

Metodika

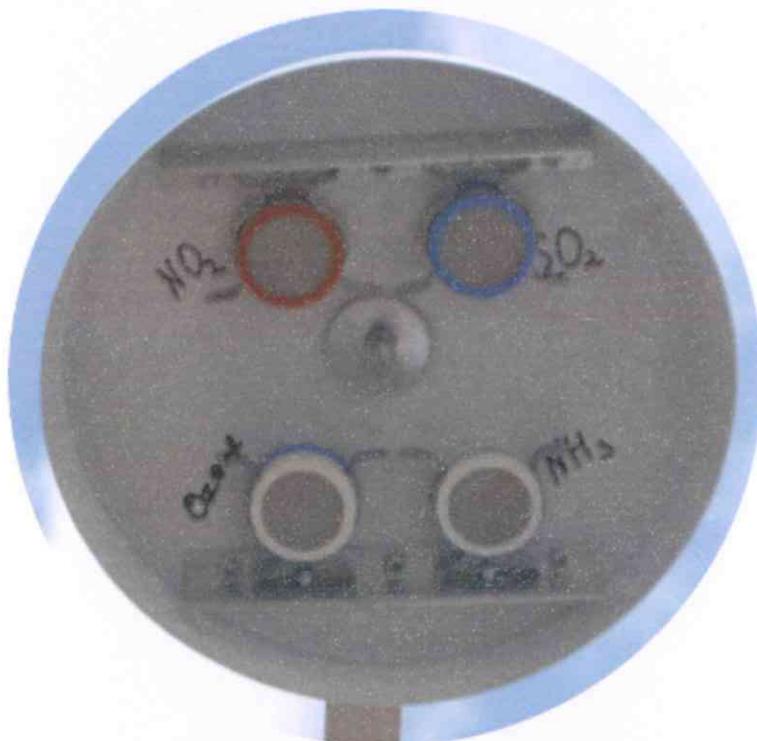
Otrā līmeņa meža monitoringa apakšprogrammu metodika

Novērojumi 20010. gadā veikti saskaņā ar starptautiskās sadarbības programmas ICP Forests metodiku (ICP Forests 2010)

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. 2010).

Gaisa kvalitātes mērījumi tiek veikti, izmatojot 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 izvietošanas 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 nedāļā O₃ paraugam un reizi divās nedēļās NO₂, SO₂ un NH₃ 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 uzglabā ledusskapī LVMi Silava Meža vides laboratorijā līdz katra noslēdzošā mēneša beigām. Pēc tam atbilstoši IVL norādījumiem paraugus iepako 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 2010. gadā uzstādītas 15 manuāli nolasāmas koku pieauguma lentes (Att. 4). Lentas uzstādītas randomizēti visā parauglaukuma teritorijā, iekļaujot 1., 2. un 3. Krafta klases kokus. Koku pieauguma lento rādījumus sistēmātiski nolasa ik pēc divām nedēļām. Mērījumi veikti atbilstoši ICP-FORESTS rekomendētajai metodikai (Dobbertin and Neumann 2010).



Att. 4: UMS koku pieauguma lente.

Nobiru frakciju paraugu ņemšana un analīze

Nobiru paraugi ievākti un to ķīmiskais sastāvs noteikts atbilstoši ICP Forest metodikai (Pitman, Bastrup-Birk, Breda, and Rautio 2010).

Parauglaukumā zem dominējošo koku vainagiem ierīkoti 10 nobiru savācējkonteineri, ar virsmas uztveres laukumu $0,25 \text{ m}^2$ (Att. 5). Konteiners izgatavots no polietilēna, tā lejasdaļā piestiprināts stingrāka materiāla gredzens, pie kura piesiets polimēru materiāla tīkliniš ar tīkla acs izmēru ir 0,2 mm. Šāds polietilēna konteiners lietus laikā aizvada ūdeni. Nobiru savācējkonteineru dzīlums ir 0,7 m, kas pasargā nobiru materiāla izpūšanu no konteinerā vējainā laikā. Nobiru paraugi ievākti katra mēneša pēdējā datumā.

