



PĀRSKATS
PAR PĒTĪJUMA 2024. GADA REZULTĀTIEM

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: **Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem**

LĪGUMA NR. 5-5.9.1_007n_101_21_76

PĒTĪJUMA ZINĀTNISKĀ VADĪTĀJA:

Zane Lībiete, LVMI Silava vadošā pētniece

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

Salaspils, 2025

Anotācija

Pētījuma ceturtajā etapā īstenoti darba uzdevumi četrās aktivitātēs. Vairākās no tām darbi balstīti uz nepārtrauktu mērījumu nodrošināšanu iepriekš ierīkotos objektos un datu rindu pagarināšanu zinātniski pamatotas argumentācijas veidošanai par pētāmajiem jautājumiem. 2024. gadā darbs kopumā norisinājās atbilstoši plānam: ir pabeigti visi plānotie lauka darbi un datu analīze, un, lai gan ir neliela aizkavēšanās ar vairāku publikāciju iesniegšanu, tās ir par 80-90% pabeigtas un tiks iesniegtas 2025.gada sākumā. Informācija par darba uzdevumu statusu iekļauta 1. pielikumā.

1. Meža ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas un kvalitātes izmaiņu novērtēšanas modeļa izstrāde, ietverot kritērijus, indikatorus un algoritmus mežsaimniecības un ekosistēmu pakalpojumu mijiedarbības raksturošanai.

Sagatavota nodaļa par Latvijas iedzīvotāju preferencēm attiecībā uz dažādiem meža nodrošinātajiem ekosistēmu pakalpojumiem. Izmantojot pētījumu programmā līdz šim iegūtos datus, sagatavots kopsavilkums par mežsaimniecības prakses pilnveidošanu daudzveidīgu ekosistēmu pakalpojumu nodrošināšanai.

2. Ilgtspējīga ūdens resursu aizsardzība.

Turpināts vielu aprites un ūdens kvalitātes monitorings Zinātniskās izpētes mežos, kur tiek vērtēta dažādas intensitātes vienlaidu atjaunošanas cirtes ietekme trijos objektos skuju koku mežos un divos objektos lapu koku mežos. Skuju koku un lapu koku mežaudžu objektos veikta jaunaudžu uzskaitē. Lapu koku mežu objektos veikta veģetācijas uzskaitē, kā arī augsnes paraugu ievākšana un iekonservēšana augsnes mikrobioloģiskajām analīzēm. Izmantojot Zalvītes modeļteritorijā no 2016. līdz 2023. gadam iegūtos datus, sagatavota noslēdzošā pārskata nodaļa un publikācija par mežsaimniecības ietekmi uz ūdens kvalitāti sateces baseina mērogā. Sagatavota publikācija par augsnes sēņu daudzveidību kopšanas ciršu objektos.

3. Bioloģiskās daudzveidības, ekosistēmu aizsardzības un atjaunošanas sekmēšana.

Turpināts veģetācijas monitorings gar meža ceļiem Zalvītes, Cēsu un Jelgavas objektos, veicot pilno augu sugu uzskaiti. Raksturota biotopu kopšanas pasākumu ietekme priežu audzēs. Publicēts zinātnisks raksts par ozolu atēnošanas pasākumu ietekmi uz bioloģiskās daudzveidības indikatoriem, iesniegta publikācija par dabas aizsardzības vērtībām melnalkšņu staignāju biotopos un apkopotu dati publikācijai par malas efekta ietekmi uz zemsedzes veģetācijas daudzveidību melnalkšņu staignāju biotopos. Izvērtēta audzes vecuma un citu faktoru ietekme uz bioloģiskās daudzveidības rādītājiem bioloģiski vecās un pieaugušās apšu audzēs. Pārbaudīta nejaušo mežu (*Random Forest*) mašīnmācīšanās modeļu veikspēja virszemes biomasas prognozēšanā.

4. Sociālekonomisko ekosistēmas pakalpojumu kvalitātes nodrošināšana.

Turpināts meža nekoksnes produktu monitorings Meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumos, kā arī mērījumi kopšanas ciršu objektos ogulāju projektīvā seguma un ogu ražas novērtēšanai. Turpināts ogu un sēņu ražas monitorings Zalvītes un Ugāles modeļteritorijās atbilstoši iepriekšējā gadā precizētajai metodikai. Veikta aptauja par Latvijas iedzīvotāju paradumiem meža nekoksnes produktu izmantošanā. Sagatavota publikācija par dažādu atpūtnieku grupu rekreācijas preferencēm. Analizēta vides elementu (sniega, ūdensobjektu klātbūtnes un reljefa) ietekme uz meža ainavas/skatu vizuālo vērtējumu.

Abstract

During the fourth stage of the research programme tasks in four activity groups have been accomplished. In several of them work is based on uninterrupted measurements in previously established research objects, thus prolonging the time-series for scientifically sound information and argumentation. Overall, work in all activities was carried out according to plan. The remaining publications are by 80-90% finished, and will be submitted in early 2025. Information on the status of research activities is included in Annex 1.

Activity 1. Development of a model for forest ecosystem service mapping and assessment of changes, including criteria, indicators and algorithms for assessment of forest management-ecosystem service interaction.

Report on the ecosystem service preferences in Latvia has been prepared. Using data obtained in both stages of the research programme, a summary of suggestions for forest management with consideration of a supply of various ecosystem services has been prepared.

Activity 2. Sustainable protection of water resources.

Nutrient cycling and water quality monitoring is being continued in three objects in conifer forest and two objects in broadleaved forest where the impact of different intensity clearfelling is analysed. Young stand inventory was carried out at both sets of objects. In the broadleaved forest objects vegetation survey was carried out, and soil samples were collected and conserved for microbial diversity analysis. Summary on the results of landscape scale impact evaluation of forest management has been prepared, as well as scientific paper. Publication about fungal diversity in thinning experiment sites has been prepared.

Activity 3. Promotion of biodiversity, ecosystem protection and ecosystem restoration.

Full monitoring of plant species along linear forest infrastructure objects has been continued along forest roads in all transects in Zālviķe, Cēsis and Jelgava research areas. Habitat management evaluation in pine stands has been carried out. Scientific paper about oak habitat management has been published, scientific paper about conservation values in black alder forests has been submitted and data for the paper about the edge effect on vegetation diversity in black alder forests has been summarized. The effect of age and other factors on biodiversity in aspen stands has been evaluated. The performance of Random Forest machine learning models for above-ground biomass prediction was tested.

Activity 4. Ensuring of the quality of socioeconomic ecosystem services from forests.

Monitoring of non-wood forest products in National Forest Inventory sample plots and inventory of forest berry cover and yields in forest thinning objects has been continued. Berry and mushroom yield monitoring in model areas has been continued. Paper on the preferences of three different recreational groups (walks, biking, berry/mushroom picking) has been prepared. The effect of landscape elements (snow, waterbody presence and terrain) on the visual assessment of forest has been carried out.

Saturs	
Anotācija	2
Abstract	3
Attēlu un tabulu saraksts	6
Darbā lietotie apzīmējumi	10
1. Meža ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas un kvalitātes izmaiņu novērtēšanas modeļa izstrāde	11
1.1. Preferenču izpēte meža sniegto ekosistēmu pakalpojumu piedāvājuma un pieprasījuma puses analīzei	11
<i>Pamatojums</i>	11
<i>Metodika</i>	12
<i>Rezultāti</i>	13
<i>Kopsavilkums</i>	16
<i>Literatūra</i>	17
1.2. Pamatojuma izstrāde mežsaimniecības prakses pilnveidošanai daudzveidīgu ekosistēmu pakalpojumu nodrošināšanai un ekosistēmu pakalpojumu kvalitātes atjaunošanai un uzlabošanai	17
<i>Pamatojums</i>	17
<i>Rezultāti</i>	18
<i>Kopsavilkums</i>	36
<i>Literatūra</i>	37
2. Ilgtspējīga ūdens resursu aizsardzība	39
2.1. Dažādas intensitātes biomasas izvākšanas galvenajā cirtē ietekme uz nākamās meža paaudzes augšanas gaitu, vielu apriti, bioloģisko daudzveidību	39
2.1.1. <i>Nokrišņu, nobiru, augsnes ūdens un noteces ķīmiskā sastāva monitorings skuju koku audzēs</i>	39
2.1.2. <i>Jaunaudžu augšanas gaitas mērījumi skuju koku audzēs</i>	46
2.1.3. <i>Nokrišņu, augsnes ūdens un noteces ķīmiskā sastāva monitorings lapu koku audzēs</i>	49
2.1.4. <i>Veģētācijas novērtējums lapu koku audzēs zinātniskās izpētes mežos Kalsnavas meža nov.</i>	53
2.1.5. <i>Jaunaudžu augšanas gaitas mērījumi lapu koku audzēs</i>	57
2.1.6. <i>Augsnes mikrobioloģiskās daudzveidības noteikšana lapu koku audzēs</i>	59
2.1.7. <i>Augsnes mikrobioloģiskās daudzveidības noteikšana kopšanas ciršu objektos – publikācijas sagatavošana</i>	60
2.2. Meža apsaimniekošanas ainavu līmeņa ietekmes un mežizstrādes tehnikas pārvietošanās un augsnes gatavošanas ietekmes uz vielu apriti un ūdens kvalitāti izpēte	63
2.2.1. <i>Biogēno un citu elementu izneses novērtēšana ainavas līmenī kontekstā ar teritorijā veikto mežsaimniecisko darbību</i>	63
3. Bioloģiskās daudzveidības, ekosistēmu aizsardzības un atjaunošanas sekmēšana	73
3.1. Invazīvo un potenciāli invazīvo zemsedzes augu sugu izplatības pētījumi	73
<i>Pamatojums</i>	73
<i>Objekti un metodika</i>	73
<i>Rezultāti</i>	76
<i>Secinājumi</i>	79
<i>Literatūra</i>	79
3.2. Nozīmīgo meža biotopu attīstības un sugu izplatības scenāriji atkarībā no īstenotās mežsaimnieciskās darbības	80
3.2.1. <i>Dabisko meža biotopu apsaimniekošanas efektivitātes parauglaukumu pārmērīšana (priežu audzes)</i> 80	

3.2.2. Epifītu un mikrodzīvotņu novērtējums uz ozoliem.....	85
3.2.3. Malas efekta ietekmes uz melnalkšņu staignāju biotopiem dinamikas novērtējums	86
3.3. Bioloģiski vecu mežaudžu attīstības dinamika	94
3.3.1. Bioloģiski vecu audžu pārmērīšana, papildu objektu atlase un datu analīze – apšu audzes, 10+10 objekti	94
3.3.2. Attālās izpētes metožu izmantošana veco audžu telpiskās struktūras novērtēšanai - biomasas noteikšana vecā mežā	100
4. Sociālekonomisko ekosistēmas pakalpojumu kvalitātes nodrošināšana.....	113
4.1. Meža augšanas apstākļu, meža ekosistēmas tipa, meteoroloģisko faktoru un meža apsaimniekošanas ietekme uz meža nekoksnes produktu ražas dinamiku.....	113
Pamatojums	113
4.1.1. Ogulāju projektīvā seguma novērtējums MSI parauglaukumos.....	113
4.1.2. Ogu ražas novērtējums kopšanas ciršu parauglaukumos	116
4.1.3. Meža ogu un sēņu ražas novērtējums, izmantojot transektu metodi testa teritorijās	125
Kopsavilkums	132
Literatūra	133
4.1.4. Socioloģiskā aptauja par nekoksnes produktu ieguvi	134
4.2. Meža ainavas vizuālās kvalitātes komponentu izpēte un priekšlikumu izstrāde dažādu iedzīvotāju grupu rekreācijas preferenču praktiskai iekļaušanai daudzfunkcionālas meža apsaimniekošanas plānošanā	140
4.2.1. Dažādu atpūtnieku tipu grupu rekreācijas preferenču noskaidrošana, izmantojot socioloģiskās aptaujas - publikācija	140
4.2.2. Socioloģiskā aptauja par vizuālo stimulu (piem., reljefs, sniegs) ietekmi uz ainavas vizuālo kvalitāti	141

Attēlu un tabulu saraksts

- 1.1. attēls. Kaskādes modeļa princips
- 1.2. attēls. Sakarības starp vides kvalitāti, slodzēm un ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu ekosistēmās ar bez regulējošās kapacitātes un ar augstu regulējošo kapacitāti
- 2.1. attēls. Nokrišņu daudzums, pH un elementu koncentrācijas nokrišņos 2012.-2024. gadā
- 2.2. attēls. Nitrātu, fosfātu un kālija ienese ar nokrišņiem Ln, Dm un Kp objektos 2012-2024. gadā
- 2.3. attēls. Ķīmisko elementu ienese ar nobirām un nobiru apjoms 2012.-2024.gadā
- 2.4. attēls. Augsnes ūdens pH, nitrātu, fosfātu un kālija koncentrācijas Ln, Dm un Kp objektos 2012-2024. gadā
- 2.5. attēls. Gruntsūdens pH, nitrātu, fosfātu un kālija koncentrācijas Dm un Ln objektos 2012.-2024. gadā
- 2.6. attēls. Virszemes ūdens pH, nitrātu, fosfātu un kālija koncentrācijas Dm un Kp objektos 2012.-2024. gadā
- 2.7. attēls. Stādīto kociņu vidējais augstums skujkoku virszemes biomasas izvākšanas objektos.
- 2.8. attēls. Koku augstumi atkarībā no sakņu kakla diametra 2024. gadā skujkoku virszemes biomasas izvākšanas objektos
- 2.9. attēls. Nokrišņu daudzums, pH un elementu koncentrācijas Vr un Ap objektos 2022., 2023. un 2024. gadā
- 2.10. attēls. Nitrātu, fosfātu un kālija ienese ar nokrišņiem Vr un Ap objektos 2022., 2023. un 2024. gadā
- 2.11. attēls. Augsnes ūdens pH un elementu koncentrācijas dažādos izstrādes variantos Vr un Ap objektos 2022., 2023.gadā un 2024. gadā
- 2.12. attēls. Gruntsūdens pH un elementu koncentrācijas dažādos izstrādes variantos Vr objektā 2024. gadā
- 2.13. attēls. Sugu skaita izmaiņas apsektajos parauglaukumos, kuros veiktas dažādas intensitātes vienlaidu atjaunošanas cirtes
- 2.14. attēls. DCA ordinācija visiem ietekmētajiem un kontroles parauglaukumiem
- 2.15. attēls. Stādīto koku vidējais augstums, skaits un dabiski izaugušo koku augstums, skaits lapu koku virszemes biomasas izvākšanas objektos
- 2.16. attēls. Objektu atrašanās vieta Latvijas teritorijā
- 2.17. Šenona daudzveidības indeksa atšķirības pa meža tipu un kopšanas intensitātes grupām
- 2.18. attēls. RDA analīze sēņu ģinšu līmenī
- 2.19. attēls. Meteoroloģiskie rādītāji Zalvītes modeļteritorijā pa mēnešiem
- 2.20. attēls. Nozīmīgāko ūdens kvalitāti raksturojošo parametru (pH, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, TN, P-PO₄³⁻, K, Ca, TSS, DOC, DO) vidējās vērtības Zalvītes strauta noteces paraugošanas punktā 2016. - 2023. gadā
- 2.21. attēls. Nozīmīgāko ūdens kvalitāti raksturojošo parametru (pH, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, TN, P-PO₄³⁻, K, Ca, TSS, DOC, DO) vidējās vērtības Zalvītes strauta P7 paraugošanas punktā 2016. - 2023. gadā
- 2.22. attēls. Noteces apjoms pa mēnešiem Zalvītes strauta noteces paraugošanas punktā 2016-2023. gadā
- 2.23. attēls. Elementu iznese (kg·ha⁻¹·yr⁻¹) no Zalvītes strauta sateces baseina 2016.- 2023. gadā
- 3.1. attēls. Pētījuma teritoriju atrašanās vietas
- 3.2. attēls. Veģetācijas uzskaites parauglaukumu izvietojuma shēma
- 3.3. attēls. DCA parauglaukumu ordinācija visām pētījuma teritorijām 2024. gadā un vidējo parauglaukumu Ellenberga un augsnēs traucējumu indikatorvērtību saistība ar asīm

- 3.4. attēls. Vidējo Ellenberga indikatorvērtību atšķirības uz dabiskajām brauktuvēn un rekonstruētajiem ceļiem Cēsīs, Jelgavā un Zālvē 2022. un 2024. gadā
- 3.5. attēls. Invazīvās augu sugas *Heracleum sosnowsky* un divu potenciāli invazīvo augu sugu *Lupinus polyphyllus* un *Solidago canadensis* kopējais segums uz dabiskajām brauktuvēn un rekonstruētajiem ceļiem Cēsīs, Jelgavā un Zālvē 2022. un 2024. gadā
- 3.6. attēls. Pētāmo meža nogabalu un parauglaukumu lokācija
- 3.7. attēls. Veģetācijas datu ievākšanas transektes shēma
- 3.8. attēls. Dažādu veģetācijas stāvu sugu proporcija atkarībā no apsaimniekošanas veida 2004. un 2024. gada apsekojumos
- 3.9. attēls. Pētīto audžu lokācija
- 3.10. attēls. Parauglaukumu izvietojums uz transektes
- 3.11. attēls. Ekspozīcijas, kādā pret blakus audzi atrodas biotopā ierīkoto parauglaukumu centri, noteikšanas shēma
- 3.12. attēls. Veģetācijas sugu skaita izmaiņas atkarībā no pētāmās audzes tipa un blakus audzes vecuma
- 3.13. attēls. Šenona un Simpsona daudzveidības indeksa izmaiņas atkarībā no pētāmās audzes tipa un blakus audzes vecuma
- 3.14. attēls. Veģetācijas sugu skaita izmaiņas atkarībā no pētāmās audzes tipa un parauglaukuma ekspozīcijas pret blakus audzes malu
- 3.15. Pētāmo objektu lokācija
- 3.16. attēls. Ilustrācija ar malu korekcijas darbības principu
- 3.17. attēls. Sugu sajaukšanās indekss vecās audzēs un kontroles audzēs
- 3.18. attēls. Koku sadalījums pa koku diametru diferenciācijas indeksa grupām
- 3.19. attēls. Koku sadalījums pa agregācijas indeksa vērtībām
- 3.20. attēls. Pētījumā izmantoto parauglaukumu telpiskais izvietojums
- 3.21. attēls. Virszemes biomasas (pelēkie stabiņi) un stumbra biomasas (melnā līnija) apjoms ($t ha^{-1}$) parauglaukumos
- 3.22. attēls. Stumbra biomasas (SB) kartēšana pēc labākā RF modeļa (Mod 11.) datiem (A) un virszemes biomasas kartēšana (AGB) pēc RF modeļa (Mod 8.) datiem (B)
- 3.23. attēls. Prognozētā virszemes biomasas salīdzinājumā ar faktisko (parauglaukumos uzmērīto)
- 3.24. attēls. Prognozētais SB apjoms pret parauglaukumos uzmērītajām vērtībām
- 3.25. attēls. Biomasas novērtējums lauka mērījumos un RF modeļos (AGB Mod 8., SB Mod 11.)
- 3.26. attēls. Relatīvā starpība starp uzmērīto un prognozēto AGB dažāda veida parauglaukumos
- 3.27. attēls. Relatīvā starpība starp uzmērīto un prognozēto SB dažāda veida parauglaukumos
- 4.1. attēls. Brūklenes sastopamība un projektīvais segums (%) $\pm$ standartklūda dažādos meža tipos
- 4.2. attēls. Mellenes sastopamība un projektīvais segums (%) $\pm$ standartklūda dažādos meža tipos
- 4.3. attēls. Citu nekoksnes resursu sastopamība un projektīvais segums (%) $\pm$ standartklūda dažādos meža tipos
- 4.4. attēls. Brūkleņu segums dažādos meža tipos, vecumgrupās un biežībās pirms kopšanas cirtes un 2024. gadā
- 4.5. attēls. Melleņu segums dažādos meža tipos, vecumgrupās un biežībās pirms kopšanas cirtes un 2024. gadā
- 4.6. attēls. Brūkleņu segums dažādos meža tipos, vecumgrupās un biežībās pirms kopšanas cirtes un 2024. gadā
- 4.7. attēls. Melleņu segums dažādos meža tipos, vecumgrupās un biežībās pirms kopšanas cirtes un 2024. gadā

- 4.8. attēls. Brūkleņu segums dažādos meža tipos, vecumgrupās un biežībās pirms kopšanas cirtes un 2024. gadā
- 4.9. attēls. Melleņu segums dažādos meža tipos, vecumgrupās un biežībās pirms kopšanas cirtes un 2024. gadā
- 4.10. attēls. Brūkleņu seguma izmaiņas dažādos meža tipos, vecumgrupās un biežībās pēc krājas kopšanas cirtes
- 4.11. attēls. Melleņu seguma izmaiņas dažādos meža tipos, vecumgrupās un biežībās pēc krājas kopšanas cirtes
- 4.12. attēls. Brūkleņu potenciālā ogu raža no 2017. līdz 2024. gadam dažādos meža tipos un vecumgrupās
- 4.13. attēls. Melleņu potenciālā ogu raža no 2017. līdz 2024. gadam dažādos meža tipos un vecumgrupās
- 4.14. attēls. Brūkleņu potenciālā ogu raža koptajos un kontroles laukumos no 2017. līdz 2024. gadam dažādos meža tipos un vecumgrupās
- 4.15. attēls. Melleņu potenciālā ogu raža koptajos un kontroles laukumos no 2017. līdz 2024. gadam dažādos meža tipos un vecumgrupās
- 4.16. attēls. Brūkleņu segums dažādos meža tipos Ugāles testa teritorijā
- 4.17. attēls. Brūkleņu segums dažādos meža tipos Zalvītes testa teritorijā
- 4.18. attēls. Melleņu segums dažādos meža tipos Ugāles testa teritorijā
- 4.19. attēls. Melleņu segums dažādos meža tipos Zalvītes testa teritorijā
- 4.20. attēls. Brūkleņu ogu potenciālā raža no 2017. līdz 2024. gadam Zalvītes testa teritorijā
- 4.21. attēls. Melleņu ogu potenciālā raža no 2017. līdz 2024. gadam Zalvītes testa teritorijā
- 4.22. attēls. Brūkleņu ogu potenciālā raža no 2017. līdz 2024. gadam Ugāles testa teritorijā
- 4.23. attēls. Melleņu ogu potenciālā raža no 2017. līdz 2024. gadam Ugāles testa teritorijā
- 4.24. attēls. Vidējā sēņu raža dažādās meža tipu edafiskajās rindās 2021.-2024. gadā Ugāles un Zalvītes testa teritorijās
- 4.25. attēls. Vidējā sēņu raža pa sugu grupām dažādās meža tipu edafiskajās rindās Ugāles un Zalvītes testa teritorijās
- 4.26. attēls. Meža veltes un to ieguves īpatsvars
- 4.27. attēls. Galvenie iemesli meža velšu ieguvei
- 4.28. attēls. Dažādu savvaļas ogu ieguves īpatsvars
- 4.29. attēls. Dažādu sēņu ieguves īpatsvars
- 4.30. attēls. Dažādu ārstniecības augu ieguves īpatsvars
- 4.31. attēls. Citu meža nekoksnes produktu ieguves īpatsvars
- 4.32. attēls. Meža velšu ieguvei mērotais attālums un patērētais laiks darba dienās, nedēļas nogalēs un atvaļinājuma laikā
- 4.33. attēls. Meža velšu kopējais ieguldījums mājsaimniecības budžetā gadā
- 4.34. attēls. Pirkto meža velšu īpatsvars
- 3.35. attēls. Vidējie meža ainavu/skatu vērtējumi ar un bez sniega, ūdensobjekta un reljefa klātbūtnes septiņu punktu Likerta skalā
- 4.36. attēls. Vērtējuma kategoriju sadalījums pa ainavu/skatu veidiem un ainavas elementu veidiem

-
- 1.1. tabula. Izvērtējamie ekosistēmu pakalpojumi (EP)
 - 1.2. tabula. Ekosistēmu pakalpojumu vērtējumu aprakstošās statistikas rādītāji
 - 1.3. tabula. Ekosistēmu pakalpojumu vērtējumu savstarpējās korelācijas matrica
 - 1.4. tabula. Pētījumu programmas ietvaros analizētie ekosistēmu procesi un funkcijas un tos ietekmējošās mežsaimnieciskās darbības

- 2.1. tabula. Augsnes, kokaudzes atjaunošanas, biomasas izvākšanas un meža tipa ietekme uz sugu kopējo bagātību
- 3.1. tabula. Pētījuma objektu raksturojums
- 3.2. tabula. Zemsedzes veģetācijas sugu skaits un Šenona-Vīnera daudzveidības indeksa vērtības pētāmo ceļu parauglaukumos 2024. gadā
- 3.3. tabula. Apsekoto objektu un parauglaukumu raksturojums
- 3.4. tabula. Novērojuma gadā konstatēto unikālo sugu saraksts
- 3.5. tabula. Sugu skaita vērtības parauglaukuma (apļveida parauglaukuma) ietvaros dažādiem apsaimniekošanas veidiem divos novērtējuma gados
- 3.6. tabula. Sugu skaita vērtības parauglaukuma (1x1 m) ietvaros dažādiem apsaimniekošanas veidiem 2024. gada novērtējumā
- 3.7. tabula. Biotopu nogabalu un to blakus audžu raksturojums
- 3.8. tabula. Biotopu nogabalu parauglaukumos visbiežāk konstatētās sugas
- 3.9. tabula. Apsekoto objektu un parauglaukumu raksturojums
- 3.10. tabula. Pētījumā izmantoto tālizpētes datu raksturojums
- 3.11. tabula. Virszemes biomasas (AGB) un SB prognozēšanas modeļu veidošanā izmantotie mainīgie
- 3.12. tabula. RF AGB prognozēšanas modeļu kļūdu mērījumi
- 3.13. tabula. RF SB prognozēšanas modeļu kļūdu mērījumi
- 4.1. tabula. Aprakstošās statistikas rādītāji meža ainavu/ skatu vērtējumiem ar un bez sniega, ūdensobjekta un reljefa klātbūtnes
- 4.2. tabula. Fotografiju pāru vērtējumu atšķirības un to būtiskums
- 4.3. tabula. Fotografiju pāru vērtējuma rangi

Darbā lietotie apzīmējumi

EP – ekosistēmu pakalpojumi

CICES – kopējā starptautiskā ekosistēmu pakalpojumu klasifikācija (*Common International Classification of Ecosystem Services*)

VB – visa biomasa

SB – stumbra biomasa

C – ogleklis

N – slāpeklis

N-NO₃⁻ - nitrātu slāpeklis

N-NH₄ – amonija slāpeklis

P-PO₄⁻ - fosfātu fosfors

K – kālijs

Ca – kalcijs

Mg – magnijs

TSS – kopējās suspendētās daļiņas (*total suspended solids*)

DOC – izšķīdušais organiskais ogleklis (*dissolved organic carbon*)

DO – izšķīdušais skābeklis (*dissolved oxygen*)

pH – vides reakcijas vērtība

DMB – dabiskie meža biotopi

SAR – sintētiskās apertūras radars

1. Meža ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas un kvalitātes izmaiņu novērtēšanas modeļa izstrāde

1.1. Preferenču izpēte meža sniegto ekosistēmu pakalpojumu piedāvājuma un pieprasījuma puses analīzei

Pamatojums

Šajā pētījumā meža sniegto ekosistēmu pakalpojumu pieprasījums definēts kā sabiedrības preference attiecībā uz konkrētiem pakalpojumiem (Villamagna et al., 2013, Schröter et al., 2014). Ekosistēmu pakalpojumu preferences pēc būtības ietver vērtības, prioritātes un izvēles, ko attiecībā uz ekosistēmu nodrošinātajiem labumiem izsaka cilvēki vai cilvēku grupas. Tās ir atkarīgas no kompleksa faktoru kopuma, kas ietver gan ekonomiskos un sociālos faktorus, gan kultūru, tradīcijas un vērtību sistēmu. Tā kā šīs preferences tieši ietekmē pieprasījumu pēc ekosistēmu pakalpojumiem, to izpratne ir svarīga ekosistēmu apsaimniekošanas plānošanā un dialoga veidošanā gan ar sabiedrību kopumā, gan arī ar dažādām iesaistīto pušu grupām. Kontekstā ar meža ekosistēmām tieši nesakritība starp ekosistēmu pakalpojumu piedāvājumu un pieprasījumu tiek uzskatīta par vienu no galvenajiem izaicinājumiem meža apsaimniekošanas plānošanai Eiropā (Winkel et al. 2022).

Meža ekosistēmu pakalpojumu preferences Eiropā un citviet bieži tiek pētītas vai nu saistībā ar kādu konkrētu meža ekosistēmu veidu, piemēram, pilsētmežiem (Soto 2018,) vai arī kādu konkrētu ģeogrāfisko reģionu, piemēram, Alpiem (Grilli et al. 2015). No ekosistēmu pakalpojumu preferencēm ir tieši atkarīgas “vēlamās” meža ekosistēmu īpašības.

Dažādu iedzīvotāju grupu preferences attiecībā uz ekosistēmu pakalpojumiem atšķiras. Veicot literatūras analīzi, noskaidrots, ka būtiskas atšķirības pastāv starp pilsētu un lauku reģionu iedzīvotājiem – lai gan vienlīdz augstu tiek vērtēti regulējošie un kultūras pakalpojumi, apgādes pakalpojumi ievērojami nozīmīgāki šķiet lauku reģionu iedzīvotājiem, kā galveno skaidrojošo faktoru norādot praktiskās vajadzības un reālo izmantošanu (Lapointe et al. 2019). Pilsētmežos veiktu pētījumu rezultāti Eiropā un Āzijā apliecina šo ekosistēmu nozīmi galvenokārt regulējošo un kultūras pakalpojumu nodrošināšanā (Jang-Hwan et al. 2020, Nastran et al. 2022). Ģeogrāfiskie un kultūras aspekti būtiski ietekmē vērtējumu. Piemēram, Čehijā un Ķīnā veikta salīdzinoša pētījuma rezultāti atklāja būtiskas atšķirības kultūras un nodrošinošo ekosistēmu pakalpojumu kontekstā: Ķīnā būtiski lielāku nozīmi piešķir meditātīvām un relaksējošām aktivitātēm dabā, savukārt eiropiešiem salīdzinoši svarīgāki ir meža nekoksnes produkti, sevišķi sēnes, kuru ieguve Ķīnā ir mazāk populāra (Hochmalová et al. 2022).

Ekosistēmu pakalpojumu preferenču izpēte valsts mērogā atspoguļo sociālekonomisko un kultūrvēsturisko “fonu”, kas raksturīgs konkrētajai valstij un lielos vilcienos nosaka iedzīvotāju attieksmi. Tomēr jāņem vērā, ka izteiktās preferences sniedz informāciju tikai par to, kas cilvēkiem šķiet subjektīvi svarīgs vai nesvarīgs, bet iemesli šim vērtējumam bieži vien paliek neskaidri (Schutter et al. 2021). Mainoties iemesliem (dzīves apstākļiem, ekonomiskajai, sociālajai un politiskajai situācijai, klimatiskajiem apstākļiem), var mainīties arī attieksme pret dažādiem dabas nodrošinātajiem labumiem, turklāt izteiktās preferences ne vienmēr atspoguļo reālo rīcību. Tādēļ pilnīgas ainas iegūšanai preferenču izpēte būtu jāpapildina ar novērojumu datiem par cilvēku darbībām, kā arī padziļināti jāpēta cilvēku motivācija un to ietekmējošie faktori starpdisciplinārā pētījumā, apvienojot vides zinātņu un sociālās un kultūras antropoloģijas tvērumu. Tomēr arī tāda salīdzinoši vienkārša metode kā socioloģiskā aptauja var sniegt vērtīgu ieskatu sabiedrības viedoklī un nodrošināt izejas informāciju dabas resursu apsaimniekošanas pieejas uzlabošanai.

Pētījuma mērķis: Noskaidrot Latvijas iedzīvotāju preferences attiecībā uz meža nodrošinātajiem ekosistēmu pakalpojumiem.

Metodika

Pētījums veikts 2024. gada 24.-29. oktobrī, izmantojot datorizētas interneta aptaujas (CAWI), kas aizpildāmas tiešsaistes režīmā. Aptaujas ietvaros respondenti tika lūgti 5 ballu Likerta skalā novērtēt, cik viņiem personiski ir nozīmīgi dažādi apgādes, vidi regulējošie un kultūras ekosistēmu pakalpojumi (1.1. tabula). Kopumā vērtējamie ekosistēmu pakalpojumi atbilst valsts mežos veiktajam ekosistēmu pakalpojumu kopējam izvērtējumam, bet to formulējumi ir vienkāršoti, lai būtu vieglāk uztverami respondentiem, kā arī vairākos gadījumos šī iemesla dēļ ekosistēmu pakalpojumu apakškategorijas apvienotas vienā (piemēram, medījамie dzīvnieki un vides attīrīšana).

1.1.tabula

Izvērtējamie ekosistēmu pakalpojumi (EP)

EP grupa	EP klase un kods atbilstoši CICES v5.1.	Formulējums aptaujas vajadzībām
Apgādes	1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā	Pārtikā izmantojamas meža ogas (piemēram, mellenes, brūklenes, meža avenes u.c.)
Apgādes	1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā	Mežā augoši savvaļas augi (piemēram, ārstniecības augi, pārtikā izmantojami augi (izņemot ogas un sēnes), augi pirtsslotām u.c.)
Apgādes	1.1.5.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei (neskaitot ģenētisko materiālu)	Lietkoksne (kvalitatīvi kokmateriāli, kas izmantojami, piemēram, būvniecībā)
Apgādes	1.1.5.3. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) enerģijas ieguvei	Apkurei izmantojama koksne (malka, ciršanas atliekas šķeldai u.tml.)
Apgādes	1.1.6.1. Savvaļas dzīvnieki (sauszemes un ūdens) lietošanai uzturā	Savvaļas medījамie dzīvnieki (alnis, staltbriedis, stirna, meža cūka)
Regulējošie	2.1.1.2. Antropogēnas izcelsmes atkritumu un toksisku vielu filtrācija/ piesaiste/ uzglabāšana/uzkrāšana ar mikroorganismiem, aļģēm, augiem un dzīvniekiem dzīvniekiem/ 5.1.1.3. Mediācija ar citiem ķīmiskiem vai fizikāliem procesiem (pie., filtrācija, uztveršana, uzglabāšana vai akumulēšana)	Fitoremediācija, vides attīrīšana un smago metālu piesaiste (meža īstenotā vides attīrīšana, kokos un augos, uzņemot piesārņojošās vielas un augsnē piesaistot smagos metālus)
Regulējošie	2.2.6.1. Atmosfēras un okeāna ķīmiskā sastāva regulācija	Oglekļa piesaiste no atmosfēras globālās sasilšanas mazināšanai
Regulējošie	2.1.2.2. Antropogēnas izcelsmes traucēkļu mediācija	Trokšņa mazināšana (meža joslas samazina skaņas izplatīšanos)
Regulējošie	2.2.1.1. Pamatplūsmu un ekstrēmu notikumu regulācija	Erozijas mazināšana (koku un citu augu saknes mežā stabilizē augsni, mazinot tās

EP grupa	EP klase un kods atbilstoši CICES v5.1.	Formulējums aptaujas vajadzībām
		noskalošanās vai noslīdējumu risku)
Kultūras	3.1.1.1. Fiziska un pieredzē balstīta mijiedarbība ar dabisko vidi	Vide, kur nodarboties ar atpūtas un sporta aktivitātēm
Kultūras	3.1.1.2. Fiziska un pieredzē balstīta mijiedarbība ar dabisko vidi	Vide, kur baudīt skaistu ainavu

Pētījuma tehnisko nodrošinājumu un datu masīva sagatavošanu veica Solid Data. Respondentu izlases veidošanai izmantots Solid Data internetpanelis, kas ir reprezentatīvs kopējai populācijai Latvijā pēc galvenajām sociodemogrāfiskajām pazīmēm. Parametri izlases veidošanai: dzimums, vecums, dzīvesvieta (atbilstoši ģenerālkopai pēc Centrālās statistikas pārvaldes datiem).

Kopā izsūtīto uzaicinājumu skaits: 3765

Aizpildīto anketu skaits: 1017

Atsaucības koeficients: 27%

Nederīgo atbilšu skaits: 9

Kopējais izlases apjoms: 1008

Datu apstrāde tikai veikta SPSS datorprogrammā. Datu statistiskajai analīzei tika izmantoti neparametriskie statistiskie testi: Manna-Vitneja U tests divu grupu vidējo vērtību salīdzināšanai, Kruskala-Valisa tests vairāk nekā divu grupu vidējo rādītāju salīdzināšanai un Spīrmana korelācijas koeficients vērtējumu savstarpējo korelāciju analīzei un korelācijas ar ranžētiem/skaitliskiem rādītājiem noskaidrošanai.

Rezultāti

Kopumā augstāk tiek vērtēti kultūras ekosistēmu pakalpojumi, jo īpaši meža ainaviskā kvalitāte, kam vidēji piešķirts visaugstākais vērtējums no visiem piedāvātajiem EP. Šī ekosistēmu pakalpojuma vērtējumus raksturo vismazākā izkliede, kas liecina par vislīdzīgākajiem vērtējumiem respondentu vidū. Vidēji zemākais vērtējums piešķirts savvaļas medijamajiem dzīvniekiem, kas visticamāk saistāms ar to, ka medības ir specifisku iedzīvotāju grupu interesējoša aktivitāte, kuru valstij reprezentatīva paraugkopa iekļauj nepilnīgi. Vērtējumu mediānas liecina, ka gandrīz visus meža ekosistēmu pakalpojumus lielākā daļa respondentu kopumā uzskata par sev būtiskiem (izņemot medījumus, pret kuriem ir neitrāla attieksme). Biežākais vērtējums ir "drīzāk svarīgi" (1.2. tabula).

1.2. tabula.

Ekosistēmu pakalpojumu vērtējumu aprakstošās statistikas rādītāji (visi respondenti kopā)

Ekosistēmu pakalpojums	Vidējais vērtējums	Vidējās vērtības standartklūda	Mediāna	Moda	Standartnovirze
Pārtikā izmantojamas meža ogas	3.97	0.030	4.00	4	0.952
Mežā augoši savvaļas augi	3.70	0.033	4.00	4	1.037
Lietkoksne	3.49	0.033	4.00	3	1.036
Apkurei izmantojama koksne	3.58	0.036	4.00	4	1.133

Ekosistēmu pakalpojums	Vidējais vērtējums	Vidējās vērtības standartklūda	Mediāna	Moda	Standart- novirze
Savvaļas medījамie dzīvnieki (alnis, staltbriedis, stirna, meža cūka)	3.09	0.037	3.00	3	1.186
Fitoremediācija, vides attīrīšana un smago metālu piesaiste	3.53	0.032	4.00	3	1.011
Oglekļa piesaiste no atmosfēras globālās sasilšanas mazināšanai	3.63	0.033	4.00	4	1.054
Trokšņa mazināšana	3.74	0.031	4.00	4	0.993
Erozijas mazināšana	3.62	0.032	4.00	4	1.013
Vide, kur nodarboties ar atpūtas un sporta aktivitātēm	3.85	0.031	4.00	4	0.980
Vide, kur baudīt skaistu ainavu	4.22	0.028	4.00	5	0.875

Starp visu ekosistēmu pakalpojumu vērtējumiem pastāv būtiska pozitīva korelācija, bet atšķiras korelācijas ciešums. Korelācijas matrica rāda, ka visu regulējošo EP vērtējumi cieši korelē savā starpā, savukārt visvājākās korelācijas ar citiem EP veido medījамie dzīvnieki. Savstarpēji cieši korelē abu vērtēto kultūras EP vērtējumi, turklāt cieši savstarpēji korelē meža kā ainaviskas vides vērtējums ar meža ogu un savvaļas augu ieguves vērtējumu. Lietkoksnis un apkurē izmantojamās koksnis vērtējums ar pārējo ekosistēmu pakalpojumu vērtējumiem veido vidēji ciešas korelācijas. Trokšņa un erozijas mazināšanas vērtējumi cieši korelē ar meža vides ainaviskās kvalitātes vērtējumu, savukārt pārējo regulējošo EP vērtējumi ar apgādes un kultūras EP vērtējumiem pārsvarā korelē vidēji cieši (1.3. tabula).

1.3. tabula.

Ekosistēmu pakalpojumu vērtējumu savstarpējās korelācijas matrica (izmantots Spīrmana korelācijas koeficients). Trīs zaļās krāsas toņa gradācijas no tumšākas uz gaišāku apzīmē ciešu, vidēju un vāju korelāciju

Ekosistēmu pakalpojums	Meža ogas	Meža augoši savvaļas augi	Lietkoksne	Apkurei izmantojama koksne	Savvaļas medījамie dzīvnieki	Fitoremediācija, vides attīrīšana un smago metālu piesaiste	Oglekļa piesaiste	Trokšņa mazināšana	Erozijas mazināšana	Vide atpūtas un sporta aktivitātēm	Vide, kur baudīt skaistu ainavu
Meža ogas	1.000	0.583**	0.404**	0.372**	0.270**	0.457**	0.422**	0.495**	0.483**	0.551**	0.575**
Meža augoši savvaļas augi	0.583**	1.000	0.435**	0.358**	0.274**	0.469**	0.425**	0.472**	0.540**	0.494**	0.510**
Lietkoksne	0.404**	0.435**	1.000	0.492**	0.353**	0.453**	0.405**	0.431**	0.455**	0.427**	0.356**
Apkurei izmantojama koksne	0.372**	0.358**	0.492**	1.000	0.211**	0.337**	0.283**	0.345**	0.364**	0.359**	0.308**
Savvaļas medījамie dzīvnieki	0.270**	0.274**	0.353**	0.211**	1.000	0.292**	0.244**	0.269**	0.252**	0.279**	0.152**
Fitoremediācija, vides attīrīšana un smago metālu piesaiste	0.457**	0.469**	0.453**	0.337**	0.292**	1.000	0.563**	0.506**	0.637**	0.438**	0.430**
Oglekļa piesaiste	0.422**	0.425**	0.405**	0.283**	0.244**	0.563**	1.000	0.535**	0.573**	0.450**	0.421**
Trokšņa mazināšana	0.495**	0.472**	0.431**	0.345**	0.269**	0.506**	0.535**	1.000	0.597**	0.510**	0.504**
Erozijas mazināšana	0.483**	0.540**	0.455**	0.364**	0.252**	0.637**	0.573**	0.597**	1.000	0.495**	0.503**
Vide atpūtas un sporta aktivitātēm	0.551**	0.494**	0.427**	0.359**	0.279**	0.438**	0.450**	0.510**	0.495**	1.000	0.581**
Vide, kur baudīt skaistu ainavu	0.575**	0.510**	0.356**	0.308**	0.152**	0.430**	0.421**	0.504**	0.503**	0.581**	1.000

Septiņiem no vienpadsmit vērtētajiem ekosistēmu pakalpojumiem - meža ogām, savvaļas augiem, fitoremediācijai, oglekļa piesaistei, videi atpūtai un sportam un videi ainavas baudīšanai - būtiski atšķīrās sieviešu un vīriešu piešķirtie vērtējumi (Manna-Vitneja U testa p-vērtības attiecīgi 0.007, 0.023, 0.007, <0.001, 0.003, 0.003 un 0.001). Visos gadījumos sievietes bija piešķirušas augstākus vērtējumus. Dažiem EP vērtējums būtiski atšķīrās atkarībā no respondentu tautības - meža ogām, enerģētiskajai koksnei, oglekļa piesaistei un videi ainavas baudīšanai (Manna-Vitneja U testa p-vērtības attiecīgi 0.005, 0.048, 0.008 un 0.27). Augstākus vērtējumus bija piešķirušī latviešu tautības respondenti. Konstatēta ļoti vāja vai vāja negatīva ienākumu līmeņa sakarība ar piešķirto vērtējumu (meža ogām, pārtikā izmantojamiem augiem, lietkoksnai (Spīrmana korelācijas koeficienti attiecīgi -0.078, -0.071, -0.037 un -0.105), kā arī vāja pozitīva izglītības līmeņa sakarība ar fitoremediācijai un ainaviskajai kvalitātei piešķirto vērtējumu (Spīrmana korelācijas koeficienti attiecīgi +0.123 un +0.101) un ļoti vāja pozitīva bērnu skaita ģimenē sakarība ar mežam kā atpūtas un sporta videi piešķirto vērtējumu (Spīrmana korelācijas koeficients 0.091). Būtiski atšķiras apkurē izmantojamās koksnes vērtējums atkarībā no reģiona (Latgalē tas ir būtiski augstāks; Kruskala-Valisa testa p-vērtība <0.001), kā arī atkarībā no dzīvesvietas veida – gan lietkoksnas, gan apkurē izmantojamās koksnes vērtējums (tas ir augstāks ciematos/lauku apvidū; Kruskala-Valisa testa p-vērtība <0.001).

Ekosistēmu pakalpojumi bieži vien ir sarežģīti vērtējami, jo liela daļa no tiem ir nevis tirgus preces, bet gan publiski labumi, kam ir problemātiski piešķirt cenu. Šādā kontekstā informācija par ekosistēmu pakalpojumu preferencēm relatīvā skalā sniedz svarīgu informāciju par dabas un cilvēka attiecībām, un var palīdzēt vides pārvaldībā un dabas, tajā skaitā meža resursu apsaimniekošanā. Ja ieinteresēto pušu preferences ir zināmas, meža apsaimniekošanas mērķus iespējams formulēt precīzāk un šaurāk, savukārt situācijā, kad par sabiedrības un citu iesaistīto pušu preferencēm informācijas ir maz, apsaimniekošanas stratēģijas var būt nepieciešams diversificēt, veidojot daudzveidīgas meža ainavas, kas vienlaikus nodrošina plašu ekosistēmu pakalpojumu klāstu (Chreptun et al. 2023). Zināšanas par atsevišķu ekosistēmu pakalpojumu un to grupu vērtējuma savstarpējo korelāciju var palīdzēt prognozēt un novērst konfliktus, kas saistīti ar tā vai cita pakalpojuma izmantošanas apjomu palielināšanu. Indikatīvi, darbības, kas būtiski ietekmē visaugstāk vērtēto ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu, izraisīs visizteiktāko sabiedrības reakciju. Latvijas iedzīvotāju aptaujā sevišķi spilgti iezīmējas meža ainaviskās vērtības nozīme, turklāt šī ekosistēmu pakalpojuma vērtējums cieši korelē ar meža nekoksnes produktu vērtējumu, netieši norādot uz cilvēka-meža attiecību daudzdimensionalitāti un sarežģītību. Arī iepriekš veikti pētījumi apliecina, ka Latvijas iedzīvotāji ar meža ekosistēmām veido personiskas un ciešas attiecības, kas atspoguļojas lēmumu pieņemšanas motivācijā attiecībā uz savai ģimenei piederošo mežu (Lībiete 2021), ilggadējās tradīcijās (Jūrmalis un citi 2021), kā arī grūtībās pieņemt meža ainavas izmaiņas, uz ko norāda ne vien meža teritoriju apmeklētāji, bet arī aktīvās atpūtas pasākumu organizētāji (Lībiete un citi 2023). To izprotot un ņemot vērā, ir iespējams veidot veiksmīgāku dialogu ar sabiedrību par meža apsaimniekošanas jautājumiem, jo sevišķi sabiedrībai nozīmīgās teritorijās.

Kopsavilkums

Šajā pētījumā izmantotā metode sniedz informāciju par iedzīvotāju attieksmi pret dažādiem meža ekosistēmu pakalpojumiem visas valsts kontekstā. Tā ļauj izdarīt secinājumus par to, kuri meža ekosistēmu nodrošinātie labumi ir nozīmīgi Latvijas iedzīvotājiem kopumā, kā arī dalījumā pēc vecuma grupas, dzīvesvietas, izglītības līmeņa u.c. galvenajiem sociālekonomiskajiem raksturlielumiem. Latvijas iedzīvotājiem ļoti nozīmīgi ir meža ekosistēmu nodrošinātie kultūras pakalpojumi, jo sevišķi meža ainaviskā vērtība. Ņemot to vērā, kā arī zinot, kāda veida meža ainavām cilvēki dod priekšroku, un kādas ainavas tiem šķiet vismazāk pievilcīgas, ir iespējams gan veidot veiksmīgāku dialogu ar sabiedrību, gan pielāgot meža apsaimniekošanu sevišķi jutīgās teritorijās – sabiedrībai īpaši nozīmīgās vietās. Šādās teritorijās ekosistēmu pakalpojumu

preferences būtu pētāmas dziļāk un fokusēti, veicot intervijas ar konkrēti identificētām iesaistītajām pusēm.

Literatūra

1. Chreptun, C., Ficko, A., Gosling, E. and Knoke, T., 2023. Optimizing forest landscape composition for multiple ecosystem services based on uncertain stakeholder preferences. *Science of The Total Environment*, 857, p.159393
2. Grilli, G., Nikodinoska, N., Paletto, A. and De Meo, I., 2015. Stakeholders' preferences and economic value of forest ecosystem services: An example in the Italian alps. *Baltic Forestry*, 21(2), pp.298-307
3. Hochmalová, M., Purwestri, R.C., Yongfeng, J., Jarský, V., Riedl, M., Yuanyong, D. and Hájek, M., 2022. Demand for forest ecosystem services: a comparison study in selected areas in the Czech Republic and China. *European Journal of Forest Research*, 141(5), pp.867-886.
4. Jang-Hwan, J., So-Hee, P., JaChoon, K., Taewoo, R., Lim, E.M. and Yeo-Chang, Y., 2020. Preferences for ecosystem services provided by urban forests in South Korea. *Forest Science and Technology*, 16(2), pp.86-103
5. Jūrmalis, E., Bārdule, A. and Lībiete, Z., 2021. COVID-19-Induced changes in outdoor recreation habits in Latvia during winter holiday season of 2020/2021. In *Rural Development: Proceedings of the International Scientific Conference* (pp. 220-225).
6. Lapointe, M., Cumming, G.S. and Gurney, G.G., 2019. Comparing ecosystem service preferences between urban and rural dwellers. *Bioscience*, 69(2), pp.108-116
7. Lībiete Z. 2021. Mežs: Latvijas privāto meža īpašnieku naratīvi un prakses. Maģistra darbs. Latvijas Universitāte, 86 lpp.
8. Lībiete Z. un citi. 2024. Pārskats par pētījuma "Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem" 2023. gada rezultātiem. Salaspils, 172 lpp.
9. Nastran M, Pintar M, Železnikar Š, Cvejić R (2022) Stakeholders' perceptions on the role of urban green infrastructure in providing ecosystem services for human well-being. *Land*. <https://doi.org/10.3390/land11020299>
10. Schröter, M., Barton, D.N., Remme, R.P. and Hein, L. 2014. Accounting for capacity and flow of ecosystem services: A conceptual model and a case study for Telemark, Norway. *Ecological indicators*, 36, pp. 539-551.
11. Schutter, M.S., Hicks, C.C., Phelps, J. and Belmont, C., 2021. Disentangling ecosystem services preferences and values. *World Development*, 146, p.105621
12. Soto, J.R., Escobedo, F.J., Khachatryan, H. and Adams, D.C., 2018. Consumer demand for urban forest ecosystem services and disservices: Examining trade-offs using choice experiments and best-worst scaling. *Ecosystem services*, 29, pp.31-39.
13. Villamagna, A.M., Angermeier, P.L. and Bennett, E.M., 2013. Capacity, pressure, demand, and flow: A conceptual framework for analyzing ecosystem service provision and delivery. *Ecological complexity*, 15, pp. 114-121.
14. Winkel, G., Lovrić, M., Muys, B., Katila, P., Lundhede, T., Pecurul, M., Pettenella, D., Pipart, N., Plieninger, T., Prokofieva, I. and Parra, C., 2022. Governing Europe's forests for multiple ecosystem services: Opportunities, challenges, and policy options. *Forest Policy and Economics*, 145, p.102849.

1.2. Pamatojuma izstrāde mežsaimniecības prakses pilnveidošanai daudzveidīgu ekosistēmu pakalpojumu nodrošināšanai un ekosistēmu pakalpojumu kvalitātes atjaunošanai un uzlabošanai

Pamatojums

Dažādu globālo un lokālo izaicinājumu kontekstā, kā arī palielinoties sabiedrības līdzdalībai un interesei par dabas resursu izmantošanas pieejām, ekosistēmu apsaimniekošanai ir jāpilnveidojas, cenšoties sabalansēt daudzveidīgu produktu un pakalpojumu nodrošinājumu, tajā pašā laikā ņemot vērā pieaugošos dabiskos un antropogēnos traucējumus. Lai gan risināmie jautājumi ir sarežģīti, mūsdienās dabas resursu apsaimniekotājiem ir pieejami daudzveidīgi un precīzi dati, kā arī plašs jau izstrādātu pieeju un rīku klāsts, kas atvieglo apsaimniekošanas

plānošanu. Viena no šādām pieejām ir ekosistēmu pakalpojumu pieeja un kaskādes modelis, kas loģiski apraksta dabas un sociālās sistēmas, saistot ekosistēmu struktūru, procesus, funkcijas un sniegtos pakalpojumus ar labumiem un vērtību sabiedrībai, kā arī ar ietekmes atgriezenisko saiti (Potschin-Young et al. 2018, Rozas-Vasquez et al. 2019).

Ekosistēmu pakalpojumu pieeja ir veiksmīgi izmantojama mežsaimniecībā. Ja iepriekšējā gadsimtā mežsaimniecība galvenokārt bija mērķēta uz koksnes resursu ieguvu, tad tagad situācija ir būtiski mainījusies, un pēdējās desmitgadēs meža apsaimniekošanā arvien vairāk tiek ņemti vērā gan ekoloģiskie un sociālie aspekti, gan arī meža nekoksnes produktu ieguves iespējas. Par meža ekosistēmām ir pieejama salīdzinoši plaša un detalizēta informācija - gan regulāri atjaunoti mežaudžu rādītāji, gan arvien precīzāki telpiskie dati, kurus kombinējot, iespējams gan veikt pašreizējā stāvokļa novērtējumu, gan veidot ticamas nākotnes prognozes. Ilglaicīgi pētījumu rezultāti un pietiekami garas laika rindas ļauj izdarīt secinājumus par dažādu mežsaimniecisko un meža infrastruktūras darbu ietekmi uz ekosistēmu funkcijām un attiecīgi arī uz to nodrošinātajiem ekosistēmu pakalpojumiem.

Aktivitātes mērķis ir izstrādāt datus balstītus ieteikumus tādas mežsaimniecības prakses pilnveidošanai, kas ņemtu vērā daudzveidīgus ekosistēmu pakalpojumus.

Rezultāti

Izmantoto datu kopsavilkums

Mežsaimniecības prakses pilnveidošanas ieteikumu izstrādei izmantoti pētījumu programmas “Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem” ietvaros no 2016. līdz 2024. gadam iegūtie rezultāti par dažādu mežsaimniecisko un meža infrastruktūras darbu ietekmi uz vides parametriem. Šie rezultāti papildināti ar datu rindām par mežsaimniecības ietekmi uz ūdens kvalitāti, vielu apriti un veģetācijas rādītājiem no 2012. gada, kas iegūtas pētījumu programmas “Mežsaimniecisko darbību ietekmes uz vidi un bioloģisko daudzveidību izpēte” ietvaros. Šajos pētījumos ekosistēmu pakalpojumi un mežsaimniecības ietekme vērtēta sekojošos kontekstos: augsnes un ūdens kvalitāte, vielu aprite, barības elementu nodrošinājums, invazīvo un potenciāli invazīvo zemsedzes augu sugu izplatība, bioloģiskās daudzveidības aspekti, meža rekreācija un meža ainavu vizuālā kvalitāte (1.4. tabula).

1.4. tabula

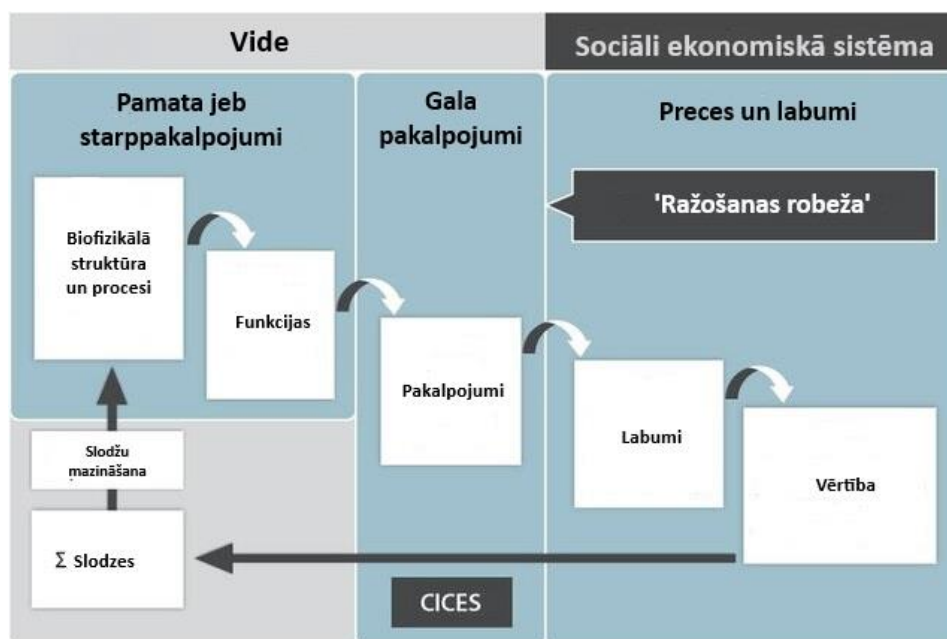
Pētījumu programmas ietvaros analizētie ekosistēmu procesi un funkcijas un tos ietekmējošās mežsaimnieciskās darbības

Ekosistēmu procesi un funkcijas	Vērtētais konteksts, ekosistēma, mežsaimnieciskā darbība	Pētījuma objekti (skaits, atrašanās vieta)	Analizētie parametri	Datu ievākšanas periods
Ūdens kvalitāte	Meža infrastruktūras būve un renovācija, mežizstrāde, meža atjaunošana; ietekme ainavas mērogā	Zalvītes modeļteritorija; seši paraugu ņemšanas punkti	Upes (grāvju) ūdens ķīmiskais sastāvs	2016.-2023.
Ūdens kvalitāte, vielu aprite un barības elementu nodrošinājums	Mežizstrāde, meža atjaunošana	Trīs MPS Kalsnava objekti – skuju koku audzes	Augsnes ūdens, gruntsūdens, upes (grāvja) ūdens ķīmiskais sastāvs, nokrišņu, nobiru ķīmiskais sastāvs, jaunaudžu augšanas gaita	2012.-2024.
		Divi MPS Kalsnava objekti – lapu koku audzes		2021.-2024.

Ekosistēmu procesi un funkcijas	Vērtētais konteksts, ekosistēma, mežsaimnieciskā darbība	Pētījuma objekti (skaits, atrašanās vieta)	Analizētie parametri	Datu ievākšanas periods
Augsnes kvalitāte	Mežizstrāde, meža atjaunošana	Pieci nogabali Zalvītes modeļteritorijā Hg metilācijas risku izpētei	Augsnes (sedimenta) ķīmiskais sastāvs	2022.
Invazīvo un potenciāli invazīvo zemsedzes augu sugu izplatība	Meža infrastruktūras būve un renovācija	Zalvītes modeļteritorija	Invazīvo un potenciāli invazīvo augu sugu sastopamība, segums un izmaiņas laikā	2016.-2024.
		Jelgavas un Cēsu modeļteritorija		2022.-2024.
Bioloģiskās daudzveidības nodrošināšana	Ekoloģisko koku atstāšana	20 objekti visā Latvijā	Epifītu daudzveidība, mikrodzīvotnes	2021.
	Mežizstrāde blakus biotopam	Seši objekti	Veģetācijas daudzveidība	2022.
	Ozolu atēnošana	Deviņi objekti visā Latvijā	Epifītu daudzveidība, mikrodzīvotnes	2023.
	Bioloģiski vecu mežaudžu saglabāšana	E, P, B un A audzes visā Latvijā	Veģetācijas daudzveidība	2021.-2024.
Meža nekoksnes produktu nodrošinājums	Fona monitorings	>1000 MSI parauglaukumi ik gadu	Nekoksnes produktu sastopamība	2021.-2024.
		50 nogabali Zalvītes un Ugāles modeļteritorijās	Ogu un sēņu raža	2017.-2024.
	Krājas kopšana	33 krājas kopšanas ciršu objekti P, E un B audzēs	Melleņu un brūkleņu mētru projektīvais segums, ogu bioloģiskā raža	2017.-2024.
	Meža nekoksnes produktu ieguves paradumi	Reprezentatīva sabiedrības aptauja (n≥1000)	Iegūtie meža nekoksnes produkti, ieguves biežums, apjoms, motivācija	2017., 2024.
Rekreācijas iespējas mežā	Meža apsaimniekošana vispārīgi	Četras daļēji strukturētas intervijas ar rekreācijas pakalpojumu sniedzējiem	Piedāvātās atpūtas aktivitātes mežā, teritoriju preference no pakalpojumu sniedzēja viedokļa, iespējas un izaicinājumi	2022.
	Atpūtas vietas mežā	Trīs problemātiskas atpūtas vietas (Ziemeļkurzemes, Rietumvidzemes un Ziemeļlatgales reģions)	Rekreācijas infrastruktūra, apmeklētāju skaits, problēmsituācijas	2023.
	Rekreācijas preferences atsevišķās atpūtnieku grupās (pastaigas, riteņbraukšana, ogošana/sēņošana)	Reprezentatīva sabiedrības aptauja (n=1004)	Atpūtnieku vajadzības, gaidas un apmierinātība ar atpūtu	2023.
Meža ainavu vizuālā kvalitāte	Zemes lietojuma veids	Reprezentatīva sabiedrības aptauja (n=404)	Dažādu zemes lietojuma veidu salīdzinošs vērtējums	2023.
	Vizuālo stimulu (sniegs, reljefs, ūdensobjekta klātbūtne) ietekme uz meža ainavas vērtējumu	Reprezentatīva sabiedrības aptauja (n≥1000)	Meža ainavas vērtējums ar/bez vizuālajiem stimuliem	2024.

Kopējais ietvars

Kopējais priekšlikumu ietvars atbilst kaskādes modeļa principam, kur tiek ņemta vērā ekosistēmu struktūra, procesi, funkcijas un pakalpojumi, no kuriem tālāk izriet sabiedrībai pieejamie labumi (1.1. attēls). Vienkāršoti biofizikālā struktūra, funkcijas, pakalpojumi, labumi un vērtība ir konceptualizējami ar sekojošu jautājumu palīdzību: Kas ekosistēmā ir? Kas notiek? Kāds no tā labums? Kā šo labumu izmanto sabiedrība? Cik sabiedrība ir gatava maksāt par attiecīgā labuma izmantošanu? Ražošanas robeža kaskādes modeļa kontekstā nosacīti nodala ekonomiski nozīmīgās preces un pakalpojumus, kas izmērāmi naudā un var tikt iekļauti ekonomiskajos aprēķinos.



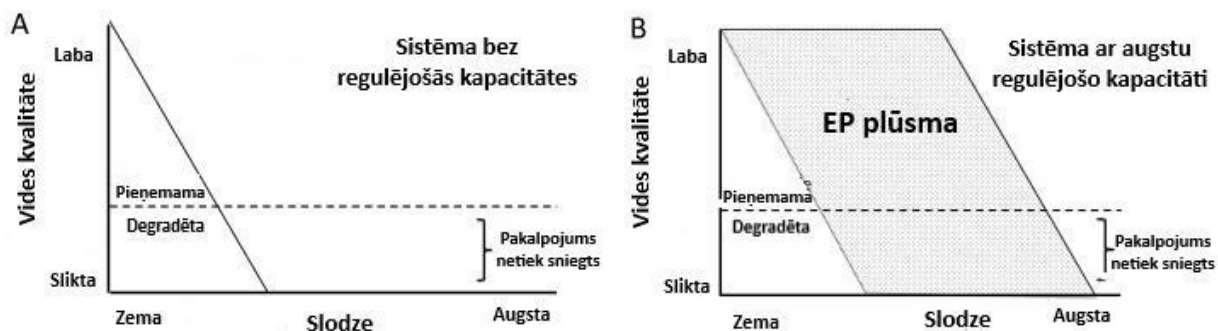
1.1.attēls. Kaskādes modeļa princips (pēc Carrasco 2021)

Meža ekosistēmu kontekstā kaskādes modeļa piemērs būtu: meža tips (sevī ietver gan edafiskos un mitruma apstākļus, gan mežaudzes struktūru) → biomasas veidošanās → koksne → koksnes izmantošana būvniecībā vai enerģētikā → lietkoksnis vai enerģētiskās koksnes cena. Vai arī: augsnes un veģetācijas struktūra upmalas mežā → nokrišņu un noteces infiltrācija → ūdensobjekta aizsardzība no biogēno elementu un sedimenta ieplūdes → tīrs ūdens upē → gatavība maksāt, piemēram, par makšķerēšanas licenci vai laivu braucienu šajā upē. Šādi atkarībā no konkrētās vietas un situācijas konteksta iespējams aprakstīt arī citus ekosistēmu pakalpojumus. Jāņem vērā, ka katrs nākamais līmenis ir plašāks, respektīvi, viens un tas pats starppakalpojums parasti būs pamatā vairākiem gala pakalpojumiem, un no viena un tā paša gala pakalpojuma parasti izrietēs vairāki labumi sabiedrībai.

