

PĀRSKATS

PAR PĒTĪJUMA REZULTĀTIEM

Pētījuma nosaukums Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes
novērtēšanas monitoringa programma
Pārskats par 2025. gada darba uzdevumu
izpildi

Pārskata periods 01.01.2025-31.12.2025

Pētījuma zinātniskais vadītājs Dr. silv. Andis Lazdiņš, LVMI Silava vadošais
pētnieks

Pētījums īstenots saskaņā ar Ministru kabineta noteikumiem Nr. 51 no 18.01.2022
“Nacionālā meža monitoringa noteikumi”

SATURS

Saturs	2
Ievads	3
Otrā līmeņa meža monitoringa organizācija	3
Otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumu raksturojums	4
Metodika	9
Gaisa kvalitātes mērījumi	9
Koku pieaugumu mērījumi.....	10
Ozona bojājumu vizuāla noteikšana.....	10
Koku vainagu stāvokļa novērtējums	11
Nobiru frakciju paraugu ņemšana un analīze.....	11
Skuju parauga ņemšana un analīze.....	13
Augsnes ūdens parauga ņemšana un analīze.....	15
Nokrišņu ūdens parauga ņemšana un analīze.....	16
Ķīmisko analīžu rezultātu validēšana un kvalitātes nodrošināšana	18
Rezultāti un to analīze	19
Koku vainagu stāvokļa novērtējums	19
Skuju paraugu ievākšana un ķīmiskā sastāva novērtēšana.....	22
Meža nobiru apjoma un ķīmiskā sastāva novērtēšana	29
Nokrišņu ūdeņu uzskaite	42
Augsnes ūdeņu uzskaite	43
Nokrišņu un augsnas ūdeņu ķīmiskās analīzes	45
Nokrišņu ūdeņi	45
Augsnes ūdeņi	50
Gaisa kvalitātes mērījumi.....	57
Koku pieauguma mērījumi.....	60
Literatūra.....	64

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 ieguvu 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.

2026. gada pavasarī monitoringa rezultāti prezentēti Latvijas Universitātes rīkotajā konferencē “Ilgtermiņa vides un ekoloģiskie pētījumi Latvijā” un publicēti konferences tēžu krājumā “Gaisa piesārņojuma ietekmes uz meža ekosistēmām novērtēšanas monitorings Latvijā kopš 2004. gada”¹.

OTRĀ LĪMEŅA MEŽA MONITORINGA ORGANIZĀCIJA

2025. 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 (Tab. 1).

¹ https://conferences.lu.lv/event/884/attachments/962/2838/T%C4%93%C5%BEu_kr%C4%81jums_eLTER_2026.pdf

Tab. 1: 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	2025
Vainaga stāvokļa novērtējums	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Augsnes analīzes	x																					x
Skuju/lapu ķīmiskās analīzes	x	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	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	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	x
Veģetācijas uzskaitē	x					x	x				x					x					x	
Gaisa kvalitātes mērījumi	x					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	x

Visintensīvāk mērījumu un apsekojumu tiek veikts Valgundes parauglaukumā. Valgundē tiek īstenotas visas Tab. 1 minētās apakšprogrammas, kuras ir atzīmētas attiecīgajos gados. Taurenē un Rucavas parauglaukumā netiek veikti gaisa kvalitātes mērījumi. 2025. gada monitoringa ciklā veikts vainaga stāvokļa novērtējums, koku pieauguma mērījumi, augsnes ūdeņu, nokrišņu, nobiru paraugu ievākšana un analizēšana.

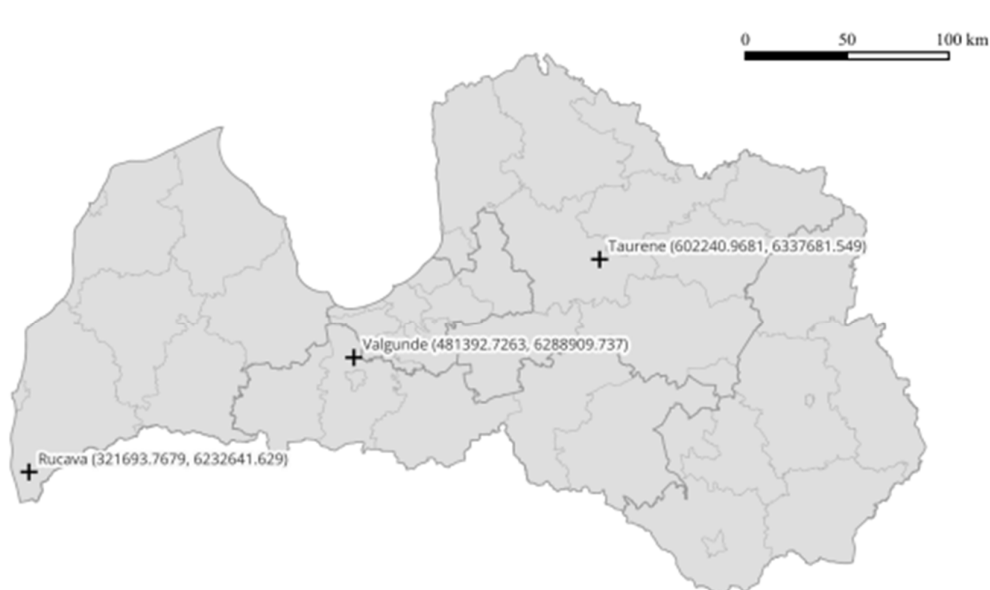
OTRĀ LĪMEŅA MEŽA MONITORINGA PARAUGLAUKUMU RAKSTUROJUMS

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 (Tab. 2). 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 (Att. 1).

Tab. 2: Otrā līmeņa meža monitoringa mežaudžu raksturojums²

Vieta	Platība, ha	Valdošā suga	Meža tips	Mežaudzes vecuma desmitgade	Krāja, m ³ ha ⁻¹	Šķērslaukums, m ² ha ⁻¹	Bonitāte	Sastāva formula
Valgunde	0,8	Priede	Lāns	10	384	32	I	5P3E2B 98
Taurene	2,2	Priede	Lāns	10	221	21	I	8P1E1B 98
Rucava	7,8	Priede	Lāns	8	250	24	I	10P 78

² Datu avots – Valsts meža dienests.



Att. 1: 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 (Att. 2). 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.



Att. 2: Otrā līmeņa meža monitoringa Valgundes parauglaukums³.

Otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukums Valgundē ir ierīkots taisnstūra formas veidā (40 x 60 m) ar kopējo platību 2400 m². Ap parauglaukumu izveidota nenorobežota 10 m plata buferzona, kur ņem paraugus dažādām apakšprogrammām – nokrišņi, koku pieaugumi u.c. Blakus kokaudzes parauglaukumam ierīkots 40 x 30 m liels augsnes parauglaukums. Parauglaukums Taurenē sastāv no diviem aplveida laukumiem ar kopplatību 1413 m², taču Rucavas parauglaukumu veido trīs aplveida laukumi ar kopplatību 2119,5 m². Parauglaukumos izvietoti arī laukumi veģetācijas novērtēšanai, kas sīkāk sadalīti 10 x 10 m sekcijās.

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 sacementējies *Spodic* horizonts – ortšteins. Zem ortšteina slāņa augsnē novērojamas reducēšanās pazīmes, kas dziļāk pāriet Br un Cr horizontos.

³ Foto – A. Bārdulis



Att. 3: Augsnes profili Valgundes parauglaukumā, pa kreisi reljefa paaugstinājumā, pa labi reljefa pazeminājumā⁴.

Taurenes parauglaukumā augsnes pamatmateriālu veido vidēja un smalka smilts (Att. 4). 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 uzklājas EA horizontam. Podzolēšanās rezultātā zem EA horizonta izveidojies *spodic* horizonts. Aptuveni 65 cm dziļumā mainās augsnes granulometriskais sastāvs no vidējas uz smalku smilts frakciju.

⁴ Foto – A. Lupiķis.



Att. 4: Augsnes profils Taurenes parauglaukumā⁵.

⁵ Foto – A. Lupiķis.

METODIKA

Novērojumi veikti saskaņā ar starptautiskās sadarbības programmas ICP Forests metodiku⁶.

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 (Att. 5).



Att. 5: Membrānas tipa pasīvie gaisa paraugu savācēji⁷.

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

⁶ <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>

⁷ Foto – A. Bārdulis.

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

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.

KOKU PIEAUGUMU MĒRĪJUMI

Koku pieaugumu mērījumiem uzstādītas 15 manuāli nolasāmas koku pieauguma lentes (Att. 6). 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 and Neumann, 2020).



Att. 6: UMS koku pieauguma lente⁸.

OZONA BOJĀJUMU VIZUĀLA NOTEIKŠANA

Ozona bojājumu noteikšanu veica LVMI Silava eksperti atbilstoši starptautiski akceptētai metodikai (Schaub et al., 2016).

Parauglaukums zemsedzes 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.

⁸ Foto – A. Bārdulis.

KOKU VAINAGU STĀVOKĻA NOVĒRTĒJUMS

Koku vainaga stāvokļa novērtēšana veikta atbilstoši ICP Forests rekomendētajai metodikai (Eichhorn et al., 2020). Koku vainaga stāvokļa novērtējumam tika atlasīti un novērtēti 60 1., 2., un 3. 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 paraugkopu. 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.

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 (Att. 7). 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 konteina vājināšanās laikā. Nobiru paraugi ievākti katra mēneša pēdējā datumā.



Att. 7: Meža nobiru savācējkonteiners⁹.

Nobiras savākšanai konteineru lejasdaļā piestiprinātos maisiņus noņem, uzvelkot rokās cimdus. 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.

⁹ Foto – K. Polmanis.

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

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 (Tab. 3) atbilstoši ICP Forests rekomendētajai metodikai (Ukonmaanaho et al., 2016).

Tab. 3: 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)

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 veģetācijas 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;

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

- 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 (šķīrošana, žāvēšana, svēršana un malšana) veic LVMI Silava Meža vides laboratorijā.

Katram reprezentatīvajam paraugkokam no zariem atdala 1000 pirmā un 1000 otrā gada pieauguma skujuas, 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 samal un homogenizē, izmantojot laboratorijas dzirnaviņas.

Laboratorijā pirmā un otrā gada pieauguma skuju paraugiem nosaka obligāti analizējamos ķīmiskos parametrus (Tab. 4).

Tab. 4: Skuju 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 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 inductīvi 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 inductīvi saistītās plazmas optiskās emisijas spektrometrija (ICP-OES)

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) (Att. 8). 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 savākto ūdens tilpumu, tā iegūstot kalendārā mēneša faktiskos augsnes ūdens tilpumus attiecīgajos augsnes slāņos. Paraugu izsūkņēšanai izmantoti Meža vides laboratorijā izgatavoti instrumenti.



Att. 8: Nulles spiediena lizimetri pirms uzstādīšanas¹⁰.

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 jāanalizē 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

¹⁰ Foto – A. Bārdulis.

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

tilpumu nosaka atbilstoši vismazākajam paraugam. Pavisam mazus paraugus (daži mililitri) vidējā parauga sagatavošanai neizmanto.

Tab. 5 parādīti ķīmiskie parametri, kuri augšnes ūdens paraugos saskaņā ar ICP Forests metodiku ir obligāti analizējami (Nieminen et al., 2016). Monitoringa ietvaros veikti visi obligāti nosakāmie parametri.

Tab. 5: Obligāti analizējamie augšnes ūdeņu ķīmiskie parametri

Parametrs, mērvienība	Metodika	Metodes princips
Elektrovadītspēja, $\mu\text{S cm}^{-1}$	LVS EN 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
Al _{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
N _{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

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 (Att. 9). Patreiz uzstādīto piltuvju virsmas laukums ir 471 cm², 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 (Att. 9). Katra mēneša pirmajā datumā uzstāda tukšas savācējvertnes. Savācējvertnes iztukšo divas reizes mēnesī, vidēji ik pēc 15 dienām.

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma



Nokrišņu savācēji atklātā laukā



Nokrišņu savākšana no stumbra



Nokrišņu savākšana caur koku vainagiem

Att. 9: Nokrišņu savācēji¹¹.

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 (Tab. 6).

Tab. 6: 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

¹¹ Foto – A. Bārdulis.

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

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

ĶĪMISKO ANALĪZU 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 iesaistījusies 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 testēšan (*Needle/Leaf Interlaboratory Comparison Test*) Nr. 11-22;
- atmosfēras nokrišņu un augsnes ūdens paraugu starplaboratoriju salīdzinošā testēšan (*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 kopš tā laika katru otro gadu saņem pozitīvu novērtējumu GLOSOLAN organizētajā starplaboratoriju salīdzinošā testēšanā *Proficiency testing*.

REZULTĀTI UN TO ANALĪZE

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. kraфта 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. Monitoringa mērķis ir novērtēt apkārtējās vides, piemēram, gaisa piesārņojuma, ietekmi uz koku stāvokli, cenšoties izvairīties no koku savstarpējās konkurences iekļaušanas vērtējumā.

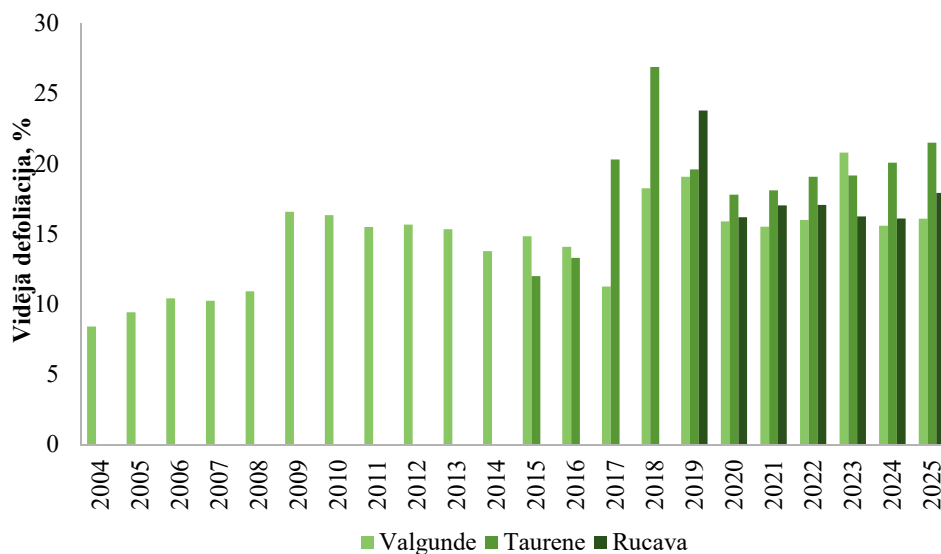
Otrā līmeņa meža monitoringa Valgundes parauglaukumā laika posmā no 2004. līdz 2025. gadam priedes vainagu vidējā defoliācija bijusi svārstīga, kopumā uzrādot tendenci pieaugt, kas liecina par koku veselības stāvokļa pasliktināšanos. 2004. gadā defoliācija bija viszemākā jeb 8% (Att. 10), kam sekojis 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 vislielākā novērotā vidējās defoliācijas vērtība. 2024. gadā tā atkal nokritusies līdz 16%, saglabājoties līdzīga arī 2025. gadā.

Otrā līmeņa meža monitoringa Taurenē parauglaukumā laika posmā no 2015. līdz 2025. 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% (Att. 10), kam sekojis salīdzinoši straujš, pakāpenisks pieaugums, sasniedzot visaugstāko vērtību 2018. gadā jeb 27%. 2019. gadā vidējā defoliācija strauji nokritusies līdz 20%. No 2019. līdz 2025. gadam defoliācija Taurenē parauglaukumā uzrādījusi nelielu tendenci pasliktināties, 2025. gadā sasniedzot 22% vidējo vērtību.

Otrā līmeņa meža monitoringa Rucavas parauglaukumā 2019. gadā defoliācija bija visaugstākā jeb 24% (Att. 10), 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, savukārt par uzlabošanos visā mērījumu laika posmā kopumā.

Salīdzinot visus otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumus, vidējā defoliācija visaugstākā 2025. gadā bija Taurenē ($21,5 \pm 2,0\%$), kam seko Rucava ($17,9 \pm 1,5\%$) un Valgunde ($16,1 \pm 0,9\%$). Visa novērojumu perioda griezumā tendence vidējai defoliācijai pieaugt novērojama Valgundē un Taurenē, savukārt samazināties – Rucavā.

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma



Att. 10: Vidējā koku defoliācija Valgundes, Tauresnes un Rucavas parauglaukumos.

Laika posmā no 2009. līdz 2017. gadam Valgundes parauglaukumā konstatēta pakāpeniskās vidējās vainaga defoliācijas samazināšanās. Taču, no 2018. gada līdz 2020. gadam novērots vidējās vainaga defoliācijas pieaugums (**Att. 11**). 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 (**Att. 11**). Salīdzinot ar laika periodu no 2018. gada 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 ievērojams koku vainagu vidējās defoliācijas vērtības kāpums, attiecībā pret pēdējiem 3 gadiem, no ~16% līdz 21%. Turpretim 2024. un 2025. gadā vidējā defoliācija atkal samazinājusies līdz 16%, kas ir līdzīga 2020.-2022. gada vērtībām.



Att. 11: Koku vainagu vidējā defoliācijas dinamika Valgundes parauglaukumā laika posmā no 2009. gada līdz 2025. gadam.

