

PĀRSKATS

PAR MEŽA ATTĪSTĪBAS FONDA PASŪTĪTO PĒTĪJUMU

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: VALSTS STARPTAUTISKO SAISTĪBU IZPILDEI EIROPAS MEŽA MONITORINGA SISTĒMAS ATTĪSTĪBAS PROJEKTA "FURTHER DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF AN EU-LEVEL FOREST MONITORING SYSTEM" (FUTMON) IEVIEŠANĀ

LĪGUMA Nr.: 1405/0/S53

IZPILDES LAIKS: 14.05.2010. - 09.11.2010

IZPILDĪTĀJS: LATVIJAS VALSTS MEŽZINĀTNES INSTITŪTS "SILAVA"

PROJEKTA VADĪTĀJS:

A.Lazdiņš

Salaspils, 2010

Kopsavilkums

Meža monitoringa programmas mērķis ir nodrošināt valstī pastāvīgas novērojumu sistēmas funkcionēšanu un attīstību, lai sniegtu informāciju par meža veselības stāvokli un meža un vides faktoru mijiedarbību, kā arī informāciju par meža augsni, un nodrošināt informācijas ieguvu par gaisa piesārņojuma ietekmi un citu vides (biotisko un abiotisko, kā arī antropogēnas izcelsmes) faktoru iedarbību uz meža ekosistēmām.

Projekta tiešais mērķis ir veikt novērojumus un vides paraugu analīzes valsts starptautisko saistību izpildei atbilstoši *ICP Forest* rekomendētajai metodikai otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumā, konstatējot likumsakarības, kas saistītas ar atmosfēras piesārņojumu, antropogēniem un dabiskiem stresa faktoriem, kā arī meža ekosistēmu stāvokli.

Otrā līmeņa meža monitorings ir Eiropas meža monitoringa (ES programmas par mežu un vides mijiedarbību un starptautiskās sadarbības programmas *ICP-Forests*) sistēmas sastāvdaļa. Otrā līmeņa meža monitorings Eiropā ieviests 1994. gadā ar mērķi veikt padziļinātu atmosfēras nosēdumu, citu stresa faktoru ietekmes uz meža ekosistēmām izpēti. Pašreiz programma, kuras ietvaros tiek mērīti un vērtēti ļoti dažādi bioloģiski un ķīmiski vides parametri, izvirzījusi mērķi dot ieguldījumu arī tādās aktuālās vides jomās kā klimata pārmaiņas, bioloģiskā daudzveidība, dati par kurām nepieciešami virknei Eiropas institūciju un konvenciju. Kopumā Eiropā ierīkoti ap 800 otrā līmeņa parauglaukumu un to skaits un novērojumu daudzveidība ar katru gadu palielinās. Novērojumi tiek veikti harmonizētā veidā, tādējādi iegūstot salīdzināmu informāciju par mežu stāvokli un meža ekosistēmās notiekošajiem procesiem, reaģējot uz dažādiem traucējumiem, visās Eiropas valstīs.

Latvijā otrā līmeņa meža monitorings uzsākts 2004. gadā, ierīkojot vienu parauglaukumu un pirmajā gadā veicot novērojumus deviņās apakšprogrammās. Salīdzinājumam, Lietuvā ir 9 otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumi. Patreiz ir sestais novērojumu gads un novērojumi turpinās piecās apakšprogrammās. Viens otrā līmeņa parauglaukums nereprezentē stāvokli Latvijas mežos kopumā, bet dod priekšstatu par procesiem priežu mežaudzēs Latvijā, kā arī dod ieguldījumu šo ekosistēmu izpētē Baltijas – Ziemeļvalstu reģionā.

2009. gadā uzsākta Latvijas meža monitoringa aktivitāšu integrēšana starptautiskajā FutMon meža monitoringa projektā, kurā Latvija iesaistījies ar vienu otrā līmeņa parauglaukumu un 115 pirmā līmeņa monitoringa parauglaukumiem, kas ierīkoti 2009. gadā šī paša projekta ietvaros, izmantojot esošo meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu tīklu un resursus. Meža monitoringa uzdevumi 2010. gadā ir otrā līmeņa monitoringa parauglaukuma uzturēšana, koku vainagu stāvokļa novērtēšana, augsnes ūdens ķīmiskā sastāva noteikšana, nokrišņu ūdens ķīmiskā sastāva noteikšana, koku augšanas gaitas mērījumi, meteoroloģiskie novērojumi, nokrišņu novērojumi, gaisa kvalitātes mērījumi un ozona bojājumu vizuāla noteikšana. Būtiska monitoringa sastāvdaļa ir projektā iesaistītās LVMI Silava Meža vides laboratorijas dalība starplaboratoriju salīdzinošā testēšana un analīžu metodikas harmonizēšanā, kas nodrošina augstu datu salīdzināmības līmeni. LVMI Silava ir vienīgā organizācija Latvijā, kas iesaistījies visos (augšnes, ūdens un augu biomasas) starplaboratoriju salīdzinošajos testos un sasniegusi pilnīgu atbilstības līmeni FutMon kvalitātes prasībām.

Šī projekta darba uzdevumi saskaņā ar monitoringa apakšprogrammu īstenošanas grafiku un MK noteikumi Nr. 147 (16.02.2010.) "Valsts atbalsta piešķiršanas kārtība meža nozares attīstībai 2010. gadā" ir:

1. Novērojumi un analīzes atbilstoši ICP Forest Manual rekomendētajai metodikai otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumā Jelgavas novada Valgundē:
 - a) nokrišņu un augsnes ūdeņu uzskaitē un paraugu ievākšana (28 vidējie nokrišņu ūdens paraugi, tajā skaitā stumbra notece, caur koku vainagu izejošie nokrišņi un klajā laukā savāktie nokrišņi, un 9 vidējie augsnes ūdeņu paraugi no 3 dziļumiem)

ķīmiskajām analīzēm;

- b) 2009. gada novembrī un decembrī, kā arī 2010. gadā ievāktu ūdens paraugu analīzes (DOC, Na, K, Ca, Mg, Cl, N-NO₃, SO₄, kopējais saistītais slāpeklis, kopējais fosfors, sārmainība, skābums)
 - c) gaisa kvalitātes mērījumi (O₃, SO₂, NO₂, NH₃), izmantojot pasīvos savācējus, un ozona bojājumu vizuāla noteikšana;
 - d) veģetācijas uzskaitē (sugu sastāva un biomasas noteikšana otrā līmeņa monitoringa parauglaukumā);
 - e) koku pieauguma mērījumi, izmantojot pieauguma lentas un veicot nolasījumus reizi 2 nedēļās;
 - f) nobiru paraugu ievākšana un analīzes (N, S, P, Ca, Mg, K noteikšana 4 2009. gadā un 9 2010. gadā ievāktajos paraugos).
2. Koku veselības stāvokļa uzmērījumi 115 1. līmeņa meža monitoringa parauglaukumos atbilstoši ICP Forest Manual rekomendētajai metodikai:
- a) vainaga stāvokļa novērtējums (defoliācija, dehromācija) 15 kokiem katrā parauglaukumā;
 - b) vizuāli nosakāmo bojājumu novērtējums (bojājuma veids, simptoms, cēlonis, apjoms) 15 kokiem, kuriem analizē vainaga stāvokli.

Novērojumi veikti saskaņā ar *ICP Forests* programmas metodiku „*Manual on methods and criteria for harmonised sampling assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*” un sadarbībā ar starptautiskās programmas *ICP Forest* koordinācijas centriem.

Monitoringa rezultāti augšuplādēti Meža monitoringa datu bāzē, ko uztur *Institut für Digitale Systemanalyse und Landschaftsdiagnose Partnerschaft Hosenfeld & Rinker, Naturwissenschaftler*. Dati pieejami caur projekta FutMon mājas lapu (www.futmon.org).

Projekta izpildes laiks 14.05.2010. - 09.11.2010. Projekta kopējās izmaksas – Ls 8 000. Finanšu izlietojums projekta ietvaros atbilst plānotajam.

Saturs

Kopsavilkums.....	2
Ievads.....	5
Meža monitoringa programma.....	5
Otrā līmeņa meža monitoringa organizācija.....	5
Otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukuma raksturojums.....	6
Metodika.....	8
Otrā līmeņa meža monitoringa apakšprogrammu metodika.....	8
Gaisa kvalitātes mērījumi.....	8
Koku pieaugumu mērījumi.....	9
Ozona bojājumu vizuāla noteikšana.....	9
Veģetācijas uzskaitē.....	9
Nobiru frakciju paraugu ņemšana un analīze.....	10
Ūdens paraugu ķīmiskās analīzes un rezultātu validēšana.....	13
Koku veselības stāvokļa novērtējums.....	18
Uzmērījumu metodika.....	18
Mērījumu kvalitātes nodrošināšana.....	19
Rezultāti un to analīze.....	20
Novērojumi un analīzes otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumā.....	20
Meža nobiru daudzuma un ķīmiskā sastāva novērtēšana.....	20
Nokrišņu ūdeņu uzskaitē un paraugu ievākšana ķīmiskajām analīzēm.....	21
Nokrišņu un augsnes ūdeņu ķīmiskās analīzes.....	24
Gaisa kvalitātes mērījumi un ozona bojājumu vizuāla noteikšana.....	28
Koku pieauguma mērījumi.....	30
Veģetācijas uzskaitē.....	31
Koku veselības stāvokļa uzmērījumi pirmā līmeņa meža monitoringa parauglaukumos.....	37
Defoliācijas novērtējuma rezultāti.....	37
Bojājumu novērtējuma rezultāti.....	39
Otrā līmeņa meža monitoringa aktivitāšu plāns 2011.-2012. gados.....	42
Literatūra.....	43

Ievads

Meža monitoringa programma

Meža monitoringa veikšanas nepieciešamību nosaka Eiropas Savienības regulas - Eiropas Parlamenta un Padomes regula (EK) Nr. 2152/2003 par mežu un vides mijiedarbības monitoringu Kopienā (*Forest Focus*), virkne ES Komisijas regulas (Nr. 1696/87, Nr. 1091/94, Nr. 2278/99 u.c.), kā arī Latvijas starptautiskās saistības Ženēvas 1979. gada Konvencijas par gaisa piesārņojuma pārrobežu pārnesi lielos attālumos, ANO 1992. g. Konvencijas par klimata pārmaiņām un bioloģisko daudzveidību ietvaros, kā arī Strasbūras (1990. g.), Helsinku (1993. g.) un Lisabonas (1998. g.) Eiropas ministru konferenču par meža aizsardzību vadlīnijas.

Meža monitoringa programmas mērķis ir nodrošināt valstī pastāvīgas novērojumu sistēmas funkcionēšanu un attīstību, lai sniegtu informāciju par meža veselības stāvokli un meža un vides faktoru mijiedarbību, kā arī nodrošināt informācijas ieguvī par oglekļa dioksīda (CO₂) emisiju un piesaisti zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības sektorā, noskaidrojot likumsakarības starp gaisa piesārņojumu, antropogēniem un dabiskiem stresa faktoriem un meža ekosistēmu stāvokli.

Otrā līmeņa meža monitorings ir Eiropas meža monitoringa (ES programma par mežu un vides mijiedarbību un starptautiskā sadarbības programma *ICP-Forests*) sistēmas sastāvdaļa. Otrā līmeņa meža monitorings Eiropā ieviests 1994. g. ar mērķi veikt padziļinātu atmosfēras nosēdumu, citu stresa faktoru ietekmes uz meža ekosistēmām izpēti. Pašreiz programma, kuras ietvaros tiek mērīti un vērtēti ļoti dažādi bioloģiski un ķīmiski vides parametri, izvirzījusi mērķi dot ieguldījumu arī tādās aktuālās vides jomās kā klimata pārmaiņas un bioloģiskā daudzveidība.

Meža monitoringu veic divos izpētes līmeņos, kuri atšķiras pēc pētījumu intensitātes:

- pirmā līmeņa meža monitoringā sistemātiskā novērojumu tīklā veic vispārēju koku veselības stāvokļa novērtējumu;
- otrā līmeņa meža monitoringā nelielā skaitā parauglaukumu veic padziļinātu meža ekosistēmas izpēti, lai iegūtu pilnīgāku izpratni par gaisa piesārņojuma un citu stresa faktoru ietekmi uz meža ekosistēmām.

Otrā līmeņa meža monitoringu Latvijā 2010. gadā finansē Meža attīstības fonds. Sarežģījumus radīja apstākļi, ka finansējums tika piešķirts tikai maija mēnesī. Monitorings ir nepārtraukts process, kurā novērojumus jāveic ik mēnesi no janvāra līdz decembrim un šādas situācijas izveidošanās, kad finansējuma aizkavēšanās dēļ darbi uzsākami otrajā vai trešajā ceturksnī, padara neiespējamu pilnīgu datu ieguvī par ūdens sastāva un nokrišņu bilanci gada griezumā.

Pārskatā iekļauta informācija par 2009. gada nobiru uzskaites rezultātiem (biomasa un ķīmiskais sastāvs), 2010. gada nobiru uzskaites rezultātiem (biomasa), nokrišņu un augsnes ūdeņu ķīmisko analīžu rezultātiem laika posmā no 2009. gada janvāra līdz 2010. gada septembrim, gaisa kvalitātes mērījumi no 2009. gada aprīļa līdz oktobrim un no 2010. gada maija līdz jūnijam, ozona bojājumu vizuāla noteikšanas rezultāti, koku augšanas gaitas mērījumi un veģetācijas uzskaitē 2010. gadā. Pārskatā iekļauta apakšprogrammu metodikas kopsavilkums, darbu gaitas apraksts un rezultāti. Datu analizēšanā izmantota informācija par nokrišņu un augsnes ūdeņu ķīmiskiem parametriem, kas iegūta, sākot no 2004. gada.

Otrā līmeņa meža monitoringa organizācija

Latvijas Republikas Zemkopības ministrijas Lauku atbalsta dienests un LVMI Silva 2010. gada 14. maijā noslēdza līgumu par projekta "Valsts starptautisko saistību izpildei

Eiropas meža monitoringa sistēmas attīstības projekta "Further Development and Implementation of an EU-level Forest Monitoring System" (FutMon) ieviešanā īstenošanu 2010. gadā. Apakšprogrammu, kas skar augsnes ūdeņu un nokrišņu ķīmiskās analīzes, īstenošana notiek, sadarbojoties LVMI Silava Meža vides laboratorijai un Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra (LVĢMC) Vides laboratorijai. LVMI Silava šo apakšprogrammu ietvaros veic paraugu ievākšanu un validēšanu (pārbaudi uz atsevišķu elementu ekstrēmām koncentrācijām pirms vidējā parauga sagatavošanas un nodošanas LVĢMC, kā arī veic atsevišķu parametru analīzes un visu analīžu rezultātu validēšanu. Gaisa kvalitātes analīžu izpilde tiek nodrošināta sadarbojoties LVMI Silava Vides laboratorijai ar Zviedrijas Vides Pētījumu institūtu (IVL). Apakšprogramma veģetācijas uzskaitē tiek izpildīta, sadarbojoties LVMI Silava ekspertiem A. Bārdulim un D. Lazdiņai un LU Bioloģijas institūta ekspertam M. Laiviņam. LVMI Silava vada un sadarbībā ar piesaistītajiem kontraktoriem no LVĢMC un IVL veic praktisko darbu izpildi.

Otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukuma raksturojums

Otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukums ir ierīkots 2004. gadā Jelgavas rajonā Valgundes pagastā, Meža pētīšanas stacijas Jelgavas novada 1. kvartāla 10. nogabalā (Att. 1). Kokaudzes raksturojošie parametri:

- krāja $289 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$;
- biezība 0,9;
- II bonitāte.

Otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumā kokaudzes pirmo stāvu veido priede (*Pinus sylvestris*), otro egļu (*Picea abies*) (Att. 2). Zemsegā, sūnu stāvā dominē spīdīgā stāvaine un Šrēbera rūsaīne, lakstaugu stāvā – mellene. Otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukums ierīkots lāna meža tipā.



Att. 1: Otrā līmeņa parauglaukuma satelītuzņēmums.



Att. 2: Otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukums.

Otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukums ir ierīkots taisnstūra formas veidā (40 x 60 m) ar kopējo platību 2400 m². Parauglaukums augsnes veģetācijas raksturošanai sadalīts 10 x 10 m sekcijās. Šajā parauglaukumā izvietoti arī laukumi veģetācijas novērtēšanai. Ap parauglaukumu izveidota nenorobežota 10 m plata buferzona, kur ņem paraugus dažādām apakšprogrammām – nokrišņi, koku pieaugumi u.c. Blakus kokaudzes parauglaukumam ierīkots 40 x 30 m liels augsnes parauglaukums. Augsnes tips atbilstoši Latvijas augsnes klasifikācijai reljefa paaugstinājumos ir tipiskā podzola smilts augsne, bet reljefa pazeminājumos – trūdainā podzolētā glejotā augsne. Atbilstoši FAO klasifikācijas sistēmai lielākajā daļā parauglaukuma augsne atbilst *Haplic Arenosols*. Tā ir rupja granulometriskā sastāva vāji attīstīta augsne.

Metodika

Otrā līmeņa meža monitoringa apakšprogrammu metodika

Novērojumi 20010. g. veikti saskaņā ar starptautiskās sadarbības programmas ICP Forests metodiku [ICP Forests Manual on methods and criteria for harmonized assessment, monitoring and analysis of the air pollution on forests, 2006].

Gaisa kvalitātes mērījumi

Otrā līmeņa meža monitoringa ietvaros noteikti šādi gaisa kvalitātes parametri - NO_2 , SO_2 , NH_3 un O_3 . Darbs veikts atbilstoši starptautiski pieņemtai metodikai [ICP Forests Manual on Monitoring of Air Quality].

Gaisa kvalitātes mērījumi tiek veikti, izmantojot IVL membrānas tipa pasīvos gaisa paraugu savācējus (Att. 3).



Att. 3: Membrānas tipa pasīvā gaisa savācēji.

