

PĀRSKATS

par Meža attīstības fonda atbalstīto pētījumu

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS:

Priekšlikumu izstrāde Nacionālā meža monitoringa pilnveidei, ietverot meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa un Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes monitoringa komponentes, kā arī konsultatīvi zinātnisko atbalstu Latvijas pozīciju sagatavošanai par Eiropas Parlamenta un Padomes regulu par Eiropas mežu noturību veicinoša monitoringa satvaru

LĪGUMA NR.: 24-00-S0MF01-000003

IZPILDES LAIKS: 01.06.2024.–30.12.2024.

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”

PĒTĪJUMA VADĪTĀJA:

Agita Treimane

Salaspils, 2024

Saturs

Kopsavilkums	4
Ievads	6
Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa apakšsistēma Nacionālā meža monitoringa ietvarā.....	7
Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa sistēmas principi.....	7
1. Bioloģiskās daudzveidības monitoringa: ekosistēmas līmenis	8
1.1. Augu sabiedrību novērtējums	8
1.1.1. Pamatojums.....	8
1.1.2. Materiāls un metodika.....	8
1.1.3. Rezultāti	10
1.2. Epifītu un epiksīlu novērtējums meža resursu monitoringa parauglaukumos	17
1.2.1. Pamatojums.....	17
1.2.2. Materiāls un metodika.....	18
1.2.3. Rezultāti	19
2. Nedzīvās koksnes padziļināts novērtējums meža resursu monitoringa parauglaukumos novērtējums meža resursu monitoringa parauglaukumos.....	27
2.1. Materiāls un metodika.....	27
3. Ar kokiem saistītu bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgu struktūru monitoringa	28
3.1. Materiāls un metodika.....	28
4. Bioloģiskās daudzveidības monitoringa: ģenētiskais līmenis.....	34
4.1. Uzdevumi	34
4.2. Meža ģenētisko resursu (MGR) audzes	34
4.3. Sēkļu plantācijas sēkļu raža	35
5. Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšana	38
5.1. Ievads	38
5.1.1. Otrā līmeņa meža monitoringa organizācija	38
5.1.2. Otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumu raksturojums.....	39
5.2. Metodika	42
5.2.1. Gaisa kvalitātes mērījumi	42
5.2.2. Koku pieaugumu mērījumi	43
5.2.3. Ozona bojājumu vizuāla noteikšana	44
5.2.4. Koku vainagu stāvokļa novērtējums.....	44
5.2.5. Nobiru frakciju paraugu ņemšana un analīze.....	44
5.2.6. Skuju parauga ņemšana un analīze	46
5.2.7. Augsnes ūdens parauga ņemšana un analīze	48
5.2.8. Nokrišņu ūdens parauga ņemšana un analīze	49

5.2.9. Ķīmisko analīžu rezultātu validēšana un kvalitātes nodrošināšana	51
5.3. Rezultāti un to analīze.....	51
5.3.1. Koku vainagu stāvokļa novērtējums	51
5.3.2. Skuju paraugu ievākšana un ķīmiskā sastāva novērtēšana	55
5.3.3. Meža nobiru apjoma un ķīmiskā sastāva novērtēšana	60
5.3.4. Nokrišņu ūdeņu uzskaitē.....	69
5.3.5. Augsnes ūdeņu uzskaitē.....	71
5.3.6. Nokrišņu ūdeņu ķīmiskās analīzes.....	72
5.3.7. Augsnes ūdeņu ķīmiskās analīzes.....	76
5.3.8. Gaisa kvalitātes mērījumi	81
5.3.9. Koku pieauguma mērījumi	83
6. Zinātnisks atbalsts Latvijas pozīciju sagatavošanai par Eiropas Parlamenta un Padomes regulas projektu par Eiropas mežu noturību veicinoša monitoringa satvaru.....	86
Literatūras saraksts.....	87

Kopsavilkums

Pētījums “Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa komponentes pilnveide nacionālajā meža monitoringā” veikts visā Latvijas teritorijā Nacionālā meža monitoringa programmas ietvaros, kas tiek īstenota saskaņā ar Ministru Kabineta noteikumiem Nr. 51 “Nacionālā meža monitoringa noteikumi”. Pētījuma mērķis ir iegūt informāciju gan par bioloģiskās daudzveidības stāvokli (ģenētiskā, sugu līmenī) un novērtēt izmaiņas nacionālā līmenī, lai nodrošinātu ilgtspējīgu Latvijas mežu apsaimniekošanu, gan veikt Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringu. Otrā līmeņa meža monitoringa dod iespēju iegūt datus par meža veselības stāvokli, meža un vides faktoru mijiedarbību un meža augšņu stāvokli, kā arī nodrošina informācijas iegūvi par gaisa piesārņojuma ietekmi un citu vides faktoru iedarbību uz meža ekosistēmām.

Monitoringā veiktie uzdevumi:

1. Augu sabiedrību un epifīts, epiksīlu novērtējums vismaz 100 meža resursu monitoringa parauglaukumos.
2. Atmirušās koksnes padziļināts vērtējumu visos meža resursu monitoringa parauglaukumos, kuros ir atmirusī koksne.
3. Bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgu struktūru monitoringa visos meža resursu monitoringa parauglaukumos, kuros aug koki.
4. Veikt meža ģenētiskās daudzveidības monitoringu divās meža ģenētisko resursu audzēs un divās sēklu plantācijās.
5. Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas programmas saskaņā ar ICP Forests vadlīnijām obligāti nosakāmo parametru monitoringu 3 parauglaukumos.
6. Sniegt konsultatīvi zinātnisko atbalstu Latvijas pozīciju sagatavošanai par Eiropas Parlamenta un Padomes regulas projektu par Eiropas mežu noturību veicinoša monitoringa satvaru.

Veģetācijas uzskaitē un epifītu un epiksīlu novērtējums 2024. gadā meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā veikts 121 Meža resursu monitoringa parauglaukumā, no tiem 21 pārmērīts atkārtoti, bet 100 parauglaukumi apsekoti pirmo reizi, papildinot jau esošos 483 parauglaukumus. 2024. gadā apsekotajos parauglaukumos koku stāvā uzskaitīti 19 koku sugu taksoni, krūmu stāvā – 36 sugu taksoni, lakstaugu stāvā – 382 sugu taksoni, bet 91 sugu taksoni noteikti sūnu un ķērpju stāvā. Iegūtie dati nākotnē dots iespēju novērtēt bioloģisko daudzveidību un prognozēt izmaiņas, piemēram, klimata pārmaiņu vai mežsaimniecības intensitātes palielināšanas/samazināšanas kontekstā.

Sūnu un ķērpju novērtējums kopumā veikts uz 16 dažādām koku sugām 425 dzīviem kokiem un 68 kritālām. Uz dzīvajiem kokiem konstatēti 102 epifītu taksoni, no kuriem 27 bija sūnu un 75 ķērpju taksons. Savukārt 30 parauglaukumos uz kritālām kopumā konstatēti 101 sūnu un ķērpju taksons. Sūnu un ķērpju sugu daudzveidība un sastāvs saistīts ar audzē esošo koku sugu sastāvu. Pētījuma rezultāti sniedz informāciju par epifītisko un epiksīlo sūnu un ķērpju sastopamību Latvijas teritorijā, kā arī sniedz ieguldījumu reto un aizsargājamo sugu izplatības un ekoloģijas izpētē.

Veikts padziļināts atmirušās koksnes vērtējums un bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgu struktūru novērtējums visos parauglaukumos, kuros aug koki vai konstatēta atmirusī koksne.

Ģenētiskās daudzveidības monitoringa rezultāti par Tērvetes priedes meža ģenētisko resursu (MGR) audzes kvartāliem – 607-237-13 (atjaunotie) un 607-237-9 (vecie indivīdi) – norāda, ka nepastāv būtiskas ģenētiskās daudzveidības atšķirības starp veciem kokiem un dabiski atjaunojušiem indivīdiem MGR audzē, proti, MGR apsaimniekošana nesamazina ģenētisko daudzveidību dabiski atjaunojušos indivīdos. Tērvetes priedes MGR audzē bija saglabāta līdzīga ģenētiskā daudzveidība kā dabiski atjaunotā paaudzē. Iegūtie dati dos iespēju turpmāk salīdzināt selekcijas materiāla un citu parastās priedes audžu daudzveidību ar ģenētisko resursu audzēm.

Ģenētiskās daudzveidības monitoringa rezultātos par sēklu plantāciju ražu 2024. gadā analizēti divi priežu sēklu paraugu ražas – Garozas sēklu plantācijas sēklu partijas Garoza_976 (2016. gada raža) un Garozas_1040 (2020. gada raža). Sēklu plantāciju klonu skaits neietekmē kopējo ģenētisko daudzveidību un reto alēļu skaitu pēcnācējos, lai gan augstāka pēcnācēju savstarpējā radniecība novērota Garozas sēklu plantācija partijā Garoza976.

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas programmas saskaņā tika veikti vainaga stāvokļa (defoliācija), čiekuru ražas, valdaudzes koku pieauguma, nokrišņu apjoma, katjonu satura un vidējā kopējā slāpekļa daudzuma novērtējums nokrišņos, kā arī augsnes ūdens skābuma un meža nobiru daudzuma novērtējums Valgundes, Taurenas un Rucavas parauglaukumos.

Pētījuma ietvaros, pamatojoties uz zinātniskām publikācijām, sniegts konsultatīvi zinātnisks atbalsts Zemkopības ministrijai Latvijas pozīciju sagatavošanai par Eiropas Parlamenta un Padomes regulas projektu par Eiropas mežu noturību veicinoša monitoringa satvaru.

Ievads

Ilglaicīgai ekoloģisko un ekonomisko meža ekosistēmu vērtību novērtēšanai meža monitoringa pētījumos tiek veikta ne vien meža struktūru, bet arī bioloģiskās daudzveidības uzskaitē. Veicot monitoringu, tiek gūtas zināšanas par ekosistēmas īpašību izmaiņām laikā un telpā, kas ir noderīgas, lai varētu savlaicīgi konstatēt ekosistēmā notiekošās izmaiņas (Beever 2006) un attiecīgi veikt piemērotu biotopu apsaimniekošanu, nodrošinot bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu (Navarro et al., 2017). Monitoringā gūtie dati ir noderīgi arī ekoloģiskajos pētījumos (Fisher et al., 2010). Lai varētu nodrošināt ekosistēmu pakalpojumu noturību ilgtermiņā, ir nozīmīgi veikt šī brīža bioloģiskās daudzveidības novērtējumu un spēt prognozēt tās izmaiņas, piemēram, klimata pārmaiņu ietekmē (Oliver et al., 2015).

No efektīvi veikta bioloģiskās daudzveidības monitoringā gūtās informācijas būtu iespējams uzzināt par galvenajos bioloģiskās daudzveidības aspektos vērojamajām tendencēm (tādām kā populāciju izmaiņām), savlaicīgi pamanīt problēmas, kuru novēršana citādi varētu būt dārga un sarežģīta, novērtēt bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai un aizsardzībai veikto pasākumu rezultātus, kā arī rast veidus, kā uzlabot apsaimniekošanas darbu efektivitāti (Lindenmayer et al., 2012).

Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa mērķis ir gūt informāciju par bioloģiskās daudzveidības stāvokli un novērtēt izmaiņas nacionālā līmenī, lai nodrošinātu ilgtspējīgu Latvijas mežu apsaimniekošanu.

Pētījuma uzdevumi:

1. Augu sabiedrību un epifīts, epiksīlu novērtējums vismaz 100 meža resursu monitoringa parauglaukumos.
2. Atmirušās koksnes padziļināts vērtējumu visos meža resursu monitoringa parauglaukumos, kuros ir atmirusī koksne.
3. Bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgu struktūru monitorings visos meža resursu monitoringa parauglaukumos, kuros aug koki.
4. Veikt meža ģenētiskās daudzveidības monitoringu divās meža ģenētisko resursu audzēs un divās sēkļu plantācijās.
5. Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas programmas saskaņā ar ICP Forests vadlīnijām obligāti nosakāmo parametru monitoringu 2 parauglaukumos.
6. Sniegt konsultatīvi zinātnisko atbalstu Latvijas pozīciju sagatavošanai par Eiropas Parlamenta un Padomes regulas projektu par Eiropas mežu noturību veicinoša monitoringa satvaru.

Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa apakšsistēma nacionālā meža monitoringa ietvarā

Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa sistēmas principi

Mežsaimniecisko darbību un mežsaimniecisko darbību ietekmes uz atšķirīgiem bioloģiskās daudzveidības aspektiem samazināšanas pasākumu efektivitāti iespējams vērtēt četros monitoringa līmeņos (Gradner, 2010):

- *Ieviešanas monitorings* – tā ietvaros novēro, vai tiek ieviestas darbības, par kurām panākta vienošanās (normatīvi noteikta).
- *Veiktspējas monitorings* – tā ietvaros novēro, vai konkrētajā platībā konkrētais dabas aizsardzības mērķis tiek sasniegts. Tas tiek balstīts uz tiešiem vai netiešiem saimnieciskās darbības mērījumiem, kuri nodrošina pamatu ekoloģisko izmaiņu novērtēšanai.
- *Validācijas monitorings* – tā ietvaros pārbauda, kādā pakāpē attiecīgās darbības sniedz vēlamo efektu. Šis ir vienīgais no monitoringa veidiem, kas ļauj novērtēt, vai specifiskās saimnieciskās darbības ļauj panākt vēlamo efektu.
- *Stāvokļa (surveillance) jeb fona monitorings* – tas nav saistīts ar konkrētu meža apsaimniekošanu, bet tikai veido statusa ziņojumu par bioloģiskās daudzveidības trendiem konkrētajā teritorijā. Šis monitorings ir noderīgs, lai novērtētu neprognozētas izmaiņas vidē vai lai novērtētu fona izmaiņas kontroles vietās.

Meža bioloģisko daudzveidības monitoringa programmu mērķis ir iegūt informāciju, lai attīstītu ekoloģiski atbildīgākas apsaimniekošanas stratēģijas. Nacionālā meža monitoringa ietvaros uzsvars plānots uz stāvokļa jeb fona monitoringu. Šādam monitoringam būtu jāklūst par atbalstu adaptīvam meža apsaimniekošanas procesam. Izvirzot papildu prasības bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai mežos, kas primāri tiek apsaimniekoti kādam ražošanas mērķim, līdzīgi kā ražošanai, arī dabas daudzveidības nodrošināšanai nepieciešams definēt konkrētus mērķus, uzdevumus un indikatorus. Novērtējot apsaimniekošanas ietekmi, apsaimniekotajam vai valsts pārvaldei, konsultējoties ar ieinteresētajām pusēm, jānosaka minimuma līmenis, kas būtu jāsasniedz, apsaimniekojot mežus. Balstoties uz monitoringa rezultātiem, gadījumos, kad apsaimniekošana neatbilst izvirzītajiem ilgtspējīgas attīstības kritēriju raksturojošo indikatoru mērķa vērtībām, nepieciešama meža apsaimniekošanas pielāgošana (adaptācija), lai nodrošinātu ilgtspējīgas meža apsaimniekošanas mērķu sasniegšanu. Ideālā gadījumā monitoringa programmai jābūt meža apsaimniekošanas procesa sastāvdaļai, kas kalpo par pamatu esošo apsaimniekošanas stratēģiju efektivitātes izvērtēšanai, to modificēšanai, kā arī jaunu apsaimniekošanas stratēģiju ieviešanai, ja tas ir nepieciešams, lai nodrošinātu saimnieciskās darbības ilgtspēju trijos aspektos – ekoloģiskajā, ekonomiskajā un sociālajā.

1. Bioloģiskās daudzveidības monitoringa: ekosistēmas līmenis

Uzdevumi

Ekosistēmas daudzveidības stāvokļa un izmaiņu novērtēšana bieži sastopamo mežaudžu tipu augu sabiedrībās.

1.1. Augu sabiedrību novērtējums

1.1.1. Pamatojums

Ekosistēmas daudzveidības stāvokļa un izmaiņu novērtēšana bieži sastopamo mežaudžu tipu augu sabiedrībās.

Meža bioloģisko daudzveidības monitoringa programmu mērķis ir iegūt informāciju, lai attīstītu ekoloģiski atbildīgākas apsaimniekošanas stratēģijas. Nacionālā meža monitoringa ietvaros uzsvars plānots uz stāvokļa jeb fona monitoringu. Šādam monitoringam būtu jāklūst par atbalstu adaptīvam meža apsaimniekošanas procesam. Izvirzot papildu prasības bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai mežos, kas primāri tiek apsaimniekoti kādam ražošanas mērķim, līdzīgi kā ražošanai, arī dabas daudzveidības nodrošināšanai nepieciešams definēt konkrētus mērķus, uzdevumus un indikatorus. Novērtējot apsaimniekošanas ietekmi, apsaimniekotajam vai valsts pārvaldei, konsultējoties ar ieinteresētajām pusēm, jānosaka minimuma līmenis, kas būtu jāsasniedz, apsaimniekojot mežus. Balstoties uz monitoringa rezultātiem, gadījumos, kad apsaimniekošana neatbilst izvirzītajiem ilgspējīgas attīstības kritēriju raksturojošo indikatoru mērķa vērtībām, nepieciešama meža apsaimniekošanas pielāgošana (adaptācija), lai nodrošinātu ilgspējīgas meža apsaimniekošanas mērķu sasniegšanu. Ideālā gadījumā monitoringa programmai jābūt meža apsaimniekošanas procesa sastāvdaļai, kas kalpo par pamatu esošo apsaimniekošanas stratēģiju efektivitātes izvērtēšanai, to modificēšanai, kā arī jaunu apsaimniekošanas stratēģiju ieviešanai, ja tas ir nepieciešams, lai nodrošinātu saimnieciskās darbības ilgspēju trijos aspektos – ekoloģiskajā, ekonomiskajā un sociālajā.

Lielāko daļu no meža bioloģiskās daudzveidības veido zemeszemes veģetācija, tāpēc tās novērtēšana ir īpaši svarīga, lai gūtu priekšstatu par biotopā sastopamo augu sugu daudzveidību (Johnson et al., 2006). Veģetācijas novērtējums var sniegt informāciju par meža tipu un struktūru (Alberdi et al., 2010) un sniedz iespēju iegūt informāciju par dažādu augu sugu izplatību, kā arī sugu dati var tikt izmantoti, lai netieši novērtētu augsnes auglību un meža sukcesijas stadiju. Augu sabiedrības daudzveidība sniedz iespēju efektīvāk iegūt datus par mežaudzi, tās veidoto struktūru un bāzi citu grupu organismiem (Johnson et al., 2006). Par daudzveidības rādītājiem lietots gan sugu skaits, gan Šenona-Vīnera indekss, β -daudzveidības indekss.

1.1.2. Materiāls un metodika

Veģetācijas, epifītu un epiksīlu novērtējuma parauglaukumu atlases metodika

Meža resursu monitoringa ietvaros meža bioloģiskās daudzveidības novērtēšanai – veģetācijas aprakstiem un epifītisko un epiksīlo ķērpju un sūnu uzskaitēi, parauglaukumi izvēlēti, balstoties uz trim pamatuzstādījumiem.

Pirmkārt, datu uzskaites laukumi izvietoti visā valsts teritorijā tā, lai tie aptvertu (reprezentētu) dabas apstākļu dažādību reģionālā dimensijā. Pastāvīgo parauglaukumu tīklam mežaudžu bioloģiskās daudzveidības monitoringam izmantota K. Ramana ainavzemju sistēma.

Otrkārt, meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa parauglaukumiem jāreprezentē meža tipu dažādība dažādās Latvijas daļās, t.i., retāk sastopamie meža tipi paraugkopā iekļauti ar lielāku varbūtību nekā to sastopamība (1.1. tabula).

Treškārt, meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa parauglaukumiem jāreprezentē valdošās kokaudzēs sugu struktūra un vecuma struktūra. Plānojot parauglaukumu skaitu, ņemts vērā visos reģionos trīs valdošo (izplatīto) audzi veidojošos sugu (*Pinus sylverstris*, *Picea abies*, *Betula* sp.), pareto audzi veidojošo sugu (*Alnus incana*, *Alnus glutinosa*, *Populus tremula*) un reto sugu (*Ulmus glabra*, *Tilia cordata*, *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides*, *Fagus sylvatica* u.c.) audžu daudzums un vecuma struktūra.

1.1. tabula. Plānotais meža resursu monitoringa parauglaukumu izvēles sadalījums piecos gados dažādās trofiskajās grupās un edafiskajās rindās

	Oligotrofi	Mezotrofi	Eitrofi
Sausieņi	40	70	80
Mitraini	20	30	50
Purvaini	20	50	10
Āreņi	30	40	40
Kūdreņi	40	40	40

Parauglaukumi izvēti līdzīgā apjomā katrā no grupām: jaunaudzēs, vidēja vecuma un briestaudzēs un pieaugušās un pāraugušās audzēs.

Visi meža bioloģiskās daudzveidības novērtēšanas parauglaukumi atlasīti pēc nejaušības principa, bet ievērojot audžu proporcionālo sadalījumu pa meža tipiem, pēc valdošās sugas un vecumgrupas. Jāpiemin, ka minimālais atlasītais mežaudzes vecums bija 15 gadi, pieņemot, ka daļa no apsekotajām audzēm būs jaunaudzēs pēc vienlaidus atjaunošanas cirtes. Izvēlētie parauglaukumi atrodas gan a/s “Latvijas valsts meži”, gan privātpašnieku, kā arī pašvaldības un citu īpašnieku mežaudzēs.

Veģetācijas novērtējuma metodika

Meža bioloģiskās daudzveidības novērtēšanas parauglaukumus (sugu uzskaiti un projektīvā seguma noteikšanai) ierīkoto koku sugu sastāva inventarizācijas 400 m² (20 × 20 m) lielos laukumos. Ģeobotāniskā apraksta parauglaukuma centram jāsakrīt ar meža resursu monitoringa parauglaukuma centru, atrodoties tā diagonāļu krustpunktā.

Parauglaukumā veģetācijas aprakstā sugu inventarizācija tiek veikta četros mežaudzes pamatstāvos pēc Brauna-Blankē metodes (Braun-Blanquet, 1964):

Koku stāvā (E₃);

Krūmu stāvā (E₂);

Lakstaugu un sīkkrūmu stāvā (E₁);

Sūnu un ķērpju stāvā (E₀).

Koku stāvu veido visi kokaugi, kas augstāki par 5 m. Krūmu stāvā ietilpst visi koki (paauga, pamežs) un krūmi (pamežs), kuri ir augstāki par vidējo lakstaugu/sīkkrūmu stāva līmeni un sniedzas līdz 5 m augstumam. Lakstaugu un sīkkrūmu stāvu veido lakstaugi un sīkkrūmi. Veicot sugu inventarizāciju, lakstaugu stāvā uzskaita arī kokaugus, kuru augstums nepārsniedza E₁ stāva augstumu. Sūnu un ķērpju stāvā ietilpst augsnes sūnas un ķērpji (epigeīdi).

Atsevišķu stāvu projektīvo segumu novērtēja pēc acumēra, izsakot procentos, tāpat arī katrā stāvā uzskaitīto sugu projektīvo segumu. Ja sugas projektīvais segums novērtēts mazāks par procentu, tad sugu ar nelielu segumu atzīmēja ar “+” zīmi.

Veģetācijas uzskaites rezultāti ir potenciāli attiecināmi uz dažādiem telpiskajiem līmeņiem un interpretējami dažādi. Pietiekami liels skaits veģetācijas uzskaites laukumu dod informāciju gan par veģetācijas attīstības dinamiku kādā konkrētā objektā, gan par atšķirībām starp dažādiem objektiem, gan par veģetācijas dinamiku reģionā. Šajā aspektā tiek lietots alfa, beta un gamma daudzveidības jēdziens (Whittaker, 1972):

α -daudzveidība: sugu daudzveidība lokālā mērogā, konkrētā ekosistēmā;

β -daudzveidība: daudzveidības atšķirības starp dažādām ekosistēmām;

γ -daudzveidība: daudzveidība ainavas mērogā, reģionā.

Datu apstrāde

Parauglaukuma sugu procentuālais segums noteikts pēc Brauna-Blankē metodes (Braun-Blanquet, 1964), kuros uzskaitītas visas kokaugu, lakstaugu un sūnu un ķērpju stāva sugas. Lakstaugu stāva un sūnu, ķērpju stāva sugu analīzei izmantots Šenona-Vīnera (*Shannon-Wiener*) daudzveidības indekss, kas raksturo sugu daudzveidību, respektīvi, jo lielāka indeksa vērtība, jo noteiktā parauglaukumā augstāka sugu daudzveidība.

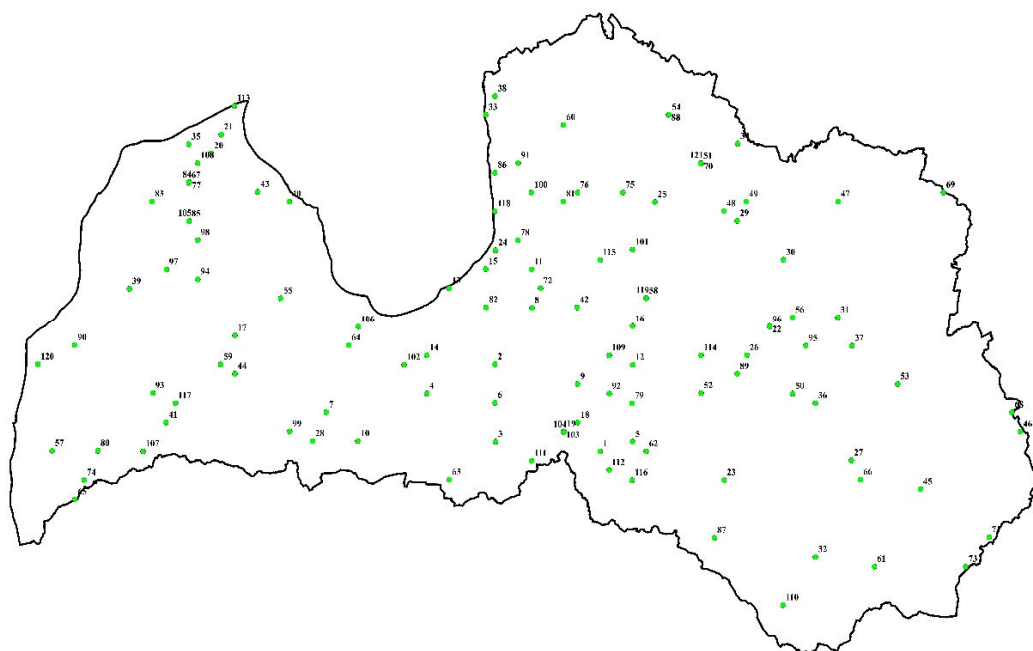
Lai pārbaudītu, vai kopējais parauglaukumā esošo augu sugu skaits un Šenona-Vīnera daudzveidības indekss starp mež tipiēm atšķiras, veikts Vilksona tests neatkarīgam paraugkopām.

Katram parauglaukumam atbilstoši tajā sastopamo augu sugu sastāvam aprēķināta svērtā vidējā indikatorvērtība pieciem ekoloģiskajiem kritērijiem: gaisma, temperatūra, mitrums, reakcija (pH), barības vielas. Katrai vaskulāro augu sugai izmantota ekoloģiskā indikatorvērtība pēc Tichý et al. (2023) norādītajām vērtībām, kur katram no kritērijiem tiek piešķirta vērtība skalā no 1 līdz 12 atbilstoši konkrētās augu sugas ekoloģiskajām prasībām. DCA ordinācija veikta, lai salīdzinātu veģetācijas sugu sastāva atšķirības. Šenona-Vīnera daudzveidības indeksa aprēķins un Vilksona tests veikti programmā R v. 4.2.2. (R Core Team, 2022) un galveno komponentu analīze veikta, izmantojot programmu PC-ORD7 (McCune & Mefford, 2011).

Vaskulāro augu klasifikācija aprakstīta atbilstoši Englera sistēmai (sēklaugi), bet paparžaugiem – pēc Bobrova klasifikācijas (Gavrilova & Šulcs, 1999). Izmantota lapu un aknu sūnu un ķērpju nomenklatūra saskaņā ar Latvijas ķērpju un sūnu taksonu sarakstu (Āboliņa et al., 2015).

1.1.3. Rezultāti

2024. gadā meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā apsekots 121 statistiskās inventarizācijas parauglaukums, no tiem 21 pārmērīts atkārtoti, bet 100 parauglaukumi apsekoti pirmo reizi, papildinot jau esošos 483 parauglaukums (1.1. attēls, 1. pielikums).



1.1. attēls. Nacionālā meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā piecu gadu laikā apsektoto parauglaukumu izvietojums Latvijas teritorijā.

2024. gadā meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa iekļauji gandrīz visi meža tipi, arī ļoti reti izplatīto meža tipu – grīni, kas Latvijā aizņem tikai 0,025% no meža zemēm (MSI, 2023) (1.2. tabula). Salīdzinot apsektotos parauglaukumus (sausieņi – 40%, slapjaini – 11%, purvaini – 13%, āreņi – 18% un kūdreņi – 18%) Jāatzīst, ka ir proporciju attiecības disbalanss apsektajos meža tipos, un daži tipi tikai apsekti vienā gadījumā – grīnis, slapjais mētrājs un viršu ārenis.

1.2. tabula. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā 2024. gadā ierīkoto parauglaukumu sadalījums pa meža tiptiem

Sausieņi 40%						Slapjaini 11%					Purvaini 13%			Āreņi 18%				Kūdreņi 18%			
Sl	Mr	Ln	Dm	Vr	Gr	Gs	Mrs	Dm	Vrs	Grs	Pv	Nd	Db	Av	Am	As	Ap	Kv	Km	Ks	Kp
3	3	10	19	11	3	1	1	5	4	2	4	5	6	1	5	9	7	3	3	7	9

Sugu daudzveidība veģetācijas uzskaites parauglaukumos

Pamatojoties uz izvēlēto bioloģiskās daudzveidības monitoringa metodiku 2024. gadā apsektajos parauglaukumos koku stāvā (E₃) uzskaitīti 19 koku sugu taksoni, krūmu stāvā (E₂) – 36 sugu taksoni, lakstaugu stāvā (E₁) – 382 sugu taksoni, bet 91 sugu taksons noteikts sūnu un ķērpju stāvā (E₀).

Vislielākais sugu skaits monitoringa ietvaros noteikts “102.PL”, “90.PL” un “88.PL” parauglaukumos, attiecīgi 102, 90 un 88 sugu taksoni. Savukārt vidēji lielākais konstatēto lakstaugu un sūnu taksonu skaits novērojams slapjajos meža tipos, gan arī platlapju susinātajās mežaudzēs, apstiprinot, ka audzēs, kurās sastopamas mistrotas audzes jeb dažādas koku sugas, palielinātas resursu daudzveidības dēļ ir raksturīga arī lielāka zemsedzes heterogenitāte un sugām bagātāka flora, nekā tā ir vienas koku sugas audzēs (Hill, 1992, citēts pēc Barbier et al.,

2008). Viszemākais sugu skaits ir novērojams mazauglīgajos jeb oligotrofajos meža tipos – silā, mētrājā, slapjajā mētrājā kā arī viršu ārenī un kūdrenī. Piemēram, “107.PL” un “50.PL”, “16.PL” parauglaukumos, attiecīgi, lānā un silā uzskaitīti tikai 14, 15 un 16 sugu taksoni.

Parauglaukumos, kur 2024. gadā novērots lielākais sugu skaits, divus vai trīs gadus pirms apsekojuma, notikusi vienlaidus atjaunošanas cirte vai arī parauglaukums robežojas pie audzes, kur nesen veikta atjaunošanas cirte. Pierādot, ka gan dabiskie traucējumi, gan arī cilvēka radītie traucējumi, piemēram, vienlaidus atjaunošanas cirte, krājas kopšanas cirte vai meža ceļš, skaitliski palielina sugu skaitu jeb sugu bagātību noteiktajam meža tipam saistībā ar neraksturīgajām sugām, galvenokārt pioniersugu īpatsvaru, nereti samazinot konkrētam meža tipam raksturīgo sugu skaitu. Pētījumā Lietuvā par veģetācijas atjaunošanās dažādos laika posmos pēc vienlaidus atjaunošanas cirtes, noskaidrots, ka pirmajos 10 gados pēc mežsaimnieciskās darbības sugu skaits strauji pieaug, un tad pakāpeniski samazinās (Gustienė et al., 2022).

No visiem 2024. gadā apsekotajiem parauglaukumiem, visbiežāk konstatētās lakstaugu stāvā ir *Picea abies*, *Quercus robur*, *Dryopteris carthusiana* (60% parauglaukumos) un *Vaccinium myrtillus* (58%). Visbiežāk konstatētās sūnas – *Pleurozium schreberi* un *Hylocomium splendens* (sastopamas 72% un 71% parauglaukumu). Jāpiemin, ka šīs sugas, visticamāk, būtu arī visbiežāk sastopamās sugas arī tad, ja tiktu apsekoti parauglaukumi atbilstoši proporcionālajam meža tipu sadalījumam valstī. Trešdaļa no parauglaukumos uzskaitītajām sugām konstatēta tikai vienu reizi (137 sugu taksoni) (2. pielikums).

Metodikā, izvēloties apsekojamos parauglaukumus, definēts, ka parauglaukumu atlasē neiekļauj mežaudzes, kas ir jaunākas par 15 gadiem, pieņemot, ka daļā no apsekotajiem parauglaukumiem šajā vai iepriekšējos gados notikusi vienlaidus atjaunošanas cirte. No apsekotajiem 121 parauglaukumiem 13 parauglaukumos pēdējos gados veikta vienlaidus atjaunošanas cirte. Datu ievākšana tajā pašā gadā vai dažus gadus vēlāk pēc mežizstrādes nodrošina sugu sastāvu un proporciju īsi pēc mežizstrādes, kas nākamajos bioloģiskās daudzveidības uzskaites cikla posmos varēs novērot sugu attīstības dinamiku noteiktā laika posmā, kā arī ilgtermiņa monitoringa rezultātā noteikt laika intervālu, kas nepieciešams, lai konkrētajā meža tipā izveidotos stabila, konkrētam meža tipam raksturīga augu sabiedrība.

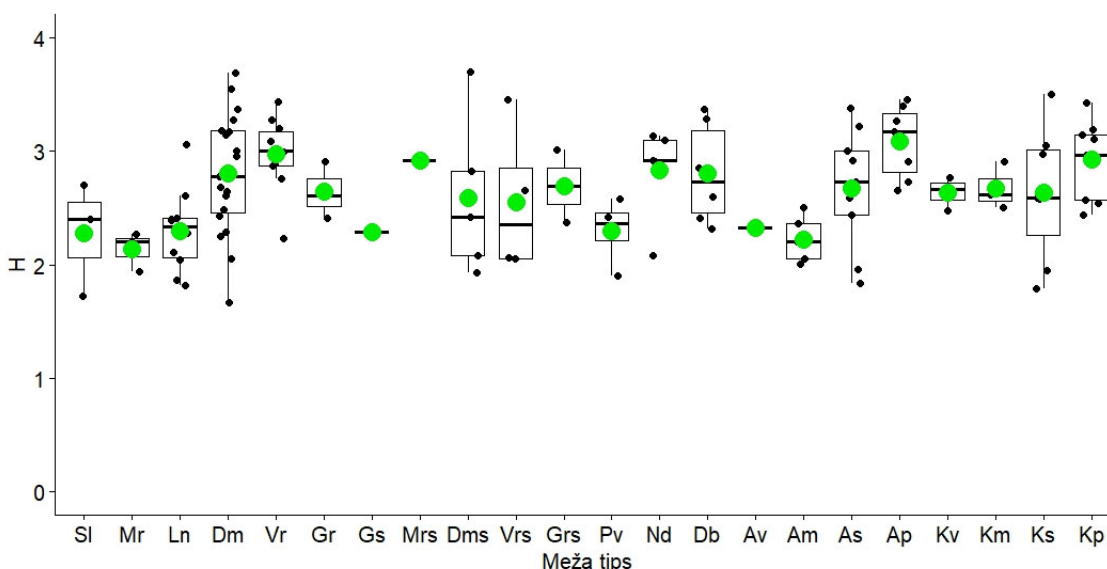
Apsekotajos monitoringa parauglaukumos konstatētas gan aizsargājamās sūnu, lakstaugu un krūmu sugas – *Leucobryum glaucum*, *Circaea lutetiana*, *Euonymus verrucosa*, *Dactylorhiza* sp., *Platanthera* sp. u.c. Kā arī 95 parauglaukumos uzskaitītas invazīvās sugas – *Amelanchier spicata*, *Impatiens glandulifera*, *Heraceum sosnowskyi*, *Impatiens parviflora*, *Sambucus racemosa*, *Solidago canadensis*, *Parthenocissus quinquefolia* u.c (2. pielikums). Visbiežāk sastopamā invazīvā suga ir *Impatiens parviflora* (suga konstatēta katrā sestajā laukumā, kas apsekots 2024. gadā).

Šenona-Vīnera indekss

Sugu daudzveidības raksturošanai kā viens no parametriem izvēlēts Šenona-Vīnera daudzveidības indekss. Daudzveidības indekss (H') novērtē bioloģisko daudzveidību, ņemot vērā ne tikai sugu skaitu (sugu bagātību), bet arī vienmērīgu sugu sadalījumu parauglaukumā (Lande, 1996). 2024. gada apsekotajiem parauglaukumiem daudzveidības indeksa vērtības variē no 1,67 līdz 3,69. Augstākās Šenona-Vīnera indeksa vērtības vērojamas auglīgākajos slapjajos meža tipa parauglaukumos (slapjajā damaksnī), vienlaidus atjaunošanas cirtēs damaksnī un platlapju susinātajās mežaudzēs (platlapju ārenī un platlapju kūdrenī) “120.PL” (3,69), “117.PL” (3,69), “44.PL” (3,544), bet zemākās indeksa vērtības novērotas parauglaukumos, kur nabadzīgi augšanas apstākļi – silā “67.PL” (1,72), damaksnī “104.PL” (1,67) (1.2. attēls). Dažādos pētījumos pierādīts, ka sugu daudzveidība palielinās, pieaugot

ūdēns pieejamībai (Pausas & Austin, 2001). Gaisa un augsnes mitrums ir faktori, kas var būtiski ietekmēt augu sugu segumu (Leuschner & Lenzion, 2009).

Aplūkojot parauglaukumu daudzveidības indeksu vērtību izkliedes amplitūdu viena meža tipa ietvaros, novērojamas krasi atšķirīgas vērtības viena tipa ietvaros, arī tajos meža tipos, kur ir mazs parauglaukumu skaits (1.2. attēls). Piemēram, visaugstākās vērtības (2,66–3,45) novērojamas parauglaukumos, kas izvietoti platlapju āreņos, bet viszemākās – parauglaukumos, kas izvietoti mētru ārenī (2,01–2,50). Zemās vērtības varētu izskaidrot, ka 2024. gada vasarā divos no pieciem parauglaukumiem veikta vienlaidus atjaunošanas cirte. Visaugstākās Šenona-Vīnera daudzveidības indeksa vērtības visbiežāk novērojamas vidēji mitrās, bāziskās augsnēs ar pH 7–9 vai mitrās augsnēs ar pH 4–6, savukārt vismazākās šī daudzveidības indeksa vērtības novērojamas vietās ar ierobežotu mitruma daudzumu augsnē (Gao et al., 2014), kas Latvijas apstākļiem būtu definējams kā sils un mētrājs, lāns. Savstarpēji salīdzinot, vai pastāv atšķirības starp dažādiem meža tipiem, secināts, ka būtiskas atšķirības pastāv starp lāna un platlapju āreņa daudzveidības indeksu vērtībām ($p = 0,0007$), lānu un platlapju kūdreni ($p = 0,001$), vēri un mētru āreni ($p = 0,003$) kā arī starp mētru āreņa un platlapju āreņa ($p = 0,003$) Šenona-Vīnera indeksa vērtībām.



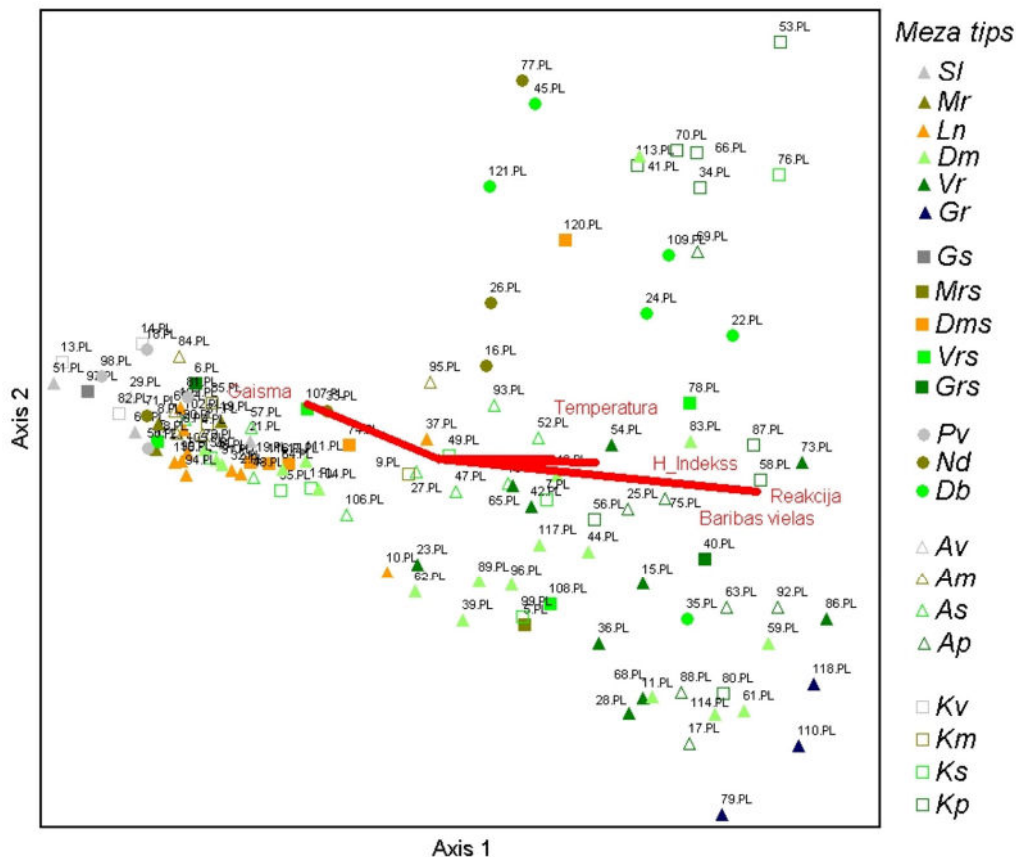
1.2. attēls. Šenona-Vīnera parauglaukumu daudzveidības indeksa vērtības dažādos meža tipos (zaļie punkti apzīmē vidējo vērtību katrā meža tipā, melnie punkti – parauglaukumu/indeksu vērtības).

Pastāv būtiska pozitīva saistība starp vaskulāro augu daudzveidību un augsnes pH vērtībām vidēji mitrās līdz mitrās augsnēs (Pärtel et al., 2004). Zemāka sugu daudzveidība skābās un sausās augsnēs varētu būt izskaidrojama ar samazinātu vielu sadalīšanās ātrumu un mazāku slāpekļa fiksācijas spēju, kas attiecīgi ietekmē augu spējas pielāgoties un izdzīvot šādās vietās (Slattery & Hollier, 2002; Hollier & Reid, 2005, citēts pēc Gao et al., 2014).

Detrendētā korespondentanalīze (DCA)

Veicot DCA ordināciju, apkopojot parauglaukumu datus, redzams, ka sugu sastāva līdzības/atšķirības starp apsekotajiem meža tipiem (1.3. attēls). Viena meža tipa parauglaukumu izvietojums reti veido vienu klāsteri. Redzams, ka vairumā gadījumu viena

meža tipa audzes negrupējas vienkopus. Kā izņēmumu varētu minēt oligotrofos meža tipus – silu, viršu kūdreni, viršu āreni un otru grupu – sauso eitrofo meža tipu – gāršu.