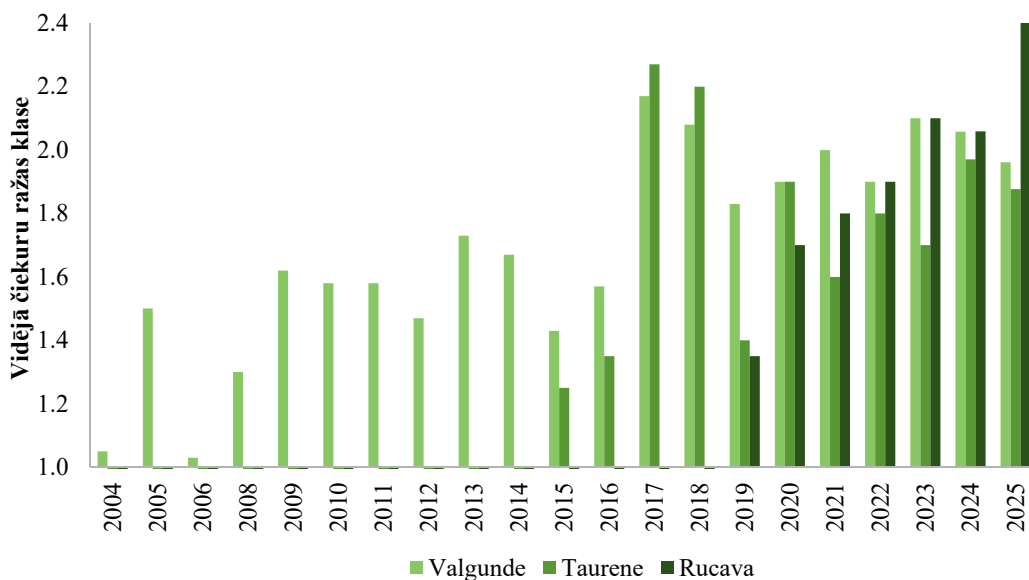
Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

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 dažī čiekuri) un tajā ietver tikai pašreizējā gada čiekurus. Līdz 2014. gadam 1. klase netika izdalīta 2 apakšklasēs, un Att. 12 attēlots koku iedalījums pēc čiekuru ražas 3 klasēs.

Valgundes parauglaukumā laika posmā no 2004. līdz 2025. gadam vidējās čiekuru ražas klases vērtības ir svārstīgas, taču kopumā novērojama tendence palielināties (Att. 12). Vissmagākās 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. Visaugstākās čiekuru ražas klases vērtības novērojamas bija 2017. gadā, sasniedzot 2,2, kā arī 2018., 2023. un 2024. gadā, sasniedzot 2,1. 2025. gadā vidējā čiekuru ražas klase nedaudz nokritusies uz 2,0.

Taurenes parauglaukumā laika posmā no 2004. līdz 2025. gadam vidējās čiekuru ražas klases vērtības ir svārstīgas (Att. 12). Tām kopumā novērojama tendence nedaudz palielināties. Vissmagākās vidējās čiekuru ražas klases novērojamas 2015., 2016. un 2019. gadā, tām attiecīgi sasniedzot 1,3, 1,4 un 1,4 vērtību. Visaugstākās vidējās čiekuru ražas klases novērojamas 2017. un 2018. gadā, tām attiecīgi sasniedzot 2,3 un 2,2 vērtību, kas padara 2017. gadu par visražīgāko visu trīs parauglaukumu monitoringa laikā.

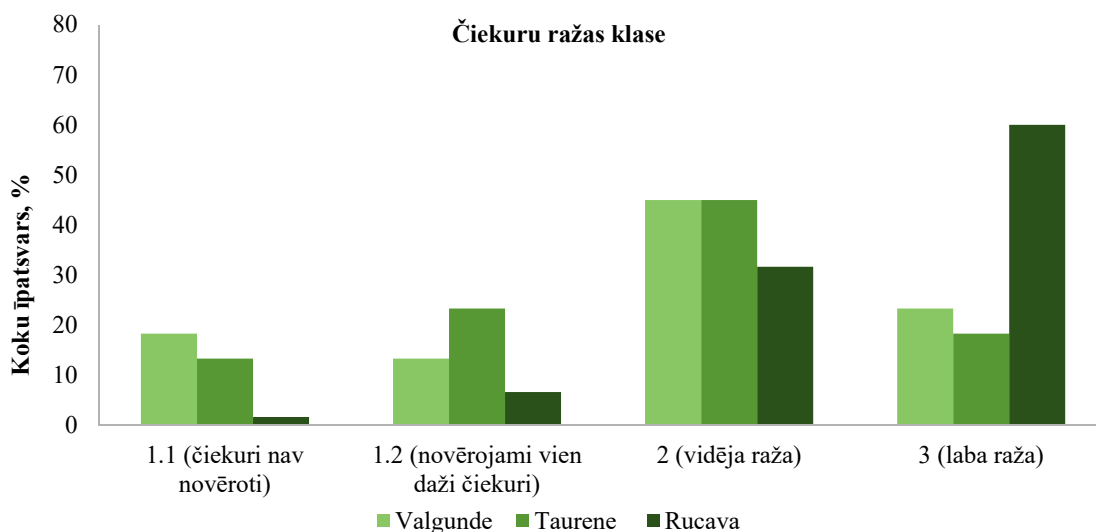
Rucavas parauglaukumā laika posmā no 2019. līdz 2025. gadam vidējām čiekuru ražas klasēm kopumā novērojama tendence pakāpeniski palielināties (Att. 12). Vissmagākā vērtība novērojama 2019. gadā (1,4), turpretim visaugstākā novērojama 2025. gadā (2,5), kas ir visaugstākā novērotā vērtība visos parauglaukumos. Kopumā visos parauglaukumos konstatēts čiekuru ražas pieaugums.



Att. 12: Čiekuru raža Valgundes, Taurenes un Rucavas parauglaukumā.

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

Salīdzinot čiekuru ražas klases starp parauglaukumiem, vislielākais koku īpatsvars, kuram nav novēroti čiekuri, 2025. gadā bijis Valgundē (18,3%), kam seko Taurenē (13,3%) un Rucavā (1,7%) parauglaukumi (Att. 13). Daži čiekuri visbiežāk novēroti Taurenē parauglaukumā (23,3%), kam seko Valgundē (13,3%) un Rucavā (6,7%) parauglaukumi. Vidēja raža visbiežāk novērota Valgundē (45%) un Taurenē (45%) parauglaukumos, taču Rucavā parauglaukumā šajā klasē ietilpstošo koku īpatsvars bijis vismazākais (31,7%). Laba raža visbiežāk novērota Rucavā parauglaukumā (60%), kam seko Valgundē (23,3%) un Taurenē (18,3%) parauglaukumi, kuros šādu koku īpatsvars bijis aptuveni trīs reizes mazāks. Kopumā čiekuru ražas klašu sadalījums Valgundē un Taurenē parauglaukumos 2025. gadā vērtējams kā līdzīgs, vispārstāvētākajai esot 2. ražas klasei, turpretim Rucavā parauglaukums būtiski atšķīries, ievērojami pārstāvētākai esot 3. ražas klasei.



Att. 13: Čiekuru ražas salīdzinājums Valgundes, Taurenē un Rucavā parauglaukumos 2025. gadā.

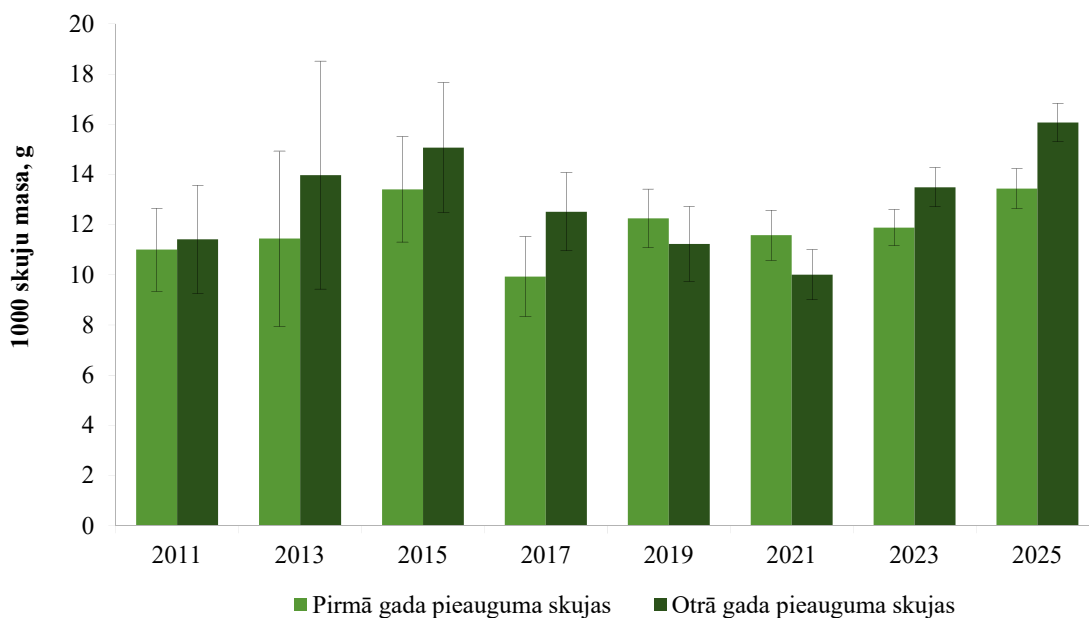
SKUJU PARAUGU IEVĀKŠANA UN ĶĪMISKĀ SASTĀVA NOVĒRTĒŠANA

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.

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 (Att. 14). 2023. un 2025. gadā 1000 skuju masa otrā gada skujām vērtējama kā

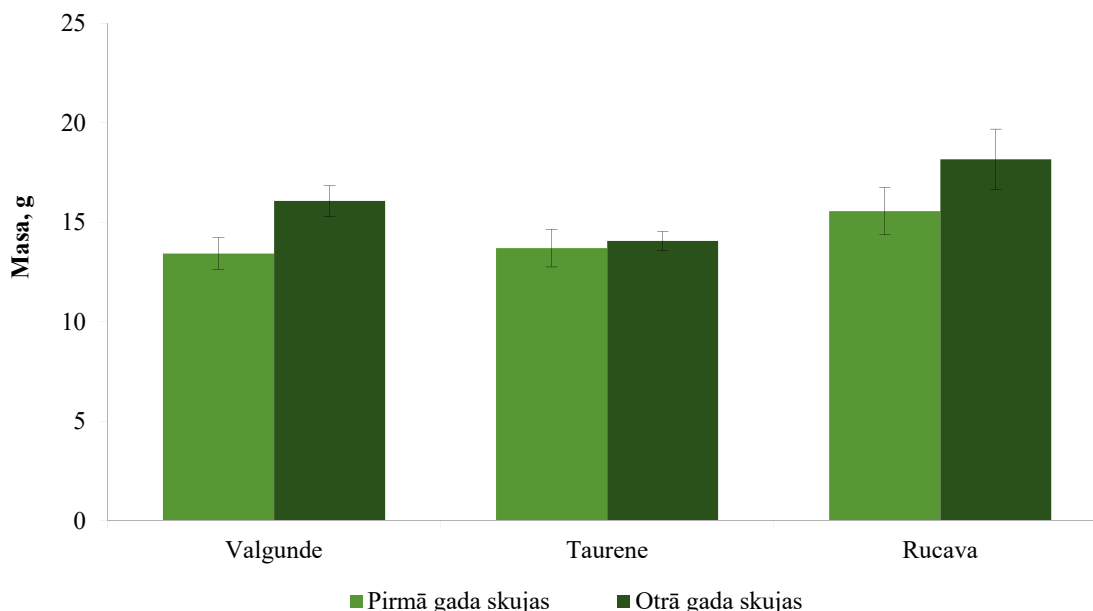
Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

augstāka nekā pirmā gada skujām. Otrā gada skuju masa 2025. gadā uzrāda vislielāko rādītāju, no pēdējiem četriem paraugu ievākšanas periodiem.



Att. 14: 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 Rucavas 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, Rucavas 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. 2019. gada periodā Taurenē parauglaukumā vidējā pirmā gada 1000 skuju masa ir 12,8 g, Rucavas 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 (Att. 15). 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. 2023. gadā, vislielākās skuju masas abos gados novērojams Rucavas parauglaukumā. Pirmā gada skujas 13,89 g, bet otrā gada skujas 15,97 g. Jaunākajā ievākšanas periodā 2025. gadā vislielākā skuju masa pirmajam un otrajam pieauguma gadam novērojama Rucavas parauglaukumā, attiecīgi 15,56 g un 18,17 g.



Att. 15: Pirmā un otrā gada pieauguma 1000 skuju vidējā masa Valgundes, Taurenes un Rucavas parauglaukumos 2025. 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 kociem konstatēšanai, kā arī skuju virsmas pētījumiem, jo dažiem elementiem vairāk kā 90% no kopējā satura var atrast 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 Tab. 7 un 8. Skuju paraugi analizēm ņemti pēc veģetācijas perioda beigām. 2019. gada priežu skuju paraugu, kas ņemti Valgundes, Taurenes 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 skuju, 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.

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

2023. gadā izteiktas novirzes no normām skuju ķīmiskajā sastāvā, Valgundes parauglaukumā, nav iespējams novērot, ne pirmā gada skujās, 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 Taurenē parauglaukumā izteiktākās izmaiņas novērojamas K, g kg⁻¹ rādītājā, kurš salīdzinot ar 2021. gada datiem, pirmā gada skujās pieaudzis par 1,41 g kg⁻¹ no 5,25 g kg⁻¹ uz 6,66 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.

Valgundes parauglaukumā N saturs pirmā gada pieauguma skujām pieaudzis no 12,4 g kg⁻¹ 2023. gadā uz 16,5 g kg⁻¹ 2025. gadā. Arī otrā gada pieauguma skujām N saturs ir pieaudzis, 2023. gadā tam esot 13,6 g kg⁻¹, taču 2025. gadā 16,2 g kg⁻¹. Pārējo ķīmisko elementu sastāvs pirmā un otrā gada pieauguma skujās Valgundes parauglaukumā neuzrāda izteiktas pieauguma vai krituma tendences. Taurenē un Rucavas parauglaukumos ievāktu skuju ķīmiskajā sastāvā visā novērojumu periodā parādās tendence pakāpeniski pieaugt P saturam pirmā gada pieauguma skujās. Tāpat arī N saturs, sākot ar 2021. gadu, abos parauglaukumos pakāpeniski pieaudzis. Taurenē pirmā gada pieauguma skujās N saturs palielinājies no 13,3 g kg⁻¹ uz 16,0 g kg⁻¹, taču otrā gada pieauguma skujās tas palielinājies no 14,2 g kg⁻¹ uz 15,1 g kg⁻¹. Tāpat arī Rucavā pirmā gada pieauguma skujās N saturs palielinājies no 13,8 g kg⁻¹ uz 16,5 g kg⁻¹, taču otrā gada pieauguma skujās tas palielinājies no 14,2 g kg⁻¹ uz 15,6 g kg⁻¹.

Tab. 7: 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
	2025	541,3	548,9
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
	2025	16,5	16,2
S, g kg⁻¹	2009	1,30	1,44

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

Elements, g kg ⁻¹	Gads	Pirmā gada pieauguma skujas	Otrā gada pieauguma skujas
	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
	2025	1	1,01
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
	2025	1,79	1,55
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
	2025	3,12	5,23
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	1,44	1,16
	2025	1,29	1,12
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

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

Elements, g kg ⁻¹	Gads	Pirmā gada pieauguma skujas	Otrā gada pieauguma skujas
	2021	6,02	5,49
	2023	6,44	5,71
	2025	6,16	5,35

Tab. 8: 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
		2025	540,3	551,2
	Rucava	2017	516,2	515,3
		2019	529,3	527,6
		2021	534,5	543,3
		2023	530	539,5
		2025	541,1	549,3
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
		2025	16	15,1
	Rucava	2017	13,0	13,4
		2019	12,8	13,5
		2021	13,8	14,8
		2023	14,4	14,2
		2025	16,5	15,6
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
		2025	0,97	1
	Rucava	2017	1,33	1,37
		2019	1,49	1,62
		2021	0,88	0,99
		2023	0,85	0,86
		2025	1,02	0,99
P, g kg ⁻¹	Taurene	2015	0,90	0,69
		2017	1,09	1,08

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

Elements, mērvienība	Parauglaukums	Gads	Pirmā gada pieauguma skujas	Otrā gada pieauguma skujas
		2019	1,26	1,75
		2021	1,44	1,29
		2023	1,52	1,32
		2025	1,74	1,5
	Rucava	2017	0,25	0,22
		2019	0,97	1,62
		2021	1,15	1,08
		2023	1,55	1,39
		2025	1,71	1,52
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
		2025	3,08	4,51
	Rucava	2017	1,83	4,79
		2019	4,16	2,75
		2021	2,30	4,95
		2023	3,06	4,43
		2025	3,2	5,62
Mg, g kg ⁻¹	Taurene	2015	1,12	0,84
		2017	0,98	0,94
		2019	0,91	0,90
		2021	1,21	1,12
		2023	1,38	0,96
		2025	1,13	0,93
	Rucava	2017	1,04	0,84
		2019	0,56	0,88
		2021	0,94	0,69
		2023	1,25	0,81
		2025	1,04	0,71
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
		2025	6,06	4,93
	Rucava	2017	4,72	3,99
		2019	4,08	4,06
		2021	5,52	4,93
		2023	5,86	5,39
		2025	5,78	4,41

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 (skujas, miza, zari) atkarībā no barības vielu uzņemšanas intensitātes, veģetācijas perioda un koka vecuma (Helmisaari, 1992; Ukonmaanaho et al., 2008).

