pirmie putekšņi parādījās 2. jūlijā (183.diena), bet sezona sākas 18.julijā (199.diena). Salīdzinājumam, 2005.gadā minētā laikā bija konstatēti tikai pirmie putekšņi. Putekšņu aktīvas sezonas vidējais sākuma datums ir 24.jūlijs (205.diena). Kā redzams pēc grafika (3.2.attēls), putekšņu aktīvas sezonas sākšanas datumi atšķiras nebūtiski, lielāka novirze no vidēja sākuma datuma ir konstatēta 2004.un 2005.gadā un sastāda 9 dienas. Vidējais 10 gadu periods starp sezonas sākumu un pirmajiem putekšņiem **ir 15 dienas**. No 2006.gada līdz 2010.gadam laika periods starp sezonas sākumu un pirmajiem putekšņiem ir neliels apmēram 17 dienas un gandrīz sasniedz vidējo perioda ilgumu. 2011.gadā starp sezonas sākumu un pirmajiem putekšņiem ir minimāls, pirmie putekšņi ir konstatēti 14.julijā (195.diena) un sezona sākas 22.julijā (198.diena). Periods starp sākumu un pirmajiem putekšņiem ildzis 3 dienas.

Pēc iegūtiem aerobioloģiskiem datiem var secināt, ka aktīvas putekšņu sezonas sākums ir atkarīgs no pirmajiem konstatētiem putekšņiem, jo agrāk tika konstatēti pirmie putekšņi, jo agrāk sāksies aktīva putekšņu sezona.



3.3.attēls. **Vībotnes putekšņu kopēja koncentrācija aktīvā sezonā 2003.-2012. gadā** (izstrādājis autors, izmantojot LU ĢZZF aerobioloģisko datu bāzi)

Pētāmajā laikā periodā (2003.-2012.) aktīvas putekšņu sezonas koncentrāciju summas būtiski atšķiras.

Pētāmajā laika perioda vidēja aktīvas sezonas putekšņu koncentrācija ir **663,41 gr/m³**. Kā redzams pēc grafika (3.3.attēls) maksimāla aktīvas sezonas putekšņu koncentrācija tika sasniegta 2008.gadā (1228,08 gr/m³) un šajā gadā sezona ilgusi tikai 30 dienas. Tika konstatēts, ka maksimāli augsta koncentrācija tika sasniegta relatīvi īsā laika periodā. Viszemākā vībotnes putekšņu koncentrācija tika sasniegta 2007.gadā, šajā gadā aktīvas sezonas kopēja putekšņu koncentrācija sasniedza tikai 210,88 gr/m³ un 2007.gadā sezona bija garāka - 38 dienas. Pēc tā, ka minimāla koncentrācija tika konstatēta 2007.gadā un maksimāla koncentrācija 2008. gadā var spriest par kāda nozīmīga ietekmējoša (2007. gadā) vai sekmējoša (2008. gadā) faktora klātbūtni attiecīgajos gados, būtiski ietekmēja kopēju putekšņu koncentrāciju.

Relatīvi augstas putekšņu koncentrācijas tika konstatētas 2004.gadā un 2011.gadā, kopēja putekšņu koncentrācija aktīvā sezonā 2004.gadā bija 852,6 gr/m³ un 2011.gadā koncentrācija sasniedza 922,08 gr/m³. 2004. un 2011.gadā aktīvas putekšņu sezonas bija īsas, 24 dienas un 38 dienas attiecīgi. Visgarākā, 65 dienu sezona 2009.gadā nesasniedz pat vidēju aktīvas sezonas koncentrāciju. 2009.gadā aktīvas sezonas kopēja putekšņu koncentrācija bija 407,32 gr/m³. Balstoties uz iegūtiem rezultātiem un grafikiem (3.2.attēls) un (3.3.attēls) var secināt, ka aktīvas sezonas putekšņu **koncentrācija nav atkarīga no sezonas garuma**. Balstoties uz literatūras studijām, tika secināts, ka putekšņu koncentrācijas apjomu, galvenokārt, ietekmē augu ziedēšanas un produktivitātes intensitāte.

2003.gadā (3.3.attēls) aktīvas sezonas putekšņu koncentrācija ir 628,08 gr/m³, kas sastāda 9% no visa pētāma perioda (2003.-2012.gadā) kopējas putekšņu koncentrācijas. Maksimāla diennakts putekšņu koncentrācija tika konstatēta 19.augustā (231. diena no gada sākuma) un sastāda 58 gr/m³ jeb 9% no aktīvas sezonas kopējas koncentrācijas.

2004.gadā aktīvas sezonas putekšņu koncentrācija nedaudz palielinājās līdz 852,6 gr/m³, kas sastāda 12% no 10 gadu kopējas putekšņu koncentrācijas. Maksimāla diennakts putekšņu koncentrācija tika konstatēta agrāk nekā iepriekšējā gadā, 7.augustā (220.diena) un būtiski palielinājās 114,84 gr/m³, kas sastāda jau 13 % no šī gada kopējas koncentrācijas.

2005.gadā aktīvas sezonas putekšņu koncentrācija mazliet samazinājās salīdzinājumā ar iepriekšēju gadu līdz 756,32 gr/m³, kas sastāda 11% no pētāma perioda koncentrāciju summas, maksimāla diennakts putekšņu koncentrācija tika konstatēta visvēlāk tikai 21.augustā (233.diena) un sastāda 79,46 gr/m³, kas arī ir mazāk nekā iepriekšējā gadā. Maksimāla diennakts putekšņu koncentrācija sastāda 11% no šī gada kopējas koncentrācijas.

2006.gadā aktīvas sezonas putekšņu koncentrācija būtiski samazinājās līdz 386,24 gr/m³, kas sastāda tikai 6% no pētāma perioda koncentrāciju summas, maksimāla dienas putekšņu koncentrācija tika konstatēta nedaudz agrāk nekā iepriekšējā gadā - 15.augustā (227.dienā) un sastāda tikai 47,6 gr/m³, kas ir 12% no šā gada kopējas koncentrācijas.

2007.gadā aktīvas sezonas putekšņu koncentrācija sasniedz minimālo koncentrāciju 10 gadu laikā 210,88 gr/m³, kas sastāda tikai 3% no pētāma perioda koncentrāciju summas. 2007.gadā tika konstatēta mazāka maksimāla diennakts putekšņu koncentrācija tikai 20,4 gr/m³ kas ir 10 % no šī gada kopējas koncentrācijas. Maksimāla diennakts koncentrācija tika konstatēta 14. un 15.augustā.

2008.gadā uzreiz pēc minimālas aktīvas sezonas putekšņu koncentrācijas tika konstatēts ļoti straujš putekšņu koncentrācijas pieaugums, šajā gadā tika konstatēts aktīvas sezonas 10 gadu maksimums $1228,08 \text{ gr/m}^3$ kas sastāda 18% no pētāma perioda koncentrāciju summas. Maksimāla dienas putekšņu koncentrācija tika konstatēta vēlāk nekā iepriekšējā gadā - 17.augustā (230 diena). 2008.gadā būtiski palielinās arī diennakts maksimāla putekšņu koncentrācija un sastāda $118,32 \text{ gr/m}^3$, kas ir 10% no šī gada kopējas koncentrācijas.

2009.gadā aktīvas sezonas putekšņu koncentrācija atkal samazinās līdz $407,32 \text{ gr/m}^3$, kas sastāda 6% no 10 gadu koncentrāciju summas. Maksimāla diennakts putekšņu koncentrācija tika konstatēta 8.augustā (220 diena), tā būtiski samazinājās un sastāda tikai $25,16 \text{ gr/m}^3$, kas ir 6% no šī gada kopējas koncentrācijas. 2009. gadā maksimālas diennakts koncentrācijas ietekme uz kopēju sezonas koncentrāciju ir visvājākā.

2010.gadā aktīvas sezonas putekšņu koncentrācija atkal sāk palielināties un sasniedz $605,3 \text{ gr/m}^3$, kas sastāda 9% no pētāma perioda koncentrāciju summas. Maksimāla dienas putekšņu koncentrācija tika konstatēta 8.augustā (220.diena), sasniedzot $68,68 \text{ gr/m}^3$, kas ir 11% no 2010. gada kopējas koncentrācijas.

2011.gadā aktīvas sezonas putekšņu koncentrācija būtiski pieaug un sasniedz $922,08 \text{ gr/m}^3$, kas sastāda 13% no pētāma perioda koncentrāciju summas. Maksimāla dienas putekšņu koncentrācija tika konstatēta agrāk nekā iepriekšējā gadā - 7.augustā (214.diena). 2011.gadā maksimāla diennakts koncentrācija sasniedz $133,28 \text{ gr/m}^3$, kas ir 14% no šā gada kopējas koncentrācijas. Vienas diennakts maksimālā koncentrācija ļoti būtiski ietekme kopēju aktīvas sezonas koncentrāciju.

2012.gadā aktīvas sezonas putekšņu koncentrācija atkal samazinās un sasniedz $637,16 \text{ gr/m}^3$, kas sastāda 9% no pētāma perioda koncentrāciju summas, maksimāla dienas putekšņu koncentrācija tika konstatēta visagrāk - 6.augustā (219.diena). Maksimāla diennakts koncentrācija arī samazinājās līdz $76,16 \text{ gr/m}^3$, kas ir 12% no 2012.gada kopējas koncentrācijas.

Bakalaura darba tika aprēķināti aktīvas sezonas vidējie radītāji. Vidēji, pētāmajā sezonā maksimāla diennakts koncentrācija tika konstatēta 12.augustā (224.dienā) un sasniedz $69,3 \text{ gr/m}^3$. Maksimāla diennakts koncentrācija vidēji sastāda 11% no aktīvas sezonas koncentrācijas, var secināt, **ka maksimāla diennakts koncentrācija būtiski ietekme aktīvas sezonas koncentrāciju**. Aktīvas sezonas vidēja koncentrācija ir $6844,94 \text{ gr/m}^3$. Vidējā aktīvas

sezonas vībotņu koncentrācijas vērtība tika pārsniegta 2004., 2005., 2008. un 2011.gadā. Vidēji aktīvas sezonas koncentrācija sastāda 9% no 10 gadu koncentrācijas.

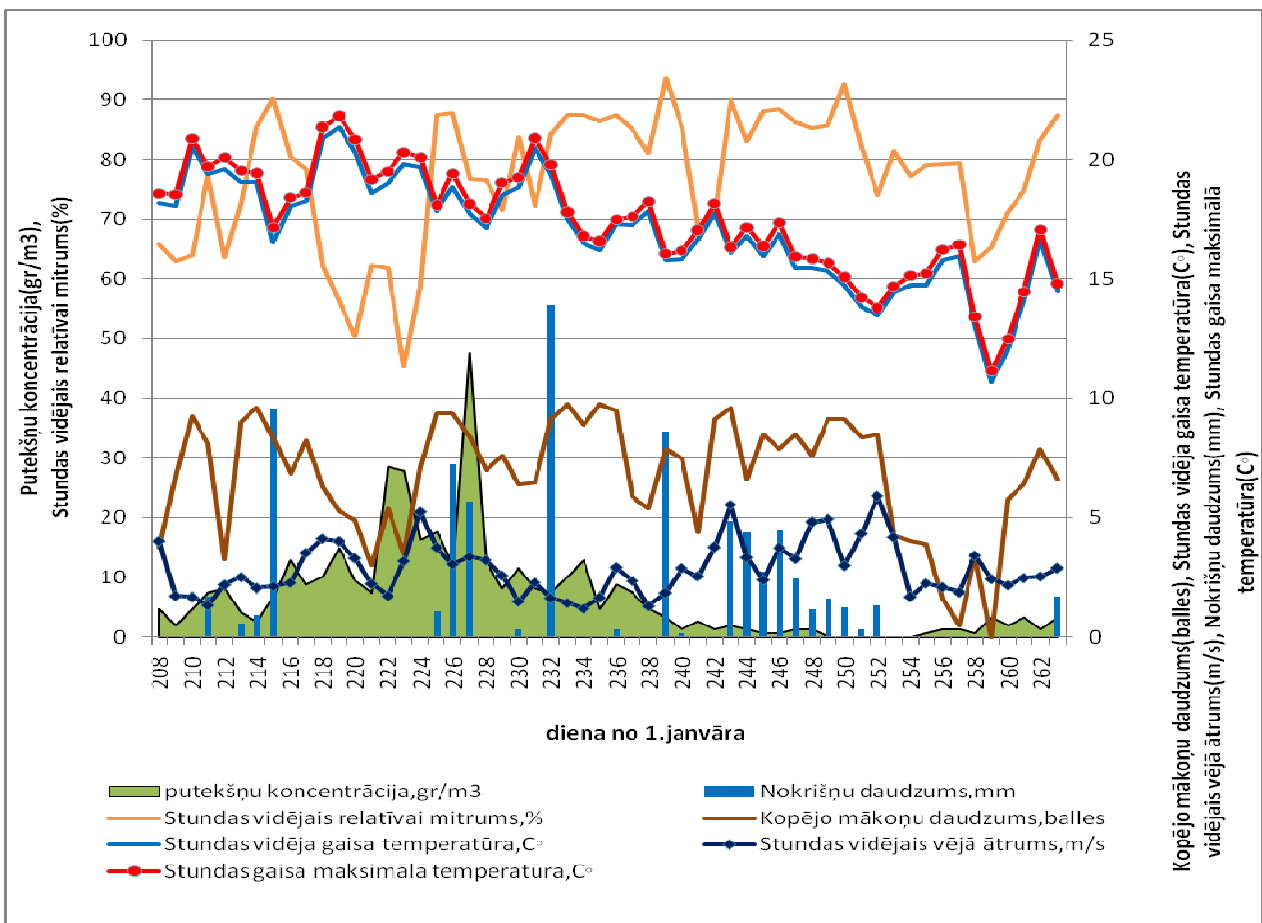
Balstoties uz iegūtiem rezultātiem var secināt, ka pētāmajā laikā periodā ir 3 putekšņu koncentrāciju maksimumi: 2004., 2008. un 2011.gadā. Sākot ar 2004.gadu ir skaidri redzama aktīvās sezonas koncentrācijas samazināšanas tendence. Var secināt, ka no 2009.gada līdz 2011. gadam. putekšņu koncentrācijai ir tendence palielināties.. Pēc 2011.gada atkal sākas aktīvas sezonas koncentrācijas samazināšanas tendence, analizēto perioda neliela ilguma dēļ nevar detāli analizēt un salīdzināt iepriekšēju gadu aktīvu sezonas koncentrāciju, lai sniegtu precīzus secinājumus. Ja neņem vērā ātru koncentrācijas kāpumu 2008.gadā, var secināt kā pētāmajā laika periodā ir periodiskums. Divi periodi ar maksimumiem ik pēc sešiem gadiem. Lai viennozīmīgi spriestu par minēto likumsakarību ir nepieciešami dati par ilgāku laika periodu.