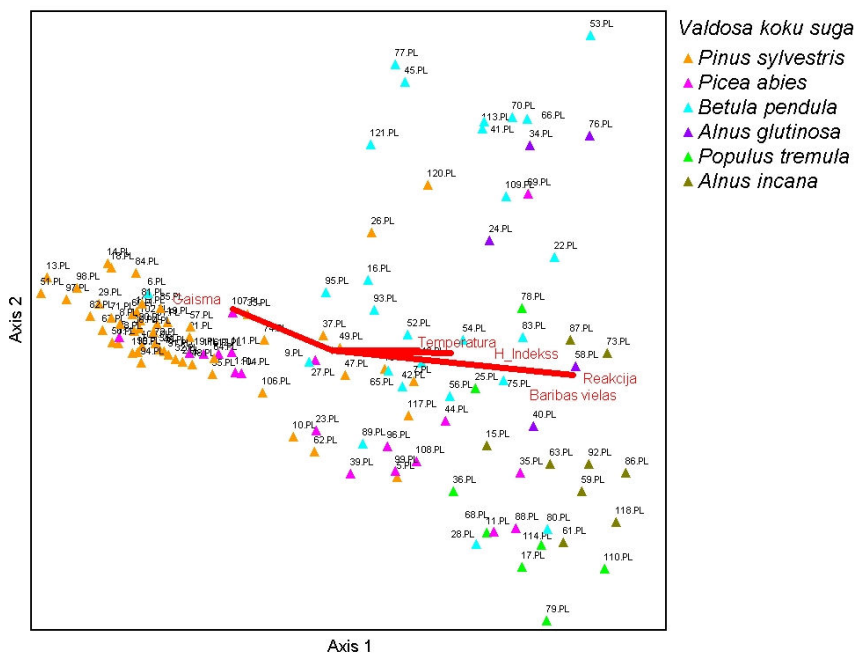
1.3. attēls. DCA ordinācija apsekotajiem meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumiem pēc meža tipiem.

DCA ordinācijā attēloti parauglaukumi, kuros dominē dažādas koku sugas, un parauglaukumu sugu sastāva saistība ar Ellenberga vērtību ekoloģiskajiem faktoriem. Parauglaukumu izvietojums ordinācijas telpā atspoguļo līdzīgus vides apstākļus, kurus raksturo dažādi ekoloģiskie gradienti.

Ellenberga vektori ordinācijā, piemēram, gaisma, temperatūra, augsnes reakcija (pH) un barības vielu pieejamība, norāda, kurā virzienā šis faktors pieaug, savukārt garums atspoguļo tā ietekmes līmeni. Parauglaukumi, kas atrodas tuvāk konkrētam vektoram, ir ciešāk pakļauti konkrētā faktora ietekmei, piemēram, parauglaukumi, kas atrodas tuvāk gaismas vektoram, atrodas atklātākās, saulainākās vietās – priežu mežos vai izcirtumos ar tam raksturīgo sugu sastāvu, piemēram, *Andromeda polifolia*, *Trollius europaeus*, *Potentilla argentea*, *Carex dioca* utt. Parauglaukumos, kas atrodas pretējā virzienā no šī gaismas vektora tālāk, galvenokārt sastopamas tās sugas, kas aug noēnotās audzēs – *Neottia nidus-avis*, *Actaea spicata* un citas sugas. Parauglaukumos, kur valdoša suga ir priede, dominē gaismprasīgas sugas, aug sausās, skābās un skrajās vietās. Gustienē et al. (2022) min, ka no visiem abiotiskajiem faktoriem intensīva mežsaimniecība, tostarp vienlaidus atjaunošanas cirte, tieši ietekmē gaismas un augsnes barības vielu pieejamību, faktori, kas ir ļoti nozīmīgi konkrētām augu sabiedrību sastāvam. Pētījuma rezultātos tika konstatēts, ka gaisma bija būtisks faktors lakstaugiem un sīkrūmiem. Tāpēc augstākās Ellenberga indikatora vērtības gaismas faktoram tika iegūtas tajos parauglaukumos, kur mežaudze atradās agrīnās attīstības stadijās, bet,

palielinoties mežaudzes vecumam – samazinās. Savukārt parauglaukumos, kur valdošā suga ir egle, biežāk sastopamas sugas, kas aug mitrākās un apēnotainākās vietās (*Oxalis acetosella*, *Asarum europaeum*). Parauglaukumos, kur valdošā suga ir bērzi un alkšņi – sugu sastāvs saistīts ar tām sugām, kas aug auglīgākās, bet mitrākās augsnēs (*Sparganium emersum*, *Thypha* sp.) ar augstāku jeb bāziskāku pH līmeni.

Izteikta klāsteru neveidošana ordinācijā starp identiskiem meža tipiem, varētu būt skaidrojams gan ar to, ka daļā no parauglaukumiem pirms kāda laika notikusi saimnieciskā darbība, proti, kopšanas, sanitārās cirtes vai vienlaidus atjaunošanas cirte, gan otrs iemesls – vienam meža tipam nereti valdaudzi veido dažādas koku sugas, kas nereti ietekmē krūmu, lakstaugu un sūnu stāva sugu sastāvu (1.3. un 1.4. attēls).



1.4. attēls. DCA ordinācija apsekotajiem meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumiem pēc valdaudzes koku sugas.

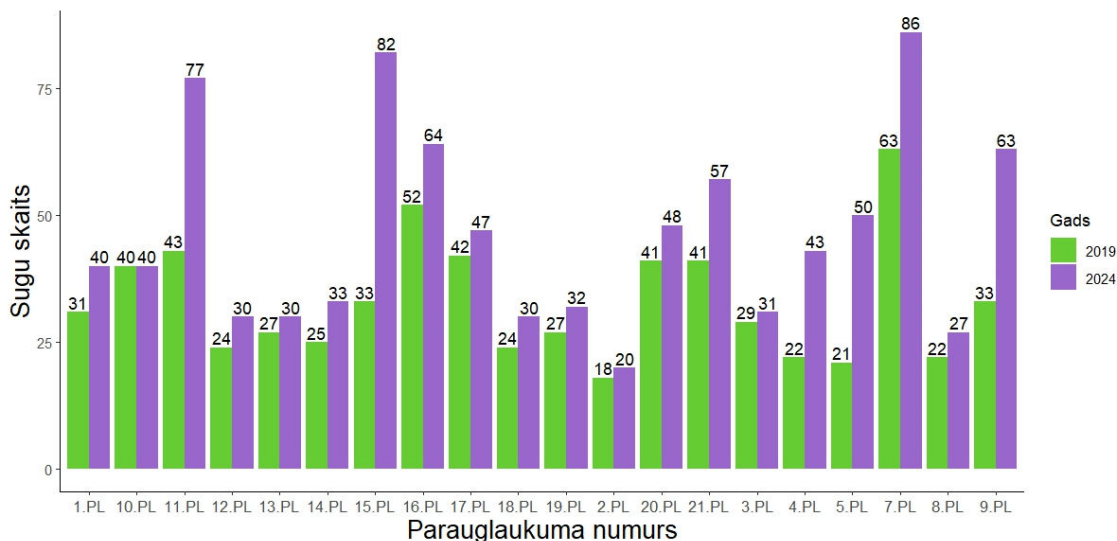
Barbier et al. (2008) pētījumā pierāda, ka koku stāva sugu sastāvs un struktūra ietekmē zemsedzes augus, mainot resursu pieejamību, piemēram, gaismai, ūdenim un augsnē esošajām barības vielām. Nozīmīgs, piemēram, ir koku vainaga segums, tas ir, palielinoties vainaga segumam, samazinās zemsedzes vaskulāro augu daudzveidība (Smith et al., 2008). Mežam raksturīgo vaskulāro augu sugu daudzveidība ir augstāka mežos ar lielāku kokaugu vecumu (Dumortier et al., 2002; Smith et al., 2008). Jāpiemin, ka koku sugu sastāvam var būt netieša ietekme uz augsnes mikrobiālajām īpašībām, jo koku sugu sastāvs ietekmē uz zemes nonākošo nobiru īpašības, kas tādejādi ietekmē augsnes auglību un dažādas augsnes fizioloģiskās īpašības (Gillespie et al., 2021).

Izmaiņas, salīdzinot ar 2019. gadu

No 2019. gada monitoringa parauglaukumiem atkārtoti apsekot 21 parauglaukums, vidēji novērtēts lielāks sugu skaits, salīdzinot ar pirmā uzmērījuma datiem.

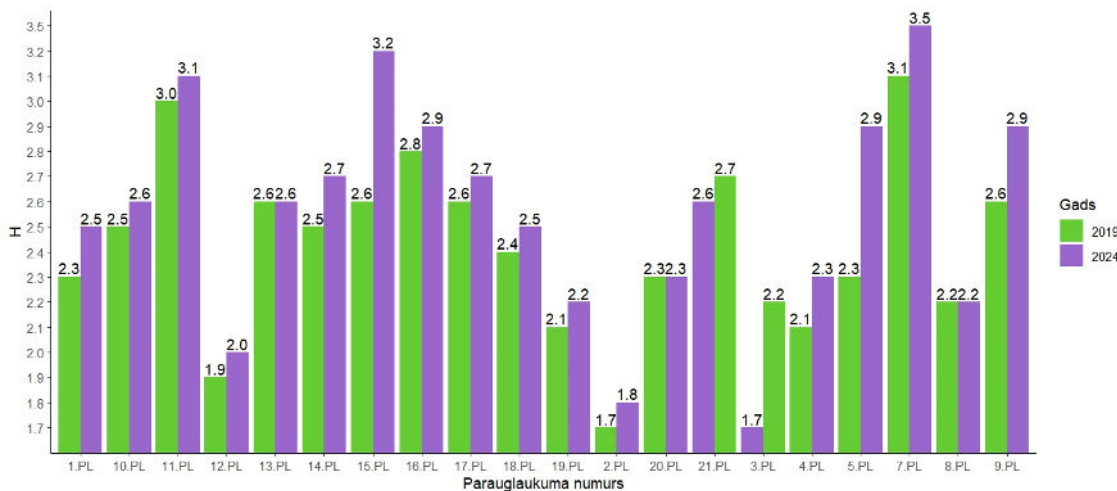
Vislielākais sugu skaita pieaugums novērots ietekmētajos laukumos “15.PL” un “11.PL”, jeb parauglaukumos, kas atradās mežaudzē, kur veikta vienlaidus atjaunošanās cirte gadu vai divus gadus pēc pirmā apsekojuma. Piemēram, audzē, kur pirms kāda laika veikta

kopšanas cirte un daļa no parauglaukuma kokiem ir nokaltuši, kā “7.PL”, kur lielāko projektīvo segumu veido *Oxalis acetosella*, *Cirsium oleraceum* un graudzāles. Šādos parauglaukumos – dabiski vai saimnieciski traucējumu ietekmētajās audzēs, nereti sugu sastāvā novērotas pļavu sugas, kas ieviešas pēc traucējumiem – *Achillea millefolium*, *Chamaenerion angustifolium*, *Plantago major* u.c., vai arī sugas, kas strauji var veidot monidominantu segumu ar lielu procentuālo vērtību – *Juncus* sp., *Rubus* sp. un dažādas graudzāles.



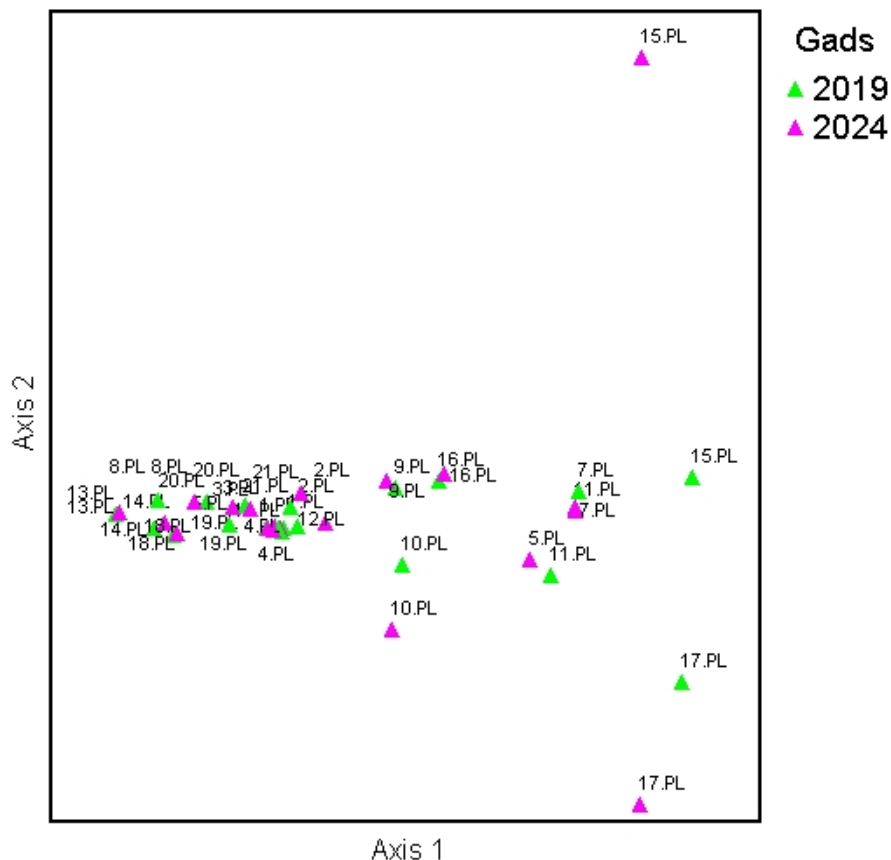
1.5. attēls sugu skaits 2019. gada un 2024. gada atkārtoti apsektajos parauglaukumos.

Aplūkojot parauglaukumu Šenona-Vīnera daudzveidības indeksu vērtības starp gadiem un salīdzina ar sugu skaita izmaiņām, nav vērojamas lielas izmaiņas norādot, ka sugām, kas 2024. gadā parauglaukumā konstatētas pirmo reizi, segums vērtības ir zemas (1.6. attēls).



1.6. attēls. Šenona-Vīnera daudzveidības indeksa vērtības 2019. gada un 2024. gada atkārtoti apsektajos parauglaukumos.

Veicot DCA ordināciju, apkopojot parauglaukumu datus ar atkārtoti pārmērītajiem parauglaukumiem, redzams, ka sugu sastāva līdzības/atšķirības starp gadiem nav izteiktas (1.7. attēls). Lielākās sugu sastāva atšķirības novērojamas laukumos, kuros veiktas mežsaimnieciskās darbības – vienlaidus atjaunošanas cirte (“15.PL” un “11.PL”).



1.7. attēls. DCA ordinācija apsekotajiem meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumiem pēc valdaudzes koku sugas.

Secinājumi

Veicot bioloģiskās daudzveidības monitoringa veģetācijas uzskaiti, noteikts, ka 14 no 121 parauglaukumiem pēdējo piecu gadu laikā notikusi vienlaidus atjaunošanas cirte. Datu ievākšana parauglaukumos gan tajā pašā gadā, gan vairākus gadus pēc mežistrādes nodrošina iespēju novērot sugu attīstības dinamiku katrā konkrētā meža tipā noteiktā laika posmā. Tas dotu iespēju noteikt sugu sastāva daudzveidības izmaiņas nākamajos uzskaites ciklos, kā arī precizēt laika intervālu, kas nepieciešams stabilas un konkrētajam meža tipam raksturīgas augu sabiedrības izveidei.

Parauglaukumos, kas 2024. gadā apsekti atkārtoti un, kur piecu gadu laikā nebija veikta saimnieciskā darbība, netika novērotas būtiskas izmaiņas sugu sastāvā un segumā, salīdzinot ar 2019. gadu. Sugu sastāva izmaiņas notikušas tajos parauglaukumos, kur veikta mežsaimnieciskā darbība – palielinājies neraksturīgo meža sugu īpatsvars.

1.2. Epifītu un epiksīlu novērtējums meža resursu monitoringa parauglaukumos

1.2.1. Pamatojums

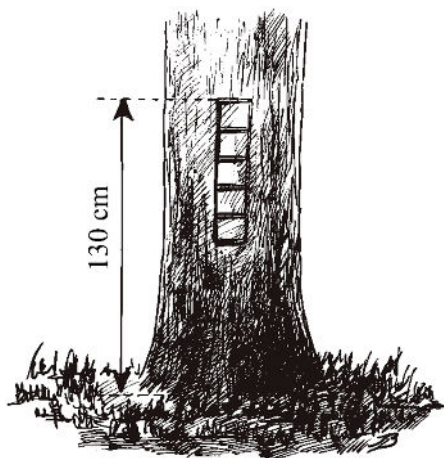
Epifītiskie ķērpji un briofīti dabiskos boreālajos un mērenajos mežos veido lielu daļu no tur sastopamās bioloģiskās daudzveidības (Söderström, 1988; Lesica et al., 1991). Meža

struktūra un meža ekosistēmā notiekošie procesi tiešā vai netiešā veidā ietekmē ķērpju un sūnu sugu izplatīšanos un saglabāšanos (Pharo & Zartman, 2007; Hauck et al., 2013), tāpēc šie organismi ir labi meža kontinuitātes un apsaimniekošanas indikatori (Humphrey, 2005), kā arī ir labs indikators ar veciem mežiem saistīto sugu stāvoklim (Ferris & Humphrey, 1999; Johansson, 2008). Dažādu izmaiņu novērtēšanai ir svarīgi veikt ilglaicīgu šo sugu grupu monitoringu (Frego, 2007; Frati & Brunialti, 2023).

Uz kokiem sastopamo sūnu un ķērpju sugu sastāva novērtēšanai svarīgi skatīt ne tikai dzīvus kokus, bet arī kritalas, jo atmirušai koksnei var būt būtiska loma vairāku retu un apdraudētu taksonu sastopamībā (Gustafsson & Hallingbäck, 1988; Kruijs et al., 1999). Turklāt tiek uzskatīts, ka kritalas ir piemērots dzīvošanas substrāts lielākam skaitam organismu sugu nekā vairums citi substrāti, kas sastopami mežos (Crites & Dale, 1998; Cole et al., 2008).

1.2.2. Materiāls un metodika

Epifītisko un epiksīlo sūnu un ķērpju sugu daudzveidības novērtēšanai izmantoti nacionālā meža monitoringa parauglaukumi. Katrā parauglaukumā epifītiskās sūnas un ķērpji novērtēti četriem dzīviem kokiem, kuru caurmērs bija vismaz 10 cm. Primāri epifītu novērtēšanai izvēlēti tādi dažādu sugu pirmā un otrā stāva koki, kuriem bija vislielākais caurmērs. Ja parauglaukumā bija mazāk nekā četras dažādas koku sugas, izvēlēti vairāki koki no dominējošajām koku sugām. Uz katra izvēlēta koka sūnas un ķērpji novērtēti mazākos parauglaukumos, nodalot debespuses. Kokiem, kuru caurmērs bija lielāks nekā 20 cm, epifīti novērtēti koka ziemeļu (Z), rietumu (R), dienvidu (D) un austrumu pusē (A), savukārt, ja koka caurmērs bija ≤ 20 cm, novērtēta tikai koka Z un D puse. Katrā no šīm debespusēm epifīti uzskaitīti piecos 10×10 cm lielos parauglaukumos, kas izvietoti vertikāli uz koka, sākot no 1,3 m augstuma virzienā uz leju (1.8. attēls). Kopumā dzīviem kokiem, kuru caurmērs bija vismaz 20 cm, epifītu novērtēšana veikta 20 mazajos parauglaukumos, savukārt, ja koka caurmērs bija ≤ 20 cm, vērtējums veikts attiecīgi 10 parauglaukumos. Katrā mazajā parauglaukumā uzskaitītas tur sastopamās sūnu un ķērpju sugas un novērtēts to projektīvais segums.



1.8. attēls. Epifītu novērtēšanai izmantoto parauglaukumu shematiskais attēlojums (I. Barones zīmējums).

Uz kritālām augošo sūnu un ķērpju sugu bagātības novērtēšanai izmantotas veģetācijas uzskaitēi novilktais transektes. Noteikts sūnu un ķērpju sugu sastāvs uz visām veģetācijas transekti šķērsojošām kritālām, kuru caurmērs ≥ 20 cm.

Vairums epifītisko un epiksīlo sugu noteiktais dabā. Daļai sugu ievākti paraugi, kuri vēlāk tika noteikti laboratorijas apstākļos. Sūnu un ķērpju nomenklatūra izmantota saskaņā ar Latvijas ķērpju un sūnu taksonu sarakstu (Āboliņa et al., 2015). Indikatorsugu kategorijā iekļautas dabisko meža biotopu indikatorsugas un specifiskās sugas (Auniņš, 2013). Turpmāk darbā gan indikatorsugas, gan specifiskās sugas apvienotas zem termina “indikatorsugas”.

Datu analīzes metodes

Aprēķināta katras parauglaukumā konstatētās epifītiskās sūnu un ķērpju sugas sastopamība (% no visiem apsekotajiem parauglaukumiem, kuros vērtēti epifīti) un epiksīlo sugu sastopamība (% no parauglaukumiem, kuros apsekota vismaz viena kritāla). Lai salīdzinātu epifītu sugu sastāvu starp dažādām koku sugām, veikta detrendētā korespondences analīze (DCA). Katrai epiksīlajai sugai aprēķināts, uz cik procentiem apsekoto kritālu konkrētā suga bijusi sastopama. Lai noteiktu, vai pastāv statistiski būtiskas atšķirības uz kritālas esošo epiksīlo sugu skaitā atkarībā no kritālas sadalīšanās pakāpes, veikts Vilkoksona tests neatkarīgām paraugkopām. Salīdzinot epifītu sugu izmaiņas starp 2019. un 2024. gadā iegūtajiem datiem, veikts Vilkoksona tests atkarīgām paraugkopām, lai novērtētu, kurām epifītu sugām ir vērojamas būtiskas seguma izmaiņas. Visos gadījumos statistiskā būtiskuma novērtēšanai izvēlēts būtiskuma līmenis 0,05. Vilkoksona testi veikti programmā R v. 4.2.2. (R Core Team, 2022) un detrendētā korespondences analīze veikta, izmantojot programmu PC-ORD7 (McCune & Mefford, 2011).

1.2.3. Rezultāti

Substrātu daudzveidības raksturojums

Kopumā 2024. gadā epifītu novērtēšanai apsekoti 120 parauglaukumi, no kuriem epifītu novērtējums veikts 109 parauglaukumos, bet 11 parauglaukumi bija jaunaudzēs vai vienlaidus atjaunošanās cirtēs, kurās nebija neviena dzīva koka ar caurmēru vismaz 10 cm, tāpēc atbilstoši monitoringa metodikai epifīti šajos parauglaukumos netika novērtēti. Apsekotajos parauglaukumos epifīti kopumā uzskaitīti 425 dzīviem kokiem, pārstāvēti 16 koku sugas. No apsekotajām koku sugām visvairāk pārstāvētas bija *Pinus sylvestris*, *Picea abies* un *Betula pendula*, kam epifīti novērtēti attiecīgi uz 149, 94 un 93 kokiem (1.3. tabula). Savukārt tādas koku sugas kā *Padus avium*, *Corylus avellana* un *Carpinus betulus* pārstāvētas tikai ar vienu koku.

1.3. tabula. Apsekoto dzīvo koku skaita sadalījums pa koku sugām

Koka suga	Koku skaits	Koka suga	Koku skaits
<i>Pinus sylvestris</i>	149	<i>Ulmus glabra</i>	5
<i>Picea abies</i>	94	<i>Fraxinus excelsior</i>	5
<i>Betula pendula</i>	93	<i>Salix caprea</i>	3
<i>Alnus glutinosa</i>	22	<i>Tilia cordata</i>	2
<i>Alnus incana</i>	18	<i>Sorbus aucuparia</i>	2
<i>Populus tremula</i>	14	<i>Padus avium</i>	1
<i>Quercus robur</i>	8	<i>Corylus avellana</i>	1
<i>Acer platanoides</i>	7	<i>Carpinus betulus</i>	1

Epifītu daudzveidība

Uz apsekotajiem kokiem kopumā konstatēti 101 epifītiskie taksoni, no kuriem 27 bija sūnu un 74 ķērpju taksoni. No sūnu sugām visbiežāk sastopamās bija *Hypnum cupressiforme* (55% parauglaukumu), *Radula complanata* (48% parauglaukumu) un *Dicranum montanum* (44% parauglaukumu) (atsauce uz sastopamības tabulu). Savukārt no ķērpjiem visbiežāk

sastopamie taksoni bija *Lepraria* spp. (99% parauglūkumu), *Hypogymnia physodes* (73% parauglūkumu), *Cladonia* spp. (72% parauglūkumu) (atsauce uz ķērpju sastopamības tabulu). Kopumā 20 ķērpju un 7 sūnu taksoni konstatēti tikai vienā no parauglūkiem, piemēram, *Neckera pennata*, *Leucodon scioroides*, *Arthonia leucopellaea* un *Tuckermannopsis chlorophylla*. Apsektajos objektos konstatētas 11 dabisko mežu biotopu indikatorsugas. No tām astoņas bija ķērpju un trīs sūnu sugas. Visbiežāk sastopamās indikatorsugas bija *Graphis scripta* un *Arthonia spadicea*, kas konstatētas attiecīgi 20 un 18% no vērtētajiem parauglūkiem. Savukārt tādas indikatorsugas kā *Neckera pennata*, *Lejeunea cavifolia*, *Arthonia cinnabarina*, *Arthonia leucopellaea* un *Thelotrema lepadinum* konstatētas tikai 1% parauglūkumu.

1.4. tabula. Epifītisko sūnu sugu saraksts un to sastopamība apsektajos parauglūkos (n = 109)

Sūnu suga	Sastopamība (%)	Sūnu suga	Sastopamība (%)
<i>Amblystegium serpens</i>	3	<i>Lewinskya speciosa</i>	8
<i>Brachythecium salebrosum</i>	2	<i>Lophocolea heterophylla</i>	11
<i>Brachythecium</i> sp.	4	<i>Metzgeria furcata</i> *	2
<i>Dicranum montanum</i>	41	<i>Neckera pennata</i> *	1
<i>Dicranum polysetum</i>	1	<i>Plagiothecium laetum</i>	4
<i>Dicranum scoparium</i>	24	<i>Pleurozium schreberi</i>	3
<i>Eurhynchium angustirete</i>	6	<i>Ptilidium ciliare</i>	1
<i>Frullania dilatata</i>	7	<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	26
<i>Hypnum cupressiforme</i>	50	<i>Pylaisia polyantha</i>	13
<i>Jamesoniella autumnalis</i>	1	<i>Radula complanata</i>	44
<i>Lejeunea cavifolia</i> *	1	<i>Thuidium tamariscini</i>	2
<i>Leucodon scioroides</i>	1	<i>Ulota intermedia</i>	1
<i>Lewinskya affinis</i>	2	<i>Ulota</i> sp.	7
<i>Lewinskya</i> sp.	17		

Apzīmējumi: * DMB indikatorsuga.

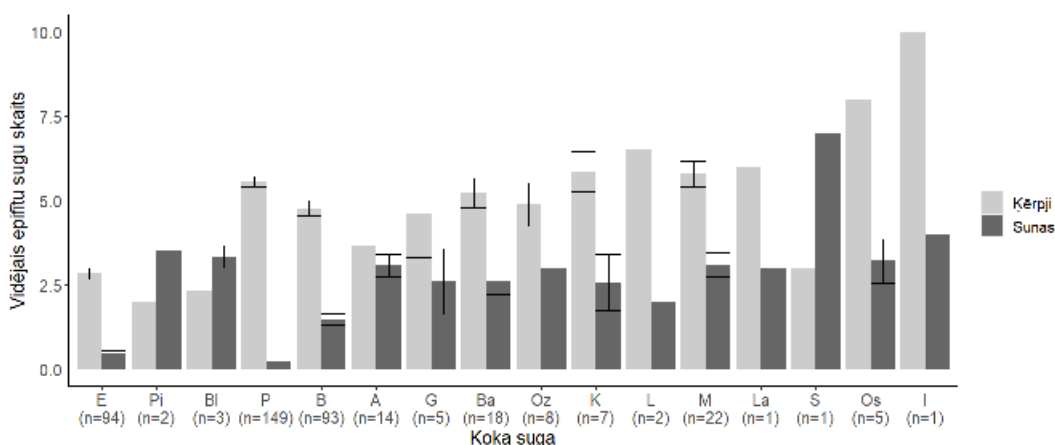
1.5. tabula. Epifītisko ķērpju sugu saraksts un to sastopamība apsektajos parauglūkos (n = 109)

Ķērpju suga	Sastopamība (%)	Ķērpju suga	Sastopamība (%)
<i>Acrocordia gemmata</i> *	3	<i>Lecanora</i> sp.	35
<i>Arthonia byssacea</i> *	5	<i>Lecanora symmicta</i>	6
<i>Arthonia cinnabarina</i> *	1	<i>Lecidea</i> sp.	4
<i>Arthonia leucopellaea</i> *	1	<i>Lecidea turgidula</i>	8
<i>Arthonia radiata</i>	2	<i>Lecidella elaeochroma</i>	13
<i>Arthonia</i> sp.	14	<i>Lecidella</i> sp.	16
<i>Arthonia spadicea</i> *	18	<i>Lepraria</i> spp.	99
<i>Bacidia rubella</i>	1	<i>Leptoharpis epidermis</i>	3
<i>Bacidia</i> sp.	4	<i>Melanelixia glabratula</i>	6
<i>Bryoria</i> sp.	2	<i>Melanohalea</i> sp.	11
<i>Buellia griseovirens</i>	53	<i>Micarea denigrata</i>	1
<i>Calicium glaucellum</i>	3	<i>Micarea prasina</i>	3
<i>Candelariella xanthostigma</i>	1	<i>Micarea</i> sp.	42
<i>Chaenotheca bruneola</i>	1	<i>Opegrapha rufescens</i>	3
<i>Chaenotheca chrysocephala</i>	8	<i>Opegrapha</i> sp.	6
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	20	<i>Parmelia saxatilis</i>	1

<i>Chaenotheca</i> sp.	2	<i>Parmelia sulcata</i>	28
<i>Cladonia coniocraea</i>	59	<i>Parmeliopsis ambigua</i>	40
<i>Cladonia digitata</i>	5	<i>Parmeliopsis hyperopta</i>	21
<i>Cladonia fimbriata</i>	8	<i>Pertusaria albescens</i>	2
<i>Cladonia macilenta</i>	3	<i>Pertusaria amara</i>	4
<i>Cladonia</i> spp.	72	<i>Pertusaria</i> sp.	9
<i>Dimerella lutea</i>	1	<i>Phlyctis argena</i>	49
<i>Dimerella pineti</i>	20	<i>Physcia tenella</i>	6
<i>Evernia prunastri</i>	9	<i>Physconia distorta</i>	1
<i>Graphis scripta</i> *	20	<i>Physconia</i> sp.	1
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	11	<i>Platismatia glauca</i>	21
<i>Hypogymnia physodes</i>	73	<i>Pseudoevernia furfuracea</i>	4
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	1	<i>Ramalina farinacea</i>	1
<i>Imshaugia aleurites</i>	1	<i>Ramalina</i> sp.	2
<i>Lecanactis abietina</i> *	4	<i>Sarea resina</i>	2
<i>Lecania croatica</i>	1	<i>Thelotrema lepadinum</i> *	1
<i>Lecanora argentea</i>	4	<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i>	5
<i>Lecanora carpinea</i>	1	<i>Usnea hirta</i>	1
<i>Lecanora chlorotera</i>	8	<i>Usnea</i> sp.	1
<i>Lecanora croatica</i>	1	<i>Vulpicida pinastri</i>	18
<i>Lecanora sambuci</i>	1	<i>Xanthoria parietina</i>	4

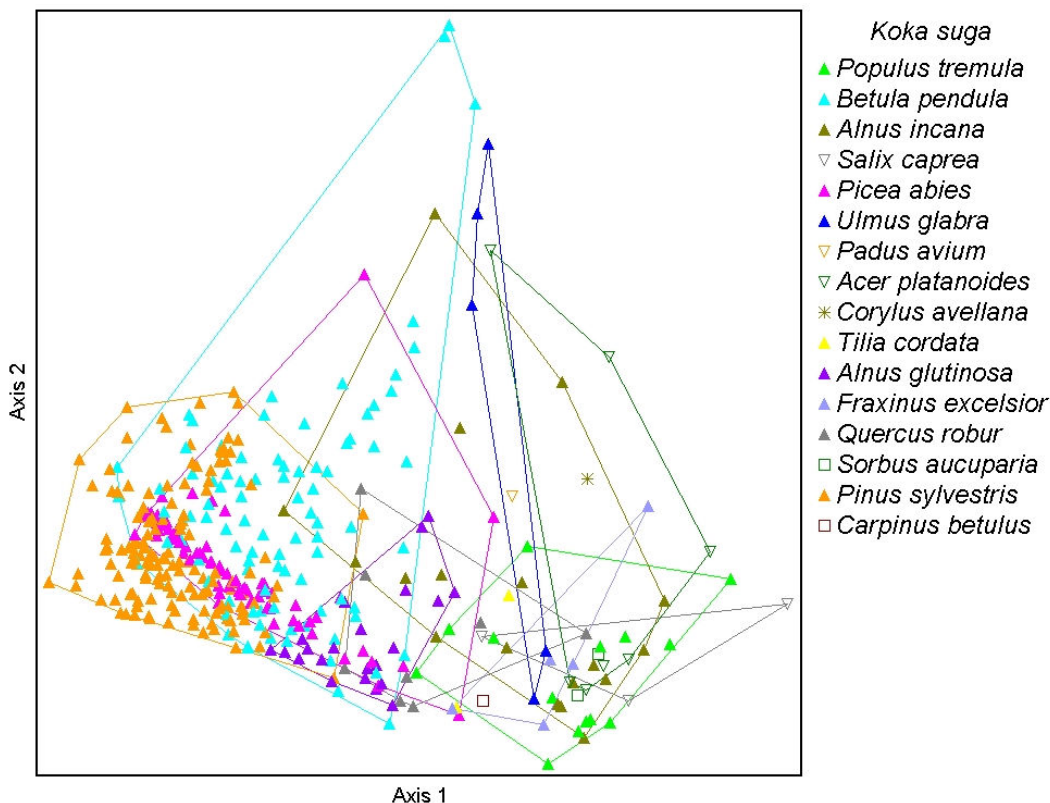
Apzīmējumi: * DMB indikatorsuga.

Vidēji vislielākā ķērpju sugu daudzveidība konstatēta uz tādām koku sugām kā *Padus avium* (10 sugas), *Fraxinus excelsior* (8 sugas) un *Tilia cordata* ($6,5 \pm 0,5$ sugas) (1.9. attēls). Savukārt vismazākais vidējais ķērpju sugu skaits bija uz *Sorbus aucuparia* (2 ± 1 sugas), *Salix caprea* ($2,3 \pm 1,9$ sugas) un *Picea abies* ($2,9 \pm 0,2$ sugas) (1.9. attēls). Savukārt vidēji visvairāk sūnu sugas bija uz *Carpinus betulus* (7 sugas), *Padus avium* (4 sugas) un *Sorbus aucuparia* ($3,5 \pm 0,5$ sugas).



1.9. attēls. Vidējais epifītisko sūnu un ķērpju sugu skaits uz dažādu sugu kokiem. Apzīmējumi: E – *Picea abies*, Pi – *Sorbus aucuparia*, Bl – *Salix caprea*, P – *Pinus sylvestris*, B – *Betula pendula*, A – *Populus tremula*, G – *Ulmus glabra*, Ba – *Alnus incana*, Oz – *Quercus robur*, K – *Acer platanoides*, L – *Tilia cordata*, M – *Alnus glutinosa*, La – *Corylus avellana*, S – *Carpinus betulus*, Os – *Fraxinus excelsior*, I – *Padus avium*.

Attēlojot epifītu sugu sastāva datus detrendētā korespondences analīzes (DCA) grafikā, vērojama kokus attēlojošo punktu grupēšanās pa koku sugām (1.10. attēls). Grafikā redzama *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Betula pendula* un *Alnus glutinosa* klāsteru pārklāšanās, kas liecina par līdzīgu epifītu sugu sastāvu. Uz visām šo koku sugām bija sastopamas, piemēram, tādas epifītu sugas kā *Arthonia spadicea*, *Cladonia coniocraea* un *Lophocolea heterophylla*.



1.10. attēls. Detrendētā korespondences analīze (DCA) epifītu sugu sastāvam uz dažādu sugu kokiem.

Epiksīlu daudzveidība

No visiem 2024. gadā apsekotajiem parauglaukumiem uz kritālām sastopamo sūnu un ķērpju sugu sastāvs novērtēts 30 parauglaukumos, kopumā novērtējot 68 kritālas. Vislielākais skaits kritālu bija *Picea abies* (20 kritālas), *Populus tremula* (14) un *Pinus sylvestris* (10). Savukārt tādas sugas kā *Alnus glutinosa* un *Tilia cordata* pārstāvētas tikai ar vienu kritālu. Uz apsekotajām kritālām kopumā konstatēti 53 sūnu un 50 ķērpju taksoni (1.6. un 1.7. tabula). No sūnu sugām visbiežāk sastopamās bija *Hypnum cupressiforme* (75% kritālu), *Lophocolea heterophylla* (50%) un *Pleurozium schreberi* (47%). No ķērpju taksoniem uz kritālām visbiežāk sastopamie bija *Cladonia* spp. (40% kritālu), *Cladonia coniocraea* (35%) un *Lepraria* spp. (34%). Kopumā bija 13 sūnu un 15 ķērpju taksoni, kas konstatēti tikai uz vienas kritālas, piemēram, *Mnium hornum*, *Neckera pennata*, *Cirriphyllum piliferum*, *Usnea hirta*, *Lecanactis abietina* un *Dimerella pineti*. Kopumā uz apsekotajām kritālām konstatētas četras sūnu un piecas ķērpju sugas, kas ir DMB specifiskās vai indikatorsugas, piemēram, *Nowellia curvifolia*, *Homalia trichomanoides*, *Graphis scripta* un *Pertusaria pertusa*.

1.6. tabula. Epiksīlo sūnu sugu saraksts un to sastopamība uz apsekotajām kritalām (n = 68)

Sūnu taksons	Sastopamība (%)	Sūnu taksons	Sastopamība (%)
<i>Amblystegium serpens</i>	4	<i>Nowellia curvifolia</i> *	22
<i>Aulacomnium androgynum</i>	1	<i>Lewinskya</i> sp.	19
<i>Aulacomnium palustre</i>	6	<i>Lewinskya speciosa</i>	10
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	12	<i>Pilidium crista-castrensis</i>	1
<i>Brachythecium rutabulum</i>	16	<i>Plagiochila asplenoides</i>	7
<i>Brachythecium salebrosum</i>	7	<i>Plagiomnium affine</i>	3
<i>Brachythecium</i> sp.	24	<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	21
<i>Calypogeia</i> sp.	7	<i>Plagiomnium</i> sp.	6
<i>Cephalozia pleniceps</i>	1	<i>Plagiomnium undulatum</i>	15
<i>Cephalozia</i> sp.	1	<i>Plagiothecium laetum</i>	9
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	1	<i>Platygyrium repens</i>	7
<i>Climacium dendroides</i>	9	<i>Pleurozium schreberi</i>	47
<i>Dicranum montanum</i>	22	<i>Polytrichum commune</i>	1
<i>Dicranum polysetum</i>	25	<i>Polytrichum juniperinum</i>	1
<i>Dicranum scoparium</i>	40	<i>Pseudoscleropodium purum</i>	1
<i>Eurhynchium angusturete</i>	41	<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	28
<i>Frullania dilatata</i>	3	<i>Ptilium crista-castrensis</i>	7
<i>Herzogiella seligeri</i>	25	<i>Pylaisia polyantha</i>	7
<i>Homalia trichomanoides</i> *	3	<i>Radula complanata</i>	34
<i>Homalothecium sericeum</i>	1	<i>Rhodobryum roseum</i>	3
<i>Hylocomium splendens</i>	37	<i>Hylocomiadelphus triquetrus</i>	26
<i>Hypnum cupressiforme</i>	75	<i>Riccardia</i> sp.	3
<i>Lejeunea cavifolia</i> *	1	<i>Sphagnum</i> sp.	1
<i>Lepidozia reptans</i>	3	<i>Tetraphis pellucida</i>	12
<i>Lophocolea heterophylla</i>	50	<i>Thuidium tamariscini</i>	12
<i>Mnium hornum</i>	1	<i>Ulota</i> sp.	4
<i>Neckera pennata</i> *	1		

Apzīmējumi: * DMB indikatorsuga.

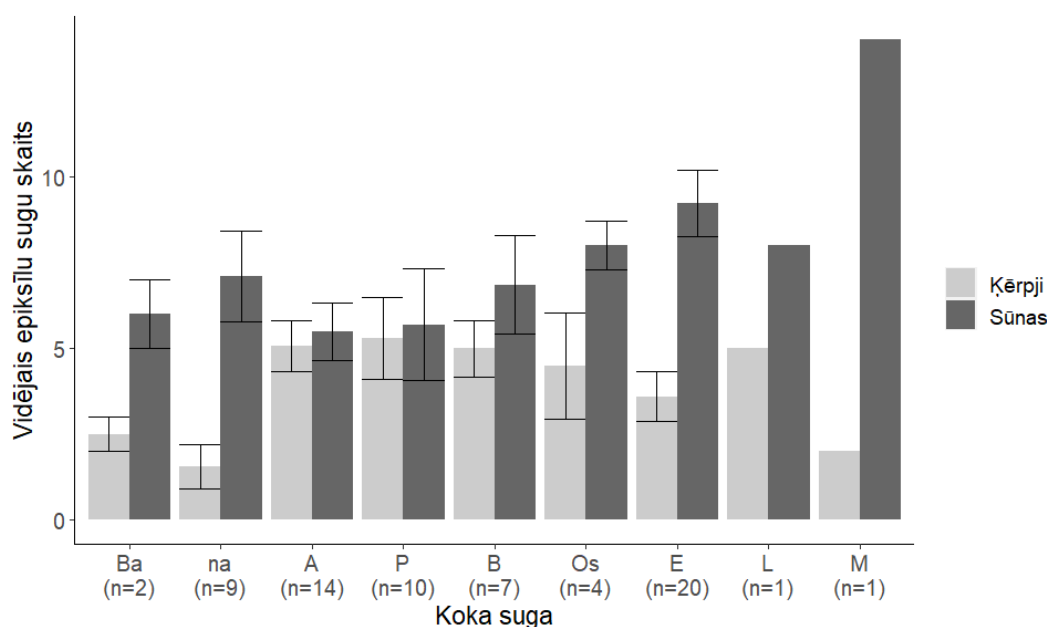
1.7. tabula. Epiksīlo ķērpju sugu saraksts un to sastopamība uz apsekotajām kritalām (n = 68)

Ķērpju taksons	Sastopamība (%)	Ķērpju taksons	Sastopamība (%)
<i>Acrocordia gemmata</i> *	4	<i>Lepraria</i> sp.	34
<i>Anaptychia ciliaris</i>	3	<i>Melanohalea</i> sp.	9
<i>Arthonia</i> sp.	10	<i>Micarea denigrata</i>	4
<i>Arthonia spadicea</i> *	1	<i>Micarea misella</i>	3
<i>Buellia griseovirens</i>	19	<i>Micarea prasina</i>	1
<i>Calicium glaucellum</i>	6	<i>Parmelia sulcata</i>	13
<i>Candelariella xanthostigma</i>	1	<i>Parmeliopsis ambigua</i>	3
<i>Cladonia chlophaea</i>	1	<i>Parmeliopsis hyperopta</i>	4
<i>Cladonia coniocraea</i>	35	<i>Parmelia sulcata</i>	6
<i>Cladonia deformis</i>	1	<i>Peltigera</i> sp.	6
<i>Cladonia fimbriata</i>	15	<i>Pertusaria pertusa</i> *	1
<i>Cladonia ochrochlora</i>	1	<i>Pertusaria</i> sp.	18
<i>Cladonia</i> sp.	40	<i>Phlyctis argena</i>	32
<i>Dimerella pineti</i>	1	<i>Physcia tenella</i>	6
<i>Evernia prunastri</i>	6	<i>Physconia detersa</i>	6
<i>Graphis scripta</i> *	4	<i>Physconia distorta</i>	1

<i>Hypocenomyce scalaris</i>	1	<i>Placynthiella icmalea</i>	1
<i>Hypogymnia physodes</i>	28	<i>Platismatia glauca</i>	12
<i>Lecanactis abietina</i> *	1	<i>Pseudevernia furfuracea</i>	4
<i>Lecanora chlarotera</i>	4	<i>Ramalina farinacea</i>	3
<i>Lecanora sp.</i>	16	<i>Ramalina fastigiata</i>	1
<i>Lecanora symmicta</i>	3	<i>Trapeliopsis flexuosa</i>	1
<i>Lecidella elaeochroma</i>	3	<i>Usnea hirta</i>	1
<i>Lecidella sp.</i>	7	<i>Vulpicida pinastri</i>	4
<i>Micarea sp.</i>	4	<i>Xanthoria parietina</i>	9

Apzīmējumi: * DMB indikatorsuga.

