Noslēguma pārskats

par pētījuma rezultātiem

|  |  |
| --- | --- |
| Pētījuma nosaukums: | Koku augšanas apstākļu uzlabošanas programma 2016.-2021. gadam |

Izpildītājs: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”

Pasūtītājs: Akciju sabiedrība ‘’Latvijas valsts meži’’

Līguma Nr. 5-5.5\_000z\_101\_16\_31

Pētījuma zinātniskais

vadītājs: Dr. Andis Lazdiņš, LVMI Silava vadošais pētnieks

Kopsavilkums

Pētījumu programmas mērķis: nodrošināt maksimālo saimniecisko efektu, atjaunojot koku augšanas apstākļu uzlabošanas praksi Latvijas mežsaimniecībā un veidot pozitīvu un atbildīgu sabiedrības attieksmi pret koku augšanas apstākļu uzlabošanas pasākumiem. Pētījumā vērtēta koksnes pelnu izmantošana egles briestaudzēs kūdreņos, āreņos un sausieņos, amonija nitrāta izmantošana priedes, egles un bērza briestaudzēs, kā arī vidēja vecuma audzēs un jaunaudzēs, paredzot atkārtotu mēslojuma ienešanu pēc katras kopšanas cirtes. Tāpat aplūkota kompleksa amonija nitrāta un koksnes pelnu izmantošana priedes, egles un bērza audzēs kūdreņos, āreņos un slapjaiņos, kā arī amonija nitrāta un koksnes pelnu izmantošana selekcijas izmēģinājumu stādījumos. Pētījumā vērtēta arī mēslojuma ietekme uz ūdens ekoloģiskās kvalitātes indikatoriem.

Visos izmēģinājumu variantos, izņemot audzes, kur augšanas gaitu būtiski ietekmēja dabiskie traucējumi, mēslojums jau pirmajos 2-3 gados nodrošināja būtisku krājas papildpieaugumu, salīdzinot ar kontroles platībām. Visstabilākie (neatkarīgi no meža tipa, koku dimensijām un attāluma starp kokiem) krājas papildpieauguma rādītāji bija priedei, bet egles audzēs papildpieaugums veidojās kūdreņos, kur ienesti koksnes pelni, un āreņos un sausieņos, kur ienests komplekss mēslojums.

Tikai vienā platībā, kur izmantoti koksnes pelni, konstatēts lielāks atsevišķu auglīgām augsnēm raksturīgu sugu projektīvais segums. Kūdreņos, kur mēslojums ienests pirms 5 gadiem, konstatēts lapu laukuma indeksa vērtības pieaugums. Izmantojot slāpekļa mēslojumu, 2-3 gadu laikā, noskatoties uz krājas papildpieauguma veidošanos, nav konstatēta būtiska mēslojuma ietekme uz zemsedzes veģetāciju, lapu laukuma indeksu un fotosintētisko aktivitāti. Jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs slāpekļa mēslojums, iespējams, radījis labvēlīgākus apstākļus graudzālēm un nitrofilajām augu sugām, tomēr ietekme nav statistiski būtiska.

Slāpekļa mēslojuma izkliedēšana īslaicīgi palielina slāpekļa saturu gruntsūdeņos, taču jau 2 mēnešu laikā slāpekļa saturs ūdenī samazinās, pietuvojoties kontroles līmenim. Pētījumā nav konstatēta būtiska mēslojuma ietekme uz ķīmisko elementu saturu augsnē un zemsegā, turpretim skujās palielinās slāpekļa, kālija un fosfora saturs, uzlabojot audzes nodrošinājumu ar barības vielām.

Ātraudzīgo un introducēto koku sugu krājas papildpieaugums pēc slāpekļa mēslojuma un koksnes pelnu ienešanas vērtēts meža selekcijas izmēģinājumu stādījumos, lauksaimniecības zemju apmežojumos, rekultivētos izstrādātos kūdras karjeros un kokaugu stādījumos minerālaugsnēs bijušajās lauksaimniecības zemēs. Ārpus meža zemēm mēslojums izmantots jaunaudzēs. Pētījumā iegūtas atziņas par priedes, bērza, alkšņu, apses un papeles hibrīdu augšanu pēc augsnes ielabošanas ar koksnes pelniem, kā arī ienesot minerālmēslus vai koksnes pelnus un minerālmēslojumu. Mēslotajās jaunaudzēs, neatkarīgi no mēslojuma veida, koki garāki un ar resnākiem stumbriem nekā kontroles platībās. Slāpekļa minerālmēslojuma ieneses kopā ar koksnes pelniem efekts ir mazāk izteikts, un tas novērojams galvenokārt ātraudzīgajiem starpsugu hibrīdiem. Pelni nodrošina būtisku papildpieaugumu rekultivējamās platībās kūdras laukos, kā arī ātraudzīgo apšu hibrīdu un alkšņu hibrīdu stādījumos. Ar slāpekli mēslotajās platībās kokaugu stādījumos pieaug nitrofilo sugu izplatība. Būtiski lielāka fotosintētiskā aktivitāte konstatēta alkšņu hibrīdiem mēslotajās platībās, pārējos izmēģinājumu variantos krājas papildpieauguma veidošanās saistīta ar kopējās fotosintezējošās biomasas palielināšanos, lai gan šī sakarība ir vāji izteikta.

Pētījumu programmas publicitātes darbības īstenotas dažādos virzienos, organizējot tematiskus informatīvos pasākumos, publicējot populārzinātniskus rakstus un sniedzot intervijas nozarei un plašākai auditorijai adresētos izdevumos, apkopojot gūtās atziņas zinātniskos rakstos un sniedzot ziņojumus vietēja un starptautiska mēroga konferencēs, piedaloties radio un televīzijas raidījumos, kā arī publicējot pētnieku veidoto video sižetus. Pētījumu programmas noslēgumā, par katru no pētījuma darba uzdevumu grupu sagatavota faktu lapa un nozīmīgākās pētījumu atziņas apkopotas monogrāfijā. Studējošie, citu augstskolu mācībspēki un akadēmiskais personāls iesaistīti pētījuma ietvaros organizētajās īstermiņa zinātniskās izpētes misijās.

Pētījuma pārskatā ietvertas rekomendācijas mēslojuma izmantošanai mežā, tajā skaitā ieteikums izmantot slāpekļa mēslojumu priedes un bērza briestaudzēs un koksnes pelnus egles briestaudzēs kūdreņos, ja pelnu ražotāji un piegādātāji var nodrošināt atbilstošu pelnu kvalitāti. Tāpat, ja pelni pēc apstrādes ir piemēroti izkliedēšanai mežā, tos var izmantot kopā ar amonija nitrātu āreņos, slapjaiņos un sausieņos, lai palielinātu mēslojuma efektivitāti.

Nākotnes pētījumu vērtējumā izcelta nepieciešamība turpināt ietekmes uz vidi monitoringu jau ierīkotajos izmēģinājumu objektos, lai iegūtu atbildes uz jautājumiem par mēslojuma ilgtermiņa ietekmi; jānovērtē kumulatīvais krājas papildpieaugums izpētes objektos un to ietekmējošie faktori; jāveic mēslojuma izmantošanas efekta novērtējums ražošanas mēroga izmēģinājumos; jāizstrādā vienkārša un lēta metode nodrošinājuma ar barības vielām raksturošanai; jāierīko kompleksa mēslojuma (NP un NPK) izmēģinājumi, lai palielinātu mēslojuma efektivitāti mistrotās un egles audzēs; jāpilnveido augsnes ielabošanas metodes (pamatmēslojuma deva un ietekmes ilgums, papildmēslojuma ienešanas periodiskums un deva); rekomendācijas mēslojuma, tajā skaitā koksnes pelnu un atsevišķu mikroelementu pielietošanas, rekultivējot degradētas teritorijas un apmežojot lauksaimniecībā neizmantojamās zemes.

Summary

The aim of the research program is to ensure the maximum economic efficiency by renewing the practice of the forest fertilization in Latvia, and to create a positive and responsible public attitude towards improvement of the growth conditions. The study evaluated the use of wood ash in spruce stands in organic and mineral soils, the use of ammonium nitrate in mature pine, spruce and birch stands, as well as in middle-aged and young stands considering repeated fertilization after each thinning, use of complex ammonium nitrate and wood ash fertilizer in pine, spruce and birch stands with drained organic and mineral soils moist mineral soils, use of ammonium nitrate and wood ash in the forest breeding study sites of different species. The study also evaluates the impact of fertilizers on the water ecological quality indicators.

In all experimental cases, except for stands where the growth process was significantly affected by natural disturbances, the applied fertilizer already during the first 2-3 years provided a significant additional increase of the stock compared to the control areas. The most stable additional increment (regardless of forest type, tree dimensions and distance between trees) were found in pine stands, but in spruce stands additional increment was found in peat soils fertilized with wood ash and mineral soils, where complex fertilizer was applied.

In only one area, where wood ash has been used, a higher projective coverage of certain plant species typical of fertile soils was found. In peat soils, where fertilizer was applied 5 years ago, an increase in the value of the leaf area index was observed. In areas fertilized with nitrogen containing fertilizer no significant effect on ground vegetation, leaf area index and photosynthetic activity has been observed in 2-3 years, despite formation of additional increment. In young and middle-aged stands, nitrogen fertilization may have created more favourable conditions for grasses and nitrophilic plant species, but the effect is not statistically significant.

The application of nitrogen fertilizers temporarily increases the nitrogen content in groundwater, but already within 2 months the nitrogen content in the water decreases, approaching the control level. Within the scope of the study no significant effect of fertilizer on the content of chemical elements in the soil and litter were observed, while the content of nitrogen, potassium and phosphorus in needles increased, raising the proportion of the sites with sufficient nutrient supply.

The additional increment of fast-growing and introduced tree species after the application of nitrogen fertilizers and wood ash has been assessed in forest breeding research sites, in afforested agricultural lands and reclaimed peat quarries. Fertilization trials outside forest lands were carried out in young stands. The study provides data on the growth of pine, birch, alder, aspen and poplar hybrids after soil improvement with wood ash, as well as after use of mineral amendments as additional fertilizers. Trees in the fertilized areas in young stands were taller and with thicker trunks than in the control plots. The effect of additional fertilizer is less pronounced, it is observed mainly in plantations of fast-growing interspecific hybrids. The primary (start-up) fertilizer ensures significant additional increment in the fertilized areas, as well as in the plantations of fast-growing aspen hybrids and alder hybrids. In areas fertilized with nitrogen fertilizers, the prevalence of nitrophilic species is increasing in tree plantations. Significantly higher photosynthetic activity was found only for alder hybrids in the fertilized areas; therefore, in other experimental variants the formation of additional increment is related to the increase of total photosynthetic biomass, although this correlation is still weak.

The dissemination activities of the research program have been implemented in various directions, including interviews to industry and the general public, summarizing lessons learned in scientific articles and presenting the results at local and international conferences, radio and television researchers create video stories. At the end of the research program, fact sheets for each of the research topics, and the most important research findings are summarized in a monograph. Students and academic staff of other universities were involved in short-term research missions organized within the scope of the research.

The study report includes recommendations for the use of fertilizer in the forest, including the use of nitrogen fertilizer in pine and birch stands and wood ash in spruce stands in peat, if ash producers or suppliers can ensure adequate ash quality. Also, if the ash is suitable for spreading in the forest after the treatment, it can be used in combination with ammonium nitrate in drained mineral and organic soils and wet mineral soils to increase the efficiency of the fertilizer.

The evaluation of future research highlights the need to continue monitoring the environmental impact in the already established study sites in order to obtain answers to questions about the long-term impact of fertilizers, including additional increment; the evaluation of the nutritional conditions and impact of fertilizers the production-scale trials, performing elemental analyses after thinning and development of a simple and inexpensive FTIR based method for the foliage analysis; installation of complex fertilizer (NP or NPK) trials to increase fertilizer efficiency; as well as the further improvement of fertilization methods (duration of the effect of the primary fertilizer, periodicity and doses of additional fertilizer applications); recommendations for application of fertilizers including wood ash and certain micro-nutrients in recultivation of degraded territories and afforestation of farmlands.

Saīsinājumi un simboli



Saturs

[Kopsavilkums 2](#_Toc94272810)

[Summary 4](#_Toc94272811)

[Saīsinājumi un simboli 6](#_Toc94272812)

[Saturs 7](#_Toc94272813)

[Ievads 10](#_Toc94272814)

[1. Izpētes objekti un pētījuma metodika 14](#_Toc94272815)

[1.1. Izpētes objektu ierīkošana 14](#_Toc94272816)

[1.1.1. Izpētes objekti 14](#_Toc94272817)

[1.1.2. Mēslošanas un kaļķošanas līdzekļu izkliedēšana 19](#_Toc94272818)

[1.2. Darba ražīguma un izmaksu novērtējums 22](#_Toc94272819)

[1.3. Ietekmes uz vidi novērtējums 22](#_Toc94272820)

[1.3.1. Augsnes ūdens ķīmiskās un fizikālās īpašības 22](#_Toc94272821)

[1.3.2. Gruntsūdens un virszemes ūdens ķīmiskie parametri 25](#_Toc94272822)

[1.3.3. Virszemes ūdens ekoloģiskā kvalitāte 25](#_Toc94272823)

[1.3.4. Ķīmisko elementu saturs skujās un lapās 25](#_Toc94272824)

[1.3.5. Zemsedzes veģetācija 26](#_Toc94272825)

[1.3.6. Lapu laukuma indekss 28](#_Toc94272826)

[1.3.7. Fotosintētiskā aktivitāte 28](#_Toc94272827)

[1.3.8. Zemsegas un augsnes ķīmiskās īpašības 28](#_Toc94272828)

[1.4. Ietekmes uz augšanas koku gaitu novērtējums 29](#_Toc94272829)

[2. Pētījuma rezultāti 30](#_Toc94272830)

[2.1. Darba ražīguma un izmaksu novērtējums 30](#_Toc94272831)

[2.2. Ietekmes uz vidi novērtējums 31](#_Toc94272832)

[2.2.1. Augsnes ūdens ķīmiskās un fizikālās īpašības 31](#_Toc94272833)

[2.2.2. Ķīmisko elementu saturs skujās un lapās 32](#_Toc94272834)

[2.2.3. Zemsedzes veģetācija 33](#_Toc94272835)

[2.2.4. Lapu laukuma indekss 36](#_Toc94272836)

[2.2.5. Fotosintētiskā aktivitāte 37](#_Toc94272837)

[2.2.6. Zemsegas ķīmiskās īpašības 37](#_Toc94272838)

[2.2.7. Augsnes agroķīmiskās īpašības 38](#_Toc94272839)

[2.2.8. Virszemes ūdens ķīmiskās īpašības 39](#_Toc94272840)

[2.2.9. Ūdens ekoloģiskās kvalitātes indikatori 39](#_Toc94272841)

[2.2.10. Ietekme uz klimata pārmaiņām 39](#_Toc94272842)

[2.3. Ietekmes uz augšanas koku gaitu novērtējums 41](#_Toc94272843)

[2.4. Meža mēslošanas ietekme uz koksnes kvalitāti 45](#_Toc94272844)

[2.5. Sabiedrības viedokļa analīze 47](#_Toc94272845)

[2.6. Īstermiņa zinātniskās izpētes misijas 2017.-2021. gadā 48](#_Toc94272846)

[2.7. Pētījuma ietvaros sagatavoto zinātnisko un populārzinātnisko rakstu tematika un atziņas 50](#_Toc94272847)

[2.8. Pārējās publicitātes darbības 50](#_Toc94272848)

[Secinājumi un novērojumi 52](#_Toc94272849)

[Rekomendācijas 55](#_Toc94272850)

[Nākotnes pētījumu nepieciešamība 57](#_Toc94272851)

[Literatūra 58](#_Toc94272852)

Attēli

[Att. 1. Objektu izvietojums 1. darba uzdevumā. 16](#_Toc94272765)

[Att. 2. Objektu izvietojums 2. darba uzdevumā. 16](#_Toc94272766)

[Att. 3. Objektu izvietojums 3. darba uzdevumā. 17](#_Toc94272767)

[Att. 4. Objektu izvietojums 4. darba uzdevuma izpildei. 17](#_Toc94272768)

[Att. 5. Objektu izvietojums 5. darba uzdevuma izpildei. 18](#_Toc94272769)

[Att. 6. Objektu izvietojums 6. darba uzdevuma izpildei. 18](#_Toc94272770)

[Att. 7. Koksnes pelnu izkliedēšana ar LVMI Silava izstrādāto kaisītāju. 19](#_Toc94272771)

[Att. 8. Minerālmēslojuma izkliedēšana. 20](#_Toc94272772)

[Att. 9. Koksnes pelnu izkliedēšana 4. darba uzdevumā. 21](#_Toc94272773)

[Att. 10. Koksnes pelnu izkliedēšana 6. darba uzdevumā. 21](#_Toc94272774)

[Att. 11. Koksnes pelnu izkliedēšana 5. darba uzdevumā Kaigu purvā. 22](#_Toc94272775)

[Att. 12. Nokrišņu ūdens savācēju un lizimetru izvietojums parauglaukumā. 24](#_Toc94272776)

[Att. 13. Veģetācijas uzskaites parauglaukumu izvietojuma shēmas. 27](#_Toc94272777)

[Att. 15. Šenona daudzveidības indeksa salīdzinājums parauglaukumos kontroles un mēslotajās platībās darba uzdevuma grupu (1.-6.) griezumā. 35](#_Toc94272778)

[Att. 16. Sugu skaita salīdzinājums parauglaukumos kontroles un mēslotajās platībās darba uzdevuma grupu (1.-6.) griezumā. 36](#_Toc94272779)

[Att. 17. Krājas papildpieaugums dažāda vecuma priedes audzēs. 44](#_Toc94272780)

[Att. 18. Krājas papildpieaugums dažāda vecuma egļu audzēs. 45](#_Toc94272781)

[Att. 19. Saglabājušos koku skaits dažādos izmēģinājumu variantos. 46](#_Toc94272782)

[Att. 20. Mēslojuma ietekme uz taksācijas rādītājiem mēslotajās platībās. 46](#_Toc94272783)

[Att. 21. Koksnes gadskārtu blīvums mēslotajās un kontroles platībās. 47](#_Toc94272784)

[Att. 22. Koksnes relatīvā blīvuma un koku caurmēra sakarība. 47](#_Toc94272785)

[Att. 23. Par koksnes pelniem kā kaļķošanas materiālu stāsta Modris Okmanis, LTV7 raidījums Nedēļas apskats, ēterā 09.10.2016. 104](#_Toc94272786)

[Att. 24. Koksnes pelnu un minerālmēslojuma izkliedēšana, LVMI Silava sadarbība ar LVĢMC un LU Bioloģijas institūtu, LTV7 raidījums Attīstības kods, ēterā 22.07.2017. 104](#_Toc94272787)

[Att. 25. Meža ABC, Kuldīgas novada Padures pagasta "Struņķukrogā",7.‑9. minūtē Modris Okmanis stāsta par koku sugām un to īpašībām, LTV1 “Es – Savai zemītei”, ēterā 04.11.2017. 105](#_Toc94272788)

[Att. 26. Andis Lazdiņš LR1 raidījumā “Zināmais nezināmajā” diskutē par siltumnīcefekta gāzu bilanci, tostarp koku augšanas apstākļu uzlabošanas pozitīvo efektu, ēterā 23.10.2017. 105](#_Toc94272789)

[Att. 27. Stāsts par iesaisti skolu programmā “Meža ekspedīcija”, ekrānšāviņi no ReTV raidījuma 24/7 (no 17. minūtes), ēterā 30.09.2018. 106](#_Toc94272790)

[Att. 28. Par pieturu “Iepazīstam meža zinātni” un koksnes pelnu izmantošanas nepieciešamību mežaudzes ražības kāpināšanai un koku veselības saglabāšanas profilaksei vai atveseļošanai, ekrānšāviņi no LNT raidījuma “Attīstības kods”, ēterā 30.09.2018. 106](#_Toc94272791)

[Att. 29. CAR: NB-NORD Nordic-Baltic Network for Operational Research darba sanāksmē “Small machines for small trees”, par koku augšanas apstākļu uzlabošanu stāsta Andis Lazdiņš, LTV 7 kanālā raidījums „Nedēļas Apskats” ekrānšāviņi, ēterā 25.11.2018. 106](#_Toc94272792)

[Att. 30. Izstrādātu kūdrāju rekultivācijai veltīts sižets LTV1 raidījumā “Izziņas impulss” (ekrānšāviņš no LTV arhīva), ēterā 10.10.2018. 107](#_Toc94272793)

[Att. 31. Pētnieki rosina klausītājus uzlabot koku augšanas apstākļus, savlaicīgi nodrošinot tiem nepieciešamos augu barošanās elementus. Stāsts par koksnes pelnu izmantošanas potenciālu, uzverot koksnes pelnu pozitīvo ietekmi uz augsnes reakciju, tomēr pieminot arī minerālo augsnes ielabošanas līdzekļu pozitīvo ietekmi uz kokaudzēm. LR1 raidījuma “Kā labāk dzīvot” (LVMI Silava un LR1 interneta vietņu adreses), ēterā 6.11.2018. 107](#_Toc94272794)

[Att. 32. Koksnes pelnu izmantošana izstrādātu kūdrāju rekultivācijā, ekrānšaviņš no LIFE REstore video (skatīts 2018. gada, 30. decembrī). 108](#_Toc94272795)

[Att. 33. Raidījumā “Mēs ar brāli kolosāli” stāstīts par to, kā koki barojas un kā cilvēki var uzlabot to augšanas apstākļus, Ekrānšāviņi no LTV1 raidījuma “Mēs ar brāli kolosāli”, ēterā 05.2019. 108](#_Toc94272796)

[Att. 34. Mežzinātnes dienas, info “Koku augšanas apstākļu pētījumu programmas 2016.-2021. gadam”, ekrānšāviņi no Vidzemes televīzijas sižeta, ēterā 8.11.2019. 109](#_Toc94272797)

[Att. 35. Sarunas tēma “СО2 и изменение климата: с чем мы боремся и какими методами?” (CO2 emisijas, kā tās samazināt un ar kādām metodēm), tai skaitā augsnes ielabošanas līdzekļu izmantošanu, ekrānšāviņi no raidījuma “День за днем” tiešraides, ēterā 11.11.2019. 109](#_Toc94272798)

[Att. 36. Saturs raidījuma LTV1 raidījuma “Gudrs vēl Gudrāks” 12. klašu fināla jautājumam par koksnes pelnu izmantošanas pamatojumu Raidījuma “Gudrs, vēl gudrāks” ekrānšāviņš, ēterā 17.04.2020. 110](#_Toc94272799)

[Att. 37. Informācija par kokaugu augšanas apstākļu uzlabošanu “Jauno tehnoloģiju un inovāciju dienas LVMI Silava” pēcpusdienas pasākumos 2020. gada 25. septembra vakarā, TV24 kanāla raidījumā “Aktualitātes”, ēterā 03.10.2020. 110](#_Toc94272800)

[Att. 38. Televīzijas sižets par meža augšņu ielabošanu, ienesot augsnē biogēnos elementus,”LTV7 kanāla raidījumā “Nedēļas Apskats”, ēterā 25.10. 2020. 110](#_Toc94272801)

[Att. 39. Saruna par meža darbiem, tai skaitā koku augšanas apstākļu uzlabošanu rudenī, LR1 raidījumā “Kā labāk dzīvot”, tiešsaistes pieejamā ieraksta ekrānšāviņš, ēterā 30.10. 2020. 111](#_Toc94272802)

[Att. 40. “Paneļdiskusija: Izaicinājumi, saglabājot un vairojot mežaudžu kvalitāti, produktivitāti un vitalitāti”, 27.01.2021, Meža nozares zinātniskā konference, “Zināšanās balstīta meža nozare”, ekrānšāviņi, paneļdiskusijas ir pieejamas LVMI Silava mājas lapā YouTube profilā. 112](#_Toc94272803)

[Att. 41. Saruna par meža darbiem, tais skaitā koku augšanas apstākļu uzlabošanu pavasarī (15:20 min), LR1 raidījumā “Kā labāk dzīvot”, tiešsaistes pieejamā ieraksta ekrānšāviņš, ēterā 07.04.2021. 112](#_Toc94272804)

[Att. 42. LVMI Silava pētījumi meža augšanas ielabošanas jomā, viena tematiskā joma – dažādu finansējuma avotu pētījumi, Riga TV 24 kanāla raidījumā “Aktualitātes”, ēterā 21.08.2021. 112](#_Toc94272805)

[Att. 43. Dalība TV 24 raidījumā “Saimnieks. Zeme. Valsts.” tēma Koku atjaunotne un meža augšanas apstākļu uzlabošana, ēters 2021. gada 23. oktobrī;. 113](#_Toc94272806)

[Att. 44. LVMI Silava pētnieki ir sagatavojuši informatīvu video materiālu par pētījuma programmas norisi. 113](#_Toc94272807)

[Att. 45. Virtuālais materiāls – ekskursija “Koksne enerģijas ieguvei – Latvijas stāsts”, 10.2021. 114](#_Toc94272808)

[Att. 46. LVMI Silava podkāsts – Koku augšanas apstākļu uzlabošana – ieraksts 2021. gada novembra trešajā nedēļā. 115](#_Toc94272809)

Tabulas

[Tab. 1. 1967.-1973. gadā mēsloto priežu, egļu un bērzu audžu papilpieauguma uzskaites rezultāti 1979. gadā (Kāposts, 1981) 12](#_Toc94272951)

[Tab. 2. Pētījumā ietvertās darba uzdevumu grupas 14](#_Toc94272952)

[Tab. 3. Izmēģinājumu objektu raksturojums 14](#_Toc94272953)

[Tab. 4. Augsnes un nokrišņu ūdens monitoringa objekti 23](#_Toc94272954)

[Tab. 5. Augsnes un nokrišņu ūdens analīžu metodes 24](#_Toc94272955)

[Tab. 6. Augsnes un zemsegas analīžu metodes 26](#_Toc94272956)

[Tab. 8. Krājas papildpieaugums izmēģinājumu, valdošās sugas un meža tipa griezumā 43](#_Toc94272957)

[Tab. 9. Krājas papildpieauguma rādītāju kopsavilkums darba uzdevumu griezumā 44](#_Toc94272958)

[Tab. 10. Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījumu programmas 2016.-2021. gada laikā īstenotās zinātniskās izpētes misijas 49](#_Toc94272959)

[Tab. 11. Sagatavoto publikāciju un stenda referātu statistisks kopsavilkums 50](#_Toc94272960)

[Tab. 12. LVMI Silava zinātnieku iesaistes sabiedriskos pasākumos kopsavilkums 50](#_Toc94272961)

[Tab. 13. Informatīvo sižetu kopsavilkuma statistika 103](#_Toc94272962)

Ievads

Meža mēslošana ir viens no ilgtspējīgiem mežsaimniecības intensifikācijas paņēmieniem, kas var nodrošināt īpaši lielu krājas pieauguma palielinājumu boreālās un hemi-boreālās klimatiskās joslas mežos. Meža mēslošanas būtiska priekšrocība, salīdzinot ar citiem krājas pieauguma palielināšanas paņēmieniem, ir strauja iedarbība – jau 2-3 gadā pēc mēslošanas krājas papildpieaugums sasniedz maksimumu (Saarsalmi & Mälkönen, 2001). Koku augšanu boreālajos mežos nereti ierobežo slāpekļa trūkums augsnē, un slāpekļa minerālmēslojums var pat dubultot apaļo kokmateriālu iznākumu, neradot būtisku negatīvu ietekmi uz ūdeņu kvalitāti. Zviedrijas centrālajā daļā veiktos izmēģinājumos, kur eglēm ļāva augt pietiekoša mitruma un neierobežotas barības vielu pieejamības apstākļos, 10 gadus pēc izmēģinājumu uzsākšanas ikgadējais krājas pieaugums pieauga no 3 m3 ha-1 gadā kontroles parauglaukumos līdz 14 m3 ha-1 gadā mēslotajos parauglaukumos; bet Zviedrijas dienvidos ierīkotajos izmēģinājumos ikgadējo krājas pieaugums pieauga no 12 m3 ha-1 gadā kontroles parauglaukumos līdz 29 m3 ha-1 gadā mēslotajos parauglaukumos. (Bergh et al., 1999).

Latvijā meža mēslošana ražošanas apjomā uzsāka 1968. gadā, vienlaicīgi ar pētījumiem par meža mēslošanas efektu. Pētījumi par meža mēslošanu un meža mēslošana rūpnieciskā mērogā turpinājās, līdz pagājušā gadsimta astoņdesmitajiem gadiem (Kāposts, 1981). 1989. gadā meža mēslošanu oficiāli pārtrauca (Špalte, 1991), par iemeslu minot lielās aviācijas pakalpojumu izmaksas.

Saskaņā ar Latvijā veiktu pētījumu rezultātiem mēslojuma ietekmē dažādu meža tipu un koku sugu mežos veidojas 1,1-5,0 m3 ha-1 gadā krājas papildpieauguma. III-V vecumklases priedes audzēs krājas papildpieaugums mēslojuma ietekmē iepriekš veiktajos izmēģinājumos bija 1,1-5,0 m3 ha-1 gadā, IV-V vecumklases egles audzēs – 1,9-3,0 m3 ha-1 gadā, VI-VIII vecumklases bērza audzēs – 1,5‑2,5 m3 ha-1 gadā. Igaunijā veiktos pētījumos konstatēts, ka pieaugums mēslotajās priedes audzēs lānā ir 127-154%, mētrājā 127-146%, damaksnī 151%, bet augstajos purvos – 123-170% no nemēslotas audzes vidējā pieauguma. Papildpieaugums veidojas 5‑8 gadu laikā pēc mēslojuma ienešanas. Kūdreņos mēslojuma efektu būtiski ietekmē teritorijas hidroloģiskais režīms un citu stresa faktoru iedarbība. Ieteicamā mēslojuma deva ir 100-120 kg N ha-1 un 100-150 kg ha-1 P2O5. Agrāk Latvijā valdīja uzskats, ka kālija mēslojums kūdras augsnēs var būt nepieciešams tikai tad, ja izmantotas lielas fosfora un slāpekļa mēslojuma devas (Kāposts, 1981). Viršu kūdrenī ienesot N100P60K60 un N85P60K80 mēslojumu, tā iedarbība novērota 6-8 gadu laikā. Mēslotajās priedes IV un V vecumklases II bonitātes audzēs konstatēts 0,9 m3 ha-1 papildpieaugums gadā. Savukārt, mēslojot II bonitātes IV un V vecumklases priedes audzes mētru kūdrenī (devas N70P60 un N100P60K60), 6 gadu laikā ik gadu iegūstami līdz 2,6 m3 ha-1 krājas papildpieauguma (Kāposts, 1981).

Priedes jaunaudzēs optimālā mēslojuma deva, kas palielināja pieaugumu 2,5-5 reizes, satur visus 3 makroelementus – N50P100‑120K50-100 kg ha-1 vai N50P100-120K50-100 un P100‑200K100-200K50-100. Ienesot vidēja vecuma egļu audzēs N 200 kg ha-1, pieaugums turpmāko 5 gadu laikā palielinās vidēji par 18%. Nelielas mēslojuma devas (90 kg N ha-1) izmantošanas gadījumā, lielākā daļa no papildpieauguma (27,3%) veidojas pirmajā gadā pēc mēslojuma ienešanas. Mēslojuma iedarbības ilgums šajā izmēģinājumā bija 6 gadi. Palielinot mēslojuma devu, palielinās tā iedarbības ilgums un attālinās mēslojuma iedarbības kulminācijas brīdis (Rone, 1982).

Krievijā veiktu pētījumu rezultāti apstiprina Ziemeļvalstīs mežsaimniecības praksē pielietoto atziņu, ka ekonomiski efektīvākais risinājums ir pieaugušu egles un priedes audžu mēslošana 10-15 gadus pirms atjaunošanas cirtes. Egļu audzēs atkārtota mēslojuma ienešana lietderīga 10 gadus pēc iepriekšējās mēslošanas, attiecīgi, pēdējo reizi mēslojumu lietderīgi ienest 10 gadus pirms atjaunošanas cirtes (Паршевников et al., 1979).

Latvijā veiktu pētījumu rezultāti liecina, ka slāpekļa mēslojums (N80, N120, N150) 5 gadu laikā nodrošina 12-28% papildus pieaugumu (vidēji 21%), fosfora mēslojums palielina papildus pieaugumu līdz 24% (Kāposts, 1981). ASV veiktos pētījumos secināts, ka, veicot jaunaudžu un vidēja vecuma audžu mēslošanu, mazu dimensiju koku audzēs papildus pieaugums ir mazāks, tomēr kā priekšrocība minēts tas, ka mēslošanas rezultātā saīsināta aprite ļauj samazināt zaudējumus atmiruma veidā.

Būtisks koksnes kvalitātes rādītājs ir vēlīnās koksnes īpatsvars. Pētījumi Baltkrievijā pierādīja, ka vēlīnās koksnes veidošanos vairāk ietekmē mitruma režīms. Mēslošanas rezultātā vecākās egļu audzēs pieaug agrīnās koksnes īpatsvars. Pētījumā secināts, ka plantācijās ar saīsinātu aprites ciklu, var iegūt kvalitatīvāku koksni (Ипатьев & Кирова, 1977).

Zviedrijā veiktā pētījumā skaidrota mēslojuma ietekme uz bērza agrīnās koksnes veidošanos. Pētījumā secināts, ka mēslotajās platībās (deva 150 kg N ha-1) bērzam ir platākas gadskārtas un plānākas šūnu sieniņas, salīdzinot ar kontroles platībām. Pētījumā konstatēts, ka mēslotajās platībās ir nedaudz mazāks koksnes blīvums, attiecīgi, 420 kg m-3 pret 460 kg m-3. Mēslojuma ietekmi uz šūnu sieniņu biezumu raksturo nelineāri modeļi. Mēslotie koki auguši ātrāk un agrāk sasnieguši atjaunošanas cirtes caurmēra robežvērtības nekā kontroles platības. Vecuma atšķirības (izmēģinājumā nav salīdzinātas vienlaicīgi atjaunotas, bet gan līdzīgas dimensijas sasniegušas platības), iespējams, daļēji izskaidro atšķirības šūnu sieniņu biezumā. Zviedrijā veiktajā pētījumā secināts, ka meža mēslošanas nodrošinātais krājas papildpieaugums atsver nelielu koksnes blīvuma samazinājumu un rekomendē šīs prakses ieviešanu mežsaimniecībā bērza audžu apsaimniekošanā (Routa et al., 2011). Pētījumā ar Kalifornijas priedi, kuru mēsloja ar dažādām N un NP devām 7 gadus pēc mēslojuma izkliedēšanas vērtētas radiālā pieauguma struktūras izmaiņas. Mēslojums palielināja vēlīnās koksnes īpatsvaru pret agrīno koksni, tādējādi mēslotajās platībās palielinot koku blīvumu, salīdzinājumā ar kontroli. Tomēr pēc kopšanas cirtes tajos variantos, kur izmantots NP mēslojums koksnes blīvums samazinājās. Gadskārtas ar mazāku koksnes blīvumu veidojās 5 gadus, tad koksnes blīvums palielinājās. Gadskārtu platumam un koksnes blīvumam bija vāji izteikta korelācija, tāpēc pētījumā secināts, ka gadskārtu platums un koksnes blīvums ir atšķirīgas reakcijas uz mainīgiem vides apstākļiem un gadskārtu pieauguma palielināšanās pēc mēslojuma izkliedēšanas nav saistāma ar koksnes blīvuma samazināšanos (Nyakuengama et al., 2002).

Septiņdesmitajos gados veiktajos pētījumos noskaidrots, ka mazāk auglīgajos meža tipos (sils, lāns) priežu audzēs mēslojuma iedarbība turpinās 8 gadus, bet mētrājā – 6 gadus. Mazāk auglīgajos meža tipos lielāko efektu radīja N mēslojums (80‑120 kg ha‑1), kas palielināja gadskārtu pieaugumu par 130%, salīdzinot ar kontroli, un kompleksais N, P, K mēslojums (attiecīgi, 80, 80 un 120 kg ha-1), kas palielināja pieaugumu par 150%, salīdzinot ar kontroli. Ceturtās vecuma klases III bonitātes priedes audzēs mētrājā lielāko efektu rada N mēslojums (80-100 kg ha-1), kas palielina gadskārtu pieaugumu par 144%, salīdzinot ar kontroli, un kompleksais N, P, K mēslojums (attiecīgi, 80‑100, 80 un 120 kg ha-1), kas palielināja pieaugumu par 141%, salīdzinot ar kontroli. Mazāko efektu sausieņu meža tipos radīja P un K mēslojums. Atkarībā no mēslojuma veida, papildpieaugums silā un lānā priedes audzēs, kurās ienests N un N, P, K mēslojums, bija 3,2-4,0 m3 ha-1 gadā vai 25-32 kg ha-1 8 gadu laikā, bet mētrājā – 1,4-3,0 m3 ha-1 gadā (11-24 m3 ha-1 8 gadu laikā, Капостс & Сацениекс, 1977).

Minerālaugsnēs augošu egles audžu produktivitātes palielināšanai Kāposta un Sacenieka vadībā veikto pētījumu rezultātā ieteica izmantot kompleksu N, P mēslojumu (attiecīgi, 120 un 80 kg ha-1 tīrvielas), kas palielināja gadskārtu pieaugumu par 137%, salīdzinot ar kontroli, un N, P, K mēslojumu (deva, attiecīgi, 120, 80 un 60 kg ha-1), kas palielināja gadskārtu pieaugumu par 143%, salīdzinot ar kontroli. Slāpekļa mēslojums (120 kg ha-1) palielināja gadskārtu pieaugumu par 20%, salīdzinot ar kontroli. Mēslojuma iedarbība turpinājās 5 gadus, bet krājas papildpieaugums IV vecumklases egles audzēs damaksnī ir 1,2-2,7 m3 ha-1 gadā vai 7,5-13,5 m3 ha-1 5 gadu laikā (Капостс & Сацениекс, 1977). Mēslojuma iedarbība izpaudās jau pirmajā gadā pēc tā ienešanas. Pārrēķinot uz ienestā mēslojuma daudzumu, 1 m3 papildus pieauguma iegūšanai bija nepieciešami 16 kg N, 6 kg P un 4,5 kg K. Pētījumos iegūtie rezultāti attiecībā uz N efektivitāti ir līdzīgi Zviedrijā iegūtajiem datiem (15 kg N m-3). Atšķirībā no Zviedrijas Latvijā konstatēts, ka N mēslojums dod mazāku efektu nekā kompleksais mēslojums (Nordin, 2011).