3.2. Meteoroloģisko parametru ietekme uz vībotnes putekšņu koncentrāciju

Dažādu meteoroloģisku faktoru ietekmes uz putekšņu koncentrāciju noskaidrošanai, tika izmantoti sekojoši meteoroloģiskie rādītāji: vēja vidējais ātrums, gaisa vidēja un maksimāla temperatūra, relatīvais gaisa mitrums, mākoņu kopējais daudzums un nokrišņu kopējais daudzums. Minētie meteoroloģiskie rādītāji ir izvēlēti, balstoties uz iepriekšējiem pētījumiem šajā jomā. Analizētie meteoroloģiskie rādītāji visbūtiskāk ietekme vībotņu putekšņu koncentrāciju gaisā (Laursen et al., 2007).

2006.gada aktīva putekšņu sezona (3.4. attēls) sākas 27.jūlijā (208.dienā), pirmajā dienā putekšņu koncentrācija sasniedz $4,76 \text{ gr/m}^3$, vidēja diennakts temperatūra ir $18,16 \text{ }^\circ\text{C}$, vidējais vēja ātrums ir 4 m/s , nokrišņi nav konstatēti. Nākamajā dienā putekšņu koncentrācija samazinās līdz $2,04 \text{ gr/m}^3$, kas var būt saistīts ar būtisku vēja ātruma samazināšanos līdz $1,73 \text{ m/s}$ un mākoņainības palielināšanos līdz $6,75$ ballēm. Sākot ar 29. jūliju (210.dienu) līdz 31.jūlijā (212.dienai) ir konstatēts putekšņu koncentrācijas kāpums ar koncentrācijas maksimālu vērtību $8,16 \text{ gr/m}^3$.

Vidējās 2006. gada putekšņu sezonas koncentrācijas ($7,2 \text{ gr/m}^3$) pārsniegšanu 31. jūlijā (212.dienā) var skaidrot ar strauju mākoņainības samazināšanos no 9 ballēm 29. jūlijā (210.dienā) līdz 3 ballēm 31. jūlijā (212.dienā) un vidējas diennakts temperatūras paaugstināšanos no $18,05^\circ\text{C}$ līdz $20,51^\circ\text{C}$, kas sekmēja augu ziedēšanu intensitātes pieaugumu.



3.4.attēls. **Vibotņu putekšņu koncentrācija un meteoroloģiskie rādītāji 2006.gadā** (izstrādājis autors, izmantojot LU meteo un aerobioloģisko datu bāzi)

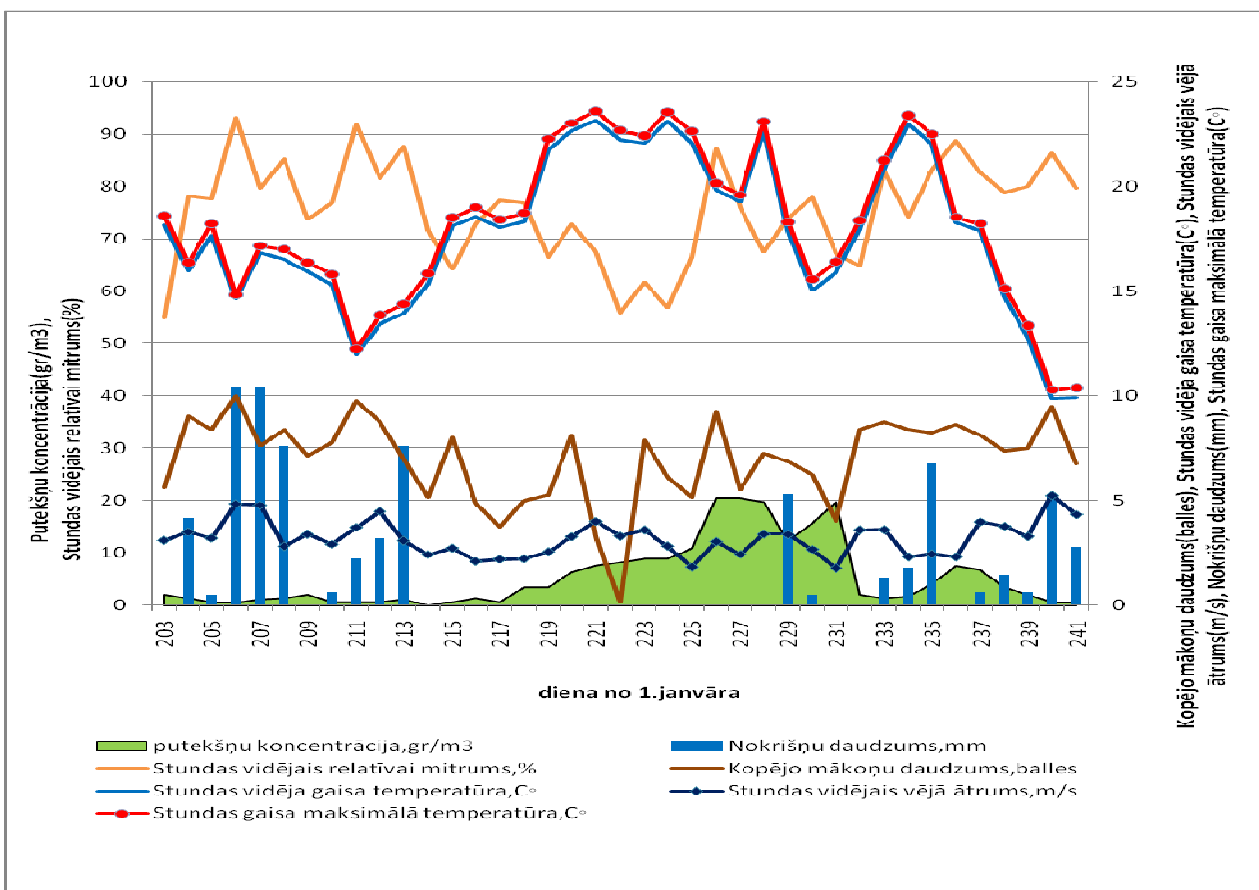
Sākot ar 1. augustu (213.dienu) tika novērots putekšņu koncentrācijas kritums, 2. augustā (214.dienā) putekšņu koncentrācija nokrīt līdz 2,72 gr/m³. Vībotnes putekšņu koncentrāciju šajā laikā negatīvi ietekme izkritušie nokrišņi 0,5 mm 1. augustā (213.dienā), 0,9 mm 2. augustā (214.dienā) un 9,6 mm 3.augustā (215.dienā). Jāmin, ka šajā laikā pakāpeniski samazinājās vidēja diennakts gaisa temperatūra no 19,06°C 1.augustā (213.dienā) līdz 16,55°C 3.augustā (215.dienā), kas arī ietekmēja putekšņu koncentrāciju. 4.augustā (216.dienā) atkal tika konstatēts putekšņu koncentrācijas kāpums līdz 12,92 gr/m³, kuru ietekmēja gaisa vidējas temperatūras kāpums līdz 18,39°C, šajā diena bija apmācies laiks ar 6,87 balles mākoņainību. Nākamajās divās dienās ir neliels koncentrācijas kritums līdz 8,84 gr/m³ un 10,2 gr/m³, šādu svārstību var izskaidrot ar to kā sējās dienā būtiski palielinājās vēja ātrums līdz 4,11 m/s, kas arī samazināja putekšņu koncentrāciju. 218.dienā maksimāla gaisa temperatūra sasniedza sezonas maksimālu vērtību 21,81°C, vēja ātrums sāk pakāpeniski

samazināties, kas pozitīvi ietekmēja putekšņu koncentrāciju un šajā dienā tā sasniedza 14,96 gr/m³. Neskatoties uz skaidru laiku ar mazu mākoņainību 7. un 8.augustā, tika konstatēta neliela koncentrācijas samazināšanās līdz 7,48 gr/m³, to ietekmēja gaisa vidējas temperatūras samazināšanās līdz 18,61°C. Spriežot pēc attēla (3.4.attēls) no 9.augusta (221.dienas) sākas putekšņu koncentrācijas pieaugums, kuru, iespējams, ietekmēja gaisa temperatūras paaugstināšanās un skaidrs laiks.

Pirmais ievērojams vībotnes putekšņu koncentrācijas kāpums ir konstatēts 10.augustā (222.dienā), kad koncentrācija sasniedza 28,56 gr/m³, pēc tam ir neliela koncentrācijas stagnācija. No 223.dienas sākas koncentrācijas kritums līdz 12,24 gr/m³ 226.dienā, kuru ietekmēja izkrituši nokrišņi 1,06mm 225.dienā, 7,25mm 226.dienā un 5,7mm 227.dienā.

2006. gada sezonas koncentrācijas maksimums ir konstatēts 15.augustā (227.dienā). Šajā pašā dienā ir konstatēti nokrišņi, to var izskaidrot ar to, ka nokrišņi bija konstatēti plkst. 3:00 naktī un tie nevarēja būtiski samazināt putekšņu koncentrāciju. No 16.augusta (228.dienas) sākas putekšņu koncentrācijas samazināšanās, kas ir saistīts ar regulāru nokrišņu izkrišanu. 19.augustā (231.dienā) tika konstatēta augsta gaisa vidēja temperatūra (20,48°C), bet tas nepalielināja putekšņu koncentrāciju, kas ir izskaidrojams ar to, ka iepriekšējā dienā tika konstatēti nokrišņi un tas negatīvi ietekmēja putekšņu koncentrāciju. No 6.septembra (249.dienas) līdz 11.septembrim (254.dienai) vībotnes putekšņi vispār netika konstatēti, kas varētu būt saistīts ar ilglaicīgiem nokrišņiem. Putekšņi atkal tika konstatēti, kad vidēja gaisa temperatūra sasniedza 14,72°C.

2007.gada aktīva putekšņu sezona (3.5.attēls) sākas 22.jūlijā (203.dienā). Pirmajā dienā putekšņu koncentrācija sasniedz 2,04gr/m³, pie vidējās diennakts temperatūra ir 18,16°C un 5 ballēs mākoņainības. Sākot ar 22.jūliju (203.diena) līdz 5.augustam (217.diena) putekšņu koncentrācija ir neliela un nepārsniedz sezonas vidēju koncentrāciju (5,5 gr/m³). To var izskaidrot ar biežiem nokrišņiem (šajā periodā vidēji dienā izkrita 3,11mm) un relatīvi zemu gaisa vidēju temperatūru (šajā laikā periodā ir tikai 16,02°C). Minētā laika periodā ir konstatēts neliels vībotnes putekšņu koncentrācijas kāpums 28.jūlijā (209.dienā), putekšņu koncentrācijai sasniedzot 2,04 gr/m³. To var izskaidrot ar skaidru un saulainu laiku..

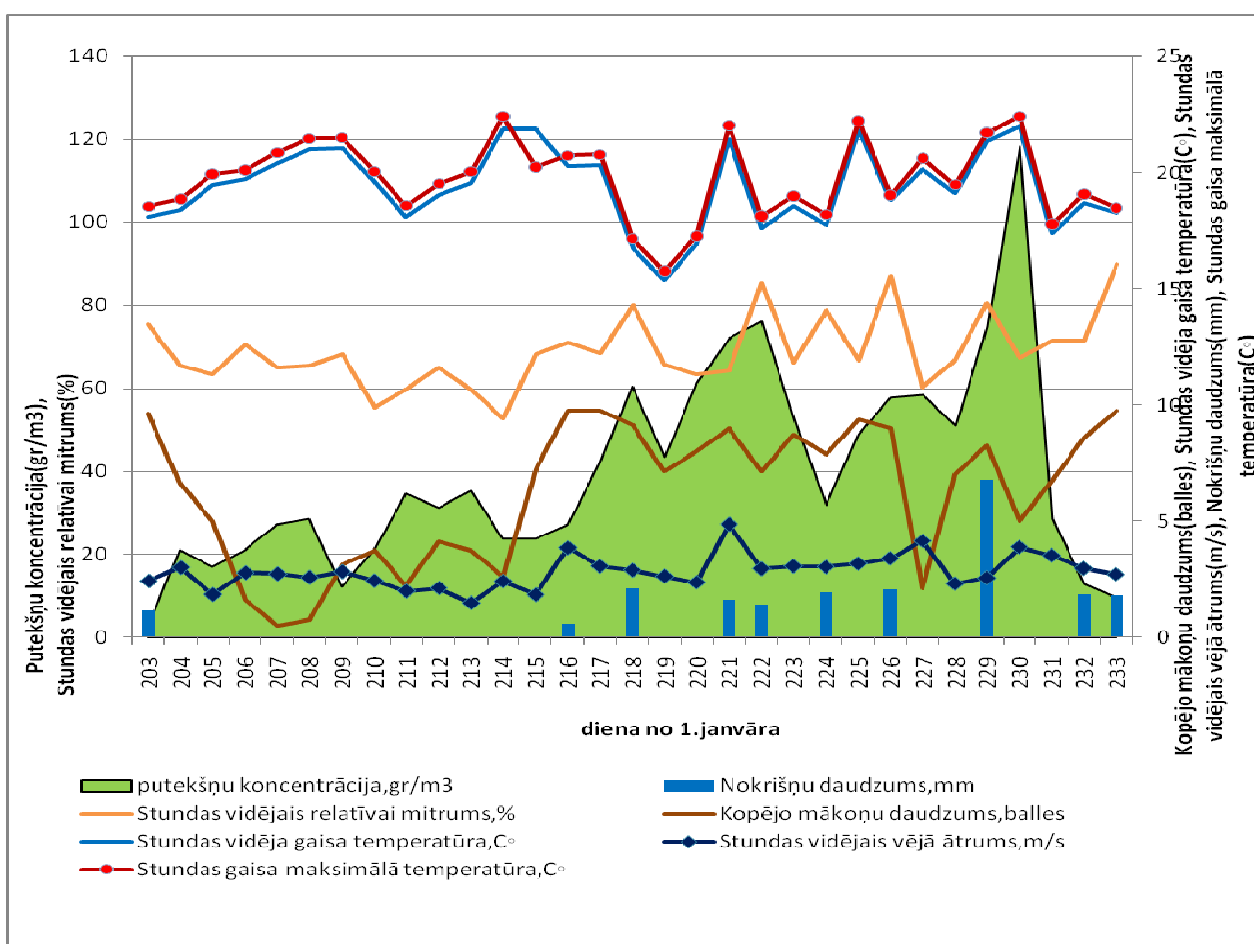


3.5.attēls. **Vībotņu putekšņu koncentrācija un meteoroloģiskie rādītāji 2007.gadā** (izstrādājis autors, izmantojot LU meteo un aerobioloģisko datu bāzi)

Sākot ar 05.augustu (217.dienu) ir konstatēta putekšņu koncentrācijas palielināšanās tendence, ko ietekmēja vidējas gaisa temperatūras pieaugums. Putekšņu diennakts vidējā koncentrācija ir 0,68 gr/m³ un vidēja gaisa temperatūra 18,05°C. 10.augustā jeb 222.dienā putekšņu koncentrācija sasniedza jau 8,16 gr/m³ pie vidējās gaisa temperatūras kāpuma līdz 22,24°C.