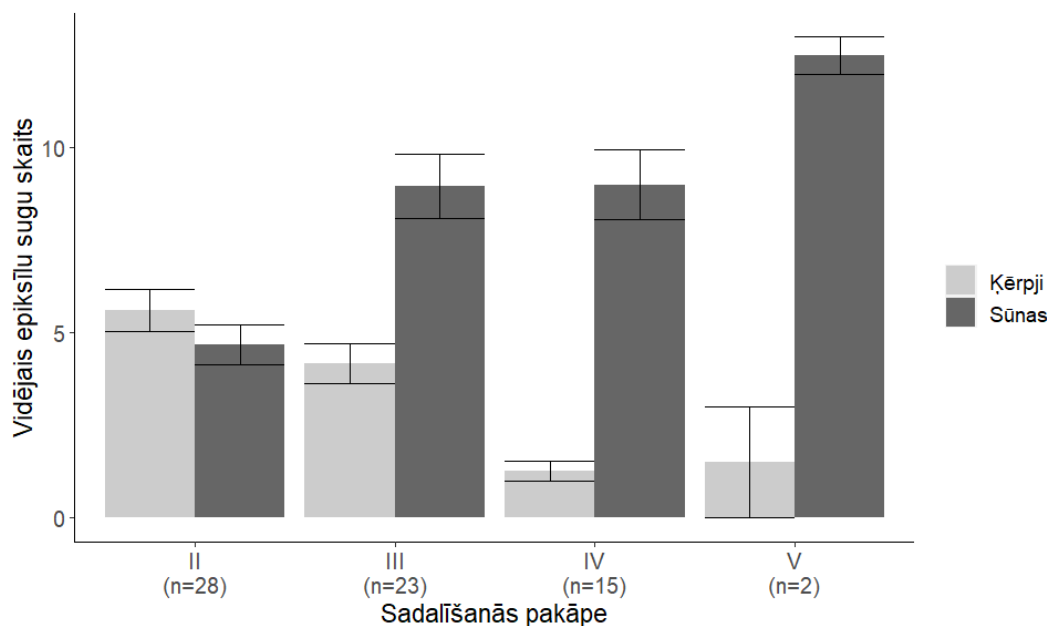
Vidēji vislielākais ķērpju sugu skaits bija sastopams uz *Pinus sylvestris*, *Populus tremula* un *Betula pendula* sugu kritalām, uz kurām konstatēti attiecīgi $5,7 \pm 1,6$; $5,5 \pm 0,8$ un $5,1 \pm 0,7$ ķērpju taksoni (1.11. attēls). Savukārt vidēji vislielākais sūnu sugu skaits bija uz *Alnus glutinosa* (14 sugas), *Picea abies* ($9,3 \pm 1,0$ sugas) un *Tilia cordata* (8 sugas).



1.11.attēls. Vidējais epiksīlo sūnu un ķērpju sugu skaits uz dažādu sugu kokiem.

Apzīmējumi: Ba – *Alnus incana*, na – nenosakāma suga, A – *Populus tremula*, P – *Pinus sylvestris*, B – *Betula pendula*, Os – *Fraxinus excelsior*, E – *Picea abies*, L – *Tilia cordata*, M – *Alnus glutinosa*.

Pastāv statistiski būtiskas ($p < 0,001$) atšķirības uz kritalām sastopamo sūnu un ķērpju sugu skaitā atkarībā no kritalas sadalīšanās pakāpes. Precīzāk, uz kritalām trešajā un ceturtajā sadalīšanās pakāpē konstatēts būtiski lielāks sūnu sugu skaits nekā uz kritalām otrajā sadalīšanās pakāpē (1.12. attēls). Savukārt pretēja tendence vērojama ķērpju sugu skaitā, proti, vislielākais taksonu skaits bija sastopams uz kritalām ar mazāku sadalīšanās pakāpi.



1.12. attēls. Vidējais epiksīlo sūnu un ķērpju sugu skaits uz kritālām dažādās sadalīšanās pakāpēs.

Izmaiņas, salīdzinot ar 2019. gadu

No 2019. gada monitoringa parauglaukumiem atkārtoti apsekoti 19 laukumi, no kuriem epifīti novērtēti 16 parauglaukumos, bet 3 parauglaukumi bija vienlaidu atjaunošanās cirtes bez dzīviem kokiem. Atkārtoti apsekotajās audzēs dzīvi saglabājušies bija 81% no 2019. gadā apsekotajiem kokiem, bet 15% bija celmi (statuss – koks nocirsts un aizvests vai pamests mežā) un 4% – sausokņi.

Visi no kokiem, kas bija kļuvuši par sausokņiem, bija *Picea abies*. Vienam no šiem kokiem lielā daļā no sūnu un ķērpju novērtēšanas platības 2024. gada apsekošanas laikā bija svaigi nokritusi miza un atbilstoši metodikai uzskaitīts tikai viens ķērpju taksons, savukārt iepriekš 2019. gadā uz konkrētā koka bija konstatēti divi epifītu taksoni (*Lepraria* spp., *Hypogymnia physodes*). Pārējiem kokiem, tiem atmirstot, 2024. gadā vēl aizvien konstatētas visas no sūnu un ķērpju sugām, kas uz šiem kokiem bijušas 2019. gadā. Kopumā uz kokiem, kas 2024. gada apsekošanas laikā bija celmi, 2019. gadā bija konstatētas 12 epifītu sugas (2 sūnu un 10 ķērpju taksoni), tostarp arī dabisko mežu biotopu indikatorsuga *Graphis scripta* (bija konstatēta uz baltalkšņa “15.PL”).

Salīdzinot epifītu novērtēšanai izvēlētos kokus, kas bija dzīvi arī 2024. gadā, kopš 2019. gada nebija vērojamas izmaiņas uz koka sastopamo epifītu sugu sastāvā. Savukārt 21 epifītu taksonam konstatētas statistiski būtiskas seguma izmaiņas, precīzāk, segums ir palielinājies, piemēram, *Hypogymnia physodes*, *Buellia griseovirens*, *Radula complanata* un *Ptilidium pulcherrimum*. Starp visām sugām, kuru segumiem bija statistiski būtiskas atšķirības, segums bija samazinājies tikai *Chaenotheca ferruginea*. Tomēr jāņem vērā, ka pārsvarā sugu seguma atšķirības starp 2019. un 2024. gadu bija mazākas nekā 10%, tāpēc tas varētu būt skaidrojams arī ar mērījumu kļūdas ietekmi (precizitāti, līdz kādai reāli tiek novērtēts sugas relatīvais segums).

Secinājumi

Vidēji vislielākais epifītisko sūnu sugu skaits bija uz *Carpinus betulus*, *Padus avium* un *Sorbus aucuparia*, bet visvairāk ķērpju sugu uz *Padus avium*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata* un *Alnus glutinosa*. Savukārt epiksīlo sūnu sugu skaits vislielākais bija uz *Alnus glutinosa*, *Picea abies* un *Tilia cordata* kritalām un visvairāk ķērpju sugu uz *Pinus sylvestris*, *Populus tremula* un *Betula pendula* sugu kritalām. Turklāt epiksīlo sugu skaits uz kritalām ir atkarīgs arī no kritalas sadalīšanās pakāpes – kritalām lielākā sadalīšanās pakāpē ir vairāk sūnu sugu, bet vairāk ķērpju sugu ir uz kritalām ar mazāku sadalīšanās pakāpi.

Apsekotajos objektos uz dzīvajiem kokiem konstatētas 11 epifītiskas dabisko mežu biotopu indikatorsugas, un uz apsekotajām kritalām konstatētas četras sūnu un piecas ķērpju sugas, kas ir DMB specifiskās vai indikatorsugas (piemēram, *Nowellia curvifolia*, *Homalia trichomanoides*, *Graphis scripta* un *Pertusaria pertusa*).

Atkārtoti apsekotajās audzēs dzīvi saglabājušies bija 81% no 2019. gadā apsekotajiem kokiem. Laukumos, kas 2024. gadā apsekoti atkārtoti, pārsvarā nebija vērojamas būtiskas epifītu sugu sastāva un seguma izmaiņas, salīdzinot ar 2019. gadu.

2. Nedzīvās koksnes padziļināts novērtējums meža resursu monitoringa parauglaukumos novērtējums meža resursu monitoringa parauglaukumos

Uzdevumi

Nedzīvās koksnes padziļināts vērtējums visos meža resursu monitoringa parauglaukumos, kuros ir atmirusī koksne.

2.1. Materiāls un metodika

2024. gada sezonā lauka darbos atmirusī koksne atbilstoši metodikai novērtēta ~1950 parauglaukumos, kuros aug koki vai konstatēta atmirusī koksne.

Atmirums lauku darbos novērtēts sekojošās atmiruma kvalitātes grupās (2.1. tabula), kā arī četrās dimensiju grupās – 6–9,9 cm resgalī, 10–19,9 cm, 20–29,9 cm resgalī, 30 un < cm resgalī. Minimālais garums 1 m.

2.1. tabula. Atmiruma kvalitātes grupas

Nosaukums	Kods
Svaigs atmirums (kārtējā gada atmirums)	1
Cieta koksne bez mizas, vai daļēji ar mizu (izņemot bērzu)	2
Koksne nedaudz mīksta, tajā var viegli iedurt nazi 1 cm dziļumā	3
Koksne mīksta, nazi viegli var iedurt 5 cm dziļumā	4
Koksne ļoti mīksta, tā viegli drūp rokās	5

3. Ar kokiem saistītu bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgu struktūru monitorings

Uzdevumi

Bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgu struktūru monitorings visos meža resursu monitoringa parauglaukumos, kuros aug koki.

3.1. Materiāls un metodika

Ar kokiem saistītās mikrodzīvotnes definējums: ar kokiem saistītas mikrodzīvotnes ir pastāvīgas, labi norobežotas struktūras, kas novērojamas uz dzīviem vai beigtiem kokiem, kuras ir īpaši un būtiski substrāti vai dzīves vietas sugām vai sugu grupām vismaz daļu no to dzīves cikla, lai tās attīstītos, barotos, patvertos vai vairotos.

Ar kokiem saistītās mikrodzīvotnes fiksē gan dzīviem, gan atmirušiem kokiem. Mikrodzīvotņu klasifikācija dota 3.1. tabulā.

2024. gada sezonā ar kokiem saistītās mikrodzīvotnes atbilstoši metodikai novērtētas aptuveni 1950 parauglaukumos, kuros konstatēti augoši vai atmiruši koki.

3.1. tabula. Ar kokiem saistītās mikrodzīvotnes un to iedalījums

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
Dobumi s.l.	Dzeņu dobumi	Nelielu dzeņu ligzdošanas dobumi	Ieeja $\varnothing < 4$ cm. <i>Dendrocopos minor</i> dobums Parasti tiek kalts atmirušā zarā	Ejas $\varnothing < 4$ cm	C11
		Vidēji lielu dzeņu ligzdošanas dobumi	Apaļa dobuma ieeja aptuveni $\varnothing = 4-7$ cm. Ligzdošanas dobumi vidēja lieluma dzeņiem (<i>Dendrocopos major</i> , <i>D. medius</i> , <i>D. leucotos</i> , <i>Picus viridis</i> , <i>P. canus</i> , <i>Picoides tridactylus</i>). Parasti tiek kalti trupējušā kokā (atmiris zars, stumbenis)	Ejas $\varnothing 4-7$ cm	C12
		Lielu dzeņu ligzdošanas dobumi	Ovāla dobuma ieeja $\varnothing < 10$ cm. Ligzdošanas dobumi. <i>Dryocopus martius</i> parasti tiek kalti galvenajā stumbra daļā (bez zariem)	Ejas $\varnothing < 10$ cm	C13
		Dobumu grupa	Vismaz trīs dzeņu ligzdošanas dobumi rindā uz stumbra. Maksimālais attālums starp diviem secīgiem dobumiem ir 2 m	Ejas $\varnothing < 3$ cm	C14
	Trupes radīti dobumi	Stumbra pamatnes trupes dobumi (virspuse slēgta, kontakts ar zemi)	Dobuma kamera ir pilnībā aizsargāta no apkārtējās vides mikroklīmata un lietus. Augšējā daļa slēgta. Satur vairāk vai mazāk irdenu substrātu (atkarībā no attīstības	Atvēruma $\varnothing > 10$ cm	C21

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
			stadijas). Dobumam apakšā ir kontakts ar zemi. Jāņem vērā, ka dobuma ieeja var būt augstāk uz stumbra		
		Stumbra pamatnes trupes dobumi (virspuse slēgta, <u>nav</u> kontakts ar zemi)	Augšējā daļa slēgta. Satur vairāk vai mazāk irdenu substrātu (atkarībā no attīstības stadijas). Dobumam apakšā <u>nav</u> kontakts ar zemi	Atvēruma $\varnothing > 10$ cm	C22
		Daļēji atvērts stumbra trupes dobums	Dobuma kamera nav pilnībā aizsargāta no apkārtējās vides mikroklimate un lietus var tajā ieplūst. Jāievēro, ka dobuma ieeja var būt augstāk stumbrā	Atvēruma $\varnothing > 30$ cm	C23
		Skursteņveidīgs stumbra pamatnes trupes atvērums	Koka stumbra dobums, kas ir pilnīgi atvērts augšpusē, bieži rodas stumbra bojājumu dēļ; dobuma pamatne sasniedz zemes līmeni, tāpēc iekšējais dobums ir tiešā saskarē ar augsni	Atvēruma $\varnothing > 30$ cm	C24
		Skursteņveidīgs stumbra trupes atvērums	Koka stumbra dobums, kas ir pilnīgi atvērts augšpusē, bieži rodas stumbra bojājumu dēļ; dobuma pamatne <u>nesasniedz</u> zemes līmeni, tāpēc iekšējais dobums ir tiešā saskarē ar augsni	Atvēruma $\varnothing > 30$ cm	C25
		Caurš zars	Trupes caurums lielā zarā, kā rezultātā rodas cauruļveida patvērums, kas bieži ir novietots horizontāli	Atvēruma $\varnothing > 10$ cm	C26
	Kukaiņu galerijas	Kukaiņu galerijas un skrejas koksne	Ksilofāgu kukaiņu skreju tīkls norāda uz caurumu sistēmu koksne. Kukaiņu galerija ir sarežģīta caurumu sistēma, ko koksne rada viena vai vairākas kukaiņu sugas	Skrejas $\varnothing > 1$ cm	C31
		Kukaiņu galerijas un skrejas koksne	Ksilofāgu kukaiņu skreju tīkls norāda uz caurumu sistēmu koksne. Kukaiņu galerija ir sarežģīta caurumu sistēma, ko koksne rada viena vai vairākas kukaiņu sugas	Platība > 300 cm ² (A5 lapas lielums)	C32
	Iedobumi	Dendrotelma (ūdens pildīta iedobe)	Kausa formas ieliekums, kas tās formas dēļ saglabā ūdeni līdz tas izžūst, iztvaikojot	$\varnothing > 15$ cm	C41

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
		Dzeņu barošanās kalumi	iedobes, kas rodas dzeņu barošanas aktivitātēs. Iedobe ir koniska: ieeja ir lielāka nekā iekšpuse	Dziļums > 10 cm, Ø > 10 cm	C42
		Stumbra mizas iedobumi	Dabiskais mizas ieliekums uz koka stumbra. Nav substrāta.	Dziļums > 10 cm, Ø > 10 cm	C43
		Celmu/sakņu blīzuma iedobumi	Izveidojies dabīgais mizas ieliekums, kas veidojas pie koka stumbra pamatnes ar koku saknēm un augsni. Nav substrāta (ja tā ir: skatiet Stumbra pamatnes trupes dobumi)	Ø > 10 cm	C44
Koka ievainojumi un eksponēta koksne	Eksponēta tikai aplievas koksne	Mizas zudums	Mizas zudums, kas atklāj aplievas koksni (to izraisa, piemēram, mežizstrāde (pievešana, koku gāšana), dabiski krituši koki, pārnadži, graužēji u.c.)	Platība > 300 cm ²	B11
		Uguns rētas	Uguns rētas uz stumbra apakšdaļā. Tās parasti ir trīsstūrveida formas un atrodas pie koka pamatnes. Uguns rētas ir saistītas ar atgļojumu un dažreiz sveķu plūsmu uz atklāta koksnes vai mizas	Platība > 600 cm ² (A4 lapas lielums)	B12
		Zemmizas slēptuves	Vieta starp atlobītu mizu un aplievu, kas veido patvērumu. (atvērts apakšā)	Atvērums > 1 cm, dziļums > 10 cm, augstums > 10 cm	B13
		Zemmizas kabatas	Vieta starp atlobītu mizu un aplievu, kas veido kabatu (atvērts augšpusē), iespējams, satur substrātu	Atvērums > 1 cm, platums > 10 cm, augstums > 10 cm	B14
	Eksponēta aplievas koksne un kodolkoksne	Stumbra lūzums	Stumbrs ir nolauzts, bet koks joprojām ir dzīvs. Apakšējā daļa no mirušās koksnes saskaras ar dzīvu koku ar sulas plūsmu	Ø > 10 cm lūzuma vietā	B21
		Zara lūzums	Eksponēta kodolkoksne zaru vai žākles lūzumu dēļ. Brūci ieskauj dzīva koksne ar sulas plūsmu	Eksponēta kodolkoksne > 300cm ²	B22
		Plīsums / plaista	Plaista caur mizai un koksnei (ja to izraisa zibens skatiet tālāk)	Garums > 30 cm, platums > 1 cm, dziļums > 10 cm	B23
		Zibens rēta	Rēta, ko izraisījis zibens; parasti spirālē ap koku koksne šķēpelēs	Garums > 30 cm, platums > 1 cm, dziļums > 10 cm	B24
		Žākles plīsums	Plaista stumbra žāklē (ja viena žākles puse ir	Garums > 30 cm	B25

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
			nolūzusi, skatiet stumbra bojājumus)		
		Sašķēpelēts stumbrs	Vēja lūzuma gadījumā stumbrs ir sadalījies ar vairākām garām šķēpelēm. šķēpelētās brūces nodrošina īpašus ekoloģiskos apstākļus	Ø > 20 cm lūzuma vietā	B26
Atmirusi koksne vainagā	Atmirusi koksne vainagā	Atmiruši zari	Atmirušie zari, kas saglabājušies vainagā ir relatīvi noēnoti	Zaru Ø > 10 cm	D11
		Atmirusi galotne	Visa koka augšdaļa ir mirusi; atmiruši koksne ir eksponēta saulē	Atmirušās daļas pamata Ø > 10 cm	D12
		Palikušais nolūzušais zars	Zars ir nolūzis. Atlikušais gals var būt sašķēpelēts. Traumas neietekmē stumbru (ja tā ir, skatiet stumbra bojājumus)	Lūzuma vietas Ø > 20 cm un palikušās daļas garums > 0,5 m	D13
		Atmirusi vainaga daļa	Atmirušie zari, kas saglabājušies vainagā ir relatīvi noēnoti	Zaru Ø > 3 cm un > 10% no vainaga ir atmiris	D14
Izaugumi	Zaru mudžekļi	Vējslotā	Blīva zaru aglomerācija sānzarus	Ø > 50 cm	E11
		Ūdenszari	Blīva zaru aglomerācija uz stumbra	> 5 zaru puduri	E12
	Izaugumi un vēži	Izaugumi (māzeri)	Šūnu augšanas izplatīšanās ar raupju mizu	> 20 cm	E21
		Vēzis	Trupejoša brūce. Skarta aplieva. To izraisa, piemēram, <i>Melampsorella caryophyllacerum</i> , <i>Nectria Ls.</i>	Ø > 20 cm vai klāta liela stumbra daļa	E22
Saproksīlo sēņu auglķermeņi un gļotveida veidojumi	Daudzgadīgi sēņu auglķermeņi	Daudzgadīgās piepes	Cieti daudzgadīgo poliporo sēņu auglķermeņi, kas atšķiras ikgadējiem slāņiem. Galvenās daudzgadīgās ģints: <i>Fomitopsis</i> pp., <i>Fomes</i> , <i>Perreniporia</i> pp., <i>Oxyporus</i> , <i>Ganoderma</i> pp., <i>Phellinus</i> , <i>Daedalea</i> , <i>Haploporus</i> , <i>Heterobasidion</i> , <i>Hexagon</i> , <i>Laricifomes</i> , <i>Daedleopsis</i>	Lielākais Ø > 5 cm	F11
	Efimērie auglķermeņi	Viengadīgas piepes	Viengadīgu poliporo sēņu auglķermeņi, kas pastāv vairākas nedēļas. Ir tikai viens slānis un parasti ir elastīga un mīksta (bez koksnes daļām). Galvenās ģints: <i>Abortiporus</i> , <i>Amylocystis</i> , <i>Bjerkandera</i> , <i>Bondarzewia</i> , <i>Cerrena</i> , <i>Climacocystis</i> , <i>Fistulina</i> ,	Lielākais Ø > 5 cm vai klasteris ar > 10 auglķermeņiem	F21

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
			<i>Gloeophyllum, Grifola, Hapalopilus, Inonotus, Ischnoderma, Laetiporu, Leptoporu, Meripilus, Oligopors, Oxyporus, Perenniporia</i> pp., <i>Phaeolus, Piptoporus, Podofomes, Polyporus, Pycnoporus, Spongipellis, Stereum, Trametes, Trichaptum, Tyromyces</i>		
		Cepurīšsēnes	Sēnēm ir liels, biezs un mīksts vai drīzāk gaļīgs augļķermenis (rinda <i>Agaricales</i>). Piem.: <i>Armillaria, Pleurotus, Pholiota</i> vai lielās <i>Pluteus</i> sugas. Augļķermenis parasti paliek vairākas nedēļas	Lielākais Ø > 5 cm vai klasteris ar > 10 sēņu augļķermeņiem	F22
		Piromicētes	Cietas puslodes formas tumšās sēnes, kas atgādina kā ogles gabalu. Piemēram: <i>Daldinia</i> vai <i>Hypoxylon</i>	Stromas lielākais Ø > 5 cm vai stromu grupa klāj > 100 cm ²	F23
		Gļotsēnes	Amēbveidīgs gļotsēne, kas veido kustīgu plazmodiju. plazmodijs ir želejveidīgs, ja svaigs	Lielākais Ø > 5 cm	F24
Epifītiskas un epiksiliskas struktūras	Epifīti un parazīti	Sūnaugi	Stumbra daļa, ko sedz sūnas un aknu sūnas	> 10% no stumbra virsmas	A11
		Lapu/krūmu ķērpji	Stumbra daļa, ko sedz lapu un krūmu ķērpji	> 10% no stumbra virsmas	A12
		Efejas un liānas	Lianas un citi vītenaugi (<i>Hedera helix, Clematis vitalba, Lonicera periclymenum, Vitis vinifera</i>)	> 10% no stumbra virsmas	A13
		Papardes	Papardes, kas aug tieši uz koka daļas (t.i., epifīts)	> 5	A14
		Āmuļi	Hemiparazītu augi (<i>Viscum</i> spp., <i>Arceuthobium oxycedri, Loranthus europaeus</i>)	Lielākais Ø > 20 cm	A15
	Ligzdas	Mugurkaulnieku ligzdas	Ligzdas, ko būvē putni	Ø > 50 cm	A21
		Mugurkaulnieku ligzdas	Ligzdas, ko būvē putni vai vāveres	Ø > 20 cm	A22
		Mugurkaulnieku ligzdas	Ligzdas, ko būvē putni, susuri, peles vai vāveres	Ø > 10 cm	A23
		Bezmugurkaulnieku ligzdas	Bezmugurkaulnieku kāpuru ligzdas, piem., koksnes skudras <i>Lasius fuliginosus</i> vai savvaļas bites <i>Apis mellifera</i>		A24
	Mikroaugšne	Mizas mikroaugšne	Augsne, kas radusies epifītisko sūnu, ķērpju vai aļģu pedoģenēzē un	Esamība	A31

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
			nekrozēta veca, bieza miza		
		Vainaga mikroaugnse	Mikroaugsnē, kas veidojusies pedoģenēzes procesā no kritušiem zariem, nobirām, kas nokritušas no koku vainagiem. Galvenokārt atrodas zaru žāklēs, dažreiz atvasāju savienojumos	Esamība	A32
Izdalījumi	Izdalījumi	Sulas notecējumi	Svaiga ievērojama sulas plūsma	Kumulatīvais garums > 10 cm	I11
		Sveķu notecējumi	Svaiga ievērojama sveķu plūsma	Kumulatīvais garums > 10 cm	I12

4. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ģenētiskais līmenis

4.1. Uzdevumi

Papildus ģenētisko resursu novērtējumam – mežaudžu platība meža koku sugu ģenētisko resursu (*in situ* un *ex situ*) saglabāšanai un sēklu ieguvei, kuru veic Valsts meža dienests, tiek veikta ģenētiskās daudzveidības stāvokļa un izmaiņu novērtēšana šī pētījuma ietvaros veikti:

Meža koku sugu ģenētiskā daudzveidība

- Meža ģenētisko resursu (MGR) audzes;
- Sēklu plantācijas sēklu raža.

4.2. Meža ģenētisko resursu (MGR) audzes

Paraugi ievākti no Tērvetes priedes MGR audzes kvartāliem – 607-237-13 (atjaunotie) un 607-237-9 (vecie indivīdi). Kopumā ievākti 96 paraugi – 48 koksnes paraugi ievākti no veciem indivīdiem, 48 skuju paraugi ievākti no dabīgi atjaunojušiem indivīdiem. DNS izdalīta ar CTAB metodi un paraugi genotipēti ar 16 mikrosatelītu marķieriem. Kopā analizēti 96 paraugi.

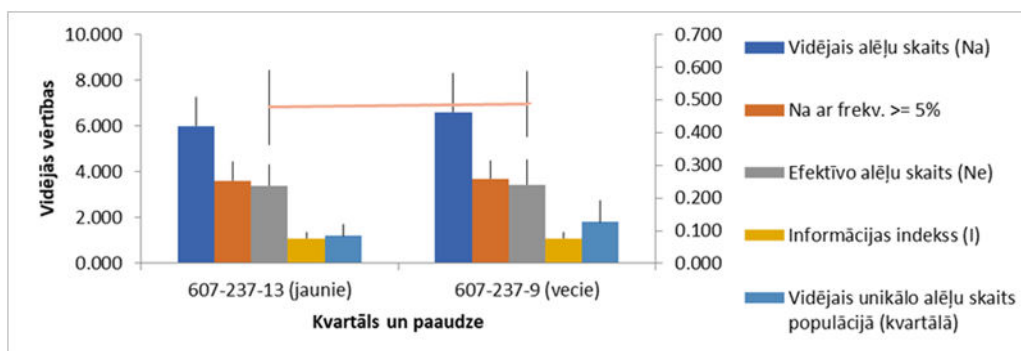
Pirms marķieru analīzes, no datu kopas izņemti indivīdi, kuri sekmīgi genotipēti ar mazāk nekā 70% no kopējo marķieru skaita. Pēc kvalitātes atlases, analizēti 64 indivīdi. Mikrosatelītu marķieri izmantoti MGR genotipēšanai apkopoti 4.1. tabulā.

Sešiem marķieriem (SPAC11.6, psyl2, psyl18, psyl42, psyl57 un psyl17), sekmīgi genotipēto indivīdu īpatsvars bija zem 80%, un marķieris izslēgts no tālākām analīzēm. Četriem marķieriem bija informācijas indekss zem 1 (psyl25, psyl44, psyl19, psyl36).

4.1. tabula. Izmantoto marķieru ģenētiskās daudzveidības rādītāji

Marķieris	Kopējais alēļu skaits	Sekmīgi genotipēti indivīdi (%)	Marķiera informācijas indekss (I)	Gēnu diversitāte (He)	Novērotā heterozigositāte (Ho)	Inbrīdīngs koeficients (F)
SPAC12.5	24	89,47	2,88	0,93	0,76	0,18
PtTX2146	11	97,89	1,63	0,74	0,62	0,16
PtTX3107	7	100,00	1,70	0,78	0,53	0,32
PtTX4001	11	91,58	1,74	0,74	0,63	0,15
PtTX4011	5	97,89	1,08	0,54	0,36	0,33
psyl16	7	77,89	1,60	0,77	0,29	0,62
psyl25	2	100,00	0,08	0,03	0,00	1,00
psyl44	3	100,00	0,33	0,15	0,16	-0,06
psyl19	4	100,00	0,29	0,12	0,13	-0,05
psyl36	4	92,63	0,38	0,17	0,15	0,14

Sākotnējās analīzes liecina, ka vecāko paaudžu paraugu (607-237-9) ģenētiskās daudzveidības rādītāji ir mazliet augstāki, nekā dabiski atjaunojušiem indivīdiem (607-237-13), tomēr atšķirības nav būtiskas. Vecā indivīdu populācijā ir vairāk unikālas alēles, kuras nav sastopamas atjaunotā paraugu grupā (4.1. attēls, 4.2. tabula). Unikālās alēles vecā populācijā varētu rasties no tā, ka ne visi vecie indivīdi ir sēklu avots atjaunotai paaudzei.



4.1. attēls. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju salīdzinājums starp analizētām Tērvetes priedes ģenētisko resursu audzes dabīgi atjaunojušiem (607-237-13) un veciem (607-237-9) priežu indivīdiem.

4.2. tabula. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju vidējās vērtības

	607-237-13 (jaunie)	607-237-9 (vecie)
Vidējais alēļu skaits (Na)	6,00	6,60
Na ar frekv. $\geq 5\%$	3,60	3,70
Efektīvo alēļu skaits (Ne)	3,39	3,43
Informācijas indekss (I)	1,09	1,10
Vidējais unikālo alēļu skaits populācijā	1,20	1,80
Gēnu diversitāte	0,48	0,49

4.3. Sēkļu plantācijas sēkļu raža

Analizēti divi priežu sēkļu paraugi – Garozas sēkļu plantācijas sēkļu partijas Garoza_976 (2016. gada raža) un Garozas_1040 (2020. gada raža).

No katra sēkļu parauga sēklas izdiedzētas uz mitra filtra papīra klimatu kamerā (16 stundas gaisma pie 22°C, 8 stundas tumsa pie 18°C, gaisa mitrums 65%). DNS izdalīta no 196 dīgstiem no katras sēkļu partijas ar CTAB metodi, un paraugi genotipēti ar 16 mikrosatelītu marķieriem. Kopā genotipēti 380 paraugi.

Pirms marķieru analīzes, no datu kopas izņemti indivīdi, kuri sekmīgi genotipēti ar mazāk nekā 75% no kopējo marķieru skaita. Pēc kvalitātes atlases, analizēti 366 indivīdi. Mikrosatelītu marķieri izmantoti sēkļu plantāciju pēcnācēju genotipēšanai apkopoti 4.3. tabulā.

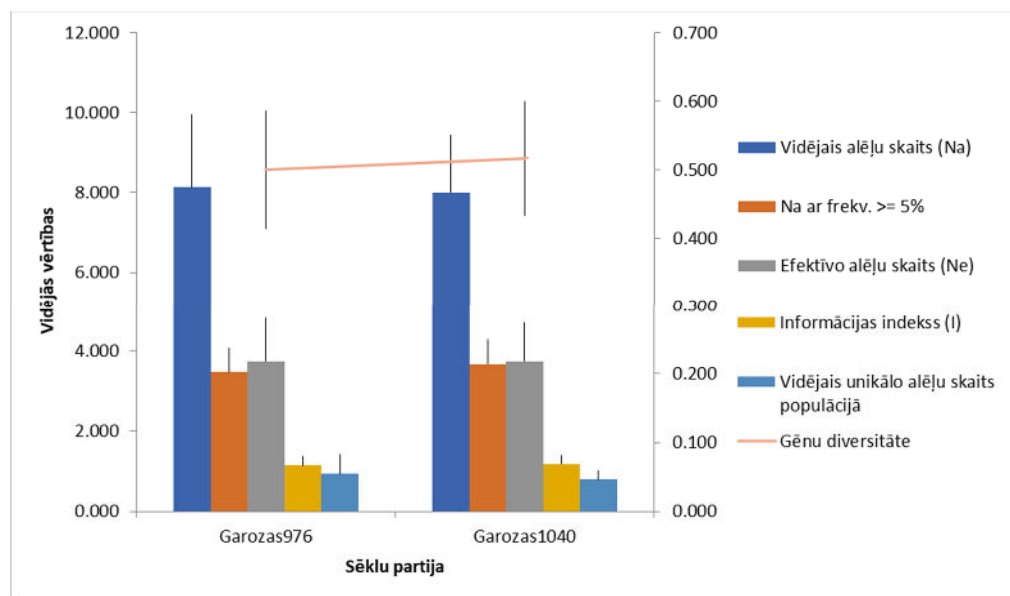
Vienam marķierim (SPAC11.6), sekmīgi genotipēto indivīdu īpatsvars bija zem 80%, un marķieris izslēgts no tālākām analizēm. Sešiem marķieriem bija informācijas indekss zem 1 (psyl2, psyl25, psyl44, psyl42, psyl19, psyl36).

4.3. tabula. Izmantoto marķieru ģenētiskās daudzveidības rādītāji

Marķieris	Kopējais alēļu skaits	Sekmīgi genotipēti indivīdi (%)	Marķiera informācijas indekss (I)	Gēnu divesitāte (He)	Novērotā heterozigositāte (Ho)	Inbrīdīngs koeficients (F)
SPAC12.5	30	79,51	3,07	0,95	0,80	0,15
PtTX2146	19	96,99	1,86	0,78	0,71	0,08
PtTX3107	10	97,54	1,72	0,78	0,42	0,46
PtTX4001	14	99,45	1,95	0,79	0,74	0,06
PtTX4011	6	98,09	1,39	0,69	0,48	0,30

psyl2	5	89,34	0,52	0,24	0,19	0,21
psyl16	10	93,99	1,86	0,82	0,66	0,19
psyl25	5	93,17	0,27	0,10	0,07	0,32
psyl44	3	94,26	0,05	0,01	0,01	0,40
psyl18	6	97,54	1,29	0,70	0,73	-0,05
psyl42	4	89,62	0,19	0,07	0,06	0,19
psyl57	6	97,81	1,14	0,56	0,54	0,03
psyl17	6	87,98	1,49	0,75	0,49	0,34
psyl19	5	100,00	0,23	0,09	0,09	-0,04
psyl36	5	98,91	0,71	0,34	0,33	0,04

Analīzes liecina, ka nav lielas atšķirības ģenētiskās daudzveidības rādītājos starp analizētām sēkļu partijām (4.2. attēls, 4.4. tabula).



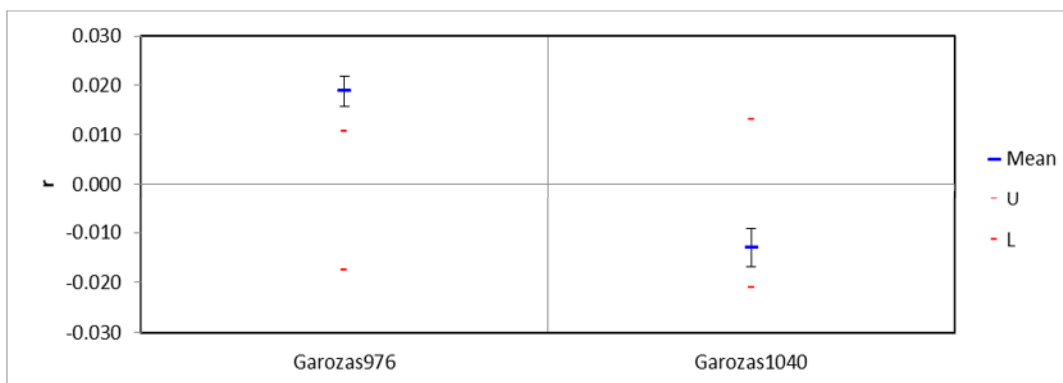
4.2. attēls. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju salīdzinājums starp analizētām sēkļu partijām.

4.4. tabula. Analizēto sēkļu partiju ģenētiskās daudzveidības rādītāju vidējās vērtības

	Garozas976	Garozas1040
Vidējais alēļu skaits (Na)	8,13	8,00
Na ar frekv. $\geq 5\%$	3,47	3,67
Efektīvo alēļu skaits (Ne)	3,73	3,73
Informācijas indekss (I)	1,15	1,18
Vidējais unikālo alēļu skaits populācijā	0,93	0,80
Gēnu diversitāte	0,50	0,52

Tika aprēķināta savstarpējā radniecība katras sēkļu partijas ietvaros (4.3. attēls). Savstarpējā radniecība bija augstāka Garoza976 sēkļu partijā, un kļūdas intervāls bija ārpus 95% ticamības intervāla. Savstarpējā radniecība bija zemāka Garozas1040 sēkļu partijā, un kļūdas intervāls bija 95% ticamības intervālā. Savstarpējo radniecību ietekmē ziedošo klonu skaits. Vairums apputeksnēšanās gadījumu notiek plantācijas ietvaros, un klonu skaits ietekmē savstarpējo radniecību un efektīvo alēļu skaitu. Tomēr putekšņu plūsma no sēkļu plantāciju ārpuses nodrošina kopējo alēļu skaitu un reto alēļu atrašanos plantāciju pēcnācējos. Iespējams,

ka augstākā savstarpējā radniecība Garozas plantācijas pēcnācējos 2016. gadā ir skaidrojama ar plantācijas klonu ziedēšanas asinhronitāti, ko var ietekmēt vides vai citi faktori.



4.3. attēls. Savstarpējā radniecība katrā sēkļu partijā un salīdzinājums ar sagaidāmajām 95% robežām, analizējot visas partijas kopā.

Zilā svītra – vidējā radniecība, sarkanās svītras – 95% ticamības intervāls.

Secinājumi

Iegūtie dati par Tērvetes meža ģenētisko resursu (MĢR) audzēm liecina, ka nav būtiskas ģenētiskās daudzveidības atšķirības starp veciem kokiem un dabiski atjaunojušiem indivīdiem meža ģenētisko resursu (MĢR) audzē. Tas nozīmē, ka MĢR apsaimniekošana nesamazina ģenētisko daudzveidību dabiski atjaunojušos indivīdos, un ka MĢR audzē tiek saglabāta līdzīga ģenētiskā daudzveidība dabiski atjaunotā paaudzē. Iegūtie dati dos iespēju turpmāk salīdzināt selekcijas materiāla un citu parastās priedes audžu daudzveidību ar ģenētisko resursu audzēm.

Augstāka pēcnācēju savstarpējā radniecība Garozas sēkļu plantācija partijā Garoza976 būtiski neietekmēja kopējo ģenētisko daudzveidību un reto alēļu skaitu pēcnācējos. Kopumā, ģenētiskās daudzveidības rādītāji ir līdzīgi starp analizētām Garozas sēkļu plantāciju sēkļu partijām Garozas976 (2016. gada raža) un Garoza1040 (2020. gada raža).

5. Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšana

5.1. Ievads

Starptautiskā sadarbības programma gaisa piesārņojuma ietekmes uz mežiem novērtēšanai un uzraudzībai (*The International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests*, ICP Forests) ir starpvalstu meža ekosistēmu monitoringa un izpētes tīkls, kas izveidots 1985. gadā saskaņā ar Apvienoto Nāciju Organizācijas Eiropas Ekonomikas komisijas (UNECE) Konvenciju par pārrobežu gaisa piesārņojumu lielos attālumos (Gaisa konvencija, iepriekš CLRTAP).

ICP Forests programmas ietvaros meža ekosistēmu monitoringu Eiropā veic divos monitoringa intensitātes līmeņos. Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa mērķis ir nodrošināt valstī pastāvīgas novērojumu sistēmas funkcionēšanu un attīstību, lai sniegtu informāciju par meža veselības stāvokli, meža un vides faktoru mijiedarbību un meža augšņu stāvokli, kā arī nodrošināt informācijas iegūvi par gaisa piesārņojuma ietekmi un citu vides (biotisko un abiotisko, kā arī antropogēnas izcelsmes) faktoru iedarbību uz meža ekosistēmām. Otrā līmeņa meža monitoringa ietvaros novērojumus veicot harmonizētā veidā, iegūstot salīdzināmu informāciju par mežu stāvokli un meža ekosistēmās notiekošajiem procesiem visās Eiropas valstīs. ICP Forests programmas dalībvalstīs Eiropā ir izveidoti ap 800 otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumi, kas reprezentē galvenos meža tipus Eiropā (Michel et al., 2020).

Latvijā otrā līmeņa meža monitorings uzsākts 2004. gadā vienā parauglaukumā Valgundes pagastā Meža pētīšanas stacijas Jelgavas meža novada 1. kvartālā. 2015. gadā papildus uzsākts otrā līmeņa meža monitorings vēl divos parauglaukumos, kas ierīkoti Cēsu novada Dzērbenes pagastā un Dienvidkurzemes novada Rucavas pagastā. Parauglaukumi nerepresentē stāvokli Latvijas mežos kopumā, bet dod priekšstatu par procesiem priežu mežaudzēs, kā arī dod ieguldījumu šo ekosistēmu izpētē Baltijas-Ziemeļvalstu reģionā.

5.1.1. Otrā līmeņa meža monitoringa organizācija

2024. gadā turpināta vainaga stāvokļa vērtēšana, koku pieaugumu mērījumi ar manuāli nolasāmām koku pieaugumu lentām, augsnes ūdeņu ķīmiskās analīzes, nokrišņu ķīmiskās analīzes, gaisa kvalitātes mērījumi, nobiru ievākšana un analīze (5.1. tabula). 2024. gadā pārskatā iekļauti trīs parauglaukumi, lai optimālāk atspoguļotu otrā līmeņa meža veselības monitoringa kopainu.

5.1. tabula. Monitoringa apakšprogrammu īstenošanas grafiks

Novērojuma veids	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Vainaga stāvokļa novērtējums																					
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Augsnes analīzes																					
	x																				
Skuju/lapu ķīmiskās analīzes																					
	x	x		x		x		x		x	x	x		x		x		x		x	
Koku pieauguma mērījumi																					
	x					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Augsnes ūdeņu ķīmiskās analīzes																					
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nokrišņu ķīmiskās analīzes																					
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Veģetācijas uzskaitē																					
	x					x	x					x						x			
Gaisa kvalitātes mērījumi																					
	x					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Ozona bojājumu noteikšana																					
	x											x									x
Nobiru analīzes																					
						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

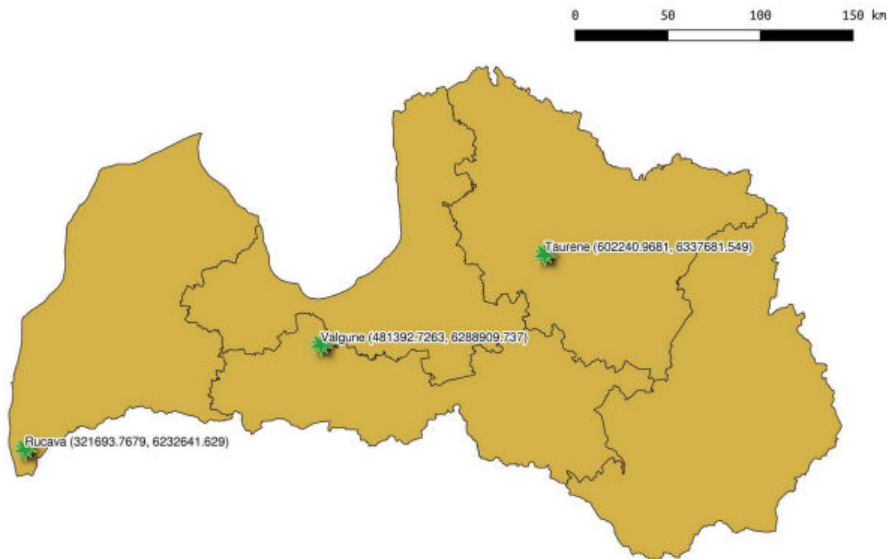
Visintensīvāk mērījumu un apsekojumu tiek veikts Valgundes parauglaukumā. Valgundē tiek īstenotas visas 5.1. tabulā minētās apakšprogrammas, kuras ir atzīmētas attiecīgajos gados. Taurenē un Rucavas parauglaukumā netiek veikti gaisa kvalitātes mērījumi. 2024. gada monitoringa ciklā veikts vainaga stāvokļa novērtējums, koku pieauguma mērījumi, augsnes ūdeņu, nokrišņu, nobiru paraugu ievākšana un analizēšana.

5.1.2. Otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumu raksturojums

Uz doto brīdī Latvijā funkcionē trīs otrā līmeņa monitoringa parauglaukumi – Valgundē, Taurenē un Rucavā. Valgundes parauglaukums ir ierīkots 2004. gadā Jelgavas novadā, Valgundes pagastā, Meža pētīšanas stacijas Jelgavas novada 1. kvartāla 10. nogabalā (5.2. tabula). Taurenē un Rucavas parauglaukumi ir ierīkoti 2015. gadā un mērījumi uzsākti tā paša gada maijā. Parauglaukumi atrodas Cēsu novada Dzērbenes pagastā un Dienvidkurzemes novada Rucavas pagastā (5.1. attēls).

5.2. tabula. Otrā līmeņa meža monitoringa mežaudžu raksturojums
(Valsts meža dienesta dati)

Vieta	Platība, ha	Valdošā suga	Meža tips	Mežaudzes vecuma desmitgade	Krāja, m ³ ha ⁻¹	Šķērs-laukums, m ² ha ⁻¹	Bonitāte	Sastāva formula
Valgunde	0,8	Priede	Lāns	10	384	32	I	5P3E2B91
Taurene	2,2	Priede	Lāns	10	221	21	I	8P1E1B93
Rucava	7,8	Priede	Lāns	8	250	24	I	10P73



5.1. attēls. Otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumu izvietojums Latvijā.

