



PĀRSKATS
PAR PĒTĪJUMA 2024. GADA REZULTĀTIEM

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: **MEŽA MĒSLOŠANAS IETEKMES MONITORINGS**

LĪGUMA NR. 5-5.5.1_001j_101_23_55

PĒTĪJUMA ZINĀTNISKAIS VADĪTĀJS: Andis Lazdiņš, LVMI Silava vadošais pētnieks

PĒTĪJUMS ĪSTENOTS AKCIJU SABIEDRĪBAS “LATVIJAS VALSTS MEŽI” UN LATVIJAS VALSTS
MEŽZINĀTNES INSTITŪTA “SILAVA” 2021. GADA 13. SEPTEMBRA SADARBĪBAS LĪGUMA IETVAROS

ANOTĀCIJA

Pētījuma otrajā etapā (līdz 2024. gada 1. decembrim) īstenoti pētnieciskie uzdevumi šādās aktivitātēs:

- 1. Mēslojuma ilgtermiņa ietekmes uz vidi monitorings.** Reizi mēnesī ņemti un pēc tam laboratorijā analizēti vakuuma lizimetros ievāktie paraugi. Gruntsūdeņu novērojumi veikti 16 objektos, kur slāpekļa un koksnes pelnu mēslojums ienests 2015.-2017. gados, tajā skaitā kontroles un mēslotajos objektos, kur izmantots slāpekļa mēslojums, koksnes pelni un slāpekļa un koksnes pelnu mēslojums. Šajā gadā uzsākta datu ievākšanu zemsedzes veģetācijas projektīvā seguma raksturošanai parauglaukumos, kur 2013. un 2020. gados veikts veģetācijas apraksts, veicot augu sugu sastāva analīzi augu sugu funkcionālo grupu griezumā (sūnas un sfagni, zālaugi, papardes un citi daudzgadīgie augi), kā arī vērtējot atsevišķu indikatorsugu izplatību. Līdz 30. novembrim pabeigta veģetācijas aprakstīšana 46 audzēs. Šajā gadā turpināta 2023. gadā uzsāktā parauglaukumu uzmērīšana un pieauguma urbuma skaidu paraugu ievākšana. Urbuma skaidas sākām ievākt augusta otrajā pusē un turpinājām līdz oktobra beigām. Šobrīd pieauguma urbumu skaidras ievāktas no 50 objektiem (kopā 2750 skaidras).
- 2. Ietekmes uz klimata pārmaiņām novērtējums.** Šajā gadā uzsākti augsnes heterotrofās elpošanas mērījumi un gāzu paraugu ievākšana koksnes pelnu ieneses ietekmes uz SEG emisijām raksturošanai. Astoņos objektos vidēji reizi mēnesī (veģetācijas sezonas laikā reizi 3 nedēļās) ievākti paraugi gāzu apmaiņas raksturošanai un raksturoti emisijas ietekmējošie vides parametri (gaisa un augsnes temperatūra, mitruma saturs augsnē u.c.). Heterotrofā elpošana mērīta uz lauka ar EGM-5 iekārtu, bet ievāktu gāzu apmaiņas paraugu analīzes veiktas ar gāzu hromatogrāfu, nosakot CO₂, CH₄ un N₂O satura izmaiņas gaisā. Šajā gadā veikta zemsedzes biomasas paraugu ievākšana 16 objektos, kur notiek ietekmes uz gruntsūdeņu kvalitāti vērtējums, un parauglaukumos, kuros notiek gāzu apmaiņas monitorings (kopā 1030 virszemes biomasas un tikpat pazemes biomasas paraugi). Zemsedzes veģetācijas paraugu ievākšana veikta atbilstoši augu sugu funkcionālajām grupām 3 atkārtojumos no 20 x 20 cm laukuma katrā parauglaukumā. Paraugu ievākšanu veicām no 2024. gada jūlija līdz augustam. Laboratorijā veikta zemsedzes veģetācijas paraugu sagatavošana un noteikta virszemes un pazemes biomasas un oglekļa saturs biomasā.
- 3. Attālinātas izpētes algoritmu pilnveidošana mēslojuma nepieciešamības un efekta novērtēšanai.** Ar multispektrālu (RGB+NIR) kameru un ALS sensoru šī gada jūlijā un augustā iegūti rastra dati 2013.-2017. gadā ierīkotajos izpētes objektos (kopā 170 parauglaukumos). Sanitārajās cirtēs nozāģētajās audzēs ierīkotie parauglaukumi aizstāti ar jauniem parauglaukumiem tās pašas koku sugas un vecuma audzēs, kur veikti meža mēslošanas izmēģinājumi.

Pētījums īstenots Latvijas Valsts mežzinātnes institūta “Silava” (LVMI Silava) un AS “Latvijas valsts meži” (LVM) 2021. gada 13. septembra sadarbības līguma ietvaros un saskaņā ar LVMI Silava un LVM līgumu Nr. 5-5.5.1_001j_101_23_55 par pētījumu programmas “Meža mēslošanas ietekmes monitorings” īstenošanu.

SUMMARY

During the implementation of the first stage of the project (till November 30, 2024), the following tasks were implemented:

1. **Monitoring the long-term environmental impact of fertilisers.** Samples collected once a month and then analysed in the laboratory using vacuum lysimeters. Groundwater monitoring was carried out at 16 sites where nitrogen and wood ash fertilisers were applied in 2015-2017, including control and fertilised sites where nitrogen fertiliser, wood ash and nitrogen and wood ash fertilisers were applied. This year, data collection for the characterisation of the design cover of the understorey vegetation in the plots where vegetation description was carried out in 2013 and 2020 started, with an analysis of plant species composition by functional groups (mosses and sphagnum, grasses, ferns and other perennials) and an assessment of the distribution of selected indicator species. By 30 November, the vegetation characterisation of 46 stands had been completed. During this year, the plot surveying and collection of increment borehole samples started in 2023 continued. We started collecting borehole samples in the second half of August. To date, increment borehole samples have been collected from 51 sites (2750 samples in total).
2. **Climate change impact assessment.** Measurements of soil heterotrophic respiration and gas sampling to characterise the impact of wood ash input on GHG emissions started this year. At eight sites, samples were collected on average monthly (every 3 weeks during the growing season) to characterise gas exchange and to characterise environmental parameters affecting emissions (air and soil temperature, soil moisture content, etc.). Heterotrophic respiration was measured in the field with an EGM-5 machine and the collected gas exchange samples were analysed with a gas chromatograph for changes in CO₂, CH₄ and N₂O in the air. During this year, understorey biomass samples were collected at 16 sites where groundwater quality impacts are assessed and at plots where gas exchange monitoring is carried out (a total of 1030 aboveground biomass samples and the same number of belowground biomass samples). Understorey vegetation was sampled according to plant species functional groups in 3 replicates from a 20 x 20 cm plot in each plot. Sampling was carried out from July to August 2024. The laboratory prepared the understorey vegetation samples and determined the above- and belowground biomass and the carbon content of the biomass.
3. **Improving remote sensing algorithms for assessing fertiliser need and effect.** Raster data were acquired with a multispectral (RGB+NIR) camera and an ALS sensor in July and August this year in the study sites established in 2013-2017 (170 plots in total). Plots established in stands cleared for salvage logging were replaced by new plots in stands of the same species and age where the forest fertilisation trials were carried out.

The research is being implemented within the scope of the collaboration agreement from September 13, 2021 between the Latvian State Forest Research Institute "Silava" (LSFRI Silava) and Joint stock company "Latvia's state forests" (LVM) and according to the agreement between LSFRI Silava and LVM No. 5-5.5.1_001j_101_23_55 on implementation of the research program "Monitoring of effect of forest fertilization".

SATURS

1. Mēslojuma ilgtermiņa ietekmes uz vidi monitorings	12
1.1. Ietekmes uz gruntsūdeņu kvalitāti novērtēšana	12
1.2. Zemsedzes veģetācijas raksturošana.....	20
1.3. Radiālā pieauguma urbuma skaidu iegūšana un radiālā pieauguma analīze	28
1.4. Uzdevumi 2025. gadā.....	30
2. Ietekmes uz klimata pārmaiņām novērtējums	32
2.1. Augsnes heterotrofās elpošanas novērtējums kūdras augsnēs.....	32
2.2. Meža mēslošanas ietekmes uz zemsedzes biomasu novērtējums	36
2.3. Uzdevumi 2025. gadā.....	39
3. Attālinātas izpētes algoritmu pilnveidošana mēslojuma nepieciešamības un efekta novērtēšanai	40
3.1. Attālinātas izpētes algoritmu pilnveidošana mēslojuma nepieciešamības un efekta novērtēšanai	40
3.2. Uzdevumi 2025. gadā.....	48

Attēli

Att. 1.1. Gruntsūdens īpašību monitoringa parauglaukumu izvietojums	13
Att. 1.2. Lizimetri gruntsūdens paraugu ievākšanai.....	14
Att. 1.3. Sākotnējo ūdens analīžu rezultātu kopsavilkums.....	20
Att. 1.4. Veģetācijas uzskaites parauglaukumu izvietojuma shēma vietās, kur augsnes ielabošanas līdzekļi izkliedēti slejās	21
Att. 1.5. Veģetācijas uzskaites parauglaukumu izvietojuma shēma vietās, kur augsnes ielabošanas līdzekļi izkliedēti kvadrātveida parauglaukumos	22
Att. 1.6. Veģetācijas uzskaites parauglaukumu izvietojuma shēma mēslotajās audzēs Viesītes apkārtnē	22
Att. 1.7. Veģetācijas apraksta parauglaukuma fotofiksācija.....	23
Att. 2.1. SEG emisiju un heterotrofās elpošanas monitoringa objekti	33
Att. 2.2. Augsnes heterotrofās elpošanas mērīšanas parauglaukums (kreisajā pusē) un SEG paraugu ievākšanas parauglaukums (labajā pusē).....	34
Att. 2.3. Vidējie SEG emisiju rādītāji 2024. gadā	35
Att. 2.4. CO ₂ emisijas no augsnes mēslotajās un kontroles platībās	35
Att. 2.5. N ₂ O emisijas no augsnes mēslotajās un kontroles platībās.....	36
Att. 2.6. CH ₄ emisijas no augsnes mēslotajās un kontroles platībās	36
Att. 2.7. Biomasas paraugu ievākšana (kreisajā pusē) un savāktie paraugi dzesēšanas kamerā (labajā pusē)	37
Att. 3.1. Dažādu indeksu aprēķinu piemērs objektā 11-187-34 (augšā kontroles parauglaukums, lejā parauglaukums, kur ienesti koksnes pelni un minerālmēslojums)	42
Att. 3.2. LLI mērīšana – pa kreisi mērījums mežā, pa labi mērījums klajā laukā.....	43
Att. 3.3. LLI mērījumu kopsavilkums.....	43

Tabulas

Tab. 1.1. Atjaunoto gruntsūdeņu novērojumu objektu saraksts	12
Tab. 1.2. Ūdens analīžu noteikšanas metodes un aprīkojums	13
Tab. 1.3. 2023. gadā ievāktā ūdens analīžu rezultāti.....	14
Tab. 1.4. 2024. gadā ievāktā ūdens analīžu rezultāti.....	16
Tab. 1.5. Platības, kurās 2024. gadā pabeigts veģetācijas apraksts.....	23
Tab. 1.6. Sūnu un lakstaugu projektīvā seguma un nitrofilo sugu izplatības salīdzinājums kontroles un mēslotajos parauglaukumos.....	25
Tab. 1.7. Objekti, kuros pabeigta radiālā pieauguma urbumu skaitu ievākšana	29

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Tab. 2.1. Augsnes elpošanas novērojumiem izvēlētie izpētes objekti.....	32
Tab. 2.2. Objekti un parauglaukumi, kuros pabeigta biomasas paraugu analīze	37
Tab. 3.1. Objekti, kuros pabeigti LLI mērījumi	43
Tab. 3.2. Vidējie lapu laukuma indeksa (LLI) rādītāji kontroles un mēslotajos parauglaukumos	45

LIETOTO APZĪMĒJUMU SARAKSTS

LiDAR – atrašana un attāluma noteikšana ar gaismu (*Light Detection and Ranging*);

LLI – lapu laukuma indekss;

NIR – tuvais infrasarkanais spektrs (*Near infrared*);

NDVI – normalizētais veģetācijas indekss (*Normalized Difference Vegetation Index*);

NDRE – normalizētais sarkanās malas indekss (*Normalized Difference Red-edge Index*);

NGRDI – normalizētais zaļās un sarkanās gaismas indekss (*Normalized Green-Red Difference Index*);

MCARI – modificētais hlorofila absorbcijas indekss (*Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance Index*);

EVI – uzlabotais veģetācijas indekss (*Enhanced vegetation index*);

PSRI – augu novecošanās indekss (*Plant Senescence Reflectance Index*);

Clred-Edge – hlorofila sarkanās malas indekss (*Chloropyll Red-Edge*);

SEG – siltumnīcefekta gāzes;

CO₂ – oglekļa dioksīds;

CH₄ – metāns;

N₂O – dislāpekļa oksīds;

CO₂ ekv. – siltumnīcefekta gāzes izteiktas oglekļa dioksīda ekvivalentos;

ZIZIMM – zemes izmantošana, zemes izmantošanas maiņa un mežsaimniecība;

FTIR DRIFTS – difūzi reflektīvā Furjē transformācijas infrasarkanā spektroskopija (*Diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy*).

2024. GADA DARBA UZDEVUMI UN TO IZPILDES STATUSS

Pētījumi, uzdevumi	Darbības, nodevumi	Izpildes termiņš	Statuss uz 30.11.2024
1) Mēslojuma ilgtermiņa ietekmes uz vidi monitoring			
1.1. Ietekmes uz gruntsūdeņu kvalitāti novērtēšana	Darba uzdevums: reizi mēnesī noņemt un analizēt ūdens paraugus, lai turpmākajos pētījuma etapos vērtētu mēslojuma ietekmi uz gruntsūdens kvalitāti 16 objektos, kuros iepriekš ierīkoti gruntsūdeņu kvalitātes novērojumu parauglaukumi. Nodevums: Ievākti ūdeņu paraugi 16 audzēs, un veiktas ūdens analīzes.	01.12.2024	Gruntsūdeņu paraugu analīzes ievāktas atbilstoši plānam 16 paraugošanas vietās. Pabeigtas līdz 31. oktobrim ievāktu paraugu analīzes.
1.2. Zemsedzes veģetācijas raksturošana	Darba uzdevums: turpināta datu ievākšanu zemsedzes veģetācijas projektīvā seguma raksturošanai mēslotajos un kontroles parauglaukumos mēslotajās audzēs, kur 2013. un 2020. gados veikta veģetācijas raksturojums (kopā 39 objekti un 184 parauglaukumi), veicot augu sugu sastāva analīzi augu sugu funkcionālo grupu griezumā (sūnas un sfagni, zālaugi, papardes un citi daudzgadīgie augi), kā arī vērtējot atsevišķu indikatorsugu izplatību. 2024. gadā apsekojami 50% no kopējā parauglaukumu skaita. Nodevums: Veikts veģetācijas raksturojums vismaz 19 objektos.	01.12.2024	Zemsedzes veģetācijas raksturojums un fotofiksācija veikta 46 objektos (268 parauglaukumi). Uzmērīto objektu skaits ir lielāks nekā plānots, jo apsekojam gan visus iepriekš ierīkotos parauglaukumus, gan jaunus parauglaukumus, kas ierīkoti sanitārajās cirtēs nozāģēto parauglaukumu vietā.
1.3. Radiālā pieauguma urbuma skaidu iegūšana un radiālā pieauguma analīze	Darba uzdevums: turpināma 2023. gadā uzsāktā parauglaukumu uzmērīšana un pieauguma urbuma skaidu paraugu ievākšana (10 skaidas katrā parauglaukumā, no 3 valdaudzes garākajiem, 3 valdaudzes mazākajiem un 4 valdaudzes vidējiem kokiem, kuriem uzmērīts arī caurmērs un augstums). Urbuma skaidas ievācamas veģetācijas sezonas beigās (no septembra sākuma līdz novembra beigām), rietumu – austrumu virzienā, katrā paraugā nodrošinot vismaz 20 gadskārtas. Nodevums: Ievākti radiālā pieauguma paraugi vismaz 90 parauglaukumos.	01.12.2024	Parauglaukumu skaidas ievāktas 50 objektos (287 parauglaukumi), tajā skaitā 2023. gadā ievāktie paraugi.
2) Ietekmes uz klimata pārmaiņām novērtējums			
2.1. Augsnes elpošanas novērojumus kūdras augsnēs	Darba uzdevums: 2024. gada I ceturksnī uzsākami augsnes heterotrofās elpošanas mērījumi un ievācamā gāzu paraugi koksnes pelnu ieneses ietekmes uz SEG emisijām raksturošanai. Astoņos objektos, 16 parauglaukumos un 160 punktos (80 heterotrofās	01.12.2024	Augsnes heterotrofās elpošanas un gāzu apmaiņas mērījumi uzsākti 16 parauglaukumos.

Pētījumi, uzdevumi	Darbības, nodevumi	Izpildes termiņš	Statuss uz 30.11.2024
	elpošanas punkti un 80 gāzu paraugu ievākšanas punkti) ievācamu gāzu apmaiņas paraugi un raksturojami emisijas ietekmējošie vides parametri (gaisa un augsnes temperatūra, mitruma saturs u.c.). Heterotrofā elpošana mērāma uz lauka ar EGM-5 iekārtu, bet ievāktu gāzu apmaiņas paraugu analīzes veicamas ar gāzu hromatogrāfu, nosakot CO₂, CH₄ un N₂O satura izmaiņas. Mērījumi un paraugu ievākšana veicama vidēji reizi mēnesī – veģetācijas sezonas laikā reizi 3 nedēļās un ziemā reizi 7 nedēļās. Nodevums: Augsnes elpošanas mērījumi un gāzu apmaiņas mērījumu rezultāti.		
2.2. Meža mēslošanas ietekmes uz zemsedzes biomasu novērtējums	Darba uzdevums: Zemsedzes biomasas paraugi ievācamu 16 objektos, kur turpinās ietekmes uz gruntsūdeņu kvalitāti vērtējums, un 2024. un 2025. gadā veicama veģetācijas analīze (kopā 80 parauglaurumi), t.sk. parauglaurumos, kuros notiek gāzu apmaiņas monitorings. Zemsedzes veģetācijas paraugi ievācamu atbilstoši augu sugu funkcionālajām grupām, kas pārstāvētas attiecīgajā parauglaurumā ar vismaz 10% projektīvā seguma, atsevišķi ievācot virszemes un pazemes biomasu, līdz 12 paraugi (atkārībā no augu sugu funkcionālo grupu pārstāvniecības) 3 atkārtojumos no 20 x 20 cm laukuma katrā parauglaurumā (atsevišķi virszemes un pazemes biomasu). Paraugi ievācamu 2024. gada II ceturkšņa beigās un III ceturkšņa sākumā, kad viengadīgo augu oglekļa uzkrājums sasniedz maksimumu. 2024. gadā ievācamu paraugi no vismaz 40 parauglaurumiem. Laboratorijā nosakāma zemsedzes paraugu virszemes un pazemes biomasu un oglekļa saturs biomasā. Nodevums: Zemsedzes paraugu biomasas dati no vismaz 40 parauglaurumiem.	01.12.2024	Zemsedzes biomasas paraugi ievākti no 16 objektiem (70 parauglaurumi).
3) Attālinātas izpētes algoritmu pilnveidošana mēslojuma nepieciešamības un efekta novērtēšanai			
3.1. Attālinātas izpētes algoritmu pilnveidošana mēslojuma nepieciešamības un efekta novērtēšanai	Darba uzdevums: ar multispektrālu (RGB+NIR) kameru un ALS sensoru iegūstami empīriski dati 2013.-2017. gadā ierīkotajos izpētes objektos (kopā 337 parauglaurumi, tajā skaitā no jauna ierīkojamie parauglaurumi sanitārajās cirtēs nozāģēto parauglaurumu aizstāšanai) mēslojuma ietekmes analīzei un augšanas gaitas sakarības skaidrojošu vienādojumu izstrādāšanai. 2024. gadā iegūstami dati no vismaz 170	01.12.2024	Multispektrālie rastra dati pirmo reizi iegūti no 64 objektiem. LiDAR dati iegūti 2024. gada novembrī pēc lapu nobiršanas, kopā no 20 objektiem. LLI dati iegūti no 175 parauglaurumiem 32 objektos, tajā skaitā nozāģētie

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Pētījumi, uzdevumi	Darbības, nodevumi	Izpildes termiņš	Statuss uz 30.11.2024
	parauglaukumiem (50% no visām mēslotajām audzēm). Nodevums: 2024. gada padarītā apraksts starpziņojumā un etapa pārskatā.		parauglaukumi aizstāti ar jauniem parauglaukumiem saglabātajās mežaudzēs. Etapa pārskats papildināts ar LLI mērījumu kopsavilkumu.

IEVADS

Meža mēslošana ir viens no efektīvākajiem risinājumiem, kas veicina oglekļa dioksīda (CO₂) piesaisti un uzlabo mežaudžu vitalitāti boreālās un hemi-boreālās klimatiskās joslās. Šī mežsaimnieciskā darbība raksturojas ar strauju iedarbību – meža mēslošanas efekts ir redzams uzreiz pēc mēslojuma ieneses (Kārklīņa u.c., 2021; Petaja u.c., 2018; Saarsalmi & Mälkönen, 2001), kā rezultātā ievērojami palielinās krājas pieaugums un CO₂ uzkrāšanās visās oglekļa krātuvēs. Meža mēslošana var kļūt par nozīmīgāko meža apsaimniekošanas instrumentu, lai sasniegtu valsts klimata mērķus līdz 2030. gadam un sekmētu arī 2050. gada klimata neitralitātes mērķu sasniegšanu, samazinot siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisijas un uzlabojot meža ekosistēmu noturību pret dabiskajiem traucējumiem.