Maksimāla vībotnes putekšņu koncentrācija (20,04 gr/m³) 2007. gada aktīvās sezonas laikā tika konstatēta 14. un 15.augustā (226. un 227.dienā). Koncentrācijas maksimumam seko divu dienu putekšņu koncentrācijas stagnācija. 17.augustā (229.dienā) putekšņu koncentrācija samazinās līdz 12,24 gr/m³, kas ir izskaidrojams ar negatīvu nokrišņu ietekmi un vidējas gaisa temperatūras samazināšanos. Šajā dienā izkrita 5,3mm nokrišņu un vidēja gaisa temperatūra samazinājās līdz 17,86°C. 231.dienā tika konstatēts putekšņu koncentrācija kāpums līdz 19,72 gr/m³, kas ir saistīts ar to ka šajā dienā makoņainība samazinājās līdz 4 ballēm un nebija konstatēti nokrišņi.

2007. gada putekšņu sezonas koncentrācijas samazināšanās tika konstatēta sākot ar 20.augustu (232.diena). 232.dienā koncentrācija samazinājās līdz $2,04 \text{ gr/m}^3$, 233.dienā līdz $1,36 \text{ gr/m}^3$, tas var būt saistīts ar nokrišņiem (233.dienā izkrita $1,74 \text{ mm}$) un vidēja vēja ātruma palielināšanos. 236.dienā ir konstatēts putekšņu koncentrācijas kāpums līdz $7,48 \text{ gr/m}^3$, kas ir izskaidrojams ar bez nokrišņu laiku. Nākamajā dienā (25.augustā) izkrita $0,6 \text{ mm}$ nokrišņu un putekšņu koncentrācija samazinājās līdz $6,8 \text{ gr/m}^3$, 25.augustā (238.dienā) nokrišņu daudzums palielinājās līdz $1,45 \text{ mm}$, putekšņu koncentrācija samazinājās līdz $3,4 \text{ gr/m}^3$. 3.4.attēls uzskatāmi parāda, ka šajā laikā periodā putekšņu koncentrācijai ir cieša sakarība ar nokrišņu daudzumu.



3.6. attēls. **Vībotņu putekšņu koncentrācija un meteoroloģiskie rādītāji 2008.gadā** (izstrādājis autors, izmantojot LU meteo un aerobioloģisko datu bāzi)

2008.gada aktīva putekšņu sezona sākas 22. jūlijā (203.diena no 1.jānvāra). Pirmajā dienā putekšņu koncentrācija sasniedz $2,72 \text{ gr/m}^3$, vidēja diennakts temperatūra ir $18,07^\circ\text{C}$ un

izkriņņi 1,15mm. Kā redzams pēc grafika (3.6.attēls) putekšņu koncentrācija sāk pakāpeniski palielināties ar nelielām svārstībām, tas ir izskaidrojams ar pakāpenisko vidējas gaisa temperatūras palielināšanos.

Jau otrajā aktīvās sezonas dienā putekšņu diennakts koncentrācija pārsniedz vidēju sezonas koncentrāciju ($5,5 \text{ gr/m}^3$) sasniedzot $21,08 \text{ gr/m}^3$, šo koncentrācijas kāpumu ietekmēja vidēja vēja ātruma palielināšanos līdz $3,01 \text{ m/s}$, kas pozitīvi ietekme putekšņu cirkulāciju gaisā un putekšņu transportu, šo kāpumu varējaietekmēt arī mākoņainības samazināšanos no 9 ballēm iepriekšējā 22.jūlijā (203.dienā) līdz 6 ballēm 23.jūlijā (204.dienā), laiks kļuva skaidrāks un tas stimulēja augus intensīvi izdalīt putekšņus. 24.jūlijā (205.dienā) no 1.janvāra putekšņu koncentrācija nedaudz samazinās, kas var būt saistīts ar vidēja vēja ātruma samazināšanos līdz $1,84 \text{ m/s}$. Nākamajā dienā putekšņu koncentrācija atkal sāk pakāpeniski pieaugt un 27.jūlijā (208.dienā) sasniedz $28,56 \text{ gr/m}^3$, šo koncentrācijas kāpumu var izskaidrot ar vidējas gaisa temperatūras kāpumu līdz $21,02^\circ\text{C}$ un skaidru laiku, šajā diena mākoņainība sasniedza tikai 0,75 balles. 28.jūlijā (209.dienā) atkal konstatēts putekšņu koncentrācijas kritums līdz $12,24 \text{ gr/m}^3$, šo kritumu būtiski ietekmēja mākoņainības palielināšanos līdz 3,12 ballēm un citi nezināmi faktori (vēja virziens). No 29.jūlija (210.dienas) sēkas putekšņu koncentrācijas palielināšanos un 30.jūlijā (211.dienā) putekšņu koncentrācija sasniedza $34,68 \text{ gr/m}^3$, kas izskaidrojams ar mākoņainības samazināšanos līdz 2,25 ballēm. 212.dienā ir konstatēts neliels koncentrācijas kritums līdz $31,28 \text{ gr/m}^3$, to ietekmēja straujā relatīva mitruma palielināšanos līdz 65,14%. 2.augustā (214.dienā) un 3.augustā (215.dienā) putekšņu koncentrācijas samazinās līdz $23,8 \text{ gr/m}^3$, kas ir saistīts ar mākoņainības palielināšanos, 3.augustā (215.dienā) mākoņainība palielinājās līdz 7,25 ballēm.

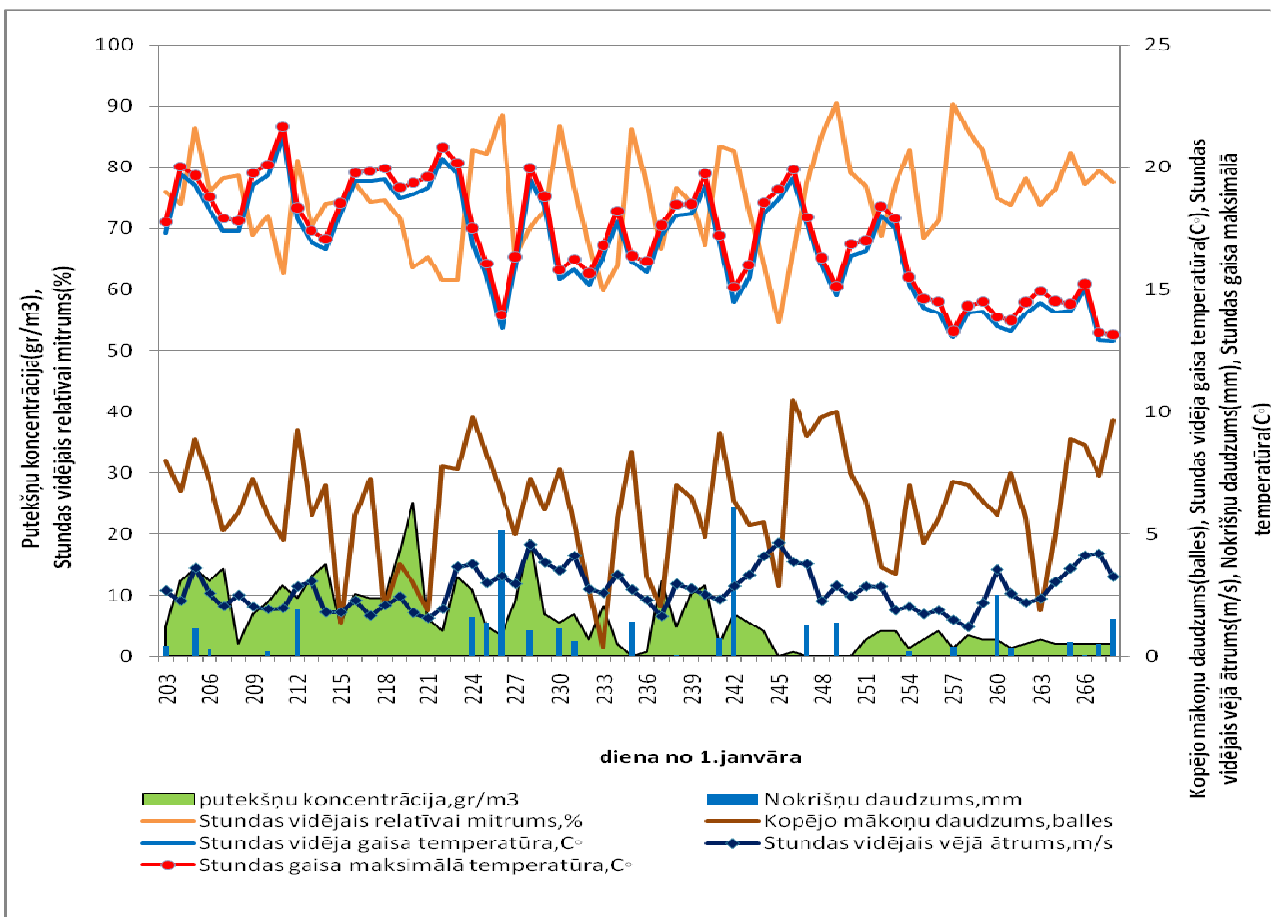
Jāpievērš uzmanība nokrišņu sadalījumam diennakts griezumā, kas ļoti ietekmē putekšņu koncentrāciju gaisā. Neskatoties uz to, ka 4.augustā (216.dienā) ir konstatēti 0,6 mm nokrišņi, novērojams putekšņu koncentrācijas pieaugums, 6.augustā (218.dienā) sasniedzot pat $60,52 \text{ gr/m}^3$. To, ka nokrišņi neietekmēja putekšņu koncentrāciju, var izskaidrot ar nokrišņu izkrišanu pirms vai pēc putekšņu emisijas un akumulācijas uz uztvērēja lentas. 4.augustā (216.dienā) nokrišņi tika konstatēti plkst. 3:00 - 0,9mm un plkst. 15:00 0,3mm. 6.augustā (218.dienā) nokrišņi izkrita plkst. 3:00 2,7mm un plkst. 15:00 1,5mm, šajā laika nokrišņi nevarēja būtiski ietekmēt putekšņu koncentrāciju.

7.augustā (219.dienā) tika konstatēts putekšņu koncentrācijas kritums līdz $43,52 \text{ gr/m}^3$, kas ir izskaidrojams ar pētījumā neņemtiem vēra faktoriem (vēja virziens). No 8.augusta

(220.dienas) atkal sākas putekšņu koncentrācijas kāpums un sasniedz $76,16 \text{ gr/m}^3$ 222.dienā, šajā laikā periodā putekšņu koncentrāciju pozitīvi ietekmēja vidējas gaisa temperatūras kāpums līdz $21,44^\circ\text{C}$ 219.dienā. 9.augustā (221.) un 10.augustā (222.dienā) tika konstatēti nokrišņi, $1,65\text{mm}$ un $1,4\text{mm}$ attiecīgi, bet nokrišņi nesamazināja putekšņu koncentrāciju jo tika konstatēti nakts laikā. 223.dienā putekšņu koncentrācija samazinājās līdz $53,04 \text{ gr/m}^3$, kas ir saistīts ar mākoņainības palielināšanos līdz $8,75$ ballēm, 12.augustā (224.dienā) koncentrācija vel samazinās un sasniedz $31,96 \text{ gr/m}^3$, bet šo kritumu ietekmēja jau nokrišņi, šajā dienā izkrita $1,95\text{mm}$ (6:00 un 15:00). No 13.augusta (225.dienas) sākas strauja putekšņu koncentrācijas palielināšanas, 14.augustā (226.dienā) putekšņu koncentrācija sasniedza $57,8 \text{ gr/m}^3$, šajā dienā tika konstatēti nokrišņi ($2,06\text{mm}$), bet to ietekme nebija būtiska, jo tie tika konstatēti nakts laikā. 16.augustā (228.dienā) ir konstatēts neliels koncentrācijas kritums, kas ir izskaidrojams ar mākoņainības pieauguma līdz 7 ballēm un relatīva gaisa mitruma palielināšanos līdz $66,73\%$, kā arī ar citiem pētījumā neanalizētiem meteoroloģiskiem faktoriem (vēja virziens).

Maksimālā putekšņu koncentrācija ($118,32 \text{ gr/m}^3$) 2008. gada sezonā tiek sasniegta 18.augustā (230.dienā). Šo koncentrācijas pieaugumu ietekmēja vidējas gaisa temperatūras straujš palielinājums līdz $21,99^\circ\text{C}$.

Sezonas beigās vidēja gaisā temperatūra strauji samazinās un negatīvi ietekmē putekšņu koncentrāciju, putekšņu koncentrācijas samazināšanu ietekmē arī nokrišņi un 21.augustā (233.dienā) putekšņu koncentrācija sasniedz vien $1,8 \text{ gr/m}^3$. Analizējot meteoroloģisko rādītāju ietekmi uz vībotnes putekšņu koncentrāciju gaisā, jāpatur prātā augu fenoloģisko fāžu nomaiņas ātrumu, kā arī to, ka Latvijā aug vairākas vībotņu sugas, kuru ziedēšanas laiks varētu būt atšķirīgs. Vībotnes putekšņu novērojumos atsevišķas vībotņu sugas netiek izdalītas, visu putekšņu sugas tiek skaitītas kopā.