Visos trīs otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumos dominējošā koku suga ir priede (*Pinus sylvestris* L.) ar nelielu egles (*Picea abies* (L.) H.Karst.) piemistrojumu, galvenokārt 2. stāvā (5.2. attēls). Zemsedzē, sūnu stāvā dominē spīdīgā stāvaine un Šrēbera rūšaine, lakstaugu stāvā – mellene. Otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumi ierīkoti lāna (*Myrtillosa*) meža tipā.

Gan Valgundes, gan Taurenes parauglaukumos audzes vecums ir robežās no 90 līdz 100 gadiem. Rucavas parauglaukumā audze ir jaunāka, no 70 līdz 80 gadiem. Audzes ir samērā produktīvas ar augstu bonitāti. Visos parauglaukumos ir I bonitātes priežu audzes.



5.2. attēls. Otrā līmeņa meža monitoringa Valgundes parauglaukums (foto: A. Bārdulis).

Otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumi ir ierīkots taisnstūra formas veidā (40 × 60 m) ar kopējo platību 2400 m². Parauglaukumi augsnes veģetācijas raksturošanai sadalīts 10 × 10 m sekcijās. Šajos parauglaukumos izvietoti arī laukumi veģetācijas novērtēšanai. Ap parauglaukumu izveidota nenorobežota 10 m plata buferzona, kur ņem paraugus dažādām apakšprogrammām – nokrišņi, koku pieaugumi u.c. Blakus kokaudzes parauglaukumam ierīkots 40 × 30 m liels augsnes parauglaukums.

Valgundes parauglaukumos ir vidējas smilts augsne, ar zemu pH un piesātinājumu ar bāzēm. Augsnē dominējošie ir podzolēšanās procesi, ko veicina skujkoku nobiru organiskā materiāla sadalīšanās. Kaut arī reljefa svārstības parauglaukumā ir nelielas (± 5 m), tomēr ir vērojamas atšķirības starp augsni reljefa paaugstinājumos un pazeminājumos. Augsnes tips reljefa paaugstinājumos atbilstoši Latvijas augsnes klasifikācijai reljefa paaugstinājumos ir iluviālā humusa podzola augsne. Atbilstoši WRB 2014 augšņu klasifikācijas sistēmai – *Folic Arenosol (dystric)*. Augsne ir samērā vāji attīstīta, atsevišķās vietās ir *Spodic* horizonta veidošanās pazīmes. Reljefa pazeminājumos – kūdrainā podzolētā glejaugsne. Atbilstoši FAO klasifikācijas sistēmai – *Ortsteinic Albic Folic Podzol (dystric)*. Reljefa pazeminājumos podzolēšanās procesu ietekmē izveidojies sacementējis *Spodic* horizonts – ortšteins. Zem ortšteina slāņa augsnē novērojamas reducēšanās pazīmes, kas dziļāk pāriet Br un Cr horizontos (5.3. attēls).



5.3. attēls. Augsnes profili Valgundes parauglaukumā, pa kreisi – reljefa paaugstinājumā, pa labi – reljefa pazeminājumā (foto: A. Lupiķis).

Taurenes parauglaukumā augsnes pamatmateriālu veido vidēja un smalka smilts (5.4. attēls). Augsne ir skāba un augsnē dominē podzolēšanās procesi. Daļa no parauglaukuma atrodas reljefa paaugstinājumā un daļa uz nogāzes, tomēr augsne ir samērā viendabīga visā

parauglaukuma teritorijā. Augsnes tips atbilstoši Latvijas augsnes klasifikācijas sistēmai ir iluviālā humusa podzols. Atbilstoši WRB 2014 klasifikācijas sistēmai augsne atbilst *Podzols* augšņu pamatgrupai. Precīzs augsnes nosaukums ir *Albic, Podzols (novic)*. Augsnes virskārtā ir 7 cm biezs O horizonts, kas uzguļ EA horizontam. Podzolēšanās rezultātā zem EA horizonta izveidojies *spodic* horizonts. Aptuveni 65 cm dziļumā mainās augsnes granulometriskais sastāvs no vidējas uz smalku smilts frakciju.



5.4. attēls. Augsnes profils Taurenes parauglaukumā (foto: A. Lupiķis).

5.2. Metodika

Novērojumi veikti saskaņā ar starptautiskās sadarbības programmas ICP Forests metodiku (ICP Forest manual).

5.2.1. Gaisa kvalitātes mērījumi

Otrā līmeņa meža monitoringa ietvaros noteikti šādi gaisa kvalitātes parametri – NO₂, SO₂, NH₃ un O₃. Darbs veikts atbilstoši starptautiski pieņemtai metodikai (Schaub et al., 2016).

Gaisa kvalitātes mērījumi veikti, izmantojot Zviedrijas Vides zinātnes institūta (IVL) membrānas tipa pasīvos gaisa paraugu savācējus (5.5. attēls).



5.5. attēls. Membrānas tipa pasīvie gaisa paraugu savācēji
(avots: <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>).

Tā kā pasīvie gaisa savācēji ir mazi, viegli un tiem nav vajadzīga elektrība, to izvietojuma vieta ir viegli maināma. Savācējus var izmantot piesārņojošo vielu ilggadīgam monitoringam.

Gaisa kvalitātes mērījumi veikti ārpus kokaudzes (200 m attālumā) atklātā vietā, netālu no parauglaukuma esošā izcirtumā, mērījumu stacija ir uzstādīta 3 m augstumā. Atbilstoši metodikas rekomendācijai mērījumi veikti veģetācijas perioda laikā (maijs–oktobris). Savācēju maiņa veikta reizi divās nedēļās O₃, NO₂, SO₂ un NH₃ paraugiem.

Pasīvo savācēju sagatavošanu veic IVL atbilstoši ICP Forests un EMEP rokasgrāmatu prasībām. IVL piedalās ICP Forests gaisa kvalitātes starplaboratoriju salīdzinošā testēšanā. Savācēju uzstādīšanu nodrošina LVMI “Silava” Meža vides laboratorijas speciālisti atbilstoši IVL norādījumiem.

Gaisa paraugu savācējus transportē aukstuma kastē un uzglabā ledusskapī LVMI “Silava” Meža vides laboratorijā līdz katra noslēdzošā mēneša beigām. Pēc tam atbilstoši IVL norādījumiem paraugus iepakoj un nosūta analizēšanai uz Zviedriju.

Gaisa kvalitātes parametru aprēķināšanai izmanto pasīvo uztvērēju koeficientus, kā arī diennakts vidējās gaisa temperatūras. Parametrus protokolē īpašās veidlapās, norādot savācēju uzstādīšanas un noņemšanas datumus un laiku. Precīzus diennakts vidējās gaisa temperatūras mērījumus iegūst no blakus esošās meteoroloģisko novērojumu stacijas.

5.2.2. Koku pieaugumu mērījumi

Koku pieaugumu mērījumiem uzstādītas 15 manuāli nolasāmas koku pieauguma lentes (5.6. attēls). Lentas uzstādītas randomizēti visā parauglaukuma teritorijā, iekļaujot 1., 2. un 3. Krafta klases kokus. Koku pieauguma lentu rādījumus sistemātiski nolasa ik pēc divām nedēļām. Mērījumi veikti atbilstoši ICP Forests rekomendētajai metodikai (Dobbertin & Neumann, 2020).



5.6. attēls. UMS koku pieauguma lente (foto: A. Bārdulis).

5.2.3. Ozona bojājumu vizuāla noteikšana

Vizuālu ozona bojājumu noteikšanu veica LVMI “Silava” eksperti atbilstoši starptautiski akceptētai metodikai (Schaub et al., 2016). Parauglaukums zemesdzes veģetācijas ozona bojājumu noteikšanai ierīkots atklātā vietā, izcirtuma malā, saules ekspozīcijas pusē. Parauglaukumā veikta veģetācijas uzskaitē un noteikts ozona bojājumu simptomu sastopamības biežums attiecīgām augu sugām.

5.2.4. Koku vainagu stāvokļa novērtējums

Koku vainagu stāvokļa novērtēšana veikta atbilstoši ICP Forests rekomendētajai metodikai (Eichhorn et al., 2020). Koku vainagu stāvokļa novērtējumam tika atlasīti un novērtēti 60 pirmās, otrās un trešās Krafta klases parauglaukuma koki. Koku atlase veikta pēc nejaušības principa, sadalot parauglaukumu 24 kvadrātos un katrā no tiem izvēloties 2–3 minēto Krafta klašu kokus. Nākamajos gados, kādam no kokiem aizejot bojā, vietā tiks izvēlēti jauni parauglaukuma koki, lai gadu gaitā nesamazinātos vērtējamo koku paraugkopa. Ja nepieciešams, vērtējamo koku paraugkopu iespējams palielināt.

Saskaņā ar metodiku, kurā norādīts, ka koku vainagu vērtēšana ik gadu veicama aptuveni vienā un tajā pašā laikā, otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumā to veic augusta beigās vai septembra sākumā (± 2 nedēļas). Atbilstoši metodikai galvenais rādītājs koku veselības stāvokļa analīzē ir vainaga kopējā defoliācija (skuju vai lapu zudums). Parauglaukuma kokiem tiek vērtēts arī vainaga noēnojums, vainaga redzamība, defoliācija vainaga augšējā trešdaļā un visā vainagā, dehromācija, koka bojājumi un čiekuru raža, kā arī noteikta Krafta klase.

5.2.5. Nobiru frakciju paraugu ņemšana un analīze

Nobiru paraugi ievākti un to ķīmiskais sastāvs noteikts atbilstoši ICP Forests metodikai (Ukonmaanaho et al., 2016). Parauglaukumā zem dominējošo koku vainagiem ierīkoti 10 nobiru savācējkonteineri, ar virsmas uztveres laukumu $0,42 \text{ m}^2$ (laika posmā līdz 2018. gadam virsmas uztveres laukums bija $0,25 \text{ m}^2$) Valgundes parauglaukumā un $0,50 \text{ m}^2$ Taurenē un Rucavas parauglaukumos (5.7. attēls). Kontainers izgatavots no sintētiska polimēru audekla, tā lejasdaļā piestiprināts stingrāka materiāla gredzens, pie kura piesiets polimēru materiāla tīkliņš ar tīkla acs izmēru $0,2 \text{ mm}$. Šāds polietilēna kontainers lietus laikā aizvada ūdeni. Nobiru savācējkonteineru dziļums ir $0,7 \text{ m}$, kas pasargā nobiru materiāla izpūšanu no konteineru vājainā laikā. Nobiru paraugi ievākti katra mēneša pēdējā datumā.



5.7. attēls. Meža nobiru savācējkonteiners (foto: K. Polmanis).

Nobiras savākšanai konteineru lejasdaļā piestiprinātos maisiņus noņem, uzvelkot rokās cimds. Tad to saturu pārber papīra maisos un nogādā LVMI “Silava” Meža vides laboratorijā. Tīkliņus piestiprina atpakaļ pie savācējiem. Laika posmā no 2009. līdz 2017. gadam nobiru paraugus pirms analīžu veikšanas sašķiroja šādās frakcijās:

- zari un mizas;
- dominējošās koku sugas skujas;
- dominējošās koku sugas augļi (čiekuri, sēklas);
- cita biomasa (insekti, fekālijas u.c.).

2018. gadā nobiru paraugus pirms analīžu veikšanas sašķiroja šādās frakcijās:

- zari un mizas;
- dominējošās koku sugas skujas;
- citu koku sugu skujas un lapas;
- dominējošās koku sugas augļi (čiekuri, sēklas);
- citu koku sugu augļi (čiekuri, sēklas);
- cita biomasa (insekti, fekālijas u.c.).

Savukārt 2019. gadā nobiru frakcija, ko veido dominējošās koku sugas augļi, iedalīta divās šādās papildus frakcijās:

- dominējošās koku sugas čiekuri;
- dominējošās koku sugas sēklas.

Pēc tam nobiru frakcijas žāvētas 48 h 80°C temperatūrā līdz nemainīgai masai un nosvērtas ar precizitāti $\pm 0,1$ mg. Pēc nobiru frakciju apvienošanas gada griezumā atlasītas 1000 skujas un noteikta 105°C temperatūrā izžāvētu 1000 skuju masa. Nobiru frakciju

paraugiem noteikti šādi obligāti nosakāmie parametri: Ca, K, Mg, C, N, P un S saturs un šādi izvēles parametri (kopš 2018. gada): Zn, Mn, Fe, Cu, Cr un Ni saturs (5.3. tabula) atbilstoši ICP Forests rekomendētajai metodikai (Ukonmaanaho et al., 2016).

5.3. tabula. Nobiru frakciju paraugu ķīmisko analīžu metodika

Parametrs, mērvienība	Parauga sagatavošana	Metodika	Metodes princips
S, mg g ⁻¹	-	LVS ISO 10694:2006	Elementanalīze
C, g 100 g ⁻¹	-	LVS ISO 10694:2006	Elementanalīze
N, mg g ⁻¹	-	Līdz 2019. gadam: LVS ISO 11261	Līdz 2019. gadam modificēta Kjeldāla metode
		Kopš 2019. gada: LVS ISO 10694:2006	Kopš 2019. gada elementanalīze
P, mg g ⁻¹	Mineralizēšana konc. HNO ₃	Līdz 2019. gadam: LVS ISO 11466, LVS EN 14672	Līdz 2019. gadam amonija molibdāta spektrofotometriskā metode
		Kopš 2019. gada: LVS ISO 11466	Kopš 2019. gada induktīvi saistītās plazmas optiskās emisijas spektrometrija (ICP-OES)
Ca, Mg, mg g ⁻¹	Mineralizēšana konc. HNO ₃	LVS ISO 11466	Līdz 2019. gadam atomabsorbcijas spektrometrija ar liesmas atomizāciju
			Kopš 2019. gada induktīvi saistītās plazmas optiskās emisijas spektrometrija (ICP-OES)
K, mg g ⁻¹	Mineralizēšana konc. HNO ₃	LVS ISO 11466	Līdz 2019. gadam atomu emisija ar atomabsorbcijas spektrometriju
			Kopš 2019. gada induktīvi saistītās plazmas optiskās emisijas spektrometrija (ICP-OES)
Zn, Mn, Fe, Cu, Cr, Ni, μg g ⁻¹	Mineralizēšana konc. HNO ₃	LVS ISO 11466	Kopš 2019. gada induktīvi saistītās plazmas optiskās emisijas spektrometrija (ICP-OES)

5.2.6. Skuju parauga ņemšana un analīze

Skuju paraugu ņemšanu un ķīmiskās analīzes nodrošina LVMI “Silava” atbilstoši ICP Forests metodikai (Rautio et al., 2020).

Skuju paraugi jāievāc laikā, kad beigusies veģētācijas sezona, tas ir no oktobra līdz martam. Attiecīgi, piemēram, 2015./2016. gadā ziemā ievāktie skuju paraugi reprezentē 2015. un 2014. gadu. Paraugi ņemti, izmantojot zāģēšanas metodi, ievērojot metodikas nosacījumus par paraugu ievākšanu:

- paraugu ņemšana nerada paraugu piesārņojumu;
- nerada smagus bojājumus ne paraugkokam, ne kokaudzē esošajiem kokiem;
- tiek ievēroti drošības pasākumi.

Skuju paraugu ņemšanai parauglaukumā atlasīti 8 dominējošās koku sugas (priedes) paraugkoki. Paraugkoku atlases kritēriji:

- izvietojums pa parauglaukuma buferzonu;
- 1., 2. vai 3. Krafta klases koki;
- atrašanās tuvums augsnes parauglaukumam (jānodrošina, lai ņemot augsnes paraugus, netiktu bojātas koku saknes);
- paraugu ņemšanai nedrīkst izmantot kokus, kuri atlasīti vainaga aprakstīšanai;
- kokiem jābūt reprezentatīviem attiecībā pret vidējo defoliācijas līmeni parauglaukumā ($\pm 5\%$ defoliācija);
- paraugkoka bojāejas gadījumā (biotisku, abiotisku vai antropogēnu faktoru ietekmē), tas ir jāaizstāj ar jaunu, ņemot vērā iepriekš norādītos kritērijus.

Lai mazinātu apkārtējās vides faktoru ietekmi uz paraugiem, paraugu transportēšana uz LVMI “Silava” Meža vides laboratoriju notiek individuāli, katru paraugu ievietojot papīra maisā. Paraugu uzglabāšana pirms paraugu sagatavošanas ķīmiskajām analīzēm notiek ievērojot starptautiski akceptētās ekspertu rekomendācijas – paraugi uzglabāti noslēgtos papīra maisos (Rautio et al., 2020).

Skuju paraugu sagatavošanu ķīmiskajām analīzēm (šķirošana, žāvēšana, svēršana un malšana) veic LVMI “Silava” Meža vides laboratorijā.

Katram reprezentatīvajam paraugkokam no zariem atdala 1000 pirmā un 1000 otrā gada pieauguma skuju, žāvē 105°C temperatūrā līdz nemainīgai masai un nosver ar precizitāti $\pm 0,1$ mg. Ķīmiskajām analīzēm paralēli katra paraugkoka atdalītās gadskārtējās skuju frakcijas nosver, nomazgā ar dejonizētu ūdeni un pēc tam 24 stundas žāvē 80°C temperatūrā. Pēc izžāvēšanas skuju paraugus samaļ un homogenizē, izmantojot laboratorijas dzirnaviņas.

Laboratorijā pirmā un otrā gada pieauguma skuju paraugiem nosaka obligāti analizējamos ķīmiskos parametrus (5.4. tabula).

5.4. tabula. Skuju paraugu ķīmisko analīžu metodika

Parametrs, mērvienība	Parauga sagatavošana	Metodika	Metodes princips
S, mg g^{-1}	-	LVS ISO 10694:2006	Elementanalīze
C, $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$	-	LVS ISO 10694:2006	Elementanalīze
N, mg g^{-1}	-	Līdz 2019. gadam: LVS ISO 11261	Līdz 2019. gadam modificēta Kjeldāla metode
		Kopš 2019. gada: LVS ISO 10694:2006	Kopš 2019. gada elementanalīze
P, mg g^{-1}	Mineralizēšana konc. HNO_3	Līdz 2019. gadam: LVS ISO 11466, LVS EN 14672	Līdz 2019. gadam amonija molibdāta spektrofotometriskā metode
		Kopš 2019. gada: LVS ISO 11466	Kopš 2019. gada inductīvi saistītās plazmas optiskās emisijas spektrometrija (ICP- OES)
Ca, Mg, mg g^{-1}	Mineralizēšana konc. HNO_3	LVS ISO 11466	Līdz 2019. gadam atomabsorbcijas spektrometrija (AAS) ar liesmas atomizāciju

			Kopš 2019. gada induktīvi saistītās plazmas optiskās emisijas spektrometrija (ICP- OES)
K, mg g ⁻¹	Mineralizēšana konc. HNO ₃	LVS ISO 11466	Līdz 2019. gadam atomu emisija ar atomabsorbcijas spektrometriju (AAS)
			Kopš 2019. gada induktīvi saistītās plazmas optiskās emisijas spektrometrija (ICP- OES)

5.2.7. Augsnes ūdens parauga ņemšana un analīze

Augsnes ūdeņu paraugu ievākšana, uzglabāšana un analīzes veiktas saskaņā ar starptautiski pieņemto metodiku (Nieminen et al., 2016), ievērojot tās prasības un rekomendācijas kvalitātes nodrošināšanai. Augsnes ūdeņu paraugu ievākšanai uzstādīti 7 paralēlie lizimetri 3 dažādos augsnes slāņos – zem humusa slāņa 0–10 cm dziļumā, sakņu zonā (10–20 cm dziļumā) un zem sakņu zonas (40–70 cm dziļumā) (5.8. attēls). Paraugus ņem bez sala periodā trīs reizes mēnesī, attiecīgi, mēneša pirmajā datumā, pēc divām nedēļām un mēneša pēdējā datumā. Atsūknējot lizimetrus, ievāc paraugus analīzēm un nosaka katrā lizimetrā savāktu ūdens tilpumu, tā iegūstot kalendārā mēneša faktiskos augsnes ūdens tilpumus attiecīgajos augsnes slāņos. Paraugu izsūkņēšanai izmantoti Meža vides laboratorijā izgatavoti instrumenti.



5.8. attēls. Nulles spiediena lizimetri pirms uzstādīšanas (foto: A. Bārdulis).

Augsnes ūdens daudzums ir atkarīgs no gaisa temperatūras un nokrišņu daudzuma. Tāpēc, lai palielinātu ievāktā augsnes ūdens tilpumu ķīmiskā satura analīzēm, Valgundes parauglaukumā 2012. gada vasarā 20 un 60 cm dziļumā trīs atkārtojumos uzstādīti vakuuma tipa lizimetri, kuros uzkrātā ūdens analīzes veiktas, sākot ar 2013. gadu.

Ievāktie paraugi aukstuma kastē transportēti uz LVMI “Silava” Meža vides laboratoriju uzglabāšanai. Paraugu konservēšanai izmantots atdzesēšanas paņēmiens no 1°C līdz 5°C (International Organization for Standardization, 2003).

Pēc ievākšanas visus ūdens paraugus validē LVMI “Silava” Meža vides laboratorijā, lai konstatētu antropogēnā piesārņojuma klātbūtni, kā arī nosaka tos parametrus, kas jāanalīzē 24 stundu laikā pēc paraugu ievākšanas, piemēram, augsnes ūdens elektrovadītspēju.

Validēšanas kritērijiem atbilstošie ūdens paraugi proporcionāli apvienoti pa slāņiem, iegūstot reprezentatīvu vidējo paraugu. Dažkārt meteoroloģisku apstākļu dēļ paraugu daudzums kādā no slāņiem ķīmisko analīžu veikšanai nav pietiekams, tāpēc tiek apvienoti vairāku mēnešu paraugi. Paraugus apvieno, ņemot vienādu tilpumu no dažādos periodos iegūtajiem paraugiem; individuālo paraugu tilpumu nosaka atbilstoši vismazākajam paraugam. Pavisam mazus paraugus (daži mililitri) vidējā parauga sagatavošanai neizmanto.

5.5. tabulā parādīti ķīmiskie parametri, kuri augsnes ūdens paraugos saskaņā ar ICP Forests metodiku ir obligāti analizējami (Nieminen et al., 2016). Monitoringa ietvaros veikti visi obligāti nosakāmie parametri.

5.5. tabula. Obligāti analizējamie augsnes ūdeņu ķīmiskie parametri

Parametrs, mērvienība	Metodika	Metodes princips
Elektrovadītspēja, $\mu\text{S cm}^{-1}$	LVS NE 27888:1993	Konduktometrija
pH	LVS ISO 10523:2012	Potenciometrija
DOC, mg L^{-1}	LVS EN 1484:2000, LVS EN 12260:2004	Katalītiskā sadedzināšana, infrasarkanā detektēšana
K, Mg, Ca, Na, mg L^{-1}	LVS EN ISO 7980: 2000, LVS ISO 9964-3:2000	Liesmas atomabsorbcijas spektrometrija, atomemisijas spektrometrija
$\text{Al}_{\text{kop.}}$, mg L^{-1}	LVS EN ISO 12020:2005	Liesmas atomabsorbcijas spektrometrija
N-NO_3 , mg L^{-1}	LVS EN 12260, LVS EN ISO 10304-1:2009	Katalītiskā sadedzināšana, hemiluminiscences detektēšana, jonu hromatogrāfija
N-NH_4 , mg L^{-1}	LVS ISO 7150/1:1984(1998)	Spektrofotometrija
S-SO_4 , Cl, mg L^{-1}	LVS EN ISO 10304-1:2009	Jonu hromatogrāfija
Sārmainība, $\mu\text{molc L}^{-1}$	LVS EN ISO 9963-1:1995	Potenciometriskā titrimetrija
$\text{N}_{\text{kop.}}$, mg L^{-1}	LVS EN 1484:2000, LVS EN 12260:2004	Katalītiskā sadedzināšana, hemiluminiscences detektēšana
Fe, Mn, mg L^{-1}	-	Liesmas atomabsorbcijas spektrometrija
P-PO_4 , mg L^{-1}	LVS EN ISO 6878:2005	Amonija molibdāta spektrofotometrija

5.2.8. Nokrišņu ūdens parauga ņemšana un analīze

Nokrišņu ūdens paraugu ievākšana, uzglabāšana un ķīmisko analīžu veikšana veikta atbilstoši starptautiski akceptētai ICP Forests metodikai (Clarke et al., 2016), ievērojot tās prasības un rekomendācijas kvalitātes nodrošināšanai (König et al., 2016). Novērojumu periodā kopš 2004. gada metodika nav mainīta, izņemot nelielas korekcijas nokrišņu uztvērēju izvietojumā un uztvērēju piltuvju parametros (izmantotas piltuves ar lielāku diametru). Piltuvēm uzstādīti putnu atbaidīšanas gredzeni (**Error! Reference source not found.**). Patreiz uzstādīto piltuvju virsmas laukums ir 471 cm^2 , savācējvertņu tilpums – 5 L.

Nokrišņu paraugu ievākšanai atklātā laukā blakus mežaudzei uzstādīti 2 atklātā tipa nokrišņu savācēji ar tādu nosacījumu, lai piltuves apmale atrastos 1,5 m augstumā virs zemes. Nokrišņu, kas izskalojas caur koku vainagiem, savākšanai parauglaukumā uzstādīti 10 nokrišņu savācēji siltajiem gadalaikiem. Stumbra noteces nokrišņu savākšanai 10 kokiem 1,3 m augstumā ir uzlikti apkakles tipa nokrišņu savācēji, kuri darbojas tikai siltajā periodā

(**Error! Reference source not found.**). Katra mēneša pirmajā datumā uzstāda tukšas savācējvertnes. Savācējvertnes iztukšo divas reizes mēnesī, vidēji ik pēc 15 dienām.



Nokrišņu savācēji atklātā laukā

Nokrišņu savākšana no stumbra



Nokrišņu savākšana caur koku vainagiem

Error! Reference source not found. Nokrišņu savācēji (foto: A. Bārdulis).

Ievāktos paraugus aukstuma kastē transportē uz LVMI “Silava” Meža vides laboratoriju uzglabāšanai. Ķīmisko analīžu veikšanai katra mēneša beigās ievāktos paraugus proporcionāli to tilpumam apvieno reprezentatīvos paraugos, kuri veido mēneša vidējo paraugu. Paraugu ķīmiskās analīzes veic LVMI “Silava” Meža vides laboratorijā (5.6. tabula).

5.6. tabula. Obligāti analizējamie nokrišņu ūdeņu ķīmiskie parametri

Parametrs, mērvienība	Metodika	Metodes princips
Elektrovadītspēja, $\mu\text{S cm}^{-1}$	LVS EN 27888:1993	Konduktometrija
pH	LVS ISO 10523	Potenciometrija
DOC, mg L^{-1}	LVS EN 1484:2000	Katalītiskā sadedzināšana, infrasarkanā detektēšana
K, Mg, Ca, Na, mg L^{-1}	LVS EN ISO 7980:2000, LVS ISO 9964-3:2000	Liesmas atomabsorbcijas spektrometrija, atomemisijas spektrometrija
N-NO ₃ , mg L^{-1}	LVS EN 12260, LVS EN ISO 10304-1:2009	Katalītiskā sadedzināšana, hemiluminiscences detektēšana, jonu hromatogrāfija
N-NH ₄ , mg L^{-1}	LVS ISO 7150/1:1984 (1998)	Spektrofotometrija
S-SO ₄ , Cl, mg L^{-1}	LVS EN ISO 10304-1:2009	Jonu hromatogrāfija

Sārmainība, $\mu\text{molc L}^{-1}$	LVS EN ISO 9963-1:1995	Potenciometriskā titrimetrija
$N_{\text{kop.}}, \text{mg L}^{-1}$	LVS EN 1484:2000, LVS EN 12260:2004	Katalītiskā sadedzināšana, hemiluminiscences detektēšana
$\text{P-PO}_4, \text{mg L}^{-1}$	LVS EN ISO 6878:2005	Amonija molibdāta spektrofotometrija

5.2.9. Ķīmisko analīžu rezultātu validēšana un kvalitātes nodrošināšana

Analīžu veikšanai izmantotas starptautiski akceptētas un ICP Forests rekomendētas standartmetodes (Clarke et al., 2016; König et al., 2016; Nieminen et al., 2016). Obligātie parametri, kurus LVMI “Silava” Meža vides laboratorijā nav bijis iespējams noteikt, līdz 2019. gadam analizēti LVĢMC Vides laboratorijā. Sākot ar 2019. gadu, visi parametri analizēti LVMI “Silava” Meža vides laboratorijā. Lai nodrošinātu laboratorijas kvalitātes kontroli un rezultātu ticamību, visi iegūtie rezultāti validēti uzreiz pēc ķīmisko analīžu veikšanas atbilstoši ICP Forests rekomendācijām un algoritmiem (König et al., 2016).

Kopš 2007. gada LVMI “Silava” Meža vides laboratorija ir iesaistījies 23 starptautiskās augsnes, augu materiāla (skujas, lapas) un ūdens paraugu starplaboratoriju salīdzinošās testēšanās, sekmīgi nokārtojot obligāto parametru noteikšanas kvalitātes kritērijus.

Dalība ņemta 22 starplaboratoriju salīdzinošās testēšanās, kas tiek organizēts sadarbībā ar ICP Forests:

- augsnes paraugu starplaboratoriju salīdzinošā testēšana (*Soil Interlaboratory Test Programme*) Nr. 5, 6, 8 un 9;
- skuju/lapu paraugu starplaboratoriju salīdzinošā testēšana (*Needle/Leaf Interlaboratory Comparison Test*) Nr. 11–22;
- atmosfēras nokrišņu un augsnes ūdens paraugu starplaboratoriju salīdzinošā testēšana (*Atmospheric deposition and soil solution Working Ringtest*) Nr. 3, 4, 5, 7, 8 un 9.

2019. gadā LVMI “Silava” Meža vides laboratorija pievienojās Globālajam augsnes laboratoriju tīklam GLOSOLAN (*Global Soil Laboratory Network*) un saņēma pozitīvu novērtējumu GLOSOLAN organizētajā starplaboratoriju salīdzinošā testēšanā *Proficiency testing 2019*.

5.3. Rezultāti un to analīze

5.3.1. Koku vainagu stāvokļa novērtējums

Koku vainaga stāvoklis tiek novērtēts 60 kokiem parauglaukumā. Katru gadu tiek apsekoti vieni un tie paši koki. Kokam ejot bojā, vai nonākot 4. Krafta klasē, tas vairs netiek izmantots vainaga stāvokļa vērtēšanai. Tādā gadījumā, šī koka vietā vērtēšanai izmanto citu koku. Šāda metodika pamatojama ar to, ka objektīva koku stāvokļa novērtēšana iespējama tikai tiem kokiem, kuri netiek būtiski apēnoti un nomākti no apkārtējo koku puses. Monito ringa mērķis ir novērtēt apkārtējās vides, piemēram, gaisa piesārņojuma, ietekmi uz koku stāvokli, cenšoties izvairīties no koku savstarpējās konkurences iekļaušanas vērtējumā.

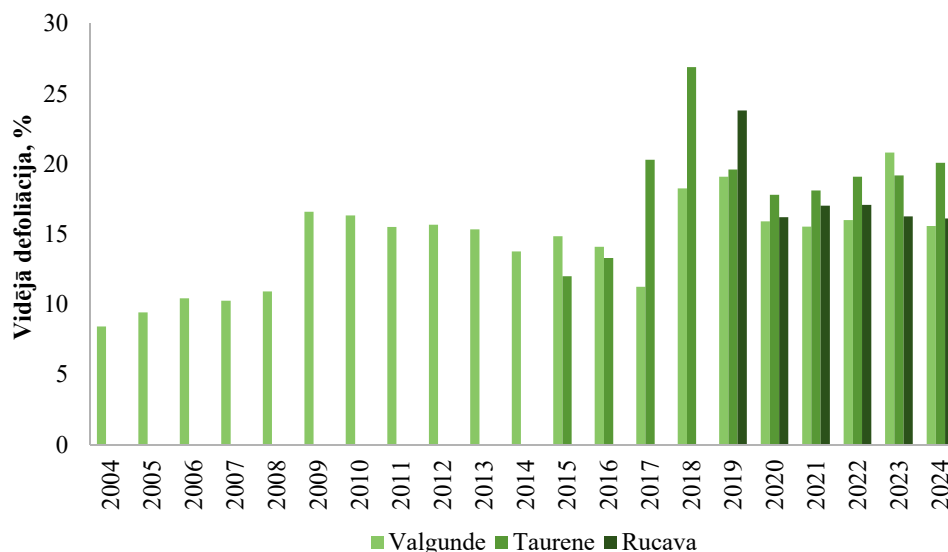
Otrā līmeņa meža monitoringa Valgundes parauglaukumā laika posmā no 2004. līdz 2024. gadam priedes vainagu vidējā defoliācija bijusi svārstīga, kopumā uzrādot tendenci pieaugt, kas liecina par koku veselības stāvokļa pasliktināšanos. 2004. gadā defoliācija bija viszemākā jeb 8% (5.10. attēls), kam sekojis vienmērīgs, pakāpenisks pieaugums, kas beidzies

2008. gadā, sasniedzot 11%. Pēc tam noticis straujš kāpums – 2009. gadā vidējā defoliācija bija 17%. Pēc šī perioda novērojama pakāpeniska vidējās defoliācijas samazināšanās, 2017. gadā sasniedzot 11%. Visstraujākais defoliācijas pieaugums noticis 2018. gadā, kad tā kāpusi par 7%, sasniedzot 18%. 2020. gadā defoliācija samazinājusies līdz 16%, tādā līmenī paliekot līdz 2022. gadam. 2023. gadā noticis kāpums līdz 21%, kas ir visaugstākā novērotā vidējās defoliācijas vērtība. 2024. gadā tā atkal nokritusies līdz 16%.

Otrā līmeņa meža monitoringa Taurenes parauglaukumā laika posmā no 2015. līdz 2024. gadam priedes vainagu vidējā defoliācija bijusi svārstīga, kopumā uzrādot tendenci pieaugt, kas liecina par koku veselības stāvokļa pasliktināšanos. 2015. gadā defoliācija bija viszemākā jeb 12% (5.10. attēls), kam sekojis salīdzinoši straujš, pakāpenisks pieaugums, sasniedzot visaugstāko vērtību 2018. gadā jeb 27%. 2019. gadā vidējā defoliācija strauji nokritusies līdz 20%. No 2019. līdz 2024. gadam vidējā defoliācija praktiski nav uzrādījusi izmaiņas, norādot uz tendenci palikt vienā līmenī.

Otrā līmeņa meža monitoringa Rucavas parauglaukumā 2019. gadā defoliācija bija vislielākā – 24% (**Error! Reference source not found.** attēls), kam sekojis straujš kritums 2020. gadā, sasniedzot 16%. Kopš 2020. gada defoliācija katru gadu bijusi gandrīz identiska, kas liecina par stabilu koku veselības stāvokli pēdējos gados un par pakāpenisku uzlabošanos visā mērījumu laika posmā kopumā.

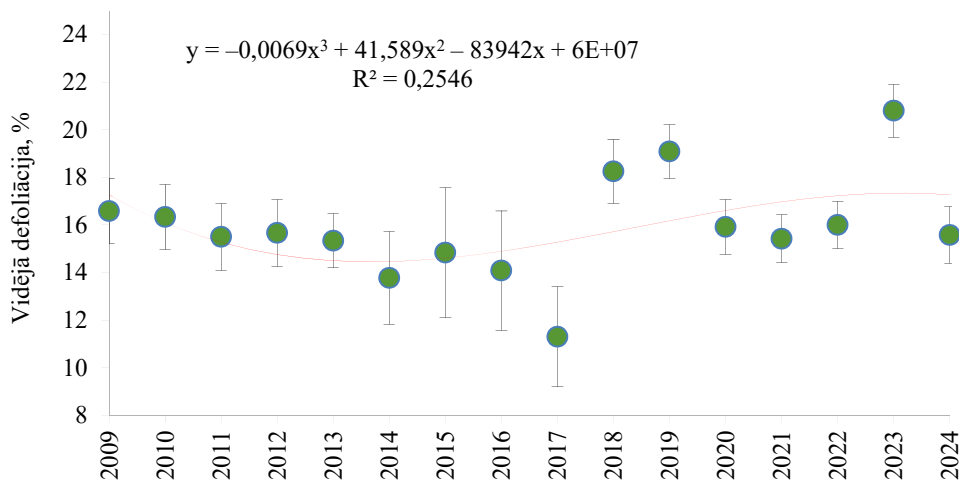
Salīdzinot visus otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumus, vidējā defoliācija visaugstākā 2024. gadā bija Taurenē ($20,1 \pm 1,2\%$), kam seko Rucava ($16,1 \pm 1,5\%$) un Valgunde ($15,6 \pm 0,9\%$). Tendence vidējai defoliācijai pieaugt novērojama Valgundē un Taurenē, savukārt samazināties – Rucavā.



5.10. attēls. Vidējā koku defoliācija Valgundes, Taurenes un Rucavas parauglaukumos.

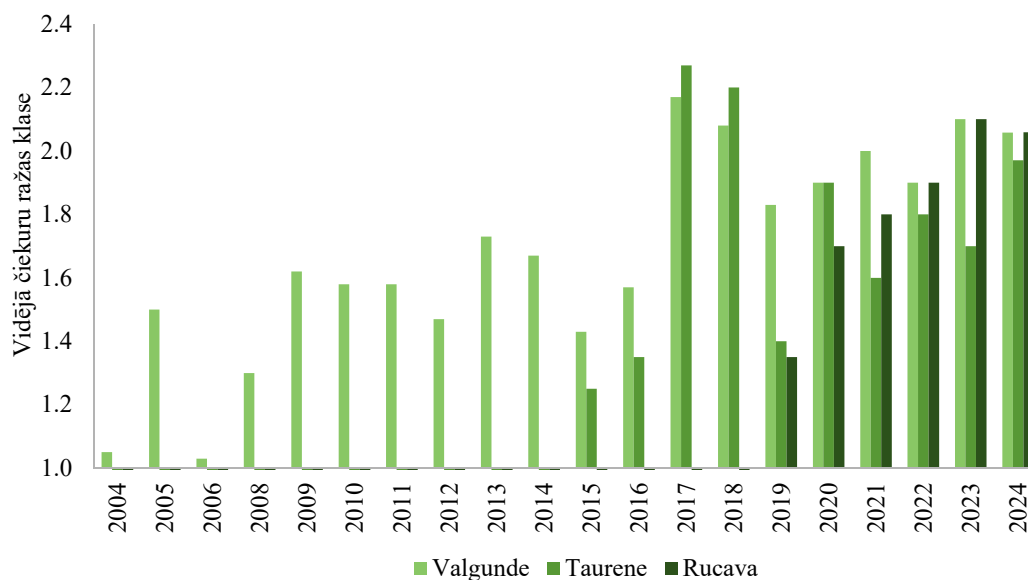
Laika posmā no 2009. līdz 2017. gadam Valgundes parauglaukumā konstatēta pakāpeniskās vidējās vainaga defoliācijas samazināšanās. Taču, no 2018. līdz 2020. gadam novērots vidējās vainaga defoliācijas pieaugums (5.11. attēls). 2021. gadā Valgundes parauglaukumā turpinās jau 2020. gadā novērotā tendence vidējam defoliācijas rādītājam samazināties, attiecībā pret 2018. un 2019. gadu, kad vērtības bija vēsturiski augstākās kopš novērojumu uzsākšanas (5.11. attēls). Salīdzinot ar laika periodu no 2018. līdz 2019. gadam, 2020.–2022. gadu datus novērojama vidējo defoliācijas rādītāju samazināšanās un stabilizācija

vērtībās starp 15% un 17%. Tikmēr 2023. gadā Valgundes parauglaukumā novērojams ievērojam koku vainagu vidējās defoliācijas vērtības kāpums, attiecībā pret pēdējiem 3 gadiem, no ~16% līdz 21%. Turpretim 2024. gadā vidējā defoliācija atkal samazinājusies līdz 16%, kas ir līdzīga 2020.–2022. gada vērtībām.



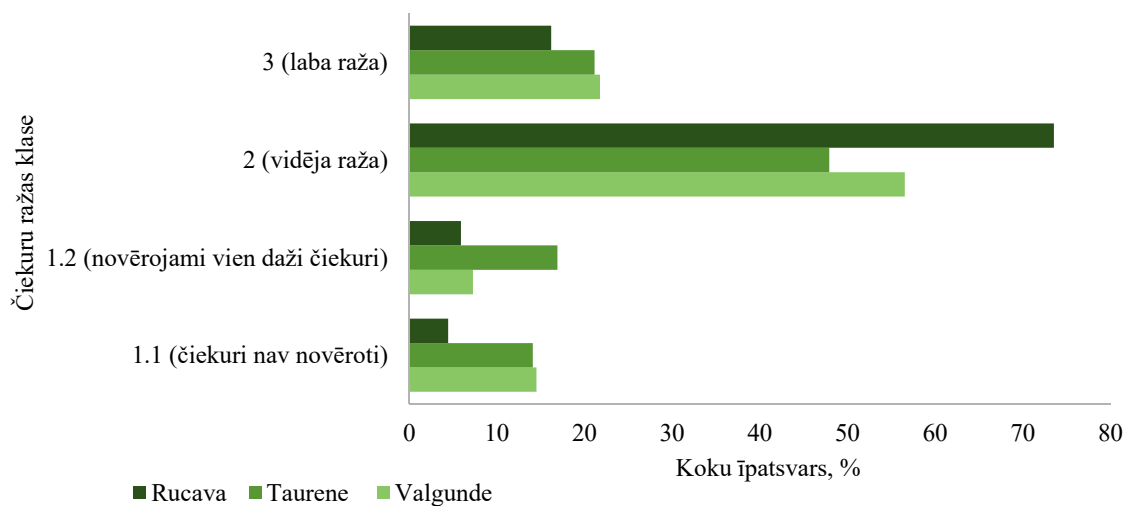
5.11. attēls. Koku vainagu vidējā defoliācijas dinamika Valgundes parauglaukumā laika posmā no 2009. līdz 2024. gadam.

Katru gadu kokiem tiek novērtēta arī čiekuru raža. Vērtējums tiek veikts 3 klasēs (1 – ražas nav, 2 – vidēja raža, 3 – laba raža) un 1. klase tiek iedalīta 2 apakšklasēs (1.1 – čiekuri nav novēroti, 1.2 – novērojami vien daži čiekuri) un tajā ietver tikai pašreizējā gada čiekurus. Līdz 2014. gadam 1. klase netika izdalīta 2 apakšklasēs, un 5.12. attēlā attēlots koku iedalījums pēc čiekuru ražas 3 klasēs. Valgundes parauglaukumā laika posmā no 2004. līdz 2024. gadam vidējās čiekuru ražas klases vērtības ir svārstīgas, taču kopumā novērojama tendence palielināties (5.12. attēls). Vismazākās vidējās čiekuru ražas klases novērojamas 2004. un 2006. gadā, tām attiecīgi esot 1,1 un 1, kas padara šos gadus par vismazāk ražīgajiem visu trīs parauglaukumu monitoringa laikā. Vislielākās čiekuru ražas klases vērtības novērojamas bija 2017. gadā, sasniedzot 2,2, kā arī 2018., 2023. un 2024. gadā – sasniedzot 2,1. Tauresnes parauglaukumā laika posmā no 2004. līdz 2024. gadam vidējās čiekuru ražas klases vērtības ir svārstīgas (5.12. attēls). Tām kopumā novērojama tendence nedaudz palielināties. Vismazākās vidējās čiekuru ražas novērotas 2015., 2016. un 2019. gadā, tām, attiecīgi, sasniedzot 1,3, 1,4 un 1,4 vērtību. Vislielākās vidējās čiekuru ražas novērotas 2017. un 2018. gadā, tām, attiecīgi, sasniedzot 2,3 un 2,2 vērtību, kas padara 2017. gadu par visražīgāko visu trīs parauglaukumu monitoringa laikā. Rucavas parauglaukumā laika posmā no 2019. līdz 2024. gadam vidējām čiekuru ražas klasēm kopumā novērojama tendence pakāpeniski palielināties (**Error! Reference source not found.**). Vismazākā vērtība novērota 2019. gadā (1,4), vislielākā – 2023. un 2024. gadā (2,1). Kopumā visos parauglaukumos konstatēts čiekuru ražu pieaugums.



5.12. attēls. Čiekuru raža Valgundes, Tauresnes un Rucavas parauglaukumā.