Vides sistēmas un sociāli ekonomiskās sistēmas vieno ietekmes un slodžu atgriezeniskā saite, tāpēc plānošanas pieejā, kas ņem vērā ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu, būtu iekļaujams arī slodžu izvērtējums, un tas, kā specifiskas mežsaimnieciskās darbības un meža infrastruktūras darbības ietekmē šīs slodzes. Izmainot ekosistēmas biofizikālos parametrus, slodzes negatīvi ietekmē ekosistēmas funkcijas un samazina to kapacitāti nodrošināt ekosistēmu pakalpojumus, bet ekstrēmu slodžu gadījumā – šo kapacitāti iznīcina (Scheffer and Carpenter 2003, Carpenter et al. 2006). Slodzes ir gan dabiskas, gan antropogēnas. Pie antropogēnām slodzēm ir pieskaitāma arī mežsaimniecība un meža infrastruktūras darbi, kas nenoliedzami izmaina meža ekosistēmu struktūru gan vietas gan ainavas mērogā. Citas nozīmīgākās slodzes uz meža ekosistēmām Latvijā šī pētījuma autoru ieskatā ir meteoroloģisko apstākļu (gaisa temperatūras un nokrišņu daudzuma un sadalījuma) izmaiņas, meža fragmentācija, meža kaitēkļu

un slimību invāzijas, vēja bojājumi, kā arī invazīvo un mežam (vai konkrētam meža tipam) neraksturīgo sugu ieviešanās un izplatīšanās, kas var būt saistīta arī ar vides eutrofikāciju, jo sevišķi pilsētu tuvumā. Mežs ir aplūkojams kopsakarībā ar citām ekosistēmām un ar ainavu kopumā, tādēļ lietderīgi ņemt vērā arī, piemēram, ūdens kvalitātes rādītājus.

Vides kvalitātes rādītāju absolūtās vērtības (piemēram, barības vielu koncentrācija ūdenstecēs, dzīvotņu nodrošinājums utt.) ne vienmēr sniedz informāciju par **pašas ekosistēmas kapacitāti** mazināt slodzes un uzturēt ekosistēmas funkcijas un līdz ar to pakalpojumu plūsmu (1.2. attēls).



1.2. attēls. Sakarības starp vides kvalitāti, slodzēm un ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu ekosistēmās ar bez regulējošās kapacitātes un ar augstu regulējošo kapacitāti (pēc Villamagna et al. 2013)

Ekosistēmas ar augstu regulējošo kapacitāti ir daudz izturīgākas pret dabiskajām un antropogēnajām slodzēm. Kā piemērs ir piekrastes mežs ar kompleksu kokaudzes struktūru un vitālu zemsedzi pretstatā monodominantai egļu vai baltalkšņu audzei ar izteiktu noēnojumu un vāji attīstītu zemsedzi. Pirmajā gadījumā ir daudz augstāka ekosistēmas spēja regulēt biogēno elementu un sedimenta ienesi ūdenstecē, kā arī nodrošināt vēl citus ekosistēmu pakalpojumus, piemēram, dzīvotņu daudzveidību un ainavas kvalitāti. Uz daudzveidīgu ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu vērstas mežsaimniecības mērķis ir iespēju robežās šo pašregulējošo kapacitāti stiprināt, tādējādi mazinot riskus, ko var izraisīt straujš kādas slodzes pieaugums.

Pamatprincipi mežsaimniecības prakses uzlabošanai

Latvijas lielā meža ekosistēmu daudzveidība kombinācijā ar daudzveidīgu un mainīgu vides faktoru ietekmi ievērojami sarežģī mēģinājumus izstrādāt precīzas un visaptverošas apsaimniekošanas vadlīnijas. Ekosistēmu pakalpojumu pieeja ir potenciāli efektīvs instruments meža apsaimniekošanas uzlabošanai, taču tās izmantošana no lietotāja prasa plašas zināšanas. Kopumā, lai meža apsaimniekošana būtu veiksmīga un daudzveidīgus ekosistēmu pakalpojumus atbalstoša, ieteicams ņemt vērā šādus principus:

1. Meža ekosistēmās notiekošo **procesu** izpratne. Kā dažādi ekosistēmas strukturālie komponenti un to mijiedarbība virza ekosistēmas procesus?
2. Meža ekosistēmu **mijiedarbības** ar blakus esošajām ekosistēmām izpratne. Kā blakus esošās ekosistēmas ietekmē viena otru (biofizikālie, bioloģiskie komponenti)?
3. Izpratne par to, kā **mežsaimniecības un meža infrastruktūras pasākumi** ietekmē meža un saistītās ekosistēmas gan īstermiņā, gan ilgtermiņā. Kā apsaimniekošanas darbību ietekmē mainās procesi meža ekosistēmā un ar to saistītajās ekosistēmās?
4. Skaidri identificētas **pārējās slodzes** uz meža un saistītajām ekosistēmām, zināšanas par to, kā mežsaimniecība un meža infrastruktūras apsaimniekošana ar tām mijiedarbojas, un identificēti paņēmieni šo slodžu un mijiedarbību mazināšanai. Kādi ārēji faktori iedarbojas uz ekosistēmām, un kā ar mežsaimnieciskajiem pasākumiem tos iespējams regulēt?

5. Zināšanas par ekosistēmu pakalpojumu **lietotājiem** un viņu vajadzībām un vēlmēm. Kas ir galvenie ekosistēmu pakalpojumu lietotāji, un ko viņi sagaida – gan konkrētu preču un labumu, gan apsaimniekošanas prakses kontekstā? Kāda apsaimniekošanas prakse lietotājiem ir pieņemama, un kāda – nav? Ir ļoti svarīgi apzināties, ka sabiedrības viedokli un motivāciju lielā mērā ietekmē kultūrā, tradīcijās un sociālajās struktūrās dziļi sakņotas vērtības.
6. Skaidri definēti **apsaimniekošanas mērķi** un pieļaujamās apsaimniekošanas **ietekmes robežas**. Ko pats meža īpašnieks/apsaimniekotājs vēlas saņemt no meža dažādos laika un telpas mērogos? Kādas ir pašam īpašniekam/apsaimniekotājam pieņemamo ekosistēmu izmaiņu robežas un attiecīgi – arī pieņemamie apsaimniekošanas paņēmieni?

Mežsaimniecības ietekme uz ekosistēmu pakalpojumiem

Mežsaimniecības ietekme uz iepriekš atlasītajiem un kartētajiem meža ekosistēmu pakalpojumiem (Lībiete un citi 2023) vērtēta šādām mežsaimniecības un meža infrastruktūras darbībām: vienlaidu atjaunošanas cirte, augsnes sagatavošana, meža atjaunošana, jaunaudžu kopšana, krājas kopšanas cirte, meža ceļu būve un rekonstrukcija, meža meliorācijas sistēmu atjaunošana, biotopu apsaimniekošana. Papildus kartētajiem ekosistēmu pakalpojumiem izvērtēti vēl daži, kas iepriekš kartēšanā nav iekļauti, bet uzskatāmi par sabiedrībai īpaši nozīmīgiem, piemēram, meža sēnes, vai arī attiecas uz saistītajām ekosistēmām, ko var ietekmēt meža apsaimniekošana, piemēram, upju zivis.

Ietekme vērtēta relatīvi vietas (nogabala) un ainavas mērogā. Izmantoti sekojoši apzīmējumi:

- + pozitīva ietekme
- 0 neitrāla ietekme
- negatīva ietekme

Tālāk sniegtie vērtējumi ir **indikatīvi**, un izriet no pētījuma autoru pieredzes un novērojumiem, kas iegūti konkrētos pētījumu objektos. Jebkurš pētījums ir laikā un telpā ierobežots, un esošās zināšanas nemitīgi papildinās ar jaunām, tādēļ šie vērtējumi drīzāk izmantojami kā norādes labākai ekosistēmu procesu izpratnei, un ir pielāgojami un koriģējami **vietai** (sateces baseinam, meža masīvam, plānošanas vienībai utt.) **specifiski**. Pārsvārā ietekme nav viennozīmīga (tikai pozitīva vai tikai negatīva). Šādos gadījumos vērtējumi atdalīti ar šķērsvītrū un pievienots skaidrojums piezīmēs. Jāņem vērā, ka liela daļa procesu meža ekosistēmās notiek salīdzinoši lēni, tādēļ jāņem vērā arī laika mēroga faktors.

Vienlaidu atjaunošanas cirte

CICES v5.1. kods, ekosistēmu pakalpojums/ indikators	Ietekme vietas (nogabala) līmenī	Ietekme ainavas līmenī	Piezīmes
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ meža ogas	-/+	-/+	Atkarīgs no ogu sugas. Mellenes uz kādu laiku izzudīs, bet brūklenes un avenes izcirtumos ir bieži sastopamas.
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ meža sēnes	-/+	-/+	Atkarīgs no sēņu sugas. Tomēr izcirtumos sastopamās sugas sēņotāji lasa retāk, tāpēc lielākajā daļā gadījumu ietekme būs negatīva.
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ citi ēdami un ārstniecības augi	+/-	+/-	Atkarīgs no augu sugas. Izcirtumos nereti attīstītās lazdas, kā arī dažādi lakstaugi, kas izmantojami kā ārstniecības augi. Savukārt pieaugušam mežam raksturīgās sugas konkrētajā vietā uz laiku izzudīs.
1.1.5.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem	+/-	+/-	Izcirtumos var būt atrodami dekoratīvi augi, kā arī, piemēram, bērzu meijas.

tiešai izmantošanai vai pārstrādei/ augi dekoratīviem mērķiem			Pieaugušam mežam raksturīgās sugas, piemēram, dekoratīvas sūnas un ķērpji, uz laiku izzudīs.
1.1.5.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei/ koksne	+/-	+	Jāņem vērā mežizstrādes potenciālā ietekme uz nākamās koku paaudzes augšanu. Oligotrofos apstākļos iespēju robežās ciršanas atliekas būtu jāatstāj izklaidus izcirtumā, tādējādi novēršot to, ka barības vielas tiek izņemtas no aprites.
1.1.5.3. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem enerģijas ieguvei/ enerģētiskā koksne	+	+	
1.1.6.1. Savvaļas dzīvnieki (sauszemes un ūdens) lietošanai uzturā/ medījамie dzīvnieki	-/+	+	Vietas līmenī var tikt iznīcinātas dzīvnieku paslēptuves, taču izcirtumu apaugums veicina barības bāzes uzlabošanu. Mežizstrāde var lokāli izbiedēt dzīvniekus. Sagaidāms, ka ainavas līmenī kopumā palielināsies barības bāze.
1.1.6.1. Savvaļas dzīvnieki (sauszemes un ūdens) lietošanai uzturā/ upju zivis	-/+	+	Mežizstrāde netālu no ūdensobjektiem var veicināt biogēno elementu un sedimenta nokļūšanu tajos un dzīvotņu kvalitātes pasliktināšanos ūdens organismiem. Tomēr noēnojuma samazinājums ūdensobjektā veicinās ūdensaugu attīstību un palielinās skābekļa koncentrāciju ūdenī, kam savukārt būs labvēlīga ietekme uz ūdens ekosistēmā mītošajiem organismiem. Ainavas līmenī mozaīkveida atvērumi gar upi uzlabos dzīvotņu dažādību upes zivīm. Ūdeņu tuvumā ļoti svarīgi mežizstrādi veikt saudzīgi, nepieļaut ūdensteču šķērsošanu ar smago tehniku un neveidot rīsi, pa kurām virszemes notece var nokļūt ūdensobjektā.
2.1.1.2. Antropogēnas izcelsmes atkritumu un toksisku vielu filtrācija/ piesaiste/ uzglabāšana/uzkrāšana ar mikroorganismiem, aļģēm, augiem un dzīvniekiem dzīvniekiem/ fitoremediācija	-/+	+	Izcirtumos var attīstīties fitoremediācijai būtiskas sugas, taču īstermiņā mežizstrāde samazinās veģetācijas segumu un daudzveidību.
2.2.6.1. Atmosfēras un okeāna ķīmiskā sastāva regulācija/ oglekļa piesaiste un uzkrāšana	-/+	-/+	Īstermiņā ietekme negatīva, bet jāvērtē iegūtās koksnes tālāka izmantošana. Koksnes produktos ar ilgāku dzīves ciklu noglabātais ogleklis var ilgtermiņā palielināt oglekļa krātuvi. Jāveic meža atjaunošana ar kvalitatīvu materiālu un jāveicina ražīgas un veselīgas mežaudzes attīstība nākotnē, jo biomasas pieaugums un līdz ar to C piesaiste ir lielāka jaunākās audzēs. Kopējā ietekme lielā mērā atkarīga no apskatāmā laika mēroga.
5.1.1.3. Mediācija ar citiem ķīmiskiem vai fizikāliem procesiem (pie., filtrācija, uztveršana, uzglabāšana vai akumulēšana)/ smago metālu stabilizācija	0/-	0/-	Smago metālu stabilizācijas spēja ekosistēmā lielā mērā ir atkarīga no augsnes sastāva un organiskās vielas satura. Smagās tehnikas pārvietošanās var veicināt dzīvsudraba metilācijai labvēlīgus apstākļus. Jānovērš dziļu risu veidošanās un stāvoša ūdens uzkrāšanās tajās, jo sevišķi eitrofos apstākļos, kur dzīvsudraba metilācijas procesi var norisināties straujāk.

2.1.2.2. Antropogēnas izcelsmes traucēkļu mediācija/ trokšņa mazināšana	-	-	Novācot veģētāciju, zūd ekosistēmas spēja aizturēt troksni.
2.2.1.1. Pamatplūsmu un ekstrēmu notikumu regulācija/ erozijas mazināšana	-	-	Vienlaidu mežizstrāde veicina minerālaugsnes atsegšanu un erozijas risku palielināšanos. Jāpievērš uzmanība meža tehnikas pārvietošanās virzienam un zemeszemes veģētācijas saglabāšanai.
2.2.1.1. Pamatplūsmu un ekstrēmu notikumu regulācija/ noturība pret rekreācijas slodzi	-	-	Minerālaugsnes atsegšana mazina ekosistēmas noturību pret rekreācijas slodzi, jo daudz vieglāk mobilizēt augsnes daļiņas.
3.1.1.1. Fiziska un pieredzē balstīta mijiedarbība ar dabisko vidi/ piemērotība rekreācijai	-/+	-	Kopumā izcirtumi ir maz piemēroti rekreācijai, bet var būt pozitīva ietekme uz atsevišķiem rekreācijas veidiem, kur svarīga ainavas dažādība, piemēram, orientēšanās, distanču slēpošana.
3.1.1.2. Fiziska un pieredzē balstīta mijiedarbība ar dabisko vidi/ ainavas kvalitāte	-/+	-/+	Kopumā ietekme uz ainavas vizuālo vērtējumu negatīva, taču var būt atsevišķi gadījumi, kad vienlaidu atjaunošanas cirtes atsedz kādu interesantu objektu vai skaistu skatu. Vietas līmenī atsegtas platības var sniegt iespēju, piemēram, putnu un citu dzīvnieku vērošanai.

Augsnes sagatavošana

CICES v5.1. kods, ekosistēmu pakalpojums/ indikators	Ietekme vietas (nogabala) līmenī	Ietekme ainavas līmenī	Piezīmes
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ meža ogas	-/+	-/+	Augsnes mineralizācija var veicināt avenāju attīstību. Uz citām ogu sugām ietekme negatīva.
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ meža sēnes	-	-	Augsnes struktūras sajaukšana sēņu auglīķmeņu attīstību ietekmēs negatīvi.
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ citi ēdami un ārstniecības augi	-/+	-/+	Atkarīgs no augu sugas un laika mēroga. Sākotnējā ietekme uz veģētācijas daudzveidību būs negatīva, bet vidējā termiņā augsnes mineralizācija visticamāk veicinās eitrofos apstākļus mīlošu un pret traucējumiem noturīgu sugu attīstību. Dažas no tām var būt izmantojamas pārtikā vai medicīnā.
1.1.5.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei/ augi dekoratīviem mērķiem	-/+	-/+	Atkarīgs no augu sugas un laika mēroga. Sākotnējā ietekme uz veģētācijas daudzveidību būs negatīva, bet vidējā termiņā augsnes mineralizācija visticamāk veicinās eitrofos apstākļus mīlošu un pret traucējumiem noturīgu sugu attīstību. Dažas no tām var būt izmantojamas dekoratīviem nolūkiem.
1.1.5.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei/ koksne	0	0	
1.1.5.3. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem	0	0	

enerģijas ieguvei/ enerģētiskā koksne			
1.1.6.1. Savvaļas dzīvnieki (sauszemes un ūdens) lietošanai uzturā/ medijamie dzīvnieki	0/+	0	Augsnes mineralizācija var veicināt veģetācijas ataugšanu un dzīvnieku barības bāzes palielināšanos.
1.1.6.1. Savvaļas dzīvnieki (sauszemes un ūdens) lietošanai uzturā/ upju zivis	-	-	Augsnes sagatavošana var palielināt virszemes noteci un barības vielu un sedimenta ienesi ūdenī, tādējādi pasliktinot dzīves apstākļus ūdenī mītošajiem organismiem. Ūdeņu tuvumā augsnes sagatavošana jāveic īpaši saudzīgi, novēršot tehnikas pārvietošanos pāri ūdenstecei un neveidojot savienojumus ar to.
2.1.1.2. Antropogēnas izcelsmes atkritumu un toksisku vielu filtrācija/ piesaiste/ uzglabāšana/uzkrāšana ar mikroorganismiem, aļģēm, augiem un dzīvniekiem dzīvniekiem/ fitoremediācija	+/-	+	Augsnes mineralizācija var veicināt fitoremediācijai būtisku sugu attīstību, taču īstermiņā var samazināt veģetācijas segumu un daudzveidību.
2.2.6.1. Atmosfēras un okeāna ķīmiskā sastāva regulācija/ oglekļa piesaiste un uzkrāšana	-/+	-/+	Oglekļa piesaistes un uzkrājuma izmaiņas augsnē ir atkarīgas no pielietotā augsnes sagatavošanas veida, augsnes tipa, apskatītā laika perioda un citiem faktoriem. Daļa rezultātu norāda uz augsnes oglekļa krātuves samazināšanos pēc augsnes apstrādes, taču citi pētījumi liecina, ka ilgtermiņā apstrādātā augsnē oglekļa uzkrājums palielinās.
5.1.1.3. Mediācija ar citiem ķīmiskiem vai fizikāliem procesiem (pie., filtrācija, uztveršana, uzglabāšana vai akumulēšana)/ smago metālu stabilizācija	0/-	0	Augsnes struktūras sajaukšana atsevišķos gadījumos var veicināt organiskās vielas mineralizāciju un smago metālu mobilitāti.
2.1.2.2. Antropogēnas izcelsmes traucēkļu mediācija/ trokšņa mazināšana	0	0	
2.2.1.1. Pamatplūsmu un ekstrēmu notikumu regulācija/ erozijas mazināšana	-	-	Augsnes sagatavošana veicina minerālaugsnes atsegšanu un erozijas risku palielināšanos. Jāpievērš uzmanība meža tehnikas pārvietošanās virzienam un zemsedzes veģetācijas saglabāšanai.
2.2.1.1. Pamatplūsmu un ekstrēmu notikumu regulācija/ noturība pret rekreācijas slodzi	-	-	Minerālaugsnes atsegšana mazina ekosistēmas noturību pret rekreācijas slodzi, jo daudz vieglāk mobilizēt augsnes daļiņas.
3.1.1.1. Fiziska un pieredzē balstīta mijiedarbība ar dabisko vidi/ piemērotība rekreācijai	-	-	Augsnes gatavošana un pacilu/vagu veidošana negatīvi ietekmēs aktīvās atpūtas aktivitātes.
3.1.1.2. Fiziska un pieredzē balstīta mijiedarbība ar dabisko vidi/ ainavas kvalitāte	-	-	Augsnes gatavošana un pacilu/vagu veidošana negatīvi ietekmēs ainavas kvalitātes vērtējumu.

Meža atjaunošana

CICES v5.1. kods, ekosistēmu pakalpojums/ indikators	Ietekme vietas (nogabala) līmenī	Ietekme ainavas līmenī	Piezīmes
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ meža ogas	-/+	-/+	Meža atjaunošana savstarpējās konkurences rezultātā samazinās citu augu, tajā skaitā avenāju, segumu, kas ir nozīmīgākās savvaļas ogas izcirtumos jaunaudzēs. Ilgākā termiņā kokaudzes attīstība nodrošinās labvēlīgus apstākļus citu ogulāju attīstībai.
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ meža sēnes	+	+	Meža atjaunošanas rezultātā tiek atjaunota kokaudze un nodrošināti priekšnoteikumi tālākai mikorizas attīstībai.
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ citi ēdami un ārstniecības augi	-	-	Meža atjaunošana savstarpējās konkurences rezultātā samazinās citu augu sugu segumu. Dažas no tām var būt izmantojamas pārtikā vai medicīnā.
1.1.5.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei/ augi dekoratīviem mērķiem	-	-	Meža atjaunošana savstarpējās konkurences rezultātā samazinās citu augu sugu segumu. Dažas no tām var būt izmantojamas dekoratīviem nolūkiem.
1.1.5.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei/ koksne	0/+	0/+	Tūlītējas ietekmes nav, bet kopumā meža atjaunošana palielinās koksnes pieejamību nākotnē.
1.1.5.3. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem enerģijas ieguvei/ enerģētiskā koksne	0/+	0/+	Tūlītējas ietekmes nav, bet kopumā meža atjaunošana palielinās enerģētiskās koksnes pieejamību nākotnē.
1.1.6.1. Savvaļas dzīvnieki (sauszemes un ūdens) lietošanai uzturā/ medījамie dzīvnieki	+	+	Meža atjaunošana pozitīvi ietekmēs gan meža dzīvnieku dzīvotnes, gan barības bāzi.
1.1.6.1. Savvaļas dzīvnieki (sauszemes un ūdens) lietošanai uzturā/ upju zivis	0/+	0/+	Kompleksas, daudzveidīgas kokaudzes un lapu koku atjaunošana upju piekrastēs (piemēram, rekonstruējot baltalkšņu audzes) var uzlabot vides apstākļus ūdens ekosistēmās mītošajiem organismiem.
2.1.1.2. Antropogēnas izcelsmes atkritumu un toksisku vielu filtrācija/ piesaiste/ uzglabāšana/uzkrāšana ar mikroorganismiem, aļģēm, augiem un dzīvniekiem/ fitoremediācija	-/+	-/+	Meža atjaunošana savstarpējās konkurences rezultātā samazinās citu augu sugu segumu, no kurām dažas var būt ar augstu fitoremediācijas potenciālu. Tajā pašā laikā arī daļa koku sugu (piemēram, apse) var būt būtiskas fitoremediācijai.
2.2.6.1. Atmosfēras un okeāna ķīmiskā sastāva regulācija/ oglekļa piesaiste un uzkrāšana	+	+	Kokaudzes atjaunošana veicinās oglekļa piesaisti biomasā.
5.1.1.3. Mediācija ar citiem ķīmiskiem vai fizikāliem procesiem (pie., filtrācija, uztveršana, uzglabāšana vai akumulēšana)/ smago metālu stabilizācija	0	0	

2.1.2.2. Antropogēnas izcelsmes traucēkļu mediācija/ trokšņa mazināšana	0/+	0/+	Tūlītējas ietekmes nav, bet kokaudzes atjaunošana uzlabos ekosistēmas spēju aizturēt troksni. Ietekmes apjoms atkarīgs no audzes biežības un koku sugas – lapu kokiem trokšņa mazināšanas potenciāls ir zemāks, bet skuju kokiem – augstāks.
2.2.1.1. Pamatplūsmu un ekstrēmu notikumu regulācija/ erozijas mazināšana	+	+	Meža atjaunošana veicina augsnes struktūras uzlabošanu un saglabāšanu un mazina augsnes erozijas riskus.
2.2.1.1. Pamatplūsmu un ekstrēmu notikumu regulācija/ noturība pret rekreācijas slodzi	+	+	Kokaudzes atjaunošana pozitīvi ietekmē platības noturību un mazina augsnes erozijas riskus.
3.1.1.1. Fiziska un pieredzē balstīta mijiedarbība ar dabisko vidi/ piemērotība rekreācijai	0	0	
3.1.1.2. Fiziska un pieredzē balstīta mijiedarbība ar dabisko vidi/ ainavas kvalitāte	+	+	Kokaudzes atjaunošana uzlabos platības vizuālo kvalitāti.

Jaunaudžu kopšana

CICES v5.1. kods, ekosistēmu pakalpojums/ indikators	Ietekme vietas (nogabala) līmenī	Ietekme ainavas līmenī	Piezīmes
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ meža ogas	-/+	-/+	Jaunaudžu kopšana tieši ietekmē daļu veģetācijas jaunaudzē. Applaušana var veicināt avenāju ataugšanu, bet uz citām ogu sugām ietekme negatīva.
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ meža sēnes	-	-	Jaunaudžu kopšanas veiktais traucējums sēņu auglīķermeņu attīstību ietekmēs negatīvi.
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ citi ēdami un ārstniecības augi	-/+	-/+	Jaunaudžu kopšana tieši ietekmē daļu veģetācijas jaunaudzē. Tās ietekmē tiek mehāniski novākta daļa augu, taču applaušana, kā arī kokaudzes retināšana un uzlabotie gaismas apstākļi var veicināt veģetācijas ataugšanu, no kā daļa var būt izmantojamas pārtikā vai medicīnā.
1.1.5.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei/ augi dekoratīviem mērķiem	-/+	-/+	Jaunaudžu kopšana tieši ietekmē daļu veģetācijas jaunaudzē. Tās ietekmē tiek mehāniski novākta daļa augu, taču applaušana, kā arī kokaudzes retināšana un uzlabotie gaismas apstākļi var veicināt veģetācijas ataugšanu, no kā daļa var būt izmantojama dekoratīviem nolūkiem.
1.1.5.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei/ koksne	+	+	Jaunaudžu kopšana uzlabos augšanas apstākļus atlikušajai audzes daļai, un līdz ar to pozitīvi ietekmēs ražīgas audzes veidošanos nākotnē.
1.1.5.3. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem enerģijas ieguvei/ enerģētiskā koksne	0	0	
1.1.6.1. Savvaļas dzīvnieki (sauszemes un ūdens) lietošanai uzturā/ medījамie dzīvnieki	-/+	-/+	Jaunaudžu kopšana padara ainavu skrajāku un samazina paslēptuvju pieejamību meža dzīvniekiem. Tomēr, ataugot veģetācijai, var uzlaboties meža dzīvnieku barības bāze.

1.1.6.1. Savvaļas dzīvnieki (sauszemes un ūdens) lietošanai uzturā/ upju zivis	0	0	
2.1.1.2. Antropogēnas izcelsmes atkritumu un toksisku vielu filtrācija/ piesaiste/ uzglabāšana/uzkrāšana ar mikroorganismiem, aļģēm, augiem un dzīvniekiem dzīvniekiem/ fitoremediācija	-/+	-/+	Jaunaudžu kopšanā tiek daļēji izvākti krūmi un citi augi, kam ir nozīme fitoremediācijas procesos, taču veģetācijas novākšana var arī veicināt tās ataugšanu un, piemēram, kārklu atvašu veidošanos.
2.2.6.1. Atmosfēras un okeāna ķīmiskā sastāva regulācija/ oglekļa piesaiste un uzkrāšana	+	+	Jaunaudžu kopšana veicina palikušās audzes daļas augšanu un biomasas veidošanos, līdz ar to arī oglekļa uzkrāšanos ekosistēmā.
5.1.1.3. Mediācija ar citiem ķīmiskiem vai fizikāliem procesiem (pie., filtrācija, uztveršana, uzglabāšana vai akumulēšana)/ smago metālu stabilizācija	0	0	
2.1.2.2. Antropogēnas izcelsmes traucēkļu mediācija/ trokšņa mazināšana	-	-	Jaunaudžu kopšana samazina audzes biezību un līdz ar to arī trokšņa mazināšanas potenciālu.
2.2.1.1. Pamatplūsmu un ekstrēmu notikumu regulācija/ erozijas mazināšana	0	0	
2.2.1.1. Pamatplūsmu un ekstrēmu notikumu regulācija/ noturība pret rekreācijas slodzi	0	0	
3.1.1.1. Fiziska un pieredzē balstīta mijiedarbība ar dabisko vidi/ piemērotība rekreācijai	-/+	-/+	Jaunaudžu kopšanā izkoptie koki parasti tiek atstāti audzē un padara platību grūtāk izejamu, tādējādi samazinot tās piemērotību rekreācijai īsi pēc kopšanas. Ilgtermiņā ietekme būs pozitīva, jo veidosies retāks, vieglāk caurejams mežs.
3.1.1.2. Fiziska un pieredzē balstīta mijiedarbība ar dabisko vidi/ ainavas kvalitāte	+/-	+	Koptas jaunaudzes visumā ir vizuāli pievilcīgākas par nekaitām, tomēr platībā atstātie nozāģētie koki var samazināt meža pievilcību.

Krājas kopšana

CICES v5.1. kods, ekosistēmu pakalpojums/ indikators	Ietekme vietas (nogabala) līmenī	Ietekme ainavas līmenī	Piezīmes
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ meža ogas	+	+	Krājas kopšanas rezultātā uzlabosies gaismas apstākļi un tiks pozitīvi ietekmēti ogulāju segums un raža.
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ meža sēnes	-/+	-/+	Krājas kopšana un ar to saistītā meža tehnikas pārvietošanās var negatīvi ietekmēt sēņu auglķermēņu veidošanos. Tajā pašā laikā ir novērojumi, ka koptās audzēs reizēm palielinās sēņu daudzums.
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ citi ēdami un ārstniecības augi	-/+	-/+	Krājas kopšanas laikā var tikt izkopts arī pamežs, piemēram, lazdas, tādējādi samazinot riekstu ieguves iespējas. Taču krājas kopšana uzlabo gaismas apstākļus audzē un veicina zemsedzes veģetācijas

			attīstību. Daļa no zemsedzes augiem var būt izmantojami pārtikā vai medicīnā.
1.1.5.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei/ augi dekoratīviem mērķiem	-/+	-/+	Krājas kopšanas laikā var tikt izkopts arī pamežs, piemēram, pameža eglītes, kas būtu izmantojamas kā Ziemassvētku/ Jaungada koki. Taču krājas kopšana uzlabo gaismas apstākļus audzē un veicina zemsedzes veģetācijas attīstību. Daļa no zemsedzes augiem var būt izmantojami dekoratīviem nolūkiem.
1.1.5.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei/ koksne	+	+	Krājas kopšanas laikā tiek gan iegūti kokmateriāli, gan uzlaboti augšanas apstākļi atlikušajai kokaudzes daļai.
1.1.5.3. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem enerģijas ieguvei/ enerģētiskā koksne	+/-	+	Krājas kopšanas laikā tiek iegūta enerģētiskā koksne, taču krājas kopšana, kas veikta ar mērķi iespējami uzlabot atlikušās audzes daļas augšanu, visticamāk samazinās enerģētiskās koksnes īpatsvaru nākotnē.
1.1.6.1. Savvaļas dzīvnieki (sauszemes un ūdens) lietošanai uzturā/ medījамie dzīvnieki	-/+	-/+	Krājas kopšana padara mežaudzi skrajāku un samazina paslēptuvju pieejamību meža dzīvniekiem. Tomēr, uzlabojoties gaismas apstākļiem un zemsedzes veģetācijai, var uzlaboties meža dzīvnieku barības bāze.
1.1.6.1. Savvaļas dzīvnieki (sauszemes un ūdens) lietošanai uzturā/ upju zivis	+/-	+/-	Piekrastes mežā veikta kopšana ar mērķi dažādot sugu sastāvu un meža strukturālo daudzveidību var uzlabot piekrastes meža ekoloģisko funkcionalitāti, tādējādi pozitīvi ietekmējot arī ūdens ekosistēmu. Tomēr tehnikas pārvietošanās, risu veidošanās un augsnes daļiņu mobilizācija var negatīvi ietekmēt ūdens kvalitāti, tādēļ meža kopšana ūdensobjektu tuvumā veicama saudzīgi, novēršot biogēno elementu un augsnes daļiņu nokļūšanu ūdenī.
2.1.1.2. Antropogēnas izcelsmes atkritumu un toksisku vielu filtrācija/ piesaiste/ uzglabāšana/uzkrāšana ar mikroorganismiem, aļģēm, augiem un dzīvniekiem dzīvniekiem/ fitoremediācija	-/+	-/+	Krājas kopšanas laikā var tikt izvākts arī pamežs, kura sugas var būt ar augstu fitoremediācijas potenciālu. Tomēr arī kokaudzi veidojošo sugu fitoremediācijas potenciāls var būt augsts, un krājas kopšana uzlabo to augšanu. Gaismas apstākļu uzlabošanās palielina ķērpju biomasu, kam var būt būtiska loma vides kvalitātes uzlabošanā.
2.2.6.1. Atmosfēras un okeāna ķīmiskā sastāva regulācija/ oglekļa piesaiste un uzkrāšana	+	+	Krājas kopšana uzlabo atlikušās audzes daļas koku augšanu un palielina oglekļa krātuvi dzīvajā biomasā. Kopumā jāvērtē, kas notiek ar krājas kopšanas laikā iegūto koksni, ņemot vērā C aprites cikla robežas un laika mērogu.
5.1.1.3. Mediācija ar citiem ķīmiskiem vai fizikāliem procesiem (pie., filtrācija, uztveršana, uzglabāšana vai akumulēšana)/ smago metālu stabilizācija	0/-	0/-	Ja krājas kopšanas laikā notiekošās smagās tehnikas pārvietošanās rezultātā veidojas risas ar stāvošu ūdeni, tajās var attīstīties dzīvsudraba metilācijai labvēlīgi apstākļi, sevišķi citrofās platībās.
2.1.2.2. Antropogēnas izcelsmes traucēkļu mediācija/ trokšņa mazināšana	-	-	Krājas kopšana samazina audzes biežību un līdz ar to arī trokšņa mazināšanas potenciālu.

2.2.1.1. Pamatplūsmu un ekstrēmu notikumu regulācija/ erozijas mazināšana	-	-	Krājas kopšanas laikā notiekošā smagās tehnikas pārvietošanās var veicināt augsnes eroziju. Tādēļ nepieciešams rūpēties par augsnes aizsardzību un erozijas riskus novērst.
2.2.1.1. Pamatplūsmu un ekstrēmu notikumu regulācija/ noturība pret rekreācijas slodzi	0/-	0	Smagās tehnikas pārvietošanās var veicināt eroziju un negatīvi ietekmēt noturību pret rekreācijas slodzi.
3.1.1.1. Fiziska un pieredzē balstīta mijiedarbība ar dabisko vidi/ piemērotība rekreācijai	+	+	Koptas mežaudzes ir labāk pārredzamas un vieglāk caurejamas, padarot tās piemērotākas vairākiem rekreācijas veidiem.
3.1.1.2. Fiziska un pieredzē balstīta mijiedarbība ar dabisko vidi/ ainavas kvalitāte	+/-	+	Koptas mežaudzes visumā ir vizuāli pievilcīgākas par nekoptām, tomēr pievešanas ceļi un risas var mazināt meža pievilcību.

Meža ceļu būve un rekonstrukcija

CICES v5.1. kods, ekosistēmu pakalpojums/ indikators	Ietekme vietas (nogabala) līmenī	Ietekme ainavas līmenī	Piezīmes
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ meža ogas	+/-	+/-	Meža ceļu būves un rekonstrukcijas rezultātā uzlabojas meža pieejamība, kas ir viens no būtiskākajiem meža nekoksnes produktu ieguvu ietekmējošajiem faktoriem. Tajā pašā laikā jaunu ceļu izbūve ir saistīta ar kokaugu seguma novākšanu, kas samazina platību, kur varētu augt ogulāji.
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ meža sēnes	+/-	+/-	Meža ceļu būves rezultātā uzlabojas meža pieejamība, kas ir viens no būtiskākajiem meža nekoksnes produktu ieguvu ietekmējošajiem faktoriem. Tajā pašā laikā jaunu ceļu izbūve ir saistīta ar kokaugu seguma novākšanu, kas samazina platību, kur varētu augt sēnes.
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ citi ēdami un ārstniecības augi	+/-	+/-	Meža ceļu būves rezultātā uzlabojas meža pieejamība, kas ir viens no būtiskākajiem meža nekoksnes produktu ieguvu ietekmējošajiem faktoriem. Turklāt gar meža ceļu malām ir liela augu daudzveidība. Tajā pašā laikā jaunu ceļu izbūve ir saistīta ar kokaugu seguma novākšanu, kas samazina platību, kas piemērota tieši mežā augošiem augiem.
1.1.5.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei/ augi dekoratīviem mērķiem	+/-	+/-	Meža ceļu būves rezultātā uzlabojas meža pieejamība, kas ir viens no būtiskākajiem meža nekoksnes produktu ieguvu ietekmējošajiem faktoriem. Turklāt gar meža ceļu malām ir liela augu daudzveidība. Tajā pašā laikā jaunu ceļu izbūve ir saistīta ar kokaugu seguma novākšanu, kas samazina platību, kas piemērota tieši mežā augošiem augiem.
1.1.5.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei/ koksne	+	+	Meža ceļu būve un rekonstrukcija nodrošina piekļuvi koksnes resursiem.

1.1.5.3. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem enerģijas ieguvei/ enerģētiskā koksne	+	+	Meža ceļu būve un rekonstrukcija nodrošina piekļuvi koksnes resursiem.
1.1.6.1. Savvaļas dzīvnieki (sauszemes un ūdens) lietošanai uzturā/ medijamie dzīvnieki	-/+	-/+	Meža ceļu būve fragmentē ainavu un meža dzīvnieku dzīvotnes. Autotransporta kustība pa meža ceļiem var radīt tiešu bīstamību dzīvniekiem. Tajā pašā laikā gar ceļa malām augošā veģetācija veido meža dzīvnieku barības bāzi.
1.1.6.1. Savvaļas dzīvnieki (sauszemes un ūdens) lietošanai uzturā/ upju zivis	-	-	Meža ceļu būves un rekonstrukcijas rezultātā hidrogrāfiskajā tīklā var nokļūt barības vielas un augsnes daļiņas, kas var negatīvi ietekmēt ūdens kvalitāti uz zivju dzīvotnes. Veicot meža infrastruktūras darbus, liela uzmanība pievēršama ūdens kvalitātes aizsardzībai darbu laikā un pēc tiem.
2.1.1.2. Antropogēnas izcelsmes atkritumu un toksisku vielu filtrācija/ piesaiste/ uzglabāšana/uzkrāšana ar mikroorganismiem, aļģēm, augiem un dzīvniekiem dzīvniekiem/ fitoremediācija	+/-	+/-	Gar meža ceļu malām var attīstīties veģetācija, kam ir fitoremediācijas īpašības. Tajā pašā laikā jaunu ceļu izbūve ir saistīta ar kokaugu seguma novākšanu, kas samazina platību, kur varētu būt auguši augi ar fitoremediācijas īpašībām.
2.2.6.1. Atmosfēras un okeāna ķīmiskā sastāva regulācija/ oglekļa piesaiste un uzkrāšana	0/-	0/-	Meža ceļu rekonstrukcijai nav ietekmes, bet jaunu ceļu izbūve saistīta ar kokaugu seguma novākšanu, tātad – ar platības samazināšanos, kur veidojas biomasa un notiek oglekļa piesaiste un uzkrāšanās.
5.1.1.3. Mediācija ar citiem ķīmiskiem vai fizikāliem procesiem (pie., filtrācija, uztveršana, uzglabāšana vai akumulēšana)/ smago metālu stabilizācija	0/-	0/-	Ja meža ceļu izbūves vai rekonstrukcijas rezultātā veidojas vietas ar stāvošu ūdeni, tajās var attīstīties dzīvsudraba metilācijai labvēlīgi apstākļi, sevišķi eitrofās platībās. Augsnes struktūras sajaukšanas rezultātā var tikt veicināta smago metālu mobilitāte.
2.1.2.2. Antropogēnas izcelsmes traucēkļu mediācija/ trokšņa mazināšana	-	-	Veidojot atklātas platības un fragmentējot meža ainavu, meža ceļi veicina trokšņa izplatīšanos.
2.2.1.1. Pamatplūsmu un ekstrēmu notikumu regulācija/ erozijas mazināšana	-	-	Meža ceļu izbūve un rekonstrukcija veicina augsnes eroziju, tāpēc liela uzmanība jāpievērš brauktuviņu un to malu nostiprināšanai.
2.2.1.1. Pamatplūsmu un ekstrēmu notikumu regulācija/ noturība pret rekreācijas slodzi	0/-	0/-	Meža ceļu izbūve var palielināt meža pieejamību un apmeklējumu skaitu, tādējādi netieši veicinot noturības pret rekreācijas slodzi samazināšanos.
3.1.1.1. Fiziska un pieredzē balstīta mijiedarbība ar dabisko vidi/ piemērotība rekreācijai	+/-	+/-	Meža ceļi uzlabo meža pieejamību un arī paši kalpo kā rekreācijas vietas, piemēram, dažādām sporta aktivitātēm. Dažus rekreācijas veidus, kas prasa neskartu dabu uz zemu fragmentāciju, meža ceļu izbūve un rekonstrukcija ietekmē negatīvi.
3.1.1.2. Fiziska un pieredzē balstīta mijiedarbība ar dabisko vidi/ ainavas kvalitāte	-/+	-/+	Meža ceļu ietekme uz ainavas kvalitāti ir ļoti atkarīga no ceļa veida. Taisni, plati ceļi ar dziļiem grāvjiem netiek vērtēti pozitīvi, savukārt reljefs un likumi uzlabo ainavisko kvalitāti. Pozitīvi tiek vērtētas dabiskas brauktuves, kur nav veikta acīmredzama klātnes stiprināšana, jo tās sabiedrībai visvairāk asociējas ar terminu “meža ceļš”.

Meža meliorācijas sistēmu atjaunošana

CICES v5.1. kods, ekosistēmu pakalpojums/ indikators	Ietekme vietas (nogabala) līmenī	Ietekme ainavas līmenī	Piezīmes
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ meža ogas	+/-	+/-	Meža meliorācijas sistēmu atjaunošanas rezultātā uzlabojas gan meža pieejamība, kas ir viens no būtiskākajiem meža nekoksnes produktu ieguvei ietekmējošajiem faktoriem, gan augšanas apstākļi lielai daļai meža ogu. Tajā pašā laikā atsevišķas koku sugas augšnes mitruma samazināšanās var ietekmēt negatīvi (dzērvene, zilene).
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ meža sēnes	+	+	Meža meliorācijas sistēmu atjaunošana nodrošina normālu augšnes aerāciju mežaudzēs, kas ir viens no galvenajiem priekšnoteikumiem normālai sēņu attīstībai.
1.1.5.1. Savvaļas augi (sauszemes un ūdens, ieskaitot sēnes, aļģes) lietošanai uzturā/ citi ēdami un ārstniecības augi	+/-	+/-	Atkarīgs no augu sugas, bet platībās ar normāli funkcionējošu meliorācijas sistēmu parasti būs lielāka augu sugu daudzveidība nekā platībās, kur meliorācijas sistēmas darbība ir traucēta.
1.1.5.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei/ augi dekoratīviem mērķiem	+/-	+/-	Atkarīgs no augu sugas, bet platībās ar normāli funkcionējošu meliorācijas sistēmu parasti būs lielāka augu sugu daudzveidība nekā platībās, kur meliorācijas sistēmas darbība ir traucēta.
1.1.5.2. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei/ koksne	+	+	Normāli strādājošas meža meliorācijas sistēmas nodrošina ražīgas un veselīgas kokaudzes veidošanos.
1.1.5.3. Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem enerģijas ieguvei/ enerģētiskā koksne	+	+	Normāli strādājošas meža meliorācijas sistēmas nodrošina ražīgas un veselīgas kokaudzes veidošanos.
1.1.6.1. Savvaļas dzīvnieki (sauszemes un ūdens) lietošanai uzturā/ medījамie dzīvnieki	-/+	-/+	Meža meliorācijas sistēmu atjaunošana zināmā mērā fragmentē ainavu un meža dzīvnieku dzīvotnes. Tajā pašā laikā uz grāvju atbērtēm augošā veģetācija veido meža dzīvnieku barības bāzi. Grāvju trases ir būtiskas medību organizācijai un tiek izmantotas gan pārvietošanās vajadzībām, gan medību torņu izvietojumam.
1.1.6.1. Savvaļas dzīvnieki (sauszemes un ūdens) lietošanai uzturā/ upju zivis	-	-	Meža meliorācijas sistēmu atjaunošanas darbu rezultātā hidrogrāfiskajā tīklā var nokļūt barības vielas un augšnes daļiņas, kas var negatīvi ietekmēt ūdens kvalitāti uz zivju dzīvotnes. Veicot meža infrastruktūras darbus, liela uzmanība pievēršama ūdens kvalitātes aizsardzībai darbu laikā un pēc tiem.
2.1.1.2. Antropogēnas izcelsmes atkritumu un toksisku vielu filtrācija/ piesaiste/ uzglabāšana/uzkrāšana ar mikroorganismiem, aļģēm, augiem un dzīvniekiem dzīvniekiem/ fitoremediācija	+/-	+	Gar grāvju malām var attīstīties veģetācija, kam ir fitoremediācijas īpašības. Tajā pašā laikā trašu tīrīšanas rezultātā daļa sugu ar fitoremediācijas īpašībām var tikt novāktas.

2.2.6.1. Atmosfēras un okeāna ķīmiskā sastāva regulācija/ oglekļa piesaiste un uzkrāšana	+/-	+/-	Meliorācijas sistēmu atjaunošana nodrošina normālu augsnes aerāciju meliorētajās mežaudzēs, saglabājot audžu ražību un produktivitāti un veicinot oglekļa uzkrāšanos dzīvajā biomasā. Lai gan meliorācijas grāvji ir emisiju avots, mitruma līmeņa noregulēšana veicina kokaugu augšanu un līdz ar to C piesaisti dzīvajā biomasā un vienlaicīgi var samazināt metāna emisijas no augsnes un koku stumbriem, kā rezultātā kopējā ietekme ir pozitīva.
5.1.1.3. Mediācija ar citiem ķīmiskiem vai fizikāliem procesiem (pie., filtrācija, uztveršana, uzglabāšana vai akumulēšana)/ smago metālu stabilizācija	+/-	+/-	Meža meliorācijas sistēmu atjaunošana uzlabo augsnes aerāciju un novērš stāvoša ūdens uzkrāšanos, kas var veicināt dzīvsudraba metilācijas procesus. Tajā pašā laikā meliorācijas sistēmas ir vielu transporta kanāli, un ir potenciāli iespējama kaitīgu savienojumu pārvietošanās pa tiem.
2.1.2.2. Antropogēnas izcelsmes traucēkļu mediācija/ trokšņa mazināšana	-	-	Meliorācijas sistēmu atjaunošana, novācot no tiem apaugumu, veicina trokšņa izplatību meža ainavā.
2.2.1.1. Pamatplūsmu un ekstrēmu notikumu regulācija/ erozijas mazināšana	-	-	Meža meliorācijas sistēmu atjaunošana veicina augsnes eroziju, tāpēc liela uzmanība jāpievērš tās mazināšanai.
2.2.1.1. Pamatplūsmu un ekstrēmu notikumu regulācija/ noturība pret rekreācijas slodzi	0	0	
3.1.1.1. Fiziska un pieredzē balstīta mijiedarbība ar dabisko vidi/ piemērotība rekreācijai	+/-	+/-	Labi strādājošas meža meliorācijas sistēmas nozīmē kopumā sausākus apstākļus, kas vairāk piemēroti dažādiem rekreācijas veidiem. Tajā pašā laikā grāvji var traucēt apmeklētāju pārvietošanos un negatīvi ietekmēt rekreācijas pieredzi.
3.1.1.2. Fiziska un pieredzē balstīta mijiedarbība ar dabisko vidi/ ainavas kvalitāte	-/+	-/+	Meža meliorācijas sistēmu atjaunošana un atjaunotas meliorācijas sistēmas ar dziļiem grāvjiem kopumā samazina ainavas vizuālo pievilcību. Tajā pašā laikā grāvji un to atbērtnes ir vieta, kur iespējams novērot meža putnus un citus dzīvniekus.

Papildus iepriekš sniegtajam pārskatam par specifisku mežsaimniecisko un meža infrastruktūras darbību ietekmi uz konkrētiem meža ekosistēmu pakalpojumiem tālāk īsi aplūkoti vēl daži aspekti, kas tieši vai netieši attiecināmi uz daudzveidīgu ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu veicinošu mežsaimniecību un par kuriem iegūta un publicēta informācija pētījumu programmas īstenošanas gaitā.

Vielu aprīte

Vielu, tajā skaitā barības elementu apriti meža ekosistēmā ietekmē gan mežsaimniecība, gan vides faktori un dabiski traucējumi. Vielu aprites izpētei izmantoti pētījuma objekti trijās skuju koku un divās lapu koku audzēs, kur veikta vienlaidu atjaunošanas cirte ar stumbru vai visas virszemes biomasas izvākšanu.

Vairāk nekā 10 gadus gara laika rinda par barības vielu saturu skuju koku audžu augsnes ūdenī, gruntsūdenī, nobirās un skujās, kā arī par nākamās koku paaudzes pieaugumiem liecina par kompleksu mijiedarbību starp mežizstrādes veidu un vietai specifiskiem apstākļiem. Kopumā tika novērots īslaicīgs barības vielu koncentrācijas pieaugums augsnes ūdenī vienu līdz trīs gadus pēc

mežizstrādes, ar sekojošu atkārtotu palielinājumu sešus līdz septiņus gadus pēc mežizstrādes, kas visticamāk saistīts ar lielāko ciršanas atlieku sadalīšanos un barības vielu atbrīvošanos. Visas biomasas izvākšana oligotrofā audzē īstermiņā negatīvi ietekmēja atjaunotās kokaudzes augstuma pieaugumu, norādot uz ciršanas atlieku lomu barības vielu nodrošināšanā mazauglīgos apstākļos. Dažu makroelementu un mikroelementu koncentrācijas jaunaudzes koku skujās atšķīrās dažādos mežizstrādes variantos, bet ar mežizstrādi saistāms barības vielu trūkums netika konstatēts – par optimālo zemāka koncentrācija egļu skujās konstatēta vienīgi varam un boram gan atjaunotajās kokaudzēs, gan kontroles platībā (Kļaviņš et al. 2023). Iepriekšējā pētījuma etapā mezotrofās skuju koku audzēs netika konstatēta augsnes ūdens un augsnes paskābināšanās ne pēc mežizstrādes ar visas virszemes biomasas izvākšanu, ne pēc celmu izstrādes, turklāt augsnes C un N uzkrājums abos mežizstrādes variantos saglabājās līdzīgs, un arī jaunaudzes augšanas gaita īstermiņā neuzrādīja viennozīmīgas ar mežizstrādes veidu saistāmas atšķirības (Lībiete et al. 2019, Kļaviņš un Kļaviņa 2021). Lapu koku objektos iegūtie dati indikatīvi liecina par barības vielu koncentrācijas paaugstināšanos augsnes ūdenī pēc dažiem mežizstrādes un atjaunošanas variantiem, taču laika rinda pagaidām ir pārāk īsa, lai izdarītu konkrētus secinājumus, un šis pētījums būtu turpināms. Kopumā barības vielu satura un to izmaiņu atšķirības pa gadiem un starp objektiem liecina par būtisku vietai specifisku faktoru, kā arī par dabisku traucējumu ietekmi (jo izmaiņas konstatētas arī kontroles audzēs).

Ūdens kvalitāte

Valstīs ar augstu mežainumu un lielu ūdensobjektu skaitu raksturīga kompleksa mijiedarbība starp meža un ūdens ekosistēmām. Ūdens kvalitātes rādītāji vietas un ainavas mērogā analizēti mežainā sateces baseinā, kur veikta vispārējai praksei atbilstoša mežsaimniecība (mežizstrāde, meža ceļu būve un rekonstrukcija, meža meliorācijas sistēmu renovācija). Dzīvsudraba metilācijas riski pētīti piecās audzēs reljefa padziļinājumos ar stāvošu ūdeni - mežizstrādes radītās risās vai pacilu bedrītēs. Ūdens kvalitāte kontekstā ar meža meliorācijas sistēmu atjaunošanu un ūdens kvalitātes aizsardzības struktūru izveidi pētīta iepriekšējos pētījuma etapos vairākos objektos visā Latvijā.

Septiņus gadus ilgi novērojumi par ainavas līmeņa mežsaimniecības ietekmi liecina par barības vielu koncentrācijas paaugstināšanos notecē vietas mērogā, bet nelielu ietekmi sateces baseina mērogā, kā arī uz zemām slāpekļa savienojumu koncentrācijām un visumā zemām fosfora savienojumu koncentrācijām notecē, kas liecina par kopumā zemu eutrofikācijas risku. Visbiežāk kvalitātes rādītājus pārsniedz suspendēto daļiņu koncentrācija, kas reaģē gan uz mežsaimniecības un meža infrastruktūras darbiem, gan uz lokālām epizodēm, piemēram, ekstrēmu nokrišņu daudzumu īsā laika periodā (Kļaviņa et al. sagatavošanā). Tādēļ plānojot ūdens kvalitātes aizsardzības struktūras, šim rādītājam būtu pievēršama īpaša vērība. Pasākumi suspendēto daļiņu izneses mazināšanai vienlaikus samazinās arī biogēno elementu izneses risku, aizturot suspendētajās daļiņās saistītos savienojumus.

Dzīvsudraba metilācija ir sarežģīts bioģeokīmiskais process, kas atkarīgs no kompleksa faktoru kopuma. Meža ekosistēmu augsnē esošais dzīvsudrabs var tikt transformēts par metildzīvsudrabu reljefa padziļinājumos ar stāvošu ūdeni, piemēram, bebrainēs, slikti funkcionējošos meliorācijas grāvjos, kā arī meža tehnikas risās. Mūsu rezultāti norāda uz pastiprinātiem metilēšanās procesiem mežsaimniecības radītos reljefa padziļinājumos (risās un pacilu bedrītēs). Lai gan pētījumā konstatētās dzīvsudraba un metildzīvsudraba koncentrācijas kopumā ir zemas, jāņem vērā, ka metildzīvsudrabs bioloģiski akumulējas barības ķēdēs, tādēļ mežizstrādi vēlams plānot un īstenot tādā veidā, lai neveicinātu tā izskalošanos, piemēram, risas būtu jāveido perpendikulāri plūsmas virzienam (Kļaviņš et al. 2024). Sevišķa uzmanība šiem jautājumiem būtu pievēršama reģionos, kur konstatēta paaugstināta dzīvsudraba koncentrācija ūdens ekosistēmās. Informācija par ūdens kvalitāti Latvijā reģionālā griezumā, tajā skaitā par bīstamo vielu koncentrācijām, iegūstama no Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra datiem (LVGMC 2024).

Kā liecina līdz šim iegūtie rezultāti, nozīmīgākais ar mežsaimniecību un meža infrastruktūras darbiem saistīto ūdens kvalitātes problēmu cēlonis ir suspendētās daļiņas. Latvijas mežsaimniecībai raksturīgas plašas meliorācijas sistēmas ar lielu caurplūdumu, un viens standarta konstrukcijas sedimentācijas dīķis, kas novietots noteces punktā, parasti nav pietiekami efektīvs suspendēto daļiņu izneses mazināšanā (Kalvīte et al. 2019). Lai efektivitāti uzlabotu, ieteicams vienā meliorācijas sistēmā plānot vairākus sedimentācijas dīķus vai izmantot vēl citus, efektīvākus ūdens kvalitātes aizsardzības paņēmienus, piemēram, ierīkot maksimālās plūsmas kontroles struktūru. Šāda eksperimentāla struktūra, kas ierīkota Zinātniskās izpētes mežos, samazinājusi suspendēto daļiņu koncentrāciju par vairāk nekā 60% (Kļaviņa un Kļaviņš 2021).

Bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgas ekosistēmas un struktūras

Pētījumu programmas ietvaros vērtēti vairāki pasākumi bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai apsaimniekotā meža ainavā, ieskaitot ekoloģiskos (iepriekšējās paaudzes) kokus. Rezultāti liecina par būtisku iepriekšējās paaudzes koku lomu ķērpju un sūnu sugu saglabāšanā, ieskaitot retas un aizsargājamas sugas. Šajā aspektā, izvēloties atstājamās kokus, priekšroka dodama lapu kokiem, it sevišķi osim, gobai un apsei (Gerra-Inohosa et al. 2023). Iepriekšējās paaudzes koki, jo sevišķi ar lielāku caurmēru, nodrošina arī lielāku mikrodzīvotņu daudzveidību (Jansone et al. 2023). Savukārt, analizējot mežaudzē augošu iepriekšējās paaudzes ozolu atēnošanas ietekmi, konstatēts, ka 20 gadus pēc pasākuma īstenošanas tā nav būtiski palielinājusi ne epifitu, ne mikrodzīvotņu daudzveidību. Tomēr novērota tendence, ka uz atēnotajiem kokiem ir vairāk biežāk sastopamo mikrodzīvotņu, tādēļ apsaimniekošanai varētu būt kopumā pozitīva loma bioloģiskās daudzveidības saglabāšanā (Liepiņa et al. 2024). Konstatēta arī neliela pozitīva atēnošanas ietekme uz zemsedzes veģetācijas sugu daudzveidību.

Izvērtējot bioloģiskajai daudzveidībai sevišķi nozīmīgas meža ekosistēmas, noskaidrots, ka melnalkšņu meža biotopi septiņus gadus pēc blakus veiktas meža apsaimniekošanas spējuši uzturēt līdzīgu dažādu organismu sugu daudzveidību biotopu iekšienē un perifērijā (Donis et al. 2024). Citā objektu grupā konstatēta neviennozīmīga blakus audzes vecuma ietekme uz sugu daudzveidību melnalkšņu audzēs pārmitros un meliorētos mežos. Savukārt atkārtoti analizējot veģetācijas daudzveidību priežu audzēs, kas iepriekš klasificētas kā dabiskie meža biotopi (DMB) un kurās 2024. gadā veikta I stāva priežu atēnošana, konstatēta kopējā sugu skaita samazināšanās gan apsaimniekotajos, gan kontroles parauglaukumos, kā arī nebūtiskas atšķirības starp veģetācijas daudzveidības rādītājiem apsaimniekotos un kontroles parauglaukumos.

Pētījuma ietvaros analizēti bioloģiskās daudzveidības rādītāji bioloģiski vecās dažādu sugu (priežu, egļu, bērzu un apšu) mežaudzēs, lai identificētu būtiskākos faktorus, ko varētu izmantot bioloģiskās daudzveidības palielināšanai saimnieciskajos mežos, tādējādi risinot gan bioekonomikas, gan dabas aizsardzības mērķus. Noskaidrots, ka kopējie veģetācijas daudzveidības rādītāji bioloģiski vecās un kontroles (pieaugušās) audzēs būtiski neatšķiras, savukārt galvenie sugu daudzveidību ietekmējoši faktori neatkarīgi no valdošās sugas ir audzes biežība, kā arī egļu piemistrojuma īpatsvars.

Apputeksnētājiem nozīmīgas platības

Apputeksnētāju dzīvotņu un barības bāzes saglabāšana ir cilvēces izdzīvošanai kritisks ekosistēmu pakalpojums. Pētījumu programmas ietvaros informācija par zemsedzes veģetācijas sastāvu iegūta aktivitātēs, kur vērtēta gan vienlaidu atjaunošanas cirtes ietekme, gan invazīvo sugu izplatība gar meža infrastruktūras objektiem, gan bioloģiskās daudzveidības aspekti vecajās mežaudzēs. Pašlaik no apputeksnētāju sugu atbalsta aspekta ir publicēti dati par veģetācijas atbildes reakciju uz meliorācijas grāvju atjaunošanu (Gerra-Inohosa et al. 2023), secinot, ka meliorācijas sistēmu atjaunošana būtiski izmaina vides apstākļus, veicinot lielāku ziedošo augu sugu daudzveidību, kas veido barības bāzi kukaiņiem-apputeksnētājiem. Līdzīgi rezultāti, kas apliecina antropogēni ietekmētu ekosistēmu nozīmi apputeksnētāju sugu daudzveidības

uzturēšanā iegūti arī citviet pasaulē (piemēram, Philips et al. 2020, Eckerter et al. 2023). 2025. gadā plānots sagatavot zinātnisku publikāciju par meža ceļu būves un rekonstrukcijas ietekmi uz šo aspektu. Šādā pašā griezumā, ņemot vērā tieši apputeksnētājiem nozīmīgas augu sugas, ir iespējams analizēt arī pārējos veģetācijas datus.

Invazīvo un potenciāli invazīvo sugu izplatība

Invazīvo un potenciāli invazīvo sugu izplatība ir nozīmīga slodze, kas var ietekmēt daudzus meža un saistīto ekosistēmu procesus. Pētījumu programmas gaitā ir analizēta invazīvo un potenciāli invazīvo augu sugu izplatības dinamika gar rekonstruētiem/jaunuzbūvētiem meža infrastruktūras objektiem. Dati liecina, ka meža meliorācijas sistēmas un meža ceļi ir potenciāli invazīvo augu sugu daudzlapu lupīnas un Kanādas zeltgalvītes izplatības koridori (Matisone et al. 2018), taču šo sugu izplatīšanās tālāk ceļiem blakus esošajos izcirtumos nav konstatēta (Lībiete un citi 2022). 2025. gadā tiks veikta pilna iegūto datu analīze.

Meža nekoksnes produktu nodrošinājums

Meža nekoksnes produkti, jo sevišķi meža sēnes un ogas, ir būtisks meža ekosistēmu devums cilvēkiem Latvijā. Visbiežāk sastopamās meža ogas ir mellenes, brūkleņi un avenes. Krājas kopšana palielina ogulāju (melleņu un brūkleņu) projektīvo segumu, kam ir cieša pozitīva korelācija ar ogu esamību. Kopumā ogu un sēņu ražām raksturīga liela variācija pa gadiem, reģionālā griezumā, kā arī pa meža tipu grupām. Būtisks melleņu un brūkleņu ražu ietekmējošs faktors ir meteoroloģiskie apstākļi – ražu negatīvi ietekmē salnas un zema gaisa temperatūra maijā, kā arī augsnes mitruma anomālijas iepriekšējā gada vasaras beigās. Pētījuma pēdējā gadā, izmantojot visus līdz šim iegūtos datus, tiks precizēti vienādojumi nozīmīgāko meža ogu sugu projektīvā seguma un ražas prognozēšanai.

Atpūtas iespējas un atpūtnieku preferences

Meža teritorijas, jo sevišķi ūdeņu tuvumā, ir nozīmīgi Latvijas iedzīvotāju atpūtas galamērķi. Būtiskākie atpūtas veidi meža ekosistēmās ir pastaigas, dabas vērošana un ritenbraukšana. Pie nozīmīgākajiem aktivitāšu veidiem pieskaitāma arī ogošana un sēņošana, kā mērķis ir ne vien meža nekoksnes produktu ieguve, bet arī atpūta (Lībiete un citi 2018). Izteikto preferenču analīze liecina, ka meža apmeklētāji augstu vērtē neskartu dabu, taču tajā pašā laikā novērojama zināma pretruna - empīriskie dati liecina, ka meža apmeklētājiem svarīgs ir arī visai augsts labiekārtojuma līmenis. Svarīga ir dabas teritorijas atrašanās tuvu dzīvesvietai, kā arī ērtas piekļuves iespējas. Lielākā daļa meža apmeklētāju kopumā ir apmierināti ar vides pieejamību un pielietotajiem meža apsaimniekošanas paņēmieniem un savas iespējas nodarboties ar atpūtu dabā vērtē kā pietiekamas. Viszemākā apmierinātība ar meža apsaimniekošanas paņēmieniem ir ogotāju un sēņotāju grupā (Jūrmalis et al. sagatavošanā). Latvijas iedzīvotājiem ļoti nozīmīga ir meža ainavas vizuālā kvalitāte. Priekšstatī par to, kādai šai ainavai ir jābūt, ir dziļi sakņoti gan kultūrā un tradīcijās, gan personiskajā pieredzē, tādēļ sagaidāms, ka skaidri pamanāmas meža ainavas izmaiņas izraisīs negatīvu sabiedrības reakciju. Meža ainavas kvalitātes aspektu nozīmi uzsver gan meža apmeklētāji, gan aktīvās atpūtas aktivitāšu organizētāji (Lībiete un citi 2023).