Tā kā pasīvie savācēji ir mazi, viegli un tiem nav vajadzīga elektrība, to izvietojanas 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 tiek veikti veģetācijas perioda laikā (maijs – oktobris). Savācēju maiņa veikta vienu reizi nedēļā O_3 paraugam un reizi divās nedēļās NO_2 , SO_2 un NH_3 paraugiem.

Pasīvo savācēju sagatavošanu veic IVL atbilstoši *ICP-Forest* un *EMEP* rokasgrāmatu prasībām, IVL piedalās *ICP-Forests* gaisa kvalitātes starplaboratoriju salīdzinošā testēšanā. Savācēju

uzstādīšanu nodrošina LVMI Silava Meža vides laboratorijas speciālisti atbilstoši IVL norādījumiem.

Gaisa paraugu savācējus transportē aukstumkastē un uzglabāti ledusskapī LVMI Silava Meža vides laboratorijā līdz katra noslēdzošā mēneša beigām. Pēc tam atbilstoši IVL norādījumiem paraugi tiek iepakoti un nosūtīti analizēšanai.

Gaisa kvalitātes parametru aprēķināšanai izmantoti pasīvo uztvērēju koeficientus, kā arī diennakts vidējās gaisa temperatūras. Parametri tiek protokolēti speciāli izstrādātās veidlapās, norādot savācēju uzstādīšanas un noņemšanas datumus, kā arī laiku. Precīzus diennakts vidējās gaisa temperatūras mērījumus iegūst no blakus esošās meteoroloģisko novērojumu stacijas.

Koku pieaugumu mērījumi

Koku pieaugumu mērījumiem 2010. gadā uzstādītas 15 manuāli nolasāmas koku pieauguma lentes (Att. 4). Lentas uzstādītas randomizēti visā parauglaukuma teritorijā, iekļaujot 1., 2. un 3. Krafra klases kokus. Koku pieauguma lentes tiek sistemātiski nolasītas ik pēc divām nedēļām.



Att. 4: UMS koku pieauguma lente.

Ozona bojājumu vizuāla noteikšana

Ozona bojājumu noteikšanu veica LVMI Silava eksperti atbilstoši starptautiski akceptētai metodikai [ICP Forests Manual on Assessment of Ozone Injure].

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.

Veģetācijas uzskaitē

2010. gadā veģetācijas uzskaitē veica LVMI Silava speciālisti atbilstoši starptautiski akceptētai metodikai [ICP Forests Manual on Assessment of Ground Vegetation].

Veģetācijas uzskaitē veikta kokaudzes izpētes parauglaukumā, izveidojot tajā četrus

atsevišķus 20 x 5 m lielus taisnstūrveida laukumus. Uzskaites parauglaukumu stūri iezīmēti ar iekrāsotām mietiņu tipa atzīmēm. Atbilstoši metodikai minimālā platība veģetācijas uzskaitē ir 400 m², taču tik lielā platībā samazinās sugu seguma uzskaites precizitāte, kas priežu mežos ar nelielu sugu daudzveidību ir svarīga. Lai konstatētu seguma izmaiņas, veģetācija uzskaitīta divos veidos:

1. 400 m² lielā platībā, katru taisnstūrveida parauglaukumu (20 x 5 m), kuru malas orientētas ziemeļu-dienvidu un austrumu-rietumu virzienā, sadalot četros mazākos kvadrātos 5 x 5 m (kopā 16 kvadrāti), kurus ņem par pamatvienību veģetācijas novērtēšanai;
2. 26 m² lielā platībā, katrā taisnstūrveida parauglaukumā regulāri izvietojot sešus 1 x 1 m² lielus laukumus, ņemot tos par pamatvienību. Vēl divi šādi laukumiņi ir izvietoti starp veģetācijas uzskaites taisnstūriem.
3. Katrā veģetācijas uzskaites kvadrātā protokolētas sūnu, lakstaugu, krūmu un koku sugas, kā arī noteikts katras sugas projektīvais segums 4 stāvos:
 - a) sūnu stāvs;
 - b) lakstaugu stāvs (0-0,5 m);
 - c) krūmu stāvs (0,51-3,00 m);
 - d) koku stāvs (> 3,00 m).

Nobiru frakciju paraugu ņemšana un analīze

Nobiru paraugi ievākti un to ķīmiskais sastāvs noteikts atbilstoši ICP Forest metodikai [ICP Forest Manual Sampling and Analysis of Litterfall].

Parauglaukumā zem dominējošo koku vainagiem ierīkoti 10 nobiru savācējkonteineri, ar virsmas uztveres laukumu 0,25 m² (Att. 5). Konteiners izgatavots no polimēru tīkliņa, kura tīkla acs izmērs ir 0,2 mm. Šāds polietilēna tīkliņa konteiners lietus laikā aizvada ūdeni. Nobiru savācējkonteineru dziļums ir 0,5 m, kas pasargā nobiru materiāla izpūšanu no konteina vājainā laikā. Nobiru paraugi ievākti katra mēneša pēdējā datumā.

Nobiras ievāktas, uzvelkot rokās cimdus, ievietojot papīra maisos un nogādātas laboratorijā. Paraugus pirms analīžu veikšanas šķiroja sekojošās frakcijās:

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

Pēc tam nobiru frakcijas žāvētas 48 h 80 °C līdz nemainīgai masai un nosvērtas ar precizitāti ± 0,0001 g. Pēc nobiru frakciju apvienošanas gada griezumā atlasītas 1000 skujas un noteikta 105 °C temperatūrā izžāvētu 1000 skuju masa. Nobiru frakciju paraugiem noteikti šādi parametri: karaļūdenī šķīstošais Ca, K un Mg, kā arī kopējais C, N, P un S.



Att. 5: Meža nobiru savācējkontainers.

Augsnes ūdens

Augsnes ūdeņu paraugu ievākšana, uzglabāšana un analīzes veiktas saskaņā ar starptautiski pieņemto metodiku [ICP Forests Submanual on Sampling and Analysis of Soil Solution, 2002], ievērojot tās prasības un rekomendācijas kvalitātes nodrošināšanai.

Augsnes ūdeņu paraugu ievākšanai uzstādīti 7 paralēlie lizimetri 3 dažādos augsnes slāņos – sakņu zonā (10-20 cm dziļumā), zem sakņu zonas (40-70 cm dziļumā) un tieši zem humusa slāņa (Att. 6). Paraugi tiek ievākti bezsala periodā trīs reizes mēnesī, attiecīgi, mēneša pirmajā datumā, pēc divām nedēļām un mēneša pēdējā datumā. Atsūknējot lizimetrus, ievāc paraugus analīzēm, uzskaita katra lizimetra ūdens tilpumu, tā iegūstot kalendārā mēneša faktiskos augsnes ūdens tilpumus attiecīgajos augsnes slāņos. Dažkārt meteoroloģisku apstākļu dēļ paraugu daudzums kādā no slāņiem ķīmisko analīžu veikšanai nav pietiekams, tāpēc tiek apvienoti vairāku mēnešu paraugi. Paraugu izsūkņēšanai izmantoti Meža vides laboratorijā izgatavoti instrumenti (Att. 7).



Atrakti lizimetri

Uzstādīti lizimetri

Att. 6: Lizimetri.



Att. 7: Sūkņis augsnes ūdeņu izsūkņēšanai.

Ievāktie paraugi aukstuma kastē transportēti uz LVMI Silava Meža vides laboratoriju uzglabāšanai. Paraugu konservēšanai izmantots atdzesēšanas paņēmieni no 1 °C līdz 5 °C [LVS EN ISO 5667-3:2004, 2004].

Pēc ievākšanas visus ūdens paraugus validē LVMI Silava Meža vides laboratorijā, lai konstatētu antropogēnā piesārņojuma klātbūtni, kā arī nosaka tos parametrus, kas jāizanalizē 24 stundu laikā pēc paraugu ievākšanas, piemēram, augsnes ūdens konduktivitāti. Validēšanas kritērijiem atbilstošie ūdens paraugi proporcionāli apvienoti pa slāņiem, iegūstot reprezentatīvu vidējo paraugu.

Tab. 1 parādīti ķīmiskie parametri, kuri saskaņā ar metodiku ir obligāti analizējami [ICP Forests Submanual on Sampling and Analysis of Soil Solution, 2002]. Projekta ietvaros veiktas visu obligāto parametru analīzes.

Tab. 1: Obligāti analizējamie augsnes ūdeņu ķīmiskie un fizikālie parametri

Parametrs	Mērvienība
Elektrovadītspēja	$\mu\text{S cm}^{-1}$
pH	-
DOC	mg L^{-1}
K, Mg, Ca	mg L^{-1}
Al_{kop}	mg L^{-1}
$\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{SO}_4\text{-S}$	mg L^{-1}
Sārmainība	$\mu\text{eq L}^{-1}$

Nokrišņu ūdens

Nokrišņu ūdens paraugu ievākšana, uzglabāšana un ķīmisko analīžu veikšana veikta atbilstoši starptautiski akceptētai ICP Forests metodikai [ICP Forests Submanual on Sampling and

Analysis of Soil Solution, 2002], ievērojot tās prasības un rekomendācijas kvalitātes nodrošināšanai. Novērojumu periodā kopš 2004. gada metodika praktiski nav mainīta. Nelielas korekcijas ir ieviestas nokrišņu uztvērēju izvietojumā un uztvērēju piltuvju parametros (izmantotas piltuves ar citu diametru).

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 virsmas. Nokrišņu, kas izskalojas caur koku vainagiem, savākšanai parauglaukumā uzstādīti 10 nokrišņu savācēji siltajam periodam. Stumbra noteces nokrišņu savākšanai uz 10 kokiem 1,3 m augstumā ir uzlikti apkakles tipa nokrišņu savācēji, kuri darbojas tikai siltajā periodā (Att. 8). Katra mēneša pirmajā datumā tiek uzstādīti uztvērēji ar tukšām savācējtvertnēm. Savācējtvertnes iztukšo tekošā mēneša pirmajā, desmitajā un pēdējā datumā, uzskaitot katras tvertnes ūdens tilpumu.



Nokrišņu savācēji atklātā laukā



Nokrišņu savācēji mežaudzē



Nokrišņu savākšana no stumbra

Att. 8: Nokrišņu savācēji.

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 un LVGMC Vides laboratorijā.

Ūdens paraugu ķīmiskās analīzes un rezultātu validēšana

LVMI Silava Meža vides laboratorijā noteikti šādi nokrišņu un augsnes ūdens parametri:

- amonija slāpeklis (LVS ISO 7150/1:1984);
- elektrovadītspēja (LVS EN 27888:1993);

- pH (LVS ISO 10523);
- sārmainība (EN ISO 9963-1:1995);
- kopējais slāpeklis (modificēta Kjendāla metode);
- kopējā sārmainība (LVS EN ISO 9963-1:1995);
- kalcijs un magnijs (LVS EN ISO 7980);
- nātrijs un kālijs (LVS ISO 9964-3:2000).

Obligātie parametri, kurus LVMI Silava Vides laboratorijā nepilnīgā laboratorijas aprīkojuma dēļ nav iespējams noteikt, analizēti LVĢMC Vides laboratorijā. LVMI Silava veiktas gan individuālo paraugu analīzes (paraugu validēšana), gan vidējā parauga analīzes.

Analīžu veikšanai izmantotas starptautiski akceptētas un *ICP Forests* rekomendētas standartmetodes. Salīdzinot LVMI Silava Meža vides laboratorijā un LVĢMC Vides laboratorijā veikto ūdens paraugu analīžu rezultātus, konstatēts, ka visi LVMI Silava Meža vides laboratorijā noteiktie ūdens kvalitātes parametri iekļaujas LVĢMC Vides laboratorijā noteiktajos attiecīgo parametru drošības intervālos, līdz ar to LVMI Silava Meža vides laboratoriju var atzīt par kompetentu veikt attiecīgās ūdens paraugu analīzes. 2009.gadā LVMI Silava Meža vides laboratorija iesaistījās starptautiskā ūdens (Combined FutMon/ICP-Forest Water Ring Test 2009) un skuju (12th European Needle/Leaf Interlaboratory Comparison Test 2009/2010) starplaboratoriju salīdzinošā testēšanā, kā arī 2010. gadā LVMI Silava Meža vides laboratorija iesaistījās starptautiskā ūdens (Combined FutMon/ICP-Forest Water Ring Test 2010) un skuju (13th European Needle/Leaf Interlaboratory Comparison Test 2010/2011) starplaboratoriju salīdzinošā testēšanā, kas nodrošina laboratorijas darba kvalitātes kontroli, veicot ūdens un augu materiāla analīzes. Piedalīšanās šajā interkalibrācijas testā ir obligāta prasība augu materiāla un ūdens analīžu veikšanā FutMon projekta un citu plānoto meža monitoringa aktivitāšu ietvaros.

Lai nodrošinātu laboratorijas kvalitātes kontroli un rezultātu ticamību, visi iegūtie rezultāti validēti uzreiz pēc ķīmisko analīžu veikšanas atbilstoši ICP Forests rekomendācijām un algoritmiem.

Amonija slāpeklis

Amonija slāpeklis noteikts, izmantojot spektrofotometrisko metodi. Ar krāsu kolorimetru nosaka zilās krāsas intensitāti, ko dod savienojums, kas veidojas, reaģējot amonija joniem ar salicilāt – un hipohlorītiem nātrija nitrozopentaciānoferāta (III) klātbūtnē, spektrofotometriskie mērījumi pie 655 nm. Hipohlorītiem iegūst *in situ* N,N'-dihlor-1,3,5-triazīn-2,4,6 (1H, 3H, 5H)-triona nātrija sāls sārmainas hidrolīzes rezultātā. Hloramīna reakcija ar nātrija salicilātu notiek nātrija nitroprusīda klātbūtnē pie pH 12,6. Rezultātā kvantitatīvi tiek noteikti visi paraugā esošie hloramīni. Nātrija citrātu pievieno, lai maskētu katjonu, īpaši kalcija un magnija jonu, traucējošo iedarbību [LVS ISO 7150/1:1984, 1998], [Jenway, 2008].

Mērījumus veic, izmantojot spektrofotometru Jenway 6300 ar caurplūdes kivetu (Att. 9).



Att. 9: Spektrofotometrs Jenway 6300.

Darba gaita

Pagatavo amonija jonu standartšķīdumu ar koncentrāciju 1 mg N L^{-1} . Sagatavo kalibrēšanas šķīdumus, deviņās 50 mL mērkolbās ar bireti ielejot Tab. 2 norādītos amonija jonu slāpekļa standartšķīduma ($\rho\text{N} = 1 \text{ mg L}^{-1}$) tilpumus. Ja nepieciešams pievieno ūdeni, lai iegūtu tilpumu $40 \pm 1 \text{ mL}$ [LVS ISO 7150/1:1984, 1998].

Tab. 2: Standartšķīdumu tilpumi kalibrēšanai

Standartšķīduma tilpums, mL	Amonija jonu slāpekļa masa, μg
0,00 ¹	0
2,00	2
4,00	4
6,00	6
8,00	8
10,00	10
20,00	20
30,00	30
40,00	40

Pievieno 4,00 mL krāsu reaģenta, ko pagatavo no nātrija salicilāta, nātrija citrāta dihidrāta un nātrija nitrozopentaciānoferāta (III) dihidrāta, un labi samaisa. Tad pievieno 4,00 mL nātrija dihlorizocianurāta šķīdumu un labi samaisa. Kolbas iztur vismaz 60 minūtes konstantā temperatūrā un mēra šķīdumu absorbciju pie viļņa garuma ar maksimālo absorbciju 655 nm. No iegūtajām kalibrēšanas šķīduma absorbcijas vērtībām atskaita tukšā parauga absorbcijas vērtību. Absorbcijas vērtības atkarību no amonija jonu slāpekļa masas attēlo grafiski. Šim grafikam jābūt lineāram un jāiet caur nulles punktu. Maksimālais testējamā parauga daļas tilpums, kuru var izmantot amonija jonu slāpekļa koncentrācijas noteikšanai, ir 40,00 mL.

Testējamā parauga daļu ar pipeti ielej 50 mL mērkolbā un, ja nepieciešama, ar ūdeni atšķaida līdz $40 \pm 1 \text{ mL}$. Turpmākās darbības veic kā aprakstīts iepriekš kalibrēšanas grafika iegūšanai [LVS ISO 7150/1:1984, 1998].

Elektrovadītspēja

Ūdens paraugu elektrovadītspēja LVMI Silava Meža vides laboratorijā noteikta atbilstoši LVS EN 27888:1993 standartam un konduktometra Jenway 470 (Att. 10) ražotāja lietošanas norādījumiem [Jenway, 2008].



Att. 10: Konduktometrs Jenway 470.

Atbilstoši LVS EN ISO 5667-3:2004 standartam, ūdens paraugu elektrovadītspēju nosaka paraugu ņemšanas dienā (ne vēlāk kā 24 stundu laikā pēc paraugu ņemšanas).

¹ Tukšais paraugs

pH

pH vērtība ir ūdeņraža jonu aktivitātes skaitliskās vērtības negatīvais logaritms, izteikts molos litrā. Ūdens paraugu pH tiek noteikts izmantojot elektrometrisko metodi, kuras pamatā ir elektrodzinējspēka mērījumi elektroķīmiskā šūnā, kura sastāv no analizējamā parauga, stikla elektroda un salīdzināšanas (references) elektroda, kas ir kombinēti. Lietojot šo metodi, mērījumu standartnovirze ir $\Delta pH = 0,05$ vai mazāka.

Ūdens paraugu pH var ātri mainīties tajos notiekošo ķīmisko, fizikālo vai bioloģisko procesu rezultātā. Šā iemesla dēļ pH jānosaka iespējami drīz (ne vēlāk kā 6 stundu laikā pēc paraugu ņemšanas) [LVS ISO 10523, 2002]. Šī Latvijas Standarta prasība realizēta, veicot pH analīzes paraugu ņemšanas dienā LVMI Silava Meža vides laboratorijā.