2019. gadā koku, kuriem čiekuru raža vērtējama kā zema vai čiekuru nav vispār, īpatsvars attiecīgi ir 43% Valgundes parauglaukumā, 73% Tauresnes parauglaukumā un 75% Rucavas parauglaukumā. Savukārt koku, kuriem čiekuru raža novērtēta kā augsta, īpatsvars attiecīgi ir 45% Valgundes parauglaukumā, 22% Tauresnes parauglaukumā un 17% Rucavas parauglaukumā. 2020. gadā koku, kuriem čiekuru raža vērtējama kā vidēja īpatsvars attiecīgi ir 52% Valgundes parauglaukumā, 70% Tauresnes parauglaukumā. Rucavas parauglaukumā 2020. gadā čiekuru raža vērtējama kā zema vai čiekuru nav vispār, īpatsvars attiecīgi ir 50% (5.12. un 5.13. attēls). 2022. gadā novērojams, ka visos monitoringa parauglaukumos čiekuru raža pret kopējo īpatsvaru visvairāk novērtēta kā 2, kas atbilst vidējai ražai. Valgundes parauglaukumā šādu koku īpatsvars sastāda 42%, Tauresnes – 57%, Rucavas – 58%. Valgundes parauglaukumā izteikti ievērojamam skaitam koku čiekuru raža vērtējama uz 3, jeb laba raža kura sasniedz 23% no visa koku īpatsvara parauglaukumā (5.13. attēls). Koku īpatsvars, kur čiekuri nav novērojami ir ļoti zems. Taurenē – 12%, Rucavā – 2%, Valgundē – 5%. 2023. gadā, visos parauglaukumos, vērojama izteikta 2. čiekuru ražas klases (vidēja raža) dominance. Valgundē tā sasniedz 53%, Taurenē 42%, bet Rucavā 77%. 2024. gadā tā turpinājusi pieaugt Valgundē un Taurenē, sasniedzot attiecīgi 57% un 48%, turpretim Rucavā vidējās ražas īpatsvars nokritis uz 74%.

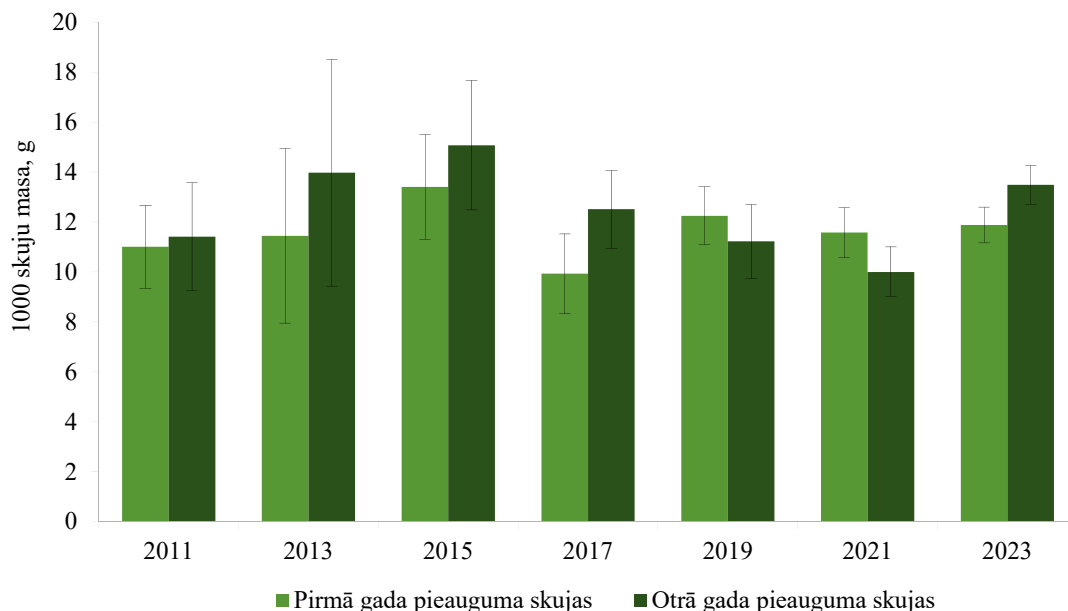


5.13. attēls. Čiekuru ražas salīdzinājums Valgundes, Tauresnes un Rucavas parauglaukumos 2024. gadā.

5.3.2. Skuju paraugu ievākšana un ķīmiskā sastāva novērtēšana

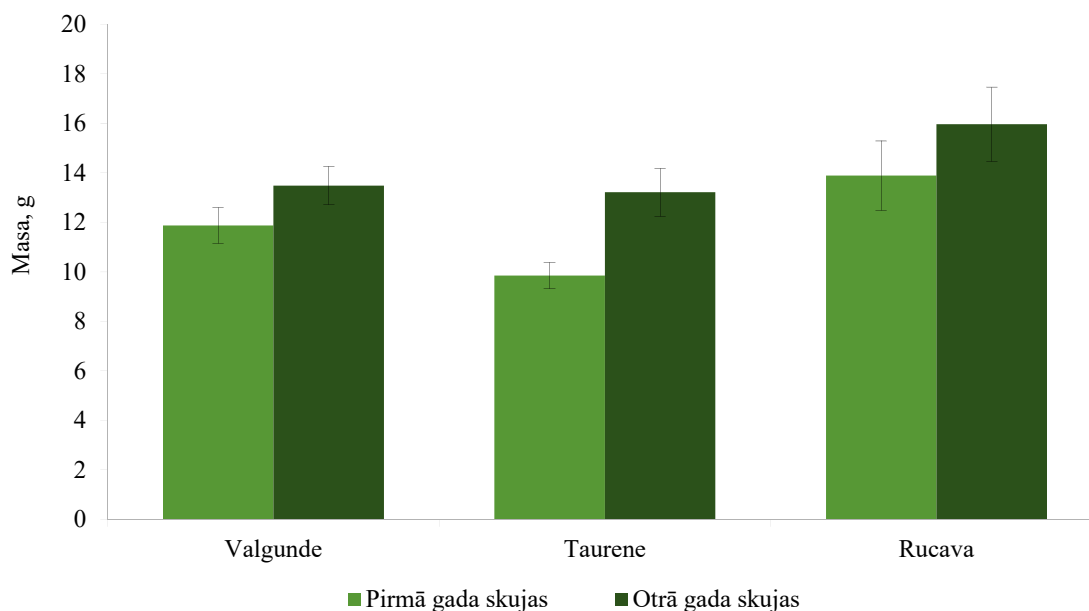
Skuju paraugu ievākšanu masas un ķīmiskā sastāva noteikšanai veic katru otro gadu. Iepriekšējo reizi skujas tika ievāktas 2018. gada februārī, kad ievāktas skujas par 2016. un 2017. gadu. Par 2018. un 2019. gada periodu skujas ievāktas 2020. gada sākumā. 2024. gadā skuju paraugi nav ievākti.

Viens no audzes veselības un augšanas apstākļus raksturojošajiem kvantitatīvajiem rādītājiem ir 1000 skuju masa. Valgundes parauglaukumā pirmā gada pieauguma 1000 skuju masa 2017. gadā bijusi 10,0 g, un tā ir ievērojami sarukusi, salīdzinot ar 2015. gadu, kad pirmā gada pieauguma skuju masa bija 13,4 g. Līdzīgi ir ar otrā gada pieauguma skujām, kuru 1000 skuju masa ir samazinājusies no 15,1 g 2015. gadā līdz 12,4 g 2017. gadā. 2019. gada periodā Valgundes parauglaukumā pirmā gada pieauguma 1000 skuju masa 2017. gadā bija 12,3 g, kas, salīdzinot ar 2017. gadu, ir nedaudz pieaugusi (5.14. attēls). 2023. gadā 1000 skuju masa otrā gada skujām vērtējama kā augstāka, nekā pirmā gada skujām. Otrā gada skuju masa 2023. gadā uzrāda vislielāko rādītāju, no pēdējiem četriem paraugu ievākšanas periodiem. 2023. gadā skuju masa Valgundes parauglaukumā nedaudz samazinājusies, salīdzinot ar 2021. gadu.



5.14. attēls. Pirmā un otrā gada pieauguma 1000 skuju vidējā masa Valgundes parauglaukumā.

Kopš 2017. gada skuju paraugu ievākšana tiek veikta visos trīs parauglaukumos. 2017. gadā vidējā 1000 skuju masa Taurenē un Rucavā parauglaukumos ir nedaudz lielāka nekā Valgundes parauglaukumā, atšķirības gan ir nelielas un tās nevar vērtēt kā statistiski būtiskas. Taurenē parauglaukumā vidējā pirmā gada 1000 skuju masa ir 12,6 g, Rucavā parauglaukumā 12,0 g, bet Valgundē – 9,9 g, kamēr otrā gada 1000 skujām attiecīgi ir 14,4 g Taurenē, 14,0 g Rucavā un 12,5 g Valgundē. 2019. gada periodā Taurenē parauglaukumā vidējā pirmā gada 1000 skuju masa ir 12,8 g, Rucavā parauglaukumā 13,2 g, bet Valgundē – 12,3 g, kamēr otrā gada 1000 skujām attiecīgi ir 13,2 g Taurenē, 13,7 g Rucavā un 11,2 g Valgundē (5.15. attēls). Atšķirības starp 2017. gadā iegūtajiem rezultātiem un 2019. gada rezultātiem ir nelielas, un tās nevar vērtēt kā statistiski būtiskas. Arī 2021. gadā, salīdzinot ar iepriekšējo ziņošanas periodu 2019. gadā, 1000 skuju masas izmaiņas vērtējamas kā nebūtiskas. Jaunākajā ievākšanas periodā, 2023. gadā, vislielākās skuju masas abos gados novērojams Rucavā parauglaukumā.



5.15. attēls. Pirmā un otrā gada pieauguma 1000 skuju vidējā masa Valgundes, Tauresnes un Rucavas parauglaukumos 2023. gadā.

Skuju paraugus izmanto kā bio-indikatorus galvenokārt īslaicīga vides piesārņojuma konstatēšanai un atmosfēras nosēdumu pētījumos. Īpaša uzmanība tiek pievērsta antioksidantu, fotosintēzes pigmentu un kopējā sēra satura noteikšanai skujās abiotisku un biotisku stresa faktoru kokiem konstatēšanai, kā arī skuju virsmas pētījumiem, jo dažiem elementiem vairāk nekā 90% no kopējā satura var atrasties uz skuju virsmas. Skujkoku minerālās barošanās stāvokli vislabāk ir noteikt pēc barības elementu satura skujās, tādēļ svarīgi ir noteikt kopējā N, P, K, Ca un Mg saturu. Nemazgātu priežu (*Pinus sylvestris* L.) skuju ķīmiskais sastāvs otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumos parādīts 5.7. un 5.8. tabulā. Skuju paraugi analizēm ņemti pēc veģetācijas perioda beigām. 2019. gada priežu skuju paraugu, kas ņemti Valgundes, Tauresnes un Rucavas parauglaukumos, fizikāli ķīmiskās analīzes tika veiktas 2020. gadā.

Rezultāti uzrāda oglekļa satura pieaugumu gan pirmā, gan otrā gada skujās laika posmā no 2009. līdz 2015. gadam, bet 2017. un 2019. gadā vērojams neliels oglekļa satura samazinājums skujās. Laika posmā no 2009. līdz 2015. gadam palielinājies ir arī P saturs gan pirmā, gan otrā gada skujās, 2017. gadā P saturs gan pirmā, gan otrā gada skujās samazinājies. 2019. gadā P saturs pirmā gada skujās turpina samazināties, taču otrā gada skujās tas ir pieaudzis. Savukārt K saturam gadu no gada ir tendence samazināties. Pārējo elementu saturs skujās laika gaitā ir bijis samērā stabils un variācijas ir drīzāk nejaušas.

Salīdzinot pirmā un otrā gada skujas, konstatēts, ka otrā gada skujās Ca saturs ir ievērojami lielāks (aptuveni divas reizes), izņēmums ir 2019. gadā iegūtie rezultāti, kuros Ca saturs pirmā gada skujās ir augstāks, kā otrā gada skujās. Savukārt Mg un K saturs galvenokārt ir lielāks pirmā gada skujās.

2023. gadā izteiktas novirzes no normām skuju ķīmiskajā sastāvā nav novērotas ne pirmā, ne otrā gada skujās. Ja tiek salīdzināti 2021. un 2023. gada rezultāti, novirzes ir aptuvenās standartnovirzes ietvaros, kas nozīmē, ka ievērojamas izmaiņas starp abiem laika periodiem nav norisinājušās. Līdzīga aina novērojama arī Rucavas parauglaukumā. Tikmēr Tauresnes parauglaukumā izteiktākās izmaiņas novērojamas K, g kg^{-1} rādītājā, kurš salīdzinot ar 2021. gada datiem, pirmā gada skujās pieaudzis par $1,41 \text{ g kg}^{-1}$ no $5,25 \text{ g kg}^{-1}$ uz $6,66 \text{ g kg}^{-1}$.

Otrā gada skujās pieaugums novērojams augstākā apmērā, no 4,67 g kg⁻¹ uz 5,93 g kg⁻¹, kopā sastādot 1,26 g kg⁻¹.

5.7. tabula. Priežu (*Pinus sylvestris* L.) skuju ķīmiskais sastāvs Valgundes parauglaukumā

Elements, g kg ⁻¹	Gads	Pirmā gada pieauguma skujas	Otrā gada pieauguma skujas
C, g kg ⁻¹	2009	484,5	508,3
	2011	521,0	526,9
	2013	540,9	542,0
	2015	539,8	543,1
	2017	530,0	525,2
	2019	526,0	524,7
	2021	532,4	544,9
	2023	524,9	532,4
N, g kg ⁻¹	2009	13,4	15,5
	2011	13,9	14,6
	2013	16,6	16,0
	2015	14,3	14,3
	2017	12,47	12,95
	2019	12,12	12,26
	2021	12,92	14,75
	2023	12,4	13,6
S, g kg ⁻¹	2009	1,30	1,44
	2011	1,10	0,98
	2013	1,18	1,25
	2015	-	-
	2017	1,20	1,29
	2019	1,79	1,46
	2021	0,89	1,06
	2023	0,79	0,85
P, g kg ⁻¹	2009	1,16	1,10
	2011	1,33	1,37
	2013	1,63	1,38
	2015	1,56	1,53
	2017	0,99	0,90
	2019	0,95	1,71
	2021	1,40	1,31
	2023	1,39	1,23
Ca, g kg ⁻¹	2009	2,54	4,47
	2011	1,96	3,81
	2013	1,52	3,34
	2015	2,17	4,01
	2017	2,10	4,18
	2019	3,59	2,56
	2021	2,49	5,01
	2023	2,71	4,76
Mg, g kg ⁻¹	2009	1,68	1,62
	2011	1,00	0,93
	2013	1,31	1,18
	2015	1,23	0,95
	2017	0,82	0,85
	2019	0,93	0,95
	2021	1,15	1,08
	2023		

	2023	1,44	1,16
K, g kg ⁻¹	2009	6,72	6,01
	2011	6,50	5,97
	2013	6,98	5,99
	2015	5,61	5,17
	2017	5,28	5,04
	2019	4,06	4,50
	2021	6,02	5,49
	2023	6,44	5,71

5.8. tabula. Priežu (*Pinus sylvestris* L.) skuju ķīmiskais sastāvs Taurenes un Rucavas parauglaukumā

Elements, mērvienība	Parauglaukums	Gads	Pirmā gada pieauguma skujas	Otrā gada pieauguma skujas
C, g kg ⁻¹	Taurene	2015	566,9	542,7
		2017	521,0	522,6
		2019	534,5	526,9
		2021	526,8	540,2
		2023	536,6	540,4
	Rucava	2017	516,2	515,3
		2019	529,3	527,6
		2021	534,5	543,3
2023		530	539,5	
N, g kg ⁻¹	Taurene	2015	14,7	13,7
		2017	13,2	12,3
		2019	12,8	12,2
		2021	13,3	14,2
		2023	14	13,3
	Rucava	2017	13,0	13,4
		2019	12,8	13,5
		2021	13,8	14,8
2023		14,4	14,2	
S, g kg ⁻¹	Taurene	2015	-	-
		2017	1,36	1,52
		2019	1,49	1,59
		2021	0,87	0,97
		2023	0,76	0,83
	Rucava	2017	1,33	1,37
		2019	1,49	1,62
		2021	0,88	0,99
2023		0,85	0,86	
P, g kg ⁻¹	Taurene	2015	0,90	0,69
		2017	1,09	1,08
		2019	1,26	1,75
		2021	1,44	1,29
		2023	1,52	1,32
	Rucava	2017	0,25	0,22
		2019	0,97	1,62
		2021	1,15	1,08
2023		1,55	1,39	
Ca, g kg ⁻¹	Taurene	2015	1,92	3,64
		2017	2,81	2,99

		2019	3,48	2,58
		2021	2,46	4,68
		2023	2,74	4,10
	Rucava	2017	1,83	4,79
		2019	4,16	2,75
		2021	2,30	4,95
Mg, g kg ⁻¹	Taurene	2023	3,06	4,43
		2015	1,12	0,84
		2017	0,98	0,94
	Rucava	2019	0,91	0,90
		2021	1,21	1,12
		2023	1,38	0,96
2017		1,04	0,84	
2019		0,56	0,88	
2021		0,94	0,69	
2023		1,25	0,81	
K, g kg ⁻¹	Taurene	2015	5,28	4,59
		2017	4,80	5,04
		2019	5,15	4,58
		2021	5,25	4,67
		2023	6,66	5,93
	Rucava	2017	4,72	3,99
		2019	4,08	4,06
		2021	5,52	4,93
		2023	5,86	5,39

5.3.3. Meža nobiru apjoma un ķīmiskā sastāva novērtēšana

Meža nobiru ķīmisko sastāvu ietekmē dažādi faktori, no kuriem galvenie ir mežaudzes koku sugu sastāvs un augsnes īpašības (Helmisaari, 1992; Ukonmaanaho et al., 2008). Barības elementu saturu meža nobirās var būtiski ietekmēt arī klimatiskie apstākļi (Saarsalmi et al., 2007), piemēram, vētras un sausuma periodi, kas izraisa priekšlaicīgu skuju nobiršanu un līdz ar to lielāku “kustīgo” elementu (N, P un K) un mazāku “nekustīgo” elementu (Ca un Mn) saturu nobirās (Ukonmaanaho et al., 2008). Barības elementu koncentrācija variē dažādās virszemes koka frakcijās (skuju, miza, zari) atkarībā no barības vielu uzņemšanas intensitātes, veģetācijas perioda un koka vecuma (Helmisaari, 1992; Ukonmaanaho et al., 2008).

Skuju un zaru priežu vainagā ir galvenie barības vielu uzkrājēji, kas nodrošina šo vielu saglabāšanos ekosistēmā. Kaut arī zari un vainags ietver tikai mazu daļu no kopējās koku biomasas, to audi ir barības vielām relatīvi bagāti un var saturēt vairāk kā pusi no N, P, Mg, K un Ca, kas akumulējušies koka biomasā (Prescott, 2002; Tērauda, 2008).

Meža nobiru frakciju biomasas dinamika otrā līmeņa meža monitoringa Valgundes parauglaukumā kopš 2009. gada parādīta 5.9. tabulā.

5.9. tabula. Meža nobiru frakciju biomasa no 2009. līdz 2024. gadam
Valgundes parauglaukumā

Nobiru frakcija	Sausa biomasa, kg ha ⁻¹															
	2009. gads	2010. gads	2011. gads	2012. gads	2013. gads	2014. gads	2015. gads	2016. gads	2017. gads	2018. gads	2019. gads	2020. gads	2021. gads	2022. gads	2023. gads	2024. gads
Zari (Ø < 2 cm) un mizas	1580	1531	752	797	772	525	732	693	740	969	1506	1525	725	1736	1020	947
Dominējošās koku sugas skujujas	1827	2116	1691	1809	1532	1723	1511	1020	1159	1961	1773	1782	1465	1940	1840	1576
Citu koku sugu skujujas un lapas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	63	25	27	39	53	39
Augļi (čiekuri, sēklas)	618	591	342	571	432	492	565	736	1178	-	-	-	-	-	-	-
Dominējošās koku sugas augļi (čiekuri, sēklas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	404	175	-	-	-	-	-
Dominējošās koku sugas augļi, sēklas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	121	110	8	112	94
Dominējošās koku sugas čiekuri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	366	260	1226	385	520
Citu koku sugas augļi (čiekuri, sēklas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	326	4	13	70	158	113
Cita biomasa (insekti, fekālijas, citu sugu skujujas u.c.)	24	28	22	97	96	68	73	79	218	-	-	-	-	-	-	-
Cita biomasa (insekti, fekālijas u.c.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	201	79	19	40	8	61
Kopējā biomasa	4048	4266	2808	3274	2833	2809	2947	2528	3295	3555	4044	3902	2618	5059	3576	3300

Valgundes parauglaukumā laika posmā no 2009. līdz 2020. gadam vislielākā kopējā meža nobiru biomasa konstatēta 2010. gadā – 4266 kg ha⁻¹. Vismazākā kopējā nobiru biomasa konstatēta 2016. gada novērojumu periodā, attiecīgi 2528 kg ha⁻¹. Savukārt pēdējo sešu gadu laikā (kopš 2015. gada) lielākā kopējā meža nobiru biomasa konstatēta 2019. gadā, kad īpaši liels nobiru biomasas apjoms veidojies tieši oktobra mēnesī – 918 kg ha⁻¹ jeb 24% no gada kopējās nobiru biomasas.

Kopš 2015. gada 1. maija nobiras tiek ievāktas arī Tauresnes un Rucavas parauglaukumos. Rezultāti par laika posmu no 2017. līdz 2020. gadam apkopoti 5.10. tabulā, un 2024. gada rezultāti pilnībā tiks precizēti pēc pilnīgas laboratorisko analīžu pabeigšanas.

2017. un 2018. gadā kopējais nobiru daudzums Rucavas parauglaukumā ir aptuveni divas reizes lielāks (attiecīgi, 6869 kg ha⁻¹ un 6085 kg ha⁻¹), salīdzinot ar Valgundes parauglaukumu (attiecīgi, 3295 kg ha⁻¹ un 3555 kg ha⁻¹). Būtisko atšķirību veido ievērojami lielāks skuju nobiru apjoms Rucavas parauglaukumā, kur skuju nobiras ir bijušas 2–4 reizes vairāk nekā pārējos parauglaukumos. Par iemeslu šādām atšķirībām bija meža ugunsgrēks, kurš

skāra daļu no Rucavas parauglaukuma. Salīdzinot 2019. gada nobiru apjomus Valgundes, Taurenes un Rucavas parauglaukumiem, lielākais konstatēts Valgundē (4044 kg ha⁻¹), mazākais – Taurenē (2178 kg ha⁻¹). Šādu nobiru apjoma atšķirību starp Valgundes un Taurenes parauglaukumiem skaidrojama ar to, ka Valgundes parauglaukumā divu frakciju (dominējošās koku sugas skuju, zari un mizas) nobiru apjoms bija aptuveni divas reizes lielāks nekā Taurenes parauglaukumā. Salīdzinot ar 2019. gadu, 2020. gadā Valgundes parauglaukumā nobiru apjoms samazinājies, bet Taurenes un Rucavas parauglaukumos ir nedaudz palielinājies. 2021. gadā novērojams ievērojams nobiru kopējās biomasas samazinājums Valgundes parauglaukumā – 2618 kg ha⁻¹, kas izskaidrojama ar ievērojamu zaru un mizas biomasas samazinājumu parauglaukumā – 725 kg ha⁻¹, un daļēju dominējošo koku skuju un čiekuru samazinājumu, attiecīgi – 1465 un 260 kg ha⁻¹. 2022. gadā novērojams vislielākais kopējās biomasas rādītājs – 5059 kg ha⁻¹ monitoringa veikšanās laikā. Šis pieaugums izteikti veidojies uz zaru un mizas (1736 kg ha⁻¹), dominējošo koku skuju (1940 kg ha⁻¹), dominējošo koku sugu čiekuru biomasas pieauguma (1226 kg ha⁻¹). Dominējošo koku sugu čiekuru biomasas pieauguma kopš to uzskaites sākuma 2020. gadā pieaudzis par 4–6 reizēm. Šis rādītājs gan var ļoti atšķirties pa monitoringa gadiem, ņemot vērā mazo nobiru kolektoru laukumu, to skaitu. Rucavas parauglaukumā izmaiņas vērtējamas kā minimālas, jo kopējais biomasas samazinājums, salīdzinot ar 2021. gadu, ir tikai 182 kg ha⁻¹. Taurenes parauglaukumā novērojams ievērojams kopējās biomasas samazinājums, par 1939 kg ha⁻¹, jo ievērojami sarucis zaru un mizas, kā arī dominējošo koku skuju daudzums. Zaru un mizas biomasas daudzums attiecīgi samazinājies par 736 kg ha⁻¹, bet dominējošo koku skuju daudzums – par 736 kg ha⁻¹.

5.10. tabula. Meža nobiru frakciju biomasas Taurenes un Rucavas parauglaukumos laika posmā no 2017. līdz 2024. gadam

Nobiru frakcija	Sausa biomasas, kg ha ⁻¹															
	2017. g.		2018. g.		2019. g.		2020. g.		2021. g.		2022. g.		2023. g.		2023. g.	
	Taurene	Rucava	Taurene	Rucava	Taurene	Rucava	Taurene	Rucava	Taurene	Rucava	Taurene	Rucava	Taurene	Rucava	Taurene	Rucava
Zari (Ø < 2 cm) un mizas	1497	1550	866	2775	641	1133	998	1780	1013	791	504	1034	308	558	882	1319
Dominējošās koku sugas skuju	2090	4111	1681	2668	690	915	843	880	1404	1549	668	1086	534	914	1164	1801
Citas skuju un lapas	1070	59	1243	28	505	205	573	3	889	25	348	24	148	19	621	56
Augļi (čiekuri, sēklas)	579	1123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dominējošās koku sugas augļi (čiekuri, sēklas)	-	-	110	465	114	109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dominējošās koku sugas augļi, sēklas	-	-	-	-	-	-	70	113	67	115	9	8	26	25	46	65
Dominējošās koku sugas čiekuri	-	-	-	-	-	-	225	449	328	313	257	425	109	195	221	370
Citu koku sugu augļi (čiekuri, sēklas)	-	-	62	111	90	65	11	2	43	4	47	38	10	0	41	38
Cita biomasas (insekta, fekālijas, citu sugu skuju u.c.)	175	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cita biomasas (insekta, fekālijas u.c.)	-	-	154	38	138	49	131	19	105	11	78	12	31	5	-	-
Kopējā biomasas	5410	6869	4115	6085	2178	2476	2851	3246	3849	2809	1910	2627	1166	1717	3191	3801

Vidējā nobiru biomasa Rucavas integrālā monitoringa stacijā priežu audzē pētījumu periodā no 1997. līdz 2006. gadam bija $3621 \pm 462 \text{ kg ha}^{-1}$ gadā, bet Taurenēs integrālā monitoringa stacijā priežu audzē – $2869 \pm 388 \text{ kg ha}^{-1}$ gadā (Tērauda, 2008). Somijā veiktajos pētījumos priežu audzēs dažādos pētījumos konstatētas atšķirīgas vidējās nobiru biomasas – no 1100 kg ha^{-1} gadā (Starr et al., 2005) līdz 995 kg ha^{-1} gadā (Finér, 1996) un 2225 kg ha^{-1} gadā (Ukonmaanaho et al., 2008). Zviedrijā veiktajos pētījumos konstatētās meža nobiru biomasas priežu audzēs variē no 590 līdz 4200 kg ha^{-1} gadā (Breymer, 1996; Ukonmaanaho et al., 2008). Atšķirības skaidrotas ar pētīto parauglūkumu ģeogrāfisko novietojumu, jo nobiru daudzums meža ekosistēmās nelineāri samazinās, pieaugot vietas atrašanās ģeogrāfiskajam platumam (Vucetich et al., 2000) un augiem nepieciešamo barības vielu satura atšķirībām augsnē. Jāatzīmē, ka nobiru kopējā biomasa mainās ik gadu, atkarībā no meteoroloģiskiem apstākļiem un veģetācijas perioda ilguma (Martínez-Alonso et al., 2007).

Kopš 2009. gada Valgundes parauglūkumā ievākto meža nobiru frakciju ķīmiskais sastāvs parādīts 5.11. tabulā. 2019. gadā veiktas 2018. gadā ievākto meža nobiru paraugu analīzes. Vidēji lielākais N, S, P, Mg un K saturs (attiecīgi, $19 \pm 1 \text{ g N kg}^{-1}$, $1,5 \pm 0,2 \text{ g S kg}^{-1}$, $1,3 \pm 0,2 \text{ g P kg}^{-1}$, $1,3 \pm 0,2 \text{ g Mg kg}^{-1}$ un $2,2 \pm 0,2 \text{ g K kg}^{-1}$) konstatēts nobiru frakcijā, ko veido cita biomasa (fekālijas, insekti u.c.). Savukārt vidēji lielākais Ca saturs ($8,4 \pm 0,9 \text{ g Ca kg}^{-1}$) konstatēts nobiru frakcijā, ko veido skujuas. 2019. gadā ievākto meža nobiru paraugu analīžu rezultāti, kuri analizēti 2020. gadā, parāda, ka vidēji lielākais N, S, P, Mg un K saturs konstatēts nobiru frakcijā – citu koku sugu augļi (attiecīgi $23,4 \text{ g N kg}^{-1}$, $2,4 \text{ g S kg}^{-1}$, $3,1 \text{ g P kg}^{-1}$, $2,1 \text{ g Mg kg}^{-1}$ un $2,4 \text{ g K kg}^{-1}$). Vidēji lielākais Ca saturs ($12,8 \text{ g Ca kg}^{-1}$) konstatēts nobiru frakcijā – citu koku sugas un lapas.

Nobiru analīzes turpinās, taču sākotnējie rezultāti parāda, ka 2024. gadā Valgundes parauglūkuma datus novērojama tendence, kurā vairumā nobiru ķīmiskajos elementos, citi koku sugu augļu sadaļā novērojams ievērojams rādītāja pieaugums, salīdzinot ar iepriekšējo gadu, taču tas būtiski neatšķiras no vidējiem rādītājiem visā pārskata periodā. N, g kg^{-1} pieaugums ir no $2,4 \text{ g kg}^{-1}$ uz $7,9 \text{ g kg}^{-1}$, S, g kg^{-1} no $0,17 \text{ g kg}^{-1}$ uz $0,40 \text{ g kg}^{-1}$, Ca, g kg^{-1} no $0,39 \text{ g kg}^{-1}$ uz $0,80 \text{ g kg}^{-1}$. Izskaidrojams varētu būt mazā parauga daudzums 2023. gadā. Ņemot vērā, ka citas biomasas sadaļā ietilpst kukaiņi, fekālijas un citās sadaļās neiekļaujama biomasa, šāda izmaiņu iespējamība ir augsta, un var izteikti mainīties no gada uz gadu.

5.11. tabula. Meža nobiru frakciju ķīmiskais sastāvs Valgundes parauglūkumā kopš 2009. gada

Elements, mērvienība	Gads	Nobiru frakcija							
		Skujuas			Augļi			vainaga zari, mizas	cita biomasa
		visas skujuas	dominejošās koku sugas skujuas	citu koku sugu skujuas un lapas	visi augļi	dominejošās koku sugas augļi	citu koku sugu augļi		
C, $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$	2009	53,1	-	-	53,0	-	-	52,5	53,1
	2010	56,4	-	-	55,5	-	-	55,6	56,2
	2011	56,9	-	-	55,4	-	-	57,2	55,9
	2012	54,8	-	-	54,2	-	-	55,4	53,5
	2013	54,5	-	-	57,2	-	-	55,5	53,9
	2014	56,0	-	-	54,2	-	-	53,5	53,8
	2015	57,4	-	-	54,0	-	-	55,4	54,0
	2016	56,5	-	-	53,4	-	-	54,5	52,0
	2017	52,7	-	-	59,4	-	-	58,7	57,5
	2018	-	50,7	47,7	-	48,9	51,0	50,3	50,3
	2019	-	53,6	50,8	-	55,5	52,6	52,6	52,4
	2020	-	54,0	49,3	-	55,1	54,7	52,8	51,9
	2021	-	53,3	50,3	-	53,8	54,6	53,0	52,0
	2022	-	54,1	51,4	-	50,6	54,8	53,4	50,9
	2023	-	53,8	49,4	-	54,4	52,8	53,0	53,3

Elements, mērvienība	Gads	Nobiru frakcija							
		Skujas			Augļi			vainaga zari, mizas	cita biomasa
		visas skujas	dominējošās koku sugas skujas	citu koku sugu skujas un lapas	visi augļi	dominējošās koku sugas augļi	citu koku sugu augļi		
	2024	-	54,9	50,9	-	54,2	55,0	52,7	51,5
N, g kg ⁻¹	2009	5,1	-	-	11,8	-	-	6,2	16,1
	2010	7,4	-	-	12,3	-	-	6,1	17,2
	2011	5,7	-	-	5,5	-	-	5,5	26,7
	2012	5,4	-	-	8,2	-	-	5,6	17,1
	2013	12,4	-	-	6,3	-	-	5,8	17,0
	2014	4,8	-	-	7,5	-	-	6,7	19,7
	2015	5,4	-	-	7,7	-	-	6,7	20,3
	2016	7,5	-	-	9,8	-	-	6,2	20,9
	2017	7,0	-	-	8,1	-	-	11,1	15,9
	2018	-	6,8	9,1	-	5,0	13,3	5,5	19,5
	2019	-	6,4	13,4	-	19,3	23,4	5,7	14,8
	2020	-	5,6	10,6	-	20,8	14,7	7,3	14,2
	2021	-	6,6	9,6	-	16,2	17,9	5,4	18,5
	2022	-	5,7	7,9	-	24,4	17,3	6,6	20,7
2023	-	5,4	9,0	-	21,5	2,4	5,7	5,6	
2024	-	5,3	8,1	-	27,2	7,9	6,6	14,3	
S, g kg ⁻¹	2009	0,5	-	-	1,4	-	-	0,7	1,0
	2010	0,6	-	-	0,7	-	-	0,6	1,2
	2011	0,7	-	-	0,6	-	-	0,6	2,2
	2012	0,6	-	-	0,3	-	-	0,6	1,2
	2013	0,9	-	-	0,4	-	-	0,5	1,3
	2014	0,5	-	-	0,7	-	-	0,8	2,4
	2015	0,1	-	-	0,3	-	-	0,2	1,1
	2016	0,4	-	-	0,7	-	-	0,2	2,3
	2017	0,7	-	-	0,5	-	-	0,4	1,0
	2018	-	0,6	0,6	-	0,4	1,2	0,5	1,4
	2019	-	0,6	1,5	-	2,2	2,4	0,6	1,7
	2020	-	0,6	1,0	-	2,1	1,3	0,7	1,2
	2021	-	0,7	0,9	-	1,4	1,3	0,4	1,5
	2022	-	0,3	0,6	-	1,4	1,2	0,3	1,1
2023	-	0,4	0,5	-	1,4	0,2	0,4	0,4	
2024	-	0,3	0,5	-	1,6	0,4	0,4	1,1	
P, g kg ⁻¹	2009	0,4	-	-	1,3	-	-	0,3	1,6
	2010	0,5	-	-	0,6	-	-	0,3	0,8
	2011	1,0	-	-	0,9	-	-	0,9	1,9
	2012	0,4	-	-	0,3	-	-	0,3	1,0
	2013	0,3	-	-	0,6	-	-	0,3	1,2
	2014	0,3	-	-	0,6	-	-	0,3	2,7
	2015	0,2	-	-	0,6	-	-	0,4	1,0
	2016	0,4	-	-	0,9	-	-	0,3	1,1
	2017	0,3	-	-	0,5	-	-	0,3	0,8
	2018	-	0,5	0,9	-	0,3	1,1	0,3	1,3
	2019	-	0,5	1,3	-	1,8	3,1	0,3	1,3
	2020	-	0,4	0,9	-	2,9	1,1	0,4	1,0
	2021	-	0,6	1,0	-	1,5	3,2	0,3	1,9
	2022	-	0,5	0,9	-	3,1	1,1	0,3	1,0
2023	-	0,4	0,7	-	1,8	0,3	0,3	0,4	
2024	-	0,5	0,7	-	2,9	0,9	0,3	1,0	
Ca, g kg ⁻¹	2009	7,0	-	-	2,4	-	-	6,4	6,5
	2010	7,4	-	-	0,6	-	-	8,7	8,1
	2011	11,2	-	-	4,6	-	-	11,3	11,5
	2012	5,1	-	-	1,0	-	-	6,7	3,5
	2013	8,4	-	-	2,3	-	-	8,5	6,1
	2014	7,8	-	-	1,4	-	-	7,3	7,1
	2015	6,1	-	-	1,3	-	-	5,8	3,8
	2016	8,0	-	-	1,3	-	-	7,6	4,5
	2017	8,7	-	-	1,3	-	-	9,0	3,7
2018	-	6,1	16,2	-	1,0	3,6	6,6	7,0	

Elements, mērvienība	Gads	Nobiru frakcija							
		Skujas			Augļi			vainaga zari, mizas	cita biomasa
		visas skujas	dominējošās koku sugas skujas	citu koku sugu skujas un lapas	visi augļi	dominējošās koku sugas augļi	citu koku sugu augļi		
	2019	-	5,9	12,8	-	4,2	6,8	7,1	7,2
	2020	-	8,0	22,5	-	4,2	7,1	8,5	11,2
	2021	-	5,5	15,2	-	3,7	1,1	6,3	11,7
	2022	-	6,3	16,0	-	2,7	4,0	7,4	19,1
	2023	-	7,0	17,7	-	3,7	0,4	7,2	6,2
	2024	-	6,8	17,7	-	4,1	0,8	7,0	10,6
Mg, g kg ⁻¹	2009	1,4	-	-	1,1	-	-	0,9	2,7
	2010	0,7	-	-	0,6	-	-	0,5	1,1
	2011	0,9	-	-	0,6	-	-	0,7	1,8
	2012	0,8	-	-	0,6	-	-	0,6	0,9
	2013	0,8	-	-	0,8	-	-	0,5	1,1
	2014	0,9	-	-	0,8	-	-	0,6	1,0
	2015	0,7	-	-	0,8	-	-	0,5	0,9
	2016	0,8	-	-	0,6	-	-	0,8	0,9
	2017	0,8	-	-	0,8	-	-	0,7	0,9
	2018	-	0,9	2,3	-	0,5	1,2	0,7	1,2
	2019	-	0,9	1,6	-	1,1	2,1	0,6	0,7
	2020	-	0,9	2,1	-	1,8	1,0	-0,8	1,0
	2021	-	0,9	2,3	-	1,1	1,2	0,6	1,1
	2022	-	0,9	3,1	-	2,0	1,0	0,6	1,0
	2023	-	0,9	1,6	-	1,3	0,9	0,7	0,8
	2024	-	0,9	2,2	-	1,9	0,7	0,4	0,7
K, g kg ⁻¹	2009	1,4	-	-	1,4	-	-	0,6	2,6
	2010	1,4	-	-	1,0	-	-	0,8	1,7
	2011	1,6	-	-	1,3	-	-	0,6	3,2
	2012	1,5	-	-	1,2	-	-	0,9	1,6
	2013	1,4	-	-	1,4	-	-	0,7	1,7
	2014	1,3	-	-	1,5	-	-	0,6	2,0
	2015	1,6	-	-	1,9	-	-	0,7	2,1
	2016	2,1	-	-	2,2	-	-	1,4	2,4
	2017	1,5	-	-	1,4	-	-	1,0	1,8
	2018	-	1,7	2,3	-	1,0	2,7	0,8	3,0
	2019	-	1,3	1,9	-	1,5	2,4	0,5	1,0
	2020	-	2,0	2,3	-	2,7	1,4	1,1	1,6
	2021	-	2,4	2,3	-	2,5	10,5	0,6	2,6
	2022	-	1,9	3,2	-	2,8	1,7	0,7	2,5
	2023	-	1,5	1,5	-	2,6	3,5	0,7	1,6
	2024	-	1,9	2,2	-	3,3	4,8	0,8	2,0

Kopš 2016. gada Taurenes un Rucavas parauglaukumos ievākto meža nobiru frakciju ķīmiskais sastāvs parādīts 5.12. tabulā. 2019. gadā veiktas 2018. gadā ievākto meža nobiru paraugu analīzes. Līdzīgi kā Valgundes parauglaukumā, arī Taurenes parauglaukumā vidēji lielākais N, S, P, Mg un K saturs (attiecīgi, $15,8 \pm 0,4$ g N kg⁻¹, $1,6 \pm 0,2$ g S kg⁻¹, $1,42 \pm 0,05$ g P kg⁻¹, $1,4 \pm 0,3$ g Mg kg⁻¹ un $2,4 \pm 0,1$ g K kg⁻¹) konstatēts nobiru frakcijā, ko veido cita biomasa (galvenokārt fekālijas un insekti), bet vidēji lielākais Ca saturs ($6,4 \pm 1,0$ g Ca kg⁻¹) konstatēts nobiru frakcijā, ko veido skujas. Taurenē 2019. gadā ievākto meža nobiru paraugu analīžu rezultāti parāda, ka vidēji lielākais N saturs ($16,7$ g N kg⁻¹), konstatēts nobiru frakcijā – dominējošās koku sugas augļi. Savukārt vidēji lielākais S saturs $2,3$ g S kg⁻¹ konstatēts divās nobiru frakcijās – dominējošās koku sugas augļi un cita biomasa, ko galvenokārt veido fekālijas. Vidēji lielākais Ca un Mg saturs (attiecīgi, $9,1$ g Ca kg⁻¹, $1,7$ g Mg kg⁻¹) konstatēts nobiru frakcijā – citu koku sugas un lapas, bet P un K saturs (attiecīgi, $2,2$ g P kg⁻¹, $2,5$ g K kg⁻¹) konstatēts nobiru frakcijā, ko veido citu koku sugu augļi. Rucavas parauglaukumā ievākto meža nobiru paraugu analīzes rezultāti par 2018. gadu parāda, ka vidēji lielākais N, S, P un K saturs (attiecīgi, $18,6 \pm 1,3$ g N kg⁻¹, $1,6 \pm 0,3$ g S kg⁻¹, $1,6 \pm 0,4$ g P kg⁻¹

un $2,3 \pm 0,4 \text{ g K kg}^{-1}$) konstatēts nobiru frakcijā, ko veido cita biomasa, bet vidēji lielākais Ca un Mg saturs (attiecīgi, $8,2 \pm 1,3 \text{ g Ca kg}^{-1}$ un $1,0 \pm 0,5 \text{ g Mg kg}^{-1}$) konstatēts nobiru frakcijā, ko veido skujas. Rucavā 2019. gadā ievāktu meža nobiru paraugu analīžu rezultāti, kuri analizēti 2020. gadā, parāda, ka vidēji lielākais N, P, un K saturs konstatēts nobiru frakcijā – citu koku sugu augļi (attiecīgi, $21,7 \text{ g N kg}^{-1}$, $2,0 \text{ g P kg}^{-1}$, $4,8 \text{ g K kg}^{-1}$), bet vidēji lielākais Ca un Mg saturs (attiecīgi, $9,8 \text{ g Ca kg}^{-1}$, $3,1 \text{ g Mg kg}^{-1}$) konstatēts nobiru frakcijā – citu koku sugas un lapas. Savukārt vidēji lielākais S saturs ($2,6 \text{ g S kg}^{-1}$) konstatēts nobiru frakcijā – dominējošās koku sugas augļi. 2021. gada Rucavas parauglūkuma datus novērojams, ka visaugstākais slāpekļa un oglekļa daudzums novērojams citu koku sugu augļos – N $19,5 \text{ g kg}^{-1}$, C $54,5 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$. Visaugstākais Ca saturs novērojams citu koku sugu skužās un lapās, kas ir ievērojami palielinājies salīdzinot ar iepriekšējā perioda novērojumiem, no $9,76 \text{ g kg}^{-1}$ uz $15,02 \text{ g kg}^{-1}$, kas ir pieaugums par $5,26 \text{ g kg}^{-1}$. Ņemot vērā iespējamo paraugu daudzveidību šajā iedalījumā, ir grūti noteikt cēloni šīm izmaiņām. Pārējos rādītājos izteiktas būtiskas izmaiņas vai novirzes nav novērojamas.

2024. gadā meža nobiru frakcijas ķīmiskajā sastāvā Tauresnes parauglūkos novērojamas krasas izmaiņas K, g kg^{-1} , attiecībā pret iepriekšējo ziņošanas periodu 2023. gadā. Tauresnes krasa šī elementa pieaugums novērojams citu koku sugu skužās un lapās, no $0,12 \text{ g kg}^{-1}$ uz $1,6 \text{ g kg}^{-1}$. Tāpat pieaugums šajā ķīmiskajā elementā novērojams citā biomasā, no $1,57 \text{ g kg}^{-1}$ uz $2,31 \text{ g kg}^{-1}$. Lai arī izmaiņas nepārsniedz līdz šim konstatētās variācijas robežas. Rucavas parauglūkamā citas biomasas daļā S arī novērojams, pieaugums no $0,54 \text{ g kg}^{-1}$ uz $2,09 \text{ g kg}^{-1}$. 2024. gada novembrī un decembrī ievāktu paraugu šķirošana un analīzes vēl turpinās, tāpēc rezultāti var izmainīties, martā iesniedzot pārskatu ICP Forests.