Nobiras savākšanai konteineru lejasdaļā piestiprinātos maisiņus noņem, uzvelkot rokās cimdus. Tad to saturu pārber papīra maisos un nogādātas laboratorijā. Tīklinus piestiprina atpakaļ pie savācējiem. Paraugus pirms analīžu veikšanas šķiroja sekojošās frakcijās:

- zari un mizas;
- dominējošās koku sugars 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 $\pm 0,0001$ 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 atbilstoši ICP Forests rekomendētajai metodikai (Pitman, Bastrup-Birk, Breda, and Rautio 2010).



Att. 5: Meža nobiru savācējkonteiners.

Skuju parauga ņemšana un ķīmiskās analīzes

Skuju paraugu ņemšanu un ķīmiskās analīzes nodrošina LVMI Silava atbilstoši *ICP Forest* metodikai (Rautio, Fürst, Stefan, et al. 2010).

Skuju paraugi ņemti 2011. gada novembrī, veģetācijas sezonas beigās. Paraugi ievākti, izmantojot zāgēšanas metodi (Att. 5), 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 sugas (priede) paraugkokki. Paraugkokku atlases kritēriji:
 - izvietojums pa visu parauglaukuma platību;
 - 1. vai 2. Krafta klases koki;
 - atrašanās tuvums augsnēs parauglaukumam (jānodrošina, lai ņemot augsnēs paraugus, netikt 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, 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 akceptētām ekspertu rekomendācijām – paraugi tiek uzglabāti noslēgtos papīra maisos (Rautio, Fürst, Stefan, Raitio, and Bartels 2010).

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



Att. 5 Skuju paraugu ņemšanas komplekts.

Katram reprezentatīvajam paraugkokam no zariem atdala 1000 pirmā un 1000 otrā gada pieauguma skujas. Katra paraugkoka atdalītās gadskārtējās skuju frakcijas nosver, nomazgā ar dejonizētu ūdeni un pēc tam 24 stundas žāvē 80°C temperatūrā. Pēc izžāvēšanas skuju paraugus samaļ un homogenizē, izmantojot laboratorijas dzirnaviņas.

Laboratorijā skuju paraugiem 2012. g. tiks noteikti obligātie ķīmiskie parametri (N, S, P, Ca, Mg un K kopsaturs).

Augsnes ūdens

Augsnes ūdeņu paraugu ievākšana, uzglabāšana un analīzes veiktas saskaņā ar starptautiski pieņemto metodiku (Nieminens 2011), 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 0-10 cm dziļumā (Att. 6). Paraugus vāc bezsala 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 augsnēs ūdens tilpumus attiecīgajos augsnēs slāņos. Paraugu izsūknēšanai izmantoti Meža vides laboratorijā izgatavoti instrumenti (Att. 7).



Atrakti lizimetri



Uzstādīti lizimetri

Att. 6: Lizimetri.



Att. 7: Sūknis augsnēs ūdeņu izsūknēšanai.

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 parametru, kas jāizanalizē 24 stundu laikā pēc paraugu ievākšanas, piemēram, augsnēs ūdens konduktivitāti. Validēšanas

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

Tab. 2 parādīti ķīmiskie parametri, kuri saskaņā ar metodiku ir obligāti analizējami (Nieminen 2011). Projekta ietvaros veiktas visu obligāto parametru analīzes.