Darba gaita

Kalibrē pH-metru atbilstoši ražotāja instrukcijām ar buferšķīdumiem pH 4 un pH 7 pie noteiktas temperatūras, atkārtoti ieregulē temperatūras kompensāciju. Elektrodu noskalo ar ūdeni un paraugu un iemērc paraugā. Šķīdumu samaisa un, kad sasniegta stabilizēšanās, nekustinot nolasa pH vērtību. Noteikto pH vērtību uzrāda ar divām decimālzīmēm. pH vērtību izsaka 25 °C temperatūrā. Ja pH vērtība ir jānosaka citā temperatūrā, nekā tā ir mērīta, izmanto grafiku temperatūras korekcijai un attiecīgus aprēķinus [LVS ISO 10523, 2002].

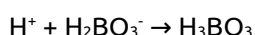
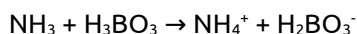
Kopējais slāpeklis

Kopējo slāpekli (amonija jonu N, nitrātjonu N, nitrītjonu N un organisko savienojumu N) nosaka, izmantojot modificēto Kjeldāla metodi. Slāpekli, kas saistīts ar N–N saitēm, N–O saitēm un dažos heterocikliskos savienojumos (īpaši piridīnā), nosaka tikai daļēji. Metodes pamatā ir paraugu mineralizēšana mineralizācijas iekārtā (Att. 11), bet selēna vietā par katalizatoru lieto titāna dioksīdu (TiO₂), jo tas ir ekotoksiski mazāk bīstams nekā selēns [Swissvacuum, 2008].



Att. 11: Mineralizācijas iekārta BLOC-DIGEST 12.

Ūdens paraugus apstrādā ar koncentrētas sērskābes un salicilskābes maisījumu. Sērskābe noārda organisko matēriju un slāpekli transformē amonija jonu veidā. Nitrātjoni un nitrītjoni sākotnēji izveido saiti ar salicilskābi, bet pēc tam izveidojušos savienojumu reducē ar nātrija tiosulfātu. Mineralizāciju paātrina, lietojot katalizatoru, kas sastāv no kālija sulfāta, vara (II) sulfāta un titāna dioksīda. NH₄⁺ kvantitatīvi nosaka, izmantojot amonjaka tvaika destilāciju borskābē un titrēšanas metodi [Van Ranst et al, 1999]:



Darba gaita

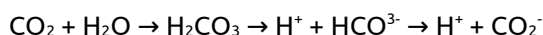
10 mL ūdens paraugu ievieto mineralizācijas kolbās. Pievieno 4,0 mL koncentrētas sērskābes un salicilskābes maisījumu (1,0 L koncentrētas sērskābes izšķīdina 25,0 g salicilskābes) un

kolbu saskalina. Maisījumam ļauj stāvēt dažas stundas. Pievieno 0,5 g nātrija tiosulfāta pentahidrāta un maisījumu mineralizācijas iekārtā karsē 30 minūtes 125 °C temperatūrā. Kolbu atdzesē, pievieno 1,1 g katalizatoru, kas pagatavots no 200,0 g kālija sulfāta, 6,0 g vara (II) sulfāta pentahidrāta un 6,0 g titāna dioksīda, un maisījumu mineralizācijas iekārtā karsē 30 minūtes 270 °C temperatūrā un 120 minūtes 400 °C temperatūrā [Van Ranst et al, 1999].

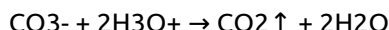
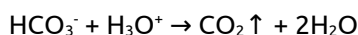
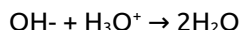
Kad pabeigta mineralizācija, kolbai ļauj atdzist, un, lēnām sakratot, pielej apmēram 20 mL ūdens. Kolbu saskalina un pārnes kolbu destilācijas aparātā. 250 mL koniskajā kolbā ielej 25,0 mL borskābes šķīdumu ($\rho = 20,0 \text{ g L}^{-1}$) un kolbu novieto zem destilācijas aparāta dzesētāja tā, lai dzesētāja gals būtu iemērkts borskābes šķīdumā. Mineralizācijas kolbā ielej 20,0 mL 35 % nātrija hidroksīdu, pārdestilē apmēram 80 mL kondensāta, noskalo dzesinātāja galu. Destilātu titrē ar sērskābi ($\text{CH}^+ = 0,02 \text{ mol L}^{-1}$) līdz pH 4,7. Paralēli veic tukšo mēģinājumu [Van Ranst et al, 1999].

Kopējā sārmainība

Sārmainība ir kopējais hidroksīdjonu, hidroģēnkarbonātu un karbonātjonu daudzums analizējamā ūdens paraugā. Hidroģēnkarbonāti kopā ar oglekļa dioksīdu veido karbonātsistēmu. Tā ir viena no svarīgākajām sistēmām ūdenī:



Sārmainība raksturo ūdens spēju neitralizēt skābes, tajā pašā laikā neizraisot pH pazemināšanos, t.i., sārmainība raksturo ūdens buferkapacitāti. Sārmainību nosakošie joni reaģē ar skābēm, un titrēšanā patērētais skābes (0,1 M HCl) daudzums nosaka ūdens sārmainību. Titrējot notiek šādas reakcijas [Pastare et al, 2007]:



Titrēšanu beidz, kad sasniegts stehiometriskais punkts pH = 4,5, pēc tam aprēķina kopējo sārmainību [LVS EN ISO 9963-1:1995, 1999].

Ca, Mg, Na un K

Kalcijs, kālijs, nātrijs un magnijs noteikts, izmantojot liesmas atomu spektrofotometrijas metodi. Nātrijs un kālijs noteikts, izmantojot liesmas emisijas spektrofotometrijas metodi, atbilstoši LVS ISO standartiem un atomabsorbcijas spektrometra (Att. 12) ražotāja lietošanas norādījumiem. Atomabsorbcijas spektrometrā par degošo gāzi izmanto acetilēnu, bet oksidētājgāze – gaiss, liesmas temperatūra ir 2125-2400 °C [Jansons, 2006].



Att. 12: Atomabsorbcijas spektrometrs Perkin Elmer AAnalyst 200.

Koku veselības stāvokļa novērtējums

Uzmērījumu metodika

2009. gada 1. janvārī Latvijā uzsāktā Eiropas Komisijas finanšu instrumenta *Life+* līdzfinansētā projekta *Further Development and Implementation of an EU-level Forest Monitoring System (FutMon)* ietvaros 2010. gada vasarā otro reizi veikts meža veselības stāvokļa novērtējums 115 MSI parauglaukumos atbilstoši ICP Forests rekomendētajai metodikai. Minētie 115 liela mēroga reprezentatīvā monitoringa parauglaukumi no MSI datu bāzes tika atlasīti 2009. gadā, izmantojot Valsts meža dienesta sniegto informāciju par jau esošajiem pirmā līmeņa monitoringa Eiropas parauglaukumiem, lai iespēju robežās nodrošinātu vecā un jaunā parauglaukumu tīkla līdzību.

Galvenais rādītājs koku veselības stāvokļa analīzē ir vainaga kopējā defoliācija (skuju vai lapu zudums). Tiek fiksēti arī vizuāli nosakāmie koku bojājumi, to simptomi, cēlonis un apjoms. Tā kā novērojumi tiek veikti jau eksistējošos parauglaukumos ar fiksētu rādiusu (12.62 m), koku veselības stāvokļa novērtēšanas metodika MSI parauglaukumos nedaudz atšķiras no koku veselības stāvokļa novērtēšanas metodikas esošajos I līmeņa monitoringa parauglaukumos. Vainaga stāvokļa novērtējumu veic katrā atlasītajā MSI parauglaukumā 15 parauglaukuma centram tuvākajiem valdaudzes (1.-3. Krafta klases) kokiem, skaitot no ziemeļiem. Šiem kokiem ir fiksēts to azimuts un attālums no centra, lai katru gadu varētu veikt šo pašu koku atkārtotu novērtējumu.

2010. gadā, veicot atkārtotu defoliācijas un bojājumu novērtējumu, vairākos gadījumos tika konstatēts, ka iepriekšējā gadā analizētais koks ir nocirsts kopšanas cirtē, cietis no vējgāzes vai arī zaudējis vairāk nekā 50 % vainaga. Šādā gadījumā situācija fiksēta, izmantojot kodus no ICP Forests 2010. gadā precizētās rokasgrāmatas, un nocirsto vai kritušo koku vietā novērtēti jauni (Tab. 3). Gadījumā, ja koks gājis bojā, bet vēl ir stāvošs, pirmajā gadā pēc bojāejas tas vēl tiek iekļauts vērtējumā, uzrādot defoliācijas vērtību 100 %.

2010. gada vasarā no 15.07. līdz 15.08. 115 MSI parauglaukumos defoliācija un bojājumi tika novērtēti 1721 kokam.

Tab. 3: Koku klasifikācija atbilstoši to esamībai/neesamībai parauglaukumā

Kods	Apraksts
01	Dzīvs koks, vērtēts šajā un iepriekšējā inventarizācijā
02	Jauns dzīvs koks (izaudzis)
03	Dzīvs koks, bijis arī iepriekš, bet vērtēts tikai šajā inventarizācijā (piem., nocirsta vietā)
04	Dzīvs koks, bet stipri bojāts (piem., vētrā), var tikt vērtēts
07	Par koku šajā inventarizācijā nav informācijas (aizmirsts)
08	Dzīvs koks, bet tā vietā vērtēšanai izvēlēts cits
11	Koks nocirsts plānotā izmantošanā, piem., kopšanas cirtē
12	Koks nocirsts biotisku iemeslu dēļ, piem., kukaiņi
13	Koks nocirsts abiotisku iemeslu dēļ, piem., vējgāzes
14	Koks nocirsts, iemesls nav zināms
18	Koks pazudis, iemesls nav zināms
19	Koka neesamības iemesls nav fiksēts
21	Dzīvs, bet ļoti šķībš vai iekāries koks, nav vērtēts
22	Nolauzts koks vai bojāti vairāk par 50% vainaga, nav vērtēts
23	Koks vairs nav 1.-3. Krafta klasē, nav vērtēts
29	Citi iemesli (jāpaskaidro)
31	Stāvošs beigts koks biotisku iemeslu dēļ, piem., mizgrauži

Kods	Apraksts
32	Stāvošs beigts koks abiotisku iemeslu dēļ, piem., sausums, zibens
38	Stāvošs beigts koks nezināmu iemeslu dēļ
39	Stāvošs beigts koks, iemesls nav fiksēts
41	Kritis koks abiotisku iemeslu dēļ, piem., vētra
42	Kritis koks biotisku iemeslu dēļ, piem., bebris
48	Kritis koks nezināmu iemeslu dēļ
49	Kritis koks, iemesls nav fiksēts

Mērījumu kvalitātes nodrošināšana

Vainaga stāvokļa novērtējumu liela mēroga reprezentatīvā monitoringa parauglaukumos veic MSI darbinieki, kam jau MSI gaitā piecu gadu laikā uzkrājusies zināma pieredze koku defoliācijas, dehromācijas un bojājumu novērtēšanā, un kas defoliācijas novērtēšanu 115 parauglaukumos FutMon projekta ietvaros veica arī pagājušajā gadā.

Lai paaugstinātu iegūstamo datu kvalitāti un veiktu novērojumu kalibrāciju starp darba grupām, 2010. gada 8. jūlijā Salaspils apkārtnē tika organizēts otrais koku veselības stāvokļa novērtēšanas seminārs, kura gaitā darbiniekiem bija jāvērtē defoliācija priedei, eglei un bērzam – 30 iepriekš izvēlētiem kokiem no katras sugas.

Sākotnējie kalibrācijas rezultāti parādīja, ka priedei 81 % gadījumu darbinieku vērtējums ± 5 % robežās sakrita ar eksperta vērtējumu, 18 % gadījumu atšķirība no eksperta vērtējuma bija ± 10 %, bet 1 % gadījumu ± 15 %. 90 % gadījumu darbinieku vērtējums ± 5 % robežās sakrita ar visu grupu vidējo vērtējumu. Bērzam darbinieku vērtējums ± 5 % robežās ar eksperta vērtējumu sakrita 78 % gadījumu, 15 % gadījumu atšķirība bija ± 10 %, bet 7 % gadījumu ± 15 %. Egļu defoliācijas novērtēšanā variācijas bija ievērojami lielākas, ± 5 % robežās ar eksperta vērtējumu sakrita tikai 50 % no darbinieku vērtējumiem, 19 % gadījumu atšķirība bija ± 10 %, bet 30 % gadījumu ± 15 % un vairāk. Turpmākajā semināra gaitā tika padziļināti analizēti to koku defoliācija, kuriem tika konstatētas vislielākās individuālo vērtējumu atšķirības, jo sevišķi koncentrējoties uz egļu defoliācijas izvērtējumu.

Rezultāti un to analīze

Novērojumi un analīzes otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumā

Meža nobiru daudzuma un ķīmiskā sastāva novērtēšana

Augi ķīmiskās vielas uzņem dažādos veidos. Vienas var uzņemt ar augu saknēm no augsnes, tālāk transportējot uz lapām un skužām. Tās var uzņemt arī tieši no gaisa vai nokrišņiem. Joni, kas nogulsnējas uz lapu virsmas, tiek uzņemti lapās caur atvārsnītēm vai arī (lielākoties kopā ar putekļiem) ar lietus ūdeņiem noskaloti un aizstāti ar citiem joniem [Reimann et al., 2001]; [Tērauda, 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 nobiras ir atmirušas organismu daļas: lapas, skujas, zari, augļi, saknes, dzīvnieku ķermeņu fragmenti u.c. Nobiras uzkrājas gan augsnes virspusē, gan tās virsējā slānī un ir organisko vielu avots un sākumpunkts barības vielu aprītei. Mežu augšana un produktivitāte galvenokārt ir atkarīga no nobiru daudzuma, to veida, ķīmiskā sastāva un sadalīšanās ātruma. Nobiru veidošanās ir saistīta ar audzes īpašībām (sugu sastāvu, audzes vecumu un biezību) un metroloģiskajiem apstākļiem.

2010. gadā pabeigtas iepriekšējā gada nogalē ievākto nobiru biomasas uzskaitē un paraugu analīzes un veikta 2010. gadā ievākto nobiru paraugu frakcionēšana un ķīmisko īpašību analīzes. 2009. gadā attiecīgajā ekosistēmā noteikts sekojošs nobiru frakciju daudzums:

- vainaga zari un mizas – $0,16 \text{ kg m}^{-2}$;
- dominējošās koku sugas skujas – $0,18 \text{ kg m}^{-2}$ (1000 skuju masa – 27,27 g);
- augļi (čiekuri, sēklas) – $0,06 \text{ kg m}^{-2}$;
- cita biomasa (insekti, fekālijas u.c.) – $0,002 \text{ kg m}^{-2}$.

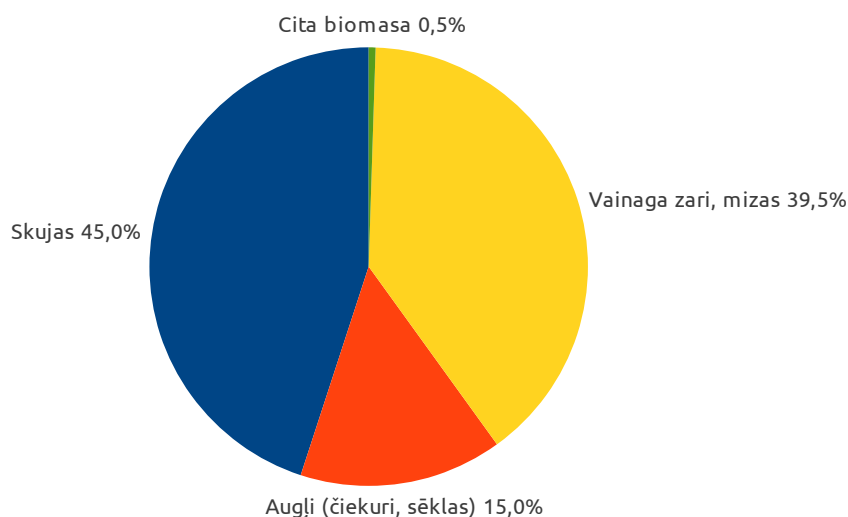
Kopējais nobiru daudzums 2009. gadā ir $0,40 \text{ kg m}^{-2}$. Pārrēķinot uz 1 ha, kopējais savākto nobiru apjoms atbilst 4 t ha^{-1} gadā. 2010. gadā laika posmā no 1. janvāra līdz 31. oktobrim mežaudzē konstatēts sekojošs nobiru frakciju daudzums:

- vainaga zari un mizas – $0,09 \text{ kg m}^{-2}$;
- dominējošās koku sugas skujas – $0,08 \text{ kg m}^{-2}$;
- augļi (čiekuri, sēklas) – $0,06 \text{ kg m}^{-2}$;
- cita biomasa (insekti, fekālijas u.c.) – $0,001 \text{ kg m}^{-2}$.

2009. gadā ievākto meža nobiru frakciju ķīmiskais sastāvs parādīts Tab. 4. 2010. g. ievākto nobiru ķīmiskās analīzes veikts pēc kalendārā gada noslēgšanās, kad būs ievāktas visu 12 mēnešu nobiru paraugu sērijas. Kopējais oglekļa daudzums, kas gada laikā nobiru veidā nonāk uz augsnes ar nobirām, ir 2,12 tonnas. Lielāko daļu oglekļa veido skujas un koku vainaga daļas (Att. 13).