Kopsavilkums

Latvijas meža ekosistēmu daudzveidība, sarežģītās mijiedarbības starp meža iekšējiem komponentiem un blakus esošajām ekosistēmām, kā arī mainīgo ārējo faktoru ietekme neļauj izveidot vienotu rekomendāciju kopu, kas būtu izmantojama mežsaimniecības un meža infrastruktūras precīzai plānošanai. Tādēļ šī nodaļa izmantojama kā rekomendējošs ietvars meža apsaimniekošanai, apkopojot datus balstītas atziņas par ekosistēmu procesu izmaiņām antropogēnu un citu faktoru rezultātā. Daudzveidīgu ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu atbalstoša mežsaimniecība sevī ietver ekosistēmu regulējošās kapacitātes stiprināšanu, veicinot to

pielāgošanos izmaiņām un kritisko funkciju saglabāšanu. Īstenojot ekosistēmu pakalpojumu pieeju, ir svarīgi izzināt un ņemt vērā ieinteresēto pušu viedokli, kā arī veidot uz savstarpējo sapratni virzītu dialogu ar dažādām sabiedrības grupām, kas ekosistēmu pakalpojumus izmanto. Pētījumu programmas “Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistītajām ekosistēmām” ietvaros iegūtie empīriskie rezultāti ļauj labāk izprast meža ekosistēmās notiekošos procesus un to izmaiņu likumsakarības. Šī izpratne gan meža apsaimniekotājiem, gan citiem meža ekosistēmu pakalpojumu lietotājiem ļauj uz meža resursu apsaimniekošanu palūkoties plašāk, ņemot vērā meža ekosistēmu procesu un funkciju daudzveidību un savstarpējās mijiedarbības.

Literatūra

1. Carpenter, S.R., DeFries, R., Dietz, T., Mooney, H.A., Polasky, S., Reid, W.V. and Scholes, R.J., 2006. Millennium ecosystem assessment: research needs. *Science*, 314(5797), pp.257-258.
2. Carrasco De La Cruz, P.M., 2021. The knowledge status of coastal and marine ecosystem services-challenges, limitations and lessons learned from the application of the ecosystem services approach in management. *Frontiers in Marine Science*, 8, p.684770.
3. Donis J., Pentjuša L., Gerra-Inohosa L., Zdors L., Bambe B., Meiere D., Pilāte D., Straupe I., Jansone B., Lībiete Z., Jansons Ā. 2024. Conservation values in black alder forests adjacent to managed stands: spatial and temporal aspects. Iesniegts publicēšanai.
4. Eckerter, T., Erbacher, J., Wolf, W., Braunisch, V. and Klein, A.M., 2023. Verges Along Forest Roads Promote Wild Bees. *Forest Science*, 69(2), pp.167-177.
5. Gerra-Inohosa, L., Lībiete, Z. and Matisone, I., 2023. Vegetation response to forest ditch reconstruction: Promoting a potential habitat for insect-pollinated plant species? *Forestry Studies*, 79(1), pp.135-150.
6. Gerra-Inohosa, L., Matisons, R., Jansone, D., Jansons, Ā. and Lībiete, Z., 2023. The Role of Retention Trees in Providing a Habitat for Bryophytes and Lichens in Young Forest Stands: A Mid-Term Perspective. *Diversity*, 15(7), p.870.
7. Jansone, D., Matisons, R., Gerra-Inohosa, L., Lībiete, Z. and Jansons, Ā., 2023. Dead Better than Alive—The Case of Retention Trees and Tree-Related Microhabitats in Young Stands of Hemiboreal Forests in Latvia. *Forests*, 14(10), p.1949.
8. Kalvīte, Z., Lībiete, Z. and Kļaviņš, I., 2019. The efficiency of forest drainage system sedimentation ponds in the context of water quality. *RURAL DEVELOPMENT 2019*, 1, p.95.
9. Kļaviņa, Z. and Kļaviņš, I., 2021. Solutions and effectiveness of water protection structures in forest drainage system maintenance: examples from Latvia. In *Rural Development: Proceedings of the International Scientific Conference* (pp. 94-100).
10. Klavins, I., Bardule, A., Klavina, Z. and Libiete, Z., 2023. Harvest Intensity Impacts Nutrient Status and Young Stand Development in Latvian Hemiboreal Forest. *Forests*, 14(4), p.764.
11. Kļaviņš, I., Bārdule, A., Kļaviņa, Z. and Lībiete, Z., 2024. Increased Hg Methylation Risks in Management-Induced Terrain Depressions in Forests with Organic-Matter-Rich Soils. *Hydrology*, 11(2), p.26.
12. Klavins, I. and Kļaviņa, Z., 2021. Development of Young Stands after Whole Tree Harvesting and Whole Tree Harvesting Combined with Stump Biomass Extraction. In *Rural Development: Proceedings of the International Scientific Conference* (pp. 236-241).
13. Libiete, Z.A., Bardule, I.K., Kalvite, Z. and Lazdins, A., 2019. Medium-term impact of stump harvesting on general soil parameters in Hylocomiosa site type. *RESEARCH FOR RURAL DEVELOPMENT*, 1.
14. Lībiete Z. un citi. 2018. Pārskats par pētījuma “Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem” 2017. gada rezultātiem. Salaspils, 271 lpp.
15. Lībiete Z. un citi. 2022. Pārskats par pētījuma “Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem” 2021. gada rezultātiem. Salaspils, 198 lpp.
16. Lībiete Z. un citi. 2023. Pārskats par pētījuma “Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem” 2022. gada rezultātiem. Salaspils, 214 lpp.
17. Liepiņa, A.A., Jansone, D., Elferts, D., Barone, I., Donis, J. and Jansons, Ā., 2024. The Effects of the Selective Removal of Adjacent Trees on the Diversity of Oak-Hosted Epiphytes and Tree-Related Microhabitats. *Plants*, 13(21), p.3019.
18. LVĢMC. 2024. Ūdens kvalitāte. Pieejams: <https://videscentrs.lv/gmc.lv/lapas/udens-kvalitate>
19. Matisone I., Zumberga A., Lībiete Z., Gerra-Inohosa L. and Jansons J, 2018. The impact of forest infrastructure reconstruction on expansion of potentially invasive plant species: First results from a study in Latvia. *Journal of Forest Science* 64(8): 353-357
20. Phillips, B.B., Wallace, C., Roberts, B.R., Whitehouse, A.T., Gaston, K.J., Bullock, J.M., Dicks, L.V. and Osborne, J.L., 2020. Enhancing road verges to aid pollinator conservation: A review. *Biological Conservation*, 250, p.108687.

21. Potschin-Young, M., Haines-Young, R., Görg, C., Heink, U., Jax, K. and Schleyer, C., 2018. Understanding the role of conceptual frameworks: Reading the ecosystem service cascade. *Ecosystem Services*, 29, pp.428-440.
22. Rozas-Vasquez, D., Fuerst, C. and Geneletti, D., 2019. Integrating ecosystem services in spatial planning and strategic environmental assessment: The role of the cascade model. *Environmental Impact Assessment Review*, 78, p.106291.
23. Scheffer, M. and Carpenter, S.R., 2003. Catastrophic regime shifts in ecosystems: linking theory to observation. *Trends in ecology & evolution*, 18(12), pp.648-656.
24. Tripathi, A.H., Mehrotra, S., Kumari, A., Bajpai, R., Joshi, Y., Joshi, P., Tewari, L.M., Rai, R.C. and Upadhyay, S.K., 2022. Lichens as bioremediation agents—A review. *Synergistic Approaches for Bioremediation of Environmental Pollutants: Recent Advances and Challenges*, pp.289-312.

2. Ilgtspējīga ūdens resursu aizsardzība

2.1. Dažādas intensitātes biomasas izvākšanas galvenajā cirtē ietekme uz nākamās meža paaudzes augšanas gaitu, vielu apriti, bioloģisko daudzveidību

2.1.1. Nokrišņu, nobiru, augsnes ūdens un noteces ķīmiskā sastāva monitorings skuju koku audzēs

Pamatojums

Bioekonomikas principu ieviešana paredz atjaunojamo dabas resursu izmantošanu ilgtspējīgā veidā, mazinot atkarību no fosilajiem resursiem un risinot ar to izmantošanu saistītās vides problēmas (Bugge et al. 2019). Koksnes biomasas izmantošana enerģētikā ES uzrāda pieaugošu tendenci (European Commission, 2022). Dokumenti, piemēram, Latvijas Bioekonomikas stratēģija un Eiropas Meža stratēģija, paredz dažādot meža ekosistēmu pakalpojumus, tostarp enerģētisko koksni, kas var samazināt fosilo resursu izmantošanu un stiprināt enerģētisko neatkarību (LR Zemkopības ministrija 2017, European Commission 2021). Tomēr nepieciešama zinātniska analīze par intensīvas biomasas izvākšanas ietekmi uz augsni, ūdeni, bioloģisko daudzveidību un kokaudzes produktivitāti.

Pētījumi norāda uz barības vielu zudumiem pēc visas biomasas izvākšanas, īpaši, ja tiek izvāktas skujas un lapas (Achat et al. 2015, Bessaad 2021). Vācijā un Somijā veiktos pētījumos noskaidrots, ka intensīva biomasas izvākšana ietekmē barības vielu līdzsvaru, bet ne vienmēr veicina koku augšanas pasliktināšanos (Knust et al. 2016, Kaarakka et al. 2014). Zviedrijā un Lielbritānijā skābās augsnēs novērojami lielāki riski (Akselsson 2021, Walmsley et al. 2009). Pētījumi uzsver lokālo apstākļu nozīmi un nepieciešamību pēc ilgtermiņa datiem (Vangansbeke et al. 2015).

Augsnes ūdens pH, nitrātu, fosfātu un kālija koncentrācija ir būtiski ekosistēmas veselības indikatori (Wolt 1994, Smethurst 2000, Johnson et al. 2018). Baltijas jūras reģionā, arī Latvijā, virszemes ūdeņu difūzais piesārņojums ar biogēnajiem elementiem, piemēram, nitrātiem un fosfātiem, ir nozīmīga problēma, kas ietekmē ūdens kvalitāti un veicina eitrofikāciju, tādēļ nepieciešama izpratne par to, kā dažādi zemes apsaimniekošanas veidi ietekmē barības vielu apriti.

Pētījuma mērķis ir izpētīt mežizstrādes ar visas virszemes biomasas izvākšanu un mežizstrādes ar stumbru biomasas izvākšanu ietekmi uz vielu apriti, jaunaudžu augšanas gaitu un zemsedzes veģetāciju skuju koku audzēs.

Pētījuma virzība.

Nokrišņu, nobiru, augsnes ūdens, gruntsūdens un virszemes ūdens paraugu ņemšana un ķīmiskā analīze Zinātniskās izpētes mežu Kalsnavas meža novadā ierīkotajos trijos pētījuma objektos lānā, damaksnī un šaurlapju kūdrenī uzsākta 2012.gadā un aptver veģetācijas sezonu (aprīlis/maijs-septembris/oktobris). 2013. gada sākumā visos trijos objektos veikta dažādas intensitātes vienlaidu atjaunošanas cirte – ar visas virszemes biomasas (VB) izvākšanu un ar stumbru biomasas (SB) izvākšanu. Eksperiments ierīkots atbilstoši BACI (*before-after-control-impact*) principam (Smith 2002); objekti, lauka darbu un analīžu metodes un līdzšinējie rezultāti raksturoti šīs pētījumu programmas 1.etapa pārskatā (Lībiete un citi, 2022) un iepriekšējās pētījumu programmas 2.etapa pārskatā (Lībiete un citi, 2012).

Iepriekšējos gados iegūtie rezultāti analizēti publikācijā Kļaviņš et al. 2023. **Harvest Intensity Impacts Nutrient Status and Young Stand Development in Latvian Hemiboreal Forest.** *Forests* 14: 764, <https://doi.org/10.3390/f14040764>.

Iepriekšējos gados iegūtie rezultāti apkopoti un izmantoti arī publikācijā, lai modelētu mežsaimniecības ietekmi uz paskābināšanās kritiskajām slodzēm. Kļaviņa et al. 2024. **Acidification level variability in hemiboreal production forest drained peatland catchments and after different intensity regeneration fellings using critical loads modelling approach.**

Publikācija iesniegta *Journal of Environmental Management (JEM)*, un pašlaik iesniegta tās uzlabotā versija atbilstoši recenzentu komentāriem.

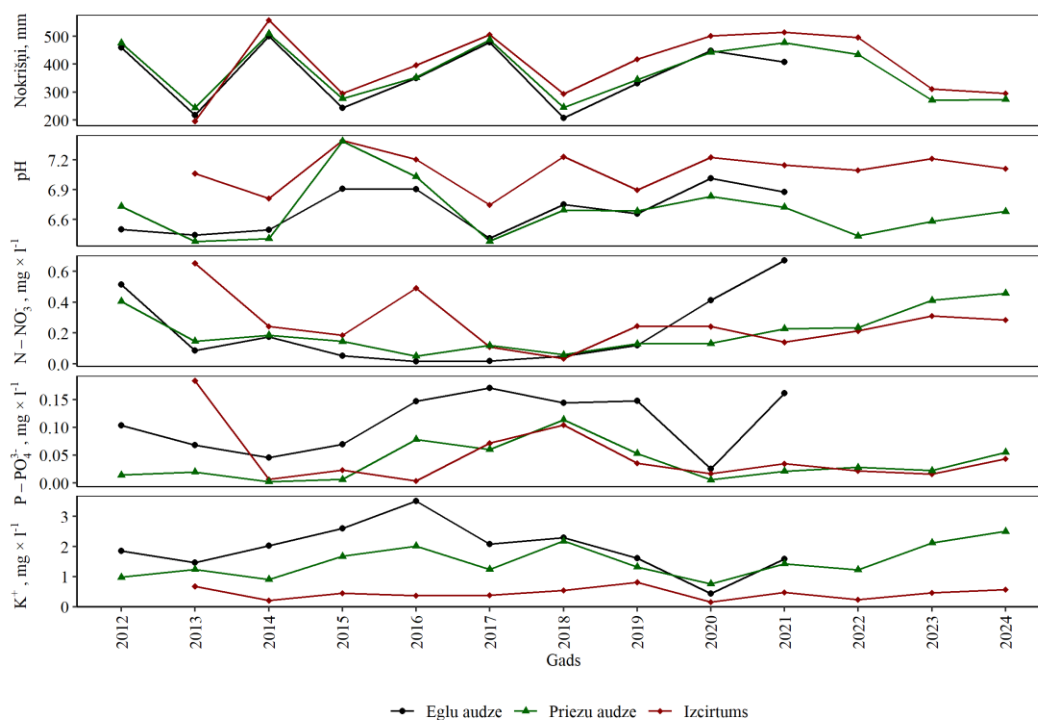
2024. gadā līdz pārskata sagatavošanas brīdim paņemtas piecas vides paraugu sērijas, un no laboratorijas saņemti ķīmisko analīžu rezultāti par četrām pilnām paraugu sērijām, kā arī par piekto paraugu sēriju lielākā daļa testēto parametru. Tā kā šī ir monitoringa aktivitāte, kas atbilstoši vienai un tai pašai metodikai tiek turpināta katru gadu, šajā pārskatā ir iekļauti galvenie rezultāti apkopotā veidā, īsi raksturojot nozīmīgākos vielu apriti raksturojošos parametrus (pH, NO_3^- -N, PO_4^{3-} -P, K). Pārējo parametru kopsavilkums pievienots 3. pielikumā. Pilna datu analīze tiks veikta pēdējā pētījuma gadā.

Rezultāti

Nokrišņu ķīmiskais sastāvs

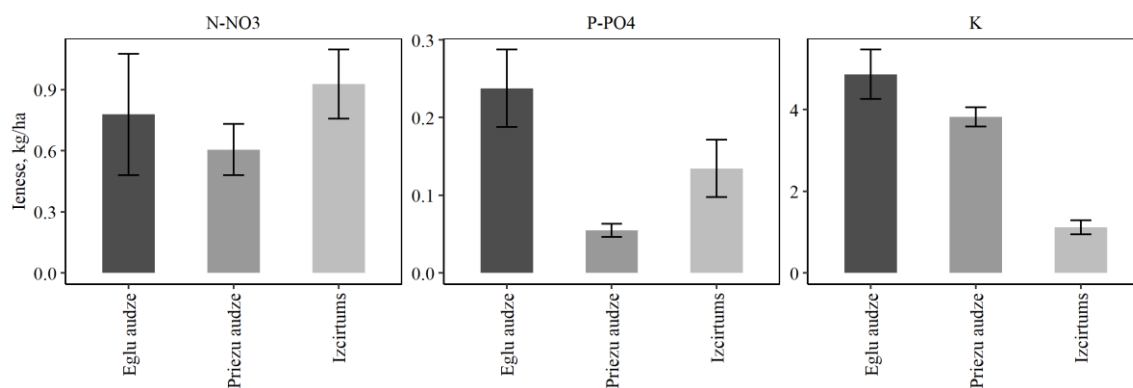
Sākot no 2022. gada, nokrišņu apjoms, ķīmiskais sastāvs un ienese aprēķināta/attēlota priežu audzei un izcirtumam, jo kūdreņa objektā kontroles parauglaukumā (egļu audzē) veikta vienlaidu sanitārā cirte vēja bojājumu un egļu astonezību mizgrauža invāzijas dēļ.

2024. gada veģetācijas sezonas nokrišņu daudzums bijis līdzīgs 2023. gadā konstatētajam jeb mazāks nekā iepriekšējos pētījuma gados (2.1. attēls). Konstatēta neliela pH, nitrātu, fosfātu un kālija koncentrācijas palielināšanās priežu audzēs, turpretim izcirtumā pH un nitrātu koncentrācija nedaudz samazinājās; fosfātu un kālija koncentrācijas nedaudz pieauga.



2.1. attēls. Nokrišņu daudzums, pH un elementu koncentrācijas nokrišņos 2012.-2024. gadā

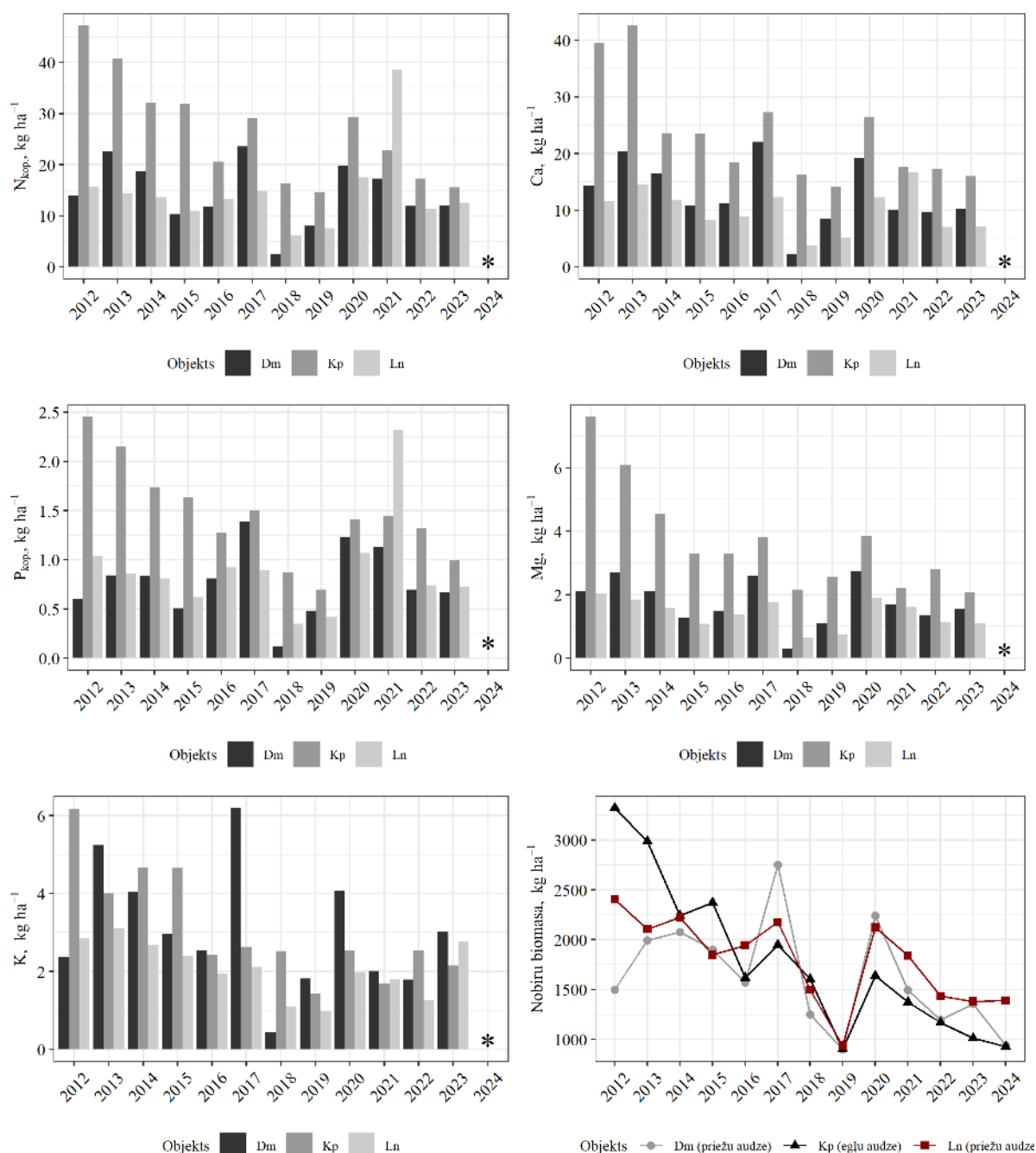
Lielākās nitrātu ieneses ar nokrišņiem konstatētas izcirtumā, bet lielākās fosfātu un kālija ieneses – egļu audzē (2.2. attēls). Egļu audzē koku vainagu caurteces rezultātā tika izskalots lielāks daudzums kālija nekā priežu audzēs, taču egļu audze spējusi uztvert vairāk nitrātjonu no nokrišņiem. Rezultāti liecina, ka priežu audzes ir uztvērušas fosfātjonus no nokrišņiem, kamēr egļu audzē nokrišņi ir papildus izskalojuši fosfātjonus no koku vainagiem.



2.2. attēls. Nitrātu, fosfātu un kālija ienese ar nokrišņiem Ln, Dm un Kp objektos 2012-2024. gadā

Nobiru ķīmiskais sastāvs

2024. gadā, salīdzinot ar iepriekšējā gada veģetācijas sezonu, nobiru biomasa ir samazinājusies Dm objektā (2.3.attēls); nobiru biomasas samazinājums ir novērots visās nobiru frakcijās (valdošās koku sugas skujas; citu koku sugas skujas vai lapas; citas nobiras (insekti, fekālijas)), izņemot nobiru frakciju, ko veido zari un mizas, kurā novērots neliels biomasas palielinājums. Kp objektā 2024. gadā, salīdzinot ar iepriekšējā gada veģetācijas sezonu, nobiru biomasa ir nedaudz samazinājusies, kas galvenokārt saistīts ar nobiru biomasas apjoma samazinājumu frakcijā, ko veido zari un mizas. Ln objektā nobiru biomasa 2024. gadā ir saglabājusies 2023. gada apjomā (2.3.attēls). Kopumā nobiru biomasas samazināšanās tendence (īpaši pēdējo 3-4 gadu laikā) saistīta ar koku vainaga seguma samazinājumu sanitārās cirtes rezultātā, kas veikta pētījuma objektos.

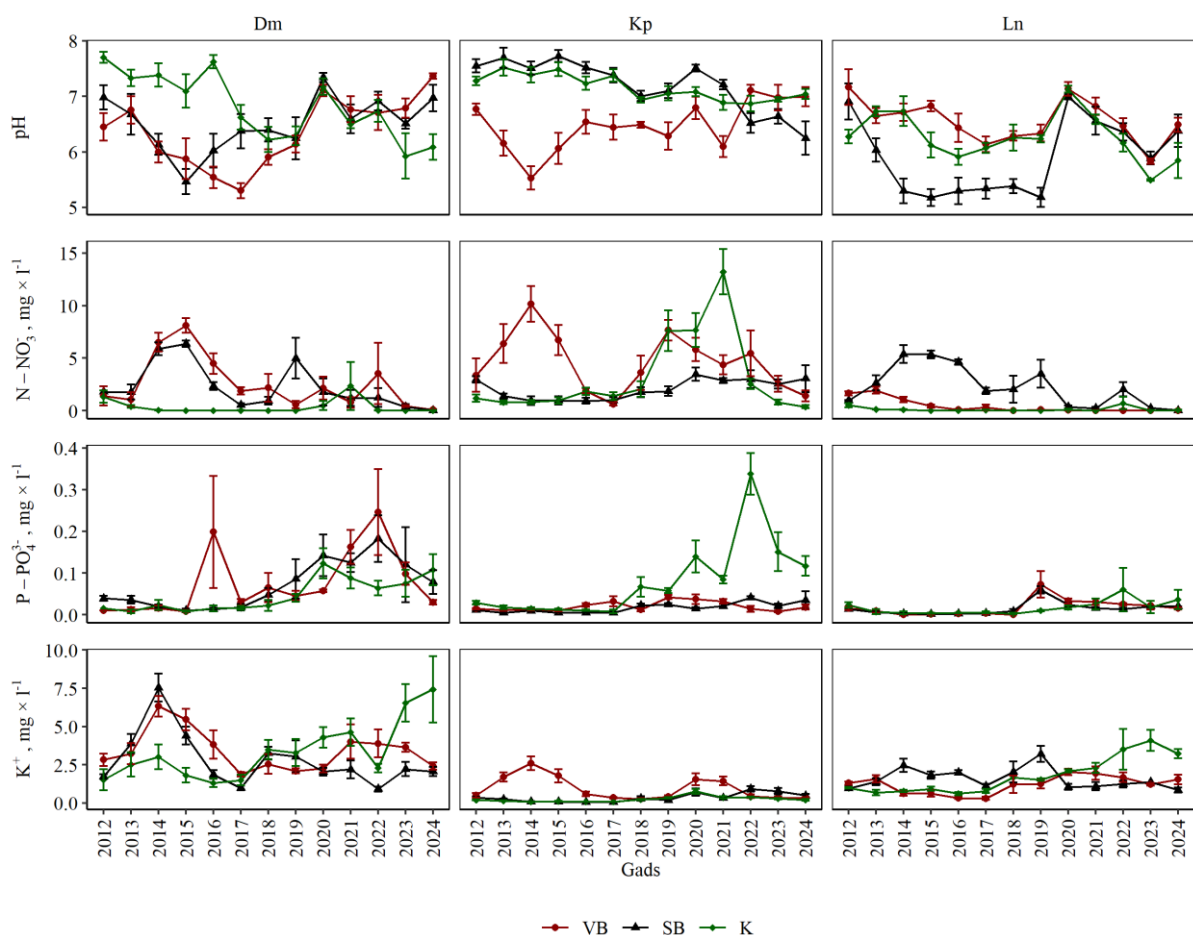


*Informācija par trūkstošajiem elementiem tiks pievienota pēc laboratorijas analīžu rezultātu saņemšanas

2.3. attēls. Ķīmisko elementu ienese ar nobirām un nobiru apjoms 2012.-2024. gadā

Augsnes ūdens ķīmiskais sastāvs

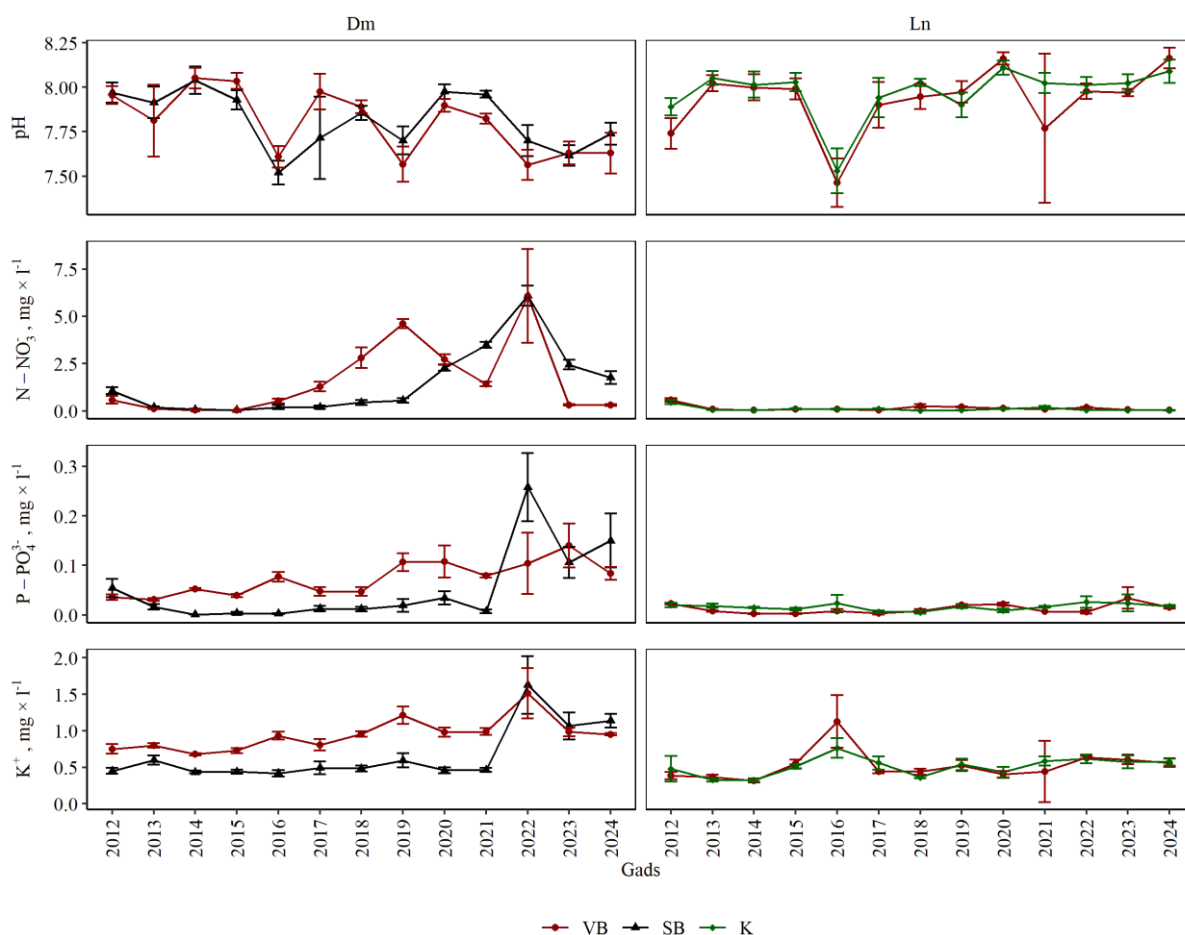
Abos objektos sausieņu mežos pēdējos gados novērotā paskābināšanās tendence 2024. gadā vairs nav novērota, pH vērtības ir paaugstinājušās abu objektu visos parauglaukumos (2.4. attēls). Kūdrēnī pH VB parauglaukumā ir nostabilizējies kontroles (K) parauglaukuma līmenī, taču SB parauglaukumā novērota turpmāka paskābināšanās. Nitrātu un fosfātu koncentrācija lielākajā daļā parauglaukumu visos objektos samazinājusies vai saglabājusies būtiski nemainīga, savukārt kālija koncentrācijai damaksnī vērojama pieaugoša tendence, kā arī lānā tā ir paaugstināta kontroles parauglaukumos. Kopumā izmaiņas augsnes ūdens ķīmiskajos rādītājos ir mazākas nekā iepriekšējās sezonās.



2.4. attēls. Augsnes ūdens pH, nitrātu, fosfātu un kālija koncentrācijas Ln, Dm un Kp objektos 2012-2024. gadā

Gruntsūdens ķīmiskais sastāvs

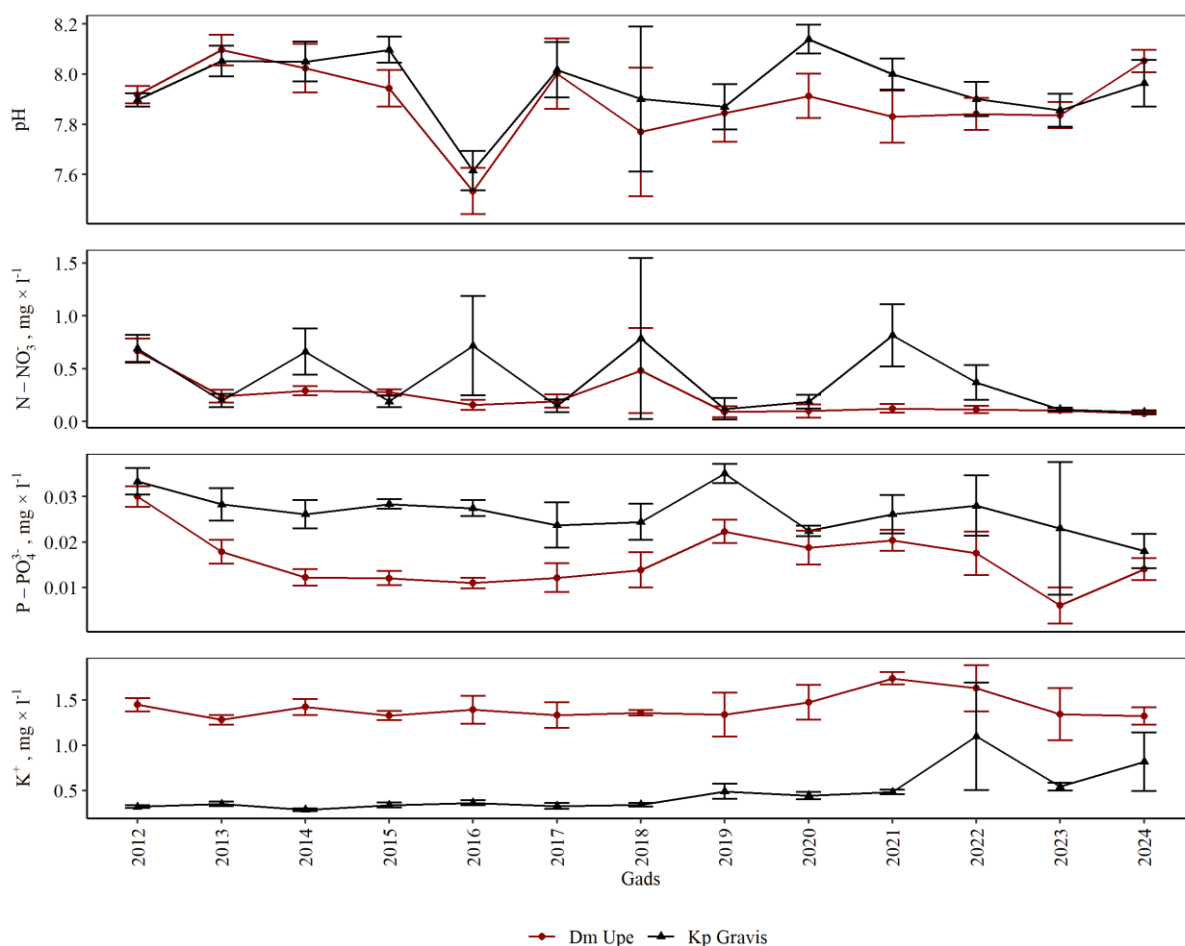
Gruntsūdens aku izvietojuma dēļ ir iespējams salīdzināt variantus sausieņu mežu objektos – abus parauglaukumus ar dažādas intensitātes mežizstrādi damaksnī un kontroles parauglaukumu ar parauglaukumu, kur izvēkta visa virszemes biomasa lānā. Abos objektos pH vērtību izmaiņas gruntsūdenī, salīdzinot ar iepriekšējo gadu, mainījušās nebūtiski un svārstās ar līdzīgām tendencēm salīdzinātajos variantos (2.5. attēls). Gruntsūdens nitrātu koncentrācija lānā saglabājusies ļoti zema un nemainīga, bet abos damakšņa parauglaukumos – samazinājusies. Damaksnī fosfātu koncentrācija pēdējos divos gados saglabājusies nemainīgā līmenī bez būtiskām atšķirībām starp izstrādes variantiem. Lānā būtiskas fosfātu koncentrācijas izmaiņas gruntsūdenī netika konstatētas. Pēdējos divos-trīs gados abos objektos visos parauglaukumos kālija koncentrācija būtiski nav mainījusies.



2.5. attēls. Gruntsūdens pH, nitrātu, fosfātu un kālija koncentrācijas Dm un Ln objektos 2012.-2024. gadā

Virszemes ūdens ķīmiskais sastāvs

Virszemes ūdens ķīmiskais sastāvs tiek vērtēts Svirējas upē blakus objektam damaksnī un meliorācijas grāvī blakus objektam kūdrenī (2.6. attēls). Gan upē, gan grāvī 2024. gadā novērota neliela pH paaugstināšanās; nitrātu un kālija koncentrācija būtiski nav mainījusies. Fosfātu koncentrācija grāvī arī mainījusies nebūtiski, taču upē novērots tās pieaugums.



2.6. attēls. Virszemes ūdens pH, nitrātu, fosfātu un kālija koncentrācijas Dm un Kp objektos 2012.-2024. gadā

Kopsavilkums

2024. gada veģetācijas sezonā nedaudz pieaugušas nitrātu, fosfātu un kālija koncentrācijas nokrišņos priežu audzē, kamēr izcirtumā novērotas nelielas pretējas tendences, izņemot fosfātu koncentrāciju, kas pieaugusi arī izcirtuma nokrišņos. Salīdzinot ar iepriekšējo gadu, nobiru biomasa objektos saglabājusies līdzīga kā iepriekšējā gadā vai nedaudz samazinājusies. Sausieņu objektos augsnes ūdens paskābināšanās vairs netika novērota, taču kūdrenī stumbru izvākšanas parauglaukumā tā turpinājusies. Arī šogad kālija koncentrāciju palielinājums novērots sausieņu objektu kontroles parauglaukumu augsnes ūdenī. Gruntsūdens ķīmiskais sastāvs kopš iepriekšējā gada mainījies nebūtiski. Virszemes ūdeņos novērota pH paaugstināšanās un fosfātu koncentrācijas pieaugums upē.

Literatūra

1. Achat, D.L., Deleuze, C., Landmann, G., Pousse, N., Ranger, J. and Augusto, L., 2015. Quantifying consequences of removing harvesting residues on forest soils and tree growth—A meta-analysis. *Forest Ecology and Management*, 348, pp.124-141.
2. Akselsson, C., Kronnäs, V., Stadlinger, N., Zanchi, G., Belyazid, S., Karlsson, P.E., Hellsten, S. and Karlsson, G.P., 2021. A combined measurement and modelling approach to assess the sustainability of whole-tree harvesting—a swedish case study. *Sustainability*, 13(4), p.2395.
3. Bessaad, A., Bilger, I. and Korboulewsky, N., 2021. Assessing biomass removal and woody debris in whole-tree harvesting system: Are the recommended levels of residues ensured?. *Forests*, 12(6), p.807.

4. Bugge, M.M., Hansen, T. and Klitkou, A., 2019. What is the bioeconomy?. In *From Waste to Value* (pp. 19-50). Routledge.
5. European Commission. 2021. New EU Forest Strategy for 2030. Brussels. 28 p.
6. European Commission. 2022. EU Bioeconomy Strategy Progress Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 109 p.
7. Kaarakka, L., Tamminen, P., Saarsalmi, A., Kukkola, M., Helmisaari, H.S. and Burton, A.J., 2014. Effects of repeated whole-tree harvesting on soil properties and tree growth in a Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stand. *Forest Ecology and Management*, 313, pp.180-187.
8. Knust, C., Schua, K. and Feger, K.H., 2016. Estimation of nutrient exports resulting from thinning and intensive biomass extraction in medium-aged spruce and pine stands in Saxony, Northeast Germany. *Forests*, 7(12), p.302.
9. Lībiete, Z. un citi. 2012. Atskaite par pētījuma "Metodes un tehnoloģijas meža kapitālvērtības palielināšanai" virziena "Mežsaimniecisko darbību ietekmes uz vidi un bioloģisko daudzveidību izpēti" otrā etapa darba uzdevumu izpildi. Salaspils, 107 lpp.
10. Lībiete Z. un citi. 2022. Pārskats par pētījuma "Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem" 2021. gada rezultātiem. Salaspils, 201 lpp
11. LR Zemkopības ministrija. 2017. Latvijas Bioekonomikas stratēģija 2030. 30 lpp.
12. Smith, E.P., 2002. BACI design. *Encyclopedia of Environmetrics*, 1, pp.141-148.
13. Vangansbeke, P., De Schrijver, A., De Frenne, P., Verstraeten, A., Gorissen, L. and Verheyen, K., 2015. Strong negative impacts of whole tree harvesting in pine stands on poor, sandy soils: A long-term nutrient budget modelling approach. *Forest Ecology and Management*, 356, pp.101-111.
14. Walmsley, J.D., Jones, D.L., Reynolds, B., Price, M.H. and Healey, J.R., 2009. Whole tree harvesting can reduce second rotation forest productivity. *Forest Ecology and Management*, 257(3), pp.1104-1111.
15. Wolt, J.D., 1994. Soil solution chemistry: applications to environmental science and agriculture. John Wiley and Sons, New York. 345 p.

2.1.2. Jaunaudžu augšanas gaitas mērījumi skuju koku audzēs

Pamatojums

Vairāki pētījumi liecina, ka ciršanas paņēmieni ietekme uz mežaudzes produktivitāti nav viennozīmīga, salīdzinot pilnas virszemes biomasas un tikai stumbru izvākšanu (Wall, 2012). Dažos pētījumos secināts, ka ražības izmaiņas vairāk atkarīgas no konkrētai vietai un koku sugām raksturīgajām īpašībām. Piemēram, Kaarakka et al. (2014) pētījumā netika konstatēta būtiska ietekme uz egļu ražību, savukārt Egnell (2016) atklāja negatīvu ietekmi uz egļu, bet pozitīvu ietekmi uz priežu ražību.

Cirmā atstātās atliekas, sadaloties vairāku gadu laikā, var nodrošināt nākamo koku paaudzi ar barības vielām (Hosseini Bai et al., 2014; Pearson et al., 2017; Vávřová et al., 2009). Turklāt šīs atliekas spēj saistīt barības vielas, novēršot to izskalošanos (Barber & Van Lear, 1984), un var samazināt veģetācijas konkurenci ar koku stādiem (Fahey et al., 1991). Taču barības vielām bagātu koku galotņu, zaru un lapu/skuju aizvākšana var izraisīt ilgstošu barības vielu disbalansu un negatīvi ietekmēt audzes ražību (Helmisaari et al., 2011; Tveite & Hanssen, 2013).

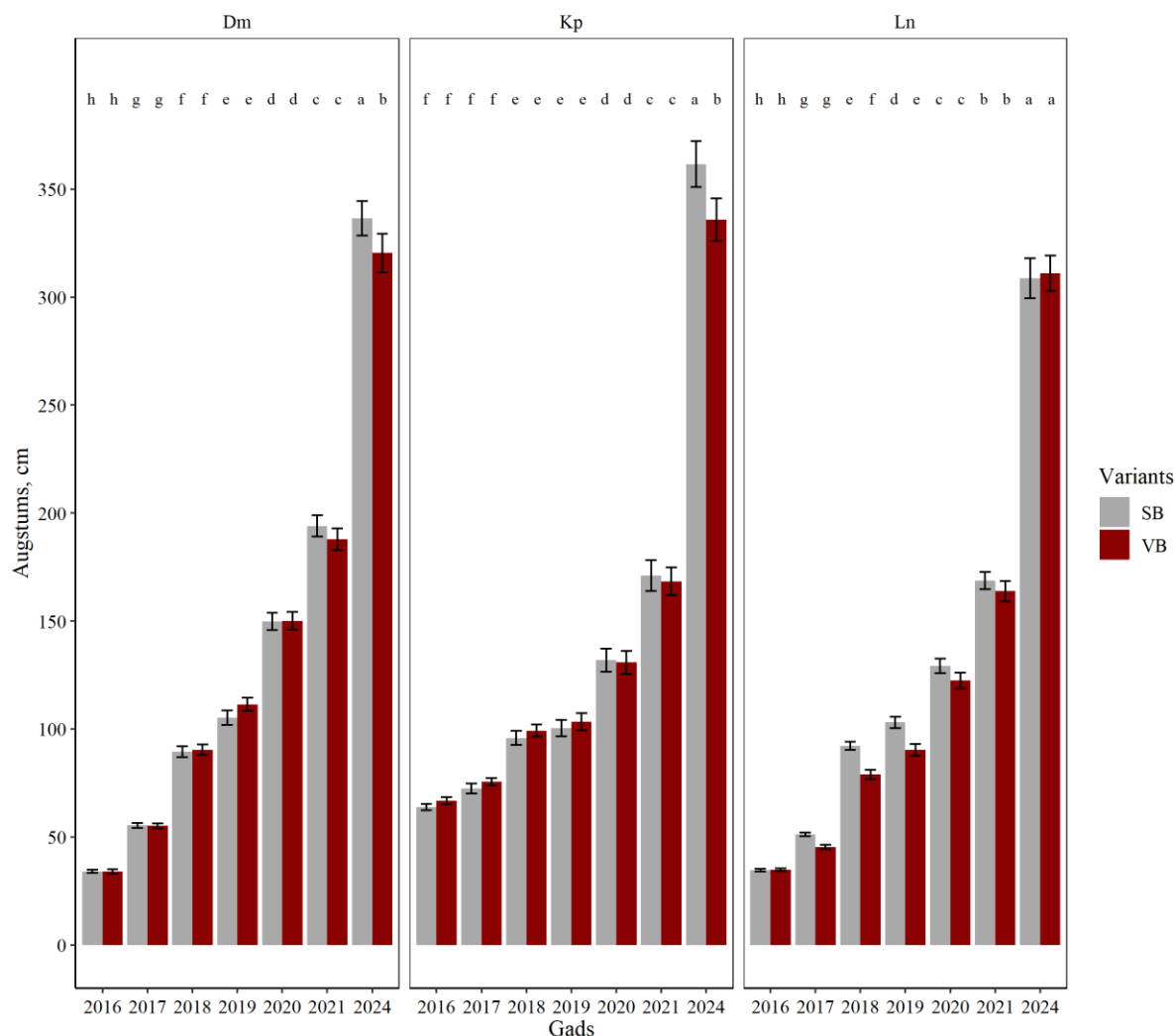
Pētījuma virzība

Lai noskaidrotu, vai pastāv atšķirības starp jaunaudžu augšanas gaitu platībā, kur izvākta stumbru biomasa (SB), un platībā, kur izvākta visa virszemes biomasa (VB), 2016. gada maijā, 2017. gada aprīlī, 2018. gada maijā, 2019. gada aprīlī, 2020. gada aprīlī, 2021. gada maijā un 2024. gada aprīlī objektos (damaksnis, kūdrenis, lāns) tika veikta koku uzskaite, katrā parauglaukumā ierīkojot četrus vienmērīgi izvietotus aplveida uzskaites laukumus ar rādiusu 5.64 m (platība 100 m²) un uzskaitot gan stādītos, gan dabiski ieaugušos kociņus 10 cm augstuma klasēs. Stādītajiem kociņiem mērīts precīzs augstums un sakņu kakla diametrs.

Rezultāti

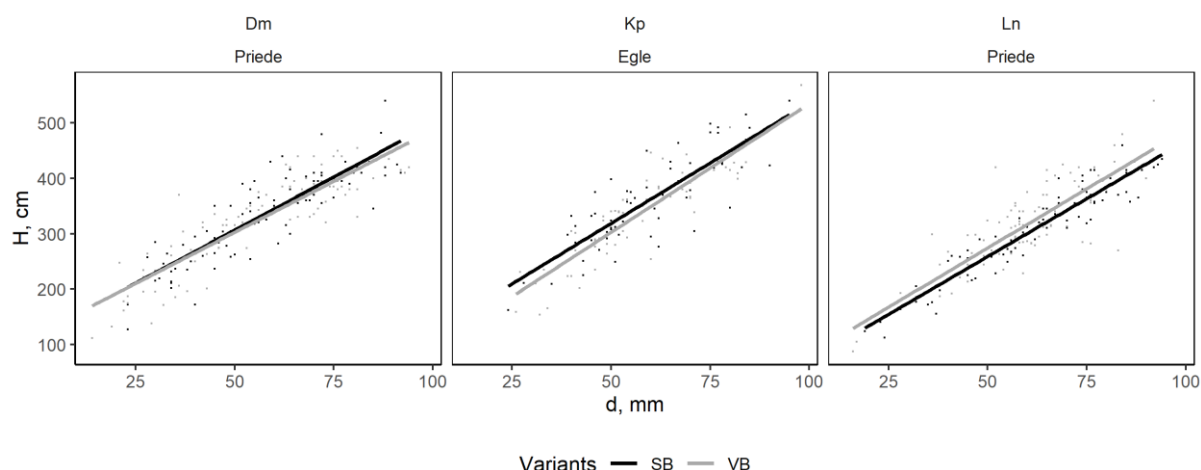
Damaksnī un kūdrenī līdz pat 2021. gadam netika konstatētas statistiski būtiskas koku augšanas gaitas atšķirības parauglaukumos ar dažādiem mežistrādes variantiem, taču 2024. gadā koki damaksnī un kūdrenī lielāku augstumu bija sasnieguši SB variantā (2.7. attēls). Savukārt lānā

būtiskas atšķirības pēdējā uzskaites gadā konstatētas netika, taču koku augšanas sākuma gados (2018. un 2019. gadā) būtiski augstāki koki konstatēti SB variantā.



2.7. attēls. Stādīto koku vidējais augstums skujkoku virszemes biomasas izvākšanas objektos. Nogriežņi attēlo standartklūdas; dažādi burti norāda uz statistiski būtiskām atšķirībām

Damaksnī un kūdrenī konstatēta līdzīga koku augstuma un sakņu kakla diametra attiecība abos izstrādes variantos (2.8. attēls). Savukārt lānā koki ar nedaudz lielāku sakņu kakla diametru konstatēti SB variantā.



2.8. attēls. Koku augstumi atkarībā no sakņu kakla diametra 2024. gadā skujkoku virszemes biomasas izvērtēšanas objektos

Kopsavilkums

Pēdējā jaunaudzju augšanas gaitas mērījumu reizē koki damaksnī un kūdrenī sasnieguši būtiski lielāku augstumu SB variantā, savukārt lānā SB variantā konstatēti koki ar nedaudz lielāku sakņu kakla diametru nekā VB variantā. Atšķirību tendenču izmaiņas pa gadiem norāda uz nepieciešamību jaunaudzes attīstībai sekot ilgākā laika periodā.

Literatūra

1. Barber, B.L. and Van Lear, D.H. (1984) 'Weight Loss and Nutrient Dynamics in Decomposing Woody Loblolly Pine Logging Slash', Soil Science Society of America Journal, 48(4), p. 906. Available at: <https://doi.org/10.2136/sssaj1984.03615995004800040041x>.
2. Egnell, G. (2016) 'Effects of slash and stump harvesting after final felling on stand and site productivity in Scots pine and Norway spruce', Forest Ecology and Management, 371, pp. 42–49. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.03.006>.
3. Fahey, T.J. et al. (1991) 'Nutrient accumulation in vegetation following conventional and whole-tree harvest of sitka spruce plantations in North Wales', Forestry [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1093/forestry/64.3.271>.
4. Helmisaari, H.S. et al. (2011) 'Logging residue removal after thinning in Nordic boreal forests: Long-term impact on tree growth', Forest Ecology and Management [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.02.015>.
5. Hosseini Bai, S., Blumfield, T.J. and Reverchon, F. (2014) 'The impact of mulch type on soil organic carbon and nitrogen pools in a sloping site', Biology and Fertility of Soils [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00374-013-0829-z>.
6. Kaarakka, L. et al. (2014) 'Effects of repeated whole-tree harvesting on soil properties and tree growth in a Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) stand', Forest Ecology and Management [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.11.009>.
7. Pearson, M., Laiho, R. and Penttilä, T. (2017) 'Decay of Scots pine coarse woody debris in boreal peatland forests: Mass loss and nutrient dynamics', Forest Ecology and Management [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.07.021>.
8. Tveite, B. and Hanssen, K.H. (2013) 'Whole-tree thinnings in stands of Scots pine (Pinus sylvestris) and Norway spruce (Picea abies): Short- and long-term growth results', Forest Ecology and Management [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.02.029>.
9. Vávřová, P., Penttilä, T. and Laiho, R. (2009) 'Decomposition of Scots pine fine woody debris in boreal conditions: Implications for estimating carbon pools and fluxes', Forest Ecology and Management [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.09.017>.
10. Wall, A. (2012) 'Risk analysis of effects of whole-tree harvesting on site productivity', Forest Ecology and Management [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.07.012>.

2.1.3. Nokrišņu, augsnes ūdens un noteces ķīmiskā sastāva monitorings lapu koku audzēs

Pamatojums

Vielu aprite mežā ir cieši saistīta ar kokaudzi veidojošajām sugām. Koku vainagi būtiski ietekmē nokrišņu caurtecēs daudzumu (Calder et al., 2003) un to ķīmisko sastāvu (Sollins et al., 1980; Lovett and Lindberg, 1993). Piemēram, Dānijā zem lapu koku vainagiem novērota mazāka slāpekļa ienese (Gundersen et al., 2009), un līdzīgi rezultāti iegūti arī Lielbritānijā (Vanguelova and Pitman, 2019).

Lapu koku nobirām ir raksturīga straujāka sadalīšanās, kas var veicināt vielu apriti un barības vielu pieejamību (piem., Melvin et al., 2015). Tomēr pētījumi liecina, ka nobiru sadalīšanās ātrums būtiski atšķiras tikai sākotnējā posmā (Prescott et al., 2000). Koku suga ietekmē nobiru daudzumu un ķīmisko sastāvu, taču šos procesus ievērojami ietekmē augšanas apstākļi un vietai raksturīgi faktori, piemēram, meža fragmentācija un malas efekts (Prescott, 2022; Vanguelova and Pitman, 2019).

Lai izpētītu vielu aprites īpatnības lapu koku mežos ar dažādu apsaimniekošanas režīmu, 2022. gadā Kalsnavas mežu novadā ierīkoti pētījuma objekti divos lapu koku audžu nogabalos. Šo pētījumu dizains un monitoringa metodika atbilst metodēm, kas izmantotas 2012. gadā skuju koku audzēs. Objekti, metodika un pirmie rezultāti ir detalizēti aprakstīti šīs pētījumu programmas 1. etapa pārskatā (Lībiete un citi, 2022).

Pētījuma mērķis ir izpētīt mežizstrādes ar visas virszemes biomasas izvākšanu un mežizstrādes ar stumbru biomasas izvākšanu, atjaunošanas stādīt un dabiskās atjaunošanas ietekmi sagatavotā un nesagatavotā augsnē uz vielu apriti, jaunaudžu augšanas gaitu un zemsedzes veģetāciju lapu koku audzēs.

Pētījuma virzība

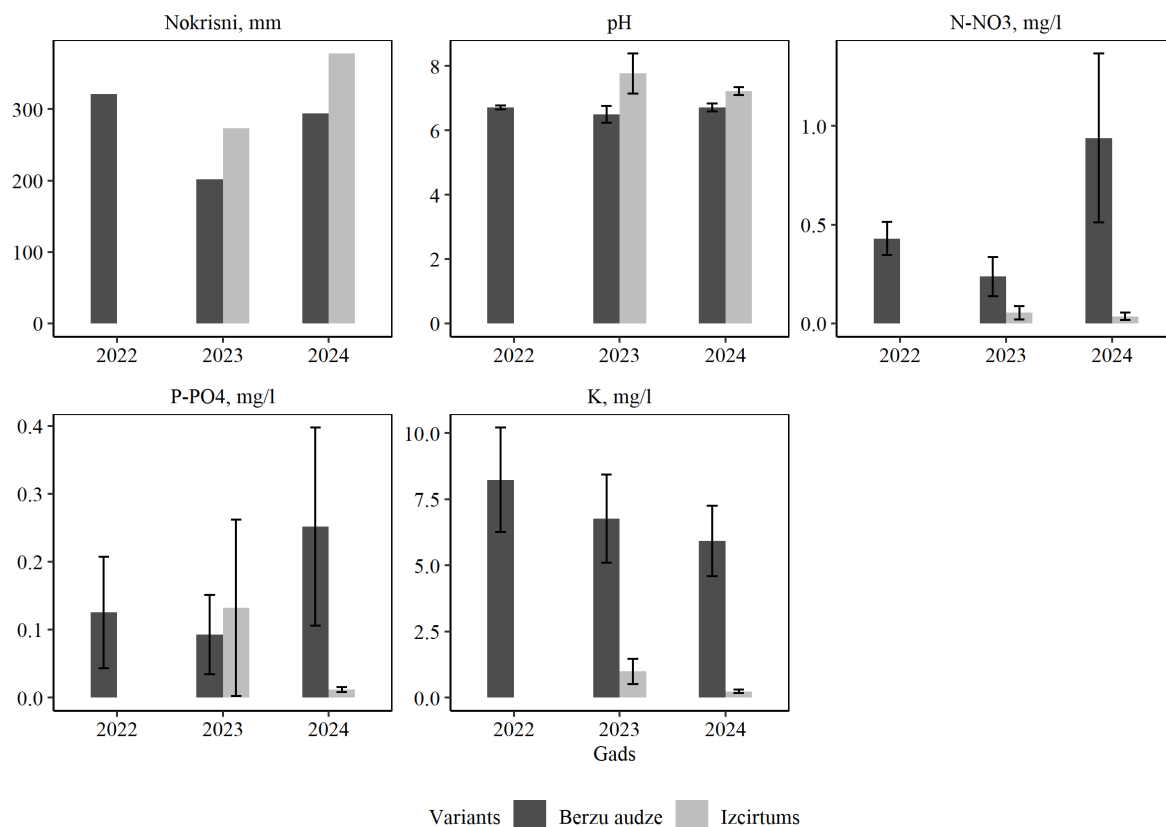
Eksperiments ierīkots atbilstoši BACI (*before-after-control-impact*) principam (Smith 2002). Nokrišņu, nobiru un augsnes ūdens paraugu ņemšana un ķīmiskā analīze Zinātniskās izpētes mežu Kalsnavas meža novadā ierīkotajos divos pētījuma objektos vērī un šaurlapju ārenī uzsākta 2022. gadā un aptver veģetācijas sezonu (aprīlis/maijs-septembris/oktobris). 2023. gada sākumā visos trijos objektos veikta dažādas intensitātes vienlaidu atjaunošanas cirte – ar visas virszemes biomasas (VB) izvākšanu vai ar stumbru biomasas (SB) izvākšanu. 2023. gada vasarā ierīkotas gruntsūdens akas katrā parauglaukumā. 2023. gada augusta beigās veikta augsnes sagatavošana izveidojot parauglaukumus ar augsnes sagatavošanu (S) un nesagatavojot (N) to. 2024. gada aprīlī parauglaukumi atjaunoti stādīt (St) bērzus vai dabiski (Dab). 2024. gada maijā uzsākta gruntsūdens paraugošana (trīs reizes veģetācijas sezonā). Šaurlapju ārenī ģeoloģisko īpatnību dēļ (sacementējies dolomīta šķembu-oļu slānis) diemžēl ne ar augsnes augeri, ne manuālo ģeoloģisko urbi nebija iespējams ierīkot gruntsūdens akas pietiekami dziļi, lai sasniegtu stabilu gruntsūdens līmeni. Visās 2024. gada paraugu ņemšanas sērijās gruntsūdens līmenis šaurlapju ārenī bija par zemu, lai ievāktu paraugus.

2024. gadā līdz pārskata sagatavošanas brīdim paņemtas piecas vides paraugu sērijas, un no laboratorijas saņemti ķīmisko analīžu rezultāti par četrām pilnām paraugu sērijām, kā arī par piekto paraugu sēriju lielākā daļa testēto parametru. Tā kā šī ir monitoringa aktivitāte, kas atbilstoši nemainīgai metodikai tiek turpināta katru gadu, šajā pārskatā ir iekļauti galvenie rezultāti apkopotā veidā, īsi raksturojot nozīmīgākos vielu apriti raksturojošos parametrus (pH, NO₃⁻-N, PO₄³⁻-P, K). Pārējo parametru kopsavilkums pievienots 4. pielikumā.

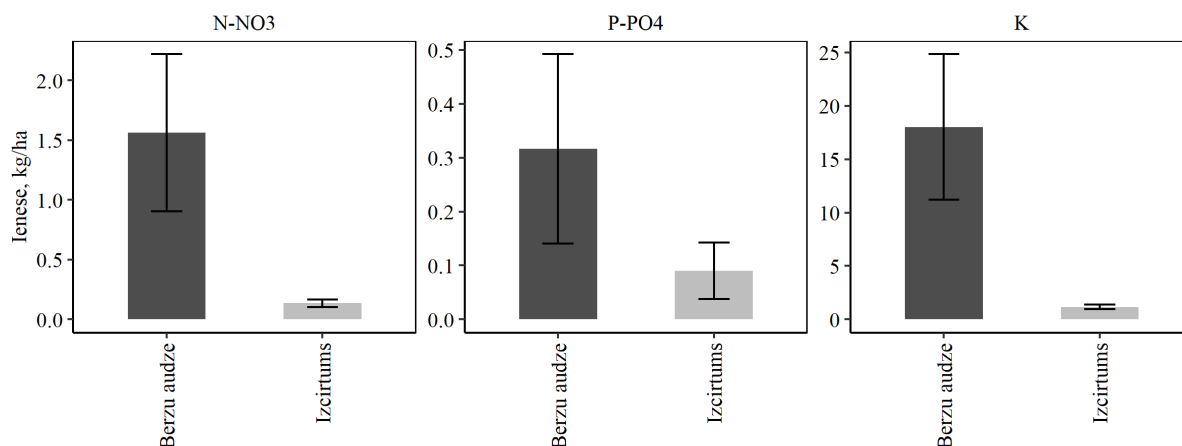
Rezultāti

Nokrišņu ķīmiskais sastāvs

2024. gada veģetācijas sezonā nokrišņu kopumā bijis vairāk nekā iepriekšējā gadā, un vērojamas atšķirības starp mežaudzi un izcirtumu. Caur koku vainagiem izkrīt mazāk nokrišņu, nokrišņi mežaudzē ir skābāki, ar augstāku nitrātu un kālija koncentrāciju, bet ar neviennozīmīgām tendencēm attiecībā uz fosfātu koncentrāciju (2.9. attēls). Nitrātu, fosfātu un kālija ienese ekosistēmā ar nokrišņiem zem koku vainagiem ir būtiski lielāka nekā izcirtumā (2.10. attēls).