Salīdzinoši labāks relatīvais mēslojuma efekts novērots bērza audzēs (VIII un VII vecumklase), izmantojot slāpekļa mēslojumu devas, kas lielākas par 100 kg ha-1, kā arī kombinējot to ar fosfora un kālija mēslojumu – papildus gadā iegūti 1,5‑2,5 m3 ha-1. Egles audzēs ievērojams produktivitātes kāpums iegūts, lietojot kombinēto mēslojumu (N80 P80 K120) un slāpekļa mēslojumu 120 un 150 kg ha-1 – IV un V vecumklasē papildus iegūti 2,2-3 m3 h-1 gadā. Izmantojot slāpekļa mēslojumu (150 un 200 kg ha-1) V vecumklases priedes audzēs, papildus iegūti 3,5 un 5 m3 ha-1 koksnes gadā (Tab. 1).

Tab. 1. 1967.-1973. gadā mēsloto priežu, egļu un bērzu audžu papilpieauguma uzskaites rezultāti 1979. gadā (Kāposts, 1981)

| Suga | Vecumklase | Meža tips | Minerālmēslojums | | | Papildpieaugums | | Ietekmes ilgums, gadi |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N | P | K | m3 ha-1 gadā | % |
| Priede | III | lāns | 75 |  |  | 1,9 | 11,9 | 10 |
| Priede | IV | mētrājs | 80 | 80 | 120 | 1,6 | 33,6 | 10 |
| Priede | V | sils | 80 | 80 | 120 | 1,2 | 32,9 | 10 |
| Egle | IV | damaksnis | 80 | 80 | 120 | 3,0 | 42,8 | 10 |
| Priede | IV | mētrājs | 85 |  |  | 2,5 | 32,2 | 5 |
| Priede | V | mētrājs | 85 |  |  | 1,1 | 22,3 | 10 |
| Bērzs | VI | vēris | 100 | 120 |  | 0,5 | 17,2 | 5 |
| Bērzs | VII | damaksnis | 100 | 120 |  | 1,5 | 75,8 | 5 |
| Egle | IV | damaksnis | 120 |  |  | 3,0 | 30,0 | 5 |
| Egle | V | damaksnis | 120 | 80 |  | 1,9 | 21,1 | 5 |
| Priede | V | mētrājs | 150 |  |  | 3,5 | 72,0 | 5 |
| Egle | V | vēris | 150 |  |  | 2,2 | 44,0 | 5 |
| Bērzs | VIII | vēris | 150 |  |  | 2,1 | 79,5 | 5 |
| Bērzs | VIII | vēris | 150 | 100 | 80 | 2,5 | 94,3 | 5 |
| Priede | V | mētrājs | 200 |  |  | 5,0 | 102,9 | 5 |

Barības vielu nodrošinājuma raksturošanai augsnes paraugu ievākšana rekomendēta aprīlī un maija pirmajā dekādē vai vēlu rudenī, uz katriem 50 ha ievācot vismaz 1‑2 paraugus no augsnes ģenētiskajiem horizontiem līdz 50 cm dziļumam (Kāposts, 1981). Faktiski, plānojot meža mēslošanu nogabalu līmenī, šāds ieteikums nav racionāls, jo vidējā nogabala platība ir 1,5-2,0 ha. Vienlaikus meža mēslošanai piemērotie nogabali, visticamāk, neatradīsies blakus, tādēļ augsnes izpēte būtu veicama katram nogabalam atsevišķi. Augsnes izpēti racionālāk aizstāt ar barības vielu nodrošinājuma tabulu izstrādāšanu dažādiem meža tipiem, paļaujoties uz vizuālām pazīmēm (pieaugums, skuju garums un krāsa), kā arī izstrādājot attālās izpētes metodes nodrošinājuma ar barības vielām raksturošanai.

Ja nepieciešams veikt meža mēslošanu, tad tas darāms veģetācijas sezonas sākumā, vēlākais jūnijā. Tehniski mēslojuma izkliedēšanu vienkāršāk veikt pēc kopšanas cirtes, taču, veicot kopšanu ziemā, mežizstrādes atliekas noteikti ir jāieklāj brauktuvēs, lai palielinātu grunts nestspēju. Mēslošanas fakts jāatzīmē meža informācijas sistēmā, lai uzkrātu informāciju par mežaudzē veiktajiem pasākumiem (Kāposts, 1981).

Veicot mežaudžu mēslošanu maksimāli iespējamajā apjomā, mežsaimniecība var sniegt būtisku ieguldījumu Valts klimata mērķu sasniegšanā 2030. gadā (līdz 50% no nepieciešamā SEG emisiju samazinājuma, jau tuvākajos gados uzsākot jaunaudžu, vidēja vecuma un pieaugušu audžu mēslošanu pēc kopšanas cirtēm). Līdz 2050. gadam zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības ZIZIMM) sektoram jānodrošina SEG emisiju samazinājums par vidēji 7 milj. tonnu CO2 ekv. gadā, kas ietver SEG emisiju samazinājumu pašā zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības sektorā, lauksaimniecības sektora radīto emisiju aizstāšanu un līdz 10% no pašreizējām pārējo tautsaimniecības sektoru radītajām SEG emisijām. Meža mēslošana, tajā skaitā ar koksnes pelniem, veicot to audzēs, kas šobrīd izmantojamas saimnieciskās darbības veikšanai, var samazināt SEG emisijas par vidēji 5 milj. tonnām CO2 ekv. gadā, kas atbilst 70% no Latvijai izvirzītajiem SEG emisiju samazināšanas mērķiem, protams, ja vienlaicīgi šajās platībās ir nodrošināta savlaicīga kopšana, atjaunošana, meliorācijas sistēmu uzturēšana un nesamazinās koksnes izmantošanas efektivitāte (koksnes produktu ar ilgu kalpošanas laiku iznākums).

# Izpētes objekti un pētījuma metodika

## Izpētes objektu ierīkošana

### Izpētes objekti

Pētījuma ietvaros ierīkotas 6 izmēģinājumu grupas dažādu mēslojuma veidu ietekmes uz priedes, egles, bērza un citu koku sugu jaunaudžu, vidēja vecuma audžu un briestaudžu augšanas gaitu un mēslojuma ietekmi uz vidi raksturošanai. Pētījuma pārskatā darba uzdevumu grupas numurētas atbilstoši Tab. 2 dotajai numerācijai. Pētījumā novērtēta slāpekļa mēslojuma, koksnes pelnu un abu šo mēslojuma veidu ietekme. Detalizēts izmēģinājumu variantu raksturojums dots pētījuma 1. etapa pārskatā (LVMI Silava, 2016).

Tab. 2. Pētījumā ietvertās darba uzdevumu grupas

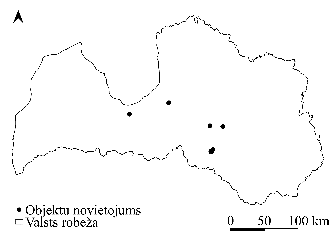
| Nr. | Darba uzdevumu grupas |
| --- | --- |
|  | Koksnes pelnu pielietošanas koku augšanas apstākļu uzlabošanai tehnisko risinājumu, saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi novērtējums |
|  | Slāpekli saturošu augsnes ielabošanas līdzekļu saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi izpēte skuju koku un bērza briestaudzēs |
|  | Dažādu slāpekli saturošu augsnes ielabošanas līdzekļu devu un atkārtotas ieneses saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi izpēte skuju koku un bērza jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs |
|  | Slāpekļa un koksnes pelnu ieneses saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi izpēte mežosar meliorētām augsnēm vidēja vecuma skuju koku un bērza audzēs |
|  | Ātraudzīgo un introducēto koku sugu krājas papildus pieauguma novērtējums, ienesot augsnē slāpekli saturošus augsnes ielabošanas līdzekļus un koksnes pelnus |
|  | Augsnes ielabošanas līdzekļu ietekmes uz ūdeņu ekoloģisko kvalitāti novērtējums |

Pētījumu programma īstenota 65 mežaudzēs ar kopējo platību 255 ha, tajā skaitā kokaugu stādījumu Kaigu purvā 9 ha platībā, LLU Zemkopības institūta apsaimniekotajās platībās Skrīveru apkārtnē ar kopējo platību 14 ha un dažādu koku sugu stādījumos 13,4 ha platībā Ķeipenes apkārtnē. Izmēģinājumu objekti pēc platības, valdošās sugas un meža tipa raksturotas Tab. 3.

Tab. 3. Izmēģinājumu objektu raksturojums

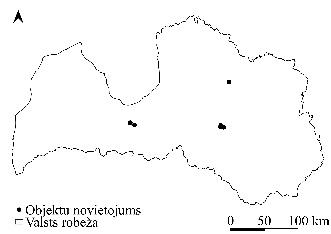
| Meža tips | Valdošā suga | Darba uzdevumu grupa, ha | | | | | | Kopā, ha |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Am | P[[1]](#footnote-1) |  |  |  | 6,0 |  |  | 6,0 |
| As | B |  |  | 2,0 | 7,8 |  |  | 9,8 |
| E | 7,5 |  | 7,0 | 5,7 | 14,0 |  | 34,2 |
| Dm | B |  | 2,8 |  |  | 4,8 |  | 7,6 |
| E | 13,7 | 3,3 | 11,4 |  |  |  | 28,4 |
| P |  | 4,1 | 19,8 |  | 8,5 |  | 32,4 |
| Ba, Ma, B, alkšņu hibrīdi, apšu hibrīdi |  |  |  |  | 14,0 |  | 14,0 |
| Dms | B |  |  | 7,8 |  |  |  | 7,8 |
| Km | P |  |  |  | 5,1 |  |  | 5,1 |
| P, B, Ma, papeles hibrīds |  |  |  |  | 9,0 |  | 9,0 |
| Kp | B |  |  |  | 9,2 |  |  | 9,2 |
| E | 7,8 |  |  | 0,9 |  |  | 8,7 |
| Ks | B |  |  |  | 2,1 |  |  | 2,1 |
| E | 5,4 |  | 2,7 | 6,3 |  |  | 14,4 |
| P |  |  |  |  |  | 6,6 | 6,6 |
| Ln | B |  |  | 1,3 |  |  |  | 1,3 |
| P |  | 3,6 | 11,3 |  | 7,8 | 11,0 | 33,7 |
| Mr | P |  |  | 3,1 |  | 2,9 |  | 6,0 |
| Pc |  |  |  |  | 3,3 |  | 3,3 |
| Vr | E |  |  | 1,6 |  |  |  | 1,6 |
| Ba, Ma, B, alkšņu hibrīdi, saldais ķirsis, apses hibrīdi |  |  |  |  | 13,4 |  | 13,4 |
| Kopā | | 34,4 | 13,8 | 68,0 | 43,1 | 77,7 | 17,6 | 254,6 |

Izpētes objekti pelnu ietekmes raksturošanai (1. darba uzdevums), kopskaitā 9, ierīkoti egles audzēs damaksnī, šaurlapju ārenī un šaurlapju un mētru kūdrenī (Att. 1). Audžu vecums no 45 līdz 55 gadiem. Izmantotā koksnes pelnu deva 2 vai 3 t ha-1. Lai pārbaudītu lielāku koksnes pelnu devu ietekmi, 3 audzēs izkliedētas, attiecīgi, 4, 6 un 8 t ha-1 koksnes pelnu. Meža mēslošana veikta 2014., 2016. un 2017. gadā. Kopējā izmēģinājumu platība 34,4 ha, tajā skaitā 15,5 ha platībā izkliedēti koksnes pelni.



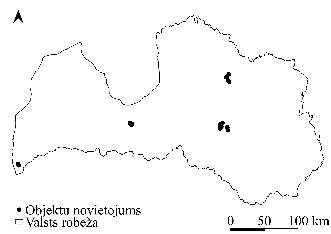
Att. 1. Objektu izvietojums 1. darba uzdevumā.

Izpētes objekti slāpekļa mēslojuma ietekmes uz skuju koku un bērza briestaudzēm (2. darba uzdevums), kopskaitā 11 (Att. 2), ierīkoti mežaudzēs lānā un damaksnī. Valdošās koku sugas šajās audzēs ir egle, priede un bērzs. Audžu vecums 70-92 gadi. Izmantotā amonija nitrāta deva 0,44 t ha-1 (150 kg N ha-1 tīrvielas). Mēslojums izkliedēts 2017. gadā. Kopējā izmēģinājumu platība ir 23,8 ha, no kuriem 10,2 ha platībā izkliedētas 2,9 tonnas amonija nitrāta. Četrās audzēs mēslojums izkliedēts taisnstūrveida parauglaukumos, pārējās platībās – vienlaidus 40 m platās joslās, kas mijas ar 40 m platām kontroles joslām.



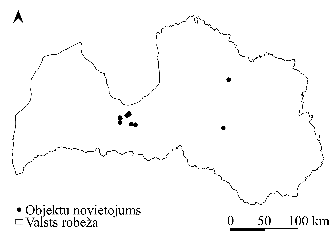
Att. 2. Objektu izvietojums 2. darba uzdevumā.

Izpētes objekti atkārtotas mēslojuma izkliedēšanas ietekmes raksturošanai (3. darba uzdevums) ierīkoti galvenokārt sausieņos, bet atsevišķi objekti atrodas slapjajā damaksnī, šaurlapju kūdrenī un šaurlapju ārenī. Pētījumā ierīkoti 22 objekti ar kopējo platību 68 ha. Mēslotā platība 17 ha. Izpētes objekti izvietoti Latvijas centrālajā un austrumu daļā (Att. 1). Valdošās koku sugas egle, priede un bērzs. Audžu vecums 29-76 gadi. Izmantotā amonija nitrāta deva 0,44 t ha-1 (150 kg N ha-1). Mēslojums izkliedēts 2017. gadā. Četrās jaunaudzēs 2015. gadā ierīkoti pilotizmēģinājumi, kur izkliedēti 100 kg N ha-1.



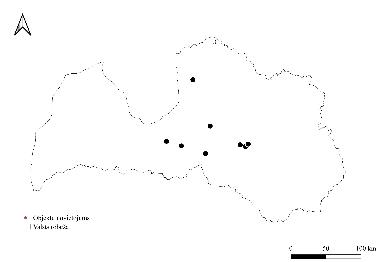
Att. 3. Objektu izvietojums 3. darba uzdevumā.

Izpētes objekti slāpekļa un koksnes pelnu ietekmes raksturošanai (4. darba uzdevums), kopskaitā 14, ierīkoti mētru un šaurlapju ārenī, kā arī mētru, šaurlapju un platlapju kūdrenī egles, priedes un bērza audzēs Latvijas centrālajā un austrumu daļā (Att. 4). Kokaudžu vecums izpētes objektos mēslojuma izkliedēšanas brīdī bija 28-67 gadi. Koksnes pelnu deva 3 tonnas ha-1 un amonija nitrāta deva – 0,44 t ha-1 (150 kg N ha-1). Mēslojums izkliedēts 2016. gada rudenī un 2017. gada vasarā. Vispirms izkliedēti koksnes pelni, bet amonija nitrāts izkliedēts nākošajā vasarā. Kopējā izmēģinājumu platība 13,8 ha, no kuriem 10,1 ha platībā izkliedētas aptuveni 0,45 tonnas amonija nitrāta (deva 440 kg ha-1) un 30 tonnas koksnes pelnu (deva 3 t ha-1).



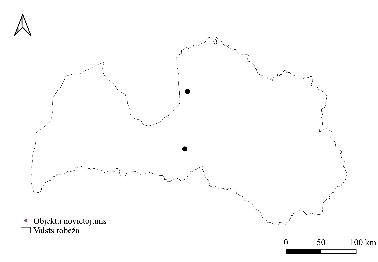
Att. 4. Objektu izvietojums 4. darba uzdevuma izpildei.

Izpētes objekti mēslojuma ietekmes uz ātraudzīgiem un selekcionētiem kokaugiem raksturošanai (5. darba uzdevums), kopskaitā 11, ierīkoti mētrājā, lānā, damaksnī, vērī un šaurlapju ārenī egles, priedes, klinškalnu priedes, bērza, baltalkšņa, melnalkšņa, saldā ķirša, apses, papeles un alkšņu hidrīdu audzēs Latvijas centrālajā un austrumu daļā (Att. 5). Kokaudžu vecums izpētes objektos mēslojuma izkliedēšanas brīdī bija 8-122 gadi. Koksnes pelnu deva izmēģinājumos 2 audzēs 3 tonnas ha-1 un amonija nitrāta deva visos objektos – 0,44 t ha-1 (150 kg N ha-1). Platībās, kur ienesti koksnes pelni, izkliedēts arī amonija nitrāts. Mēslojums izkliedēts 2017. gada vasarā. Kopējā izmēģinājumu platība ir 77,8 ha, no kuriem 30 ha platībā izkliedēts amonija nitrāts un 1 ha platībā izkliedēti koksnes pelnu (deva 3 t ha-1).



Att. 5. Objektu izvietojums 5. darba uzdevuma izpildei.

Izpētes objekti mēslojuma ietekmes uz ūdeņu ekoloģiskās kvalitātes indikatoriem raksturošanai (6. darba uzdevums) ierīkoti 2 platībās pie Aģes upes un Rūsiņupes, meža tipi – lāns un šaurlapju kūdrenis. Rūsiņupe tek paralēli mežaudzei un atrodas aptuveni 10-50 m attālumā no audzes. Ūdens ekoloģiskais monitorings veikts 300 m upes posmā pirms un 200 m upes posmā pēc audzes. Aģes upe atrodas aptuveni 1 km attālumā no mežaudzes, kur veikta koksnes pelnu izkliede. Virszemes ūdens paraugu ievākšanas ķīmiskajām analīzēm veikta grāvī, kas apvieno noteci no audzes, aptuveni 500 m attālumā no audzes. Ūdens ekoloģiskais monitorings veikts Aģes upē pirms un pēc grāvja ieteces, kas plūst no mēslotās audzes. Valdošā suga abās platībās ir priede (Att. 6). Kokaudžu vecums izpētes objektos mēslojuma izkliedēšanas brīdī bija 47 un 93 gadi. Vecākā audze ir pie Aģes upes šaurlapju kūdrenī, kur 2017. gadā izkliedēti koksnes pelni (deva 3 tonnas ha-1). Arī amonija nitrāts (deva 0,44 t ha-1) pie Rūsiņupes izkliedēts 2017. gadā. Kopējā izmēģinājumu platība ir 17,6 ha, no kuriem 3,3 ha platībā izkliedēti koksnes pelni un 5,5 ha platībā izkliedēts amonija nitrāts.



Att. 6. Objektu izvietojums 6. darba uzdevuma izpildei.

### Mēslošanas un kaļķošanas līdzekļu izkliedēšana

Pelnu izkliedēšanai 1. darba uzdevumā izmantoti lauksaimniecības traktori ar dažādiem pelnu izkliedēšanas mehānismiem, tajā skaitā LVMI Silava izstrādātais pelnu izkliedētājs uz forvardera piekabes bāzes (Att. 7).

Pelnu izkliedēšana veikta ziemā, kailsala periodā, kā arī vasarā, izmantojot gan apstrādātus, gan neapstrādātus koksnes pelnus. Izmantojot neapstrādātus pelnus, lielākā daļa pelnu nonāca uz augsnes līdz pat 3 m attālumā no tehnoloģiskā koridora malas, bet, izmantojot apstrādātus pelnus, izkliedēšanas vienmērīgums bija labāks. Pelnu izkliedēšanu apgrūtināja putekļveida daļiņu piejaukums, kas pasliktināja pelnu birstamību, bet savilgstot pelni salipa un nosprostoja izkliedētāju.



Att. 7. Koksnes pelnu izkliedēšana ar LVMI Silava izstrādāto kaisītāju.

Slāpekļa mēslojums 2. un 4. darba uzdevumā izkliedēts ar lauksaimniecības traktoram uzkarinātu izkliedētāju (ietilpība 500 kg), kas aprīkots ar manipulatoru minerālmēslojuma maisu iecelšanai (Att. 8).



Att. 8. Minerālmēslojuma izkliedēšana.

Slāpekļa mēslojums un koksnes pelni 4. darba uzdevuma audzēs ievesti ar vienu un to pašu minerālmēslu izkliedētāju, pieņemot, ka arī praksē koksnes pelnus un minerālmēslojumu ievedīs ar vienu un to pašu tehnikas vienību, taču jāņem vērā, ka amonija nitrātu un koksnes pelnus nevar jaukt kopā, jo tas palielinātu slāpekļa zudumus un, sliktākajā gadījumā, veidotos sprādzienbīstams maisījums. Mēslojuma izkliedētājs (ietilpība 500 kg) bija uzkarināts lauksaimniecības traktoram un bija aprīkots ar manipulatoru minerālmēslojuma maisu iecelšanai (Att. 9). Izmēģinājumos, izkliedējot koksnes pelnus, nācās izmantot vinču, jo izmantotā minerālmēslu izkliedētāja manipulatoram nepietika jaudas, lai ievilktu pelnu maisus izkliedētājā. Koksnes pelnu izkliedēšanas izmaksas var būtiski samazināt, ja traktors ir aprīkots ar pietiekoši jaudīgu manipulatoru un izkliedētāja kravas tilpnē var iebērt vismaz 5 tonnas pelnu. Mūsu izmēģinājumos 1 ha nokaisīšanai vajadzēja ievest 6 pelnu kravas un tikai tāpēc, ka pelnu krautuves visur atradās tieši pie mēslojamās audzes, pārbraucieni neradīja būtiskas papildus izmaksas.



Att. 9. Koksnes pelnu izkliedēšana 4. darba uzdevumā.

Koksnes pelni šaurlapju kūdrenī izkliedēti ar lauksaimniecības traktoru ar smilts kaisītāju, kas paredzēts ceļu uzturēšanai (Att. 10). Kravnesība 300 kg. Izmēģinājumos izmantoti neapstrādāti koksnes pelni ar vairāk nekā 95% par 3,15 mm mazāku daļiņu. Kaisot šādus pelnus izmēģinājumu objektā Kaigu purvā, veidojās Att. 11 redzamā aina, kas iezīmē vienu no galvenajām pelnu izkliedēšanas problēmām – putošas daļiņas, kas vai nu nokrīt aiz traktora vai izplatās ar vēju, radot potenciālas konfliktsituācijas ar vietējiem iedzīvotājiem.



Att. 10. Koksnes pelnu izkliedēšana 6. darba uzdevumā.



Att. 11. Koksnes pelnu izkliedēšana 5. darba uzdevumā Kaigu purvā.

Plašāka informācija par amonija nitrāta un koksnes pelnu izkliedēšanu un izmantojamo tehniku iekļauta pētījuma etapa pārskatos (LVMI Silava, 2016, 2018).

## Darba ražīguma un izmaksu novērtējums

Darba laika uzskaite veikta, izmantojot lauka hronometrāžas metodi. Darba laika uzskaite veikta ar Allegro laukdatoru, vispirms ar SDI, tad LVMI Silava izstrādāto hronometrāžas programmu. Atsevišķi uzskaitītās operācijas – mēslojuma iekraušana, iebraukšana audzē, mēslojuma izkliedēšana, izbraukšana no audzes, remonti un citas operācijas, kas nav saistītas ar tiešo darba pienākumu veikšanu. Vēlāk atsevišķi izdalīta garāko celmu apzāģēšana, kas atsevišķos gadījumos būtiski palielināja darba laika patēriņu meža mēslošanai. Darba laiks uzskaitīts atsevišķi operatoriem un mašīnām (kā motorstundas un faktiski hronometrētais laiks. Hronometrētais laiks atbilst laikam, kad traktora dzinējs ir iedarbināts, attiecīgi, degvielas patēriņu, kura veikta atbilstoši traktoru uzpildes datiem. Plašāka informācija par darba laika uzskaites metodēm sniegta pētījuma etapa pārskatos un tematiskajos ziņojumos (LVMI Silava, 2018; Okmanis, 2015; Okmanis et al., 2017).

Mēslojuma izkliedēšanas izmaksas vērtētas, izmantojot darba stundas izmaksu aprēķinu modeli un pieņemot, ka uz meža mēslošanu attiecināmas tikai tās pastāvīgās izmaksas, kas veidojas mēslojuma izkliedēšanas laikā, t.i. pārējā laikā tehnika nodarbināta lauksaimniecībā vai citos darbos. Pastāvīgo un mainīgo izmaksu aprēķins veikts atbilstoši pakalpojumu sniedzēju sniegtajai informācijai. Aprēķinos izmantots LVMI Silava izstrādātais modelis (Kalēja et al., 2017).

## Ietekmes uz vidi novērtējums

### Augsnes ūdens ķīmiskās un fizikālās īpašības

Augsnes ūdens un nokrišņu paraugi ievākti reizi 2 nedēļās. Audžu saraksts, kur ierīkoti ūdens monitoringa objekti, dots Tab. 4. Paraugošanas komplekts katrā parauglaukumā sastāv no 3 vakuuma lizimetru komplektiem (30 cm un 60 cm dziļumā) un trīs 1,5 m augstumā uzstādītiem nokrišņu savācējiem (Att. 12), kas izvietoti vienādā attālumā no 2‑3 tuvāk augošajiem kokiem. Nokrišņu paraugu ievākšana pārtraukta ziemas mēnešos, kad gaisa temperatūra ir zemāka par 0 °C.

Ūdens paraugos noteikta elektrovadītspēja, N, P, K, Ca, Mg, pH un DOC saturs. Analīžu metožu informācijas kopsavilkums dots Tab. 5. Pētījumā izmantotas ICP Forests meža veselības stāvokļa monitoringa metodes (Clarke et al., 2016; T. M. Nieminen et al., 2016). Analīzes veiktas LVMI Silava Meža vides laboratorijā. Visas izmantotās analīžu metodes ir laboratorijā akreditētas.

Tab. 4. Augsnes un nokrišņu ūdens monitoringa objekti

| Darba uzdevuma grupa | Audzes kods | Meža tips | | Valdošā koku suga & vecums | Monitoringa komplekti | Mēslošanas līdzekļi |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 301-209-13 | Kp | | E53 | 2 | Pelni |
| 1 | 301-231-12 | Kp | | E48 | 2 | Pelni |
| 1 | 301-228-5 | Dm | | E53 | 2 | Pelni |
| 1 | 301-221-17 | Dm | | E53 | 2 | Pelni |
| 3 | 11-18-5 | Dm | | E43 | 2 | NH4NO3 |
| 3 | 11-210-5 | Ln | | P74 | 2 | NH4NO3 |
| 3 | 21-49-14 | Dms | | B22 | 2 | NH4NO3 |
| 3 | 21-10-4 | Dm | | P29 | 2 | NH4NO3 |
| 4 | 011-187-16 | Kp | | E53 | 2 | Pelni/NH4NO3 |
| 4 | 021-32-13 | As | | B36 | 2 | Pelni/NH4NO3 |
| 4 | 609-29-33 | As | | E37 | 2 | Pelni/NH4NO3 |
| 4 | 608-29-4 | Am | | P64 | 2 | Pelni/NH4NO3 |
| 4 | 608-19-21 | Km | | P58 | 2 | Pelni/NH4NO3 |
| 4 | 609-34-24 | As | | B33 | 2 | Pelni/NH4NO3 |
| 6 | 405-421-3 | Ks | | P93 | 1 | Pelni |
| 6 | 508-230;231 | Mr | | P60 | 3 | NH4NO3 |
|  | | |  | | | | |

Att. 12. Nokrišņu ūdens savācēju un lizimetru izvietojums parauglaukumā.

Tab. 5. Augsnes un nokrišņu ūdens analīžu metodes

| Nosakāmais parametrs | Metodes standarts | Metodes princips un instruments | Metodes pielietojuma joma |
| --- | --- | --- | --- |
| pH | LVS ISO 10523 (2002) | Elektrometrija, Adrona AM 1605 | Visu veidu ūdens paraugiem pH noteikšanas robežās no pH3 līdz pH 10 |
| Elektrovadītspēja | LVS EN 27888:1993 (1999) | Tiešā elektrovadītspējas mērīšana, Jenway 470 | Visu veidu ūdens paraugiem |
| Kopējā slāpekļa (TN), kopējā oglekļa (TC), organiskā oglekļa (TOC), neorganiskā oglekļa (IC) un izšķīdušā organiskā oglekļa (DOC) noteikšana | LVS EN ISO 10304-1:2009 LVS EN 12260 (2004) LVS EN 1484:2000 (2000) | Katalītiskā sadedzināšana, infrasarkanā detektēšana, Skalar FormacsHT, FormacsTN, Elementar Vario TOC Cube | Visa veida ūdens paraugiem |
| Kopējā fosfora noteikšana | LVS EN ISO 6878 (2005) | Spektrofotometrija, Shimadzu UV - 1900 | Visa veida ūdens paraugiem |
| K, Ca, Mg noteikšana | LVS EN ISO 7980 (2000) LVS ISO 9964-3:2000 (2000) | Liesmas atomu absorbcijas spektrofotometrija, Thermo Fisher Scientific iCE3500 | Izšķīdušo metālu satura noteikšana visu veidu ūdeņos |

### Gruntsūdens un virszemes ūdens ķīmiskie parametri

Gruntsūdens monitorings veikts priedes audzē lānā, līdzās Rūsiņupei. Paraugi ievākti 3 gadus, reizi mēnesī atbilstoši metodikai LVS ISO 5667-11:2011, laika posmā 2017.-2019. gads. Kopā ievākti un izanalizēti 332 pazemes ūdeņu paraugi.

Virszemes ūdens monitorings veikts grāvī, kas akumulē noteci no priedes audzes un kas ieplūst Aģes upē. Paraugu ievākšana veikta aptuveni 500 m no audzes robežas, kur izkliedēti pelni. Savukārt Rūsiņupē monitorings veikts 300 m augšpus audzes un 200 m lejpus audzes. Paraugi ievākti divas reizi mēnesī atbilstoši metodikai LVS EN ISO 5667-6:2017, laika posmā 2017.-2019. gads. Šajā laika posmā ievākti un izanalizēti 67 ūdens paraugi no grāvja un 136 ūdens paraugi no Rūsiņupes.

Lauka apstākļos noteikti šādi parametri: ūdens temperatūra, elektrovadītspēja, pH. Laboratorijā noteikta izšķīdušā organiskā oglekļa, kālija, kopēja fosfora un kopējā slāpekļa koncentrācija.

### Virszemes ūdens ekoloģiskā kvalitāte

Virszemes ūdens ekoloģiskās kvalitātes monitorings veikts 4 gadus, laika periodā 2017.-2020. gads.

Pētījumā izmantota Latvijas upju makrofītu metode (Uzule un Jēkabsone, 2016), kas ir starptautiski atzīta un interkalibrēta metode, ko izmanto arī Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs Virszemes ūdeņu monitoringa ietvaros. Metode paredz noteikt visas konkrētajā upes posmā sastopamās makrofītu sugas, tajā skaitā, visas virsūdens, iegremdētās, peldlapu un brīvi peldošo makrofītu sugas, kā arī pavedienveida aļģes un ūdens sūnaugus. Sastopamās makrofītu sugas un katras sugas projektīvo segumu nosaka 100 m garā upes posmā.

Bezmugurkaulnieku paraugi ievākti pēc Latvijas Virszemes ūdeņu monitoringā izmantotās metodes, kas ir piemērota Latvijas apstākļiem 3. – 6. upju tipam un ir starptautiski interkalibrēta 2016. gadā (Ozoliņš and Skuja, 2016). Katra paraugu ievākšanas vietā izvēlēts 10 m garš reprezentatīvs upes posms, novērtēti dominējošie grunts substrāta tipi, katrā paraugu ievākšanas vietā ar skrāpi ievākti pieci atkārtojumi upes posmam raksturīgākajos grunts substrātos. Atbilstoši metodikai, atsevišķie paraugi vēlāk apvienoti vienā paraugā un analizēti laboratorijā. Aģes upe ir vidēja izmēra ritrāla upe (3. tips), un tās kvalitātes vērtēšanai izmantots Latvijas upju bezmugurkaulnieku multimetriskais indekss (LMI). Rūsiņupe ir maza, potamāla tipa upe (2. tips), un tās ekoloģiskās kvalitātes vērtēšanai izmantota Igaunijā interkalibrēta metode (Timm ja Vilbaste, 2010).

Kramaļģu paraugi ievākti atbilstoši standartam LVS EN 14407:2014 Ūdeņu kvalitāte. Vadlīnijas bentonisko diatomeju paraugu no upēm un ezeriem identifikācijai un skaitīšanai. Aģes upē, augšpus grāvja, paraugi ievākti no vidēja lieluma akmeņiem (15 - 30 cm), savukārt, lejpus grāvja – no akmeņiem un koksnes. Rūsiņupē, gan augšpus, gan lejpus mežaudzes paraugi ievākti no ūdenī esošās koksnes. Upju ekoloģiskā kvalitāte novērtēta, izmantojot diatomeju (kramaļģu) indeksus.

### Ķīmisko elementu saturs skujās un lapās

Koku vainaga materiāls ievākts, pētījumu uzsākot (pirms mēslojuma izkliedēšanas, 2016. un 2017. gadā), un pēc mēslojuma ienešanas (2018. un 2019. gads). Paraugu ievākšana veikta visos izmēģinājumu objektos, katrā parauglaukumā. Paraugi ievākti no trim 1. stāva kokiem katrā parauglaukumā. Paraugi ievākti no koku vainaga augšējās trešdaļas no labi apgaismotiem zariem. Kopumā pētījumā ievākti 2064 lapu un skuju paraugi. Paraugu ievākšanai izmantots alpīnistu aprīkojums. Paraugu ievākšana un analīzes veiktas atbilstoši ICP Forests meža veselības monitoringa metodikai (Rautio et al., 2020). Analīžu metodes apkopotas Tab. 6.

Tab. 6. Augsnes un zemsegas analīžu metodes

| Nosakāmais parametrs | Metodes standarts | Metodes princips un instruments | Metodes pielietojuma joma |
| --- | --- | --- | --- |
| Paraugu sagatavošana | ISO 11464 | Atbilstoši ICP Forests prasībām, paraugu mineralizācija, izmantojot mikroviļņu mineralizācijas metodi | Skuju un lapu paraugi |
| Mitruma satura noteikšana | ISO 11465 | Gravimetriski pēc žāvēšanas 105 oC temperatūrā, elementu analīzēm izmanto 70 oC temperatūrā žāvētus paraugus, Sartorius AX224 | Skuju un lapu paraugi |
| Kopējā un organiskā oglekļa noteikšana | ISO 10694 | Elementanalīze, Elementar EL Cube | Skuju un lapu paraugi |
| Kopējā slāpekļa noteikšana[[2]](#footnote-2) | ISO 11261;  LVS ISO 10694:2006 ISO 15178:2000 LVS ISO 13878:1998 | Modificētā Kjeldāla metode, sausā dedzināšana – elementanalīze, FoodALYT SBS 2000, D5000, Elementar EL Cube | Skuju un lapu paraugi |
| Fosfora noteikšana | LVS EN 14672:2006 L LVS ISO 11466:1995 | Spektrofotometrija, Shimadzu UV - 1900 | Skuju un lapu paraugi |
| Slāpekļskābes izvilkuma analīzes (Ca, K, Mg) | ISO 11466 | Liesmas atomu absorbcijas spektrofotometrija, Thermo Fisher Scientific iCE3500 | Skuju un lapu paraugi |

### Zemsedzes veģetācija

Ierīkojot parauglaukumus veģetācijas uzskaitei, vadījās pēc ICP Forests intensīvā monitoringa (II līmeņa) vadlīniju metodikas. ICP Forests vadlīnijās definēts, ka intensīvā monitoringa parauglaukumos kopējā minimālā obligātā paraugošanas platība ir 400 m2. Šo platību var sasniegt arī, izmantojot atsevišķus mazākus parauglaukumus ar brīvi izvēlētu formu un izmēru, ja tie ir reprezentatīvi parauglaukumam.

Veģetācijas uzskaitei parauglaukumi ierīkoti trīs izvietojumos:

1. trīs 1 m2 lieli uzskaites dubultlaukumi regulārā tīklā 24 m2 platībā (Att. 13 A);
2. vienādmalu trīsstūru veidā izvietoti uzskaites laukumi (Att. 13 B), kura pamatnes orientētas vienā virzienā perpendikulāri augsnes ielabošanas līdzekļu izkliedes parauglaukuma malai;
3. divi 100 m2 kvadrātveida parauglaukumi, kuru teritorijā papildus ierīkoti četri 1m2 parauglaukumi teritorijas katrā stūrī, kā arī 1m2 parauglaukumu teritorijas centrā (Att. 13 C).

Veģetācijas uzskaites laukumi novietoti vismaz 5 m no izmēģinājumu objekta malas vai vismaz 25 m attālumā no mežaudzes malas.

|  |  |
| --- | --- |
| **A** | **B** |
| C  **10 m**  **10 m**  **1 m** | |

Att. 13. Veģetācijas uzskaites parauglaukumu izvietojuma shēmas.

Zemsedzes veģetācijas aprakstam izmantotas meža veselības stāvokļa monitoringa programmas (ICP Forests[[3]](#footnote-3)) metodes, ko jau 30 gadus pielieto lielākajā daļā Eiropas valstu. Veģetācijas aprakstā atspoguļo projektīvo segumu, veģetācijas slāni veidojošos komponentus iedalot 4 stāvos: 1) sūnu stāvs (ķērpji un sūnas); 2) lakstaugu stāvs (lakstaugi, kā arī koku sējeņi, sīkkrūmi un dzīvnieku nokostie kociņi, kas īsāki par ≤ 0,5m); 3) krūmu stāvs (> 0,5 m augstumā); 4) koku stāvs (> 5 m augstumā). Veģetācijas uzskaitē katrai sugai projektīvo segumu novērtē vizuāli robežās no 0 līdz 100%. To veic divi pieredzējuši novērotāji.