Skujas un zari 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 Tab. 9. Valgundes parauglaukumā laika posmā no 2009. līdz 2025. gadam vislielākā kopējā meža nobiru biomasa bijusi 2022. gadā, turpretim vismazākā kopējā nobiru biomasa konstatēta 2016. gadā, attiecīgi 2528 kg ha⁻¹. Kopumā skatoties, kopējā biomasa novērojumu laikā bijusi mainīga ar vislielākajām svārstībām no 2020. līdz 2023. gadam. Salīdzinot 2020. un 2021. gadu, kopējā meža nobiru biomasa kritusies no 3902 uz 2618 kg ha⁻¹, kam sekojis ievērojams kāpums 2022. gadā līdz 5059 kg ha⁻¹, ko noteicis zaru un mizas (1736 kg ha⁻¹) un dominējošo koku sugu skuju un čiekuru (attiecīgi 1940 kg ha⁻¹ un 1226 kg ha⁻¹) biomasas pieaugums. Vislielākā atšķirība bijusi tieši čiekuru biomasai, kura pieaugusi 4-6 reizes kopš tās monitoringa sākuma 2020. gadā. Šis rādītājs gan var ļoti atšķirties pa monitoringa gadiem, ņemot vērā mazo nobiru kolektoru laukumu un to skaitu. 2023. gadā kopējā biomasa atkal samazinājusies līdz 3576 kg ha⁻¹, turpinot šādu tendenci līdz 2024. gadam, kad kopējā biomasa bijusi 2905 kg ha⁻¹, bet 2025. gadā biomasas apjoms palielinājies līdz 3583 kg ha⁻¹.

Tab. 9: Meža nobiru frakciju biomasa no 2009. līdz 2025. 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	2025. gads
Zari (Ø < 2 cm) un mizas	1580	1531	752	797	772	525	732	693	740	969	1506	1525	725	1736	1020	1260	790
Dominējošās koku sugas skujas	1827	2116	1691	1809	1532	1723	1511	1020	1159	1961	1773	1782	1465	1940	1840	583	1749
Citu koku sugu skujas un lapas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	63	25	27	39	53	17	32

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

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	2025. gads
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	41	67
Dominējošās koku sugas čiekuri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	366	260	1226	385	999	924
Citu koku sugu augļi (čiekuri, sēklas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	326	4	13	70	158	0	0
Cita biomasa (insekti, fekālijas, citu sugu skuju s u.c.)	24	28	22	97	96	68	73	79	218	-	-	-	-	-	-	-	-
Cita biomasa (insekti, fekālijas u.c.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	201	79	19	40	8	5	21
Kopējā biomasa	4048	4266	2808	3274	2833	2809	2947	2528	3295	3555	4044	3902	2618	5059	3576	2905	3583

Kopš 2015. gada 1. maija nobiras tiek ievāktas arī Tauresnes un Rucavas parauglaukumos. Rezultāti par laika posmu no 2017. līdz 2025. gadam apkopoti Tab. 10. Tauresnes parauglaukumā laika posmā no 2017. līdz 2025. gadam vislielākā meža nobiru biomasa konstatēta 2017. gadā (5410 kg ha⁻¹), kam sekojusi tālāka kopējo nobiru biomasas samazināšanās līdz 2019. gadam (2178 kg ha⁻¹). Līdz 2021. gadam noticis pieaugums (3849 kg ha⁻¹) pēc kā kopējā nobiru biomasa katru gadu atkal samazinājusies, sasniedzot viszemāko apjomu 2023. gadā (1166 kg ha⁻¹). Sekojošajos gados nobiru biomasa Tauresnes parauglaukumā palielinājusies gandrīz trīs reizes, sasniedzot 3333 kg ha⁻¹ 2025. gadā.

Kopējā nobiru biomasa Rucavas parauglaukumā 2017. gadā bija visaugstākā (6869 kg ha⁻¹), vairāk nekā divas reizes pārsniedzot Valgundē novēroto biomasu tai pašā gadā (3295 kg ha⁻¹) (Tab. 10). Šādu atšķirību galvenokārt ietekmējis ievērojami lielāks skuju nobiru apjoms Rucavā, kur tās bijušas 2-4 reizes vairāk nekā pārējos parauglaukumos, ko visticamāk izraisījis meža ugunsgrēks, kas skāra daļu no parauglaukuma. Arī 2018. gadā nobiru apjoms Rucavā saglabājies augsts (6085 kg ha⁻¹), ko šajā gadā būtiski ietekmējis dominējošās koku sugas čiekuru nobiru daudzums. 2019. gadā novērojams

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

straujš kopējās nobiru biomasas kritums līdz 2476 kg ha⁻¹. 2020. gadā nobiru biomasa bijusi nedaudz lielāka (3246 kg ha⁻¹), taču tai sekojis pakāpenisks kritums, 2023. gadā sasniedzot viszemāko Rucavā novēroto vērtību jeb 1717 kg ha⁻¹. 2024. gadā kopējais nobiru biomasas apjoms bijis 2133 kg ha⁻¹, taču 2025. gadā tas sasniedzis 4266 kg ha⁻¹. Krass nobiru biomasas pieaugums 2025. gadā Rucavas un Taurenē parauglaukumos bijusi kopīga tendence, ko galvenokārt ietekmējis pieaugums dominējošās koku sugas skuju un čiekuru nobiru biomasā.

Tab. 10: Meža nobiru frakciju biomasu Taurenē un Rucavā parauglaukumos laika posmā no 2017. līdz 2025. gadam

Nobiru frakcija	Sausa biomasa, kg ha ⁻¹																	
	2017. gads		2018. gads		2019. gads		2020. gads		2021. gads		2022. gads		2023. gads		2024. gads		2025. gads	
	Taurene	Rucava	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	880	784	440	1550
Dominējošās koku sugas skuju	2090	4111	1681	2668	690	915	843	880	1404	1549	668	1086	534	914	208	386	742	2204
Citas skuju un lapas	1070	59	1243	28	505	205	573	3	889	25	348	24	148	19	366	5	533	16
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	55	34	172	128
Dominējošās koku sugas čiekuri	-	-	-	-	-	-	225	449	328	313	257	425	109	195	334	919	898	1327
Citu koku sugu augļi (čiekuri, sēklas)	-	-	62	111	90	65	11	2	43	4	47	38	10	0	260	0	7	5
Cita biomasa (insekti, fekālijas, citu sugu skuju u.c.)	175	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cita biomasa (insekti, fekālijas u.c.)	-	-	154	38	138	49	131	19	105	11	78	12	31	5	48	4	101	26
Kopējā biomasa	5410	6869	4115	6085	2178	2476	2851	3246	3849	2809	1910	2627	1166	1717	1712	2133	3333	5256

Vidējā nobiru biomasas Rucavas integrālā monitoringa stacijā priežu audzē pētījumu periodā no 1997. līdz 2006. gadam bija $3621 \pm 462 \text{ kg ha}^{-1}$ gadā, bet Taurenies 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 parauglaukumu 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 biomasas mainās ik gadu, atkarībā no meteoroloģiskiem apstākļiem un veģetācijas perioda ilguma (Martínez-Alonso et al., 2007).

Kopš 2009. gada Valgundes parauglaukumā ievākto meža nobiru frakciju ķīmiskais sastāvs parādīts Tab. 11. 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 biomasas (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.

2023. gada Valgundes parauglaukuma datus novērojama tendence, kurā vairumā nobiru ķīmiskajos elementos, citi koku sugu augļu sadaļā novērojams ievērojams rādītāja samazinājums, salīdzinot ar iepriekšējo ziņošanas periodu 2022. N, g kg^{-1} samazinājums ir no $17,3 \text{ g kg}^{-1}$ uz $2,4 \text{ g kg}^{-1}$, S, g kg^{-1} no $1,18 \text{ g kg}^{-1}$ uz $0,17 \text{ g kg}^{-1}$, Ca, g kg^{-1} no $3,96 \text{ g kg}^{-1}$ uz $0,39 \text{ g kg}^{-1}$. Izskaidrojams varētu būt mazā parauga daudzums, kura kvalitāti ietekmējusi apjoma mazums vai slikti izšķīrots paraugs. Vienīgais pieaugums šajā sadaļā novērojams K, g kg^{-1} , kur tas pieaudzis par $1,74 \text{ g kg}^{-1}$, no $1,72 \text{ g kg}^{-1}$ uz $3,46 \text{ g kg}^{-1}$. Tāpat šajā ķīmiskajā elementā samazinājums novērojams citai biomasai, no $2,53 \text{ g kg}^{-1}$ uz $1,63 \text{ g kg}^{-1}$. Ņemot vērā, ka citas biomasas sadaļā ietilpst kukaiņi, fekālijas un citās sadaļās neiekļaujamā biomasas, šāda izmaiņu iespējamība ir augsta, un var izteikti mainīties no gada uz gadu.

2024. un 2025. gadā citu koku sugu augļu frakcijās lielākajai daļai ķīmisko elementu nepietika iesvars ķīmisko analīžu veikšanai, kas liecina par šīs frakcijas būtisku samazināšanos. N saturs citu koku sugu augļos 2024. gadā Valgundē palielinājies no netipiski zemās iepriekšējā gada vērtības $2,4 \text{ g kg}^{-1}$ līdz $13,4 \text{ g kg}^{-1}$, kas ir līdzīga iepriekšējos gados novērotajām vērtībām (Tab. 11). Starp pārējiem elementiem 2024. gadā nav novērojamas būtiskas atšķirības no iepriekšējos gados noteiktajām koncentrācijām, neiezīmējot jaunas tendences. 2025. gadā Valgundes parauglaukuma

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

vainaga mizas nobirās novērots visaugstākais Mg saturs novērojumu periodā (1,17 g kg⁻¹), turpretī vismazākais šī elementa saturs citā biomasā (0,46 g kg⁻¹).

Tab. 11: Meža nobiru frakciju ķīmiskais sastāvs Valgundes parauglaukumā kopš 2009. gada

Elements, mērvienība	Gads	Nobiru frakcija							
		Skujas			Augļi			vainaga zari, mizas	cita biomasa
		visas skuja	dominējošās koku sugas skuja	citu koku sugu skuja un lapas	visi augļi	dominējošās koku sugas augļi	citu koku sugu augļi		
C, g 100 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	49,3	-	55,1	54,7	52,8	51,9
	2021	-	53,3	50,3	-	53,8	54,6	53	52
	2022	-	54,1	51,4	-	50,6	54,8	53,4	50,9
	2023	-	53,8	49,4	-	54,4	52,8	53	53,3
	2024	-	55,8	51,7	-	58,0	55,6	54,7	53,9
	2025	-	56,4	52,4	-	57,2	-	54,5	53,6
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	-	21,5	2,4	5,7	5,6
	2024	-	6,0	10,6	-	20,7	13,4	3,9	21,4
	2025	-	5,4	12,7	-	18,4	-	6	21,3
S, g kg ⁻¹	2009	0,54	-	-	1,38	-	-	0,74	1,04
	2010	0,59	-	-	0,71	-	-	0,62	1,22

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

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		
	2011	0,67	-	-	0,63	-	-	0,59	2,19
	2012	0,58	-	-	0,34	-	-	0,58	1,23
	2013	0,90	-	-	0,43	-	-	0,45	1,27
	2014	0,49	-	-	0,69	-	-	0,76	2,44
	2015	0,09	-	-	0,28	-	-	0,22	1,12
	2016	0,42	-	-	0,73	-	-	0,20	2,27
	2017	0,66	-	-	0,47	-	-	0,41	0,98
	2018	-	0,64	0,63	-	0,35	1,19	0,53	1,35
	2019	-	0,61	1,53	-	2,22	2,44	0,63	1,70
	2020	-	0,59	0,99	-	2,12	1,32	0,69	1,19
	2021	-	0,65	0,94	-	1,37	1,28	0,41	1,54
	2022	-	0,29	0,57	-	1,35	1,18	0,32	1,07
	2023	-	0,42	0,51	-	1,38	0,17	0,39	0,42
	2024	-	0,48	0,75	-	1,28	-	0,36	1,42
	2025	-	0,50	0,91	-	1,52	-	0,54	1,50
P, g kg ⁻¹	2009	0,35	-	-	1,27	-	-	0,27	1,59
	2010	0,47	-	-	0,60	-	-	0,30	0,75
	2011	0,99	-	-	0,90	-	-	0,89	1,85
	2012	0,37	-	-	0,34	-	-	0,30	0,98
	2013	0,34	-	-	0,55	-	-	0,31	1,16
	2014	0,30	-	-	0,55	-	-	0,32	2,71
	2015	0,22	-	-	0,64	-	-	0,35	1,04
	2016	0,40	-	-	0,89	-	-	0,29	1,11
	2017	0,30	-	-	0,49	-	-	0,33	0,77
	2018	-	0,48	0,85	-	0,32	1,05	0,31	1,25
	2019	-	0,53	1,34	-	1,82	3,13	0,34	1,25
	2020	-	0,40	0,91	-	2,89	1,08	0,40	1,01
	2021	-	0,63	1,02	-	1,45	3,22	0,26	1,90
	2022	-	0,47	0,90	-	3,10	1,13	0,28	0,97
	2023	-	0,41	0,68	-	1,81	0,27	0,34	0,44
	2024	-	0,47	0,75	-	1,50	-	0,21	2,00
	2025	-	0,40	1,17	-	1,77	-	0,44	2,09
Ca, g kg ⁻¹	2009	6,95	-	-	2,38	-	-	6,38	6,53
	2010	7,36	-	-	0,61	-	-	8,65	8,09
	2011	11,16	-	-	4,62	-	-	11,29	11,51
	2012	5,09	-	-	0,95	-	-	6,67	3,50
	2013	8,39	-	-	2,34	-	-	8,50	6,12
	2014	7,82	-	-	1,42	-	-	7,31	7,06
	2015	6,13	-	-	1,31	-	-	5,76	3,81

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

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		
	2016	8,04	-	-	1,26	-	-	7,59	4,48
	2017	8,69	-	-	1,34	-	-	8,99	3,68
	2018	-	6,09	16,24	-	0,98	3,58	6,60	6,95
	2019	-	5,94	12,78	-	4,16	6,77	7,13	7,18
	2020	-	8,01	22,45	-	4,19	7,10	8,54	11,23
	2021	-	5,50	15,19	-	3,67	1,14	6,29	11,72
	2022	-	6,34	16,02	-	2,69	3,96	7,38	19,13
	2023	-	7,02	17,71	-	3,66	0,39	7,23	6,18
	2024	-	5,25	15,02	-	3,05	-	2,98	15,11
	2025	-	7,79	14,81	-	3,87	-	7,84	16,03
Mg, g kg ⁻¹	2009	1,39	-	-	1,09	-	-	0,85	2,67
	2010	0,67	-	-	0,59	-	-	0,45	1,10
	2011	0,89	-	-	0,64	-	-	0,66	1,79
	2012	0,79	-	-	0,64	-	-	0,56	0,93
	2013	0,80	-	-	0,80	-	-	0,51	1,09
	2014	0,86	-	-	0,82	-	-	0,63	1,02
	2015	0,74	-	-	0,78	-	-	0,51	0,91
	2016	0,77	-	-	0,62	-	-	0,79	0,87
	2017	0,81	-	-	0,76	-	-	0,66	0,94
	2018	-	0,89	2,32	-	0,48	1,19	0,66	1,24
	2019	-	0,87	1,64	-	1,12	2,09	0,59	0,73
	2020	-	0,93	2,14	-	1,75	0,98	0,84-	1,00
	2021	-	0,90	2,31	-	1,13	1,19	0,56	1,09
	2022	-	0,86	3,09	-	1,97	0,97	0,60	1,04
	2023	-	0,85	1,55	-	1,28	0,88	0,67	0,83
	2024	-	0,84	2,09	-	1,08	-	0,38	1,30
	2025	-	0,82	1,87	-	1,36	0,67	1,17	0,46
K, g kg ⁻¹	2009	1,42	-	-	1,37	-	-	0,59	2,63
	2010	1,39	-	-	1,04	-	-	0,80	1,65
	2011	1,55	-	-	1,27	-	-	0,64	3,16
	2012	1,51	-	-	1,24	-	-	0,86	1,62
	2013	1,39	-	-	1,39	-	-	0,73	1,66
	2014	1,28	-	-	1,48	-	-	0,63	2,01
	2015	1,58	-	-	1,94	-	-	0,65	2,14
	2016	2,10	-	-	2,17	-	-	1,40	2,42
	2017	1,50	-	-	1,41	-	-	0,96	1,82
	2018	-	1,72	2,26	-	0,98	2,70	0,83	3,00
	2019	-	1,33	1,90	-	1,45	2,35	0,53	1,03
	2020	-	2,02	2,25	-	2,65	1,40	1,05	1,63

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

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		
	2021	-	2,35	2,32	-	2,46	10,51	0,62	2,57
	2022	-	1,93	3,17	-	2,80	1,72	0,67	2,53
	2023	-	1,52	1,50	-	2,56	3,46	0,74	1,61
	2024	-	2,26	2,31	-	2,87	-	0,47	3,31
	2025	-	1,31	2,01	-	2,14	-	0,73	2,40

Kopš 2016. gada Taurenē un Rucavas parauglaukumos ievāktā meža nobiru frakciju ķīmiskais sastāvs parādīts Tab. 12. 2019. gadā veiktas 2018. gadā ievāktā meža nobiru paraugu analīzes. Līdzīgi kā Valgundes parauglaukumā, arī Taurenē 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 ievāktā 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 ievāktā 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 $2,3 \pm 0,4$ g K kg^{-1}) konstatēts nobiru frakcijā, ko veido cita biomasa, bet vidēji lielākais Ca un Mg saturs (attiecīgi, $8,2 \pm 1,3$ g Ca kg^{-1} un $1,0 \pm 0,5$ g Mg kg^{-1}) konstatēts nobiru frakcijā, ko veido skujas. Rucavā 2019. gadā ievāktā 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, $21,7$ g N kg^{-1} , $2,0$ g P kg^{-1} , $4,8$ g K kg^{-1}), bet vidēji lielākais Ca un Mg saturs (attiecīgi, $9,8$ g Ca kg^{-1} , $3,1$ g Mg kg^{-1}) konstatēts nobiru frakcijā – citu koku sugas un lapas. Savukārt vidēji lielākais S saturs ($2,6$ g S kg^{-1}) konstatēts nobiru frakcijā – dominējošās koku sugas augļi. 2021. gada Rucavas parauglaukuma datus novērojams, ka visaugstākais slāpekļa un oglekļa daudzums novērojams citu koku sugu augļos – N $19,5$ g kg^{-1} , C $54,5$ g 100 g $^{-1}$. Visaugstākais Ca saturs novērojams citu koku sugu skujās un lapās, kas ir ievērojami palielinājusies salīdzinot ar iepriekšējā perioda novērojumiem, no $9,76$ g kg^{-1} uz $15,02$ g kg^{-1} , kas ir pieaugums par $5,26$ 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.