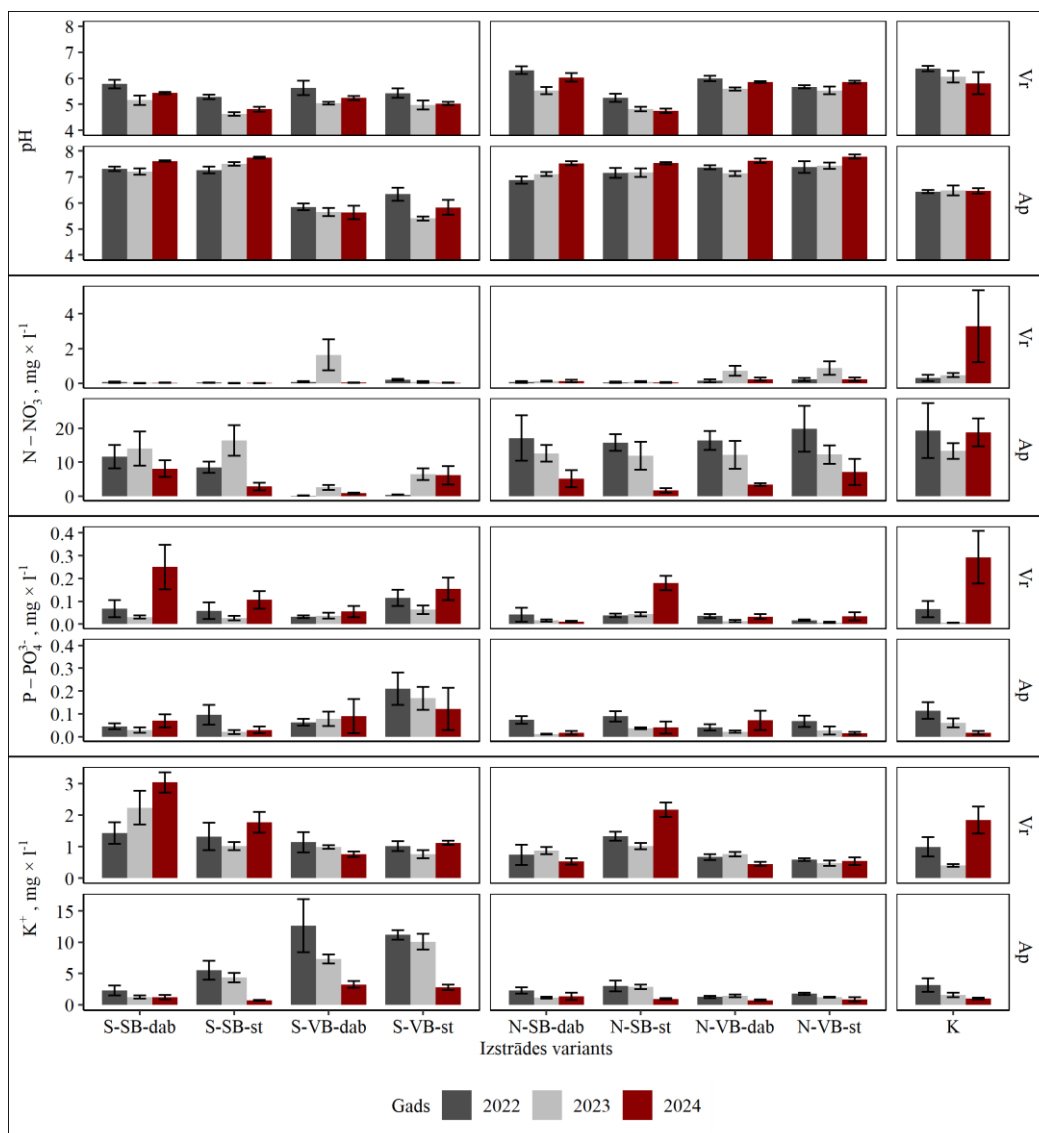
2.9. attēls. Nokrišņu daudzums, pH un elementu koncentrācijas Vr un Ap objektos 2022., 2023. un 2024. gadā



2.10. attēls. Nitrātu, fosfātu un kālija ienese ar nokrišņiem Vr un Ap objektos 2022., 2023. un 2024. gadā

Augsnes ūdens ķīmiskais sastāvs

Lai gan vērī augsnes ūdens pH 2023. gadā samazinājies, 2024. gadā tas atkal paaugstinājies gandrīz visos izstrādes variantos, izņemot kontroli. Savukārt platlapju ārenī kontroles parauglaukumā pa trim novērojumu gadiem pH izmaiņas nav konstatētas. Arī platlapju ārenī gandrīz visos izstrādes variantos 2024. gadā pH ir paaugstinājies (2.11. attēls).



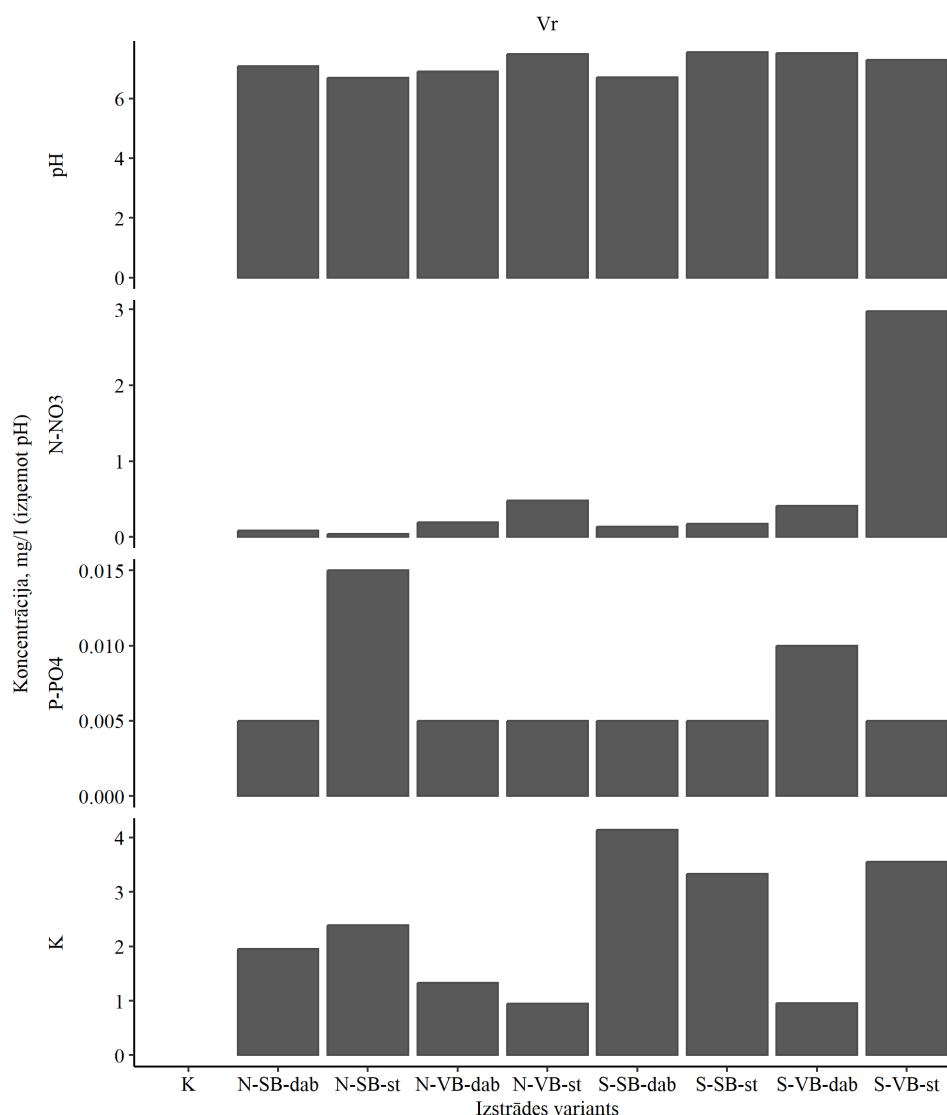
2.11. attēls. Augsnes ūdens pH un elementu koncentrācijas dažādos izstrādes variantos Vr un Ap objektos 2022., 2023.gadā un 2024. gadā (S – sagatavota augsne, N-nesagatavota augsne, SB – izvākta stumbru biomasa, VB – izvākta visa virszemes biomasa; St – audze atjaunota stādot; Dab – audze atjaunota dabiski)

Vērī 2023. gadā trijos parauglaukumos, kur izvākta visa virszemes biomasa, bija ievērojami paaugstinājusies nitrātu koncentrācija, 2024. gadā tā ir atkal samazinājusies, taču kontroles parauglaukumā nitrātu koncentrācija būtiski pieaugusi. Platlapju ārenī parauglaukumos bez augsnes sagatavošanas nitrātu koncentrācija pa novērojumu gadiem pakāpeniski samazinājusies. Fosfātu koncentrācija gan vērī, gan platlapju ārenī ir nedaudz augstāka parauglaukumos, kur veikta augsnes sagatavošana. Kopumā vērī 2024. gadā vērojama neliela fosfātu koncentrācijas paaugstināšanās. Arī kālija koncentrācija kopumā ir nedaudz augstāka abos

objektos parauglaukumos, kur veikta augsnes sagatavošana. Platlapju ārenī kālija koncentrācija pa gadiem pakāpeniski samazinājusies gan izstrādes, gan kontroles parauglaukumos.

Gruntsūdens ķīmiskais sastāvs

2024. gadā Vr objektā gruntsūdens pH bija līdzīgs visos izstrādes parauglaukumos, nenorādot uz sakarībām starp izstrādes intensitāti, augsnes sagatavošanu vai atjaunošanas veidu (2.12. attēls). Augstāka nitrātu koncentrācija tika novērota VB parauglaukumos. Salīdzinot augsnes sagatavošanas ietekmi VB laukumos, augstāka nitrātu koncentrācija tika novērota laukumos ar augsnes sagatavošanu (S). Fosfātu koncentrācija bija kopumā zema un neparādīja konkrētas sakarības. Vidēji augstāka kālija koncentrācija tika novērota laukumos ar augsnes sagatavošanu (S).



2.12. attēls. Gruntsūdens pH un elementu koncentrācijas dažādos izstrādes variantos Vr objektā 2024. gadā (S – sagatavota augsne, N-nesagatavota augsne, SB – izvākta stumbru biomasa, VB – izvākta visa virszemes biomasa; St – audze atjaunota stādot; Dab – audze atjaunota dabiski)

Kopsavilkums

Nokrišņu daudzums 2024. gada veģetācijas sezonā bijis lielāks nekā iepriekšējā gadā, un caur koku vainagiem izkritušie nokrišņi bijuši skābāki, ar augstāku nitrātu un kālija saturu nekā izcirtumā. Vidēji nitrātu, fosfātu un kālija ienese ekosistēmā ar nokrišņiem zem koku vainagiem bijusi būtiski lielāka nekā izcirtumā. Gan vēri, gan platlapju ārenī 2024. gadā gandrīz visos izstrādes variantos novērota pH paaugstināšanās augsnes ūdenī, salīdzinot ar 2023. gadu. Platlapju ārenī parauglaukumos bez augsnes sagatavošanas nitrātu koncentrācija augsnes ūdenī pa novērojumu gadiem pakāpeniski samazinājusies, bet fosfātu koncentrācija vēri 2024. gadā kopumā nedaudz paaugstinājusies. Nedaudz augstāka kālija koncentrācija augsnes ūdenī konstatēta parauglaukumos, kur veikta augsnes sagatavošana.

Literatūra

1. Calder, I.R., Reid, I., Nisbet, T.R. and Green, J.C., 2003. Impact of lowland forests in England on water resources: Application of the Hydrological Land Use Change (HYLUC) model. *Water Resources Research*, 39(11).
2. Gundersen, P., Sevel, L., Christiansen, J.R., Vesterdal, L., Hansen, K. and Bastrup-Birk, A., 2009. Do indicators of nitrogen retention and leaching differ between coniferous and broadleaved forests in Denmark?. *Forest Ecology and Management*, 258(7), pp.1137-1146.
3. Lībiete Z. un citi. 2022. Pārskats par pētījuma “Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem” 2021. gada rezultātiem. Salaspils, 201 lpp.
4. Lovett, G.M. and S.E. Lindberg. 1993. Atmospheric deposition and canopy interactions of nitrogen in forests. *Can. J. For. Res.* 23: 1603–1616.
5. Melvin, A.M., Mack, M.C., Johnstone, J.F., David McGuire, A., Genet, H. and Schuur, E.A., 2015. Differences in ecosystem carbon distribution and nutrient cycling linked to forest tree species composition in a mid-successional boreal forest. *Ecosystems*, 18, pp.1472-1488.
6. Prescott, C.E., Zabek, L.M., Staley, C.L. and Kabzems, R., 2000. Decomposition of broadleaf and needle litter in forests of British Columbia: influences of litter type, forest type, and litter mixtures. *Canadian Journal of Forest Research*, 30(11), pp.1742-1750.
7. Sollins, P., C.C. Grier, F.M. McCorison, K. Cromack, Jr., R. Fogel and R.L. Fredriksen. 1980. The internal element cycles of an old-growth Douglas-fir ecosystem in western Oregon. *Ecol. Monogr.* 50:261–285.
8. Vangelova, E.I. and Pitman, R.M., 2019. Nutrient and carbon cycling along nitrogen deposition gradients in broadleaf and conifer forest stands in the east of England. *Forest Ecology and Management*, 447, pp.180-194.

2.1.4. Veģetācijas novērtējums lapu koku audzēs zinātniskās izpētes mežos Kalsnavas meža nov.

Pamatojums

Mežistrādei ir tūlītēji būtiska ietekme uz zemsedzes veģetāciju, ko nosaka daudzu faktoru kopums. Pēc cirtes veikšanas palielinās saules radiācijas, temperatūras un vēja ietekme, savukārt samazinās mitruma līmenis (Kovács et al. 2020). Mainoties mikroklimatam, izmainās arī zemsedzes veģetācija (Česonienė et al. 2019). Tās turpmāko attīstību pēc cirtes var ietekmēt gan pielietotais mežistrādes veids, gan augsnes sagatavošana pēc cirtes (Vanha-Majamaa et al. 2017), gan arī kokaudzes atjaunošanas veids (Aubin et al. 2008), turklāt šo dažādo faktoru ietekme var būt ilglaicīga (Muurinen et al. 2019).

Pētījuma ietvaros 2024. gadā veikta veģetācijas uzskaitē pētījuma objektos, kuros 2022. gadā veikta dažādas intensitātes vienlaidu atjaunošanas cirte. Zemsedzes veģetācija salīdzināta pirms cirtes veikšanas un divus gadus pēc mežizstrādes.

Pētījuma virzība

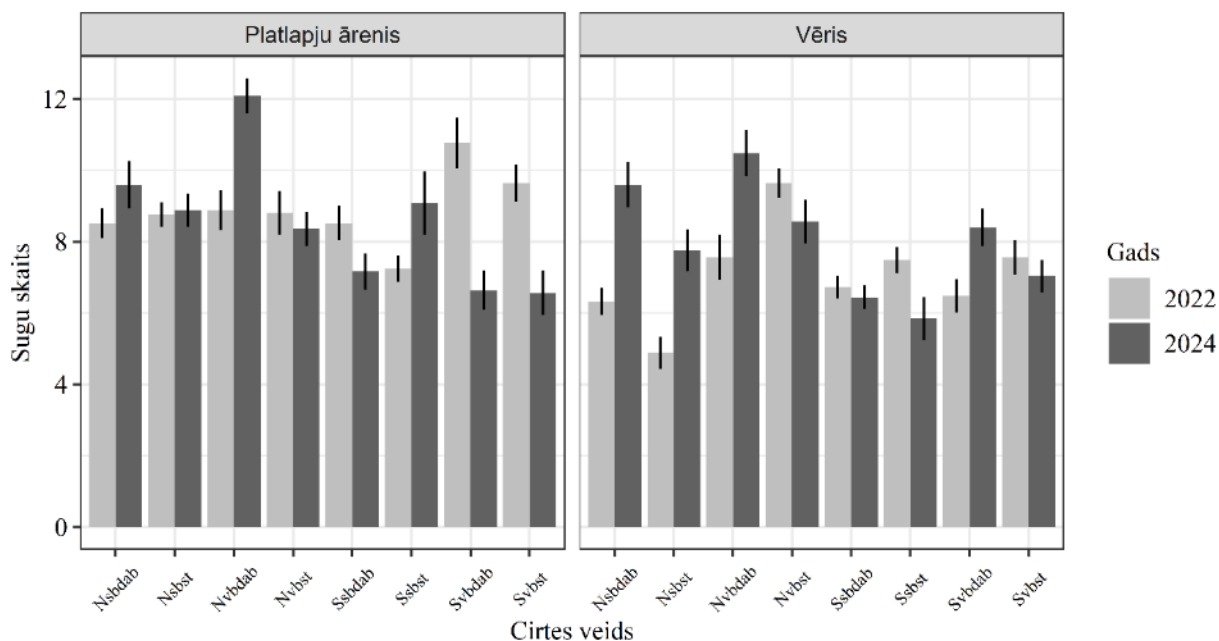
Veģetācijas uzskaitē Zinātniskās izpētes mežu Kalsnavas meža novadā veikta divās audzēs: platlapju ārenī un vērī. Kopumā katrā izvēlētajā teritorijā ierīkotas deviņas transektes (viena transekste katrā parauglaukumā), kuru viduspunkts sakrīt ar katra vidējā lizimetru pāra atrašanās vietu. Katras transektes garums bija 50 m, un gar katru transekti ik pēc viena metra ierīkots 1 x 1 m liels parauglaukums. Kopumā veģetācija uzskaitīta 450 parauglaukumos, attiecīgi 25 parauglaukumos uz vienas transektes. Katrā parauglaukumā noteiktas visas zemsedzes augu, sūnu un ķērpju sugas un to segums procentos. Uzskaitītas koku un krūmu sugas līdz viena metra augstumam. Vaskulāro augu sugu nomenklatūra veidota pēc A. Stalaža (2024), kā arī izmantota sūnu un ķērpju nomenklatūra saskaņā ar Latvijas ķērpju un sūnu taksonu sarakstu (Āboliņa et al. 2015). Pirmā uzskaitē veikta 2022. gadā, bet atkārtota uzskaitē - 2024. gada jūlijā. Kontroles parauglaukumu dati ņemti no 2022. gada kontroles ierīkotajām transektēm.

Sugu skaita izmaiņas pirms un pēc cirtes veikšanas (2022.gadā un 2024. gadā) analizētas, izmantojot t-testu vai Vilkoksona testu. Datu paraugkopu atbilstība normālajam sadalījuma pārbaudīta ar Šapiro-Vilka testu. Vispārīgais lineārais modelis (GLM) ar Puasona sadalījumu izmantots, lai novērtētu atšķirības starp augsnes apstrādes veidu, kokaudzes atjaunošanas veidu, biomasas izvākšanas veidu un meža tipu mainīgo ietekmi uz sugu bagātību. Sugu daudzveidības analīzei izmantota detrendētās korespondentanalīzes metode (DCA). Ordinācijā iekļauti sugu projektīvā seguma dati un to saistība ar Ellenberga indikatorvērtībām (gaismu, mitrumu, temperatūru, augsnes reakciju, slāpekli) (Simmel et al. 2020; Tichý et al. 2023; Düll 2001). Ellenberga svērtās indikatorvērtības rēķinātas katram parauglaukumam. Datu analīze veikta programmā R v.4.2.0 (R Core Team R 2020), ordinācija veikta PC-ORD 6 paketē (Peck 2010).

Rezultāti

Kopumā parauglaukumos, kuros veikta atjaunošanas cirte, 2024. gadā uzskaitīts 181 sugu taksons (5. pielikums), ko pārstāvēja 22 sūnu sugas un 159 vaskulāro augu sugas. Iegūtie rezultāti rāda, ka arī pēc cirtes veikšanas lielāka sugu bagātība, līdzīgi kā pirmajā uzskaites gadā, saglabājās platlapju ārenī ierīkotajos parauglaukumos (uzskaitītas 144 sugas). Savukārt vērī uzskaitīts par 29 sugām mazāk (115 sugas). Platlapju āreņa parauglaukumos dominēja sekojošas vaskulāro augu sugas: *Aegopodium podagraria*, *Galeopsis bifida*, *Cirsium arvense*, *Urtica dioica* un *Mercurialis perennis*. Plaši sastopamas sugas ietekmētajos vēra parauglaukumos bija *Calamagrostis arundinacea*, *Carex cinerea*, *Dryopteris carthusiana*, *Juncus effusus*, *Oxalis acetosella*. Savukārt koku suga *Populus tremula* un krūmaugs *Rubus idaeus* bija plaši izplatīti abās teritorijās (1. pielikums).

Salīdzinot 2022. gada un 2024. gada datus, redzams, ka sugu skaita izmaiņām ietekmētajos parauglaukumos ir atšķirīgas tendences (2.13. attēls). Rezultāti rāda, ka platlapju ārenī būtiski palielinājies ($p=0.0002$) sugu skaits parauglaukumos, kuros notiek kokaudzes pašatjaunošanās uz nesagatavotas augsnes un ar izvāktu visu virszemes biomasu (Nvbdab), savukārt parauglaukumos, kuros augsne sagatavota pēc visas virszemes biomasas izvākšanas gan ar stādītu kokaudzi (Svbst), gan arī dabiski atjaunojoties (Svbdab), sugu skaits būtiski samazinājies divus gadus pēc cirtes ($p<0.0001$). Būtiski ir pieaudzis sugu skaits četros vēra parauglaukumos, lielākoties kombinācijā ar nesagatavotu augsni un dabisko atjaunošanos (Nsbst, Nsbdab, Nvbdab Svbdab) (2.13. attēls).



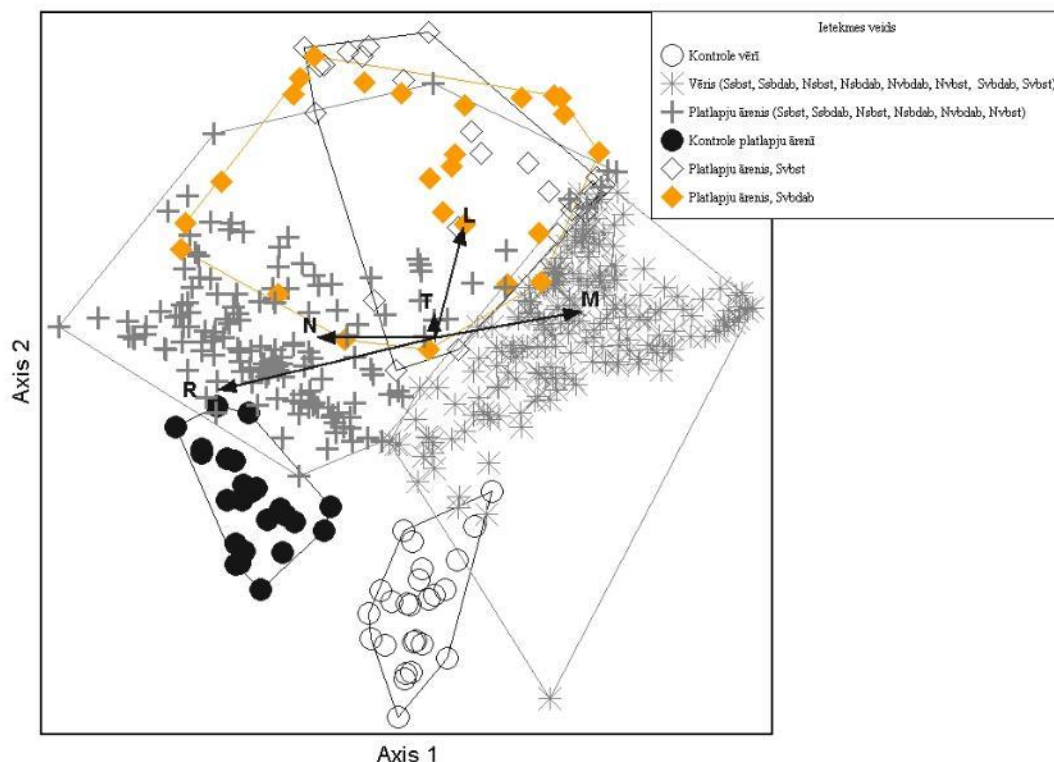
2.13. attēls. Sugu skaita izmaiņas apsektajos parauglaukumos, kuros veikta dažādas intensitātes vienlaidu atjaunošanas cirtē. Apzīmējumi kombinācijām: N – nesagatavota augsne, S – sagatavota augsne, sb – izvēkta tikai stumbru biomasa, vb – izvēkta visa virszemes biomasa, st – kokaudzes atjaunošana stādot, dab – kokaudzes pašatjaunošanās.

Veicot GLM analīzi, redzams, ka vislielākā ietekme uz sugu bagātību 2024. gadā bija augsnes parametriem, par ko liecina augstākas χ^2 vērtības (1. tabula). Vislielākā sugu bagātība bija saistīta ar parauglaukumiem, kuros augsne pēc cirtes veikšanas netika sagatavota ($p < 0.001$), kā arī būtiski lielāks sugu skaits saistīts ar vietām, kurās notiek kokaudzes pašatjaunošanās (2.1. tabula).

2.1. tabula

Augsnes, kokaudzes atjaunošanas, biomasas izvēkšanas un meža tipa ietekme uz sugu kopējo bagātību (Hī kvadrāts (χ^2) un būtiskums (p-vērtība)). Līdzīgi burti norāda uz būtisku atšķirību trūkumu pie $\alpha = 0.05$

Ietekme	Mainīgie lielumi	Hī kvadrāta vērtība (χ^2)	p-vērtība	Vidējās vērtības/standartklūda	Grupa
Augsne	Sagatavota augsne	62.429	< 0.001	7.15±0.21	a
	Nesagatavota augsne			9.42±0.22	b
Kokaudzes atjaunošana	Stādīta kokaudze	13.071	< 0.001	7.76±0.22	a
	Pašatjaunošanās			8.8±0.23	b
Biomasas izvēkšana	Visa biomasa	2.668	0.1	8.52±0.23	
	Stumbru biomasa			8.05±0.23	
Meža tips	Vēris	3.393	0.07	8.01±0.22	
	Platlapju ārenis			8.545±0.24	



2.14. attēls. DCA ordinācija visiem ietekmētajiem un kontroles parauglaukumiem.
Apzīmējumi kombinācijām: N – nesagatavota augsne, S – sagatavota augsne, sb – izvākta tikai stumbru biomasa, vb – izvākta visa virszemes biomasa, st – kokaudzes atjaunošana stādot, dab – kokaudzes pašatjaunošanās. Vektori norāda uz savstarpējo saistību starp svērtajām Elenberga indikatorvērtībām (L-gaisma, R-augšnes reakcija, T-temperatūra, M-mitrums, N-slāpeklis) un sugu sabiedrībām.

Veicot DCA sugu ordināciju, konstatētas sugu sastāva atšķirības starp abām pētāmajām teritorijām, ko skaidro mitruma gradients ($r=0.649$) un augsnes reakcijas gradients ($r=-0.790$) (2.14. attēls). Vairāk mitrumu mīlošo sugu raksturīgs vēra parauglaukumiem. Savukārt platlapju āreņa parauglaukumos sastopamas sugas, kas raksturīgas bāziskākām augsnēm, salīdzinājumā ar vēri. Līdzīgi kā vērī, arī platlapju ārenī kontroles parauglaukumu sugu sastāvs nodalās no apsaimniekotajiem parauglaukumiem, norādot uz mazākiem gaismas apstākļiem. Analizējot ietekmētos parauglaukumus, nodalās sugu sastāvs, kas raksturo platlapju āreņa parauglaukumus ar sagatavotu augsni, izvāktu visu biomasu (Svbst, Svbdab) un gaismu mīlošām sugām ($r=0.563$) (2.14. attēls).

Secinājumi

1. Sugu skaita izmaiņām divus gadus pēc cirtes veikšanas ir raksturīgas atšķirīgas tendences. Būtiski lielāka sugu bagātība saistīta ar vietām, kur augsne iepriekš nav bijusi sagatavota, vai vietām, kur notiek kokaudzes pašatjaunošanās.
2. Pētījumā konstatētās sugu sastāva atšķirības norāda uz atšķirīgu sukcesijas gaitu vērī un platlapju ārenī. Lielāka dažādas apsaimniekošanas ietekme uz sugu sastāvu konstatēta platlapju ārenī, savukārt vērī sugu sastāvs starp ietekmētajiem parauglaukumiem ir līdzīgs.

Literatūra

1. Aubin I., Messier C., Bouchard A. 2008. Can plantations develop understory biological and physical attributes of naturally regenerated forests? *Biological Conservation*, 141: 2461-2476.
2. Āboliņa, A., Piterāns, A., Bambe, B. 2015. Latvijas ķērpji un sūnas. Taksonu saraksts. DU AA "Saulē", Salaspils: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", 213. lpp.
3. Česonienē L., Daubaras R., Tamutis V., Kaškonienē V., Kaškonas P., Stakēnas V., Zych M. 2019. Effect of clear-cutting on the understory vegetation, soil and diversity of litter beetles in scots pine-dominated forest, *Journal of Sustainable Forestry*, <https://doi.org/10.1080/10549811.2019.1607755>
4. Düll, R. 2001. Indicator values of mosses and liverworts. – Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V. and Werner, W. (eds.). *Indicator values of plants in Central Europe*. Göttingen, Erich Goltze, 175–220 (in German).
5. Kovács B., Tinya F., Németh C., Ódor P. 2020. Unfolding the effects of different forestry treatments on microclimate in oak forests: results of 4-yr experiment. *Ecological Applications*, 30 (2), 2020: e02043, <https://doi.org/10.1002/eap.2043>
6. Muurinen L., Oksanen J., Vanha-Majamaa I., Virtanen R. 2019. Legacy effects of logging on boreal forest understory vegetation communities in decadal time scales in northern Finland. *Forest Ecology and Management*, 436: 11-20, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.12.048>
7. Peck J. E. 2010. *Multivariate Analysis for Community Ecologists: Step-by-Step using PC-ORD*. MjM Software Design, Gleneden Beach, OR. 162 pp.
8. R Core Team R: A Language and Environment for Statistical Computing. 2020. –<http://www.R-project.org> [skatīts: 2024. gada 10. decembris].
9. Simmel, J., Ahrens, M., Poschlo, P. 2020. Ellenberg N values of bryophytes in Central Europe. – *Journal of Vegetation Science*, 32, e12957. <https://doi.org/10.1111/jvs.12957>
10. Stalažs A. 2024. List of vascular plants of Latvia (with Latvian names): Latvijas vaskulāro augu saraksts (ar latviskajiem nosaukumiem). *Raksti par Dabu*, 3: 1-312.
11. Tichý, L., Axmanová, I., Dengler, J., Guarino, R., Jansen, F. & Midolo, G. et al. 2023. Ellenbergtype indicator values for European vascular plant species. – *Journal of Vegetation Science*, 34: e13168. <https://doi.org/10.1111/jvs.13168>
12. Vanha-Majamaa I., Shorohova E., Kushnevskaia H., Jalonen J. 2017. Resilience of understory vegetation after variable retention felling in boreal Norway spruce forests – A ten-year perspective. *Forest Ecology and Management*, 393: 12-28, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2017.02.040>

2.1.5. Jaunaudžu augšanas gaitas mērījumi lapu koku audzēs

Pamatojums

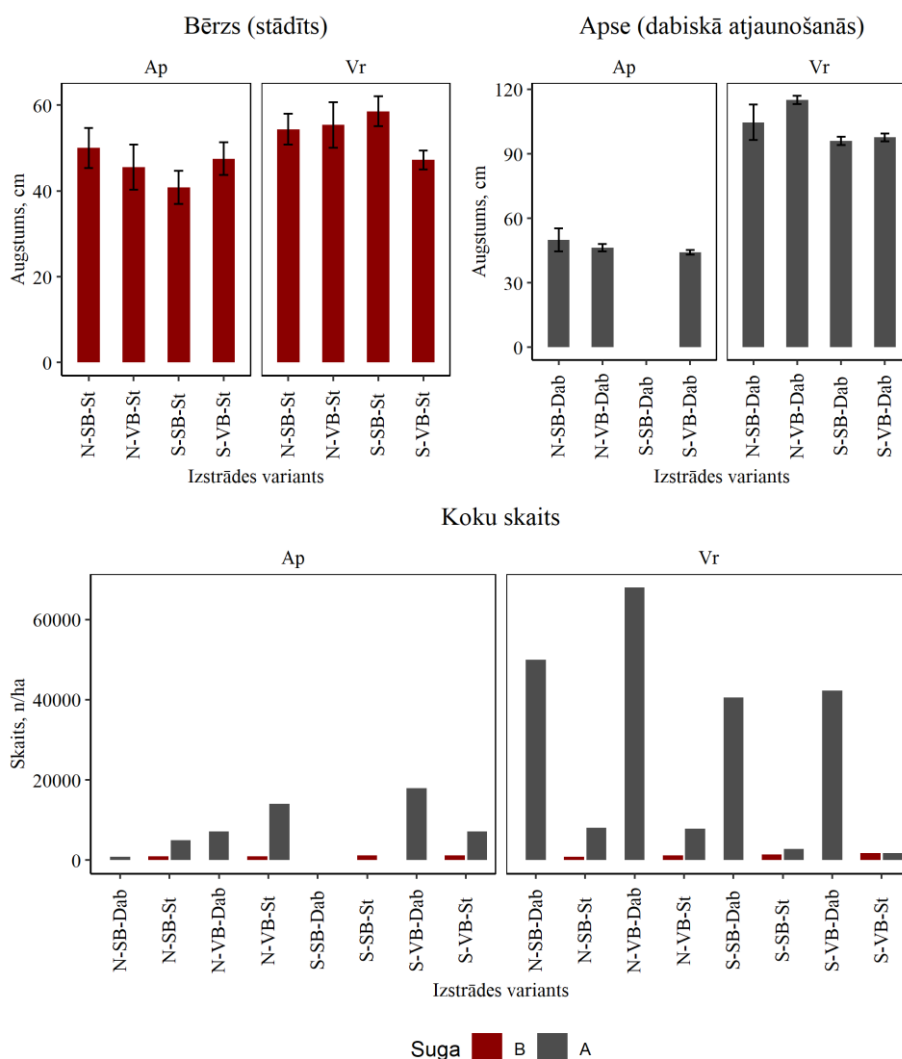
Apakšnodaļā augstāk (2.1.2.) īsi aprakstītas iespējamās atšķirības uz mežaudzes produktivitātes rādītājiem atkarībā no mežizstrādes intensitātes (VB, SB). Lai gan mežizstrāde ar visas virszemes biomasas izvākšanu, var veicināt izskalošanos, līdz ar to barības vielu samazināšanos augsnē (De Vries et al. 2019), barības vielu zudumi ir atkarīgi arī no nocirstās audzes koku sugām (Johnson et al. 1982; Federer et al., 1989). Anjo de Jong et al. (2022) pētījumā noskaidrots, ka platlapju stumbru koksne N un P koncentrācijas vidēji ir augstākas nekā skuju kokiem, taču koncentrācijas, piemēram, zaru mizās vai zaru koksne variē starp sugām. Augsnes sagatavošana izmaina augsnes struktūru, palielinās aerācija un tā vairāk sasilst (Nisbet & Evans, 2014), veicinot organisko vielu mineralizāciju, kā arī paskābināšanos (Goulding, 2016). Turpretī pēc augsnes sagatavošanas ūdens kustība no dziļākiem augsnes slāņiem uz augšu tiek atvieglota, veicinot bāzisku minerālu saturošu slāņu atsegšanu un ūdens plūsmu caur tiem (Ramberg, 1981). Atkarībā no mežizstrādes paņēmieniem, atšķiras arī koku un citu augu biomasas pieauguma intensitāte. Piemēram, Mann et al. (1988) gadu pēc stumbru biomasas izvākšanas konstatēja lielāku paaugas biomasu nekā pēc visas virszemes biomasas izvākšanas; Fahey et al. (1991) konstatēja, ka ciršanas atliekas mazina koku stādu konkurenci ar veģetāciju.

Pētījuma virzība

Lai noskaidrotu, vai pastāv atšķirības starp jaunaudzū augšanas rādītājiem lapu koku audzēs, 2024. gada aprīlī vēra un platlapju āreņa objektos veikta pirmā jaunaudzū uzskaitē. Katrā pētījuma objektā visos astoņos parauglaukumos (kur veikta atjaunošanas cirte) ierīkoti četri ilglaicīgie aplveida uzskaites laukumi. Parauglaukumi izvietoti vienmērīgi, un sākotnēji stādītie un dabiski izaugušie kociņi uzskaitīti 10 cm augstuma klasēs uzskaites laukumos ar rādiusu 2.82 m (platība 25 m²). Pēc agrotehniskās kopšanas visos laukumos plānots uzskaites laukumu rādiusu palielināt līdz 5.64 m (platība 100 m²).

Rezultāti

2024. gadā konstatētā stādīto bērzu vidējā biezība vēri bija 1300 stādi/ha un platlapju ārenī 1050 stādi/ha augstumā no 40-60 cm (2.15. attēls). Intensīvāka dabiskā atjaunošanās norit vēri; abos objektos viennozīmīgi dominē dabiski atjaunojušies apse. Lielāku augstumu dabiski izaugušās apses vēri sasniegušas VB dabiskās atjaunošanās laukumā bez augsnes sagatavošanas, savukārt vēri SB dabiskās atjaunošanās laukumā, kur sagatavota augsne, dabiski izauguši kociņi netika konstatēti, bet pārējos laukumos to augstums bija līdzīgs. Lielāks dabiski izaugušo koku skaits platlapju ārenī konstatēts VB laukumā ar sagatavotu augsni un dabisko atjaunošanos, savukārt vēri VB laukumā ar dabisko atjaunošanos, bet bez augsnes apstrādes.



2.15. attēls. Stādīto koku vidējais augstums, skaits un dabiski izaugušo koku augstums, skaits lapu koku virszemes biomasas izvākšanas objektos

Literatūra

1. de Jong, A., de Vries, W., Kros, H., & Spijker, J. (2022). Impacts of harvesting methods on nutrient removal in Dutch forests exposed to high-nitrogen deposition. *Annals of Forest Science*, 79(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s13595-022-01149-5>
2. De Vries W, Weijters MJ, de Jong JJ, van Delft SPJ, Bloem J, van den Burg A, van Duinen GA, Verbaarschot E, Bobbink R (2019) Verzuring van loofbossen op droge zandgronden en herstel mogelijkheden door steenmeeltoediening. Rapport OBN229-DZ. Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE), Driebergen, 136 blz <https://www.natuurkennis.nl/publicaties/droog-zandlandschap/>
3. FAHEY, T. J., HILL, M. O., STEVENS, P. A., HORNUNG, M., & ROWLAND, P. (1991). Nutrient Accumulation in Vegetation Following Conventional and Whole-Tree Harvest of Sitka Spruce Plantations in North Wales. *Forestry*, 64(3), 271–288. <https://doi.org/10.1093/forestry/64.3.271>
4. Federer, C. A., Hornbeck, J. W., Tritton, L. M., Martin, C. W., Pierce, R. S., & Smith, C. T. (1989). Long-term depletion of calcium and other nutrients in eastern US forests. *Environmental Management*, 13(5), 593–601. <https://doi.org/10.1007/BF01874965>
5. Goulding, K. W. T. (2016). Soil acidification and the importance of liming agricultural soils with particular reference to the United Kingdom. *Soil Use and Management*, 32(3), 390–399. <https://doi.org/10.1111/sum.12270>
6. Johnson, D. W., West, D. C., Todd, D. E., & Mann, L. K. (1982). Effects of Sawlog vs. Whole-Tree Harvesting on the Nitrogen, Phosphorus, Potassium, and Calcium Budgets of an Upland Mixed Oak Forest. *Soil Science Society of America Journal*, 46(6), 1304–1309. <https://doi.org/10.2136/sssaj1982.03615995004600060036x>
7. Mann, L. K., Johnson, D. W., West, D. C., Cole, D. W., Hornbeck, J. W., Martin, C. W., Riekerk, H., Smith, C. T., Swank, W. T., Tritton, L. M., & Van Lear, D. H. (1988). Effects of Whole-Tree and Stem-Only Clearcutting on Postharvest Hydrologic Losses, Nutrient Capital, and Regrowth. *Forest Science*, 34(2), 412–428. <https://doi.org/10.1093/forestscience/34.2.412>
8. Nisbet, T. R., & Evans, C. D. (2014). Forestry and surface water acidification. https://cdn.forestresearch.gov.uk/2022/04/FCRN016_46PkzE8.pdf
9. Ramberg, L. (1981). Increase in stream pH after a forest drainage. *Ambio*(Norway), 10(1).

2.1.6. Augsnes mikrobioloģiskās daudzveidības noteikšana lapu koku audzēs

Pamatojums

Augsnes mikrobiomam ir nozīmīga loma biogeoķīmiskajos ciklos un vielu apritē. Organiskajā augšnes horizontā parasti novērojama lielāka mikrobioloģiskā daudzveidība un augstāka sēņu biomasa (Mundra et al., 2021). Mikroorganismu sabiedrību un to daudzveidību ievērojami ietekmē klimata pārmaiņu izraisītie procesi, piemēram, globālā sasilšana, paaugstināta oglekļa dioksīda koncentrācija, slāpekļa ienese, palielināts nokrišņu daudzums un plūdi (Meena et al., 2022).

Augsnes mikrobioms ir ļoti mainīgs gan laikā, gan telpā, un mežā šo dinamiku lielā mērā nosaka kokaudzes attīstība (Bach et al., 2010). Pētījumi par meža apsaimniekošanas ietekmi uz augšnes mikroorganismiem sniedz dažādus rezultātus: daži norāda uz negatīvu ietekmi (piem., Pietikäinen and Fritze, 1995), citi – uz neitrālu (piem., Smolander et al., 1998). Siira-Pietikäinen (2002) konstatēja būtiskas izmaiņas jutīgākajās organismu grupās, piemēram, mikrobus un mikorizu veidojošās sēnēs, pēc vienlaidu atjaunošanas circes, taču šīs izmaiņas nebija novērojamas augstākos trofiskajos līmeņos vai kopējā organiskās vielas sadalītāju sabiedrībā.

Somijas dienvidos veiktā pētījumā atklāts, ka pēc vienlaidu atjaunošanas circes humusa slānī strauji pieaug mikrobioloģiskā aktivitāte, kas uzsver organiskās vielas nozīmi augšnes ekosistēmas vitalitātes uzturēšanā, līdz tiek izveidots jauns zemes veģetācijas un kokaugu stāvs (Hernesmaa et al., 2008).

Pētījuma mērķis ir raksturot augšnes bioloģisko daudzveidību lapu koku audzēs un tās izmaiņas pēc mežizstrādes ar visas virszemes biomasas izvākšanu un mežizstrādes ar stumbru biomasas izvākšanu.

Pētījuma virzība

Augsnes paraugi mikrobioloģiskās daudzveidības noteikšanai tika ievākti 2023. un 2024. gada rudenī, izmantojot modificētu protokolu, kas ir aprakstīts Tedersoo et al. (2014). Abos pētījuma objektos augsnes paraugi ievākti visos parauglaukumos, kur veikta mežizstrāde, kā arī kontroles parauglaukumos atbilstoši pētījumu programmas 2.etapa pārskatā aprakstītajai metodikai (Lībiete un citi, 2022). Paraugi iekonservēti un tiks analizēti pēdējā pētījuma gadā.

Literatūra

1. Bach, L.H., Grytnes, J.A., Halvorsen, R. and Ohlson, M., 2010. Tree influence on soil microbial community structure. *Soil Biology and Biochemistry*, 42(11), pp.1934-1943.
2. Hernesmaa, A., Björklöf, K., Jørgensen, K.S., Haahtela, K. and Romantschuk, M., 2008. Potential impacts of clear-felling on microbial activities in boreal humus and mineral soil layers.
3. Lībiete Z. un citi. 2022. Pārskats par pētījuma “Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem” 2021. gada rezultātiem. Salaspils, 201 lpp.
4. Meena, M., Yadav, G., Sonigra, P., Nagda, A., Mehta, T., Swapnil, P., Harish, Marwal, A. and Kumar, S., 2023. Multifarious responses of forest soil microbial community toward climate change. *Microbial Ecology*, 86(1), pp.49-74.
5. Mundra, S., Kjønaas, O.J., Morgado, L.N., Krabberød, A.K., Ransedokken, Y. and Kauserud, H., 2021. Soil depth matters: shift in composition and inter-kingdom co-occurrence patterns of microorganisms in forest soils. *FEMS Microbiology Ecology*, 97(3), p.fiab022.
6. Pietikäinen, J. and Fritze, H., 1995. Clear-cutting and prescribed burning in coniferous forest: comparison of effects on soil fungal and total microbial biomass, respiration activity and nitrification. *Soil Biology and Biochemistry*, 27(1), pp.101-109.
7. Siira-Pietikäinen, A., 2002. Decomposer community in boreal coniferous forest soil after forest harvesting: mechanisms behind responses.
8. Smolander, A., Priha, O., Paavolainen, L., Steer, J. and Mälkönen, E., 1998. Nitrogen and carbon transformations before and after clear-cutting in repeatedly N-fertilized and limed forest soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 30(4), pp.477-490.
9. Tedersoo, L., Bahram, M., Põlme, S., Kõljalg, U., Yorou, N.S., Wijesundera, R., Ruiz, L.V., Vasco-Palacios, A.M., Thu, P.Q., Suija, A. and Smith, M.E., 2014. Global diversity and geography of soil fungi. *science*, 346(6213), p.1256688.

2.1.7. Augsnes mikrobioloģiskās daudzveidības noteikšana kopšanas ciršu objektos – publikācijas sagatavošana

Pamatojums

Augsnes mikroorganismu sabiedrības mijiedarbojas ar augsnes biotiskajiem un abiotiskajiem apstākļiem. Lai gan mikrobiālā aktivitāte visizteiktāk ir atkarīga no augsnes fizikālajām un ķīmiskajām īpašībām, veģetācija var radīt specifisku augsnes mikrovidi, kas šos procesus modificē (Hernández-Cáceres et al. 2022). Rizosfēras baktēriju un sēņu sabiedrību α -daudzveidība ir cieši saistīta ar augu sugām, veģetācijas daudzveidību un augu pazemes daļu īpašībām (Merino-Martín 2022).

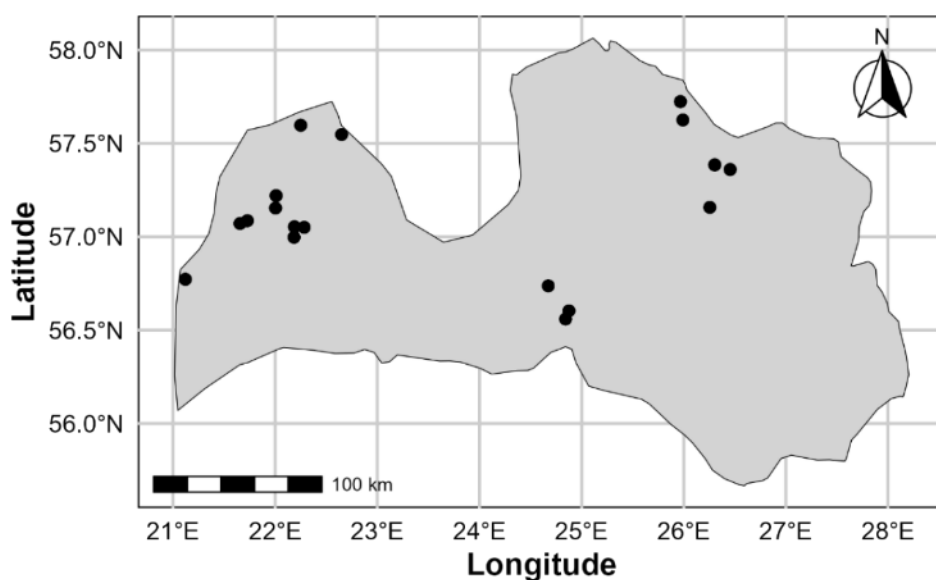
Ņemot vērā iepriekš izdarītos secinājumus, ka ar konkrētu sugu saistītajai mikrobiotai var būt nozīmīga ietekme uz augu veselību, attīstību un ražību (Trivedi et al. 2020), meža ekosistēmās būtu svarīgi analizēt augsnes mikrobiomu kontekstā ar tām zemsedzes augu sugām, kas nodrošina meža nekoksnes resursus, piemēram, par savvaļas ogām. Pētot vairākas melleņu (*Vaccinium*) sugas, konstatēts, ka ar katru sugu saistītajām rizobaktērijām un ektomikorizas sēnēm var būt būtiska loma augu adaptācijas uzlabošanā (Li et al. 2020), turklāt savvaļas mellenēm (*Vaccinium myrtillus* L.) ir konstatētas arī ģenētiskas līdzības starp ektomikorizas sēnēm un šīs sugas augus apdzīvojošajiem endofītiem (Perotto et al. 2022).

Aktivitātes mērķis ir zinātniskas publikācijas sagatavošana, izmantojot iepriekš iegūtos datus par sēņu daudzveidību augsnē dažādas intensitātes kopšanas ciršu parauglaukumos priežu audzēs.

Aktivitātes virzība

Saskaņā ar pētījuma plānu sagatavota publikācija: Bitenieks et al. **Effects of commercial thinning on soil fungal communities, soil chemistry and wild berry cover in Scots pine stands.** Pētījuma pārskata iesniegšanas brīdī ir pabeigti 80% publikācijas, un tā tiks iesniegta publicēšanai 2025. gada sākumā. Tālāk apkopotas galvenās publikācijas atziņas.

Augsnes paraugi mikrobioloģiskās daudzveidības noteikšanai ņemti 20 kopšanas ciršu objektos, trijos atbilstoši biežībai atšķirīgākajos parauglaukumos katrā objektā 0.38, 0.68 un kontrole (2.16. Attēls, 2.2.tabula). Visos izvēlētajos objektos valdošā suga ir priede. Katrā parauglaukumā ņemti deviņi augsnes paraugi no augsnes virskārtas (0-10 cm), paraugu ņemšanas vietas izvietojot pa diagonāli, pretējā diagonāles pusē ogu uzskaites laukumiņiem. Paraugu ņemšana, tālāka apstrāde un datu analīzes principi sīkāk aprakstīti iepriekšējā gada pārskatā (Lībiete un citi, 2023).



2.16. attēls. Objektu atrašanās vieta Latvijas teritorijā

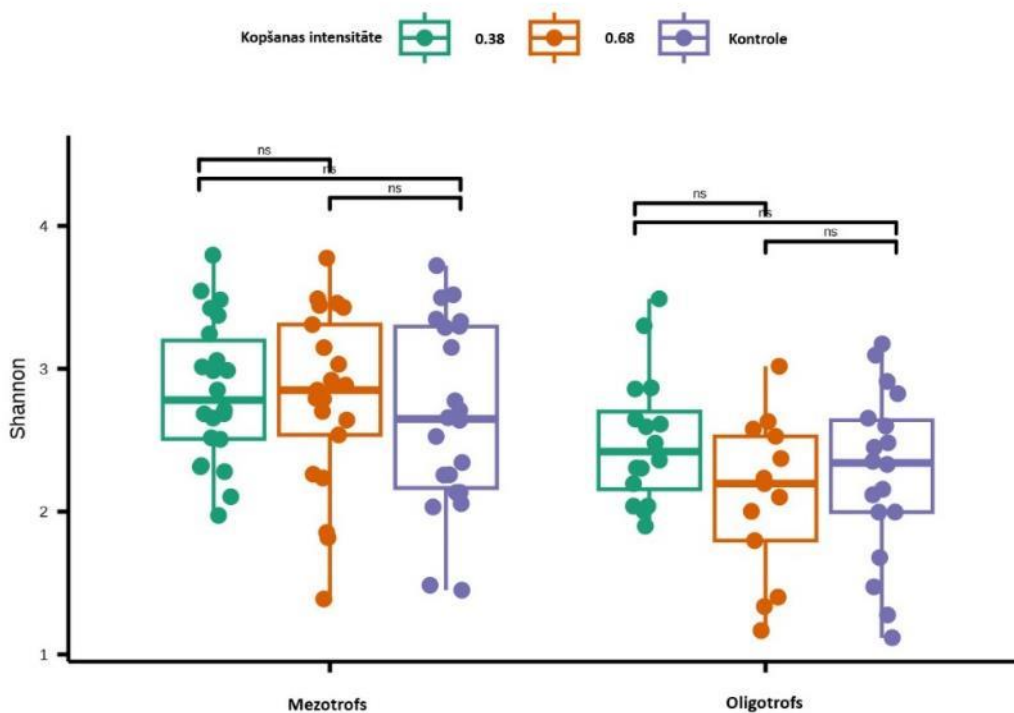
2.1. tabula

Kopšanas ciršu objekti augsnes mikrobioloģiskās daudzveidības novērtējumam

Kvartālapgabals	Kvartāls	Nogabals	Meža tips
101	425	13	Mr
103	310	17	Mr
105	142	8	Sl
109	212	9	Km
109	402	7	Ln
110	74	1	Sl/Ks
201	473	25	Ln
201	53	11	Ln
202	198	10	Mrs
202	415	13	Am/As
203	160	7	Sl
206	12	9	Dm

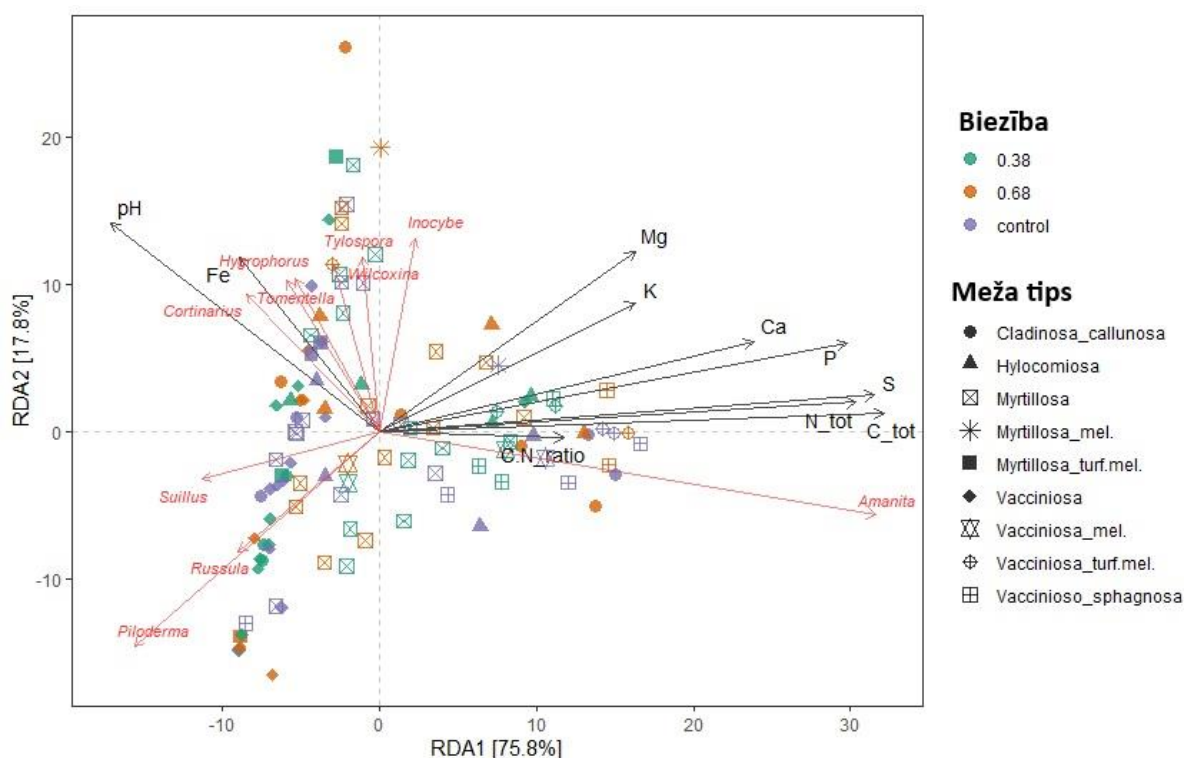
Kvartālapgabals	Kvartāls	Nogabals	Meža tips
504	40	7	Dm
505	176	13	Mr
703	14	17	Ln
710	291	22	Mr
710	291	26	Ln
713	209	2	Ln
505	92	1	Mr/Mrs
703	276	5	Mr

Augsnes ķīmijas parametri izteikti variē starp objektiem un meža tipi, bet kopumā oligotrofo meža tipu augsnē ir būtiski zemāks K, Ca, Mg un Fe saturs. Mezotrofajos objektos ir augstāka sēņu daudzveidība nekā oligotrofajos tipos, bet neiezīmējas būtiskas atšķirības starp kopšanas intensitātes variantiem (2.17. attēls). Analīzes rezultāti norāda arī uz iespējamu negatīvu korelāciju starp sēņu daudzveidību un audzes vecumu.



2.17. attēls. Šenona daudzveidības indeksa atšķirības pa meža tipu un kopšanas intensitātes grupām

Vairākas sēņu ģintis uzrāda pozitīvu korelāciju ar augsnes pH un dzelzs saturu augsnē, bet citas - negatīvu korelāciju ar bāziskajiem katjoniem (2.18. attēls).



2.18. Attēls. RDA analīze sēņu ģinšu līmenī

Parauglaukumos, kur veikta kopšana ar visaugstāko intensitāti, konstatēts visaugstākais ogulāju segums un raža. Arī augstākais C/N attiecībai ir pozitīva sakarība ar augstāku ogu ražu, savukārt meža tipam un citiem augsnes ķīmijas parametriem uz šo rādītāju nav būtiskas ietekmes.

Literatūra

1. Lībiete Z. un citi. 2023. Pārskats par pētījuma “Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem” 2023. gada rezultātiem. Salaspils, 157 lpp.

2.2. Meža apsaimniekošanas ainavu līmeņa ietekmes un mežizstrādes tehnikas pārvietošanās un augsnes gatavošanas ietekmes uz vielu apriti un ūdens kvalitāti izpēte

2.2.1. Biogēno un citu elementu izneses novērtēšana ainavas līmenī kontekstā ar teritorijā veikto mežsaimniecisko darbību

Pamatojums

Neraugoties uz Eiropas Savienības bioloģiskās daudzveidības mērķiem, kas paredz paplašināt aizsargājamo teritoriju īpatsvaru, tajā skaitā mežos (Eiropas Vides Aģentūra 2019), uzsvars uz atjaunojamo resursu izmantošanu un aprites ekonomikas principiem liecina, ka saimnieciskā mežsaimniecība daudzviet Eiropā saglabās līdzšinējo intensitāti (Betts et al. 2021, Blatter et al. 2023). Turklāt aizsargājamo teritoriju īpatsvara palielināšanās vienā vietā var nozīmēt to, ka nepieciešams intensificēt apsaimniekošanu citviet, lai sasniegtu saimnieciskos mērķus. Tas var radīt papildu slodzi uz meža un saistītajām ekosistēmām.

Ūdens ekosistēmas, kas nodrošina dzīvību uz Zemes, ir pakļautas cilvēku saimnieciskās darbības radītiem riskiem (Vörösmarty et al. 2010). Ūdens kvalitāte cieši saistīta ar zemes izmantošanas veidu sateces baseinā – mežainās teritorijās tā parasti ir labāka nekā lauksaimniecības zemēs vai apdzīvotās vietās (Neary et al. 2009). Tomēr mežsaimnieciskā

darbība, piemēram, vienlaidu mežizstrāde (Kreutzweiser et al. 2008, Wall 2008) un meliorācijas sistēmu atjaunošana (Ecke 2009, Nieminen et al. 2010), var veicināt barības vielu un citu elementu iznesi uz ūdensobjektiem, ietekmējot to ekoloģisko kvalitāti. Šīs ietekmes apmērs atkarīgs no augsnēs tipa, hidroloģijas un vietējiem apstākļiem (Marttila et al. 2020). Klimata pārmaiņu kontekstā īpaši svarīgi nošķirt izmaiņas, ko izraisa laikapstākļu ekstrēmi, no tām, kas saistītas ar mežsaimniecisko darbību un ir novēršamas, pielāgojot apsaimniekošanas praksi.

Ūdens kvalitāti nosaka dažādu ķīmisko elementu koncentrācija, piemēram, pH, nitrāti (NO_3^- -N), fosfāti (PO_4^{3-} -P), kālijs (K), suspendētās daļiņas (TSS) un izšķīdušais organiskais ogleklis (DOC). TSS, ko galvenokārt veido neorganiskās daļiņas ar diametru $>2 \mu\text{m}$, var veicināt ūdens temperatūras pieaugumu un skābekļa satura samazināšanos, ietekmējot veģetāciju un ekoloģisko produktivitāti (Parkhill and Gulliver 2002). Tās arī transportē piesārņotājus, piemēram, fosforu un dzīvsudrabu (Grayson et al. 1996, Kirchner et al. 2011). DOC ietekmē biogeoķīmiskos procesus, temperatūru un barības ķēdes ūdens ekosistēmās (Solomon et al. 2015, Kritzberg et al. 2020) un var veicināt SEG emisijas (Marx et al. 2017). Pētījumi boreālajos mežos rāda, ka meža meliorācija kūdras augsnēs palielina izšķīdušā oglekļa iznesi (Finér et al. 2021).

Tā kā Latvijā meža un ūdens ekosistēmas ir savstarpēji cieši saistītas, nepieciešama izpratne par meža apsaimniekošanas ietekmi uz ūdens ekosistēmu stāvokli un ūdens kvalitāti, kā arī galvenajiem šo ietekmi regulējošajiem mehānismiem.

Pētījuma mērķis ir izpētīt pēc vispārējiem principiem veiktas mežsaimniecības ietekmi uz biogēno un citu elementu iznesi un ūdens kvalitāti sateces baseina un objekta mērogā.

Pētījuma virzība

Ūdens kvalitātes un noteces monitorings Zalvītes sateces baseina modeļteritorijā uzsākts 2016. gadā, un tas aptver visu kalendāro gadu. Līdz 2023. gada beigām monitorings tika turpināts sešos paraugu ņemšanas punktos grāvjos/strautā. Virszemes ūdens kvalitātes raksturošanai izmantoti sekojoši parametri: izšķīdušā skābekļa (DO) saturs, duļķainība, suspendēto daļiņu (TSS) saturs, pH, elektrovadītspēja (EVS), biogēno elementu saturs (NO_3^- -N, NH_4^+ -N, PO_4^{3-} -P), bāzisko katjonu (Ca, Mg, K) saturs, kopējā slāpekļa ($\text{N}_{\text{kop.}}$) un izšķīdušā organiskā oglekļa (DOC) saturs. Papildus ūdens kvalitātes monitoringam pētījuma teritorijā uzstādītā lokālā meteoroloģiskā stacija nepārtraukti fiksēja gaisa temperatūru un nokrišņu daudzumu no 2018. līdz 2023. gada beigām. Detalizēts objekta apraksts, paraugošanas vietu raksturojums un darbu metodika iekļauta iepriekšējās un šīs pētījumu programmas 1. etapa pārskatos (Lībieta un citi, 2017, 2022).

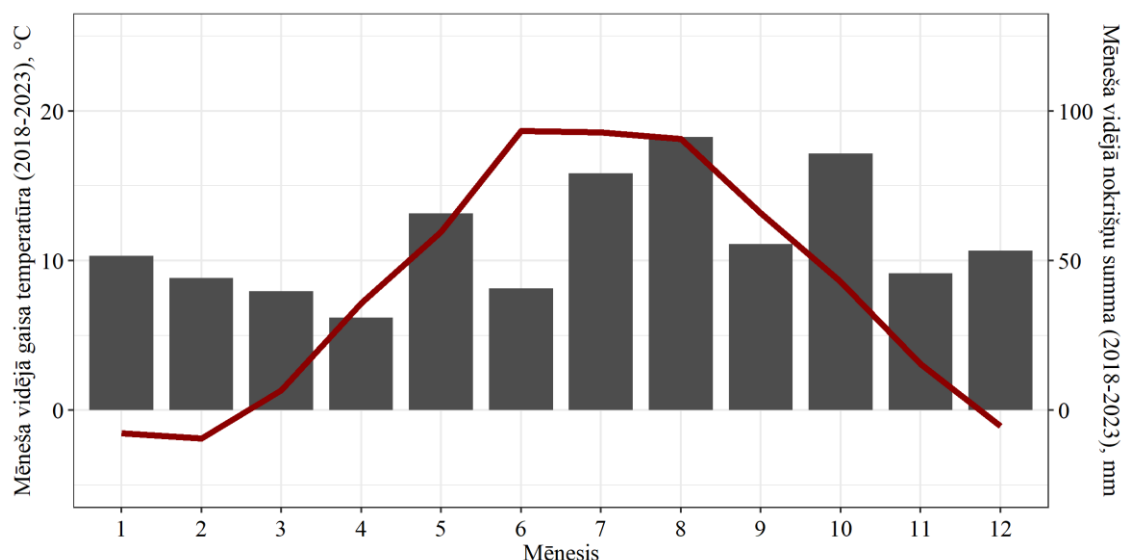
Šajā pārskatā ir iekļauti galvenie rezultāti apkopotā veidā par visu pētījuma periodu. Ņemot vērā datu un rezultātu apjomu, rezultātu nodaļā attēloti rezultāti no divām paraugošanas vietām – Noteces mērījumu punkta Zalvītes strautā un P7 – vietas, kur nerenovēts meža ceļš šķērso Zalvītes strautu. P7 paraugošanas punkts izvēlēts, jo tā sateces baseinā novērota liela dažādu cirsmu platība un būtiska ceļu būves ietekme novērojumu periodā, salīdzinot starp paraugošanas punktiem. Visu novērojumu gadu laikā 21.9% no šī sateces baseina platības ir veikta kāda cirte (galvenā, kopšanas, sanitārā u. c.) līdz pat 10.5% no platības gadā, kā arī šajā sateces baseinā 2016.-2017. gadā ir renovēti/pārbūvēti ceļi 4.7 km garumā uz 100 hektāriem platības. Papildus, iegūtie rezultāti ir salīdzināti ar references paraugošanas punktu P0. Rezultāti no pārējiem paraugošanas punktiem iekļauti 6. pielikumā.