Kopumā veģetācijas uzskaite veikta 32 mežaudzēs, kas līdzvērtīgi pārstāv dažādus izmēģinājumu variantus un koku sugas un Ķeipenes kokaugu stādījumā. Ievāktie projektīvā seguma dati izmantoti, nosakot ietekmi uz sugu sastāvu, skaitu un daudzveidību, katras sugas sastopamību un izplatību.

### Lapu laukuma indekss

Lapu laukuma indeksa (LLI) mērījumi veikti 2018. un 2019. gadā. Atsevišķās audzēs atkārtoti mērījumi veikti 2021. gadā, izmantojot mehānisku lēcu aizsegu, kas aiztur 75% gaismas. Dati ievākti vasaras otrajā pusē (augusta otrā puse, septembra sākums), izmantojot LI-COR mērierīci LAI-2200C, kas sastāv no vadības konsoles un diviem sensoriem. Ar vienu sensoru mērījumus veic audzei tuvākajā izcirtumā vai klajumā (A, *above* jeb mērījumi virs veģetācijas), savukārt ar otru sensoru – attiecīgajos parauglaukumos mežaudzē (B, *below* jeb mērījumi zem koku vainagiem). Mērījumi veikti visās audzēs katrā parauglaukumā 9 mērījumu punktos, kas veido taisnstūri ap parauglaukumu robežām. Mērījumu datu apstrādei un vidējo LLI vērtību aprēķināšanai katram parauglaukumam izmanto datorprogrammu FV2200. Lai mazinātu kļūdas, kas varētu rasties blakusesošu izcirtumu, lielāku klajumu un koku stumbru ietekmē, veicot LLI vērtību korekciju, no aprēķiniem izslēdz leņķus 53º un 68º.

### Fotosintētiskā aktivitāte

2019. gadā patiesais fotosintēzes ātrums kūdras purvā stādītajiem kokiem noteikts ar *Bioscietific Ltd*. *Lcpro-SD* fotosintētiskās un transpirācijas mērīšanas iekārtu, izmantojot klimata kameru ar iestatītu 25° C temperatūru un 1500 μmol m−2 s−1 fotosintētiski aktīvās gaismas intensitāti, lai nodrošinātu konstantus vides apstākļus.

Fotosintētiskās aktivitātes mērījumi 2020. gadā veikti, izmantojot LCpro-SD fotosintētiskās aktivitātes mērītāju. Iekārtas kamera ir aprīkota ar infrasarkano staru gāzu analizatoru, gaismas avotu, termometru un diviem ūdens tvaika sensoriem. Veicot mērījumu, kontrolējām un pielāgojām vides CO2 koncentrāciju, mitrumu, gaismas intensitāti un temperatūru. No detektētajām CO2 un H2O koncentrāciju izmaiņām ierīce aprēķina fotosintēzes un transpirācijas intensitāti.

### Zemsegas un augsnes ķīmiskās īpašības

Augsnes un zemsegas paraugi ievākti visos izpētes objektos katrā no monitoringa parauglaukumiem (kopā 344 parauglaukumi) 2 atkārtojumos pirms un pēc mēslojuma ienešanas. Pirms mēslojuma ienešanas (2016. gads, izņemot platības, kur mēslojums ienests ātrāk) paraugi ievākti ziemeļu un dienvidu virzienā 13-15 m attālumā no parauglaukuma centra. Pēc mēslojuma ienešanas (2019. gads) paraugi ievākti austrumu un dienvidu virzienā 13-15 m attālumā no parauglaukuma centra. Augsnes paraugi ievākti 0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm un 40-80 cm dziļumā, vienlaicīgi ievācot sajauktus paraugus ķīmisko un fizikālo īpašību noteikšanai un noteikta tilpuma (100 cm3) paraugi augsnes blīvuma noteikšanai. Zemsegas paraugi ievākti pēc iespējas tuvāk augsnes paraugu ievākšanas vietai ar 10 x 10 cm zondi visā zemsegas slāņa biezumā, vienlaicīgi nosakot zemsegas biezumu. Ja zemsegas slānis ir plāns un noteikta laukuma (100 cm2) parauga dabiski mitra masa ir mazāka par 300 g, turpat blakus ievāc sajauktus zemsegas paraugus (vismaz 300 g dabiski mitras masas) ķīmisko īpašību analīzēm. Pētījuma ietvaros 344 parauglaukumos ievākti 5504 augsnes un 1376 zemsegas paraugi, kopā 6880 paraugi.

Pētījumā izmantotās paraugu ievākšanas un analīžu metodes atbilst ICP Forests meža veselības monitoringa metodikai (Cools & de Vos, 2020; Pitman et al., 2010). Izmantoto augsnes un zemsegas analīžu metožu kopsavilkums dots Tab. 6. Analīzes veiktas LVMI Silava Meža vides laboratorijā. Visas pētījumā izmantotās analīžu metodes ir laboratorijā akreditētas.

## Ietekmes uz augšanas koku gaitu novērtējums

Mežaudžu taksācijas rādītāji noteikti atbilstoši ICP Forests metodikai 2. līmeņa parauglaukumiem (Dobbertin & Neumann, 2020), ierīkojot apļveida monitoringa parauglaukumus pastāvīgiem koku augšanas mērījumiem. Visi koki parauglaukumā ir numurēti un fiksēti koordinātēs.

Atkarībā no mēslotās joslas konfigurācijas, izpētes objektos ierīkoti apļveida parauglaukumi ar 200 m2 vai 500 m2 laukumu. Visos parauglaukumos pirms mēslojuma izkliedēšanas (2015. un 2016. gads, izņemot platības, kurās mēslojums izkliedēts ātrāk) uzmērīti visi dzīvie koki un stāvošie sausokņi, kuru caurmērs 1,3 m augstumā pārsniedz 4 cm. Visās audzēs pirms mēslojuma izkliedēšanas veiktas krājas kopšanas cirtes, izzāģējot mazāko dimensiju kokus, tāpēc paaugas un pameža koki nav uzskaitīti un mērīti. Koku augstumlīkne veidota katrai audzei atsevišķi, uzmērot katrā audzē vismaz 30 valdošās sugas kokus, tajā skaitā 20 kokus dominējošās caurmēra pakāpēs, 5 tievākos un 5 resnākos kokus. Mistrotās audzēs augstumlīknes veidotas visām izplatītākajām sugām. Retāk sastopamo sugu kokiem augstumlīknes nav veidotas, bet ir uzmērīts visu koku augstums. Pēc mēslojuma izkliedēšanas (2019. un 2020. gadā) veikta atkārtota visu parauglaukumu uzmērīšana, nosakot visu iepriekš uzmērīto koku likteni un caurmēru. Koku augstumlīknes pēc mēslošanas veidotas atsevišķi mēslotajiem un kontroles laukumiem. Kopējais pētījuma ietvaros uzmērīto koku skaits 19275 gab., attiecīgi, kopā pirms un pēc mēslojuma izkliedēšanas veikti 38550 koku caurmēra mērījumi.

Pēc mēslojuma izkliedēšanas, papildus koku caurmēra un augstuma mērījumiem, ievākti radiālā pieauguma paraugi. Katrā parauglaukumā ievākti 10 radiālā pieauguma paraugi (kopā datu analīzē ietverti 3440 radiālā pieauguma urbumu paraugi). Radiālā pieauguma urbumi ievākti virzienā no parauglaukuma centra, lai paraugā būtu redzamas vismaz 15 pēdējās gadskārtas. Radiālā pieauguma urbumu analīzei izmantota *WinDendro* programma. Pētījumā salīdzinātas gadskārtas, kas veidojušās pēc mēslojuma izkliedēšanas (pilnas veģetācijas sezonas) un 5 gadus pirms mēslojuma izkliedēšanas. Pēc uzmērīto koku iesiešanas koordinātēs izmantota programmas QGIS *Nearest neighbour* funkcija, lai noteiktu vidējo attālumu līdz 3 tuvākajiem kokiem, kā arī līdz tuvākajam blakus augošajam kokam. Šie dati vēlāk izmantoti, lai raksturotu audzes biezuma un krājas papildpieauguma veidošanās sakarības.

# Pētījuma rezultāti

## Darba ražīguma un izmaksu novērtējums

Darba ražīguma uzskaite visos pelnu izkliedēšanas izmēģinājumos, strādājot ar vienu tehnikas vienību (minerālmēslu izkliedētājs ar manipulatoru) un divām tehnikas vienībām (izkliedētājs un iekrāvējs). Izmantojot lauksaimniecības traktoru ar piekabi (kravnesība 5 tonnas) un traktoru iekrāvēju pelnu maisu iecelšanai, izkliedēšanas ražīgums 0,6 ha stundā, bet koksnes pelnu izkliedēšanas izmaksas, atbilstoši 2016. gada pakalpojumu cenām, 79 EUR ha-1, vienas maiņas laikā izkliedējot 40-80 tonnas pelnu. Izmantojot traktoru, kas aprīkots ar hidromanipulatoru, kas var patstāvīgi uzpildīt izkliedētāja tvertni, izmaksas pelnu izkliedēšanai samazinātos līdz 44 EUR ha-1. Ņemot vērā degvielas un darbaspēka izmaksu pieaugumu, 2020. gada lauksaimniecības pakalpojumu cenās pelnu izkliedēšanas pašizmaksa ir aptuveni 60 EUR ha-1. Somijā pelnu izkliedēšana mežā 2016. gada cenās maksā 60-80 EUR ha-1. Ja alternatīvais risinājums ir pelnu deponēšana (izmaksas 2020. gadā vidēji 40 EUR par tonnu), pelnu ražotājs var samazināt izmaksas pelnu apsaimniekošanai vismaz 3 reizes, tos reģistrējot VAAD kā kaļķošanas materiālu un izkliedējot mežā. Izmaksu samazinājums nodrošina arī līdzekļu rezervi pelnu apstrādes risinājumu (vienkārša cietināšana vai granulēšana, ja izejvielu kvalitāte to pieļauj) ieviešanai. Somijā papildus izmaksas pelnu apstrādei ar cietināšanas metodi ir 1-2 EUR ha- 1. Plašāka informācija par darba ražīguma novērtēšanas izmēģinājumiem pieejama pētījuma etapa pārskatā un iepriekš veikto pētījumu rezultātos (LVMI Silava, 2018; Okmanis, 2015; Okmanis et al., 2015).

Slāpekļa mēslojuma izkliedēšanas darba ražīguma uzskaite veikta visos izmēģinājumos, īstenojot 2. un 6. darba uzdevumu. Vidēja vecuma audzes un jaunaudzes, kurās mēslojums ienests 3. darba uzdevuma ietvaros, vērtētas atsevišķi. Vidējais darba ražīgums izmēģinājumos bija vidēji 1,8 ha h-1. Mēslojuma izmaksas uz 1 ha, atbilstoši 2016. gada cenām, 95 EUR, bet mēslojuma izkliedēšanas izmaksas – 16-32 EUR ha-1, atkarībā no cirsmu izvietojuma un citiem faktoriem (LVMI Silava, 2018).

Jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs (3. darba uzdevums) darba ražīgums izmēģinājumos bija vidēji nedaudz lielāks – 1,9 ha h-1. Mēslojuma izmaksas uz 1 ha 2016. gada cenās ir 95 EUR, bet mēslojuma izkliedēšanas pašizmaksa – 24 EUR ha-1, atkarībā no cirsmu izvietojuma un citiem faktoriem. Mēslojuma izkliedēšanas izmaksu aprēķinā nav ietverta tehnikas pārvietošana starp mežaudzēm un dīkstāves, kas saistītas ar mēslojuma piegādes aizkavēšanos vai nelabvēlīgiem laika apstākļiem. Kopējās mēslojuma izkliedēšanas pašizmaksas, atbilstoši pētījuma rezultātiem, ieskaitot mēslojumu, 2016. gada cenās vidēji 119 EUR ha-1. Pieņemot, ka mēslojumu ienes 3 reizes, kopējā mēslošanas pašizmaksa 2016. gada cenās 357 EUR ha-1, bet prognozējamais krājas papildpieaugums 1 aprites laikā – 30-45 m3 ha-1 (LVMI Silava, 2018). Papildpieauguma vērtība 2016. gada kokmateriālu cenās (vidēji 45 EUR m-1) ir 2030 EUR ha-1. Pieņemot, ka pelnu izkliedēšanas izmaksas ir 120 EUR ha-1 (2016. gada rādītāji), bet mežizstrādes, transportēšanas, pārdošanas un pārējās pieskaitāmās izmaksas ir 45% no kokmateriālu vērtības, papildpieauguma vērtība ir 740 EUR ha-1.

Ienesot koksnes pelnus un slāpekli, izmantota citāda pieeja, plānojot abus mēslojuma veidus ienest ar vienu un to pašu tehnikas vienību. Minerālmēslu izkliedēšanas ražīgums izmēģinājumos bija vidēji 1,8 ha h-1, attiecīgi, mēslojuma izmaksas uz 1 ha 2016. gada cenās 95 EUR, bet mēslojuma izkliedēšanas pašizmaksa – vidēji 26 EUR ha-1. Koksnes pelnu izkliedēšanas ražīgums izmēģinājumos bija 0,61 ha h-1, pašizmaksa izmēģinājumu veikšanas laikā 2017. gada cenās – 41 EUR ha-1. Kopējās koksnes pelnu un minerālmēslu izkliedēšanas izmaksas, atbilstoši 2016.-2017. gada cenām, izmēģinājumos bija 162 EUR ha-1. Šis izmēģinājums pierādīja, cik nozīmīga ir koksnes pelnu apstrāde un ka minerālmēslu izkliedētājiem piemēroti tikai granulēti koksnes pelni (Okmanis et al., 2017). Granulēšanai piemēroti pelni, kas iegūti verdošā slāņa katlos. Kustīgo ārdu katlos saražoto pelnu granulēšanu apgrūtina rupjie piemaisījumi un neviendabīgais ķīmiskais sastāvs (Ca un Mg saturs), kas traucē vienmērīgu sacementēšanos.

## Ietekmes uz vidi novērtējums

Ietekmes uz vidi novērtējumā raksturota mēslojuma ietekme uz augsnes ūdens un virsūdeņu ķīmiskajām un fizikālajām īpašībām, ķīmisko elementu saturu skujās un lapās, zemsedzes veģetācijas sastāvu un projektīvo segumu, lapu laukuma indeksu, fotosintētisko aktivitāti, ķīmisko elementu saturu zemsegā un augsnē, virszemes ūdens ekoloģiskajiem indikatoriem, kā arī ietekmi uz klimata pārmaiņām.

### Augsnes ūdens ķīmiskās un fizikālās īpašības

Vērtējot augsnes ielabošanas līdzekļu izmantošanas mežā ietekmi uz vidi, būtiski novērtēt ietekmi uz augsnes ūdens un gruntsūdens ķīmiskajiem parametriem (Clarke et al., 2018; Renou-Wilson & Farrell, 2007). Nav konstatēta būtiska koksnes pelnu izkliedes ietekme uz augsnes ūdens pH, kaut gan atsevišķās egles audzēs damaksnī noteikta lielāka augsnes ūdens vidējā pH vērtība koksnes pelnu ieneses parauglaukumos. Lai arī atsevišķos izpētes objektos slāpekļa minerālmēslojuma ieneses platībās noteikta mazāka augsnes ūdens pH vērtība, tomēr vidējais augsnes ūdens pH amonija nitrāta ieneses parauglaukumos ir augstāks nekā kontroles parauglaukumos. Attiecīgi šajā pētījumā nav konstatēta augsnes ūdens paskābināšanās amonija nitrāta ieneses rezultātā. Koksnes pelnu ieneses platībās noteikta lielāka vidējā DOC koncentrācija, tomēr virszemes ūdenī (grāvī ) nav noteikta palielināta DOC koncentrācija, kas nozīmē, ka C neizskalojas no mežaudzes. Attiecīgi šī pētījuma rezultāti saskan arī zinātniskā literatūrā atrodamu atziņu par koksnes pelnu izmantošanas ietekmi uz C izskalošanos no augsnes (Karltun et al., 2008). Lai arī K ātrāk atbrīvojas no izkliedētiem koksnes pelniem kā citi elementi, koksnes pelnu izkliedes parauglaukumos noteikta būtiski mazāka K koncentrācija augsnes ūdenī nekā kontroles parauglaukumos, attiecīgi, šajās audzēs nav konstatēta koksnes pelnu izmantošanas ietekme uz K ieskalošanos augsnes ūdenī. Tas skaidrojams ar salīdzinoši nelielu koksnes pelnu devu un lielāku barības vielu patēriņu, palielinoties krājas pieaugumam, kā rezultātā apmaiņas K saturs augsnes ūdenī. Savukārt platībās, kur papildus koksnes pelniem izmantots arī slāpekļa minerālmēslojums, noteikta lielāka K koncentrācija, lai gan atšķirība ir statistiski nebūtiska. Līdzīgi koksnes pelnu izmantošanas rezultātā nav konstatēta ietekme uz vidējās PO43- koncentrācijas palielināšanos augsnes ūdenī. Noteikta nedaudz lielāka PO43- koncentrācija augsnes ūdenī 60 cm dziļumā, par ko ziņojusi arī Piirainen (2001) kombinētu augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses platībās, bet tā kā P atbrīvojas lēnāk no koksnes pelniem nekā K, Ca un Mg. Koksnes pelnu izkliedes parauglaukumos noteikts salīdzinoši augstāks vidējais Ca saturs augsnes ūdenī nekā kontroles parauglaukumos, ko, iespējams, var saistīt ar koksnes pelnu ietekmi. Konstatēta arī nedaudz augstāka Mg koncentrācija augsnes ūdenī līdz 30 cm dziļumam, koksnes pelnu un kombinētu augsnes ielabošanas līdzekļu izkliedes parauglaukumos (1. un 4. darba uzdevums). Gan koksnes pelnu, gan slāpekļa minerālmēslojuma izmantošanas rezultātā augsnes ūdenī pieaug NKOP un NO3- koncentrācija, kas saskan arī ar citu pētījumu rezultātiem (Fransman & Nihlgård, 1995; Ludwig et al., 2002), un līdz ar to kokiem ir vairāk pieejams slāpeklis. Palielinātās koncentrācijas samazinās 2-3 mēnešu laikā un paliek nedaudz augstākā līmenī kā kontroles platībā. Lai nepārvērtētu augsnes ielabošanas līdzekļu ietekmi NKOP koncentrāciju augsnes ūdenī, nepieciešams turpināt augsnes ūdens monitoringu.

Papildus augsnes ūdens monitoringam mežaudzēs veikts arī vainaga caurteces monitorings, aprēķinot elementu ienesi ar atmosfēras nokrišņiem. Aprēķinot NKOP ieneses summu un salīdzinot ar vidējo NKOP Eiropas mežos, secināts, ka pētījuma programmā noteikta salīdzinoši mazāka ienese nekā vidēji skuju koku mežos Eiropā (Kristensen et al., 2004). Turklāt, lai arī vidējā elementu atmosfēras ienese mainās līdz ar reģionu, konstatēts, ka daļā Ziemeļamerikas rietumdaļā, Somija un Zviedrijas ziemeļos atmosfēras ienese nekompensē slāpekļa zudumus mežaudzē pēc mežizstrādes (Paré & Thiffault, 2016). Trīs mežaudzēs kūdreņos, kur ienesti koksnes pelni vai papildus pelniem arī amonija nitrāts, konstatētas vairākas būtiskas (p < 0,05) sakarības starp vainaga caurteces ūdens un augsnes ūdens ķīmiskajiem parametriem (Karklina et al., 2021), kas norāda arī uz ieneses ar atmosfēru ietekmi uz elementu apriti meža ekosistēmā.

Detāls 4 gadu augsnes ūdens monitoringa rezultātu apraksts atkarībā no izmantotā augsnes ielabošanas līdzekļa, meža augšanas apstākļu tipa un parauglaukuma veida dots KAAUP etapa pārskatā par 2021. gadu (LVMI Silava, 2021), savukārt 4 gadu augsnes ūdens monitoringa rezultāti KAAUP darba uzdevuma grupu ietvaros doti KAAUP etapa pārskatā par 2020. gadu (LVMI Silava, 2020b). Augsnes ūdens 3 gadu monitoringa ķīmisko rādītāju izmaiņas laika skalā un papildus NKOP ieneses no atmosfēras aprēķins pieejams KAAUP etapa pārskatā par 2019. gadu (LVMI Silava, 2020a).

### Ķīmisko elementu saturs skujās un lapās

Koku skuju un lapu ķīmiskā sastāva analīzes palīdz novērtēt mežaudzes nodrošinājumu ar nepieciešamiem elementiem. Slāpekļa minerālmēslojuma un kombinētu augsnes ielabošanas līdzekļu izkliedes parauglaukumos (2., 3. un 4. darba uzdevums) noteikts būtisks pieaugums (p < 0,01) vidējā NKOP koncentrācijā skujās un lapās, turklāt neliels pieaugums NKOP koncentrācijā noteikts arī koksnes pelnu ieneses platībās (1. darba uzdevums). Turklāt, salīdzinot ar datiem, kas iegūti 5 gadus pirms augsnes ielabošanas līdzekļu izkliedes, noteikta sakarība starp krājas pieaugumu un NKOP saturu skujās pēc mēslojuma izkliedes. Visciešākā sakarība atrasta 2. darba uzdevuma grupas izmēģinājuma objektos. Attiecīgi var secināt, ka amonija nitrāta izkliedei ir pozitīva ietekme uz mežaudžu nodrošinājumu ar slāpekli. Vērtējot vidējo K, P, Ca un Mg satura izmaiņas skujās koksnes pelnu ieneses platībās, nav konstatēts šo elementu satura pieaugums. Tomēr vērtējot rezultātus atsevišķu pētījuma objektu ietveros, daļā mežaudžu kūdreņos un sausieņos noteikts lielāks šo elementu saturs egļu skujās koksnes pelnu ieneses parauglaukumos. Savukārt kombinētu augsnes ielabošanas līdzekļu eksperimenta objektos mežaudzēs ar meliorētām augsnēm noteikts lielāks vidējais K un P saturs skujās un lapās. Koksnes pelni, atkarībā no to apstrādes pirms izkliedes mežaudzē, pakāpeniski atbrīvo tajos saistītos elementus, tādēļ svarīgi veikt atkārtotu skuju un lapu paraugu ievākšanu, lai novērtētu izmaiņas nodrošinājumā ar elementiem.

Skuju un lapu ķīmiskā sastāva analīžu rezultātu apraksts atkarībā no izmantotā augsnes ielabošanas līdzekļa, meža augšanas apstākļu tipa un parauglaukuma veida dots KAAUP etapa pārskatā par 2021. gadu (LVMI Silava, 2021). Savukārt skuju un lapu ķīmiskā sastāva salīdzinājums starp parauglaukumiem katra ierīkotā objekta ietvaros atkarībā no pētījuma programmas darba uzdevuma grupas dots etapa pārskatā par pētījuma 2020. gada rezultātiem (LVMI Silava, 2020b).

### Zemsedzes veģetācija

Pirmajā darba uzdevumu grupā nav konstatēta būtiska pelnu ietekme uz zemsedzes veģetācijas sugu sastāvu. Vienā Kp audzē konstatēts lielāks projektīvais segums atsevišķām nitrofilām un eitrofiem augšanas apstākļiem raksturīgām sugām. Arī otrajā darba uzdevumu grupā sugu sastāvs gan kontroles parauglaukumos, gan parauglaukumos, kur ienests amonija nitrāts, joprojām atbilst attiecīgajiem meža tipiem un nav novērota būtiska nitrofilo sugu seguma palielināšanās. Trešajā darba uzdevumu grupā, iespējams, slāpekļa ienese radījusi labvēlīgākus apstākļus graudzālēm un nitrofilajām augu sugām. Ln un Dm audzēs vērojama lielāka atsevišķu graudzāļu sastopamība un lielāks to projektīvais segums. Vienā no Dms audzēm konstatēta atsevišķu nitrofilo sugu parādīšanās, taču to sastopamība ir neliela. Ceturtajā darba uzdevumu grupā Ks audzēs pēc mēslojuma ienešanas novērota nitrofilo sugu izplatības un sastopamības palielināšanās lakstaugu stāvā. Sūnu un lakstaugu stāvā novērotas gan sausieņu meža tipiem, gan purvaiņiem un slapjaiņiem raksturīgas sugas. Arī As audzēs novērota līdzīga tendence. Sugu sastāvs gan kontroles, gan mēslotajos parauglaukumos joprojām atbilst attiecīgajiem meža tipiem un nav novērotas būtiskas eitrofikācijas pazīmes. Piektajā darba uzdevumu grupā Ķeipenes plantācijā var novērot vairāku nitrofilo sugu parādīšanos un to projektīvā seguma/sastopamības palielināšanos. Visizteiktākā ietekme atklājās saldā ķirša stādījumā. Sestajā darba uzdevumu grupā arī nav konstatēta būtiska ietekme uz sugu sastāvu. Plašāks rezultātu apraksts par ietekmi uz sugu sastāvu dots KAAUP etapa pārskatos par 2018.-2021. gadu (LVMI Silava, 2018; LVMI Silava, 2019; LVMI Silava, 2020a; LVMI Silava, 2020b; LVMI Silava 2021).

Ietekmes uz sugu daudzveidību raksturošanai izmantots Šenona daudzveidības indekss (H). Pirmajā darba uzdevumu grupā Kp audzēs lakstaugu stāvā konstatētas nedaudz lielākas H vērtības mēslotajos parauglaukumos. Vienā Kp audzē H vērtība sūnu stāvā ir statistiski būtiski lielāka, un vienā Dm audzē vērtība būtiski mazāka parauglaukumos platībās, kur ienesti koksnes pelni. Otrajā darba uzdevumu grupā Ln audzē konstatētas lielākas H vērtības gan sūnu, gan lakstaugu stāvā. Atšķirības sūnu stāvā ir statistiski būtiskas. Dm audzēs vērtības variē atkarībā no valdošās koku sugas. Vienā Dm egles audzē H vērtība sūnu stāvā ir statistiski būtiski lielāka mēslotajos parauglaukumos. Bērza audzē lakstaugu stāvā H vērtība mēslotajos parauglaukumos ir statistiski būtiski mazāka, bet priedes audzē – būtiski lielāka. Trešajā darba uzdevumu grupā Ln audzēs nevar konstatēt viennozīmīgu tendenci. Vienā Ln priedes audzē H vērtība lakstaugu stāvā ir statistiski būtiski lielāka. Abās Dm priedes audzēs lakstaugu stāvā H vērtības lielākas mēslotajos parauglaukumos, salīdzinot ar kontroli. Dms audzē H vērtības lielākas gan sūnu, gan lakstaugu stāvā. Vr audzē H vērtības lielākas lakstaugu, bet mazākas sūnu stāvā, salīdzinot ar kontroli. Ks audzē H vērtības abos stāvos mazākas, salīdzinot ar kontroli, savukārt As audzē lakstaugu stāvā vidējā vērtība mazliet lielāka, bet sūnu stāva – mazāka. Ceturtajā darba uzdevumu grupā mēslotajos parauglaukumos H vērtības mazākas visās audzēs sūnu stāvā un vairākas audzēs arī lakstaugu stāvā. Ks bērza audzē atšķirības starp parauglaukumiem ir statistiski būtiskas gan sūnu, gan lakstaugu stāvā. Arī As bērza audzē atšķirības statistiski būtiskas gan sūnu, gan lakstaugu stāvā. Piektajā darba uzdevumu grupā gan Mr, gan As audzēs sūnu stāvā H vērtības ir mazākas parauglaukumos, kur ienests amonija nitrāts, bet Ln audzē mēslotajos parauglaukumos vērtība ir lielāka un atšķirība statistiski būtiska. Lakstaugu stāvā gan Mr, gan Ln audzē koku augstuma vērtības kontroles un mēslotajos parauglaukumos gandrīz neatšķiras, bet As audzē mēslotajos parauglaukumos vērtības ir mazākas. Ķeipenes plantācijā H vērtības melnalkšņa un saldā ķirša stādījumos ir mazākas, salīdzinot ar kontroli, bet bērza stādījumos vidējā vērtība mazliet lielāka. Sestajā grupā Mr, Ln audzē sūnu stāvā vidējā vērtība mazliet mazāka, bet lakstaugu stāvā – nedaudz lielāka, salīdzinot ar kontroli. Salīdzinot koksnes pelnu izkliedes ietekmi Ks audzē, vērtības nedaudz variē, taču statistiski būtiskas atšķirības nav konstatētas. Kopumā nav konstatēta viennozīmīgs H samazinājums mēslotajās platībās, un H vērtības mēdz būt pat lielākas. Bērza audzes ir pārstāvētas salīdzinoši nedaudz, taču vairākās no tām konstatētas statistiski būtiskas atšķirības starp kontroles un mēslotajiem parauglaukumiem. Tomēr, lai secinātu par ietekmi uz sugu daudzveidību, nepieciešami novērojumi ilgākā laika periodā. H vērtību salīdzinājums parauglaukumos kontroles un mēslotajās platībās darba uzdevuma grupu griezumā parādīts Att. 14.

Vērtējot ietekmi uz sugu skaitu, visās darba uzdevumu grupās, izņemot otro, pēc mēslojuma ieneses lakstaugu stāvā pārsvarā konstatēts lielāks sugu skaits, salīdzinot ar kontroli. Sūnu stāvā nevar novērot viennozīmīgu tendenci, kā arī vairumā gadījumu gan kontroles, gan mēslotajos parauglaukumos sugu skaits ir vienāds. Ķeipenes plantācijā (piektā uzdevumu grupa) sugu skaits saldā ķirša un melnalkšņa stādījumos ir nedaudz mazāks platībās, kur ienesti mēslošanas līdzekļi, bērza stādījumā sugu skaits mēslotajās platības nedaudz lielāks, salīdzinot ar kontroli. Sugu skaita salīdzinājums parauglaukumos kontroles un mēslotajās platībās darba uzdevuma grupu griezumā parādīts Att. 15. Plašāks rezultātu apraksts par ietekmi uz sugu skaitu un sugu daudzveidību dots pētījumu programmas etapa pārskatos par 2018. un 2021. gadu (LVMI Silava, 2018; LVMI Silava, 2021).



Att. 15. Šenona daudzveidības indeksa salīdzinājums parauglaukumos kontroles un mēslotajās platībās darba uzdevuma grupu (1.-6.) griezumā.4



Att. 16. Sugu skaita salīdzinājums parauglaukumos kontroles un mēslotajās platībās darba uzdevuma grupu (1.-6.) griezumā.[[4]](#footnote-4)

### Lapu laukuma indekss

Vērtējot mēslošanas ietekmi uz lapu laukuma indeksu (LLI), var secināt, ka koku vainagi pēc mēslojuma ieneses ir kļuvuši kuplāki, taču tendence nav tik izteikta, kā bija sagaidāms. Iespējams, ka pēc kopšanas cirtes vainaga palielināšanās tendence ir vienlīdz izteikta gan mēslotajos, gan kontroles parauglaukumos, un mēslojuma efekts kļūs izteiktāks ilgākā laikā, uzkrājoties mēslojuma efektam. Ir konstatēta vāja pozitīva korelācija āreņos (audzes 4. un 5. darba uzdevumu grupā) un spēcīga pozitīva korelācija kūdreņos (audzes 1., 3. un 4. darba uzdevumu grupā) starp LLI vērtībām un radiāla pieauguma palielinājumu. Šajos gadījumos, it īpaši kūdreņos, LLI vērtību pieaugumu var saistīt ar mēslojuma ietekmi un koku augšanas apstākļu uzlabošanos. Kūdreņos visizteiktākā atšķirība starp kontroles un mēslotajiem parauglaukumiem konstatēta Km priedes audzē (4. darba uzdevumu grupa), kur mēslotajos parauglaukumos amonija nitrāts ienests kopā ar koksnes pelniem. Detāls rezultātu apraksts atkarībā no izmantotā augsnes ielabošanas līdzekļa, meža augšanas apstākļu tipa un valdošās sugas dots KAAUP etapa pārskatā par 2021. gadu (LVMI Silava, 2021).

### Fotosintētiskā aktivitāte

Vērtējot ietekmi uz fotosintēzi izstrādātajā kūdras atradnē stādītajiem kokiem, rezultāti norāda, ka bērziem un papelēm, kas mēsloti ar koksnes pelniem, fotosintēzes intensitāte ir statistiski būtiski lielāka. Gan bērziem, gan papelēm konstatēta būtiska atšķirība tikai salīdzinot kontroles variantu ar jebkuru no koksnes pelnu devas variantiem. Novērojumi apliecina, ka eksperimentālajā objektā koksnes pelni dažām no koku sugām būtiski uzlaboja koku augšanas apstākļus, tomēr potenciālā vides piesārņojuma dēļ ieteicams izmantot mazāko pelnu devu. Plašāks rezultātu apraksts pieejams pētījumu programmas etapa pārskatā par 2019. gadu (LVMI Silava, 2020a).

Vērtējot ietekmi uz fotosintēzi atsevišķās izvēlētās audzēs 1.- 6. darba uzdevumu grupā, vairumā mežaudžu, izņemot izpētes objektus Dms (3. darba uzdevumu grupa), nav konstatētas statistiski būtiskas atšķirības starp kontroles un mēslotajiem parauglaukumiem. Nevienā gadījumā nav konstatētas būtiskas korelācijas starp A vērtībām, augsnes un sugu/lapu ķīmiskajiem parametriem. Pētījumā novērotā fotosintētiskā aktivitāte variē starp dažādām koku sugām un meža tipiem. Mēslotajos parauglaukumos vislielākā vērtība konstatēta Ks priedes audzē (6. darba uzdevumu grupa), taču pēc rezultātiem nevar secināt, vai atšķirības ir tieši mēslošanas rezultāts. Ķeipenes plantācijā statistiski būtiskas atšķirības starp kontroles un mēslotajiem parauglaukumiem konstatētas tikai alkšņu hibrīda stādījumos, kur amonija nitrātu izmantots kopā ar koksnes pelniem. Iespējams, ka fotosintētiskā aktivitāte palielinājusies visa vainaga līmenī, nevis atsevišķu lapu līmenī. Uz to norāda LLI palielināšanās vairākos izmēģinājumu objektos, taču laiks no izpētes objekta ierīkošanas brīža ir pārāk mazs, lai atšķirības kļūtu būtiskas. Detāls rezultātu apraksts atkarībā no izmantotā augsnes ielabošanas līdzekļa, meža augšanas apstākļu tipa un valdošās sugas dots pētījumu programmas etapa pārskatā par 2021. gadu (LVMI Silava, 2021).

### Zemsegas ķīmiskās īpašības

Koksnes pelniem paaugstinot zemsegas pH, aktivizējas mikroorganismu darbība, kas sadala organisko vielu un atbrīvo tajā saistītās barības vielas augiem pieejamā formā, kas attiecīgi uzlabo koku augšanas apstākļus, kas, savukārt, veicina oglekļa piesaisti koku biomasā. Noteikts, ka koksnes pelnu ieneses platībās ir mazāks CKOP un NKOP uzkrājums zemsegā nekā kontroles platībās. Kaut gan noteiktās atšķirības starp aprēķināto uzkrājumu nosaka arī ievākto paraugu blīvums un atšķirības uzkrājumā starp parauglaukumiem vēl pirms eksperimenta veikšanas, mazāku CKOP uzkrājumu ieneses parauglaukumos daļēji var izskaidrot ar koksnes pelnu veicinātu organiskās vielas sadalīšanos. Savukārt, slāpekļa minerālmēslojuma izmēģinājumu platībās, kā arī kombinētu augsnes ielabošanas līdzekļu izmēģinājuma mežaudzēs kūdreņos, noteikts lielāks NKOP uzkrājums zemsegā. Mežaudzēs ar meliorētām augsnēm noteikts nedaudz lielāks zemsegas pH kombinētu augsnes ielabošanas līdzekļu izkliedes platībās. Savukārt amonija nitrāta ieneses platībās bērza audzēs slapjajā damaksnī noteikts nedaudz mazāks zemsegas pH. Lielākajā daļā slāpekļa minerālmēslojuma izkliedes platību noteikts lielāks NKOP saturs zemsegā nekā kontroles platībās. Turklāt mežaudzēs sausieņos, kur parasti slāpeklis ir koku augšanu limitējošais elements, noteikts būtiskas atšķirības starp kontroles un ieneses platībām (p < 0,01). Savukārt platībās, kur papildus slāpekļa minerālmēslojumam ienesti arī koksnes pelni, noteikts lielāks K un P saturs zemsegā, bet platībās, kur ienesti tikai koksnes pelni – lielāks Ca saturs zemsegā. Pētījumā izmantotā pelnu kvalitāte var atšķirties dažādām partijām un ražotājiem, tādēļ ieviešot koksnes pelnu izmantošanu mežā praksē, jāpievērš uzmanība koksnes pelnu kvalitātei. Daļa no mikroelementiem ir nozīmīgi koku augšanai. Mikroelementu nozīme augos atbilstoši (Foth, 1990) dota pētījuma programmas etapa pārskatā par 2021. gadu (LVMI Silava, 2021). Iegūtie pētījuma rezultāti nenorāda, ka visās koksnes pelnu ieneses platībās būtu palielinājusies mikroelementu vidējā koncentrācija zemsegā. Salīdzinot pētījuma rezultātus ar vidējo mikroelementu koncentrāciju BioSoil demonstrācijas projekta objektos[[5]](#footnote-5), vairumā gadījumu vidējā mikroelementu koncentrācija pētījumu programmas objektos ir līdzīga vai nedaudz mazāka, nekā konstatēts meža monitoringa programmā.

Detāls zemsegas ķīmiskā sastāva analīžu rezultātu apraksts atkarībā no izmantotā augsnes ielabošanas līdzekļa, meža augšanas apstākļu tipa un parauglaukuma, tai skaitā mikroelementu satura zemsegā analīze un salīdzinājums ar vidējo mikroelementu saturu atbilstošos meža augšanas apstākļu tipos Latvijā (Biosoil demonstrācijas projekta objektos) dots pētījumu programmas etapa pārskatā par 2021. gadu (LVMI Silava, 2021).