3.7. attēls. **Vībotņu putekšņu koncentrācija un meteoroloģiskie rādītāji 2009.gadā** (izstrādājis autors, izmantojot LU meteo un aerobioloģisko datu bāzi)

2009.gada aktīva putekšņu sezona sākas 22. jūlijā (203.dienā no 1.jānvāra) Pirmajā dienā putekšņu koncentrācija sasniedz $4,76 \text{ gr/m}^3$, vidēja diennakts temperatūra ir $17,3^\circ\text{C}$, ir konstatēti nokrišņi $0,43\text{mm}$. No paša sezonas sākuma putekšņu koncentrācija strauji pieaugt, 24.jūlijā (205.dienā) sasniedzot $14,28 \text{ gr/m}^3$, to var izskaidrot ar vidēja vēja ātruma palielināšanos līdz $3,59 \text{ m/s}$, kas būtiski palielināja putekšņu pārnesei. 24. jūlijā (205.dienā) vidēja gaisa temperatūra sasniedza $19,7^\circ\text{C}$, šajā dienā ir konstatēti nokrišņi ($1,15 \text{ mm}$) bet tas būtiski neietekmēja putekšņu koncentrāciju, jo nokrišņi tika konstatēti nakts laikā. 27.jūlija (208.dienā) tika konstatēts būtisks koncentrācijas kritums līdz $2,04 \text{ gr/m}^3$, kas var būt saistīts ar vēja virziena maiņu. Ar 28.jūliju (209.dienā) sākas pakāpeniska putekšņu koncentrācijas palielināšanas, 2.augustā (214.dienā) putekšņu koncentrācija sasniedz $14,96 \text{ gr/m}^3$, kas ir izskaidrojams ar citiem pētījumā neanalizētiem faktoriem. 31.jūlijā (212.dienā) koncentrācija nedaudz samazinās, to ietekmēja nokrišņi, $1,9 \text{ mm}$ izkrita tieši dienas laikā (15:00 un 18:00). 13.augustā (225.dienā) atkal tika

konstatēts straujš *Artemisia* putekšņu koncentrācijas kritums līdz $5,44 \text{ gr/m}^3$, kas ir saistīts ar to ka šajā dienā tika konstatēti 1,35 mm nokrišņi un relatīva mitruma palielināšanos līdz 82,22%, kas negatīvi ietekmēja putekšņu izkļiedēšanu un izdalīšanu. No 4.augusta (216.dienas) ir konstatēts putekšņu koncentrācijas pieaugums, kas ir tieši saistīts ar vidēja vēja ātruma palielināšanos līdz 2,28 m/s, kas pozitīvi ietekmēja putekšņu transportu.

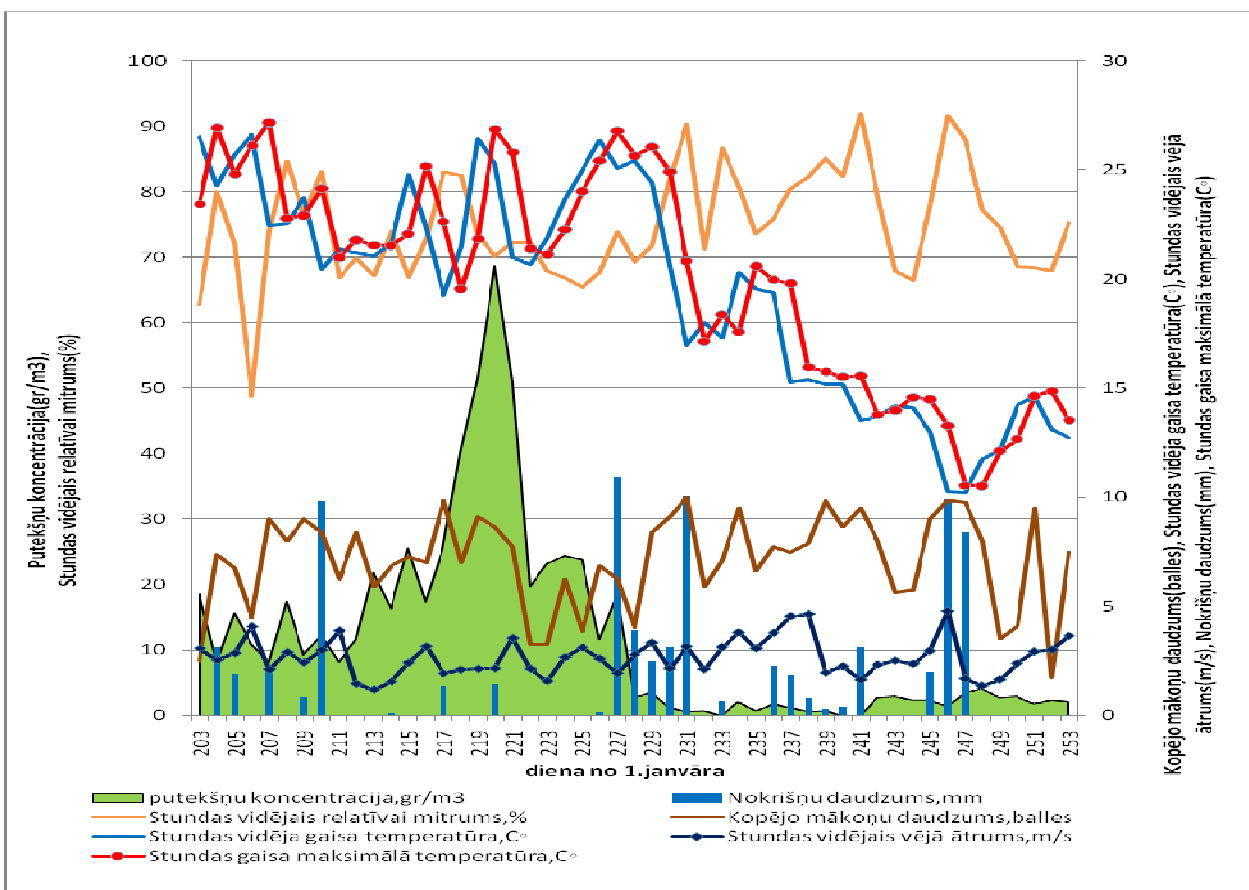
Aktīvās putekšņu sezonas maksimums 2009. gadā tika sasniegts 8. augustā (220.dienā) Vībotnes putekšņu koncentrācija $25,16 \text{ gr/m}^3$. Tas ir saistīts ar relatīvi skaidru (3 balles mākoņainība) un siltu ($18,72 \text{ }^\circ\text{C}$) laiku. 222.dienā putekšņu koncentrācija samazinās līdz $4,08 \text{ gr/m}^3$, šo kritumu ietekmēja mākoņainības straujš pieaugums līdz 7,75 ballēm. 223.dienā ir konstatēts putekšņu koncentrācijas kāpums līdz $12,92 \text{ gr/m}^3$, kas ir izskaidrojams ar vēja vidēja ātruma palielināšanos līdz 3,64 m/s, kas palielina putekšņu cirkulāciju gaisā un putekšņu izkļiedēšanu.

Sākot ar 12. augustu (224.dienu) sākas regulāri nokrišņi, kas būtiski samazina putekšņu koncentrāciju. 228.dienā ir konstatēts putekšņu koncentrācijas pieaugums, kas ir izskaidrojams ar vidējas gaisa temperatūras paaugstināšanos līdz $19,46^\circ\text{C}$, šajā dienā ir konstatēti 1,05mm nokrišņi, bet tas būtiski neietekmēja koncentrāciju, jo nokrišņi tika konstatēti nakts laikā (plkst.3:00).

Ievērojamas putekšņu koncentrācijas izmaiņas tika konstatētas 25.augustā jeb 237.dienā ($12,27 \text{ gr/m}^3$) un 28.augustā jeb 240.dienā ($11,56 \text{ gr/m}^3$), kas ir saistīts ar vidējas gaisa temperatūras paaugstināšanos līdz $17,18^\circ\text{C}$ 25.augustā (237.dienā) un $19,22^\circ\text{C}$ 28.augustā (240.dienā) attiecīgi, kā arī šajās dienās netika konstatēti nokrišņi.

No 2.septembra (245.dienas) līdz 7.septembrim (250.dienai) vībotnes putekšņi netika konstatēti, tas ir izskaidrojams ar to, ka šajā laika periodā tika konstatēti nokrišņi un būtiski palielinājās mākoņainība (līdz 10 ballēm 249.dienā). 8.septembrā (251.dienā) vībotnes putekšņi atkal tika konstatēti, putekšņu koncentrācija pieaug līdz $2,72 \text{ gr/m}^3$, kas ir saistīts ar mākoņainības samazināšanos līdz 6 ballēm.

Tālākajā laika periodā putekšņu koncentrācija nepārsniedz vidēju diennakts koncentrāciju ($6,27 \text{ gr/m}^3$), kas ir saistīts ar regulāriem nokrišņiem.



3.8. attēls. **Vibotņu putekšņu koncentrācija un meteoroloģiskie rādītāji 2010.gadā** (izstrādājis autors, izmantojot LU meteo un aerobioloģisko datu bāzi)

2010.gada aktīva putekšņu sezona sākas 22. jūlijā (203.dienā no 1.jānvāra). Jāpievērš uzmanība tam, ka 4 gadus pēc kārtas (2007.-2010.) aktīvā putekšņu sezonas sākas vienā un tajā pašā datumā. Pirmajā 2010. gada aktīvās sezonas dienā putekšņu koncentrācija sasniedza 18,56 gr/m³, kas pārsniedz sezonas vidēju koncentrāciju (12,11 gr/m³). Vidēja diennakts temperatūra bija 26,51°C, nokrišņi netika konstatēti. 23.jūlijā (204.dienā) putekšņu koncentrācija samazinās līdz 8,16 gr/m³, kas ir tieši saistīts ar izkritušiem nokrišņiem (3,1 mm), mākoņainības palielināšanos līdz 7,37ballēm. 24.jūlijā (205.dienā) ir konstatēts putekšņu koncentrācijas kāpums līdz 15,64 gr/m³, to var izskaidrot ar mākoņainības samazināšanos, šajā dienā tika konstatēti nokrišņi (1,9 mm), bet tie būtiski neietekmēja putekšņu koncentrāciju, jo tika konstatēti laikā pirms un pēc putekšņu akumulācijas uz uztvērēja lentas.

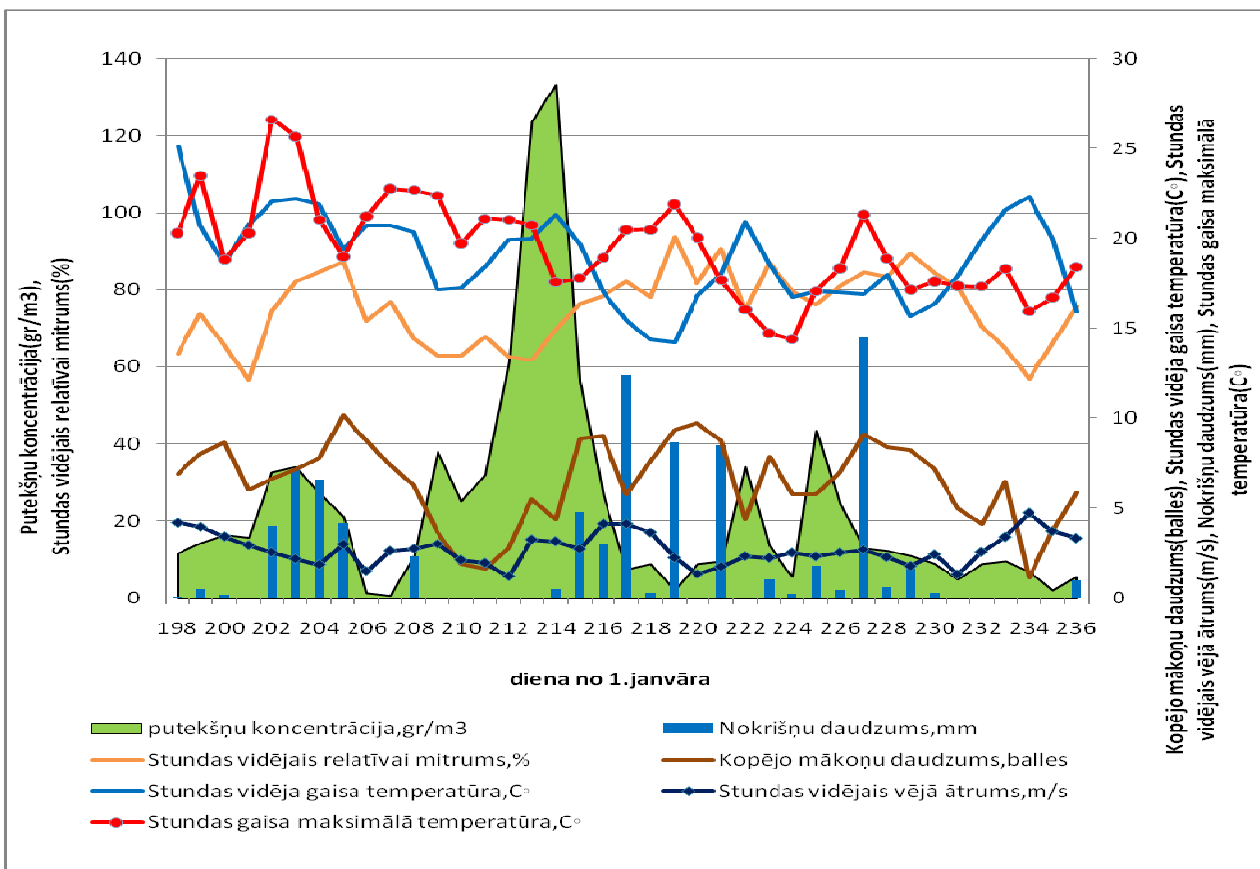
26.jūlijā (207.dienā) putekšņu koncentrācija samazinās līdz 8,16 gr/m³, šajā dienā putekšņu koncentrāciju negatīvi ietekmēja nokrišņi (2,2 mm) un vidējas gaisa temperatūras samazināšanos līdz 22,47 °C. 27.jūlijā (209.dienā) putekšņu koncentrācija samazinājās līdz 9,28

gr/m³ un šajā diena izkrita 0,85mm nokrišņu, salīdzinājumā ar iepriekšējo dienu 28.jūlijā (210).dienā koncentrācija pacēlās līdz 12,18 gr/m³, neskatoties, ka šajā diena izkrita 9,33 mm nokrišņu, tas ir izskaidrojams ar to kā šajā dienā nokrišņi tika konstatēti vakarā. Nākamajā dienā putekšņu koncentrācija nedaudz samazinās (līdz 8,16 gr/m³), šo kritumu negatīvi ietekmēja vidēja vēja ātruma palielināšanos (līdz 3,87 m/s).