2023. gadā meža nobiru frakcijas ķīmiskajā sastāvā Taurenē parauglaukumos novērojamas krasas izmaiņas K, g kg^{-1} , attiecībā pret iepriekšējo ziņošanas periodu 2022. gadā (Tab. 12). Taurenē krasa šī elementa samazinājums novērojams citu koku sugu skujās un lapās, no $2,65$ g kg^{-1} uz $0,12$ g kg^{-1} . Tāpat samazinājums šajā ķīmiskajā

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

elementā novērojams citā biomasā, no 2,28 g kg⁻¹ uz 1,57 g kg⁻¹. 2024. gadā K saturs minētajās frakcijās atkal paaugstinājies, būtiski neatšķiroties no iepriekšējo gadu novērojumiem, taču citu koku sugu augļu saturā būtiski samazinājies N, S, P, Ca un Mg daudzums, rādītājiem nereti esot vairākas reizes zemākiem nekā iepriekšējos novērojumu gados. Šīs izmaiņas, iespējams, izskaidrojamas ar atšķirībām citu koku augļu biomasas sastāvā, kā arī ievērojami lielāku kopējo biomasu, kas varēja novest pie barības vielu atšķaidīšanās. 2025. gadā šo elementu koncentrācija citu koku sugu augļu saturā atgriezusies iepriekšējo gadu vērtību robežās.

2023. gadā Rucavas parauglaukumā citas biomasas saturā novērojama būtiska N, S, P, Ca un Mg samazināšanās (Tab. 12). N saturs nokrities no 53,2 g kg⁻¹ uz 7,1 g kg⁻¹, taču 2024. gadā tas atkal palielinājies līdz 49,4 g kg⁻¹. Citas biomasas apjoms 2024. gadā nebija pietiekošs, lai noteiktu S, P, Ca, Mg un K koncentrācijas. Pārējo analizēto frakciju ķīmisko elementu saturā būtiskas izmaiņas salīdzinājumā ar visu novērojumu periodu 2024. gadā neiezīmējas. 2025. gadā Rucavā ievērojami palielinājies Ca saturs cita veida biomasas nobiru frakciju kategorijā, uzrādot otru augstāko vērtību novērojumu periodā (25,90 g kg⁻¹).

Tab. 12: Meža nobiru frakciju ķīmiskais sastāvs Taurenes un Rucavas parauglaukumā kopš 2016. gada

Elements, mērvienība	Gads	Paraug- laukums	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		
C, g 100 g ⁻¹	2016	Taurene	54,3	-	-	52,4	-	-	53,2	52,1
		Rucava	57,3	-	-	54,2	-	-	54,6	55,2
	2017	Taurene	55,0	-	-	58,3	-	-	56,3	49,9
		Rucava	57,8	-	-	57,6	-	-	56,7	57,3
	2018	Taurene	-	51,0	49,0	-	50,7	49,9	50,3	46,6
		Rucava	-	57,5	57,9	-	57,6	58,4	57,8	58,0
	2019	Taurene	-	51,6	49,7	-	49,6	51,2	50,0	46,3
		Rucava	-	53,9	51,4	-	53,1	54,4	53,1	50,0
	2020	Taurene	-	53,9	53,1	-	53,8	55,6	51,9	49,2
		Rucava	-	53,9	52,2	-	54,1	54,5	52,8	52,1
	2021	Taurene	-	53,7	52,3	-	54,1	53,6	54,2	48,8
		Rucava	-	53,8	52,5	-	54	53	53	51,8
	2022	Taurene	-	54,2	54,5	-	55,3	54,4	53,4	49,4
		Rucava	-	55,1	51,5	-	50,8	55,1	53	53,2
	2023	Taurene	-	54,2	52,4	-	53,4	-	54	53,6
		Rucava	-	53,8	52,4	-	54,5	-	53,5	53,9
	2024	Taurene	-	55,7	52,7	-	57,0	57,1	55,1	52,3
		Rucava	-	55,7	53,4	-	56,6	54,7	54,4	43,3
	2025	Taurene	-	56	54,4	-	56,1	58,9	54,8	51,2
		Rucava	-	56	53,5	-	56,6	55	55	57,2

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

Elements, mērvienība	Gads	Paraug- laukums	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		
N, g kg ⁻¹	2016	Taurene	7,1	-	-	7,6	-	-	6,0	15,2
		Rucava	6,8	-	-	11,9	-	-	6,1	16,7
	2017	Taurene	9,6	-	-	11,3	-	-	8,7	16,5
		Rucava	6,9	-	-	9,3	-	-	5,6	18,1
	2018	Taurene	-	7,6	8,3	-	7,6	16,9	6,6	15,7
		Rucava	-	6,1	10,8	-	7,0	18,6	6,4	21,1
	2019	Taurene	-	6,3	8,6	-	16,7	15,0	6,6	15,4
		Rucava	-	5,9	11,4	-	18,7	21,7	6,9	20,6
	2020	Taurene	-	5,6	11,3	-	17,5	18,1	15,3	18,5
		Rucava	-	6,7	12,6	-	19,2	19,5	9,9	26,8
	2021	Taurene	-	10,2	12,1	-	16,1	12,6	9	15,4
		Rucava	-	9,3	10,6	-	19,1	15,9	8	25,9
	2022	Taurene	-	7	10,1	-	41,4	15,5	10,7	13,7
		Rucava	-	7,6	10,6	-	44	18,3	7	53,2
	2023	Taurene	-	6,1	9,5	-	17,6	16,2	6,6	8,8
		Rucava	-	7,3	13,1	-	26,6	-	6,3	7,1
	2024	Taurene	-	6,2	9,3	-	18,6	4,1	10,5	15,1
		Rucava	-	6,6	9,0	-	23,2	12,0	9,3	49,4
	2025	Taurene	-	7	11,3	-	19	17,4	12,6	20
		Rucava	-	6,1	11,6	-	18,1	17,3	8,1	23,4
S, g kg ⁻¹	2016	Taurene	0,38	-	-	0,73	-	-	0,61	1,66
		Rucava	0,50	-	-	1,01	-	-	0,29	1,16
	2017	Taurene	0,82	-	-	1,23	-	-	0,87	1,99
		Rucava	0,56	-	-	0,78	-	-	0,48	1,59
	2018	Taurene	-	0,37	0,58	-	0,59	1,45	0,47	1,26
		Rucava	-	0,41	0,83	-	0,49	1,88	0,47	2,15
	2019	Taurene	-	0,74	0,85	-	2,34	1,49	0,81	2,34
		Rucava	-	1,58	1,14	-	2,57	2,07	0,75	2,03
	2020	Taurene	-	0,62	0,98	-	1,67	1,31	1,22	1,59
		Rucava	-	0,70	1,17	-	1,85	1,63	0,93	2,54
	2021	Taurene	-	0,72	1,01	-	1,34	1,05	0,70	1,43
		Rucava	-	0,86	1,01	-	1,70	1,28	0,51	2,15
	2022	Taurene	-	0,43	0,32	-	3	1,29	0,75	0,97
		Rucava	-	0,14	0,86	-	3,08	1,28	0,55	3,06
	2023	Taurene	-	0,42	< NR	-	1,18	0,99	0,45	0,50
		Rucava	-	0,53	0,88	-	1,90	-	0,50	0,54
	2024	Taurene	-	0,51	0,59	-	1,24	0,39	0,86	1,00
		Rucava	-	0,54	-	-	1,52	-	0,71	-
		Taurene	-	0,60	0,75	-	1,43	1,09	0,90	1,17

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

Elements, mērvienība	Gads	Paraug- laukums	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		
	2025	Rucava	-	0,55	0,96	-	1,60	1,09	0,69	1,99
P, g kg ⁻¹	2016	Taurene	0,57	-	-	0,58	-	-	0,60	1,50
		Rucava	0,36	-	-	0,83	-	-	0,35	1,21
	2017	Taurene	0,59	-	-	0,80	-	-	0,51	1,44
		Rucava	0,36	-	-	0,55	-	-	0,69	1,21
	2018	Taurene	-	0,70	1,16	-	0,66	1,78	0,55	1,33
		Rucava	-	0,34	0,68	-	0,67	1,52	0,46	2,27
	2019	Taurene	-	0,69	1,35	-	2,07	2,16	0,57	1,92
		Rucava	-	0,46	1,63	-	1,30		0,49	1,35
	2020	Taurene	-	0,54	1,98	-	2,42	1,66	6,39	1,70
		Rucava	-	0,50	0,97	-	2,31	2,14	0,80	3,10
	2021	Taurene	-	0,94	1,80	-	1,78	1,33	0,63	1,83
		Rucava	-	0,87	0,87	-	1,68	1,63	0,39	3,79
	2022	Taurene	-	0,63	1,27	-	5,87	1,24	0,93	1,05
		Rucava	-	0,39	0,47	-	5,56	1,24	0,62	6,54
	2023	Taurene	-	0,49	0,01	-	1,61	1,84	0,52	0,74
		Rucava	-	0,44	0,74	-	3,03	-	0,47	0,57
	2024	Taurene	-	0,58	1,10	-	1,54	0,37	1,12	1,35
		Rucava	-	0,49	-	-	1,92	-	0,78	-
	2025	Taurene	-	0,60	1,12	-	1,71	1,18	1,15	1,75
		Rucava	-	0,36	0,86	-	2,07	1,39	0,71	4,41
Ca, g kg ⁻¹	2016	Taurene	6,45	-	-	1,05	-	-	4,74	5,31
		Rucava	8,38	-	-	1,66	-	-	5,64	3,15
	2017	Taurene	5,4	-	-	1,7	-	-	4,70	4,3
		Rucava	6,8	-	-	1,5	-	-	4,80	6,1
	2018	Taurene	-	4,82	9,12	-	1,05	3,40	5,41	7,16
		Rucava	-	5,85	11,70	-	0,90	3,73	5,22	11,87
	2019	Taurene	-	5,35	9,12	-	3,70	3,91	5,66	8,20
		Rucava	-	5,88	9,76	-	3,12	4,47	4,80	8,49
	2020	Taurene	-	6,27	10,76	-	3,51	4,62	6,39	12,87
		Rucava	-	6,76	15,02	-	3,21	4,54	7,28	16,21
	2021	Taurene	-	4,63	8,33	-	2,64	2,57	3,86	7,48
		Rucava	-	4,54	11,90	-	3,20	4,87	4,87	20,33
	2022	Taurene	-	4,87	8,90	-	1,35	3,23	4,84	8,95
		Rucava	-	5,03	13,18	-	1,34	3,23	5,59	33,22
	2023	Taurene	-	4,89	< NR	-	3,49	3,66	5,03	5,65
		Rucava	-	5,14	13,27	-	3,49	-	5,23	4,63
		Taurene	-	4,26	8,34	-	2,37	0,43	4,44	6,39

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

Elements, mērvienība	Gads	Paraug- laukums	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	Rucava	-	3,98	-	-	2,93	-	3,43	-
	2025	Taurene	-	6,04	13,66	-	2,66	5,45	5,78	10,56
		Rucava	-	6,76	14,44	-	2,92	5,39	5,96	25,90
Mg, g kg ⁻¹	2016	Taurene	0,62	-	-	0,51	-	-	0,50	1,96
		Rucava	0,49	-	-	0,66	-	-	0,41	0,57
	2017	Taurene	0,72	-	-	0,74	-	-	0,66	1,01
		Rucava	0,56	-	-	0,68	-	-	0,55	0,82
	2018	Taurene	-	0,77	1,49	-	0,58	1,15	0,62	1,07
		Rucava	-	0,58	2,45	-	0,57	1,29	0,46	1,25
	2019	Taurene	-	0,59	1,66	-	1,02	1,35	0,54	1,16
		Rucava	-	0,66	3,11	-	0,96	1,80	0,62	1,41
	2020	Taurene	-	0,81	2,89	-	1,47	1,66	1,09	1,43
		Rucava	-	0,73	2,99	-	1,41	1,03	0,79	1,49
	2021	Taurene	-	0,72	2,14	-	1,04	1,05	0,53	1,20
		Rucava	-	0,65	2,45	-	1,11	0,83	0,49	1,27
	2022	Taurene	-	0,73	2,59	-	3,37	1,07	0,82	1
		Rucava	-	0,56	2,33	-	2,82	0,91	0,66	2
	2023	Taurene	-	0,61	< NR	-	1,29	1,37	0,62	0,82
		Rucava	-	0,62	2,50	-	1,65	-	0,66	0,63
	2024	Taurene	-	0,75	1,34	-	0,85	0,67	0,84	1,02
		Rucava	-	0,59	-	-	1,32	-	0,56	-
	2025	Taurene	-	0,73	1,51	-	0,97	1,38	0,89	1,33
		Rucava	-	0,60	2,68	-	1,23	0,84	0,62	1,28
K, g kg ⁻¹	2016	Taurene	1,55	-	-	1,22	-	-	0,95	2,28
		Rucava	1,05	-	-	1,83	-	-	0,73	1,76
	2017	Taurene	1,49	-	-	1,24	-	-	0,88	2,31
		Rucava	1,07	-	-	1,46	-	-	0,93	2,07
	2018	Taurene	-	1,94	1,78	-	1,66	3,23	0,99	2,65
		Rucava	-	1,17	2,71	-	1,67	3,91	0,93	3,09
	2019	Taurene	-	0,93	1,32	-	1,50	2,50	0,59	2,16
		Rucava	-	1,61	3,41	-	1,75	4,76	1,21	3,53
	2020	Taurene	-	1,21	3,14	-	2,35	3,75	1,79	3,15
		Rucava	-	1,68	3,60	-	2,81	3,31	1,26	3,59
		Taurene	-	2,07	3,31	-	2,07	2,62	1,11	3,17

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

Elements, mērvienība	Gads	Pauga- laukums	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		
	2021	Rucava	-	2,54	2,35	-	2,08	1,93	1,19	3,01
	2022	Taurene	-	1,78	2,65	-	5,40	1,83	1,28	2,28
		Rucava	-	1,61	2,33	-	2,82	0,91	0,66	2
	2023	Taurene	-	1,22	0,12	-	2,78	3,07	0,82	1,57
		Rucava	-	1,53	2,39	-	3,96	-	0,94	1,49
	2024	Taurene	-	1,61	1,99	-	1,80	3,04	1,64	2,71
		Rucava	-	2,01	-	-	4,36	-	1,19	-
	2025	Taurene	-	1,34	1,82	-	1,44	1,42	1,28	3,22
		Rucava	-	0,92	3,62	-	2,57	1,57	0,95	2,70

2025. gada meža nobiru frakcijās noteiktais smago metālu saturs parādīts Tab. 13. Visaugstākās Cd koncentrācijas visām meža nobiru frakcijām novērotas Rucavas parauglaukumā, visaugstāko koncentrāciju sasniedzot cita veida biomasas frakcijā (0,79 mg kg⁻¹). Arī pārējos parauglaukumos šī frakcija ķīmiskajās analīzēs uzrādījusi visaugstākās Cd koncentrācijas. Pārējo smago elementu koncentrācijas atkarībā no frakcijas variē, kopumā neiezīmējoties izteiktam pārsvaram kādā parauglaukuma ietvaros.