Par visā novērojumu periodā iegūtajiem datiem, to analīzi, rezultātiem un secinājumiem ir sagatavota publikācija Kļaviņa et al. **Changes in runoff and water quality following felling and forest road construction in a managed forested catchment in Latvia**. Publikācijas gatavības pakāpe ir 90%, un tā tiks iesniegta publicēšanai 2025. gada sākumā.

Rezultāti

Meteoroloģiskie rādītāji Zalvītes modeļteritorijā

Gada vidējā gaisa temperatūra novērojumu periodā bija 8.2° C; vissiltākais bija 2020. gads, kad vidējā gaisa temperatūra bija 9.1° C, turpretim vēsākais bija 2021. gads, kad vidējā temperatūra bija vien 7.2° C. Siltākais mēnesis novērojumu periodā bija jūnijs ar vidējo temperatūru 18.7° C, bet vēsākais – februāris ar vidējo temperatūru -1.9° C (2.19. attēls). Pētījumu periodā Zalvītes modeļteritorijā vidējais nokrišņu daudzums bija 684 mm gadā; visslapjākais gads bija 2023. gads, kad nolija 863 mm, turpretim vissausākais bija 2018. gads ar 510 mm nokrišņu.



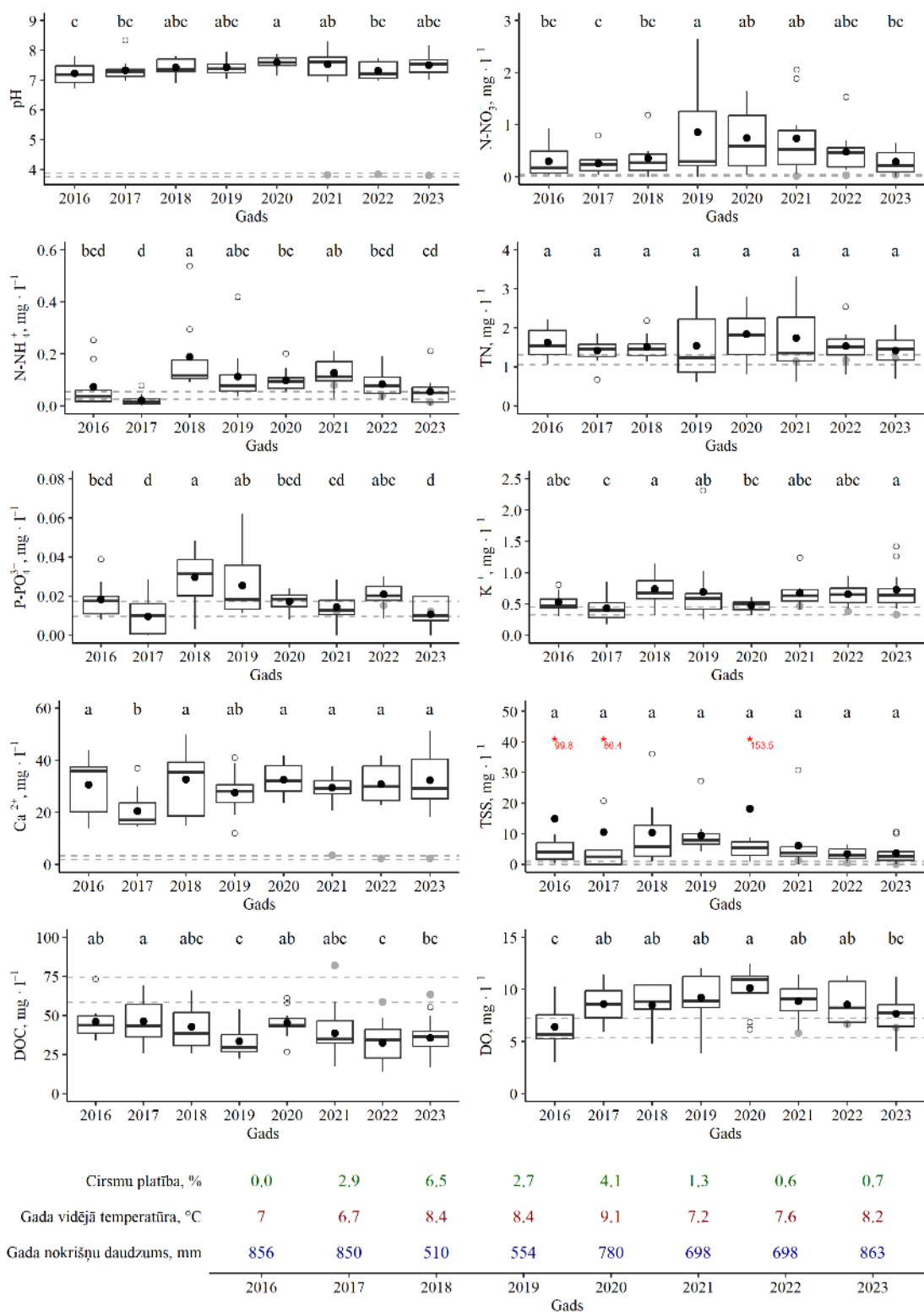
2.19. attēls. Meteoroloģiskie rādītāji Zalvītes modeļteritorijā pa mēnešiem. Pelēkie stabiņi – pētījuma perioda (2018.-2023.g.) vidējās nokrišņu vērtības, sarkanā līnija – pētījuma perioda vidējā gaisa temperatūra.

Virszemes ūdens kvalitātes rādītāji Zalvītes modeļteritorijā

Virszemes ūdens pH saglabājās salīdzinoši stabils visu pētījuma periodu noteces paraugšanas punktā; 2020. gadā tas bija visaugstākais, kad bija būtiski atšķirīgs no novērotā 2016., 2017. un 2022. gadā. (2.20. attēls). pH paaugstinājums visdrīzāk tika novērots saistībā ar kumulatīvu cirsmu un ceļu būves ietekmi, kas šajos gados bija vislielākā. Lokāli samazinoties koku segumam, samazinās gan organiskās vielas ienese un līdz ar to arī organisko skābju saturs, gan notece caur vainagiem un gar koku stumbriem, kas tipiski ir ar būtiski zemākām pH vērtībām nekā notece no platībām, kas nav klātas ar kokiem (Trenčiansky et al. 2021). Augsnes erozijas procesi, kā arī ceļu būvē un rekonstrukcijā izmantotie materiāli ar bāzisku reakciju, piemēram, kaļķakmens šķembas, arī var paaugstināt noteces pH (Yousefi et al. 2016).

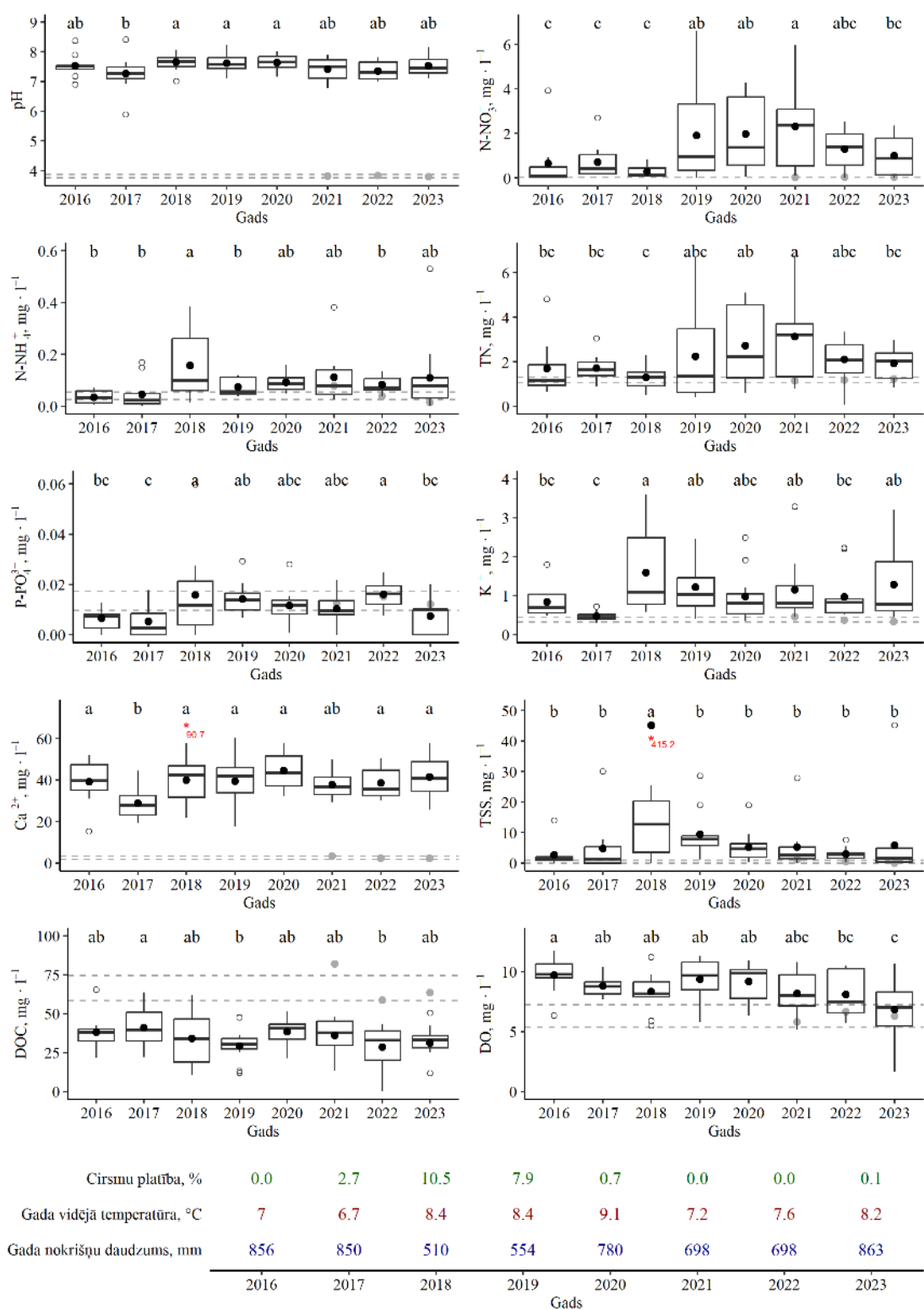
Nitrātu koncentrācijas maksimums 2019.-2021. gadā sakrita ar lielāko cirsmu apjomu ar iespējamu viena līdz divu gadu nobīdi, jo koncentrācija būtiski pieauga tikai 2019. gadā, salīdzinot ar iepriekšējiem gadiem. Piemēram, paaugstinātie līmeņi 2019. un 2020. gadā varētu atbilst cirstmām 2017. un 2018. gadā. Nitrātu koncentrācijas bija paaugstinātas aptuveni četrus gadus. Amonija koncentrācijas būtiski pieauga 2018. gadā, kā arī vēlreiz paaugstinājās 2021. gadā, kas norāda uz aptuveni viena gada nobīdi – 2018. gada lēcienu radīja sākotnējās cirtes 2017. gadā, ko lielā mērā papildināja cirstas 6.5% no sateces baseina 2018. gadā. Cirsmu platība 2021. gadā bija salīdzinoši maza, taču, visticamāk, koncentrāciju paaugstinājumu lielā mērā ietekmēja 2020. gada

cirtes un tām sekojošās vides procesu izmaiņas. Amonija koncentrācijas kritums pēc 2021. gada var nebūt saistīts ar mežsaimniecības ietekmi, jo tāds tika novērots arī references paraugošanas punktā. Kopējā slāpekļa koncentrācija visu pētījuma perioda saglabājās stabila, ar nelielu (statistiski nebūtisku) pieaugumu 2019.–2021. gadā, kas sakrīt ar lielākajām cirsma platībām no 2018. līdz 2020. gadam ar aptuveni viena gada nobīdi. Fosfātu koncentrācija 2018. gadā būtiski pieauga, salīdzinot ar iepriekšējiem gadiem. Turpmākajos gados tā pamazām kritās, lai gan neliels pieaugums vērojams arī 2022. gadā. Kālija koncentrācija būtiski pieauga 2018. gadā, kas sakrīt ar cirtēm vislielākajā platībā. Kalcija koncentrācija 2017. gadā būtiski samazinājās, taču līdz ar cirtēm lielākajās platībās tā atkal paaugstinājās. Lai gan netika novērotas statistiski būtiskas atšķirības kopējo suspendēto daļiņu koncentrācijā starp gadiem, daudzu izlecošo vērtību klātbūtne liecina par īslaicīgu erodēto daļiņu nonākšanu ūdenī, kas visdrīzāk ir saistīts ar ciršanas, ceļu būves darbībām un/vai meteoroloģisku epizodi. Pirmajos četros novērojumu gados izšķīdušā organiskā oglekļa koncentrācija samazinājās, tomēr 2020. gadā tika novērots statistiski nozīmīgs pieaugums, kam sekoja pakāpeniska samazināšanās. Lai arī koncentrāciju dinamika šķietami atbilst lielākām cirsma platībām, tomēr tendenču sakritība ar references paraugošanas punktu ir pamats viennozīmīgu saistību apšaubīt. Izšķīdušā skābekļa koncentrācija palielinājās gados, kad mežizstrāde tika veikta lielākajās platībās.



2.20. attēls. Nozīmīgāko ūdens kvalitāti raksturojošo parametru (pH, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, TN, P-PO₄³⁻, K, Ca, TSS, DOC, DO) vērtības Zalvītes strautes noteces paraugšanas punktā 2016. - 2023. gadā. Kastes - 25% un 75% kvantīles, horizontālā līnija trenkrakstā – mediānas, melnie punkti – vidējās vērtības, punkti bez aizpildījuma – izlecošās vērtības, sarkanās zvaigznes – izlecošās vērtībās ārpus attēlojuma, pelēkie punkti – vidējās vērtības references paraugšanas punktā, raustītā pelēkā līnija – ticamības intervālu references paraugšanas punktā, atšķirīgi burti norāda uz statistiski būtiskām atšķirībām.

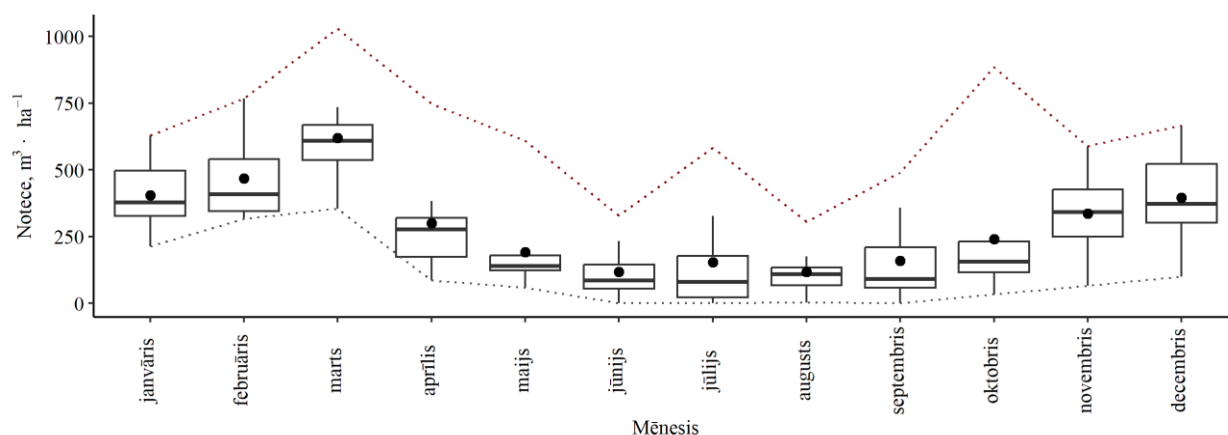
Lai gan pH vērtība P7 Zalvītes straute paraugošanas punktā pētījuma laikā saglabājās relatīvi stabila, gados, kad tika veikti ciršanas darbi, vidējā pH vērtības bija nedaudz augstāka (2.21. attēls). No 2019. līdz 2021. gadam nitrātu koncentrācija bija būtiski augstāka, salīdzinot ar periodu pirms 2019. gada. Līdzīgi kā notecēs paraugošanas punktā, arī šeit novērojama viena līdz divu gadu nobīde laikā. Amonija koncentrācija kopumā svārstījās minimāli – vienīgais būtiskais pieaugums tika konstatēts 2018. gadā, kad cirsmu apjoms bija vislielākais. Kopējā slāpekļa koncentrācija bija ievērojami paaugstināta no 2019. līdz 2021. gadam, kas sakrīt ar lielāko cirsmu apjomu ar aptuveni viena gada nobīdi. Fosfātu koncentrācija ievērojami pieauga 2018. gadā un saglabājās paaugstināta līdz pat 2022. gadam. Samazinājums 2023. gadā visdrīzāk ir vairāk saistīts ar dabiskajiem procesiem, jo šāda tendence tika novērota arī references paraugošanas punktā P0. Kālija koncentrācija ievērojami pieauga 2018. gadā, un pēc tam vidēji samazinājās, taču tika novērotas atsevišķas epizodes ar paaugstinātām (izlecošām) vērtībām. Kalcija koncentrācija arī ievērojami pieauga 2018. gadā. Vidējā TSS koncentrācija ievērojami pieauga 2018. gadā. 2019. gadā koncentrācija jau bija samazinājusies un saglabājās diezgan zema, taču visu periodu, kad noritēja mežsaimnieciskā darbība, epizodiski tika novērotas paaugstinātas (izlecošas) vērtības, kas saistāmas ar lokālu ietekmi. Kopumā DOC koncentrācija bija diezgan stabila, izņemot 2019. un 2022. gadu, kad tā samazinājās. DOC koncentrācijas izmaiņu tendences references paraugošanas punktā P0 bija līdzīgas no 2021. līdz 2023. gadam, tāpēc šie samazinājumi var nebūt saistīti ar mežsaimnieciskajām darbībām. Izšķīdušā skābekļa koncentrācijai novērojumu laikā bija tendence samazināties.



2.21. attēls. Nozīmīgāko ūdens kvalitāti raksturojošo parametru (pH, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, TN, P-PO₄³⁻, K, Ca, TSS, DOC, DO) vērtības Zalvītes strauta P7 paraugšanas punktā 2016. - 2023. gadā. Kastes attēlo 25% un 75% kvantīles, horizontālā līnija trenkrakstā – mediānas, melnie punkti – vidējās vērtības, punkti bez aizpildījuma – izlecošās vērtības, sarkanās zvaigznes – izlecošās vērtībās ārpus attēlojuma, pelēkie punkti – vidējās vērtības references paraugšanas punktā, raustītā pelēkā līnija – ticamības intervālu references paraugšanas punktā, atšķirīgi burti norāda uz statistiski būtiskām atšķirībām.

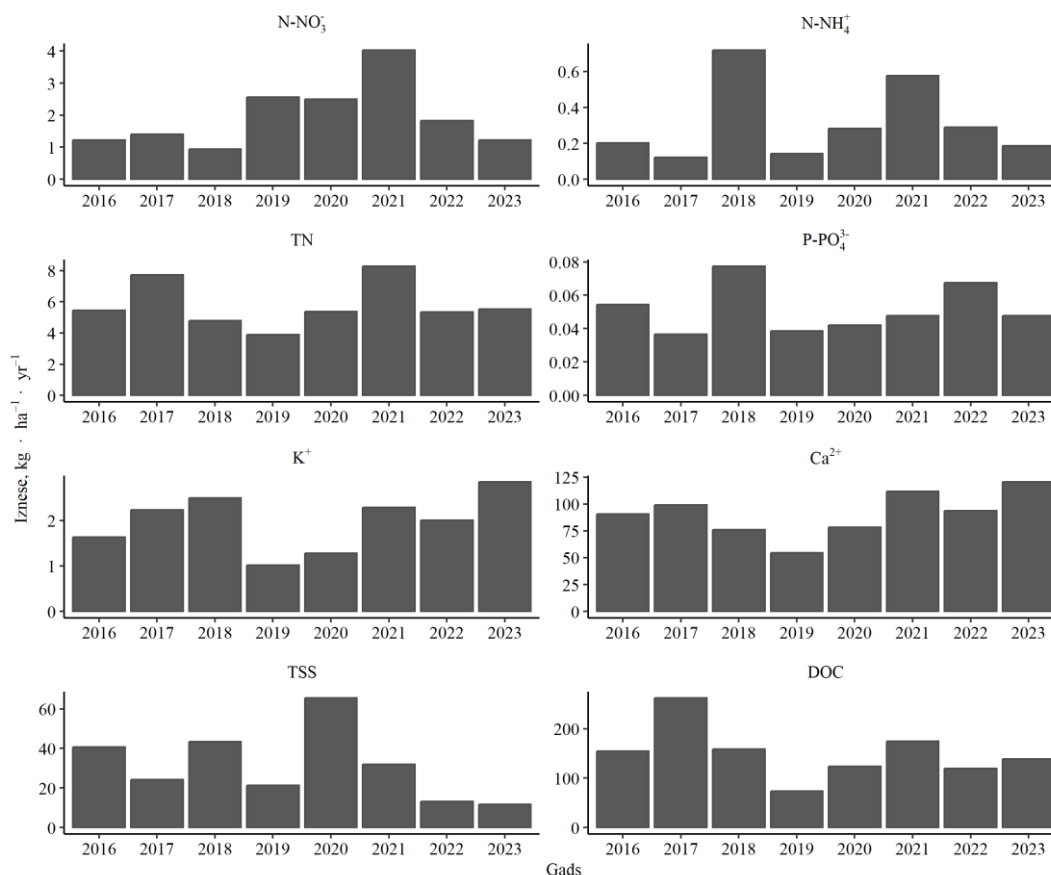
Elementu iznese no Zalvītes modeļteritorijas

Novērojumu periodā no 2212 ha lielā Zalvītes strautes noteces paraugšanas punkta sateces baseina vidēji tika novērota $3505 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ notece gadā. Vislielākā notece tika novērota 2017. gadā, kad tā sasniedza $5341 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ gadā, turpretim vismazākā notece tika konstatēta 2019. gadā – $2116 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ gadā. Noteces apjomu ietekmē dažādi faktori, tajā skaitā nokrišņu daudzums, temperatūra, gruntsūdens līmenis un pazemes notece, meliorācijas sistēmu darbība, evapotranspirācijas intensitāte sateces baseinā, mežsaimnieciskās darbības un citi faktori. Noteces sadalījums gada griezumā pa mēnešiem nav vienmērīgs. Zalvītes strautes noteces paraugšanas punktā vidēji vislielākā notece novērota martā – $620 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, taču vismazākā jūnijā – $118 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (2.22. attēls).



2.22. attēls. Noteces apjoms pa mēnešiem Zalvītes strautes noteces paraugšanas punktā 2016-2023. gadā. Kastes attēlo 25% un 75% kvantīles, horizontālā līnija trenkrastā – mediānas, melnie punkti – vidējās vērtības, sarkanā punktētā līnija – maksimālās mēneša vērtības, pelēkā punktētā līnija – minimālās mēneša vērtības.

Nitrātu un amonija jonu iznese no sateces baseina lielā mērā sakrīt ar izmaiņām to koncentrācijā (2.23. un 2.20. attēli). Nitrātu iznese ievērojami pieauga 2019. gadā ar vienu līdz divu gadu nobīdi no aktīvākas mežizstrādes periodiem. Amonija jonu iznese būtiski pieauga jau 2018. gadā, kad notika dažādas mežizstrādes darbības 6.5% no kopējās sateces baseina teritorijas, taču lēcians 2021. gadā drīzāk saistāms ar kumulatīviem efektiem. Abu analizēto slāpekļa savienojumu iznese, kā arī kopējā slāpekļa iznese novērojuma perioda beigās bija līdzīga novērotajam pirms liela mēroga mežsaimnieciskajām aktivitātēm. Kālija un kalcija iznese būtiski pieauga līdz ar lielākām mežizstrādes platībām. Novērojumu perioda beigās iznese vēl joprojām bija paaugstināta. Kopējo suspendēto daļiņu iznese bija paaugstināta 2016., 2018. un 2020. novērojumu gados, kas sakrīt ar ceļu būvi un lielākajām mežizstrādes platībām. Izšķīdušā organiskā oglekļa iznese kopumā palielinājās līdz ar lielākām mežizstrādes platībām, taču reakcija laikā nebija tik viennozīmīga, kas liecina, ka to būtiski ietekmē arī citi faktori.



2.23. attēls. Elementu iznese ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{yr}^{-1}$) no Zalvītes straucha sateces baseina 2016.- 2023. gadā

Secinājumi

1. Mežizstrādes un ceļu būves rezultātā pētītajā sateces baseinā palielinājās virszemes noteces pH, kālija un kalcija koncentrācija, kas saistāms ar mežsaimniecības un meža infrastruktūras darbu ietekmi uz augsnes struktūru, eroziju un bāzisko katjonu patēriņa izmaiņām. Īstermiņā šī tendence norāda uz samazinātiem augsnes un ūdens paskābināšanās riskiem, taču ilgtermiņā jāpievērš uzmanība šo elementu nodrošinājumam.
2. Slāpekļa savienojumu koncentrācija kopumā saglabājās zema – nitrātu slāpekļa koncentrācija pētījuma perioda laikā ne reizi nepārsniedza robežvērtību 11.3 mg L^{-1} . Fosfātu koncentrācijai raksturīgas pārsvarā zemas vērtības ($<0.03 \text{ mg L}^{-1}$), ar atsevišķiem ekstrēmiem. Visvairāk ūdens paraugu, kuros pārsniegts rekomendētais fosfātu koncentrācijas robežlielums 0.05 mg L^{-1} (10% no visiem ievāktajiem paraugiem), bijis 2018. gadā, kad pētījuma teritorijā bijis augstākais mežizstrādes platību īpatsvars. Tajā pašā laikā notecēs mērījumu punktā rekomendētā fosfātu koncentrācija pārsniegta tikai vienu reizi visa pētījuma perioda laikā, kas liecina par nelielu mežsaimniecības un meža infrastruktūras darbu ietekmi uz barības vielu iznesi ainavas līmenī. Slāpekļa savienojumu un fosfātu iznese mežizstrādes ietekmē palielinājās, taču atgriezās sākotnējā līmenī viena līdz trīs gadu laikā.
3. Kopējo suspendēto daļiņu iznese palielinājās gan ceļu būves, gan mežizstrādes ietekmē. Dati liecina, ka ietekmi būtiski raksturo īslaicīgas un salīdzinoši ekstrēmas (arī lokālas) epizodes. Visumā kopējo suspendēto daļiņu koncentrācija ir lielums, kura robežvērtība (25 mg L^{-1}) pētījuma periodā tika pārsniegta visbiežāk, un vislielākais paraugu īpatsvars ar palielinātu suspendēto daļiņu koncentrāciju (20% no visiem paraugiem) konstatēts 2018. gadā, kad pētījuma teritorijā bijis arī augstākais mežizstrādes platību īpatsvars. Lai gan paaugstinātās koncentrācijas pārsvarā konstatētas paraugu ņemšanas vietās sateces baseina iekšienē, un

noteces mērijumu punktā robežvērtība pārsniegta tikai dažas reizes visa pētījuma perioda laikā, šim rādītājam mežsaimniecības un meža infrastruktūras darbu laikā būtu pievēršama pastiprināta uzmanība, lai aizsargātu ūdens kvalitāti lokālā mērogā.

Literatūra

1. Betts, M.G., Phalan, B.T., Wolf, C., Baker, S.C., Messier, C., Puettmann, K.J., Green, R., Harris, S.H., Edwards, D.P., Lindenmayer, D.B. and Balmford, A., 2021. Producing wood at least cost to biodiversity: Integrating Triad and sharing-sparing approaches to inform forest landscape management. *Biological Reviews*, 96(4), pp.1301-1317.
2. Blattert, C., Eyvindson, K., Mönkkönen, M., Raatikainen, K.J., Triviño, M. and Duflo, R., 2023. Enhancing multifunctionality in European boreal forests: The potential role of Triad landscape functional zoning. *Journal of Environmental Management*, 348, p.119250.
3. Ecke, F. 2009. Drainage ditching at the catchment scale affects water quality and macrophyte occurrence in Swedish lakes. *Freshwater Biology* 59: 119–126.
4. Eiropas Vides Aģentūra. 2019. Vide Eiropā-Stāvoklis un perspektīvas 2020 Kopsavilkums. <https://doi.org/10.2800/735456>
5. Finér, L., Lepistö, A., Karlsson, K., Räike, A., Härkönen, L., Huttunen, M., Joensuu, S., Kortelainen, P., Mattsson, T., Piirainen, S., Sallantausta, T., Sarkkola, S., Tattari, S., & Ukonmaanaho, L. 2021. Drainage for forestry increases N, P and TOC export to boreal surface waters. *Science of The Total Environment*, 762, 144098. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144098>
6. Grayson, R. B., Finlayson, B. L., Gippel, C. J., & Hart, B. T. 1996. The Potential of Field Turbidity Measurements for the Computation of Total Phosphorus and Suspended Solids Loads. *Journal of Environmental Management*, 47(3), 257–267. <https://doi.org/10.1006/jema.1996.0051>
7. Kirchner, J. W., Austin, C. M., Myers, A., & Whyte, D. C. 2011. Quantifying Remediation Effectiveness under Variable External Forcing Using Contaminant Rating Curves. *Environmental Science & Technology*, 45(18), 7874–7881. <https://doi.org/10.1021/es2014874>
8. Kreutzweiser, D.P.; Hazlett, P.W.; Gunn, J.M. Logging impacts on the biogeochemistry of boreal forest soils and nutrient export to aquatic systems: A review. *Environ. Rev.* 2008, 16, 157-179.
9. Kritzberg, E. S., Hasselquist, E. M., Škerlep, M., Löfgren, S., Olsson, O., Stadmark, J., Valinia, S., Hansson, L.-A., & Laudon, H. 2020. Browning of freshwaters: Consequences to ecosystem services, underlying drivers, and potential mitigation measures. *Ambio*, 49(2), 375–390. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01227-5>
10. Lībiete Z. un citi. 2017. Pārskats par pētījuma “Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem” 2016. gada rezultātiem. Salaspils, 257 lpp
11. Marttila, H., Lepistö, A., Tolvanen, A., Bechmann, M., Kyllmar, K., Juutinen, A., Wennig, H., Skarbøvik, E., Futter, M., Kortelainen, P. and Rankinen, K., 2020. Potential impacts of a future Nordic bioeconomy on surface water quality. *Ambio*, 49, pp.1722-1735.
12. Marx, A., Dusek, J., Jankovec, J., Sanda, M., Vogel, T., van Geldern, R., Hartmann, J., & Barth, J. A. C. 2017. A review of CO₂ and associated carbon dynamics in headwater streams: A global perspective. *Reviews of Geophysics*, 55(2), 560–585. <https://doi.org/10.1002/2016RG000547>
13. Neary, D.G., Ice, G.G. and Jackson, C.R., 2009. Linkages between forest soils and water quality and quantity. *Forest ecology and management*, 258(10), pp.2269-2281.
14. Nieminen, M., E. Ahti, H. Koivusalo, T. Mattsson, S. Sarkkola, and A. Laure'n. 2010. Export of suspended solids and dissolved elements from peatland areas after ditch network maintenance in south-central Finland. *Silva Fennica* 44: 39–49.
15. Parkhill, K. L., & Gulliver, J. S. 2002. Effect of inorganic sediment on whole-stream productivity. *Hydrobiologia*, 472(1/3), 5–17. <https://doi.org/10.1023/A:1016363228389>
16. Solomon, C. T., Jones, S. E., Weidel, B. C., Buffam, I., Fork, M. L., Karlsson, J., Larsen, S., Lennon, J. T., Read, J. S., Sadro, S., & Saros, J. E. 2015. Ecosystem Consequences of Changing Inputs of Terrestrial Dissolved Organic Matter to Lakes: Current Knowledge and Future Challenges. *Ecosystems*, 18(3), 376–389. <https://doi.org/10.1007/s10021-015-9848-y>
17. Trenčiansky, M., Štěrbová, M., Výboštok, J. and Lieskovský, M., 2021. Impacts of forest cover on surface runoff quality in small catchments. *BioResources*, 16(4), p.7830.
18. Vörösmarty, C.J., McIntyre, P.B., Gessner, M.O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, S.E., Sullivan, C.A., Liemann, C.R. and Davies, P.M., 2010. Global threats to human water security and river biodiversity. *nature*, 467(7315), pp.555-561.
19. Wall, A. Effect of removal of logging residue on nutrient leaching and nutrient pools in the soil after clearcutting in a Norway spruce stand. *For. Ecol. Manage.* 2008, 256, 1372-1383.
20. Yousefi, S., Moradi, H., Boll, J. and Schönbrodt-Stitt, S., 2016. Effects of road construction on soil degradation and nutrient transport in Caspian Hyrcanian mixed forests. *Geoderma*, 284, pp.103-112.

3. Bioloģiskās daudzveidības, ekosistēmu aizsardzības un atjaunošanas sekmēšana

3.1. Invazīvo un potenciāli invazīvo zemsedzes augu sugu izplatības pētījumi

Pamatojums

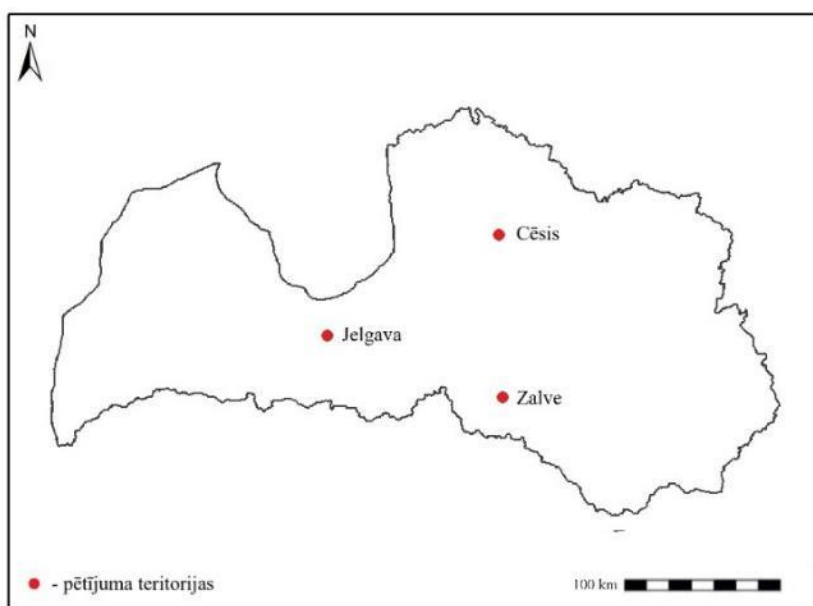
Pašreizējais ceļu tīkla blīvums Latvijas valsts mežos ir aptuveni 1.1 km/100 ha. Pēc Latvijas valsts mežu aprēķiniem optimālais ceļu tīkla blīvums meža zemēs, kas samazinātu mežsaimnieciskās un mežizstrādes izmaksas, ir 1.5 km/100 ha (LVM 2010), līdz ar to ir paredzams, ka jaunu meža ceļu būvniecība turpināsies arī nākotnē. Tomēr ir jāņem vērā, ka meža ceļi var veicināt biotopam neraksturīgo un invazīvo svešzemju sugu izplatību, veicinot floras sinantropizāciju (Zielinska 2007, Priede 2009). Palielināts gaismas daudzums, lielāka traucējumu intensitāte un resursu pieejamība veicina invazīvo sugu ieviešanos un izplatību gar meža ceļiem (Mortensen et al. 2009). Arī ceļa platums ir viens faktoriem, kas nosaka meža ceļu ekoloģisko ietekmi: jo platāks ir ceļš, jo lielāka ir tā ietekme uz apkārtējo vidi (Zhou et al. 2020). Nereti šīs sugas var izplatīties arī tālāk no ceļa, tādējādi apdraudot dabiskās augu sabiedrības (Avon et al. 2010; Marcantonio et al. 2013). Tieši regulāru traucējumu dēļ meža ceļu malas tiek uzskatītas par agrīnās sukcesijas dzīvotni (Flory, Clay 2009; Avon et al. 2013). Izmaiņas zemsedzes veģetācijā ir viens no galvenajiem ekosistēmās notiekošo pārmaiņu indikatoriem (Buriānek et al. 2013), tādēļ zemsedzes veģetācijas monitorings var nodrošināt informāciju par meža ekosistēmās notiekošajiem sukcesijas procesiem, un ir izmantojams arī dažādu traucējumu ietekmes izpētē un invazīvo sugu izplatības novērtēšanā.

Pētījuma mērķis ir novērtēt meža ceļu un ceļmalu zemsedzes veģetācijas sugu sastāva un invazīvo/potenciāli invazīvo augu sugu izplatības izmaiņas laikā apsaimniekotā meža ainavā.

Objekti un metodika

Pētījuma teritorija

Pētījumam izvēlētas trīs teritorijas AS “Latvijas valsts meži” apsaimniekotās meža zemēs: Zalve, Jelgavas un Cēsu apkārtnē (3.1. attēls). 2024. gadā atkārtota veģetācijas uzskaite tika veikta gar četriem Zalves teritorijā ietilpstošiem rekonstruētiem vai jaunizbūvētiem meža ceļiem, kā arī diviem rekonstruētiem meža ceļiem Cēsu un diviem - Jelgavas teritorijā (3.1. tabula). Papildus katrā teritorijā veikta atkārtota veģetācijas uzskaite gar vienu dabiskas brauktuves posmu (kontrole). Kopumā 2024. gadā apsekoti astoņi iepriekš izbūvēti vai rekonstruēti ceļa posmi un trīs kontroles ceļa posmi.



3.1.attēls. Pētījuma teritoriju atrašanās vietas

3.1.tabula

Pētījuma objektu raksturojums

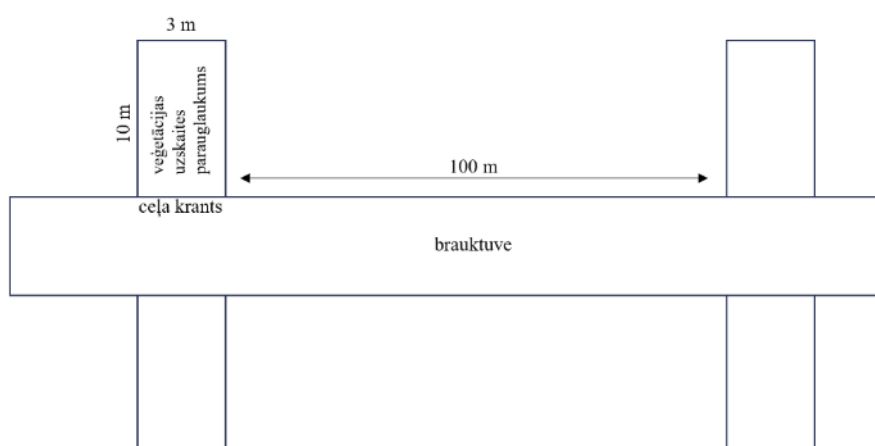
Ceļa nosaukums	Teritorija	Ceļa veids	Ceļa garums, km	Ceļa platums, m	Segums	Paraug-laukumu skaits
Apaļais ceļš	Zalve	jaunizbūvēts	4.9	4.5	drupināta grants	20
Bruģa ceļš	Zalve	rekonstruēts	4.5	5	drupināta grants	20
Saukas purva ceļš	Zalve	rekonstruēts	2.9	5	drupināta grants	20
Mežmuižas ceļš	Zalve	jaunizbūvēts	8.3	4.5	grants	20
Bikšu ceļš(kontrole)	Zalve	dabiska brauktuve	1.5	3.5	-	20
Ēdenes karjers	Jelgava	rekonstruēts	2.27	5.5	drupināta grants	20
Uzvaras līdums	Jelgava	rekonstruēts	4.9	5.5	grants	20
Jelgava(kontrole)	Jelgava	dabiska brauktuve	0.5	2	-	20
Skraustu ceļš	Cēsis	rekonstruēts	5.3	5.5	drupināta grants	20
Mežmaļu ceļš	Cēsis	rekonstruēts	2.1	5.5	grants	20
Cēsis(kontrole)	Cēsis	dabiska brauktuve	0.3	2	-	12

Veģetācijas raksturošana

Veģetācijas uzskaitē uz katra pētāmā ceļa tika veikta 1 km garā posmā, kura sākums atrodas 100 vai 50 m no ceļa vai grāvja trases sākumpunkta. Uz katra pētāmā posma ar 100 m intervālu ierīkoti 20 veģetācijas uzskaites parauglaukumi (10 labajā pusē un 10 kreisajā pusē), kuru izmērs

ir 3 x 10 m un īsākā mala pārklājas ar ceļa kranti (3.2. attēls). Visos pētāmajos objektos attālums starp parauglaukumiem bija 100 m, izņemot dabiskās brauktuves (kontrolē) Cēsīs un Jelgavā, kur nepietiekamā ceļa garuma dēļ attālums starp parauglaukumiem bija 50 m. Nepietiekamā ceļa garuma dēļ uz dabiskās brauktuves Cēsīs kopumā ierīkoti 12 parauglaukumi.

Kopumā veģetācijas uzskaitē 2024. gadā veikta 212 parauglaukumos. Katrā parauglaukumā uzskaitītas visas zemsedzes vaskulāro augu, sūnu un ķērpju sugas, kā arī pēc Brauna-Blankē metodes (Braun-Blanquet 1964) novērtēts to projektīvais segums piecu ballu skalā (1 balle - sugas kopējais segums parauglaukumā < 5%; 2 balles 5 - 25%; 3 balles 25 - 50%; 4 balles 50 - 75%; 5 balles 75 - 100%). Vaskulāro augu sugu nomenklatūra veidota, balstoties uz Stalažs (2024), bet sūnu un ķērpju nomenklatūra, izmantojot Latvijas ķērpju un sūnu taksonu sarakstu (Āboliņa u.c. 2015).



3.2.attēls. Veģetācijas uzskaites parauglaukumu izvietojuma shēma

Datu statistiskā apstrāde

Lai raksturotu sugu daudzveidību, izmantojot programmu PC-ORD 7 (McCune, Mefford 2018), tika aprēķināts katra 3 x 10 m parauglaukuma kopējais sugu skaits un Šenona-Vīnera daudzveidības indekss, kas apvieno sugu skaitu un to izlīdzinātību parauglaukumā. Veicot veģetācijas aprakstu ordināciju, programmā PCORD7 tika veikta detrendētā korespondences analīze (DCA). Papildus katram parauglaukumam atkarībā no vaskulāro augu, sūnu un ķērpju sugu sastāva un to seguma tika aprēķināta vidējā svērtā augsnes Ellenberga indikatorvērtība četriem parametriem - gaismai (L), mitrumam (F), augsnes reakcijai (R) un slāpeklim (N) (Berg 2011, Tichý et al. 2023) - , kā arī augsnes traucējumu indikatorvērtība, kas raksturo parauglaukumā augošo sugu noturību pret augsnes traucējumiem (Midolo et al. 2023). Vidējās Ellenberga un augsnes traucējumu indikatorvērtības tika korelētas ar DCA asīm, iegūstot vektorus, kas netieši norāda uz veģetāciju diferencējošiem ekoloģiskajiem faktoriem starp pētījuma teritorijām.

Lai noteiktu Ellenberga un augsnes traucējumu indikatorvērtību izmaiņas pētījuma teritorijās starp veģetācijas uzskaitēm 2022. gadā un 2024. gadā, tika veikts t-tests (datiem ir normāls sadalījums) vai Vilkoksona tests (datu sadalījums būtiski atšķiras no normāla sadalījuma) saistītām paraugkopām. Arī sugu skaita un Šenona-Vīnera vidējo vērtību salīdzināšanai starp pētījuma teritorijām izmantots T-tests vai Vilkoksona tests (neatkarīgām paraugkopām). Statistiskie testi tika veikti programmā R (R Core Team 2021). Datu normalitātes pārbaude tika veikta, izmantojot Šapiro-Vilka normalitātes testu. Statistisko testu rezultāti tika uzskatīti par būtiskiem, ja p-vērtība bija mazāka par 0.05.

Rezultāti

Sugu sastāvs un daudzveidība

2024. gadā visos apsektajos objektos kopumā konstatēti 375 taksoni: 325 laukstaugi, 43 zemsedzes sūnu un septiņi zemsedzes ķērpju taksoni (7. pielikums). Visbiežāk konstatētās lakstaugu sugas (sastopamas vismaz 50% no apsektajiem parauglaukumiem) bija parastā smilga *Agrostis tenuis*, parsatā vībotne *Artemisia vulgaris*, slotiņu ciesa *Calamagrostis epigejos*, sila virsis *Calluna vulgaris*, Kanādas jānītis *Erigeron canadensis*, sarkanā auzene *Festuca rubra*, parastā egle *Picea abies*, parastā priede *Pinus sylvestris*, lielā ceļteka *Plantago major*, kārkli *Salix spp.*, pienenes *Taraxacum spp.*, un parastā mellene *Vaccinium myrtillus*, bet izplatītākās sūnu sugas bija purpura ragzobe *Ceratodon purpureus*, spīdīga stāvaine *Hylocomium splendens* un Šrēbera rūšaine *Pleurozium schreberi*. No visām uzskaitītajām sugām 65 tika konstatētas tikai vienā parauglaukumā.

Jelgavā kopumā konstatēti 245 taksoni, Cēsīs – 251, bet Zalvē – 271 taksons. Vislielākais vidējais sugu skaits parauglaukumā konstatēts uz rekonstruētajiem ceļiem Jelgavā un Cēsīs: 51 un 52 sugas. Savukārt uz rekonstruētajiem ceļiem Zalvē vidējais konstatētais sugu skaits bija būtiski mazāks nekā Jelgavā ($p < 0.0001$) un Cēsīs ($p < 0.0001$) – 40 sugas. Arī vidējā Šenona-Vīnera daudzveidības indeksa vērtība Zalvē ($H = 3.47$) bija būtiski zemāka nekā Jelgavā ($H = 3.78$; $p < 0.0001$) un Cēsīs ($H = 3.79$; $p < 0.0001$). Uz dabiskajām brauktuvēm visās pētāmajās teritorijās tika konstatēts būtiski zemāks vidējais sugu skaits parauglaukumā (3.2. tabula) nekā uz rekonstruētajiem ceļiem ($p < 0.0001$).

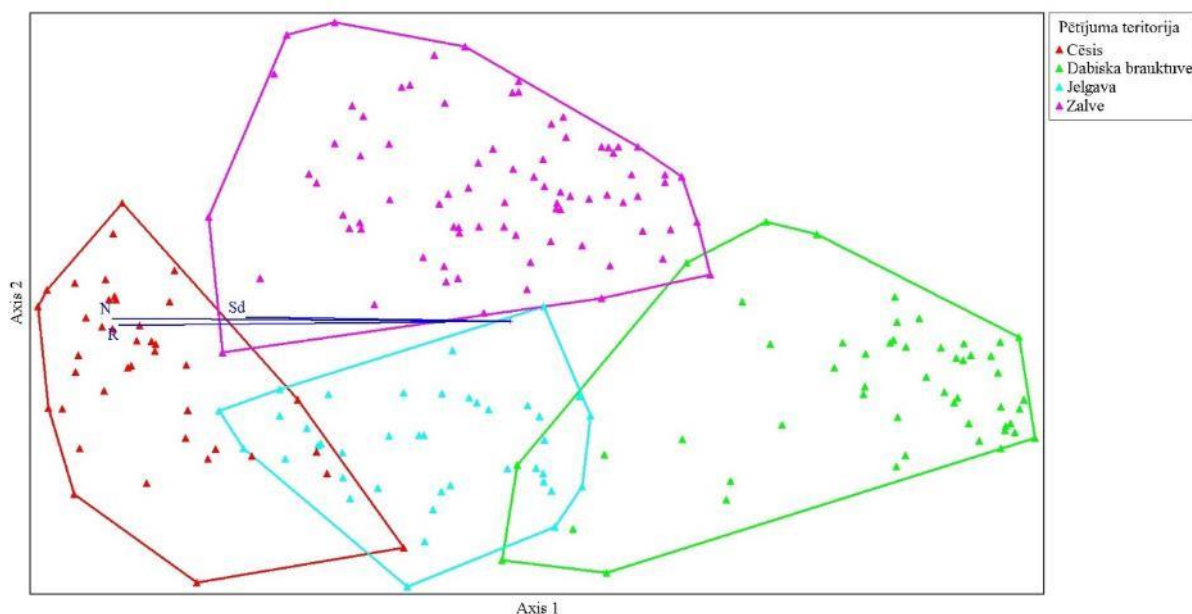
3.2.tabula

Zemsedzes veģetācijas sugu skaits un Šenona-Vīnera daudzveidības indeksa vērtības pētāmo ceļu parauglaukumos 2024. gadā

Teritorija	Ceļš	Kopējais sugu skaits	Vidējais sugu skaits parauglaukumā	Vidējā Šenona - Vīnera daudzveidības indeksa vērtība parauglaukumā
Zalve	Apalais ceļš	177	43.6 ± 6.8	3.5538 ± 0.20
Zalve	Bruģa ceļš	170	46.2 ± 8.07	3.65055 ± 0.21
Zalve	Saukas purva ceļš	129	33.85 ± 7.04	3.31585 ± 0.22
Zalve	Mežmuižas ceļš	151	36.3 ± 11.37	3.36775 ± 0.39
Zalve	Bikšu ceļš(kontrole)	91	26.65 ± 8.96	2.97205 ± 0.36
Jelgava	Ēdenes karjers	190	54.35 ± 9.6	3.8518 ± 0.19
Jelgava	Uzvaras līdums	178	48.35 ± 10.03	3.7119 ± 0.23
Jelgava	Jelgava(kontrole)	92	21.75 ± 8.38	2.73665 ± 0.35
Cēsis	Skraustu ceļš	170	51.6 ± 8.18	3.7812 ± 0.16
Cēsis	Mežmaļu ceļš	201	52.05 ± 7.06	3.7942 ± 0.14
Cēsis	Cēsis (kontrole)	100	28.75 ± 12.61	3.01 ± 0.53

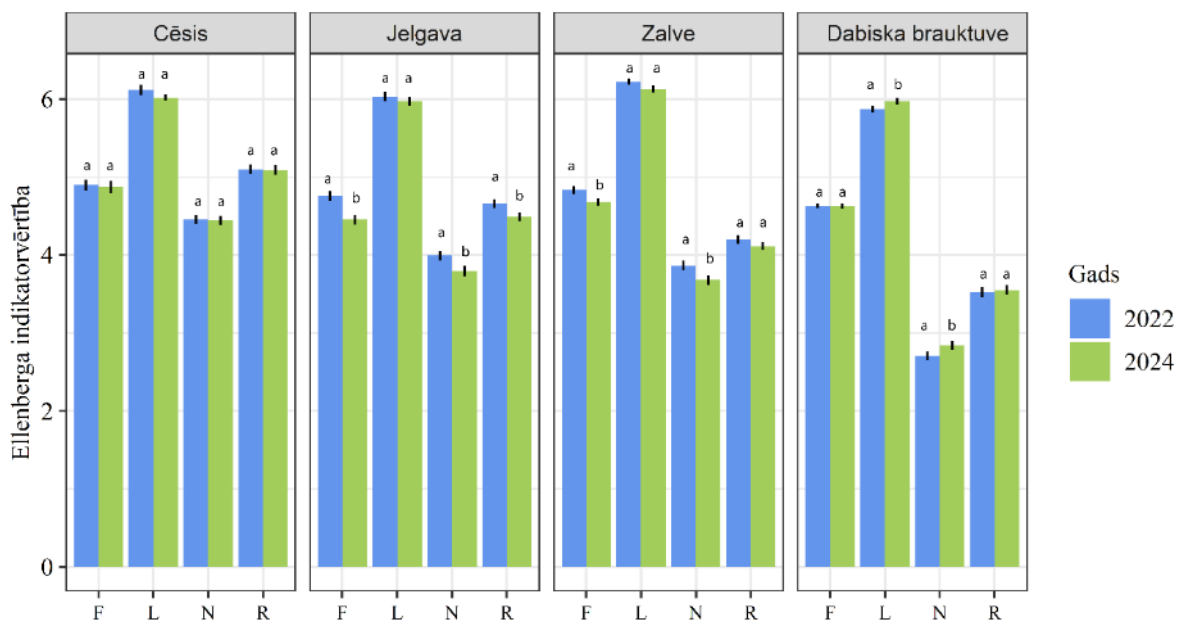
2024. gada veģetācijas parauglaukumu ordinācija norāda uz būtiskām sugu sastāva atšķirībām gan starp pētījuma teritorijām, gan starp jaunizbūvētajiem/rekonstruētajiem ceļiem un dabiskajām brauktuvēm (3.3. attēls). Kā galvenos gradientus starp parauglaukumiem var izdalīt slāpekļa ($r = -0.9$) un augsnes reakcijas indikatorvērtības ($r = -0.849$), kā arī augsnes traucējumu

indikatorvērtību ($r=-0.73$). Ordinācijas rezultāti liecina par barības vielām bagātākiem augšanas apstākļiem gar jaunizbūvētiem/rekonstruētiem meža ceļiem, kas, iespējams, varētu būt saistīts ar grāvja klātesamību, jo grāvja tuvumā augsnē ir lielāka slāpekļa koncentrācija (Ågren et al. 2024), savukārt uz dabiskajām brauktuvēm grāvja nav. Iegūtie rezultāti liecina arī par daudz zemākām augsnes reakcijas vērtībām uz dabiskajām brauktuvēm, kas varētu būt saistīts gan ar tiešu skujkoku nobiru ietekmi, gan lielāku sūnu segumu. Savukārt augsnes traucējumu indikatorvērtība liecina, ka gar jaunizbūvētajiem/rekonstruētajiem meža ceļiem ir sastopamas sugas, kas ir tolerantākas pret augsnes traucējumiem nekā sugas gar dabiskajām brauktuvēm, kas liecina par zemāku traucējumu intensitāti.



3.3. attēls. DCA parauglaukumu ordinācija visām pētījuma teritorijām 2024. gadā un vidējo parauglaukumu Ellenberga un augsnes traucējumu indikatorvērtību saistība ar asīm. Apzīmējumi: R – augsnes reakcija, N – slāpeklis, Sd – augsnes traucējumi.

Salīdzinot Ellenberga vidējās svērtās indikatorvērtības 2022. un 2024. gadā, gan Jelgavā, gan Zalvē 2024. gadā uz rekonstruētajiem ceļiem tika konstatēta būtiski zemāka mitruma un slāpekļa indikatorvērtība nekā 2022. gadā (3.4. attēls). Jelgavā 2024. gadā tika konstatēta arī būtiski zemāka augsnes reakcijas vērtība, savukārt uz rekonstruētajiem ceļiem Cēsīs nevienā no analizētajiem indikatoriem būtiskas izmaiņas netika konstatētas. Uz dabiskajām brauktuvēm 2024. gadā tika konstatēta būtiski augstāka gaismas un slāpekļa indikatorvērtība.

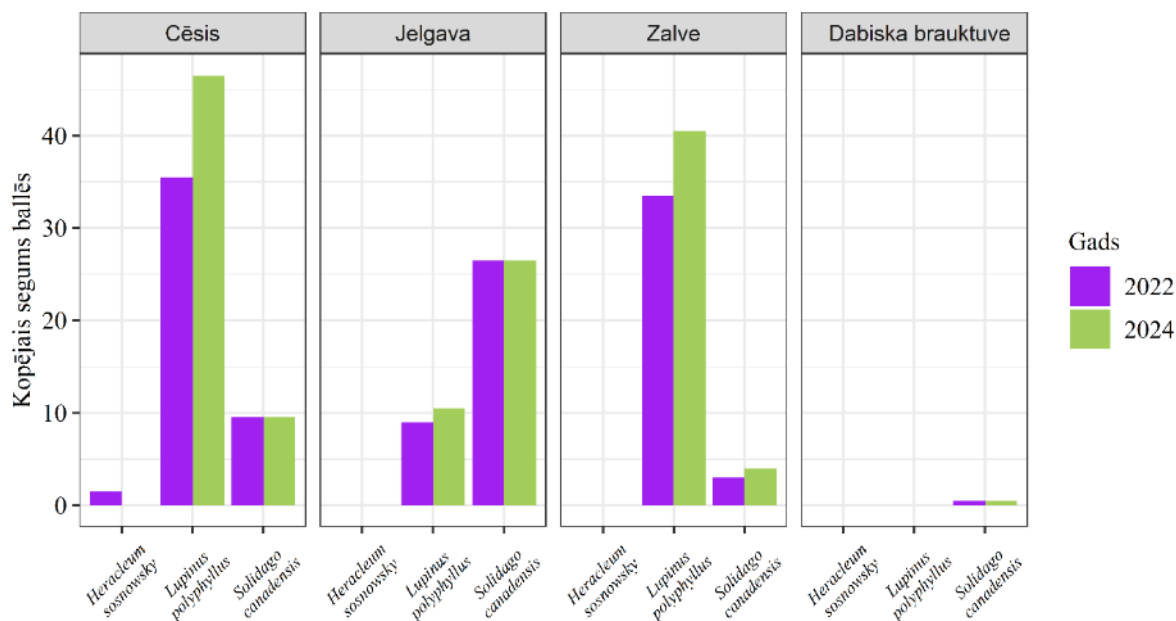


3.4. attēls. Vidējo Ellenberga indikatorvērtību atšķirības uz dabiskajām brauktuvē un rekonstruētajiem ceļiem Cēsīs, Jelgavā un Zalvē 2022. un 2024. gadā. Apzīmējumi: F – mitrums, L – gaisma, N – slāpekļis, R – augsnes reakcija. Burti virs stabiņiem apzīmē vidējo vērtību izmaiņu būtiskumu katram indikatoram konkrētajā pētījuma objektā, balstoties uz T-testu vai Vilkoksona testu saistītām paraugkopām. Būtiskuma līmenis ir 0.05.

Invasīvo un potenciāli invasīvo sugu sastopamība

Kopumā 2024. gadā uzskaitītas piecas potenciāli invasīvās sugas (Evarts-Bunders, Evarte-Bundere 2020): daudzlapu lupīna *Lupinus polyphyllus*, Kanādas zeltslotiņa *Solidago canadensis*, milzu zeltslotiņa *Solidago gigantea*, sīkziedu sprigane *Impatiens parviflora* un sarkanais plūškoks *Sambucus racemosa*. Divas no potenciāli invasīvajām sugām – *Lupinus polyphyllus* un *Solidago canadensis* – tika konstatētas visās pētījuma teritorijās, bet pārējās potenciāli invasīvās sugas – tikai Jelgavā. *Solidago gigantea* konstatēta divos, bet *Sambucus racemosa* – vienā Ēdenes karjera ceļa parauglaukumā, savukārt *Impatiens parviflora* – vienā Uzvaras līduma ceļa parauglaukumā. 2024. gadā nevienā no teritorijām netika konstatēts Sosnovska latvānis *Heracleum sosnowskyi* (invasīva suga, MK noteikumi Nr. 468, 2008).

Salīdzinot ar 2022. gadu, visās pētījuma teritorijās tika konstatēts kopējā *Lupinus polyphyllus* seguma pieaugums, bet *Solidago canadensis* segums nedaudz pieauga tikai Zalvē (3.5. attēls). 2024. gadā Cēsīs vairs netika konstatēts *Heracleum sosnowskyi*. *Sambucus racemosa* izplatība un segums nav mainījies, bet *Impatiens parviflora* 2024. gadā tika konstatēta pirmo reizi. Uz dabiskajām brauktuvē gan 2022. gadā, gan 2024. gadā tika konstatēta viena potenciāli invasīvā suga – *Solidago canadensis*. Šīs sugas izplatība un segums divu gadu laikā nav mainījies, un abos veģetācijas uzskaites gados *Solidago canadensis* Jelgavā konstatēta tikai vienā parauglaukumā.



3.5. attēls. Invazīvās augu sugas *Heracleum sosnowsky* un divu potenciāli invazīvo augu sugu *Lupinus polyphyllus* un *Solidago canadensis* kopējais segums uz dabiskajām brauktuvēm un rekonstruētajiem ceļiem Cēsīs, Jelgavā un Zalvē 2022. un 2024. gadā.

Secinājumi

1. Gar pētītajiem jaunizbūvētiem un rekonstruētajiem meža ceļiem ir lielāka zemsedzes vaskulāro augu, sūnu un ķērpju kopējā sugu daudzveidība nekā gar dabiskām brauktuvēm. Uz abiem ceļu veidiem sastopamas augu sabiedrības ar atšķirīgu sugu sastāvu, ko nosaka gan augšanas apstākļi (slāpekļis, augsnes pH), gan sugu tolerance pret augsnes traucējumiem.
2. Jaunizbūvēto un rekonstruēto ceļu parauglaukumu vidējo Ellenberga indikatorvērtību atšķirības starp 2022. un 2024. gadu norāda uz būtisku mitruma un slāpekļa samazināšanos, kas varētu būt saistīts gan ar klimatiskajiem apstākļiem, gan mežizstrādes radītiem traucējumiem.
3. Atkārtotās veģetācijas uzskaites dati norāda uz potenciāli invazīvās sugas *Lupinus polyphyllus* seguma pieaugumu gar rekonstruētajiem/jaunizbūvētajiem meža ceļiem visās pētījuma teritorijās, savukārt gar dabiskajām brauktuvēm nav konstatētas jaunas invazīvās vai potenciāli invazīvās sugas, un *Solidago canadensis* segums un izplatība gar dabiskajām brauktuvēm nav mainījusies.

Literatūra

1. Ågren A. M., Anderson O., Lidberg W., Öquist M., Hasselquist E. M. 2024. Ditches show systematic impacts on soil and vegetation properties across the Swedish forest landscape. *Forest Ecology and Management*, 555.
2. Avon C., Bergès L., Dumas Y., Dupouey J. 2010. Does the effect of forest roads extend a few meters or more into the adjacent forest? A study on understory plant diversity in managed oak stands. *Forest Ecology and Management*, 259(8): 1546-1555 pp.
3. Avon C., Dumas Y., Bergès L. 2013. Management practices increase the impact of roads on plant communities in forests. *Biological Conservation*, 159: 24-31 pp.
4. Āboliņa A., Pīterāns A., Bambe B. 2015. Latvijas ķērpji un sūnas. Taksonu saraksts. DUAA "Saule", Salaspils: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", 213. lpp.
5. Berg C. 2011. Ellenberg indicator scales for lichens. <https://www.sci.muni.cz/botany/juice/?idm=10> Skatīts:

02.12.2024

6. Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Wien, New York, Springer Verlag, 865.
7. Buriánek V., Novotný R., Hellebrandová K., Šrámek V. 2013. Ground vegetation as an important factor in the biodiversity of forest ecosystems and its evaluation in regard to nitrogen deposition. *Journal of forest science*, 59(6): 238–252 pp.
8. Evarts-Bunders P., Evarte-Bundere G. 2020. Development and approbation of methodology for monitoring invasive plant species: the Case of Latvia. *Thaiszia Journal of Botany* 30 (1): 059-079 pp.
9. Flory S. L., Clay K. 2009. Effects of roads and forest successional age on experimental plant invasions. *Biological Conservation*, 142(11): 2531-2537 pp.
10. Invazīvo augu sugu saraksts. 2008. Ministru kabineta noteikumi Nr.468.
11. LVM. 2010. Meža autoceļu rokasgrāmata. https://www.lvm.lv/images/lvm/Petijumi_un_publicacijas/Publikacijas/Meza_autoceli.pdf
12. Marcantonio M., Rocchini D., Geri F., Bacaro G., Amici V. 2013. Biodiversity, roads, & landscape fragmentation: Two Mediterranean cases. *Applied Geography*, 42: 63-72 pp.
13. McCune B., Mefford M.J. 2018. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 7.07.
14. Midolo G., Herben T., Axmanová I., Marcenò C., Pätzsch R., Bruehlheide H., Chytrý M. 2023. Disturbance indicator values for European plants. *Global Ecology and Biogeography*, 32: 24–34 pp.
15. Mortensen D. A., Rauschert E. S., Nord A. N., Jones B. P. 2009. Forest roads facilitate the spread of invasive plants. *Invasive Plant Science and Management*, 2(3): 191-199 pp.
16. Priede A. 2009. Invazīvie neofīti Latvijas florā: izplatība un dinamika. Promocijas darbs. Latvijas Universitāte, Rīga, 127 lpp.
17. R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
18. Stalažs A., 2024. List of vascular plants of Latvia (with Latvian names): Latvijas vaskulāro augu saraksts (ar latviskajiem nosaukumiem). *Raksti par Dabu* 3, 1–312 3.
19. Zhou T., Luo X., Hou Y., Xiang Y., Peng S. 2020. Quantifying the effects of road width on roadside vegetation and soil conditions in forests. *Landscape ecology*, 35: 69-81 pp.
20. Zielińska K. 2007. The influence of roads on the species diversity of forest vascular flora in Central Poland. *Biodiversity: Research and Conservation*, 5-8: 74-80 pp.