Tab. 4: Meža nobiru frakciju ķīmiskais sastāvs

Nobiru frakcija	C, g 100 g ⁻¹	N, mg kg ⁻¹	S, mg kg ⁻¹	P, mg kg ⁻¹	Ca, mg kg ⁻¹	Mg, mg kg ⁻¹	K, mg kg ⁻¹
Skujas	53,1	5,1	0,54	0,35	6,95	1,39	1,42
Augļi (čiekuri, sēklas)	53,0	11,8	1,38	1,27	2,38	1,09	1,37
Vainaga zari, mizas	52,5	6,2	0,74	0,32	6,38	0,85	0,59
Cita biomasa	53,1	16,1	1,04	1,59	6,53	2,67	2,63



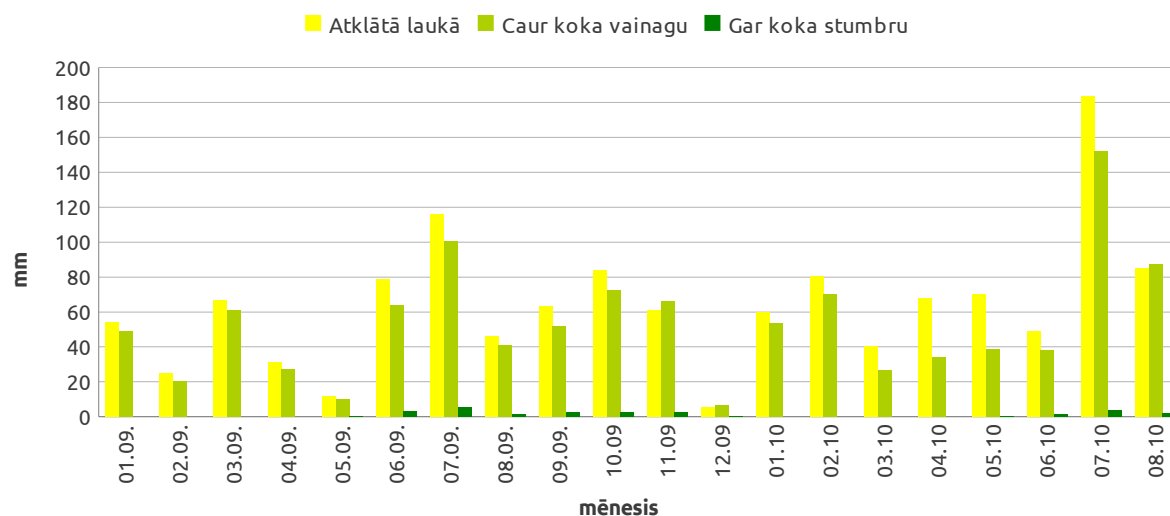
Att. 13: Gada laikā ar nobirām uz augsnes nonākušā oglekļa sadalījums nobiru frakcijās.

Nokrišņu ūdeņu uzskaite un paraugu ievākšana ķīmiskajām analīzēm

Nokrišņu ūdeņi

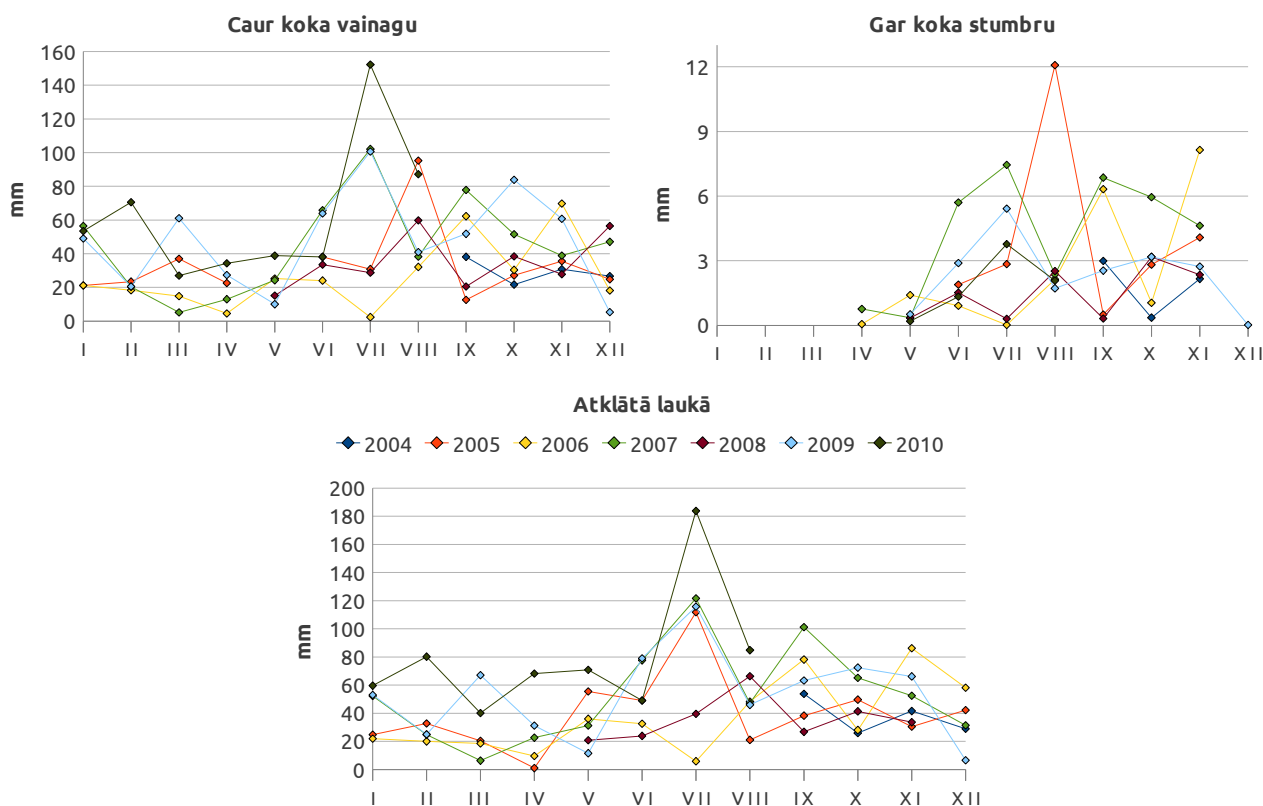
Augu un citu dzīvo organismu bojājumus, kuri rodas vides faktoru ietekmē, saista ar gaisa piesārņojumu un paaugstinātām sārņvielu koncentrācijām atmosfēras nokrišņos. Kaitīgie atmosfēras nosēdumi uz augiem nokļūst gāzu, aerosolu, lietus un sniega veidā. Nokrišņi uzskatāmi par nozīmīgāko piesārņojuma faktoru, kas ietekmē meža ekosistēmu. Nokrišņi ietekmē kokus, pamežu un zemsegas augus, meža dzīvniekus, kā arī augsni un tās bagātīgo faunu.

2009. gada novērojumu periodā (no 1. janvāra līdz 31. decembrim) nokrita vidēji 642,7 mm nokrišņu atklātā vietā un vidēji 589,1 mm nokrišņu kokaudzē, t.i., nokrišņi, kas izskalojušies caur vainagu un notecējuši gar stumbru. Savukārt, 2010. gada novērojumu periodā (no 1. janvāra līdz 31. augustam) nokrita vidēji 636,3 mm nokrišņu atklātā vietā un attiecīgi 508,9 mm nokrišņu kokaudzē (Att. 14). 2009. gada novērojumu periodā vislielākais nokrišņu daudzums novērots jūlija mēnesī, kad kopējais nokrišņu daudzums atklātā vietā ir 115,8 mm, caur koka vainagu 100,6 mm un gar koka stumbru 5,4 mm. Līdzīga situācija novērota arī 2010. gada novērojumu periodā, kad jūlija mēnesī konstatētais kopējais nokrišņu daudzums ir 183,8 mm, caur koka vainagu 152,2 mm un gar koka stumbru 3,77 mm. 2009. un 2010. gada novērojumu periodā caur koka vainagu uz augsnes nonāk vidēji 85-95 % no atklātā laukā izkritušo nokrišņu daudzuma, bet pārējie 5-15%, atkarībā no nokrišņu intensitātes, noplūst gar koku stumbru vai iztvaiko no koku vainaga virsmas.



Att. 14: Nokrišņu daudzums 2009. g. un 2010. gados.

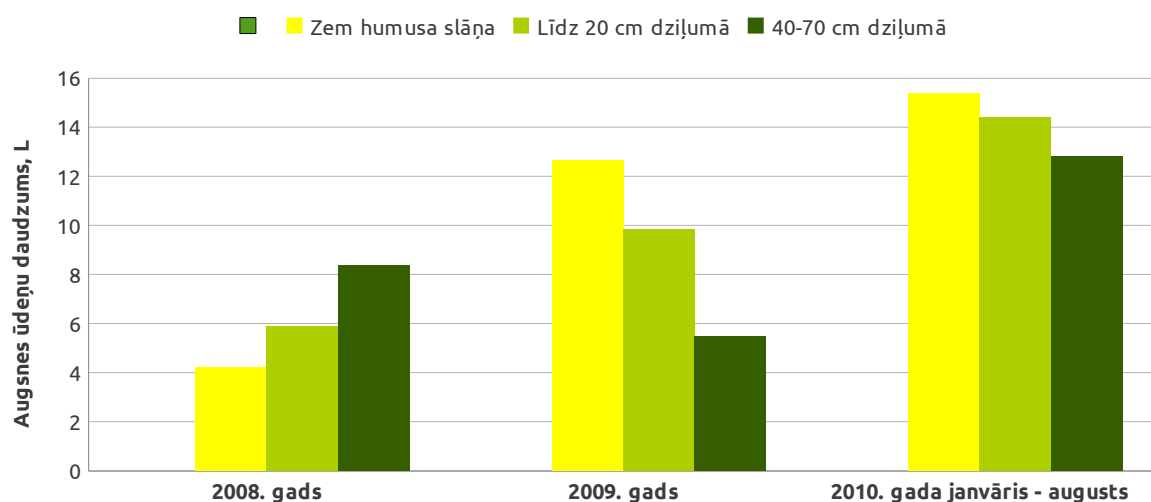
Salīdzinot nokrišņu daudzumu kopš 2004. gada, vislielākais nokritušo nokrišņu daudzums atklātā laukā konstatēts 2010. gada jūlijā, kad intensīvu lietavu rezultāta nokrituši 183,8 mm (Att. 15) Salīdzinot mēnešu vidējo nokrišņu daudzumu kopš 2004. gadā, konstatēts, ka pēdējo piecu gadu laikā lielākais nokrišņu daudzums atklātā laukā gada griezumā bijis jūlija mēnesī. 2010. gada jūlija mēnesī caur koka vainagu izkrituši 152,2 mm, kas attiecīgi ir augstākais rādītājs kopš 2004. gada. Vislielākais nokrišņu daudzums gar koka stumbru ir noplūdis 2005. gada augustā.



Att. 15: Nokrišņu daudzums no 2004. līdz 2010. gadam.

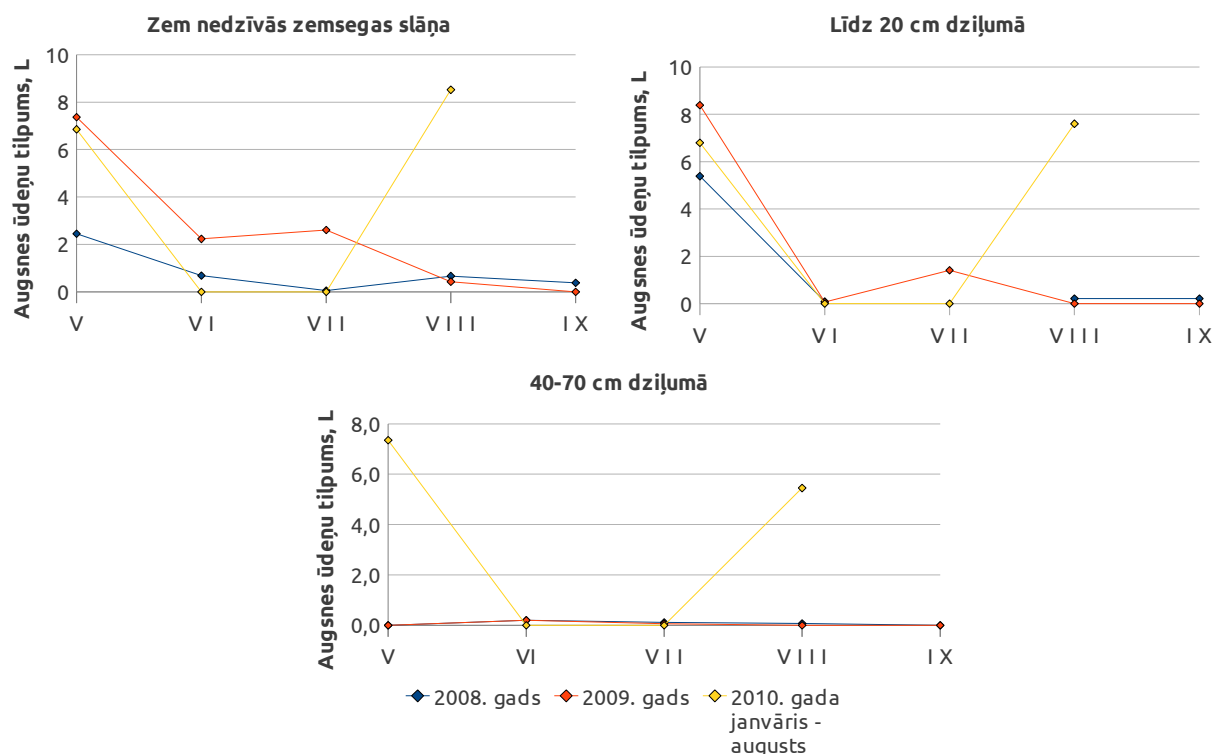
Augsnes ūdeņi

Salīdzinot 2008., 2009. un 2010. gada novērojumu perioda augsnes ūdeņu daudzumu dažādos augsnes dziļumos, vērojamas atšķirīgas tendences (Att. 16). 2008. gadā vislielākā ūdeņu pieplūde notikusi 40-70 cm dziļumā, tas ir 8,3 L. Savukārt, zem humusa slāņa 2008. gadā novērojama vismazākā ūdeņu pieplūde – 4,2 L. 2009. gadā zem humusa slāņa ūdeņu pieplūde konstatēta vislielākā – 12,6 L, bet 40...70 cm dziļumā vismazākā – 5,4 L. Savukārt, no 2010. gada janvāra līdz augustam ūdens daudzums zem humusa slāņa, līdz 20 cm dziļumam un 40...70 cm dziļumā bijis vienmērīgs, attiecīgi, 15,4; 14,0 un 12,8 L.



Att. 16: Augsnes ūdeņu daudzums 2008., 2009. un 2010. gados.

2010. gada novērojumu periodā vislielākā augsnes ūdeņu pieplūde konstatēta jūlijā, kas izskaidrojams ar spēcīgām lietavām, bet 2008. un 2009. gadā vislielākā augsnes ūdeņu pieplūde bija maijā, kad lizimetri atsūknēti pirmo reizi pēc ziemas perioda (Att. 17). Salīdzinot ūdens daudzumu 40-70 cm dziļumā 2008., 2009. un 2010. gadu novērojumu periodos, konstatēts būtiska ūdens daudzuma pieplūde 2010. gada maijā un jūlijā.



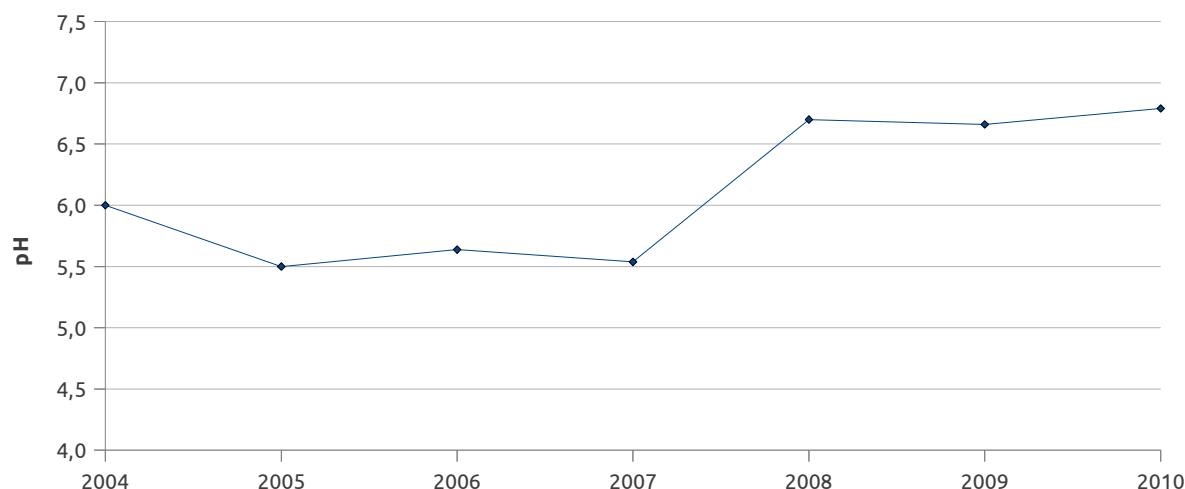
Att. 17: Augšnes ūdeņu daudzums 2008., 2009. un 2010. gados.

Nokrišņu un augsnes ūdeņu ķīmiskās analīzes

Nokrišņu ūdeņu ķīmiskās analīzes

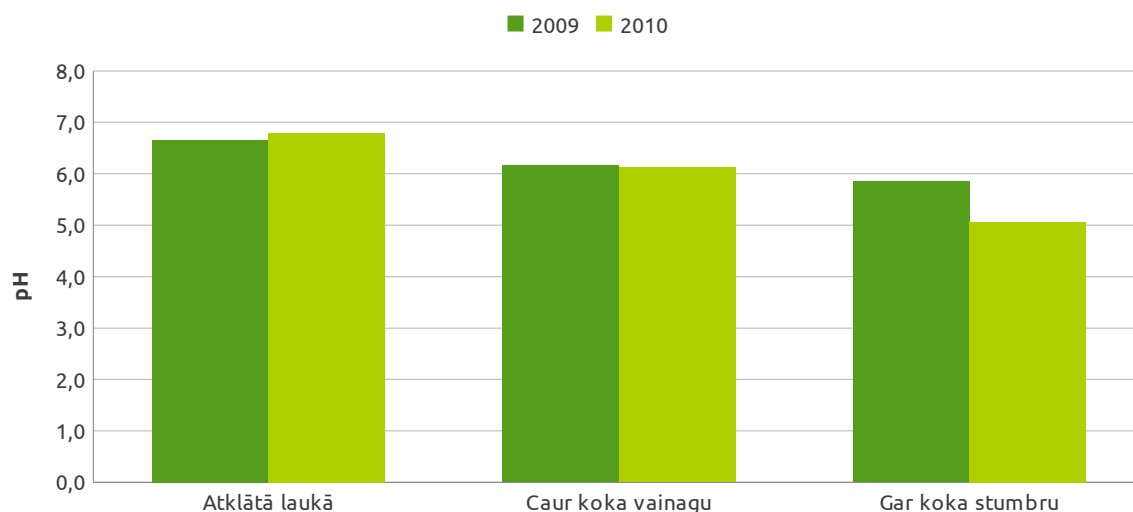
Nokrišņu ūdeņu ķīmiskajos pētījumos tradicionāli pēta, galvenokārt, sēra un slāpekļa savienojumus, kuriem ir vidi paskābinoša ietekme, un bāziskos katjonus (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+}), kam ir vidi neitralizējoša ietekme.