### Augsnes agroķīmiskās īpašības

Salīdzinot NKOP koncentrāciju platībās, kur izmantoti koksnes pelni un amonija nitrāts (4. darba uzdevums), pirms eksperimenta un pēc līdzekļu izkliedēšanas, lielākoties konstatēts relatīvās NKOP koncentrācijas palielināšanās, kas var norādīt uz izkliedētā N minerālmēslojuma piesaisti augsnē atsevišķos izpētes objektos. Salīdzinoši mazāka C/N attiecība augsnes virsējos slāņos līdz 20 cm dziļumam slāpekļa minerālmēslojuma eksperimenta audzēs āreņos skaidrojama ar slāpekļa satura palielināšanos amonija nitrāta ieneses rezultātā. Līdzīgi nedaudz mazāka C/N attiecība augsnes 0-10 cm slānī noteikta koksnes pelnu ieneses platībās mežaudzēs āreņos, ko var skaidrot ar koksnes pelnu veicinātu organiskās vielas sadalīšanos un slāpekļa koncentrācijas palielināšanos. Izņemot atsevišķas mežaudzes āreņos, nav konstatēta augsnes ielabošanas līdzekļu ietekme uz C/N attiecību augsnes virsējā slānī, attiecīgi, mēslojuma ietekme uz organisko vielu mineralizāciju augsnē varētu būt nenozīmīga. Atbilstoši īstermiņa augsnes ielabošanas līdzekļu ietekmes novērtējumam, var secināt, ka 3 t ha-1 koksnes pelnu un 0,44 t ha-1 amonija nitrāta nav būtiskas ietekmes uz ķīmisko elementu saturu augsnes virsējos slāņos, izņemot koksnes pelnu ieneses platībās kūdreņos, kur, salīdzinot ar kontroli, noteikts lielāks K saturs augsnes slānī līdz 20 cm dziļumam. Bet, izmantojot abus mēslošanas līdzekļus kopā, konstatēta NKOP un P koncentrācijas palielināšanās virsējā augsnes slānī mežaudzēs ar meliorētām augsnēm, kā arī Ca un Mg palielināšanās ierīkotajos izmēģinājuma objektos kūdreņos. Iespējams, ka precīzāku augsnes ielabošanas līdzekļu izmantošanas ietekmi varētu novērtēt atsevišķi analizējot augsnes parametrus, kur mēslošanas līdzekļi izkliedēti parauglaukumu robežās, nevis mašinizēti gar parauglaukumiem, audzes tehniskajos koridoros, tomēr tādu objektu skaits, kur mēslošanas līdzekļi ienesti ar rokām, ir salīdzinoši neliels un nepietiekošs šādam salīdzinājumam.

Detāls augsnes blīvuma un ķīmiskā sastāva analīžu rezultātu apraksts atkarībā no izmantotā augsnes ielabošanas līdzekļa, meža augšanas apstākļu tipa un parauglaukuma veida dots pētījumu programmas etapa pārskatā par 2021. gadu (LVMI Silava, 2021).

### Virszemes ūdens ķīmiskās īpašības

Sausieņu mežaudzēs Rūsiņupes krastā, kur 2017. gada jūlijā izkliedēts slāpekļa minerālmēslojums (6. darba uzdevums), ieneses platībās noteikta lielāka vidējā NKOP koncentrācija gruntsūdenī, ko var saistīt amonija nitrāta izmantošanu. Bet vienlaikus šajās platībās noteikta arī lielāka PKOP koncentrācija, ko var saistīt ar lielāku smilšu daļiņu īpatsvaru ievāktajos gruntsūdens paraugos. Tomēr Rūsiņupes posmā pēc mežaudzes, kur izkliedēts amonija nitrāts, noteikta salīdzinoši mazāka vidējā NKOP koncentrācija nekā upes posmā pirms mežaudzes. Attiecīgi gandrīz 3 gadus pēc slāpekļa minerālmēslojuma izkliedes nav konstatēta amonija nitrāta nonākšana līdzās esošajā ūdenstecē. Turpretim turpinot ūdens ķīmiskās kvalitātes monitoringu, varētu novērot, vai izkliedētais minerālmēslojums nonāk Rūsiņupē, piemēram, pēc mežizstrādes. Savukārt grāvī, kas iztek no kūdreņa mežaudzes, kur 2018. gada februārī izkliedēti koksnes pelni (6. darba uzdevums), ūdens monitoringa laika posmā pēc koksnes pelnu izmantošanas konstatēta nedaudz augstāka K un PKOP koncentrācija. Salīdzinot ar elementu koncentrāciju grāvī laika posmā pirms izkliedes, statistiski būtisks (p < 0,05) koncentrācijas pieaugums noteikts tikai PKOP saturam. Tomēr P atbrīvojas lēnāk nekā K, Ca vai Mg no izkliedētiem pelniem, kā arī paaugstināta P un K koncentrācija noteikta atsevišķos ūdens paraugos, kas ievākti vēl pirms izkliedes veikšanas. Papildus ķīmiskā sastāva satura mainību virszemes ūdens monitoringa periodā ietekmējuši arī atšķirīgi meteoroloģiskie apstākļi novērojuma periodā, sezonalitāte, novērojumu vietas izmaiņas laika gaitā, piemēram, bebru darbība. Tomēr var secināt, ka augsnes ielabošanas līdzekļu izkliedei īstermiņā nav bijusi ietekme uz virszemes ūdeņu ķīmiskās kvalitātes izmaiņām. Plašāks virszemes ūdens ķīmiskā sastāva monitoringa rezultātu apraksts dots pētījumu programmas etapa pārskatā par 2019. gadu (LVMI Silava, 2020a).

### Ūdens ekoloģiskās kvalitātes indikatori

Saskaņā ar iepriekšējos pētījuma etapos iegūtajiem bioloģisko kvalitātes rādītāju monitoringa rezultātiem īstermiņā (1 gadu pirms un 3 gadi pēc mēslojuma izkliedēšanas) nav konstatēta koksnes pelnu izkliedes mežaudzēs negatīva ietekmi uz Aģes upes un attiecīgi slāpekļa minerālmēslojuma (6. darba uzdevums) izkliedes mežaudzē ietekme uz Rūsiņupes ekoloģisko kvalitāti. Iegūtie ūdens ekoloģiskā monitoringa rezultāti atbilst arī fizikāli-ķīmisko datu un citu valstu pētījumu rezultātiem. Ekoloģiskās kvalitātes mainība, vērtējot pēc dažādiem ūdens bioloģiskās kvalitātes kritērijiem, skaidrojama izvēlēto ūdensteču posmu hidroloģisko režīmu, bebru darbību u.c., bet nav saistāma ar koksnes pelnu un amonija nitrāta izmantošanu mežaudzēs. Detalizēts virszemes ūdens ekoloģiskās kvalitātes monitoringa rezultātu apraksts un ietekmes pamatojums pieejams pētījumu programmas etapa pārskatā par 2020. gadu (LVMI Silava, 2020b).

### Ietekme uz klimata pārmaiņām

Saskaņā ar Latvijā veiktu pētījumu rezultātiem koksnes pelnu izkliedēšana palielina krājas pieaugumu kūdreņos egles audzēs vidēji par 1,3 m3 ha-1 gadā, tādējādi palielinot CO2 piesaisti visās oglekļa krātuvēs (Petaja et al., 2018). Somijā veiktos pētījumos secināts, ka, ienesot koksnes pelnus mežā pēc starpcirtes, palielinātais krājas pieaugums sekmē evapotranspirāciju, tādējādi pazeminot gruntsūdens līmeni un samazinot CH4 emisijas no augsnes (Korkiakoski et al., 2019; M. Nieminen et al., 2018; Ojanen & Minkkinen, 2019). Kopējais SEG emisiju samazināšanas potenciāls kūdreņos valsts mežos, izmantojot koksnes pelnus 10-15 gadus pirms atjaunošanas cirtes 20 gadu laikā var sasniegt 2,5 milj. tonnas CO2, neskaitot SEG emisiju no augsnes samazinājumu un ilglaicīgu oglekļa uzkrājumu pieaugumu visās oglekļa krātuvēs (Petaja et al., 2018).

Slāpekļa mēslojuma izmantošana ir viens no efektīvākajiem īstermiņa klimata pārmaiņu mazināšanas risinājumiem, kas saņem valsts atbalstu Norvēģijā (Kārkliņa et al., 2021) un iekļauts konvencionālajā meža apsaimniekošanas praksē Somijā un Zviedrijā.

Slāpekļa minerālmēslojuma ražošana saistīta ar SEG emisijām (1,18 kg CO2 ekv. uz 1 kg produkta, ja tas ražots Eiropas valstīs), kas, pārrēķinot uz izmēģinājumos izmantoto mēslojuma devu (150 kg N ha-1), rada 514 kg CO2 ekv. ha-1 SEG emisiju. Papildus līdz 50 kg CO2 ekv. ha-1 rada mēslojuma transports un izkliedēšana mežā. Attiecīgi, kopējās SEG emisijas, kas saistītas ar mēslojuma izmantošanu ir aptuveni 564 kg CO2 ha-1. Saskaņā ar Latvijā un Ziemeļvalstīs veiktu pētījumu rezultātiem izmēģinājumos izmantotā mēslojuma deva nodrošina 15 m3 ha-1 krājas papildpieaugumu (Kāposts, 1981; Vann & Region, 1984), kas atbilst 20 t CO2 ekv. piesaistei (Petaja et al., 2018). Attiecīgi, SEG emisijas, ražojot un izmantojot slāpekļa mēslojumu mežā, ir 35 reizes mazākas nekā papildus CO2 piesaiste dzīvajā biomasā, neskaitot pārējās oglekļa krātuves. Lielāks krājas pieaugums saistīts ar aktīvāku evapotranspirāciju un gruntsūdens līmeņa pazemināšanos, kas periodiski applūstošās un pārmitrās augsnēs samazina CH4 emisijas no augsnes un lapu koku stumbru virsmas, taču šis efekts Latvijā pagaidām nav pētīts. Kopējais SEG emisiju samazināšanas potenciāls, izmantojot slāpekļa mēslojumu valsts mežos briestaudzēs saskaņā ar Bērziņa et al. (2018) izmantoto metodiku un Meža resursu monitoringa 3. cikla datiem, līdz 2050. gadam laikā dzīvajā biomasā vien var sasniegt 2,5 milj. tonnas CO2, neskaitot ietekmi uz SEG emisijām no augsnes un ilglaicīgu oglekļa uzkrājumu pieaugumu pārējās oglekļa krātuvēs.

Pagaidām ir grūti novērtēt atkārtotas slāpekļa mēslojuma ieneses jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs (3. darba uzdevums) ietekmi uz SEG emisijām un CO2 piesaisti dažādās oglekļa krātuvēs. Krājas papildpieauguma rādītāji izmēģinājumos mēslotajās jaunaudzēs līdz 3 reizes pārsniedz prognozēto 20% papildpieaugumu, tāpēc arī CO2 piesaistes palielināšanas efekts šādam mēslojuma izmantošanas paņēmienam var būt daudz lielāks, nekā sākotnēji plānotās aptuveni 60 tonnas CO2 ha-1 aprites laikā. Taču šobrīd nevar prognozēt to, vai atkārtota mēslojuma ienese dos tikpat lielu vai varbūt lielāku efektu, nekā pirmreizējā mēslojuma izkliedēšana un cik ilgi turpināsies mēslojuma efekts. Šobrīd pieejamais papildpieauguma novērtējums, lielākoties, balstās uz 2-3 gadskārtu salīdzinājumu kontroles un mēslotajās platībās (LVMI Silava, 2021). Tāpat, pagaidām nevar izdarīt secinājumus par izmaiņām augsnes un zemsegas oglekļa krātuvēs mēslojuma ietekmē. Ilgstošu pētījumu rezultāti nav pieejami arī Ziemeļvalstīs.

Kopējās SEG emisijas mēslojuma izkliedēšanai vidēji 3 reizes aprites laikā, ieskaitot SEG emisijas mēslojuma ražošanai, ir aptuveni 1,7 tonnas CO2 ekv. ha-1. Pieņemot, ka mēslojuma izmantošana rada krājas papildpieaugumu, kas atbilst 60 tonnas CO2 ha-1, CO2 piesaiste 35 reizes pārsniedz SEG emisijas. Jāņem vērā arī koku dimensiju palielinājums (ja mežizstrādi neveic ātrāk, saīsinot apriti), kas kāpinās mežizstrādes ražīgumu un samazinās atgriezumu un enerģētikā izmantojamo atlikumu īpatsvaru, nesamazinot kopējo saražoto kokmateriālu daudzumu.

Slāpekļa un koksnes pelnu izmantošana augsnes ielabošanai āreņos, kūdreņos un slapjaiņos arī būtiski palielina krājas pieaugumu, tajā skaitā egles audzēs, kur slāpekļa mēslojums viens pats pētījuma ietvaros ierīkotajos izmēģinājumos nebija īpaši efektīvs. Slāpekļa minerālmēslojuma ražošana Eiropas Savienībā rada 514 kg CO2 ekv. emisiju. Vēl ap 111 kg CO2 ekv. ha-1 rada slāpekļa mēslojuma transports un pelnu un slāpekļa mēslojuma izkliedēšana. Attiecīgi, kopējās SEG emisijas, kas saistītas ar mēslojuma izmantošanu ir 625 kg CO2 ha-1. Saskaņā ar literatūrā pieejamiem datiem par kompleksā mēslojuma ietekmi (Kāposts, 1981) pētījumā izmantotā mēslojuma deva nodrošina vidēji 15 m3 ha-1 krājas papildpieaugumu, kas atbilst 20 tonnām CO2 ekv. Attiecīgi, SEG emisijas, izmantojot slāpekļa un koksnes pelnu mēslojumu mežā, ir 30 reizes mazākas nekā papildus CO2 piesaiste dzīvajā biomasā, neskaitot CO2 piesaisti pārējās oglekļa krātuvēs.

Pārmitrās augsnēs slapjaiņos, kā arī kūdreņos un āreņos īpaši svarīgi tas, ka palielinātais krājas pieaugums ir saistīts ar aktīvāku evapotranspirāciju, kas, savukārt, pazemina gruntsūdens līmeni un samazina CH4 emisijas no augsnes un lapu koku stumbru virsmas, mazinot kopšanas ciršu ietekmi uz gruntsūdens līmeni un augsnes aerācijas izmaiņām. Šis process Latvijā pagaidām nav pētīts. Kopējais SEG emisiju samazināšanas potenciāls, izmantojot slāpekļa un koksnes pelnu mēslojumu valsts mežos briestaudzēs āreņos priedes, egles un bērza audzēs (kopējā platība saskaņā ar Meža resursu monitoringa 3. cikla datiem ir 254 tūkst. ha) līdz 2050. gadam var sasniegt 0,8 milj. tonnas CO2 dzīvajā biomasā vien, neskaitot ietekmi uz SEG emisijām no augsnes un ilglaicīgu oglekļa uzkrājumu pieaugumu pārējās oglekļa krātuvēs. Latvijā koksnes pelnu un slāpekļa mēslojuma radītais klimata pārmaiņu mazināšanas efekts pagaidām pierādīts tikai egļu audzēs. Tāpēc ir jāturpina novērojumi, lai raksturotu iespējamo ilgtermiņa ietekmi dažādu koku sugu audzēs.

## Ietekmes uz augšanas koku gaitu novērtējums

Detalizēta ietekmes uz augšanas gaitu analīze veikta pētījuma etapa pārskatā (LVMI Silava, 2021). Krājas pieauguma izmaiņu kopsavilkums, salīdzinot vidējo krājas papildpieaugumu 5 gadu laikā pirms mēslojuma ienešanas un pēc augsnes ielabošanas pasākumu īstenošanas (vairumā gadījumu 2-3 gadi) izmēģinājumu, valdošās sugas un meža tipa griezumā dots Tab. 8. Pieauguma izmaiņu kopsavilkums darba uzdevumu griezumā dots Tab. 9

Vidējais krājas pieaugums platībās, kur ienesti koksnes pelni (1. darba uzdevums), ir **9,7 m3 ha-1 gadā**, bet pieauguma atšķirības pēc augsnes ielabošanas līdzekļu ienešanas, salīdzinot izmaiņas mēslotajos un kontroles parauglaukumos, ir **30% vai 0,2 m3 ha-1 gadā**. Lielākās krājas pieauguma atšķirības (1,4 m3 ha-1 gadā) starp mēslotajiem un kontroles parauglaukumiem ir platlapju kūdrenī, divreiz mazāka atšķirība konstatēta šaurlapju ārenī (0,8 m3 ha-1 gadā), bet damaksnī mēslotajās platībās krājas pieaugums samazinājās, salīdzinot ar kontroles platībām.

Izmantojot slāpekļa mēslojumu briestaudzēs (2. darba uzdevums), vidējais krājas pieaugums platībās, kur ienests minerālmēslojums, ir **12,3 m3 ha-1 gadā** (par 18% lielāks nekā pirms mēslojuma ienešanas), bet pieauguma atšķirības pēc augsnes ielabošanas līdzekļu ienešanas, salīdzinot izmaiņas mēslotajos un kontroles parauglaukumos, ir **1,9 m3 ha-1 gadā**. Lielākā krājas pieauguma atšķirība (2,6 m3 ha‑1 gadā) starp mēslotajiem un kontroles parauglaukumiem ir priedes audzēs, gandrīz trīsreiz mazāka atšķirība ir bērza audzēs (1,0 m3 ha-1 gadā) un vismazākā atšķirība ir egles audzēs (0,4 m3 ha-1 gadā).

Slāpekļa mēslojums izmantots bērza un egles briestaudzēs damaksnī un priedes briestaudzēs lānā un damaksnī. Vislielākā pieauguma atšķirība starp kontroles un mēslotajiem parauglaukumiem pēc augsnes ielabošanas līdzekļu ienešanas ir lānā (3,2 m3 ha-1 gadā), kur kontroles platībās pieaugums ir samazinājies par 1,4 m3 ha‑1 gadā, bet mēslotajās platībās pieaudzis par 1,8 m3 ha-1 gadā.

Izmantojot slāpekļa mēslojumu jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs (3. darba uzdevums), vidējais krājas pieaugums platībās, kur ienests minerālmēslojums, ir **10,7 m3 ha-1 gadā** (par 24% lielāks nekā pirms mēslojuma ienešanas), bet pieauguma atšķirības pēc augsnes ielabošanas līdzekļu ienešanas, salīdzinot izmaiņas mēslotajos un kontroles parauglaukumos, ir **1,1 m3 ha-1 gadā**. Lielākā krājas pieauguma atšķirība (1,4 m3 ha-1 gadā) starp mēslotajiem un kontroles parauglaukumiem ir priedes audzēs, nedaudz mazāka tā egles audzēs (1,2 m3 ha-1 gadā) un vismazākā atšķirība bērza audzēs (0,2 m3 ha‑1 gadā).

Izmantojot slāpekļa mēslojumu jaunaudzēs un vidēja vecuma bērza audzēs, tikai lānā pieauguma atšķirība pēc augsnes ielabošanas līdzekļu ienešanas, salīdzinot izmaiņas mēslotajos un kontroles parauglaukumos, ir būtiska (1,1 m3 ha‑1 gadā); šaurlapju ārenī un slapjajā damaksnī atšķirība tikai 0,1 m3 ha‑1 gadā. Egles audzēs vērī pieauguma atšķirība pēc mēslošanas līdzekļu ienešanas, salīdzinot izmaiņas mēslotajos un kontroles parauglaukumos, ir gandrīz 3 reizes lielāka nekā damaksnī (2,1 un 0,6 m3 ha‑1 gadā, respektīvi). Priedes jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs lānā un damaksnī pieauguma atšķirība pēc augsnes ielabošanas līdzekļu ienešanas, salīdzinot izmaiņas mēslotajos un kontroles parauglaukumos, ir līdzīga – 1,2 un 1,5 m3 ha‑1 gadā.

Izmantojot slāpekļa mēslojumu un koksnes pelnus briestaudzēs (3. darba uzdevums), vidējais krājas pieaugums platībās, kur ienests minerālmēslojums, ir **10,9 m3 ha-1 gadā** (par 14% lielāks nekā pirms mēslojuma ienešanas), bet pieauguma atšķirība pēc augsnes ielabošanas līdzekļu ienešanas, salīdzinot izmaiņas mēslotajos un kontroles parauglaukumos, ir **1,6 m3 ha-1 gadā**. Slāpekļa un koksnes pelnu mēslojums pozitīvi ietekmējis visu izmēģinājumos iekļauto koku sugu augšanu. Lielākā krājas pieauguma atšķirība (1,8 m3 ha-1 gadā) starp mēslotajiem un kontroles parauglaukumiem ir priedes audzēs, mazāka tā ir egles (1,5 m3 ha-1 gadā) un bērza audzēs (1,4 m3 ha‑1 gadā).

Izmantojot slāpekļa mēslojumu un koksnes pelnus bērza briestaudzēs, pieauguma atšķirība pēc mēslošanas līdzekļu ienešanas, salīdzinot izmaiņas mēslotajos un kontroles parauglaukumos, sasniedza lielākos rādītājus šaurlapju un platlapju kūdrenī (1,9 un 2,1 m3 ha‑1 gadā) un trīs reizes mazākus pieauguma atšķirības rādītājus (0,6 m3 ha‑1 gadā) šaurlapju ārenī. Egles audzēs pieauguma atšķirība pēc mēslošanas līdzekļu ienešanas, salīdzinot izmaiņas mēslotajos un kontroles parauglaukumos, ir pozitīvas tikai platlapju kūdrenī (2,0 m3 ha‑1 gadā), bet šaurlapju ārenī pieauguma palielinājums kontroles parauglaukumos bija lielāks nekā mēslotajos parauglaukumos, kas var būt saistīts ar neveiksmīgu parauglaukumu izvietojumu. Priedes audzēs pieauguma atšķirība pēc mēslošanas līdzekļu ienešanas, salīdzinot izmaiņas mēslotajos un kontroles parauglaukumos, ir pozitīvas gan mētru kūdrenī (2,0 m3 ha‑1 gadā), gan mētru ārenī (1,7 m3 ha‑1 gadā).

Selekcijas izmēģinājumu stādījumos (5. darba uzdevums), vidējais krājas pieaugums platībās, kur ienests minerālmēslojums, ir **9,3 m3 ha-1 gadā** (par 9% lielāks nekā pirms mēslojuma ienešanas), bet pieauguma atšķirības pēc augsnes ielabošanas līdzekļu ienešanas, salīdzinot izmaiņas mēslotajos un kontroles parauglaukumos, ir **0,7 m3 ha‑1 gadā**. Mēslojums pozitīvi ietekmējis visu izmēģinājumos iekļauto koku sugu augšanu. Lielākā krājas pieauguma atšķirība (1,4 m3 ha-1 gadā) starp mēslotajiem un kontroles parauglaukumiem ir priedes audzēs, mazāka tā ir egles (1,2 m3 ha-1 gadā) un klinškalnu priedes audzēs (0,8 m3 ha‑1 gadā). Bērza audzēs pieauguma atšķirība starp mēslotajiem un kontroles parauglaukumiem ir nebūtiska (0,1 m3 ha-1 gadā).

Tab. 8. Krājas papildpieaugums izmēģinājumu, valdošās sugas un meža tipa griezumā

| Izmēģinājumu grupa | Valdošā suga | Meža tips | Krājas pieauguma izmaiņas pēc mēslojuma izkliedēšanas, m3 ha‑1 gadā | | Papildpieaugums, m3 ha‑1 gadā |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| kontrole | mēslots |
| 1 | E | As | -0,3 | 0,5 | 0,8 |
| Dm | 0,3 | -0,3 | -0,6 |
| Kp | 2,1 | 3,5 | 1,4 |
| 2 | B | Dm | 1,8 | 2,8 | 1,0 |
| E | Dm | -1,7 | -1,4 | 0,4 |
| P | Dm | 1,2 | 3,6 | 2,4 |
| Ln | -1,4 | 1,8 | 3,2 |
| 3 | B | As | -1,9 | -1,8 | 0,1 |
| Dms | -0,9 | -0,8 | 0,1 |
| Ln | -1,7 | -0,6 | 1,1 |
| E | Dm | 1,0 | 1,5 | 0,6 |
| Vr | 2,4 | 4,5 | 2,1 |
| P | Dm | 0,5 | 2,0 | 1,5 |
| Ln | 0,5 | 1,7 | 1,2 |
| 4 | B | As | -0,3 | 0,3 | 0,6 |
| Kp | -2,4 | -0,3 | 2,1 |
| Ks | -2,0 | -0,1 | 1,9 |
| E | As | 3,7 | 5,7 | 2,0 |
| Kp | 3,0 | 1,0 | -2,0 |
| P | Am | -1,1 | 0,5 | 1,7 |
| Km | -1,7 | 0,3 | 2,0 |
| 5 | B | Dm | -0,7 | -0,6 | 0,1 |
| E | As | -2,2 | -1,0 | 1,2 |
| P | Dm | 0,7 | 1,6 | 0,8 |
| Ln | 0,1 | 2,2 | 2,1 |
| Mr | -1,7 | 0,3 | 2,0 |
| 6 | P | Ks | 0,2 | 0,1 | 0,0 |
| Ln | -1,2 | 1,5 | 2,7 |

Tab. 9. Krājas papildpieauguma rādītāju kopsavilkums darba uzdevumu griezumā

| Izmēģinājumu grupa | Krājas pieauguma izmaiņas pēc mēslojuma izkliedēšanas, m3 ha‑1 gadā | | Papildpieaugums, m3 ha‑1 gadā |
| --- | --- | --- | --- |
| kontrole | mēslots |
| 1 | 0,7 | 0,9 | 0,2 |
| 2 | -0,1 | 1,8 | 1,9 |
| 3 | 0,6 | 1,6 | 1,1 |
| 4 | -0,1 | 1,4 | 1,6 |
| 5 | -0,4 | 0,3 | 0,7 |
| 6 | -1,0 | 0,6 | 1,6 |

Pētījuma rezultāti demonstrē, ka skuju koku audzēs mēslojuma ietekme daudz izteiktāk izpaužas jaunaudzēs (Att. 16 un 17), norādot uz šādas mežsaimnieciskās prakses potenciālo lomu klimata pārmaiņu mazināšanas mērķu sasniegšanā, tāpēc, neskatoties uz relatīvi mazāku ekonomisko efektu, šis augsnes ielabošanas veids ir prioritizējams klimata pārmaiņu mazināšanas atbalsta instrumentos. Lai gan nepieciešams ilgāks novērojumu periods, lai novērtētu, kāda ir kumulatīvā pieauguma atšķirība.

Att. 17. Krājas papildpieaugums dažāda vecuma priedes audzēs.

Att. 18. Krājas papildpieaugums dažāda vecuma egļu audzēs.

## Meža mēslošanas ietekme uz koksnes kvalitāti

Mēslojuma iespējamā ietekme uz koksnes kvalitāti vērtēta, salīdzinot divu Latvijā veiktu meža selekcijas izmēģinājumu rezultātus. Pirmais eksperiments ir egles stādījums bijušajā lauksaimniecības zemē (As) Meža pētīšanas stacijā Kalsnavas meža novadā. Koku stādīšanas attālums 2,0 x 1,1 m (4500 gab. ha-1). Stādījums ierīkots 3 atkārtojumos, katras parceles platība 920 m2. Stādījumā izmantots veģetatīvi pavairots stādmateriāls, kas nodrošina ģenētisku viendabīgumu. Mēslotajā variantā izmantots komplekss slāpekļa, kālija un fosfora mēslojums. Informācija par devām nav saglabājusies, taču atbilstoši tālaika rekomendācijām egles plantācijām As meža tipā, N deva varētu būt 60 kg, P deva – 30 kg un K deva – 50 kg. Kopšanas cirte veikta samērā agrā vecumā (koku augstums vēl nevija sasniedzis 6 m), sistemātiski nozāģējot katru otro koku. Stādījumā ir četras ģenētiski atšķirīgas grupas (atlases īstermiņa eksperimentālajos stādījumos). Mēslojuma ietekmes uzmērīšanas un paraugu ievākšana gadskārtu analīzei veikta, audzēm sasniedzot 37 gadu vecumu.

Att. 18 dots saglabājušos koku skaits mēslotajās (M) un kontroles (C) platībās. Vidējais saglabājušos koku skaits ir nedaudz lielāks kontroles platībā; savukārt, taksācijas rādītāji, tajā skaitā vidējā koka augstums, garāko koku augstums, caurmērs, šķērslaukums un krāja ir būtiski lielāki mēslotajā platībā (Att. 19). Izmēģinājumu laukos, kas saņēmuši mēslojumu, krāja bija vidēji 15% lielāka nekā kontroles platībās.

Att. 19. Saglabājušos koku skaits dažādos izmēģinājumu variantos.

Att. 20. Mēslojuma ietekme uz taksācijas rādītājiem mēslotajās platībās.

Mēslojuma ietekmes uz koksnes kvalitāti raksturošanai ievākti radiālā pieauguma urbumu paraugi (D = 1 cm), kuriem laboratoriski noteikts relatīvais koksnes blīvums pēc izžāvēšanas 105 oC temperatūrā. Pētījumā konstatēts, ka starta mēslojumam bija nozīmīga pozitīva ietekme, nodrošinot pat blīvākas koksnes veidošanos nekā kontroles variantos. Turpmākajos gados koksnes blīvuma rādītāji izlīdzinās (Att. 20) un nav konstatējama būtiska atšķirība starp abiem variantiem (Jansons et al., 2016).

Att. 21. Koksnes gadskārtu blīvums mēslotajās un kontroles platībās.

Otrs izmēģinājums ir priedes pēcnācēju pārbaužu stādījums meža zemē Mr meža tipā AS “Latvijas valsts meži” Vecumnieku iecirknī. Stādīšanas attālums 2,0 x 1,0 m (5000 koki ha-1). Izmēģinājumos izmantotas 100 ģimenes astoņos atkārtojumos. Uzmērīšana veikta, kad koki sasniedza 28 gadu vecumu. Vienlaicīgi ar stādījuma uzmērīšanu ievākti arī radiālā pieauguma urbumi pieauguma un koksnes blīvuma raksturošanai.

Salīdzinot viena vecuma koku ar atšķirīgu caurmēru relatīvo koksnes blīvumu 1,3 m augstumā, nav konstatēta būtiska atšķirība vai sistemātiska blīvuma izmaiņu tendence, atkarībā no gadskārtu platuma (Att. 21).

Att. 22. Koksnes relatīvā blīvuma un koku caurmēra sakarība.

## Sabiedrības viedokļa analīze

Pētījuma ietvaros 2017. gadā veikta aptauja par koku augšanas apstākļu uzlabošanas jautājumiem. Aptauja veikta atkārtoti 2021. gadā, lai novērtētu sabiedrības attieksmes maiņu. Aptauja veidota no 12 jautājumiem. Piedāvāts izvēlēties no gataviem atbilžu variantiem. Iedzīvotāju tiešsaistes aptauja 2017. un 2021. gadā organizēta platformā *VisiDati.lv*, respondentus uzrunājot elektroniski.

Barības vielu ienešanu mežā neatbalsta tikai 9% no aptaujātajiem. Salīdzinot ar 2017. gada veiktās aptaujas atbildēm, par 12% vairāk respondentu atbalsta augšanas apstākļu uzlabošanu, respektīvi, 11% un 15% norāda, ka tikai koksnes pelni būtu izmantojami šim nolūkam. Mēslošanu atbalsta 24% (2017. gads) un 21% (2021. gads) aptaujāto, pie nosacījuma ka mežaudzē novērojamas elementa trūkuma pazīmes; bet 31% (2017. gads) un 28% (2021. gads), attiecīgi, atbildējuši, ka tas darāms profilaktiski.

Uz jautājumiem kāda ir attieksme pret papildus barības vielu ienešanu saimnieciskajos mežos un mežos ar saimnieciskās darbības ierobežojumiem – atbildes sadalās līdzīgi. Atbildes “jā” un “drīzāk jā” sniedz vairāk nekā puse aptaujāto. Ceturtā daļa aptaujāto uzskata, ka katrs gadījums jāizskata atsevišķi gan saimnieciskajos mežos, gan mežos ar saimnieciskās darbības ierobežojumiem. Aptaujā 2021. gadā iegūts lielāks augsnes ielabošanas līdzekļu izmantošanu mežā atbalstošu atbilžu īpatsvars nekā 2017. gadā veiktajā aptaujā.

Iedzīvotāji nav pret papildus barības vielu ienešanu, bet vēlas, lai katrs gadījums tiktu izvērtēts un lēmumi netiktu pieņemti formāli, it sevišķi, ja tas attiecas uz mežiem ar saimnieciskās darbības ierobežojumiem.

Uzrunāto respondentu atbildes norāda uz to, ka joprojām ir jāturpina publicēt informācija par iespējām uzlabot koku augšanas apstākļus, ienesot barības vielas mežā. Pētījumu programmas īstenošanas laikā ir pievērsta uzmanība nozares pārstāvju informēšanai, sagatavota informatīvi materiāli periodikai un sabiedriskajiem mēdijiem, kā arī iesaistījāmies LVM Skolu programmā. Iespējams, ka tieši pētījuma ietvaros veiktā informatīvā kampaņa ir sekmējusi to, ka visos jautājumos 2021. gadā ir vairāk pozitīvu atbilžu, tomēr informatīvais darbs ir jāturpina, lai panāktu vēl lielāku atbalstu koku augšanas apstākļu pasākumu ieviešanai. Detalizēta informācija par iedzīvotāju aptaujas rezultātiem sniegta pētījuma etapa pārskatā (LVMI Silava, 2021).

## Īstermiņa zinātniskās izpētes misijas 2017.-2021. gadā

Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījumu programmas laikā izsludināti 10 zinātnisko misiju uzsaukumi par šādām tēmām:

* koksnes pelnu izkliedēšanas ietekme uz ikgadējo pieaugumu atkarībā no koksnes pelnu izkliedēšanas vienmērīguma;
* koksnes pelnu izmantošanas ietekme uz egļu audžu vitalitāti kūdreņos un āreņos;
* augsnes ielabošanas līdzekļu izmantošanas ietekme uz koku (priede, bērzs un melnalksnis) augšanu demonstrējuma objektā Kaigu purvā;
* koksnes pelnu izmantošanas ietekme uz smago metālu koncentrācijas zemsedzē, ogās un sēnēs;
* ienestā minerālā slāpekļa aprite (N izotopi skujās un mētrās);
* skuju koku stādīšanas laikā papildus ienestā slāpekļa aprite (N izotopi mēslojumā un stādos 2019. un 2020. gada pieaugumos);
* arginīna fosfāta mēslojuma ietekme uz priedes un egles stādu ikgadējiem pieaugumiem un briežu dzimtas dzīvnieku veikto apkodumu intensitāti (LVM Pededzes iecirknis, 12 nogabali);
* harvestera datu izmantošana augsnes ielabošanas pasākumiem piemēroto audžu un augsnes ielabošanas līdzekļu devu noteikšanai;
* koksnes pelnu granulometriskā sastāva izpēte;
* koksnes pelnu cietināšanas "receptes" un/vai koksnes pelnu granulometriskā sastāva izpēte;
* koksnes pelnu un kūdras granulēšanas tehnoloģiskā procesa un energobilances raksturojums (sadarbībā ar LVMI Silava, praktiskie darbi Salaspils).

Uzsaukumi publicēti LVMI Silava mājaslapā sadaļā *Aktuāli*, uzaicinājumi izsūtīti uz Universitātēm, kurās īsteno meža un dabas zinātņu izglītības programmas. Aicinājumam atsaukušies studenti, pētnieki un mācībspēki no Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Meža fakultātes un Latvijas Universitātes Bioloģijas un Ķīmijas fakultātēm (Tab. 9).

Tab. 10. Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījumu programmas 2016.-2021. gada laikā īstenotās zinātniskās izpētes misijas

| Gads | Misijas | Izpildītāju darba/studiju vieta | dalībnieki |
| --- | --- | --- | --- |
| 2017 | Koksnes pelnu izkliedēšanas ietekme uz ikgadējo pieaugumu atkarībā no koksnes pelnu izkliedēšanas vienmērīguma | Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, Meža fakultāte, bakalaura programmas students | 1 |
| 2018 | Lapu koku stādījumos izmantotā mēslojuma ietekme uz smago metālu koncentrāciju parastajās apšu bekās (*Leccinum auranticum*) | Latvija Universitāte, Ķīmijas fakultāte, pētnieks un maģistra programmas students | 2 |
| Koksnes pelnu izmantošanas ietekme uz egļu audžu vitalitāti kūdreņos un āreņos | Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Meža fakultāte, bakalaura programmas students | 1 |
| Koksnes pelnu izmantošanas ietekme uz smago metālu koncentrāciju zemsegāa, augsne un mellenēs (*Vaccinium myrtillu*s) | Latvija Universitāte, Ķīmijas fakultāte, docents un maģistrants/laborants | 2 |
| 2019 | Veģetācijas attīstība ar notekūdeņu dūņām un koksnes pelniem ielabotā ātraudzīgo koku stādījumā un tās nodrošinātie ekosistēmu pakalpojumi | Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāte, maģistrants | 1 |
| Ienestā minerālā slāpekļa aprite (N izotopi skujās un mētrās) | Latvija Universitāte, Ķīmijas fakultāte, pētnieks un maģistrants | 2 |
| 2020 | Skuju koku stādīšanas laikā papildus ienestā slāpekļa aprite (N izotopi ielabošanas līdzeklī un stādā 2019. un 2020.gada pieaugumos) | Latvija Universitāte, Ķīmijas fakultāte, pētnieks un maģistrants | 2 |
| 2021 | Augsnes ielabošanas līdzekļu izmantošanas ietekme uz koku (priede, bērzs un melnalksnis) augšanu demonstrējuma objektā Kaigu purvā | Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāte, bakalaura programmas studenti | 2 |
| kopā | | | 13 |

Pētījumu programmas īstenošanas laikā LVMI Silava izsludinātajās īstermiņa zinātniskajās misijās pieteikušies 15 dalībnieki, misijas īstenojuši 13 dalībnieki, trīs no tiem individuāli, pārējie pētnieciskajās grupās. Viens pētījums īstenots pieteicēja pieteiktajā tematikā, pārējie LVMI Silava piedāvātajā tematikā. Misiju laikā iegūtie dati gan apkopoti mini-pētījumu gala ziņojumos, gan studentu kvalifikācijas darbos, gan arī publicēti zinātniskajos rakstos un ziņoti starptautiskās konferencēs. Plašāka informācija par īstermiņa izpētes misijām apkopoti 2. pielikumā.