Augsnes ielabošanas darbības, izmantojot koksnes pelnus un minerālmēslojumu, iekļautas arī Aktualizētajā nacionālajā enerģētikas un klimata plānā 2021.-2030. gadam, paredzot, ka līdz 2030. gadam koksnes pelni jāizmanto 21,8 tūkst. ha kūdreņu, investējot šajā darbībā 3 milj. EUR, bet minerālmēslojums jāizmanto 21,0 tūkst. ha sausieņu un āreņu, investējot šajā darbībā 7 milj. EUR (Klimata un enerģētikas ministrija, 2024).

Līdz 2050. gadam Zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības sektoram (ZIZIMM) ir jānodrošina SEG emisiju samazinājums par vidēji 7 miljoniem tonnu CO₂ ekvivalenta gadā. Meža mēslošana, ieskaitot koksnes pelnu izmantošanu, var ievērojami palīdzēt sasniegt šo mērķi, īpaši, ja to veic visos mežos, kur primārais apsaimniekošanas mērķis ir koksnes ieguve un mēslojuma pielietošana var palielināt pieaugumu. Šī metode var samazināt SEG emisijas par līdz pat 5 miljoniem tonnu CO₂ ekvivalentu gadā, kas ir apmēram 70% no Latvijas noteiktajiem SEG emisiju samazināšanas mērķiem.

Iepriekšējā desmitgadē gadu laikā Latvijā un citas Baltijas un Ziemeļvalstīs ir pieaugusi interese par meža mēslošanas praksi, kas ietver ne tikai minerālmēsli, bet arī koksnes pelnu izmantošanu. Neskatoties uz līdzšinējām zināšanām par mēslojuma pielietošanu, dažās jomās vēl arvien ir neatbildēti jautājumi gan par mēslojuma efektivitāti, gan par ietekmi uz vidi. Tas saistīts ar meža apsaimniekošanas prioritāšu maiņu un nepieciešamību pielāgoties stingrākām vides aizsardzības prasībām. Jauno tehnoloģiju pieejamības palielināšanās, piemēram, bezpilota lidaparātu un satelīttehnoloģiju pielietošana dažādās meža apsaimniekošanas jomās, rodas iespējas efektīvāk monitorēt un plānot meža apsaimniekošanas darbus, tai skaitā mēslojuma ietekmi uz vidi un precīzāku mēslojuma pielietošanas plānošanu.

Šis pētījums, ko veicam sadarbībā ar AS "Latvijas valsts meži", ir nozīmīgs solis uz priekšu, lai izpētītu meža mēslošanas ietekmi uz dažādiem ekosistēmas komponentiem. Pētījumu īstenojam, izmantojot izpētes objektus, kas ierīkoti laika posmā no 2013. līdz 2017. gadam, un, kuros izmantots slāpekļa minerālmēslojums, koksnes pelni, kā arī kombinēti mēslojuma veidi.

Pētījumā galvenā uzmanība pievērsta trīs jautājumu grupām:

1. Mēslojuma ilgtermiņa ietekmes uz vidi monitorings. Šajā aktivitātē vērtējam mēslojuma ietekmi uz gruntsūdeņu kvalitāti, zemsedzes veģetācijas sastāvu un biomasas izmaiņām un radiālo pieaugumu. Aktivitātes ietvaros turpinās paraugu ievākšana un analīzes, lai izprastu, kā dažādu mēslojuma veidu izmantošana ietekmē dažādus ekosistēmas parametrus ilgtermiņā;
2. Ietekmes uz klimata pārmaiņām novērtējums. Šajā aktivitātē pētām augsnes heterotrofās elpošanas procesus un veicam gāzu paraugu analīzes, lai novērtētu, kā koksnes pelnu izmantošana ietekmē SEG emisijas no augsnes. Šie novērojumi ir būtiski, lai labāk izprastu, kā šī meža apsaimniekošanas prakse var palīdzēt klimata pārmaiņu mazināšanā;

3. Attālinātas izpētes algoritmu pilnveidošana mēslojuma nepieciešamības un efekta novērtēšanai. Ar modernu tehnoloģiju palīdzību, tostarp multispektrālajām kamerām un ALS sensoriem, vācam datus, kas ļaus izstrādāt un uzlabot algoritmus, lai precīzāk novērtētu mēslojuma nepieciešamību un tā ietekmi uz meža ekosistēmu.

Šī pētījuma rezultāti sniegs vērtīgu informāciju par meža mēslošanas ilgtermiņa ietekmi uz vidi un veicinās labāku izpratni par to, kā šīs prakses varētu palīdzēt sasniegt ilgtspējīgas attīstības un klimata mērķus. Turklāt iegūtie dati palīdzēs izstrādāt rekomendācijas meža apsaimniekošanas politikas veidotājiem un īstenotājiem, kā arī palīdzēs nodrošināt efektīvu un videi draudzīgu meža apsaimniekošanu nākotnē.

1. MĒSLOJUMA ILGTERMIŅA IETEKMES UZ VIDI MONITORINGS

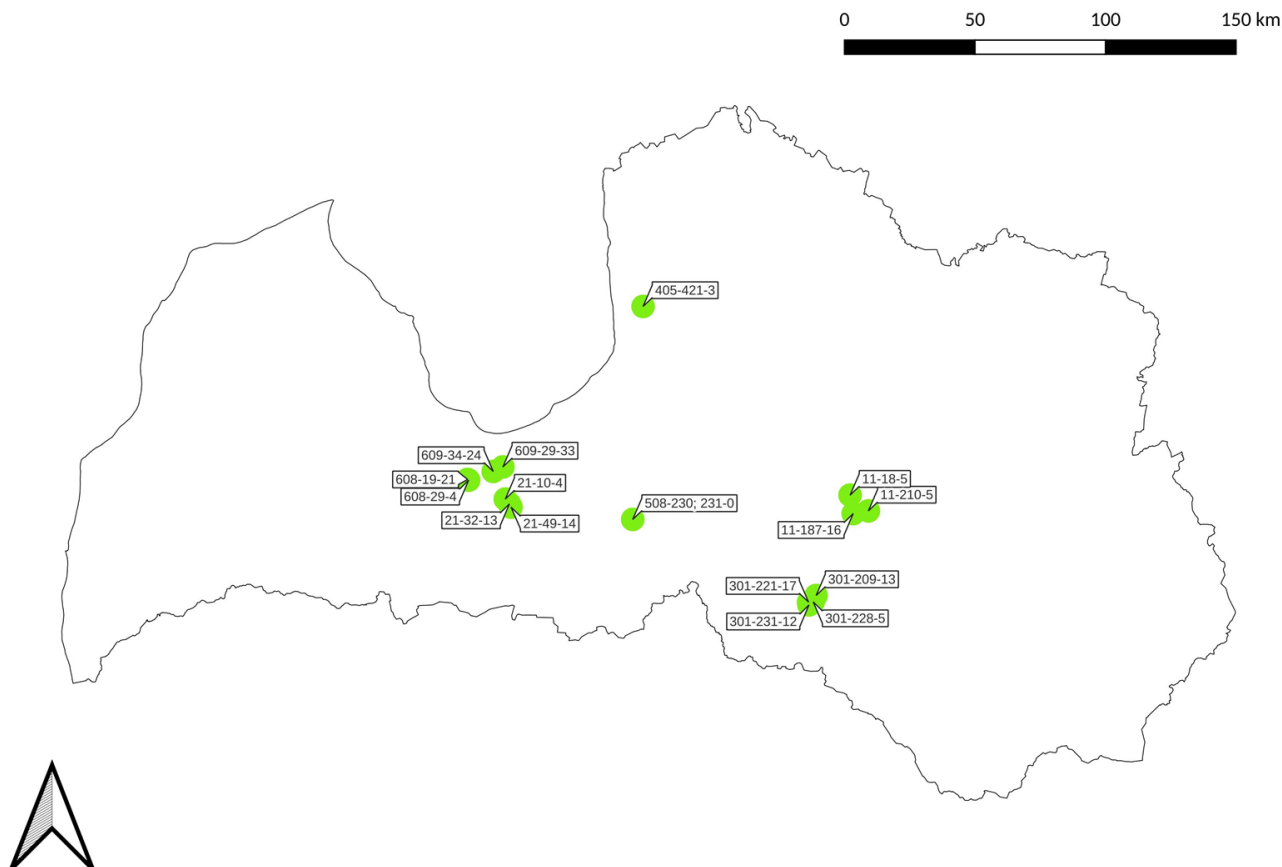
1.1. Ietekmes uz gruntsūdeņu kvalitāti novērtēšana

Pētījuma ietvaros 2024. gadā turpināti gruntsūdeņu novērojumi 16 audzēs (Tab. 1.1) Gruntsūdens paraugu ievākšana atsākta 2024. gada otrajā ceturksnī, pēc pavasara iestāšanās un zemes atkušanas, lai pētījuma īstenošanas gaitā iegūtu paraugu sērijas, kas raksturo ūdens īpašību izmaiņas divu veģetācijas sezonu laikā. Paraugu ievākšana turpinājās līdz 2024. gada novembrim. Grafiski parauglaukumu izvietojums parādīts Att. 1.1. Lizimetru izvietojuma piemērs parādīts Att. 1.2.

Tab. 1.1. Atjaunoto gruntsūdeņu novērojumu objektu saraksts

N.p.k.	Objekta identifikācija (Kv. apg.-Kv.-Nog.)	Paraugu ņemšanas parauglaukumi (PL) ¹
1.	11-18-5	1 (K), 2 (N)
2.	11-187-16 (11-187-34)	1 (P/N), 2 (K)
3.	11-210-5	1 (N), 2 (K)
4.	21-10-4	1 (N), 2 (K)
5.	21-32-13	2 (K), 4 (P/N)
6.	21-49-14	2 (K), 3 (N)
7.	301-209-13	2 (P), 4 (K)
8.	301-221-17	1 (K), 2 (P)
9.	301-228-5	1 (K), 2 (P)
10.	301-231-12	1 (P), 3 (K)
11.	508-230-34,35,36,37; 508-231-25,30	1 (N), 6 (K)
12.	608-19-21	2 (P/N), 3 (K)
13.	608-29-4	3 (P/N), 5 (K)
14.	609-29-33	1 (P/N), 4 (K)
15.	609-34-24	3 (K), 5 (P/N)
16.	405-421-3	1 (P), 6 (K)

¹Numurs parauglaukuma apzīmējumā ir parauglaukuma kārtas numurs objektā.



Att. 1.1. Gruntsūdens īpašību monitoringa parauglaukumu izvietojums

Ūdens paraugiem laboratorijā nosaka ūdens fizikālķīmiskās īpašības (pH, elektrovadītspēja, N, P, K, Ca, Mg, smago metālu saturs, izšķīdušais organiskais ogleklis). Pētījumā izmantojamās analīžu metodes parādītas Tab. 1.2. Visu 2024. gadā ievāktu paraugu analīzes pabeigsim 2025. gadā un iekļausim 2025. gada etapa ziņojumā.

Tab. 1.2. Ūdens analīžu noteikšanas metodes un aprīkojums

Nosakāmais rādītājs	Testēšanas metodes		
	Nosaukums	Metodika	Analītiskais Instruments
Paraugu sagatavošana	Filtrēšana	Stikla šķiedras filtrs	-
pH ²	pH noteikšana	LVS ISO 10523:2012	Adrona AM 1605
EVS ²	Elektrovadītspējas noteikšana	LVS EN 27888:1993	Jenway 470
NH ₄ ⁺	Amonija jonu noteikšana	LVS ISO 7150-1:1984	Shimadzu UV - 1900
Anjoni ² (F ⁻ , Cl ⁻ , Br ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ ; SO ₄ ²⁻) ²	Anjonu noteikšana ar jonu hromatogrāfu	ISO 10304-1:2007	Thermo Scientific Dionex Integrion
TN, DOC	Kopējā slāpekļa un izšķīdušā organiskā	LVS EN 12260:2004 LVS EN 1484:2000	Elementar Vario TOC Cube

²Akreditētas analīžu metodes.

Nosakāmais rādītājs	Testēšanas metodes		
	Nosaukums	Metodika	Analītiskais Instruments
	oglekļa noteikšana (filtrēts paraugs)		
HNO ₃ ekstrahējamie K, Mg, Ca, Fe, Zn, Cr, Cd, Mn, Ni, P, Cu, Pb, Co, B, Al, S ²	Atsevišķu elementu noteikšana ar ICP – OES.	LVS EN ISO 11885:2007	Thermo Fisher Scientific iCAP 7200 Duo



Att. 1.2. Lizimetri gruntsūdens paraugu ievākšanai

Analīžu rezultātu kopsavilkums paraugiem, kas ievākti 2023. gadā, dots Tab. 1.3. 2024. gadā ievāktu paraugu analīžu rezultāti doti Tab. 1.4.

Tab. 1.3. 2023. gadā ievāktu ūdens analīžu rezultāti

Parauglaukums	Dziļums	pH	EVS, $\mu\text{S cm}^{-1}$	K, mg L^{-1}	Ca, mg L^{-1}	Mg, mg L^{-1}	PPO_4^{3-} , mg L^{-1}	$\text{N}_{\text{kop.}}$, mg L^{-1}	DOC, mg L^{-1}	NO_3^- , mg L^{-1}	N-NH_4^+ , mg L^{-1}
11-18-5-K	30 cm	6,95	67,30	2,09	18,18	2,15	0,05	4,46	36,93	0,80	0,25
	60 cm	6,74	49,86	1,80	13,44	1,98	0,04	3,89	32,55	0,78	0,14
11-18-5-N	30 cm	6,88	68,18	2,08	9,95	2,10	0,05	4,69	38,37	1,00	0,19
	60 cm	7,09	113,30	1,89	19,14	1,97	0,07	4,09	36,85	0,95	0,16
11-187-16-K	30 cm	6,72	96,30	1,28	20,50	3,43	0,02	5,62	72,73	1,63	0,16
	60 cm	6,72	104,10	1,15	22,23	4,20	0,02	4,54	78,12	0,80	0,17
11-187-16-PN	30 cm	6,59	144,95	1,45	17,72	2,97	0,04	8,48	51,29	4,76	0,25

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Parauglaukums	Dziļums	pH	EVS, $\mu\text{S cm}^{-1}$	K, mg L^{-1}	Ca, mg L^{-1}	Mg, mg L^{-1}	PPO_4^{3-} , mg L^{-1}	$\text{N}_{\text{kop.}}$, mg L^{-1}	DOC, mg L^{-1}	NO_3^- , mg L^{-1}	N-NH_4^+ , mg L^{-1}
	60 cm	6,58	144,80	1,31	22,23	4,28	0,05	8,75	66,74	1,75	0,16
11-210-5-K	30 cm	6,92	86,99	1,85	13,33	2,18	0,04	3,75	36,98	0,76	0,15
	60 cm	6,84	68,54	2,15	13,84	2,13	0,08	4,23	33,53	0,93	0,38
11-210-5-N	30 cm	6,71	62,12	1,52	9,64	1,54	0,04	4,11	32,70	1,16	0,21
	60 cm	6,59	60,50	1,58	9,35	1,92	0,01	5,27	33,06	2,08	0,22
21-10-4-K	30 cm	6,46	100,50	2,19	12,98	2,08	0,08	4,60	40,92	1,09	0,19
	60 cm	5,91	90,15	2,05	9,09	1,86	0,03	3,95	55,93	1,02	0,21
21-10-4-N	30 cm	6,93	187,05	1,99	26,00	3,16	0,04	8,61	52,87	4,71	0,22
	60 cm	7,08	209,01	1,48	31,02	3,06	0,04	6,32	51,14	3,38	0,22
21-32-13-K	30 cm	7,38	191,94	1,86	20,74	2,93	0,07	3,93	37,51	0,82	0,12
	60 cm	7,35	219,12	1,26	36,16	5,21	0,04	3,58	54,16	0,67	0,12
21-32-13-PN	30 cm	7,34	186,44	1,57	21,44	3,71	0,02	5,44	42,75	1,78	0,15
	60 cm	7,40	189,50	1,48	28,52	3,83	0,07	6,15	37,08	3,18	0,12
21-49-14-K	30 cm	7,08	155,68	1,78	18,45	2,90	0,09	3,98	42,80	0,85	0,16
	60 cm	7,24	188,80	1,26	28,89	4,52	0,05	4,81	42,63	1,81	0,16
21-49-14-N	30 cm	7,08	180,60	1,81	21,04	2,41	0,09	5,13	43,04	1,93	0,14
	60 cm	7,04	223,77	1,38	21,04	3,08	0,07	6,30	46,68	1,71	0,14
301-209-13-K	30 cm	7,06	182,71	1,55	25,58	4,76	0,02	5,42	57,87	1,88	0,14
	60 cm	7,04	219,17	1,25	27,44	6,18	0,02	4,69	60,35	1,15	0,13
301-209-13-P	30 cm	6,95	205,58	1,18	27,16	5,36	0,02	9,20	69,22	4,59	0,15
	60 cm	6,83	148,38	1,12	28,29	5,09	0,02	6,00	78,92	1,72	0,18
301-221-17-K	30 cm	6,73	104,53	3,34	10,81	2,58	0,05	4,26	58,85	0,74	0,14
	60 cm	6,79	107,26	2,64	13,56	2,42	0,04	3,91	40,50	0,69	0,15
301-221-17-P	30 cm	6,98	106,55	2,10	15,76	3,02	0,05	3,87	41,36	0,59	0,14
	60 cm	7,04	114,73	1,51	19,11	2,14	0,06	4,29	39,70	0,99	0,15
301-228-5-K	30 cm	7,30	154,53	1,99	22,21	2,91	0,06	4,78	46,10	0,94	0,14
	60 cm	7,35	208,12	2,78	33,89	3,78	0,08	4,25	59,80	0,95	0,17
301-228-5-P	30 cm	7,16	144,42	2,17	21,32	2,82	0,06	4,06	38,22	0,78	0,13
	60 cm	7,14	134,98	1,76	15,62	2,76	0,08	4,71	39,40	0,95	0,14
301-231-12-K	30 cm	7,00	169,70	1,68	23,92	5,17	0,02	7,03	54,47	3,09	0,14
	60 cm	7,17	265,39	1,19	34,54	10,62	0,02	8,10	66,71	3,43	0,12
301-231-12-P	30 cm	6,90	155,45	1,67	27,71	4,32	0,02	6,54	65,54	2,03	0,13
	60 cm	7,04	253,27	1,22	31,81	8,21	0,02	8,88	82,28	3,57	0,13

Parauglaukums	Dziļums	pH	EVS, $\mu\text{S cm}^{-1}$	K, mg L^{-1}	Ca, mg L^{-1}	Mg, mg L^{-1}	PPO_4^{3-} , mg L^{-1}	$\text{N}_{\text{kop.}}$, mg L^{-1}	DOC, mg L^{-1}	NO_3^- , mg L^{-1}	N-NH_4^+ , mg L^{-1}
405-421-3-P	30 cm	7,29	198,42	1,83	28,89	4,63	0,03	4,15	64,07	0,94	0,16
	60 cm	7,07	180,13	1,26	30,38	5,33	0,02	3,73	67,79	0,94	0,14
508-230/231-K	30 cm	6,79	114,71	1,88	14,32	1,92	0,06	3,94	42,14	0,89	0,14
	60 cm	6,91	136,29	1,94	16,51	2,15	0,06	3,79	41,19	0,97	0,17
508-230/231-N	30 cm	6,87	68,69	2,13	15,83	1,57	0,04	3,97	35,56	0,98	0,28
	60 cm	6,77	84,12	2,01	14,38	2,07	0,06	4,02	40,53	0,91	0,27
608-19-21-K	30 cm	6,64	94,02	2,09	12,18	1,90	0,04	3,88	39,52	0,77	0,15
	60 cm	6,67	71,16	2,07	15,54	2,01	0,02	3,82	36,35	0,73	0,21
608-19-21-PN	30 cm	6,21	139,08	2,39	13,51	2,22	0,05	10,50	35,53	5,12	0,18
	60 cm	6,19	139,31	2,43	13,44	2,40	0,04	8,92	40,32	4,15	0,22
608-29-4-K	30 cm	6,65	109,77	1,84	15,79	1,98	0,04	3,50	48,73	0,74	0,13
	60 cm	5,59	59,52	1,79	9,45	1,51	0,02	3,27	44,93	0,60	0,15
608-29-4-P	30 cm	6,20	109,23	2,16	14,84	2,19	0,04	5,17	44,41	1,47	0,42
	60 cm	5,73	167,26	3,14	13,35	2,64	0,05	16,07	41,51	10,72	2,29
609-29-33-K	30 cm	6,67	171,48	1,97	16,99	2,78	0,04	3,86	31,47	0,81	0,14
	60 cm	6,86	271,99	1,40	32,59	5,96	0,03	4,42	42,87	0,74	0,15
609-29-33-PN	30 cm	6,56	137,09	2,18	17,51	1,92	0,07	7,13	33,60	3,50	0,31
	60 cm	6,44	267,81	1,67	52,94	2,60	0,02	18,95	45,33	8,88	0,16
609-34-24-K	30 cm	6,85	90,48	1,63	10,85	1,73	0,08	4,58	38,82	1,00	0,16
	60 cm	6,81	96,14	1,39	13,28	1,99	0,04	4,50	41,02	1,23	0,13
609-34-24-PN	30 cm	6,96	122,17	1,57	16,02	4,17	0,03	8,88	43,20	5,55	0,24
	60 cm	7,19	189,40	1,17	20,83	6,25	0,02	5,82	43,43	2,39	0,17

Tab. 1.4. 2024. gadā ievākto ūdens analīžu rezultāti

Parauglaukums	Dziļums	pH	EVS, $\mu\text{S cm}^{-1}$	K, mg L^{-1}	Ca, mg L^{-1}	Mg, mg L^{-1}	PPO_4^{3-} , mg L^{-1}	$\text{N}_{\text{kop.}}$, mg L^{-1}	DOC, mg L^{-1}	NO_3^- , mg L^{-1}	N-NH_4^+ , mg L^{-1}
11-18-5-K	30 cm	7,02	20,05	0,46	3,53	0,77	0,02	0,74	13,15	0,07	0,02
	60 cm	7,19	39,92	0,32	7,56	1,23	0,01	0,59	13,00	0,02	0,02