3.2. Nozīmīgo meža biotopu attīstības un sugu izplatības scenāriji atkarībā no īstenotās mežsaimnieciskās darbības

3.2.1. Dabisko meža biotopu apsaimniekošanas efektivitātes parauglaukumu pārmērīšana (priežu audzes)

Pamatojums

Eiropas Savienības mēroga dokumenti - Bioloģiskās daudzveidības stratēģija 2030. gadam, ES Meža stratēģija 2030. gadam, Dabas atjaunošanas regula u.c. - nozīmīgi ietekmē mežsaimniecības nākotni, paredzot gan palielināt tās platības, kurās bioloģiskās daudzveidības uzturēšana ir prioritāte, gan veicinot tās saglabāšanu saimnieciskajos mežos. Lai mazinātu šo potenciālo ierobežojumu ietekmi uz bioekonomiku un nodrošinātu bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas mērķu sasniegšanu, būtiski izvēlēties piemērotu īstenojamo pasākumu kopu. To iespējams izdarīt, novērtējot šādu pasākumu ilgtermiņa efektu, t.sk. veicot mērījumus iepriekš ierīkotos biotopu apsaimniekošanas pasākumu objektos, lai, pamatojoties uz objektīviem datiem, izdarītu secinājumus par dabas aizsardzības pasākumu efektivitāti ilgākā termiņā.

Pētījuma mērķis ir raksturot biotopu kopšanas pasākumu ietekmi priežu audzēs, papildinot zināšanas par iespējamām dabai tuvākās mežsaimniecības pieejām teritorijās ar ierobežotu saimniecisko darbību.

Objekti un metodika

Objektu raksturojums

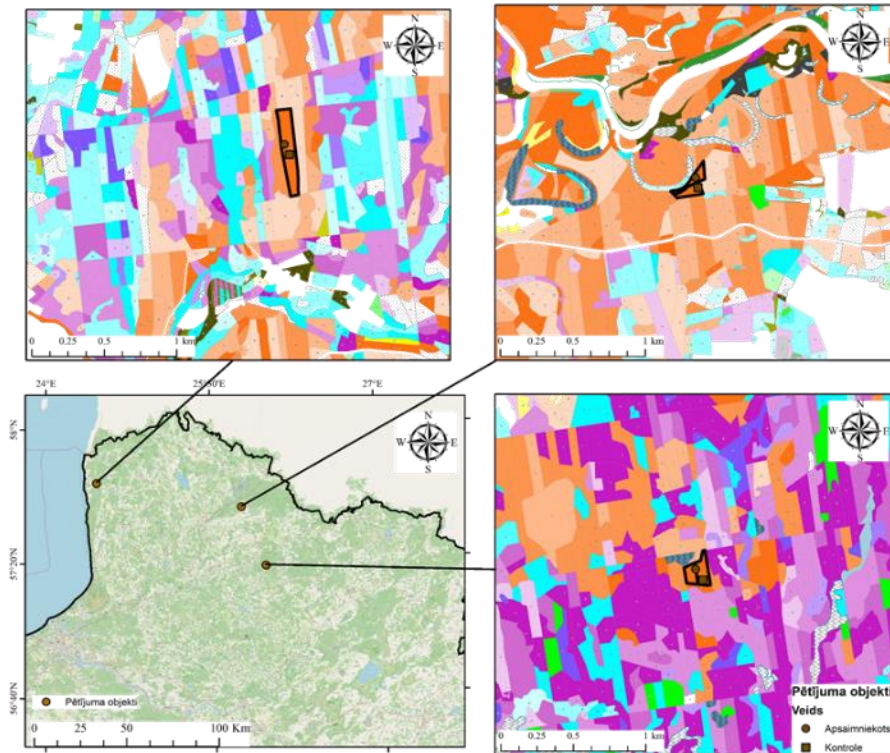
Pētījums veikts DMB priežu mežaudžu objektos, kuros 2004.-2005. gadā, Jāņa Doņa vadīta pētījuma ietvaros, veikta pirmā stāva priežu atēnošana, izzāģējot otrajā stāvā augošos kokus (egles) (3.3. tabula, 3.6. attēls). Atēnošana (koku izzāģēšana) veikta daļā audzes (parauglaukums), daļu atstājot neskartu (nav veikta nekāda veida saimnieciskā darbība - kontroles parauglaukums). Šajā sezonā (2024. gadā) veikta parauglaukumu atkārtota apsekošana un konkrētajos parauglaukumos veikts veģetācijas novērtējums. Lai nodrošinātu informāciju salīdzināšanai (biotopu apsaimniekošanas efekta vērtēšanai, parauglaukumi ierīkoti sešos pētījuma objektos (par vienu vairāk, nekā plānots). Visos pētījuma objektos mētrājā un lānā priežu vecums variē no 183-258 gadiem.

3.3. tabula.

Apsekoto objektu un parauglaukumu raksturojums

Lab. kods	Vieta	Pl. nr.	Veids	MT	P vec.
MPS-114-4-10	Mežole	10	kontrole	Ln	258
MPS-114-3-3	Mežole	3	apsaimniekots	Ln	238
401-436-4-2	Salacgrīva	2	kontrole	Ln	183
401-436-4-8	Salacgrīva	8	apsaimniekots	Ln	183
102-500-39-3	Vijciems (Strenči)	3	kontrole	Dm	195
102-500-41-8	Vijciems (Strenči)	8	apsaimniekots	Dm	195

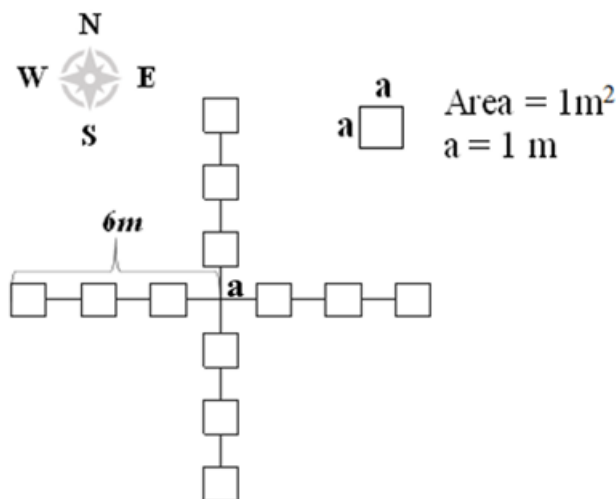
Koordinātas: LKS92 ģeodēziskās (LVM GEO). Lab. kods – parauglaukuma laboratorijas kods; Pl. nr – parauglaukuma numurs; MT – meža tips (2 – lāns, 3 - damaksnis); P.vec – audzes vecums.



3.6. attēls. Pētāmo meža nogabalu un parauglaukumu lokācija

Veģetācijas datu ievākšana

Pirmreizējā veģetācijas novērtēšana veikta pirms priežu atēnošanas. Tās laikā 10x10m lielā parauglaukumā veikta sastopamo sugu uzskaitē. Veicot atkārtotu parauglaukumu apsekošanu pēc priežu atēnošanas (2024. gadā), katrā iepriekš (2004. gadā) ierīkotajā veģetācijas novērtēšanas parauglaukumā ierīkota veģetācijas datu ievākšanas transekte. Veģetācijas raksturošanas transekte veidota tā, ka no transektes centra uz katru debespusi ik pēc 1m izvietoti trīs 1m×1m lieli parauglaukumi (3.7. attēls).



3.7. attēls. Veģetācijas datu ievākšanas transektes shēma

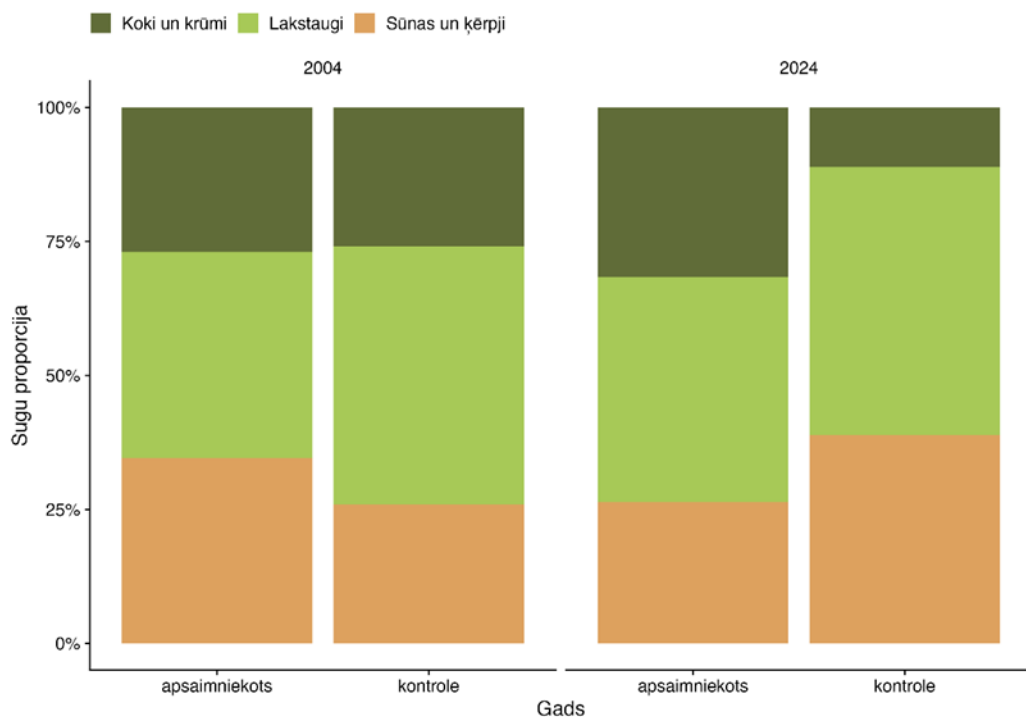
Veģetācijas raksturošanai parauglaukumos izdalīti trīs stāvi – koku un krūmu, lakstaugu, sūnu un ķērpju. Katrā parauglaukumā noteikts augu sugu sastāvs un to procentuālais segums. Koku un krūmu stāvā iekļauti tie koki, kuru caurmērs ≤ 6 cm un augstums ≤ 2 m. Fiksēts nobiru, atsegtas augsnes, kritalu un koku sakņu kaklu aizņemtais procentuālais segums parauglaukumā, kas kopā ar sūnu un ķērpju stāvu veido 100% segumu. Šo kategoriju procentuālais segums novērtēts tikai 2024. gada apsekojuma laikā.

Datu analīze

Datu analīzei izmantoti: 1) lineārie jaukta efekta modeļi Šenona daudzveidības indeksu salīdzināšanai, 2) Puasona vispārējie lineārie jaukta efekta modeļi sugu skaita salīdzināšanai, 3) Tweedie vispārināti lineārie jaukta efekta modeļi - segumu salīdzināšanai.

Rezultāti

Pirms priežu atēnošanas (2004. gadā) sugu proporcija apsaimniekotās un kontroles audzēs nedaudz atšķīrās (3.8. attēls). Lai arī koku un krūmu proporcija bija līdzīga, izvēlētajās kontroles audzēs bija vērojama lielāks lakstaugu īpatsvars, savukārt audzēs, kuras izvēlētas kā apsaimniekotas, vērojama lielāka sūnu un ķērpju proporcija, salīdzinot ar kontrolei izvēlēto audzi. Apsaimniekotajos objektos otrajā veģetācijas novērtēšanā (2024. gadā) vērojams sūnu un ķērpju stāva sugu proporcijas samazinājums, neliels lakstaugu stāva sugu proporciju pieaugums, bet izteiktāk pieaugusi koku un krūmu stāva sugu proporcija. Pretēja tendence novērota kontroles parauglaukumos – tajos koku un krūmu sugu proporcija samazinājusies, bet palielinājusies sūnu un ķērpju sugu proporcija, kā arī nedaudz palielinājusies lakstaugu stāva sugu proporcija.



3.8. attēls. Dažādu veģetācijas stāvu sugu proporcija atkarībā no apsaimniekošanas veida 2004. un 2024. gada apsekojumos

Pirmajā novērtējumā (2004. gadā) kopumā konstatētas 36 sugas, bet 2024. gada novērtējumā 25 sugas. Lielāks kopējais unikālo (tikai konkrētajā gadā konstatēto) sugu skaits novērots 2004. gadā - 11 sugas, salīdzinot ar otro novērtējumu (2024.gads), kad novērtētas 5 unikālas sugas. Unikālās sugas 2024. gadā galvenokārt bijušas sūnu sugas, savukārt 2004. gadā visos veģetācijas stāvos novērotas unikālas sugas.

3.4. tabula.

Novērojuma gadā konstatēto unikālo sugu saraksts

2004		2024	
Suga	Stāvs	Suga	Stāvs
<i>Coryllus avellana</i>	Koki un krūmi	<i>Populus tremula</i>	Koki un krūmi
<i>Salix caprea</i>	Koki un krūmi	<i>Aulacomnium palustre</i>	Sūnas un ķērpji
<i>Festuca ovina</i>	Lakstaugi	<i>Plagiomnium affine</i>	Sūnas un ķērpji
<i>Rubus idaeus</i>	Lakstaugi	<i>Plagiomnium ellipticum</i>	Sūnas un ķērpji
<i>Rubus saxatilis</i>	Lakstaugi	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	Sūnas un ķērpji
<i>Vaccinium uliginosum</i>	Lakstaugi		
<i>Brachythecium oedipodium</i>	Sūnas un ķērpji		
<i>Dicranum montanum</i>	Sūnas un ķērpji		
<i>Dicranum scoparium</i>	Sūnas un ķērpji		
<i>Polytrichum juniperinum</i>	Sūnas un ķērpji		
<i>Sphagnum capillifolium</i>	Sūnas un ķērpji		

Starp novērojumu gadiem būtiski atšķiras ($p=0.03$) Šenona indeksa vērtības, analizējot visus veģetācijas stāvus kā vienu datu kopu, bet netika novērotas būtiskas atšķirības starp apsaimniekošanas veidiem vai faktoru mijiedarbību. Šenona indeksa vērtības 2024. gadā bija savstarpēji līdzīgas starp dažādiem apsaimniekošanas veidiem. Apsaimniekotajā audzē vidējais Šenona indekss bija 1.66 ± 0.35 , bet kontroles audzē vidēji 1.63 ± 0.12 . Savukārt 2024. gadā

apsaimniekotajās audzēs vidējā Šenona indeksa vērtība bija 1.55 ± 0.25 , bet kontroles audzē 1.10 ± 0.24 . Tomēr, ja analizē tikai 2024. gadu, tad starp apsaimniekoto un kontroles variantu pastāv būtiska ($p=0.03$) atšķirība. Tādā gadījumā vidējā aprēķinātā Šenona indeksa vērtība apsaimniekotā audzē ir būtiski augstāka (1.28 ± 0.22) nekā kontroles audzē (0.79 ± 0.29). Lai salīdzinātu sugu skaitu starp gadiem, analīzei apkopoti dati parauglaukuma līmenī. Kopējais sugu skaits būtiski ($p=0.02$) atšķiras starp gadiem, bet nav novērojamas būtiskas atšķirības starp apsaimniekošanas veidiem vai faktoru mijiedarbības grupām.

3.5. tabula

Sugu skaita vērtības parauglaukuma (apļveida parauglaukuma) ietvaros dažādiem apsaimniekošanas veidiem divos novērtējuma gados

Veids	Kopējais vidējais	Lakstaugu vidējais	Sūnu vidējais	Kokaugu vidējais
2004				
Apsaimniekots	14.67 ± 2.5	5.67 ± 1.53	5.33 ± 1.15	3.67 ± 2.08
Kontrole	14.00 ± 3.61	6 ± 3.61	4.33 ± 1.15	3.67 ± 1.53
2024				
Apsaimniekots	5.75 ± 1.40	4.33 ± 1.15	3.67 ± 1.15	3.00 ± 2.65
Kontrole	4.03 ± 1.44	4.33 ± 3.21	3.67 ± 1.15	0.67 ± 0.58

Ja analizē iekļauj tikai 2024. gada novērojumus un tos analizē mazā ($1\text{ m} \times 1\text{ m}$) parauglaukuma ietvaros, kopējais sugu skats būtiski ($p=0.004$) atšķiras starp apsaimniekošanas veidiem, tomēr, ja apskata sugu skaitu pa stāviem, tad audzes apsaimniekošanas veids to neietekmē.

3.6. tabula.

Sugu skaita vērtības parauglaukuma ($1 \times 1\text{ m}$) ietvaros dažādiem apsaimniekošanas veidiem 2024. gada novērtējumā

Veids	Kopējais vidējais	Lakstaugu vidējais	Sūnu vidējais	Kokaugu vidējais
2024				
Apsaimniekots	5.75 ± 1.40	2.97 ± 0.91	2.33 ± 0.86	0.44 ± 0.81
Kontrole	4.03 ± 1.44	1.56 ± 1.25	2.39 ± 0.60	0.08 ± 0.28

Analizētais lakstaugu un sūnu un ķērpju procentuālais segums apsaimniekotajās audzēs (2024. gadā) ir būtiski augstāks nekā kontroles audzēs ($p < 0.001$ un $p = 0.001$). Tomēr nav novērotas būtiskas ($p = 0.104$) koku seguma atšķirības starp apsaimniekošanas veidiem.

Novērots, ka nobiru segums apsaimniekotās audzēs ir būtiski mazāks nekā kontroles laukumos. Apsaimniekotās audzēs vidējais nobiru procentuālais segums parauglaukuma ($1 \times 1\text{ m}$) ietvaros bija $5.06 \pm 5.49\%$, savukārt kontroles audzēs $9.53 \pm 10.86\%$. Nav iespējams veikt nobiru procentuālā seguma salīdzināšanu ar 2004. gadu, jo tajā netika novērtēts šāds kritērijs.

Secinājumi

1. Apsaimniekotajos objektos samazinājusies sūnu un ķērpju, bet pieaugusi koku, krūmu un lakstaugu sugu proporcija. Kontroles parauglaukumos tendence ir pretēja: palielinājusies sūnu un ķērpju, samazinājusies koku un krūmu, bet nedaudz pieaugusi lakstaugu proporcija.
2. Kopējais sugu skaits būtiski atšķiras starp novērtējuma gadiem, bet ne starp apsaimniekošanas veidiem. Pirmajā novērtējuma gadā konstatēts lielāks sugu skaits.

3. Ja analizē tikai 2024. gada datus, tad vērojama būtiska atšķirība kopējā sugu skaitā gan gada, gan apsaimniekošanas veida ietvaros. Apsaimniekotajos parauglaukumos konstatēts būtiski augstāks kopējais sugu skaits.
4. Lakstaugu, sūnu un ķērpju procentuālais segums apsaimniekotajās audzēs (2024. gadā) ir būtiski augstāks nekā kontroles audzēs. Apsaimniekotās audzēs konstatēts arī būtiski mazāks nobiru slānis.

3.2.2. Epifītu un mikrodzīvotņu novērtējums uz ozoliem

Pamatojums

Individuālu koku un mērķsugas koku atēnošana audzes līmenī, izmantojot selektīvas cirtes, tiek praktizēta, lai saglabātu ar ozoliem saistītus mežu biotopus un veicinātu ar tiem saistīto bioloģisko daudzveidību, taču šīs metodes ilgtermiņa ietekme uz dažādām taksonu grupām joprojām ir neskaidra.

Aktivitātes mērķis ir zinātniskas publikācijas sagatavošana par ozolu atēnošanas pasākumu ietekmi uz bioloģiskās daudzveidības indikatoriem, papildinot zināšanas par iespējām veicināt šiem indikatoriem piemērotu apstākļu saglabāšanos vai kāpumu apvienojumā ar saimniecisko darbību.

Aktivitātes virzība

Saskaņā ar pētījuma plānu sagatavots un publicēts raksts:

Liepiņa, A. A., Jansone, D., Elferts, D., Barone, I., Donis, J., & Jansons, Ā. (2024). **The Effects of the Selective Removal of Adjacent Trees on the Diversity of Oak-Hosted Epiphytes and Tree-Related Microhabitats.** *Plants*, 13(21), 3019. <https://doi.org/10.3390/plants13213019>

Kopsavilkums

Atēnošana ap lielu dimensiju ozoliem pēdējo 20 gadu laikā nav izraisījusi būtiskas atšķirības epifītisko sūnu un ķērpju sugu daudzveidībā starp atēnotiem un kontroles ozoliem. Tajā pašā laikā arī nav novērots prognozētais epifītisko sugu un mikrodzīvotņu daudzveidības pieaugums. Tomēr visbiežāk sastopamās mikrodzīvotņu formas uz apsaimniekotajiem kokiem konstatētas biežāk, kas liecina, ka zemas intensitātes atēnošana var palielināt mikrodzīvotņu klātbūtni uz reliktiem ozoliem Baltijas reģiona mežaudzēs. Ķērpju daudzveidību uz ozolu stumbriem negatīvi ietekmēja mikrodzīvotņu forma “stumbra izdalījumi”, taču netika konstatētas citas savstarpēji būtiskas mijiedarbības starp mikrodzīvotņu formām un epifītu daudzveidību.

Strukturālās atšķirības starp koku vertikālajām zonām, piemēram, stumbru un vainagu (Francisco et al. 2019), kā arī gaismas pieejamība un mitruma svārstības gar mežaudzes vertikālo gradientu (Krömer et al. 2007) visticamāk ietekmē epifītu sugu sabiedrības. Šajā pētījumā raksturota epifītu sugu daudzveidība ozolu stumbru lejasdaļā (1.3 m), taču tas var pilnībā neatspoguļot tipiskās epifītu izplatības tendences pilnā koku dimensiju kontekstā. Sugu novērtējums 1.3 m augstumā ierobežo secinājumus par epifītu sugu daudzveidību uz ozoliem kopumā, jo epifītisko sugu sabiedrības struktūra var atšķirties augstākās stumbra vai vainaga zonās dažādu mikroklimatisko apstākļu dēļ (Pedro Costa Elias et al. 2024). Tāpēc turpmākajos pētījumos būtu jāpaplašina atēnošanas pētījumu fokuss, iekļaujot koku stumbra augšdaļas un zarus, jo epifītiskās sugas laika gaitā, kā arī mikroklimatisko apstākļu izmaiņu rezultātā var mainīt savu vertikālo izplatību uz koku stumbriem (Pedro Costa Elias et al. 2024). Nākotnes pētījumos būtu ieteicams ieviest sistemātisku monitoringu, analizējot saistības starp vides apstākļu izmaiņām

(pirms un pēc apsaimniekošanas) un to ietekmi uz konkrēto taksonu daudzveidību, tādējādi radot pamatu adaptīvām meža biotopu apsaimniekošanas stratēģijām.

Pētījuma rezultāti liecina, ka mežaudzēs, kurās aug lielu dimensiju ozoli, zemas intensitātes apsaimniekošana ir apvienojama ar epifītiskajiem bioloģiskās daudzveidības indikatoriem piemērotu apstākļu saglabāšanos. Atēnošanas pasākumi spēj veicināt noteiktu mikrodzīvotņu formu (piemēram, kukaiņu galeriju vai plaisu) attīstību, taču netika novērota konsekventa pozitīva atēnošanas ietekme uz epifītu daudzveidību. Nepieciešams rūpīgi apsvērt apsaimniekošanas intensitāti un tās tiešo ietekmi uz izmaiņām audzes lokālajā mikroklimatā. Pārmērīgas intensitātes atēnošanas pasākumi var potenciāli negatīvi ietekmēt epifītiskos daudzveidības indikatorus, pakļaujot tos pastiprinātām vēja, gaismas un temperatūras izmaiņām.

Literatūra

1. Francisco, T.M.; Couto, D.R.; Garbin, M.L.; Muylaert, R.L.; Ruiz-Miranda, C.R. Low Modularity and Specialization in a Commensalistic Epiphyte–Phorophyte Network in a Tropical Cloud Forest. *Biotropica* 2019, 51, 509–518.
2. Krömer, T.; Kessler, M.; Gradstein, S.R. Vertical Stratification of Vascular Epiphytes in Submontane and Montane Forest of the Bolivian Andes: The Importance of the Understory. *Plant Ecol.* 2007, 189, 261–278.
3. Larrieu, L.; Paillet, Y.; Winter, S.; Büttler, R.; Kraus, D.; Krumm, F.; Lachat, T.; Michel, A.K.; Regnery, B.; Vandekerckhove, K. Tree Related Microhabitats in Temperate and Mediterranean European Forests: A Hierarchical Typology for Inventory Standardization. *Ecol. Indic.* 2018, 84, 194–207.
4. Pedro Costa Elias, J.; Aparecida Borges e Silva, B.; Gonçalves de Carvalho, R.; Bonesso Sampaio, M.; Mendieta-Leiva, G.; Nunes Ramos, F. Tree Structure Instead of Microclimatic Zones Determines Differences in Vascular Epiphyte Assemblages between Forest and Pasture. *For. Ecol. Manag.* 2024, 552, 121567

3.2.3. Malas efekta ietekmes uz melnalkšņu staignāju biotopiem dinamikas novērtējums

Pamatojums

Zemgales reģionā iepriekš veikti pētījumi par malas efekta ietekmi uz veģetāciju un epifītu daudzveidību melnalkšņu mežu biotopos (Liepa & Straupe, 2015; Liepa et.al., 2020). Pārskata periodā veikta atkārtota eksperimentu uzmērīšana ar mērķi raksturot, kā laika periods, kopš blakus audzē pēdējo reizi veikta mežsaimnieciskā darbība, ietekmē veģetāciju Eiropas nozīmes biotopu “Staignāju meži” mežaudzēs. Apkopotā informācija un iegūtie rezultāti sniegs ieskatu veģetācijas sugu sabiedrību un sugu daudzveidības dinamikā, kā arī palīdzēs raksturot blakus audzē veiktās saimnieciskās darbības ietekmi telpā – aplūkojot izmaiņas atkarībā no attāluma līdz blakus audzes malai. Padziļināts staignāju biotopu tuvumā veiktās atjaunošanas cirtes ietekmes novērtējums ir nozīmīgs paņēmieni, lai attīstītu un pilnveidotu mežsaimniecības stratēģijas veidā, kas spētu mazināt malas efekta ietekmi uz biotopam raksturīgajām sugu sabiedrībām. Zinātniskās publikācijas sagatavošanas ietvaros izvirzīti sekojošie pētnieciskie jautājumi:

1) Vai blakus audzes malas vecumam ir būtiska ietekme uz veģetāciju melnalkšņu audzē jeb kā mainās veģetācijas daudzveidība melnalkšņu staignāju biotopos atkarībā no laika perioda, kopš blakus audzē veikta atjaunošanas cirte?

2) Vai un kā mainās veģetācijas sugu daudzveidība atkarībā no parauglaukuma ekspozīcijas attiecībā pret apsaimniekoto blakus nogabalu?

3) Vai un kādas atšķirības novērojamas apsaimniekošanas ietekmei uz veģetācijas sugu sastāvu un daudzveidību, atkarībā no biotopa audzes tipa – melnalkšņu kūdreņos un dumbrājos?

Pētījuma mērķis zinātniskas publikācijas sagatavošana par malas efekta ietekmi uz zemsedzes veģetācijas daudzveidību melnalkšņu staignāju biotopos.

Aktivitātes virzība

Ir sagatavota un žurnālā “iForest” iesniegta publikācija Donis J., Pentjuša L., Gerra-Inohosa L., Zdors L., Bambe B., Meiere D., Pilāte D., Straupe I., Jansone B., Lībieta Z., Jansons Ā. 2024. **Conservation values in black alder forests adjacent to managed stands: spatial and temporal aspects.**

Ir arī apkopoti nepieciešamie dati publikācijai par malas efekta ietekmi; publikācija ir sagatavošanā, un tiks iesniegta 2025. gadā. Tālāk apkopoti galvenie tajā iekļautie rezultāti.

Pētījuma objektu raksturojums

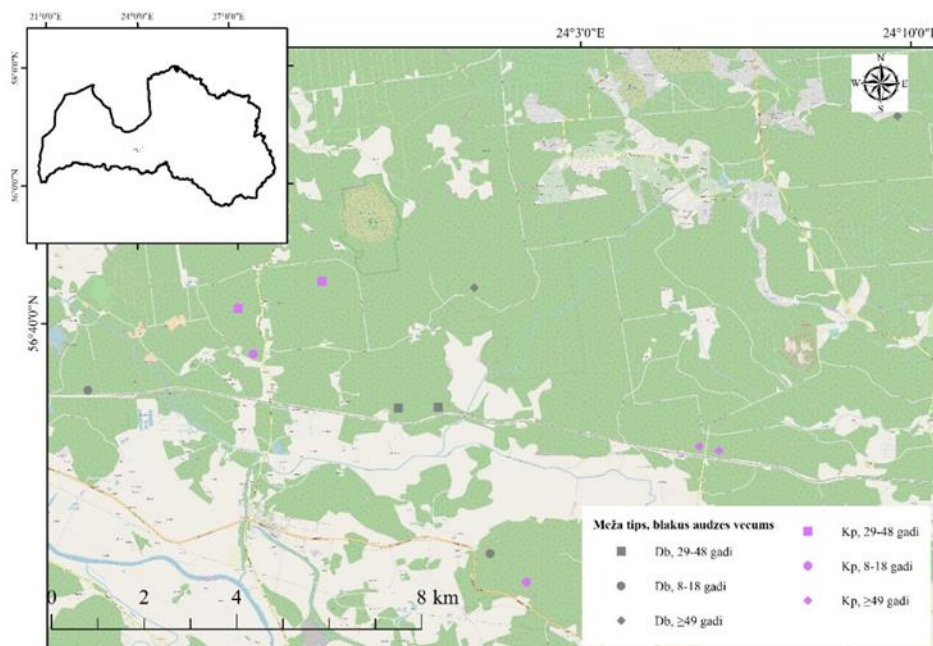
Lai novērtētu malas vecuma ietekmi uz veģetāciju, pētījumā atlasītas un apsekotas 12 AS "Latvijas valsts meži" apsaimniekotas Eiropas nozīmes biotopu “Staignāju meži” mežaudzes, kurās dominējošā suga ir melnalksnis. Kopumā 2022. un 2023. gadā apsekotas un transektes ierīkotas sešos melnalkšņu kūdreņu un sešos melnalkšņu dumbrāju meža nogabalos. Pētījumā analizēto biotopu audžu vecums ir 87–128 gadi (3.9. attēls; 3.7. tabula). No visām blakus audzēm, kuru nogabaliem ir tieša robeža ar biotopa audzi, izvēlēta viena blakus audze, kuras ietekme analizēta. Blakus audzes vecums apzīmē laika posmu, kopš šajās audzēs veiktas mežsaimnieciskās darbības (vienlaidus atjaunošanas cirtes). Kopumā blakus audžu vecumi variē no 11 līdz 103 gadiem, un tajās dominē trīs meža tipi – damaksnis, slapjais damaksnis un platlapju kūdrenis.

3.7. tabula.

Biotopu nogabalu un to blakus audžu raksturojums

Vieta	Melnalkšņu audzes MT	Vecums	Transekšu skaits audzē	Transektes garums, m	Blakus audzes MT	Blakus audzes vecums, gadi	Apsekots
Zālīte	Kp	88	1	40	Kp	11	2022
Garozā	Kp	103	1	40	Kp	20	2022
Garozā	Kp	87	1	40	Kp	50	2022
Garozā	Kp	87	2	40	Kp	50	2022
Garozā	Kp	92	1	40	Kp	33	2022
Zālīte	Kp	92	1	40	Dm	77	2022
Zālīte	Kp	92	2	60	Dm	77	2022
Zālīte	Kp	87	1	40	Dm	77	2022
Zālīte	Kp	87	2	40	Dm	77	2022
Mellupi	Db	123	1	40	Dm	103	2023
Garozā	Db	119	1	60	Dms	98	2023
Garozā	Db	119	2	60	Dms	98	2023
Garozā	Db	113	1	40	Dms	48	2023
Garozā	Db	119	1	60	Dms	51	2023
Garozā	Db	119	2	40	Dms	51	2023
Garozā	Db	128	1	40	Dm	20	2023
Zālīte	Db	102	1	60	Dm	13	2023

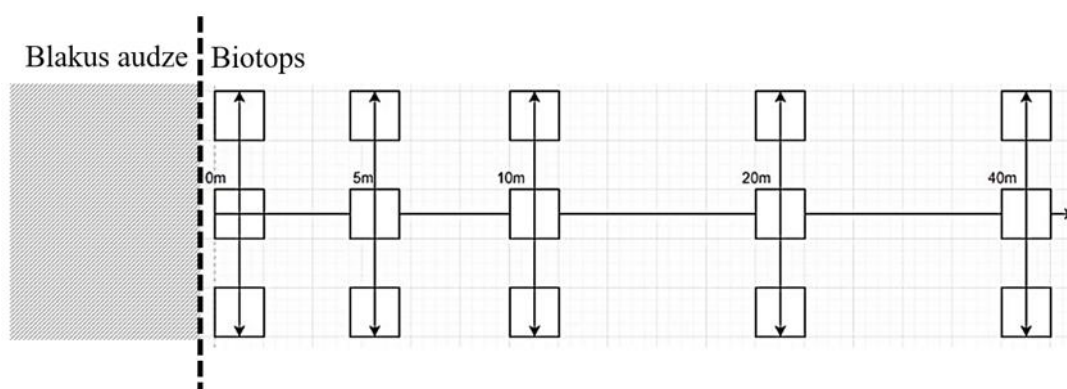
Pārstāvētie meža tipi (MT): Kp – šaurlapu kūdrenis; Db – dumbrājs; Dm – damaksnis; Dms – slapjais damaksnis.



3.9. attēls. Pētīto audžu lokācija

Veģetācijas datu ievākšana

Veģetācijas parametru raksturošanai biotopu nogabalos ierīkotas transektes, kuru sākuma punkts pozicionēts pie biotopa audzes malas, kura robežojas ar konkrēto blakus audzes malu, un beigu punkts pozicionēts virzienā uz biotopa nogabala centrālo daļu. Lai novērtētu veģetācijas sastāva izmaiņas, atkarībā no attāluma līdz blakus audzei, uz transektes dažādos intervālos (0m; 5m; 10m; 20m; 40m; 60m (ja iespējams)) izvietoti 1x1 m lieli kvadrātveida parauglaukumi. Parauglaukumi izkārtoti uz katra attāluma intervāla robežas – viens centrā uz transektes līnijas, un pa vienam katrā sānu virzienā, izlaižot vienu metru no centrālā parauglaukuma malas (3.10. attēls). Kopumā uz transektes ierīkoti 15 parauglaukumi veģetācijas novērtēšanai (60m gadījumā 18 parauglaukumi).



3.10. attēls. Parauglaukumu izvietojums uz transektes

Pētāmajās audzēs transektes izvietotas, balstoties uz vairākiem kritērijiem:

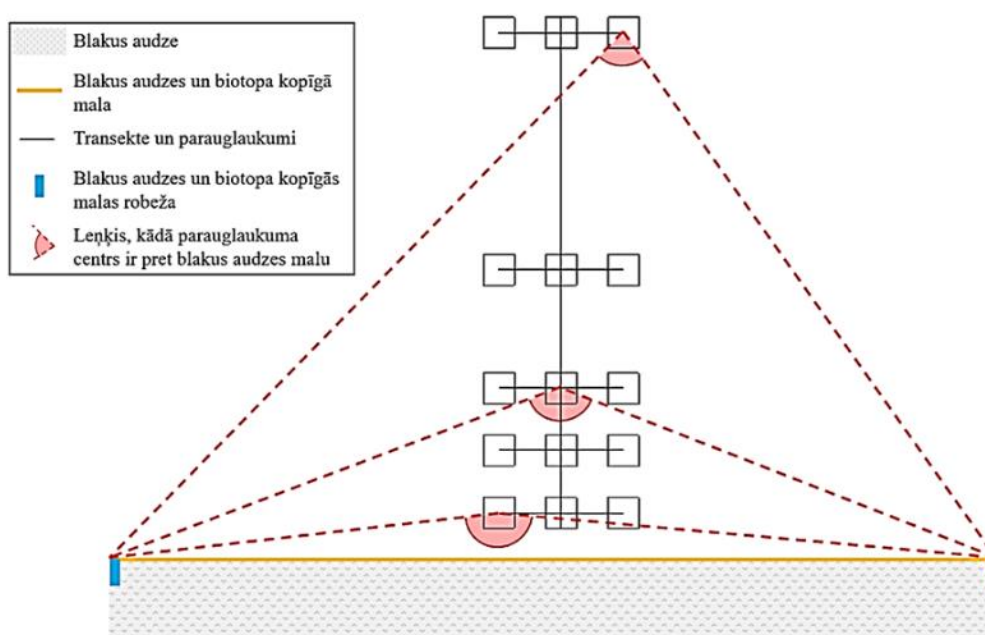
- Ierīkotās transektes garums nepārsniedz blakus audzes un pētāmā biotopa robežojošās malas garumu.
- Transektes garums līdz blakus audzei, kuras ietekme tiek vērtēta, nepārsniedz attālumu līdz sānu malām ar citām audzēm, kuras robežojas ar biotopu.

- Attālums starp divām transektēm nav mazāks kā vienas transektes platums.
- Atkarībā no meža nogabala lieluma, formas un konfigurācijas attiecībā pret blakus audzi, vienā nogabalā izvietotas 1-2 transektes. Tāpat ņemts vērā, lai transektes nešķērso zonas, kas kopumā nav audzei raksturīgas (atvērums, vējgāze, ceļš).

Veģetācijas raksturošanai parauglaukumos izdalīti trīs stāvi – koku un krūmu, lakstaugu, sūnu un ķērpju. Koku un krūmu stāvā iekļauti tie koki, kuru caurmērs ≤ 6 cm un augstums ≤ 2 m, kā arī gadījumos, kad koka augstums ≥ 2 m, taču caurmērs saglabājas ≤ 6 cm. Katrā parauglaukumā noteikts sugu sastāvs un to procentuālais segums. Tāpat fiksēts nobiru, atsegtas augsnes, kritalu un koku sakņu kaklu aizņemtais procentuālais segums parauglaukumā, kas kopā ar sūnu un ķērpju stāvu veido 100% segumu. 2022.-2023. gadā veģetācija raksturota 270 parauglaukumos, kas izvietoti kopumā uz 17 transektēm.

Datu analīze

Lai uzskatāmāk raksturotu blakus audzes ietekmi uz izmaiņām melnalkšņu staignāju biotopa veģetācijā, programmā QGIS, izmantojot GPS datus, noteikta ekspozīcija (leņķis), kādā pret konkrētās blakus audzes robežas malu atrodas parauglaukuma centrs (3.11. attēls). Ekspozīcija noteikta katram transektes parauglaukumam, pēc tam iegūstot katras transektes dažādo attālumu (0; 5; 10; 20; 40; 60 m), vidējās leņķu (pret blakus audzi) vērtības.



3.11. attēls. Ekspozīcijas, kādā pret blakus audzi atrodas biotopā ierīkoto parauglaukumu centri, noteikšanas shēma

Veģetācijas sugu daudzveidības raksturošanai parauglaukumos, programmā R studio (R Core Team, 2024) aprēķināts katra parauglaukuma Šenona (*Shannon-Wiener*) un Simpsona (*Simpson*) daudzveidības indekss. Šenona un Simpsona indeksu un sugu skaita atšķirību analīzei izmantoti lineārie jaukta efekta modeļi. Modeļos kā nejaušais (*random*) faktors izmantots transektes kods, bet kā ietekmējošie faktori - leņķis, audzes tips (kūdrājs vai dumbrājs), blakus audzes vecums (gados), kā arī vecuma un leņķa mijiedarbība ar tipu. Ja modelī kāda no mijiedarbībām nav bijusi statistiski nozīmīga, tā ir izslēgta no modeļa, un modeļi savā starpā salīdzināti ar AIC, lai noteiktu labāko modeli. Ja kādam faktoram vai mijiedarbībai bija būtiska ietekme, tad veikts PostHoc tests līmeņu salīdzināšanai. Indeksiem izmantoja LMM, bet sugu

skaitam Puasona GLMM. No datiem izslēgti laukumi, kuru attālums no malas bija 60m, jo šādā attālumā veģetācijas raksturojumu bija iespējams veikt tikai dažos objektos. No datiem izslēgti arī parauglaukumi, kur kopējais sugu skaits bija tikai viena vai divas.

Aktivitātes rezultāti

Pētījuma ietvaros visos objektos kopumā konstatētas 102 dažādas veģetācijas sugas, no kurām 65 – lakstaugu stāvā, 15 – krūmu un koku stāvā un 22 – sūnu un ķērpju stāvā. Melnalkšņu dumbrāju audzēs konstatētas kopumā 83 dažādas veģetācijas sugas. Lakstaugu stāvā fiksētas 53 sugas, no kurām visbiežāk sastopamas bija meža zaķskābene *Oxalis acetosella*, purva madara *Galium palustre*, parastā zeltene *Lysimachia vulgaris*, dzeloņainā ozolpāparde *Dryoptheris carthusiana* un pagarinātais grīslis *Carex elongata* (3.8. tabula). Koku un krūmu stāvā dumbrājos konstatētas 10 dažādas sugas, no kurām visbiežāk sastopamās – trauklais krūklis *Frangula alnus*, klinšu kaulene *Rubus saxatilis*, meža avene *Rubus idaeus*, parastais pīlādzis *Sorbus aucuparia*, un parastais ozols *Quercus robur*. Sūnu un ķērpju stāvā fiksētas 20 dažādas sugas, taču visbiežāk konstatētas parastā smailzarīte *Calliergonella cuspidata*, sausienes skrajlaide *Plagiomnium affine*, dižā ežlaide *Thuidium tamariscinum*, viļņainā divzobe *Dicranum polysetum* un platlapu knābīte *Eurhynchium angustirete*.

3.8. tabula

Biotopu nogabalu parauglaukumos visbiežāk konstatētās sugas

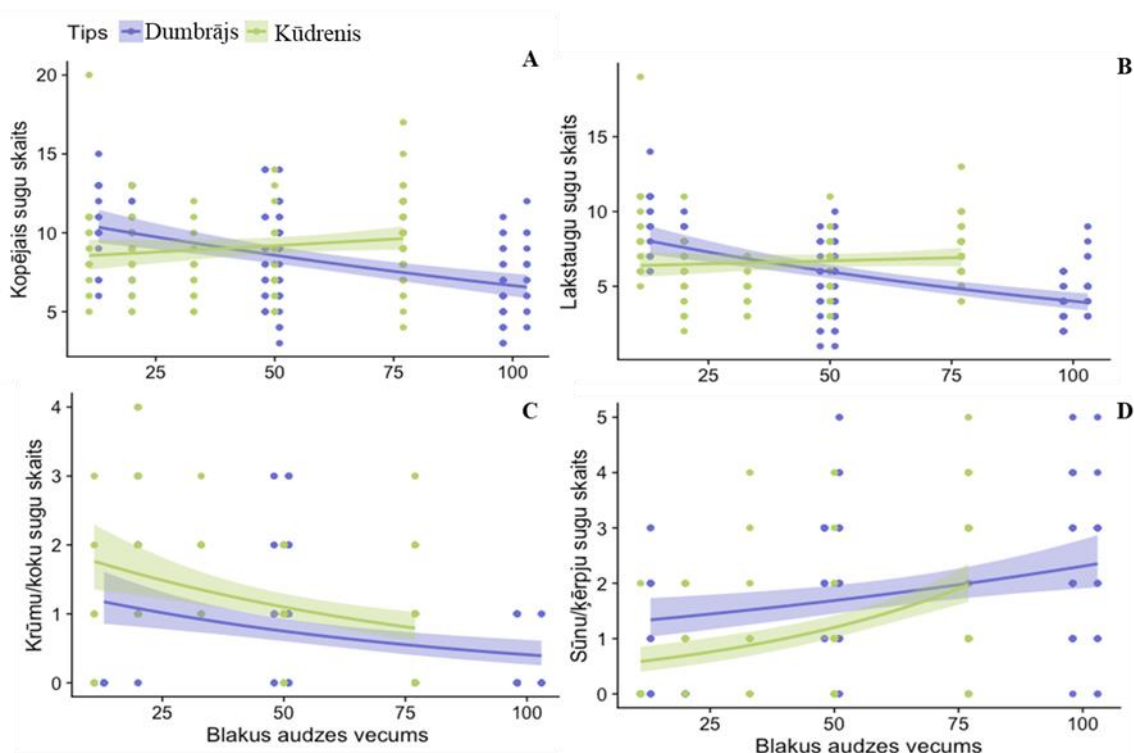
Dumbrājs			Kūdrēnis		
Suga	Skaits	Vidējais projektīvais segums, %	Suga	Skaits	Vidējais projektīvais segums, %
Lakstaugi					
<i>OxalAcet</i>	76	10.4	<i>OxalAcet</i>	133	23.1
<i>GaliPalu</i>	53	1.1	<i>ImpaParv</i>	96	10.7
<i>LysiVulg</i>	49	1.4	<i>GaleLute</i>	67	3.9
<i>DryoCart</i>	42	3.5	<i>DryoCart</i>	65	5.3
<i>CareElon</i>	41	3.8	<i>UrtiDioi</i>	56	5.0
Koki un krūmi					
<i>FranAlnu</i>	20	0.5	<i>RubuIdae</i>	74	8.9
<i>RubuSaxa</i>	19	1.0	<i>RubuSaxa</i>	32	2.4
<i>RubuIdae</i>	13	0.9	<i>SorbAucu</i>	19	0.5
<i>SorbAucu</i>	11	0.2	<i>FranAlnu</i>	10	0.2
<i>QuerRobu</i>	5	0.0	<i>FraxExce</i>	6	0.1
Ķērpji un sūnas					
<i>CaliCusp</i>	61	8.4	<i>PlagAffi</i>	59	7.2
<i>PlagAffi</i>	25	2.2	<i>EuriAngu</i>	41	5.7
<i>ThuiTama</i>	15	1.7	<i>PlagElli</i>	31	3.4
<i>DicrPoly</i>	14	1.0	<i>CaliCusp</i>	14	1.1
<i>EuriAngu</i>	14	1.7	<i>PlagCusp</i>	10	0.8

Sugas nosaukums norādīts kā akronīms (pirmie 4 burti no katra zinātniskā nosaukuma vārda); skaits – parauglaukumu skaits, kurā konstatēta konkrētā suga; vidējais projektīvais segums % - vidējas sugas projektīvais segums parauglaukumos, atkarībā no biotopa audzes tipa).

Melnalkšņu kūdreņu audzēs kopumā konstatētas 48 dažādas lakstaugu stāva sugas, no kurām visbiežāk sastopamas bija meža zaķskābene, sīkziēdu sprigane *Impatiens parviflora*, dzeltenā zeltņātrīte *Galeobdolon luteum*, dzeloņainā ozolpaparde un lielā nātre *Urtica dioica*. Koku un krūmu stāvā kopumā konstatētas 12 dažādas sugas, no kurām visbiežāk sastopamās – meža avene, klinšu kaulene, parastais pīlādzis, trauslais krūklis un parastais osis *Fraxinus excelsior*. Sūnu un ķērpju stāvā fiksētas 15 dažādas sugas, taču visbiežāk konstatētas sausienes skrajlape, platlapu knābīte, dumbra skrajlape *Plagiomnium ellipticum*, parastā smailzarīte un smailā skrajlape *Plagiomnium cuspidatum*.

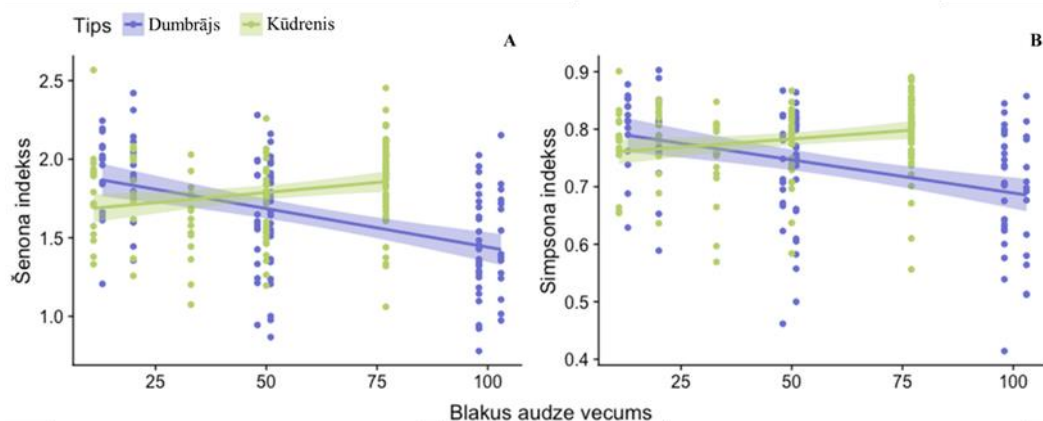
Sugu skaita un daudzveidības izmaiņas atkarība no laika perioda, kopš blakus audzē veikta apsaimniekošana

Pieaugot blakus audzes malas vecumam, novērojama kopējā sugu skaita samazināšanās melnalkšņu dumbrāju audzēs (vecuma ietekme negatīva) (3.12. attēls, A), taču melnalkšņu kūdreņu audzēs, palielinoties blakus audzes malas vecumam, kopējais sugu skaits pieauga (vecuma ietekme pozitīva). Blakus audzes vecumam ir statistiski būtiska ietekme vienīgi dumbrāju audžu gadījumā. Līdzīgas tendences novērojamas, arī atsevišķi aplūkojot lakstaugu stāva sugu skaita izmaiņas (3.12. attēls, B). Lakstaugu sugu skaitam novērojamas statistiski būtiskas atšķirības gan atkarībā no blakus audzes nogabala vecuma ($p < 0.01$), gan vecuma mijiedarbības ar pētāmā nogabala tipu ($p < 0.01$). Koku un krūmu stāvā sugu skaits gan dumbrājos, gan kūdreņos samazinās, pieaugot blakus audzes malas vecumam. Blakus audzes vecuma ietekme uz sugu skaita atšķirībām ir statistiski būtiska ($p = 0.03$; 3.12. attēls, C). Pieaugot blakus audzes malas vecumam, novērota sūnu un ķērpju stāva sugu skaita palielināšanās ($p < 0.01$; 3.12. attēls, D), taču starp pētāmās melnalkšņu audzes tipiem nav novērojamas statistiski būtiskas atšķirības ($p = 0.365$).



3.12. attēls. Veģetācijas sugu skaita izmaiņas atkarībā no pētāmās audzes tipa un blakus audzes vecuma (gados). Punkti – individuālie novērojumi, līnija - lineāro jaukta efekta modeļu projicētās vidējās vērtības, iekrāsojums ap līniju - $\pm$ ticamības intervāls pie 95% būtiskuma pakāpes. A – kopējais sugu skaits, B – Lakstaugu stāva sugu skaits, C- krūmu un koku stāva sugu skaits, D – sūnu un ķērpju stāva sugu skaits.

Līdzīgas tendences novērojamas arī sugu daudzveidību reprezentējošo daudzveidības indeksu vērtību variācijā atkarībā no blakus audzes malas vecuma. Pieaugot blakus audzes vecumam, samazinās Šenona daudzveidības indeksa vērtības dumburāju parauglaukumos (3.13. attēls, A) – blakus audzes vecumam ir negatīva un būtiska ietekme uz Šenona indeksa vērtībām parauglaukumos ($p < 0.01$). Kūdrenu parauglaukumos novērojama pretēja ietekme – daudzveidības indeksa vērtības pieaug, pieaugot laika intervālam kopš apsaimniekošanas blakus audzē, taču šī pozitīvā ietekme nav statistiski būtiska. Tādas pašas tendences novērojamas Simpsona daudzveidības indeksa vērtību izkliedē atkarībā no blakus audzes vecuma (3.13. attēls, B).



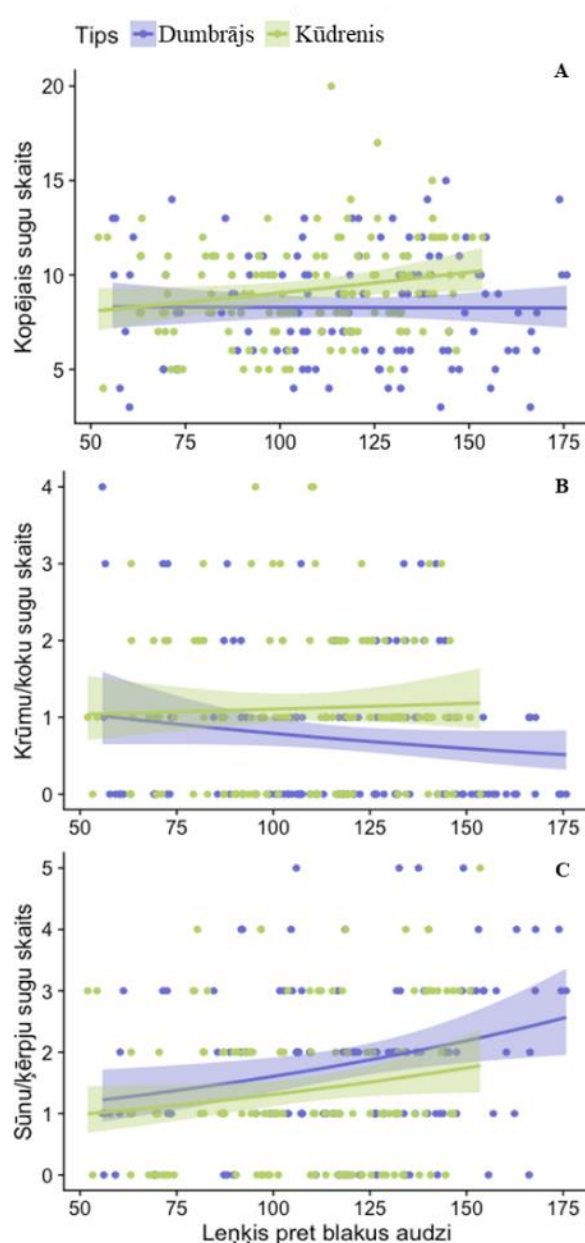
3.13. attēls. Šenona un Simpsona daudzveidības indeksa izmaiņas atkarībā no pētāmās audzes tipa un blakus audzes vecuma (gados). Punkti – individuālie novērojumi, līnija - lineāro jaukta efekta modeļu projicētās vidējās vērtības, iekrāsojums ap līniju - $\pm$ ticamības intervāls pie 95% būtiskuma pakāpes. A – Šenona daudzveidības indekss, B – Simpsona daudzveidības indekss.

Sugu skaita izmaiņas atkarība no parauglaukuma ekspozīcijas pret blakus audzes malu

Analizējot kopējā sugu skaita izmaiņas atkarībā no parauglaukuma ekspozīcijas pret blakus audzes malu, melnalkšņu kūdreņos novērojamas nelielas atšķirības starp sugu skaitu parauglaukumos, kuri atrodas tuvāk blakus audzes malai (lielāks jeb platāks leņķis) un parauglaukumos, kuri atrodas dziļāk melnalkšņu audzē (mazāks jeb šaurāks leņķis) (3.14. attēls, A). Jo tuvāk blakus audzes malai eksponēti parauglaukumi, jo tajos vidēji lielāks sugu skaits, un ekspozīcijas ietekme ir tuvu statistiski būtiskai ($p = 0.053$). Dumburāju audzēs nav novērojama ekspozīcijas ietekme uz kopējo veģetācijas sugu skaitu parauglaukumos.

Koku un krūmu stāvā sugu skaitu parauglaukumos statistiski būtiski ietekmē parauglaukuma ekspozīcijas un melnalkšņu audzes tipa mijiedarbība ($p < 0.05$). Melnalkšņu kūdreņu audzēs novērojams, ka, jo tuvāk blakus audzes malai pozicionēti parauglaukumi, jo lielāks koku un krūmu stāva sugu skaits (3.14. attēls, C). Dumburāju audzēs konstatēta pretēja (negatīva) tendence – jo tuvāk blakus audzes malai pozicionēti parauglaukumi, jo mazāks tajos konstatētais koku un krūmu stāva sugu skaits.

Ekspozīcijai, kādā pret blakus audzi atrodas parauglaukums, ir statistiski būtiska ietekme uz sūnu un ķērpju stāva sugu skaitu ($p < 0.01$). Jo platākā leņķī pret blakus audzi pozicionēts parauglaukums, jo lielāks sūnu un ķērpju stāva sugu skaits, un, pieaugot attālumam no blakus audzes malas, sūnu un ķērpju sugu skaits samazinās (3.14. attēls, C). Abos melnalkšņu audžu tipos sūnu un ķērpju sugu skaits atkarībā no parauglaukuma ekspozīcijas variē līdzīgi – starp tiem nav novērojamas statistiski būtiskas atšķirības ($p = 0.36$).



3.14. attēls. Veģetācijas sugu skaita izmaiņas atkarībā no pētāmās audzes tipa un parauglaukuma ekspozīcijas pret blakus audzes malu (grādos)). Punkti – individuālie novērojumi, līnija - lineāro jaukta efekta modeļu projicētās vidējās vērtības, iekrāsojums ap līniju - $\pm$ ticamības intervāls pie 95% būtiskuma pakāpes. A – kopējais sugu skaits, B – sugu skaits koku un krūmu stāvā, C – sugu skaits sūnu un ķērpju stāvā.

Literatūra

1. Liepa, L., Rendenieks, Z., Jansons, Ā., Straupe, I., Dubrovskis, E., & Miezīte, O. (2020). The Persisting Influence of Edge on Vegetation in Hemiboreal *Alnus Glutinosa* (L.) Gaertn. Swamp Forest Set-Asides Adjacent to Recently Disturbed Stands. *Forests*, 11(10), 1084.
2. Liepa, L., & Straupe, I. (2015). Edge effects on epiphytic lichens in unmanaged black alder stands in southern Latvia. *Research for Rural Development*, 2, 44-49.

3.3. Bioloģiski vecu mežaudžu attīstības dinamika

3.3.1. Bioloģiski vecu audžu pārmērīšana, papildu objektu atlase un datu analīze – apšu audzes, 10+10 objekti

Pamatojums

Zemsedzes veģetācija ir būtiska meža biotopu sastāvdaļa, kas nodrošina barības un dzīves apstākļus dažādām savvaļas sugām (Felton et al., 2018). Tās sastāvs un segums ir atkarīgs no vairākiem faktoriem, tostarp kokaudzes sugu sastāva (Smith et al., 2007), vainagu slēguma un audzes biezuma (Hedwall et al., 2019), koku caurmēra un augstuma sadalījuma (Oettel and Lapin, 2021), atmirušās koksnes daudzuma (Humphrey et al., 2002) un audzes vecuma (Smith et al., 2007).

Vecie meži bieži tiek uzskatīti par galvenajām ekosistēmām bioloģiskās daudzveidības nodrošināšanai (Burrascano et al., 2013). Augsta bioloģiskā daudzveidība tajos var būt saistīta gan ar to, ka mežaudze atrodas vēlā sukcesijas fāzē (Viljur et al., 2022), gan ar traucējumu ietekmi (Mayor et al., 2012; Paillet et al., 2010). Lai gan audzes vecums bieži korelē ar tās strukturālajiem rādītājiem un sastāvu (Cosovic et al., 2020), tas nevar būt vienīgais faktors bioloģiskās daudzveidības prognozēšanā. Precīzākam izvērtējumam nepieciešams komplekss meža sastāva un struktūras novērtējums (Oettel and Lapin, 2021).

Pētījuma mērķis ir izvērtēt audzes vecuma un citu faktoru ietekmi uz bioloģiskās daudzveidības rādītājiem bioloģiski vecās un pieaugušās apšu audzēs.

Objekti un metodika

Pētījuma objekti

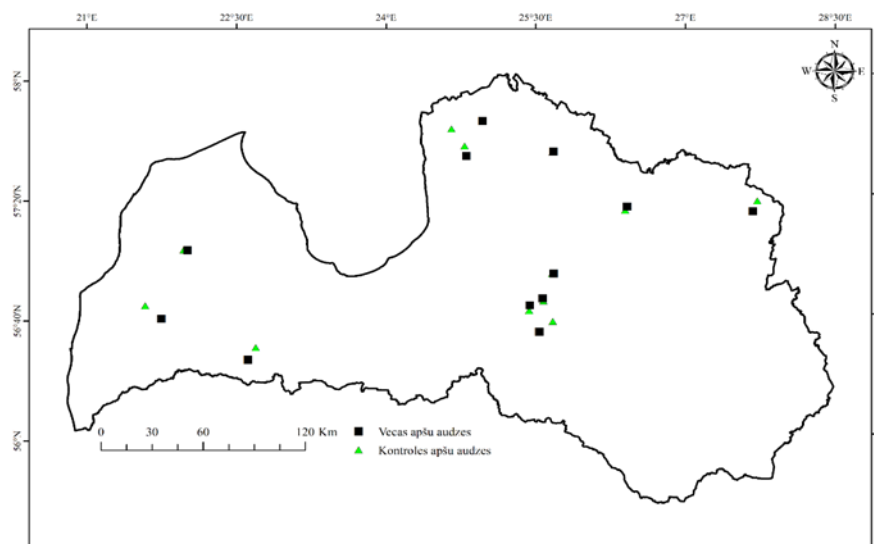
Kokaudzi raksturojošo parametru uzmērīšana veikta plašāk, nekā sākotnēji plānots: 24 apšu audzēs damaksnī un vērī, tajā skaitā 12 vecās apšu audzēs, kurās nav zināmu vai konstatētu saimnieciskās darbības pazīmju vismaz pēdējos 40 gadus (3.9.tabula). Audžu vecums svārstījās 112-124 gadu robežās, vidēji audzes bija 118 ± 4 gadus vecas. Salīdzināšanai iespējami tuvu šīm audzēm pēc taksācijas apraksta atlasītas kontroles platības, kurās vismaz pēdējos 20 gadus nav veikta saimnieciskā darbība (sanitārā cirte vai retināšana), vai nav konstatējamās tās pazīmes dabā, un kurās pēc apsekojama dabā ir tāds pats meža tips kā tuvākajā vecajā audzē. Kontroles audžu vecums svārstījās 57-71 gadu robežās, vidējais vecums bija 64 ± 3 gadi. Datu ievākšana notika pēc iepriekšējos etapa pārskatos aprakstītas metodikas, katrā audzēs izvietojot sešus parauglaukumus. Datu analīze veikta, vērtējot kokaudzes vecajās audzēs un salīdzinot vērtējumu ar jaunākajā (kontroles) vecuma grupā konstatēto.