Slāpekļa un sēra savienojumi atmosfērā būtiski ietekmē nokrišņu pH. Vidējā nokrišņu pH vērtība laika periodā no 2004. līdz 2010. g. svārstījies robežās no 5,5 2005. gadā līdz 6,7 2009. gadā un 6,8 2010. gadā (Att. 18). Novērojama tendence palielināties pH vērtībai, konstatētā pH vērtības palielināšanās pēdējos gados atklātā laukā ir būtisks ($p < 0,05$). Līdzīgas pH izmaiņas konstatētas nokrišņiem, kas izskalojušies caur koka vainagiem.



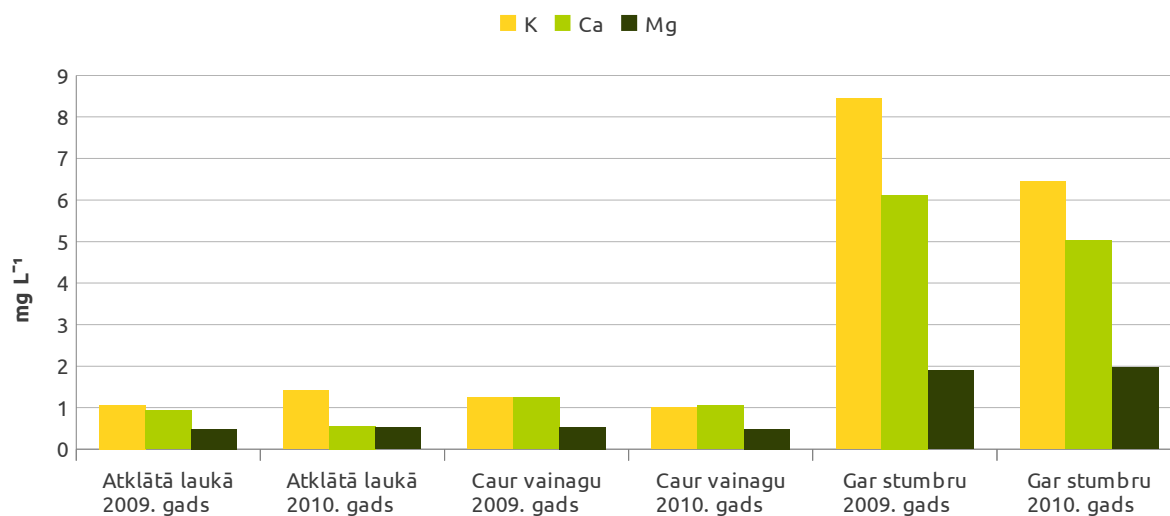
Att. 18: pH izmaiņās atklātā lauka nokrišņos.

Stumbra noteces un vainaga caurteces ūdeņi ir skābāki par atklātā lauka ūdeņiem (Att. 19). Skuju koku mežos vainaga caurtecei un stumbra notecei parasti ir zemāki pH rādītāji nekā atklātā lauka nokrišņos. Tas parāda brīvo skābju daudzuma palielināšanos zem skuju koku vainagiem. Tādējādi skābju pārtveršana ar skuju kokiem ir lielāka nekā bāzisko vielu sausā izsēšanās vai buferkapacitāte. Ūdenim izkritot caur koku vainagiem un plūstot gar stumbriem, tas absorbē šķīdumus un vielas, kas nogulsņējušās uz skuju un mizas virsmas.



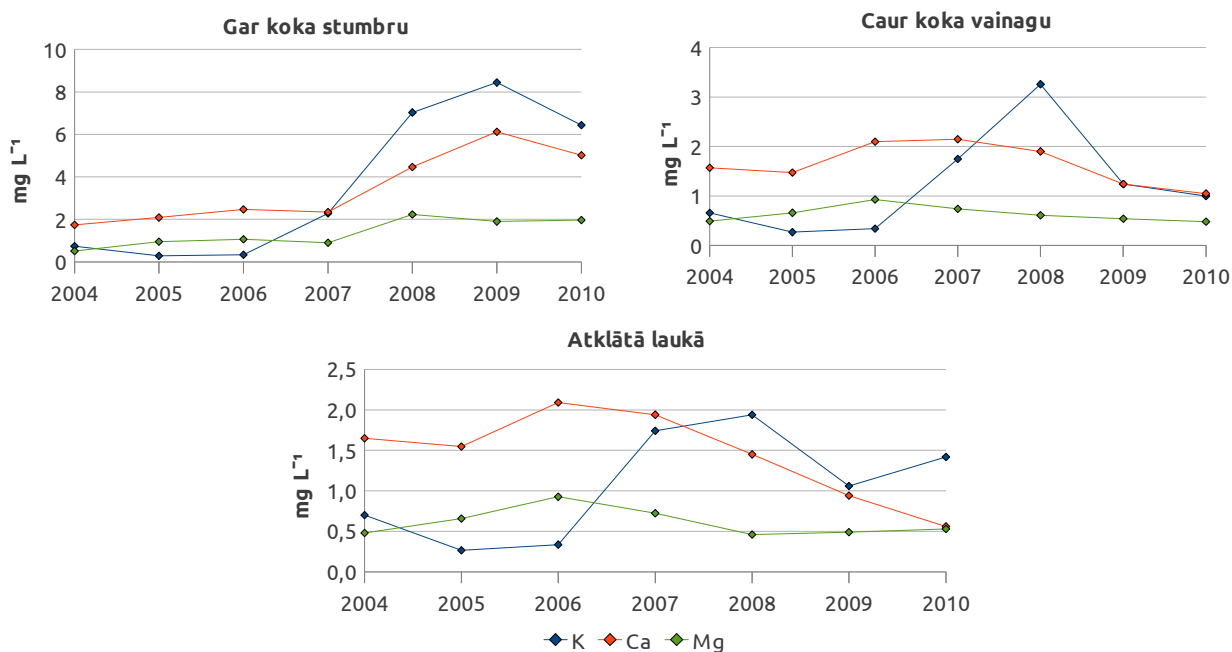
Att. 19: Vidējās pH vērtības 2009. g. un 2010. gados.

Nozīmīgi augu barības elementi ir bāziskie katjoni. Novērojumu periodā atklātā lauka nokrišņos vasaras mēnešos palielinājies Ca^{2+} , K^{+} saturs, bet Mg^{2+} satura izmaiņas ir nebūtiskas. Nav novērotas būtiskas atšķirības starp bāzisko katjonu saturu nokrišņos, kas ievākti atklātā laukā un izskalojušies caur koka vainagu, savukārt, salīdzinot bāzisko katjonu saturu atklātā lauka nokrišņos un nokrišņos, kas noskalojušies gar koku stumbriem, konstatēts būtisks bāzisko katjonu satura palielinājums (Att. 20).



Att. 20: Vidējais bāzisko katjonu saturs nokrišņu ūdenī 2009. un 2010. gados.

Nav novērotas Mg²⁺ satura būtiskas izmaiņas nokrišņos kopš 2004.gada. Savukārt, kopš 2007. g. K⁺ un Ca²⁺ saturs nokrišņos, kas noskalojušie gar koku stumbriem, ir palielinājies (Att. 21).



Att. 21: Vidējās bāzisko katjonu saturs nokrišņu ūdenī.

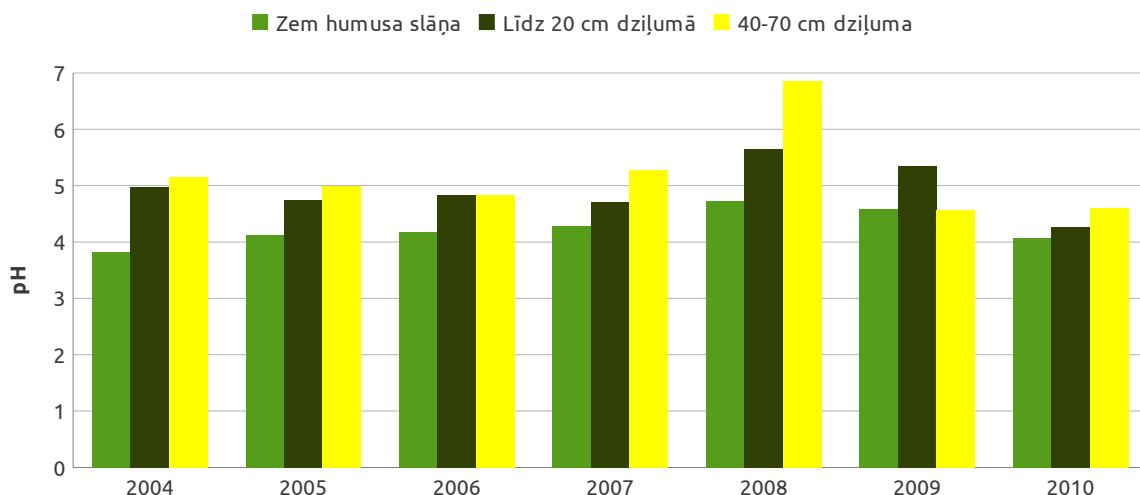
Augsnes ūdeņu ķīmiskās analīzes

Barības elementu transportam ar nokrišņiem no atmosfēras un veģetācijas uz augsni ir liela nozīme barības vielu apritē meža ekosistēmā. Nokrišņiem ejot cauri dažādiem veģetācijas stāviem, to ķīmiskais sastāvs mainās vairāku atšķirīgu procesu ietekmē. No lapotnes caurteces daudzuma un kvalitātes ir atkarīgas augsnes slāņa virskārtas īpašības un barības elementu pieejamība augsnē.

Ķīmisko vielu iznese no priežu mežu ekosistēmām notiek galvenokārt ar augsnes ūdeni. Meža ekosistēmā, nokrišņiem nonākot uz augsnes un sūcoties cauri augsnes slāņiem, ūdens

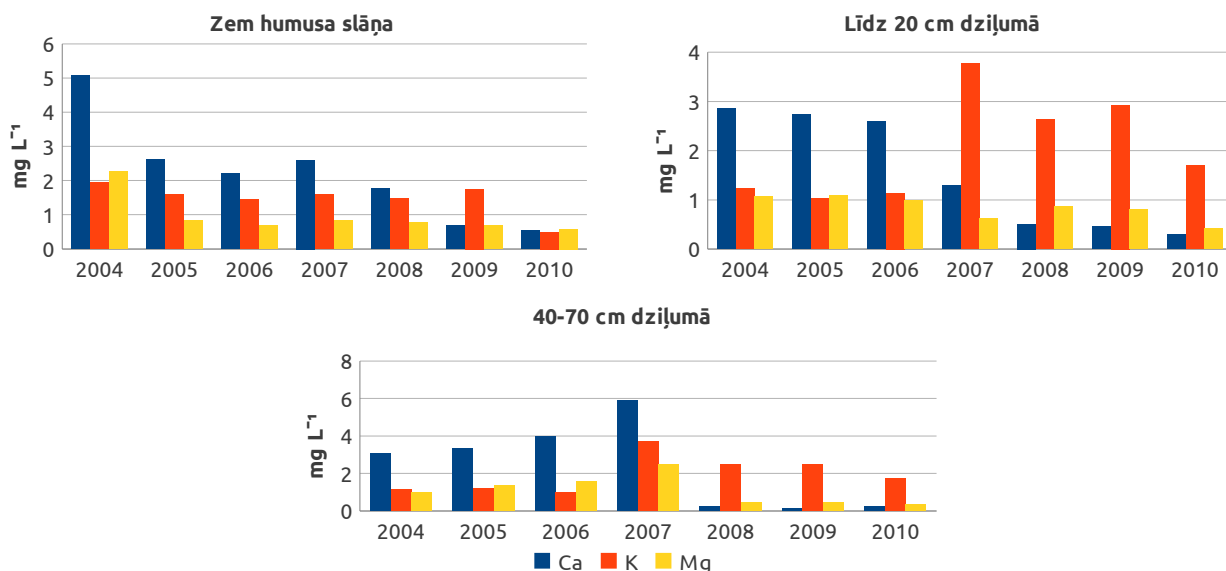
daudzums mainās un tā kvalitāte tiek pārveidota. Procesi, kas pārveido augsnes ūdeni, ietver barības elementu uzņemšanu, mikroorganismu darbību, adsorbciju/desorbciju, jonu apmaiņu un dēdēšanu. Katjonu apmaiņa, kurā protoni tiek adsorbēti un citi katjoni atbrīvoti augsnes šķīdumā, boreālo mežu augsnēs ir cieši saistīta ar organisko vielu daudzumu un pH.

Viens no galvenajiem augsnes ūdens ķīmiskajiem parametriem ir pH. Augsnes ūdeņu analīžu rezultāti liecina, ka augsnes ūdens pH mainās atkarībā no augsnes slāņa (Att. 22). Palielinoties augsnes dziļumam, ūdens pH vērtība palielinās. To veicina protona buferizācijas un neitralizācijas procesi, ko izraisa citu katjonu satura palielināšanās. Vidējā ūdens pH vērtība zem humusa slāņa kopš 2004. gada variē no 3,8 līdz 4,7. pH 20 cm dziļumā svārstās robežās no 4,3 līdz 5,7, bet 70 cm dziļumā no 4,6 līdz 6,9 (Att. 22).



Att. 22: Vidējās pH vērtības augsnes ūdeņos.

Minerālu dēdēšana ir būtisks process, kas augsnei piegādā bāziskos katjonu. Šos katjonus augi uzņem ar saknēm, vai arī tie tiek izskaloti. (Att. 23) parādīts vidējais bāzisko katjonu saturs augsnes ūdeņos dažādos dziļumos otrā līmeņa meža monitoringa parauglaukumā.



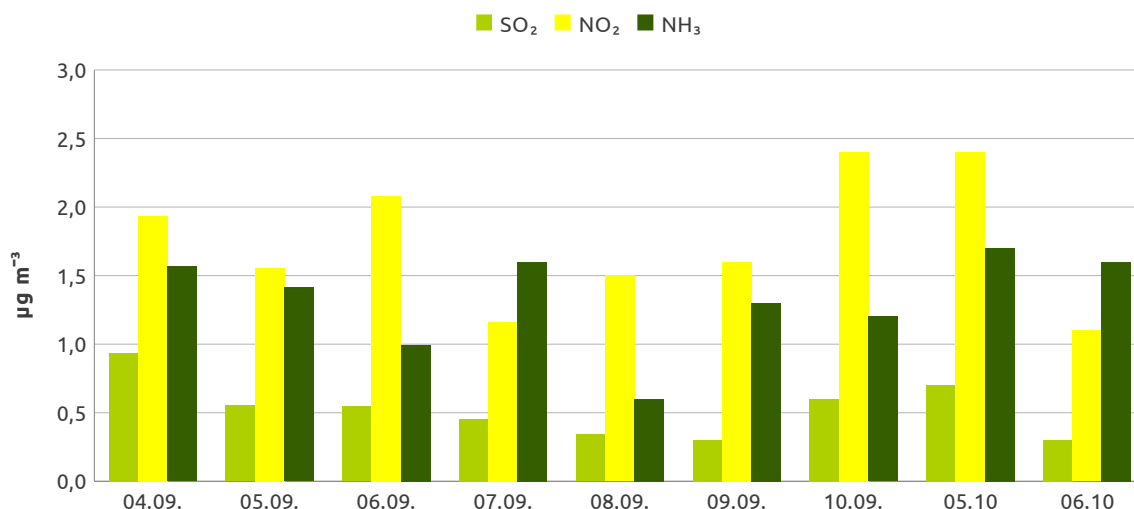
Att. 23: Bāzisko katjonu saturs augsnes ūdeņos no 2004. līdz 2010. gadam.