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Parauglaukums	Dziļums	pH	EVS, $\mu\text{S cm}^{-1}$	K, mg L^{-1}	Ca, mg L^{-1}	Mg, mg L^{-1}	PPO_4^{3-} , mg L^{-1}	$\text{N}_{\text{kop.}}$, mg L^{-1}	DOC, mg L^{-1}	NO_3^- , mg L^{-1}	N-NH_4^+ , mg L^{-1}
11-18-5-N	30 cm	5,06	12,38	0,50	0,86	0,32	0,01	0,53	7,56	0,01	0,04
	60 cm	6,81	18,54	0,62	1,56	0,53	0,02	0,65	12,28	0,01	0,06
11-187-16-K	30 cm	6,82	84,76	0,24	26,99	5,09	0,02	3,53	90,21	1,87	0,03
	60 cm	6,87	105,11	0,24	30,20	6,16	0,02	3,09	89,88	0,82	0,10
11-187-16-PN	30 cm	6,37	118,39	0,44	36,99	5,77	0,02	4,22	126,54	2,26	0,02
	60 cm	6,79	103,34	0,16	33,03	5,45	0,02	3,50	93,82	1,25	0,03
11-210-5-K	30 cm	7,33	88,74	0,64	23,15	5,35	0,01	1,30	59,84	0,01	0,00
	60 cm	7,65	56,90	0,83	40,41	6,54	0,01	1,30	76,60	0,01	0,00
11-210-5-N	30 cm	6,85	92,50	0,68	3,35	1,13	0,02	0,88	23,41	0,04	0,00
	60 cm	6,97	33,95	0,72	2,39	0,85	0,02	0,71	15,56	0,03	0,04
21-10-4-K	30 cm	4,30	59,08	1,35	5,85	1,42	0,05	2,17	120,12	0,07	0,01
	60 cm	4,74	67,65	1,23	4,97	1,53	0,02	1,36	60,44	0,01	0,03
21-10-4-N	30 cm	7,45	267,73	0,87	65,06	11,64	0,02	2,49	89,28	0,61	0,01
	60 cm	7,30	263,00	0,90	68,81	9,52	0,02	2,05	84,99	0,20	0,00
21-32-13-K	30 cm	7,64	465,40	0,25	73,99	18,20	0,06	2,06	71,96	0,06	0,03
	60 cm	7,45	273,44	0,27	56,87	15,11	0,02	2,08	65,18	0,09	0,02
21-32-13-PN	30 cm	7,63	183,23	0,23	44,13	10,87	0,02	2,45	73,82	0,19	0,01
	60 cm	7,21	199,32	0,20	40,05	10,87	0,02	2,33	76,94	0,09	0,01
21-49-14-K	30 cm	7,48	181,83	0,21	41,58	6,90	0,03	9,77	30,20	8,83	0,03
	60 cm	7,73	264,00	0,25	65,19	9,35	0,02	6,38	27,41	6,13	0,05
21-49-14-N	30 cm	7,80	282,60	0,42	66,83	9,19	0,03	11,79	31,13	9,32	0,03
	60 cm	7,84	276,00	0,33	62,82	11,09	0,02	9,59	24,99	8,88	0,04
301-209-13-K	30 cm	7,53	164,80	0,33	38,02	8,24	0,05	3,42	71,73	1,71	0,13
	60 cm	7,61	230,70	0,36	50,26	11,16	0,02	2,38	53,22	0,97	0,01
301-209-13-P	30 cm	7,27	136,15	0,27	36,35	8,03	0,02	5,56	96,31	3,89	0,05
	60 cm	7,13	144,37	0,23	37,86	8,61	0,02	4,15	91,37	1,99	0,03
301-221-17-K	30 cm	7,27	39,40	0,51	1,80	1,49	0,03	0,95	34,59	0,02	0,10
	60 cm	7,06	69,63	1,36	3,25	5,18	0,02	1,23	35,48	0,03	0,15
301-221-17-P	30 cm	7,18	65,72	1,49	8,37	4,78	0,24	0,90	29,50	0,02	0,03
	60 cm	7,64	130,38	2,03	25,58	7,61	0,04	0,83	28,39	0,03	0,01
301-228-5-K	30 cm	7,86	174,66	0,41	46,84	7,01	0,03	1,36	47,65	0,09	0,04
	60 cm	8,01	233,48	0,71	65,72	10,01	0,11	2,01	64,80	0,15	0,08

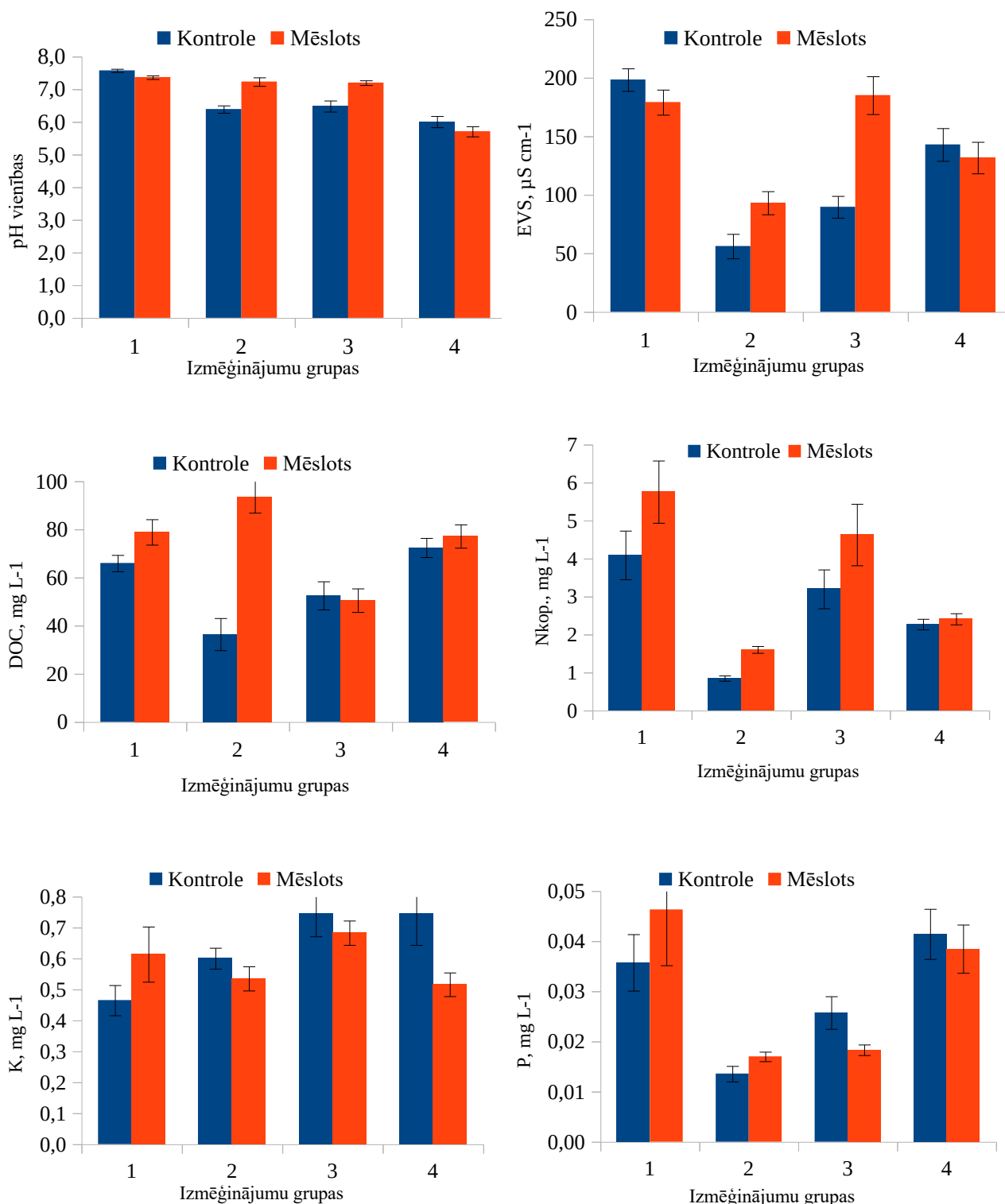
Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Parauglaukums	Dziļums	pH	EVS, $\mu\text{S cm}^{-1}$	K, mg L^{-1}	Ca, mg L^{-1}	Mg, mg L^{-1}	PPO_4^{3-} , mg L^{-1}	$\text{N}_{\text{kop.}}$, mg L^{-1}	DOC, mg L^{-1}	NO_3^- , mg L^{-1}	N-NH_4^+ , mg L^{-1}
301-228-5-P	30 cm	7,93	174,33	0,48	47,97	8,27	0,05	1,49	47,03	0,03	0,07
	60 cm	8,04	176,37	0,48	43,91	7,74	0,10	1,29	21,55	0,08	0,99
301-231-12-K	30 cm	7,52	245,33	0,28	57,15	16,76	0,02	9,19	108,44	5,78	0,02
	60 cm	7,55	265,56	0,30	56,54	17,32	0,02	8,41	84,88	5,98	0,02
301-231-12-P	30 cm	6,91	225,11	0,46	52,28	10,62	0,02	10,33	111,71	9,09	0,10
	60 cm	7,22	296,25	0,26	64,41	15,81	0,02	12,40	109,92	8,96	0,01
405-421-3-P	30 cm	7,60	154,44	0,65	42,46	9,66	0,02	1,68	93,42	0,05	0,00
	60 cm	7,04	120,58	0,38	33,11	7,11	0,02	1,53	93,69	0,06	0,00
405-421-3-K	30 cm	7,55	173,63	0,59	51,64	9,88	0,01	1,44	97,78	0,04	0,01
	60 cm	6,26	150,33	0,45	42,78	7,24	0,01	1,52	106,15	0,01	0,00
508-230;231-K	30 cm	6,07	21,23	0,57	1,68	1,05	0,02	0,72	25,46	0,02	0,02
	60 cm	6,54	26,79	0,91	1,56	0,84	0,02	0,70	9,45	0,04	0,03
508-230;231-N	30 cm	7,65	106,10	2,03	4,64	3,04	0,01	0,72	21,49	0,02	0,04
	60 cm	6,93	38,23	0,72	1,67	1,10	0,02	0,74	9,29	0,03	0,04
608-19-21-K	30 cm	3,89	40,13	1,00	1,30	0,77	0,03	1,19	65,61	0,03	0,02
	60 cm	3,54	83,66	0,93	4,04	0,92	0,03	1,41	84,13	0,03	0,00
608-19-21-PN	30 cm	4,05	42,21	0,99	2,28	0,96	0,13	1,51	71,56	0,05	0,16
	60 cm	4,05	41,80	0,62	0,78	0,63	0,03	0,84	49,71	0,02	0,00
608-29-4-K	30 cm	3,97	41,16	1,12	1,72	0,49	0,05	1,35	78,09	0,03	0,00
	60 cm	3,85	73,23	3,18	1,94	0,84	0,13	1,98	140,12	0,02	0,02
608-29-4-P	30 cm	4,33	36,04	0,87	0,61	0,45	0,05	1,26	44,14	0,01	0,03
	60 cm	3,83	45,56	0,68	1,09	0,75	0,05	1,50	83,95	0,02	0,00
609-29-33-K	30 cm	7,62	179,98	0,32	44,12	5,37	0,03	1,21	27,88	0,04	0,09
	60 cm	7,64	273,20	0,54	65,06	5,63	0,07	1,85	42,13	0,30	0,29
609-29-33-PN	30 cm	5,19	302,60	0,77	69,49	8,93	0,03	4,94	128,68	0,98	0,01
	60 cm	6,04	447,20	0,43	87,07	5,77	0,02	2,21	47,68	0,28	0,02
609-34-24-K	30 cm	6,71	60,90	0,25	12,92	2,11	0,02	3,56	47,56	2,04	0,01
	60 cm	6,96	110,38	0,22	24,80	3,87	0,02	2,16	52,03	0,24	0,03
609-34-24-PN	30 cm	7,28	79,30	0,46	17,00	4,18	0,02	1,71	46,29	0,05	0,01
	60 cm	7,71	166,50	0,24	33,26	10,68	0,02	1,85	48,05	0,11	0,02

Ūdens analīžu rezultāti neuzrāda būtisku sistemātisku mēslojuma ietekmi uz augsnes ūdens skābumu, lai arī platībās, kas mēslojas ar slāpekļa mēslojumu, augsnes ūdens ir bāziskāks (Att. 1.3). Arī kopējā augsnes ūdens elektrovadītspēja ir būtiski lielāka platībās, kur ienests slāpekļa mēslojums. Izšķīdušā organiskā oglekļa daudzums augsnes ūdenī ir būtiski lielāks ar slāpekli mēslotajās platībās, kas var būt saistīts ar lielāku biomasas pieaugumu un lielāku viegli mineralizējamu organisko vielu ienesi augsnē ar nobīrām un zemsedzes augu atliekām.

Kopējā slāpekļa koncentrācija augsnes ūdenī ir lielāka visās platībās, kur ienests mēslojums, izņemot platības, kurās izmantoti koksnes pelni un slāpekļa minerālmēslojums. Kūdras augsnēs, kur nav ienests slāpekļa mēslojums, lielāka kopējā slāpekļa koncentrācija augsnē var būt saistīta ar lielāku augsnes mikrofloras aktivitāti un zemsegas un kūdras mineralizāciju, kas tika konstatēta iepriekšējā izpētes etapā. Lielāks slāpekļa saturs augsnes ūdenī var nozīmēt to, ka mēslotajās platībās vēl arvien ir palielinātas slāpekļa rezerves, kas var nodrošināt papildus pieauguma veidošanos. Tomēr lielāks slāpekļa saturs augsnes ūdenī var nozīmēt arī to, ka augsnē pietrūkst citas barības vielas, tāpēc augsnē veidojas slāpekļa pārpalikums. Tas var izskaidrot, kāpēc platībās, kur ienests slāpekļa mēslojums un koksnes pelni, slāpekļa saturs augsnē būtiski neatšķiras mēslotajās un kontroles platībās. Šīs hipotēzes pārbaudei daļā izmēģinājumu platību, kur izmantots slāpekļa mēslojums, ienesami koksnes pelni un veicams augsnes ūdens īpašību izmaiņu monitorings. Papildus informāciju šīs hipotēzes izpētei sniegs arī radiālā pieauguma urbumu datu analīze.

Kālija saturs augsnes ūdenī ir lielāks tikai mēslotajās platībās, kur ienesti koksnes pelni. Visās platībās, kur izmantots slāpekļa mēslojums, kālija saturs augsnes ūdenī ir būtiski mazāks nekā kontroles platībās. Tas var norādīt uz kālija deficītu, kas veidojies, palielinoties biomasas pieaugumam. Arī fosforā saturs augsnes ūdenī ir būtiski lielāks platībās, kur izmantoti koksnes pelni, un būtiski mazāks nekā kontroles platībās – jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs, kur izmantots slāpekļa mēslojums. Pieaugušās audzēs, kur izmantots slāpekļa mēslojums, atšķirība nav būtiska, tomēr fosforā saturs augsnes ūdenī šajās platībās ir mazāks nekā citos izmēģinājumu objektos, kas var norādīt uz jau sākotnēju fosforā trūkumu šajās platībās.



Att. 1.3. Sākotnējo ūdens analīžu rezultātu kopsavilkums.

1.2. Zemsedzes veģetācijas raksturošana

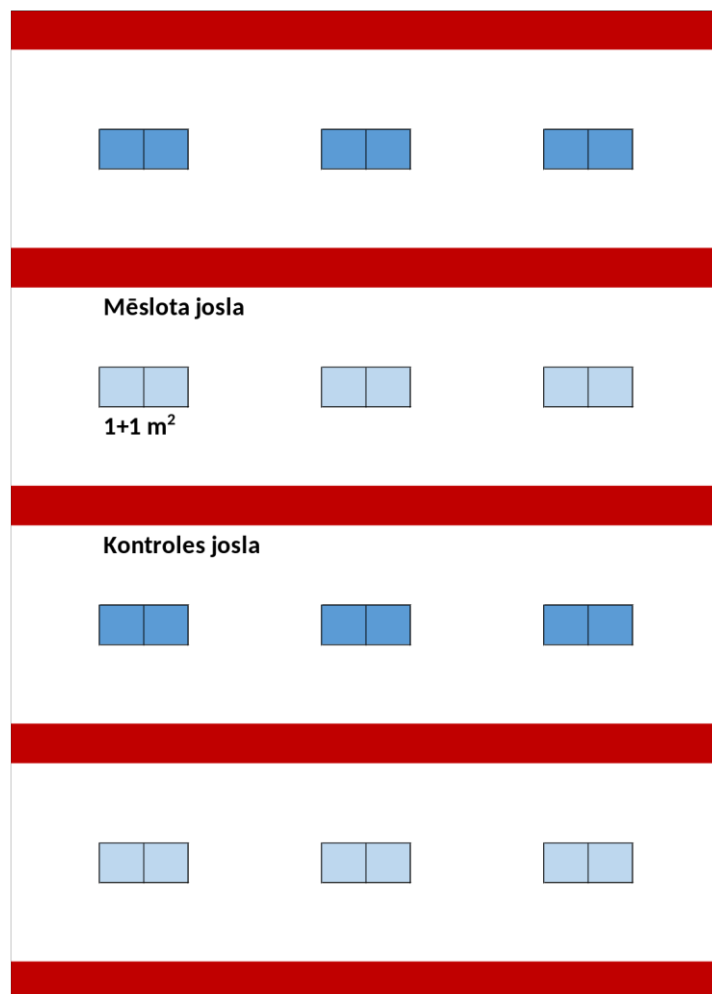
Saskaņā ar pētījuma kalendāro plānu 2024. gadā uzsākta datu ievākšanu zemsedzes veģetācijas projektīvā seguma raksturošanai mēslotajos un kontroles parauglaukumos mēslotajās audzēs, kur 2013. un 2020. gados veikts veģetācijas raksturojums, veicot augu sugu sastāva analīzi

augu sugu funkcionālo grupu griezumā (sūnas un sfagni, zālaugi, papardes un citi daudzgadīgie augi), kā arī vērtējot atsevišķu indikatorsugu izplatību.

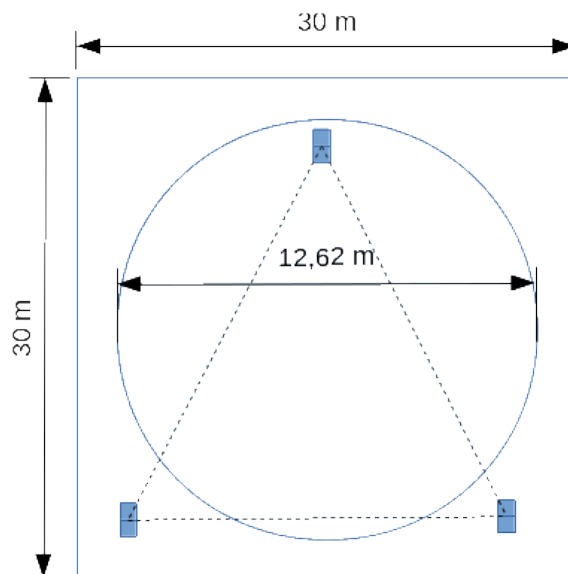
Parauglaukumi veģetācijas uzskaitē ierīkoti atbilstoši ICP Forests intensīvā monitoringa (II līmeņa) vadlīniju metodikai (Aamlid u.c., 2007). Šajās vadlīnijās ir definēts, ka kopējā minimālā paraugošanas platība intensīvā monitoringa parauglaukumos ir 400 m². Šādu platību var nodrošināt, arī ierīkojot atsevišķus mazākus parauglaukumus ar brīvi izvēlētu izmēru un formu.

Veģetācijas uzskaites parauglaukumi novietoti vismaz 25 m attālumā no mežaudzes malas vai 5 m attālumā no izmēģinājumu objekta malas. Parauglaukumi ierīkoti trīs veidu izvietojumos, atkarībā no mēslojuma izkliedes parauglaukuma orientācijas:

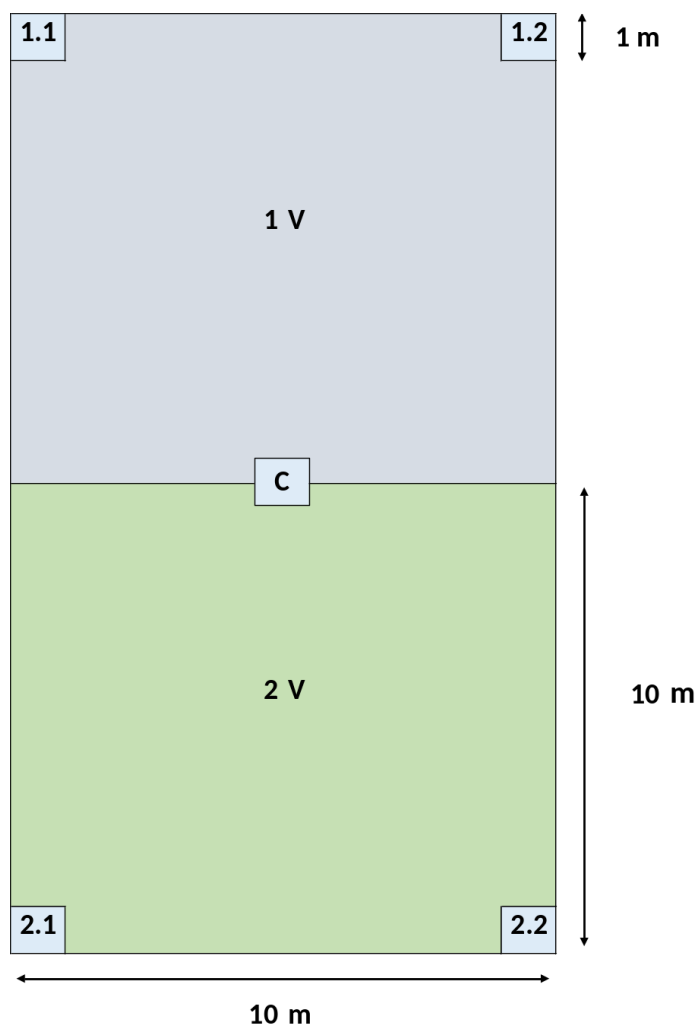
1. trīs 1 m² lielu parauglaukumu pāri, kas izvietoti regulārā tīklā 24 m² platībā (Att. 1.4);
2. vienādmalu trijstūra veidā izvietoti 1 m² lielu uzskaites parauglaukumu pāri, trijstūru pamatnes orientētas vienā virzienā perpendikulāri mēslojuma izkliedes parauglaukuma malai (Att. 1.5);
3. divi 100 m² lieli kvadrātveida parauglaukumi, kuru teritorijā papildus ierīkoti četri 1 m² lieli parauglaukumi teritorijas katrā stūrī un 1 m² liels parauglaukums teritorijas centrā – šādā veidā parauglaukumi izvietoti tikai objektos 301-209-13, 301-221-17, 301-228-5 un 301-231-12 Viesītes apkārtnē (Att. 1.6).