3.9. tabula

Apsekoto objektu un parauglaukumu raksturojums

Nr.p.k.	Objekts	Vieta	Sugu sastāvs	Meža tips	Vecums	Kontrole	Vecums
1	212-156-20	Auce	8A1E1B+P	Dm	119	606-182-19	65
2	503-101-1	Meņģele	10A+E,B	Vr	123	503-106-8	60
3	503-603-11	Koknese	7A2E1B+P	Vr	112	503-302-17	57
4	503-62-23	Ērgļi	7A2E1B	Vr	118	503-60-6	63
5	102-359-11	Strenči	10A+E	Vr	115	102-365-4	65
6	105-230-25	Vidaga	9A1E+B,L	Vr	120	109-30-1	64
7	202-79-11	Ugāle	7A1B1P1E	Dm	115	202-75-17	65

Nr.p.k.	Objekts	Vieta	Sugu sastāvs	Meža tips	Vecums	Kontrole	Vecums
8	205-178-21	Rudbārži	8A2B+Oz	Vr	112	204-195-26	69
9	403-278-7	Aloja	8A2E+B,P	Vr	123	401-371-1	68
10	406-178-33	Limbaži	8A1E1L	Vr	123	406-78-13	68
11	804-369-10	Kuprava	9A1B+E	Vr	124	804-88-22	64
12	502-217-20	Meņģele	9A1E	Vr	116	502-241-25	71



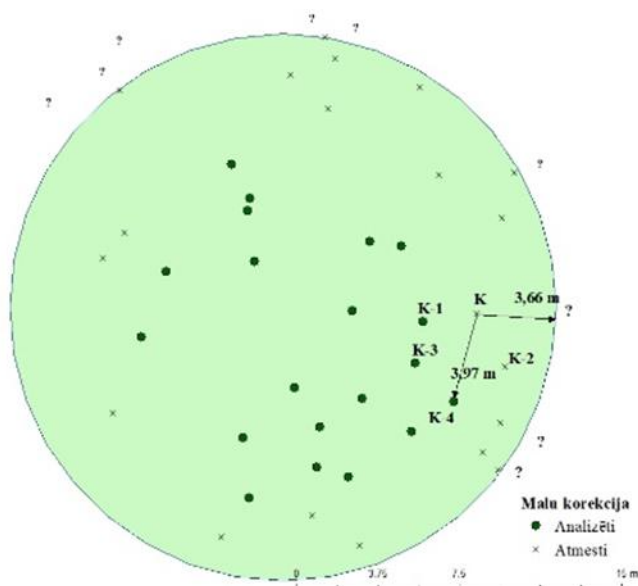
3.15. Attēls. Pētāmo objektu lokācija

Mežaudžu struktūras novērtējums

Koku agregācija (*tree aggregation*), sugu sajaukšanās (*species mingling*) un diametru diferenciācija (*size differentiation*) tika novērtētas, izmantojot koku telpiskā izvietojuma informāciju. Pamatā tika izmantota metodika, ko izstrādājuši Gadow un Hui (2002) un vēlāk pilnveidojuši Pommerenings un Stojans (2006), kā arī A. Pommerenings u.c. (2011) un citi pētnieki. Šīs metodikas pamatā ir tuvāko kaimiņu statistika (*Nearest Neighbour Statistic*, turpmāk tekstā NNS), iekļaujot informāciju par koku ģeogrāfisko novietojumu, izmēru un sugu.

Ņemot vērā, ka ārpus parauglaukuma robežām koki netika mērīti, lai izvairītos no iespējamām malu efektiem, ko varētu radīt nezināmie kaimiņi ārpus parauglaukuma robežām, tika izmantota NN1 (*Nearest Neighbour*) malu korekcijas metode (Pommerening and Stojan 2006). Sākotnēji katram kokam tika noteikts attālums līdz četriem tuvākajiem kaimiņiem, no kuriem tika izvēlēta garākā distance un salīdzināta ar attālumu līdz parauglaukuma malai. Ja attālums bija mazāks par attālumu līdz parauglaukuma malai, koks tika iekļauts analizē; pretējā gadījumā tas tika izslēgts, jo pastāvēja iespēja, ka ārpus parauglaukuma bija nenomērīts koks. 3.16. attēlā ir shematisks attēlojums, kur K ir mērķa koks; K-1, K-2, K-3 un K-4 ir tuvākie kaimiņi parauglaukuma ietvaros. Šajā piemērā redzams, ka mērķa koks ir izslēgts, jo attālums no koka K līdz parauglaukuma malai ir mazāks nekā attālums no K līdz tālākajam kaimiņam (K-4).

Ieteicamais minimālais koku skaits NNS aprēķiniem pēc malu korekcijas ieviešanas ir 15–20 koki parauglaukumā (Zenner un Peck, 2009). Meža telpiskā struktūra tika kvantificēta, aprakstot telpiskās attiecības starp mērķa koku (i) un tā četriem tuvākajiem kaimiņiem (Gadow un Hui, 2002). Tika aprēķināts sugu sajaukšanās indekss (Mi), lieluma diferenciācijas indekss (Ti), agregācijas indekss (Wi).



3.16. attēls. Ilustrācija ar malu korekcijas darbības principu

Sugu sajaukšanās indekss (M_i)

Telpiskās attiecības starp blakus esošo koku sugām tika izteiktas ar sajaukšanās indeksu M_i . Šis indekss tika aprēķināts konkrētam kokam, novērtējot tā kaimiņu īpatsvaru, kas pieder dažādām sugām, izmantojot funkciju (Gadow u.c., 1998):

$$M_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n V_{ij} \quad (1)$$

kur i ir mērķa koks; j ir koka i tuvākais kaimiņš; n ir analīzē ņemto tuvāko kaimiņu skaits (šajā gadījumā 4); $V_{ij} = 1$, ja sugas $i \neq$ sugas j , pretējā gadījumā $V_{ij} = 0$. Sajaukšanās indeksa rezultāts ir 0, ja visi 4 kaimiņi ir no vienas sugas kā mērķa koks, un 1, ja visi kaimiņi ir no dažādām sugām.

Lieluma diferenciācijas indekss (T_i)

Konkurence starp kokiem par augšanas telpu un gaismu tika novērtēta, izmantojot izmēru diferenciācijas indeksu T_i . Indekss novērtē tuvāko kaimiņu koku diametra daudzveidību un telpisko sadalījumu:

$$T_i^{(k)} = 1 - \sum_{j=1}^k \frac{\min(DBH_i, DBH_j)}{\max(DBH_i, DBH_j)}; \quad T_i \in [0, 1] \quad (2)$$

kur DBH = diametrs krūšu augstumā (cm); i apzīmē mērķa koku; j ir koka i tuvākais kaimiņš; un k ir mērķa kokam tuvāko koku skaits. Izmēru diferenciācijas indeksa aprēķināšanai izmantojām $k = 1$. T_i vērtības, kas aprēķinātas, izmantojot šo formulu, svārstās diapazonā no 0 līdz 1.

Agregācijas indekss W_i

Šis indekss raksturo koku horizontālā izkārtojuma regularitātes pakāpi; mēs izmantojām metodiku starp mērķa koku i un tā 4 tuvākajiem kaimiņiem (Gadow u.c., 1998). Indekss tiek definēts kā to leņķu (α) proporcija, kas ir mazāki par standarta leņķi α_0 . Paredzamais α_0 starp 2 kaimiņiem, izmantojot mērķa koku kā leņķa virsotni, ir vienāds ar $360^\circ / (n + 1)$, kur n ir mērķa kokam atlasīto tuvāko kaimiņu skaits.

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v_{ij}, \quad (3)$$

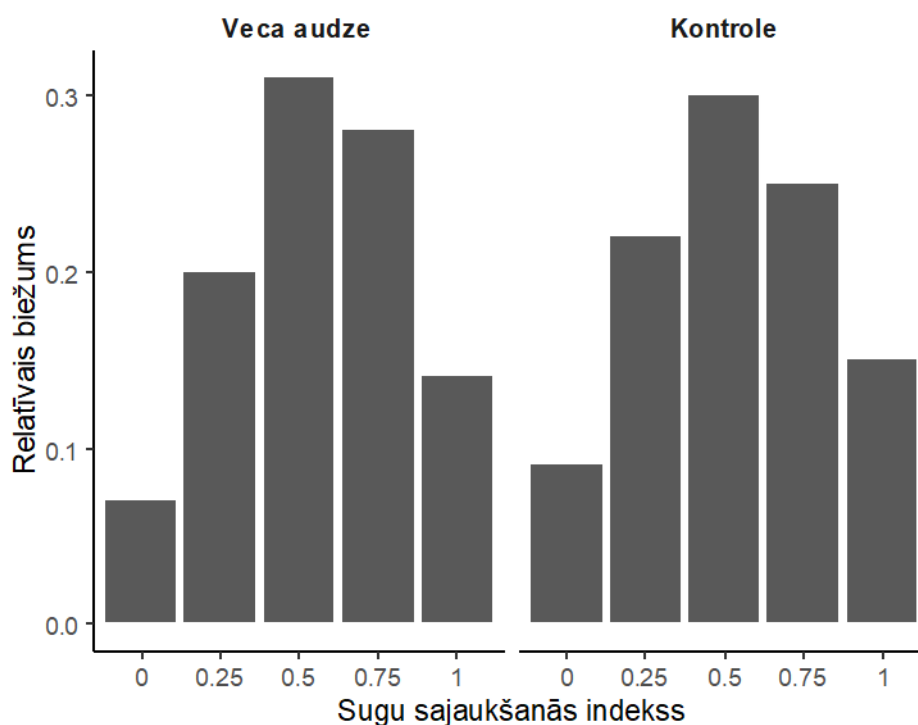
Kur i ir mērķa koks; j ir koka i tuvākais kaimiņš; $V_{ij} = 1$, ja $\alpha_j < 72^\circ$ (α_j = horizontālais leņķis starp analizēto kaimiņu koku pāri) un 0 pretējā gadījumā, un n = tuvāko kaimiņu skaits, kas ņemts vērā analīzē (šajā gadījumā 4). Ar četriem kaimiņiem W_i var pieņemt piecas vērtības: 0; 0,25; 0,50; 0,75; un 1. $W_i = 0$ - norāda, ka koki mērķa koka tuvumā ir novietoti regulāri, savukārt $W_i = 1$ norāda uz neregulāru sadalījumu (Pommerening, 2002).

Rezultāti

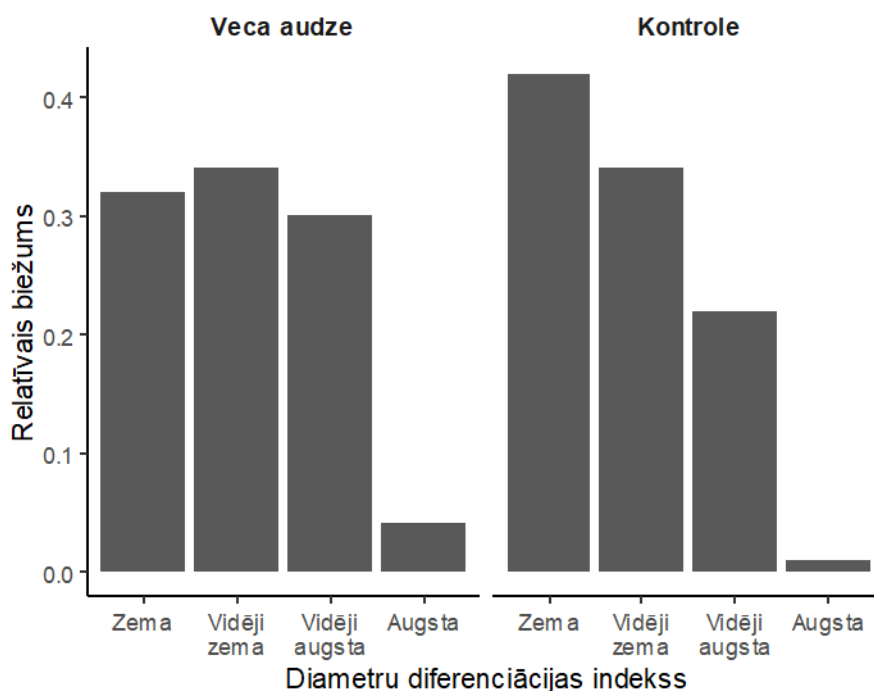
Sugu sajaukšanās indekss tika aprēķināts visiem kokiem, kuru diametrs pārsniedz 6.0 cm (pie 1.3 m augstuma). Kopumā tika novērots, ka atšķirības starp abām audžu grupām ir nelielas, lai gan vecajās audzēs sugu sajaukšanās ir augstāka ($\chi^2 = 6.89$, $p = 0.14$) nekā kontroles audzēs. Gan vecajās audzēs, gan kontroles audzēs sugu sajaukšanās modeļi ir līdzīgi, un koku sugu savstarpējā sajaukšanās vērtējama kā mērena (3.17. attēls).

Koku savstarpējās attiecības un konkurence par augšanas apstākļiem tika pārbaudītas, aprēķinot koku diferenciācijas indeksu visiem kokiem, kuru diametrs bija lielāks par 6.0 cm (1.3 m augstumā). Iegūtie rezultāti parādīja, ka pastāv būtiskas atšķirības starp vecām un kontroles audzēm ($\chi^2 = 40.135$, $p < 0.001$) koku sadalījumā pa dažādu diametra diferenciācijas indeksa grupām (3.18.attēls). Vecajās audzēs kopumā novērota lielāka koku dimensiju savstarpējā atšķirība, salīdzinot ar kontroles audzēm. Konstatēts, ka vecajās audzēs 32% gadījumu bija zema dimensiju atšķirība, 34% gadījumu – vidēji zema un 30% gadījumu – vidēji augsta, kā arī 4% gadījumu koki bija izteikti dominējoši attiecībā pret saviem tuvākajiem kaimiņiem. Savukārt kontroles audzēs koki bija savstarpēji mazāk dominējoši. Konstatēts, ka visbiežāk (42% gadījumu) mērķa kokam ar tuvāko kaimiņu bija zema dimensiju atšķirība, 35% gadījumu – vidēji zema dimensiju atšķirība un salīdzinoši mazāk izteikti dominējošu koku: attiecīgi 22% koku bija ar vidēji augstu dimensiju atšķirību un 1% koku ar augstu diferenciāciju.

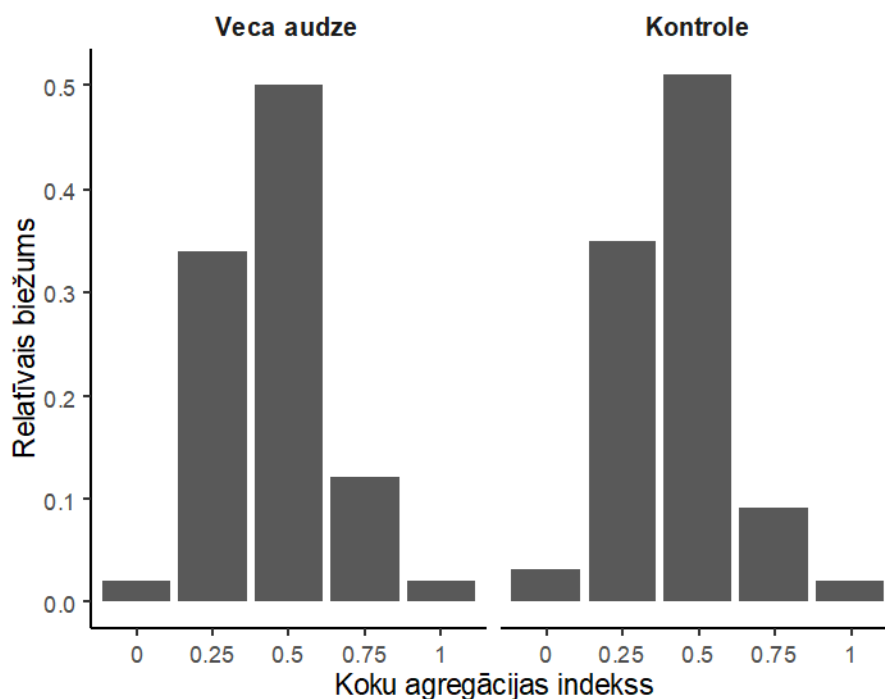
Koku sadalījums pa agregācijas indeksa vērtībām vecajās audzēs un kontroles audzēs bija līdzīgs ($\chi^2 = 3.42$, $p = 0.49$). Visbiežāk sastopamais koku agregācijas modelis abās audzēs norādīja uz zemu līdz mērenu koku grupēšanos (3.19. attēls). Vecajās audzēs tika novērota nedaudz augstāka koku grupēšanās, ko apliecina lielāks koku īpatsvars 0.75 agregācijas indeksa grupā, salīdzinot ar kontroles audzēm (3.19. attēls).



3.17 Attēls. Sugu sajaukšanās indekss vecās audzēs un kontroles audzēs (0-zema sajaukšanās, 0.25- vidēji zema, 0.5- mērena, 0.75- vidēji augsta, 1- augsta sajaukšanās)



3.18. Attēls. Koku sadalījums pa koku diametru diferenciacijas indeksa grupām. ($0 \leq T_i < 0.3$ ir zema diferenciacija, kur mazākam kokam ir vismaz 70% no lielākā koka dimensijas; $0.3 \leq T_i < 0.5$ ir vidēji zema diferenciacija, kur mazākam kokam ir no 50% līdz 70% no lielākā koka dimensijas; $0.5 \leq T_i < 0.7$ ir vidēji augsta diferenciacija, kur mazākam kokam ir no 30% līdz 50% no lielākā koka dimensijas; un $0.7 \leq T_i \leq 1.0$ norāda uz augstu diferenciaciju, kur mazākam kokam ir mazāk nekā 30% no lielākā koka dimensijas).



3.19. Attēls. Koku sadalījums pa agregācijas indeksa vērtībām (0- norāda, ka koki mērķa koka tuvumā ir novietoti regulāri, 1- norāda uz neregulāru vai kopīgu sadalījumu

Kopsavilkums

Vecajās audzēs un kontroles audzēs iegūtie rezultāti norāda uz nelielām atšķirībām sugu sajaukšanās indeksa vidējās vērtībās, lai gan vecajās audzēs sajaukšanās bija nedaudz augstāka. Abās grupās sugu sajaukšanās vērtējama kā mērena, un kopējie sajaukšanās modeļi ir līdzīgi. Savukārt koku dimensiju diferenciācijas indekss parādīja būtiskas atšķirības starp abām audžu grupām, kas norāda uz koku dimensiju dažādību. Vecajās audzēs novērotas sarežģītākas un daudzveidīgākas koku savstarpējās attiecības, salīdzinot ar kontroles audzēm, piemēram, vecajās audzēs biežāk sastopami koki ar vidēji augstu un augstu dominanci, kamēr kontroles audzēs dominējošo koku īpatsvars bija ievērojami mazāks. Lielāka strukturālā un dimensiju daudzveidība vecajās audzēs, salīdzinot ar kontroles audzēm, var būt saistīta ar dabiskiem procesiem, piemēram, dabisko traucējumu ietekmi vai pašizretināšanos, kā rezultātā audzē veidojas atvērumi, kuros ieviešas jauni koki un pieaug koku izmēru diferencēšanās. Koku agregācijas indeksa rezultāti norādīja uz līdzīgām koku grupēšanās tendencēm abās audžu grupās. Tomēr vecajās audzēs bija novērojama nedaudz augstāka grupēšanās, ko apstiprina lielāks koku īpatsvars ar 0.75 agregācijas indeksa vērtību.

Struktūras indeksi, piemēram, sugu sajaukšanās, diferenciācija un agregācija, sniedz vērtīgu informāciju par meža struktūras sarežģītību un var tikt izmantoti meža apsaimniekošanas un monitoringa praksē. Šie indeksi var kalpot kā noderīgs rīks teritorijās, kur tiek īstenota vai tuvākajā laikā plānota dabai tuva meža apsaimniekošana, lai veicinātu dabiskus attīstības procesus un saglabātu strukturālo daudzveidību.

Literatūra

1. Gadow Kv, Hui G (2002) Characterizing forest spatial structure and diversity. In Sustainable Forestry in Temperate Regions. Proceedings of the IUFRO International workshop Sustainable forestry in temperate regions', Bjoerk L (ed) Lund, Sweden, pp 20–30.
2. Gadow Kv, Hui G, Albert M (1998) The uniform angle index—a structural parameter for describing tree distribution in forest stands. Centralbl Ges Forstwesen 115:1-10. (In German).
3. Pommerening A (2002) Approaches to quantifying forest structures. Forestry 75(3):305-324. DOI: 10.1093/forestry/75.3.305

4. Pommerening A, Gonçalves AC, Rodríguez-Soalleiro R (2011) Species mingling and diameter differentiation as second-order characteristics. *German Journal of Forest Research* 182:115-129.
5. Pommerening A, Stoyan D. (2006) Edge-correction needs in estimating indices of spatial forest structure. *Can J For Res* 36:1723–1739. DOI: 10.1139/x06-060
6. Zenner E, Peck JE (2009) Characterizing structural conditions in mature managed red pine: Spatial dependency of metrics and adequacy of plot size. *For Ecol and Manag* 257:311-320.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.09.006>

3.3.2. Attālās izpētes metožu izmantošana veco audžu telpiskās struktūras novērtēšanai - biomasas noteikšana vecā mežā

Pamatojums

Koku biomasas novērtēšanā tālizpētes metodes, tostarp SAR (Sintētiskās apertūras radara) datu izmantošana ir īpaši pēdējo desmit gadu laikā, kopš pieejami ESA Sentinel 1A SAR, kļuvusi par nozīmīgu rīku, kas papildina tradicionālās pieejas, piemēram alometrisko vienādojumu pielietošanu (Koch., 2010). Papildus SAR datiem, arī ESA Sentinel-2A multispektrālie satelītattēli ir būtiski biomasas noteikšanā, jo tie nodrošina augstas izšķirtspējas datus dažādās spektrālajās joslās, tostarp redzamās gaismas un tuvajā infrasarkanajā (NIR). Sentinel-2A dati ļauj precīzi kartēt veģetācijas pārklājumu un stāvokli, izmantojot tādas veģetācijas indeksus kā NDVI (Normalizētais veģetācijas indekss) un EVI (Pastiprinātais veģetācijas indekss). Turklāt Sentinel-2A regulāri iegūst datus ar plašu telpisko pārklājumu un īsiem atkārtotības cikliem, kas ievērojami atvieglo meža stāvokļa monitorēšanu un biomasas apmēru apzināšanu, kā arī šo rādītāju izmaiņas lielās un grūti pieejamās teritorijās. SAR attēli papildina Sentinel 2A attēlus, nodrošinot informāciju neatkarīgi no apgaismojuma un laikapstākļiem. Radara signāli reaģē uz veģetācijas struktūru un ūdens saturu, tādējādi palīdzot precīzāk noteikt biomasu sarežģītos apstākļos, piemēram, teritorijās ar biežu mākoņainību. Savukārt piemērojot SAR attēlus un GLCM analīzi, iespējams atklāt smalkas meža struktūras detaļas, kas var būtiski uzlabot biomasas prognožu precizitāti. Apvienojot šīs divas datu kopas, iespējams izveidot modeļus, kuros tiktu apvienotas katras metodes priekšrocības.

Virszemes biomasas (AGB) prognozēšanā svarīgi izvēlēties piemērotu algoritmu. Līdz šim, lai izveidotu virszemes biomasas novērtēšanas modeļus, izmantota samērā vienkārša un viegli aprēķināma lineārās regresijas metode. Tomēr šo modeļu trūkums ir situācijas, kad jāraksturo sarežģītas nelineāras attiecības starp meža biomasu un tālizpētes datiem. Lai uzlabotu biomasas modeļu veikspēju, šajā pētījumā izmantota viena no mašīnmācīšanās metodēm — nejaušie meži (*Random Forest*, RF), kas iepriekš pierādījusi augstu veikspēju biomasas novērtēšanas modeļu izstrādē (Luo et al., 2016). Šī pieeja ļauj efektīvi izmantot gan SAR, gan multispektrālo datu priekšrocības, nodrošinot augstāku prognožu precizitāti un detalizāciju.

Pētījuma mērķis: pārbaudīt nejaušo mežu (*Random Forest*) mašīnmācīšanās modeļu veikspēju virszemes biomasas prognozēšanā.

Objekti un metodika

Attālās izpētes dati (satelītattēli) un datu pirmapstrāde

Šajā pētījumā izmantoti sintezētās apertūras radara (SAR) dati, kas iegūti no Sentinel 1A satelīta, kas ir C joslas SAR ar centrālo frekvenci 5,405 GHz (3.10. tabula). Analīzē izmantoti arī Sentinel 2A satelītattēli (4 redzamās gaismas spektrs un NIR), aprēķināti 8 veģetācijas indeksi (ARVI, DVI, MTVI, NDVI, OSAVI, RARSc, RVI, SAVI). Papildus šiem indeksiem tiek veikta arī tekstūras analīze, izmantojot pelēkā līmeņa līdzības matricas (*Gray Level Co-occurrence Matrix*, GLCM).

Pētījumā Sentinel 1A *Level-1 Ground Range Detection* (GRD) izmantoti kā divu polarizāciju attēli, kā arī GLCM analīzei tekstūras rādītāju iegūšanai. Lai sagatavotu Sentinel 1A attēlus GLCM analīzei, veikta sākotnējā apstrāde, izmantojot programmu SNAP (pieejams tiešsaistē: <https://step.esa.int/main/toolboxes/snap/>), kas ietver radiometrisku korekciju, trokšņu filtrēšanu, pielietojot *Lee* plankumainības filtru ar izmēru 5×5 , un attēlu ģeometrisku korekciju. Sagatavotie dati izmantoti GLCM analīzei, aprēķinot tekstūras rādītājus (piemēram, kontrastu, atšķirīgumu, homogenitāti, entropiju u.c.), kas ļauj izpētīt telpiskās struktūras un raksturīgo modeļu izmaiņas dažādos zemes seguma veidos (Haralick u.c. 1973). SAR Sentinel 1A attēli sagatavoti 10m izšķirtspējā.

Sentinel 2A attēlu pirmreizējā apstrāde, veģetācijas indeksu veidošana un GLCM analīze veikta SNAP programmā.

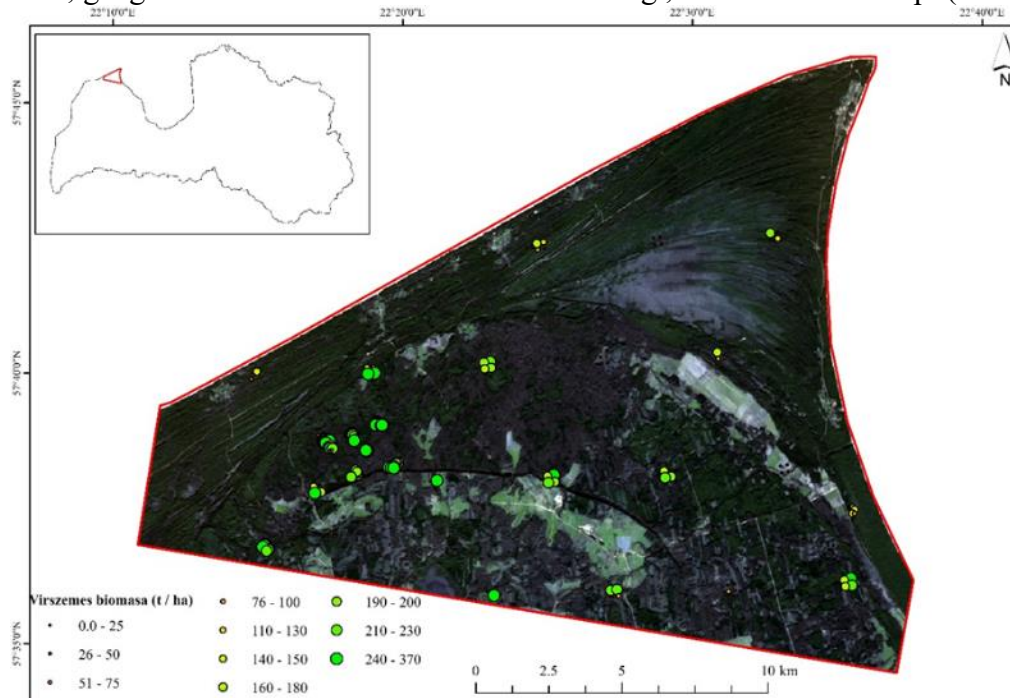
3.10. tabula

Pētījumā izmantoto tālzipētes datu raksturojums

Tālzipētes dati	Path, Frame/ Row	Uzņemšanas laiks	Mākoņainība (%)	Telpiskā izšķirtspēja (m)	Frekvenču joslas	Pielietojums
Sentinel-1A	T045044	21. oktobris 2014	—	5	C	VH un VV polarizācijas un tekstūras rādītāji
Sentinel-2A	R122, T34VEJ	23. maijs 2016	1.76	10	R, G, B, NIR	Telpiskie un tekstūras rādītāji
Sentinel-2A	R079, T34VEJ	10. septembris 2016	0.03	10	R, G, B, NIR	Telpiskie un tekstūras rādītāji

Parauglaukumu dati

Pētījuma teritorija atrodas Latvijas ziemeļrietumu daļā, Slīteres Nacionālā parka teritorijā, Talsu novadā; ģeogrāfiskās koordinātas $22^{\circ}11' - 22^{\circ}36' \text{ A g.}$, $57^{\circ}34' - 57^{\circ}45' \text{ Z p.}$ (3.20. attēls).

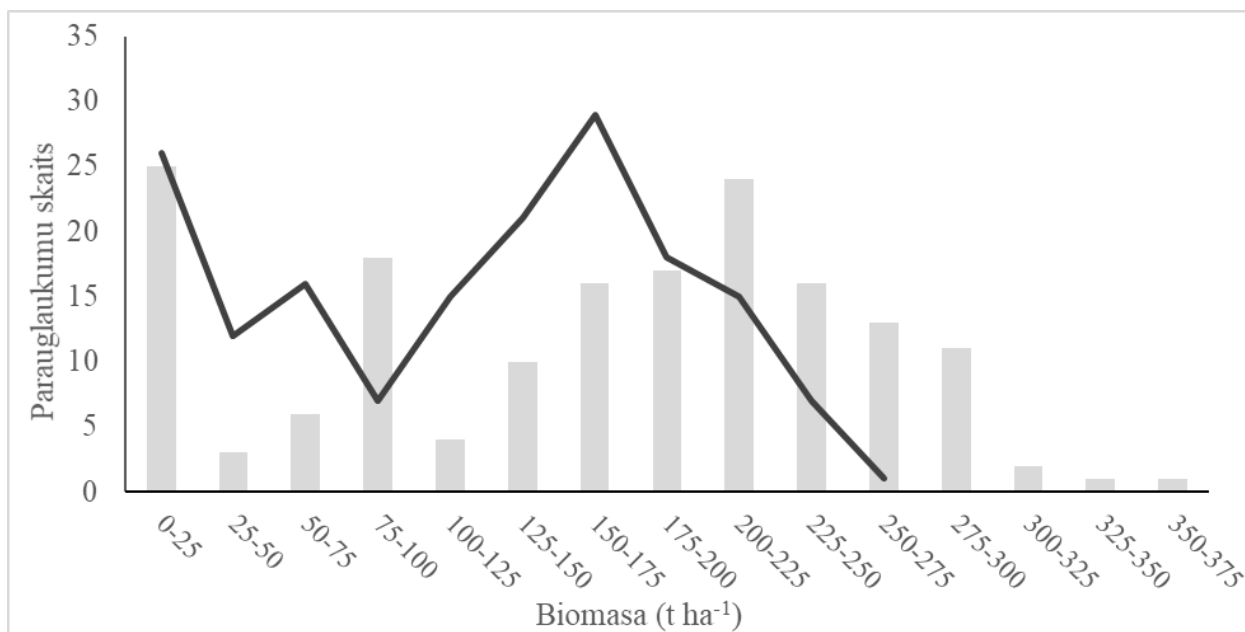


3.20. attēls. Pētījumā izmantoto parauglaukumu telpiskais izvietojums

Pētījumā izmantoti dati, kas ievākti citos LVMI "Silava" pētījumos. Kopumā tika analizēti 167 apļveida parauglaukumi ar platību 500 m² (rādiuss R = 12.62 m). No tiem:

- 88 parauglaukumi bija no Slīteres dabas rezervāta 1969. gada vējgāzēs bojāto audžu uzmērījumiem, kas veikti 2013.–2015. gadā (Baders, 2021);
- 63 parauglaukumu dati tika iegūti Meža resursu monitoringa (MRM) ietvaros no kokaudžu uzmērīšanas, kas veikta 2012.–2016. gadā;
- 16 parauglaukumi bija no veco audžu uzmērījumiem, kas veikti 2014. gadā.

Analīzē tika iekļauti tikai tie MRM parauglaukumi, kurus veidoja viens zemes seguma veids, piemēram, meža zeme, lauksaimniecības zeme vai izcirtums. Katrā apļveida parauglaukumā visiem kokiem ar caurmēru krūšaugstumā, kas sasniedza 6.1 cm un vairāk, tika mērīts caurmērs un augstums. Virszemes biomasa (AGB) katrā parauglaukumā tika aprēķināta, izmantojot koku caurmēra un augstuma mērījumus, balstoties uz Liepiņa et al. (2017) metodiku un sugas koeficientiem. Katram parauglaukumam atsevišķi aprēķināta gan stumbru biomasa (SB), gan zaru biomasa (ZB). Kopumā analizētajos parauglaukumos vidējā AGB bija 159.55 ± 7.22 ($\pm$ SE) t ha⁻¹, un tā variēja no 0 līdz 374.63 t ha⁻¹ (3.21. attēls).



3.21. attēls. Virszemes biomasas (pelēkie stabiņi) un stumbra biomasas (melnā līnija) apjoms (t ha⁻¹) parauglaukumos

Parametru izvilkšana no attālās izpētes datiem parauglaukumos

Lai novērstu vai mazinātu iespējamo neprecizitāti, kas varētu rasties no rastra attēlu pikseļu un parauglaukuma centra savstarpējās nobīdes, tika izveidota 12.62 m rādiusa buferzona ap katra parauglaukuma centru. Nākamajā solī no rastra faila pikseļi tika izvilkti, pamatojoties uz buferzonas robežām, un katra parauglaukuma (buferzonas) robežās aprēķināta pikseļu vidējā vērtība, tādā veidā izveidojot jaunu rastra slāni. Pēc tam ar ArcMap *Spatial analyst* rīku *Extract Multi Values to Points* par katru parauglaukumu iegūtas katra parauglaukuma centra bufera vidējās pikseļu vērtības.

AGB prognozēšanai šādā veidā sagatavots 51 mainīgais, kas ietvēra Sentinel 2A attēlu piecas spektra joslas, astoņus veģetācijas indeksu attēlus, 28 Sentinel 2A tekstūras (GLCM) attēlus un 9 Sentinel 1A SAR tekstūras (GLCM) attēlus un Sentinel 1A SAR VV un VH polarizāciju attēlus. Sagatavotie manīgie dažādās kombinācijās izmantoti kā prognozēšanas mainīgie, lai izveidotu mašīnmācīšanās modeļus (3.11. tabula).

Prognozēšanas modeļa izveide un novērtēšana

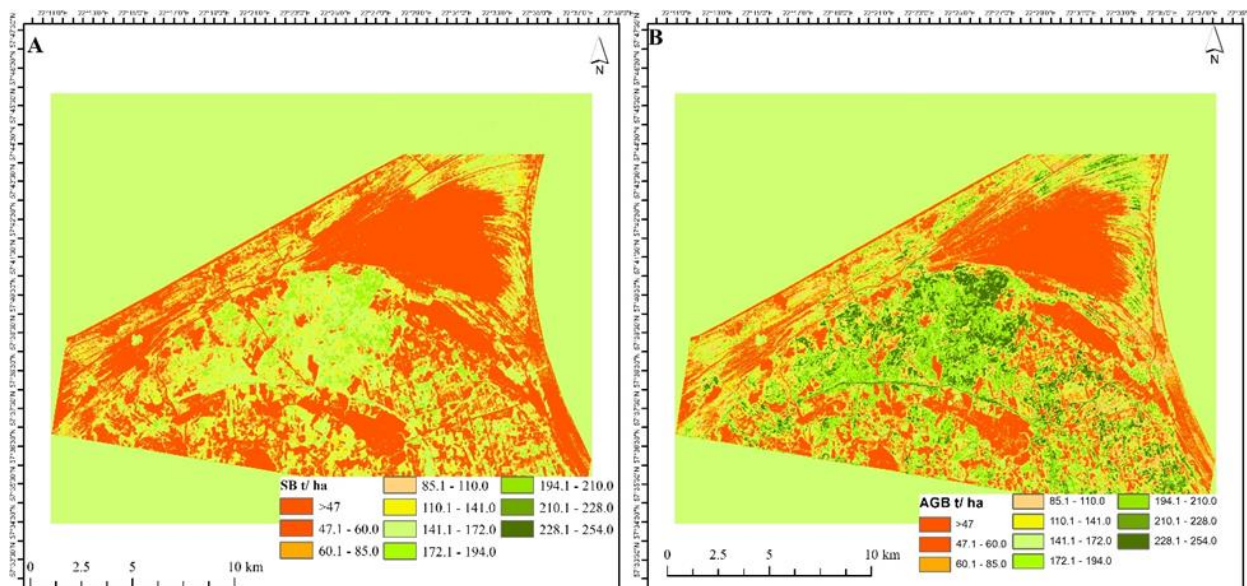
Prognozēšanas modeļa izveidei tika izvēlēts RF algoritms, kas ir plaši izmantots klasifikācijas algoritms. RF modeļa izveidei no apmācības datiem nejauši tika izvēlēti 80% no visiem ierakstiem, atlikušo daļu (20%) no apmācības datu kopas atstājot RF modeļa testēšanai. RF modelis sākotnēji tika izveidots, izvēloties noklusējuma vērtības ($Ntree = 100$, $Mtry = \text{auto}$, $random_state = 42$). Turpinājumā, lai uzlabotu modeļa veikspēju, tas tika optimizēts, piemeklējot labākās parametru kombinācijas. RF modeļu gadījumā nepieciešams koriģēt tikai divus parametrus ($Ntree$, $Mtry$). Lai atrastu optimālo modeļa parametru kombināciju, $Ntree$ vērtību palielinājām līdz 200, 500, saglabājot $Mtry$ noklusējuma vērtību (auto), līdz tika atrasta piemērotākā $Ntree$ vērtība. Pēc tam tika piemeklēta optimālā $Mtry$ vērtība, izmēģinot dažādus diapazonus (1, 3, 6, 9, $\sqrt{}$, $\log_2$). Mašīnmācīšanās modeļu izstrāde veikta Python 3.8 vidē, izmantojot *sklearn* bibliotēkā pieejamo RF algoritmu (Pedregosa, et al. 2021). Modeļu prognozēšanas veikspēja novērtēta, pamatojoties uz determinācijas koeficienta (R^2), vidējās kvadrātiskās kļūdas (RMSE) un procentuālās vidējās kvadrātiskās kļūdas (RMSE %) vērtībām. Modelis ar augstākajiem rādītājiem (augstāks R^2 un zemāks RMSE un RMSE %) norādīja uz labāku veikspēju. Virszemes biomasas apjoms kartēts, izmantojot labāko RF modeli (3.22. attēls).

3.11. tabula

Virszemes biomasas (AGB) un SB prognozēšanas modeļu veidošanā izmantotie mainīgie, ieskaitot Sentinel-2A spektrus, veģetācijas indeksus, Sentinel-2A un Sentinel-1A tekstūru.
***Svarīgākie mainīgie noteikti, izmantojot sliekšni 0.2.**

Datu kopa RF modelim	Modeļa Nr.	Mainīgā nosaukums
Visi mainīgie & labākais RF modelis*	1	ARVI, DVI, MTVI, NDVI, SAVI, RVI, RARSc, OSAVI, Blue, Red, Nir, Green, B2_contrast, B2_dissimilarity, B2_entropy, B2_homogeneity, B2_mean, B2_second_moment, B2_variance, B3_contrast, B3_dissimilarity, B3_entropy, B3_homogeneity, B3_mean, B3_second_moment, B3_variance, NIR_contrast, NIR_dissimilarity, NIR_entropy, NIR_homogeneity, NIR_mean, NIR_second_moment, NIR_variance, RED_contrast, RED_dissimilarity, RED_entropy, RED_homogeneity, RED_mean, RED_second_moment, RED_variance, ST_VH_Con, ST_VH_Cor, ST_VH_Dis, ST_VH_Ene, ST_VH_Ent, ST_VH_Hom, ST_VH_Mea, ST_VH_Mom, ST_VH_Var, ST_VH, ST_VV
Svarīgākie mainīgie (AGB)	2	ARVI, DVI, MTVI, NDVI, SAVI, RVI, RARSc, OSAVI, Blue, Red, Nir, Green, B2_contrast, B2_dissimilarity, B2_entropy, B2_homogeneity, B2_mean, B2_second_moment, B2_variance, B3_contrast, B3_dissimilarity, B3_entropy, B3_homogeneity, B3_mean, B3_second_moment, B3_variance, NIR_contrast, NIR_dissimilarity, NIR_entropy, NIR_homogeneity, NIR_mean, NIR_second_moment, NIR_variance, RED_contrast, RED_dissimilarity, RED_entropy, RED_homogeneity, RED_mean, RED_second_moment, RED_variance, ST_VH_ASM, ST_VH_Con, ST_VH_Cor, ST_VH_Dis, ST_VH_Ene, ST_VH_Ent, ST_VH_Hom, ST_VH_Mea, ST_VH_Var
Svarīgākie mainīgie (SB)		ST_VH_Ent, ST_VH_Hom, ST_VH_Var, RARSc, Red, B2_dissimilarity, B2_variance, B3_entropy, B3_mean, B3_second_moment, NIR_mean, RED_mean, RED_variance
Sentinel 2A GLCM	3	B2_contrast, B2_dissimilarity, B2_entropy, B2_homogeneity, B2_mean, B2_second_moment, B2_variance, B3_contrast, B3_dissimilarity, B3_entropy, B3_homogeneity, B3_mean, B3_second_moment, B3_variance, NIR_contrast, NIR_dissimilarity, NIR_entropy, NIR_homogeneity, NIR_mean, NIR_second_moment, NIR_variance,

Datu kopa RF modelim	Modeļa Nr.	Mainīgā nosaukums
		RED_contrast, RED_dissimilarity, RED_entropy, RED_homogeneity, RED_mean, RED_second_moment, RED_variance
Sentinel 1A SAR GLCM	4	ST_VH_ASM, ST_VH_Con, ST_VH_Cor, ST_VH_Dis, ST_VH_Ene, ST_VH_Ent, ST_VH_Hom, ST_VH_Mea, ST_VH_Var
Sentinel 2A veģetācijas indeksi	5	ARVI, DVI, MTVI, NDVI, SAVI, RVI, RARSc, OSAVI,
Sentinel 2A veģetācijas indeksi un atsevišķi spektri,	6	ARVI, DVI, MTVI, NDVI, SAVI, RVI, RARSc, OSAVI, Blue, Red, Nir, Green,
Sentinel 2A veģetācijas indeksi un atsevišķi spektri, un Sentinel 1A SAR GLCM	7	ARVI, DVI, MTVI, NDVI, SAVI, RVI, RARSc, OSAVI, Blue, Red, Nir, Green, ST_VH_ASM, ST_VH_Con, ST_VH_Cor, ST_VH_Dis, ST_VH_Ene, ST_VH_Ent, ST_VH_Hom, ST_VH_Mea, ST_VH_Var
Sentinel 2A veģetācijas indeksi un atsevišķi spektri, un Sentinel 2A GLCM	8	ARVI, DVI, MTVI, NDVI, Blue, Red, Nir, Green, SAVI, RVI, RARSc, OSAVI, B2_contrast, B2_dissimilarity, B2_entropy, B2_homogeneity, B2_mean, B2_second_moment, B2_variance, B3_contrast, B3_dissimilarity, B3_entropy, B3_homogeneity, B3_mean, B3_second_moment, B3_variance, NIR_contrast, NIR_dissimilarity, NIR_entropy, NIR_homogeneity, NIR_mean, NIR_second_moment, NIR_variance, RED_contrast, RED_dissimilarity, RED_entropy, RED_homogeneity, RED_mean, RED_second_moment, RED_variance
Sentinel 2A veģetācijas indeksi un Sentinel 2A GLCM	9	ARVI, DVI, MTVI, NDVI, SAVI, RVI, RARSc, OSAVI, B2_contrast, B2_dissimilarity, B2_entropy, B2_homogeneity, B2_mean, B2_second_moment, B2_variance, B3_contrast, B3_dissimilarity, B3_entropy, B3_homogeneity, B3_mean, B3_second_moment, B3_variance, NIR_contrast, NIR_dissimilarity, NIR_entropy, NIR_homogeneity, NIR_mean, NIR_second_moment, NIR_variance, RED_contrast, RED_dissimilarity, RED_entropy, RED_homogeneity, RED_mean, RED_second_moment, RED_variance



3.22. Attēls. Stumbra biomasas (SB) kartēšana pēc labākā RF modeļa (Mod 11.) datiem (A) un virszemes biomasas kartēšana (AGB) pēc RF modeļa (Mod 8.) datiem (B)

Rezultāti

Nejaušo mežu (Random Forest) veikspējas novērtējums virszemes biomasas prognozēšanai

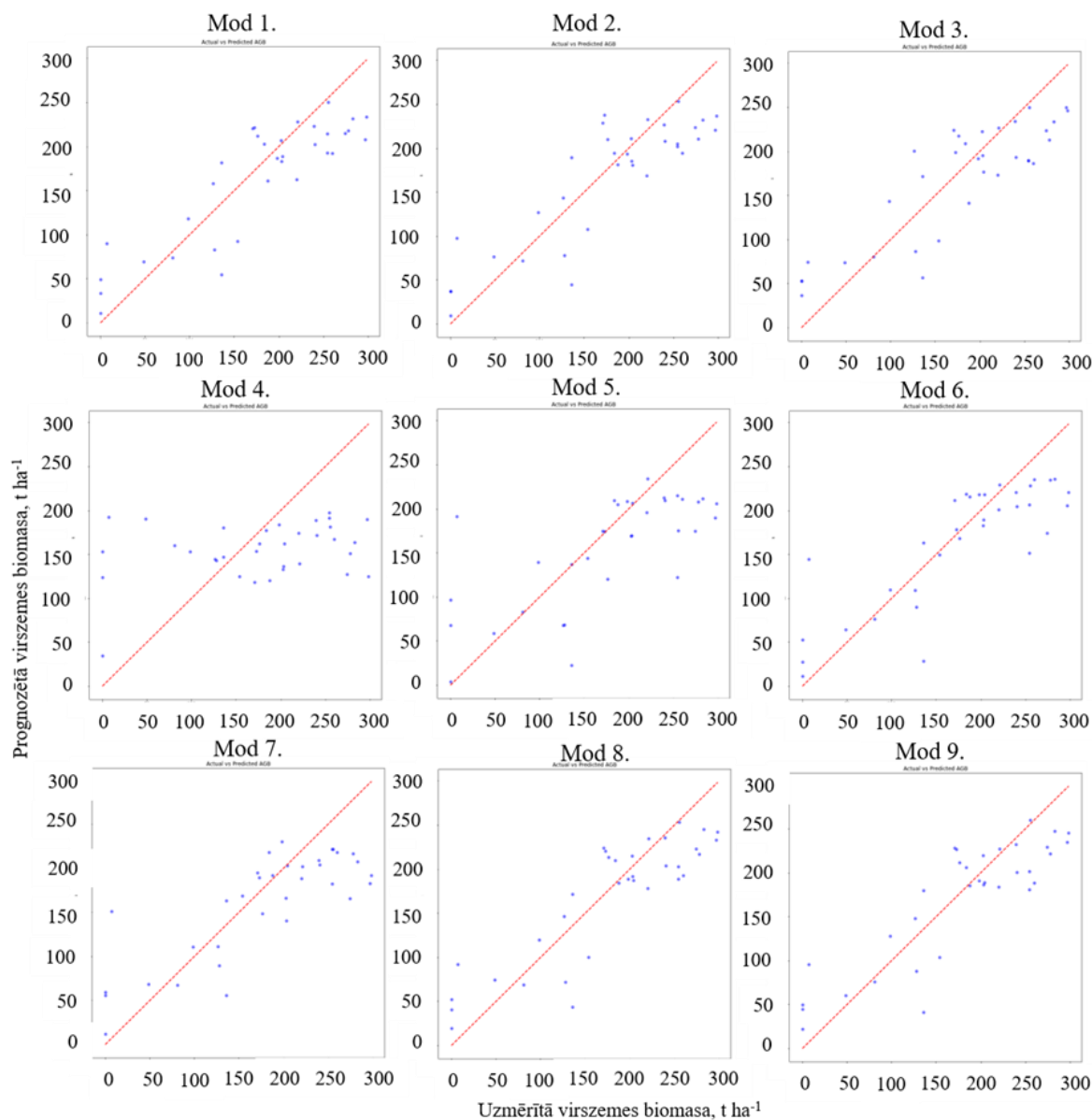
Virszemes biomasas raksturošanai ar attālās izpētes metodēm kopumā tika izveidoti deviņi RF modeļi, izmantojot dažādas mainīgo kombinācijas (3.11. tabula). Mūsu rezultāti parādīja, ka labākais RF modelis bija veidots no datu kopas, kas sastāvēja no Sentinel-2A veģetācijas indeksiem, spektrālajiem rādītājiem un Sentinel-2A GLCM parametriem (Modelis Nr. 8). Uz to norāda visaugstākā determinācijas koeficienta R^2 vērtība (0.75) un viszemākās RMSE (44.36 t ha^{-1}) un RMSE% (25.18) vērtības (3.12. tabula). Virszemes biomasas prognozēšana tikai ar Sentinel-1A SAR datiem RF modelim sagādāja lielas grūtības, sasniedzot zemāko R^2 (0.02) un visaugstāko RMSE (87.01 t ha^{-1}), kas parāda, ka SAR GLCM dati vieni paši tomēr nav pietiekami precīzai biomasas prognozēšanai. RF modeļa AGB prognozēšanas veikspēja pētītajai teritorijai tika analizēta, izmantojot izkliedes diagrammas, kas parāda prognozēto virszemes biomasas vērtību saistību ar parauglaukumos uzmērītajām (3.23. attēls). Attēlos redzams, ka visiem izveidotajiem modeļiem bija tendence virszemes biomasas vērtības pārvērtēt un nenovērtēt. RF modelis AGB prognozēja augstāk pie zemākajām uzmērītajām vērtībām ($<60 \text{ t ha}^{-1}$), bet zemāk, ja biomasas vērtība bija augstāka ($>190 \text{ t ha}^{-1}$). Tas nozīmē, ka modeļi pārvērtē zemākās vērtības un nepietiekami novērtē augstākās vērtības.

3.12. tabula

RF AGB prognozēšanas modeļu kļūdu mērījumi

Datu kopa RF modelim	Modeļa Nr.	Mainīgo skaits	R^2	RMSE	RMSE%	Standart-kļūda	Prognozētais maksimums t ha^{-1}	Prognozētais minimums t ha^{-1} s
Visi mainīgie *	Mod 1.	51	0.73	45.90	26.05	7.87	250.33	11.08
Svarīgākie mainīgie	Mod 2.	49	0.73	45.79	25.99	7.85	253.41	9.40
Sentinel 2A GLCM	Mod 3.	28	0.72	46.52	26.40	7.98	250.04	36.67

Datu kopa RF modelim	Modeļa Nr.	Mainīgo skaits	R²	RMSE	RMSE%	Standart- klūda	Progno- zētais maksimums t ha⁻¹	Progno- zētais minimums t ha⁻¹s
Sentinel 1A SAR GLCM	Mod 4.	10	0.02	87.01	49.38	14.92	197.25	34.76
Sentinel 2A veģetācijas indeksi	Mod 5.	8	0.44	65.56	37.21	11.24	233.98	3.71
Sentinel 2A veģetācijas indeksi un atsevišķi spektri,	Mod 6.	12	0.67	50.49	28.66	8.66	235.47	11.47
Sentinel 2A veģetācijas indeksi un atsevišķi spektri, un Sentinel 1A SAR GLCM	Mod 7.	22	0.64	55.48	31.49	9.51	230.24	11.94
Sentinel 2A veģetācijas indeksi un atsevišķi spektri, un Sentinel 2A GLCM	Mod 8.	40	0.75	44.36	25.18	7.61	253.36	19.60
Sentinel 2A veģetācijas indeksi un Sentinel 2A GLCM	Mod 9.	36	0.74	44.6	25.31	7.65	259.90	21.97



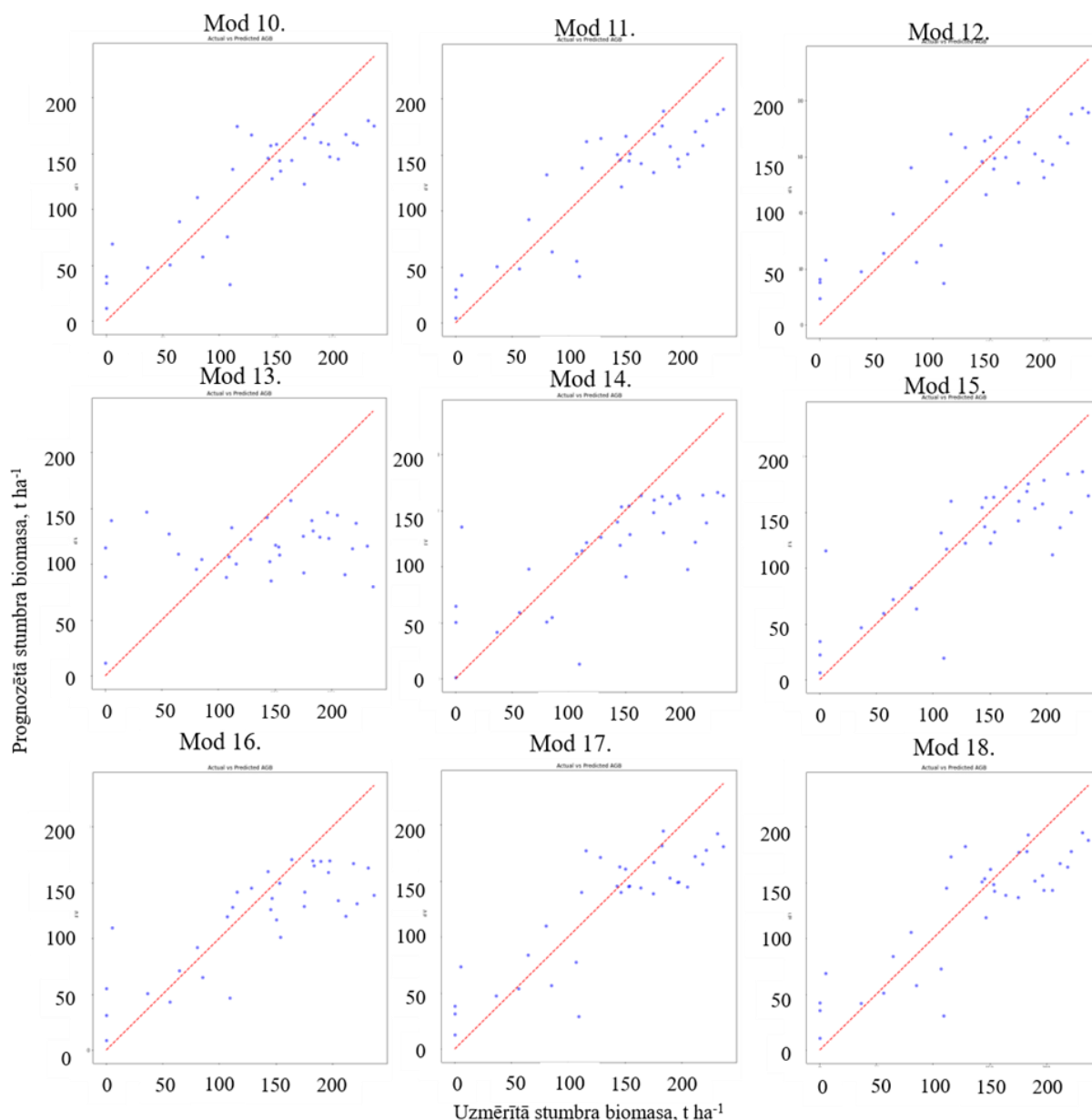
3.23. attēls. Prognozētā virszemes biomasas salīdzinājumā ar faktisko (parauglaukumos uzmērīto)

Nejaušo mežu (Random Forest) modeļu veikspējas novērtējums stumbru biomasas prognozēšanai

Arī stumbru biomasas raksturošanai tika izveidoti deviņi RF modeļi, izmantojot dažādas mainīgo kombinācijas (3.11. tabula). Mūsu rezultāti parādīja, ka labākais RF modelis bija veidots no datu kopas, kas sastāvēja no svarīgākajiem mainīgajiem (Modelis Nr. 11). Uz to norāda augstākā determinācijas koeficienta R^2 vērtība (0.74) un viszemākās RMSE (35.53 t ha^{-1}) un RMSE% (26.35) vērtības (3.13. tabula). Arī stumbra biomasas prognozēšana tikai ar Sentinel-1A SAR datiem RF modelim sagādāja lielas grūtības, sasniedzot zemāko R^2 (0.03) un visaugstāko RMSE (70.98 t ha^{-1}). RF modeļu prognozēto stumbru biomasas vērtību saistība ar parauglaukumos uzmērīto stumbru biomasu attēlota 3.24. attēlā. Mūsu rezultāti uzrādīja tendenci stumbru biomasu prognozēt augstāk pie zemākajām uzmērītajām vērtībām ($<20 \text{ t ha}^{-1}$), bet zemāk, ja biomasas vērtība bija augstāka ($>180 \text{ t ha}^{-1}$).

RF SB prognozēšanas modeļu kļūdu mērījumi

Datu kopa RF modelim	Modeļa Nr.	Mainī- go skaits	R ²	RMSE	RMSE %	Standart- klūda	Progno- zētais maksimums t ha ⁻¹	Progno- zētais minimums t ha ⁻¹ s
Visi mainīgie *	Mod 10.	50	0.69	38.62	28.64	6.62	184.65	11.42
Svarīgākie mainīgie	Mod 11.	13	0.74	35.53	26.35	6.09	190.81	4.28
Sentinel 2A GLCM	Mod 12.	28	0.70	38.15	28.29	6.54	193.41	23.47
Sentinel 1A SAR GLCM	Mod 13.	10	0.03	70.98	52.64	12.17	157.04	11.59
Sentinel 2A veģetācijas indeksi	Mod 14.	8	0.47	50.81	37.68	8.71	166.46	1.08
Sentinel 2A veģetācijas indeksi un atsevišķi spektri,	Mod 15.	12	0.64	41.95	31.11	7.19	186.39	6.14
Sentinel 2A veģetācijas indeksi, atsevišķi spektri, un Sentinel 1A SAR GLCM	Mod 16.	22	0.57	45.75	33.93	7.85	170.58	8.75
Sentinel 2A veģetācijas indeksi un atsevišķi spektri, un Sentinel 2A GLCM	Mod 17.	40	0.72	36.99	27.43	6.34	194.72	12.49
Sentinel 2A veģetācijas indeksi un Sentinel 2A GLCM	Mod 18.	36	0.71	37.43	27.76	6.42	194.57	10.83

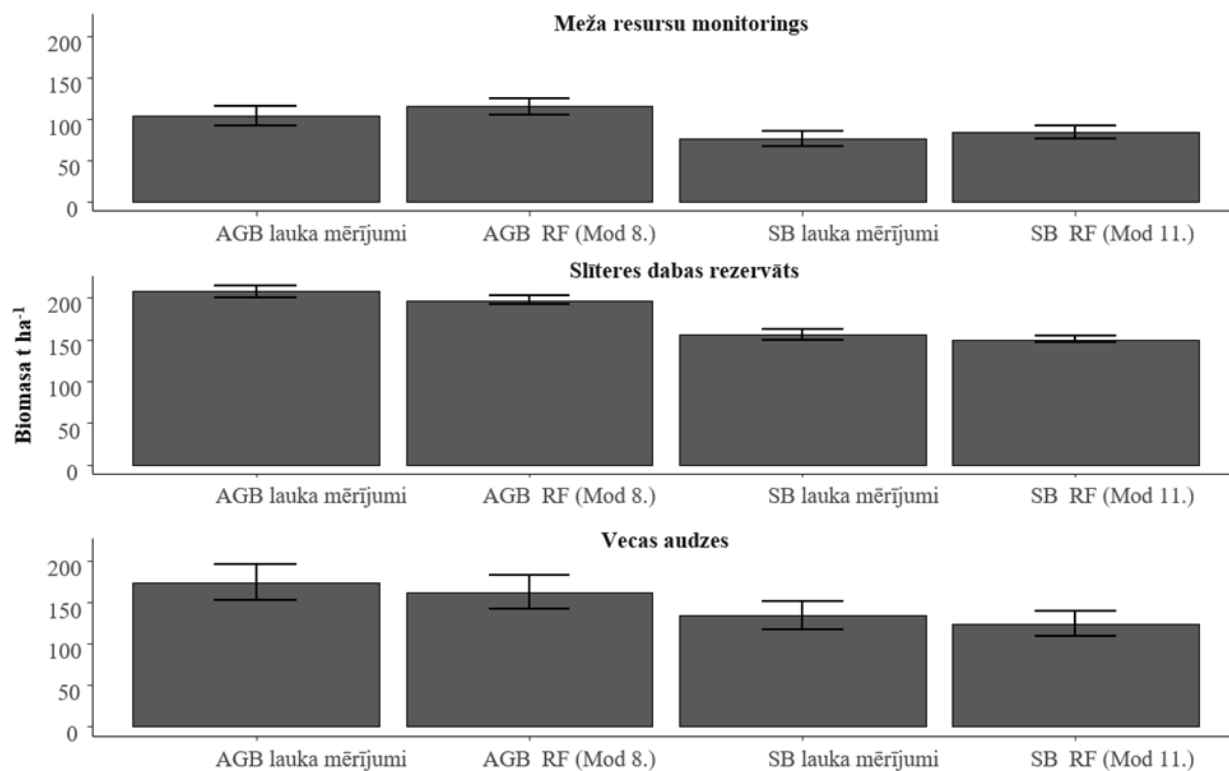


3.24. attēls. Prognozētais SB apjoms pret parauglaukumos uzmērītajām vērtībām

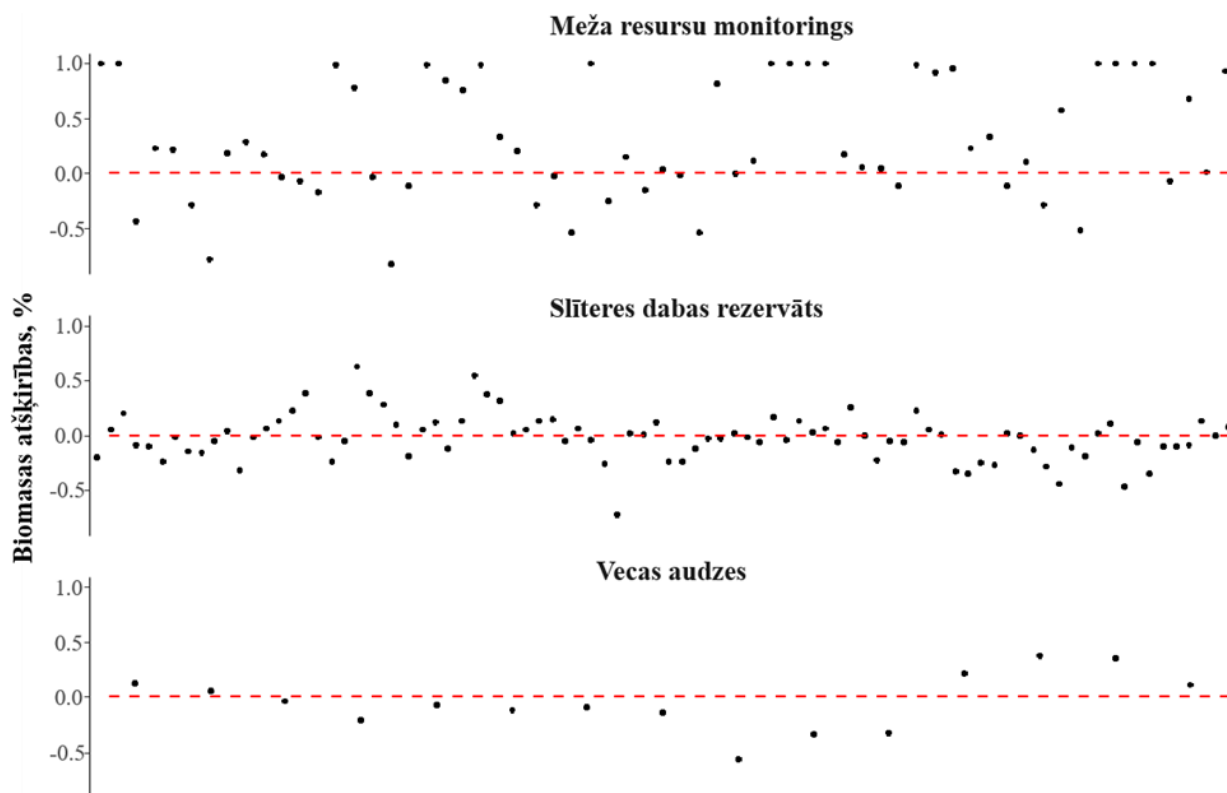
Starpība starp uzmērīto un prognozēto biomasu pētījuma parauglaukumos

Mūsu rezultāti uzrādīja atšķirības biomasas noteikšanas precizitātē starp dažādām parauglaukumu grupām. Vislielākā starpība starp uzmērīto un prognozēto biomasu konstatēta MRM parauglaukumos, turklāt modelis prognozēja augstāku biomasas apjomu, nekā tika uzmērīts parauglaukumos. Konstatēts, ka vidējā virszemes biomasas uzmērītā vērtība MRM parauglaukumos bija $104.5 \pm 2.16 \text{ t ha}^{-1}$, bet labākā modeļa prognozētā virszemes biomasas vērtība bija $116.2 \pm 9.94 \text{ t ha}^{-1}$ (3.25. attēls). Kopumā augstākās AGB vērtības tika konstatētas Slīteres dabas rezervāta parauglaukumos. Atšķirībā no MRM parauglaukiem, Slīteres dabas rezervātā uzmērītās vērtības bija augstākas par prognozētajām virszemes biomasas vērtībām, attiecīgi, 196.3 ± 7.59 un $188.8 \pm 5.24 \text{ t ha}^{-1}$ (3.25. attēls). Līdzīga tendence novērota arī vecajās audzēs, kur uzmērītā virszemes biomasā bija augstāka, salīdzinot ar labākā RF modeļa (Mod 8.) AGB prognozētajām virszemes un stumbra biomasas vidējām vērtībām no RF modeļiem (attiecīgi 174.5 ± 21.50 un $162.1 \pm 20.39 \text{ t ha}^{-1}$). Kā parādīts 3.26. un 3.27. attēlā, AGB un SB starpības starp

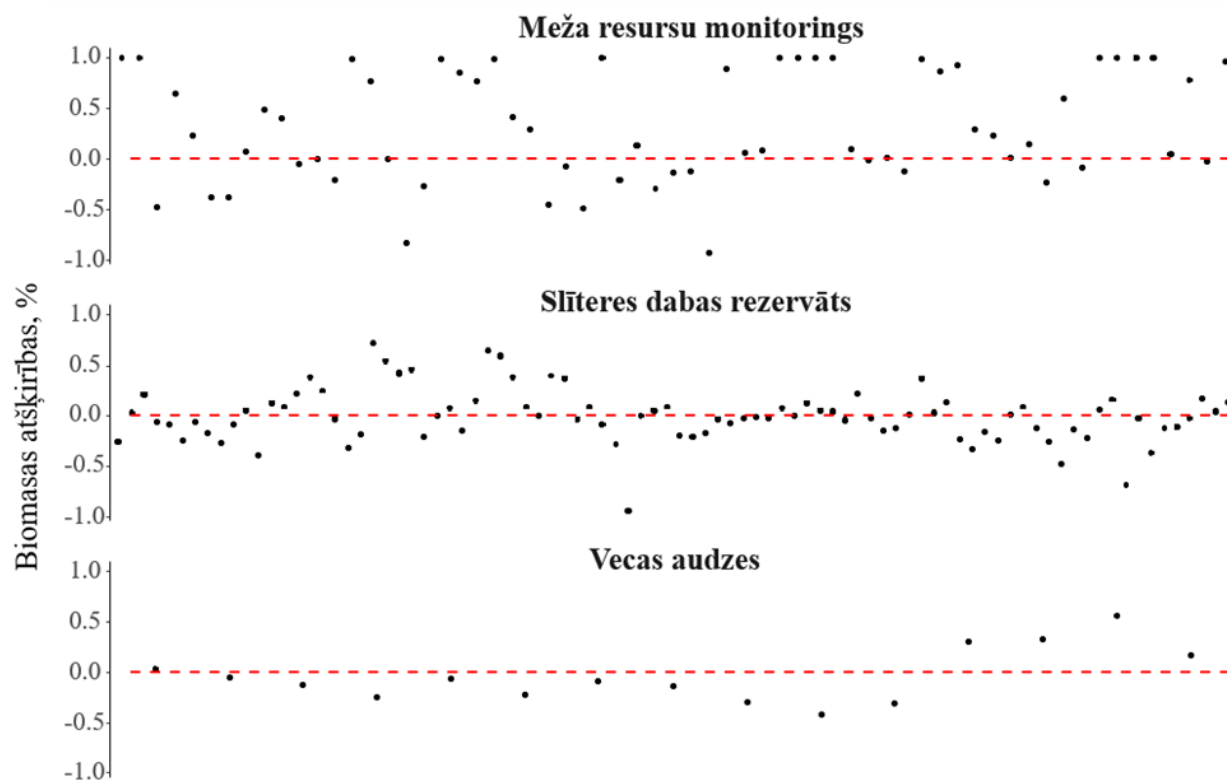
parauglaukumos uzmērītajām un RF modeļu prognozētajām vērtībām bija plašā diapazonā, tomēr rezultāti norāda, ka teritorijās, kur cilvēku iejaukšanās bijusi mazāka, labākā RF modeļa AGB prognozēšanas novirzes diapazons bija mazāks, salīdzinot ar konstatēto MRM parauglaukumos, kur iespējama dažādas intensitātes saimnieciskā darbība.