Tab. 13: Smago metālu saturs meža nobiru frakcijās Valgundes, Taures un Rucavas parauglaukumā 2025. gadā

Elements, mērvienība	Paraug- laukums	Vainaga zari, mizas	Dominējošās koku sugas skuja	Citu koku sugu skuja un lapas	Dominējošās koku sugas augļi	Citu koku sugu augļi	Cita biomasa
Cd, mg kg ⁻¹	Valgunde	0,3	0	0,23	0,2		0,34
	Taurene	0,26	0,16	0,29	0,15	0,13	0,69
	Rucava	0,43	0,43	0,71	0,34	0,22	0,79
Mn, g kg ⁻¹	Valgunde	0,14	0,48	0,74	0,17		0,22
	Taurene	0,35	0,62	1,13	0,25	0,51	0,49
	Rucava	0,33	0,82	1,91	0,33	0,33	1,01
Zn, g kg ⁻¹	Valgunde	0,07	0,09	0,15	0,06		0,1
	Taurene	0,09	0,06	0,09	0,05	0,11	0,1
	Rucava	0,06	0,09	0,36	0,06	0,09	0,11
Ni, mg kg ⁻¹	Valgunde	0,17	0	0,11	0,59		0,73
	Taurene	0,92	0	1,31	1,7	2,51	1,51
	Rucava	0	0,35	0,03	0,78	0,87	0,16
Cr, mg kg ⁻¹	Valgunde	0,49	0,47	0,7	1,05		1,71
	Taurene	1,87	0,92	1,4	0,88	0,38	2,8
	Rucava	1,49	0,85	0,64	1	0,46	1,87
Fe, g kg ⁻¹	Valgunde	0,24	0,08	0,13	0,07		0,51
	Taurene	0,49	0,16	0,08	0,18	0,11	0,51
	Rucava	0,33	0,09	0,13	0,15	0,21	0,36

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

Elements, mērvienība	Parauglaukums	Vainaga zari, mizas	Dominējošās koku sugas skuļas	Citu koku sugu skuļas un lapas	Dominējošās koku sugas augļi	Citu koku sugu augļi	Cita biomasa
Pb, mg kg ⁻¹	Valgunde	0,25	0,4	4,92	0		3,44
	Taurene	0,45	1,52	5,87	0,32	4,06	3,72
	Rucava	1,63	0	2,56	2,26	4,84	6,49
< NR – zem noteikšanas robežas							

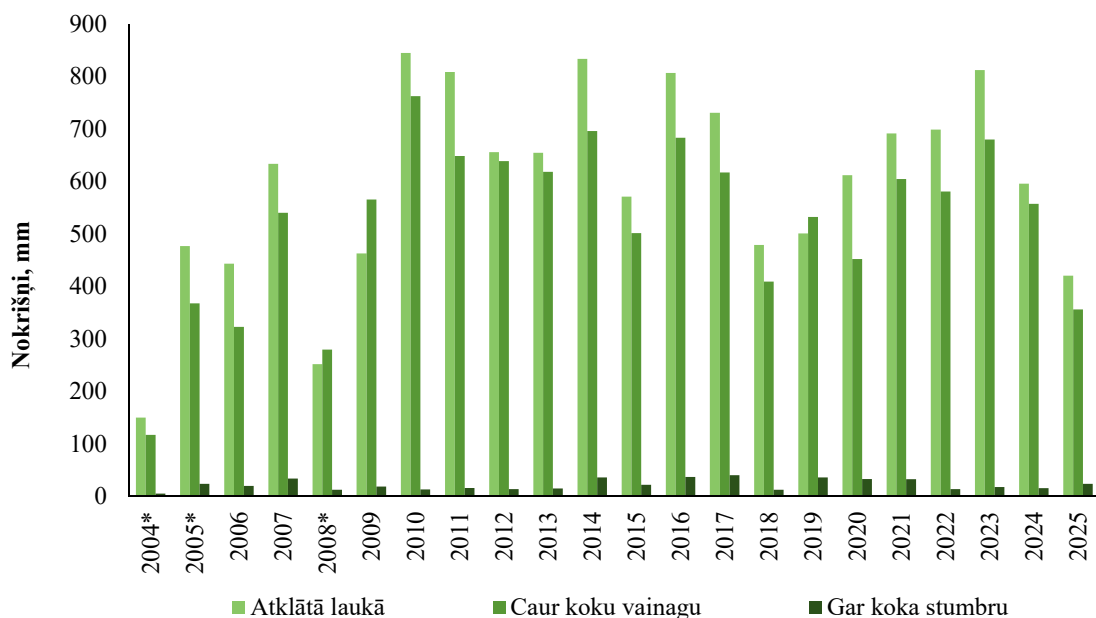
NOKRIŠŅU ŪDEŅU UZSKAITE

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 perioda (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 perioda (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 (Att. 16). 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 692mm, kas ir par 147mm vairāk nekā 2020. gadā, bet caur koka vainagu 605 mm, kas ir par 153mm vairāk nekā iepriekšējā ziņošanas periodā. Nokrišņi gar koka stumbru palikuši gandrīz identiski, 2021. gadā tie bija 33 mm, bet 2020. gadā – 33,1 mm.

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.

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

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. Laikā no 2018. līdz 2023. gadam nokrišņu apjomam atklātā laukā novērota tendence pieaugt, turpretī 2024. un 2025. gadā kopējais gada nokrišņu apjoms samazinājies (Att. 16). Pēdējos gados vismazāk nokrišņu novērots 2025. gadā, kurā nokrišņu daudzums atklātā laukā bija 421 mm, caur koka vainagiem 356,2 mm un 48 mm gar koka stumbru. Zemās nokrišņu daudzuma vērtības 2025. gadā varētu būt skaidrojamas ar nepilnīgu paraugu ielasi intensīvu lietusgāžu laikā.

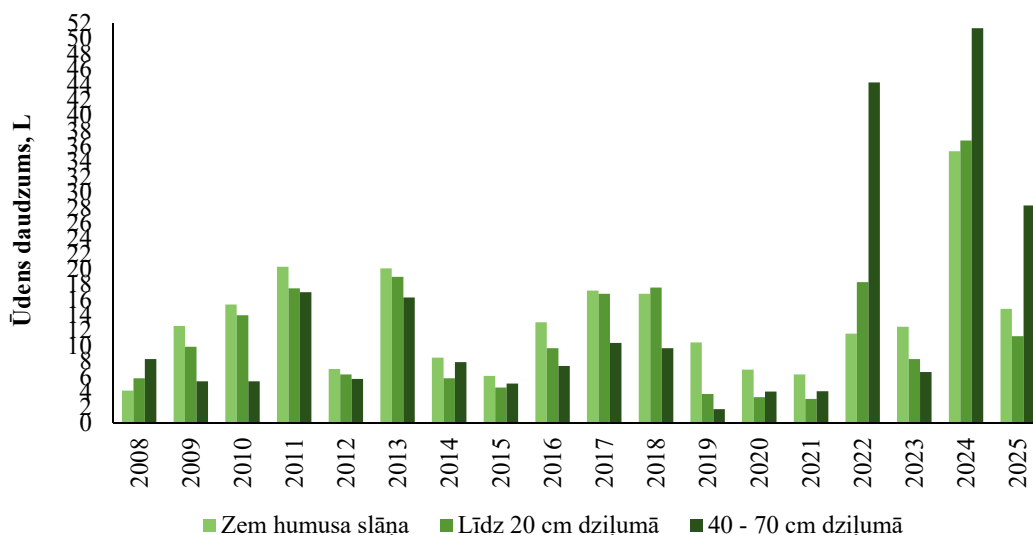


Att. 16: Nokrišņu daudzuma dinamika Valgundes parauglaukumā. * - iztrūkst mērījumi.

AUGSNES ŪDEŅU UZSKAITE

Salīdzinot augsnes ūdeņu daudzumu no 2008. līdz 2019. gadam, dažādos augsnes slāņos vērojamas atšķirīgas tendences (Att. 17). 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 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 augšējās 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 70cm 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 konstatēts novērojumu periodā vislielākais augsnes ūdeņu daudzums visos dziļumos. Zem humusa slāņa tas bijis 35,3 L, 20 cm dziļumam tas bijis 36,7 L, taču 40-70 cm dziļumā 51,3 L (Att. 17). Lielais augsnes ūdeņu daudzums šajā gadā skaidrojams ar jūlijā notikušajiem plūdiem. 2025. gadā augsnes ūdens daudzums zem humusa slāņa bijis 14,8 L, līdz 20 cm dziļumam 11,3 L, taču 40-70 cm dziļumā 28,3 L, kas ir ievērojami vairāk, nekā vidēji visā novērojumu periodā.



Att. 17: Augsnes ūdeņu daudzuma izmaiņas no 2008. līdz 2025. gadam Valgundes parauglaukumā.

NOKRIŠŅU UN AUGSNES ŪDEŅU ĶĪMISKĀS ANALĪZES

Nokrišņu ūdeņi

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 (Tab. 14). Ķīmisko elementu ieneses aprēķināšanai izmantoti dati par ienesi no nokrišņu ūdeņiem atklātā laukā.

Bāzisko katjonu ienese ar nokrišņiem Valgundes parauglaukumā periodā no 2009. līdz 2025. gadam bijusi svārstīga. Vidēji vislielākā ienese novērota Ca ($6,52 \text{ kg ha}^{-1}$), kam seko K ($3,23 \text{ kg ha}^{-1}$), Na ($3,20 \text{ kg ha}^{-1}$) un Mg ($1,72 \text{ kg ha}^{-1}$). Mg visā periodā saglabājies relatīvi stabils, taču pārējie katjoni pēdējos gados uzrādījuši izteiktus maksimumus. Izteikti augsta K ienese novērota 2024. gadā ($18,13 \text{ kg ha}^{-1}$), kas divreiz pārsniedz otru augstāko novērojumu vērtību. Ca straujš ieneses pieaugums novērots 2018. ($16,03 \text{ kg ha}^{-1}$) un 2022. gadā ($12,05 \text{ kg ha}^{-1}$), kopumā raksturojoties ar lielākām svārstībām novērojumu perioda pēdējos gados. Na ienese novērojumu periodā pakāpeniski palielinājusies, sasniedzot maksimumu 2023. gadā ($6,27 \text{ kg ha}^{-1}$), kā arī pēdējos septiņus gadus pārsniedzot visa novērojumu perioda vidējo vērtību.

Gada vidējā kopējā slāpekļa ienese novērojumu periodā ir $9,75 \text{ kg ha}^{-1}$. Vislielākās kopējā slāpekļa ieneses konstatētas novērojumu perioda sākumā, sasniedzot maksimumu 2010. gadā ($40,23 \text{ kg ha}^{-1}$), kam sekojis pakāpenisks kritums, ienesēm 2013.-2020. gada

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

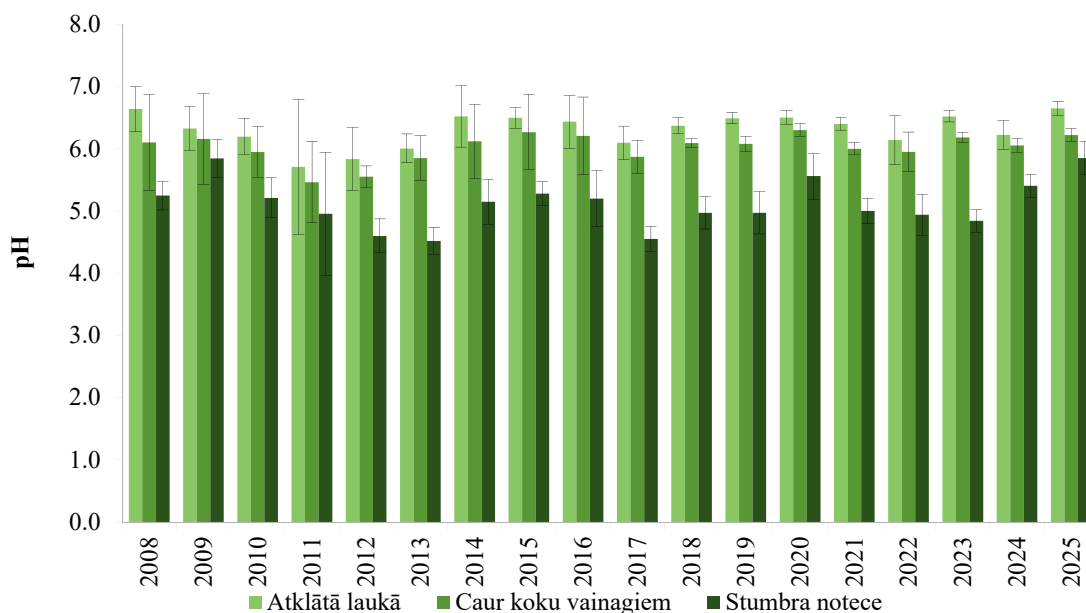
laika posmā saglabājoties 3-5 kg ha⁻¹ robežās. Pēdējos gados kopējā slāpekļa ienese palielinājusies ar visaugstāko novēroto ienesi 2021. gadā (13,82 kg ha⁻¹), pēc kā ienese saglabājusās 5-9 kg ha⁻¹ robežās. Arī N-NH₄ (vidēji 2,56 kg ha⁻¹ gadā) ienese pēdējos gados ir palielinājusies, sasniedzot augstāko vērtību 2023. gadā (5,92 kg ha⁻¹), savukārt N-NO₃ (vidēji 1,56 kg ha⁻¹ gadā) ikgadējās ieneses visā novērojumu periodā saglabājušās salīdzinoši stabilas ar viszemāko novēroto ienesi 2025. gadā (0,93 kg ha⁻¹).

Cl ienese (vidēji 5,46 kg ha⁻¹ gadā) novērojumu periodā raksturojusies ar epizodiski augstām vērtībām, īpaši 2020. un 2022. gadā (attiecīgi, 14,40 un 15,88 kg ha⁻¹), kas liecina par neregulāru taču ievērojamu ienesi. S-SO₄ ienese (vidēji 2,82 kg ha⁻¹ gadā) novērojumu periodā nav uzrādījusi izteiktas tendences, neskaitot vienu izlecošu vērtību 2014. gadā (14,46 kg ha⁻¹). Kopumā ikgadējā ķīmisko elementu ienese novērojumu periodā vairākiem elementiem bijusi pastāvīga, taču pēdējie gadi iezīmējas ar pieaugošu variāciju un atsevišķām augstām ikgadējām ienesēm, īpaši K, Cl un N savienojumiem.

Tab. 14: 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	2025	Vidēji
K	5,50	3,35	2,48	2,33	1,21	1,31	2,47	1,05	1,19	3,98	2,57	3,83	5,86	6,08	8,97	18,13	2,33	3,23
Ca	6,15	5,27	5,39	3,31	7,93	6,39	5,05	7,49	3,73	16,03	14,14	11,06	4,70	12,05	9,06	7,77	4,40	6,52
Mg	2,36	1,51	2,21	1,36	2,03	1,86	1,80	1,43	1,34	2,09	1,62	2,48	1,81	2,49	3,50	2,82	1,76	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	6,03	4,26	5,63	6,27	5,70	4,26	3,20
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	1,80	4,03	3,12	5,92	4,03	2,86	2,56
Cl	4,71	4,74	6,24	3,63	3,67	3,53	5,29	4,55	3,14	9,99	9,56	14,40	2,89	15,88	9,40	9,95	4,28	5,46
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	2,31	1,56	2,65	1,59	0,99	0,93	1,56
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	1,48	2,12	1,53	1,71	1,68	0,94	2,82
DTN	29,92	40,23	18,58	12,79	3,12	4,34	5,18	3,40	4,59	5,20	3,42	4,41	13,82	5,28	8,63	6,86	7,15	9,75

Slāpekļa un sēra savienojumi atmosfērā būtiski ietekmē nokrišņu pH. Gada griezumā atklāta lauka nokrišņu vidējā pH vērtība laika periodā no 2004. līdz 2025. gadam Valgundes parauglaukumā svārstījusies robežās no 5,7 ±0,2 2011. gadā līdz 6,7 ±0,1 2025. gadā (Att. 18). Koku vainagu caurteces vidējais pH svārstījies no 5,5 ±0,2 2011. gadā līdz 6,3 ±0,2 2015. un 2020. gadā, bet koku stumbru noteces nokrišņu vidējā pH vērtība bijusi robežās no 4,5 ±0,1 2013. gadā līdz 5,9 ±0,3 2025. gadā. Rezultāti, sevišķi novērojumu perioda pirmajā pusē, 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. Šī tendence gan pēdējos gados izteikti neiezīmējas, vidējām nokrišņu pH vērtībām kļūstot stabilākām ar mazākām ikgadējām svārstībām.

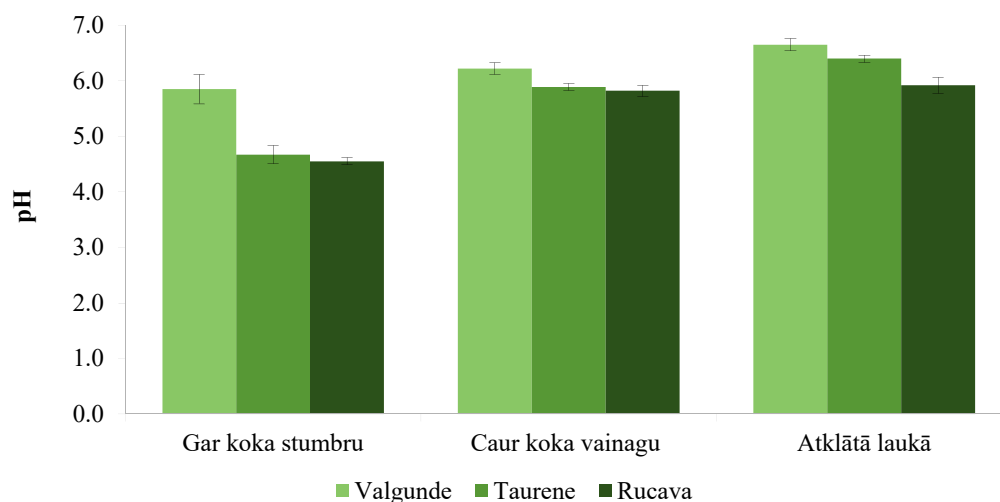


Att. 18: Atklātā lauka, koku vainagu caurteces un stumbru noteces nokrišņu vidējais pH laika posmā no 2008. līdz 2025. gadam Valgundes parauglaukumā.

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.