Att. 1.4. Veģetācijas uzskaites parauglaukumu izvietojuma shēma vietās, kur augsnes ielabošanas līdzekļi izkliedēti slejās



Att. 1.5. Veģetācijas uzskaites parauglaukumu izvietojuma shēma vietās, kur augsnes ielabošanas līdzekļi izkliedēti kvadrātveida parauglaukumos



Att. 1.6. Veģetācijas uzskaites parauglaukumu izvietojuma shēma mēslotajās audzēs Viesītes apkārtnē

Veģetācijas uzskaitē 1 m² parauglaukumos katrai sugai vizuāli novērtēja projektīvo segumu, piešķirot vērtību robežās no 0 līdz 100%. Projektīvo segumu novērtēja katrā veģetācijas stāvā atsevišķi. Veģetāciju iedalīja četros stāvos:

1. sūnu stāvs (ķērpji un sūnas);
2. lakstaugu stāvs (lakstaugi, kā arī koku sējeņi, sīkkrūmi un dzīvnieku nokostie koki, kas īsāki par 0,5 m);
3. krūmu stāvs (krūmi un jaunie koki līdz 5 m augstumam);
4. koku stāvs (> 5 m augstumā).

Papildus sākotnēji iepļānotajiem darbiem visos parauglaukumos veicam fotofiksāciju (Att. 1.7). Veģetācijas aprakstus veicām gan dabisko traucējumu netraucētās audzēs, gan platībās, kur veikta sanitārā cirte pēc 2023. un 2024. gada mizgrauža bojājumiem, gan 2024. gada vasaras vērtā bojātajos nogabalos. Atsevišķās platībās, kur izgāztie un iekārušies koki apdraudēja darba veicējus, veģetācijas aprakstus veicām pēc sanitārās cirtes. Platību saraksts, kurās zemsedzes veģetācijas apraksts paveikts, dots Tab. 1.5.



Att. 1.7. Veģetācijas apraksta parauglaukuma fotofiksācija

Tab. 1.5. Platības, kurās 2024. gadā pabeigts veģetācijas apraksts

N.p.k	Objekts	Parauglaukumu skaits	Pelnu izkliedēšanas mēnesis	N mēslojuma izkliedēšanas mēnesis
1	11-106-8	8		07.2017

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

N.p.k	Objekts	Parauglaukumu skaits	Pelnu izkliešanas mēnesis	N mēslojuma izkliešanas mēnesis
2	11-125-10	12		05.2017
3	11-125-5	2		07.2017
4	11-127-10	6		07.2017
5	11-129-18	10		09.2015
6	11-134-8	6	10.2016	
7	11-147-1	13		09.2015
8	11-174-6	1		07.2017
9	11-18-5	4		07.2017
10	11-187-16	2		
11	11-210-5	6		07.2017
12	11-224-17	6		06.2017
13	11-232-22	2		07.2017
14	11-279-18	14		09.2015
15	11-59-17	2		07.2017
16	11-61-13	4		07.2017
17	11-64-3	4		07.2017
18	12-79-16	6		09.2015
19	12-87-9	17		09.2015
20	21-32-13	4		
21	21-34-2	4		06.2017
22	21-34-4	4		06.2017
23	21-4-25	6		06.2017
24	21-49-14	3		05.2017
25	21-53-7	2		-
26	21-60-7	2		06.2017
27	24-11-4	8		06.2017
28	24-22-12	8		06.2017
29	508-230;231-0	7		07.2017
30	301-209-13	4	11.2014	
31	301-221-17	4	11.2014	
32	301-228-5	2	11.2014	
33	301-231-12	4	11.2014	
34	405-421-3	6	02.2018	
35	409-537-4	4	05.2017	
36	409-537-8	6	05.2017	
37	503-300-12	6	12.2016	

N.p.k	Objekts	Parauglaukumu skaits	Pelnu izkliedēšanas mēnesis	N mēslojuma izkliedēšanas mēnesis
38	503-312-1	3	12.2016	
39	503-481-11	2		07.2017
40	506-30-32	6		06.2017
41	508-196-14	4		06.2017
42	604-281-19	4		06.2017
43	608-108-4	8	02.2017	07.2017
44	608-19-21	4	02.2017	07.2017
45	608-29-4	8	02.2017	07.2017
46	608-44-4	2	02.2017	07.2017
47	608-44-8	6	02.2017	07.2017
48	905-359-1	12	07.2017	07.2017

Sākotnējā analīzē salīdzināts projektīvais segums un sugu skaits sūnām un lakstaugiem kontroles un mēslotajos parauglaukumos, atsevišķi izdalot nitrofilas un lielai barības vielu pieejamībai raksturīgas sugas. Zemesdzies veģetācijas salīdzinājums kontroles un mēslotajos parauglaukumos dots Tab. 1.6. Projektīvā seguma dati valdošās koku sugas (priedei – arī meža tipu) griezumā doti 1. pielikumā.

Tab. 1.6. Sūnu un lakstaugu projektīvā seguma un nitrofilo sugu izplatības salīdzinājums kontroles un mēslotajos parauglaukumos

N.p.k.	Objekts	Kontroles un mēsloto parauglaukumu salīdzinājums
1	11-106-8	Ķērpju segums, kā arī sūnu un ķērpju sugu skaits būtiski neatšķiras starp kontroles un mēslotajiem parauglaukumiem. Gan sūnu, gan lakstaugu segums ir lielāks kontroles parauglaukumos, bet lakstaugu sugu skaits ir lielāks mēslotajos parauglaukumos.
2	11-125-10	Mēslotajos parauglaukumos sūnu segums un lakstaugu sugu skaits ir lielāks nekā kontroles parauglaukumos, bet lakstaugu projektīvā seguma atšķirības ir nelielas. Tikai mēslotajos parauglaukumos novērota graudzāle <i>Calamagrostis epigeios</i> , bet kontroles parauglaukumos avenes (<i>Rubus idaeus</i>) veido ievērojami lielāku segumu (80%) nekā mēslotajos ar amonija nitrātu (1%) vai koksnes pelniem (6%).
3	11-125-5	Gan sūnu, gan lakstaugu segums un sugu skaits ir lielāks kontroles parauglaukumos, salīdzinot ar mēslotajiem.
4	11-127-10	Gan sūnu, gan lakstaugu segums un skaits ir lielāks mēslotajos parauglaukumos, salīdzinot ar kontroli.
5	11-129-18	Sūnu segums ir lielāks mēslotajos parauglaukumos, taču sugu skaits abos variantos neatšķiras. Graudzāles un citi lakstaugi kontroles parauglaukumos veido lielāku segumu, salīdzinot ar mēslotajiem. Tikai mēslotajos parauglaukumos novērotas nitrofilās <i>Naumburgia thyrsiflora</i> un <i>Taraxacum officinale</i> , neveidojot lielu segumu (1-5%). Kontroles parauglaukumos novērota nitrofilā <i>Solanum dulcamara</i> (segums 2%).

N.p.k.	Objekts	Kontroles un mēslojošo parauglāukumu salīdzinājums
6	11-147-1	Gan sūnu, gan lakstaugu segums un sugu skaits ir lielāks mēslojamos parauglāukumos, salīdzinot ar kontroli.
7	11-174-6	Sūnu segums novērots tikai mēslojamos parauglāukumos. Lakstaugu segums ir lielāks kontroles parauglāukumos, bet sugu skaits neatšķiras starp kontroles un mēslojamo parauglāukumiem. Mēslojamos parauglāukumos novērotas nitrofilās sugas <i>Polygonum persicaria</i> (12%) un <i>Taraxacum officinale</i> (1%).
8	11-18-5	Lielāks sūnu segums un sugu skaits novērots kontroles parauglāukumos, bet lielāks lakstaugu segums un sugu skaits – mēslojamos.
9	11-187-16	Lielāks sūnu segums un sugu skaits novērots mēslojamos parauglāukumos. Savukārt lielāks lakstaugu skaits un segums novērots mēslojamos parauglāukumos. Tikai mēslojamos parauglāukumos novērotas nitrofilās sugas <i>Solanum dulcamara</i> (10%) un <i>Urtica dioica</i> (15%).
10	11-210-5	Lielāks sūnu segums un sugu skaits novērots kontroles parauglāukumos, bet lielāks lakstaugu segums un sugu skaits – mēslojamos.
11	11-224-17	Gan lielāks sūnu, gan lakstaugu segums un lakstaugu sugu skaits novērots kontroles parauglāukumos. Sūnu sugu skaits ir vienāds gan kontroles, gan mēslojamos parauglāukumos. Tikai mēslojamos parauglāukumos lakstaugu stāvā novērota nitorfilā <i>Mycelis muralis</i> (2%).
12	11-232-22	Sūnu segums un sugu skaits ir lielāks kontroles parauglāukumos, bet lakstaugu segums – mēslojamos.
13	11-279-18	Ne sūnu ne lakstaugu sugu skaits un segums būtiski neatšķiras starp kontroles un mēslojamo parauglāukumiem.
14	11-59-17	Sūnu segums un sugu skaits būtiski neatšķiras starp kontroles un mēslojamo parauglāukumiem. Lielāks lakstaugu segums un sugu skaits novērots kontroles parauglāukumos, taču mēslojamos parauglāukumos lielāku segumu veido sīkrūmi (attiecīgi 57% un 32%).
15	11-61-13	Lielāks sūnu segums novērots mēslojamos parauglāukumos, bet lielāks lakstaugu segums – kontroles parauglāukumos. Sugu skaits būtiski neatšķiras starp abiem variantiem. Mēslojamos parauglāukumos <i>Rubus idaeus</i> veido nedaudz lielāku segumu nekā kontroles parauglāukumos (attiecīgi 10% un 4%).
16	11-64-3	Sūnu sugu skaits un segums būtiski neatšķiras starp variantiem. Lakstaugu stāvā lielāks sugu skaits un segums novērots mēslojamos parauglāukumos.
17	12-79-16	Sūnu segums un skaits būtiski neatšķiras starp kontroles un mēslojamo parauglāukumiem, bet lielāks lakstaugu (tajā skaitā graudzāļu un sīkrūmu) segums un sugu skaits novērots mēslojamos parauglāukumos.
18	12-87-9	Sugu skaits būtiski neatšķiras starp variantiem, bet sūnu un lakstaugu (tajā skaitā melleņu, aveņu,) segums ir lielāks mēslojamos parauglāukumos.
19	21-32-13	Sūnas veido lielāku segumu kontroles parauglāukumos un arī sugu skaits ir lielāks, salīdzinot ar mēslojamo. Lakstaugu stāvā vērojama pretēja tendence, kā arī novērotas nitrofilās sugas <i>Mycelis muralis</i> (3%) un <i>Rubus idaeus</i> (5 %).
20	21-34-2	Lielāks sūnu un lakstaugu sugu skaits, kā arī lakstaugu, tajā skaitā graudzāļu, sīkrūmu un aveņu segums novērots mēslojamos parauglāukumos. Lielāks sūnu segums novērots kontroles parauglāukumos.
21	21-34-4	Gan sūnas, gan lakstaugi lielāku segumu veido kontroles parauglāukumos, un arī sugu skaits ir lielāks nekā mēslojamos parauglāukumos. Tikai mēslojamos parauglāukumos novērota <i>Urtica dioica</i> (3%).

N.p.k.	Objekts	Kontroles un mēsloto parauglaukumu salīdzinājums
22	21-4-25	Gan sūnas, gan lakstaugi lielāku segumu veido mēslotajos parauglaukumos. Sūnu sugu skaits ir lielāks mēslotajos parauglaukumos, bet lakstaugu sugu skaits neatšķiras starp kontroles un mēslotajiem parauglaukumiem.
23	21-49-14	Audzē nav vērojams sūnu segums. Lielāks lakstaugu segums un sugu skaits novērots mēslotajos parauglaukumos, salīdzinot ar kontroli. Tikai mēslotajos parauglaukumos novērotas nitrofilās sugas <i>Rubus idaeus</i> (30%), <i>Solidago canadensis</i> (12%), lielā <i>Urtica dioica</i> (5%).
24	21-60-7	Gan kontroles, gan mēslotajos parauglaukumos sūnu stāvā raksturīga vienas sugas dominance. Lakstaugu segums ir lielāks mēslotajos parauglaukumos, bet sugu skaits – kontroles parauglaukumos.
25	24-11-4	Lielāks sūnu un lakstaugu segums novērots kontroles parauglaukumos, taču sugu skaits ir lielāks mēslotajos parauglaukumos. Kontroles parauglaukumos sūnu stāvā novēroti sfagni.
26	24-22-12	Gan kontroles, gan mēslotajos parauglaukumos sūnu stāvā raksturīga vienas sugas dominance. Lielāks sūnu segums un sugu skaits novērots kontroles parauglaukumos, savukārt mēslotajos parauglaukumos ir lielāks lakstaugu segums un sugu skaits.
27	508-230;231-0	Lielāks sūnu un kopējais lakstaugu segums novērots kontroles parauglaukumos, taču graudzāļu segums ir lielāks mēslotajos parauglaukumos. Sugu skaits ir lielāks mēslotajos parauglaukumos, kā arī mēslotajos parauglaukumos novēroti ķērpji.
28	301-209-13	Sūnu segums ir lielāks kontroles parauglaukumos, salīdzinot ar mēslotajiem. Sūnu sugu skaits kontroles un mēslotajos parauglaukumos neatšķiras. Lakstaugu segums un sugu skaits ir lielāks mēslotajos parauglaukumos. Tikai mēslotajos parauglaukumos novērota <i>Lathyrus vernus</i> , kam optimālā augsnes reakcija ir vāji sārmaina. Mēslotajos parauglaukumos lielāku segumu (15%, salīdzinot ar 1%) veido nitrofilā <i>Impatiens parviflora</i> .
29	301-221-17	Sūnu segums ir lielāks kontroles parauglaukumos, salīdzinot ar mēslotajiem, bet sūnu sugu skaits ir lielāks kontroles parauglaukumos. Graudzāļu un citu lakstaugu segums un sugu skaits ir mēslotajos parauglaukumos ir mazāks, salīdzinot ar kontroli.
30	301-228-5	Sūnu segums ir lielāks mēslotajos parauglaukumos, taču sūnu sugu skaits, kā arī lakstaugu segums un sugu skaits būtiski neatšķiras starp kontroles un mēslotajiem parauglaukumiem. Mēslotajos parauglaukumos lielāku segumu (20%, salīdzinot ar 7%) veido <i>Impatiens parviflora</i> .
31	301-231-12	Sūnu segums ir lielāks koksnes pelniem mēslotajos parauglaukumos, savukārt sūnu sugu skaits un lakstaugu segums būtiski neatšķiras. Lakstaugu sugu skaits ir lielāks kontroles parauglaukumos. Mēslotajos parauglaukumos lielāku segumu (28%, salīdzinot ar 2%) veido <i>Urtica dioica</i> .
32	405-421-3	Gan sūnu, gan lakstaugu segums un sugu skaits ir lielāks mēslotajos parauglaukumos.
33	409-537-4	Lielāks sūnu segums novērots mēslotajos parauglaukumos, bet sugu skaits neatšķiras no kontroles. Lielāks lakstaugu segums un sugu skaits novērots kontroles parauglaukumos.
34	409-537-8	Lielāks sūnu segums novērots mēslotajos parauglaukumos, bet sugu skaits neatšķiras no kontroles. Lielāks lakstaugu sugu skaits, kā arī graudzāļu un kopējais lakstaugu segums novērots mēslotajos parauglaukumos. Tikai

N.p.k.	Objekts	Kontroles un mēsloto parauglaukumu salīdzinājums
		mēslotajos parauglaukumos novērota nitrofilā suga <i>Mycelis muralis</i> , neveidojot lielu segumu (4%).
35	503-300-12	Lielāks sūnu segums, kā arī lakstaugu un sūnu sugu skaits novērots kontroles parauglaukumos. Lielāks lakstaugu segums novērots mēslotajos parauglaukumos.
36	503-312-1	Lielāks lakstaugu (tajā skaitā graudzāļu un sīkrūmu) un sūnu segums, kā arī sugu skaits novērots mēslotajos parauglaukumos.
37	503-481-11	Lielāks sūnu segums, kā arī lakstaugu segums un sugu skaits novērots kontroles parauglaukumos. Savukārt mēslotajos parauglaukumos novērots lielāks sūnu sugu skaits.
38	506-30-32	Lielāks sūnu un lakstaugu segums novērots kontroles parauglaukumos, bet ķērpju segums – mēslotajos parauglaukumos. Sugu skaits būtiski neatšķiras starp variantiem.
39	508-196-14	Gan sūnu, gan lakstaugu segums ir lielāks mēslotajos parauglaukumos, bet
40	604-281-19	Gan sūnu un lakstaugu sugu skaits, gan sūnu segums ir lielāks kontroles parauglaukumos, bet lakstaugu segums – mēslotajos parauglaukumos. Lakstaugu segums ir lielāks galvenokārt <i>Pteridium aquilinum</i> izplatības rezultātā.
41	608-108-4	Gan sūnu, gan lakstaugu segums, gan arī sugu skaits ir lielāks kontroles parauglaukumos, salīdzinot ar mēslotajiem, bet sugu skaits būtiski neatšķiras starp variantiem.
42	608-19-21	Lielāks sūnu un lakstaugu segums un sugu skaits novērots mēslotajos parauglaukumos. Tikai mēslotajos novērotas <i>Rubus idaeus</i> (5%).
43	608-29-4	Gan sūnu, gan lakstaugu (tajā skaitā sīkrūmu) segums, gan sugu skaits abos stāvos bija lielāks kontroles parauglaukumos nekā mēslotajos.
44	608-44-4	Sūnu segums un sugu skaits abos stāvos bija lielāks kontroles parauglaukumos, savukārt lakstaugu segums bija lielāks mēslotajos parauglaukumos.
45	608-44-8	Sūnu segums ir lielāks mēslotajos parauglaukumos, taču sūnu sugu skaits abos variantos bija vienāds. Lakstaugu segums bija līdzīgs abos variantos, tomēr lakstaugu sugu skaits bija lielāks kontroles parauglaukumos. Tikai mēslotajos parauglaukumos novērota nitrofilā suga <i>Phragmites australis</i> (10%).
46	905-359-1	Sūnu sugu skaits ir vislielākais ar N mēslotajos parauglaukumos, bet vismazākais – ar koksnes pelniem mēslotajos. Sūnu segums ir izteikti mazāks ar pelniem mēslotajos parauglaukumos, salīdzinot ar kontroli un ar N mēslotajiem. Savukārt ar N mēslotajos parauglaukumos novērots vismazākais lakstaugu segums un sugu skaits.

1.3. Radiālā pieauguma urbuma skaidu iegūšana un radiālā pieauguma analīze

Pārskata periodā turpināta 2023. gadā uzsāktā parauglaukumu uzmērīšana un pieauguma urbuma skaidu paraugu ievākšana. Urbuma skaidu ievākšana uzsākta jau 2024. gada aprīlī, pirmām kārtām veicot parauglaukumu taksācijas rādītāju noteikšanu platībās, kur bija plānotas sanitārās cirtes vai konstatēti nozīmīgi bojājumi, kas var radīt nepieciešamību veikt sanitāro cirti. Pēc tam, sākot ar 2024. gada augusta otro pusi, radiālā pieauguma urbuma skaidas ievāktas parauglaukumos, kuros mēslojuma izkliešana veikta pirms vismaz 5 gadiem. Vienlaicīgi ar gadskārtu skaidu paraugu ievākšanu veicām parauglaukumu taksācijas rādītāju pārmērīšanu, izmantojot Meža resursu

monitoringa metodi (Latvijas Valsts mežzinātnes institūta "Silava", 2013). Izņēmums ir 2024. gada vējgāzēs izgāztās audzes, kur taksācijas rādītāju noteikšana nav iespējama. Šajās audzēs ievācam tikai urbumu skaidas. Kopā ar 2023. gada ievāktajiem paraugiem šobrīd ievāktas un analizētas 2760 urbumu skaidas no 50 audzēm. Apsekoto parauglaukumu skaits ir lielāks par plānoto sakarā ar nepieciešamību apsekot egļu astoņzobu mizgrauža bojātās audzes, kā arī 2024. gada vasaras vērtā bojātās audzes pirms to nozāģēšanas sanitārajā cirtē.

Audzū saraksts, kurās pabeigta urbuma skaidu ievākšana, dots Tab. 1.7. Ievāktās urbuma skaidas glabājas ledusskapī. Šobrīd notiek to sagatavošana skenēšanai, skenēšana, pieaugumu identificēšana un datu analīze. Objektos, kur paraugi ievākti vasarā pirms sanitārās cirtes, pēdējā gada pieaugums nav ņemts vērā turpmākajos aprēķinos.