Gaisa kvalitātes mērījumi un ozona bojājumu vizuāla noteikšana

Gaisa kvalitātes mērījumi

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

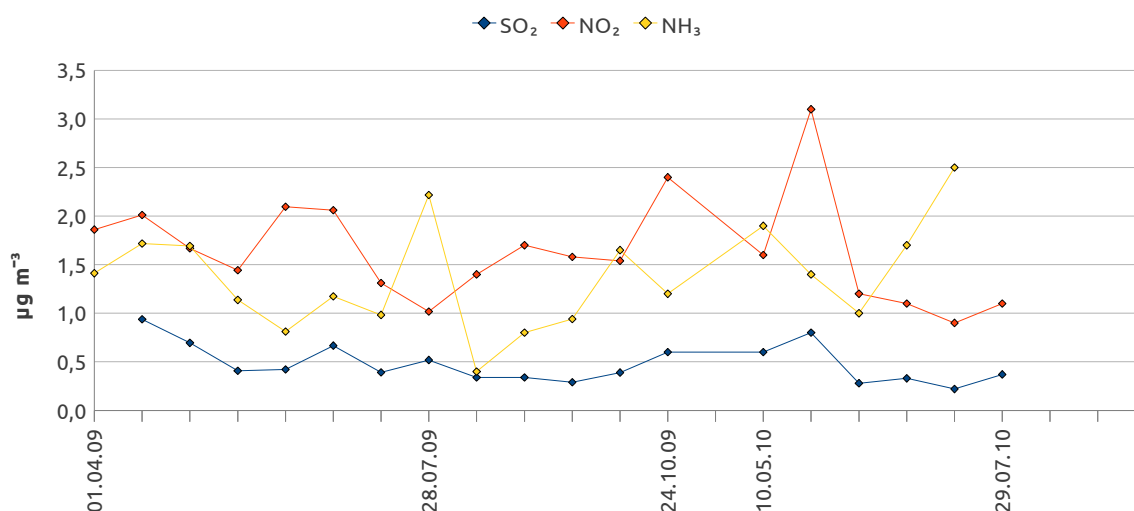
Gaisa kvalitātes mērījumu rezultāti rāda, ka kopumā novērojumu periodā no 2009. gada aprīļa līdz oktobrim un no 2010. gada maija līdz jūnijam sēra, slāpekļa dioksīda un amonjaka koncentrācijas ir relatīvi zemas, kā tas ir raksturīgs lauku apvidiem – NO_2 – $1,8 \mu\text{g m}^{-3}$, SO_2 – $0,5 \mu\text{g m}^{-3}$, NH_3 – $1,4 \mu\text{g m}^{-3}$ (Att. 24). Paaugstināts SO_2 saturs vērojams 2009. gada aprīlī $0,9 \mu\text{g m}^{-3}$ un 2010. g. maijā $0,7 \mu\text{g m}^{-3}$, kas izskaidrojams ar pavasara iestāšanos un intensīvu kūlas dedzināšanu. Savukārt, 2009. gadā pārējos mēnešos SO_2 koncentrācijām ir tendence samazināties, jūlija mēnesī sniedzot $0,5 \mu\text{g m}^{-3}$. SO_2 koncentrācijas izmaiņu dinamiku 2010. gadā nav iespējams korekti analizēt, jo uz doto brīdi iztrūkst mērījumu dati par pilnu uzmērījumu ciklu. NO_2 lielākais saturs vērojams 2009. gada veģetācijas perioda beigās un 2010. gada veģetācijas perioda sākumā, attiecīgi, $2,4 \mu\text{g m}^{-3}$ oktobrī un $2,4 \mu\text{g m}^{-3}$ maijā. Savukārt, zemākā NO_2 koncentrācija vērojama ir 2010. gada jūnijā ($1,1 \mu\text{g m}^{-3}$). NH_3 koncentrācijas aprīlī, maijā un jūlijā ir bijusi robežās no $1,4$ līdz $1,6 \mu\text{g m}^{-3}$ 2009. gadā, bet 2010. gadā – no $1,6 \mu\text{g m}^{-3}$ maijā līdz $1,7 \mu\text{g m}^{-3}$ jūnijā. Mazākais NH_3 saturs gaisā konstatēts augustā ($0,6 \mu\text{g m}^{-3}$). Parasti SO_2 , NH_3 un NO_2 satura svārstības paraugos ir izskaidrojamas ar valdošo vēju virzienu attiecīgajā novērojumu periodā, kā arī saimnieciskās darbības intensitāti.



Att. 24: Vidējais SO_2 , NH_3 un NO_2 saturs gaisā 2009. gadā.

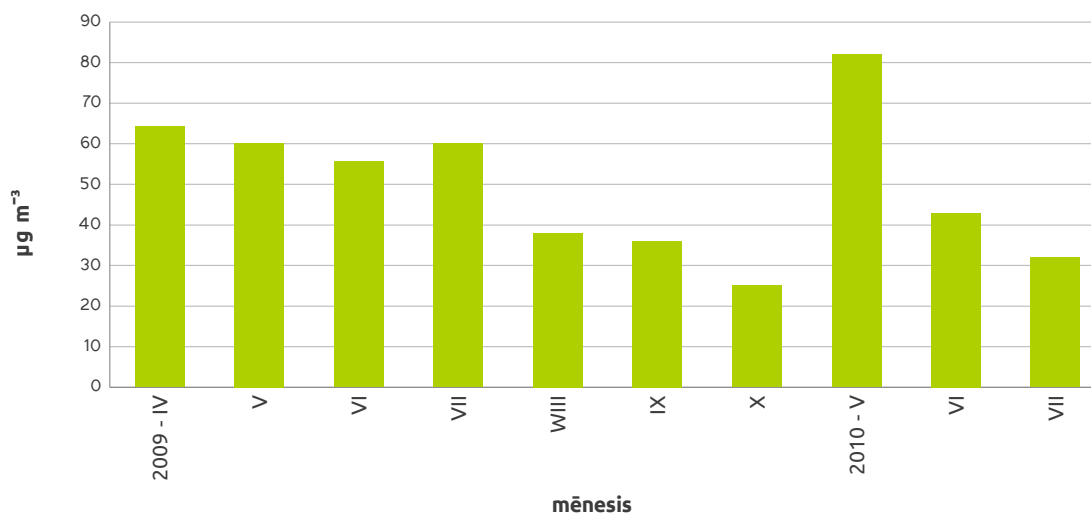
SO_2 saturs gaisā, sākot no 2009. gadu, ir ievērojami samazinājies, salīdzinot ar 2004. un 2005. gada datiem.

Izvērtējot SO_2 saturu gaisā novērojumu perioda griezumā (Att. 25), novērojams, ka SO_2 saturs palielinās aprīļa mēneša otrajā pusē (18.06.-30.06.) 2009. gadā un maija sākumā 2010. gadā. SO_2 saturs 2009. gada aprīļa pirmajā pusē gaisā bija zem detektēšanas robežas ($< 0,4 \mu\text{g m}^{-3}$). 2009. gadā paaugstināta NO_2 koncentrācija gaisā ir novērojama gan jūnija pirmajā pusē, gan otrajā pusē, kad tā sasniedza $2,1 \mu\text{g m}^{-3}$, taču visaugstākā koncentrācija ir septembra beigās, vidēji $2,4 \mu\text{g m}^{-3}$. Salīdzinot 2009. gada septembra beigu vidējo koncentrāciju ar 2010. gada maija NO_2 koncentrāciju, 2010. gada maijā tā ir palielinājusies par 1,3 reizēm. Savukārt, zemākā NO_2 koncentrācija ir vērojama 2009. gada jūlija otrajā pusē – $1 \mu\text{g m}^{-3}$. Straujš NH_3 satura pieaugums gaisā vērojams 2009. gada jūlija otrajā pusē.



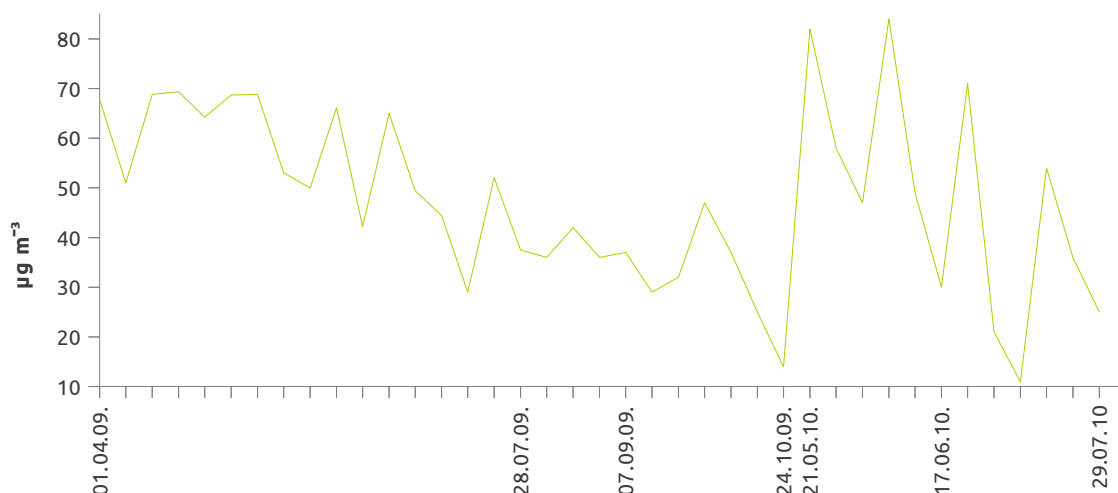
Att. 25: SO₂, NH₃ un NO₂ saturs gaisā novērojumu periodā 2009. un 2010. gados.

2009. gada veģetācijas periodā vidējais O₃ saturs gaisā ir robežās no 64,2 līdz 25,0 µg m⁻³. Lielākais O₃ saturs gaisā konstatēts aprīlī, bet zemākais – oktobrī (Att. 26). Savukārt, 2010. gada ir visaugstākā O₃ satura vērtība konstatēta maijā (84 µg m⁻³).



Att. 26: Vidējais O₃ saturs 2009. un 2010. gados.

Izvērtējot O₃ saturu nedēļas griezumā, redzama neregulāra dinamika (Att. 27). Visā novērojumu ciklā O₃ saturs ir svārstījies robežās no 25 līdz 82 µg m⁻³.



Att. 27: Vidējais O₃ saturs 2009. un 2010. gados.

Ozona bojājumu vizuāla uzskaitē

Tāpat kā 2009. gadā, arī 2010. gadā vizuāli nosakāmi ozona bojājumi netika konstatēti. Uz atsevišķiem augiem atrasti biotiski un abiotiski bojājumi (Tab. 5).

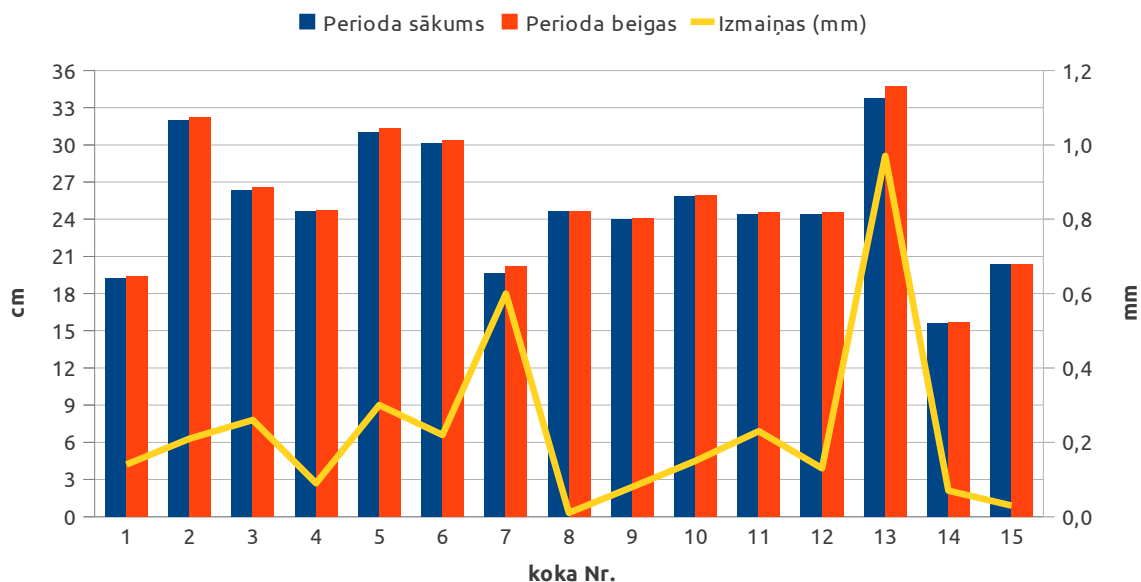
Tab. 5: Uzskaitītie ozona bojājumi uz zemesdzies augiem atklātā vietā 2010. gadā

Latviskais nosaukums	Latīniskais nosaukums	Ozona pazīme (augu skaits)		Piezīmes
		ir	nav	
Vijolīte	<i>Viola sp.</i>		+	
Āra bērzs	<i>Betula pendula</i>		+	Biotiskie
Avene	<i>Rubus idea</i>		+	
Kļava	<i>Acer platanoides</i>		+	Biotiskie
Parastais pīlādzis	<i>Sorbus aucuparia</i>		+	
Parastā liepa	<i>Tilia cordata</i>		+	
Parastā apse	<i>Populus tremula</i>		+	Biotiskie
Parastā lazda	<i>Corylus avellana</i>		+	
Ciņu smilgās	<i>Calamagrostis arundinacea</i>		+	
Parastā egle	<i>Picea abies</i>		+	
Ērgļpārde	<i>Pteridium aquilinum</i>		+	Abiotiskie
Parastais ozols	<i>Quercus robur</i>		+	
Kaulene	<i>Rubus saxatilis</i>		+	
Zeltene	<i>Lysimachia vulgaris</i>		+	
Veronika krūmu	<i>Veronica sp.</i>		+	
Zaķskābenes	<i>Oxalis acetosella</i>		+	
Upene	<i>Ribes nigra</i>		+	

Koku pieauguma mērījumi

No 2009. gada marta līdz 2010. gada oktobrim koku vidējais gadskārtu pieaugums 1,3 m augstumā ir 0,23 cm (Att. 28). 2009. gadā no marta līdz decembrim vidējais gadskārtu pieaugums ir 0,07 cm. Salīdzinoši mazais pieaugums izskaidrojams ar to, ka dati iegūti lentu uzstādīšanas

gadā, kad lenta pieņem koka stumbra formu, attiecīgi, daļa no pieauguma kompensējas ar lentas deformācijām. Savukārt, gadskārtu pieaugumus 2010. gadā no jāvāra līdz septembrim ir vidēji 0,2 cm, kas ir 2,9 reizes lielāks salīdzinājumā ar 2009. gada novērojumu perioda vidējo vērtību. Pieaugums 2010. gada novērojuma periodā ir būtiski lielāks salīdzinot ar 2009. gada novērojumu periodu, taču pilnvērtīgākus datus būs iespējams iegūt 2011. gada novērojumu perioda beigās, kad lentas būs pilnīgāk piekļāvušās koku stumbriem.



Att. 28: Koku pieauguma lentas mērījumi no 2009. gada marta līdz 2010. gada augustam.

Veģetācijas uzskaite

Lai ievērotu ICP rokasgrāmatas paredzētu intervālu starp veģetācijas uzskaitēm, 28. jūlijā Latvijas II līmeņa ICP meža monitoringa parauglaukumā veikta veģetācijas uzskaite.

Uzskaites parauglaukumos noteica koku, krūmu, lakstaugu un sūnu veģetācijas projektīvo segumu (Att. 29). Uzskaitīja parauglaukumos un ārpus tiem konstatētās sugas. Kopumā konstatētas 23 sugas, tikai divas no tām (Zilganā molīnija *Molinia caerulea* (L.) Moench un parastais krūklis *Fragula alnus* L.) atrodas ārpus veģetācijas uzskaites parauglaukumiem Latvijā ierīkotajā parauglaukumā sastopamas sešas Eiropā bieži sastopamas lakstaugu stāvā augošām sugām (Mellene *Vaccinium myrtillus* L.; Zilene *Vaccinium uliginosum* L.; Brūklene *Vaccinium vitis-idaea* L.; Meža nārbulis *Melampyrum sylvaticum* L.; Sila virsis *Calluna vulgaris* L.; Bērzs *Betula* sp.). Sugu saraksts dots Tab. 6.



Att. 29: Mazais veģetācijas uzskaites parauglaukums.

Tab. 6: Otrā līmeņa monitoringa parauglaukumā konstatēto sugu saraksts

Suga	Latīniski	Eiropā izplatīta suga	Stāvs
Spīdīgā stāvaine	<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) B., S. et G.		sūnas
Šrēbera rūšaine	<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.		sūnas
Parastā straussūna	<i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not.		sūnas
Viļņainā divzobe	<i>Dicranum polysetum</i> Sw.		sūnas
Slotiņu divzobe	<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.		sūnas
Purva krokvēcelīte	<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwaegr.		sūnas
Parastā īsvācelīte	<i>Brachythecium oedipodium</i> (Mitt.) Jaeg.		sūnas
Mellene	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	x	lakstaugi
Zilene	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	x	lakstaugi
Brūklene	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L. <i>Rhodococcum vitis-idaea</i> (L.) Avrorin	x	lakstaugi
Meža nārbulis	<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	x	lakstaugi
Sīla virsis	<i>Calluna vulgaris</i> L. <i>Erica vulgaris</i> L.	x	lakstaugi
Ložņu saulenīte	<i>Goodyera repens</i> (L.) R. Br. <i>Satyrium repens</i> L.		lakstaugi
Zilganā molīnija	<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench		lakstaugi
Dzelonainā ozolpārde	<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs <i>Dryopteris spinulosa</i> (O.F. Muell.) O. Kuntze <i>Polypodium carthusianum</i> Vill.		lakstaugi
Āra bērzs	<i>Betula pendula</i> Roth. <i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	x	lakstaugi
Pūkainais bērzs	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	x	lakstaugi
Parastais ozols	<i>Quercus robur</i> L.		lakstaugi
Parastais kadiķis	<i>Juniperus communis</i> L.		lakstaugi
Parastā egle	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst. <i>Pinus abies</i> L., <i>Picea excelsa</i> (Lam.) Link	x	lakstaugi, krūmi, koki
Parastā priede	<i>Pinus sylvestris</i> L.	x	lakstaugi, koki
Pūkainā zemzālīte	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.		lakstaugi
Parastais krūklis	<i>Fragula alnus</i> L.		krūmi

Salīdzinot liela mēroga un maza mēroga parauglaukumos iegūtos datus, redzams, ka lielajos