5.12. tabula. Meža nobiru frakciju ķīmiskais sastāvs Tauresnes un Rucavas parauglūkamā kopš 2016. gada

Elements, mērvienība	Gads	Paraug- lūkums	Nobiru frakcija							vainaga zari, mizas	cita biomasa
			Skujas			Augļi					
			visas skujas	dominējošās koku sugas skujas	citu koku sugu skujas un lapas	visi augļi	dominējošās koku sugas augļi	citu koku sugu augļi			
C, $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$	2016	Taurene	57,3	-	-	54,2	-	-	54,6	55,2	
		Rucava	54,3	-	-	52,4	-	-	53,2	52,1	
	2017	Taurene	57,8	-	-	57,6	-	-	56,7	57,3	
		Rucava	55	-	-	58,3	-	-	56,3	49,9	
	2018	Taurene	-	57,5	57,9	-	57,6	58,4	57,8	58	
		Rucava	-	51	49	-	50,7	49,9	50,3	46,6	
	2019	Taurene	-	53,9	51,4	-	53,1	54,4	53,1	50	
		Rucava	-	51,6	49,7	-	49,6	51,2	50	46,3	
	2020	Taurene	-	53,9	52,2	-	54,1	54,5	52,8	52,1	
		Rucava	-	53,9	53,1	-	53,8	55,6	51,9	49,2	
	2021	Taurene	-	53,8	52,5	-	54	53	53	51,8	
		Rucava	-	53,7	52,3	-	54,1	53,6	54,2	48,8	
	2022	Taurene	-	55,1	51,5	-	50,8	55,1	53	53,2	
		Rucava	-	54,2	54,5	-	55,3	54,4	53,4	49,4	
	2023	Taurene	-	53,8	52,4	-	54,5	-	53,5	53,9	
		Rucava	-	54,2	52,4	-	53,4	-	54	53,6	
	2024	Taurene	-	53,2	50,3	-	53,2	-	52,1	51,9	
		Rucava									
N, g kg^{-1}	2016	Taurene	8,38	-	-	1,66	-	-	5,64	3,15	
		Rucava	6,45	-	-	1,05	-	-	4,74	5,31	
	2017	Taurene	6,8	-	-	1,5	-	-	4,8	6,1	
		Rucava	5,4	-	-	1,7	-	-	4,7	4,3	
	2018	Taurene	-	5,85	11,7	-	0,9	3,73	5,22	11,87	
		Rucava	-	4,82	9,12	-	1,05	3,4	5,41	7,16	
	2019	Taurene	-	5,88	9,76	-	3,12	4,47	4,8	8,49	

Elements, mērvienība	Gads	Paraug- laukums	Nobiru frakcija							vainaga zari, mizas	cita biomasa
			Skujas			Augļi					
			visas skujas	dominējošās koku sugas skujas	citu koku sugu skujas un lapas	visi augļi	dominējošās koku sugas augļi	citu koku sugu augļi			
		Rucava	-	5,35	9,12	-	3,7	3,91	5,66	8,2	
	2020	Taurene	-	6,76	15,02	-	3,21	4,54	7,28	16,21	
		Rucava	-	6,27	10,76	-	3,51	4,62	6,39	12,87	
	2021	Taurene	-	4,54	11,9	-	3,2	4,87	4,87	20,33	
		Rucava	-	4,63	8,33	-	2,64	2,57	3,86	7,48	
	2022	Taurene	-	5,03	13,18	-	1,34	3,23	5,59	33,22	
		Rucava	-	4,87	8,9	-	1,35	3,23	4,84	8,95	
	2023	Taurene	-	5,14	13,27	-	3,49	-	5,23	4,63	
		Rucava	-	4,89	0	-	3,49	3,66	5,03	5,65	
	2024	Taurene	-	4,7	14,0	-	3,3	-	5,6	22,6	
		Rucava	-	4,9	2,8	-	3,1	3,3	5,0	9,2	
S, g kg ⁻¹	2016	Taurene	1,05	-	-	1,83	-	-	0,73	1,76	
		Rucava	1,55	-	-	1,22	-	-	0,95	2,28	
	2017	Taurene	1,07	-	-	1,46	-	-	0,93	2,07	
		Rucava	1,49	-	-	1,24	-	-	0,88	2,31	
	2018	Taurene	-	1,17	2,71	-	1,67	3,91	0,93	3,09	
		Rucava	-	1,94	1,78	-	1,66	3,23	0,99	2,65	
	2019	Taurene	-	1,61	3,41	-	1,75	4,76	1,21	3,53	
		Rucava	-	0,93	1,32	-	1,5	2,5	0,59	2,16	
	2020	Taurene	-	1,68	3,6	-	2,81	3,31	1,26	3,59	
		Rucava	-	1,21	3,14	-	2,35	3,75	1,79	3,15	
	2021	Taurene	-	2,54	2,35	-	2,08	1,93	1,19	3,01	
		Rucava	-	2,07	3,31	-	2,07	2,62	1,11	3,17	
	2022	Taurene	-	1,61	2,33	-	2,82	0,91	0,66	2	
		Rucava	-	1,78	2,65	-	5,4	1,83	1,28	2,28	
	2023	Taurene	-	1,53	2,39	-	3,96	-	0,94	1,49	
		Rucava	-	1,22	0,12	-	2,78	3,07	0,82	1,57	
	2024	Taurene	-	2,0	2,2	-	3,9	-	1,0	2,4	
		Rucava	-	1,5	1,6	-	4,3	2,4	1,2	2,3	
	P, g kg ⁻¹	2016	Taurene	0,49	-	-	0,66	-	-	0,41	0,57
			Rucava	0,62	-	-	0,51	-	-	0,5	1,96
2017		Taurene	0,56	-	-	0,68	-	-	0,55	0,82	
		Rucava	0,72	-	-	0,74	-	-	0,66	1,01	
2018		Taurene	-	0,58	2,45	-	0,57	1,29	0,46	1,25	
		Rucava	-	0,77	1,49	-	0,58	1,15	0,62	1,07	
2019		Taurene	-	0,66	3,11	-	0,96	1,8	0,62	1,41	
		Rucava	-	0,59	1,66	-	1,02	1,35	0,54	1,16	
2020		Taurene	-	0,73	2,99	-	1,41	1,03	0,79	1,49	
		Rucava	-	0,81	2,89	-	1,47	1,66	1,09	1,43	
2021		Taurene	-	0,65	2,45	-	1,11	0,83	0,49	1,27	
		Rucava	-	0,72	2,14	-	1,04	1,05	0,53	1,2	
2022		Taurene	-	0,56	2,33	-	2,82	0,91	0,66	2	
		Rucava	-	0,73	2,59	-	3,37	1,07	0,82	1	
2023		Taurene	-	0,62	2,5	-	1,65	-	0,66	0,63	
		Rucava	-	0,61	0	-	1,29	1,37	0,62	0,82	
2024		Taurene	-	0,6	2,4	0,8	2,5	-	0,7	1,5	
		Rucava	-	0,7	1,3	-	2,5	1,2	0,8	0,8	
Ca, g kg ⁻¹		2016	Taurene	6,8	-	-	11,9	-	-	6,1	16,7
			Rucava	7,1	-	-	7,6	-	-	6	15,2
	2017	Taurene	6,9	-	-	9,3	-	-	5,6	18,1	
		Rucava	9,6	-	-	11,3	-	-	8,7	16,5	
	2018	Taurene	-	6,1	10,8	-	7	18,6	6,4	21,1	
		Rucava	-	7,6	8,3	-	7,6	16,9	6,6	15,7	
	2019	Taurene	-	5,9	11,4	-	18,7	21,7	6,9	20,6	
		Rucava	-	6,3	8,6	-	16,7	15	6,6	15,4	
	2020	Taurene	-	6,7	12,6	-	19,2	19,5	9,9	26,8	
		Rucava	-	5,6	11,3	-	17,5	18,1	15,3	18,5	
	2021	Taurene	-	9,3	10,6	-	19,1	15,9	8	25,9	

Elements, mērvienība	Gads	Paraug- laurums	Nobiru frakcija							vainaga zari, mizas	cita biomasa
			Skujas			Augļi					
			visas skujas	dominējošās koku sugas skujas	citu koku sugu skujas un lapas	visi augļi	dominējošās koku sugas augļi	citu koku sugu augļi			
Mg, g kg ⁻¹	2022	Rucava	-	10,2	12,1	-	16,1	12,6	9	15,4	
		Taurene	-	7,6	10,6	-	44	18,3	7	53,2	
	2023	Rucava	-	7	10,1	-	41,4	15,5	10,7	13,7	
		Taurene	-	7,3	13,1	-	26,6	-	6,3	7,1	
	2024	Rucava	-	6,1	9,5	-	17,6	16,2	6,6	8,8	
		Taurene	-	8,5	12,2	-	39,8	-	7,9	30,6	
	K, g kg ⁻¹	2016	Rucava	0,36	-	-	0,83	-	-	0,35	1,21
			Taurene	0,57	-	-	0,58	-	-	0,6	1,5
		2017	Rucava	0,36	-	-	0,55	-	-	0,69	1,21
			Taurene	0,59	-	-	0,8	-	-	0,51	1,44
		2018	Rucava	-	0,34	0,68	-	0,67	1,52	0,46	2,27
			Taurene	-	0,7	1,16	-	0,66	1,78	0,55	1,33
2019		Rucava	-	0,46	1,63	-	1,3	-	0,49	1,35	
		Taurene	-	0,69	1,35	-	2,07	2,16	0,57	1,92	
2020		Rucava	-	0,5	0,97	-	2,31	2,14	0,8	3,1	
		Taurene	-	0,54	1,98	-	2,42	1,66	6,39	1,7	
2021		Rucava	-	0,87	0,87	-	1,68	1,63	0,39	3,79	
		Taurene	-	0,94	1,8	-	1,78	1,33	0,63	1,83	
2022		Rucava	-	0,39	0,47	-	5,56	1,24	0,62	6,54	
		Taurene	-	0,63	1,27	-	5,87	1,24	0,93	1,05	
2023		Rucava	-	0,44	0,74	-	3,03	-	0,47	0,57	
		Taurene	-	0,49	0,01	-	1,61	1,84	0,52	0,74	
2024		Rucava	-	0,6	0,6	-	4,8	-	0,6	4,0	
		Taurene	-	0,6	0,6	-	4,0	1,4	1,7	1,1	
K, g kg ⁻¹		2016	Rucava	0,5	-	-	1,01	-	-	0,29	1,16
			Taurene	0,38	-	-	0,73	-	-	0,61	1,66
		2017	Rucava	0,56	-	-	0,78	-	-	0,48	1,59
			Taurene	0,82	-	-	1,23	-	-	0,87	1,99
		2018	Rucava	-	0,41	0,83	-	0,49	1,88	0,47	2,15
			Taurene	-	0,37	0,58	-	0,59	1,45	0,47	1,26
	2019	Rucava	-	1,58	1,14	-	2,57	2,07	0,75	2,03	
		Taurene	-	0,74	0,85	-	2,34	1,49	0,81	2,34	
	2020	Rucava	-	0,7	1,17	-	1,85	1,63	0,93	2,54	
		Taurene	-	0,62	0,98	-	1,67	1,31	1,22	1,59	
	2021	Rucava	-	0,86	1,01	-	1,7	1,28	0,51	2,15	
		Taurene	-	0,72	1,01	-	1,34	1,05	0,7	1,43	
	2022	Rucava	-	0,14	0,86	-	3,08	1,28	0,55	3,06	
		Taurene	-	0,43	0,32	-	3	1,29	0,75	0,97	
	2023	Rucava	-	0,53	0,88	-	1,9	-	0,5	0,54	
		Taurene	-	0,42	< NR	-	1,18	0,99	0,45	0,5	
	2024	Rucava	-	0,3	0,9	-	2,8	-	0,7	2,1	
		Taurene	-	0,5	0,6	-	2,1	0,9	0,7	0,7	

2023. gada meža nobiru frakcijās noteikts smago metālu saturs (5.13. tabula), kas atbilstoši ICP Forests metodikai ir definēti kā izvēles parametri (ne obligāti nosakāmi). Šogad krasi redzams, ka Cd, Ni, Cr un Pb elementiem nav bijusi iespēja veikt precīzas ķīmisko analīžu rezultātus, kas skaidrojami, ar maza parauga izvēli ķīmiskajām analīzēm. Attiecīgie paraugi nav spējuši sniegt uzticamus rezultātus, un atzīts, ka pieminētos ķīmiskos elementus, drošības nolūkos, labāk klasificēt kā zem noteikšanas robežas. 2024. gadā ievākto paraugu analīzes vēl turpinās, tāpēc nav iekļautas šajā pārskatā.

5.13. tabula. Smago metālu saturs meža nobiru frakcijās Valgundes, Taurenes un Rucavas parauglaukumā 2023. gadā

Elements, mērvienība	Parauglaukums	Vainaga zari, mizas	Dominējošās koku sugas skujuļas	Citu koku sugu skujuļas un lapas	Dominējošās koku sugas augļi	Citu koku sugu augļi	Cita biomasa
Cd, mg kg ⁻¹	Valgunde	< NR	< NR	< NR	< NR	< NR	< NR
	Taurene	< NR	< NR	< NR	< NR	< NR	< NR
	Rucava	< NR	< NR	< NR	< NR	-	< NR
Mn, g kg ⁻¹	Valgunde	0,11	0,39	0,70	0,16	0,05	0,30
	Taurene	0,23	0,51	< NR	0,29	0,41	0,51
	Rucava	0,29	0,76	2,22	0,42	-	0,53
Zn, g kg ⁻¹	Valgunde	0,20	0,07	0,10	0,06	0,02	0,05
	Taurene	0,05	0,05	< NR	0,06	0,13	0,05
	Rucava	0,05	0,07	0,29	0,09	-	0,05
Ni, mg kg ⁻¹	Valgunde	< NR	< NR	< NR	< NR	< NR	< NR
	Taurene	< NR	< NR	< NR	0,57	0,96	< NR
	Rucava	< NR	< NR	< NR	< NR	-	< NR
Cr, mg kg ⁻¹	Valgunde	< NR	< NR	< NR	< NR	< NR	< NR
	Taurene	< NR	< NR	< NR	< NR	< NR	< NR
	Rucava	< NR	< NR	1	< NR	-	< NR
Fe, g kg ⁻¹	Valgunde	0,20	0,07	0,07	0,18	0,03	0,11
	Taurene	0,18	0,08	0,10	0,24	0,10	0,14
	Rucava	0,19	0,09	0,18	0,27	-	0,14
Pb, mg kg ⁻¹	Valgunde	0,25	< NR	< NR	< NR	< NR	0,67
	Taurene	0,07	< NR	< NR	< NR	< NR	2,20
	Rucava	< NR	< NR	1,50	0,43	-	< NR

Piezīme: < NR – zem noteikšanas robežas.

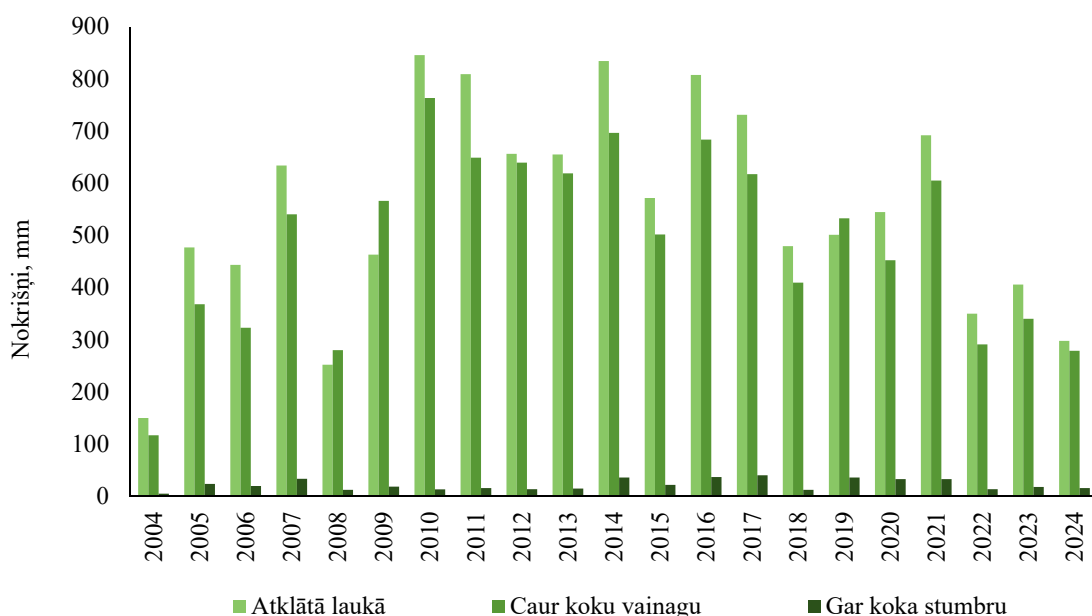
5.3.4. Nokrišņu ūdeņu uzskaitē

LVMI “Silava” 2009. gadā Valgundes parauglaukumā realizēja pirmo pilno nokrišņu ūdeņu novērojumu uzskaites gadu (no 1. janvāra līdz 31. decembrim), un savākts vidēji 463 mm nokrišņu atklātā vietā un vidēji 585 mm nokrišņu kokaudzē, t.i., nokrišņi, kas izskalojušies caur vainagu un notecējuši gar stumbru. 2010. gada novērojumu periodā savākts vidēji 845 mm nokrišņu atklātā vietā un 763 mm nokrišņu kokaudzē. 2011. gada novērojumu periodā kokaudzē savākts vidēji 649 mm nokrišņu, bet atklātā laukā – 809 mm. Savukārt 2012. gada novērojumu periodā vidēji kokaudzē savākts 639 mm, bet atklātā laukā 656 mm. 2014. gadā visā novērojuma periodā (no janvāra līdz decembrim) atklātā laukā vidēji savākts 834 mm nokrišņu, caur vainagiem kokaudzē nokrituši 697 mm, bet gar stumbru notecējuši 36 mm. 2015. gadā vidējais nokrišņu daudzums ir nedaudz samazinājies. Atklātā laukā nokrituši 572 mm nokrišņu, caur vainagu – 502 mm un gar stumbru notecējuši 22 mm. Vidējais nokrišņu daudzums 2016. gadā ir bijis lielāks nekā 2015. gadā. Nokrišņu daudzums atklātā laukā ir bijis 807 mm, caur koku vainagu 684 mm, bet gar stumbru 37 mm. Kaut arī lielākajā daļā Latvijas nokrišņu daudzums 2017. gadā ir bijis lielāks par normu, Valgundes parauglaukumā nav novērots palielināts nokrišņu daudzums, un nokrišņu daudzums atklātā laukā ir bijis mazāks nekā 2016. gadā – 731 mm, bet caur koku vainagiem 617 mm. 2018. gadā visā novērojuma periodā (no janvāra līdz decembrim) atklātā laukā vidēji savākts 479 mm nokrišņu, caur vainagiem kokaudzē nokrituši 410 mm, bet gar stumbru notecējuši 13 mm. 2019. gada novērojumu periodā atklātā laukā vidēji nokrituši 501 mm nokrišņu, caur vainagiem kokaudzē nokrituši 533 mm, bet gar stumbru notecējuši 36 mm. 2020. gada novērojumu periodā atklātā laukā vidēji nokrituši 545 mm nokrišņu, caur vainagiem kokaudzē nokrituši 452 mm, bet gar stumbru notecējuši 33 mm (5.16. attēls). Salīdzinot ar iepriekšējo ziņošanas periodu 2021. gadā nokrišņu daudzums Valgundes parauglaukumā ir palielinājies atklāta lauka

un caur koka vainagu nokrišņos. Jaunākajā ziņošanas periodā 2021. gadā atklāta lauka nokrišņi sasniedz 692 mm, kas ir par 147 mm vairāk nekā 2020. gadā, bet caur koka vainagu 605 mm, kas ir par 153 mm vairāk nekā iepriekšējā ziņošanas periodā. Nokrišņi gar koka stumbru palikuši gandrīz identiski, 2021. gadā tie bija 33 mm, bet 2020. gadā – 33,1 m.

Laika posmā no 2009.–2019. gadam, spriežot pēc nokrišņu daudzuma atklātā laukā, sausākais gads Valgundes parauglaukumā ir bijis 2009. gads, kad nokrituši 463 mm, bet, spriežot pēc nokrišņu daudzuma kokaudzē – vainaga caurteces nokrišņiem, sausākais gads ir bijis 2018. gads, kad nokrituši 410 mm.

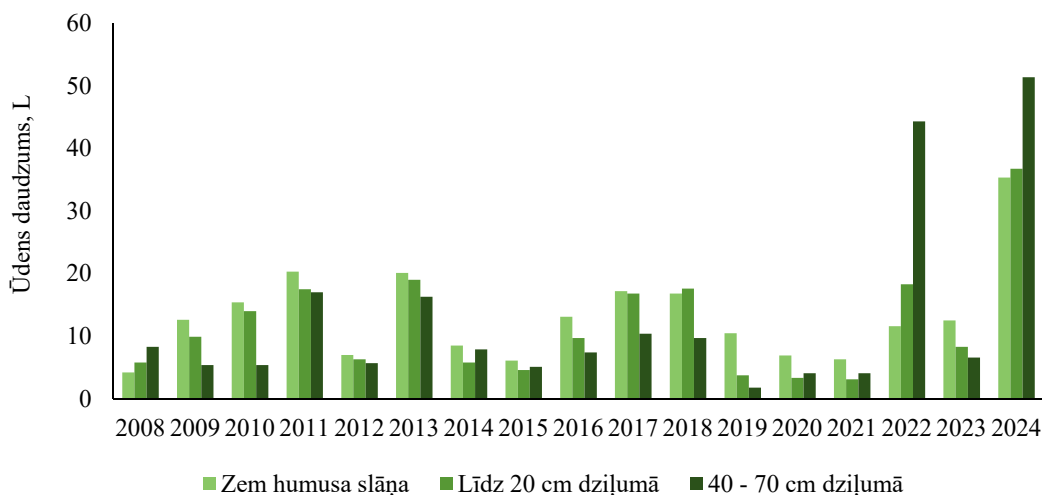
Caur koka vainagu uz augsnes nonāk vidēji 80–95% no atklātā laukā izkritušo nokrišņu daudzuma, bet pārējie 5–20%, atkarībā no nokrišņu intensitātes, noplūst gar koku stumbru vai iztvaiko no koku vainaga virsmas. Valgundes parauglaukumā 2019. gadā atklātā laukā nokritis nedaudz mazāks nokrišņu apjoms kā kokaudzē, kas skaidrojams ar lokālām nokrišņu intensitātes atšķirībām. Valgundes parauglaukumā 2020. gadā koku vainagi kopumā uztvēruši ~ 485 mm nokrišņu (vainaga caurteces un stumbra noteces summa), bet no tiem iztvaikojis ~ 60 mm nokrišņu. 2018.–2020. gadā nokrišņu apjomam atklātā laukā ir tendence pieaugt. Turpretim, sākot ar 2022. gadu, nokrišņu daudzums Valgundes parauglaukumā ir ievērojami samazinājies, salīdzinot ar iepriekšējiem gadiem. 2022. gadā Valgundes parauglaukumā novērojams ievērojams nokrišņu daudzuma samazinājums salīdzinot ar iepriekšējiem periodiem. Kopējie nokrišņi atklātā laukā uztverti 350 mm apjomā, caur koka vaināgiem 291 mm, gar koka stumbriem 14 mm. Kopējais samazinājums, salīdzinot ar iepriekšējo ziņošanas periodu 2021. gadā, sastāda 342 mm atklātā laukā, 314 mm caur koku vaināgiem, 19 mm gar koka stumbriem. 2023. gadā jau otro gadu pēc kārtas novērojams ļoti zems kopējais nokrišņu daudzums Valgundes parauglaukumā, visos paraugu ievākšanas veidos. Atsevišķos laika periodos ūdens ievākšanas trauki pat bija tukši, un paraugu ievākšana nebija iespējama. Kopējais nokrišņu daudzums Valgundes parauglaukumā 2023. gadā bija 406 mm atklātā laukā, 340 mm caur koka vaināgiem un tikai 18 mm gar koka stumbru. Iepriekšējie trīs gadi bija salīdzinoši sausi, tajā skaitā 2024. gads bija vissausākais, kad nokrišņu daudzums atklātā laukā bija 298 mm, caur koka vaināgiem 279 mm un 16 mm gar koka stumbru.



5.16. attēls. Nokrišņu daudzuma dinamika Valgundes parauglaukumā.

5.3.5. Augsnes ūdeņu uzskaitē

Salīdzinot augsnes ūdeņu daudzumu no 2008. līdz 2019. gadam, dažādos augsnes slāņos vērojamas atšķirīgas tendences (5.17. attēls). Vislielākā ūdeņu pieplūde 2008. gadā notikusi 40–70 cm dziļumā, tas ir 8,3 L (207 mm), savukārt, zem humusa slāņa 2008. gadā novērojama vismazākā ūdeņu pieplūde – 4,2 L (105 mm). 2009. gadā zem humusa slāņa konstatēta vislielākā ūdeņu pieplūde – 12,6 L (315 mm); bet 40–70 cm dziļumā – vismazākā, 5,4 L (135 mm). 2010. gadā novērota vislielākā ūdens pieplūde zem humusa slāņa – 15,4 L (385 mm), 20 cm dziļumam 14,0 L (350 mm) un 40–70 cm dziļumā – 12,8 L (320 mm). 2011. gads bijis lietavām ražīgs, kas atspoguļojas arī augsnes ūdens caurplūdē dažādos augsnes slāņos. Visintensīvāk augsnes ūdens pieplūdis zem humusa slāņa 20,3 L (507 mm, kas ir arī lielākā pieplūde visā novērojumu periodā) un pakāpeniski samazinājies dziļākajos augsnes slāņos, attiecīgi, līdz 20 cm dziļumā 17,5 L (437 mm) un 40–70 cm dziļumā 17,0 L (425 mm). Salīdzinot augsnes ūdeņu daudzuma datus 2008., 2009., 2010. un 2011. gada novērojumu periodos dažādos augsnes dziļumos, vērojama tendence, ka šajos gados ūdens daudzums dažādos dziļumos pakāpeniski palielinājies. Savukārt 2012. gada novērojumu periodā redzama pretēja tendence, un ūdens daudzums ir statistiski būtiski samazinājies, attiecīgi zem humusa slāņa 7,0 L (175 mm), līdz 20 cm dziļumā 6,3 L (157 mm) un 40–70 cm dziļumā 5,7 L (143 mm). 2013. gadā redzams, ka augsnes ūdens pieplūdums lizimetros ir sasniedzis 2011. gada apjomu. 2013. gadā lielākā ūdens pieplūde ir augšējos augsnes slāņos tūlīt zem humusa slāņa, attiecīgi 20,1 L (500 mm) un samazinās dziļākos augsnes slāņos – 20 cm dziļumā 19,0 L (475 mm), un 40–70 cm dziļumā 16,25 L (400 mm). Savukārt 2014. gada novērojumu periodā ir vērojamas nelielas atšķirības starp virsējo augsnes slāni zem humusa slāņa un 40–70 cm dziļumā, attiecīgi 8,5 L (212 mm) un 7,9 L (198 mm). Līdzīgi kā 2014. gadā, arī 2015. gadā lielākais ūdens daudzums bijis zem humusa slāņa, un mazākais 20 cm dziļumā. Salīdzinot ar 2014. gadu, 2015. gadā kopējais augsnes ūdeņu daudzums ir mazliet samazinājies, kas sakrīt arī ar mazāku nokrišņu daudzumu 2015. gadā. Gan 2016., gan 2017. gadā ievāktā augsnes ūdens apjoms ir lielāks nekā 2015. gadā. Tas sakrīt arī ar kopējo nokrišņu izmaiņām. 2019. gadā visos izdalītajos augsnes slāņos konstatēts mazāks augsnes ūdeņu daudzums, salīdzinot gan ar 2017. gadu, gan ar 2018. gadu. 2020. gadā vislielākā ūdeņu pieplūde notikusi zem humusa slāņa (9,6 L), savukārt, vismazākā ūdeņu pieplūde – 3,3 L novērota slānī līdz 20 cm dziļumam. Tas savukārt, sakrīt arī ar mazāku nokrišņu daudzumu, kas izkritis caur koku vainagiem 2020. gadā. 2021. gadā kopējais ūdens daudzums palicis aptuveni tādā pašā daudzumā kā 2020. gadā. Zem humusa slāņa kopumā ievākti 6,3 L, līdz 20 cm dziļumam 3,1 L, līdz 70 cm dziļumam 4,1 L. Ņemot vērā zemo nokrišņu ūdens daudzumu 2023. gadā, novērojams arī zemāks augsnes ūdeņu daudzums. Zem humusa slāņa kopējais ievāktā ūdens daudzums no lizimetriem bija 12,5 L, 20 cm dziļumā 8,3 L, bet 40–70 cm dziļumā 6,6 L. 2024. gadā augsnes ūdeņu daudzums bija būtiski lielāks nekā 2023. gadā, neskatoties uz mazāku nokrišņu daudzumu. Tas var būt saistīts ar parauglaukuma infrastruktūras atjaunošanu. Rucavas un Taurenes parauglaukumos nav uzstādīti nulles spiediena lizimetri, tāpēc tur augsnes ūdeņu tilpuma uzskaitē nenotiek.



5.17. attēls. Augsnes ūdeņu daudzuma izmaiņas no 2008. līdz 2024. gadam Valgundes parauglaukumā.

5.3.6. Nokrišņu ūdeņu ķīmiskās analīzes

Nokrišņu sastāvā ietilpst ne tikai ūdens, bet arī dažādi ķīmiskie elementi. Elementu sastāvs, kas nonāk līdz meža ekosistēmai, ir atkarīgs no gaisā esošo putekļu koncentrācijas un sastāva. Gaisā esošo putekļu daudzums var būt kā indikators gaisa kvalitātes novērtēšanai. Virs apdzīvotām vietām un rūpniecisko kompleksu tuvumā parasti ir lielāka putekļu koncentrācija gaisā, savukārt, lauku rajonos tā ir mazāka. Šie putekļi satur ķīmiskos elementus, kas pasliktina gaisa kvalitāti, taču šie elementi var bagātināt meža augsni ar augiem nepieciešamām barības vielām.

Katru gadu caur nokrišņiem augsnē nonāk vairāki desmiti kilogramu dažādu ķīmisko elementu (5.14. tabula). Ķīmisko elementu ieneses aprēķināšanai izmantoti dati par ienesi no nokrišņu ūdeņiem atklātā laukā.

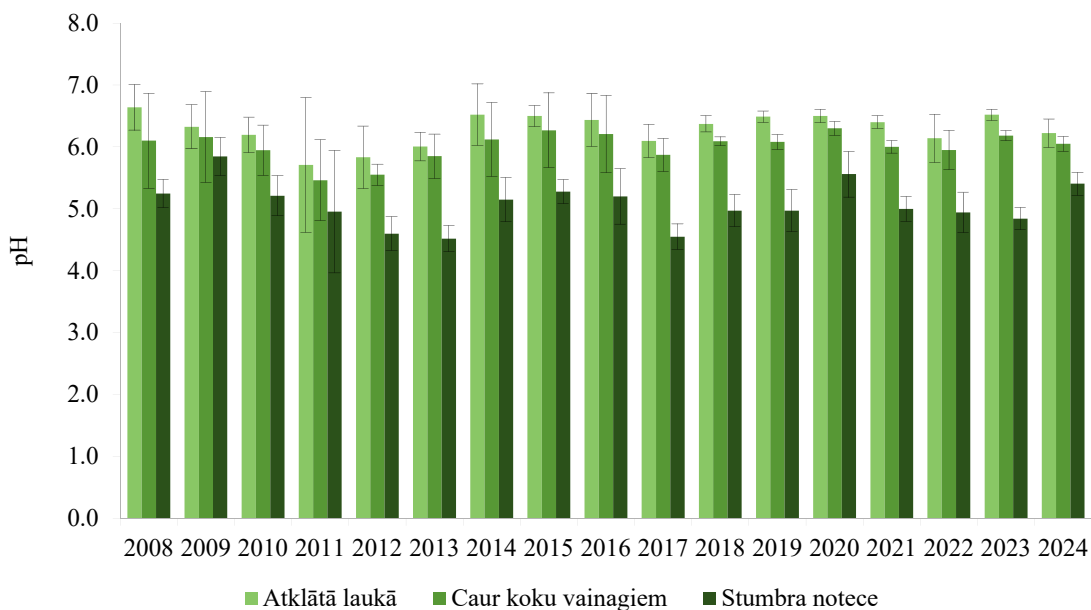
No bāziskajiem katjoniem, augsnē visvairāk tiek ienests Ca, vidēji $7,3 \text{ kg ha}^{-1}$ (no $3,3 \text{ kg ha}^{-1}$ līdz $16,0 \text{ kg ha}^{-1}$). Pārējo katjonu daudzums ir vairāk nekā divas reizes mazāks – vidējā K ienese ir $2,5 \text{ kg ha}^{-1}$, vidējā Mg ienese ir $1,8 \text{ kg ha}^{-1}$ un vidējā Na ienese ir $3,1 \text{ kg ha}^{-1}$.

Laika gaitā ievērojami ir samazinājies kopējā slāpekļa ienese ar nokrišņu ūdeņiem. Ja 2009. un 2010. gadā kopējais ienestais slāpekļa daudzums bija no 30 līdz 40 kg ha^{-1} gadā, tad laika posmā no 2013. līdz 2020. gadam kopējais ienestais slāpekļa daudzums bija no 3 līdz 5 kg ha^{-1} gadā. 2021. gadā ievērojami paaugstinājusies slāpekļa ienese meža ekosistēmā no nokrišņiem Valgundes parauglaukumā. Ja iepriekšējos periodos laika posmā no 2013. līdz 2020. gadam tas nepārsniedza 5 kg ha^{-1} , tad 2021. gadā tas paaugstinājies līdz vēsturiski vecāko gadu rādītājiem un sasniedz $13,82 \text{ kg ha}^{-1}$. Tāpat novērots vēsturiski augstākais K rādītājs visā novērojumu periodā, sasniedzot $5,86 \text{ kg ha}^{-1}$. Tikmēr, salīdzinot ar iepriekšējo ziņošanas gadu, samazinājusies Cl ienese meža ekosistēmā no $8,91 \text{ kg ha}^{-1}$ līdz $2,89 \text{ kg ha}^{-1}$, tikmēr 2022. gadā Cl ienese palielinājusies līdz $7,94 \text{ kg ha}^{-1}$. Salīdzinot ar 2021. gadu, 2022. gadā samazinājusies N-NH₄ ienese par 2,47 un $7,94 \text{ kg ha}^{-1}$. Attiecīgajā laika periodā ievērojami krities DTN saturs: no $13,82 \text{ kg ha}^{-1}$ uz $2,64 \text{ kg ha}^{-1}$. 2024. gadā nav notikušas būtiskas izmaiņas, salīdzinot ar iepriekšējo gadu.

5.14. tabula. Dažādu elementu ienese (kg ha^{-1}) meža ekosistēmā ar nokrišņiem Valgundes parauglaukumā

Elements	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Vidēji
K	5,50	3,35	2,48	2,33	1,21	1,31	2,47	1,05	1,19	3,98	2,57	2,65	5,86	3,04	4,48	9,04	3,28
Ca	6,15	5,27	5,39	3,31	7,93	6,39	5,05	7,49	3,73	16,03	14,14	6,48	4,70	6,02	4,53	3,79	6,65
Mg	2,36	1,51	2,21	1,36	2,03	1,86	1,80	1,43	1,34	2,09	1,62	1,68	1,81	1,24	1,75	1,37	1,72
Na	2,81	2,13	2,56	1,86	3,27	2,88	3,40	3,38	4,58	3,04	3,40	3,78	4,26	2,82	3,13	2,72	3,13
N-NH ₄	7,31	4,15	2,64	4,05	0,73	1,86	2,17	1,17	1,49	1,58	1,58	1,38	4,03	1,56	2,96	2,00	2,54
Cl	4,71	4,74	6,24	3,63	3,67	3,53	5,29	4,55	3,14	9,99	9,56	8,91	2,89	7,94	4,70	4,81	5,52
N-NO ₃	2,14	3,77	1,94	1,29	1,27	1,48	2,43	0,98	2,04	1,64	1,24	1,27	1,56	1,33	0,80	0,46	1,60
S-SO ₄	3,92	3,61	2,76	2,18	2,88	14,46	2,36	1,52	1,69	2,25	4,05	0,76	2,12	0,77	0,86	0,81	2,94
DTN	29,92	40,23	18,58	12,79	3,12	4,34	5,18	3,40	4,59	5,20	3,42	3,60	13,82	2,64	4,31	2,80	9,87

Slāpekļa un sēra savienojumi atmosfērā būtiski ietekmē nokrišņu pH. Gada griezumā atklāta lauka nokrišņu vidējā pH vērtība laika periodā no 2004. līdz 2020. gadam Valgundes parauglaukumā svārstījies robežās no $5,7 \pm 0,2$ 2011. gadā līdz $6,6 \pm 0,2$ 2008. gadā (5.18. attēls). Koku vainagu caurteces vidējais pH svārstījies no $5,5 \pm 0,2$ 2011. gadā līdz $6,3 \pm 0,2$ 2015. un 2020. gadā, bet koku stumbru noteces nokrišņu vidējā pH vērtība bijusi robežās no $4,5 \pm 0,1$ 2013. gadā līdz $5,9 \pm 0,7$ 2009. gadā. Rezultāti iezīmē tendenci – nokrišņu pH piemīt periodisks raksturs, kur pēc pH vidējo rādītāju krituma seko kāpums. Perioda ilgums ir aptuveni 4–7 gadi, kura laikā no viena minimuma/maksimuma rādītāji nonāk līdz nākamajam minimumam/maksimumam. Jaunākajos datos 2024. gadā Valgundes parauglaukumā pH vērtībās nav novērojamas novirzes no iepriekš ziņotajiem datiem, izņemot bāziskāku stumbra noteci, kas var būt saistīts ar mazāku nokrišņu daudzumu šajā gadā.

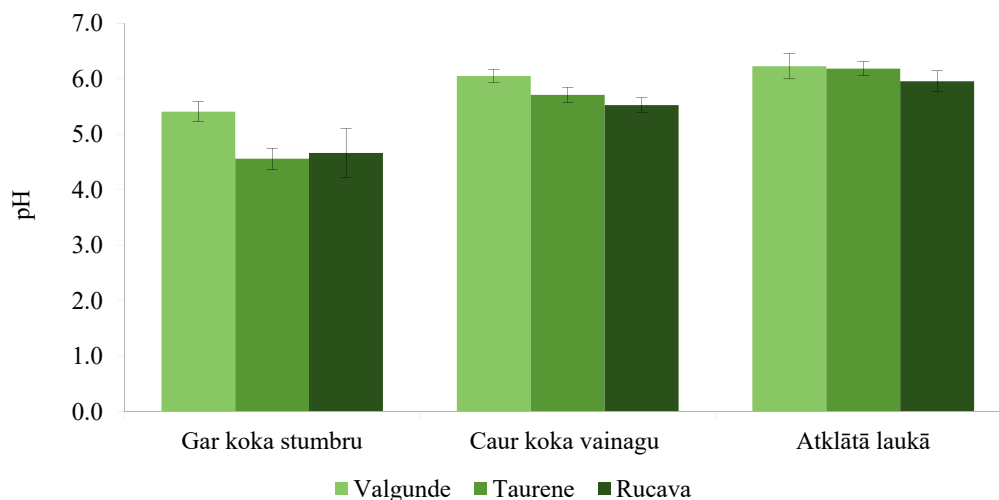


5.18. attēls. Atklātā lauka, koku vainagu caurteces un stumbru noteces nokrišņu vidējais pH laika posmā no 2008. līdz 2024. gadam Valgundes parauglaukumā.

Kopumā secināms, ka visskābākie ir nokrišņu ūdeņi, kas notek gar koku stumbriem. Nokrišņi caur koku vainagiem galvenokārt ir skābāki par nokrišņiem atklātā laukā. Tas saistīts ar organisko skābju nokļūšanu nokrišņu ūdeņos, tiem saskaroties ar augiem. Pastāv stipra un būtiska pozitīva korelācija ($r = 0,89$) starp atklātā lauka nokrišņu pH un koku vainagu caurteces nokrišņu pH. Vāja, bet joprojām būtiska pozitīva korelācija ($r = 0,65$) pastāv arī starp atklātā

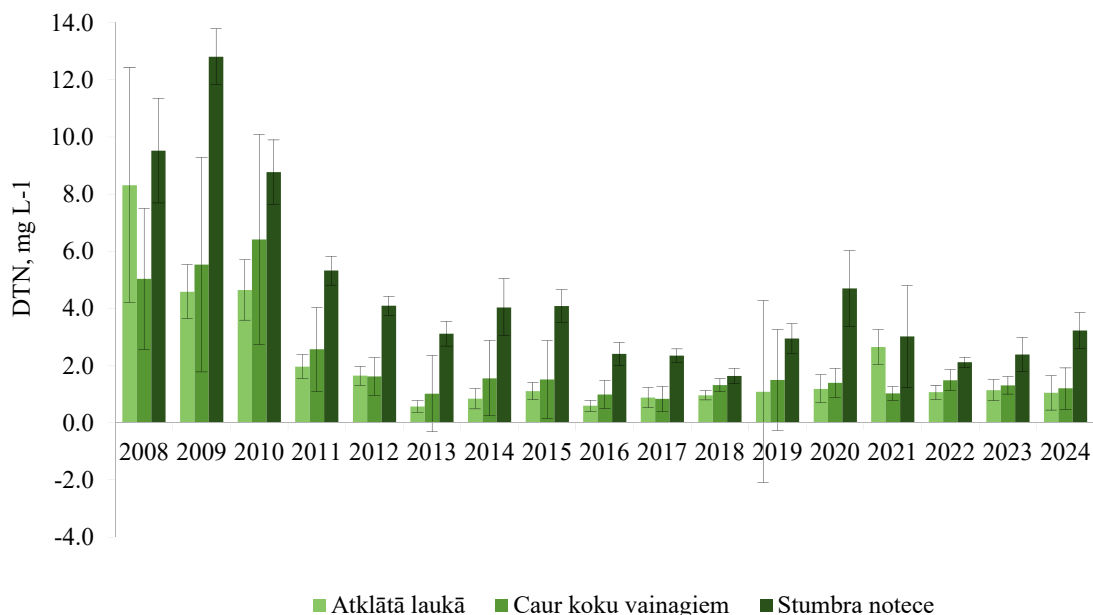
lauka nokrišņu pH un stumbru noteces nokrišņu pH. Vājāka korelācija starp atklātā lauka nokrišņu pH un stumbru noteces nokrišņu pH skaidrojama ar ilgspēlējošāku ūdens saskari ar kokiem, kuras laikā ūdenī nonāk vairāk organisko skābju un citu organisko un neorganisko vielu.

Kopš 2015. gada nokrišņu paraugu ņemšana un analizēšana uzsākta arī Tauresnes un Rucavas parauglaukumos. Visos parauglaukumos visskābākais nokrišņu ūdeņu pH konstatēts koku stumbru noteces nokrišņos, Valgundē un Rucavā – $4,8 \pm 0,2$, Taurenē – $5 \pm 0,4$. Savukārt, visaugstākās vidējās pH vērtības Valgundes ($6,5 \pm 0,1$), Tauresnes ($6,3 \pm 0,1$) un Rucavas ($6,2 \pm 0,2$) parauglaukumos ir konstatētas nokrišņos atklātā laukā (5.19. attēls).



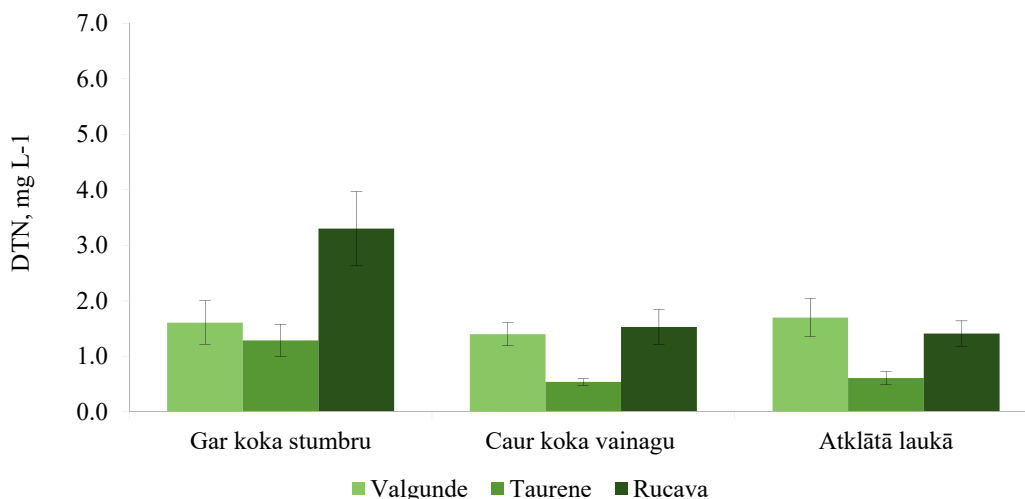
5.19. attēls. Vidējais nokrišņu ūdeņu pH Valgundes, Tauresnes un Rucavas parauglaukumos 2024. gadā.