## Pētījuma ietvaros sagatavoto zinātnisko un populārzinātnisko rakstu tematika un atziņas

Pētījumu programmas ietvaros sagatavota virkne zinātnisku rakstu, stenda referātu un zinātnisku publikāciju, kas skar dažādus meža mēslošanas aspektus. LVMI Silava un Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta zinātnieki ir skaidrojuši un pamatojuši pētījuma rezultātus, sniedzot intervijas un prezentācijas zinātniskās konferencēs un ietverot pētījuma rezultātus populārzinātniskos un zinātniskos rakstus izdevumos. Statistisks kopsavilkums dots Tab. 10, bet plašāka informācija par sagatavotajām publikācijām un referātiem – 3. pielikumā.

Tab. 11. Sagatavoto publikāciju un stenda referātu statistisks kopsavilkums

| Gads | Populārzinātniski | Konferenču tēzes | Konferenču rakstu krājumi | Zinātniskie raksti |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2016 | 1 | - | 1 | - |
| 2017 | 1 | 2 | 1 | - |
| 2018 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 2019 | 3 | 2 | 2 | 4 |
| 2020 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| 2021 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| Kopā | 9 | 11 | 9 | 12 |

## Pārējās publicitātes darbības

Kopumā pētījumu programmas īstenošanas laikā zinātniskā grupa ir piedalījusies vismaz 47 dažādos publiskos pasākumos (3. Pielikums). Pētījuma otrajā un trešajā gadā, kad vēl nebija COVID19 ierobežojumi, aktīvi iesaistījāmies nozari popularizējošos publiskos pasākumos, Meža dienās Tērvetē, “Meža ABC”, skolēniem organizētajos pasākumos Sarkaņkalnā, Priekuļos, Ogres Zilajos kalnos. Pēdējos divos gados dalība publiskos pasākumos bija ierobežota, bet, kolīdz, atbilstoši epidemioloģiskās drošības noteikumiem, tādi notika, tajos piedalījās arī LVMI Silava pētnieku grupa – 2020. gadā Mežs ienāk pilsētā, Jelgavā un 2021. gadā sarunu festivālā LAMPA, Cēsīs. Pētījumu rezultātus ziņojām nozares vietējos un starptautiskajos semināros Ziemeļvalstīs, LVMI Silava organizētajās Mežzinātnes dienās. LVMI zinātnieki piedalījās konferencēs, kā arī konferenču rakstu krājumos publicēja aktuālos zinātniskās izpētes rezultātus (Tab. 11).

Tab. 12. LVMI Silava zinātnieku iesaistes sabiedriskos pasākumos kopsavilkums

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Gads | Konference | Publisks pasākums | Seminārs | Kopā |
| 2017 | 1 | 4 | 1 | 6 |
| 2018 | 5 | 3 | 4 | 12 |
| 2019 | 6 | 6 | 5 | 17 |
| 2020 | 3 | 2 | - | 5 |
| 2021 | 6 | 1 | - | 7 |
| kopā | 21 | 16 | 10 | 47 |

Secinājumi un novērojumi

1. **Koksnes pelni** nodrošina lielāko ikgadējo papildpieaugumu egles audzēs kūdreņos (Ks 0,8 m3 ha-1 un Kp 1,4 m3 ha-1):
   1. pelnus var izmantot jebkurā audzē pēc kopšanas cirtes, ja vien nepastāv saimnieciski vai vides aizsardzības ierobežojumi. Pelnu izkliedēšanai var izmantot lauksaimniecības tehniku ar specializētu aprīkojumu, kas piemērots neviendabīga materiāla izkliedēšanai, piemēram, smilts kaisītāji ar sprauslām, kas pārbūvētas tā, lai pelni lidotu pēc iespējas tālāk no koridora. Pirms izkliedēšanas pelni ir jāstabilizē – jācietina. Granulēšanas tehnoloģijas ieviešana var būt lietderīga tikai lielās kurtuvēs, kas izmanto verdošā slāņa tehnoloģiju. Pelnu izkliedēšanas izmaksas ir par 78% mazākas nekā ieguvumi, realizējot krājas papildpieaugumu;
   2. koksnes pelnu izmantošana nav ietekmējusi elementu saturu augsnē, tomēr vērojama biogēno elementu, tajā skaitā N uzkrāšanās zemsegā, kas var būt saistīts ar organiskās vielas mineralizāciju. Iespējams, ka pelnu izmantošana palielina augsnes elpošanas radītās CO2 emisijas, kas mazina kopējo klimata pārmaiņu mazināšanas efektu, taču koksnes pelnu īstermiņa ietekme uz augsnes elpošanu līdz šim ir maz pētīta. Koksnes pelnu izmantošana būtiski neietekmē smago metālu saturu zemsegā un augsnē. Arī augsnes ūdeņos nav konstatētas izmaiņas, kas norādītu uz vides piesārņojumu ar smagajiem metāliem vai biogēnajiem elementiem. Ar koksnes pelniem mēslotajās platībās nav novērota eitrofiem augšanas apstākļiem raksturīgo sugu dominance, kas varētu norādīt uz augšanas apstākļu izmaiņām, kā arī nav konstatēta būtiska mēslojuma ietekme uz zemsedzes sugu sastāvu, skaitu, daudzveidību un stratēģiskajām grupām.
2. **N mēslojums** nodrošina lielāko ikgadējo krājas papildpieaugumu pieaugušās P un B audzēs Mr, Ln un Dm meža tipos (attiecīgi, 2,6 m3 ha-1 un 1,0 m3 ha-1):
   1. N mēslojumu var izmantot jebkurā attiecīgo sugu un meža tipu audzē pēc kopšanas cirtes, ja vien nepastāv saimnieciski vai vides aizsardzības ierobežojumi. Mēslojuma izkliedēšanai var izmantot lauksaimniecības tehniku ar uzkarināmiem izkliedētājiem, kas nodrošina lielu klīrensu. Minerālmēslu izkliedēšanas izmaksas ir par 66% mazākas nekā sagaidāmie ieguvumi no kokmateriālu realizācijas. SEG emisijas, tajā skaitā minerālmēslojuma ražošana, piegāde un izkliedēšana, ir 35 reizes mazākas nekā papildpieauguma radītā CO2 piesaiste, tāpēc meža mēslošana būtiski uzlabo arī kopējo meža apsaimniekošanas SEG bilanci.
   2. daļā no izpētes objektiem N mēslojums veicinājis zemsegas pH un C/N attiecības samazināšanos, kas var ietekmēt augsnes mikrofloras sastāvu, kā arī palielināt augsnes elpošanas radītās CO2 emisijas, tāpēc turpmākajos pētījumos ir jāiekļauj ietekmes uz augsnes gāzu apmaiņu novērtējums. N satura pieaugums zemsegā ir ietekmējis zemsedzes sugu sastāvu, taču mēslotajās platībās nav novērota nitrofilo sugu dominance. Nav konstatēta būtiska īstermiņa ietekme uz zemsedzes sugu sastāvu, skaitu, daudzveidību un stratēģiskajām grupām. Ietekme varētu izpausties ilgākā laika periodā, piemēram, pēc atjaunošanas cirtes, tādēļ nepieciešami ilgtermiņa zemsedzes veģetācijas novērojumi.
3. **N mēslojums jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs** nodrošina vislielāko krājas papildpieaugumu skuju koku jaunaudzēs āreņos (Am un As) un sausieņos, tajā skaitā E audzē Vr papildpieaugums ir vidēji 2,1 m3 ha-1 gadā:
   1. sākotnējie rezultāti liecina par to, ka jaunaudžu un vedēja vecuma audžu mēslošana var būt visefektīvākais klimata pārmaiņu mazināšanas pasākums, kas nodrošina būtiski lielāku krājas papildpieaugumu nekā mēslojuma izmantošana pieaugušās audzēs, taču pagaidām nav pieejami dati par mēslojuma kumulatīvo ietekmi;
   2. slāpekļa saturs augsnes ūdenī pieaug pēc mēslošanas, taču 2-3 mēnešu laikā tas samazinās un pietuvojas rādītājiem kontroles parauglaukumos. Elementu sastāvā augsnē un zemsegā nav konstatētas izmaiņas, kas norādītu uz negatīvu mēslojuma ietekmi. Mēslotajās platībās nav novērota nitrofilo sugu dominance. Nav konstatēta arī būtiska īstermiņa ietekme uz zemsedzes sugu sastāvu, skaitu, daudzveidību un stratēģiskajām grupām, kas varētu norādīt uz negatīvām mēslojuma izmantošanas sekām.
4. **Koksnes pelni** un **N mēslojums** nodrošina lielāko papildpieaugumu pieaugušās E, P un B audzēs āreņos (Am, As) un P un B audzēs kūdreņos (Km, Ks un Kp):
   1. mēslošanas līdzekļu apvienošana mazina papildpieauguma neiegūšanas risku, jo augsnē nonāk visi makro- un mikro-elementi, kuru trūkums var ierobežot koku augšanu. Mēslojuma izkliedēšanas tehnikas izvēle ir atkarīga no pelnu kvalitātes – ja tie ir cietināti pelni, tad minerālmēslus labāk izkliedēt ar lauksaimniecības tehniku, bet pelniem izmantot specializētas iekārtas. Mēslojuma izkliedēšanas izmaksas ir par 46% mazākas nekā sagaidāmie ieguvumi no kokmateriālu realizācijas. SEG emisijas, tajā skaitā minerālmēslojuma ražošana, piegāde un izkliedēšana, ir 30 reizes mazākas nekā papildpieauguma radītā CO2 piesaiste, attiecīgi, mēslojums būtiski uzlabo kopējo mežsaimniecības SEG binalci;
   2. mēslojums būtiski neietekmē smago metālu saturu zemsegā un augsnē, attiecīgi, izmantotā deva ir droša un nerada piesārņojumu ar smagiem metāliem. Atsevišķās platībās zemsegā palielinās biogēno elementu saturs, kā arī samazinājies zemsegas skābums, tomēr šīs izmaiņas neatspoguļojas sistemātiskās zemsedzes sugu sastāva vai to projektīvā seguma izmaiņās. Amonija nitrāta ienese palielina N saturu augsnes ūdenī tūlīt pēc mēslojuma izkliedēšanas, taču 2-3 mēnešu laikā N saturs ūdenī samazinās, tāpat kā citos N mēslojuma izmēģinājumos, un turpmāko 2 gadu laikā saglabājas nedaudz augstākā līmenī nekā kontroles parauglaukumos, kas norāda uz augiem pieejamā N satura palielināšanos, kā arī potenciālu izskalošanās risku. Mēslotajās platībās nav novērota nitrofilo vai eitrofiem augšanas apstākļiem raksturīgo sugu dominance, kas varētu norādīt uz būtiskām augšanas apstākļu izmaiņām. Nav konstatēta arī būtiska mēslojuma īstermiņa ietekme uz zemsedzes sugu sastāvu, skaitu, daudzveidību un stratēģiskajām grupām. Ietekme varētu izpausties ilgākā laika periodā, augos un augsnes organiskajā vielā asimilētajā barības vielām atgriežoties vidē, tādēļ nepieciešami ilgtermiņa novērojumi kumulatīvās ietekmes raksturošanai.
5. Arī **selekcijas izmēģinājumu stādījumos** N mēslojums sausieņu meža tipos nodrošina krājas papildpieaugumu (vidēji gadā 1,4 m3 ha-1 P un 1,2 m3 ha-1 E audzēs):
   1. papildpieauguma rādītāji būtiski neatšķiras no citos izmēģinājumos P un E vidēja vecuma audzēs iegūtiem rezultātiem, attiecīgi, arī platībās, kas atjaunotas ar selekcionētu stādmateriālu, sagaidāms vismaz tikpat liels mēslojuma efekts kā citās audzēs. B audzēs ir jānovērtē P un K vai koksnes pelnu papildmēslojuma ieneses efekts, jo arī citos izmēģinājumu variantos, kur izmantots N, B audzēs konstatēta vislielākā papildpieauguma rādītāju nenoteiktība;
   2. selekcijas izmēģinājumu stādījumos apstiprinās N satura skujās un krājas papildpieauguma veidošanās sakarība, lai gan nav konstatēta cieša korelācija starp kontroles parauglaukumos konstatētajiem rādītājiem un Somijā noteiktajā robežvērtībām mēslojuma izmantošanai. Kopā ar citu mēslošanas variantu rezultātiem tas norāda uz nepieciešamību izstrādāt Latvijas apstākļiem piemērotas robežvērtības.
6. **Koksnes pelnu un amonija nitrāta** izmantošana 3 gadu laikā nav būtiski ietekmējusi līdzās esošo ūdensteču ekoloģisko kvalitāti un ūdens ķīmiskos parametrus:
   1. lielāka ietekme bijusi dažādu vides faktoru izmaiņām piemēram, bebru dambja parādīšanās un upes tecējuma atjaunošanās pēc tā nojaukšanas, kā arī meteoroloģisko apstākļu atšķirībām dažādos novērojumu gados;
   2. biogēno elementu uzkrāšanās koku skujās norāda uz to, ka augi spējuši ātri asimilēt ienestās barības vielas un izmantotā mēslojuma deva neradīja biogēno elementu pārpalikumu, kas varētu ieskaloties ūdenskrātuvēs.
7. Pētījuma īstenošanas laikā veiktie **sabiedrības informēšanas pasākumi** nodrošinājuši atbalstošāku attieksmi pret meža mēslošanu – pozitīvu vērtējumu īpatsvars pieaudzis par 8% un par 35% pieaudzis tādu respondentu īpatsvars, kas atbalsta ne tikai pelnu, bet arī minerālmēslojuma izmantošanu. Par izpratnes palielināšanos liecina arī tādu respondentu, kas atbalsta mēslojuma izmantošanu profilaktiski un meža atveseļošanai, īpatsvara pieaugums, tomēr jāturpina sabiedrības informēšana par profilakses nozīmi, jo pozitīvo atbilžu īpatsvara pieaugums šajā jautājumā ir salīdzinoši neliels. Ir sasniegta labāka izpratne par mēslošanas nozīmi meža produktivitātes kāpināšanā – pozitīvo atbilžu īpatsvara pieaugums par 10% un par 3% mazāk ir to respondentu, kuri uzskata, ka katrs gadījums vērtējams atsevišķi.

Rekomendācijas

**Koksnes pelnu** izmantošana rekomendējama visos kūdreņos egles audzēs (valdošās sugas krāja vismaz 70%) pēc starpcirtes, lai nodrošinātu krājas papildpieaugumu un mazinātu mežsaimniecības riskus. Papildus audžu atlasei jāizvērtē iespējas piegādāt un ievest pelnus audzē. Rekomendējamā koksnes pelnu deva 2-5 tonnas ha-1, atkarībā no pelnu sastāva (vismaz 120 kg K ha-1), veicot pelnu izkliedēšanu vasarā vai kailsala laikā ziemā. Pirms izkliedēšanas koksnes pelni ir jāstabilizē, lai mazinātu iespējamo negatīvo ietekmi uz zemsedzes augiem un augsnes mikrofloru. Lētākais un vienkāršākais pelnu stabilizēšanas paņēmiens ir cietināšana, sajaucot ar ūdeni un tad sadrupinot. Izkliedējot pelnus, ieteicams samazināt apstrādes joslu, braucot par grāvjiem tuvākajiem tehnoloģiskajiem koridoriem, lai pelni netiktu izkliedēti grāvju ekspluatācijas aizsargjoslā. Izkliedi neveic virs sniega segas. Pēc koksnes pelnu izkliedēšanas mežaudzē ir jāizvieto brīdinājuma zīmes, aicinot nevākt ogas un sēnes līdz pirmajai lietusgāzei, kas noskalos pelnus no ogu un sēņu virsmas. Detalizēta informācija par koksnes pelnu izmantošanu mežā apkopota Vadlīnijās koksnes pelnu izmantošanai koku augšanas apstākļu uzlabošanai kūdreņos.

**Amonija nitrāta** izmantošana rekomendējama priedes un bērza audzēs, kur valdošās sugas krājas īpatsvar ir vismaz 70%, tūlīt pēc pēdējās starpcirtes. Slāpekļa mēslojuma izmantošana rekomendējama sausieņos lānā, mētrājā un damaksnī 10-15 gadus pirms atjaunošanas cirtes. Papildus audžu atlasei jāizvērtē iespējas piegādāt un ievest mēslojumu audzē. Rekomendējamā slāpekļa mēslojuma deva 120-150 kg N ha-1, lielāku mēslojuma devu izmantojot nabadzīgās augsnēs Ln un Mr. Rekomendējamais mēslojuma veids – amonija nitrāts. Minerālmēslojuma izkliedēšana veicama pavasarī un vasaras sākumā.

Veicot mēslojuma izkliedēšanu, jāievēro ūdenstilpņu un ūdensteču aizsargjoslas. Mēslojumu izkliedē ārpus grāvju ekspluatācijas aizsargjoslas, izlaižot grāvjiem tuvākos tehnoloģiskos koridorus vai arī samazinot darba joslas platumu līdz 10 m.

Platībās, kur plānots izmantot slāpekļa mēslojumu, jāveic skuju ķīmiskā sastāva monitorings, ievācot paraugus no kopšanas cirtēs nozāģētajiem kokiem un uzkrājot datus par nodrošinājumu ar barības vielām. Uzkrājot pietiekoši lielu datu kopu, šo informāciju varēs izmantot nodrošinājuma ar barības vielām indikatorvērtību izstrādāšanai. Detalizēta informācija par amonija nitrāta izmantošanu mežā mēslošanai apkopota Vadlīnijas slāpekļa mēslojuma izmantošanai koku augšanas apstākļu uzlabošanai sausieņu meža tipos briestaudzēs.

**Atkārtota slāpekļa mēslojuma ienešana** pēc kopšanas cirtes saskaņā ar pētījuma rezultātiem ir visefektīvākais risinājums krājas pieauguma palielināšanai, nodrošinot lielāko relatīvo krājas papildpieaugumu, it īpaši jaunaudzēs. Tomēr pagaidām ir pāragri rekomendēt šī meža mēslošanas paņēmiena izmantošanu praksē.

**Amonija nitrāta un koksnes pelnu mēslojuma** izmantošana rekomendējama egļu audzēs (E, P un B kopējā krāja vismaz 70% no kopējās krājas) āreņos, kā arī priedes un bērza audzēs (E, P vai B kopējā krāja vismaz 70% no kopējās krājas) āreņos un kūdreņos. Mēslojums ienesams pēc pēdējās starpcirtes, platībās, kur paredzēta atjaunošanas cirte ar vienlaidus cirtes paņēmienu. Rekomendējamā mēslojuma deva ir 150 kg N ha-1, un 3‑5 tonnas ha-1 koksnes pelnu. Slāpekļa mēslojums ienesams amonija nitrāta veidā. Koksnes pelnu devu nosaka tā, lai ienestu augsnē vismaz 60 kg kālija vai fosfora. Mēslojuma izkliedēšana veicama pavasarī un vasaras sākumā.

Izmantojot mēslojumu, jāievēro saimnieciskās darbības ierobežojumi ūdenstilpņu un ūdensteču aizsargjoslās. Ieteicams ievērot 10 m distanci (ekspluatācijas aizsargjoslas robežās) no meliorācijas grāvjiem, izlaižot grāvjiem tuvākos tehnoloģiskos koridorus. Pēc koksnes pelnu izkliedēšanas mežaudzē ir jāizvieto brīdinājuma zīmes, aicinot nevākt ogas un sēnes līdz pirmajai lietusgāzei, kas noskalos pelnus no ogu un sēņu virsmas.

Nākotnes pētījumu nepieciešamība

Pētījuma programmā raksturota mēslošanas līdzekļu īstermiņa ietekme uz zemsedzes veģetāciju, ūdeņiem, ķīmisko elementu saturu augsnē un zemsegā, kas nereti pārsedzas ar kopšanas ciršu ietekmi un pirmajos gados pēc mēslošanas / kopšanas cirtes nav nodalāma. Atbilžu sagatavošanai par kumulatīvo efektu, ilgtermiņa ietekmi un darbībām vides risku mazināšanai ir jāturpina pētījumu programmā uzsāktie ietekmes uz vidi novērojumi, tajā skaitā jāvērtē biogēno elementu iznese ar gruntsūdeņiem, noteces ūdeņu ķīmiskie parametri un augsnes mikrofloru un faunu, ienesot dažādas augsnes ielabošanas līdzekļu devas. Ietekmes novērtējumā jāiekļauj ietekme uz bezmugurkaulnieku sugu sastāvu un augsnes mikrofloru. Lai pilnvērtīgāk raksturotu mēslojuma ietekmi uz vielu apriti un CO2 piesaisti mežā, vides monitoringā jāiekļauj nobiru monitorings.

Viens no svarīgākiem turpmākās izpētes soļiem ir ražošanas mēroga eksperimenta uzsākšana, veicot meža (pirmajā etapā priedes audzes sausieņu meža tipos) mēslošanu ar amonija nitrātu pēc kopšanas cirtes, pārbaudot praksē cirsmu atlases kritērijus un dažādas ražošanas organizācijas pieejas. Lai pamatotu meža mēslošanas nepieciešamību, ir jāuzsāk arī skuju ķīmiskā sastāva (N, P, K, Ca, Mg, B saturs) monitorings kopšanas cirtēs, kas piemērotas mēslojuma pielietošanai atbilstoši citiem kritērijiem. Lai samazinātu ķīmisko elementu satura noteikšanas izmaksas, jāizstrādā vienkārša *difūzi reflektīvā Furjē transformācijas infrasarkanās spektroskopijas metode*, izmantojot vidēji infrasarkano spektra joslu (MIR FTIR DRIFTS), ķīmisko elementu satura noteikšanai un barības vielu nodrošinājuma prognozēšanai. Metodes izveidošanai var izmantot pētījumu programmas ietvaros jau ievāktos augu materiāla paraugus, kas izmantojami analīžu veikšanai vēl vismaz 3-5 gadus. Pēc tam paraugu ievākšana un analīzes būs jāveic atkārtoti. FTIR DRIFTS metožu pielietošana ļauj samazināt skuju un lapu analīžu izmaksas 50 reizes vai pat vairāk, salīdzinot ar klasiskās ķīmijas metodēm.

Pētījumā secināts, ka būtiski lielāku krājas papildpieaugumu var iegūt, ja mežā izmanto kompleksu mēslojumu, kas satur slāpekli un citus elementus, taču, lai nodrošinātu efektīvu resursu izmantošanu, ir jāzina optimālais mēslojuma sastāvs un devas, piemēram, pievienojot slāpekļa mēslojumam fosfora vai fosfora un kālija minerālmēslus, kamēr koksnes pelnu ražotāji nevar nodrošināt mežā izmantojamu materiālu. Šādam pētījumam būs īpaša nozīme mistrotu audžu mēslošanā, kur jānodrošina ne tikai priedes, bet arī pārējo koku sugu papildpieauguma iegūšanai labvēlīgi apstākļi.

Augsnes ielabošana noteikti jāveic, apmežojot degradētas teritorijas vai izstrādātas derīgo izrakteņu ieguves atradnes. Tikai ar augu barošanās elementiem nodrošinātā augsnē stādīti koki aug strauji, veido veselīga kokaudze un nodrošina CO2 piesaisti dzīvajā biomasā un citās oglekļa krātuvēs, tāpēc ir jāturpina datu ieguve par ienestā pamatmēslojuma iedarbības ilgumu, optimālām devām un papildmēslojuma ienešanas optimālajiem intervāliem. Lauksaimniecības zemē ierīkotos stādījumos jāvērtē papildmēslojuma, tajā skaitā mikroelementu, ienešanas laiks un nepieciešamība.

Plašāka informācija par nākotnes pētījumu nepieciešamību iekļauta pētījuma etapa pārskatā (LVMI Silava, 2021).

Literatūra

1. Bergh, J., Linder, S., Lundmark, T., & Elfving, B. (1999). The effect of water and nutrient availability on the productivity of Norway spruce in northern and southern Sweden. *Forest Ecology and Management*, *119*(1–3), 51–62. https://doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00509-X
2. Bērziņa, L., Degola, L., Grīnberga, L., Kreišmane, D., Lagzdiņš, A., Lazdiņš, A., Lēnerts, A., Lupiķis, A., Naglis-Liepa, K., Popluga, D., Rivža, P., & Sudārs, R. (2018). *Siltumnīcefekta gāzu emisiju samazināšanas iespējas ar klimatam draudzīgu lauksaimniecību un mežsaimniecību Latvijā (Possibilities to reduce GHG emissions in Latvia by applying climate friendly measures in agriculture and forestry)*. SIA „Drukātava”.
3. Clarke, N., Økland, T., Holt Hanssen, K., Nordbakken, J.-F., & Wasak, K. (2018). Short-term effects of hardened wood ash and nitrogen fertilisation in a Norway spruce forest on soil solution chemistry and humus chemistry studied with different extraction methods. *Scandinavian Journal of Forest Research*, *33*(1), 32–39. https://doi.org/10.1080/02827581.2017.1337921
4. Clarke, N., Žlindra, D., Ulrich, E., Mosello, R., Derome, J., Derome, K., König, L., Draaijers, G. P. J., Hansen, K., Thimonier, A., & Waldner, P. (2016). Part XIV Sampling and Analysis of Deposition. In *UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests* (p. 32). Thünen Institute of Forest Ecosystems. http://www.icp-forests.org/Manual.htm
5. Cools, N., & de Vos, R. (Eds.). (2020). Part X Sampling and Analysis of Soil. In *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests* (06/2020 ed., p. 101). UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre.
6. Dobbertin, M., & Neumann, M. (2020). Part V Tree growth Level II. In *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests* (p. 31). UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre.
7. Foth, H. D. (1990). *Fundamentals of soil science* (8th ed). Wiley.
8. Fransman, B., & Nihlgård, B. (1995). Water chemistry in forested catchments after topsoil treatment with liming agents in South Sweden. *Water, Air, and Soil Pollution*, *85*(2), 895–900. https://doi.org/10.1007/BF00476943
9. Jansons, Ā., Matisons, R., Krišāns, O., Džeriņa, B., & Zeps, M. (2016). Effect of initial fertilization on 34-year increment and wood properties of Norway spruce in Latvia. In *Silva Fennica* (Vol. 50, Issue 1). https://www.silvafennica.fi/article/1346
10. Kalēja, S., Lazdiņš, A., Zimelis, A., & Spalva, G. (2017). Model for cost calculation and sensitivity analysis of forest operations. *Agronomy Research*, *16*(5), 2068–2078. Scopus. https://doi.org/10.15159/AR.18.207
11. Kāposts, V. (1981). *Mežaudžu barošanās režīms un to mēslošana: Apskats*. LatZTIZPI.
12. Karklina, I., Bardule, A., & Licite, I. (2021, May 13). *The impact of soil fertilization experiment on soil water chemistry in forest stands on drained organic soil, in Latvia*. IPC 2021: 16th International Peatland Congress, Tallin, Estonia.
13. Kārkliņa, I., Petaja, G., Lazdina, D., Lazdiņš, A., Ķēniņa, L., Matisons, R., & Jansons, A. (2021). *Koku augšanas apstākļu uzlabošanas risinājumi un rekomendācijas to pielietošanai praksē*.
14. Karltun, E., Saarsalmi, A., Ingerslev, M., Mandre, M., Andersson, S., Gaitnieks, T., Ozolinčius, R., & Varnagiryte-Kabasinskiene, I. (2008). Wood Ash Recycling – Possibilities And Risks. In D. Röser, A. Asikainen, K. Raulund-Rasmussen, & I. Stupak (Eds.), *Sustainable Use of Forest Biomass for Energy* (Vol. 12, pp. 79–108). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5054-1\_4
15. Korkiakoski, M., Tuovinen, J.-P., Penttilä, T., Sarkkola, S., Ojanen, P., Minkkinen, K., Rainne, J., Laurila, T., & Lohila, A. (2019). Greenhouse gas and energy fluxes in a boreal peatland forest after clear-cutting. *Biogeosciences*, *16*(19), 3703–3723. https://doi.org/10/gf963f
16. Kristensen, H. L., Gundersen, P., Callesen, I., & Reinds, G. J. (2004). Throughfall Nitrogen Deposition Has Different Impacts on Soil Solution Nitrate Concentration in European Coniferous and Deciduous Forests. *Ecosystems*, *7*(2). https://doi.org/10.1007/s10021-003-0216-y
17. Ludwig, B., Rumpf, S., Mindrup, M., Meiwes, K.-J., & Khanna, P. K. (2002). Effects of Lime and Wood Ash on Soil-solution Chemistry, Soil Chemistry and Nutritional Status of a Pine Stand in Northern Germany. *Scandinavian Journal of Forest Research*, *17*(3), 225–237. https://doi.org/10.1080/028275802753742891
18. LVMI Silava. (2016). *Pirmā etapa starpatskaite par pētījumu programmas Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījumu programma 2016.-2021. Gadam darba uzdevumu izpildi* (2016\_02; p. 230). Latvijas Valsts mežzinātnes institūts ’’Silava’’.
19. LVMI Silava. (2018). *Otrā etapa starpatskaite par pētījumu programmas Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījumu programma 2016.-2021. Gadam darba uzdevumu izpildi* (2017\_02; p. 73). Latvijas Valsts mežzinātnes institūts ’’Silava’’.
20. LVMI Silava. (2020a). *Ceturtā etapa starpatskaite par pētījumu programmas Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījumu programma 2016.-2021. Gadam darba uzdevumu izpildi* (2019\_02; p. 170). Latvijas Valsts mežzinātnes institūts ’’Silava’’.
21. LVMI Silava. (2020b). *Piektā etapa starpatskaite par pētījumu programmas Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījumu programma 2016.-2021. Gadam darba uzdevumu izpildi* (2020\_02; p. 228). Latvijas Valsts mežzinātnes institūts ’’Silava’’.
22. LVMI Silava. (2021). *Sestā etapa starpatskaite par pētījumu programmas Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījumu programma 2016.-2021. Gadam darba uzdevumu izpildi* (2021\_02; p. 135). Latvijas Valsts mežzinātnes institūts ’’Silava’’.
23. Nieminen, M., Piirainen, S., Sikström, U., Löfgren, S., Marttila, H., Sarkkola, S., Laurén, A., & Finér, L. (2018). Ditch network maintenance in peat-dominated boreal forests: Review and analysis of water quality management options. *Ambio*, *47*(5), 535–545. https://doi.org/10/gdcctq
24. Nieminen, T. M., De Vos, B., Cools, N., König, N., Fischer, R., Iost, S., Meesenburg, H., Nicolas, M., O’Dea, P., Cecchini, G., Ferretti, M., De La Cruz, A., Derome, K., Lindroos, A. J., & Graf Pannatier, E. (2016). Part XI Soil Solution Collection and Analysis. In *UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests* (p. 20). Thünen Institute of Forest Ecosystems.
25. Nordin, A. (2011). *Future forests: Sustainable strategies under uncertainty and risk*.
26. Nyakuengama, J. G., Downes, G. M., & Ng, J. (2002). GROWTH AND WOOD DENSITY RESPONSES TO LATER-AGE FERTILIZER APPLICATION IN PINUS RADIATA. *IAWA Journal*, *23*(4), 431–448. https://doi.org/10.1163/22941932-90000313
27. Ojanen, P., & Minkkinen, K. (2019). The dependence of net soil CO2 emissions on water table depth in boreal peatlands drained for forestry. *Mires and Peat*, *24*, 1–8. https://doi.org/10.19189/MaP.2019.OMB.StA.1751
28. Okmanis, M. (2015). *Economic assessment of wood ash spreading in forest*. Knowledge Based Forest Sector.
29. Okmanis, M., Petaja, G., & Lupiķis, A. (2017). Productivity of mechanized wood ash application in forest. *Research for Rural Development*, *1*, 62–68. https://doi.org/10.22616/rrd.23.2017.009
30. Okmanis, M., Polmanis, K., & Skranda, I. (2015). *Economic assessment of wood ash spreading in forest*. 37–38.
31. Ozolins, D., & Skuja, A. (2016). Fitting the new Latvian Macroinvertebrate Index (LMI) for rivers to the results of the Central-Baltic Geographical Intercalibration Group. Report. Riga: 20.
32. Paré, D., & Thiffault, E. (2016). Nutrient Budgets in Forests Under Increased Biomass Harvesting Scenarios. *Current Forestry Reports*, *2*(1), 81–91. https://doi.org/10.1007/s40725-016-0030-3
33. Petaja, G., Okmanis, M., Makovskis, K., Lazdiņa, D., & Lazdiņš, A. (2018). Forest fertilization: Economic effect and impact on GHG emissions in Latvia. *Baltic Forestry*, *24*(1), 9–16.
34. Piirainen, S. (2001). *Ash fertilisation and leaching of nutrients from drained peatland* (SkogForsk Report No. 2; pp. 21–24).
35. Pitman, R., Bastrup-Birk, A., Breda, N., & Rautio, P. (2010). Part XIII Sampling and Analysis of Litterfall. In *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests* (p. 16). UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre.
36. Rautio, P., Fürst, a., Stefan, K., Raitio, H., & Bartels, U. (2020). Part XII Sampling and Analysis of Leaves and Needles. In *UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests* (p. 20). Thünen Institute of Forest Ecosystems. http://www.icp-forests.org/manual.htm
37. Renou-Wilson, F., & Farrell, E. P. (2007). Phosphorus in surface runoff and soil water following fertilization of afforested cutaway peatlands. *Boreal Environment Research*, *12*, 693–709.
38. Rone, V. (1982). *Разработать научные основы организации и течнологические процессы создания еловых насаждений плантационного типа в условиях Латвийской СССР, отчет за 1978-1982 гг.* (No. 1575-8–327; p. 186).
39. Routa, J., Kellomäki, S., Peltola, H., & Asikainen, A. (2011). Impacts of thinning and fertilization on timber and energy wood production in Norway spruce and Scots pine: Scenario analyses based on ecosystem model simulations. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, *84*(2), 159–175. https://doi.org/10.1093/forestry/cpr003
40. 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
41. Špalte, E. (1991). Meža mēslošanas problēmas un perspektīvas. *Jaunākais Mežsaimniecībā*, *33*, 47–53.
42. Timm H., & Vilbaste S. (2010). Pinnavee ökoloogilise seisundi hindamise metoodika bioloogiliste kvaliteedielementide alusel. Bentiliste ränivetikate kooslus jões. Suurselgrootute põhjaloomade kooslus jões ja järves. Aruanne EV keskkonnaministeeriumile
43. Uzule, L., & Jēkabsone, J. (2016). Fitting the Assessment System for Rivers in Latvia using Macrophytes to the results of the Central Baltic Geographical Intercalibration group. Report. Riga, p. 16.
44. Vann, J. R., & Region, U. S. F. S. S. (1984). *Increase tree growth & income from forest fertilization*. U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Southern Region.
45. Ипатьев, В. А., & Кирова, С. М. (1977). Некоторые вопросы удобрения осушенных лесов БССР. In Н. И. Будниченко, В. П. Вишнякова, & Н. В. Доркина (Eds.), *Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве* (pp. 74–78). Всесоюznaя опдена Ленина академия сельскохозяйственных наук имени В.И. Ленина Западное отделение Эстонской научно-исследовательский институт лесного хозяиства и охраны природы Эстонская сельскохозяйственная академия.
46. Капостс, В., & Сацениекс, Р. (1977). Применение минеральных удобрений в насаждениях хвойных парод Латвийской ССР. In Н. И. Будниченко, В. П. Вишнякова, & Н. В. Доркина (Eds.), *Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве* (pp. 8–12). Всесоюznaя опдена Ленина академия сельскохозяйственных наук имени В.И. Ленина Западное отделение Эстонской научно-исследовательский институт лесного хозяиства и охраны природы Эстонская сельскохозяйственная академия.
47. Паршевников, А. Л., Серый, В. С., & Бахвалов, Ю. М. (1979). *Рекомендации по применению минеральных удобрений в лесах Европейского севера*. Архангельский институт леса и лесохимии.