Sākot ar 30.jūlijā (211.dienu) vībotnes putekšņu koncentrācija sāk strauji pieaugt, 1.augustā (213.dienā) sasniedzot 21,76 gr/m³, nākamajā dienā ir neliels koncentrācijas kritums līdz 16,34 gr/m³, to ietekmēja izkritušie nokrišņi (0,1mm). Vēl viens kritums ir konstatēts 216.dienā (līdz 17,14gr/m³), kas varētu būt izskaidrojams ar vēja virziena maiņu.

Putekšņu koncentrācijas vienmērīgā palielināšanās sākas 4.augustā (219.dienā) un 8.augustā (220.dienā) tika konstatēta sezonas maksimāla koncentrācija 68,68 gr/m³. Šajā dienā diennakts maksimāla gaisa temperatūra ir bijusi 26,86 °C, tika konstatēti nokrišņi (1,4 mm), kas būtiski neietekmēja putekšņu koncentrāciju, jo izkrita nakts laikā. No 10.augusta (221.dienas) sākas putekšņu samazināšanas tendence un 11.augustā (222.dienā) putekšņu koncentrācija samazinājās līdz 19,72 gr/m³. Nākamajās divu dienu laikā ir konstatēts putekšņu koncentrācijas palielinājums līdz 24,36 gr/m³ 13.augustā (224.dienā), kas ir saistīts ar mākoņības samazināšanos. Atlikušajā sezonas laikā putekšņu koncentrāciju būtiski ietekmē regulāri nokrišņi un vidējas gaisa temperatūras samazināšanos. 21.augustā (233.dienā), 28.augustā (240.dienā) un 29.augustā (241.dienā) vībotnes putekšņi netika konstatēti vispār, kas ir izskaidrojams ar nokrišņiem un relatīvi zemu vidēju gaisa temperatūru. Sezonas beigās ir konstatēti divi koncentrācijas kāpumi, 30.augustā (242.dienā) 2,72 gr/m³ un 248.diena 4,08 gr/m³.

2011.gada aktīva putekšņu sezona sākas 17. jūnijā (198.dienā no 1.jānvāra). Pirmajā dienā putekšņu koncentrācija sasniedza 11,56 gr/m³, vidēja diennakts temperatūra ir 25,15°C, ir konstatēti nokrišņi 0,1mm. Kā redzams no grafika (3.9.attēls) no 17.jūlija(198.dienas) sākas putekšņu koncentrācijas palielināšanās. 19. jūlijā (200.dienā) vībotnes putekšņu koncentrācija sasniedza 16,32 gr/m³ un turpināja pieaugt, 21. jūlijā (202.dienā) sasniedzot 32,64 gr/m³. 2011.



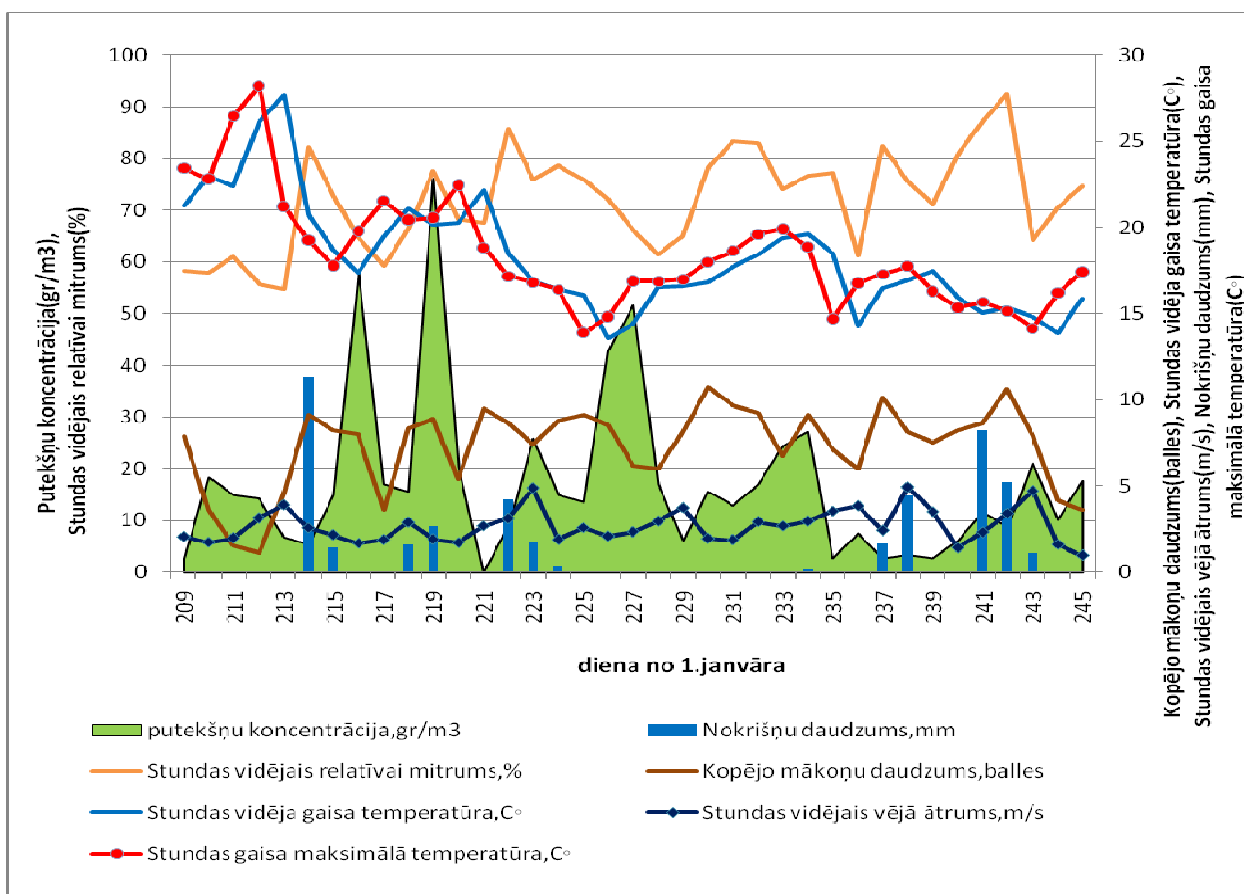
3.9.attēls. **Vibotņu putekšņu koncentrācija un meteoroloģiskie rādītāji 2011.gadā** (izstrādājis autors, izmantojot LU meteo un aerobioloģisko datu bāzi)

Gada sezonas vidējā diennakts koncentrācija ir $24,27 \text{ gr/m}^3$, 22.jūlijā (203.dienā) putekšņu koncentrācija sasniedza jau 34 gr/m^3 , kas ir saistīts ar strauju maksimālas gaisa temperatūras palielināšanos līdz $25,68^\circ\text{C}$ šajā dienā. Jāmin, ka šajā dienā tika konstatēti nokrišņi ($7,2\text{mm}$), kas izkrita vakarā, tādēļ neierobežoja ne putekšņu emisiju, ne izkliedi.. Pēc kāpuma 203.dienā putekšņu koncentrācija sāk samazināties līdz $0,68 \text{ gr/m}^3$, kas ir izskaidrojams ar regulāriem nokrišņiem (konstatēti 202.-205.dienā), mākoņainības palielināšanos līdz 10 ballēm 24.jūlijā (205.dienā) un gaisa temperatūras samazināšanos.

Sākot ar 27. jūliju (208.diena) putekšņu koncentrācija strauji sāk palielināties nākamajā dienā sasniedzot $38,08 \text{ gr/m}^3$, kas ir saistīts ar mākoņainības būtisku samazināšanos līdz 3 ballēm. Minētā laikā maksimālā diennakts temperatūra pieaug līdz $22,39^\circ\text{C}$. 29.jūlijā (210.dienā) putekšņu koncentrācija nedaudz samazinājās (līdz $25,16 \text{ gr/m}^3$), kas varētu būt saistīts ar vēja virziena maiņu. 2.augustā (214.dienā) vībotnes putekšņu koncentrācija sasniedz sezonas

maksimumu 133,28 gr/m³. Silts, sauss un saulains laiks sekmē aktīvu putekšņu emisiju, savukārt vidējais vēja ātrums (2-3m/s) nodrošina putekšņu izkliedi un pārnesi.

No 3.augusta (215.dienas) sākas putekšņu koncentrācijas samazināšanas, kas tieši ir saistīta ar regulāriem nokrišņiem, vidējas gaisa temperatūras kritumu un mākoņainības pieaugumu. 217.dienā putekšņu koncentrācija samazinās līdz 7,48 gr/m³, šajā dienā izkrita 12,4 mm nokrišņu, pēc grafika (3.9.attēls) ir skaidri redzama šo faktoru saistība ar putekšņu koncentrāciju. 222. un 225.dienā ir konstatēti putekšņu koncentrācijas kāpumi, 34 gr/m³ un 43,52 gr/m³ attiecīgi, putekšņu koncentrācijas palielināšanos var izskaidrot ar to, ka šajās dienās nebija konstatēti nokrišņi, mākoņainība samazinājās līdz 4 ballēm 10.augustā (222.dienā) un līdz 5 ballēm 13.augustā (225.dienā). Sezonas beigās putekšņu koncentrācija turpina samazināties, šo tendenci nosaka nokrišņu regulārais raksturs un pakāpeniska gaisa temperatūras samazināšanos.



3.10.attēls. **Vībotņu putekšņu koncentrācija un meteoroloģiskie rādītāji 2012.gadā** (izstrādājis autors, izmantojot LU meteo un aerobioloģisko datu bāzi)

2012.gada aktīva putekšņu sezona sākas 29.jūlijā 209.dienā. Pirmajā dienā putekšņu koncentrācija sasniedz $2,72 \text{ gr/m}^3$, vidēja diennakts temperatūra ir $21,26 \text{ }^\circ\text{C}$, nokrišņi nav konstatēti. 30.jūlijā (210.dienā) putekšņu koncentrācija sasniedz $18,36 \text{ gr/m}^3$ un pārsniedz sezonas vidēju putekšņu koncentrāciju ($17,70 \text{ gr/m}^3$). Kā ir redzams no grafika (3.10.attēls) putekšņu koncentrācija sāk samazināties no 31.julija (211.dienas) un 3.augustā (214.dienā) sasniedz $5,44 \text{ gr/m}^3$, šo laika periodu negatīvi ietekmēja nokrišņi ($11,33\text{mm}$), kas būtiski samazināja putekšņu koncentrāciju. No 4.augusta (215.dienas) sākas putekšņu koncentrācijas kāpums un 5.augustā (216.dienā) koncentrācija sasniedz $57,8 \text{ gr/m}^3$, kas varētu būt izskaidrojams ar to ka šajā dienā samazinās relatīvais mitrums līdz $64,83\%$ un citiem pētījumā neapskatītiem meteoroloģiskiem faktoriem. Nākamajās dienās putekšņu koncentrācija strauji samazinās un 218.dienā sasniedz $15,64 \text{ gr/m}^3$, šajā laikā periodā putekšņu koncentrāciju ietekmēja nokrišņi ($1,6\text{mm}$ 218.dienā).

8.augustā (219.dienā) tika konstatēta sezonas maksimāla koncentrācija $76,16 \text{ gr/m}^3$, kas ir saistīts ar atbilstošiem meteoroloģiskajiem apstākļiem (vidējo vēja ātrumu, skaidru un sausu laiku), auga ziedēšanu visā Latvijas teritorijā. 9.augustā (220.dienā) putekšņu koncentrācija samazinājās līdz $20,4 \text{ gr/m}^3$, bet 221.dienā vībotnes putekšņi vispār netika konstatēti, tas ir izskaidrojams ar to ka 221.dienā būtiski palielinājās mākoņainība (līdz 9,5 ballēm) un maksimāla gaisa temperatūra samazinājās līdz $17,17^\circ\text{C}$. No 11.augusta (222.dienas) tika konstatēta putekšņu koncentrācija palielināšanas tendence, 12.augustā (223.dienā) koncentrācija sasniedza $25,84 \text{ gr/m}^3$, kas ir izskaidrojams ar vidēja vēja ātruma palielināšanos līdz $4,86 \text{ m/s}$ šajā dienā. 12.augustā (223.dienā) tika konstatēti nokrišņi $1,75 \text{ mm}$, bet tie būtiski neietekmēja putekšņu koncentrāciju, jo nokrišņu daudzums bija neliels un nokrišņi izkrita vakara laikā. Pēc kāpuma tika konstatēts putekšņu koncentrācijas kritums līdz $13,6 \text{ gr/m}^3$ 225.dienā, kas ir saistīts ar diennakts gaisa temperatūras samazināšanos līdz $13,89^\circ\text{C}$ un mākoņainības palielināšanos līdz 9 ballēm. No 15.augusta (226.dienas) putekšņu koncentrācija sāk strauji palielināties un 16.augustā (227.dienā) koncentrācija sasniedz $51,68 \text{ gr/m}^3$. Pēc 16.augusta (227.dienas) kāpuma putekšņu koncentrācija samazinās līdz $6,12 \text{ gr/m}^3$. 18.augustā (229.dienā), šo koncentrācijas kritumu ietekmēja mākoņainības palielināšanos līdz 8 ballēm. No 19.augusta (230.dienas) sākas putekšņu koncentrācijas pakāpeniska palielināšanos, 23.augustā (234.dienā) putekšņu koncentrācija sasniedz $27,2 \text{ gr/m}^3$, šis kāpums ir saistīts ar vidējas gaisa temperatūras pakāpenisku palielināšanos (19.augustā jeb 230.dienā vidēja diennakts gaisa koncentrācija sasniedza $19,64^\circ\text{C}$).

Sezonas beigās putekšņu koncentrācija sāk pakāpeniski samazināties, šo tendenci primāri ietekmēja nokrišņi un pakāpeniska vidējas gaisa temperatūras samazināšanās, bet šajā laika periodā tika konstatēti divi putekšņu koncentrācijas kāpumi, 1.septembrī (243.dienā) tika konstatēta $21,08 \text{ gr/m}^3$ putekšņu koncentrācija un $17,68 \text{ gr/m}^3$ 3.septembrī (245.dienā), 1.septembrī (243.dienā) koncentrācijas kāpumu nodrošināja vidēja vēja ātruma palielināšanās līdz $4,7 \text{ m/s}$ un mākoņainības samazināšanās līdz $7,87$ ballēm, bet 3.septembrī (245.dienā) koncentrācijas kāpumu nodrošināja mākoņainības samazināšanās līdz $3,62$ ballēm. Vībotņu putekšņu koncentrāciju aktīvas sezonas beigās ietekmē arī bioloģiskie radītāji, tādi kā fotoperiods.