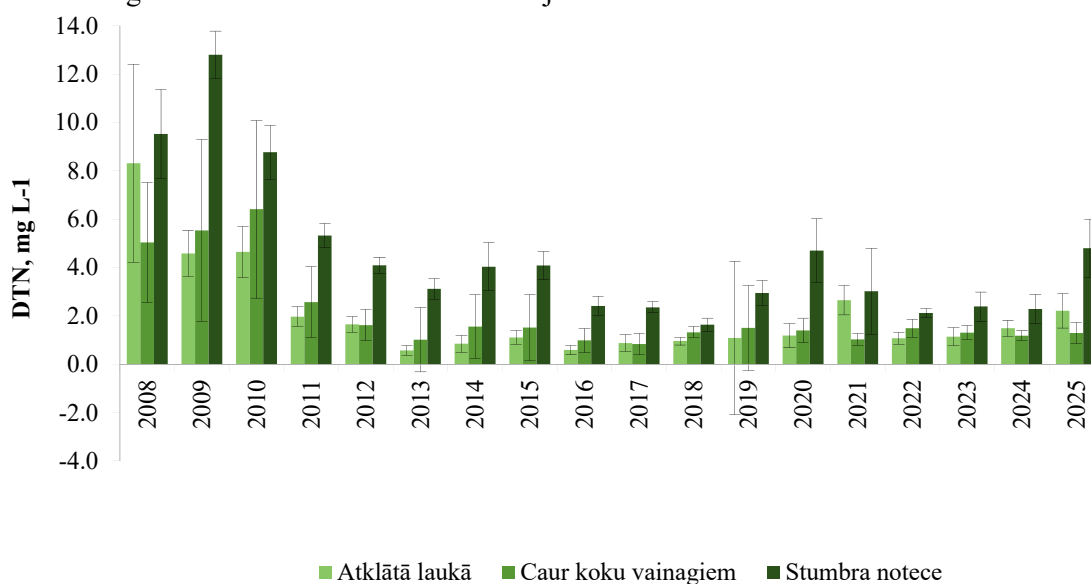
Kopš 2015. gada 1. maija nokrišņu paraugu ņemšana un analizēšana uzsākta arī Taurenē un Rucavas parauglaukumos. Visos parauglaukumos visskābākais nokrišņu ūdeņu pH 2025. gadā konstatēts koku stumbru noteces nokrišņos, Valgundē – $5,9 \pm 0,3$, Taurenē – $4,7 \pm 0,2$ un Rucavā – $4,6 \pm 0,1$ (Att. 19). Savukārt, visaugstākās vidējās pH vērtības Valgundes ($6,7 \pm 0,1$), Taurenē ($6,4 \pm 0,1$) un Rucavas ($5,9 \pm 0,1$) parauglaukumos ir konstatētas nokrišņos atklātā laukā (Att. 19).

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma



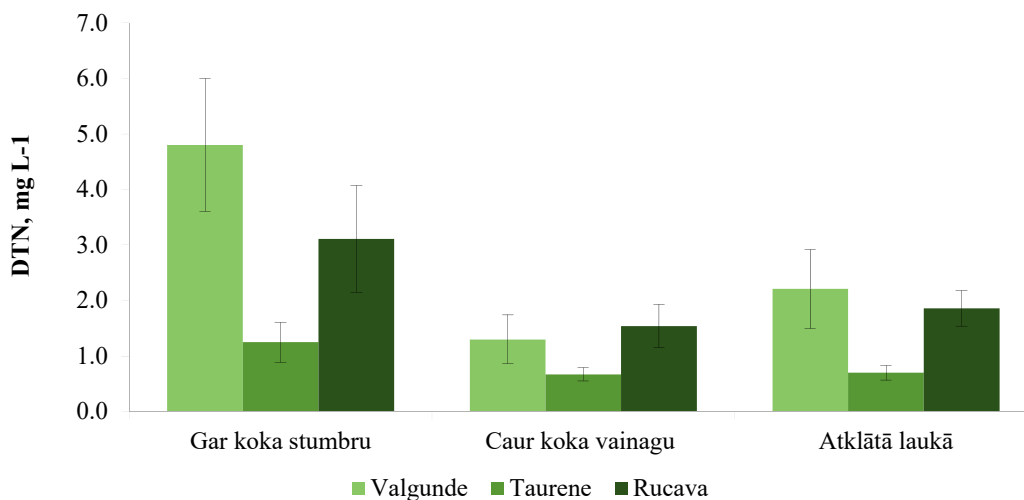
Att. 19: Vidējais nokrišņu ūdeņu pH Valgundes, Tauresnes un Rucavas parauglaukumos 2025. gadā.

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 (Att. 20), kad slāpekļa saturs nokrišņos svārstījies no 4,4 mg L⁻¹ atklāta lauka nokrišņos līdz 12,8 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, turpmākajā periodā saglabājoties salīdzinoši vienmērīgā daudzumā atklāta lauka un koku vainagu caurtecēs nokrišņos, taču mainīgākas koncentrācijas novērojamas stumbra noteces nokrišņu ūdeņos. Jaunākajos novērojumos slāpekļa saturs stumbra noteces ūdeņos palielinājies no 2,3 mg L⁻¹ 2024. gadā uz 4,8 mg L⁻¹ 2025. gadā, kas ir pēdējos gados lielākā novērotā koncentrācija.



Att. 20: Vidējais kopējā slāpekļa (DTN) saturs nokrišņu ūdeņos Valgundes parauglaukumā kopš 2008. gada.

Att. 21 parādīts vidējā kopējā slāpekļa satura salīdzinājums nokrišņu ūdenī 2025. gadā Valgundes, Taurenē un Rucavas parauglaukumos. Visos parauglaukumos lielākais kopējā slāpekļa saturs konstatēts stumbra noteces nokrišņos (Att. 21). Vislielākais DTN saturs novērots Valgundes parauglaukumā ($4,8 \pm 1,2 \text{ mg L}^{-1}$), kam seko Rucava ($3,1 \pm 1,0 \text{ mg L}^{-1}$), taču ievērojami zemāks DTN saturs novērots Taurenē ($1,3 \pm 0,4 \text{ mg L}^{-1}$).



Att. 21: Vidējais kopējā slāpekļa (DTN) saturs nokrišņu ūdeņos Valgundes, Taurenē un Rucavas parauglaukumos 2025. gadā.

Koku augšanai nozīmīga ir bāzisko katjonu pieejamība augsnē. Viens no bāzisko katjonu ieneses avotiem ekosistēmā ir nokrišņu ūdeņi. Nokrišņu ūdens elektrovadītspēja, kas raksturo kopējo izšķīdušo sāļu daudzumu ūdenī, un bāzisko katjonu saturs par 2025. gadu apkopots Tab. 15. Salīdzinoši vislielākā elektrovadītspēja un bāzisko katjonu saturs visos parauglaukumos novērojams stumbra noteces ūdeņos. Viszemākā elektrovadītspēja Rucavā un Taurenē novērojama nokrišņu ūdeņos atklātā laukā, turpretim Valgundē viszemākās šīs vērtības ir nokrišņos, kas izskalojušies caur koku vainagiem. Viszemākais bāzisko katjonu saturs visos parauglaukumos novērojams nokrišņos atklātā laukā.

Tab. 15: Nokrišņu ūdeņu ķīmiskais sastāvs Valgundes, Taurenē un Rucavas parauglaukumos 2025. gada novērojumu periodā

Elements	Parauglaukums	Atklātā laukā	Caur koku vainagu	Stumbra notece
Elektrovadītspēja, $\mu\text{S cm}^{-1}$	Valgunde	$26,32 \pm 5,25$	$25,79 \pm 6,26$	$79,60 \pm 11,64$
	Taurene	$12,18 \pm 2,17$	$17,61 \pm 2,22$	$45,96 \pm 3,10$
	Rucava	$20,67 \pm 2,33$	$29,70 \pm 4,23$	$86,45 \pm 15,80$
Ca, mg L^{-1}	Valgunde	$1,19 \pm 0,18$	$1,43 \pm 0,41$	$5,50 \pm 0,93$
	Taurene	$0,85 \pm 0,19$	$1,03 \pm 0,16$	$2,96 \pm 0,30$
	Rucava	$0,57 \pm 0,10$	$0,92 \pm 0,12$	$5,04 \pm 1,28$

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

Elements	Parauglaukums	Atklātā laukā	Caur koku vainagu	Stumbra notece
Mg, mg L ⁻¹	Valgunde	0,50±0,07	0,60±0,11	1,55±0,12
	Taurene	0,20±0,04	0,41±0,06	0,91±0,08
	Rucava	0,23±0,03	0,45±0,06	1,56±0,42
K, mg L ⁻¹	Valgunde	0,69±0,16	1,35±0,24	5,97±0,73
	Taurene	0,33±0,10	1,54±0,25	3,76±0,21
	Rucava	0,69±0,16	1,94±0,39	4,37±0,51

Augsnes ūdeņi

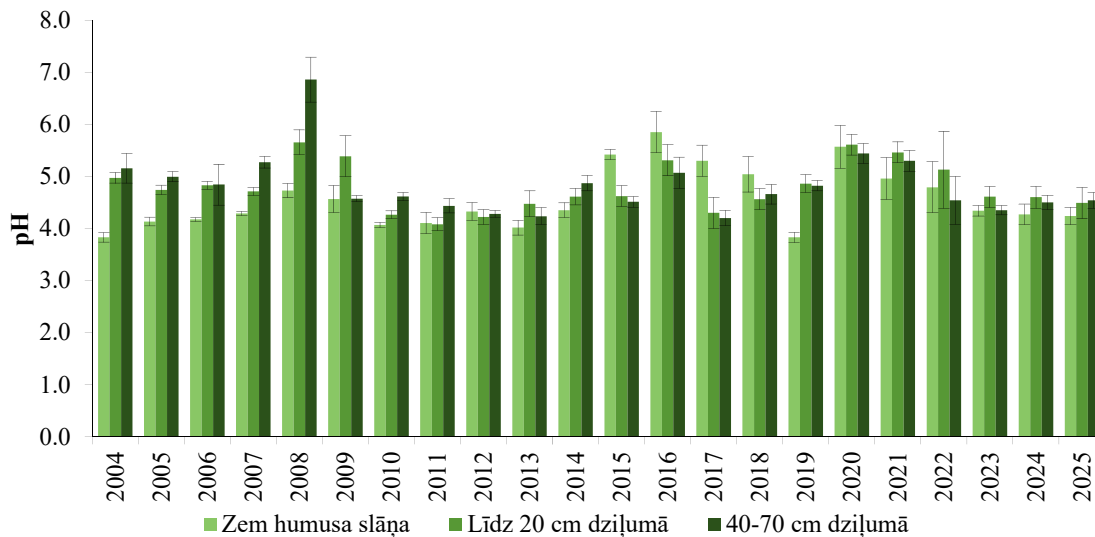
Ķīmisko vielu iznese no priežu mežu ekosistēmām notiek galvenokārt ar augsnes ūdeni. Meža ekosistēmā, nokrišņiem nonākot uz augsnes un sūcoties cauri augsnes slāņiem, ūdens daudzums mainās un tā ķīmiskais sastāvs tiek pārveidots. Procesī, kas pārveido augsnes ūdeni, ietver barības elementu uzņemšanu, 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 (Att. 22). Laika posmā no 2004. gada līdz 2014. gadam un 2019. un 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. gada līdz 2018. gadam vērojama pretēja tendence – palielinoties augsnes dziļumam, augsnes ūdens pH vērtība samazinās jeb augsnes ūdens kļūst skābāks. Kopš 2019. gada šādas tendences vairs neiezīmējas un ikgadējos novērojumos redzams, ka palielinoties augsnes dziļumam līdz 20 cm, palielinās pH jeb augsnes ūdens kļūst bāziskāks, turpretim dziļākos slāņos ūdens atkal kļūst skābāks, pH līmenim samazinoties.

Valgundes parauglaukumā 2017. gada novērojumu periodā vidējā augsnes ūdens pH vērtība zem humusa slāņa bija 5,3 ±0,3, līdz 20 cm dziļumā – 4,3 ±0,4 un 40-70 cm dziļumā – 4,2 ±0,2. 2018. gada novērojumu periodā vidējā augsnes ūdens pH vērtība zem humusa slāņa bija 5,1 ±0,4, līdz 20 cm dziļumā – 4,5 ±0,2 un 40-70 cm dziļumā – 4,6 ±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 ±0,1 (Att. 22). Savukārt vidējais augsnes ūdens pH līdz 20 cm dziļumā un 40-70 cm dziļumā ir saglabājies 2018. gada līmenī, attiecīgi, pH 4,9 ±0,2 un 4,8 ±0,1. 2021. gada novērojumu periodā vidējā augsnes ūdens pH vērtība zem humusa slāņa bija 4,96 ±0,4, līdz 20 cm dziļumā – 5,46 ±0,2 un 40-70 cm dziļumā – 5,3 ±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 ievāktā paraugu pH vērtībās ievērojamas izmaiņas nav novērotas, salīdzinot ar iepriekš ziņotajiem datiem. Valgundes parauglaukuma augsnes ūdens pH vērtības zem humusa slāņa sasniedz – 4,8±0,5, līdz 20 cm dziļumam – 5,1±0,7, 40-70 cm dziļumā – 4,5±0,5. 2023. gadā

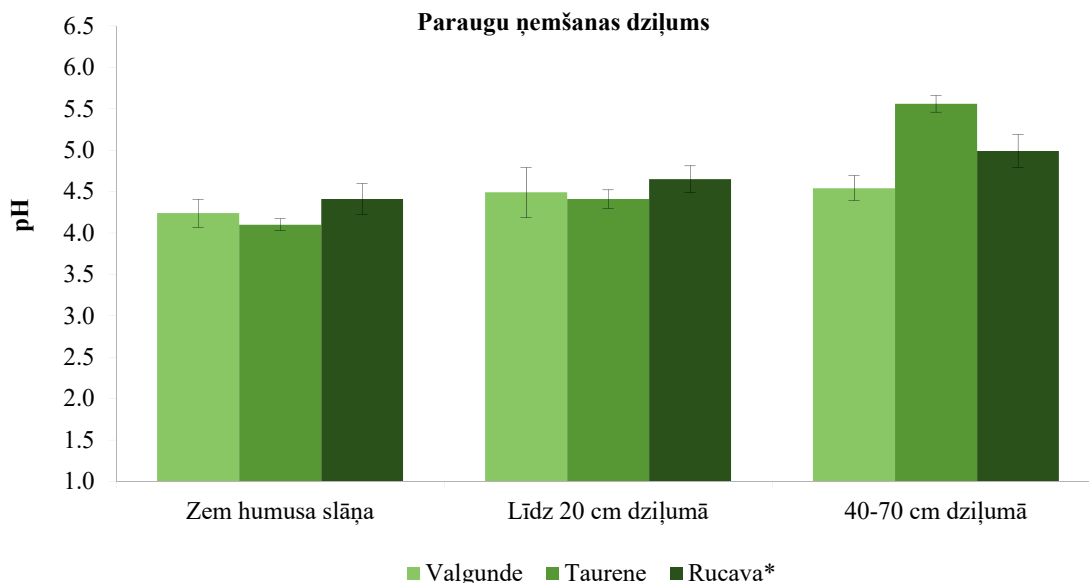
Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

turpinās tendence kas manāma jau pēdējos 3 gadus - visos augsnes ūdeņu dziļuma paraugos gadu no gada samazinās pH līmenis. Sākot ar 2023. gadu, augsnes ūdeņu pH līmenis visos dziļumos saglabājies praktiski nemainīgs, 2025. gadā zem humusa slāņa tam esot $4,2 \pm 0,2$, līdz 20 cm dziļumam $4,5 \pm 0,3$, taču 40-70 cm dziļumā $4,5 \pm 0,2$ (Att. 22).



Att. 22: Vidējās augsnes ūdens pH vērtības Valgundes parauglaukumā.

Zem humusa slāņa un līdz 20 cm dziļumam pH vērtības starp parauglaukumiem 2025. gadā bijušas ļoti līdzīgas, taču 40-70 cm dziļumā visaugstākais pH novērots Taurenē ($5,6 \pm 0,1$), taču zemāks tas bijis Rucavā ($5,0 \pm 0,2$) un Valgundē ($4,5 \pm 0,2$). Kopumā, palielinoties dziļumam, palielinās pH līmenis (Att. 23).



Att. 23: Augsnes ūdens vidējās pH vērtības Valgundes, Taurenes un Rucavas parauglaukumā 2025. gada novērojumu periodā.

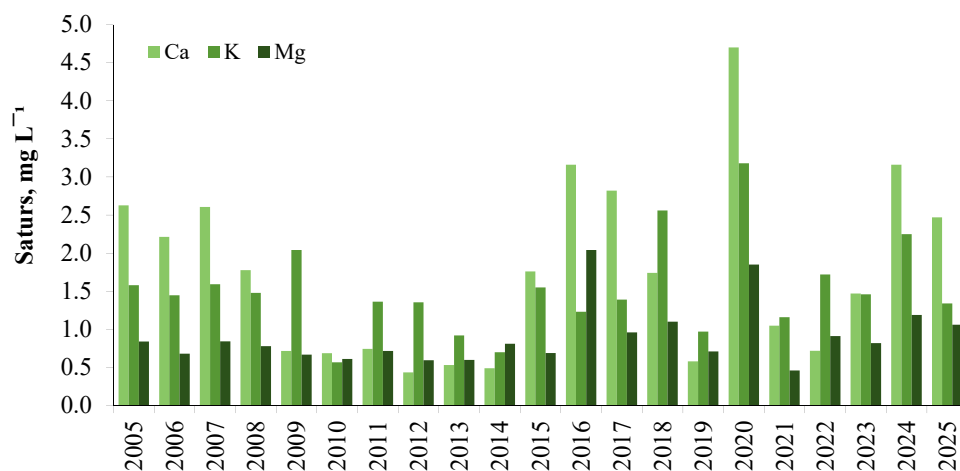
Minerālu dēdēšana ir būtisks process, kas augsnei piegādā bāziskos katjonus. Šos katjonus augi uzņem ar saknēm, vai arī tie tiek izskaloti. Att. 24, 25 un 26 parādīts vidējais bāzisko katjonu saturs augsnes ūdeņos dažādos dziļumos otrā līmeņa meža monitoringa Valgundes parauglaukumā laika posmā no 2005. gada līdz 2025. gadam.