Tab. 1.7. Objektu, kuros pabeigta radiālā pieauguma urbumu skaitu ievākšana

Nr.	Objekts	Parauglaukumu skaits	Urbumu skaits	D vidējais, cm	H vidējais, m	G vidējais, m ²	Vidējā koka krāja, m ³
1.	11-106-8	8	80	20,4	21,0	0,04	0,47
2.	11-125-10	12	120	22,2	20,0	0,04	0,39
3.	11-125-5	2	20	21,0	23,2	0,04	0,48
4.	11-127-10	6	60	18,2	16,3	0,03	0,26
5.	11-129-18	10	90	18,6	17,0	0,03	0,26
6.	11-134-8	6	60	23,1	23,9	0,04	0,53
7.	11-147-1	13	130	20,9	19,6	0,04	0,36
8.	11-18-5	4	40	21,5	21,4	0,04	0,45
9.	11-187-16	2	20	21,7	21,0	0,04	0,41
10.	11-210-5	6	60	26,3	24,2	0,06	0,68
11.	11-224-17	6	50	25,3	22,9	0,05	0,61
12.	11-232-22	2	20	25,8	22,5	0,06	0,61
13.	11-279-18	14	140	16,2	16,3	0,02	0,18
14.	11-59-17	2	20	24,2	24,7	0,05	0,54
15.	11-61-13	4	40	20,3	17,6	0,03	0,32
16.	11-64-3	4	40	19,3	18,5	0,03	0,27
17.	12-196-7	6	60	21,8	20,3	0,04	0,44
18.	12-79-16	22	59	20,4	18,5	0,03	0,33
19.	12-87-9	23	170	19,5	18,0	0,03	0,29
20.	21-10-1	3	30	29,7	25,5	0,08	0,96
21.	21-10-4	6	60	19,9	17,6	0,03	0,29
22.	21-32-13	4	40	19,1	20,2	0,03	0,35
23.	21-34-2	4	40	21,0	17,2	0,04	0,31
24.	21-34-4	4	40	16,7	18,1	0,02	0,22

Nr.	Objekts	Parauglaukumu skaits	Urbumu skaits	D vidējais, cm	H vidējais, m	G vidējais, m ²	Vidējā koka krāja, m ³
25.	21-4-25	6	70	23,8	23,4	0,06	0,72
26.	21-49-14	4	40	16,5	21,4	0,02	0,24
27.	21-53-7	2	20	15,9	18,4	0,02	0,21
28.	21-60-7	2	20	22,1	22,4	0,04	0,50
29.	24-22-12	8	70	17,9	17,5	0,03	0,24
30.	301-209-13	4	40	24,0	20,9	0,05	0,49
31.	301-221-17	4	40	20,9	21,6	0,04	0,40
32.	301-228-5	2	20	23,6	24,6	0,05	0,58
33.	301-231-12	4	40	29,0	23,9	0,07	0,79
34.	31-91-29	4	40	21,5	21,2	0,04	0,42
35.	405-421-3	6	60	24,2	19,6	0,05	0,52
36.	409-537-4	4	40	25,4	24,0	0,05	0,65
37.	409-537-8	6	60	26,4	24,8	0,06	0,71
38.	503-300-12	6	60	15,4	14,6	0,02	0,18
39.	503-312-1	3	30	19,9	21,1	0,03	0,36
40.	503-481-11	2	20	16,9	18,7	0,02	0,24
41.	508-196-14	4	40	16,6	14,8	0,02	0,17
42.	604-281-19	4	40	34,2	34,9	0,09	1,50
43.	608-108-4	8	80	13,7	18,3	0,02	0,15
44.	608-19-21	4	40	25,9	23,7	0,06	0,67
45.	608-29-4	8	80	26,3	24,9	0,06	0,73
46.	608-44-4	2	20	22,0	18,2	0,04	0,52
47.	608-44-8	6	60	24,0	21,7	0,05	0,63
48.	609-18-1	7	70	28,7	21,9	0,07	0,71
49.	609-29-33	6	60	26,7	19,9	0,06	0,56
50.	609-30-27	4	40	23,2	20,8	0,04	0,44
51.	609-34-24	8	80	19,0	21,0	0,03	0,33

Radiālā pieauguma datu analīzi veiksīm pēc visu paraugu ievākšanas 2025. gadā, un rezultātus iekļausim 2025. gada etapa pārskatā.

1.4. Uzdevumi 2025. gadā

Pētījumu turpināsim līdz 2026. gadam, tajā skaitā 2025. gadā no marta līdz novembrim reizi mēnesī ievāksim seklo gruntsūdeņu paraugus no lizimetriem, kas uzstādīti 30 cm un 60 cm dziļumā un laboratorijā noteiksīm ūdens fizikālķīmisko īpašības (pH, elektrovadītspēja, redoks potenciāls, N, P, K, Ca, Mg, smago metālu saturs, izšķīdušais organiskais ogleklis). Paraugu ievākšanu turpināsim

visos 16 objektos, tajā skaitā platībās, kas nozāģētas sanitārajā cirtē. 2026. gadā veiksīm iegūto datu analīzi un likumsakarību izpēti, raksturojot meža mēslošanas ietekmi uz gruntsūdeņu īpašībām.

Darba uzdevuma “Zemsedzes veģetācijas raksturošana” īstenošanas ietvaros 2025. gadā pabeigsīm zemsedzes veģetācijas projektīvā seguma raksturojumu atlikušajos mēslotajos un kontroles parauglaukumos mēslotajās audzēs, tajā skaitā izcirtumos, veicot augu sugu sastāva analīzi augu sugu funkcionālo grupu griezumā (sūnas un sfagni, zālaugi, papardes un citi daudzgadīgie augi), kā arī vērtējot atsevišķu indikatorsugu izplatību.

2026. gadā veiksīm iegūto zemsedzes veģetācijas raksturojuma datu analīzi un likumsakarību izpēti, raksturojot meža mēslošanas ietekmi uz zemsedzes veģetāciju, tajā skaitā oglekļa ienesi augsnē ar augu atliekām. Šie rādītāji kalpos oglekļa aprites vienādojumu pilnveidošanai.

Darba uzdevuma “Taksācijas rādītāju izmaiņu noteikšana izpētes objektos” īstenošanas ietvaros 2025. gadā visos meža mēslošanas izpētes objektos, kur veikts zemsedzes veģetācijas monitorings, izņemot izcirtumus, kuros taksācijas rādītāju noteikšana vairs nav iespējama (atsevišķas 2024. gada vējgāzes), iepriekš ierīkotajos parauglaukumos noteiksīm kokaudzes taksācijas rādītājus, nosakot dzīvo koku un sausokņu izvietojumu, sugu, caurmēru, paraugkoku augstumu un paaugas koku sastāvu un raksturojumu. Iztrūkstošos parauglaukumus aizstāsim ar jauniem parauglaukumiem mēslotajās platībās, kas nav cietušas no dabiskajiem traucējumiem.

Pētījuma noslēguma etapā 2026. gadā veiksīm iegūto datu analīzi un likumsakarību izpēti, raksturojot meža mēslošanas ietekmi taksācijas rādītājiem, dabisko atmirumu, paaugas struktūru un sakarībām ar citiem vides parametriem izpētes objektos.

Darba uzdevuma “Radiālā pieauguma urbuma skaidu iegūšana un radiālā pieauguma analīze” īstenošanas ietvaros 2025. gada rudenī turpināsim ievākt radiālā pieauguma urbuma skaidu paraugus. Urbuma skaidas ievāksīm visos parauglaukumos izpētes objektos, kur veikts zemsedzes veģetācijas raksturojums, izņemot izcirtumus. Ņemot vērā nepieciešamību ierīkot papildus parauglaukumus nozāģēto audžu vietā, kopējais ievācamo paraugu skaits ir būtiski lielāks nekā sākotnēji plānots. Pēc paraugu ievākšanas 2025. un 2026. gadā pabeigsīm ievākto urbumu skaidu analīzi, nosakot ikgadējo radiālo un krājas pieaugumu iepriekšējos 20 gados, izmantojot I. Liepas izstrādāto pieauguma aprēķinu metodi (Liepa, 1996). Radiālā pieauguma izmaiņu rādītāju analīzi izmantosīm mēslojuma ietekmes uz pieaugumu novērtēšanai, salīdzinot koku pieauguma izmaiņas kontroles un mēslotajos parauglaukumos. Pētījuma noslēguma etapā veiksīm pieauguma rādītāju analīzi, novērtējot sakarības starp krājas papildpieaugumu, audzes sākotnējiem taksācijas rādītājiem, koku savstarpējo izvietojumu, augsnes īpašībām, koku sugu un citiem pētījumā vērtētajiem vides parametriem.

2. IETEKMES UZ KLIMATA PĀRMAIŅĀM NOVĒRTĒJUMS

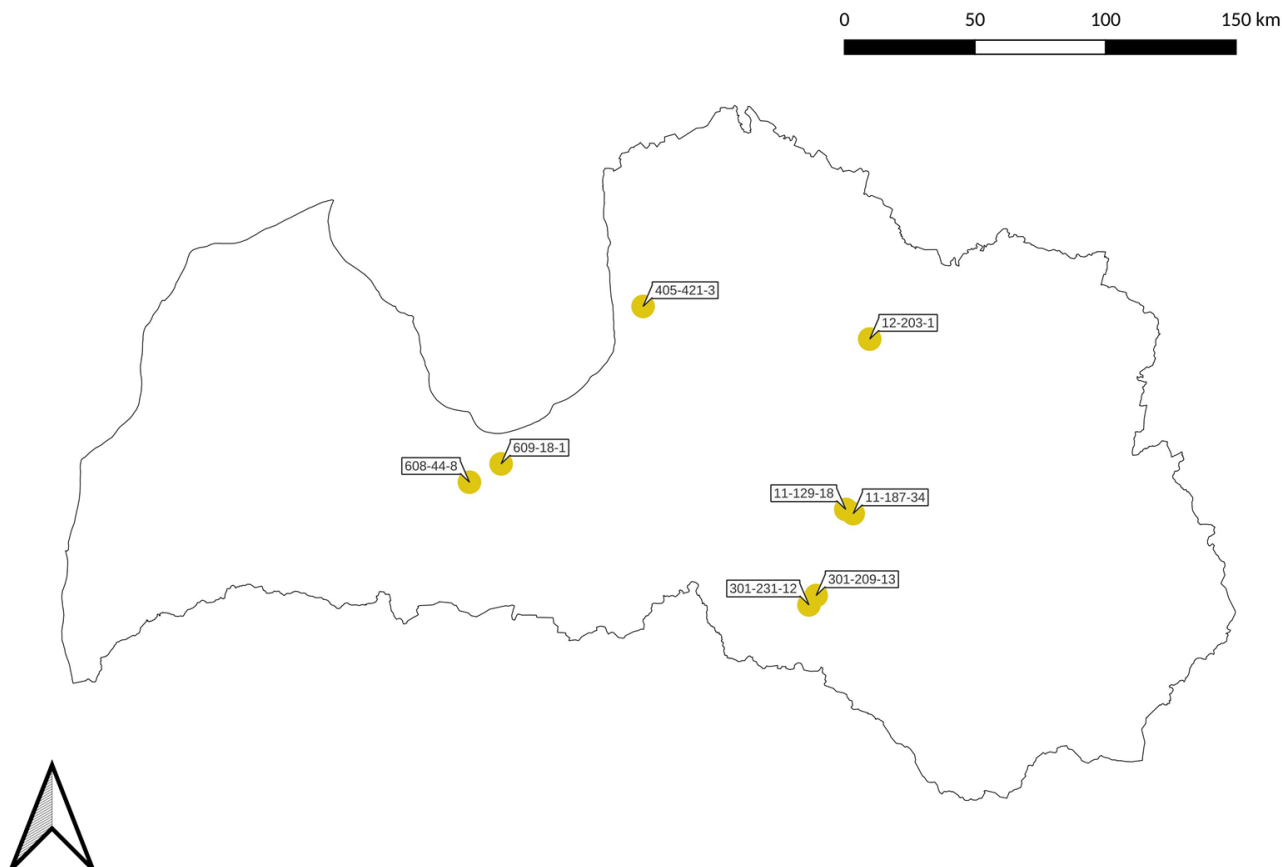
2.1. Augsnes heterotrofās elpošanas novērtējums kūdras augsnēs

Pētījuma ietvaros 2023. gadā astoņos objektos ierīkoti parauglaukumi augsnes heterotrofās elpošanas mērīšanai un gaisa paraugu ievākšanai platībās, kur izmantots koksnes pelnu mēslojums. Katrā no izraudzītajām platībām ierīkoti 2 gāzu apmaiņas mērīšanas parauglaukumi – viens mēslotajā un otrs kontroles platībā. Katrā parauglaukumā ierīkoti 5 punkti augsnes elpošanas mērījumiem un 5 punkti SEG emisiju paraugu ievākšanai (Att. 2.1). Pētījumam izraudzīti parauglaukumi, kuros kūdras slāņa biezums ir vismaz 30 cm. Kopā SEG apmaiņas mērījumiem ierīkoti 16 parauglaukumi, kas uzskaitīti Tab. 2.1. Grafiski parauglaukumu izvietojums parādīts Att. 2.2.

Tab. 2.1. Augsnes elpošanas novērojumiem izvēlētie izpētes objekti

Objekts	Pauglaukums	WGS84 koordinātes		Variants
		X	Y	
0609-18-1	1	56.86028	23.69151	mēslots
	2	56.85993	23.69224	kontrole
11-129-18	1	56.6879	25.84836	mēslots
	2	56.68773	25.84883	kontrole
11-187-34	1	56.67301	25.89498	mēslots
	2	56.67365	25.89574	kontrole
12-203-1	1	57.27199	26.0316	kontrole
	2	57.27111	26.03098	mēslots
301-209-13	1	56.39313	25.65374	mēslots
	4	56.39546	25.65065	kontrole
301-231-12	1	56.36334	25.60695	mēslots
	3	56.3636	25.60576	kontrole
405-421-3	5	57.39798	24.59059	mēslots
	6	57.39812	24.58996	kontrole
608-44-8	1	56.7956	23.49385	mēslots
	2	56.7951	23.49406	kontrole

Augsnes heterotrofās elpošanas mērījumi un paraugu ievākšana uzsākta 2024. gada februārī, 6 mēnešus pēc parauglaukumu ierīkošanas. Datu iegūšanai izmantota LIFE OrgBalt projektā aprobētā metodika (Butlers u.c., 2022, 2023). Parauglaukumos, ko nozāgēs sanitārajā cirtē, mērījumi atsākti tūlīt pēc mežizstrādes, nodrošinot to, ka datu rindā nav pārtraukuma.



Att. 2.1. SEG emisiju un heterotrofās elpošanas monitoringa objekti

Gāzu (CO_2 , CH_4 , N_2O) saturu analizējam ar gāzu hromatogrāfu. Paraugus gāzu analīzēm ievācam ar slēgtu kameru metodi, izmantojot 60 L kameras, lai nepieļautu gaisa piesātinājums ar CO_2 . Pētījumā izmantota iepriekš Latvijā verificētas gāzu paraugu ievākšanas un analīžu metodes (Butlers u.c., 2023). Augsnes heterotrofo elpošanu mēram 150 sekundes katrā punktā (kopā 3 mērījumu punkti katrā parauglaukumā), izmantojot EGM-5 spektrometru. Gaisa paraugus gāzu apmaiņas raksturošanai ievācam ik pēc 10 min. 30 min. intervālā; attiecīgi, kopā 4 paraugus katrā mērījumu punktā katrā mērījumu ciklā. Gāzu paraugu ievākšanu turpināsim visu gadu, ievācot paraugus vidēji reizi mēnesī.

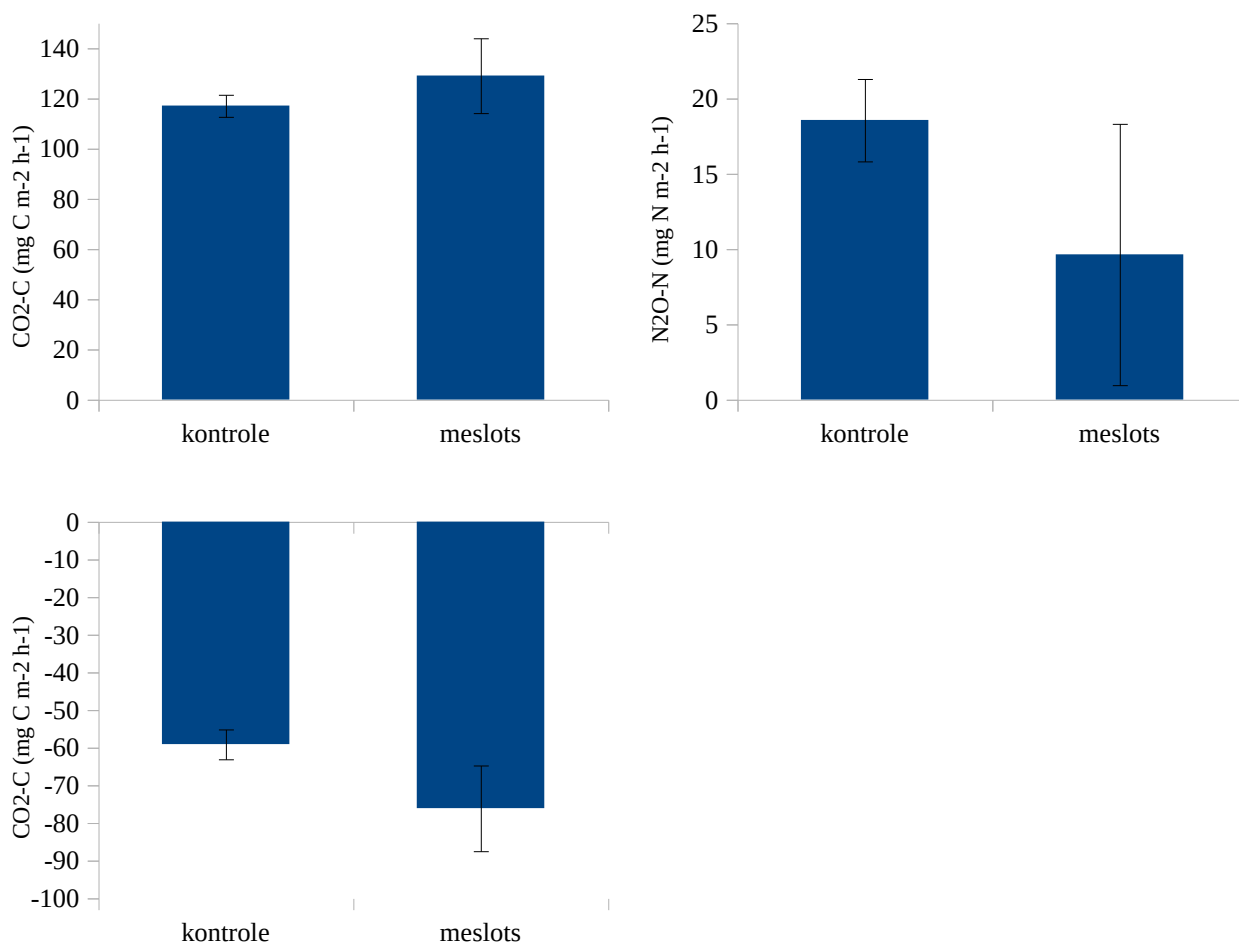


Att. 2.2. Augsnes heterotrofās elpošanas mērīšanas parauglaukums (kreisajā pusē) un SEG paraugu ievākšanas parauglaukums (labajā pusē)

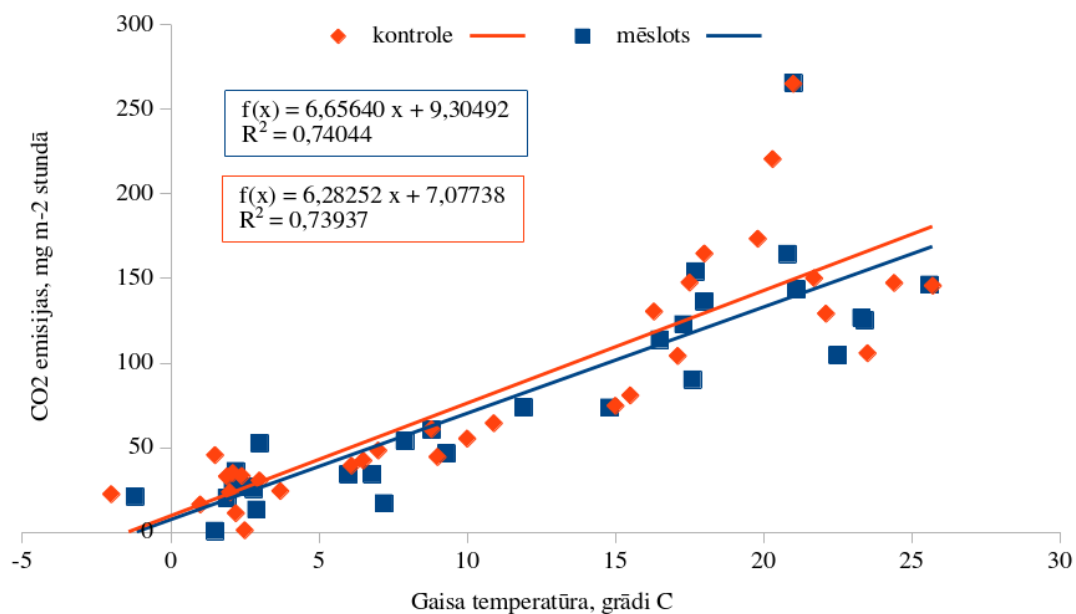
Sākotnējie SEG emisiju rezultāti parādīti Att. 2.3. Sākotnējie rezultāti neuzrāda atšķirības starp mēslojamiem un kontroles parauglaukumiem, tomēr metāna (CH_4) emisijas ar koksnes pelniem mēslotajās platībās ir statistiski būtiski mazākas nekā kontroles platībās. Gan kontroles, gan mēslotajās platībās augsne patērē metānu.