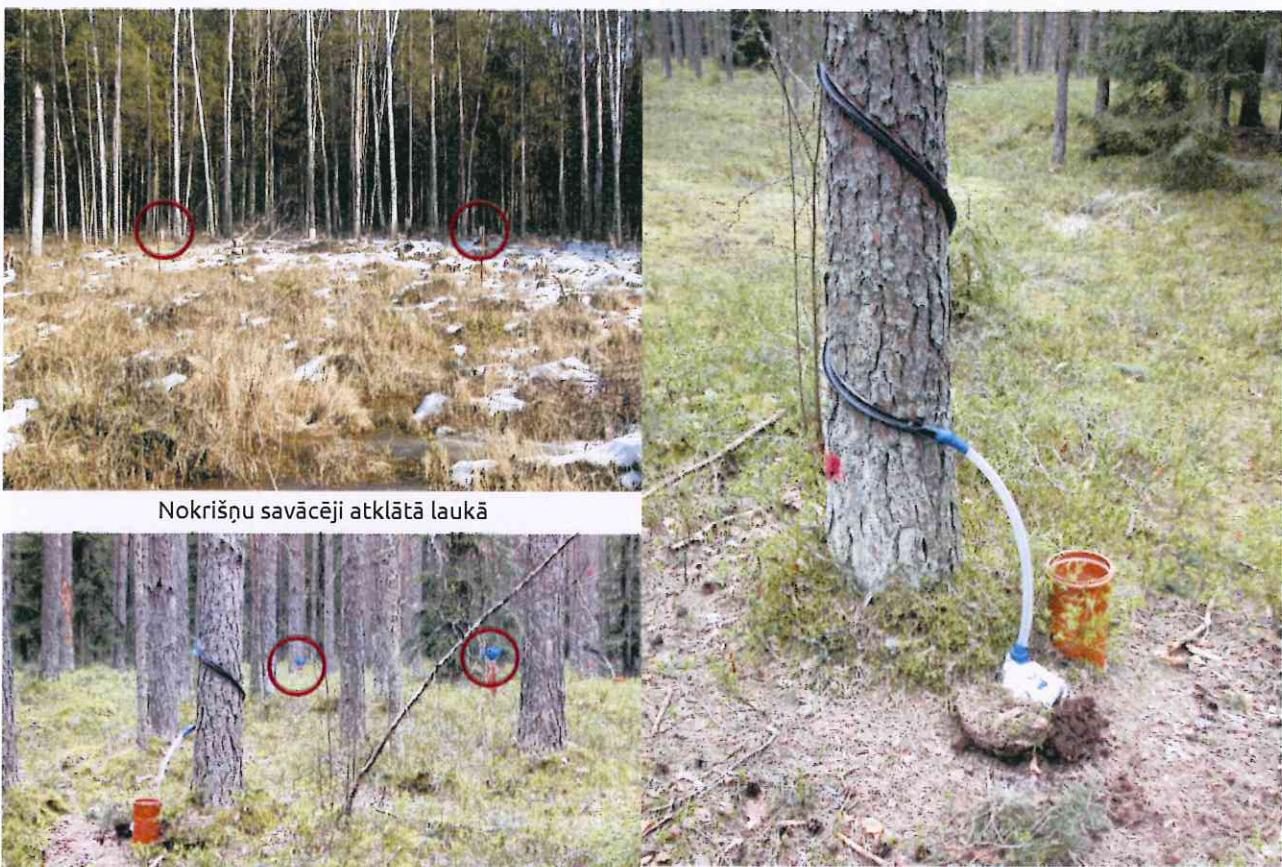
Tab. 2: Obligāti analizējamie augsnes ūdeņu ķīmiskie un fizikālie parametri

Parametrs	Mērvienība
Elektrovadītspēja	$\mu\text{S cm}^{-1}$
pH	-
DOC	mg L^{-1}
K, Mg, Ca	mg L^{-1}
Al _{kop}	mg L^{-1}
NO ₃ -N, SO ₄ -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 (Nicholas Clarke et al. 2010), ievērojot tās prasības un rekomendācijas kvalitātes nodrošināšanai (König et al. 2010). 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. 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 notecees 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 zem aprocēm uzstāda uztvērējus ar tukšām savācējvertnēm. Savācējvertnes iztukšo tekošā mēneša pirmajā, desmitajā un pēdējā datumā, nosakot katrā tvertnē savāktā 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 katrā 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 LVĢMC Vides laboratorijā.

Ūdens paraugu ķīmiskās analīzes un rezultātu validēšana

LVMI Silava Meža vides laboratorijā noteikti šādi nokrišņu un augsnies 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 Kjeldāla 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* rekomendētās standartmetodes (Nicholas Clarke et al. 2010; König et al. 2010; Nieminen 2011). Salīdzinot LVMI Silava Meža vides laboratorijā un LVGMC Vides laboratorijā veikto ūdens paraugu analīžu rezultātus, konstatēts, ka visi LVMI Silava Meža vides laboratorijā noteiktie ūdens kvalitātes parametri iekļaujas LVGMC Vides laboratorijā noteiktajos attiecīgo parametru drošības intervālos, līdz ar to LVMI Silava Meža vides laboratoriju var atzīt par kompetentu veikt attiecīgās ūdens paraugu analīzes. 2011.gadā LVMI Silava Meža vides laboratorija iesaistījās starptautiskā ūdens (5th Working ringtest) un skuju (14th Needle/Leaf Interlaboratory Comparison Test) starplaboratoriju salīdzinošā testēšanā, sekmīgi nokārtojot obligāto parametru noteikšanas kvalitātes kritērijus. Piedalīšanās šajā interkalibrācijas testā ir obligāta prasība augu materiāla un ūdens analīžu veikšanā FutMon projekta un citu 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 (König et al. 2010).