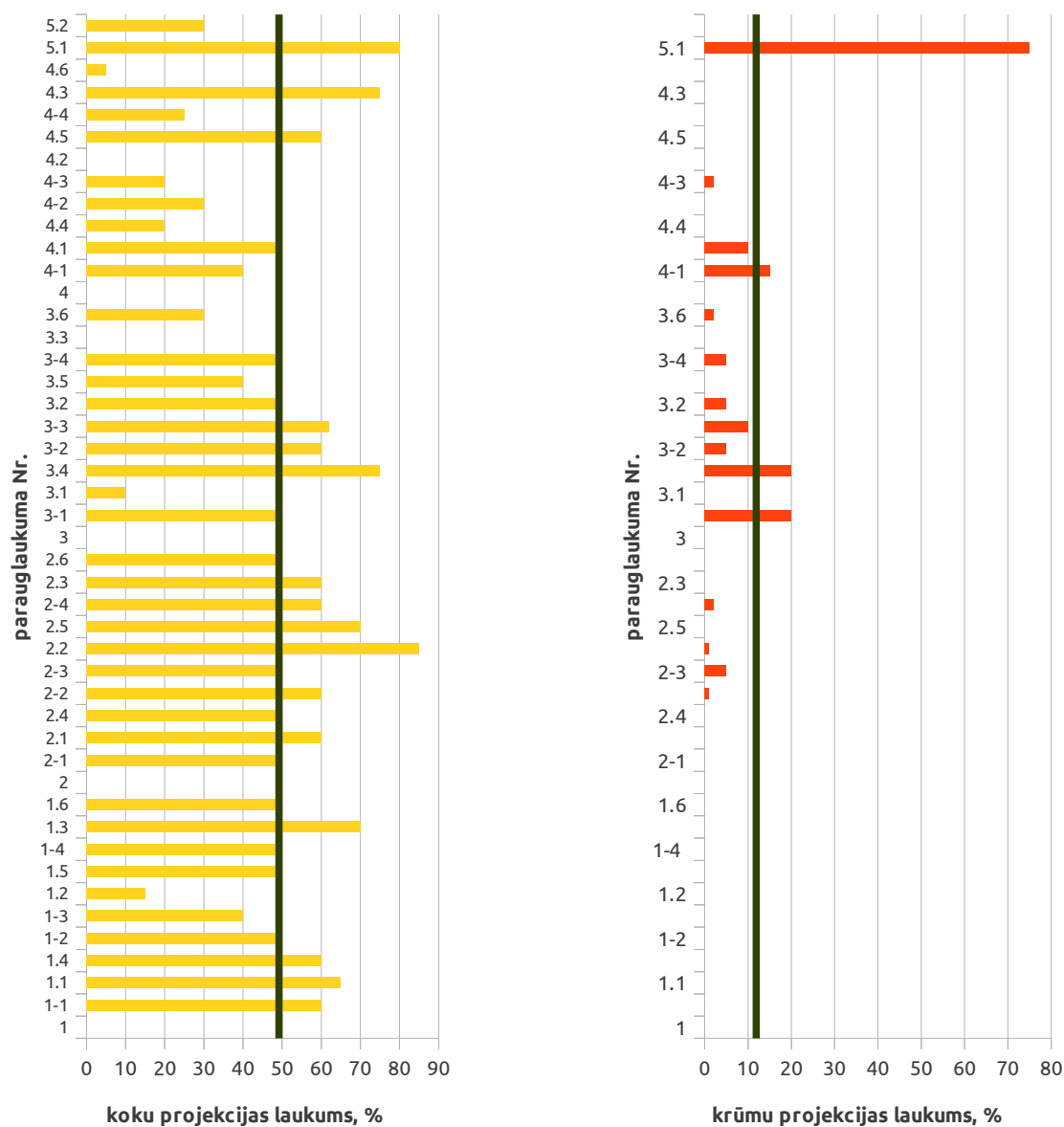
uzskaites laukumos maz pārstāvētās sugas grūti pamanīt un tās neieklaujas 100 % skalā ar vienu zīmi aiz komata. Mazajos uzskaites laukumos mēdz neiekrist sugas, kas sastopamas lielajā parauglaukumā (Tab. 7). Kokaugu stāvu veido galvenokārt priedes, vidējais projekcijas laukums 47 un 49 %, egle sastopama reti projekcija vidēji 1,5 % 400 m² parauglaukumos, bet tajos 1 m² laukumos, kur aug egles, tās pārklāj 30 % platības. Bērzs, ozols sastopami, kā 10-45 cm gari sējeņi ar nelielu projekcijas laukumu. Mellenes (44 un 49 %), nārbuli (5,3 un 5,9 %), brūklenes (3,3 %) aug praktiski visos uzskaites laukumos, lielākajā daļa no uzskaites laukumiem aug arī virši, bet to projekcija mazāka (0,5-1,3 %). Visizplatītākās sūnas ir Šrēbera rūšaine (37 un 47 %) un spīdīgā stāvaine (45 un 53 %).

Tab. 7: Lielajos un mazajos laukumos uzskaitīto sugu projekciju statistisko radītāju apkopojums

Suga, projekcijas laukums, %		% Liela mēroga parauglaukumos (400 m ²)						% Mazajos uzskaites parauglaukumos (m ²)					
		$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	n	Min	Maks	Moda	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	n	Min.	Maks.	Moda
Koki Virs 5 m		47,31	2,99	19,00	20,00	62,00	50,00	50,42	4,55	24,00	5,00	85,00	50,00
Parastā egle	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	1,50	0,41	3,00	1,00	2,00		30,00		1,00			
Parastā priede	<i>Pinus sylvestris</i> L.	47,19	2,96	19,00	20,00	60,00	50,00	49,50	4,30	24,00	5,00	85,00	50,00
Krūmi	Virš 50 cm	7,22	1,88	12,00	1,00	20,00	5,00	18,83	11,59	6,00	1,00	75,00	
Parastā egle	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	7,22	1,88	12,00	1,00	20,00	5,00	18,83	11,59	6,00	1,00	75,00	
Lakstaugi Līdz 50 cm augstumam		57,00	5,13	19,00	20,00	80,00	75,00	48,92	5,22	26,00	1,00	80,00	75,00
Mellene	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	49,75	5,63	19,00	1,00	75,00	70,00	44,44	5,79	25,00	0,10	80,00	75,00
Zilene	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	0,30	0,16	3,00	0,10	0,50		2,00		1,00	2,00	2,00	
Brūklene	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	3,38	0,91	19,00	0,50	15,00	0,50	3,27	1,11	19,00	0,10	20,00	1,00
Meža nārbulis	<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	5,91	1,21	19,00	0,50	20,00	3,00	5,28	3,92	15,00	0,10	60,00	1,00
Sila virsis	<i>Calluna vulgaris</i> L.	1,37	0,40	13,00	0,10	5,00	1,00	0,50		1,00	0,50	0,50	
Ložņu saulenīte	<i>Goodyera repens</i> (L.) R. Br.	0,30	0,16	3,00	0,10	0,50							
Pūkainā zemzālīte	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	0,50		2,00	0,50	0,50							
Dzelonainā ozolpāparde	<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs	0,10		2,00	0,10	0,10							
Parastais kadiķis	<i>Juniperus communis</i> L.							0,10		1,00	0,10	0,10	
Ozols	<i>Quercus robur</i> L.	3,27	1,93	9,00	0,10	15,00	1,00	1,03	0,55	3,00	0,10	2,00	
Āra bērzs	<i>Betula pendula</i> Roth.	0,10		2,00	0,10	0,10							
Pūkainais bērzs	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	0,50		2,00	0,50	0,50							
Parastā egle	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	3,42	0,67	8,00	0,50	5,00	5,00	5,78	3,24	4,00	0,10	15,00	
Parastā priede	<i>Pinus sylvestris</i> L.							3,00		1,00	3,00	3,00	
Sūnas		90,63	1,10	19,00	80,00	95,00	95,00	85,19	2,05	26,00	60,00	95,00	95,00
Spīdīgā stāvaine	<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) B., S. et G.	53,56	5,71	19,00	5,00	90,00	45,00	44,92	9,04	21,00	0,10	95,00	0,10
Šrēbera rūšaine	<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.	37,50	5,97	19,00	5,00	85,00	20,00	47,08	7,66	26,00	1,00	95,00	1,00

Suga, projekcijas laukums, %		% Liela mēroga parauglaukumos (400 m ²)						% Mazajos uzskaites parauglaukumos (m ²)					
		$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	n	Min	Maks	Moda	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	n	Min.	Maks.	Moda
Parastā straussūna	<i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not.	1,20	0,70	5,00	0,10	3,00		50,00		1,00	50,00	50,00	
Viļņainā divzobe	<i>Dicranum polysetum</i> Sw.	0,10		2,00	0,10	0,10							
Slotiņu divzobe	<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	1,22	0,59	18,00	0,10	10,00	0,10	0,86	0,29	19,00	0,10	4,00	0,10
Purva krokvācelīte	<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwaegr.	1,43	0,39	8,00	0,10	3,00	2,00	0,50		1,00	0,50	0,50	
Parastā isvācelīte	<i>Brachythecium oedipodium</i> (Mitt.) Jaeg.	0,10		2,00	0,10	0,10		0,55	0,45	2,00	0,10	1,00	

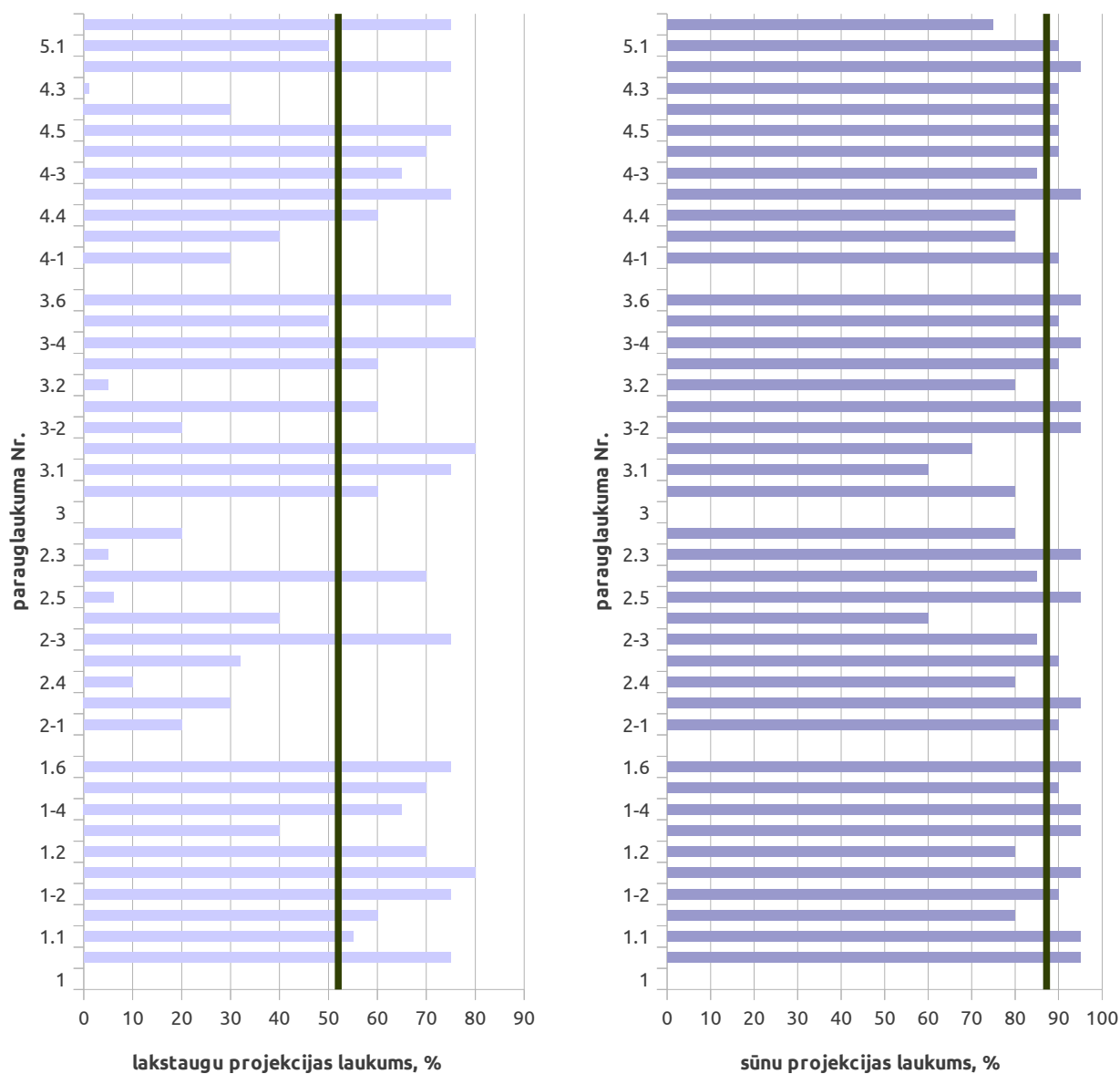
Koku stāvā esošo priežu un atsevišķu egļu kopēja projekcija uzskaites laukumos vienmērīga, bet krūmu stāvā esošo augu kopējās projekcijas ļoti atšķiras starp uzskaites laukumiem, to veido šajā augstumā esošie egļu zari (Att. 30). Vidēji uzskaites laukumos koku projekcija ir 49 %, bet krūmiem – tikai 12 %.



Att. 30: Kokaugu un krūmu projekcijas laukumu sadalījums uzskaites laukumos.

Vidēji ar lakstaugu projekcijas laukums ir 51 %, bet sūnām 89 % (Att. 31).

Parauglaukumā nav atsegtas augsnes, tā visur klāta ar sūnām un lakstaugiem.



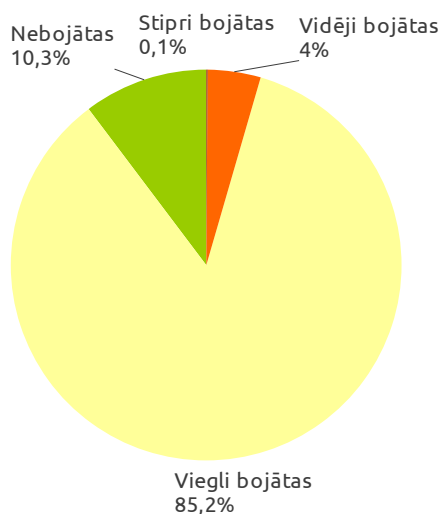
Att. 31: Lakstaugu un sūnu sadalījums uzskaites laukumos.

Koku veselības stāvokļa uzmērījumi pirmā līmeņa meža monitoringa parauglaukumos

Defoliācijas novērtējuma rezultāti

Priede

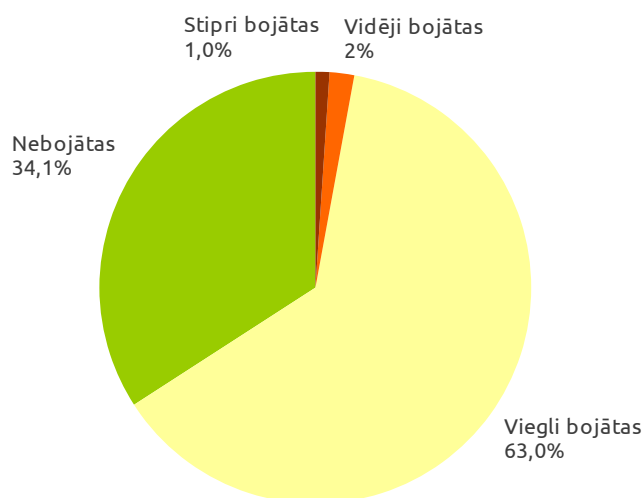
Defoliācija tika novērtēta 935 priedēm. Atbilstoši liela mēroga reprezentatīvā monitoringa parauglaukumos veikto novērojumu rezultātiem, priedes vainagu vidējā defoliācija 2010. gadā bija $18,6 \pm 0,19\%$. Nebojāti koki (defoliācija robežās no 0-10 %) sastāda 10 %, viegli bojāti koki (defoliācija robežās no 11-25 %) – 86 %, bet vidēji bojāti koki (defoliācija robežās no 26-60 %) – 4 % no analizēto priežu kopskaita (Att. 32). Konstatēts arī viens stāvošs miris koks ar defoliāciju 100 %.



Att. 32: Vērtēto priežu sadalījums pa defoliācijas klasēm.

Egle

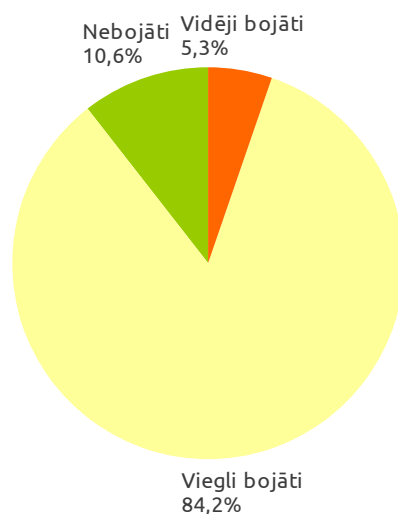
Defoliācija tika novērtēta 381 eglei. Egles vainagu vidējā defoliācija analizētajos parauglaukumos ir $15,5 \pm 0,51\%$. Nebojātu egļu īpatsvars – 34 %, viegli bojātu egļu īpatsvars – 63 %, vidēji bojātu egļu īpatsvars – 2 %. Parauglaukumos tika konstatētas arī 4 stipri bojātas egles, 3 no tām defoliācija bija 100 % (Att. 33).



Att. 33: Vērtēto egļu sadalījums pa defoliācijas klasēm.

Bērzs

Pavisam parauglaukumos tika novērtēti 398 bērzi. Bērza vainagu vidējā defoliācija analizētajos parauglaukumos ir $18,3 \pm 0,29$ %. Nebojātu bērzu īpatsvars – 11 %, viegli bojātu bērzu īpatsvars – 84 %, vidēji bojātu bērzu īpatsvars – 5 %. Stipri bojāti bērzi netika konstatēti (Att. 34).



Att. 34: Vērtēto bērzu sadalījums pa defoliācijas klasēm.

Rezultātu salīdzinājums ar iepriekšējo gadu

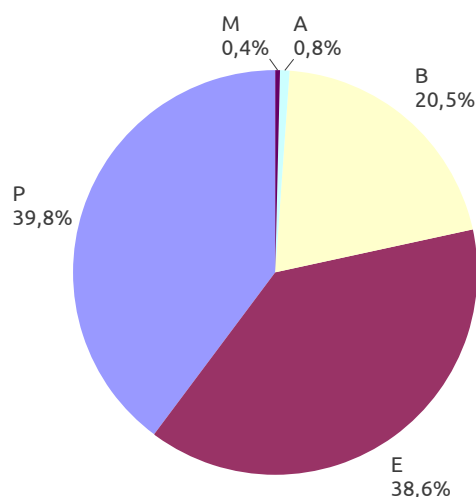
Atkārtotajā inventarizācijā 2010. gadā visām trijām analizētajām koku sugām konstatēta mazāka vidējā defoliācija nekā 2009. gadā. Priedei un eglei 2010. gadā ir ievērojami lielāks nebojāto koku īpatsvars, visām sugām ir ievērojami lielāks viegli bojāto koku īpatsvars un ievērojami mazāks vidēji bojāto koku īpatsvars, salīdzinot ar 2009. gadu (Tab. 8).