Att. 2.4, Att. 2.5 un Att. 2.6 parādīta CO_2 , CH_4 un N_2O emisiju sakarība ar gaisa temperatūru. Izteikta sakarība konstatēta tikai CO_2 emisijām, kas atbilst citos pētījumos iegūtajiem rezultātiem (Butlers u.c., 2023; Jauhiainen u.c., 2023)

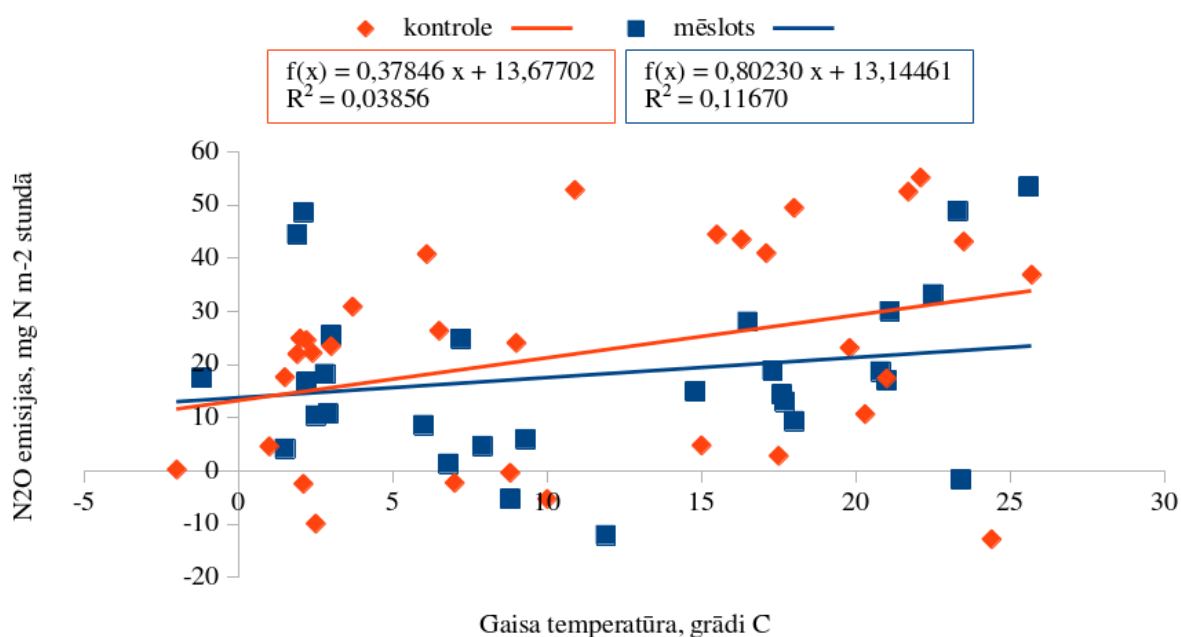
Meža mēslošanas ietekmes monitorings



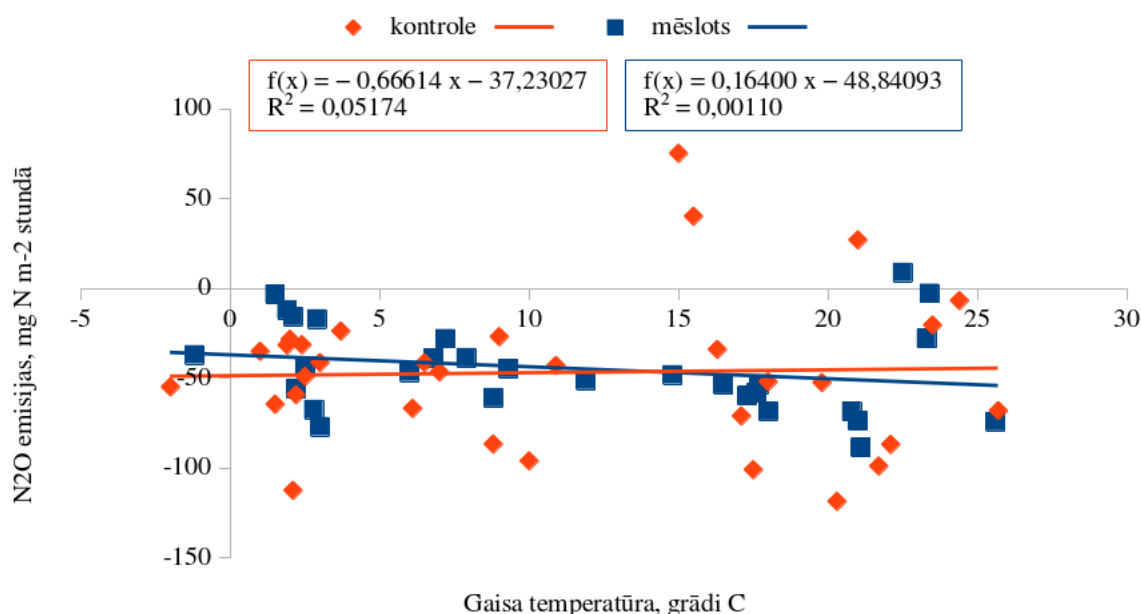
Att. 2.3. Vidējie SEG emisiju rādītāji 2024. gadā



Att. 2.4. CO₂ emisijas no augsnes mēslojotajās un kontroles platībās



Att. 2.5. N₂O emisijas no augsnes mēslotajās un kontroles platībās



Att. 2.6. CH₄ emisijas no augsnes mēslotajās un kontroles platībās

2.2. Meža mēslošanas ietekmes uz zemsedzes biomasu novērtējums

Pārskata periodā uzsākta zemsedzes biomasas paraugu ievākšana mēslojuma ietekmes uz oglekļa apriti zemsedzes augos raksturošanai. Zemsedzes biomasas paraugus kopumā paredzēts ievākt 16 objektos, kur notiek gan ietekmes uz gruntsūdeņu kvalitāti vērtējums, gan veģetācijas uzskaitē, t.sk. parauglaukumos, kuros notiek gāzu apmaiņas monitorings.

Zemsedzes veģetācijas paraugus ievāc atbilstoši augu sugu funkcionālajām grupām, kas pārstāvētas attiecīgajā parauglaukumā ar vismaz 10% projektīvā seguma, atsevišķi ievācot virszemes

un pazemes biomasu 3 atkārtojumos no 20 x 20 cm laukuma katrā parauglaukumā (atsevišķi virszemes un pazemes biomasas); kopā līdz 12 paraugi parauglaukumā (atkarībā no augu sugu funkcionālo grupu pārstāvniecības). Paraugu ievākšana uzsākta 2024. gada jūlijā un turpināsies līdz septembra beigām. Līdz augusta beigām ievākti paraugi no 15 objektiem. Paraugu ievākšanas grafiks nobīdījās uz rudenī sakarā ar papildus darba apjomu vasaras vētru bojāto audžu uzmērīšanai un radiālā pieauguma urbumu skaidu ievākšanai.

Ievāktos paraugus uzglabājam dzesēšanas kamerā un laboratorijā nosakām kopējo biomasu (sausnu) un oglekļa satur saussnā. Biomasas analīzēm izmantojam ICP Forests metodiku (Ukonmaanaho u.c., 2016). Zemsedzes biomasas paraugi ievākšanas procesā un dzesētājā redzami Att. 2.7.



Att. 2.7. Biomasas paraugu ievākšana (kreisajā pusē) un savāktie paraugi dzesēšanas kamerā (labajā pusē)

Objektu un parauglaukumu saraksts, kuros pabeigta zemsedzes veģetācijas biomasas analīze, kā arī analizētās veģetācijas grupas dotas Tab. 2.2. Veģetācijas biomasas analīžu rezultātu apkopojums dots 2. pielikumā.

Tab. 2.2. Objekti un parauglaukumi, kuros pabeigta biomasas paraugu analīze

N.p.k.	Objekts	Parauglaukums	Veģetācijas grupa
1	11-129-18	7	citi daudzgadīgi augi
2	11-129-18	10	zālaugi

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

N.p.k.	Objekts	Parauglaukums	Veģetācijas grupa
3	11-18-5	1	sūnas
4	11-18-5	2	zālaugi
5	11-18-5	3	papardes, sūnas
6	11-18-5	4	zālaugi
7	11-210-5	1	citi daudzgadīgi augi, sūnas
8	11-210-5	2	sūnas, zālaugi
9	11-210-5	3	zālaugi
10	11-210-5	5	sūnas
11	11-210-5	6	citi daudzgadīgi augi
12	21-10-4	1	papardes, zālaugi
13	21-10-4	2	zālaugi
14	21-10-4	3	zālaugi
15	21-10-4	4	sūnas, zālaugi
16	21-10-4	5	zālaugi
17	21-10-4	6	zālaugi, citi daudzgadīgi augi
18	21-32-13	1	sūnas
19	21-32-13	2	sūnas
20	21-32-13	3	zālaugi
21	21-32-13	4	zālaugi
22	21-49-14	1	zālaugi
23	21-49-14	2	zālaugi
24	608-19-21	1	citi daudzgadīgi augi
25	608-19-21	2	citi daudzgadīgi augi
26	608-19-21	3	citi daudzgadīgi augi
27	608-19-21	4	citi daudzgadīgi augi
28	608-29-4	1	citi daudzgadīgi augi, papardes
29	608-29-4	2	citi daudzgadīgi augi
30	608-29-4	3	citi daudzgadīgi augi
31	608-29-4	4	citi daudzgadīgi augi
32	608-29-4	5	citi daudzgadīgi augi
33	608-29-4	6	citi daudzgadīgi augi
34	608-29-4	7	zālaugi

N.p.k.	Objekts	Parauglaukums	Veģetācijas grupa
35	608-29-4	8	zālaugi
36	608-44-8	1	zālaugi
37	608-44-8	2	zālaugi
38	608-44-8	3	citi daudzgadīgi augi
39	608-44-8	4	citi daudzgadīgi augi
40	608-44-8	5	citi daudzgadīgi augi
41	608-44-8	6	citi daudzgadīgi augi
42	609-29-33	1	citi daudzgadīgi augi, sūnas
43	609-29-33	2	zālaugi
44	609-29-33	3	citi daudzgadīgi augi
45	609-29-33	4	sūnas
46	609-29-33	5	sūnas, zālaugi
47	609-29-33	6	papardes, sūnas

2.3. Uzdevumi 2025. gadā

Darba uzdevuma “Augsnes elpošanas novērojumu kūdras augsnēs” īstenošanas ietvaros 2025. gadā turpināsim augsnes heterotrofās elpošanas mērījumus, ievāksim gāzu paraugu siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju novērtēšanai un noteiksim vides parametrus, kam paredzama sakarība ar SEG emisijām (augšnes un gaisa temperatūra, augsnes mitrums, gruntsūdens līmenis) no kopā 160 punktiem, tajā skaitā izcirtumiem, ja izraudzītie parauglaukumi būs nozāģēti.

Pētījuma noslēguma etapā 2026. gadā veiksīm gāzu analīzi un vides parametru sakarību analīzi, raksturojot mēslojuma ietekmi uz CO₂ emisijām un SEG apmaiņu augsnē, un pilnveidosim SEG emisiju no augsnes aprēķinu vienādojumus, lai raksturotu mēslojuma ietekmi uz augsnes oglekļa apriti.

Nākamajā etapā 2025. gadā veiksīm biomasas, C un N analīzes 2024. gadā ievāktajos zemsedzes biomasas paraugos, atsevišķi vērtējot virszemes un pazemes biomasu dažādu augu sugu funkcionālo grupu paraugos.

Pētījuma noslēguma fāzē 2026. gadā veiksīm oglekļa uzkrājuma sakarību analīzi zemsedzes augu sugu funkcionālo grupu griezumā, atkarībā no mēslojuma veida un citiem faktoriem oglekļa ieneses augsnē vienādojumu pilnveidošanai, iegūstot vispusīgu informāciju mēslojuma ietekmes uz oglekļa apriti un SEG emisijām raksturošanai.

3. ATTĀLINĀTAS IZPĒTES ALGORITMU PILNVEIDOŠANA MĒSLOJUMA NEPIECIEŠAMĪBAS UN EFEKTA NOVĒRTĒŠANAI

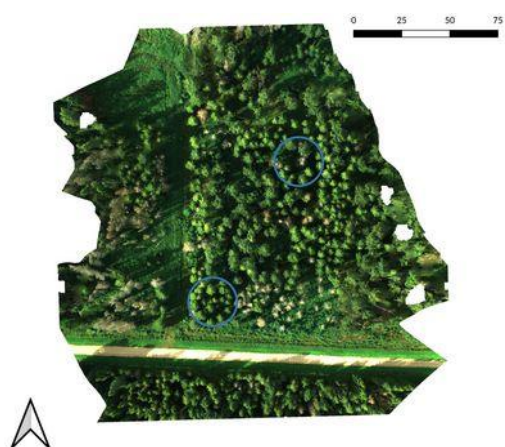
3.1. Attālinātas izpētes algoritmu pilnveidošana mēslojuma nepieciešamības un efekta novērtēšanai

Darba uzdevums 2024. gadā ir iegūt empīriskus datus (rastra datus) ar multispektrālu (RGB+NIR) kameru un ALS sensoru 2013.-2017. gadā ierīkotajos izpētes objektos (kopā vismaz 337 parauglaukumi, tajā skaitā no jauna ierīkojamie parauglaukumi sanitārajās cirtēs nozāģēto parauglaukumu aizstāšanai) mēslojuma ietekmes analīzei un augšanas gaitas sakarības skaidrojošu vienādojumu izstrādāšanai. 2024. gadā iegūti dati no 175 parauglaukumiem (50% no visiem mēslotajiem un kontroles parauglaukumiem).

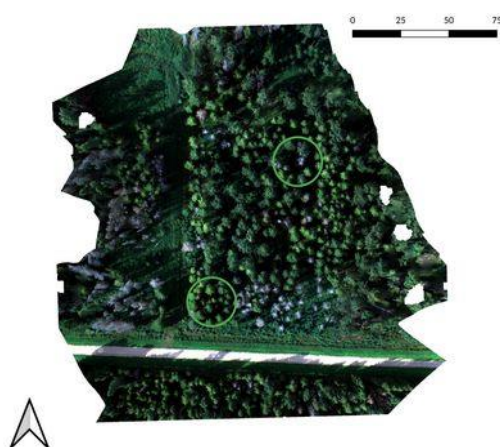
Lāzerskenēšanas un multispektrālo rastra datu iegūšana plānota vienu reizi pētījuma īstenošanas laikā, tajā skaitā lāzerskenēšanu veicam vienlaicīgi ar radiālā pieauguma paraugu ievākšanu un taksācijas rādītāju noteikšanu, izmantojot parauglaukumu metodi. Multispektrālo rastra datus ieguvām jūlijā un augusta sākumā, atbilstoši rekomendācijām NDPI un citu veģetācijas indeksu aprēķiniem. Atkārtota attālās izpētes datu iegūšana 2025. gadā plānota gadījumos, kad iegūtajos attālās izpētes datos konstatēsim neizskaidrojamas anomālijas. Atkārtoti mērījumi 2025. gadā var būt nepieciešami arī tādos gadījumos, kad veģetācijas indeksam rekomendēta datu ieguve dažādos fenoloģiskajos periodos vai arī vienam indeksam dažādi autori (Yang u.c., 2022; Jin & Eklundh, 2014; Jönsson u.c., 2010) rekomendē atšķirīgus datu ieguves periodus.

Visās pētījumā iekļautajās audzēs veicam lidojumus, izmantojot DJI Phantom Multispectral kameru, lai iegūtu multispektrālos attēlus. Lāzerskenēšanu veicam, izmantojot DJI Matrice 300 dronu, kurš aprīkots ar Zenmuse L1 lāzerskeneri. Šajā pētījumā izpētes vajadzībām pielietojam datus ar punktu blīvumu 140 punkti m⁻².

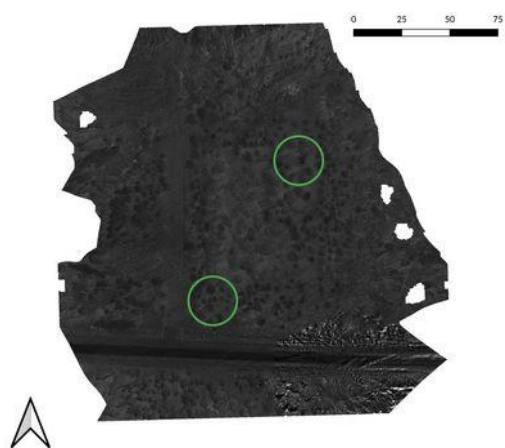
Pārskata periodā esam ieguvuši multispektrālos datus no visiem 64 izpētes objektiem. LiDAR dati iegūti no 20 objektiem. Šobrīd turpinās iegūto datu apstrāde. Saskaņā ar metodiku, kas iekļauta pētījuma pirmā etapa pārskatā, visiem objektiem notiek indeksu PSRI, NGRDI, NDVI, NDRE, MCARI, CIRE un EVI aprēķins, kā arī RGB ortofoto uzņēmumu sagatavošana. Dažādu indeksu aprēķinu piemērs vienai audzei parādīts Att. 3.1.



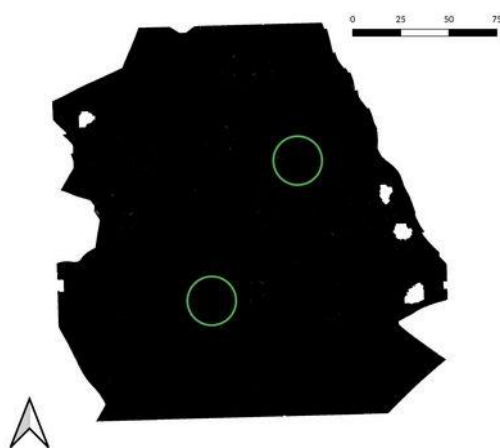
Ortofoto (RGB)



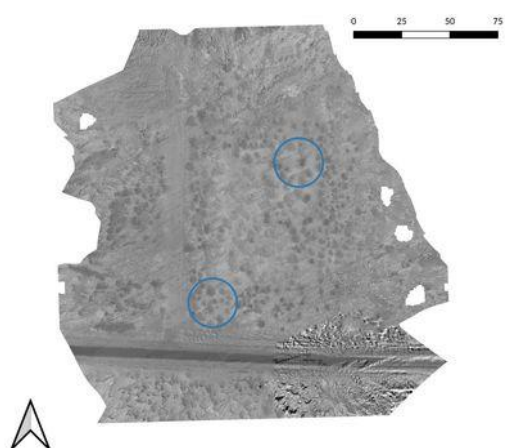
Ortofoto (5 joslas)



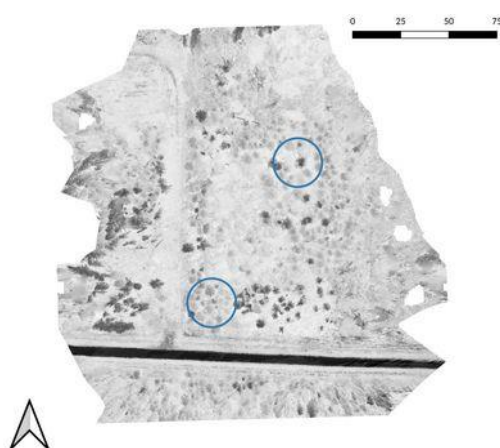
CIRE



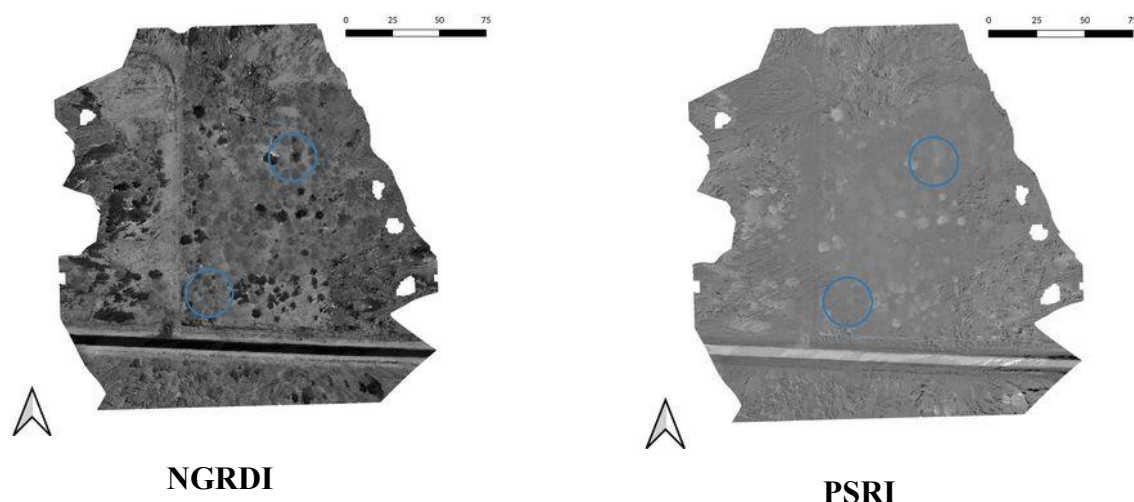
MCARI



NDRE



NDVI



Att. 3.1. Dažādu indeksu aprēķinu piemērs objektā 11-187-34 (augšā kontroles parauglaukums, lejā parauglaukums, kur ienesti koksnes pelni un minerālmēslojums)

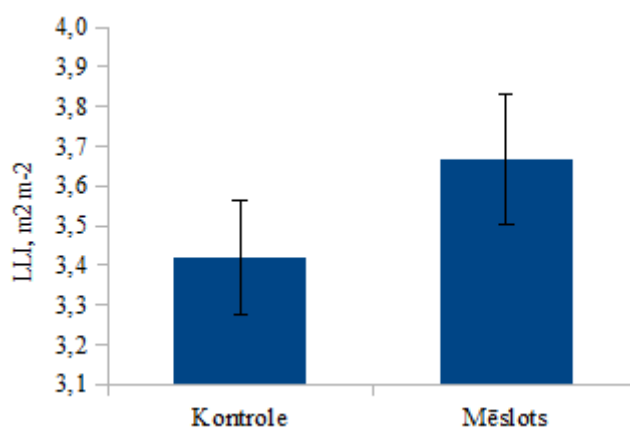
Pārskata periodā, 2024. gada jūlijā un augustā, iegūtas lapu laukuma indeksa (LLI) vērtības 57 audzēs (55% no visiem 2013.-2017. gadā ierīkotajiem parauglaukumiem, tajā skaitā jaunos parauglaukumos, kas ierīkoti sanitārajā cirtē nozāģēto un dabisko traucējumu stipri bojāto parauglaukumu vietā). LLI ir viens no rādītājiem, kas vislabāk korelē ar mēslojuma ienešanas ietekmi uz krājas papildpieaugumu (Albaugh u.c., 1998; Lai u.c., 2002; Vose & Allen, 1988), kā arī raksturo papildpieauguma potenciālu (Albaugh u.c., 1998; Campion, 2008). Mēslojuma ienese vispirms sekmē fotosintezējošā lapu virsmas laukuma palielināšanos – palielina LLI (pat 2 reizes, ja to atļauj augšanas telpa, Lai u.c., 2002), un tikai tad izpaužas radiālā un augstuma pieauguma palielinājuma veidā. LLI mērījumi norāda arī uz to, vai kokaudzē ir pietiekoši liela augšanas telpa, lai būtiski palielinātos fotosintezējošais lapu virsmas laukums – izpaustos mēslojuma efekts, tādēļ LLI izmaiņu novērtējums palīdzēs izskaidrot situācijas, kad pēc mēslojuma ieneses neveidojas krājas papildpieaugums, lai arī citi vides parametri norāda uz mēslojuma nepieciešamību, kā arī palīdzēs izskaidrot situācijas, kad krājas papildpieauguma veidošanās ilgums samazinās, identificējot tās teritorijas, kur papildpieaugumu ierobežo augšanas telpa, kas nepieciešama fotosintezējošā lapu virsmas laukuma palielināšanai. LAI ir arī viens no parametriem, kas vislabāk korelē ar dažādiem veģetācijas indeksiem, attiecīgi ir izmantojams kā viens no parametriem meža mēslošanai piemēroto audžu atlasei (Meyer u.c., 2019; Wang u.c., 2022).