Amonija slāpeklis

Amonija slāpeklis noteikts, izmantojot spektrofotometrisko metodi. Ar krāsu kolorimetru nosaka zilās krāsas intensitāti, ko dod savienojums, kas veidojas, reaģējot amonija joniem ar salicilāti – un hipohlorītioniem nātrijs nitrozopentaciānoferāta (III) klātbūtnē, spektrofotometriskie mēriņumi pie 655 nm. Hipohlorītjonus iegūst *in situ* N,N'-dihlor-1,3,5-triazīn-2,4,6 (1H, 3H, 5H)-triona nātrijs sāls sārmainas hidrolīzes rezultātā. Hloramīna reakcija ar nātrijs salicilātu notiek nātrijs nitroprusīda klātbūtnē pie pH 12,6. Rezultātā kvantitatīvi tiek noteikti visi paraugā esošie hloramīni. Nātrijs citrātu pievieno, lai maskētu katjonu, tāpēc kalcija un magnija jonu, traucējošo iedarbību (Latvijas Valsts standarts 1998a; Jenway 2006).

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



Att. 9: Spektrofotometrs Jenway 6300.

Darba gaita

Pagatavo amonija jonu standartšķidumu ar koncentrāciju 1 mg N L^{-1} . Sagatavo kalibrēšanas šķidumus, deviņās 50 mL mērkolbās ar bireti ielejot Tab. 3 norādītos amonija jonu slāpeķļa standartšķiduma ($\text{pN} = 1 \text{ mg L}^{-1}$) tilpumus. Ja nepieciešams pievieno ūdeni, lai iegūtu tilpumu $40 \pm 1 \text{ mL}$.

Tab. 3: Standartšķidumu tilpumi kalibrēšanai

Standartšķiduma tilpums, mL	Amonija jonu slāpeķļa masa, µg
0,00 ³	0
2,00	2
4,00	4

³ Tukšais paraugs

Standartšķiduma tilpums, mL	Amonija jonu slāpekļa masa, µg
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 nātrijs salicilāta, nātrijs citrāta dihidrāta un nātrijs nitrozopentaciānoferāta (III) dihidrāta, un labi samaisa. Tad pievieno 4,00 mL nātrijs dihlorizocianurāta šķidumu un labi samaisa. Kolbas iztur vismaz 60 minūtes konstantā temperatūrā un mēra šķidumu absorbciiju pie vilņa garuma ar maksimālo absorbciiju 655 nm. No iegūtajām kalibrēšanas šķiduma absorbcijas vērtībām atskaita tukšā parauga absorbcijas vērtību. Absorbcijas vērtības atkarību no amonija jonu slāpekļa masas attēlo grafiski. Šim grafikam jābūt līnēaram 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 ± 1 mL. Turpmākās darbības veic kā aprakstīts iepriekš kalibrēšanas grafika iegūšanai (Latvijas Valsts standarts 1998b).

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 2001).



Att. 10: Konduktometrs Jenway 470.

Atbilstoši LVS EN ISO 5667-3:2004 standartam, ūdens paraugu elektrovadītspēju nosaka paraugu ņemšanas dienā (Latvijas Valsts standarts 2007).

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 elektrokīmiskā šūnā, kura sastāv no analizējamā parauga, stikla elektroda un salīdzināšanas (references) elektroda, kas ir kombinēti. Lietojot šo metodi, mērījumu standartnovirze ir $\Delta\text{pH} = 0,05$ vai mazāka.

Ūdens paraugu pH var ātri mainīties tajos notiekošo ķīmisko, fizikālo vai bioloģisko procesu rezultātā. Šā iemesla dēļ pH jānosaka ne vēlāk kā 6 stundu laikā pēc paraugu ņemšanas (Latvijas Valsts standarts 2009). 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 ieregelē 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 decimālām. pH vērtību izsaka 25 °C temperatūrā. Ja pH vērtība ir jānosaka citā temperatūrā, nekā tā ir mērīta, izmanto grafiku temperatūras korekcijai un attiecīgus aprēķinus (Latvijas Valsts standarts 2009).