1. Pielikums: Pētījumā “Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījumu programma 2016.-2021. gadam” iekļauto audžu saraksts

Tab. 1. Pētījuma “Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījumu programma 2016.-2021. gadam” izmēģinājumu objektu saraksts

| Darba uzdevuma grupa | Atslēga | Meža tips | Suga/ vecums  2021. g. | Platība, ha | Parauglaukumu skaits | KAAU līdzekļu izkliede | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Izkliedēšanas tehnoloģija | Koksnes pelnu izcelsme | N tīrviela, kg ha¯¹ | Pelni, tonnas ha¯¹ | Platība, ha |
| 1 | 301-209-13 | Kp | E55 | 5,7 | 4 | mašinizēti | NewFuels | - | 2 |  |
| 1 | 301-231-12 | Kp | E50 | 2,1 | 4 | mašinizēti | NewFuels | - | 2 |  |
| 1 | 301-228-5 | Dm | E55 | 6,3 | 2 | mašinizēti | NewFuels | - | 2 |  |
| 1 | 301-221-17 | Dm | E55 | 4,4 | 4 | mašinizēti | NewFuels | - | 2 |  |
| 1 | 11-134-8 | As | E54 | 4,8 | 6 | mašinizēti | Latgran | - | 3 | 3 |
| 1 | 409-537-8 | Dm | E51 | 3 | 6 | mašinizēti | Latgran | - | 3 | 1,8 |
| 1 | 409-537-4 | As | E45 | 1,8 | 4 | mašinizēti | Latgran | - | 3 | 0,3 |
| 1 | 503-300-12 | Am | E49 | 5,4 | 6 | manuāli | Latgran/Kalsnavas KM |  | 4 un 8 | 0,18 |
| 1 | 503-312-1 | As | E46 | 0,9 | 2 | manuāli | Latgran/Kalsnavas KM |  | 3 un 6 | 0,18 |
| 2 | 21-10-01 | Dm | P84 | 1,9 | 3 | mašinizēti |  | 150 | - | 0,4 |
| 2 | 21-04-25 | Dm | P83 | 2,2 | 6 | mašinizēti |  | 150 | - | 1,08 |
| 2 | 11-106-8 | Ln | P92 | 3,6 | 8 | mašinizēti |  | 150 | - | 1,4 |
| 2 | 11-174-6 | Dm | E84 | 1,3 | 2 | mašinizēti |  | 150 | - | 0,6 |
| 2 | 11-125-5 | Dm | B70 | 1,6 | 2 | mašinizēti |  | 150 | - | 0,56 |
| 2 | 21-60-7 | Dm | B73 | 1,2 | 2 | mašinizēti |  | 150 | - | 0,4 |
| 2 | 12-208-16 | Dm | E76 | 2 | 4 | mašinizēti |  | 150 | - | 0,8 |
| 3 | 11-18-5 | Dm | E45 | 2,1 | 4 | mašinizēti |  | 150 | - | 0,8 |
| 3 | 31-91-29 | Dm | E46 | 2 | 4 | mašinizēti |  | 150 | - | 0,8 |
| 3 | 12-196-7 | Dm | E50 | 3,3 | 6 | mašinizēti |  | 150 | - | 0,88 |
| 3 | 31-89-25 | Dm | P63 | 0,7 | 2 | mašinizēti |  | 150 | - | 0,2 |
| 3 | 31-30-12 | Ln | P42 | 2,5 | 4 | mašinizēti |  | 150 | - | 1 |
| 3 | 11-210-5 | Ln | P76 | 2,8 | 6 | mašinizēti |  | 150 | - | 1,5 |
| 3 | 24-22-12 | Dms | B51 | 6 | 8 | mašinizēti |  | 150 | - | 2,16 |
| 3 | 21-49-14 | Dms | B24 | 1,8 | 4 | manuāli |  | 150 | - | 0,18 |
| 3 | 21-10-4 | Dm | P31 | 4,5 | 6 | mašinizēti |  | 150 | - | 1,62 |
| 3 | 21-34-2 | Dm | P31 | 1,8 | 4 | mašinizēti |  | 150 | - | 0,64 |
| 3 | 11-127-10 | Ln | P39 | 3 | 6 | mašinizēti |  | 150 | - | 0,96 |
| 3 | 24-11-4 | Dm | P69 | 5,8 | 8 | manuāli |  | 150 | - | 0,36 |
| 3 | 31-89-1 | Dm | E54 | 2 | 4 | mašinizēti |  | 150 | - | 0,56 |
| 3 | 21-34-4 | As | B29 | 2 | 4 | mašinizēti |  | 150 | - | 0,64 |
| 3 | 12-209-10 | Dm | E38 | 2 | 4 | mašinizēti |  | 150 | - | 0,6 |
| 3 | 503-481-11 | Ln | B45 | 1,3 | 2 | manuāli |  | 150 | - | 0,09 |
| 3 | 31-87-13 | Ln | P70 | 3 | 6 | mašinizēti |  | 150 | - | 1,5 |
| 3 | 11-147-1 | As | E38 | 7 | 13 | Manuāli |  | 120 |  | 0,52 |
| 3 | 11-129-18 | Ks | E34 | 2,7 | 10 | Manuāli |  | 120 |  | 0,4 |
| 3 | 12-87-9 | Mr | P32 | 3,1 | 17 | Manuāli |  | 120 |  | 0,68 |
| 3 | 12-79-16 | Dm | P38 | 7 | 6 | Manuāli |  | 120 |  | 0,24 |
| 4 | 11-187-16 | Kp | E55 | 0,9 | 2 | mašinizēti | Latgran | 150 | 3 | 0,4 |
| 4 | 21-32-13 | As | B38 | 2,1 | 4 | mašinizēti | Fortum | 150 | 3 | 0,5 |
| 4 | 31-165-20 | Ks | B38 | 2,1 | 4 | mašinizēti | Latgran | 150 | 3 | 0,8 |
| 4 | 609-30-27 | As | E37 | 2 | 4 | mašinizēti | Fortum | 150 | 3 | 0,8 |
| 4 | 609-29-33 | As | E39 | 3,7 | 6 | mašinizēti | Fortum | 150 | 3 | 0,96 |
| 4 | 609-18-1 | Ks | E59 | 6,3 | 10 | mašinizēti | Fortum | 150 | 3 | 2 |
| 4 | 608-29-4 | Am | P66 | 5 | 8 | mašinizēti | Fortum | 150 | 3 | 1,26 |
| 4 | 608-44-4 | Am | P67 | 1 | 2 | mašinizēti | Fortum | 150 | 3 | 0,52 |
| 4 | 608-44-8 | Km | P61 | 2,5 | 6 | manuāli | Fortum | 150 | 3 | 0,27 |
| 4 | 608-19-21 | Km | P60 | 2,6 | 4 | mašinizēti | Fortum | 150 | 3 | 0,8 |
| 4 | 608-108-4 | Kp | B28 | 9,2 | 8 | mašinizēti | Fortum | 150 | 3 | 2,08 |
| 4 | 609-34-24 | As | B35 | 4,3 | 8 | manuāli | Fortum | 150 | 3 | 0,36 |
| 5 | 11-61-13 | Dm | P43 | 1,8 | 4 | Mašinizēti |  | 150 |  | 0,68 |
| 5 | 11-232-22 | Dm | P40 | 1,1 | 2 | mašinizēti |  | 150 |  | 0,4 |
| 5 | 11-59-17 | Dm | P51 | 1 | 2 | Mašinizēti |  | 150 |  | 0,2 |
| 5 | 11-64-3 | Ln | P41 | 2,4 | 4 | Mašinizēti |  | 150 |  | 1,1 |
| 5 | 11-125-10 | As | E36 | 14 | 12 | Manuāli | Latgran/Fortum | 150 | 2,5 | 0,54 |
| 5 | 604-281-19 | Ln | P131 | 5,4 | 4 | Manuāli |  | 150 |  | 0,18 |
| 5 | 506-30-32 | Mr | P25 | 2,9 | 6 | Manuāli |  | 150 |  | 0,27 |
| 5 | 905-359-1 | Dm | B72 | 4,8 | 12 | manuāli | Salaspils siltums | 150 | 3 | 0,54 |
| 5 | 508-196-14 | Mr | Pc39 | 3,3 | 4 | Manuāli |  | 150 |  | 0,18 |
| 5 | 11-224-17 | Dm | P48 | 4,6 | 6 | Manuāli |  | 150 |  | 0,27 |
| 5 | Kļāvi |  |  | 5 | 21 | Manuāli |  | 150 | 3 | 2,4 |
| 3 | 11-279-18 | Vr | E26 | 1,6 | 7 | Manuāli |  | 150 |  | 0,28 |
| 6 | 405-421-3 | Ks | P95 | 6,6 | 6 | mašinizēti | Graanul Energy |  | 3.0 | 4 |
| 6 | 508-230;231 | Mr | P55 | 12 | 7 | mašinizēti |  | 150 |  | 5,5 |

2. Pielikums: Īstermiņa zinātniskās misijas – rezultātu kopsavilkums

| Gads | Izsludināšanas datums | Piedāvātās tēmas un uzsaukuma saite | Pieteikts / apstiprināts | Īstenošanas periods | Vadošais pētnieks | Secinājumi |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2017 | 24.05.2017 | 1. koksnes pelnu izkliedēšanas ietekme uz ikgadējo pieaugumu atkarībā no koksnes pelnu izkliedēšanas vienmērīguma; 2. koksnes pelnu ietekme uz egļu audžu vitalitāti kūdreņos un āreņos; 3. koksnes pelnu ietekme uz smago metālu koncentrācijas meža zemsedzē, ogās un sēnēs.   http://www.silava.lv/73/section.aspx/665 | Koksnes pelnu izkliedēšanas ietekme uz ikgadējo pieaugumu atkarībā no koksnes pelnu izkliedēšanas vienmērīguma | 2017.07.10. 2017.09.17 | Toms Kalvis | Pozitīva koksnes pelnu ietekme uz koku augšanu vērojama jau pirmajā gadā pēc augsnes ielabošanas un saglabājas visus piecus gadus, tomēr vērojama radiālā papildpieauguma samazināšanās pēdējā gadā, kas liecina par pelnu ietekmes izbeigšanos. Vidējais ikgadējais krājas papildpieaugums pelnu parauglaukumos ir no 1 m3 ha-1 gadā biezākajā audzē līdz 3 m3 ha-1 gadā skrajākajā audzē. Analizējot pelnu ietekmi 10 m zonā ārpus pelnu izkliedes parauglaukumiem, būtisks (t = 4,68 > t0,05; 37 = 1,69) un pozitīvs (4,2 ± 0,9 mm) kumulatīvais radiālais papildpieaugums novērots tikai vienā no audzēm, kas, iespējams, skaidrojams ar plašākām koku saknēm, optimālākiem gaismas apstākļiem un biogēno elementu noskalošanos mikroreljefa ietekmē. |
| 21.12.2017 | 1. koksnes pelnu izmantošanas ietekme uz egļu audžu vitalitāti kūdreņos un āreņos; 2. koksnes pelnu izmantošanas ietekme uz smago metālu koncentrācijas zemsedzē, ogās un sēnēs.   http://www.silava.lv/73/section.aspx/744 | Bez rezultāta | - | - | - |
| 2018 | 25.06.2018 | 1. koksnes pelnu izmantošanas ietekme uz egļu audžu vitalitāti kūdreņos un āreņos; 2. koksnes pelnu izmantošanas ietekme uz smago metālu koncentrāciju zemsedzē, ogās un sēnēs.   http://www.silava.lv/73/section.aspx/810 | Koksnes pelnu izmantošanas ietekme uz egļu audžu vitalitāti kūdreņos un āreņos | 2018.08.21. 2018.11.15. | Ilze Grundule | Salīdzinot mežaudžu augstuma un caurmēra 2011., 2016. un 2018. gada datus, secināts, ka mežaudžu augstums un caurmērs palielinās, tomēr koku skaits samazinās. Tekošais vidējais augstuma gada pieaugums (ZvpH) kontroles mežaudzēs svārstās no 0,05 līdz 0,49 m gadā-1, savukārt pelnu parauglaukumos ZvpH ir no 0,10 līdz 0,50 m gadā-1. Tekošais vidējais caurmēra gada pieaugums (ZvpD) kontroles mežaudzēs ir robežās no 0,22 līdz 1,05 cm gadā-1, bet parauglaukumos, kuros veikta pelnu izkliede, ZvpD ir no 0,46 līdz 1,05 cm gadā-1.  Salīdzinot mežaudžu defoliāciju parauglaukumos, kuros veikta pelnu izkliede, kā arī kontroles platībās, secināts, ka, lielākoties, defoliācija ir lielāka kontroles parauglaukumos, tātad pelnu izkaisīšana novājinātās mežaudzēs nodrošina pozitīvu efektu uz mežaudžu defoliācijas samazināšanos. Defoliācija kontroles platībās vidēji ir 23%, savukārt, parauglaukumos, kuros veikta pelnu izkliede – 17%. Lapu laukuma indekss (LAI) uzrāda ciešu un statistiski nozīmīgu korelāciju, salīdzinot šo rādītāju parauglaukumos, kur veikta pelnu izkliede un kontroles platībās (r 0,85 > r 0,26; α = 0,05). Iegūtajos rezultātos var secināt to, ka LLI pelnu parauglaukumos ir lielāks, tātad pelnu izkaisīšana mežaudzēs atstāj pozitīvu efektu uz lapu laukuma indeksa palielināšanos.  Salīdzinot LLI un defoliācijas korelāciju gan platībās, kur pelni izkaisīti slejās, gan platībās, kur pelni izkaisīti parauglaukumos, ir iegūta cieša un statistiski būtiska, tomēr vāja korelācija (r 0,32 > r 0,26; α = 0,05) un (r 0,33 > r 0,26; α = 0,05). Šādi rezultāti liecina par savstarpējo lielumu atkarību. LLI var izmantot, kā vienu no instrumentiem egles audžu vitalitātes vērtēšanā.  Salīdzinot LLI un vainagu bojājuma pakāpes korelāciju, gan slejās, gan parauglaukumos korelācija ir vāja un nebūtiska (r 0,23 < r 0,26; α = 0,05) un (r 0,18 < r 0,26; α = 0,05). LLI korelācija ar mežaudzes vecumu arī ir vāja (r 0,05 < r 0,26; α = 0,05). |
| Koksnes pelnu izmantošanas ietekme uz smago metālu koncentrāciju zemsegā, augsnē un mellenēs (Vaccinium myrtillus) | 2018.09.15.- 2018.11.30. | Vitālijs Lazarenko  Vita Rudoviča | Iegūtie rezultāti parāda, ka mellenēs, kuras ievāktas no kontroles un mēslotiem parauglaukumiem, metālisko elementu saturs ir līdzīgs. Pēc MK Nr. 334 noteikumiem, tika konstatēts, ka svina saturs mellenēs nepārsniedz maksimāli pieļaujamo robežu (< 0,2 mg kg-1). Savukārt, kadmija gadījumā, mellenēs, kuras ievāktas parauglaukumā “405-421-3”, maksimāli pieļaujamā robeža ir pārsniegta (> 0,05 mg kg-1), aptuveni par 1,5 reizēm. Elementu saturs augsnē neuzrāda krasas atšķirības starp kontroles un mēslotiem parauglaukumiem. Pēc MK Nr. 804 noteikumiem, tika konstatēts, ka augsnē noteiktās metālisko elementu koncentrācijas nepārsniedz maksimāli pieļaujamās robežas. |
| 2018 | 25.06.2018 |
| Lapu koku stādījumos izmantotā mēslojuma ietekme uz smago metālu koncentrāciju parastajās apšu bekās (*Leccinum auranticum*)” | 2018.09.15.- 2018.11.30. | Kristīne Zadvinska  Lauma Buša | Smago metālu saturs analizētajos augsnes paraugos nepārsniedz MK noteikumos Nr. 506 „Mēslošanas līdzekļu un substrātu identifikācijas, kvalitātes atbilstības novērtēšanas un tirdzniecības noteikumi” norādītās maksimāli pieļaujamās smago metālu vērtības.  Smago metālu saturs analizētajos augsnes paraugos nepārsniedz MK noteikumos Nr. 804 „Noteikumi par augsnes un grunts kvalitātes normatīviem” mālsmiltij norādītās smago metālu mērķlielumu vērtības. Smago metālu saturs analizētajos beku paraugos nepārsniedz MK noteikumos Nr. 334 „Noteikumi par pārtikas piesārņojumu un prasībām kodīgas ķīmiskās vielas saturošas pārtikas iepakojumam un marķējumam” norādītās maksimāli pieļaujamās smago metālu satura vērtības. δ15N vērtības mēslotajiem paraugiem ir paaugstinātas. Tas saistīts ar ar mēslojumu ienestā N uzņemšanu sēnēs. Īpaši izteikts tas ir ar dūņām mēslotajā augsnē augušajiem augļķermeņiem. |
| 2019 | 09.09.2019, aktualizēts 01.10.2019 | 1. koksnes pelnu cietināšanas "receptes" un/vai koksnes pelnu granulometriskā sastāva izpēte; 2. ienestā minerālā slāpekļa aprite (N izotopi skujās un mētrās); 3. harvestera datu izmantošana augsnes ielabošanas pasākumiem piemēroto audžu un augsnes ielabošanas līdzekļu devu noteikšanai.   http://silava.lv/73/section.aspx/917 | Veģetācijas attīstība ar notekūdeņu dūņām un koksnes pelniem ielabotā ātraudzīgo koku stādījumā un tās nodrošinātie ekosistēmu pakalpojumi | 2019.10.21. - 2020.01.10. | Vita Krēsliņa | Ceturtajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas mēslojums vēl neietekmē bērzu un baltalkšņu stumbru garumu. Nav arī statistiski būtiskas atšķirības starp lakstaugu sugu sastāvu parauglaukumos. Septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas novērojamas statistiski būtiskas atšķirības starp bērzu un baltalkšņu koku garumiem un caurmēriem atkarībā no mēslojuma veida.  Septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas baltalkšņu parauglaukumos pastāv statistiski būtiska atšķirība starp koku garumu, caurmēru un lakstaugu sugu skaitu. Koku caurmērs būtiski ietekmē lakstaugu sugu segumu, Bet H lakstaugu sugu segumu stādījumā būtiski neietekmē. Lielākās bērzu augstuma un caurmēra vērtības septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas konstatētas ar digestātu mēslotajos parauglaukumos, savukārt, trešajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas bērzu augšanu vislabvēlīgāk ietekmējis notekūdeņu dūņu mēslojums. Lielākās baltalkšņu augstuma un caurmēra vērtības septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas konstatētas ar digestātu mēslotajos parauglaukumos. Trešajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas baltalkšņu augstumu mēslojuma veids būtiski neietekmē. Mēslojumam nav būtiskas ietekmes uz lakstaugu sugu skaitu un segumu bērzu un baltalkšņu stādījumos. Lielāks lakstaugu sugu skaits un segums ir bērzu, nevis baltalkšņu stādījumā. Ar katru gadu lakstaugu sugu skaits un segums stādījumos samazinās. 7.) Gan bērzu, gan baltalkšņu stādījumos konstatētas divas dabisko pļavu indikatrorsugas: *D. deltoides* un *D. maculata*, kā arī divas invazīvas sugas: *L. polyphyllus* un *S. canadensis*. Bērzu un baltalkšņu sniegto ekosistēmu pakalpojumu piemēri ir augsnes bagātināšana ar atmosfēras slāpekli un nektāraugu pieejamība bitēm. Bērzu stādījums ir vērtīgāks par baltalkšņu stādījumu, salīdzinot sniegtos ekosistēmu pakalpojumus, jo tajā ir lielāks lakstaugu sugu skaits un segums. |
|  | 09.09.2019, aktualizēts 01.10.2019 | 1. koksnes pelnu cietināšanas "receptes" un/vai koksnes pelnu granulometriskā sastāva izpēte; 2. ienestā minerālā slāpekļa aprite (N izotopi skujās un mētrās); 3. harvestera datu izmantošana augsnes ielabošanas pasākumiem piemēroto audžu un augsnes ielabošanas līdzekļu devu noteikšanai.   http://silava.lv/73/section.aspx/917 | Ienestā minerālā slāpekļa aprite (N izotopi skujās un mētrās) | atsauca dalību | Aija  Bērziņa | - |
| 2019 | 22.11.2019. | 1. koksnes pelnu cietināšanas "receptes" un/vai koksnes pelnu granulometriskā sastāva izpēte; 2. ienestā minerālā slāpekļa aprite (N izotopi skujās un mētrās); 3. harvestera datu izmantošana augsnes ielabošanas pasākumiem piemēroto audžu un augsnes ielabošanas līdzekļu devu noteikšanai.   http://silava.lv/73/section.aspx/917 | Ienestā minerālā slāpekļa aprite (N izotopi skujās un mētrās)” | 2020.01.02. - 2020.03.06. | Renāte Tukiša  Māris Bērtiņš | Salīdzinot priežu skuju testēšanas rezultātus no dažādiem parauglaukumiem, vislielākās δ15N vērtības priežu skuju paraugos novērojamas tajos parauglaukumos, kur izkliedēti gan koksnes pelni gan amonija nitrāts. Nav novērojama δ13C vērtību izmaiņa atkarībā no izmantotā mēslojuma, bet tomēr ir vērojamas atšķirības starp individuāliem kokiem, kas būtu skaidrojams ar gaismas pieejamību konkrētajā augšanas vietā. Lielākās δ15N vērtību izmaiņas starp paraugiem no kontroles parauglaukuma un parauglaukumiem, kur izkliedēti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērojama priežu skujās, kamēr mētrāju paraugos šī atšķirība ir niecīga, kas norāda uz aktīvāku slāpekļa transportēšanu uz jaunākajām auga daļām (priežu skujas).  Brūkleņu lapu paraugos δ15N vērtības ir par 1‰ lielākas un slāpekļa masas daļa – par 0,2% lielāka, nekā brūklenāju stublājos, kas norāda uz aktīvāku slāpekļa pārnesi tieši uz auga lapām. |
| 2020 | 02.11.2020 | 1. koksnes pelnu cietināšanas "receptes"; koksnes pelnu granulometriskā sastāva izpēte; 2. skuju koku stādīšanas laikā papildus ienestā slāpekļa aprite (N izotopi ielabošanas līdzeklī un stāda 2019., 2020. gada pieaugumos); 3. harvestera datu izmantošana augsnes ielabošanas pasākumiem piemēroto audžu un augsnes ielabošanas līdzekļu devu noteikšanai. | Skuju koku stādīšanas laikā papildus ienestā slāpekļa aprite (N izotopi ielabošanas līdzeklī un stādā 2019., 2020. gada pieaugumos) | 0.01.2021-31.01.2021 | Signija Zaķe  Māris Bērtiņš | No pētītajiem 4 nogabaliem tikai vienā (111-367-9) pēc mēslošanas ar arginīna fosfāta saturošu līdzekli novērojams gan slāpekļa masas daļas pieaugums egļu skujās, gan arī slāpekļa izotopu vērtības samazināšanās, kas norāda uz arginīna fosfātu kā galveno slāpekļa avotu. Priežu stādiņu gadījumā tik izteikta tendence nav novērojama. Divos nogabalos 111-319-9 un 111-632-11 novērojams d15N vērtību pieaugums priežu skuju kontroles paraugos, kas raksturīgs augiem, kas aug ar slāpekli nabadzīgā augsnē un ir skaidrojams ar 15N izotopa diskriminācijas procesiem augu fizioloģiskajos procesos (slāpekļa saturs augsnē ir zems un augi vienlīdz labi uzņem gan 14N gan 15N, kā rezultātā 15N masas daļa pieaug). Visos paraugos novērots ievērojams oglekļa satura pieaugums (4-5%) un d13C vērtību samazinājums par 1-2‰, kas ir neraksturīgi normālos apstākļos augošiem augiem un, iespējams, būtu saistāms ar augu pārstādīšanas procesu (straujas vides un barības vielu pieejamības izmaiņas). Vismazākās d13C vērtības izmaiņas ir egļu gadījumā, kur arī N un d15N vērtības liecina par vienmērīgākām augšanas apstākļu izmaiņām pārstādīšanas laikā salīdzinot ar priedēm. Novērtējot iegūtos rezultātus secināms, ka arginīna fosfāta mēslojumu viennozīmīgi ir uzņēmušas tikai egles - ir novērojams N daudzuma pieaugums un d15N vērtības samazināšanās. Priežu gadījumā nav jūtams izteikts slāpekļa satura pieaugums, kā arī d15N vērtības skujās pieaug (ļoti līdzīgi kā tas notiek arī kontroles paraugos), kas liek secināt, ka arginīna fosfāts nav galvenais N avots priežu skujās. Iespējams, ka pārstādīšanas "stresa" rezultātā slāpeklis tiek ņemts no iekšējām rezervēm (piemēram, no stumbra). Attiecībā uz N apriti priežu stādiņos nepieciešami turpmāki pētījumi (pārstādīšanas nelabvēlīgajam efektam turpmākajā augšanas periodā būtu jāsamazinās vai pat pilnībā jāizzūd), iespējams koku saknes nav sasniegušas papildus ienesto slāpekli. |
| 2021 | 28.09.2021 | 1. arginīna fosfāta mēslojuma ietekme uz priedes un egles stādu ikgadējiem pieaugumiem un briežu dzimtas dzīvnieku veikto apkodumu intensitāti (LVM Pededzes iecirknis, 12 nogabali); 2. koksnes pelnu un kūdras granulēšanas tehnoloģiskā procesa un energobilances raksturojums (sadarbībā ar LVMI Silava, praktiskie darbi Salaspils); 3. augsnes ielabošanas līdzekļu izmantošanas ietekme uz koku (priede, bērzs un melnalksnis) augšanu demonstrējuma objektā Kaigu purvā.   http://www.silava.lv/73/section.aspx/1152 | Arginīna fosfāta mēslojuma ietekme uz priedes un egles stādu ikgadējiem pieaugumiem un briežu dzimtas dzīvnieku veikto apkodumu intensitāti | atsauca dalību | Anita Vitmane | - |
| Augsnes ielabošanas līdzekļu izmantošanas ietekme uz koku (priede) augšanu demonstrējuma objektā Kaigu purvā | 2021.10.21. 2021.12.01. | Lelde Pētersone | Kūdraugšņu rekultivēšanā var tikt izmantotas koksnes pelnu devas 10 t ha-1 un 15 t ha-1, lai sasniegtu lielus *P. sylvestris* dendroloģiskos rādītājus, kā augstums, caurmērs, sakņu kakla diametrs, un optimālāku koku augstuma/caurmēra attiecību. Ņemot vērā labākus rādītājus devai 15 t ha-1, tieši tā varētu tikt izmantota primāri. Lielāka koksnes pelnu deva ne tikai sniedz labākos dendroloģiskos rādītājus, bet var atbrīvot barības vielas ilgākā laika periodā, samazinot nepieciešamību atkārtot ielabošanu rekultivējamā teritorijā. Taču augsnē ielabojamā koksnes pelnu deva un atkārtošanas biežums ir jāizvērtē arī no vides piesārņojuma riska aspekta. Tā kā *P. sylvestris*, kas aug ar koksnes pelnu devu 5 t ha-1 ielabotajā platībā, 2021. gada ikgadējais pieaugums ir lielākais slejās gar grāvi un starp grāvi un vidu, tad šīs koksnes pelnu devas efekts nav precīzi izvērtējams. Veicot augsnes ielabošanu, ar *P. sylvestris* apmežojamā platība ir jāatbrīvo no parastās apses, jo priežu-apšu rūsa izteiktāk ietekmē kokus ar lielākiem dendroloģiskajiem rādītājiem un lielāku ikgadējo pieaugumu, salīdzinot ar kontroles laukumā novēroto. |
| Augsnes ielabošanas līdzekļu izmantošanas ietekme uz koku (bērzs un melnalksnis) augšanu demonstrējuma objektā Kaigu purvā | 2021.10.21. 2021.12.01. | Kristīne Estere Lūse | Izstrādātu purvu kūdraugšņu ielabošana ar barības vielām bagātiem koksnes pelniem, ne tikai sekmē stādītās kokaudzes ražību, bet arī palīdz mazināt koksnes pelnu atkritumu, kas tiek radīti enerģijas ražošanā, problēmu. Koksnes pelnu iestrādāšana kūrdraugsnēs veicina lielākus P*. sylvestris, B. pendula, A. glutinosa* augstuma un caurmēra pieaugumus un nodrošina labākus *B. pendula, A. glutinosa* saglabāšanās rādītājus. Pielietojot 15 t ha-1 pelnu devu, *B. pendula, A. glutinosa* uzrāda gan vidēji augstākās caurmēra un augstuma vērtības, gan sasniegto maksimālo caurmēra/ausgtuma rādītāju. Bērzs kā pioniersuga prezentē lielākas augstuma un caurmēra vidējās vērtības un uzrāda lielākus maksimālos šo parametru rādītājus salīdzinot ar melnalksni. Pētījuma rezultāti uzrāda, ka parauglaukumos, kas ielaboti ar 5 t ha-1 un 10 t ha-1 koksnes pelnu devu, pastāv ciešāka korelācija starp augstumu un caurmērau, savukārt pielietojot 15 t ha-1 koksnes pelnu devu, mērījumi norāda uz koku tendenci stiepties garumā, caurmēram nedaudz atpaliekot. *B. pendula* salīdzinājumā ar *A. glutinosa* uzrāda labākus saglabāšanās rādītājus gan kontroles laukumos, gan ar koksnes pelniem ielabotajos parauglaukumos, jo *A. glutinosa* kā mezofīla suga ir vairāk pakļauta ne tikai augsnes auglības svārstībām, bet arī mainīgo meteoroloģisko apstākļu un citu ekstrēmo apstākļu ietekmei. Pētījuma rezultātu būtiski var ietekmēt izmantotā stādmateriāla kvalitāte, meteoroloģiskie apstākļi, tā pat liela nozīme ir slimību, kā arī edafiskajiem faktoriem. Pētījuma rezultātus varēja ietekmēt mašinizēti veiktā koksnes pelnu ienese augsnē vēja darbības rezultātā tā va būt nevienmērīga, tāpēc katrā atkārtojumā koki varēja saņemt nedaudz atšķirīgu barības vielu daudzumu un tas ietekmē dendrometriskos rādītājus. |

3. Pielikums: Ziņojumi konferencēs un dalības sabiedrības informēšanas pasākumos 2016.-2021. gadā

| Gads | Datums | Pasākums | Konference/seminārs/publisks pasākums | Aktivitāte | Saite |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2017 | 27. aprīlis | Dabas dienā Tukuma novada Jaunmoku pilī | publisks pasākums | Informatīva pietura par koksnes pelnu izmantošanu un koku kā kurināmo |  |
| 2017 | 11.-13.maijs | Meža ABC Kuldīgas novada Padures pagasta “Struņķukrogā” | publisks pasākums | Informatīvā pietura - stends "Silta, jauka istabiņa". (iespēja kokus atpazīt pēc pagalēm, noskaidrot, kas ir enerģētiskā koksne, šķelda un granulas, ko iesākt ar pelniem un kas ir bioekonomika) | http://mezakonsultants.lv/lv/meza-ABC |
| 2017 | 13.-14. jūnijs, | “Sustainable regional bioenergy policies: a game changer” (BIO4ECO) seminārs | seminārs | izbraukums uz "Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētīijumu programma 2016-2021" Izmēģinājumu objektiem Ropažu apkārtnē. |  |
| 2017 | 28. jūlijs | Valmieras pilsētas svētki | publisks pasākums | Informatīvā pietura - stends "Silta, jauka istabiņa". |  |
| 2017 | 15. septembris | Meža dienas Ogres Zilajos kalnos | publisks pasākums | Informatīvā pietura - stends "Silta, jauka istabiņa". | http://www.ikskile.lv/index.php/publiskie-iepirkumi/81-joomla/izglitiba/6086-vides-izglitibas-pasakums-meza-zinibas-zilajos-kalnos |
| 2017 | 11. oktobris | Starptautiska konference Latvijā - Koku augšanas apstākļu uzlabošanas iespējas – augsnes ielabošana | konference | Ziņojumi par "Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētīijumu programma 2016-2021" un izbraukumi uz lauka izmē'dinā'jumu vietām, ziņo kolēģi no Somijas, Igaunijas un Lietuvas. | http://www.silava.lv/userfiles/file/LVM%20Koksu%20augsana%20programma/01%20Programma%2020171011.pdf |
| 2018 | 17.-19. aprīlis | konf. Governing sustainability of bioenergy, biomaterial and bioproduct supply chains from forest and agricultural landscapes | konference | Ziņojums “Bioenergy production side product wood ash for forest fertilisation – results of socially active persons survey ” | https://ign.ku.dk/bioenergy-conf-2018/doc/Conference\_book\_of\_abstracts\_16Apr2018.pdf |
| 2018 | 16.-18.maijs | konf. Annual International Scientific Conference "Research for Rural Development 2018" | konference | ziņojumi “Forest fertilization – economic effect and impact on GHG emissions in Latvia”, “Changes in vegetation in the Level II monitoring plot in Valgunde parish” | http://www.silava.lv/userfiles/file/Aktualitates/2018\_05\_Mezzinatnes\_konference\_programma.pdf |
| 2018 | 23.-25. maijs | konf. International Scientific Conference Engineering for Rural Development | konference | ziņojums “Initial evaluation of impact of evenness of spreading wood ash in forest on additional radial increment” |  |
| 2018 | 25.-26. maijs | “Latvijas Meža dienas” Tērvetē | publisks pasākums | Informatīva pietura par koksnes pelnu izmantošanu un koku kā kurināmo, par stādu audzēšanu no spraudeņiem. |  |
| 2018 | 5. septembris | Jelgavas novada domes un SIA Laflora rīkotajā konferencē “Purvu ilgtspēja. Cilvēks. Daba. Labklājība. | seminārs | Drabiņu purvs, ar ziņojumi “Siltumnīcefekta gāzes mērījumi kūdras ieguves vietā”, “Kokaugu audzēšana purvā pēc kūdras ieguves” | http://www.jelgavasnovads.lv/lv/galerijas/896/konference-purvu-ilgtspeja-cilveks-daba-labklajiba/ |
| 2018 | 14. septembris | Meža dienas Ogres Zilajos kalnos | publisks pasākums | Informatīvā pietura - stends "Silta, jauka istabiņa". | https://madlienasvidusskola.lv/izglitojoss-pasakums-meza-zinibas-zilajos-kalnos/ |
| 2018 | 28. septembris | LVMI Silava "Zinātnes nakts" | publisks pasākums | Info par pētījuma aktivitātēm, dažādi mēslošanas līdzekļi un koku gadskārtu pieaugumi. | http://www.silava.lv/73/section.aspx/819 |
| 2018 | 31. oktobris līdz 2. novembris | CAR-ES un SNS-120 darba sanāksme Helsinki | seminārs | Ziņojumi: "Wood ash spreading on spruce stands on upland and peatland: effect on tree growth"; "Short-term impact of wood ash on forest ground vegetation"; "Wood ash for circular bioeconomy – research and results". | https://ign.ku.dk/bioenergy-conf-2018/doc/Conference\_book\_of\_abstracts\_16Apr2018.pdf |
| 2018 | 20. decembris | Informatīvs seminārs LLKC Meža konsultāciju pakalpojumu centra darbiniekiem | seminārs | Ziņojums ar pētījumu programmu aizinājums uz informatīvu sadarbību uz informatīvu sadarbību. | http://www.silava.lv/23/section.aspx/View/181 |
| 2018 | 15. novembris | Rural Development 2019 | konference | Ziņojums "Cut-away peatland re-cultivation with fast growing tree species" | http://www.lma.lt/uploads/LMA%20leidyba/2018\_11-15-JMK\_abstracts.pdf |
| 2018 | 31. decembris | LU 76. STARPTAUTISKĀ ZINĀTNISKĀ KONFERENC | konference | Ziņojums "Aģes un Rūsiņupes ekoloģiskā stāvokļa novērtējums pēc bioloģiskās kvalitātes elementiem" | https://www.lu.lv/konference/programma/?user\_phpfileexecutor\_pi1%5Bdownload\_abstract\_id%5D=5221 |
| 2018 | 14.-15. novembris | CAR: NB-NORD Nordic-Baltic Network for Operational Research Mechanized and improved silviculture kopīgajā sanāksmē “Small machines for small trees” | seminārs | Ziņojums “Use of fertilizers after forest tending operations” | http://www.silava.lv/userfiles/file/Aktualitates/2018\_11\_12\_Workshop%20\_%20Small%20machines%20for%20small%20trees\_LV\_2018\_11\_14-15%20\_programm2.pdf |
| 2019 | februāris-marts | konf. LU 77. starptautiskās zinātniskās konference | konference | "Meža ekoloģija un pārvaldība" - "Amonija nitrāta izkliedes ietekme uz meža augsnes ūdens īpašībām un veģetāciju" ; “Aktuālie jautājumi augsnes un biotas pētījumos Latvijā“ “Koksnes pelnu īstermiņa ietekme uz zemsedzes veģetāciju skuju koku audzēs” | https://www.geo.lu.lv/fileadmin/user\_upload/lu\_portal/projekti/gzzf/Petnieciba/Binder\_LU\_77\_konf\_4\_FINAL\_2019.pdf |
| 2019 | 11.-12. aprīlis | konf. The 61st International Scientific Conference of Daugavpils University | konference | Ziņojums "Evaluation of impact of forest fertilization on phytobenthos diversity in surface water" | https://www.dukonference.lv |
| 2019 | 24.-25. aprīlis | konf. 10th International Conference on Biodiversity Research | konference | Ziņojums "Short-term impact of nitrogen fertilizer and wood ash on forest ground vegetation" | http://10thbiodiversity.biology.lv/bookofabstracts2019.pdf |
| 2019 | 8-.9.maijs | konf. Biosystems Engineering 2019 | konference | Ziņojums “Conversion of an industrial cutaway peatland to Betulacea family tree species plantation” | https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/4815/BSE2019\_Vol17No3\_Neimane.pdf?sequence=4&isAllowed=y |
| 2019 | 10.-11. maijs | Meža ABC Kuldīgas novada Padures pagasta “Struņķukrogā” | publisks pasākums | Pietura “Silta jauka istabiņa” - aktualizēta, koksnes kurināmā izmantošanas blakus produkta - pelnu izmantošana. Runāts par to, kā veicināt koku ātrāku augšanu. Sagatavota krustvārdu mīkla, kur atminējumi saistīti ar koksnes izmantošanu enerģijas ieguvei un procesa blakus produktu utilizāciju. | http://mezakonsultants.lv/lv/meza-ABC |
| 2019 | 24.-25.maijs | “Latvijas Meža dienas” Tērvetes dabas parkā | publisks pasākums | Pietura par ātraudzīgajiem kokaugiem, to pavairošanu, audzēšanu un mēslošanu, koksnes pelnu izmantošanu, SEG gāzi CO2 - fotosintēze. |  |
| 2019 | 30. maijs | LVMI Silava mežzinātnes dienas, Kalsnavas mežu pētīšanas stacija | seminārs | Tēma -Koksnes pelnu un minerālmēslojuma efekts, tos izmantojot kā virsmēslojumu stādvietā – egļu un papeļu stādījumā. | http://www.silava.lv/73/section.aspx/893 |
| 2019 | 3. jūlijs | Iesaiste 14. Eiropas Meža pedagoģijas kongresā “10. Exploring the forest science” | seminārs | Pieturpunkts par koksnes pelnu izmantošanu mežsaimniecībā bija 1 no stāstiem 2019. gada 3. jūlijā, - “10. Exploring the forest science” | https://www.lvm.lv/en/sabiedribai-en/social-responsibility/14th-european-forest-pedagogic-congress-2019/market-of-activities/4463-10-exploring-the-forest-science |
| 2019 | 12. septembris | A/s "Latvijas Finieris" sadarbībā ar A/s "Latvijas valsts meži" rīkotā izglītojošā pasākumā Skolēniem "Zaļā klase" , Rēzeknes novada Verēmu pagasta "Sarkaņkalnā" | publisks pasākums | Izveidota pietura "Meža zinātne". Tajā skolēni varēja uzzināt, kas ir meliorācija, augsnes uzlabošana un kāds sakars tam visam ar pelniem? Kas jādara, lai koks augtu ātrāk, labāk? Vai kokus var ražot burciņās? | http://www.silava.lv/73/section.aspx/927 |
| 2019 | 13. septembris | Meža dienas Ogres Zilajos kalnos | publisks pasākums | Informatīvā pietura - stends "Silta, jauka istabiņa". |  |
| 2019 | 27. septembris | Eiropas zinātnieku nakts | publisks pasākums | Demonstrēta koksnes pelnu un minerālmēslojuma izkliedes tehnika. Pasākumā demonstrēts, kā koksnes pelni darbojas kā augsnes reakcijas pazeminātājs - kaļķošanas materiāls | http://www.silava.lv/73/section.aspx/934 |
| 2019 | 07. novembris | Mežzinātnes diena “Mežs un mežkopība mainīgā klimatā” | seminārs | Apmeklētāji iepazīstināti ar LVM “Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījumu programmu 2016-2021.gadam”. | http://www.silava.lv/userfiles/file/darba%20k%C4%81rt%C4%Abba%2007\_11\_2019-1.pdf; http://www.silava.lv/73/section.aspx/929; |
| 2019 | 14. novembris | Konkursa "Mūsu mazais pārgājiens" noslēguma pasākums | publisks pasākums | Pietura “Silta jauka istabiņa” un "Augsnes pētījumos izmantojamie rīki”. | http://www.silava.lv/73/section.aspx/941 |
| 2019 | 15.-17. maijs | The Annual 25th International Scientific Conference “Research for Rural Development 2019” | konference | Ziņojums "Impact of forest soil enrichment with nitrogen fertilizer on throughfall and soil water chemical properties" | http://www2.llu.lv/research\_conf/proceedings2019\_vol\_1/docs/LatviaResRuralDev\_25th\_2019\_vol1-76-81.pdf |
| 2019 | 26.-28. septembris | konf. The 9th International Scientific Conference ‘Rural Development 2019: Research and Innovation for Bioeconomy‘ | konference | Ziņojums “Evaluation of impact of fertilization on soil solution chemistry in dominated forest site types in Latvia”; “Short-term impact of wood ash and nitrogen fertilization on forest floor plant species composition and diversity” | https://www.ruraldevelopment.lt/rural-development-2019/ |
| 2019 | 5.-6. novembris | N2019-04 International Workshop “New solutions for forest regerneration” | seminārs | Ziņojums “Conversion of an industrial cutaway peatland to a Betulacea family tree species plantation” | https://nordicforestresearch.org/n2019-04/ |
| 2019 | 12.-15.novembris | Nøddebo (Dānijā) piedalījās trešajā koksnes pelnu pētnieku sanāksme “Barības vielu aprite meža ekosistēmās” | seminārs | Ziņojumi "Wood ash use for former peat mining areas afforestation as re-cultivation method"; "Evaluation of environmental impact of forest soil fertilization with wood ash and nitrogen fertilizer"; "Turnover of elements in afforestation and agroforestry system fertilized with wood ash" |  |
| 2020 | 24. janvāris | Bioloģijas sekcija: Latvijas ūdeņu vides pētījumu un aizsardzības apakšsekcija. Latvijas Universitātes 78. Starptautiskā zinātniskā konference. | konference | Ziņojums "Mežaudžu augsnes ielabošanas ietekmes novērtējums uz upju ekoloģisko kvalitāti: Aģes un Rūsiņupes piemēri." | https://www.bf.lu.lv/fileadmin/user\_upload/LU.LV/Apaksvietnes/Fakultates/www.bf.lu.lv/78konf\_tezu\_hidrobio.pdf |
| 2020 | 8.-9.maijs | konf. Biosystem engineering 2020 | konference | Ziņojums "Impact of different fertilisers on elemental content of young hybrid aspen stem wood" |  |
| 2020 | 18. septembris | "Mežs ienāk Jelgavā" | publisks pasākums | Stends popularizējot popularizēja koku augšanas apstākļu uzlabošanas pasākumus un sasniedzamo rezultātu | http://www.mf.llu.lv/lv/notikumi/2020-01-07/mf-meza-dienas-pasakums-mezs-ienak-jelgava |
| 2020 | 25. septembris | “Jauno tehnoloģiju un inovāciju dienas LVMI Silavā” | publisks pasākums | Pietura par ātraudzīgajiem kokaugiem, to pavairošanu, audzēšanu un mēslošanu, koksnes pelnu izmantošanu, SEG gāzi CO2 - fotosintēze |  |
| 2020 | 16. oktobris | 9 th International Symposium Forest and Sustainable Development 2020 Brașov, Romania | konference | Ziņojums "Content of Trace Element in Needles and Leaves as an Indicator of Forest Soil Fertilization with Wood Ash" Ziņojumā stāstīts par mikroelementu saturu skujās un lapās pēc koksnes pelnu izkliedes mežaudzēs. | https://silvic.unitbv.ro/images/conferinte/fsd2020/Book\_of\_abstracts\_FSD\_2020\_-\_12.10.2020\_-\_2.pdf |
| 2021 | 26.-27. janvāris | konference “Zināšanās balstīta meža nozare” | konference | Ziņojums “Augsnes ielabošanas ar slāpekli un koksnes pelniem ietekmes uz ūdens ekoloģisko kvalitāti izpēte” | https://youtu.be/Zz4YWi6bl6Y |
| 2021 | 09. aprīlis | konf. LU 79. starptautiskā zinātniskā konferencē | konference | Ziņojums "Koksnes pelnu un amonija nitrāta ieneses mežaudzēs ietekme uz elementu saturu skujās un lapās" | https://www.konference79.lu.lv/fileadmin/user\_upload/LU.LV/Apaksvietnes/Fakultates/www.gzzf.lu.lv/programma\_2021\_meza\_ekologija\_un\_parvaldiba.pdf |
| 2021 | 12.-14. maijs | konf. Annual International Scientific Conference "Research for Rural Development 2021" 12 - 14 May, 2021 | konference | Ziņojumi "Short-term effects of fertilization on photosynthetic activity in a deciduous tree plantation"; "Winter frost damage and its link to early growth and survival in a poplar clone collection" | - |
| 2021 | 16.-20. augusts | konf. IBFRA 2021: Changing Boreal Biome | konference | Ziņojums "Comparison of carbon stock in forest stands treated with wood ash and nitrogen containing fertilizer" | https://sites.google.com/alaska.edu/ibfra2021 |
| 2021 | 4.-5. septembris | Sarunu festivāls Lampa | Publisks pasākums | Pietura par ātraudzīgajiem kokaugiem, to pavairošanu, audzēšanu un mēslošanu, koksnes pelnu izmantošanu, SEG gāzes, CO2 - fotosintēze | https://festivalslampa.lv/lv/video-arhivs?place\_ids=&language\_ids=&theme\_ids=&applocale=lv&archive=true&selected\_years=2021& |
| 2021 | 4.-8. oktobris | konf. Nordic/Baltic CAR-ES tīkla noslēguma konference , “Sustainable forest management research in the Nordic/Baltic region”, Īslandē (Hallormsstaður National Forest) | konference | Ziņojums “Forest fertilization impact on soil and soil water quality” | https://www.skogur.is/is/rannsoknir/throunarverkefni/radstefnur-og-fundir/sustainable-forest-management-research-in-the-nordicbaltic-region |
| 2021 | 21.-23. oktobris | konf. EcoBalt 2021 | konference | Ziņojums -stenda referāts "Variations of micro- and rare earth elements in the bottom and fly wood ash" un ziņojums "Application of nitrogen and carbon stable isotope ratio mass spectrometry for nitrogen circulation studies during conifer planting." | http://www.openreadings.eu/thesismanager/thesis21/834Neimane.pdf; https://www.ecobalt2021.lu.lv/fileadmin/user\_upload/LU.LV/Apaksvietnes/Fakultates/www.kf.lu.lv/EcoBalt2021.pdf |