Dati ievākti vasaras otrajā pusē, izmantojot *LI-COR* mērierīci LAI-2200C, kas sastāv no vadības konsoles un diviem sensoriem. Ar vienu sensoru mērījumus veic audzei tuvākajā izcirtumā vai klajumā, savukārt ar otru sensoru – attiecīgajos parauglaukumos mežaudzē (Att. 3.2). Mērījumu datu apstrādei un vidējo LLI vērtību aprēķināšanai katram parauglaukumam izmantojam datorprogrammu FV2200. Lai mazinātu kļūdas, kas varētu rasties blakusesošu izcirtumu, lielāku klajumu un stumbru dēļ, veicot LLI vērtību korekciju, no aprēķiniem izslēdzam leņķus 53° un 68°. 2024. gadā iegūto LLI datu analīze veikta 2024. gada IV ceturksnī un sākotnējie rezultāti iekļauti etapa pārskatā. Datu analīzi veiks, kad būs pabeigti visu radiālā pieauguma urbumu mērījumi un noteikti visu kokaudžu taksācijas rādītāji.



Att. 3.2. LLI mērīšana – pa kreisi mērījums mežā, pa labi mērījums klajā laukā

Audžu saraksts, kurās veikti mērījumi, dots Tab. 3.1. LLI mērījumu vidējie rādītāji kontroles un mēslotajās platībās doti Tab. 3.2. Vidējais LLI rādītājs mēslotajās platībās ir lielāks nekā kontroles platībās, taču, ņemot vērā lielo datu izkliedi, atšķirība nav statistiski būtiska (Att. 3.3).



Att. 3.3. LLI mērījumu kopsavilkums

Tab. 3.1. Objekti, kuros pabeigti LLI mērījumi

N.p.k	Objekts	Parauglaukumu skaits	Mēslošanas gads
1	11-106-8	8	2017

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

N.p.k	Objekts	Parauglaukumu skaits	Mēslošanas gads
2	11-125-10	12	2016
3	11-125-5	2	2017
4	11-127-10	6	2017
5	11-129-18	10	2015
6	11-134-8	6	2014
7	11-147-1	13	2015
8	11-18-5	4	2017
9	11-187-16	2	2014
10	11-210-5	6	2017
11	11-224-17	6	2017
12	11-232-22	2	2017
13	11-279-18	14	2015
14	11-59-17	2	2017
15	11-61-13	4	2017
16	11-64-3	4	2017
17	12-196-7	6	2015
18	12-209-10	4	2017
19	21-10-1	5	2017
20	21-10-4	17	2017
21	21-32-13	3	2016
22	21-34-2	6	2017
23	21-34-4	4	2017
24	21-4-25	4	2017
25	21-49-14	4	2017
26	21-53-7	6	-
27	21-60-7	4	2017
28	24-11-4	2	2017
29	24-22-12	2	2017
30	301-209-13	8	2014
31	301-221-17	8	2014
32	301-228-5	4	2014
33	301-231-12	4	2014
34	31-30-12	2	2017
35	31-87-13	4	2017
36	31-89-1	4	2017
37	31-89-25	6	2017

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

N.p.k	Objekts	Parauglaukumu skaits	Mēslošanas gads
38	31-91-29	4	2017
39	405-421-3	2	-
40	409-537-4	8	2017
41	409-537-8	6	2017
42	503-300-12	4	2016
43	503-312-1	6	2016
44	506-30-32	6	2017
45	508-196-14	3	2017
46	508-230; 231-0	2	2017
47	604-281-19	6	2017
48	608-108-4	8	2017
49	608-19-21	4	2017
50	608-29-4	8	2017
51	608-44-4	2	2017
52	608-44-8	6	2017
53	609-18-1	7	2017
54	609-29-33	6	2017
55	609-30-27	4	2017
56	609-34-24	8	2017
57	905-359-1	12	2016

Tab. 3.2. Vidējie lapu laukuma indeksa (LLI) rādītāji kontroles un mēslotajos parauglaukumos

Audze	Variants	LLI
21-10-1	K	3,85
21-10-1	N	4,68
21-10-4	K	2,95
21-10-4	N	3,54
24-11-4	K	2,63
24-11-4	N	2,05
21-4-25	K	4,58
21-4-25	N	5,18
11-106-8	K	3,93
11-106-8	N	3,74
11-125-10	K	4,62

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Audze	Variants	LLI
11-125-10	N	4,31
11-125-10	P	4,78
11-125-5	K	3,15
11-125-5	N	3,52
11-127-10	K	2,68
11-127-10	N	3,21
11-129-18	K	3,14
11-129-18	N	3,03
11-134-8	P	3,26
11-147-1	K	3,83
11-147-1	N	3,66
11-18-5	K	4,67
11-18-5	N	4,88
11-187-16	K	2,81
11-187-16	P/N	1,54
11-210-5	K	1,57
11-210-5	N	1,18
11-224-17	K	1,91
11-224-17	N	1,97
11-232-22	K	3,92
11-232-22	N	3,86
11-279-18	K	4,56
11-279-18	N	4,59
11-59-17	K	1,92
11-59-17	N	1,95
11-61-13	K	1,83
11-61-13	N	2,31
11-64-3	K	2,26
11-64-3	N	1,92
12-196-7	K	2,72
12-196-7	N	3,59
12-209-10	K	3,48
12-209-10	N	4,43
21-32-15	K	3,75
21-32-15	P/N	3,76
21-34-2	K	3,52

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Audze	Variants	LLI
21-34-2	N	3,14
21-34-4	K	5,19
21-34-4	N	4,26
21-49-14	K	3,56
21-49-14	N	3,99
21-53-7	K	4,95
21-60-7	K	4,69
21-60-7	N	5,87
24-22-12	K	2,18
24-22-12	N	2,76
301-209-13	K	4,40
301-209-13	P	4,68
301-221-17	K	2,84
301-221-17	P	3,50
301-228-5	K	6,27
301-228-5	P	7,44
301-231-12	K	3,61
301-231-12	P	3,48
31-30-12	K	4,43
31-30-12	N	3,53
31-87-13	K	1,93
31-87-13	N	2,15
31-89-1	K	3,13
31-89-1	N	3,43
31-89-25	K	3,30
31-89-25	N	3,28
31-91-29	K	3,52
31-91-29	N	3,68
405-421-3	K	2,42
405-421-3	P	4,06
409-537-4	K	4,23
409-537-4	P	5,10
409-537-8	K	4,03
409-537-8	P	3,68
503-300-12	K	2,22
503-300-12	P	2,50

Audze	Variants	LLI
503-312-1	K	3,65
503-312-1	P	4,02
506-30-32	K	3,21
506-30-32	N	3,00
508-196-14	K	2,24
508-196-14	N	2,27
508-230; 231-0	K	3,11
508-230; 231-0	N	2,71
604-281-19	K	1,72
604-281-19	N	1,98
608-108-4	K	5,64
608-108-4	P/N	6,51
608-19-21	K	1,64
608-19-21	P/N	2,13
608-29-4	K	3,56
608-29-4	P/N	3,20
608-44-4	K	3,16
608-44-4	P/N	4,05
608-44-8	K	4,55
608-44-8	P/N	4,93
609-18-1	K	2,14
609-18-1	P/N	2,60
609-29-33	K	3,53
609-29-33	P/N	5,57
609-30-27	K	4,47
609-30-27	P/N	4,95
609-34-24	K	3,03
609-34-24	P/N	3,65
905-359-1	K	4,69
905-359-1	N	4,57
905-359-1	P	5,19

3.2. Uzdevumi 2025. gadā

Nākamajā etapā pabeigsim LiDAR datu ieguvu un veiksīm 2024. un 2025. gadā iegūto rasta datu un augstas izšķirtspējas reljefa un virsmas modeļu analīzi koku skaita, augstuma un augšanas gaitas izmaiņu raksturošanai un sakarību ar iepriekš vērtētajiem veģetācijas indeksiem (NDVI,

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

slāpekļa indekss u.c.) novērtēšanai. Ar parauglaukumu uzmērījumu metodi iegūtos datus izmantošana modeļu kalibrācijai.

Pētījuma noslēguma fāzē veiksīm sakarību analīze un pilnveidosim pētījumu programmas “Koku augšanas apstākļu uzlabošanas programma 2016.-2021. gadam” ietvaros izstrādātos vienādojumus mēslojuma nepieciešamības prognozēšanai un ietekmes uz augšanas gaitu un mežaudzes vitalitāti novērtēšanai, izmantojot ar attālinātās izpētes metodēm un parauglaukumu metodi iegūtos datus.

LITERATŪRA

- 4) Butlers, A., Lazdiņš, A., Kalēja, S., Purviņa, D., Spalva, G., Saule, G., & Bārdule, A. (2023). CH₄ and N₂O Emissions of Undrained and Drained Nutrient-Rich Organic Forest Soil. *Forests*, 14(7), 1390. <https://doi.org/10.3390/F14071390/S1>
- 5) Deepak, M., Keski-Saari, S., Fauch, L., Granlund, L., Oksanen, E., & Keinänen, M. (2020). Spectral Reflectance in Silver Birch Genotypes from Three Provenances in Finland. *Remote Sensing* 2020, Vol. 12, Page 2677, 12(17), 2677. <https://doi.org/10.3390/RS12172677>
- 6) Hagberg, L., & Holmgren, K. (2008). *The climate impact of future energy peat production*. <http://www3.ivl.se/rapporter/pdf/B1796.pdf>
- 7) Hardenbol, A. A., Kuzmin, A., Korhonen, L., Korpelainen, P., Kumpula, T., Maltamo, M., & Kouki, J. (2021). Detection of aspen in conifer-dominated boreal forests with seasonal multispectral drone image point clouds. *Silva Fennica*, 55(4). <https://doi.org/10.14214/SF.10515>
- 8) Ivanovs, J., & Lazdiņš, A. (2018). Evaluation of tree height and number of trees using LiDAR data. *Engineering for Rural Development*, 1390–1394. <https://doi.org/10.22616/ERDev2018.17.N153>
- 9) Jauhiainen, J., Heikkinen, J., Clarke, N., He, H., Dalsgaard, L., Minkinen, K., Ojanen, P., Vesterdal, L., Alm, J., Butlers, A., Callesen, I., Jordan, S., Lohila, A., Mander, Ü., Óskarsson, H., Sigurdsson, B. D., Søgaard, G., Soosaar, K., Kasimir, Å., ... Laiho, R. (2023). Reviews and syntheses: Greenhouse gas emissions from drained organic forest soils – synthesizing data for site-specific emission factors for boreal and cool temperate regions. *Biogeosciences*, 20(23), 4819–4839. <https://doi.org/10.5194/BG-20-4819-2023>
- 10) Jin, H., & Eklundh, L. (2014). A physically based vegetation index for improved monitoring of plant phenology. *Remote Sensing of Environment*, 152, 512–525. <https://doi.org/10.1016/J.RSE.2014.07.010>
- 11) Jönsson, A. M., Eklundh, L., Hellström, M., Barring, L., & Jönsson, P. (2010). Annual changes in MODIS vegetation indices of Swedish coniferous forests in relation to snow dynamics and tree phenology. *Remote Sensing of Environment*, 114(11), 2719–2730. <https://doi.org/10.1016/J.RSE.2010.06.005>
- 12) Kārklīņa, I., Petaja, G., Lazdiņa, D., Lazdiņš, A., Kēniņa, L., Matisons, R., & Jansons, Ā. (2021). Dažādu slāpekli saturošu augšnes ielabošanas līdzekļu devu saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi izpēti skujkoku un bērza jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs, paredzot atkārtotu augšnes ielabošanas līdzekļu ienešanu. LVMI Silava.
- 13) Saarsalmi, A., & Mälkönen, E. (2001). Forest Fertilization Research in Finland: A Literature Review. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 16(6), 514–535. <https://doi.org/10.1080/02827580152699358>
- 14) Yang, Y., Chen, R., Yin, G., Wang, C., Liu, G., Verger, A., Descals, A., Filella, I., & Penuelas, J. (2022). Divergent Performances of Vegetation Indices in Extracting Photosynthetic Phenology for Northern Deciduous Broadleaf Forests. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 19. <https://doi.org/10.1109/LGRS.2022.3182405>

Pielikums 1: Veģetācijas raksturojuma datu kopsavilkums

**Zemsedzes veģetācijas sugu projektīvais segums kontroles un mēslotajos parauglaukumos
bērza audzēs**

Suga	11-125-5		21-32-13		21-34-4		21-49-14		21-53-7	21-60-7		24-22-12		503-481-11		608-108-4		905-359-1		
	K	N	K	P/N	K	N	K	N	K	K	N	K	N	K	N	K	P/N	K	N	P
Actaea spicata	5	1																		
Aegopodium podagraria																		43	75	90
Agrostis tenuis						10		10			5							25	8	13
Anemone ranunculoides										3								5		
Angelica sylvestris	25																			
Athyrium filix-femina						40												3	5	
Betula pubescens																5				
Calamagrostis epigeios	30	40			10	18		5				50	57	1		7	5			5
Campanula rotundifolia																				5
Carex sylvatica												38	15							
Carex vesicaria							15									11	27			
Cirsium oleraceum							25									60	21			
Climacium dendroides																35	7		10	
Convallaria majalis	1	3														5	9		5	
Dicranum polysetum	2	3												1	1				5	
Dryopteris carthusiana		10					10	10	2							5		10		
Dryopteris filix mas																		60		50

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Suga	11-125-5		21-32-13		21-34-4		21-49-14		21-53-7	21-60-7		24-22-12		503-481-11		608-108-4		905-359-1		
	K	N	K	P/N	K	N	K	N	K	K	N	K	N	K	N	K	P/N	K	N	P
Epilobium parviflorum												2								
Equisetum pratense									10											
Equisetum sylvaticum	3																			
Eupatorium cannabinum									5											
Festuca arundinacea			5	10	65				40							10		5		10
Filipendula ulmaria							5									13	10			
Fragaria vesca				80				3	14							10		10	5	7
Frangula alnus Mill.					5			5				3	4			8	12		10	5
Galeobdolon luteum								5								20	5			5
Galium aparine												4	5					10		
Geranium robertianum																		3		
Geum rivale								3								5	10	10	10	4
Hepatica nobilis																8				
Hieracium sp.																3				
Humulus lupulus																5	20			
Hylocomium splendens	25	10	78	20							10			30	20					
Impatiens parviflora							3	5												
Lonicera xylosteum																5				
Lupinus polyphyllus																				
Luzula pilosa		1	2			10		5						3	1	10	5	12	5	13

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Suga	11-125-5		21-32-13		21-34-4		21-49-14		21-53-7	21-60-7		24-22-12		503-481-11		608-108-4		905-359-1		
	K	N	K	P/N	K	N	K	N	K	K	N	K	N	K	N	K	P/N	K	N	P
Lycopodium annotinum																			5	
Lycopus europaeus									5											
Lysimachia vulgaris					5	10		5		5		8	3			2				
Maianthemum bifolium	2			15	8	5				1		5	4			5	10		10	40
Melampyrum nemorosum												3								
Melampyrum sylvaticum	8																			
Mycelis muralis				3	5					3							3			5
Orthilia secunda			2					3										15	13	
Oxalis acetosella	15	10	5					5	10	10	10	3	3				5	36	50	10
Padus avium																5	5			
Paris quadrifolia																		7		5
Picea abies	2			1								5								
Phragmites australis							5		37											
Pinus sylvestris														3	1					
Plagiomnium ellipticum		25			40	15						8				10		5	10	15
Plagiomnium undulatum																		15	10	10
Pleurozium schreberi	10	25	20	75							70	50	40	40	25					
Poa sp.													20							
Polytrichum juniperinum																		10	5	
Populus tremula													5							

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Suga	11-125-5		21-32-13		21-34-4		21-49-14		21-53-7	21-60-7		24-22-12		503-481-11		608-108-4		905-359-1		
	K	N	K	P/N	K	N	K	N	K	K	N	K	N	K	N	K	P/N	K	N	P
Potentilla erecta												3								
Pseudoscleropodium purum	5	20	10		13					85				1	10			23	15	10
Pteridium aquilinum					15							58	83					43	80	80
Ptilium crista-castrensis														10	30					
Pulmonaria obscura		1										2				3				
Quercus robur				1	2													4		
Ranunculus acre																2				
Rhodobryum roseum	1																			
Rhytidiadelphus triquetrus	60																			
Rubus caesius												8								
Rubus idaeus				5	43	23		30				12	5			5	30	10	8	
Scrophularia nodosa																				5
Senecio sp.																		10		
Solidago canadensis								25										5		3
Sorbus aucuparia		3							10	5			5							
Stellaria graminea								3				3								3
Stellaria sp.	2																			
Taraxacum officinale																	3	3		
Trientalis europaea	2	5		2									4				2	3		
Urtica dioica						3		5	2											

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Suga	11-125-5		21-32-13		21-34-4		21-49-14		21-53-7	21-60-7		24-22-12		503-481-11		608-108-4		905-359-1		
	K	N	K	P/N	K	N	K	N	K	K	N	K	N	K	N	K	P/N	K	N	P
Vaccinium myrtillus	3			5						3	80	30	8	55	40					
Vaccinium vitis-idaea			10	3									10	15	5				5	
Valeriana officinalis																	1			
Veronica chamaedrys					3													10		
Veronica officinalis																			5	
Viburnum opulus																	1			
Viola canina								3								3			5	
Viola mirabilis																3				
Viola palustris	1																			

Zemsedzes veģetācijas sugu projektīvais segums kontroles un mēslotajos parauglaukumos egles audzēs

Suga	11-125-10	11-125-10	11-125-10	11-129-18	11-129-18	11-134-8	11-147-1	11-147-1	11-187-16	11-187-16	11-279-18	11-279-18	301-209-13	301-209-13	301-221-17	301-221-17	301-228-5	301-228-5	301-231-12	301-231-12	409-537-4	409-537-4	409-537-8	409-537-8	503-300-12	503-300-12	503-312-1	503-312-1	11-174-6	11-174-6	11-18-5	11-18-5
	K	N	P	K	N	P	K	N	K	P/ N	K	N	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	N	K	N
Acer platanoides																			1													
Actaea spicata				1				1										1														
Aegopodium podagraria															4																	
Angelica sylvestris			1		2							3								7		10										
Anthriscus sylvestris								6																								
Asarum europaeum																					20	5										
Athyrium filix-femina								3					1																			
Atriplex sp.													38																			
Betula pendula				1	1	1	3	4	10				2	1											1	7	15	3	2	3		
Calamagrostis epigeios		12	15	20	11	22	2	7		10	13	11		3	65	3	1	2	1			5	75	20				23	15			5
Calluna vulgaris																													5			

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Veza mēslasanas ietekmes mēroņi																																
Suga	11-125-10	11-125-10	11-125-10	11-129-18	11-129-18	11-134-8	11-147-1	11-147-1	11-187-16	11-187-16	11-279-18	11-279-18	301-209-13	301-209-13	301-221-17	301-221-17	301-228-5	301-228-5	301-231-12	301-231-12	409-537-4	409-537-4	409-537-8	409-537-8	503-300-12	503-300-12	503-312-1	503-312-1	11-174-6	11-174-6	11-18-5	11-18-5
	K	N	P	K	N	P	K	N	K	P/ N	K	N	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	N	K	N
Campanulaun difolia							1																									
Carex sp.			1			2		1						2	1	3	3	2							12	35	7	31				
Carex echinata																					5											
Carex vesicaria																						50		25								
Chelidonium majus								1																								
Cirsium oleraceum								2																								
Climacium dendroides								1																								
Convallaria majalis				1							2								13													1
Corylus avellana							10	1																								
Dicranum polysetum	4	4	3	5	8	9	5	2	5		6	12	1	2	2	2	10	3	2	5			5		3	2	1	2			40	
Dryopteris carthusiana		5	3	5	4	1	3	3	30			1	15	15									5	3				2				
Dryopteris filix mas																							50									