3.3.Datu statistiskā analīze

Bakalaura darba izstrādes laikā tika aprēķinātas un analizētas sakarības starp putekšņu koncentrāciju un izvēlētiem meteoroloģiskiem faktoriem. Tika aprēķināti Pīrsona un Spirmena korelācijas koeficienti un tika veikta daudzfaktoru regresijas analīze, lai noteiktu meteoroloģisku faktoru sakarības ciešumu ar putekšņu koncentrāciju. Pētījumā tika izmantoti divi korelācijas koeficienti, jo katram korelācijas koeficientam ir savas priekšrocības un trūkumi, ir gadījumi, kad analizējot noteiktus datus vienam korelācijas koeficientam saistības jūtīgums palielinās, bet otram samazinās (Sperman, bez dat.). Spirmena metodē lineāras saistības aprēķināšanai tiek izmantota rangu sistēma, ja mainīgu vērtību sadalījumā ir konstatēta būtiska novirze no sadalījuma normas, Spirmena koeficients parāda augstu saistības jūtīgumu, bet ja mainīgu vērtību sadalījumā ir konstatētas nelielas novirzes no sadalījuma normas, parāda zemāku saistības jūtīgumu. Pīrsona koeficients parāda labāku jūtīgumu kad mainīgu vērtību sadalījumā ir nelielas novirzes no sadalījuma normas. Lai izdarīt precīzus secinājumus par sakarības ciešumu vajag salīdzināt divus korelācijas koeficientus (Решение задач по математической статистике, 2013).

Starp diennakts vidējo vībotnes putekšņu koncentrāciju un diennakts maksimālu temperatūru ir vāja lineāra sakarība (1.pielikums). Korelācija ir pozitīva, jo korelācijas koeficients ir ar pozitīvu zīmi, pieaugot faktoriālajām vērtībām, pieaug arī rezultatīvās pazīmes vērtības. Kā redzams pēc grafika (1.pielikums) punktiem ir relatīvi liela izkliede ap korelācijas asi, punktu izkliede ap korelācijas asi nosaka korelācijas ciešumu. Pīrsona korelācijas koeficients starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un stundas maksimālu temperatūru 2003.-2012. gadā $r=0,34$, kas norāda uz vāju korelāciju. Bakalaura izstrādēs laikā

tika aprēķināts arī Spīrmena korelācijas koeficients $K=0,48$, korelācijai vidējais sakarības ciešums, jo koeficients ir lielāks par 0,4, bet mazāks par 0,7. Maksimālajai gaisa temperatūrai ir ietekme uz vībotnes putekšņu koncentrāciju.

Grafikā (2.pielikums) ir redzams, ka starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un kopējo mākoņu daudzumu ir vāja lineāra korelācija. Korelācija ir negatīva jo korelācijas koeficients ir ar negatīvu zīmi, pieaugot faktoriālajām vērtībām, rezultātīvās vērtības samazinās. Grafika (2.pielikums) punktiem ir vislielākā izkliede ap korelācijas asi, punktu izkliede ap korelācijas asi nosaka korelācijas ciešumu, jau pēc grafika var secināt, ka sakarība nebūs cieša. Pīrsona korelācijas koeficients starp grafiks korelācija starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un kopējo mākoņu daudzumu 2003.-2012.gadā ir $r=-0,07$, kas skaitās kā korelācija ir ļoti vāja jeb nebūtiska. Bakalaura izstrādēs laikā tika aprēķināts arī Spīrmena korelācijas koeficients $K=-0,15$, korelācija nav būtiska, jo koeficients ir mazāks par 0,3. Mākoņu daudzums ļoti nebūtiski ietekme putekšņu koncentrāciju pētāmajā laikā periodā.

Starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un stundas vidējo relatīvu mitrumu ir vāja lineāra sakarība, kas ir saistīts ar korelācijas lauka ciešumu grafikā (3.pielikums). Korelācija ir negatīva, jo korelācijas koeficients ir ar negatīvu zīmi, koeficienta zīme nosāka vērtības izmaiņu virzienu, negatīvai korelācijai pieaugot faktoriālajām vērtībām, rezultātīvās vērtības samazinās. Kā redzams pēc grafika (3.pielikums) punktiem ir relatīvi liela izkliede ap korelācijas asi, bet mazāka nekā iepriekšējām grafikam (2.pielikums), punktu izkliede ap korelācijas asi nosaka korelācijas ciešumu un var secināt, ka korelācija būs ciešāka. Pīrsona korelācijas koeficients starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un stundas vidējo relatīvu mitrumu 2003.-2012.gadā $r=-0,23$, kas skaitās kā vāja korelācija, jo atrodas no -0,2 līdz -0,4 vērtību diapazonā. Bakalaura izstrādēs laikā tika aprēķināts arī Spīrmena korelācijas koeficients $K=-0,31$, korelācijai ir vājš sakarības ciešums, jo koeficients nesasniedz 0,4, vērtību.

Grafikā (4.pielikums) ir attēlota vāja lineāra korelācija starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un stundas vidējo gaisa temperatūru, korelācija ir pozitīva jo korelācijas koeficients ir ar pozitīvu zīmi, pozitīva koeficienta zīme nosaka to, ka pieaugot faktoriālajām vērtībām, pieaug arī rezultātīvās pazīmes vērtības. Kā redzams pēc grafika (4.pielikums) punktiem ir vidēja izkliede ap korelācijas asi, šajā grafikā ir vismazākā starp visiem grafikiem punktu izkliede ap korelācijas asi, kas nosaka korelācijas vislielāko ciešumu. Pīrsona korelācijas koeficients starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un stundas vidējo gaisa

temperatūru 2003.-2012. gadā $r=0,35$, kas skaitās kā vāja korelācija, jo korelācijas koeficients nepārsniedz 0,4 vērtību. Bakalaura izstrādēs laikā tika aprēķināts arī Spirmena korelācijas koeficients $K=0,49$, korelācijai ir vidējs saistības ciešums, jo koeficients ir lielāks par 0,4, bet mazāks par 0,7. Vidējai gaisa temperatūrai ir būtiskākā ietekme uz putekšņu koncentrāciju visu analizēto meteoroloģisko faktoru starpā.

Kā redzams pēc grafika (5.pielikums) korelācija starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un stundas vidējo vēja ātrumu ir vāja lineāra sakarība, korelācija ir negatīva, jo korelācijas koeficients ir ar negatīvu zīmi, pieaugot faktoriālajām vērtībām, rezultātīvās vērtības samazinās. Kā redzams pēc grafika (5.pielikums) punktiem ir relatīvi liela izkliede ap korelācijas asi, punktu izkliede ap korelācijas asi nosaka korelācijas ciešumu, šajā grafika punktu izkliede ir lielākā nekā iepriekšējā grafikā (pielikums). Pīrsona korelācijas koeficients starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un stundas vidējo vēja ātrumu 2003.-2012.gadā $r=0,09$, kas skaitās kā vāja korelācija. Bakalaura izstrādēs laikā tika aprēķināts arī Spirmena korelācijas koeficients $K=-0,12$, korelācija ir vāja jeb nebūtiska, jo koeficients mazāks par 0,3.

Starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un nokrišņu daudzumu ir konstatēta vāja lineāra sakarība (6.pielikums), korelācija ir negatīva, jo korelācijas koeficients ir ar negatīvu zīmi, pieaugot faktoriālajām vērtībām, rezultātīvās vērtības samazinās. Kā redzams pēc grafika (6.pielikums) punktiem ir diezgan liela izkliede ap korelācijas asi, kas liecina par vāju sakarības ciešumu, jo punktu izkliede ap korelācijas asi nosaka korelācijas ciešumu. Pīrsona korelācijas koeficients starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un nokrišņu daudzumu 2003.-2012.gadā $r=-0,08$ kas skaitās kā ļoti vāja korelācija. Bakalaura izstrādēs laikā tika aprēķināts arī Spirmena korelācijas koeficients $K=-0,26$, korelācijai ir vājš saistības ciešums, jo korelācijas koeficienta vērtība ir mazāka par 0,3.

Ar programmas *SPSS* tika veikta daudzfaktoru regresijas analīze(7.pielikums), tās procesā tika noteikts faktors ar ievērojamāko ietekmi uz putekšņu koncentrāciju- vidēja gaisa temperatūra. Balstoties uz iegūtiem rezultātiem tpa formula:

$$K(pr.)= 0,003*t -0,025,$$

kur $K(pr.)$ ir prognozēta putekšņu koncentrācija, t ir gaisa vidēja temperatūra noteiktajā dienā, 0,003 ir putekšņu koncentrācijas nestandartizēts koeficients un 0,025 ir brīvais loceklis (pētījumā neanalizētie faktori), pēc kuras zinot vidējo gaisa temperatūru var prognozēt putekšņu koncentrācijas izmaiņas noteiktajā dienā.

SECINĀJUMI

Bakalaura darba izstrādāšanas laikā tika sasniegts izvirzītais mērķi un izpildīti definētie uzdevumi. Mērķa sasniegšanai tika pielietotas dažādas metodes: aktīva putekšņu sezonas aprēķināšana, putekšņu parauga apstrādes metode, datu normalizācija, daudzfaktoru regresijas analīze, korelācijas analīze.

Bakalaura darbā izstrādāšanas procesā tika aprēķināta putekšņu aktīva sezona izmantojot Andersena un Torbena metodi (2003.-2012.gadu periodam). Pēc iegūtiem rezultātiem var secināt kā putekšņu aktīvas sezonas var būtiski atšķirties gan pēc putekšņu koncentrācijas apjomiem, gan ar putekšņu aktīvas sezonas garumu, gan ar sezonas sākuma un beigu datumem.

Bakalaura darbā tika konstatēts, ka putekšņu aktīva sezona nesākas līdz ar pirmā putekšņa parādīšanos gaisā. Vidējais 10 gadu periods starp sezonas sākumu un pirmajiem putekšņiem ir 15 dienas. Vidējais aktīvas putekšņu sezonas garums Latvijā ir 43 dienas, sezona vidēji sākas 24.julijā un beidzas ap 5.septembri. Tika konstatēts, ka aktīvās sezonas garums ir atkarīgs no aktīvās sezonas sākuma datuma. Darba izstrādes laikā tika izteikta hipotēze, ka sezonai agrāk sākoties, tās garums palielinās.

Tika aprēķināta vidēja aktīvas sezonas putekšņu koncentrācija, kas sasniedza 663,41 gr/m³. Pēc iegūtajiem rezultātiem tika secināts, ka aktīvas sezonas putekšņu koncentrāciju summa nav atkarīga no sezonas garuma. Bakalaura darbā tika konstatēts, ka maksimāla diennakts koncentrācija būtiski ietekme aktīvas sezonas koncentrāciju summu.

Meteoroloģisku faktoru ietekmes uz putekšņu koncentrāciju noskaidrošanai, tika izmantoti sekojoši meteoroloģiskie radītāji: vēja vidējais ātrums, gaisa vidēja un maksimāla temperatūra, relatīvais gaisa mitrums, mākoņu kopējais daudzums un nokrišņu kopējais daudzums. Pēc iegūtiem rezultātiem var secināt, ka putekšņu koncentrācija palielinās, kad būtiski samazinās relatīvais gaisa mitrums, ir liels vēja vidējais ātrums, nav konstatēti nokrišņi augu aktīvas ziedēšanas laikā un nav apmācies laiks (mākoņu kopējais daudzums ir zems).

Bakalaura darba izstrādāšanas laikā tika noteikts, ka ja nokrišņi ir konstatēti nakts laikā, tie būtiskie neietekmē putekšņu koncentrāciju. Pēc iegūtiem rezultātiem var secināt, ka gaisa vidēja un maksimāla temperatūras ietekme būtiskāka ir sezonas sākumā un beigās.

Pēc iegūtiem korelācijas koeficientiem var secināt, ka visbūtiskāk vībotņu koncentrāciju ietekmē gaisa vidēja temperatūra, tai ir visciešākā saistība ar putekšņu koncentrāciju. Pārējiem izvēlētiem meteoroloģiskiem radītājiem ir konstatēta vāja saistība ar putekšņu koncentrāciju, no, ka izriet secinājums, ka, putekšņu koncentrāciju būtiski ietekmē dažādu faktoru kopums, kas darbojas vienlaicīgi, nevis atsevišķie meteoroloģiskie faktori.

Bakalaura darba izstrādes laikā tika ir izpildīti visi uzdevumi un sasniegts bakalaura darbā izvirzītais mērķis.

LITERATŪRAS SARAKSTS

Publicētie materiāli

- Bekkere, T., Lozovskis, V., u.c. 2009. *Praktiskā alergoloģija*. Rīga: LU, 227-235, 106-107 lpp.
- Brežinskis, G., Arons K. 1977. *Praktiskā alergoloģija*. Rīga, Zvaigzne, 93-101 lpp.
- Emberlin, J., 2007. *Aerobiology, aerodynamics and pollen sampling*, 8th Basic Course of Aerobiology, Book of Proceedings, Novi Sad, Serbia, pp.11-15.
- Gahreman, A., Noorbakhsh, S. N., Mehdigholi, K., Attar, F. 2007. *Pollen morphology of Artemisia.L (Asteraceae) In Iran*, Tehran, pp. 21.-27.
- Giesecke, T., Fontana, S. L., van der Knaap, W. O., Pardoe, H. S., Pidek I. A. 2010. *From early pollen trapping experiments to the Pollen Monitoring*, pp.247.-253.
- Jato, V., Rodríguez-Rajol, F.J., Alcarzar P., De Nuntiis P., Galarn, C., Mandrioli, P. 2006. May the definition of pollen season influence aerobiological results. *Aerobiologia*
- Lanzoni, C. 2007. Hirst trap. *8th Basic Course of Aerobiology*. Novi Sad, Serbia, pp.15.-17.
- Laursen, S.C., Reiners, W.A., Kelly, R.D., Gerow K.G. 2007. *Pollen dispersal by Artemisia tridentata (Asteraceae)*, ISB, pp. 467.-169.
- Lin, J., Qin, W., Liu-Zhong, Y., You-Run, L. 2005. *Pollen Morphology of Artemisia L. and Its Systematic Significance*. Wuhan University Journal of Natural sciences. vol.10, pp. 448.-449.
- Rowley, J.R., Dahl, A.O., Rowley, J.S. 1981. *Review of Palaeobotany and Palynology*. Substructure in exines of *Artemisia vulgaris (Asteraceae)*. vol.35, pp.1-38.
- Stach, A. 2007. Use of Hirst volumetric trap. *8th Basic Course of Aerobiology*, Novi Sad, Serbia, pp.18.-21.
- Wodehouse, R.P. 1935. *Pollen grains : their structure, identification, and significance in science and medicine*. New York, McGraw-Hill.
- Zirnītis, A. 1963. *Latvijas PSR klimats*, Rīga : Latvijas Valsts Izdevniecība.