4. Pielikums: Pētījumu programmas ietvaros sagatavotās publikācijas, stenda referāti un populārzinātniski raksti

Populārzinātniskas publikācijas

1. Koksnes pelnus no kurtuvēm der atgriezt mežā, izpētījuši “Silavas” zinātnieki. Ilze Lavrinoviča, LA.lv, 2015‑08, <https://www.la.lv/koksnes-pelnus-uz-mezu>
2. Pelnu kaisītājs Latvijas mežiem. Agrotops 2016-12, 81...83., <https://izdevumi.latvijasmediji.lv/izdevumi/at/2016/12/01/81>
3. Egles un priedes baro ar pelniem. Gundega Skagale, LA.LV, 2017-09, <https://www.la.lv/egles-un-priedes-baro-ar-pelniem>
4. Pelni palīdz mežam augt. Jānis Barbans, Ilustrētā zinātne, 2018-12, 18…19, <https://www.ilustretazinatne.lv/arhivs>
5. Purva vietā kokaudžu stādījumi. Anda Zālmane, Inga Melberga, Dabas diena, 2018-10-10, <https://www.diena.lv/raksts/videunturisms/dabasdiena/purva-vieta--kokaudzu-stadijumi-14206815>
6. Nodarboties ar zinātni ir lieliski! Zeme un valsts, 2019-07-24, <https://www.zemeunvalsts.lv/nodarboties-ar-zinatni-ir-lieliski->
7. Zinātnieki atbalsta nākotnes mežu veidošanu. Andis Kociņš, Agrotops, 2019-12, <http://www.silava.lv/userfiles/file/Aktualitates/2019_11_07_Mezinatnes_diena_Agrotops12_2019.pdf>
8. Mežaudžu un meža ekosistēmas atjaunošanas pētījumi Latvijā. Dagnija Lazdiņa, Akadēmiskā Dzīve 2019-12, 3…8, <https://www.apgads.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/apgads/PDF/Akademiska_Dzive/Akademiska-Dzive_55/adz-55-01-Lazdina.pdf>
9. Par koksnes pelniem. Ilze Kārkliņa, Dagnija Lazdiņa, Zeme un valsts, 2020-12, <https://www.zemeunvalsts.lv/par-koksnes-pelniem>

Konferenču tēzes

| Nr. | Atsauce un tiešsaistes resurss | Apraksts |
| --- | --- | --- |
|  | Okmanis, M., Lazdina, D., Lazdins, A., & Makovskis, K. (2017). Utilization of wood ash in forest fertilization: Options and impact on tree growth in Latvia. Proceedings from joint seminar arranged by NB - NORD and NOFOBE, 34.;  <https://nordicforestresearch.org/wp-content/uploads/2018/03/Proceedings-2017.pdf> | Koksnes pelnu ķīmiskais sastāvs ir atkarīgs no daudziem faktoriem, tai skaitā apkures sistēmas jaudas, sadegšanas temperatūras, kas būtiski ietekmē pelnu tekstūru, kālija, oglekļa un kadmija saturu tajos. Vidējais parastās egles papildu krājas pieaugums meliorētās organiskajās augsnēs 4 gadus pēc koksnes pelnu iestrādāšanas egļu audzēs svārstījās no 2,1 m3 ha-1 līdz 4,8 m3 ha-1 gadā. Pelnu kaisīšanas produktivitāte vidēji ir aptuveni 5 ha darba maiņā (8 stundas), tas ir ekonomiski izdevīgāk nekā apglabāšana poligonā. Daži pelnu kaisīšanas tehnoloģiskie uzlabojumi varētu palielināt produktivitāti. Jāapsver papildu izmaksas par koksnes pelnu apstrādi un kvalitātes kontroli. |
|  | Lazdiņš, A., Lazdiņa, D., Okmanis, M., & Petaja, G. (2017). Economic and climate change mitigation potential of forest fertilization in state forests in Latvia. Proceedings from joint seminar arranged by NB - NORD and NOFOBE, 57.;  <https://nordicforestresearch.org/wp-content/uploads/2018/03/Proceedings-2017.pdf> | Pētījums atspoguļo ekonomisko un klimata pārmaiņu mazināšanas teorētisko potenciālu. Ik gadu iestrādājot slāpekļa mēslojumu 2,0 tūkst. ha mežu, papildu koksnes apjoma pieaugums 10. gadā var sasniegt 28 tūkst. m3, bet kumulatīvais pieaugums ir 142 tūkst. m3. Ik gadu iestrādājot koksnes pelnus 4,3 tūkst. ha mežos, apjoma pieaugums pēc 10 gadiem sasniedz 58 tūkst. m3, bet kumulatīvais pieaugums ir 290 tūkst. m3. Iekšējā atdeves likme (IIR) slāpekļa mēslojuma izkliedēšanai 20 gadus no aktivitāšu uzsākšanas ir 11%, bet pelnu izkliedēšanai – 13%. Aktivitāšu iekšzemes kopprodukta ietekme maksimumu (3,2 milj. € gadā) sasniedz 11 gadus pēc darbu uzsākšanas. Siltumnīcefekta gāzu emisiju kumulatīvais samazinājums meža mēslošanas/augsnes ielabošanas rezultātā atbilst 635 tūkst. CO2 ekv. 10 gados. Meža mēslošana 10 gadu laikā veicinātu CO2 saistīšanu ~ 12,7 miljonu eiro apmērā. |
|  | Makovskis, K., Lazdina, D., Popluga, D., Neimane, S., Celma, S. (2018). Cut-away peatland re-cultivation with fast growing tree species. International Conference of Young Scientists YOUNG SCIENTISTS FOR ADVANCE OF AGRICULTURE, 2018 November 15 Abstract book, pp 11.;  <http://www.lma.lt/uploads/2018-11-15_programa-kvietimas_EN_1.pdf> | Izstrādātu kūdras atradņu rekultivācijas novērtējums veikts, pamatojoties uz izmaksu un ieguvumu analīzi apmežojot ar ātri augošām koku sugām un citām koku sugām - bērzu, melnalksni, baltalksni, priedi, egli, apšu hibrīdus, papeli un vītolu. Ņemti vērā dažādi modeļi (faktori: stādāmais materiāls, ražas novākšanas cikli, stādījumu vecums un koksnes lietošanas galaprodukti). Katrai koku sugai un apsaimniekošanas modelim aprēķināta un salīdzināta bruto rentabilitāte, ieguvumu-izmaksu attiecība, neto pašreizējā vērtība un citas vērtības. Apmežošanas ekonomiskie modeļi salīdzināti arī ar citām rekultivācijas iespējām, piemēram, lauksaimniecību un ogulāju stādījumiem. Pētījuma rezultāti liecina, ka var identificēt vairākas izmaksu pozīcijas, kas ir svarīgas izstrādāto kūdrāju apmežošanai, piemēram, vietas sagatavošana, lai tā būtu piemērota koku stādīšanai, nebūtu apgrūtinājumi agrotehniskajai kopšanai un ražas novākšanai. |
|  | Kārkliņa, I., Ozoliņš, D. (2019). Evaluation of impact of forest fertilization on phytobenthos diversity in surface water. Daugavpils Universitātes 61. starptautiskās zinātniskās konference. 2019, Tēzes, 142-143 lpp.;  <https://dukonference.lv/files/2019_978-9984-14-890-8_DU%2061%20starpt%20zinatn%20konf%20tezes.pdf> | Aprakstīti fitobentosa 2 gadu monitoringa rezultāti, kas ir daļa no ūdens ekoloģiskā monitoringa. Aģē un Rūsiņupē. Otrajā novērojuma gadā konstatēta izteiktāka atsevišķu sugu dominance. Konstatētās kramaļģu vāciņu deformācijas skaidrojamas ar salīdzinoši zemāku ūdens līmeni ūdenstecēs 2018. g. novērojumu periodā, kā arī bebru darbības dēļ. |
|  | Kārkliņa, I., Petaja, G. (2019). Amonija nitrāta izkliedes ietekme uz meža augsnes ūdens īpašībām un veģetāciju. LU 77. starptautiskās zinātniskā konference, Rīga, 2019.g. 1.februāris.;  <https://www.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/gzzf/Konferences/77._konference__2019_/Meza_programma_2401_2019.pdf> | Tēzes par amonija nitrāta izkliedes ietekmi uz meža veģetācijas segumu un sugu daudzveidību, uz slāpekļa koncentrāciju augsnes ūdenī. Slapjā damakšņa parauglaukumos konstatētas nitrofīlas sugas, savukārt parauglaukumos lānā esošās veģetācijas sastāvs neliecina par amonija nitrāta ietekmi. Audzēs, kur slāpekli saturošs minerālmēslojums izkliedēts vasaras vidū, konstatētas nedaudz paaugstinātas kopējā slāpekļa koncentrācijas augsnes ūdens paraugos, kas būtiski samazinās divu mēnešu laikā. |
|  | Krēsliņa, V., Lazdiņa, D. (2020). Veģetācija bērza un baltalkšņa kokaugu stādījumā lauksaimniecības zemē un tās sniegtie ekosistēmu pakalpojumi. Līdzsvarota lauksaimniecība: zinātniski praktiskās konferences tēzes. Jelgava: LLU, pp 34.;  <https://llufb.llu.lv/conference/lidzsvar_lauksaim/2020/Tezes_lidzsvarota-lauksaimnieciba2020_LLU_LF.pdf> | Aprakstītas apmežošanas sekmes ar bērzu un melnalksni. Lielāks lakstaugu sugu skaits un segums ir bērzu stādījumā. Abos stādījumos konstatētas divas dabisko pļavu indikatorsugas: dzirkstelīte (*Dianthus deltoides* L.) un plankumainā dzegužpirkstīte (*Dactylorhiza maculata*. L. Soó). Konstatētas arī divas invazīvas sugas – daudzlapu lupīna (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) un Kanādas zeltgalvīte (*Solidago canadensis* L.). Lielāks tauriņziežu dzimtas augu sugu skaits un segums konstatēts bērzu stādījumā. Arī bitēm svarīgo nektāraugu sugu skaits lielāks ir bērzu stādījumā. Ceturtajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas šo sugu skaits bija vislielākais – 13 sugas. |
|  | Kārkliņa, I. (2021). Content of Trace Element in Needles and Leaves as an Indicator of Forest Soil Fertilization with Wood Ash. 9 th International Symposium Forest and Sustainable Development 2020 Brașov, Romania, thesis, pp 61.;  <https://silvic.unitbv.ro/images/conferinte/fsd2020/Book_of_abstracts_FSD_2020_-_12.10.2020_-_2.pdf>. | Apskatīti dati par mikroelementu saturu skujās un lapās pēc koksnes pelnu izkliedes mežaudzēs. Izkliedes laukumos konstatētās gan augstākas, gan arī zemākas mikroelementu koncentrācijas vainaga materiālā. Tomēr vidēji augstāks šo elementu saturs noteikts bērzu lapās, salīdzinot ar koncentrācijām egļu skujās. Veicot korelācijas analīzi, atrastas vairākas negatīvas sakarības starp kadmija saturu augsnē un vainaga materiālā. |
|  | Ozoliņš D., Skuja A., Uzule L., Kārkliņa I., Medne-Peipere M. (2020). Mežaudžu augsnes ielabošanas ietekmes novērtējums uz upju ekoloģisko kvalitāti: Aģes un Rūsiņupes piemēri. Bioloģijas sekcija: Latvijas ūdeņu vides pētījumu un aizsardzības apakšsekcija. Latvijas Universitātes 78. Starptautiskā zinātniskā konference. 2020. gada 24. janvāris. Referātu tēžu krājums, Rīga 30.-31. lpp.;  <https://www.bf.lu.lv/fileadmin/user_upload/LU.LV/Apaksvietnes/Fakultates/www.bf.lu.lv/78konf_tezu_hidrobio.pdf>. | Ziņojumā apkopoti dati par ūdens ekoloģiskās kvalitātes izmaiņām pēc fitobentosa, makrozoobentosa un makrofītiem Aģes un Rūsiņupes demonstrējumu objektos no 2017. līdz 2019. gadam. Ekoloģiskās kvalitātes rādītāji atšķīrās sezonāli un pa gadiem gan kontroles, gan potenciāli ietekmētajos upju posmos. Pēc rezultātiem secināts, ka bioloģiskie kvalitātes rādītāji īstermiņā neuzrāda mežaudžu mēslošanas darbu negatīvu ietekmi uz Aģes upes un Rūsiņupes ekoloģisko kvalitāti. |
|  | Karklina, I., Bardule, A., Licite, I. (2021). The impact of soil fertilization experiment on soil water chemistry in forest stands on drained organic soil, in Latvia. The 16th International Peatland Congress, Tallinn, 2021.;  <https://holvi.com/shop/peatlands/> | Pētot koksnes pelnu un kombinētu augsnes ielabošanas līdzekļu izkliedi parastās egles audzēs kūdrenī īstermiņa ietekmi uz augsnes ūdens ķīmiskajām īpašībām, secināts, ka koksnes pelnu izkliedes parauglaukumos noteikta vidēji augstāka kalcija un fosfātu koncentrācija augsnes ūdenī, savukārt kombinētu augsnes ielabošanas līdzekļu un koksnes pelnu izkliedes laukumos noteikta vidēji augstāka kopēja slāpekļa koncentrācija un nedaudz zemāka augsnes ūdens pH vērtība. Noteiktas arī sakarības starp augsnes ūdens un vainaga caurteces ūdens ķīmiskajiem parametriem. |
|  | Neimane, M., Lazarenko, V., Bērtiņš,M., Vīksna, A., Lazdiņa, D., Kārkliņa, I., Lazdiņš, A. (2021). Variations of micro- and rare earth elements in the bottom and fly wood ash. Book of Abstracts of the 22nd International scientific conference “EcoBalt 2021” October 21–23, 2021, Riga, Latvia, pp 68.;  <https://www.ecobalt2021.lu.lv/fileadmin/user_upload/LU.LV/Apaksvietnes/Fakultates/www.kf.lu.lv/EcoBalt2021.pdf> | Novērtēts mikroelementu un retzemju elementu saturs dažādu frakciju koksnes pelnos. Elementi no koksnes pelniem ekstrahēti koncentrētā HNO3. Mikroelementu un retzemju elementu saturs noteikts ar ICP-MS (Agilent 8900 ICP-QQQ) analīzes metodi. Ekstraktā dejonizētajā ūdenī noteikts arī pH un elektriskā vadītspēja. Iegūtie rezultāti liecina, ka koksnes pelni ir ļoti bāzisks materiāls (pH > 12). Smagās pelnu frakcijas elektriskā vadītspēja ir augstāka nekā viegliem pelniem. Al, Mn, Zn, Cr, Cd un Pb saturs vieglajos pelnos ir aptuveni 2–6 reizes lielāks nekā smagajos pelnos. Tomēr Cu, Ni, V un As saturs pelnu smagajā frakcijā ir aptuveni 2 reizes lielāks. Retzemju elementu saturs smagajā pelnu frakcijā ir aptuveni 2–3 reizes lielāks nekā vieglajos pelnos. |
|  | Zake, S., Bertins. M., Lazdina, D., Dumins, K., Viksna, A. (2021). Application of nitrogen and carbon stable isotope ratio mass spectrometry for nitrogen circulation studies during conifer planting. Book of Abstracts of the 22nd International scientific conference “EcoBalt 2021” October 21–23, 2021, Riga, Latvia, pp 94.;  <https://www.ecobalt2021.lu.lv/fileadmin/user_upload/LU.LV/Apaksvietnes/Fakultates/www.kf.lu.lv/EcoBalt2021.pdf> | Pirms šī pētījuma tika izvirzīta hipotēze, ka skuju koki absorbēs slāpekli no arginīna fosfātu saturošā mēslojuma kā vienīgā slāpekļa avota, tādējādi mainot šo augu slāpekļa izotopu attiecības vērtības un tuvojoties izmantotajam uzlabotājam. Taču, izvērtējot iegūtos rezultātus, šāda tendence bija vērojama tikai divos no četriem parauglaukumiem ievāktajos divgadīgo skuju koku paraugos. Iegūtie rezultāti liecina, ka aktīvo slāpekli uzņēmuši tikai egļu stādi un lietotais līdzeklis varētu būt vienīgais to slāpekļa avots, par ko liecina slāpekļa daudzuma palielināšanās un d15N vērtību samazināšanās. Priedēm tas nav vienīgais slāpekļa avots, jo to slāpekļa pieaugums ir mazāk izteikts un palielinās d15N vērtības, līdzīgi kā kontroles paraugos. |

Zinātniskie raksti starptautiski citējamos, datu bāzēs iekļautos konferenču zinātnisko rakstu krājumos

| Nr. | Atsauce un tiešsaistes resurss | Apraksts |
| --- | --- | --- |
|  | Okmanis, M., Skranda, I., Lazdiņš, A., & Lazdiņa, D. (2016). Impact of wood ash and potassium sulphate fertilization on growth of Norway spruce stand on organic soil. Research for Rural Development. Vol. 2, 62-68.;  <https://www2.llu.lv/research_conf/proceedings2016_vol_2/docs/LatviaResRuralDev_22nd_vol2-62-68.pdf> | Jau pēc pirmā lietošanas gada, kāliju saturošais minerālmēslojums un koksnes pelni uzlabo parastās egles augšanu meliorētās minerālaugsnēs un organiskās augsnēs. Mēslošanas līdzekļu iedarbība turpinājusies četrus gadus pēc koksnes pelnu vai kālija sulfāta izkliedēšanas mežaudzē. Ielabotajos parauglaukumos būtiski palielinājies koku stumbra krājas pieaugums. Četrus gadus pēc meža augsnes ielabošanas, kumulatīvais papildu krājas apjoma pieaugums svārstījās no 8,5 m3 ha-1 līdz 19,2 m3 ha-1 ar koksnes pelniem ielabotajos parauglaukumos augošajā egļu kokaudzē un no 9,7 m3 ha-1 līdz 17,2 m3 ha-1 izmantojot kālija sulfātā kā papildus K avotu. |
|  | Okmanis, M., Petaja, G., & Lupiķis, A. (2017). Productivity of mechanized wood ash application in forest. Research for Rural Development, 1, 62-68.;  <https://www2.llu.lv/research_conf/proceedings2017_vol_1/docs/LatviaResRuralDev_23rd_2017_vol1-62-68.pdf> | Modulārās piekabes produktivitāte izkliedējot pelnus ir 0,57 ha h-1, bet ar minerālmēslu izkliedētājam – 0,61 ha h-1. Pelnu iekraušanai izmantojot modulāro kaisīšanas piekabi un papildu traktoru ar frontālo iekrāvēju, pelnu kaisīšanas izmaksas ir 87,72 EUR ha-1, bet izmantojot Amazone kaisītāju ar hidraulisko pacelšanas ierīci – 40,98 EUR ha-1. Salīdzinot pelnu kaisīšanas izmaksas ar izdevumiem par to nodošanu atkritumu poligonos, pirmajā izmēģinājumā, kad pelni mežā tika kaisīti ar modulāro piekabi, papildus izmaksas 8,72 EUR ha-1, bet otrajā izmēģinājumā, izmantojot minerālmēslu kaisītāju, 77,52 EUR ha-1 mazākas. |
|  | Okmanis, M., Kalvis, T., & Lazdiņa, D. (2018). Initial evaluation of impact of evenness of spreading wood ash in forest on additional radial increment. Engineering for Rural development, 1902–1908.;  <https://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2018/Papers/N491.pdf> | Koksnes pelnu izkliedēšana audzē veicināja koku augšanu, kumulatīvais papildu radiālais pieaugums piecu gadu periodā svārstījās no 0,95 līdz 3,58 mm. Efekts sāk samazināties 5. gadā pēc mēslošanas. Kumulatīvs papildu radiālais koku pieaugums 10 m zonā ap mēslotajiem laukumiem bija pozitīvs (4,2 ±0,9 mm) Nepieciešami turpmāki pētījumi, lai novērtētu lielākos laukumos izkaisīta mēslojuma ietekmi, kad pelnus izkliedē braucot pa pievedceļiem. |
|  | Karklina, I., Bardule, A. (2019). Evaluation of impact of fertilization on soil solution chemistry in dominated forest site types in Latvia. Rural development 2019: research and innovation for bioeconomy (RD2019): proceedings of the 9th international scientific conference, September 26-28, 2019, Agriculture Academy of Vytautas Magnus University, 2019, 260-265.;  <https://ejournals.vdu.lt/index.php/rd/article/view/673> | Ziņojumā prezentēti 2 gadu augsnes ūdens monitoringa rezultāti. Īstermiņā konstatēts vidējās kālija koncentrācijas pieaugums augsnes ūdens paraugos no kūdreņiem un āreņiem, kur veikta koksnes pelnu un kombinētu augsnes ielabošanas līdzekļu izkliede. Savukārt, vidējās kopējā slāpekļa koncentrācijas palielināšanās konstatēta objektos, kur izliedēts amonija nitrāts. |
|  | Kārkliņa,I., Stola, J. (2019). Impact of forest soil enrichment with nitrogen fertilizer on throughfall and soil water chemical properties. 25th Annual International Scientific Conference "Research for Rural Development 2019". 15 - 17 May, 2019 Volume 1.;  <https://www2.llu.lv/research_conf/proceedings2019_vol_1/docs/LatviaResRuralDev_25th_2019_vol1-76-81.pdf>. | Ziņojumā stāstīts par īstermiņa augsnes ūdens un vainaga caurteces ūdens monitoringa rezultātiem četrās sausieņu audzēs, kur veikta amonija nitrāta izkliede. Dažās audzēs noteiktas paaugstinātas kopējā slāpekļa koncentrācijas vainaga caurteces ūdenī var skaidrot par ziedputekšņu un nobiru iekļuvi ūdens paraugu savācējos. Savukārt paaugstinātās kopējā slāpekļa koncentrācijas augsnes ūdenī, kas konstatētas uzreiz pēc izkliedes, samazinās divu mēnešu laikā |
|  | Petaja, G., Zvaigzne, Z. (2020). Short-term impact of ammonium nitrate and wood ash application on ground vegetation diversity and species composition in drained forests. Proceedings of the 9th International Scientific Conference “RURAL DEVELOPMENT 2019”, 323-328. Kaunas, Lithuania.;  <https://ejournals.vdu.lt/index.php/rd/article/view/583/841> | Noteica slāpekļa mēslojuma un koksnes pelnu īstermiņa ietekmi uz zemsedzes veģetāciju meliorētos mežos. Rezultāti liecina, ka sugu sastāvs atbilst attiecīgajiem meža tipiem arī pēc mēslošanas līdzekļu izmantošanas. Šaurlapju āreņa, šaurlapju kūdreņa un mētru āreņa audzēs biežāk novēroja nitrofīlās sugas, un parauglaukumos, kur ienests mēslojums, tām bija nedaudz lielāks projektīvais segums. Mazākas Šenona daudzveidības indeksa vērtības sūnu stāvā konstatētas mēslotajās platībās, turpretim lakstaugu stāvā nevarēja novērot viennozīmīgu tendenci. |
|  | Karklina, I., Zvaigzne, Z.A., Stola, J. (2020). Chemical properties of needles as an indicator of nutrient status of fertilized coniferous stands. Research for Rural Development 2020, 35, 80-86.;  <https://www2.llu.lv/research_conf/proceedings2020/docs/LatviaResRuralDev_26th_2020-80-86.pdf>. | Vērtējot makroelementu saturu skujās koksnes pelnu un kombinētu augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses laukumos, secināts, ka daļā kombinētu līdzekļu izkliedes parauglaukumu ir būtiski augstāks kālija un fosfora saturs skujās, salīdzinot ar parauglaukumiem, kur izkliede nav veikta. Tikai dažos objektos noteikta būtiska sakarība starp elementu saturu skujās un augsnes paraugos. |
|  | Karklina, I., Lazdins, A., Butlers, A., Stola, J., Zvaigzne, Z.A., & Purviņa, D. (2021). Soil carbon stock in fertilized forest stands with mineral soils. Research for Rural Development 2021. Iesniegts raksts konferences rakstu krājumam.;  <https://www2.llu.lv/research_conf/proceedings.htm> | Oglekļa uzkrājums aprēķināts dažādi ielabotajos parauglaukumos. Zemāks organiskā oglekļa uzkrājums noteikts virsējā augsnes slānī bērzu audzēs slapjaiņos, kur ienests amonija nitrāts. Citās eksperimenta grupās vai meža tipos būtiskas izmaiņas organiskā oglekļa uzkrājumā nav konstatētas. Gandrīz visos objektos un augsnes slāņos noteikta būtiska sakarība starp organiskā oglekļa un kopējā slāpekļa uzkrājumus augsnē, neatkarīgi no tā vai ir bijusi mēslojuma izkliede. |
|  | Petaja, G, Kārkliņa, I., Neimane, S. (2021). Short-term Effects of Fertilization on Tree Photosynthetic Activity in a Deciduous Tree Plantation. Research for Rural Development 2021. Iesniegts raksts konferences rakstu krājumam.; | Pētījuma mērķis bija novērtēt, kā amonija nitrāta un koksnes pelnu ienese ietekmē fotosintēzes aktivitāti un transpirāciju lapu līmenī lapu koku stādījumā. Rezultāti neliecina, ka fotosintētiskā aktivitāte ir būtiski palielinājusies mēslošanas rezultātā. Iespējams, ka fotosintētiskā aktivitāte ir palielinājusies lapotnes mērogā, pieaugot lapu laukumam. Koksnes pelnu izmantošana varētu būt iemesls nedaudz augstākai fotosintētiskajai aktivitātei hibrīdalkšņiem. Neatklājās arī būtiska mēslošanas ietekme uz koku transpirācijas procesu. |