Ca saturs augsnes ūdeņos zem humusa slāņa līdz 2008. gadam bijis robežās no 1,8 līdz 2,6 mg L⁻¹ (Att. 24). 2009. gadā Ca saturs būtiski samazinājies līdz 0,7 mg L⁻¹, saglabājot līdzīgas vērtības līdz 2015. gadam, kad noticis pieaugums, kas noslēdzies 2016. gadā, sasniedzot 3,2 mg L⁻¹. No 2017. līdz 2019. gadam Ca saturs katru gadu samazinājies, sasniedzot 0,6 mg L⁻¹. 2020. gadā Ca saturs strauži sasniedzis novērojumu periodā visaugstāko vērtību jeb 4,7 mg L⁻¹, kam sekojis straujš sarukums līdz 0,7 mg L⁻¹ 2022. gadā. 2023. gadā Ca saturs augsnes ūdeņos zem humusa slāņa atkal atsācis pieaugt, 2024. gadā sasniedzot 3,2 mg L⁻¹. 2025. gadā tas nokrities uz 2,5 mg L⁻¹. Kopumā Ca satura izmaiņas novērojumu laikā bijušas ļoti dinamiskas, to vērtību diapazonam būtiski pārsniedzot K un Mg koncentrāciju izmaiņas, taču konkrētas tendences iezīmējušās nav.

K saturs augsnes ūdeņos zem humusa slāņa līdz 2009. gadam bijis robežās no 1,4 līdz 2,0 mg L⁻¹ (Att. 24). 2010. gadā K saturs nokrities līdz 0,6 mg L⁻¹, taču 2011. un 2012. gadā atgriezies iepriekšējos gados novēroto vērtību robežās. 2013. un 2014. gadā K saturs samazinājies līdz 0,7-0,9 mg L⁻¹, taču 2015. gadā noticis pieaugums līdz 1,6 mg L⁻¹. Līdz 2017. gadam būtiskas izmaiņas K saturā nav novērojamas, taču 2018. gadā tas būtiski palielinājies, sasniedzot visā novērojumu periodā otru augstāko vērtību jeb 2,6 mg L⁻¹. 2019. gadā sekojis būtisks K satura samazinājums līdz 1 mg L⁻¹. 2020. gadā sasniegts vislielākais K saturs novērojumu periodā jeb 3,2 mg L⁻¹. 2021. gadā K saturs ievērojami samazinājies līdz 1,2 mg L⁻¹, kam sekojis pakāpenisks pieaugums līdz 2024. gadam, kad K saturs bijis 2,3 mg L⁻¹. 2025. gadā K saturs nokrities uz 1,3 mg L⁻¹.

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

Mg saturs augsnes ūdeņos salīdzinājumā ar Ca un K saturu novērojumu periodā kopumā bijis vismazākais. No 2005. līdz 2015. gadam tas katru gadu saglabājies vienmērīgs, esot robežās no 0,6 līdz 0,8 mg L⁻¹ (Att. 24). Sākot ar 2016. gadu, Mg satura ikgadējo vērtību izmaiņas kļuvušas dinamiskākas. 2016. gadā tās sasniegušas novērojumu periodā visaugstāko vērtību jeb 2,0 mg L⁻¹. 2017.-2019. gadā Mg saturs atkal samazinājies, paliekot robežās no 1,0 līdz 1,4 mg L⁻¹. 2020. gadā Mg saturs sasniedzis otru augstāko novēroto vērtību jeb 1,9 mg L⁻¹, turpretī sekojošajā 2021. gadā Mg saturs sasniedzis viszemāko vērtību novērojumu periodā jeb 0,5 mg L⁻¹. Kopš 2022. gada vērtības saglabājušās relatīvi nemainīgas, taču augstākas nekā novērojumu perioda sākumā, tām esot robežās no 0,8 līdz 1,2 mg L⁻¹.

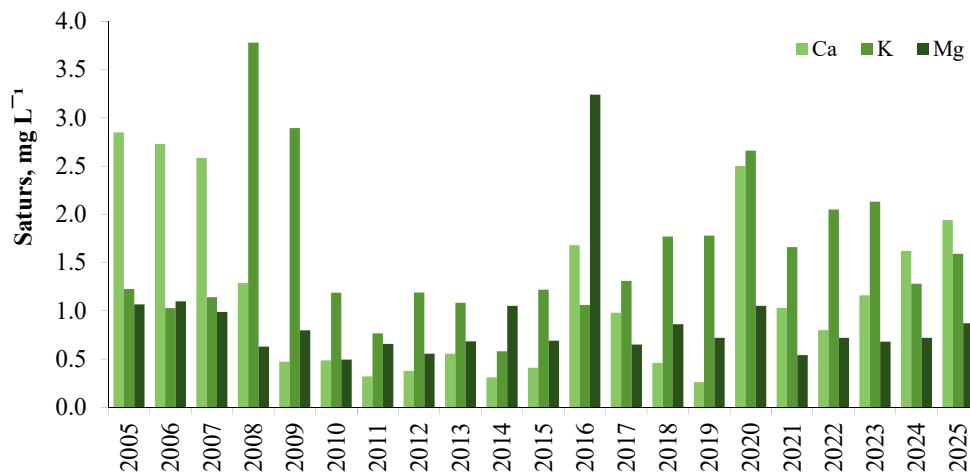


Att. 24: Bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī zem humusa slāņa laika posmā no 2005. līdz 2025. gadam Valgundes parauglaukumā.

Ca saturs augsnes ūdenī līdz 20 cm dziļumam novērojumu perioda sākumā bijis visaugstākais, 2005. gadā sasniedzot 2,9 mg L⁻¹ (Att. 25). Līdz 2007. gadam vērtības saglabājušās līdzīgas, taču 2008. gadā sācies straujš kritums, Ca saturam samazinoties līdz 0,5 mg L⁻¹ 2009. gadā. Līdz 2015. gadam ikgadējais Ca saturs saglabājies zems, tam esot robežās no 0,3 līdz 0,6 mg L⁻¹. 2016. gadā Ca koncentrācija augsnes ūdenī līdz 20 cm dziļumam strauji palielinājusies līdz 1,7 mg L⁻¹, kam sekojis pakāpenisks kritums, 2019. gadā sasniedzot vienu no viszemākajām novērotajām vērtībām jeb 0,3 mg L⁻¹. 2020. gadā Ca saturs palielinājies līdz 2,5 mg L⁻¹, kas ir novērojumu perioda pēdējo gadu visaugstākā vērtība. Sākot ar 2021. gadu Ca saturs samazinājies, sasniedzot 0,8 mg L⁻¹ 2022. gadā, kam turpmākajos gados sekojis pakāpenisks pieaugums, sasniedzot 1,9 mg L⁻¹ 2025. gadā. Salīdzinājumā ar izmaiņām zem humusa slāņa, Ca saturs augsnes ūdenī līdz 20 cm dziļumam bijis stabilāks, tā ikgadējām izmaiņām esot zemākām.

K saturs augsnes ūdenī līdz 20 cm dziļumam līdz 2017. gadam lielākoties bijis 0,6-1,3 mg L⁻¹ robežās ar būtiskiem izņēmumiem 2008. un 2009. gadā (Att. 25), kad tas ievērojami palielinājies līdz 3,8 un 2,9 mg L⁻¹. No 2018. līdz 2023. gadam K saturs kopumā ir palielinājies, turoties 1,7-2,7 mg L⁻¹ robežās, taču 2024. gadā tas nokrities līdz 1,3 mg L⁻¹, kas ir pēdējo gadu laikā viszemākā novērotā K satura vērtība dziļumā līdz 20 cm. 2025. gadā K saturs palielinājies līdz 1,6 mg L⁻¹.

Mg saturs augsnes ūdenī līdz 20 cm dziļumam novērojumu periodā bijis salīdzinoši stabils. Vienīgais gads, kas izceļas uz novērojumu fona, bija 2016. gads, kad Mg koncentrācija sasniegusi visaugstāko vērtību jeb $3,2 \text{ mg L}^{-1}$ (Att. 25), kas vairākas reizes pārsniedz citos gados novērotās Mg koncentrācijas. Neskaitot šo izlecošo vērtību, Mg saturs augsnes ūdenī līdz 20 cm dziļumam novērojumu periodā bijis tuvu zem humusa slāņa novērotajām vērtībām.



Att. 25: Bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī līdz 20 cm dziļumam laika posmā no 2005. līdz 2025. gadam Valgundes parauglaukumā.

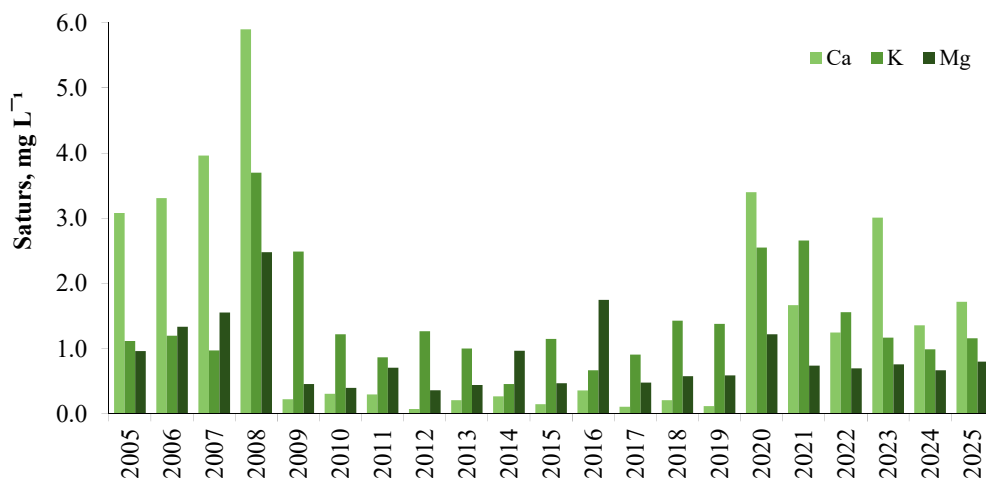
Ca saturs 40-70 cm dziļumā pirmajos gados iezīmē līdzīgas tendences ar abiem augstāk esošajiem slāņiem, vērtībām esot lielākām. Visaugstākais Ca saturs konstatēts 2008. gadā, kad tas sasniedzis $5,9 \text{ mg L}^{-1}$, kas ir arī visaugstākā bāzisko katjonu vērtība visos apskatītajos dziļumos (Att. 26). Laika periodā no 2009. līdz 2019. gadam Ca saturs 40-70 cm dziļumā bijis viszemākais no visiem apskatītajiem dziļumiem, esot robežās no $0,1$ līdz $0,4 \text{ mg L}^{-1}$. 2020. gadā tas būtiski palielinājies līdz $3,4 \text{ mg L}^{-1}$, taču 2021. un 2022. gadā samazinājies līdz $1,7$ un $1,3 \text{ mg L}^{-1}$. 2023. gadā atkal notikusi ievērojama Ca satura palielināšanās līdz $3,0 \text{ mg L}^{-1}$, taču 2024. gadā tas nokrities līdz $1,4 \text{ mg L}^{-1}$. 2025. gadā Ca saturs palielinājies līdz $1,7 \text{ mg L}^{-1}$. Kopumā, līdz 2008. gadam Ca saturs bijis izteikti augsts, 2009.-2019. gadā izteikti zems, taču, sākot ar 2020. gadu, svārstīgs, neuzrādot noteiktas tendences.

K saturs, līdzīgi kā augsnes slānī līdz 20 cm dziļumam, līdz 2017. gadam lielākoties bijis vienmērīgs, saglabājoties $0,9$ - $1,3 \text{ mg L}^{-1}$ robežās, taču ar būtiskiem izņēmumiem 2008. un 2009. gadā, kad tas sasniedzis $3,7$ un $2,5 \text{ mg L}^{-1}$ vērtības (Att. 26). Sākot ar 2018. gadu K satura vērtību diapazons ir palielinājies, izceļoties ar augstām vērtībām 2020. un 2021. gadā, kad tās attiecīgi bijušas $2,6$ un $2,7 \text{ mg L}^{-1}$. Sākot ar 2022. gadu, K saturam novērojama tendence pakāpeniski samazināties, 2024. gadā sasniedzot $1,0 \text{ mg L}^{-1}$. 2025. gadā K saturs palielinājies līdz $1,2 \text{ mg L}^{-1}$. Kopumā K satura dinamika 40-70 cm dziļumā bijusi līdzīga dziļumam līdz 20 cm.

Mg saturs augsnes ūdeņos 40-70 cm novērojumu sākumā katru gadu pakāpeniski palielinājies no $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ 2005. gadā līdz $2,5 \text{ mg L}^{-1}$ 2008. gadā, kas ir visaugstākā novērojumu periodā konstatētā Mg koncentrācijas šajā dziļumā (Att. 26). 2009. gadā Mg

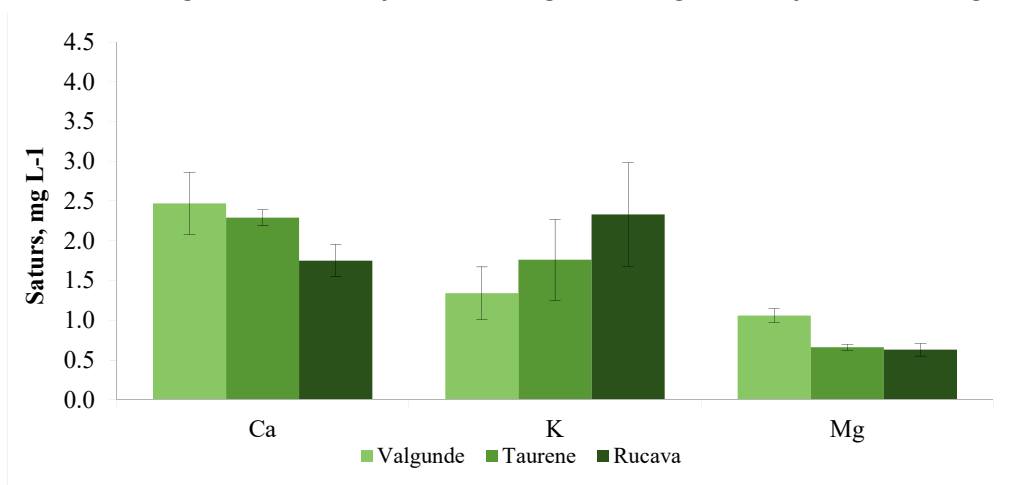
Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

saturs samazinājies līdz $0,5 \text{ mg L}^{-1}$, turpmākajā laika periodā saglabājoties relatīvi zems ar nelielu tendenci pieaugt. Kā izņēmumi pieminami 2016. un 2020. gads, kad Mg saturs pēkšņi palielinājies līdz $1,8$ un $1,2 \text{ mg L}^{-1}$, sekojošajos gados pazeminoties.



Att. 26: Bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī 40-70 cm dziļumā laika posmā no 2005. līdz 2025. gadam Valgundes parauglaukumā.

Bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī zem humusa slāņa 2025. gada novērojumu periodā Valgundes, Taurenē un Rucavas parauglaukumos parādīts Att. 27. Vislielākais Ca un Mg saturs 2025. gadā novērots Valgundē ($\text{Ca} - 2,5 \pm 0,4 \text{ mg L}^{-1}$, $\text{Mg} - 1,1 \pm 0,1$), taču vislielākais K saturs novērots Rucavā ($\text{K} - 2,3 \pm 0,7 \text{ mg L}^{-1}$). Viszemākais Ca un Mg saturs novērots Rucavā ($\text{Ca} - 1,8 \pm 0,2 \text{ mg L}^{-1}$, $\text{Mg} - 0,6 \pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$), taču viszemākais K saturs novērots Valgundē ($\text{K} - 1,3 \pm 0,3 \text{ mg L}^{-1}$). Taurenē Ca saturs 2025. gadā bijis $2,3 \pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$, K saturs bijis $1,8 \pm 0,5 \text{ mg L}^{-1}$ un Mg saturs bijis $0,7 \pm 0,04 \text{ mg L}^{-1}$.