Швер, Ц. А., Борисовский, М. А., 1983. *Климат Риги*, Рига: Авотс, 4-16 стр.

Nepublicētie materiāli

Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes aerobioloģiska datu bāzē.

Latvijas Universitātes meteoroloģiska datu bāze.

Melecis V. 2011. Korelācijas analīze: Datu analīzes studijas materiāli. Rīga, LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte. Latvijas Universitāte. Rīga

Patļina O. 2008. Meteoroloģisko rādītāju ietekme uz bērza putekšņu koncentrāciju gaisā: bakalaura darbs. Rīga, LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte. Latvijas Universitāte.

Elektroniskie resursi

Aleksejeva, E., Pakalne, R. 2012. Polinozes ārstēšanas iespējas. Žurnāls ārstiem un farmaceitiem. Sk. 19.04.2013. Pieejams <http://www.doctus.lv/2012/5/polinoze>

Davis, O. 1999. Palynology - Pollen, Sk. 13.04.2013. Pieejams <http://www.geo.arizona.edu/palynology/polkey.html>

Francois, D. 2010. Data normalization for statistical analysis. Sk. 09.05.2013. Pieejams <http://www.damienfrancois.be/blog/pivot/entry.php?id=8>

Kļaviņš, A. Lauka vībotne (*Artemisia campestris L.*). Sugu enciklopēdija Latvijas daba. Sk. 19.04.2013. Pieejams <http://www.latvijasdaba.lv/augi/artemisia-campestris-l/>

Kļaviņš, A. Parastā vībotne (*Artemisia vulgaris L.*). Sugu enciklopēdija Latvijas daba. Sk. 19.04.2013. Pieejams <http://www.latvijasdaba.lv/augi/artemisia-vulgaris-l/>

Kļaviņš, A. Vērmele (*Artemisia absinthium L.*). Sugu enciklopēdija Latvijas daba. Sk. 19.04.2013. Pieejams <http://www.latvijasdaba.lv/augi/artemisia-absinthium-l/>

Latvijas Astmas un Alerģijas Biedrība. Sk. 20.04.2013. Pieejams http://www.astmaalergija.lv/?id_p=22

Nikodemus, O. 2009. Latvijas fiziskā ģeogrāfija. Augu un dzīvnieku valsts, biotopu, ekoloģijas un ainavas enciklopēdija. Sk. 19.04.2013. Pieejams <http://latvijas.daba.lv/ainava/>

Sperman. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Sk. 06.05.2013. Pieejams http://www.spearman.ru/correlation_analysis/spearman_rank_correlation_coefficient

Vimba, E. 2008. Kurvjziežu (asteru) dzimta (*Compositae sin. Asteraceae*). Augu un dzīvnieku valsts, biotopu, ekoloģijas un ainavas enciklopēdija. Sk. 18.04.2013. Pieejams http://latvijas.daba.lv/augi_senes/ziedaugi/kurvziejehi/

WebResearch, Korelācijas analīze. Sk. 10.04.2013. Pieejams http://www.datuapstrade.lv/lat/spss/section_15/2/

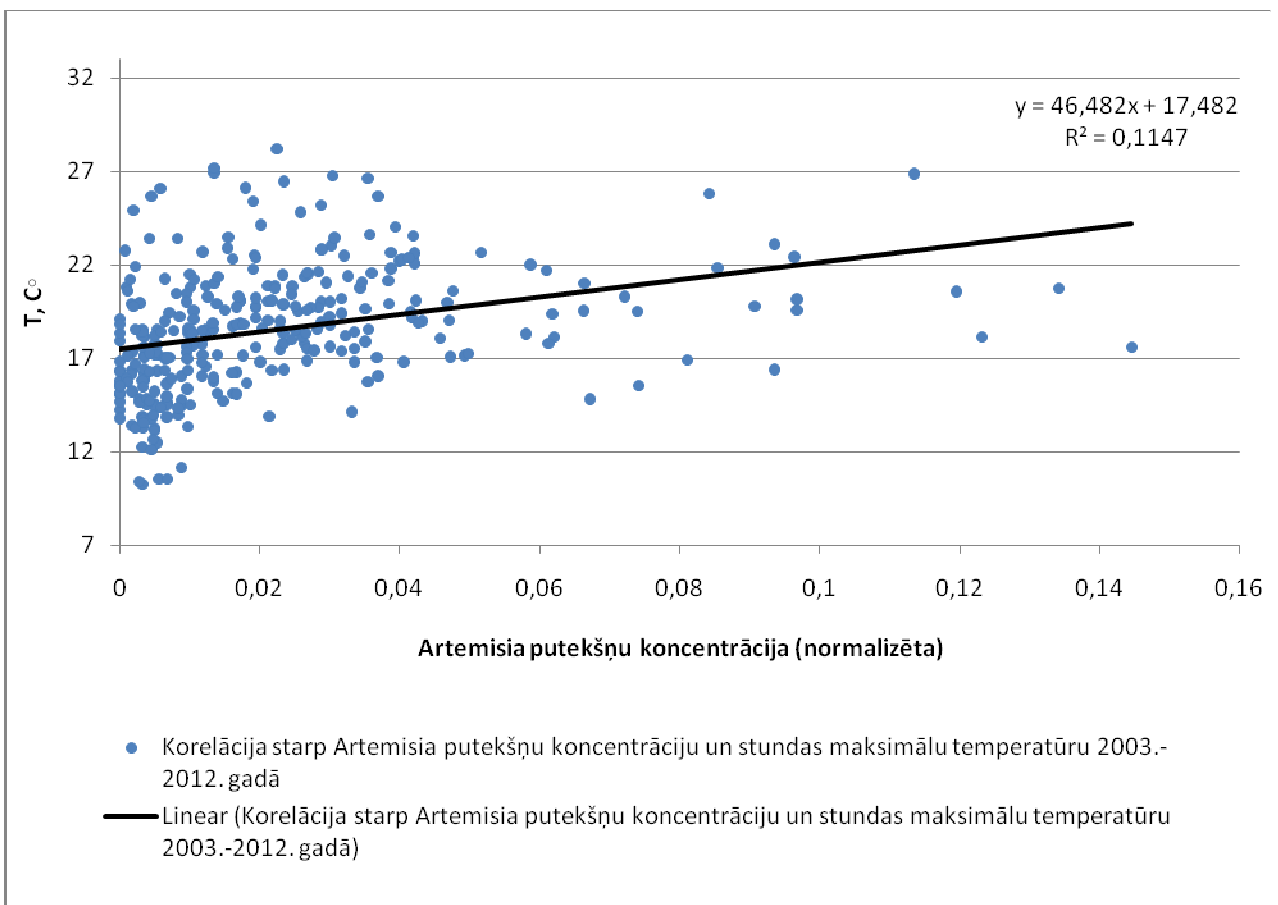
Wilde Planten Kwekerij de Zandhoogte (WPKZ). 2008. *Artemisia vulgaris*. Sk. 19.04.2013. Pieejams <http://www.zandhoogte.nl/plantenlijst/index.php?act=view&id=56>

Поляков Л.Е. 1971. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Sk. 19.04.2013. Pieejams <http://www.infamed.com/stat/s05.html>

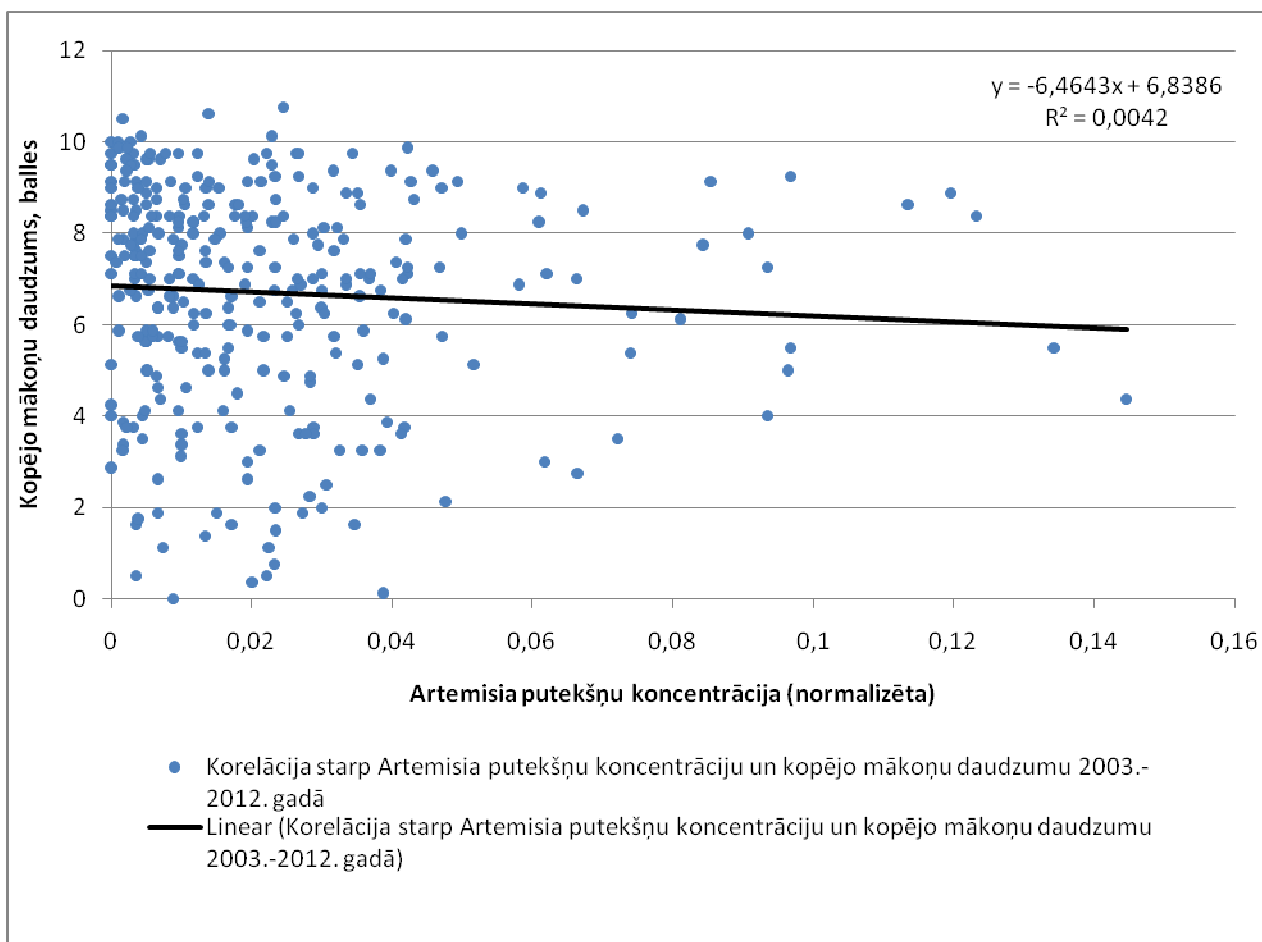
Решение задач по математической статистике. 2013. Коэффициент ранговой корреляции r-Спирмена. Sk. 10.05.2013. Pieejams <http://www.statpsy.ru/correlations/correlation-srearman/>

PIELIKUMI

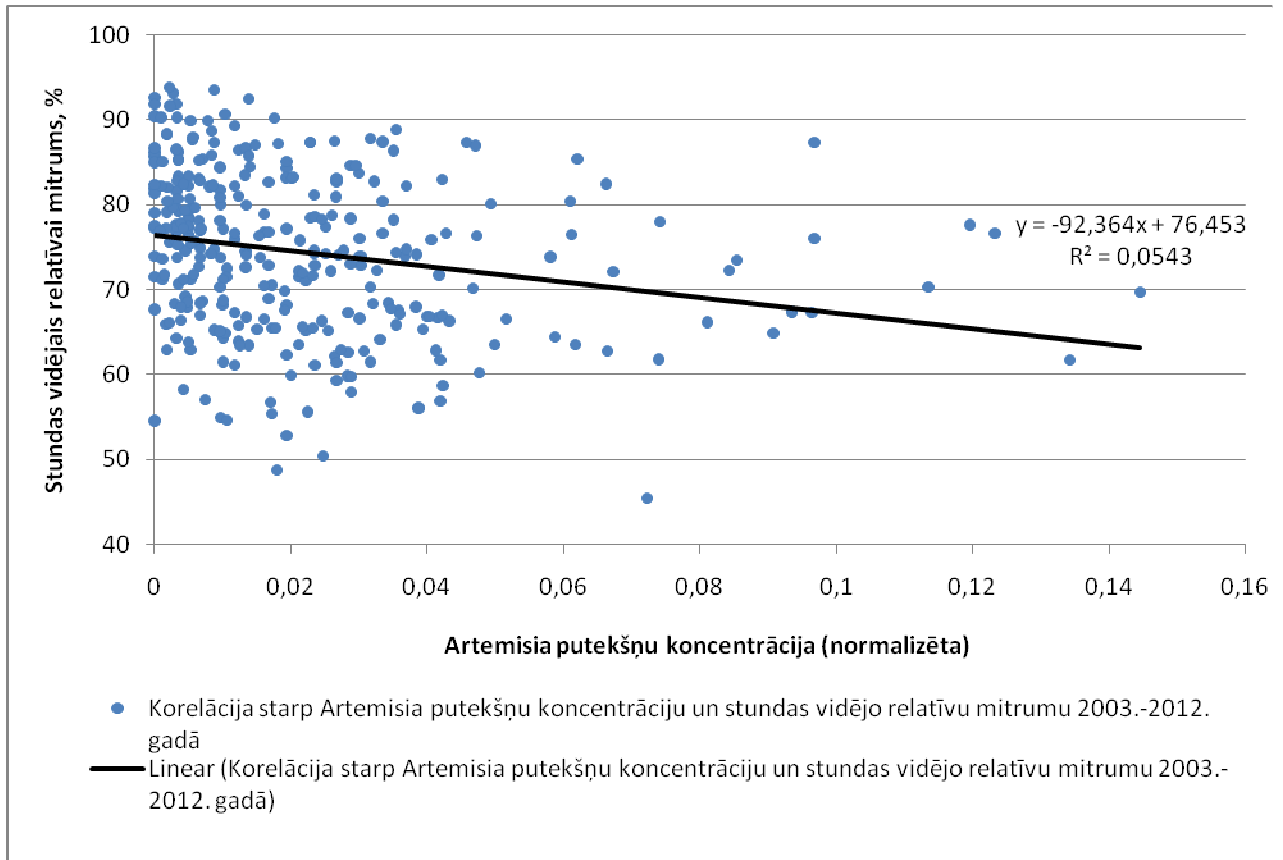
1. pielikums. Korelācija starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un stundas maksimālu temperatūru 2006.-2012.gadā
2. pielikums. Korelācija starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un kopējo mākoņu daudzumu 2003.-2012.gadā
3. pielikums. Korelācija starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un stundas vidējo relatīvu mitrumu 2003.-2012. gadā
4. pielikums. Korelācija starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un stundas vidējo gaisa temperatūru 2003.-2012. gadā
5. pielikums. Korelācija starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un stundas vidējo vēja ātrumu 2003.-2012. gadā
6. pielikums. Korelācija starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un nokrišņu daudzumu 2003.-2012. gadā
7. pielikums. Daudzfunkcionālas regresijas koeficientu tabula 2003.-2012. gadā