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Suga	Vegetation monitoring																															
	11-125-10	11-125-10	11-125-10	11-129-18	11-129-18	11-134-8	11-147-1	11-147-1	11-187-16	11-187-16	11-279-18	11-279-18	301-209-13	301-209-13	301-221-17	301-221-17	301-228-5	301-228-5	301-231-12	301-231-12	409-537-4	409-537-4	409-537-8	409-537-8	503-300-12	503-300-12	503-312-1	503-312-1	11-174-6	11-174-6	11-18-5	11-18-5
	K	N	P	K	N	P	K	N	K	P/N	K	N	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	N	K	N
Equisetum sylvaticum			1	5							2												5		5			2				
Festuca arundinacea																							25	75								
Fragaria vesca	36	1	6		1		7	19						10	7		5	3			10		5							2		
Frangula alnus					1		1	1		12				11																		1
Galeobdolon luteum																								5								
Galium aparine			5	6	3		1	3																								
Geranium robertianum			1			1				10			5	8						2												
Hepatica nobilis															2		20	5														
Hylocomium splendens	28	19	28	35	55	49	24	25	8	10	43	7	18	40	45	78	5	5	5	2	10	25	43	23	35	58	15	75			48	48
Hypericum perforatum					1		2	4																								
Impatiens parviflora													1	15	1	1	7	20	25	15												
Juncus effusus			1			1																					1	2				

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Suga	11-125-10	11-125-10	11-125-10	11-129-18	11-129-18	11-134-8	11-147-1	11-147-1	11-187-16	11-187-16	11-279-18	11-279-18	301-209-13	301-209-13	301-221-17	301-221-17	301-228-5	301-228-5	301-231-12	301-231-12	409-537-4	409-537-4	409-537-8	409-537-8	503-300-12	503-300-12	503-312-1	503-312-1	11-174-6	11-174-6	11-18-5	11-18-5
	K	N	P	K	N	P	K	N	K	P/ N	K	N	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	N	K	N
Lamium maculatum																	5	5	5	10												
Lathyrus vernus				3										15	1				5													
Luzula pilosa	2	2	2	4	1	2	1		5	15	3	3		2	4	2	5	1					10								2	1
Lysimachia vulgaris		2	1	1	1		2																									
Maianthemum bifolium				1		1					6	2		2	1		1		2		5		25	8							2	1
Melampyrum nemorosum																					5		5									
Melampyrum sylvaticum	1		1	6	3	3	1	1		15					5	1									5	1		5			2	3
Mentha arvensis							2	1																								
Mycelis muralis	5	5	5	7	2	3	3	3	10	3			3	15		1	2	1			3	3		4								
Naumburgia thyrsoflora					3			1																								
Oxalis acetosella	4	4	10	20	3	8	15	11	40	25	1	13	33	48			65	70	63	70	50		3	13							2	20
Picea abies.	1			1	1	1	1							1	1						3		3		3	2						

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Suga	11-125-10	11-125-10	11-125-10	11-129-18	11-129-18	11-134-8	11-147-1	11-147-1	11-187-16	11-187-16	11-279-18	11-279-18	301-209-13	301-209-13	301-221-17	301-221-17	301-228-5	301-228-5	301-231-12	301-231-12	409-537-4	409-537-4	409-537-8	409-537-8	503-300-12	503-300-12	503-312-1	503-312-1	11-174-6	11-174-6	11-18-5	11-18-5
	K	N	P	K	N	P	K	N	K	P/ N	K	N	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	N	K	N
Pinus sylvestris																								1	2							
Plagiomnium ellipticum	7	28	20	14	6	5	8	33	20	30	5	10	58	30	40	2	70	55	65	80			15	10				8			16	2
Plagiomnium undulatum																							15									
Pleurozium schreberi	19	38	35	34	31	38	30	31	15	15	21	50	18	4	8	13	15	10	5	5	75		15	50	40	33	5	10		3	26	50
Poa sp.	2	2	3	11	6		4	19		35			40	15		2			2						5			4			23	38
Polygonum persicaria																														12		
Polytrichum juniperinum			20					3			9	3													15			25		5		
Populus tremula							2	3			1																					
Potentilla erecta				1				1																								
Pseudoscleropodium purum	35	13	8	24	3	10	23	22	45	20	27	28	28	15	1		5		38	10	80	90		30	1	3						
Pteridium aquilinum											14	14				30																

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Suga	11-125-10	11-125-10	11-125-10	11-129-18	11-129-18	11-134-8	11-147-1	11-147-1	11-187-16	11-187-16	11-279-18	11-279-18	301-209-13	301-209-13	301-221-17	301-221-17	301-228-5	301-228-5	301-231-12	301-231-12	409-537-4	409-537-4	409-537-8	409-537-8	503-300-12	503-300-12	503-312-1	503-312-1	11-174-6	11-174-6	11-18-5	11-18-5
	K	N	P	K	N	P	K	N	K	P/ N	K	N	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	N	K	N
Ptilium crista- castrensis	1				20		17	1														5									2	
Pulmonaria obscura	1		1	1				2	5		4	7			1	1			1									1				1
Ranunculus repens							1	3																								
Rhodobryum roseum	8	13	4	2							2	1	4	6	10	2	2	15	2										3			
Rhytidiadelph us triquetrus							3	3					20	10				35		20	10	60	25									1
Rubus chamaemorus								3																								
Rubus idaeus	4		4	25	13		4	11	5	25			16	23			5	5	29	5	13			5					5	12		
Rumex acetosa								1																								
Sambucus racemosa									10																							
Solanum dulcamara				2						10								1														
Sorbus aucuparia							1				4	5					1	1	2	15				10					7			

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Suga	11-125-10	11-125-10	11-125-10	11-129-18	11-129-18	11-134-8	11-147-1	11-147-1	11-187-16	11-187-16	11-279-18	11-279-18	301-209-13	301-209-13	301-221-17	301-221-17	301-228-5	301-228-5	301-231-12	301-231-12	409-537-4	409-537-4	409-537-8	409-537-8	503-300-12	503-300-12	503-312-1	503-312-1	11-174-6	11-174-6	11-18-5	11-18-5
	K	N	P	K	N	P	K	N	K	P/ N	K	N	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	N	K	N
Sphagnum girgensohnii						5																			32	20	80	3				
Stellaria graminea				3				70					2																			
Stellaria sp.	1	1	4		1		1	4					1	1																		
Taraxacum officinale					1		1	1													2									1		
Tilia cordata											20	6																				
Trientalis europaea						2				3		2	3	4	2	3	3	5	3	2		5	3	3							1	2
Urtica dioica	1		3	2	1		2	5		15			9	15					2	28												
Vaccinium myrtillus				3	5	16					19	15			16	23					30	25	10	55	29	55	15	23	10		3	3
Vaccinium vitis-idaea					1																				13	10	1		2			
Veronica chamaedrys			1	15	3		2	3	3	2		3	1	2			2	1		2												
Veronica officinalis							8	1					3																			
Viola canina				1	2		3	2					2					3	1			3		3								
Viola palustris			1		5	1		15							2		1															1

**Zemsedzes veģētācijas sugu projektīvais segums kontroles un mēslotajos parauglaukumos parastās un klinškalnu priedes audzēs
sausienos**

Suga	11-106-8		11-127-10		11-210-5		11-224-17		11-232-22		11-59-17		11-61-13		11-64-3		12-79-16		12-87-9		21-34-2		21-4-25		24-11-4		508-230;231-0		506-30-32		604-281-19		508-196-14		
	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	
Actaea spicata			2	3			5	8			10	1	5	5																					
Agrimonia eupatoria																							10												
Agrostis tenuis																							40					30							
Athyrium filix-femina																								40											
Betula pendula			5	3							20		10		2			6	2	5															
Betula pubescens							2																						1						
Calamagrostis epigeios			15	8	6	9	75	37		2	15	8	30	30		9	10	3	15	6	33	60	10	25							5		10	60	
Calluna vulgaris											5		7	2		1	1	8		5					5	50		43	37					10	
Carex sp.				2							8	3						13	1	3															
Carex echinata																																		30	
Carex sylvatica							3																		25	10									
Carex vesicaria																						30	10											5	

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Meza mcsiosanas ietekmes monitoring																																			
Suga	11-106-8		11-127-10		11-210-5		11-224-17		11-232-22		11-59-17		11-61-13		11-64-3		12-79-16		12-87-9		21-34-2		21-4-25		24-11-4		508-230;231-0		506-30-32		604-281-19		508-196-14		
	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	
Cladonia ciliata																												10	15	39					
Cladonia deformis	3	3																																	
Cladonia stellaria																													10	4					
Convallaria majalis				3		3					4	2	15	8		8		1																	
Dicranum polysetum	6	4	3	18	4	2					5	3	8	70	4	9	1	1	2	3				10		5		5	13	10	5			10	
Dryopteris carthusiana				2			5					4											5												
Dryopteris filix mas										2																									
Epilobium parviflorum																					3		2												
Equisetum pratense																												3							
Festuca arundinacea																						10		5	5										
Fragaria vesca			4	12			10	11	7	17	15	2	10	3										3											
Frangula alnus						5	3									1		3		5					5	2								20	

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Veza mesosanas ietekmes monitoringa																																		
Suga	11-106-8		11-127-10		11-210-5		11-224-17		11-232-22		11-59-17		11-61-13		11-64-3		12-79-16		12-87-9		21-34-2		21-4-25		24-11-4		508-230;231-0		506-30-32		604-281-19		508-196-14	
	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N
Galium aparine			5				10	4	3				2						1															
Geranium sylvaticum							2																											
Hieracium sp.									1																									
Hylocomium splendens	69	89	19	8	67	80	20	8	2		70	15	40	3		53	77	69	49	40		30	65	80	33	10	60	45	30		85	83	20	65
Hypericum perforatum																			4															
Juncus effusus																	1																	
Juniperum commune					3																													
Lonicera xylosteum							1																											
Lupinus polyphyllus							3																											
Luzula pilosa			2	3		2	5	10		5	10	2	7	4			3	2	3	2													5	
Lycopodium annotinum																							2											
Lycopodium clavatum						15																												
Lycopus europaeus																							2											

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Veza mesosanas ietekmes monitoringa																																		
Suga	11-106-8		11-127-10		11-210-5		11-224-17		11-232-22		11-59-17		11-61-13		11-64-3		12-79-16		12-87-9		21-34-2		21-4-25		24-11-4		508-230;231-0		506-30-32		604-281-19		508-196-14	
	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N
Lysimachia vulgaris																					5		5											
Maianthemum bifolium																	1				5		5			10								
Melampyrum sylvaticum		1	1	3		2	2	15							2	3	3	2	4			5												
Mycelis muralis			2					2								1		1	5				2											
Oxalis acetosella							9	33		25											75			8						5				
Picea abies.		1	7	1													5		14				1											
Pinus sylvestris						1																											5	
Plagiomnium ellipticum				20								1								1														
Plagiomnium undulatum							5	3																										
Pleurozium schreberi	8	5	62	37	35	28	30	45	3	5	20	80	15	20	85	50	6	21	35	47			25	10	51	58	38	33	50	43	10		50	20
Poa annus																											40							
Poa sp.			4	29				23	25		15	3	15	23		5	1		33	2				5	5	28								
Polytrichum juniperinum	1										4		20				1	1		3														

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Veza mesosanas ietekmes monitoringa																																		
	11-106-8		11-127-10		11-210-5		11-224-17		11-232-22		11-59-17		11-61-13		11-64-3		12-79-16		12-87-9		21-34-2		21-4-25		24-11-4		508-230;231-0		506-30-32		604-281-19		508-196-14	
Suga	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N
Pseudoscleropodium purum		5	6	13			30	10					3						1	1	18													
Pteridium aquilinum Kuhn				25																	45	50			95	35					40	30	13	
Ptilium crista-castrensis	31	5		35	15							7	2			20	11	22	6						5									
Pulmonaria obscura			1	1		2						3	5			1																		
Purnus spinosa								10																										
Quercus robur																	3	2	15			5												
Rhodobryum roseum						8	1	2																										
Rhytidiadelphus triquetrus								25																	10									
Rubus idaeus			2	5		5		5	25	3	7	4	10			4	3	1	14	13			5						5					
Rumex acetosella																		1											2					
Sorbus aucuparia			2	3											4					3	5		10											
Sphagnum girgensohnii																								10										
Stellaria sp.				2				5	2																									

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Viola mesiosanans lektnes monitoring

Suga	11-106-8		11-127-10		11-210-5		11-224-17		11-232-22		11-59-17		11-61-13		11-64-3		12-79-16		12-87-9		21-34-2		21-4-25		24-11-4		508-230;231-0		506-30-32		604-281-19		508-196-14	
	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N	K	N
Trientalis europaea						2					5		1				1						1		3									
Urtica dioica									2																									
Vaccinium myrtillus	50	5	2	14	4	15	40	27			25	50	33	15	8	15	2	7	37	53	10	15	13	18	51	37	28	3			48	55	25	10
Vaccinium vitis-idaea	1	18	4	4	5	30	2				7	7	15	23	20	17	5	45	19	16	10	10		5	5	2	24	28	10		7	5	28	3
Veronica chamaedrys				1			1	4		3																								
Veronica officinalis			2																															
Viburnum opulus																							10											
Vicia cracca							4	4																										
Viola canina								1														5												
Viola palustris																			1				5											

**Zemsedzes veģetācijas sugu projektīvais segums kontroles un mēslotajos parauglaukumos
priedes audzēs āreņos un kūdreņos**

Suga	608-19-21		608-29-4		608-44-4		608-44-8		405-421-3	
	K	P/N	K	P/N	K	P/N	K	P/N	K	P
Betula pendula	3		25							
Calamagrostis epigeios			68	3			30	40		
Calluna vulgaris	5	25								
Carex vesicaria								20		
Convallaria majalis			5							
Dicranum polysetum		5	10	5	5					15
Festuca arundinacea			20							
Galium uliginosum			5							
Hylocomium splendens	33	55	65	80	80	40	33	37		29
Ledum palustre	43	20			5					
Luzula pilosa				15				15		
Lycopodium annotinum							30			40
Maianthemum bifolium		5	10				5			
Melampyrum sylvaticum			3	3						
Mycelis muralis							5			
Oxalis acetosella			5	15						
Phragmites australis								10		
Pleurozium schreberi		40	10	13	10	40	37	50		
Ptilium crista-castrensis			10							
Rubus chamaemorus										3
Rubus idaeus		5	20	10			3	25	3	
Solidago canadensis							3			
Sorbus aucuparia							10			
Sphagnum girgensohnii	50	15	5						50	50
Thelypteris palustris			30							
Trientalis europaea			5	8	3		3	4		

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Suga	608-19-21		608-29-4		608-44-4		608-44-8		405-421-3	
	K	P/N	K	P/N	K	P/N	K	P/N	K	P
Vaccinium myrtillus	15		42	34	40	80	57	45	90	57
Vaccinium uliginosum		25	13	5	10		3			5
Vaccinium vitis-idaea	13	8	8	4	5	3	15	4		75

Pielikums 2: Zemsedzes biomasas datu kopsavilkums

**Zemsedzes veģetācijas virszemes biomasas salīdzinājums kontroles un mēslotajos
parauglaukumos**

Audze	Parauglaukums	Variants	Biomasa, g	C, g kg⁻¹	N g kg⁻¹	C/N
21-10-4	1	N	5,23	472,92	21,57	22,67
21-10-4	2	K	4,47	467,68	15,72	30,00
21-10-4	3	N	4,77	483,56	18,45	26,33
21-10-4	4	K	4,15	475,18	14,18	33,67
21-10-4	5	N	4,97	475,01	15,10	31,67
21-10-4	6	K	8,10	486,86	13,01	37,67
11-129-18	7	K	10,17	478,53	19,40	24,67
11-129-18	10	K	7,17	470,97	10,63	45,33
11-18-5	1	K	7,28	476,43	13,46	37,83
11-18-5	2	N	3,87	476,13	14,26	33,33
11-18-5	3	K	5,05	472,20	17,84	27,17
11-18-5	4	N	2,47	449,95	17,33	26,33
11-210-5	1	N	10,18	503,75	10,13	50,17
11-210-5	2	K	8,87	485,22	10,38	48,00
11-210-5	3	N	2,57	470,53	11,80	40,33
11-210-5	5	K	9,57	489,05	10,75	45,67
11-210-5	6	N	9,13	524,07	10,22	51,33
21-32-13	1	K	1,90	477,16	14,65	33,00
21-32-13	2	K	2,97	482,15	13,94	34,33
21-32-13	3	P/N	2,27	480,32	16,24	30,33
21-32-13	4	P/N	1,43	463,52	16,07	28,67
21-49-14	1	N	3,43	466,69	22,60	21,00
21-49-14	2	K	4,20	472,84	21,34	22,50
405-421-3	1	P	29,97	519,68	11,48	46,00
405-421-3	2	P	28,87	517,07	12,55	41,67
405-421-3	3	P	19,03	513,28	11,09	46,67
405-421-3	4	P	25,40	513,97	11,17	46,33
405-421-3	5	P	22,40	510,75	13,23	38,67
405-421-3	6	K	29,70	518,84	12,48	42,00
608-19-21	1	P/N	8,67	495,98	10,62	47,00
608-19-21	2	P/N	14,40	500,04	10,59	47,67
608-19-21	3	K	14,77	503,95	10,72	47,00
608-19-21	4	K	12,67	501,89	10,67	47,33
608-29-4	1	P/N	8,00	487,72	14,64	34,67

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Audze	Parauglaukums	Variants	Biomasa, g	C, g kg⁻¹	N g kg⁻¹	C/N
608-29-4	2	P/N	24,20	520,25	9,70	53,67
608-29-4	3	P/N	16,97	492,74	10,55	46,67
608-29-4	4	K	9,40	499,74	11,96	41,67
608-29-4	5	K	14,40	503,54	10,47	48,33
608-29-4	6	P/N	17,70	511,77	12,35	41,33
608-29-4	7	K	10,67	468,90	15,85	30,00
608-29-4	8	K	6,93	448,18	22,29	20,67
608-44-8	1	P/N	2,43	448,63	16,29	28,00
608-44-8	2	K	1,17	471,27	14,47	35,67
608-44-8	3	P/N	7,03	514,69	10,36	49,67
608-44-8	4	K	12,63	505,45	11,84	45,00
608-44-8	5	P/N	19,27	511,76	11,24	46,33
608-44-8	6	P/N	16,87	509,64	11,50	44,67
609-29-33	1	P/N	11,48	471,07	17,82	28,67
609-29-33	2	K	22,90	468,98	14,74	32,00
609-29-33	3	P/N	6,30	469,97	13,09	36,00
609-29-33	4	K	13,57	468,53	14,00	35,00
609-29-33	5	P/N	4,78	463,60	13,42	35,33
609-29-33	6	K	10,13	474,20	15,66	32,00

Zemsedzes veģetācijas sakņu biomasas salīdzinājums kontroles un mēslotajos parauglaukumos

Objekts	Parauglaukums	Variants	Biomasa, g	C, g kg⁻¹	N g kg⁻¹	C/N
21-10-4	1	N	7,9	500,9	15,0	34,3
21-10-4	2	K	13,0	516,9	12,1	43,0
21-10-4	3	N	4,2	506,6	13,2	40,0
21-10-4	4	K	12,3	518,8	8,2	64,5
21-10-4	5	N	31,4	495,8	10,8	47,3
21-10-4	6	K	22,8	514,2	8,2	63,5
11-129-18	7	K	15,4	504,0	10,3	51,0
11-129-18	10	K	9,5	499,4	16,5	30,7
11-18-5	1	K	11,2	517,0	8,3	63,2
11-18-5	2	N	3,6	522,0	10,3	52,7
11-18-5	3	K	10,1	515,1	10,2	52,7

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Objekts	Parauglaukums	Variants	Biomasa, g	C, g kg ⁻¹	N g kg ⁻¹	C/N
11-18-5	4	N	8,5	510,0	9,9	51,7
11-210-5	1	N	6,8	540,4	6,3	89,7
11-210-5	2	K	8,8	512,9	7,6	67,7
11-210-5	3	N	9,4	502,6	7,1	72,0
11-210-5	5	K	4,8	528,2	8,3	65,0
11-210-5	6	N	14,0	518,2	6,3	82,7
21-32-13	1	K	18,0	536,5	10,2	53,0
21-32-13	2	K	8,5	533,9	10,8	49,3
21-32-13	3	P/N	16,3	507,6	10,1	51,0
21-32-13	4	P/N	9,8	524,0	10,7	50,0
21-49-14	1	K	5,6	506,3	12,9	39,5
21-49-14	2	N	9,0	514,2	15,0	34,7
405-421-3	1	P	18,2	529,9	8,8	60,0
405-421-3	2	P	28,8	529,8	8,9	60,3
405-421-3	3	P	24,1	527,5	6,3	84,0
405-421-3	4	P	33,3	526,9	6,6	79,7
405-421-3	5	P	22,9	526,9	8,2	64,7
405-421-3	6	K	29,4	527,7	7,7	69,3
608-19-21	1	P/N	8,1	522,8	7,3	73,7
608-19-21	2	P/N	18,4	514,7	6,7	77,3
608-19-21	3	K	16,6	522,6	6,2	86,3
608-19-21	4	K	8,1	523,0	6,3	83,7
608-29-4	1	P/N	22,8	522,1	11,6	46,2
608-29-4	2	P/N	11,6	533,3	9,1	60,3
608-29-4	3	P/N	18,3	533,0	6,7	79,3
608-29-4	4	K	9,4	518,6	5,7	91,0
608-29-4	5	K	24,0	526,0	6,2	85,3
608-29-4	6	P/N	14,9	520,8	6,8	76,7
608-29-4	7	K	59,7	490,9	7,0	70,7
608-29-4	8	K	15,8	480,7	13,0	37,0
608-44-8	1	P/N	7,8	514,4	11,7	43,7
608-44-8	2	K	7,1	527,4	12,6	42,7
608-44-8	3	P/N	22,4	527,3	9,0	59,3

Meža mēslošanas ietekmes monitorings

Objekts	Parauglaukums	Variants	Biomasa, g	C, g kg⁻¹	N g kg⁻¹	C/N
608-44-8	4	K	31,0	534,1	7,0	76,7
608-44-8	5	P/N	9,7	533,9	7,6	69,7
608-44-8	6	P/N	11,9	532,0	9,6	55,3
609-29-33	1	P/N	10,7	508,9	11,7	44,5
609-29-33	2	K	7,3	470,7	11,9	39,7
609-29-33	3	P/N	8,4	508,3	11,1	46,7
609-29-33	4	K	4,4	492,2	13,1	38,0
609-29-33	5	P/N	6,8	503,6	10,1	52,7
609-29-33	6	K	20,5	523,5	11,8	44,3