Viens no gaisā esošā ūdens kvalitātes kritērijiem un piesārņojuma indikatoriem ir slāpekļa daudzums. Valgundes parauglaukumā izteikts kopējā slāpekļa satura pieaugums nokrišņu ūdeņos konstatēts laika posmā no 2008. līdz 2010. gadam (5.20. attēls), kad slāpekļa saturs nokrišņos svārstījies no $4,4 \text{ mg L}^{-1}$ atklāta lauka nokrišņos līdz $12,8 \text{ mg L}^{-1}$ stumbra noteces ūdeņos. Šajā laikā arī konstatēts lielāks slāpekļa saturs nobiru augļu frakcijā. Kopš 2011. gada kopējais slāpekļa saturs nokrišņos ir ievērojami samazinājies un būtiski nemainās pa gadiem.



5.20. attēls. Vidējais kopējā slāpekļa (DTN) saturs nokrišņu ūdeņos Valgundes parauglaukumā kopš 2008. gada.

5.21. attēlā parādīts vidējā kopējā slāpekļa satura salīdzinājums nokrišņu ūdenī 2024. gadā Valgundes, Taurenas un Rucavas parauglaukumos. Visos parauglaukumos lielākais kopējā slāpekļa saturs konstatēts stumbra noteces nokrišņos. Visaugstākais rādītājs novērojams Rucavas parauglaukumā, kur tas sasniedz $3,5 \text{ mg L}^{-1}$, stumbra noteces nokrišņu ūdeņos (5.21. attēls). Vismazākais DTN saturs novērojams Taurenas parauglaukuma atklātā lauka nokrišņu ūdeņos – $0,5 \text{ mg L}^{-1}$, tāpat kā 2023. gadā. Lielais slāpekļa saturs notecē gar koku stumbru Rucavā var būt skaidrojams ar nelielu parauga apjomu būtiski mazāku nokrišņu apstākļos, jo kopējā N ienese augsnē 2024. gadā būtiski neatšķiras no vidējiem rādītājiem.



5.21. attēls. Vidējais kopējā slāpekļa (DTN) saturs nokrišņu ūdeņos Valgundes, Taurenas un Rucavas parauglaukumos 2024. gadā.

Koku augšanai nozīmīga ir bāzisko katjonu pieejamība augsnē. Viens no bāzisko katjonu ieneses avotiem ekosistēmā ir nokrišņu ūdeņi. Nokrišņu ūdens elektrovadītspēja un bāzisko katjonu saturs par 2024. gadu apkopots 5.15. tabulā. Ja salīdzina nokrišņu elektrovadītspēju, kas raksturo kopējo izšķīdušo sāļu daudzumu ūdenī, un bāzisko katjonu saturu nokrišņos, kas izskalojušies caur koku vainagiem un noskalojušies gar koku stumbriem, redzams, ka visos parauglaukumos elektrovadītspēja un bāzisko katjonu saturs nokrišņos, kas noskalojušies gar koku stumbriem, ir būtiski lielāks nekā nokrišņos, kuri izskalojušies caur koku vainagiem. Viszemākais elektrovadītspējas un bāzisko katjonu saturs attiecīgi novērojams atklātā lauka nokrišņu ūdeņos, kur koncentrācija salīdzinot ar nokrišņu ūdeņiem kuri noskalojušies caur koku vainagiem, vai koka stumbriem, var atšķirties vairākas reizes.

5.15. tabula. Nokrišņu ūdeņu ķīmiskais sastāvs Valgundes, Taurenes un Rucavas parauglaukumos 2024. gada novērojumu periodā

Elements	Parauglaukums	Atklātā laukā	Caur koku vainagu	Stumbra notece
Elektrovadītspēja, $\mu\text{S cm}^{-1}$	Rucava	31,02 ± 21,52	32,61 ± 10,11	136,41 ± 82,49
	Taurene	10,74 ± 3,39	15,6 ± 4,19	47,4 ± 11,46
	Valgunde	31,86 ± 13,86	23,84 ± 6,25	59,76 ± 12,41
Ca, mg L^{-1}	Rucava	1,31 ± 0,86	1,55 ± 0,51	6,96 ± 3,15
	Taurene	0,85 ± 0,33	1,13 ± 0,36	3,33 ± 1,04
	Valgunde	1,69 ± 0,89	1,39 ± 0,35	4,87 ± 1,39
Mg, mg L^{-1}	Rucava	0,33 ± 0,18	0,6 ± 0,23	1,72 ± 0,62
	Taurene	0,2 ± 0,06	0,38 ± 0,1	1,02 ± 0,36
	Valgunde	0,6 ± 0,27	0,64 ± 0,18	1,67 ± 0,48
K, mg L^{-1}	Rucava	1,45 ± 1,51	2,39 ± 1,4	5,7 ± 2,57
	Taurene	0,39 ± 0,22	1,58 ± 0,77	3,92 ± 0,95
	Valgunde	3,45 ± 2,41	1,81 ± 0,95	5,08 ± 1,04

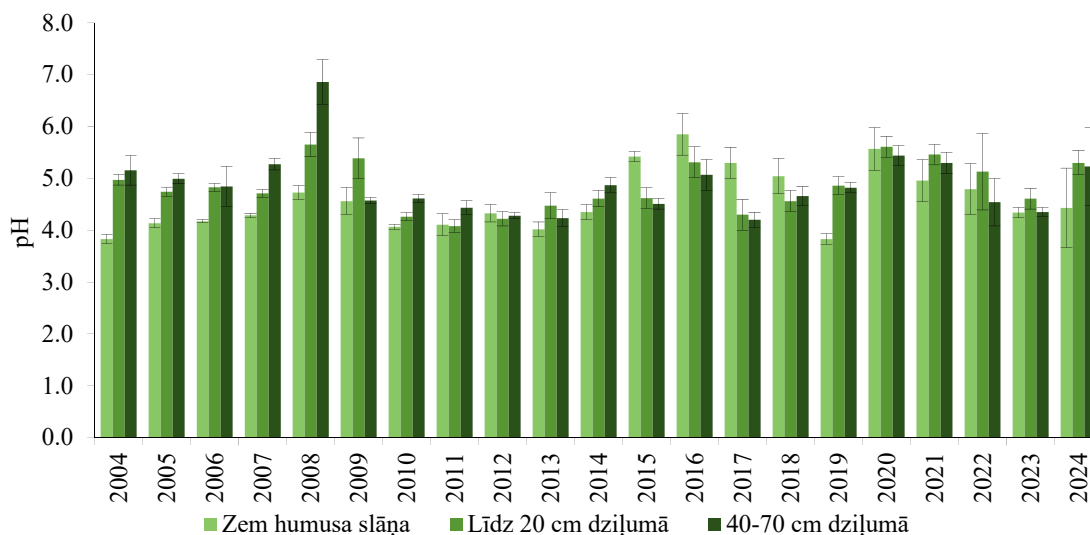
5.3.7. Augsnes ūdeņu ķīmiskās analīzes

Ķīmisko vielu iznese no priežu mežu ekosistēmām notiek galvenokārt ar augsnes ūdeni. Meža ekosistēmā, nokrišņiem nonākot uz augsnes un sūcoties cauri augsnes slāņiem, ūdens daudzums mainās un tā ķīmiskais sastāvs tiek pārveidots. Procesi, kas pārveido augsnes ūdeni, ietver barības elementu uzņemšanu, mikroorganismu darbību, adsorbciju un desorbciju, jonu apmaiņu un dēdēšanu. Katjonu apmaiņa, kurā protoni tiek adsorbēti un citi katjoni atbrīvoti augsnes šķīdumā, boreālo mežu augsnēs ir cieši saistīta ar organisko vielu daudzumu un pH.

Viens no galvenajiem augsnes ūdens ķīmiskajiem parametriem ir pH. Augsnes ūdens analīžu rezultāti Valgundes parauglaukumā liecina, ka augsnes ūdens pH mainās atkarībā no augsnes slāņa (5.22. attēls). Laika posmā no 2004. līdz 2014. gadam un 2019. gadā vērojama tendence, ka palielinoties augsnes dziļumam, augsnes ūdens pH vērtība galvenokārt palielinās – vide kļūst bāziskāka. To galvenokārt veicina protona buferizācijas un neitralizācijas procesi, ko izraisa citu katjonu satura palielināšanās. Laika posmā no 2015. līdz 2018. gadam un no 2020. līdz 2021. gadam vērojama pretēja tendence – palielinoties augsnes dziļumam, augsnes ūdens pH vērtība samazinās jeb augsnes ūdens kļūst skābāks.

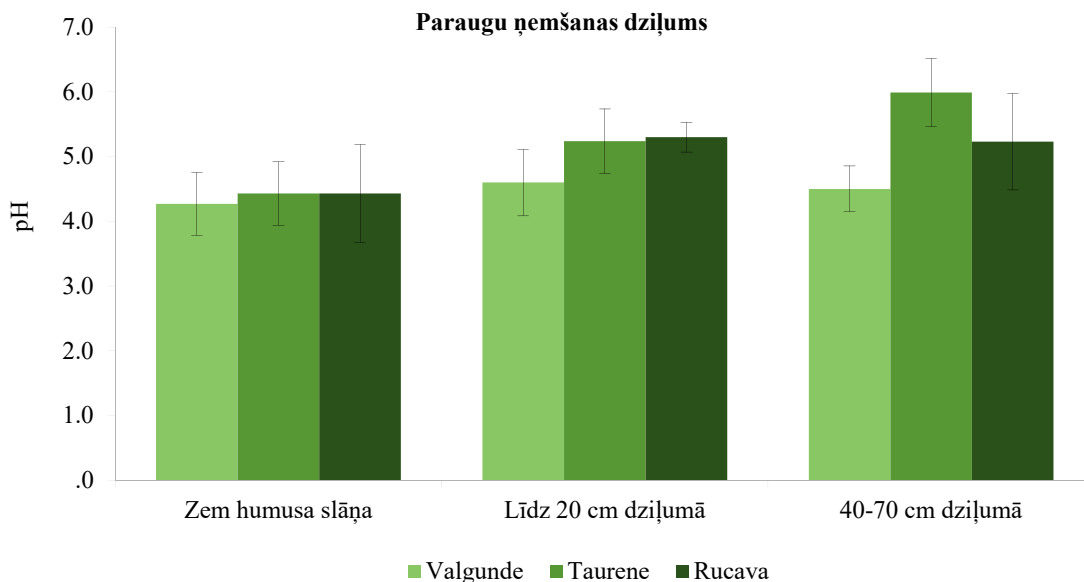
Valgundes parauglaukumā 2017. gada novērojumu periodā vidējā augsnes ūdens pH vērtība zem humusa slāņa bija $5,3 \pm 0,3$, līdz 20 cm dziļumā – $4,3 \pm 0,4$ un 40–70 cm dziļumā – $4,2 \pm 0,2$. 2018. gada novērojumu periodā vidējā augsnes ūdens pH vērtība zem humusa slāņa bija $5,1 \pm 0,4$, līdz 20 cm dziļumā – $4,5 \pm 0,2$ un 40–70 cm dziļumā – $4,6 \pm 0,2$. Salīdzinot ar 2017. un 2018. gadu, 2019. gadā vidējā augsnes ūdens pH vērtība Valgundes parauglaukumā zem humusa slāņa ir ievērojami samazinājusies, vidējais augsnes ūdens pH bija $3,8 \pm 0,1$.

Savukārt vidējais augsnes ūdens pH līdz 20 cm dziļumā un 40–70 cm dziļumā ir saglabājies 2018. gada līmenī, attiecīgi, $\text{pH } 4,9 \pm 0,2$ un $4,8 \pm 0,1$. 2021. gada novērojumu periodā vidējā augsnes ūdens pH vērtība zem humusa slāņa bija $4,96 \pm 0,4$, līdz 20 cm dziļumā – $5,46 \pm 0,2$ un 40–70 cm dziļumā – $5,3 \pm 0,2$. 2022. gadā vienīgās ievērojamās pH vērtību izmaiņas vērojamas augsnes ūdeņos 40–70 cm dziļumā, kur pH vērtība kritusies par 0,8. Pārējos dziļumos ievāktu paraugu pH vērtībās ievērojamas izmaiņas nav novērotas, salīdzinot ar iepriekš ziņotajiem datiem. Valgundes parauglaukuma augsnes ūdens pH vērtības zem humusa slāņa sasniedz 4,8, līdz 20 cm dziļumam – 5,1, 40–70 cm dziļumā – 4,5. 2024. gadā vērojama pretēja tendence tam, kas novērots iepriekšējos 3 gados – dziļākajos augsnes ūdeņu dziļuma paraugos pH līmenis samazinās. 2024. gadā, augsnes pH līmenis zem humusa slāņa ir 4,4, līdz 20 cm dziļumam 5,3, bet 40–70 cm dziļumā 5,2.



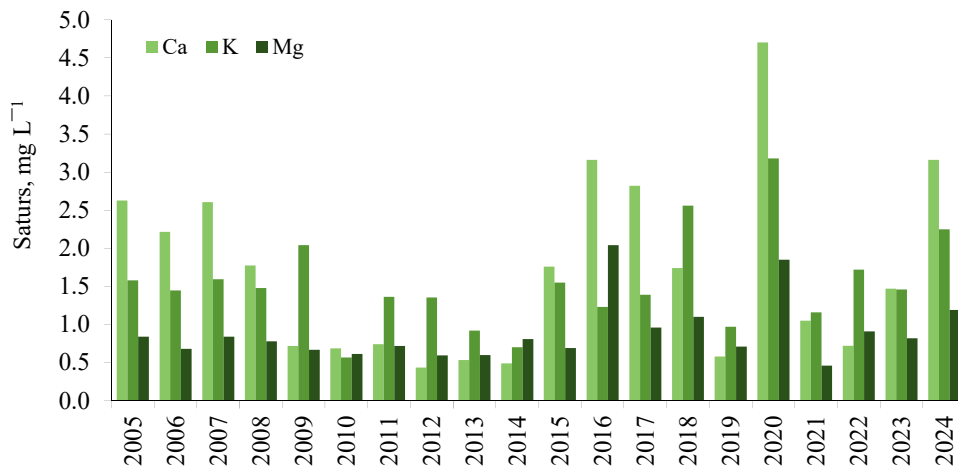
5.22. attēls. Vidējās augsnes ūdens pH vērtības Valgundes parauglaukumā 2024. gadā.

2019. gadā Valgundes un Taurenes parauglaukumos zemākā augsnes ūdens vidējā pH vērtība konstatēta zem humusa slāņa, bet līdz ar augsnes slāņa padziļināšanos augsnes ūdens vidējais pH kļūst bāziskāks, sasniedzot vidējo pH vērtību $6,0 \pm 0,2$ 40–70 cm dziļumā Taurenes parauglaukumā Informācija par augsnes ūdens pH Rucavas parauglaukumā nav pieejama, jo augsnes ūdens paraugu pieejamība 2019. gadā bija ierobežota ilgstoša sausuma dēļ. Valgundes, Taurenes un Rucavas parauglaukumos 2021. gadā zemākā augsnes ūdens vidējā pH vērtība konstatēta zem humusa slāņa. Vēl 2020. gadā, līdzīgi kā 2019. gadā, Taurenes un Rucavas parauglaukumos konstatēts, ka līdz ar augsnes slāņa padziļināšanos augsnes ūdens vidējais pH kļūst bāziskāks, izņemot Rucavas parauglaukumā, kur augsnes ūdeņi līdz 20 cm dziļumam ir bāziskāki nekā augsnes ūdeņi dziļumā no 40–70 cm, tāpat kā iepriekšējā gadā (5.23. attēls).

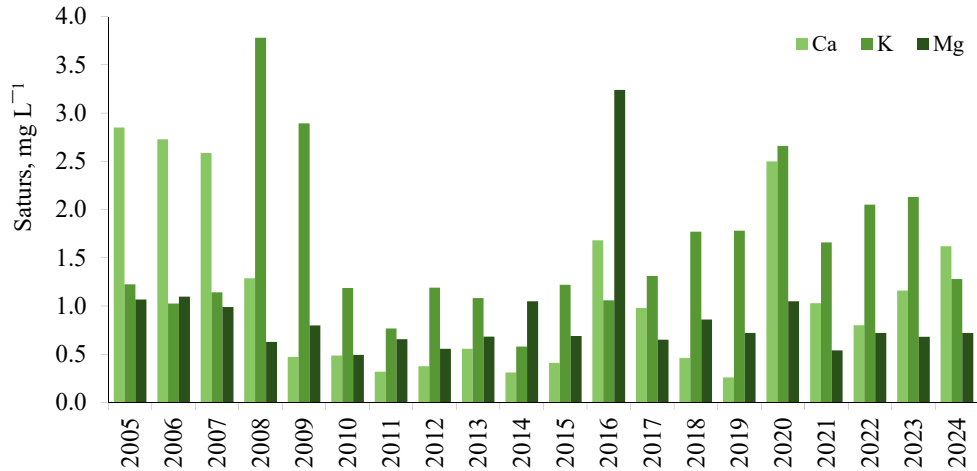


5.23. attēls. Augsnes ūdens vidējās pH vērtības Valgundes, Taurenes un Rucavas parauglaukumā 2024. gada novērojumu periodā.

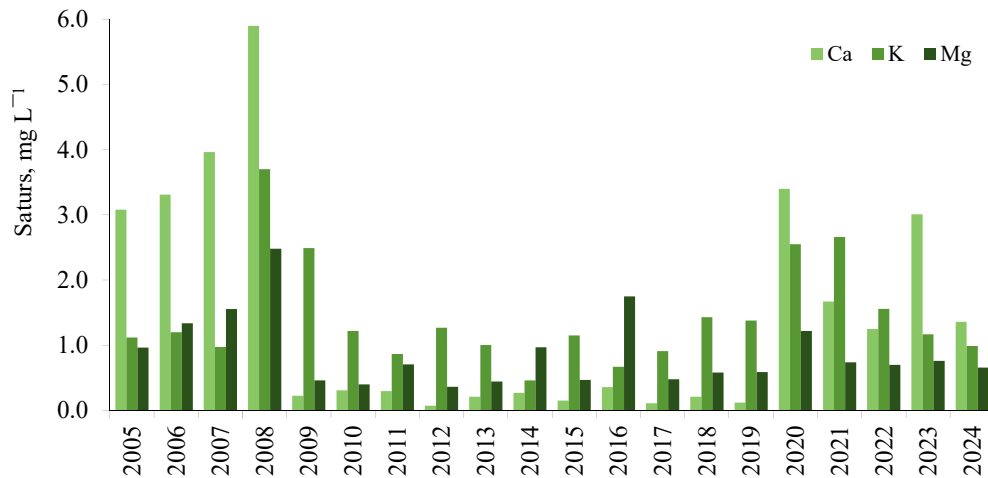
Minerālu dēdēšana ir būtisks process, kas augsnei piegādā bāziskos katjonu. Šos katjonus augi uzņem ar saknēm, vai arī tie tiek izskaloti. 5.24., 5.25. un 5.26. attēlā parādīts vidējais bāzisko katjonu saturs augsnes ūdeņos dažādos dziļumos otrā līmeņa meža monitoringa Valgundes parauglaukumā laika posmā no 2004. līdz 2020. gadam. Salīdzinot 2020. gadā iegūtos rezultātus ar 2017., 2018. un 2019. gadā iegūtajiem rezultātiem, novērojams, ka bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī zem humusa slāņa, kā arī augsnes dziļākajos slāņos ir pieaudzis, bet 2021. gadā rādījumi ir atgriezušies vecāko periodu līmenī.



5.24. attēls. Bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī zem humusa slāņa laika posmā no 2004. līdz 2024. gadam Valgundes parauglaukumā.

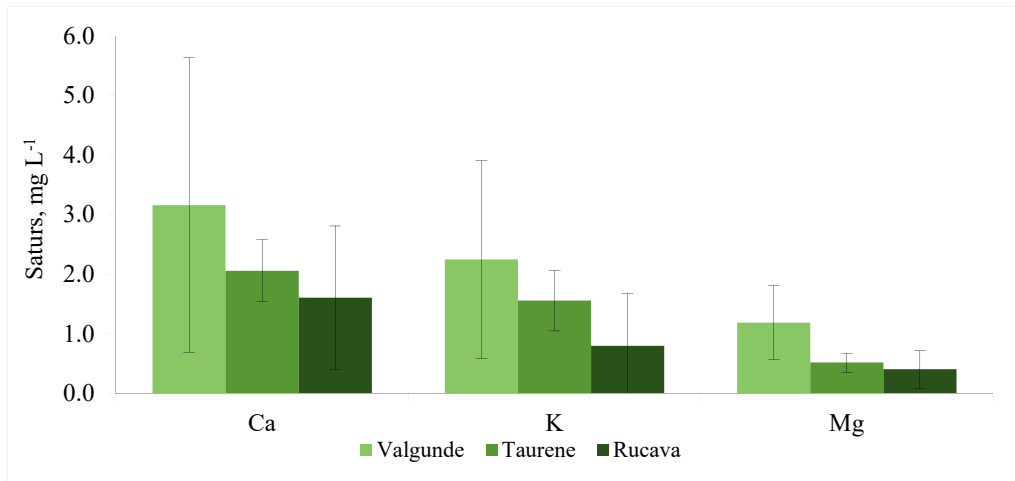


5.25. attēls. Bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī līdz 20 cm dziļumam laika posmā no 2004. līdz 2024. gadam Valgundes parauglaukumā.

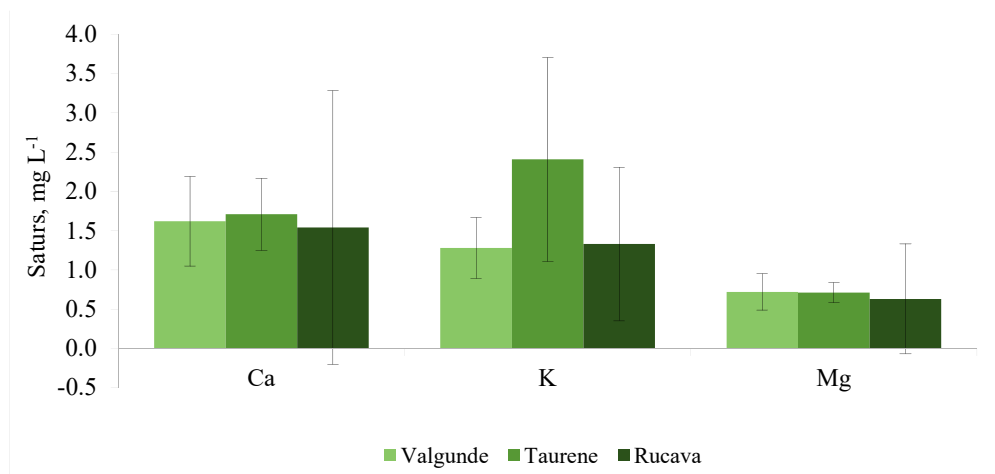


5.26. attēls. Bāzisko katjonu saturs augsnes ūdeņos 40–70 cm dziļumā laika posmā no 2004. līdz 2024. gadam Valgundes parauglaukumā.

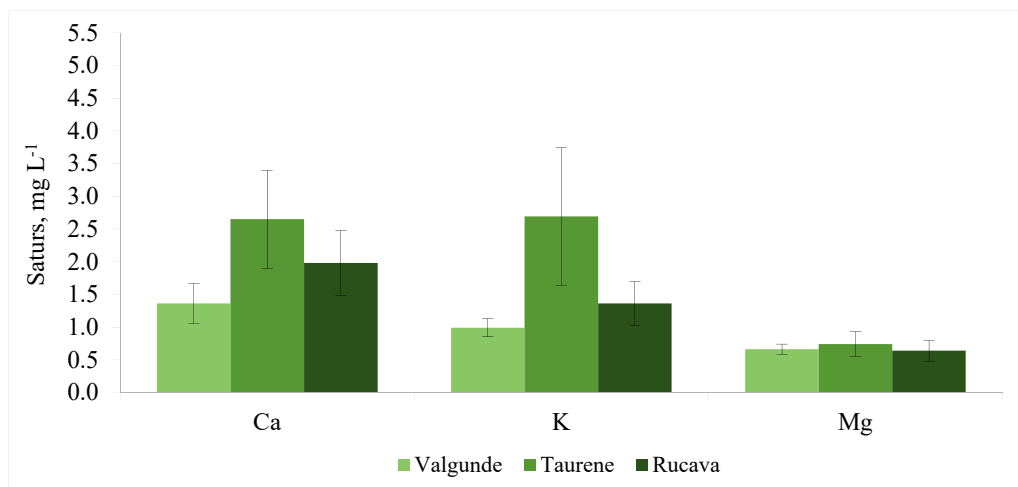
Bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī 2020. gada novērojumu periodā Valgundes, Taurenas un Rucavas parauglaukumos parādīts 5.27., 5.28. un 5.29. attēlā. Informācija par bāzisko katjonu saturu augsnes ūdenī Rucavas parauglaukumā 2019. gadā nebija pieejama, jo augsnes ūdens paraugu pieejamība 2019. gadā bija ierobežota ilgstoša sausuma dēļ. Kopumā 2019. gadā lielāks bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī konstatēts Taurenas parauglaukumā, salīdzinot ar vidējiem rādītājiem Valgundes parauglaukumā. Salīdzinot 2019. gadā iegūtos vidējos analīžu rādītājus ar 2020. gadā iegūtajiem vidējiem analīžu rādītājiem, konstatēts, ka lielāks bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī (zem humusa slāņa un līdz 20 cm dziļumam) ir Valgundes parauglaukumā. Taurenas un Rucavas parauglaukumos tas ir mazāks. Taču, bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī 40–70 cm dziļumā augstāks ir Taurenas parauglaukumā. Salīdzinot ar 2020. gadu, bāzisko katjonu saturs augsnē 2021. gadā ir samazinājies, un atgriezies vecāko periodu robežās, ja neskaita augsnes ūdeņus dziļumā no 40–70 cm, kur tas turpina būt augstāks nekā laika periodā no 2010. līdz 2019. gadam.



5.27. attēls. Bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī zem humusa slāņa 2024. gada novērojumu periodā Valgundes, Taurenes un Rucavas parauglaukumos.



5.28. attēls. Bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī līdz 20 cm dziļumam 2024. gada novērojumu periodā Valgundes, Taurenes un Rucavas parauglaukumos.



5.29. attēls. Bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī 40–70 cm dziļumā 2024. gada novērojumu periodā Valgundes, Taurenes un Rucavas parauglaukumos.

5.3.8. Gaisa kvalitātes mērījumi

Augu un citu dzīvo organismu bojājumus, kuri rodas vides faktoru ietekmē, saista ar gaisa piesārņojumu un paaugstinātām sārņvielu koncentrācijām atmosfērā.

Gaisa kvalitātes mērījumu pētījumi otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumā atklātā laukā veikti šādos laika periodos:

- no 2009. gada aprīļa līdz oktobrim;
- no 2010. gada maija līdz oktobrim;
- no 2011. gada jūnija līdz oktobrim;
- no 2012. gada maija līdz oktobrim;
- no 2013. gada maija līdz jūnijam;
- no 2014. gada maija līdz augustam;
- no 2015. gada jūnija līdz oktobrim;
- no 2016. gada maija līdz septembrim;
- no 2017., 2018., 2019., 2020. un 2021. gada jūnija līdz oktobrim;
- 2022. gadā gaisa kvalitātes mērījumi nav veikti;
- no 2023. gada jūnija līdz oktobrim;
- no 2024. gada jūnija līdz oktobrim.

5.16. tabulā redzamas analīžu rezultātu skaitliskās vērtībās par laika posmu no 2004. līdz 2024. gadam.

Gaisa kvalitātes mērījumu rezultāti rāda, ka kopumā novērojumu periodā no 2009. līdz 2024. gadam sēra dioksīda, slāpekļa dioksīda un amonjaka koncentrācijas ir relatīvi zemas un nevienā no novērojumu periodiem nepārsniedz cilvēka veselībai kaitīgās devas, kas noteiktas ministru kabineta noteikumos par gaisa kvalitāti, kā tas ir raksturīgs lauku apvidiem.

SO₂ koncentrācija gaisā uzrāda stabilas vērtības un kopš 2009. gada ir robežās no 0,25 līdz 0,9 µg m⁻³. Viszemākā SO₂ koncentrācija gaisā bijusi 2016. gadā, kad tikai augusta mēnesī SO₂ koncentrācija ir pārsniegusi 0,3 µg m⁻³. Tabulā iekļautas vērtības arī no 2004. un 2005. gada, kad rādītāji ir būtiski augstāki, nekā sākot no 2009. gada. Tas ir skaidrojams ar metodoloģiskām izmaiņām, nevis ārēju faktoru ietekmi.

NO₂ koncentrācija gaisā ir no 0,8 līdz 3,6 µg m⁻³. Līdzīgi kā SO₂ gadījumā, nav novērojamas patstāvīgas tendences palielināties vai samazināties NO₂ koncentrācijai gaisā. Veicot Kruskala-Vallisa testu, konstatētas būtiskas atšķirības (*Kruskall-Wallis test*, $p < 0,05$), salīdzinot datus pa mēnešiem. Visaugstākā koncentrācija ir oktobra mēnesī, bet viszemākā vasaras mēnešos – jūlijā, augustā, kas varētu būt saistīts ar veģetācijas sezonas beigšanos.

NH₃ koncentrācija ir robežās no 0,6 līdz 13,9 µg m⁻³. No 2011. līdz 2014. gadam (izņemot 2013. gadu, kad bija nepietiekams analīžu rezultātu skaits) konstatēta būtiski (*Kruskall-Wallis test*, $p < 0,05$) paaugstināta NH₃ koncentrācija gaisā. Sākot ar 2015. gadu, koncentrācija ir samazinājusies. Analizējot NH₃ koncentrācijas izmaiņas pa mēnešiem, būtiskas atšķirības nav konstatētas, izmaiņas nav sistemātiskas.

Ozona (O₃) koncentrācija gaisā variē robežās no 22 līdz 73 µg m⁻³, kas norāda uz salīdzinoši zemu ozona koncentrāciju. Šāda koncentrācija netiek uzskatīta par bīstamu vai kaitīgu augu attīstībai. Literatūrā pieejamā informācija liecina, ka augu bojājumi un ražu samazināšanās konstatēta ozona koncentrācijai pārsniedzot 80 µg m⁻³ (Heagle, 1989; Fuhrer et al., 1997). Ozona koncentrācija gadu griezumā būtiski nemainās, taču būtiskas atšķirības konstatētas (*Kruskall-Wallis test*, $p < 0,05$) starp koncentrācijām dažādos mēnešos. Vislielākā ozona koncentrācija konstatēta jūlijā.

5.16. tabula. Vidējais SO₂, NH₃, NO₂ un O₃ saturs gaisā Valgundes parauglaukumā

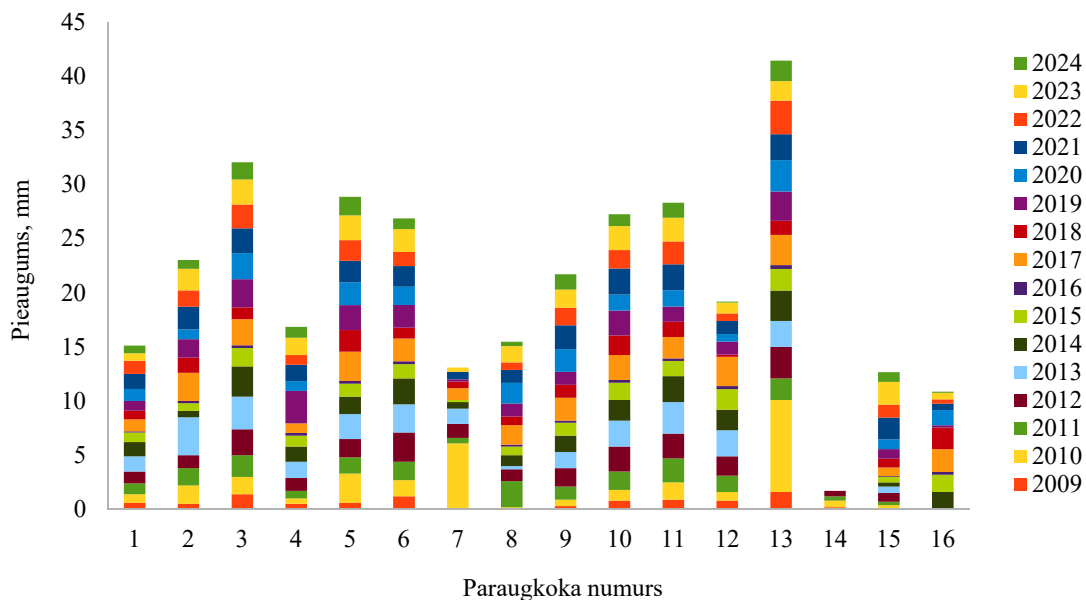
Gads	Parametrs	Mēnesis											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
SO ₂ saturs gaisā													
2004	SO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	-	-	-	6,5	3,5	2,9	2,0
2005	SO ₂ , µg m ⁻³	1,5	2,0	1,5	2,5		1,5	1,5	2,5	1,0	2,0	-	-
2009	SO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	0,9	0,6	0,5	0,5	0,3		0,6	-	-
2010	SO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-
2011	SO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	0,8	-	-	0,5	0,5	-	-
2012	SO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-		0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	-	-
2013	SO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-
2014	SO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	0,3	0,5	0,6	0,6	-	-	-	-
2015	SO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-		0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	-	-
2016	SO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	0,29	0,29	0,29	0,38	0,25	-	-	-
2017	SO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-		0,54	0,48	0,58	0,56	0,72	-	-
2018	SO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	0,56	0,42	0,38	0,47	0,63	-	-
2019	SO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	0,33	0,37	0,28	0,36	0,5	-	-	-
2020	SO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	0,27	0,58	0,24	0,44	-	-	-
2021	SO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	0,35	0,25	0,60	0,45	-	-	-
2022	SO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2023	SO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	0,35	0,35	0,30	0,18	-	-	-
2024	SO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	0,50	0,50	0,40	0,50	-	-	-
NO ₂ saturs gaisā													
2004	NO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	3,2	3,5	5,2
2005	NO ₂ , µg m ⁻³	4,8	7,4	6,6	7,3		3,0	1,9	3,1	1,5	1,2	-	-
2009	NO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	1,9	1,6	2,1	1,2	1,6	1,6	2,4	-	-
2010	NO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	2,4	1,1	1,0	1,2	2,1	2,6	-	-
2011	NO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-		2,1	0,8	1,8	1,9	2,3	-	-
2012	NO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	1,2	1,2	1,3	1,5	3,4	2,4	-	-
2013	NO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	1,8	1,4	-	-	-	-	-	-

Gads	Parametrs	Mēnesis											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2014	NO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	1,4	1,1	1,3	1,9	-	-	-
2015	NO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	1,5	2,0	1,4	1,7	2,3	-	-
2016	NO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	1,5	1,6	1,2	1,7	1,7	-	-	-
2017	NO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	1,6	1,3	2,0	1,9	2,1	-	-
2018	NO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	1,8	2,2	2,7	2,7	3,6	-	-
2019	NO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	2,1	1,6	2,1	2,1	-	-	-
2020	NO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	1,8	2,6	1,8	2,2	-	-	-
2021	NO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	1,5	1,7	1,8	1,6	-	-	-
2022	NO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2023	NO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	1,5	1,6	1,6	2,2	-	-	-
2024	NO ₂ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	1,1	1,1	1,2	1,7	-	-	-
NH ₃ saturs gaisā													
2004	NH ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,1	0,6	0,4
2009	NH ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	1,6	1,4	1,0	1,6	0,6	1,3	1,2	-	-
2010	NH ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	1,7	1,3	1,8	1,8	2,0	4,0	-	-
2011	NH ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	13,9	1,6	8,5	3,4	5,7	-	-
2012	NH ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	0,9	2,1	8,5	5,8	-	8,2	-	-
2013	NH ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	1,8	3,9	-	-	-	-	-	-
2014	NH ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	0,7	2,0	3,4	10,0	-	-	-
2015	NH ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	1,9	2,4	1,7	1,9	2,7	-	-
2016	NH ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	1,1	1,5	1,0	2,0	1,1	-	-	-
2017	NH ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	1,3	1,9	1,8	1,7	2,1	-	-
2018	NH ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	2,2	1,5	1,6	2,1	3,2	-	-
2019	NH ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	1,6	1,2	1,4	-	-	-	-
2020	NH ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	1,1	3,1	1,9	1,9	-	-	-
2021	NH ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	1,8	1,6	0,9	8,8	-	-	-
2022	NH ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2023	NH ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	1,1	1,6	1,9	1,8	-	-	-
2024	NH ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O ₃ saturs gaisā													
2009	O ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	64	60	56	41	38	36	25	-	-
2010	O ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	62	43	32	34	29	49	-
2011	O ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	62	34	37	54	44	-	-
2012	O ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	50	54	50	29	29	24	-	-
2013	O ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	57	72	38	39	22	28	29	42
2014	O ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	43	42	41	25	43	-	-
2015	O ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	53	42	45	27	25	-	-
2016	O ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	51	42	39	26	-	-	-
2017	O ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	48	33	46	29	36	-	-
2018	O ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	54	44	44	48	41	-	-
2019	O ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	57	43	52	41	-	-	-
2020	O ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	46	73	34	40	-	-	-
2021	O ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	53	48	40	33	-	-	-
2022	O ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2023	O ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	70	45	36	40	-	-	-
2024	O ₃ , µg m ⁻³	-	-	-	-	-	44	42	37	36	-	-	-

5.3.9. Koku pieauguma mērījumi

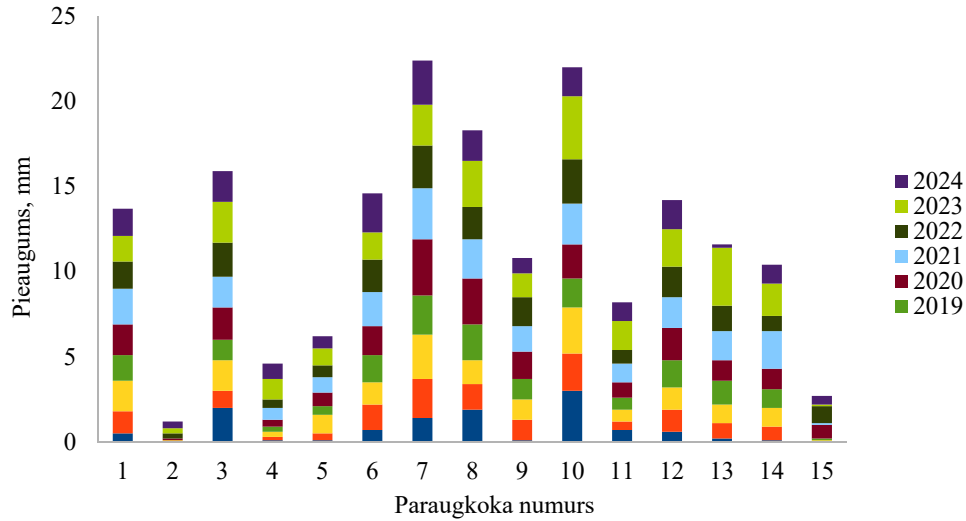
Koku pieauguma lentu mērījumi Valgundes parauglaukumā laika posmā no 2009. līdz 2024. gadam parādīti 5.30. attēlā. Izvērtējot ikgadējos pieauguma datus, iezīmējas tendence, ka lielākais pieaugums veidojas augusta un septembra mēnešos. Ziemas mēnešos nav vērojamas izmaiņas, jo koks atrodas miera periodā. Pirmās izmaiņas paraugkokiem iezīmējas marta beigās un aprīļa sākumā atkarībā no gaisa temperatūras. 2012. gada novērojuma perioda dati parāda,

ka pieauguma lentas ir pieņēmušas koka stumbra formu, un caurmēra pieaugums ir lielākais visā novērojumu periodā. Valgundes parauglaukumā laika posmā no 2009. gada lielākais vidējais koku caurmēra pieaugums konstatēts 2013. un 2017. gadā – 0,20 cm, bet 2019. gadā vidējais koku caurmēra pieaugums bija 0,16 cm, 2020. gada vidējais koku caurmēra pieaugums bija 0,15 cm, bet 2021. gadā vidējais koku caurmēra pieaugums bija 0,18 cm. 2022. gadā vidējais koku pieaugums Valgundes parauglaukumā bija 0,13 cm. Vislielākais pieaugums sasniedz 0,31 cm, bet vismazākais – 0,04 cm. 2024. gadā kopējais visu 15 koku lentu pieaugums Valgundes parauglaukumā sasniedza 14,1 mm, un pieaugumu dinamika starp kokiem variēja vērtībās no 0 mm līdz 1,9 mm. Pieauguma rādītāji ir divas reizes mazāki nekā 2023. gadā. Tas var būt saistīts ar nelabvēlīgiem augšanas apstākļiem – būtiski mazāku nokrišņu daudzumu veģetācijas sezonas laikā.



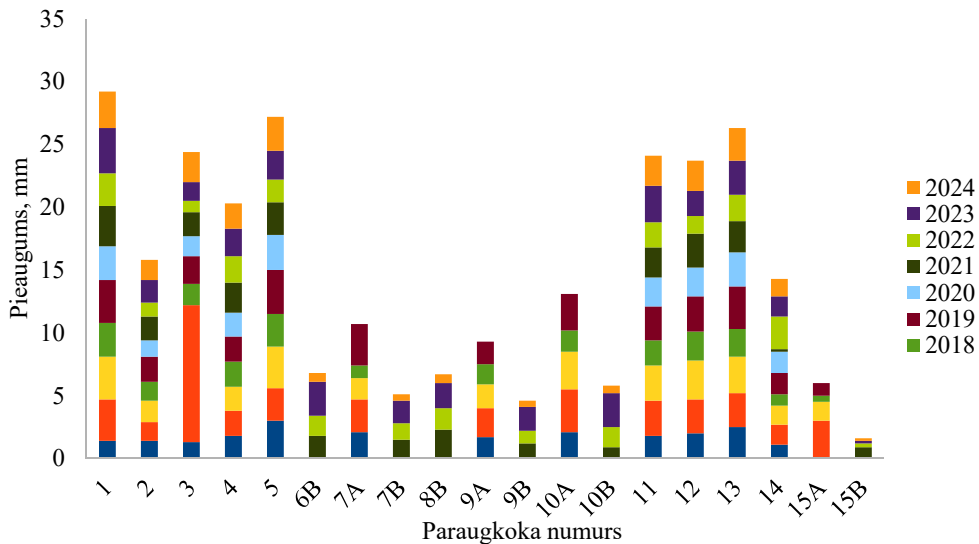
5.30. attēls. Koku pieauguma lentas mērījumi laika posmā no 2009. līdz 2024. gadam Valgundes parauglaukumā.

5.31. attēlā norādīti koku pieaugumu mērījumi Taurenas parauglaukumā laika periodā no 2016. līdz 2024. gadam. Koku pieaugumu mērījumi attiecīgajā parauglaukumā uzsākti vēlāk nekā Valgundes un Rucavas parauglaukumos, ar mērķi paplašināt otrā līmeņa monitoringa apmērus Latvijā, kā arī sniegt iespēju veikt salīdzinājumus starp dažādiem ģeogrāfiskajiem rajoniem Latvijā. 2022. gadā vidējais koku pieaugums Taurenas parauglaukumā bija 0,15 cm. Vislielākais pieaugums sasniedz 0,26 cm, bet vismazākais – 0,05 cm. 2024. gadā kopējais visu 15 koku lentu pieaugums Taurenas parauglaukumā sasniedza 19,3 mm, un pieaugumu dinamika starp kokiem variēja vērtībās no 0,2 līdz 2,7 mm. Arī šajā parauglaukumā pieaugums 2024. gadā ir būtiski mazāks nekā iepriekšējā gadā.



5.31. attēls. Koku pieauguma lentas mērījumi laika posmā no 2016. līdz 2024. gadam Taurenis parauglaukumā.

Koku pieauguma lentu mērījumi Rucavas parauglaukumā laika posmā no 2015. līdz 2024. gadam parādīti 5.32. attēlā. Laika posmā no 2015. gada lielākais vidējais koku caurmēra pieaugums konstatēts 2019. gadā – 0,25 cm, 2021. gadā šis pieaugums bija 0,19 cm. 2022. gadā vidējais koku pieaugums Rucavas parauglaukumā bija 0,14 cm. Vislielākais pieaugums sasniedz 0,26 cm, bet vismazākais – 0,04 cm. 2024. gadā kopējais visu 15 koku lentu pieaugums Rucavas parauglaukumā sasniedza 23,6 mm, un pieaugumu dinamika starp kokiem variēja vērtībās no 0,2 līdz 2,9 mm. Arī šajā parauglaukumā pieauguma rādītāji 2024. gadā ir mazāki nekā iepriekšējos gados.