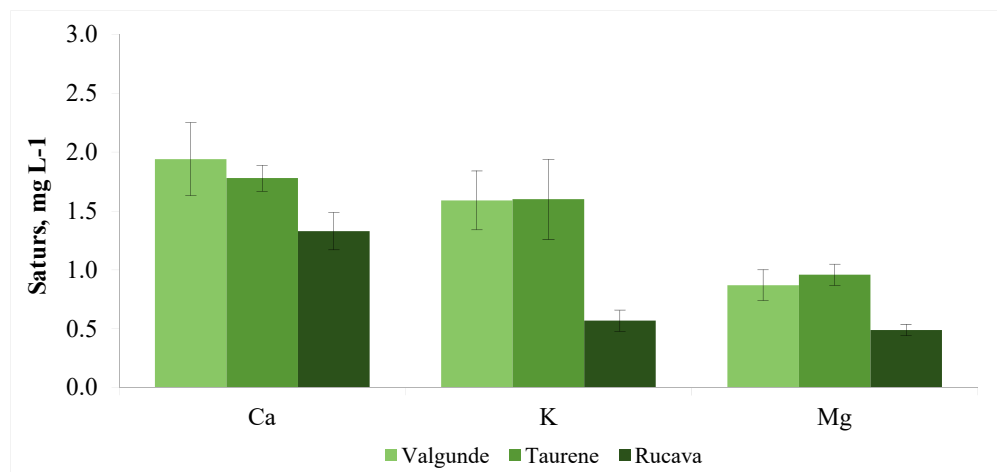


Att. 27: Bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī zem humusa slāņa 2025. gada novērojumu periodā Valgundes, Taurenē un Rucavas parauglaukumos.

Bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī līdz 20 cm dziļumam 2025. gada novērojumu periodā Valgundes, Taurenē un Rucavas parauglaukumos parādīts Att. 28. Ca saturs vislielākais bijis Valgundē ($1,9 \pm 0,3 \text{ mg L}^{-1}$), kam seko Taurene ($1,8 \pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$) un

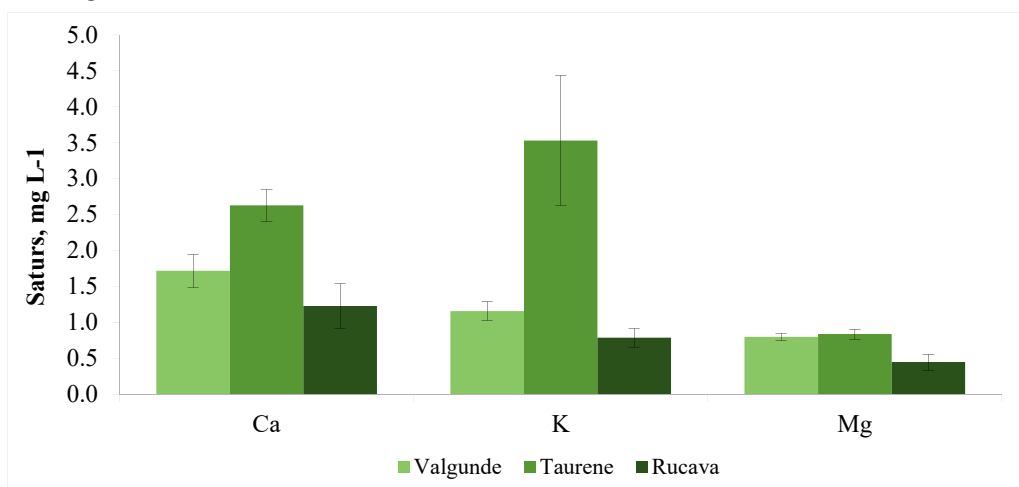
Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

Rucava ($1,3 \pm 0,2 \text{ mg L}^{-1}$). K saturs Valgundē un Taurenē bijis vienāds ($1,6 \pm 0,3 \text{ mg L}^{-1}$), taču Rucavā tas bijis ievērojami mazāks ($0,6 \pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$). Vislielākais Mg saturs konstatēts Taurenē ($1,0 \pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$), kam seko Valgunde ($0,9 \pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$), taču vismazākā Mg koncentrācija konstatēta Rucavā ($0,5 \pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$).



Att. 28: Bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī līdz 20 cm dziļumam 2025. gada novērojumu periodā Valgundes, Tauresnes un Rucavas parauglaukumos.

Bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī 40-70 cm dziļumā 2025. gada novērojumu periodā Valgundes, Tauresnes un Rucavas parauglaukumos parādīts Att. 29. Taurenē konstatētas visaugstākās bāzisko katjonu vērtības, kur Ca bijis $2,6 \pm 0,2 \text{ mg L}^{-1}$, K $3,5 \pm 0,9 \text{ mg L}^{-1}$ un Mg $0,8 \pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$. Valgundē Ca saturs bijis $1,7 \pm 0,2 \text{ mg L}^{-1}$, K $1,2 \pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$ un Mg $0,8 \pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$. Rucavā Ca saturs bijis $1,2 \pm 0,3 \text{ mg L}^{-1}$, K $0,8 \pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$ un Mg $0,5 \pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$.



Att. 29: Bāzisko katjonu saturs augsnes ūdenī 40-70 cm dziļumā 2025. gada novērojumu periodā Valgundes, Tauresnes un Rucavas parauglaukumos.

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 septembrim;
- no 2024. gada jūnija līdz septembrim.
- no 2025. gada aprīļa līdz jūlijam.

Tab. 16 redzamas analīžu rezultātu skaitliskās vērtībās par laika posmu no 2004. līdz 2025. gadam.

Gaisa kvalitātes mērījumu rezultāti rāda, ka kopumā novērojumu periodā no 2009. gada līdz 2025. gadam sēra dioksīda (SO₂), slāpekļa dioksīda (NO₂) un amonjaka (NH₃) 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 0,18 µg m⁻³, kas konstatēta 2023. gadā, līdz 0,9 µg m⁻³, kas konstatēta 2009. gadā. 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. Viszemākā koncentrācija ir vasaras mēnešos – jūnijā un jūlijā, turpretim visaugstākā tā ir oktobra mēnesī, kas varētu būt saistīts ar veģetācijas sezonas beigām.

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

NH₃ koncentrācija ir robežās no 0,6 līdz 13,9 µg m⁻³. No 2011. gada 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 (Fuhrer et al., 1997; Heagle, 1989). 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.

Tab. 16: 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			
2025	SO ₂ , µg m ⁻³				0,50	0,38	0,39	0,30					
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		

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

Gads	Parametrs	Mēnesis											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
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						
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			
2025	NO ₂ , µg m ⁻³				1,5	1,1	1,3	1,1					
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						1,3	0,9	1,4	1,3			

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

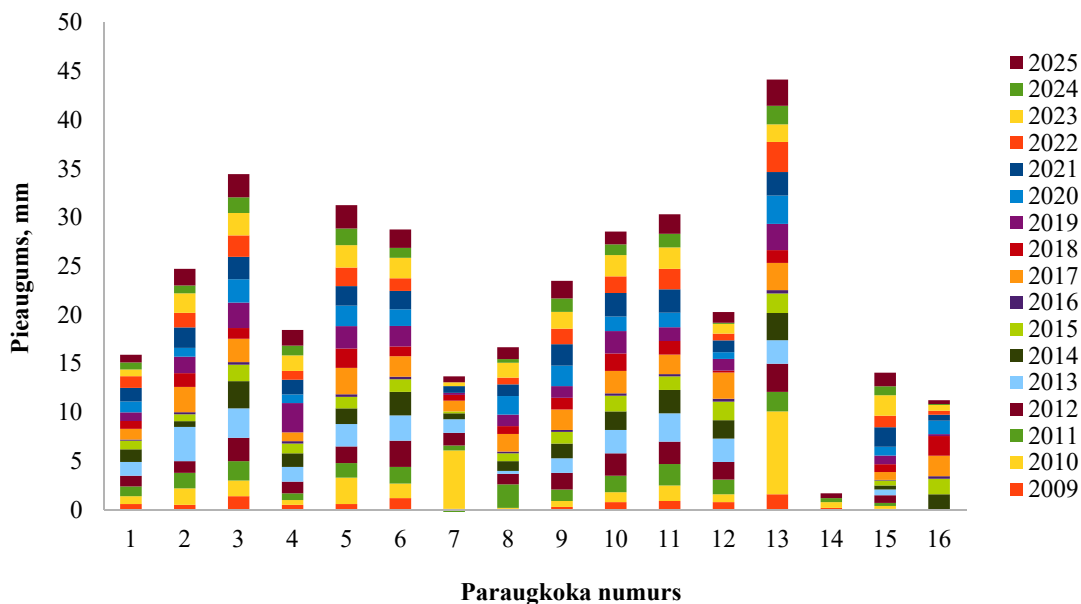
Gads	Parametrs	Mēnesis											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2025	NH ₃ , µg m ⁻³				2,3	0,8	0,7	1,1					
O₃ saturs gaisā													
2009	O ₃ , µg m ⁻³				64	60	56	41	38	36	25		
2010	O ₃ , µg m ⁻³						62	43	32	34	29	49	
2011	O ₃ , µg m ⁻³						62	34	37	54	44		
2012	O ₃ , µg m ⁻³					50	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			
2025	O ₃ , µg m ⁻³				57	55	54	37					

KOKU PIEAUGUMA MĒRĪJUMI

Koku pieauguma lentu mērījumi Valgundes parauglaukumā laika posmā no 2009. līdz 2025. gadam parādīti Att. 30. 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. 2023. gadā kopējais visu 15 koku lentu pieaugums Valgundes parauglaukumā sasniedza 24,5 mm, un pieaugumu dinamika starp kokiem variēja vērtībās no 0,4 mm līdz 2,3 mm. 2024. gadā pieaugums lielākajai daļai koku bijis zemāks nekā 2023. gadā, kopējam pieaugumam sasniedzot vien 13,8 mm un vidējam pieaugumam 0,9 mm, taču

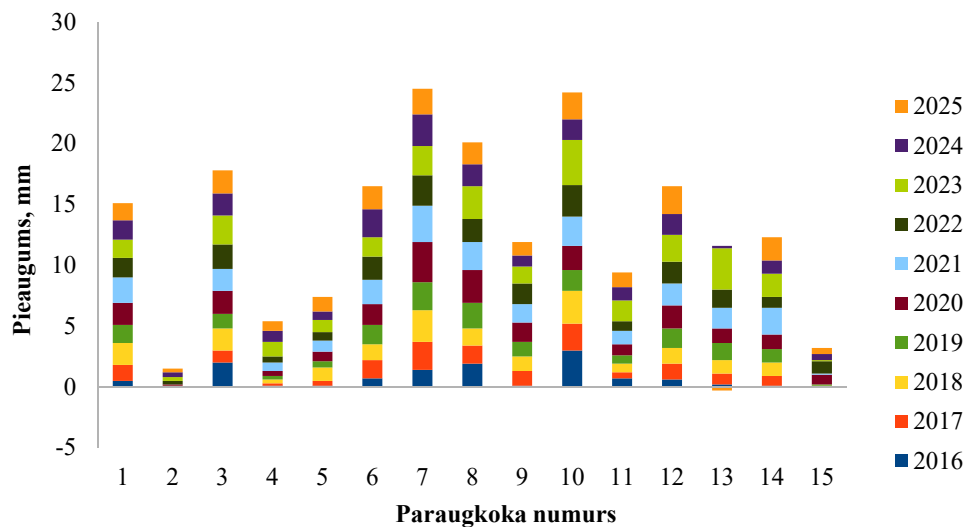
Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

pieaugumu variācija bijusi robežās no 0,1 līdz 1,9 mm. 2025. gadā pieaugumi bijuši lielāki nekā iepriekšējā gadā, kopējam pieaugumam sasniedzot 23,3 mm, taču vidējam pieaugumam 1,6 mm. Pieaugumu variācija bijusi robežās no 0,4 līdz 2,7 mm.



Att. 30: Koku pieauguma lentas mērījumi laika posmā no 2009. gada līdz 2025. gadam Valgundes parauglaukumā.

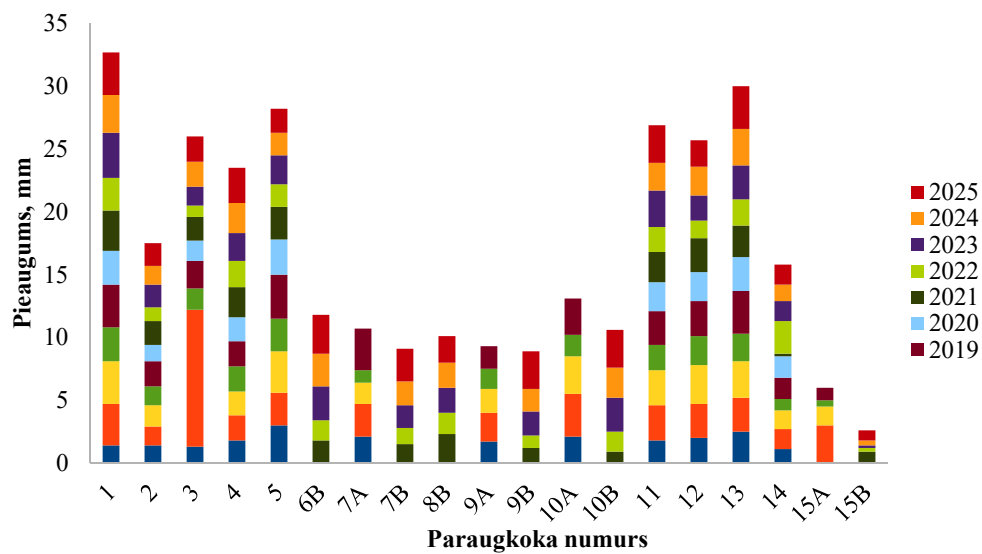
Att. 31 norādīti koku pieaugumu mērījumi Taurenē parauglaukumā laika periodā no 2016. līdz 2025. gadam. Koku pieaugumu mērījumi attiecīgajā parauglaukumā uzsākti vēlāk nekā Valgundes un Rucavas parauglaukumos, ar mērķi paplašināt otrā līmeņa monitoringa apmērus Latvijā, kā arī sniegt iespēju veikt salīdzinājumus starp dažādiem ģeogrāfiskajiem rajoniem Latvijā. 2022. gadā vidējais koku pieaugums Taurenē parauglaukumā bija 0,15 cm. Vislielākais pieaugums sasniedz 0,26 cm, bet vismazākais 0,05 cm. 2023. gadā kopējais visu 15 koku lentu pieaugums Taurenē parauglaukumā sasniedza 27,5 mm, un pieaugumu dinamika starp kokiem variēja vērtībās no 0,1 mm līdz 3,7 mm. 2024. gadā kopējais koku pieaugums bija 19,3 mm, vidējais pieaugums 1,29 mm, taču vērtības variēja robežās no 0,2 līdz 2,6 mm. Tāpat kā Valgundē, 2024. gadā Taurenē pieaugumi bijuši mazāki nekā 2023. gadā, taču 2025. gadā atkal palielinājušies, kopējam pieaugumam sasniedzot 20,3 mm, taču vidējam pieaugumam 1,4 mm. Pieaugumu variācija bijusi robežās no -0,3 līdz 2,3 mm.



Att. 31: Koku pieauguma lentas mērījumi laika posmā no 2016. gada līdz 2025. gadam Taurenes parauglaukumā.

Koku pieauguma lentu mērījumi Rucavas parauglaukumā laika posmā no 2015. līdz 2025. gadam parādīti Att. 32. 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. 2023. gadā kopējais visu 15 koku lentu pieaugums Rucavas parauglaukumā sasniedza 31,9 mm, un pieaugumu dinamika starp kokiem variēja vērtībās no 0,2 mm līdz 3,6 mm. Arī Rucavā 2024. gada pieaugumi bijuši mazāki nekā 2023. gadā. Kopējais pieaugums bija 30,5 mm, vidējais 2,03 mm, taču pieaugumu variācija bijusi robežās no 0,4 līdz 3,0 mm. Kopējais pieaugums 2025. gadā bija 36,6 mm, taču vidējais 2,44 mm, kas pārsniedz iepriekšējo gadu novērojumus. Individuālu koku pieaugumi bijuši robežās no 0,8 līdz 3,4 mm.

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma



Att. 32: Koku pieauguma lentas mērījumi laika posmā no 2015. gada līdz 2025. gadam Rucavas parauglaukumā.

LITERATŪRA

1. Breymeyer, et al., 1996. Global change : effects on coniferous forests and grasslands. John Wiley Sons.
2. 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. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, p. 32.
3. 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. UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Hamburg, p. 31.
4. 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. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, p. 55.
5. 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>
6. 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>
7. Heagle, A.S., 1989. Ozone and Crop Yield*. *Annual Review of Phytopathology* 27, 397–423. <https://doi.org/10/cjdkcc>
8. 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)
9. International Organization for Standardization, 2003. ISO 5667-3:2003 Water quality – Sampling – Part 3: Guidance on the preservation and handling of water samples.
10. König, N., Kowalska, A., Brunialti, G., Ferretti, M., Clarke, N., Cools, N., Derome, K., Derome, J., De Vos, B., Fuerst, A., Jakovljević, T., Marchetto, A., Mosello, R., O'Dea, P., Tartari, G.A., Ulrich, 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. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, p. 46.
11. Martínez-Alonso, C., Valladares, F., Camarero, J.J., Arias, M.L., Serrano, M., Rodríguez, y 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>
12. 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). Johann Heinrich von Thünen-Institut, DE.
13. 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. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, p. 20.
14. 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>
15. Rautio, P., Fürst, a., 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. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, p. 20.

Otrā līmeņa gaisa piesārņojuma ietekmes novērtēšanas monitoringa programma

16. 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>
17. 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 (Ed.): *Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests*. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, p. 11.
18. 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>
19. Tērauda, E., 2008. Ķīmisko vielu plūsmas Latvijas priežu mežu ekosistēmās (Promocijas darbs). Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Vides zinātnes nodaļa, Rīga.
20. 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.
21. 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*. Thünen Institute for Forests Ecosystems, Eberswalde, Germany, p. 14.