Tab. 8: Defoliācijas rādītāju salīdzinājums priedei, eglei un bērzam 2009. un 2010. gadā

Koku suga	Gads	Vidējā defoliācija, %	Nebojātu koku īpatsvars, %	Viegli bojātu koku īpatsvars, %	Vidēji bojātu koku īpatsvars, %	Stipri bojātu koku īpatsvars, %
Priede	2009. g.	23,6	5	69	26	0
	2010. g.	18,6	10	86	4	0
Egle	2009. g.	20,1	19	59	22	0
	2010. g.	15,5	34	63	2	1
Bērzs	2009. g.	22,1	11	68	21	0
	2010. g.	18,3	11	84	5	0

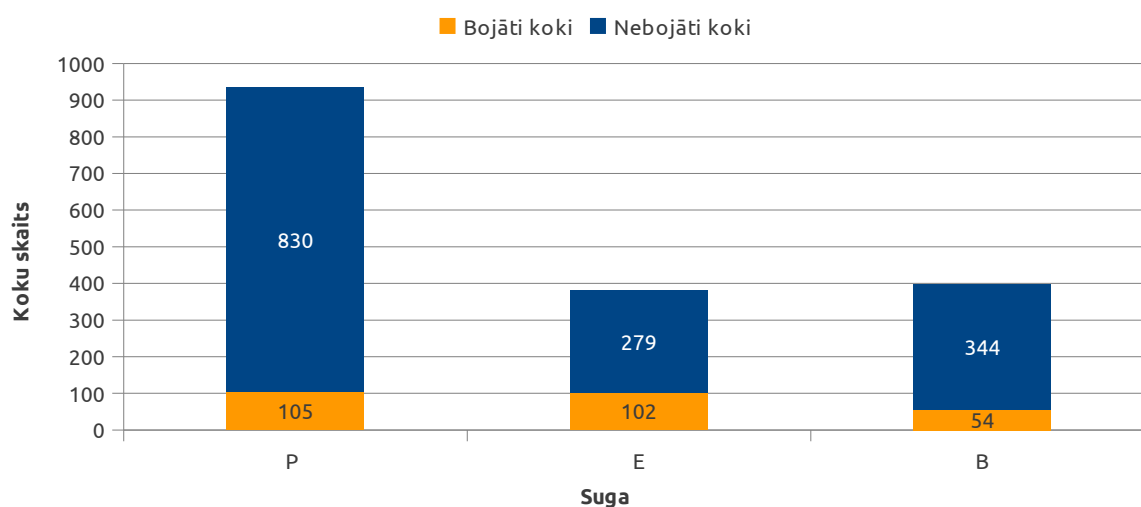
Bojājumu novērtējuma rezultāti

Dažāda veida bojājumi pavisam konstatēti 266 kokiem, tātad 15 % no visu analizēto koku kopskaita. 105 no bojātajiem kokiem bija priedes, 102 egles, 54 bērzi, 1 melnalksnis un 2 apses (Att. 35). Vairāk nekā viena veida bojājumi konstatēti 7 kokiem – 5 eglēm un 2 bērziem.



Att. 35: Bojāto koku sadalījums pa sugām.

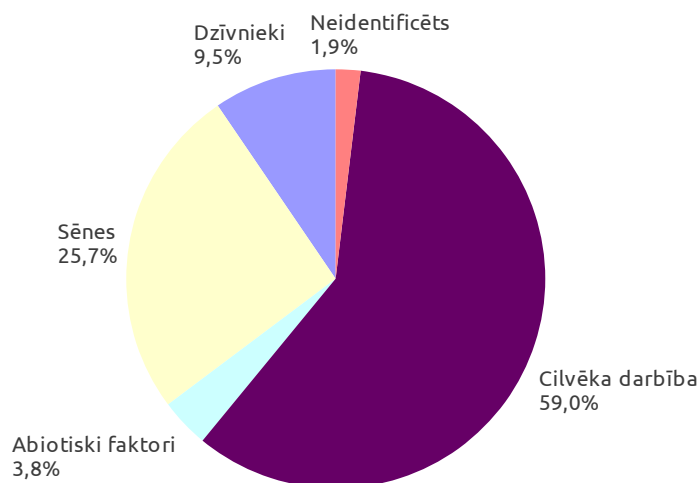
Visretāk bojājumi sastopami priedēm, bet visbiežāk – eglēm (Att. 36). No kopējā analizēto priežu skaita bojājumi tika konstatēti 11 % koku, no kopējā novērtēto egļu skaita – 27 % koku, bet no kopējā novērtēto bērzu skaita – 14 % koku.



Att. 36: Bojāto un nebojāto koku skaits.

Priede

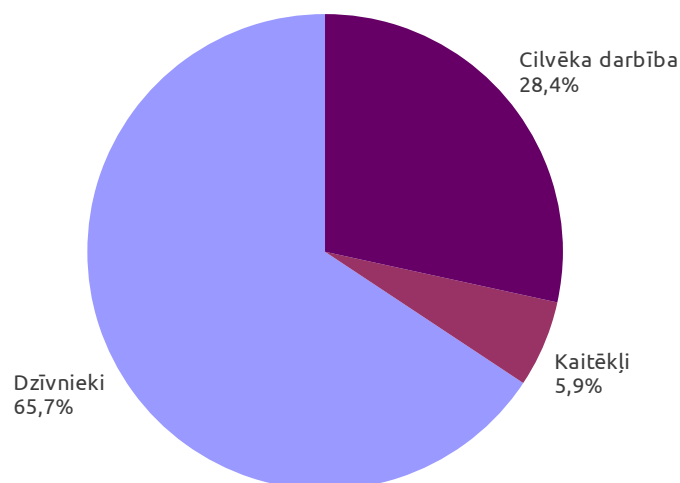
Visizplatītākais bojājumu cēlonis priedēm ir cilvēka darbība, pārsvarā mežizstrāde. Cilvēka darbības rezultātā bojāti 62 no analizētajiem kokiem. Otrs izplatītākais bojājumu cēlonis ir sēnes, galvenokārt sveķu vēzis *Peridermium pini* (Pers.) Lev. un priežu stumbra trupe *Phellinus pini* (Thore) Fr. Mazākā apjomā sastopami arī dzīvnieku (stirnu un aļņu), kā arī abiotisku faktoru (sala un vēja) bojājumi (Att. 37).



Att. 37: Bojāto priežu sadalījums pēc bojājumu veidiem.

Egle

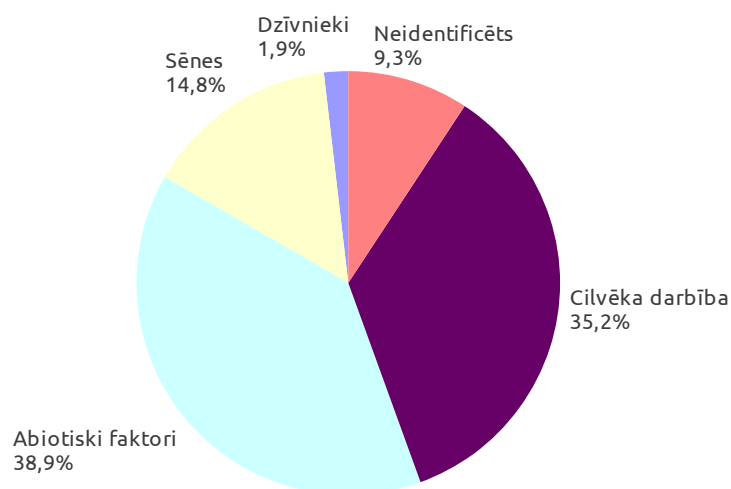
Eglēm visizplatītākais bojājumu cēlonis ir meža dzīvnieki (pārnadži). Otrs izplatītākais bojājumu cēlonis ir cilvēka darbība (mežizstrāde). Nelielā apjomā konstatēti mizgraužu *Ips typographus* (L.) bojājumi. Analizētajām eglēm netika konstatēti sēņu, abiotisku faktoru un neidentificētu iemeslu bojājumi (Att. 38).



Att. 38: Bojāto egļu sadalījums pēc bojājumu veidiem.

Bērzs

Atbilstoši novērojumu rezultātiem, bērzam visizplatītākais bojājumu izraisītājs ir abiotiski faktori (pārplūšana, sals un zibens), nedaudz mazāks šajā gadījumā ir cilvēka darbības izraisīto bojājumu īpatsvars. Analizētajiem kokiem konstatēti arī sēņu bojājumi (brūnā bērzu piepe (*Piptoporus betulinus* (Bll.: Fr.) P. Karst.), dzīvnieku bojājumi, kā arī neidentificētu cēloņu izraisīti bojājumi (Att. 39).



Att. 39: Bojāto bērzu sadalījums pēc bojājumu veidiem.

Otrā līmeņa meža monitoringa aktivitāšu plāns 2011.-2012. gados

2010. gadā turpināti gaisa kvalitātes mērījumi, izmantojot 2004. un 2009. gadā aprobēto metodiku, un turpinātas 2009. gadā uzsāktās nobiru analīzes, ietverot analīžu programmā obligātos parametrus. 2010. gadā pabeigtas 2009. gada nogalē ievāktā ūdens un biomasas paraugu analīzes. Bez tam šajā gadā turpināts ikgadējais koku vainaga stāvokļa novērtējums, augsnes ūdeņu un nokrišņu ķīmiskās analīzes, gaisa kvalitātes mērījumi un nobiru analīzes. Metodikas aprobācijas nolūkos 2010. gadā veikta atkārtots veģetācijas uzskaitē, kas jāveic reizi 5 gados (Tab. 9). 2011. gadā turpināsies meteoroloģiskie novērojumi otrā līmeņa monitoringa parauglaukumā un tiks ievākti priežu skuju paraugi biomasas un ķīmisko īpašību noteikšanai.

Tab. 9 Monitoringa apakšprogrammu īstenošanas grafiks

Novērojuma veids	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Vainaga stāvokļa novērtējums	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Augsnes analīzes	x								
Skuju/lapu ķīmiskās analīzes	x	x		x		x		x	
Koku pieauguma mērījumi	x					x			
Augsnes ūdeņu ķīmiskās analīzes	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nokrišņu ķīmiskās analīzes	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Veģetācijas uzskaitē	x					x	x		
Gaisa kvalitātes mērījumi	x					x	x	x	x
Ozona bojājumu noteikšana	x								
Nobiru analīzes						x	x	x	x
Fenoloģiskie novērojumi									

LVMI Silava 2010. gadā piedalījās LIFE+ programmas projekta ForEU pieteikuma sagatavošanā, paredzot, ka Latvijas teritorijā projekta aktivitātes īsteno visos 115 pirmā līmeņa monitoringa parauglaukumos, kas ierīkoti 2009. gadā, esošajā otrā līmeņa monitoringa parauglaukumā Valgundes novadā, kā arī ierīkos jaunu "core" parauglaukumu vislielākās intensitātes novērojumu veikšanai. Jauna parauglaukuma ierīkošanas nepieciešamība saistīta ar pastāvīgiem zaudējumiem, ko rada esošā parauglaukuma infrastruktūras demolēšana. Aktivitātes "core" parauglaukumā bija plānots integrēt ar 2009. gadā daļēji pārtrauktajiem novērojumiem integrālā monitoringa programmas ietvaros. Projekts ForEU neguva atbalstu, tāpēc sadarbībā ar pārējām projektā FutMon iesaistītajām organizācijām LVMI Silava iesaistījās projekta pagarināšanas uz 1 gadu programmas sagatavošanā, pārdalot no projekta izstājušos sadarbības partneru budžetus.

Literatūra

1. ICP Forests, 2006, Manual on methods and criteria for harmonized assessment, monitoring and analysis of the air pollution on forests, 530
2. ICP Forests, 2002, Sampling and Analysis of Soil Solution, 161
3. ICP Forests, 2002, ICP Forest Manual Sampling and Analysis of Litterfall, 120
4. Jansons E., 2006, Analītiskās ķīmijas teorētiskie pamati, 307
5. Latvijas Standarts, 2004, Vispārīgie paraugu konservēšanas paņēmieni, 8
6. Latvijas Standarts, 2002, Ūdens kvalitāte. pH noteikšana. , 17
7. Latvijas Standarts, 1999, Ūdens kvalitāte - Sārmainības noteikšana - 1. daļa: Kopējās un saliktās sārmainības noteikšana, 9
8. Latvijas Standarts, 1998, Ūdens kvalitāte - Amonija jonu noteikšana - 1.daļa:Spektrofotometriskā metode, 16
9. Pastare S., Gigele R., Vīksna A., 2007, Dzeramais ūdens, 199
10. Prescott C. E., 2002, The influence of the forest canopy on nutrient cycling, Tree Physiology, 119-120
11. Reimann C., Koller F., Kashulina G., Niskavaara H. and Englmaier P., 2001, Influence of extreme pollution on the inorganic chemical composition of some plants, Environ. Pollut., 239-252
12. Tērauda, 2008, 2008,
13. Van Ranst E., Verloo M., Demeyer A., Pauwels J. M., 1999, Manual for the Soil Chemistry and Fertility Laboratory, 243
14. Swissvacuum, 2008, <http://www.swissvacuum.com/products/selecta/Analytical/NutritionalWater>.
15. Jenway, 2008, http://www.jenway.com/en/products/Jenway_6300_visible_spectrophotometer.php?productid=aha0

1.Pielikums: Nokrišņu ūdens analīžu rezultāti

Parauga veids ²	Laika periods	pH	EVS, µS cm ⁻¹	K, mg L ⁻¹	Ca, mg L ⁻¹	Mg, mg L ⁻¹	Na, mg L ⁻¹	N-NH ₄ , mg L ⁻¹	Cl, mg L ⁻¹	N-NO ₃ , mg L ⁻¹	S-SO ₄ , mg L ⁻¹	Sārmainība, µeq L ⁻¹	N (kop.), mg L ⁻¹	DOC, mg L ⁻¹
2	010110-310110	5,76	13,2	0,23	0,40	0,15	0,18	0,18	0,37	0,48	0,36	42	4,5	1,2
2	010210-280210	5,31	18,5	0,23	0,48	0,12	0,60	0,21	1,30	0,56	0,49	36	7,5	< 0,67
2	010310-310310	5,74	16,5	0,23	0,38	0,16	0,35	0,68	0,82	0,67	0,52	34	7,4	2,2
2	010410-300410	7,06	74,7	0,59	3,25	1,43	0,67	3,97	-	-	-	416	6,3	-
1	010510-310510	4,96	63,8	4,89	3,27	1,16	0,84	1,83	2,31	0,30	1,84	163	6,9	53,0
2	010510-310510	6,05	31,2	0,59	0,99	0,50	0,25	1,58	0,54	0,44	0,69	183	4,6	9,1
3	010510-310510	6,35	21,9	1,42	0,67	0,28	0,31	1,24	0,40	0,27	0,64	142	10,7	2,7
1	010610-300610	5,15	86,5	7,98	6,77	2,78	1,25	1,06	3,54	< 0,006	0,97	156	12,9	88,0
2	010610-300610	6,36	36,7	4,13	0,81	0,53	0,23	0,61	0,95	0,17	0,46	179	35,3	12,0
3	010610-300610	8,15	1013,7	29,10	0,44	0,77	26,3		71,00	0,24	11,30	7133	158,5	9,2
1	010710-310710	4,69	54,7						1,87	0,04	0,58			59,0
2	010710-310710	6,51	65,4						5,02	0,17	0,67			7,4
3	010710-310710	6,77	19,3						0,36	0,14	0,38			2,3
1	010810-310810	5,66	77,9						1,53	0,06	0,81			64,0
2	010810-310810	6,45	31,8						0,53	0,22	0,43			6,5
3	010810-310810	6,56	20,2						0,37	0,18	0,42			4,0
1	010910-300910	4,83	40,4						2,01	0,01	0,44			45,0
2	010910-300910	5,83	16,1						0,91	0,11	0,26			6,6
3	010910-300910	6,11	12,9						0,65	0,16	0,27			2,4

² 1 – stumbru noteces nokrišņu ūdens; 2 – vainaga caurtecetes nokrišņu ūdens; 3 – nokrišņi, kas ievākti atklātā laukā.

2.Pielikums: Augsnes ūdens analīžu rezultāti

Parauga veids ³	Laika periods	pH	EVS, μS cm ⁻¹	K, mg L ⁻¹	Ca, mg L ⁻¹	Mg, mg L ⁻¹	N-NO ₃ , mg L ⁻¹	S-SO ₄ , mg L ⁻¹	Sārmainība, μeq L ⁻¹	Al, mg L ⁻¹	DOC, mg L ⁻¹
1	010110-310510	4,16	52,3	0,5	0,53	0,58	0,04	0,50	0	1,9	50
2	010110-310510	4,38	64,1	1,7	0,30	0,42	0,05	5,07	0	1,7	19
3	010110-310510	4,77	46,2	1,7	0,21	0,33	0,06	3,44	2	2,5	21
1	010610-310810	4,05	53,2				0,03	0,68	0	1,7	45
2	010610-310810	4,28	52,2				0,007	2,29	0	1,9	33
3	010610-310810	4,53	46,3				0,04	2,67	0	3,2	31
1	010810-300910	3,99	68,9				< 0,006	1,28	0	4,4	67
2	010810-300910	4,13	59,6				< 0,006	2,65	0	1,8	33
3	010810-300910	4,54	41,5				0,01	2,48	0	2,9	26

³ 1 – augsnes ūdens, kas ņemts 10 cm dziļumā; 2 – augsnes ūdens, kas ņemts 20 cm dziļumā; 3 – augsnes ūdens, kas ņemts 70 cm dziļumā.



LVMI Silava

Rīgas iela 111, Salaspils, LV-2169

tālrunis: 67942555, fakss: 67901359, e-pasts: inst@silava.lv