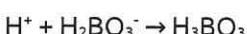
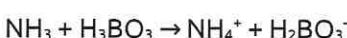
Kopējais slāpeklis

Kopējo slāpeklī (amonija jonu N, nitrātjonu N, nitrītjonu N un organisko savienojumu N) nosaka, izmantojot modificēto Kjeldāla metodi. Slāpeklī, 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 (TiO_2), jo tas ir ekotoksiski mazāk bīstams nekā selēns (JP Selecta 2010).



Att. 11: Mineralizācijas iekārta BLOC-DIGEST 12.

Ūdens paraugus apstrādā ar koncentrētas sērskābes un salicilskābes maisījumu. Sērskābe noārda organisko matēriju un slāpeklī transformē amonija jonu veidā. Nitrātjoni un nitrītjoni sākotnēji izveido saiti ar salicilskābi, bet pēc tam izveidojušos savienojumu reducē ar nātrijs tiosulfātu. Mineralizāciju paātrina, lietojot katalizatoru, kas sastāv no kālija sulfāta, vara (II) sulfāta un titāna dioksīda. NH_4^+ kvantitatīvi nosaka, izmantojot amonjaka tvaika destilāciju borskābē un titrēšanas metodi (Ranst and Gent 1999):



Darba gaita

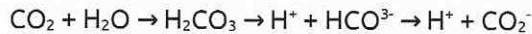
10 mL ūdens paraugu ievieto mineralizācijas kolbās. Pievieno 4,0 mL koncentrētas sērskābes un salicilskābes maisījumu (1,0 L koncentrētas sērskābes izšķīdina 25,0 g salicilskābes) un kolbu saskalina. Maisījumam ļauj stāvēt dažas stundas. Pievieno 0,5 g nātrijs tiosufāta pentahidrāta un maisījumu mineralizācijas 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 (Ranst and Gent 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 % nātrijs hidroksīdu, pārdestilē apmēram 80 mL kondensāta, noskalo dzesinātāja galu.

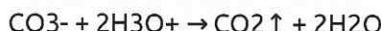
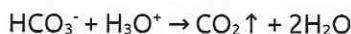
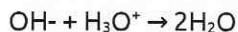
Destilātu titrē ar sērskābi ($\text{CH}^+ = 0,02 \text{ mol L}^{-1}$) līdz pH 4,7. Paralēli veic tukšo mēģinājumu (Ranst and Gent 1999).

Kopējā sārmainība

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



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



Titrēšanu beidz, kad sasniegts stehiometriskais punkts pH = 4,5, pēc tam aprēķina kopējo sārmainību (Latvijas Valsts standarts 1999).

Ca, Mg, Na un K

Kalcījs, 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). Tieki fiksēti arī vizuāli nosakāmie koku bojājumi, to simptoms, celonis 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. 4). 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. 4: 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 šķībs 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
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., bebri
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 otrs 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 $\pm 5\%$ robežās sakrita ar eksperta vērtējumu, 18 % gadījumu atšķirība no eksperta vērtējuma bija $\pm 10\%$, bet 1 % gadījumu $\pm 15\%$. 90 % gadījumu darbinieku vērtējums $\pm 5\%$ robežās sakrita ar visu grupu vidējo vērtējumu. Bērzam darbinieku vērtējums $\pm 5\%$ robežās ar eksperta vērtējumu sakrita 78 % gadījumu, 15 % gadījumu atšķirība bija $\pm 10\%$, bet 7 % gadījumu $\pm 15\%$. Egļu defoliācijas novērtēšanā variācijas bija ievērojami lielākas, $\pm 5\%$ robežās ar eksperta vērtējumu sakrita tikai 50 % no darbinieku vērtējumiem, 19 % gadījumu atšķirība bija $\pm 10\%$, bet 30 % gadījumu $\pm 15\%$ un vairāk. Turpmākajā semināra gaitā tika padziļināti analizēta to koku defoliācija, kuriem tika konstatētas vislielākās individuālo vērtējumu atšķirības, jo sevišķi koncentrējoties uz egļu defoliācijas izvērtējumu.