5.32. attēls. Koku pieauguma lentas mērījumi laika posmā no 2015. līdz 2024. gadam Rucavas parauglaukumā.

6. Zinātnisks atbalsts Latvijas pozīciju sagatavošanai par Eiropas Parlamenta un Padomes regulas projektu par Eiropas mežu noturību veicinoša monitoringa satvaru

Sniegts zinātniskais atbalsts Latvijas pozīcijas sagatavošanai saistībā ar Eiropas Parlamenta un Padomes regulas projektu par Eiropas mežu noturību veicinoša monitoringa satvaru. Izvērtētas un komentētas desmit dažādas dokumenta versijas, sniedzot zinātniski pamatotus ieteikumus, kā arī vienu reizi klātienē pausts zinātniskais pamatojums par Latvijas nostāju Eiropas Parlamentā.

Literatūras saraksts

- Alberdi I., Condés S., Martínez-Millán J. 2010. Review of monitoring and assessing ground vegetation biodiversity in national forest inventories. *Environment Monitoring Assess*, 164: 649–676.
- Auniņš A. (red.) 2013. Eiropas Savienības aizsargājami biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata. 2. pap. izd. Rīga: Latvijas Dabas fonds, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, 320 lpp.
- Āboliņa A., Piterāns A., Bambe B. 2015. Latvijas ķērpji un sūnas. Taksonu saraksts. Salaspils: LVMI “Silava”, Daugavpils Universitātes Akadēmiskais apgāds “Saule”, 218 lpp.
- Bach L.H., Grytnes J., Halvorsen R., Ohlson M. 2010. Tree influence on soil microbial community structure. *Soil Biology and Biochemistry*, 42: 1934–1943.
- Bambe B., Gerra-Inohosa L., Kluša J., Kukāre I., Ķeire L., Leimanis I., Liepiņa L., Longs D., Mežaka A., Oļehnoviča E., Opmanis A., Pošiva-Bunkovska A., Strazdiņa L., Suško U., Fontaina-Kazeka M., Volskis G.J., Zvejniece E. 2023. Latvijas sūnu taksonu saraksts. Daugavpils: Daugavpils Universitātes Akadēmiskais apgāds “Saule”, 48 lpp.
- Beever E.A. 2006. Monitoring biological diversity: strategies, tools, limitations, and challenges. *Northwestern Naturalist*, 87(1): 66–79.
- Breymeyer et al. 1996. Global change : effects on coniferous forests and grasslands. John Wiley Sons.
- Clarke N., Žlindra D., Ulrich E., Mosello R., Derome J., Derome K., König L., Draaijers G.P.J., Hansen K., Thimonier A., Waldner P. 2016. Part XIV Sampling and Analysis of Deposition. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre: Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests. Eberswalde, Germany: Thünen Institute of Forest Ecosystems, p. 32.
- Cole H.A., Newmaster S.G., Bell F.W., Pitt D., Stinson A. 2008. Influence of microhabitat on bryophyte diversity in Ontario mixedwood boreal forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 38: 1867–1876.
- Colombo F., Macdonald C.A., Jeffries T.C., Powell J.R., Singh B.K. 2016. Impact of forest management practices on soil bacterial diversity and consequences for soil processes. *Soil Biology and Biochemistry*, 94: 200–210.
- Crites S., Dale M.R.T. 1998. Diversity and abundance of bryophytes, lichens, and fungi in relation to woody substrate and successional stage in aspen mixedwood boreal forests. *Canadian Journal of Botany*, 76: 641–651.
- Dobbertin M., Neumann M., 2020. Part V: Tree growth Level II. In: Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests. Hamburg: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, p. 31.
- Eichhorn J., Roskams J., Potočić N., Timmermann V., Ferretti M., Mues V., Szepesi A., Durrant D., Seletković I., Schröck H.W., Nevalainen S., Bussotti F., Garcia P., Wulff S. 2020. Part IV: Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre: Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests. Eberswalde, Germany: Thünen Institute of Forest Ecosystems, p. 55.
- Ferris R., Humphrey J.W. 1999. A review of potential biodiversity indicators for application in British forests. *Forestry*, 72: 313–328.
- Finér L. 1996. Variation in the amount and quality of litterfall in a *Pinus sylvestris* L. stand growing on a bog. *Forest Ecology and Management*, 80: 1–11; <https://doi.org/10/b8czd3>.
- Fisher J.A.D., Fran K.T., Leggett W.C. 2010. Dynamic macroecology on ecological time-scales. *Global Ecology and Biogeography*, 19: 1–15.
- Fрати L., Brunialti G. 2023. Recent Trends and Future Challenges for Lichen Biomonitoring in Forests. *Forests*, 14(3): 647.
- Frego K.A. 2007. Bryophytes as potential indicators of forest integrity. *Forest Ecology and Management*, 242(1): 65–75.

- Fuhrer J., Skärby L., Ashmore M.R. 1997. Critical levels for ozone effects on vegetation in Europe. *Environmental Pollution*, 97: 91–106; <https://doi.org/10/d2ww4m>.
- Gardner T. 2010. *Monitoring Forest Biodiversity: Improving Conservation through Ecologically-Responsible Management*.
- Gustafsson L., Hallingbäck T. 1988. Bryophyte flora and vegetation of managed and virgin coniferous forests in south-west Sweden. *Biological Conservation*, 44: 283–300.
- Gustienė D., Varnagirytė-Kabašinskienė I., Stakėnas V. 2022. Ground Vegetation in *Pinus sylvestris* Forests at Different Successional Stages following Clear Cuttings: A Case Study. *Plant*, 11: 2651.
- Hauck M., Bruyn U., Leuschner C. 2013. Dramatic diversity losses in epiphytic lichens in temperate broad-leaved forests during the last 150 years. *Biological Conservation*, 157: 136–145.
- Heagle A.S., 1989. Ozone and Crop Yield. *Annual Review of Phytopathology*, 27: 397–423; <https://doi.org/10/cjdkcc>.
- Helmisaari H.-S., 1992. Nutrient retranslocation in three *Pinus sylvestris* stands. *Forest Ecology and Management*, 51: 347–367; [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(92\)90334-6](https://doi.org/10.1016/0378-1127(92)90334-6).
- Humphrey J.W. 2005. Benefits to biodiversity from developing old-growth conditions in British upland spruce plantations: a review and recommendations. *Forestry*, 78(1): 33–53.
- ICP Forest Manual. 2020. Available online at: <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>.
- International Organization for Standardization. 2003. ISO 5667-3:2003 Water quality – Sampling – Part 3: Guidance on the preservation and handling of water samples.
- Johansson P. 2008. Consequences of disturbance on epiphytic lichens in boreal and near boreal forests. *Biological Conservation*, 8: 1933–1944.
- Johnson S.E., Mudrak E.L., Waller D.M. 2006. A comparison of sampling methodologies for longterm forest vegetation monitoring in the Great Lakes Network National Parks. Great Lakes Inventory and Monitoring Network, Ashland, WI. Technical Report: GLKN/2006/03, 140 pp.
- Koleff P., Gaston K.J., Lennon J.J. 2003. Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology*, 72(3): 367–382.
- König N., Kowalska A., Brunialti G., Ferretti M., Clarke N., Cools N., Derome K., Derome J., De Vos B., Fuerst A., Jakovljevič T., Marchetto A., Mosello R., O’Dea P., Tartari G.A., Ultich E. 2016. Part XVI: Quality Assurance and Control in Laboratories. In: UNECE, ICP Forests Programme Co-ordinating Centre: Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests. Eberswalde, Germany: Thünen Institute of Forest Ecosystems, p. 46.
- Kooch Y., Darabi S.M., Hosseini S.M. 2015. Effects of Pits and Mounds Following Windthrow Events on Soil Features and Greenhouse Gas Fluxes in a Temperate Forest. *Pedosphere*, 25(6): 853–867.
- Kruys N., Fries C., Jonsson B.G., Lämäs T., Ståhl G. 1999. Wood-inhabiting cryptogams on dead Norway spruce (*Picea abies*) trees in managed Swedish boreal forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 29: 178–186.
- Kulmatiski A., Beard K.H., Stevens J.R., Cobbold S.M. 2008. Plant-soil feedbacks: a meta-analytical review. *Ecology Letters*, 11: 980–992.
- Lesica P., McCune B., Cooper S.V., Hong W.S. 1991. Differences in lichen and bryophyte communities between old-growth and managed second-growth forests in the Swan Valley, Montana. *Canadian Journal of Botany*, 6: 1745–1755.
- Leutner B.F., Steinbauer M.J., Müller C.M., Früh A.J., Irl S., Jentsch A., Beierkuhnlein C. 2012. Mosses Like It Rough – Growth Form Specific Responses of Mosses, Herbaceous and Woody Plants to Micro-Relief Heterogeneity. *Diversity*, 4(1): 59–73.
- Lindenmayer D.B., Gibbons P., Bourke M., Burgman M., Dickman C.R., Ferrier S., Fitzsimons J., Freudenberg D., Garnett S.T., Groves C., Hobbs R.J., Kingsford R.T., Krebs C., Legge S., Lowe A.J., Mclean R., Montambault J., Possingham H., Radford J., Robinson D., Smallbone L., Thomas D., Varcoe T., Vardon M., Wardle G., Woinarski J., Zenger A. 2012. Improving biodiversity monitoring. *Austral Ecology*, 37(3): 285–294.

- Martínez-Alonso C., Valladares F., Camarero J.J., Arias M.L., Serrano M., Rodríguez J.A. 2007. The uncoupling of secondary growth, cone and litter production by intradecadal climatic variability in a mediterranean scots pine forest. *Forest Ecology and Management*, 253: 19–29; <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.06.043>.
- Michel A.K., Prescher A.-K., Schwärzel K. 2020. Forest Condition in Europe : The 2020 Assessment. ICP Forests Technical Report under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (Air Convention). DE: Johann Heinrich von Thünen-Institut.
- MSI. 2023. Salaspils: LVMI “Silava”. Pieejams: <https://www.silava.lv/petnieciba/nacionalais-meza-monitorings>.
- Navarro L.M., Fernández N., Guerra C., Guralnick R., Kissling W.D., Londoño M.C., Muller-Karger F., Turak E., Balvanera P., Costello M.J., Delavaud A., Serafy G.E., Ferrier S., Geijzendorffer I., Geller G.N., Jetz W., Kim E.S., Kim H., Martin C.S., McGeoch M.A., Mwampamba T.H., Nel J.L., Nicholson E., Pettoelli N., Schaepman M.E., Skidmore A., Pinto I.S., Vergara S., Vihervaara P., Xu H., Yahara T., Gill M., Pereira H.M. 2017. Monitoring biodiversity change through effective global coordination. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 29: 158–169.
- Nieminen T.M., De Vos B., Cools N., König N., Fischer R., Iost S., Meesenburg H., Nicolas M., O’Dea P., Cecchini G., Ferretti M., De La Cruz A., Derome K., Lindroos A.J., Graf Pannatier E. 2016. Part XI: Soil Solution Collection and Analysis. In: UNECE ICP Forests Programme Co-Ordinating Centre: Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests. Eberswalde, Germany: Thünen Institute of Forest Ecosystems, p. 20.
- Oliver T.H., Heard M.S., Isaac N.J.B., Roy D.B., Procter D., Eigenbrod F., Freckleton R., Hector A., Orme C.D.L., Petchey O.L., Proença V., Raffaelli D., Suttle K.B., Mace G.M., Martín-López B., Woodcock B.A., Bullock J.M. 2015. Biodiversity and Resilience of Ecosystem Functions. *Trends in Ecology & Evolution*, 30(11): 673–684.
- Pharo E.J., Zartman C.E. 2007. Bryophytes in a changing landscape: The hierarchical effects of habitat fragmentation on ecological and evolutionary processes. *Biological Conservation*, 135: 315–325.
- Prescott C.E. 2002. The influence of the forest canopy on nutrient cycling. *Tree Physiology*, 22: 1193–1200; <https://doi.org/10.1093/treephys/22.15-16.1193>.
- Rautio P., Stefan K., Raitio H., Bartels U. 2020. Part XII: Sampling and Analysis of Leaves and Needles, in: UNECE ICP Forests Programme Co-Ordinating Centre: Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests. Eberswalde, Germany: Thünen Institute of Forest Ecosystems, p. 20.
- Saarsalmi A., Starr M., Hokkanen T., Ukonmaanaho L., Kukkola M., Nöjd P., Sievänen R. 2007. Predicting annual canopy litterfall production for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stands. *Forest Ecology and Management*, 242, 578–586; <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.01.071>.
- Schaub M., Calatayud V., Ferretti M., Brunialti G., Lövblad G., Krause G., Sanz M.J. 2016. Part XV: Monitoring of Air Quality. In: UNECE ICP Forests Programme Co-Ordinating Centre: Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests. Eberswalde, Germany: Thünen Institute of Forest Ecosystems, p. 11.
- Söderström L. 1988. The occurrence of epixylic bryophytes and lichen species in an old natural and a managed forest stand in northeast Sweden. *Biological Conservation*, 45: 169–178.
- Starr M., Saarsalmi A., Hokkanen T., Merilä P., Helmisaari H.-S. 2005. Models of litterfall production for Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Finland using stand, site and climate factors. *Forest Ecology and Management*, 205: 215–225; <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.10.047>.
- Tērauda E. 2008. Ķīmisko vielu plūsmas Latvijas priežu mežu ekosistēmās. Promocijas darbs. Rīga, Latvijas Universitāte.
- Tichý L., Axmanová I., Dengler J., Guarino R., Jansen F. et al. 2023. Ellenbergtype indicator values for European vascular plant species. *Journal of Vegetation Science*, 34(1): e13168.

- Ukonmaanaho L., Merila P., Nojd P., Nieminen T.M. 2008. Litterfall production and nutrient return to the forest floor in Scots pine and Norway spruce stands in Finland. *Boreal Environment Research*, 13: 67–91.
- Ukonmaanaho L., Pitman R., Bastrup-Birk A., Breda N., Rautio P. 2016. Part XIII: Sampling and Analysis of Litterfall, in: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre: Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests. Eberswalde, Germany: Thünen Institute for Forests Ecosystems, p. 14.
- Vucetich J.A., Reed D.D., Breymeyer A., Degórski M., Mroz G.D., Solon J., Roo-Zielinska E., Noble R. 2000. Carbon pools and ecosystem properties along a latitudinal gradient in northern Scots pine (*Pinus sylvestris*) forests. *Forest Ecology and Management*, 136, 135–145; [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00288-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00288-1).

Pielikumi

1. pielikums
Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā apseko to parauglaukumu raksturojums

PL	MT	Suga	Vecums	Novads	Pagasts	Ainavzeme
1.PL	Ks	E	100	Aizkraukles novads	Daudzses pagasts	Austrumzemgale
2.PL	Ln	P	129	Ķekavas novads	Baldones pagasts	Austrumzemgale
3.PL	Ks	P	2	Bauskas novads	Dāviņu pagasts	Austrumzemgale
4.PL	Am	P	1	Jelgavas novads	Sidrabenies pagasts	Austrumzemgale
5.PL	Mrs	P	92	Aizkraukles novads	Sunākstes pagasts	Austrumzemgale
6.PL	Grs	B	26	Bauskas novads	Vecumnieku pagasts	Austrumzemgale
7.PL	Ks	P	78	Dobeles novads	Auru pagasts	Austrumkursā
8.PL	Mr	P	15	Ādažu novads	Ādažu pagasts	Piejūra
9.PL	Km	B	84	Ogres novads	Jumpravas pagasts	Dienvidvidzeme
10.PL	Ln	P	7	Jelgavas novads	Zaļenieku pagasts	Rietumzemgale
11.PL	Vr	A	1	Siguldas novads	Mālpils pagasts	Dienvidvidzeme
12.PL	Dms	E	43	Ogres novads	Meņģeles pagasts	Dienvidvidzeme
13.PL	Kv	P	28	Siguldas novads	Allažu pagasts	Dienvidvidzeme
14.PL	Kv	P	50	Olaines novads	Olaines pagasts	Piejūra
15.PL	Vr	Ba	3	Siguldas novads	Sējas pagasts	Ziemeļvidzeme
16.PL	Nd	B	55	Cēsu novads	Vaives pagasts	Vidzemes augstiene
17.PL	Ap	A	69	Tukuma novads	Dzūkstes pagasts	Austrumkursā
18.PL	Pv	P	129	Aizkraukles novads	Sērenes pagasts	Austrumzemgale
19.PL	Mr	P	29	Aizkraukles novads	Kurmenes pagasts	Austrumzemgale
20.PL	Ln	P	15	Ropažu novads	Garkalnes pagasts	Piejūra
21.PL	Sl	P	26	Rīgas novads	Rīga	Piejūra
22.PL	Db	B	71	Madonas novads	Indrānu pagasts	Aiviekstes zeme
23.PL	Vr	E	50	Jēkabpils novads	Zasas pagasts	Augšzeme
24.PL	Db	Ma	78	Ogres novads	Mazozolu pagasts	Vidzemes augstiene
25.PL	Ap	A	35	Madonas novads	Ošupes pagasts	Aiviekstes zeme
26.PL	Nd	P	122	Madonas novads	Praulienas pagasts	Aiviekstes zeme
27.PL	As	E	38	Preiļu novads	Silajānu pagasts	Latgales augstiene
28.PL	Vr	B	88	Dobeles novads	Penkules pagasts	Austrumkursā
29.PL	Av	P	25	Valmieras novads	Plāņu pagasts	Gaujaszeme
30.PL	Am	P	80	Valmieras novads	Plāņu pagasts	Gaujaszeme
31.PL	Km	P	2	Valmieras novads	Plāņu pagasts	Gaujaszeme
32.PL	Ln	P	22	Augšdaugavas novads	Dubnas pagasts	Aiviekstes zeme
33.PL	Nd	P	141	Valmieras novads	Vaidavas pagasts	Gaujaszeme
34.PL	Kp	Ma	58	Valmieras novads	Matīšu pagasts	Ziemeļvidzeme
35.PL	Db	E	50	Tukuma novads	Pūres pagasts	Austrumkursā
36.PL	Vr	A	2	Madonas novads	Varakļānu pagasts	Aiviekstes zeme
37.PL	Ln	P	139	Valkas novads	Palsmanes pagasts	Gaujaszeme
38.PL	Vrs	E	37	Valkas novads	Ērgemes pagasts	Ziemeļvidzeme
39.PL	Dm	E	66	Ventspils novads	Ugāles pagasts	Ventaszeme
40.PL	Grs	Ma	58	Talsu novads	Dundagas pagasts	Austrumkursā
41.PL	Dm	B	77	Saldus novads	Pampāļu pagasts	Ventaszeme
42.PL	Vr	B	15	Cēsu novads	Līgatnes pagasts	Vidzemes augstiene
43.PL	Dm	B	30	Talsu novads	Dundagas pagasts	Austrumkursā
44.PL	Dm	E	1	Saldus novads	Brocēnu pagasts	Austrumkursā
45.PL	Db	B	42	Rēzeknes novads	Mākoņkalna pagasts	Latgales augstiene
46.PL	Dm	P	75	Liepājas novads	Lažas pagasts	Piejūra
47.PL	As	P	151	Valmieras novads	Rencēnu pagasts	Ziemeļvidzeme
48.PL	As	P	152	Valkas novads	Sedas pagasts	Gaujaszeme
49.PL	Ks	P	139	Valkas novads	Sedas pagasts	Gaujaszeme
50.PL	Pv	P	49	Madonas novads	Murmastienes pagasts	Aiviekstes zeme
51.PL	Sl	P	76	Talsu novads	Kolkas pagasts	Piejūra
52.PL	As	B	43	Aizkraukles novads	Aiviekstes pagasts	Aiviekstes zeme
53.PL	Kp	B	3	Rēzeknes novads	Dricānu pagasts	Latgales augstiene
54.PL	Vr	B	84	Limbažu novads	Staiķeles pagasts	Ziemeļvidzeme

1. pielikuma (turpinājums)

PL	MT	Suga	Vecums	Novads	Pagasts	Ainavzeme
55.PL	Ks	P	120	Tukuma novads	Slampes pagasts	Piejūra
56.PL	Kp	B	78	Valkas novads	Variņu pagasts	Gaujaszeme
57.PL	As	P	107	Dienvidkurzemesnovads	Gaviezes pagasts	Piejūra
58.PL	Kp	Ma	2	Limbažu novads	Limbažu pagasts	Ziemeļvidzeme
59.PL	Dm	Ba	17	Saldus novads	Gaiķu pagasts	Austrumkurša
60.PL	Am	P	2	Madonas novads	Dzelzavas pagasts	Aiviekstes zeme
61.PL	Dm	Ba	9	Krāslavas novads	Izvaltas pagasts	Latgales augstiene
62.PL	Dm	P	91	Aizkraukles novads	Sunākstes pagasts	Augšzeme
63.PL	Ap	Ba	1	Bauskas novads	Īslīces pagasts	Rietumzemgale
64.PL	Dm	P	122	Talsu novads	Lubes pagasts	Austrumkurša
65.PL	Vr	B	103	Liepājas novads	Dunikas pagasts	Rietumkurša
66.PL	Kp	B	39	Rēzeknes novads	Feimaņu pagasts	Latgales augstiene
67.PL	Sl	P	138	Ventspils novads	Ances pagasts	Piejūra
68.PL	Dm	E	2	Kuldīgas novads	Padures pagasts	Rietumkurša
69.PL	Ap	E	77	Valmieras novads	Īpiķu pagasts	Ziemeļvidzeme
70.PL	Kp	B	93	Alūksnes novads	Kalnecmpju pagasts	Austrumvidzeme
71.PL	Nd	P	92	Krāslavas novads	Bērziņu pagasts	Latgales augstiene
72.PL	Dm	P	84	Sīguldā novads	Krimuldā pagasts	Gaujāzeme
73.PL	Vr	Ba	9	Krāslavas novads	Robežnieku pagasts	Latgales augstiene
74.PL	Dms	P	117	Dienvidkurzemes novads	Kalētu pagasts	Rietumkurša
75.PL	Ap	B	66	Madonas novads	Sarkanu pagasts	Aiviekstes zeme
76.PL	Ks	Ma	73	Madonas novads	Sarkanu pagasts	Aiviekstes zeme
77.PL	Nd	B	56	Ventspils novads	Ances pagasts	Piejūra
78.PL	Vrs	A	27	Cēsu novads	Kaives pagasts	Vidzemes augstiene
79.PL	Gr	A	69	Aizkraukles novads	Seces pagasts	Daugavzeme
80.PL	Kp	B	85	Liepājas novads	Priekules pagasts	Rietumkurša
81.PL	Pv	P	151	Limbažu novads	Brīvzemnieku pagasts	Ziemeļvidzeme
82.PL	Kv	P	61	Ropāžu novads	Ropāžu pagasts	Dienvidvidzeme
83.PL	Dm	B	39	Talsu novads	Dundagas pagasts	Piejūra
84.PL	Am	P	106	Talsu novads	Dundagas pagasts	Piejūra
85.PL	Km	P	105	Talsu novads	Dundagas pagasts	Piejūra
86.PL	Vr	Ba	21	Cēsu novads	Stalbes pagasts	Ziemeļvidzeme
87.PL	Kp	Ba	31	Jēkabpils novads	Asares pagasts	Augšzeme
88.PL	Ap	E	91	Limbažu novads	Salacas pagasts	Piejūra
89.PL	Dm	B	80	Madonas novads	Ļaudonas pagasts	Aiviekstes zeme
90.PL	Ln	P	103	Kuldīgas novads	Rendas pagasts	Ventāzeme
91.PL	Dm	P	129	Cēsu novads	Raunas pagasts	Vidzemes augstiene
92.PL	Ap	Ba	38	Aizkraukles novads	Aizkraukles pagasts	Dienvidvidzeme
93.PL	As	B	37	Kuldīgas novads	Skrundas pagasts	Ventāzeme
94.PL	Ln	P	24	Talsu novads	Ģibuļu pagasts	Ventāzeme
95.PL	Am	B	30	Valkas novads	Variņu pagasts	Gaujāzeme
96.PL	Dm	E	37	Gulbenes novads	Galgauskas pagasts	Austrumvidzeme
97.PL	Gs	P	53	Ventspils novads	Usmas pagasts	Ventāzeme
98.PL	Pv	P	134	Ventspils novads	Usmas pagasts	Ventāzeme
99.PL	Ks	E	111	Dobeles novads	Lielauces pagasts	Austrumkurša
100.PL	Vr	B	70	Cēsu novads	Straupes pagasts	Ziemeļvidzeme
101.PL	As	P	89	Limbažu novads	Salacas pagasts	Piejūra
102.PL	As	P	126	Olaines novads	Olaines pagasts	Piejūra
103.PL	Ln	P	14	Aizkraukles novads	Kurmenes pagasts	Austrumzemgale
104.PL	Dm	E	45	Aizkraukles novads	Kurmenes pagasts	Austrumzemgale
105.PL	Ln	P	15	Ventspils novads	Popes pagasts	Ventāzeme
106.PL	As	P	91	Talsu novads	Rojas pagasts	Piejūra
107.PL	Vrs	E	81	Dienvidkurzemes novads	Vaiņodes pagasts	Rietumkurša
108.PL	Vrs	E	36	Tukuma novads	Vānes pagasts	Austrumkurša
109.PL	Db	B	78	Ogres novads	Madlienas pagasts	Dienvidvidzeme

1. pielikuma (turpinājums)

PL	MT	Suga	Vecums	Novads	Pagasts	Ainavzeme
110.PL	Gr	A	45	Daugavpils novads	Kalkūnes pagasts	Augšzeme
111.PL	Dm	E	18	Bauskas novads	Skaistkalnes pagasts	Austrumzemgale
112.PL	Mr	P	79	Aizkraukles novads	Zalves pagasts	Austrumzemgale
113.PL	Kp	B	54	Valkas novads	Valkas pagasts	Gaujaszeme
114.PL	Dm	A	23	Madonas novads	Bērzaunes pagasts	Vidzemes augstiene
115.PL	Ln	P	114	Limbažu novads	Liepupes pagasts	Piejūra
116.PL	Dms	E	55	Jēkabpils novads	Viesītes pagasts	Austrumzemgale
117.PL	Dm	P	2	Saldus novads	Zirņu pagasts	Ventaszeme
118.PL	Gr	Ba	34	Limbažu novads	Limbažu pagasts	Ziemeļvidzeme
119.PL	Dms	E	41	Limbažu novads	Skultes pagasts	Piejūra
120.PL	Dms	P	74	Dienvidkurzemes novads	Vērgales pagasts	Piejūra
121.PL	Db	B	33	Valkas novads	Zvārtavas pagasts	Gaujaszeme

2. pielikums

Koku (E₃), krūmu (E₂), lakstaugu (E₁), sūnu un ķērpju sugu (E₀) saraksts. Ar sastopamību norādīts parauglaukumu skaits, kuros konkrētais taksons uzskaitīts (n = 121)

Lakstaugu stāvs (E ₁)	Sastopamība
<i>Acer platanoides</i>	32
<i>Achillea millefolium</i>	2
<i>Actaea spicata</i>	6
<i>Adoxa moschatellina</i>	2
<i>Aegopodium podagraria</i>	28
<i>Agrostis</i> sp.	12
<i>Agrostis tenuis</i>	20
<i>Alchemilla vulgaris</i>	3
<i>Alnus glutinosa</i>	5
<i>Alnus incana</i>	26
<i>Alopecurus aequalis</i>	1
<i>Alopecurus pratensis</i>	1
<i>Amelanchier spicata</i>	8
<i>Andromeda polifolia</i>	7
<i>Anemone nemorosa</i>	23
<i>Anemone ranunculoides</i>	9
<i>Angelica sylvestris</i>	32
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	4
<i>Anthriscus sylvestris</i>	7
<i>Arctium minus</i>	1
<i>Arctium tomentosum</i>	2
<i>Artemisia campestris</i>	1
<i>Artemisia</i> sp.	1
<i>Artemisia vulgaris</i>	3
<i>Asarum europaeum</i>	10
<i>Aster x salignus</i>	1
<i>Athyrium filix-femina</i>	50
<i>Atriplex patula</i>	1
<i>Atriplex</i> sp.	1
<i>Aulacomnium palustre</i>	2
<i>Betula pendula</i>	44
<i>Betula pubescens</i>	10
<i>Bidens cernua</i>	1
<i>Bidens tripartita</i>	1
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	19
<i>Brassica napus</i>	1
<i>Bromopsis inermis</i>	4
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	39
<i>Calamagrostis canescens</i>	20
<i>Calamagrostis epigeios</i>	31
<i>Calamagrostis neglecta</i>	3
<i>Calla palustris</i>	3
<i>Calliargonella cuspidata</i>	2
<i>Calluna vulgaris</i>	33
<i>Caltha palustris</i>	10
<i>Campanula glomerata</i>	1
<i>Campanula patula</i>	11
<i>Campanula persicifolia</i>	1
<i>Campanula rotundifolia</i>	1
<i>Campanula trachelium</i>	1
<i>Cardamine amara</i>	6
<i>Carex acuta</i>	1
<i>Carex appropinquata</i>	3

2. pielikuma (turpinājums)

<i>Carex arenaria</i>	1
<i>Carex cinerea</i>	9
<i>Carex digitata</i>	23
<i>Carex dioica</i>	2
<i>Carex echinata</i>	3
<i>Carex elata</i>	2
<i>Carex elongata</i>	6
<i>Carex flava</i>	12
<i>Carex hirta</i>	4
<i>Carex lasiocarpa</i>	1
<i>Carex leporina</i>	13
<i>Carex nigra</i>	15
<i>Carex pallescens</i>	12
<i>Carex panicea</i>	8
<i>Carex paniculata</i>	4
<i>Carex pseudocyperus</i>	1
<i>Carex remota</i>	6
<i>Carex rostrata</i>	2
<i>Carex sp.</i>	22
<i>Carex sp.1</i>	1
<i>Carex sp.2</i>	3
<i>Carex sp.3</i>	3
<i>Carex sylvatica</i>	27
<i>Carex vaginata</i>	5
<i>Carex vesicaria</i>	6
<i>Carpinus betulus</i>	1
<i>Cerastium holosteoides</i>	5
<i>Cerasus avium</i>	1
<i>Chaerophyllum aromaticum</i>	4
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	2
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	16
<i>Chelidonium majus</i>	1
<i>Chenopodium sp.</i>	2
<i>Chimaphila umbellata</i>	1
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	14
<i>Circaea alpina</i>	11
<i>Cirsium arvense</i>	13
<i>Cirsium heterophyllum</i>	1
<i>Cirsium oleraceum</i>	29
<i>Cirsium palustre</i>	14
<i>Cirsium sp.</i>	2
<i>Cirsium vulgare</i>	3
<i>Climacium dendroides</i>	3
<i>Comarum palustre</i>	9
<i>Convallaria majalis</i>	17
<i>Coronaria flos-cuculi</i>	8
<i>Corylus avellana</i>	35
<i>Crataegus sp.</i>	2
<i>Crepis paludosa</i>	32
<i>Dactylis glomerata</i>	17
<i>Dactylorhiza baltica</i>	1
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	1
<i>Dactylorhiza sp.</i>	1
<i>Daphne mezereum</i>	7
<i>Deschampsia caespitosa</i>	54
<i>Deschampsia flexuosa</i>	14

2. pielikuma (turpinājums)

<i>Dianthus arenarius</i>	1
<i>Dianthus deltoides</i>	1
<i>Dicranum montanum</i>	1
<i>Dicranum scoparium</i>	2
<i>Dryopteris carthusiana</i>	72
<i>Dryopteris cristata</i>	1
<i>Dryopteris expansa</i>	14
<i>Dryopteris filix-mas</i>	20
<i>Echinochloa crus-galli</i>	1
<i>Elymus caninus</i>	8
<i>Elymus repens</i>	1
<i>Empetrum nigrum</i>	6
<i>Epilobium hirsutum</i>	29
<i>Epilobium palustre</i>	5
<i>Epilobium parviflorum</i>	1
<i>Epilobium sp.</i>	1
<i>Epipactis atrorubens</i>	1
<i>Epipactis helleborine</i>	1
<i>Epipactis palustris</i>	3
<i>Equisetum arvense</i>	3
<i>Equisetum hyemale</i>	5
<i>Equisetum palustre</i>	4
<i>Equisetum pratense</i>	20
<i>Equisetum sylvaticum</i>	27
<i>Erigeron acris</i>	1
<i>Erigeron canadensis</i>	4
<i>Eriophorum latifolium</i>	1
<i>Eriophorum vaginatum</i>	12
<i>Euonymus europaeus</i>	12
<i>Euonymus verrucosus</i>	1
<i>Eupatorium cannabinum</i>	6
<i>Fallopia convolvulus</i>	2
<i>Festuca gigantea</i>	9
<i>Festuca ovina</i>	6
<i>Festuca sp.</i>	2
<i>Ficaria verna</i>	3
<i>Filipendula ulmaria</i>	40
<i>Fragaria vesca</i>	40
<i>Frangula alnus</i>	52
<i>Fraxinus excelsior</i>	25
<i>Galeobdolon luteum</i>	20
<i>Galeopsis bifida</i>	15
<i>Galeopsis sp.</i>	9
<i>Galeopsis speciosa</i>	3
<i>Galeopsis tetrahit</i>	3
<i>Galium album</i>	10
<i>Galium aparine</i>	15
<i>Galium boreale</i>	6
<i>Galium elongatum</i>	2
<i>Galium mollugo</i>	1
<i>Galium odoratum</i>	2
<i>Galium palustre</i>	34
<i>Galium sp.</i>	4
<i>Galium uliginosum</i>	4
<i>Geranium palustre</i>	1
<i>Geranium robertianum</i>	2

2. pielikuma (turpinājums)

<i>Geranium</i> sp.	4
<i>Geum rivale</i>	13
<i>Geum</i> sp.	1
<i>Geum urbanum</i>	32
<i>Glechoma hederacea</i>	1
<i>Glyceria fluitans</i>	4
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>	2
<i>Goodyera repens</i>	11
Gramineae	2
<i>Grossularia reclinata</i>	1
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	11
<i>Hepatica nobilis</i>	9
<i>Heracleum sibiricum</i>	1
<i>Heracleum sosnowskyi</i>	1
<i>Hieracium</i> sp.	1
<i>Hieracium umbellatum</i>	8
<i>Holcus lanatus</i>	1
<i>Humulus lupulus</i>	6
<i>Huperzia selago</i>	2
<i>Hypericum hirsutum</i>	1
<i>Hypericum maculatum</i>	10
<i>Hypericum perforatum</i>	3
<i>Impatiens glandulifera</i>	1
<i>Impatiens noli-tangere</i>	11
<i>Impatiens parviflora</i>	20
<i>Iris pseudacorus</i>	5
<i>Juncus articulatus</i>	7
<i>Juncus bufonius</i>	1
<i>Juncus conglomeratus</i>	6
<i>Juncus effusus</i>	25
<i>Juniperus communis</i>	3
<i>Knautia arvensis</i>	1
<i>Koeleria glauca</i>	1
<i>Lapsana communis</i>	1
<i>Lathyrus palustris</i>	1
<i>Lathyrus pratensis</i>	6
<i>Lathyrus sylvestris</i>	3
<i>Lathyrus vernus</i>	3
<i>Ledum palustre</i>	18
<i>Leontodon hispidus</i>	3
<i>Leothodon</i> sp.	1
<i>Leucanthemum vulgare</i>	1
<i>Linaria vulgaris</i>	1
<i>Linnaea borealis</i>	1
<i>Lolium multiflorum</i>	1
<i>Lolium perenne</i>	6
<i>Lonicera xylosteum</i>	13
<i>Luzula campestris</i>	2
<i>Luzula multiflora</i>	14
<i>Luzula pilosa</i>	57
<i>Lycopodium annotinum</i>	11
<i>Lycopus europaeus</i>	20
<i>Lysimachia nummularia</i>	5
<i>Lysimachia vulgaris</i>	42
<i>Lythrum salicaria</i>	1
<i>Maianthemum bifolium</i>	65

2. pielikuma (turpinājums)

<i>Malus sp.</i>	1
<i>Malus sylvestris</i>	4
<i>Melampyrum nemorosum</i>	7
<i>Melampyrum pratense</i>	40
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	1
<i>Melica nutans</i>	23
<i>Mentha arvensis</i>	8
<i>Menyanthes trifoliata</i>	3
<i>Mercurialis perennis</i>	12
<i>Milium effusum</i>	9
<i>Moehringia trinervia</i>	31
<i>Molinia caerulea</i>	25
<i>Mycelis muralis</i>	37
<i>Myosotis</i>	1
<i>Myosotis scorpioides</i>	18
<i>Neottia nidus-avis</i>	4
<i>Orthilia secunda</i>	18
<i>Oxalis acetosella</i>	60
<i>Oxycoccus microcarpus</i>	2
<i>Oxycoccus palustris</i>	8
<i>Padus avium</i>	26
<i>Paris quadrifolia</i>	40
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	1
<i>Pedicularis palustris</i>	1
<i>Peucedanum palustre</i>	9
<i>Phegopteris connectilis</i>	5
<i>Phleum pratense</i>	3
<i>Phragmites australis</i>	12
<i>Phyteuma spicatum</i>	2
<i>Picea abies</i>	73
<i>Pilosella officinarum</i>	1
<i>Pimpinella saxifraga</i>	2
<i>Pinus sylvestris</i>	31
<i>Plantago lanceolata</i>	1
<i>Plantago major</i>	1
<i>Plantago media</i>	1
<i>Platanthera bifolia</i>	9
<i>Poa palustris</i>	12
<i>Poa pratensis</i>	16
<i>Poa sp.</i>	10
<i>Poa trivialis</i>	8
<i>Poacea</i>	3
<i>Poacea 1</i>	1
<i>Polygonatum multiflorum</i>	6
<i>Polygonatum odoratum</i>	1
<i>Polygonatum verticillatum</i>	1
<i>Polygonum bistorta</i>	2
<i>Polygonum hydropiper</i>	2
<i>Potentilla argentea</i>	2
<i>Potentilla erecta</i>	25
<i>Potentilla norvegica</i>	1
<i>Potentilla sp.</i>	1
<i>Primula veris</i>	2
<i>Prunella vulgaris</i>	11
<i>Prunus sp.</i>	3
<i>Pteridium aquilinum</i>	16

2. pielikuma (turpinājums)

<i>Pulmonaria obscura</i>	5
<i>Pyrola rotundifolia</i>	7
<i>Quercus robur</i>	73
<i>Ranunculus acris</i>	11
<i>Ranunculus auricomus</i>	1
<i>Ranunculus cassubicus</i>	12
<i>Ranunculus flammula</i>	10
<i>Ranunculus nemorosus</i>	2
<i>Ranunculus repens</i>	25
<i>Ranunculus sp.</i>	4
<i>Rhamnus cathartica</i>	8
<i>Ribes alpinum</i>	5
<i>Ribes nigrum</i>	13
<i>Ribes rubrum</i>	4
<i>Ribes spicatum</i>	2
<i>Rosa sp.</i>	1
<i>Rubus caesius</i>	2
<i>Rubus chamaemorus</i>	4
<i>Rubus idaeus</i>	61
<i>Rubus nessensis</i>	3
<i>Rubus saxatilis</i>	30
<i>Rumex acetosa</i>	2
<i>Rumex acetosella</i>	1
<i>Rumex aquaticus</i>	1
<i>Rumex crispus</i>	1
<i>Rumex obtusifolius</i>	1
<i>Rumex sp.</i>	11
<i>Salix aurita</i>	6
<i>Salix caprea</i>	1
<i>Salix cinerea</i>	1
<i>Salix pentandra</i>	4
<i>Salix rosmarinifolia</i>	1
<i>Salix sp.</i>	14
<i>Sambucus racemosa</i>	2
<i>Sanicula europaea</i>	6
<i>Scirpus sylvaticus</i>	9
<i>Scorzonera humilis</i>	2
<i>Scrophularia nodosa</i>	12
<i>Scutellaria galericulata</i>	21
<i>Senecio paludosus</i>	1
<i>Senecio sp.</i>	2
<i>Senecio sylvaticus</i>	2
<i>Senecio vulgaris</i>	2
<i>Silene vulgaris</i>	16
<i>Solanum dulcamara</i>	19
<i>Solidago canadensis</i>	6
<i>Sonchus arvensis</i>	1
<i>Soncus sp.</i>	2
<i>Sorbus aucuparia</i>	66
<i>Sparganium emersum</i>	1
<i>Spieces sp.2</i>	2
<i>Spieces sp.3</i>	1
<i>Stachys palustris</i>	6
<i>Stachys sylvatica</i>	13
<i>Stellaria graminea</i>	7
<i>Stellaria holostea</i>	9

2. pielikuma (turpinājums)

<i>Stellaria media</i>	2
<i>Stellaria nemorum</i>	17
<i>Stellaria uliginosa</i>	1
<i>Succisa pratensis</i>	6
<i>Symphytum officinale</i>	1
<i>Taraxacum officinale</i>	12
<i>Thalictrum aquilegiifolium</i>	2
<i>Thalictrum flavum</i>	2
<i>Thalictrum simplex</i>	2
<i>Thelypteris palustris</i>	9
<i>Tilia cordata</i>	8
<i>Torilis japonica</i>	1
<i>Tragopogon pratensis</i>	3
<i>Trientalis europaea</i>	42
<i>Trifolium medium</i>	1
<i>Trifolium sp.</i>	2
<i>Trollius europaeus</i>	3
<i>Tussilago farfara</i>	6
<i>Typha angustifolia</i>	1
<i>Typha latifolia</i>	1
<i>Ulmus glabra</i>	11
<i>Urtica dioica</i>	24
<i>Vaccinium myrtillus</i>	71
<i>Vaccinium uliginosum</i>	24
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	60
<i>Valeriana officinalis</i>	14
<i>Veronica beccabunga</i>	2
<i>Veronica chamaedrys</i>	26
<i>Veronica officinalis</i>	15
<i>Veronica scutellata</i>	1
<i>Viburnum opulus</i>	19
<i>Vicia cracca</i>	7
<i>Vicia sativa</i>	1
<i>Vicia sepium</i>	6
<i>Vicia sylvatica</i>	5
<i>Vicia tetrasperma</i>	2
<i>Viola canina</i>	4
<i>Viola palustris</i>	2
<i>Viola sp.</i>	53
<i>Viola sp.1</i>	5
<i>Epipactis sp.</i>	3
<i>Stellaria sp.</i>	1
<i>Spieces sp.1</i>	1
Krūmu stāvs (E₂)	Sastopamība
<i>Acer platanoides</i>	16
<i>Alnus glutinosa</i>	14
<i>Alnus incana</i>	25
<i>Amelanchier spicata</i>	7
<i>Betula pendula</i>	45
<i>Betula pubescens</i>	15
<i>Carpinus betulus</i>	1
<i>Corylus avellana</i>	41
<i>Crataegus sp.</i>	1
<i>Daphne mezereum</i>	6
<i>Euonymus europaeus</i>	2
<i>Frangula alnus</i>	54

2. pielikuma (turpinājums)

<i>Fraxinus excelsior</i>	14
<i>Juniperus communis</i>	5
<i>Lonicera xylosteum</i>	11
<i>Padus avium</i>	32
<i>Picea abies</i>	70
<i>Pinus sylvestris</i>	21
<i>Populus tremula</i>	25
<i>Quercus robur</i>	33
<i>Rhamnus cathartica</i>	2
<i>Ribes alpinum</i>	1
<i>Ribes nigrum</i>	6
<i>Ribes rubrum</i>	1
<i>Ribes spicatum</i>	1
<i>Ribes sp.</i>	1
<i>Salix aurita</i>	6
<i>Salix caprea</i>	3
<i>Salix cinerea</i>	1
<i>Salix pentandra</i>	2
<i>Salix sp.</i>	18
<i>Salix sp.1</i>	1
<i>Sambucus racemosa</i>	1
<i>Sorbus aucuparia</i>	52
<i>Tilia cordata</i>	6
<i>Ulmus glabra</i>	8
<i>Viburnum opulus</i>	8
Koku stāvs (E3)	Sastopamība
<i>Acer platanoides</i>	10
<i>Alnus glutinosa</i>	15
<i>Alnus incana</i>	22
<i>Betula pendula</i>	57
<i>Betula pubescens</i>	18
<i>Carpinus betulus</i>	1
<i>Corylus avellana</i>	1
<i>Fraxinus excelsior</i>	10
<i>Malus sylvestris</i>	1
<i>Padus avium</i>	2
<i>Picea abies</i>	64
<i>Pinus sylvestris</i>	57
<i>Populus tremula</i>	14
<i>Quercus robur</i>	10
<i>Salix caprea</i>	4
<i>Salix sp.</i>	2
<i>Sorbus aucuparia</i>	5
<i>Tilia cordata</i>	2
<i>Ulmus glabra</i>	2