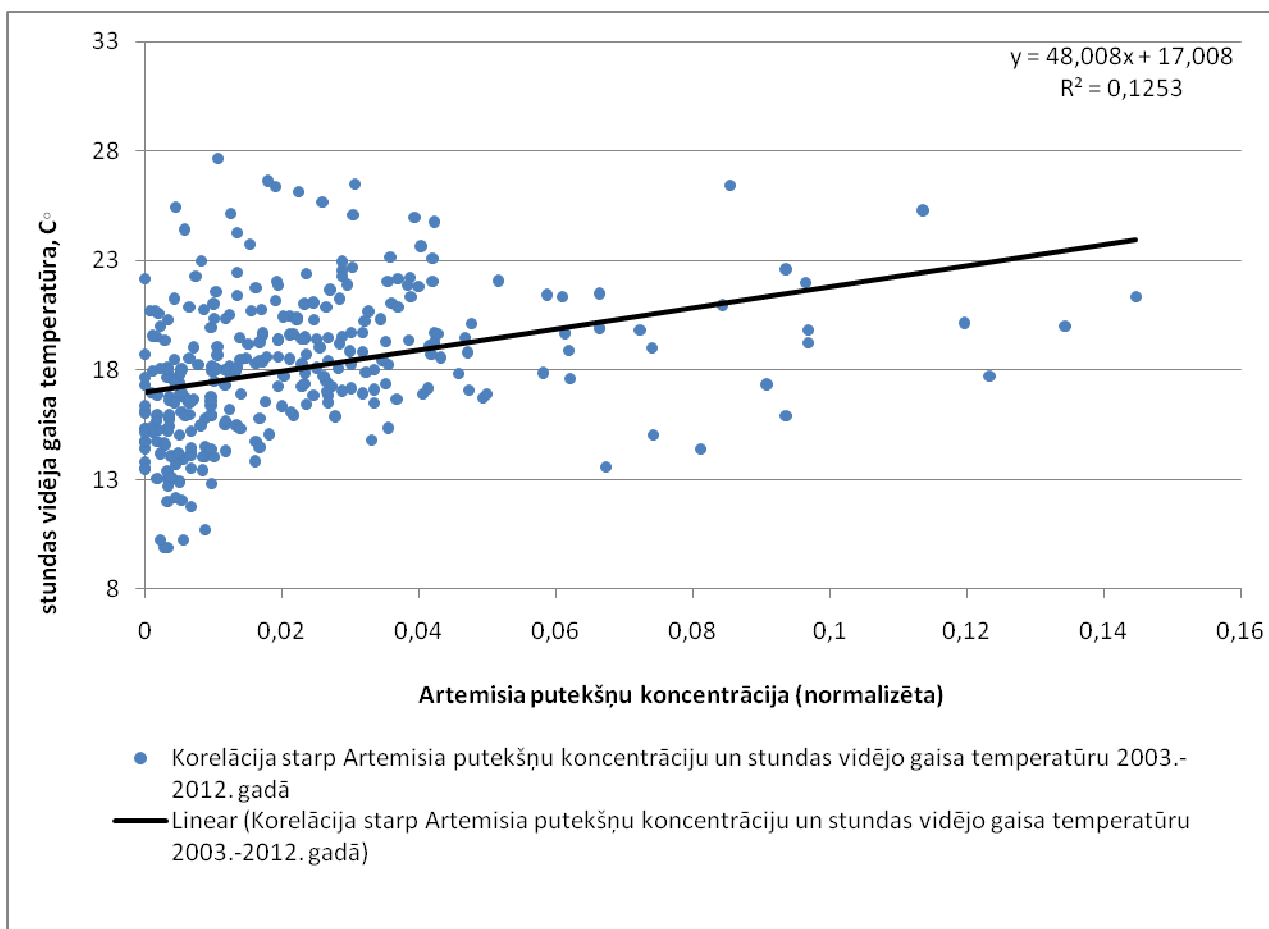
1.pielikums. **Korelācija starp vibotnes putekšņu koncentrāciju un stundas maksimālu temperatūru 2006.-2012. gadā** (sastādījis autors izmantojot LU ĢZZF meteoroloģisko un aerobioloģisko datu bāzi).



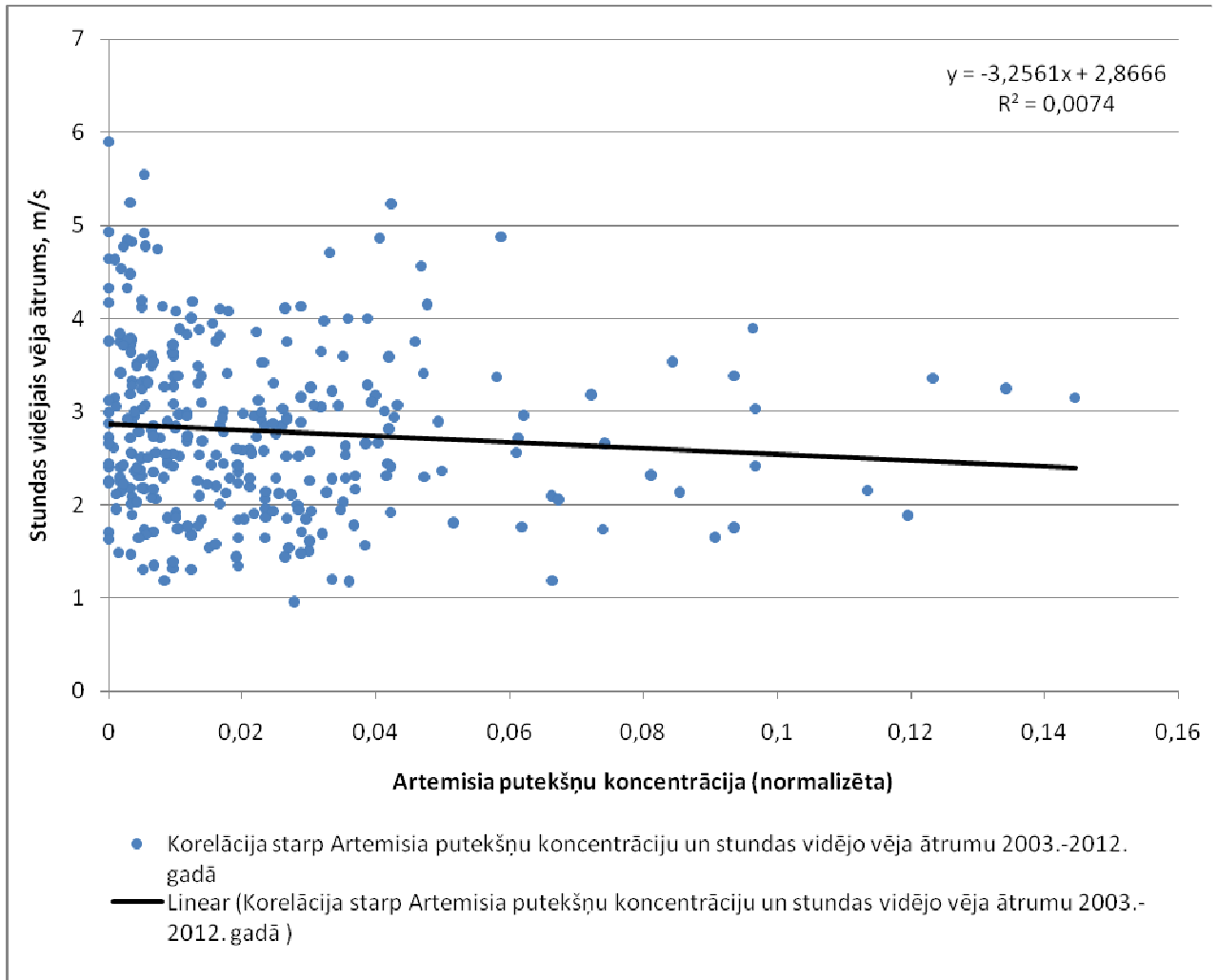
2.pielikums. **Korelācija starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un kopējo mākoņu daudzumu 2003.-2012.gadā** (sastādījis autors izmantojot LU ĢZZF meteoroloģisko un aerobioloģisko datu bāzi).



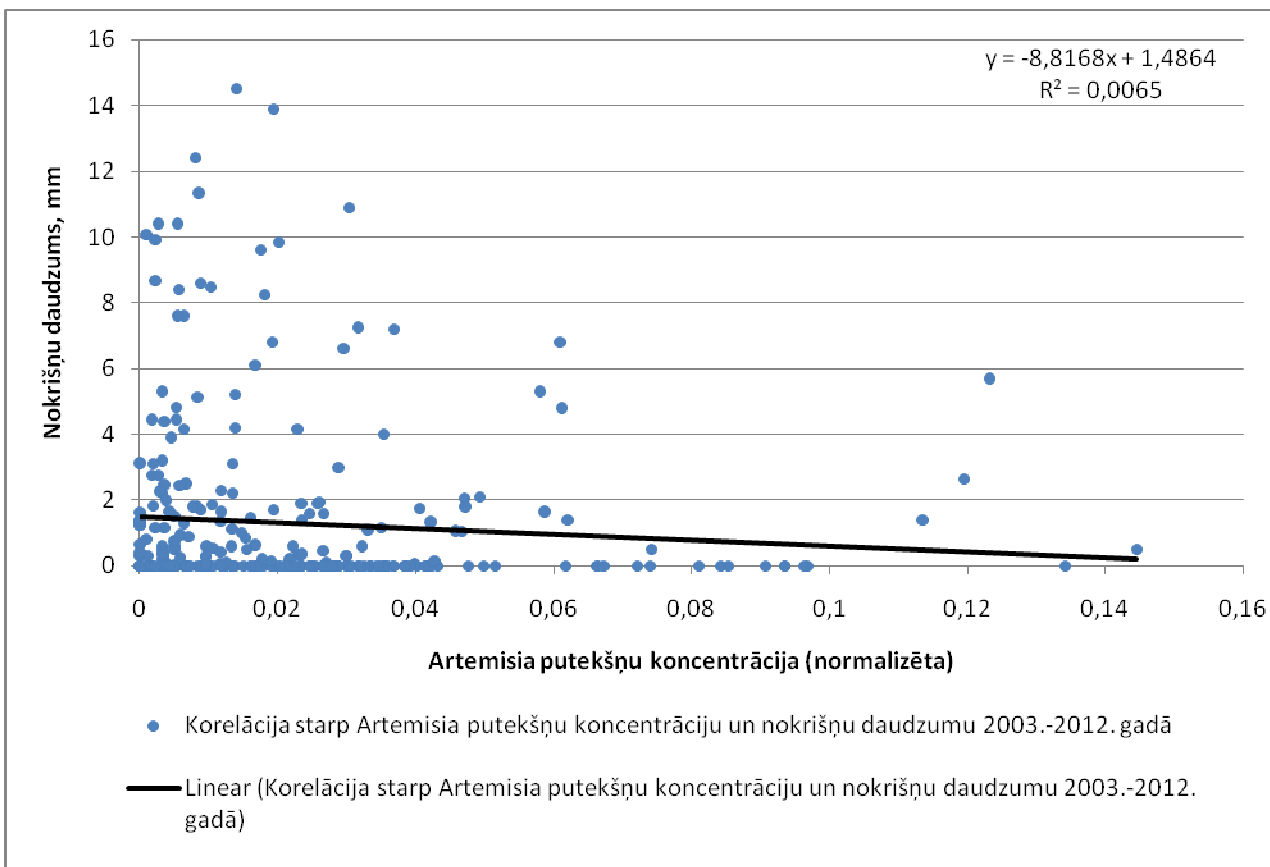
3.pielikums. **Korelācija starp vibotnes putekšņu koncentrāciju un stundas vidējo relatīvu mitrumu 2003.-2012. gadā** (sastādījis autors izmantojot LU ĢZZF meteoroloģisko un aerobioloģisko datu bāzi).



4.pielikums. **Korelācija starp vibotnes putekšņu koncentrāciju un stundas vidējo gaisa temperatūru 2003.-2012. gadā** (sastādījis autors izmantojot LU ĢZZF meteoroloģisko un aerobioloģisko datu bāzi).



5.pielikums. **Korelācija starp vībotnes putekšņu koncentrāciju un stundas vidējo vēja ātrumu 2003.-2012. gadā** (sastādījis autors izmantojot LU ĢZZF meteoroloģisko un aerobioloģisko datu bāzi).



6.pielikums. **Korelācija starp vibotnes putekšņu koncentrāciju un nokrišņu daudzumu 2003.-2012. gadā** (sastādījis autors, izmantojot LU ĢZZF aerobioloģisko datu bāzi).

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	-,025	,007		-3,544	,000
	st.videja_gaisa_temp	,003	,000	,354	6,738	,000

a. Dependent Variable: puteksnu_koncentracija

7.pielikums. **Daudzfunkcionālas regresijas koeficientu tabula 2003.-2012. gadā** (sastādījis autors, izmantojot LU ĢZZF aerobioloģisko datu bāzi).

Bakalaura darbs „ Vībotnes putekšņu koncentrācijas pētījumi Rīgas gaisā un to ietekmējošie meteoroloģiskie ” izstrādāts LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: Arnolds Podgaiskis

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Zinātniskais vadītājs: Mg.geogr. Olga Ritenberga

Recenzents:

Darbs iesniegts Vides zinātnes nodaļas lietvedībā

Nodaļas lietvede

Noslēguma darba aizstāvēšanas rezultāti:

Bakalaura darbs aizstāvēts Dabas zinātņu bakalaura Vides zinātnēs akadēmisko studiju gala pārbaudījumu komisijas sēdē

.....

protokola nr.

vērtējums

gads, datums, mēnesis

Sekretārs