Zinātniskie raksti

| Nr. | Atsauce un tiešsaistes resurss | Apraksts |
| --- | --- | --- |
|  | Petaja, G., Okmanis, M., Makovskis, K., Lazdiņa, D., & Lazdiņš, A. (2018). Forest fertilization: Economic effect and impact on GHG emissions in Latvia. Baltic Forestry, 24(1), 9-16.;  <https://nordicforestresearch.org/wp-content/uploads/2018/03/Proceedings-2017.pdf> | Pētījuma mērķis bija teorētiski novērtēt slāpekļa minerālmēslojuma un koksnes pelnu izmantošanas ietekmi uz krājas papildpieaugumu valsts mežos, kā arī noteikt šīs meža apsaimniekošanas prakses ekonomisko efektu un klimata pārmaiņu mazināšanas potenciālu. Saskaņā ar pētījuma rezultātiem, 2 tūkst. ha lielā mežu platībā ienesot 436 kg ha-1 amonija nitrāta (slāpekļa saturs – 30%), ikgadējās krājas papildpieaugums būtu 28 tūkst. m3, savukārt 10. gadā, kumulatīvais pieaugums būtu 142 tūkst. m3. Ienesot 5 t ha-1 koksnes pelnu 4,3 tūkst. ha lielā mežu platībā, ikgadējās krājas papildpieaugums 10.gadā sasniegtu 58 tūkst. m3, bet kumulatīvais papildpieaugums 10 gadu periodā būtu 290 tūkst. m3. Iekšējā atdeves likme (IRR) slāpekļa minerālmēslojuma izmantošanai 20 gadus pēc projekta uzsākšanas būtu 11%, bet pelnu izmantošanai tā būtu 13%. Ietekme uz iekšzemes kopproduktu 11 gadu laikā pēc projekta uzsākšanas sasniegtu maksimumu (3,2 miljoni eiro gadā). Kumulatīvais siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju samazinājums nacionālajā SEG inventarizācijā meža mēslošanas rezultātā 10 gadu laikā varētu sasniegt 635 tūkst. CO2 ekv.. |
|  | Bardule, A., Grinfelde, I., Lazdina, D., Bardulis, A., & Sarkanabols, T. (2018). Macronutrient leaching in a fertilized juvenile hybrid aspen (Populus tremula L. × P. tremuloides michx.) plantation cultivated in an agroforestry system in Latvia. Hydrology Research, 49(2), 407-420.;  <https://iwaponline.com/hr/article/49/2/407/37826/Macronutrient-leaching-in-a-fertilized-juvenile> | Analizētas piecu gadu makroelementu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdeņos un izskaloto barības vielu daudzums ar koksnes pelniem, notekūdeņu dūņām un digestātu mēslotās apšu hibrīdu (*P. tremuloides×P. tremula*) stādījumos, kas kultivēti agromežsaimniecības sistēmā boreālos apstākļos. Secināts, ka dienā izskaloto makroelementu daudzumi ievērojami atšķiras, bet ikgadējā makroelementu izskalošanās laika gaitā pēc stādījumu ierīkošanas lauksaimniecības zemē kopumā samazinājās. Agromežsaimniecības sistēmās audzētie apšu hibrīdu stādījumi palīdz mazināt makroelementu izskalošanos no lauksaimniecības zemes. Neskatoties uz papildu makroelementu ievadīšanu ar mēslošanas līdzekļiem, piecu gadu laikā pēc koku stādījuma izveidošanas lauksaimniecības zemēs nitrātu izskalošanās samazinājusies līdz 99,6%, fosfātu izskalošanās samazinājusies līdz 97,1%, bet kālija izskalošanās samazinājusies līdz 76,5%. |
|  | Petaja G., Kārkliņa I., Zvaigzne Z. (2019). Short-term impact of nitrogen fertilizer and wood ash on forest ground vegetation. Acta Biol. Univ. Daugavp., 19 (2), 181-190.;  <http://sciences.lv/wp-content/uploads/2020/01/Petaja_19_2.pdf> | Pētījuma mērķis bija noteikt amonija nitrāta un koksnes pelnu īstermiņa ietekmi uz zemsedzes veģetācijas sugu sastāvu un sugu daudzveidību. Rakstā apkopoti rezultāti no 11 mežaudzēm, kas pārstāv lāna, damakšņa un platlapju kūdreņa meža tipus. Parauglaukumos, kuros ienests amonija nitrāts, varēja novērot nedaudz lielāku atsevišķu nitrofilo sugu izplatību, savukārt koksnes pelnu ienese varētu būt iemesls lielākām Šenona daudzveidības ideksa vērtībām sūnu stāvā atsevišķās audzēs. Ir nepieciešama atkārtota veģetācijas apsekošana un ilgtermiņa ietekmes novērtējums. |
|  | Neimane, S., Celma, S., Butlers, A., Lazdiņa, D. (2019). Conversion of an industrial cutaway peatland to a betulacea family tree species plantation. Agronomy Research, 17 (3), 741-753.;  <https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/4815/BSE2019_Vol17No3_Neimane.pdf?sequence=4&isAllowed=y> | Augsnes ielabošana ar koksnes pelniem pirmajās divās augšanas sezonās uzlaboja gan bērzu stādu izdzīvošanu, gan augšanu. Alkšņu stādiem ielabotos laukumos lielāks augšanas ātrums, bet nedaudz zemāki saglabāšanās rādītāji – ko izraisa citi faktori, piemēram, atrašanās vieta (tātad, iespējams, hidroloģiskie apstākļi vai kūdras fizikālās īpašības). Papildu ieguvums, izlietojot lielākas devas par 5 t ha-1 koksnes pelnu, ielabojot augsni alkšņu stādījumos, netika konstatēts, tāpēc vides apsvērumu dēļ var ieteikt nepalielināt mēslojumu devu vismaz pirmajās augšanas sezonās. Ar koksnes pelniem apstrādātajos parauglaukumos veģetācijas atjaunošanās bija straujāka. Taču atšķirība starp apstrādes devām bija visai neliela, kas liecina, ka ar 5 līdz 10 t ha-1 koksnes pelnu uzklāšana ir pietiekama, lai veicinātu dabisko atjaunošanos pirmajos divos gados pēc rekultivācijas. Koksnes pelnu apstrādei bija būtiska pozitīva ietekme uz *Populus tremula* un *Salix* pionieru koku sugu dabisko atjaunošanos, bet nebija ietekmes uz bērza un priedes dabisko atjaunošanos. |
|  | Kļaviņš I., Bārdule A., Lībiete Z., Lazdiņa D., Lazdiņš A. (2019). Impact of biomass harvesting on nitrogen concentration in the soil solution in hemiboreal woody ecosystems. Silva Fennica vol. 53 no. 4 article id 10016.;  <https://silvafennica.fi/article/10016> | Pēc atjaunošanas cirtes, pakāpeniski palielinājās gan NO3–-N koncentrācija augsnes šķīdumā, gan atšķirības ar mežaudzi kontroles vietās. Taču sešus gadus pēc cirtes nitrātu-slāpekļa līmenis tuvojās gadā konstatētajām vērtībām kontroles parauglaukumos, vai pat bija mazāks. Celmu raušanas eksperimentālajās vietās nitrātu-slāpekļa koncentrācijai pēc izstrādes bija tendence samazināties. Virszemes biomasas novākšana 5 gadus vecos apšu hibrīdu stādījumos tikai nedaudz ietekmēja NO3–N un NH4+-N koncentrāciju augsnes šķīdumā turpmākajos 3 gados pēc cirtes. Tomēr vairākos apšu īscirtmeta atvasāju (SRC) apakšlaukos ar papildu N mēslojumu konstatēta būtiska biomasas ieguves ietekme uz kopējo N koncentrāciju augsnes šķīdumā (vidējo vērtību samazināšanās). N izskalošanās risks tūlīt pēc mežizstrādes ir lielāks meža zemē, nekā īscirtmeta atvasājā, kas izveidots lauksaimniecības zemē. Vidēja termiņa un ilgtermiņa ietekme vēl ir jāturpina pētīt. |
|  | Callesen, I., Clarke, N., Lazdinš, A., Varnagiryte-Kabasinskiene, I., Raulund-Rasmussen, K. (2019). Nutrient release capability in Nordic and Baltic forest soils determined by dilute nitric acid extraction – Relationships with indicators for soil quality, pH and sustainable forest management. Ecological Indicators 96, 540-547.;  <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X18307027> | Fosfora (P) uzkrājums 23 meža augsnēs bija 0–4Mg ha−1, (nosakot HNO3 izvilkumā). Augsnes tekstūra un pH rādītāji ir neviennozīmīgi barības vielu izdalīšanās prognozes indikatori. Al-Fe oksīdu buferētās augsnēs bāzes katjonu zudums nesaistās ar pH samazinājumu. Ar augsnes kartēšanas metodi var paredzēt mežaudzes spēju atgūties pēc P un bāzes katjonu samazināšanās. Augsnes kartēšana var palīdzēt uzraudzīt ilgtspējīgu biomasas uzkrāšanu un kokaudzes augšanu. |
|  | Lazarenko, V., Rudovica, V., Viksna, A., Zvaigzne, Z.A., & Okmanis, M. (2020). Use of Wood Ash in the Forest and its Effect on the Concentration of Essential and Heavy Metallic Elements in Soil and Blueberries (Vaccinium myrtillus L.). Key Engineering Materials, 850, 179-183.;  10.4028/www.scientific.net/KEM.850.179 | Vērtēta koksnes pelnu kā piedevas/mēslojuma ietekme uz meža augsni un augošajām mellenēm (*Vaccinium myrtillus* L.) - metālisko elementu satura atšķirības. Koksnes pelnu ietekme uz meža ekosistēmu vērtēta meža platībās, kuras bija mēslotas ar noteiktu daudzumu koksnes pelnu (vieglās un smagās pelnu frakcijas). Iegūtie rezultāti liecina, ka smagās frakcijas pelnu izkliedes zonā Ca, K, Ni, Cu koncentrācija augsnē mēslotajos lauciņos ir gandrīz divas reizes lielāka, nekā kontroles lauciņos. Mellenēs metālisko elementu saturs ir līdzīgs un nav atkarīgs no parauglaukuma veida. |
|  | Bertins, M., Bardule, A., Busa, L., Viksna, A., Lazdina, D., Ansone-Bertina, L. (2020). Impact of different fertilisers on elemental content in young hybrid aspen stem wood. Agronomy Research, 18 (Special Issue 2), 1154-1162.;  <https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/5652/AR2020_Vol18SI2_Bertins.pdf?sequence=4&isAllowed=y> | Augsne ielabošanas līdzekļi saturēja diezgan mainīgu barības vielu daudzumu, bet mēslošanas rezultātā stumbru koksnē nebija makroelementu (piem., P, K un Ca) un dažu mikroelementu (piemēram, Cr, Ni) koncentrāciju būtiskas atšķirības. Tātad augsnē bija pieejams atbilstošs šo barības vielu daudzums. Mikroelementu (piemēram, Fe, Mg, Mn, Pb, Rb un Sr) saturs apšu hibrīdu koksnē ir ietekmējis lietotā mēslojuma veids. Šajā pētījumā koksnes pelnu vai digestāta izmantošana ietekmēja hibrīda apses koksnes elementu saturu lielākā mērā, nekā notekūdeņu dūņu izmantošana, salīdzinot ar kontroles parauglaukumu. Augstāka kālija koncentrācija tika novērota pēdējā gadskārtā, kas liecina par augu spēju efektīvi transportēt kāliju uz augošajām auga daļām. Kalcija saturs pakāpeniski pieauga no jaunākajām koku gadskārtām uz vecākām, tādējādi norādot uz Ca2+ jonu zemo mobilitāti. Elementu daudzuma mainīgums starp dažādām koku stumbru gadskārtām lielākajai daļai pētīto elementu bija diezgan mazs, iespējams, pateicoties stabiliem augšanas apstākļiem. Savukārt d 15N un d 13C vērtības uzrādīja lielāku variāciju. |
|  | Bardule, A., Bertins, M., Busa, L., Lazdina, D., Viksna, A., Tvrdonova, M., Kanicky, V., Vaculovic, T. (2020). Variation of major elements and heavy metals occurrence in hybrid aspen (*Populus tremuloides* Michx. × *P. tremula* L.) tree rings in marginal land. IForest, 13 (1), 24-32.;  <https://iforest.sisef.org/abstract/?id=ifor2869-012> | Apskatītas galveno bioloģiski svarīgo elementu un smago metālu satura analīzes rezultāti sešgadīgu apšu hibrīdu (*Populus tremuloides* Michx. × *P. tremula* L.) stumbra gadskārtu apļos, apšu hibrīdi audzēti marginālā lauksaimniecības zemē boreālos apstākļos. Augsne ielabota ar digestātu, notekūdeņu dūņām un koksnes pelniem. Sākotnēji izmantotie mēslošanas līdzekļi (īpaši koksnes pelni) būtiski ietekmē galveno elementu un smago metālu saturu apšu hibrīdu stumbra gadskārtās. Tāpēc apšu hibrīdus var uzskatīt par efektīvu bioindikatoru pat tad, ja augsnes pH ir gandrīz neitrāls (tātad ar smago metālu ierobežotu mobilitāti). |
|  | Bārdule, A., Lazdiņa, D., Zadvinska, K., Buša, L., Vīksna, A. and Bārdulis, A. (2020). Carbon and nitrogen stabile isotope ratio and heavy metals in *Leccinum aurantiacum* in a hybrid aspen plantation in agricultural land. Baltic Forestry 26(1), article id 424.;  <https://www.balticforestry.mi.lt/ojs/index.php/BF/article/view/424> | Pārtikas nekaitīguma kontekstā ir svarīgi izprast sēņu lomu elementu apritē ekosistēmas līmenī, kā arī to elementu, tostarp smago metālu, daudzumus, kas uzkrājas ēdamo sēņu augļķermenī. Tāpēc vērtēja oglekļa un slāpekļa stabilo izotopu attiecību un smago metālu (Cr, Pb, Mn, Ni, Cd, Cu un Zn) saturu *Leccinum aurantiacum* (Bull.) Grey, kas augušas apšu hibrīdu (*Populus tremuloides* Michx. × *Populus*). *tremula* L.) stādījumā lauksaimniecības zemē, kas sākotnēji mēslota ar biogāzes ražošanas atliekām (digestātu), notekūdeņu dūņām un koksnes pelniem, kas ir potenciāli smago metālu piesārņojuma avoti. Vidējie izotopu dati par *L. aurantiacum* augļķermeņiem, kas savākti 2014.–2018. gada periodā, bija robežās no -27,4 un -24,5‰ δ13C un no 7,8 līdz 10,1‰ δ15N. Ir ietekmēts N izotopu sastāvs (15N- bagātināts) uz laiku līdz pieciem gadiem pēc organiskā mēslojuma lietošanas. Vidējais pētāmo smago metālu saturs *L. aurantiacum* augļķermeņos bija līdz 129 mg kg-1 Zn, līdz 99 mg kg-1 Cu, līdz 30 mg kg-1 Mn, līdz 1,5 mg kg-1 Ni, līdz 1,7 mg kg-1 Cd, līdz 1,1 mg kg-1 Cr un līdz 0,6 mg kg-1 Pb. Secinājām, ka digestāta, notekūdeņu dūņu un koksnes pelnu izmantošana kā mēslojums augsnes kvalitātes uzlabošanai apšu hibrīdu stādījumos lauksaimniecības zemēs neizraisīja pastiprinātu smago metālu uzkrāšanos *L. aurantiacum* augļķermeņos. |
|  | Jansone B, Samariks V, Okmanis M, Kļaviņa D, Lazdiņa D. (2020) Effect of High Concentrations of Wood Ash on Soil Properties and Development of Young Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst) and Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.). Sustainability. 12(22), 9479.;  <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/22/9479> | Koksnes pelni ir ilglaicīgas iedarbības kaļķošanas materiāls ar būtisku ietekmi uz P un K saturu augsnē. Mēslošanas efekts augsnē saglabājas arī 10 gadus pēc stādu iestādīšanas. Lietojot mēslojumu vidējās devās (5 līdz 10 t ha−1) gadu pirms stādīšanas, egļu audzēs īstermiņā palielinās koku biomasa un ilgtermiņā būtiski palielinās koku augstums un DBH salīdzinājumā ar kontroles lauciņiem. Parauglaukumos, kur pēc stādu stādīšanas tika uzklāts vienāds koksnes pelnu daudzums (5 līdz 10 t ha−1 ), koku augstuma un DBH rezultāti ir līdzīgi vai mazāki, salīdzinot ar kontroles lauciņiem. Lielām koksnes pelnu devām augšanas parametri ir līdzīgi kontroles laukumos, taču, neskatoties uz augstāku augsnes makroelementu saturu, koksnes pelnu devas 10 tha-1, nesasniedza pārdozēšanas robežu. Tāpēc ekonomiski pieņemams un ilgtspējīgs koksnes pelnu apstrādes risinājums būtu izmantot koksnes pelnus gadu pirms stādīšanas. |
|  | Neimane, S., Celma, S., Zuševica, A., Lazdina, D., Ievinsh, G. (2021). The effect of wood ash application on growth, leaf morphological and physiological traits of trees planted in a cutaway peatland. Mires and Peat, 27, 22, pp 12.;  <http://www.mires-and-peat.net/pages/volumes/map27/map2722.php> | Lai gan apmežošana ir uzskaitīta kā piemērota pēc izmantošanas iespēja izstrādātiem kūdrājiem, augšanas apstākļi pēc kūdras izstrādes bieži ir nepiemēroti. Augsnes auglības paaugstināšanai un augsnes skābuma neitralizācijai var izmantot koksnes pelnus, enerģijas ražošanas blakusproduktu. Pētīja kā koksnes pelnu mēslojums ietekmē augšanu (izdzīvošana, augstums, sakņu kakla diametrs), lapu morfoloģiskās (masa, īpatnējais lapu laukums, lapu ūdens saturs) un fizioloģiskās īpašības (hlorofila koncentrācija, fluorescences parametri, fotosintēzes un transpirācijas ātrums). *Alnus glutinosa,* *Betula pendula* un *Populus v. Vesten* koku sugas stādītas augsnē, kas ielabota ar 0, 5, 10 un 15 t ha-1 koksnes pelnu devu. Pētījumā izmantotajām koku sugām bija dažādas reakcijas uz koksnes pelnu mēslojumu. Vismazāk tika ietekmētas *A. glutinosa*, savukārt uz *Populus v. Vesten* un *B. pendula* attīstību augsnes ielabošanai bija pozitīvs efekts. |

Citas publikācijas

| Nr. | Atsauce un tiešsaistes resurss | Apraksts |
| --- | --- | --- |
| Nodaļa grāmatā | | |
|  | Lazdiņa, D., Neimane, S., Celma, S., (2019). Apmežošana. grām.: Priede, A., Gancone, A., (red.) 2019. Kūdras ieguves ietekmētu teritoriju atbildīga apsaimniekošana un ilgtspējīga izmantošana. Baltijas krasti, Rīga, 223-235 lpp.;  <http://baltijaskrasti.lv/blog/projektu-arhivs/life-restore/life-restore-gramata-kudras-ieguves-ietekmetu-teritoriju-atbildiga-apsaimniekosana-un-ilgtspejiga-izmantosana> | Aprakstīts pirmo trīs gadu rezultāts rekultivējot izstrādātu kūdras karjeru un stādot priedi, bērzu, melnalksni, papeli ar 5, 10 un 15 t ha-1 koksnes pelniem ielabotā augsnē. Pirmajos trīs gados visos ielabotajos laukumos koki aug vienlīdz labi. Kontroles variantos ir sliktāka stādīto lapu koku, sevišķi papeļu saglabāšanās. Ienesot pelnus kā kaļķošanas materiālu, augsnes pH palielinās par 0,5-1,5 vienībām. |
| Iesniegts publicēšanai | | |
|  | 28.11.2021. Iesūtīts raksts “The impact of forest fertilization on the ecological quality of two hemiboreal streams” žurnālam Forests |  |
|  | 08.12.2021. Iesūtīts raksts “Impact of wood ash and mineral nitrogen on nitrogen and carbon isotope ratio in fertilized Scots pine stands in Latvia” žurnālam Baltic Foresty |  |
| Sagatavots publicēšanai | | |
|  | Kreslina, V., Lazdina, D., Brumelis, G. (2019). Ecosystem Services in Short Rotation Coppice Forestry on Former Arable Land. RESEARCH SQUERE, pp 13.;  <https://www.researchsquare.com/article/rs-127661/v1> | Raksturoti īscirtmeta atvasāju (SRC) un īscirtmeta mežsaimniecības (SRF) piedāvātos ekosistēmu pakalpojumi salīdzinājumā ar intensīvo lauksaimniecību. Pētīja lakstaugu sugu sastopamību eksperimentālā koku audzē Skrīveru apkārtnē, Latvijā. Zālāju joslās starp koku rindām ekosistēmas pakalpojumu nodrošināšana ietver augus ārstnieciskiem nolūkiem un tējām, kā arī lopbarībai piemērotus augus. Regulējošie ekosistēmu pakalpojumi ietvēra nektāraugus apputeksnētājiem, kam medus ražošana ir kā pievienotā vērtība. Visintensīvākā ziedēšanas un ziedputekšņu sezona bija no aprīļa līdz oktobrim, kad ziedēja 20 nektāraugu sugas. Kokiem un garšaugiem ar slāpekli fiksējošām mikroorganismu asociācijām ir augsnes uzlabošanas potenciāls. Ātri augošie koki var piesaistīt oglekli un mazināt klimata pārmaiņas. Salīdzinot ar kultivētajiem zālājiem ar vienu vai dažām sugām, SRC un SRF nodrošina lielāku ekosistēmu pakalpojumu klāstu. |

5. Pielikums: Video un audio materiāli, kuros atspoguļoti dažādi koku augšanas apstākļu uzlabošanas aspekti

Video un audio materiāli, kuros atspoguļoti koku augšanas apstākļu uzlabošanas (meža mēslošanas) aspekti (uzņemti un izskanējuši sabiedrisko mēdiju ēterā 2016.-2021. gadā)

Pētījumu programmas izpildes gaitā izmantoti vairāki sabiedrības informēšanas veidi. Informatīvais un publicitātes darbs veikts, gan programmas ietvaros sagatavojot attiecīgajā gadā aktuālo pētniecisko uzdevumu izpildi atspoguļojošus video sižetus, gan arī piedaloties Latvijas sabiedrisko mēdiju raidījumos un sarunās ar radio un TV žurnālistiem. Abos formātos stāstīts par slāpekļa minerālmēslojuma, koksnes pelnu un citu augu barošanas elementus saturošu materiālu izmantošanas iespējām, sagaidāmo ekoloģisko un saimniecisko efektu. LVMI Silava pētnieki un pētījumu programmā iesaistītie zinātnieki informēja, ka varam ne tikai panākt briestaudžu, jaunaudžu un kokaugu stādījumu citos zemes izmantošanas veidos produktivitātes kāpinājumu, bet arī rīkoties preventīvi un atveseļot audzes, kas aug mežos, kur augsnē ir kāda makro- vai mikro-elementa deficīts, vai arī ir paredzams, ka esošais nodrošinājums nākotnē nebūs pietiekams. Vienmēr uzsvērts aprites ekonomikas pamatprincips – atgriezt no meža iznestos barošanās elementus, kas koncentrēti koksnes pelnos. Pētnieki uzsvēruši, ka koksnes pelni satur ne tikai mikroelementus, kāliju un fosforu, bet arī mazina augsnes skābumu, padarot mežaudzes augiem pieejamākus augsnē jau esošos elementus.

Par koku augšanas apstākļu uzlabošanu stāstīts 9 TV sižetos, 2 TV raidījumos, sniegtas intervijas 2 TV raidījumos un 5 radio raidījumos (Tab. 12). Papildus tam pieejami 4 video materiāli – konferences ieraksts un pētnieku filmēti informatīvie sižeti, kas sasniedzami, sekojot atjauninājumiem LVMI Silava mājas lapas sadaļā, kur ievieto informāciju par publicitātes aktivitātēm.

Tab. 13. Informatīvo sižetu kopsavilkuma statistika

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Medijs/gads | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | Kopā |
| Latvijas Radio, radioraidījumi | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| LIFE REstore video stāsti | - | - | 1 | - | - | - | 1 |
| Silava, kopā | - | - | - | - | - | 4 | 4 |
| audio stāsts | - | - | - | - | - | 1 | 1 |
| video stāsts | - | - | - | - | - | 3 | 3 |
| Televīzija, kopā | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 13 |
| intervija | - | 1 | 1 | - | - | - | 2 |
| raidījums | - | - | - | - | 1 | 1 | 2 |
| sižets | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 9 |
| Pavisam kopā | 1 | 3 | 5 | 3 | 4 | 6 | 22 |

2016. gads – pētījuma aktivitāšu atspoguļojums plašsaziņas līdzekļos

“Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījumu programma 2016.-2021. gadam” īstenošana uzsākta martā, vispirms atlasot izmēģinājumu ierīkošanas vietas. Kolīdz uzsāka lauka darbus, par koksnes pelnu kliedēšanas eksperimentu ierīkošanu sagatavoja sižetu, ko pārraidīja oktobra sākumā (Att. 22).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

Att. 23. Par koksnes pelniem kā kaļķošanas materiālu stāsta Modris Okmanis, LTV7 raidījums Nedēļas apskats, ēterā 09.10.2016[[6]](#footnote-6).

2017. gads – pētījuma aktivitāšu atspoguļojums plašsaziņas līdzekļos

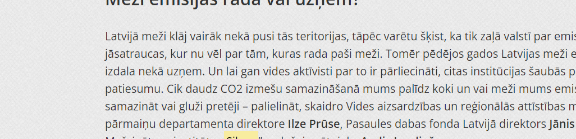
Pētījumu programmas otrajā gadā LVMI Silava izveidoja video sižetus par Koksnes pelnu un minerālmēslojuma izmantošanas priekšnosacījumiem (Att. 23). Institūta darbinieku aktivitātes nozares informatīvajā pasākumā Meža ABC bija iekļautas TV raidījumā, kur interviju sniedza tālaika lauka darbu vadītājs Modris Okmanis (Att. 24). Savukārt, pētījumu programmas vadītājs Andis Lazdiņš, radio raidījumā stāstīja, ka koku augšanas apstākļu uzlabošana veicina straujāku koksnes pieaugumu, tātad arī CO2 piesaisti (Att. 25).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Att. 24. Koksnes pelnu un minerālmēslojuma izkliedēšana, LVMI Silava sadarbība ar LVĢMC un LU Bioloģijas institūtu, LTV7 raidījums Attīstības kods, ēterā 22.07.2017[[7]](#footnote-7).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Att. 25. Meža ABC, Kuldīgas novada Padures pagasta "Struņķukrogā",7.‑9. minūtē Modris Okmanis stāsta par koku sugām un to īpašībām, LTV1 “Es – Savai zemītei”, ēterā 04.11.2017[[8]](#footnote-8).



Att. 26. Andis Lazdiņš LR1 raidījumā “Zināmais nezināmajā” diskutē par siltumnīcefekta gāzu bilanci, tostarp koku augšanas apstākļu uzlabošanas pozitīvo efektu, ēterā 23.10.2017[[9]](#footnote-9).

2018. gads – pētījuma aktivitāšu atspoguļojums plašsaziņas līdzekļos un tiešsaistes video sižetos

Trešajā programmas īstenošanas gadā programmas īstenošanā iesaistītā pētnieku grupa sadarbojās ar LVM skolu izglītības programmu 6. klasēm “Meža ekspedīcija”, par šim aktivitātēm sagatavojot informatīvo sižetu (Att. 27). Par publicitātbām atbildīgā, Dagnija Lazdiņa sniedza interviju Reģionālajai televīzijai (Att. 26). Raidījumam “Nedēļas apskats” sagatavots sižets par pētījumu programmas atziņu popularizēšanu CAR: NB-NORD Nordic-Baltic Network for Operational Research darba sanāksmē “Small machines for small trees” (Att. 28). Sadarbībā ar LIFE REstore LVMI Silava zinātnieki piedalījās raidījumā “Izziņas impulss” (Att. 29), kur popularizēja koksnes pelnu izmantošanas iespējas kūdrāju rekultivācijā un sniedza intervijas video sižetam par kūdrāju apmežošanu (Att. 31). Pētījumu programmas izpildītāji viesojās LTR1 raidījuma “Kā labāk dzīvot” studijā, kur stāstīja par jau uzsākto izpēti un iecerēm, kā arī dalījās ar jau gūtajām atziņām (Att. 30).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Att. 27. Stāsts par iesaisti skolu programmā “Meža ekspedīcija”, ekrānšāviņi no ReTV raidījuma 24/7 (no 17. minūtes), ēterā 30.09.2018[[10]](#footnote-10).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Att. 28. Par pieturu “Iepazīstam meža zinātni” un koksnes pelnu izmantošanas nepieciešamību mežaudzes ražības kāpināšanai un koku veselības saglabāšanas profilaksei vai atveseļošanai, ekrānšāviņi no LNT raidījuma “Attīstības kods”, ēterā 30.09.2018[[11]](#footnote-11).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Att. 29. CAR: NB-NORD Nordic-Baltic Network for Operational Research darba sanāksmē “Small machines for small trees”, par koku augšanas apstākļu uzlabošanu stāsta Andis Lazdiņš, LTV 7 kanālā raidījums „Nedēļas Apskats” ekrānšāviņi, ēterā 25.11.2018[[12]](#footnote-12).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Att. 30. Izstrādātu kūdrāju rekultivācijai veltīts sižets LTV1 raidījumā “Izziņas impulss” (ekrānšāviņš no LTV arhīva), ēterā 10.10.2018[[13]](#footnote-13).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Att. 31. Pētnieki rosina klausītājus uzlabot koku augšanas apstākļus, savlaicīgi nodrošinot tiem nepieciešamos augu barošanās elementus. Stāsts par koksnes pelnu izmantošanas potenciālu, uzverot koksnes pelnu pozitīvo ietekmi uz augsnes reakciju, tomēr pieminot arī minerālo augsnes ielabošanas līdzekļu pozitīvo ietekmi uz kokaudzēm. LR1 raidījuma “Kā labāk dzīvot” (LVMI Silava un LR1 interneta vietņu adreses), ēterā 6.11.2018[[14]](#footnote-14).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Att. 32. Koksnes pelnu izmantošana izstrādātu kūdrāju rekultivācijā, ekrānšaviņš no LIFE REstore video (skatīts 2018. gada, 30. decembrī)[[15]](#footnote-15).

2019. gads – pētījuma aktivitāšu atspoguļojums plašsaziņas līdzekļos

Ceturtajā pētījumu programmas īstenošanas gadā Dagnija Lazdiņa un Ainārs Lupiķis līdzdarbojās raidījuma “Mēs ar brāli kolosāli” sagatavošanā (Att. 32). LVMI Silava Mežzinātnes dienu atspoguļojumā bija iekļauta informācija par pētījumu programmu (Att. 33). Andis Lazdiņš viesojās raidījumā “День за днем” (Att. 34).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Att. 33. Raidījumā “Mēs ar brāli kolosāli” stāstīts par to, kā koki barojas un kā cilvēki var uzlabot to augšanas apstākļus, Ekrānšāviņi no LTV1 raidījuma “Mēs ar brāli kolosāli”, ēterā 05.2019[[16]](#footnote-16).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Att. 34. Mežzinātnes dienas, info “Koku augšanas apstākļu pētījumu programmas 2016.-2021. gadam”, ekrānšāviņi no Vidzemes televīzijas sižeta, ēterā 8.11.2019[[17]](#footnote-17).

|  |
| --- |
|  |

Att. 35. Sarunas tēma “СО2 и изменение климата: с чем мы боремся и какими методами?” (CO2 emisijas, kā tās samazināt un ar kādām metodēm), tai skaitā augsnes ielabošanas līdzekļu izmantošanu, ekrānšāviņi no raidījuma “День за днем” tiešraides, ēterā 11.11.2019[[18]](#footnote-18).

2020. gads – pētījuma aktivitāšu atspoguļojums plašsaziņas līdzekļos

Piektajā izpētes gadā izveidojām televīzijas sižetus par pētījumu programmas īstenošanu (Att. 36) un par pasākumiem mežaudzēs, kur iepriekš veikti koku augšanas apstākļu uzlabošanas pasākumi. Raidījumā izmantoti citāti no iepriekšējos gados uzņemtajiem video sižetiem (Att. 37). Sagatavojām video jautājumu raidījumam “Gudrs vēl gudrāks” (Att. 35). Sniedzām pētnieka viedokli par koku augšanas apstākļu uzlabošanas risinājumiem mežu apsaimniekošanā radioraidījumā “Kā labāk dzīvot” (Att. 38).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Att. 36. Saturs raidījuma LTV1 raidījuma “Gudrs vēl Gudrāks” 12. klašu fināla jautājumam par koksnes pelnu izmantošanas pamatojumu Raidījuma “Gudrs, vēl gudrāks” ekrānšāviņš, ēterā 17.04.2020[[19]](#footnote-19).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Att. 37. Informācija par kokaugu augšanas apstākļu uzlabošanu “Jauno tehnoloģiju un inovāciju dienas LVMI Silava” pēcpusdienas pasākumos 2020. gada 25. septembra vakarā, TV24 kanāla raidījumā “Aktualitātes”, ēterā 03.10.2020[[20]](#footnote-20).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Att. 38. Televīzijas sižets par meža augšņu ielabošanu, ienesot augsnē biogēnos elementus,”LTV7 kanāla raidījumā “Nedēļas Apskats”, ēterā 25.10. 2020[[21]](#footnote-21).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Att. 39. Saruna par meža darbiem, tai skaitā koku augšanas apstākļu uzlabošanu rudenī, LR1 raidījumā “Kā labāk dzīvot”, tiešsaistes pieejamā ieraksta ekrānšāviņš, ēterā 30.10. 2020[[22]](#footnote-22).

2021. gads – pētījuma aktivitāšu atspoguļojums plašsaziņas līdzekļos un LVMI Silava pētnieku sagatavotos sižetos

Pētījumu programmas noslēdzošajā gadā sagatavojām sižetu par trim pētījumiem, kas saistīti ar augu barošanās elementu ienešanas ietekmi uz kokaugu augšanu (Att. 41). Dagnija Lazdiņa viesojās raidījumā “Saimnieks. Zeme. Valsts.” (Att. 42) un radioraidījumā “Kā labāk dzīvot” (Att. 40). LVMI Silava mājas lapas sadaļā ievietojām konferences “Zināšanās balstīta meža nozare” videoierakstu (Att. 39) un LVMI Silava pētnieku sagatavoto video sižetu par pētījumu programmas rezultātiem (Att. 43). Sagatavots video materiāls, kas aizstāj Ziemeļvalstu finansētas diskusijas klātienes ekskursiju, kura bija iecerēta kā viena no pasākumiem *Field tours in Northern and Eastern Europe and North America 12, 13, 26 and 27 October 2021* (<https://nordicforestresearch.org/n2020-06/>), *Dialogue on governance to develop sustainable forest landscapes for production of wood for energy and the bioeconomy* (Att. 44). Novembra beigās ierakstījām podkāstu par pētījumu programmā paveikto (Att. 45).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Att. 40. “Paneļdiskusija: Izaicinājumi, saglabājot un vairojot mežaudžu kvalitāti, produktivitāti un vitalitāti”, 27.01.2021, Meža nozares zinātniskā konference, “Zināšanās balstīta meža nozare”, ekrānšāviņi, paneļdiskusijas ir pieejamas LVMI Silava mājas lapā[[23]](#footnote-23) YouTube profilā[[24]](#footnote-24).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Att. 41. Saruna par meža darbiem, tais skaitā koku augšanas apstākļu uzlabošanu pavasarī (15:20 min), LR1 raidījumā “Kā labāk dzīvot”, tiešsaistes pieejamā ieraksta ekrānšāviņš, ēterā 07.04.2021[[25]](#footnote-25).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

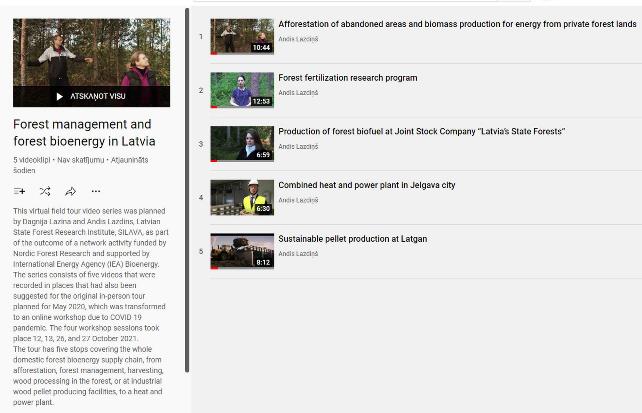
Att. 42. LVMI Silava pētījumi meža augšanas ielabošanas jomā, viena tematiskā joma – dažādu finansējuma avotu pētījumi, Riga TV 24 kanāla raidījumā “Aktualitātes”, ēterā 21.08.2021[[26]](#footnote-26).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Att. 43. Dalība TV 24 raidījumā “Saimnieks. Zeme. Valsts.” tēma Koku atjaunotne un meža augšanas apstākļu uzlabošana, ēters 2021. gada 23. oktobrī[[27]](#footnote-27);[[28]](#footnote-28).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |

Att. 44. LVMI Silava pētnieki ir sagatavojuši informatīvu video materiālu par pētījuma programmas norisi[[29]](#footnote-29).



Att. 45. Virtuālais materiāls – ekskursija “Koksne enerģijas ieguvei – Latvijas stāsts”, 10.2021[[30]](#footnote-30).

2021. gada beigās ierakstīts materiāls LVMI Silava podkāstam “Meža zinātnieku sarunas” par dažādiem aspektiem, kas saistīti ar koku augšanas apstākļu uzlabošanu (Att. 45).

|  |  |
| --- | --- |
|  | * meža mēslošanas vēsture un mēslojuma veidi – Latvijā, ārzemēs; * meža mēslošanas fizioloģiskie aspekti – kādos apstākļos koku augšana uzlabojas (izkoptas audzes, nav citu ierobežojošu faktoru, piemēram, nelabvēlīgs ūdens režīms); * kā noteikt mēslošanas nepieciešamību – vizuāli, skuju, augsnes analīzes, attālās izpētes metodes; * meža mēslošanas pieejas – pirms galvenās cirtes (ienākumu gūšana prioritāra), pēc kopšanas cirtēm, saīsinot apriti (mazāki ieņēmumi, lielāks klimata pārmaiņu mazināšanas efekts), kompensējoša pelnu izkliedēšana mežā pēc mežizstrādes (Zviedrijas pieeja); * meža mēslošanā izmantojamā tehnika un mēslojuma devas (aviācija, meža un lauksaimniecības tehnika, stādvietās ienesamais mēslojums); * koksnes pelnu apstrāde – problēmas un risinājumi (cietināšana, presēšana, granulēšana, bagātināšana, sajaucot ar kūtsmēsliem vai kūdru); * minerālmēslu un koksnes pelnu izkliedēšanas organizēšana un izmaksas, galvenās problēmas, ar ko saskārāmies pētījumā (tehnikas dīkstāves, lauksaimniecības tehnikai parasti nav pilnvērtīgu iekrāvēju, tāpēc vajag 2. traktoru); * krājas papildpieaugums, ietekmes ilgums; * ietekme uz vidi, atbilstoši pētījuma rezultātiem – veģetācija, virsūdeņi (arī pozitīvā ietekme, novēršot to paskābināšanos), augsne, lapotnes īpašības, klimata pārmaiņas; * drošības prasības, normatīvi. |

Att. 46. LVMI Silava podkāsts – Koku augšanas apstākļu uzlabošana – ieraksts 2021. gada novembra trešajā nedēļā.

1. P – parastā priede [↑](#footnote-ref-1)
2. 2016. gada paraugu sērijām izmantota modificētā Kjeldāla metode, bet 2019. gada paraugu sērijām – elementanalīze. [↑](#footnote-ref-2)
3. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests [↑](#footnote-ref-3)
4. P – parastā priede [↑](#footnote-ref-4)
5. https://ec.europa.eu/environment/forests/pdf/biosoil\_brochure2010.pdf. [↑](#footnote-ref-5)
6. <https://youtu.be/fVthvNUYhuU> [↑](#footnote-ref-6)
7. <https://youtu.be/tWfbfcr34uo> [↑](#footnote-ref-7)
8. <http://replay.lsm.lv/lv/ieraksts/ltv/110006/es-savai-zemitei/> [↑](#footnote-ref-8)
9. <http://lr1.lsm.lv/lv/raksts/zinamais-nezinamaja/koku-krasainas-parvertibas-rudeni.a93874/?highlight=silava> [↑](#footnote-ref-9)
10. <http://www.vtv.lv/24-7-30-09-2018/> [↑](#footnote-ref-10)
11. <https://www.youtube.com/watch?v=WsYQupJQdS8&feature=youtu.be> [↑](#footnote-ref-11)
12. <https://www.youtube.com/watch?v=2pBSOXqof9o&feature=youtu.be> [↑](#footnote-ref-12)
13. <https://ltv.lsm.lv/lv/raksts/10.10.2018-izzinas-impulss-11.-serija.id141432/> [↑](#footnote-ref-13)
14. <http://www.silava.lv/73/section.aspx/829> ; <https://lr1.lsm.lv/lv/raksts/ka-labak-dziivot/pelnu-otra-dzive-meza-un-uz-lauka-jeb-cirkulara-bioekonomika.a110936/> [↑](#footnote-ref-14)
15. <https://restore.daba.gov.lv/public/lat/jaunumi/76/> [↑](#footnote-ref-15)
16. <https://youtu.be/Uq0jpMqrZ00> [↑](#footnote-ref-16)
17. <https://www.youtube.com/watch?v=16QL1iocZ6I> [↑](#footnote-ref-17)
18. <https://lr4.lsm.lv/lv/lr4/peredachi/den-za-dnem/> [↑](#footnote-ref-18)
19. https://replay.lsm.lv/lv/ieraksts/ltv/185236/gudrs-vel-gudraks (45. – 59. minūte) [↑](#footnote-ref-19)
20. <https://youtu.be/UEXgYUXH9xQ> [↑](#footnote-ref-20)
21. https://youtu.be/QuS6W16Eo1U [↑](#footnote-ref-21)
22. https://lr1.lsm.lv/lv/raksts/ka-labak-dziivot/mezu-sakopsana-rudeni.-jaunie-kocini-japasarga-no-apgrausanas.a136008/ [↑](#footnote-ref-22)
23. http://www.silava.lv/main/konferences/pasakumi.aspx [↑](#footnote-ref-23)
24. https://youtu.be/1u0GpxalxrU?t=903 [↑](#footnote-ref-24)
25. https://lr1.lsm.lv/lv/raksts/ka-labak-dziivot/pavasari-laiks-sakopt-mezu.a142478/ [↑](#footnote-ref-25)
26. https://youtu.be/3fh\_kMiCnfk [↑](#footnote-ref-26)
27. https://xtv.lv/rigatv24/video/blGbxWBqNn3-23\_10\_2021\_saimnieks\_zeme\_valsts\_1\_dala [↑](#footnote-ref-27)
28. https://xtv.lv/rigatv24/video/AOGZrYg6G4Z-23\_10\_2021\_saimnieks\_zeme\_valsts\_2\_dala [↑](#footnote-ref-28)
29. https://youtu.be/OPdMAdRPD-o [↑](#footnote-ref-29)
30. https://youtube.com/playlist?list=PLJlAs9Vb68xCN\_kgyyMuOgQfrS3gcVBYw [↑](#footnote-ref-30)