3.25. attēls. Biomasas novērtējums lauka mērījumos un RF modeļos (AGB Mod 8., SB Mod 11.)



3.26. attēls. Relatīvā starpība starp uzņēmīto un prognozēto AGB dažāda veida parauglaukumos



3.27. attēls. Relatīvā starpība starp uzņēmīto un prognozēto SB dažāda veida parauglaukumos

Kopsavilkums

No visiem izveidotajiem RF modeļiem labākais sniegums, prognozējot virszemes biomasu, tika sasniegts, izmantojot kombināciju ar Sentinel-2A GLCM tekstūras parametriem, savukārt Sentinel-1A SAR dati vieni paši nespēja nodrošināt pietiekamu precizitāti, kas atspoguļojas zemākajos veikspējas rādītājos, prognozējot virszemes biomasu. Atbilstoši mūsu rezultātiem, SAR GLCM tekstūras rādītāji uzlabo stumbra biomasas prognozēšanas precizitāti.

Kopumā modeļi, kas apvienoja Sentinel-2A veģetācijas indeksus, spektrālos rādītājus un GLCM parametrus, uzrādīja labāku sniegumu nekā modeļi, kas izmantoja tikai vienu datu avotu, piemēram, Sentinel-2A veģetācijas indeksus vai spektrālos rādītājus. Visi modeļi parādīja tendenci pārvērtēt zemākās virszemes biomasas vērtības un nepietiekami novērtēt augstākās vērtības, kas liecina par nepieciešamību pilnveidot modeļu precizitāti ekstrēmo vērtību gadījumos. Turpmākajos pētījumos ieteicams pievērst uzmanību papildu datu avotu integrācijai un modeļu uzlabošanai, lai samazinātu prognozēšanas kļūdas un uzlabotu modeļu precizitāti visā biomasas vērtību diapazonā.

Kā liecina mūsu rezultāti, RF modeļu biomasas prognozēšanas precizitāte atšķiras atkarībā no parauglaukuma veida. Lielākās novirzes starp uzmērīto un prognozēto biomasu bija Meža resursu monitoringa (MRM) parauglaukumos, kur modelis pārvērtēja biomasas apjomu, prognozējot augstāku biomasu salīdzinājumā ar parauglaukumos konstatēto. Savukārt Slīteres dabas rezervātā un vecajās audzēs uzmērītās biomasas vērtības pārsniedza prognozētās. Tas liecina, ka teritorijās ar mazāku cilvēku iejaukšanos prognozēšanas precizitāte bija labāka, bet lielākas novirzes MRM parauglaukumos, iespējams, ir saistītas ar dažādas intensitātes saimniecisko darbību. Tāpat vecajās audzēs esošie koki ir salīdzinoši garāki un vieglāk izdalāmi attālās izpētes attēlos, pateicoties to izteiktajām vainagu formām, struktūrai un augstumam. Tādēļ šajās teritorijās modeļu izmantošana var sniegt precīzākus rezultātus.

Savukārt MRM parauglaukumos audžu struktūra var būt atšķirīga (dažāds koku vecums un izmērs), kā dēļ modeļiem ir sarežģītāk precīzi prognozēt biomasu. Iespējams, palielinot parauglaukumu skaitu MRM un vecajās audzēs, modeļu precizitāte uzlabosies. To apliecina arī Slīteres dabas rezervāta teritorija, kur salīdzinoši augstais parauglaukumu skaits un to nelielais attālums vienam no otra nodrošināja visaugstāko modeļu veikspēju.

Literatūra

1. Bādērs, E., Jōgiste, K., Elferts, D. *et al.* Storm legacies shaping post-windthrow forest regeneration: learnings from spatial indices in unmanaged Norway spruce stands. *Eur J Forest Res* **140**, 819–833 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10342-021-01368-x>
2. Haralick, R.M., Shanmugam, K., Dinstein, I., "Textural features for image classification," *IEEE Trans Syst Man Cybern*, vol. 3, no. 6, pp.610–621, 1973.
3. Liepiņš, J., Lazdiņš, A., Liepiņš, K. Equations for estimating above- and belowground biomass of Norway spruce, Scots pine, birch spp. and European aspen in Latvia. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 33. 2017. DOI:10.1080/02827581.2017.1337923
4. Luo, Y.-M., Huang, D.-T., Liu, P.-Z. & Feng, H.-M. An novel random forests and its application to the classification of mangroves remote sensing image. *Multimed. Tools Appl.* **75**, 9707–9722 (2016).

4. Sociālekonomisko ekosistēmas pakalpojumu kvalitātes nodrošināšana

4.1. Meža augšanas apstākļu, meža ekosistēmas tipa, meteoroloģisko faktoru un meža apsaimniekošanas ietekme uz meža nekoksnes produktu ražas dinamiku

Šajā pētījumu programmas etapā tiek turpinātas meža nekoksnes produktu uzskaites Meža statistiskās inventarizācijas (MSI) parauglaukumos, kā arī papildināta datu rinda par kopšanas ietekmi uz meža nekoksnes produktu novērtējumu un ogu un sēņu sastopamību un ražas apjomu dažādos meža tipos.

Pamatojums

Pieaugot bioekonomikas nozīmei, palielinās interese par meža nekoksnes produktiem gan pasaulē, gan Eiropā (Wiersum 2017). Vismaz 65 miljoni Eiropas Savienības iedzīvotāju paši ievāc šos produktus, bet vismaz 100 miljoni tos patērē (Schulp et al. 2014). Meža produktu ievākšana ir svarīgs daudzizmērķu mežsaimniecības aspekts, lai gan dažas apsaimniekošanas metodes var būt konfliktā ar to (Löhmus and Remm 2017; Kurttila et al. 2018). Tajā pašā laikā meža produktu ieguve veido sinerģijas ar atpūtu mežā (Kangas and Niemeläinen 1996; Stryamets et al. 2015; Wiersum 2017). Sēņošana un ogošana ir dziļi sakņotas kultūras prakses, kas tiek pēfītas Ziemeļvalstīs, Baltijā, Centrāleiropā un Rietumeiropā (Pouta et al. 2006; de Aragon et al. 2011; Sisak et al. 2016; Grivins and Tisenkopfs 2018).

Latvijā nekoksnes resursiem ir būtiska sociālekonomiskā un rekreācijas nozīme. Vairāk nekā 60% māsjsaimniecību nodarbojas ar ogošanu, sēņošanu un citu nekoksnes produktu ievākšanu, un 28% no tām šos resursus arī pārdod (Lovrić et al. 2020). Ogu un citu nekoksnes resursu izmantošana nodrošina papildu ienākumus lauku māsjsaimniecībām. 2019. gadā 88% iedzīvotāju bija ievākuši vismaz vienu meža nekoksnes produktu, un ~9% tas bija būtisks ienākumu avots (Donis 2020).

Latvijā visbiežāk sastopamās un ekonomiski nozīmīgākās savvaļas ogas ir mellenes un brūklenes. To ražas apjomi ir atkarīgi no ikgadējiem klimatiskajiem faktoriem (Krebs et al. 2009; Turtiainen et al. 2011; Vaara et al. 2013). Ziemeļvalstīs ir izstrādāti vairāki modeļi šo ogu ražas novērtēšanai, piemēram, M. Ihalainen et al. (2002) un Miina et al. (2009) modeļi, kas izmanto dažādus mežaudzes parametrus.

Latvijā meža ogulāju sastopamība un ražas nav plaši pēfītas. LU Bioloģijas institūts 20. gs. 60. gados veica uzskaiti par savvaļas ogu sugām (Pētersons 1961). Pieaugošā interese par nekoksnes produktu izmantošanu aktualizē nepieciešamību veikt pētījumus par ogulāju sastopamību un ražību dažādos meža tipos.

Sēņošana ir nozīmīga gan kā atpūta, gan kā meža produktu ieguves process (Heilmann-Clausen et al. 2015). Mikotūrisms un sēņu pārdošana nodrošina ekonomiskus ieguvumus, īpaši lauku reģionos ar augstu bezdarba līmeni (Olah et al. 2020). Sēņu ražas ir atkarīgas no dažādiem vides faktoriem un saimnieciskās darbības (Bonet et al. 2004; Turtiainen et al. 2012; Bārdule et al. 2020; Kewessa et al. 2023).

4.1.1. Ogulāju projektīvā seguma novērtējums MSI parauglaukumos

Pētījuma mērķis ir novērtēt meža nekoksnes resursu sastopamību un produktivitāti dažādos meža tipos Latvijā.

Pētījuma virzība

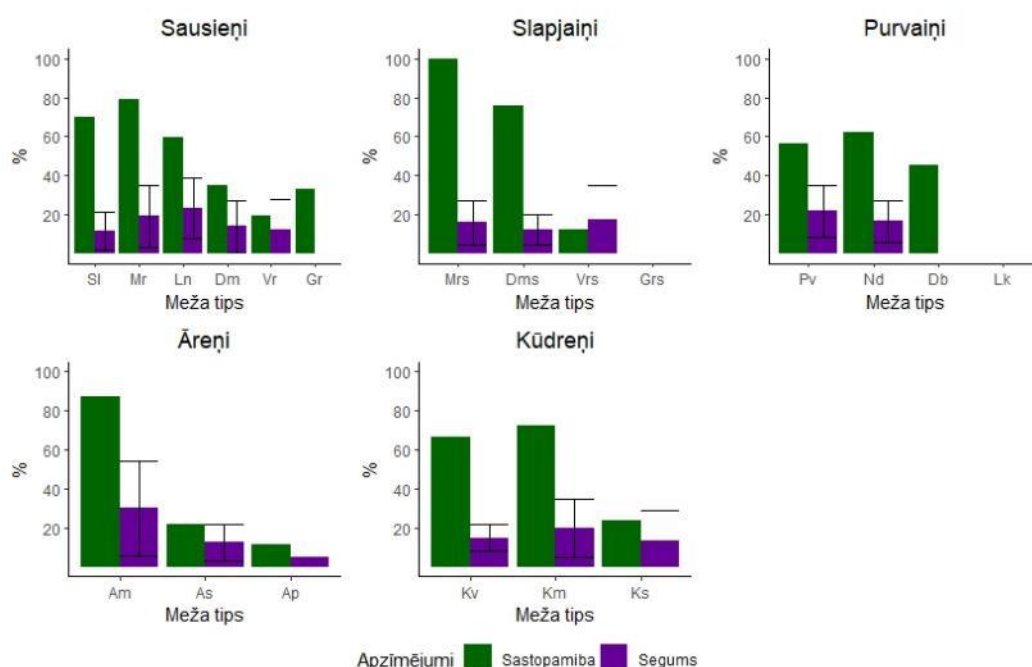
Reprezentatīvu datu ieguvei par nekoksnes resursu sastopamību un produktivitāti dažādos meža tipos Latvijā turpināts ogulāju, sīkkrūmu un ķērpju monitorings meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumos atbilstoši pētījumu programmas iepriekšējo posmu pārskatos

aprakstītajai metodikai (Lībiete un citi, 2022). Šī ir monitoringa aktivitāte, kas pēc nemainīgas metodikas tiek veikta katru gadu. Šajā pārskatā aktivitātes rezultāti tiek parādīti apkopotā veidā. Pilna datu analīze tiks veikta pētījuma beigās.

Rezultāti

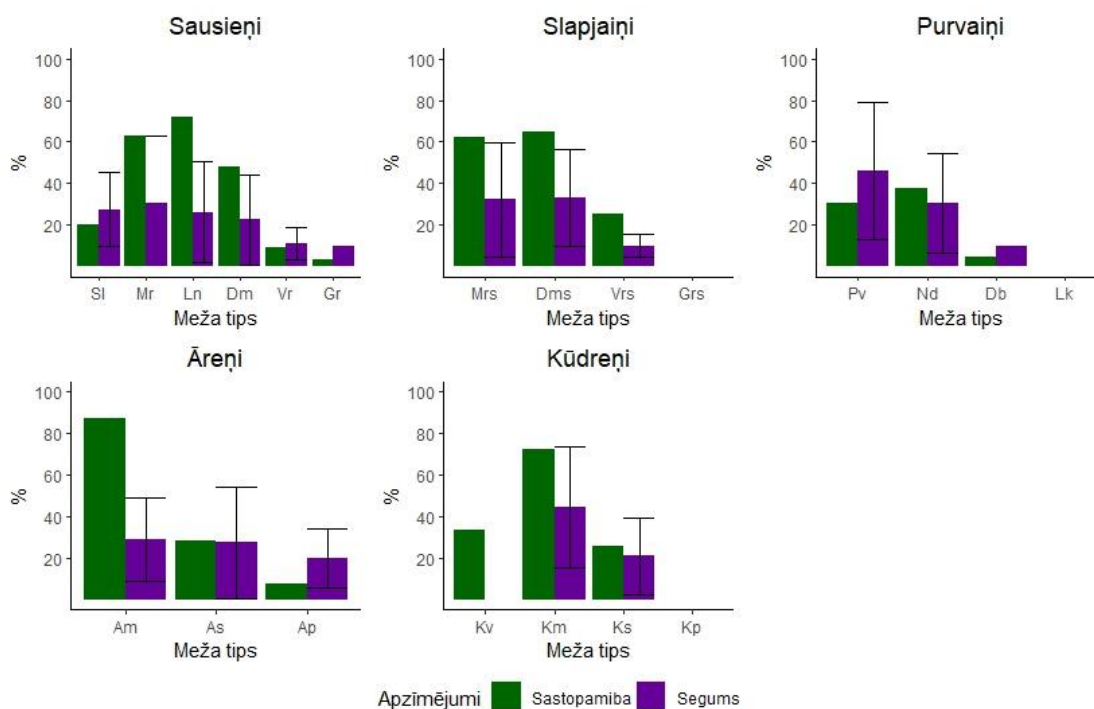
Ogulāju un citu nekoksnes resursu novērtēšanai izmantoti 2024. gada sezonas dati no 781 MSI parauglaukumiem, kas pēc zemju lietošanas kategorijas veida atbilst mežam, izcirtumam, vējgāzei vai mežam lauksaimniecības zemē. Visbiežāk apsektie meža tipi ir damaksnis, vēris un šaurlapju ārenis, bet grīnis 2024. gadā netika apsektots (8.pielikums).

Visbiežāk konstatētie ogulāji 2024. gadā apsektajos laukumos ir mellenāji un brūklenāji. Brūkleņu un melleņu esamība vai neesamība konkrētā meža tipā nereti ir saistīta ar sugas ekoloģiju. Brūklenes nereti sastopamas nabadzīgākos augšanas apstākļos, bet mellenes – auglīgākos. Tas arī atspoguļojas rezultātos par potenciālo brūkleņu sastopamību dažādos meža tipos – 2024. gadā silā, mētrājā, lānā, grīnī, slapjajā mētrājā, viršu ārenī, mētru ārenī, viršu kūdrenī un mētru kūdrenī novērojama vislielākā brūkleņu sastopamība (>75%) kā arī augstākās projektīvā seguma vērtības (4.1 attēls).



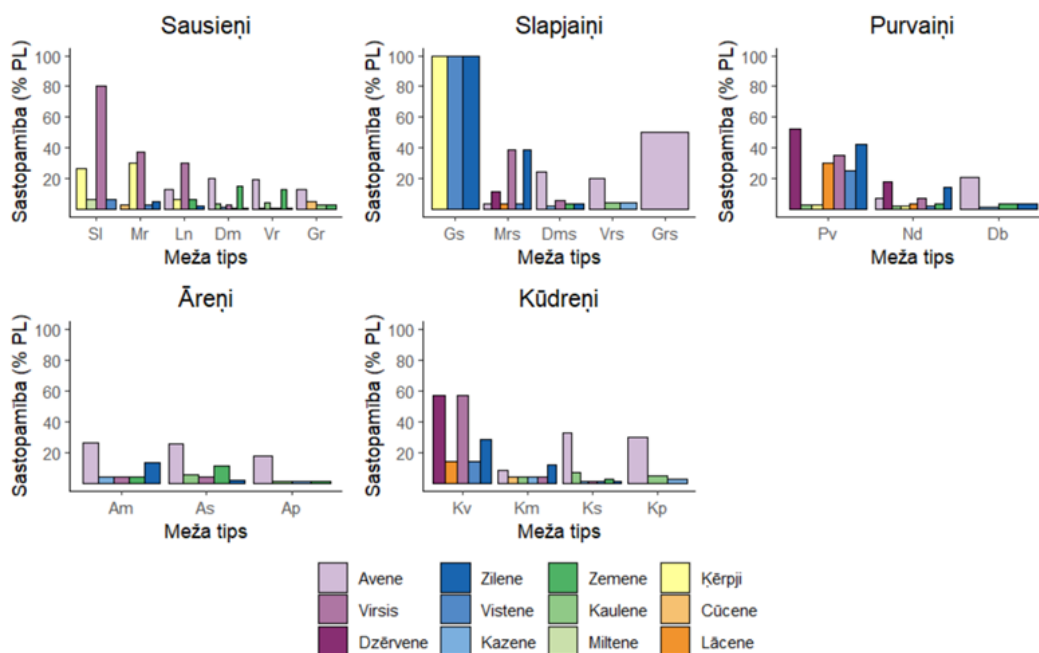
4.1. attēls. Brūkleņu sastopamība un projektīvais segums (%) ± standartklūda dažādos meža tipos

Mellenes visbiežāk konstatētas lānā, damaksnī, grīnī, slapjajā mētrājā, viršu ārenī, mētru ārenī, viršu kūdrenī un mētru kūdrenī, kur tās sastopamas vairāk par 75% no visiem laukumiem. Šajos meža tipos novērotas arī augstākās projektīvā seguma vērtības (4.2 attēls).



4.2. attēls. Melleņu sastopamība un projektīvais segums (%) ± standartklūda dažādos meža tipos

Arī citas MSI parauglaukumos uzskaitītās sugas ir saistītas ar konkrētiem augšanas apstākļiem. Piemēram, lācenes un dzērvenes, kas parasti sastopamas oligotrofajos slapjaini vai susinātajos mežos, bet ķērpji – oligotrofajos sausieņu un slapjaini mežos. Pēc MSI datiem novērojams, ka mežos reti sastopamas tādas sugas kā miltene, cūcene un kazene (4.3. attēls).



4.3. attēls. Citu nekoksnes resursu sastopamība un projektīvais segums (%) ± standartklūda dažādos meža tipos

4.1.2. Ogu ražas novērtējums kopšanas ciršu parauglaukumos

Pētījuma mērķis ir noskaidrot dažādas intensitātes kopšanas ietekmi uz ogulāju projektīvo segumu un produktivitāti jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs.

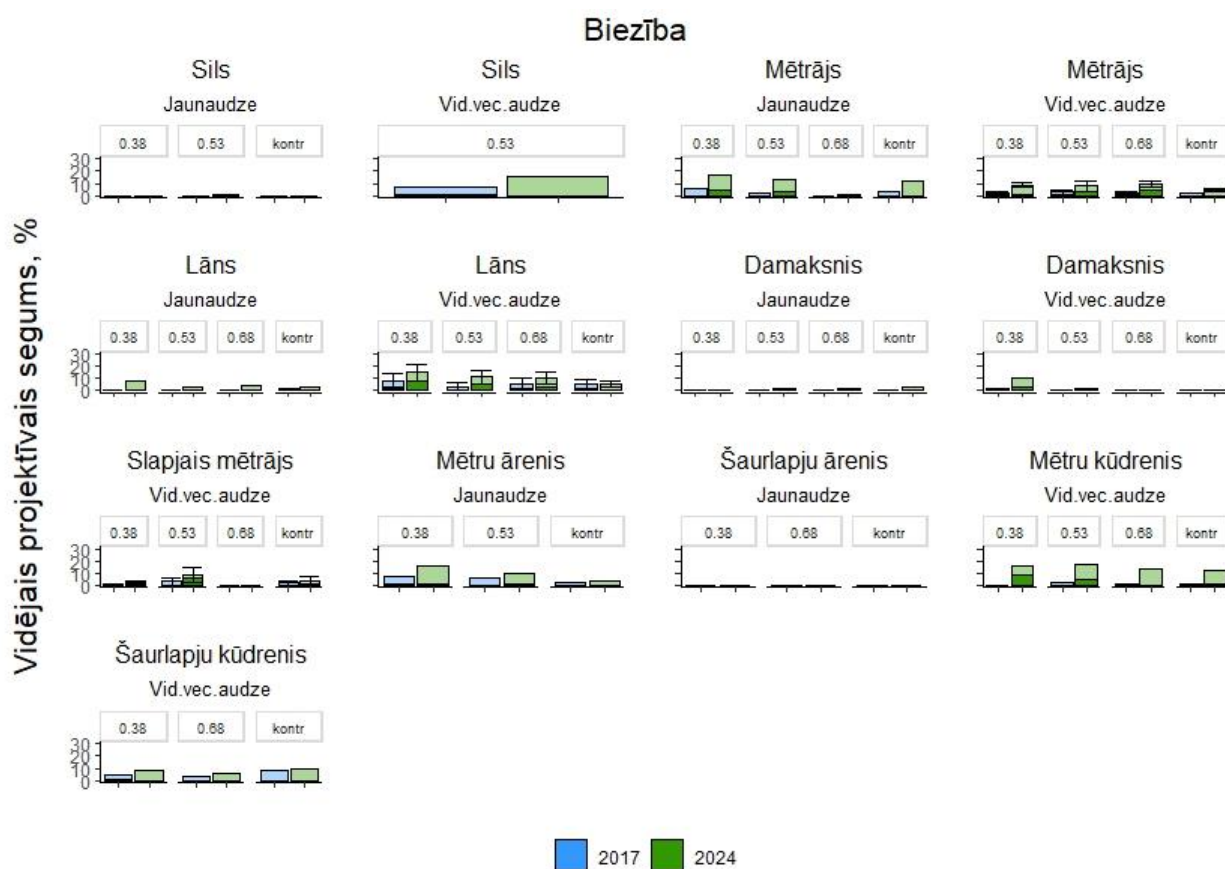
Pētījuma virzība.

2023.gada vasaras sezonā turpināts ogulāju seguma un ražas monitorings 33 krājas kopšanas ciršu objektos. Objektu raksturojums un metodika iekļauta šī pētījumu programmas perioda 1.posma pārskatā (Lībiete un citi, 2022). Šajā pārskatā aktivitātes rezultāti tiek parādīti apkopotā veidā. Pilna datu analīze tiks veikta pētījuma beigās.

Rezultāti

2024. gada vasaras sezonā, jūlijā, pārmērīti 33 krājas kopšanas ciršu objektu pastāvīgie parauglaukumi. Parauglaukumi, ierīkoti no 2017. līdz 2019. gadam sila, mētrāja, lāna, damakšņa, slapjā mētrāja, mētru āreņa, šaurlapju āreņa, mētru kūdreņa un šaurlapju kūdreņa priežu, egļu un bērzu jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs.

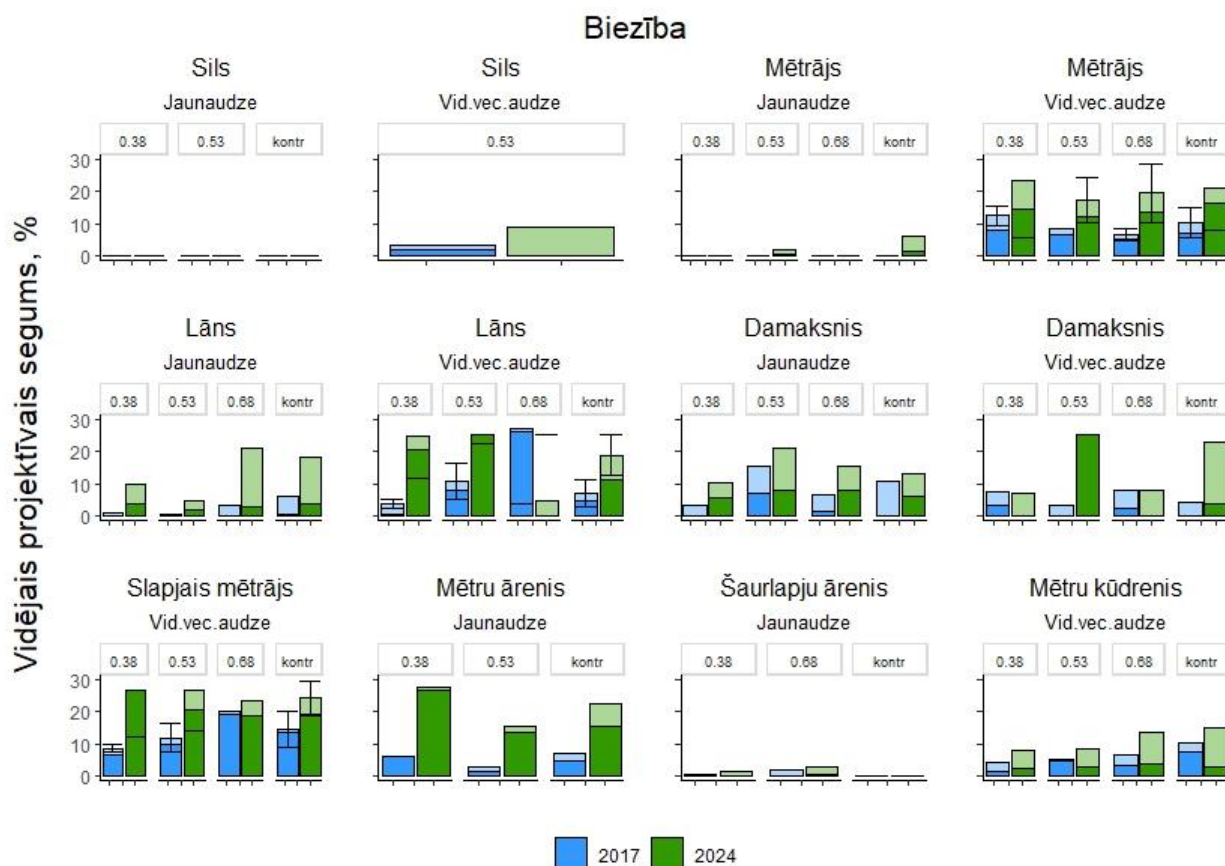
Salīdzinot 2017. gadā ierīkoto parauglaukumu datus ar 2024. gada datiem, iegūtie rezultāti priežu audzēs liecina, ka brūkleņu projektīvais segums pēc krājas kopšanas ciršu jaunaudžu un vidēja vecuma audzēs nav samazinājies (ne sastopamība, ne vidējais mētru projektīvais segums), bet gan tieši pretēji – palielinājies (4.4.attēls). Produktivitāte, ja salīdzina ar 2017. gadu, dažādos meža tipos un vecumgrupās ir atšķirīga.



4.4. attēls. Brūkleņu segums dažādos meža tipos, vecumgrupās un biežībās pirms kopšanas cirses un 2024. gadā. Parauglaukumi ierīkoti 2017. gadā. Intensīvākā krāsā apzīmēts ogulāju segums ar ogām

Brūklenēm, kas ir gaismas prasīga suga, objekta kontroles biežība konkrētos meža tipos varētu būt viens no limitējošiem faktoriem. Lai gan brūklenes ir ar plašu ekoloģisko diapazonu, tomēr optimālie apstākļi, kur brūklene spēj augt, ir atklātas vietas, tas ir, purvs, purvainā meža platības vai retas mežaudzes.

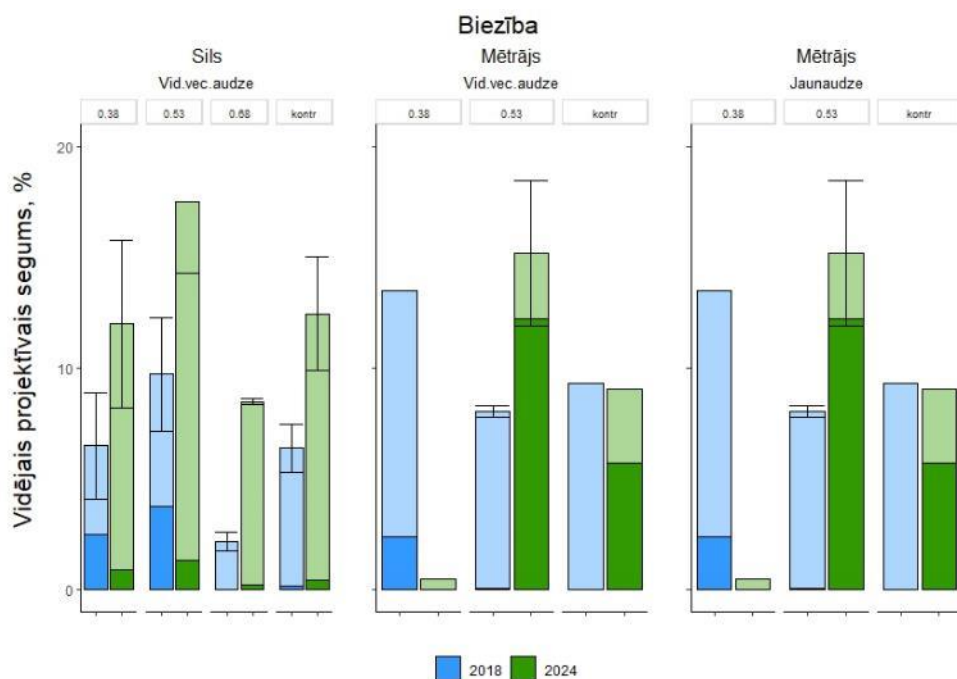
Mellenājiem, atšķirībā no brūklenājiem, astotajā gadā pēc krājas kopšanas cirtes nekur nav konstatētas negatīvas seguma izmaiņas. Projektīvā seguma palielināšanās novērota gandrīz visās biežībās un vecuma grupās dažādos meža tipos, kur valdošā kokaudzes suga ir priede (4.5. attēls).



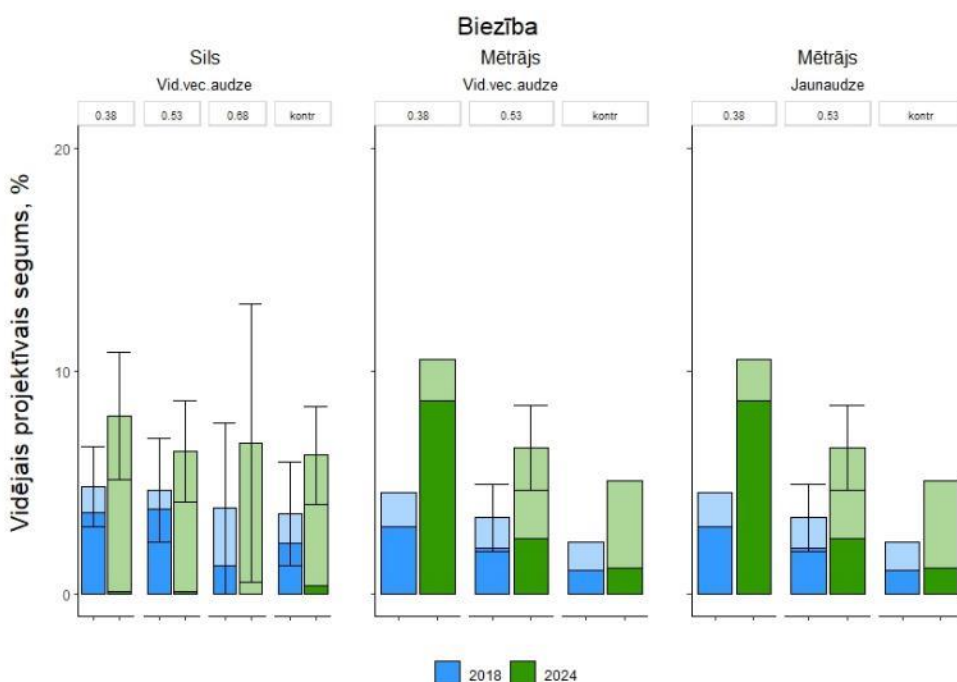
4.5. attēls. Melleņu segums dažādos meža tipos, vecumgrupās un biežībās pirms kopšanas cirtes un 2024. gadā. Parauglaukumi ierīkoti 2017. gadā. Intensīvākā krāsā apzīmēts ogulāju segums ar ogām

2024. gadā krājas kopšanas ciršu objektos mellenēm un brūklenēm novērota salīdzinoši augsta produktivitāte.

Arī objektiem, kas ierīkoti 2018. gadā, brūkleņu projektīvā seguma izmaiņas sešu gadu laikā pēc kopšanas cirtes ir ar pozitīvu tendenci (4.6. attēls). Savukārt melleņu segums būtiski palielinājies mētrāja jaunaudzē un vidēja vecuma audzēs, kur valdošā koku suga ir priede (4.7. attēls).

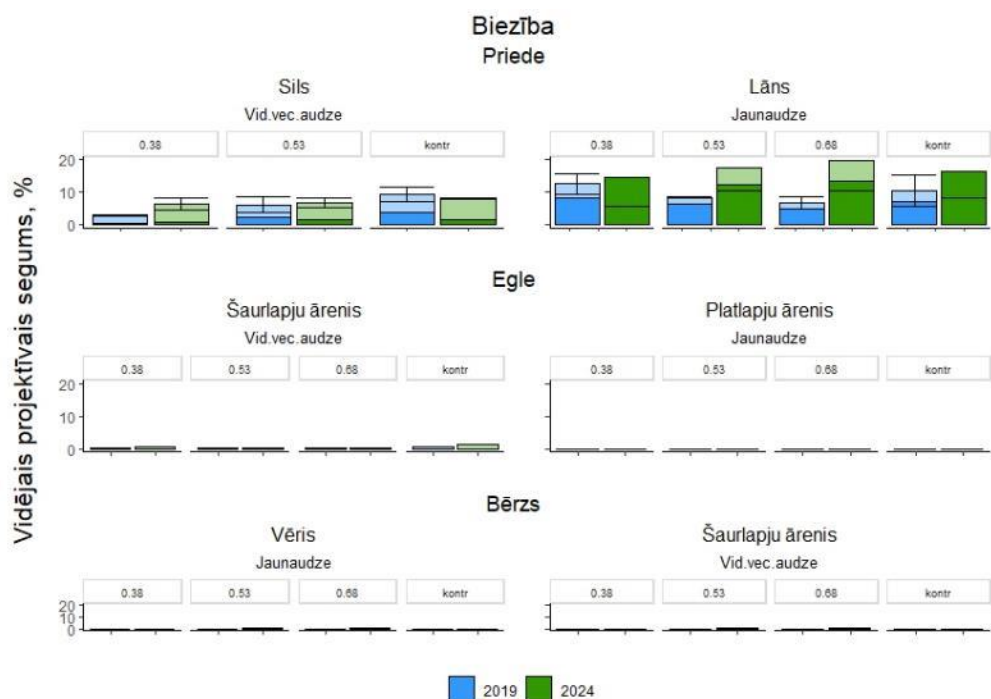


4.6. attēls. Brūkļu segums dažādos meža tipos, vecumgrupās un biežībās pirms kopšanas cirtes un 2024. gadā. Parauglaukumi ierīkoti 2018. gadā. Intensīvākā krāsā apzīmēts ogulāju segums ar ogām

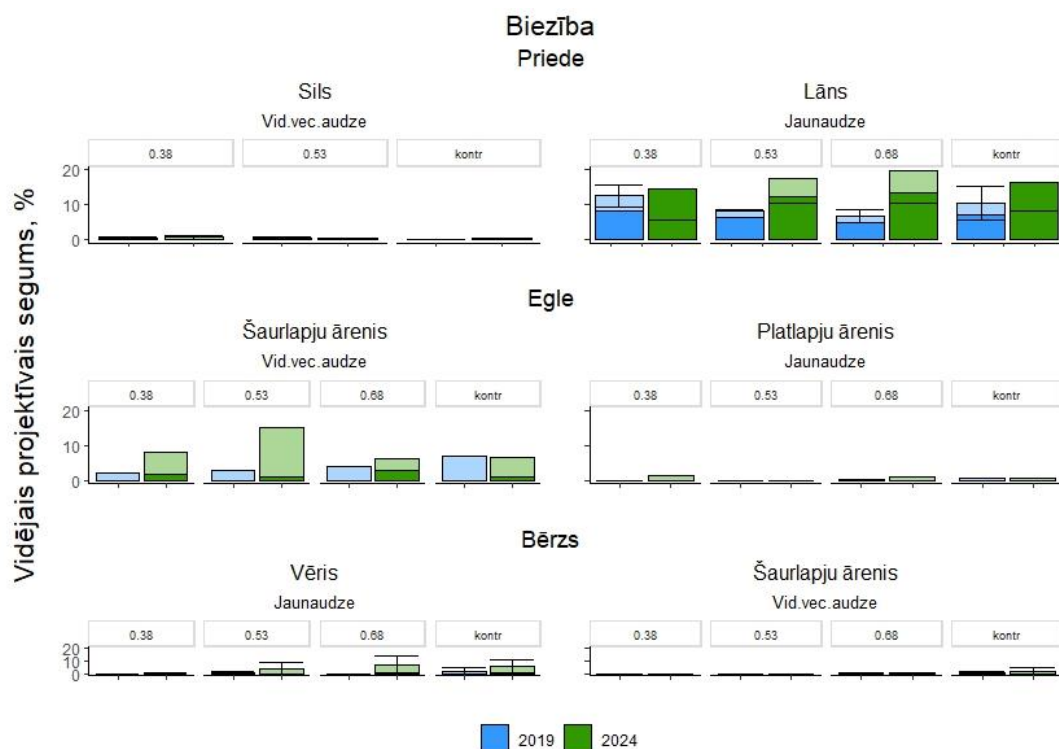


4.7. attēls. Melleņu segums dažādos meža tipos, vecumgrupās un biežībās pirms kopšanas cirtes un 2024. gadā. Parauglaukumi ierīkoti 2018. gadā. Intensīvākā krāsā apzīmēts ogulāju segums ar ogām

Salīdzinot brūkļu projektīvo segumu parauglaukumiem, kas ierīkoti 2019. gadā ar 2024. gada datiem, novērota pozitīva seguma izmaiņu tendence priežu audzēs – silā un lānā. Parauglaukumos, kas ierīkoti egļu vai bērzu audzēs, mētru segums ir neliels, līdz ar to arī atšķirības nav būtiskas (4.8.attēls). Melleņu projektīvā seguma pozitīvas izmaiņas vērojamas gandrīz visos meža tipos dažādās biežībās, izņemot egļu vidēja vecuma audzēs (4.9.attēls).

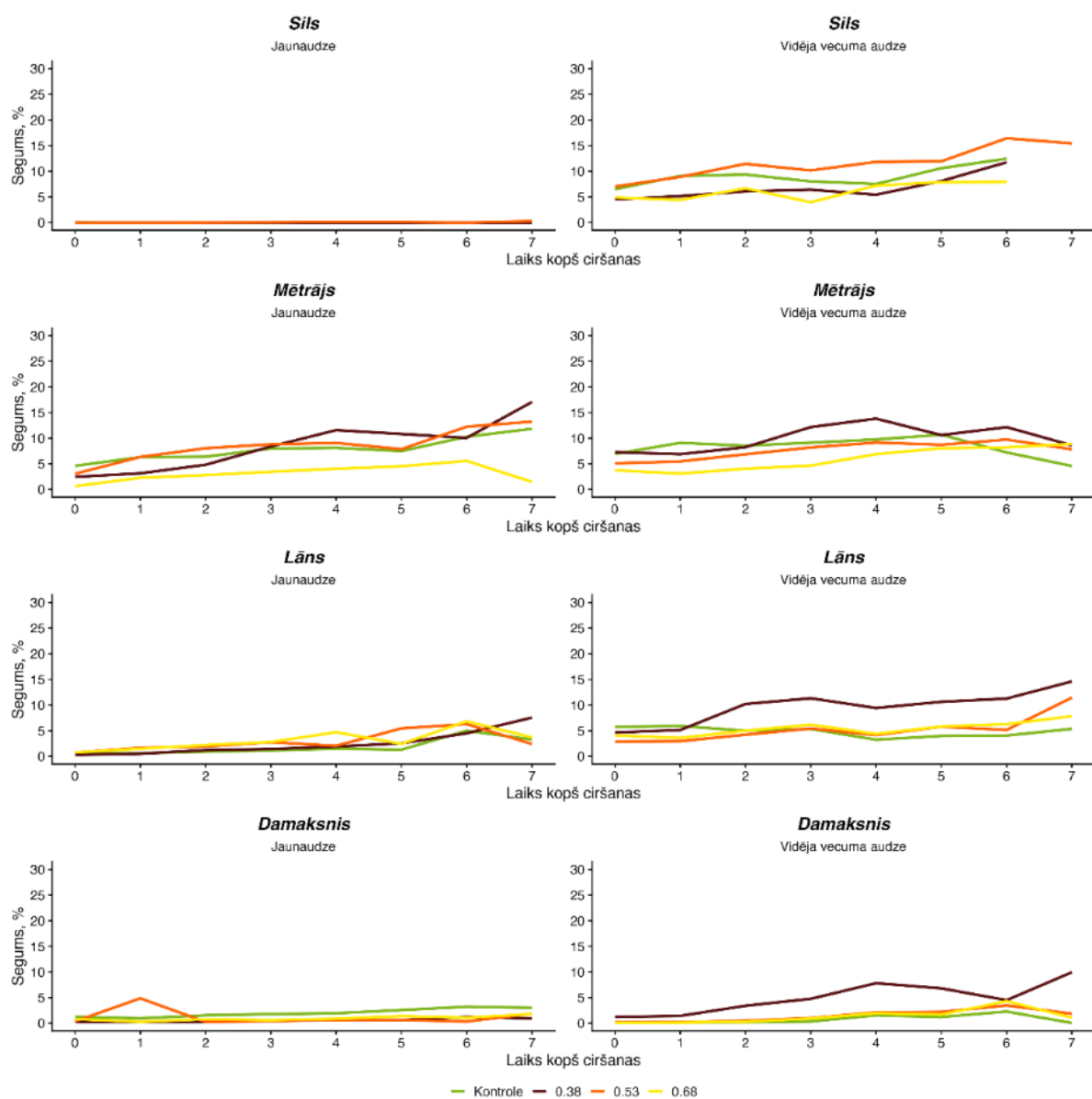


4.8. attēls. Brūkleņu segums dažādos meža tipos, vecumgrupās un biežībās pirms kopšanas cirtes un 2024. gadā. Parauglaukumi ierīkoti 2019. gadā. Intensīvākā krāsā apzīmēts ogulāju segums ar ogām

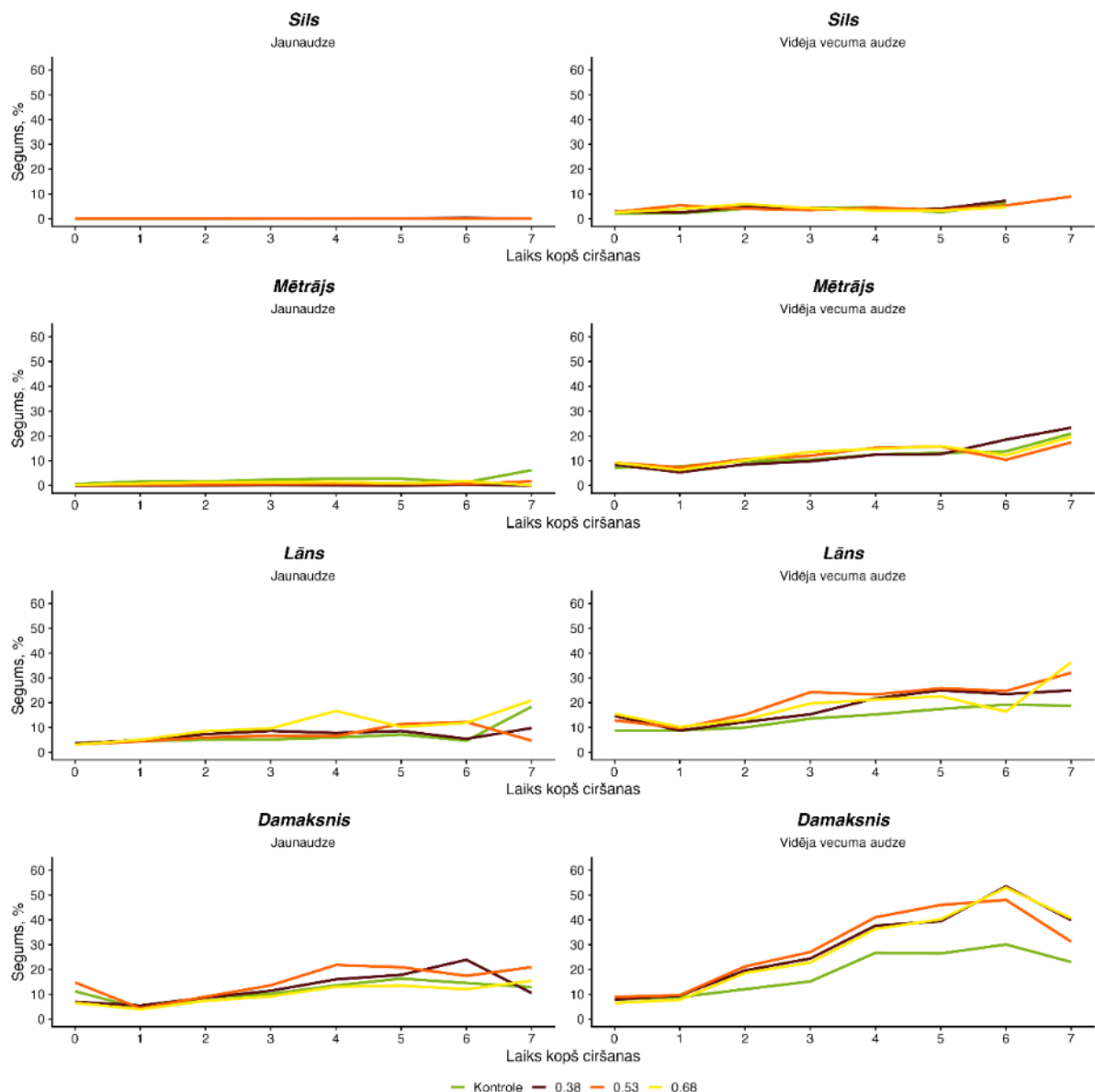


4.9. attēls. Melleņu segums dažādos meža tipos, vecumgrupās un biežībās pirms kopšanas cirtes un 2024. gadā. Parauglaukumi ierīkoti 2019. gadā. Intensīvākā krāsā apzīmēts ogulāju segums ar ogām

Jāatzīmē, ka 2024. gadā, neatkarīgi no tā, cik gadi pagājuši kopš krājas kopšanas cirtes un nesaistīti ar parauglaukumu ierīkošanas kalendāro gadu, novērojams lielāks procentuālais segums mellenājiem un brūklenājiem (4.10. un 4.11. attēls).

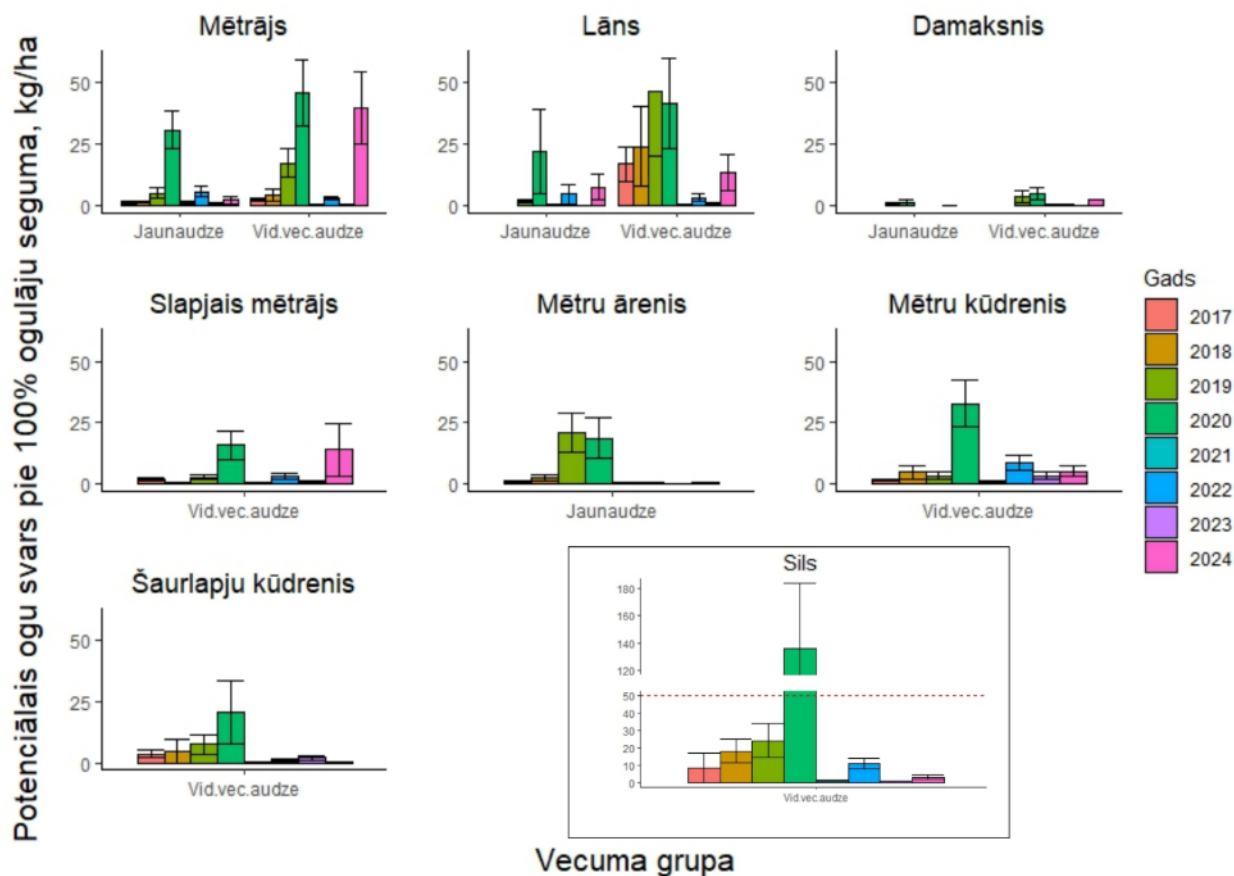


4.10. attēls. Brūkleņu seguma izmaiņas dažādos meža tipos, vecumgrupās un biežībās pēc krājas kopšanas cirtes. 0 gads - seguma vērtība pirms krājas kopšanas cirtes



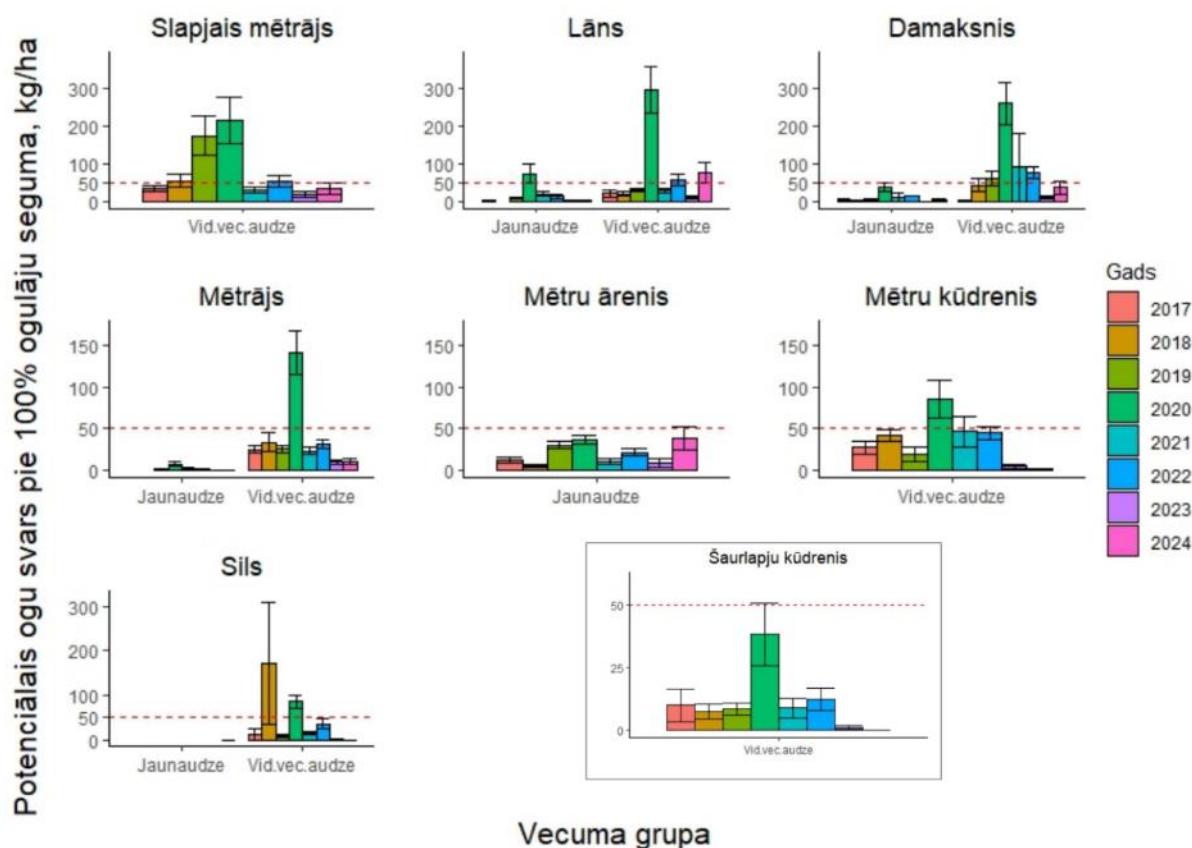
4.11. attēls. Melleņu seguma izmaiņas dažādos meža tipos, vecumgrupās un biežībās pēc krājas kopšanas cirtes. 0 gads - seguma vērtība pirms krājas kopšanas cirtes

Krājas kopšanas ciršu parauglaukumos iegūti rezultāti par potenciālo brūkleņu (4.12. attēls) un melleņu (4.13.attēls) potenciālo ogu ražu $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ dažādos meža tipos un dažādās vecumgrupās pie 100% projektīvā seguma par periodu no 2017. līdz 2024. gadam. Salīdzinot 2024. gadā iegūtos potenciālās ražas datus ar iepriekšējo gadu datiem, redzams, ka mellenēm un brūklenēm šī gada maija klimatiskie faktori nelabvēlīgi ietekmējuši ogu ražu. Ja 2020. gadā gan brūklenēm lielākās potenciālās ražas vērtības novērtētas silā ($135.67 \pm 47.63 \text{ kg ha}^{-1}$), tad 2023. gadā potenciālā iespējamā raža bijusi tikai $0.87 \pm 0.19 \text{ kg ha}^{-1}$ un šogad $3.13 \pm 1.34 \text{ kg ha}^{-1}$. Ja salīdzina potenciālo ražu starp meža tipi, tad 2024. gadā augstākā potenciālā brūkleņu raža novērojama mētrājā ($39.85 \pm 14.71 \text{ kg ha}^{-1}$).



4.12.attēls. Brūkleņu potenciālā ogu raža no 2017. līdz 2024. gadam dažādos meža tipos un vecumgrupās, kg·ha⁻¹

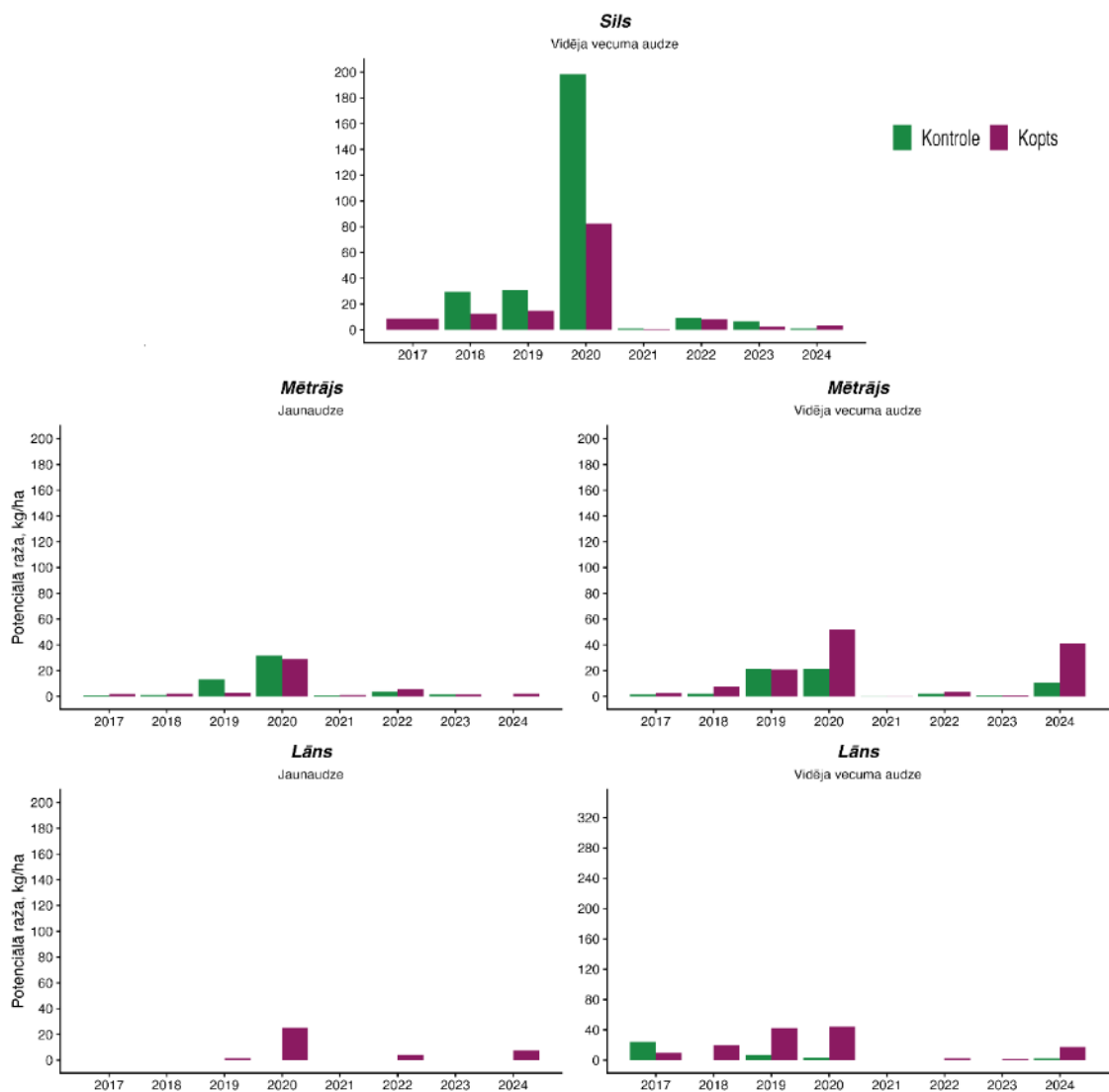
Mellenēm 2024. gadā, ja salīdzina ar pēdējiem četriem gadiem, vērojama vidēja ražība. Ja augstākā melleņu potenciālā ogu raža lānā 2020. gadā sasniedza $298.2 \pm 61.8 \text{ kg ha}^{-1}$ un 2023 – $11.22 \pm 3.24 \text{ kg ha}^{-1}$, tad šogad tā bija $73.27 \pm 27.67 \text{ kg ha}^{-1}$, kas arī ir potenciāli augstākā melleņu ogu raža kopšanas ciršu objektoos (4.13. attēls). 2024. gadā bija vērojamas izteiktas reģionālās atšķirības, kas ietekmēja kopējo ogu ražas vērtības.



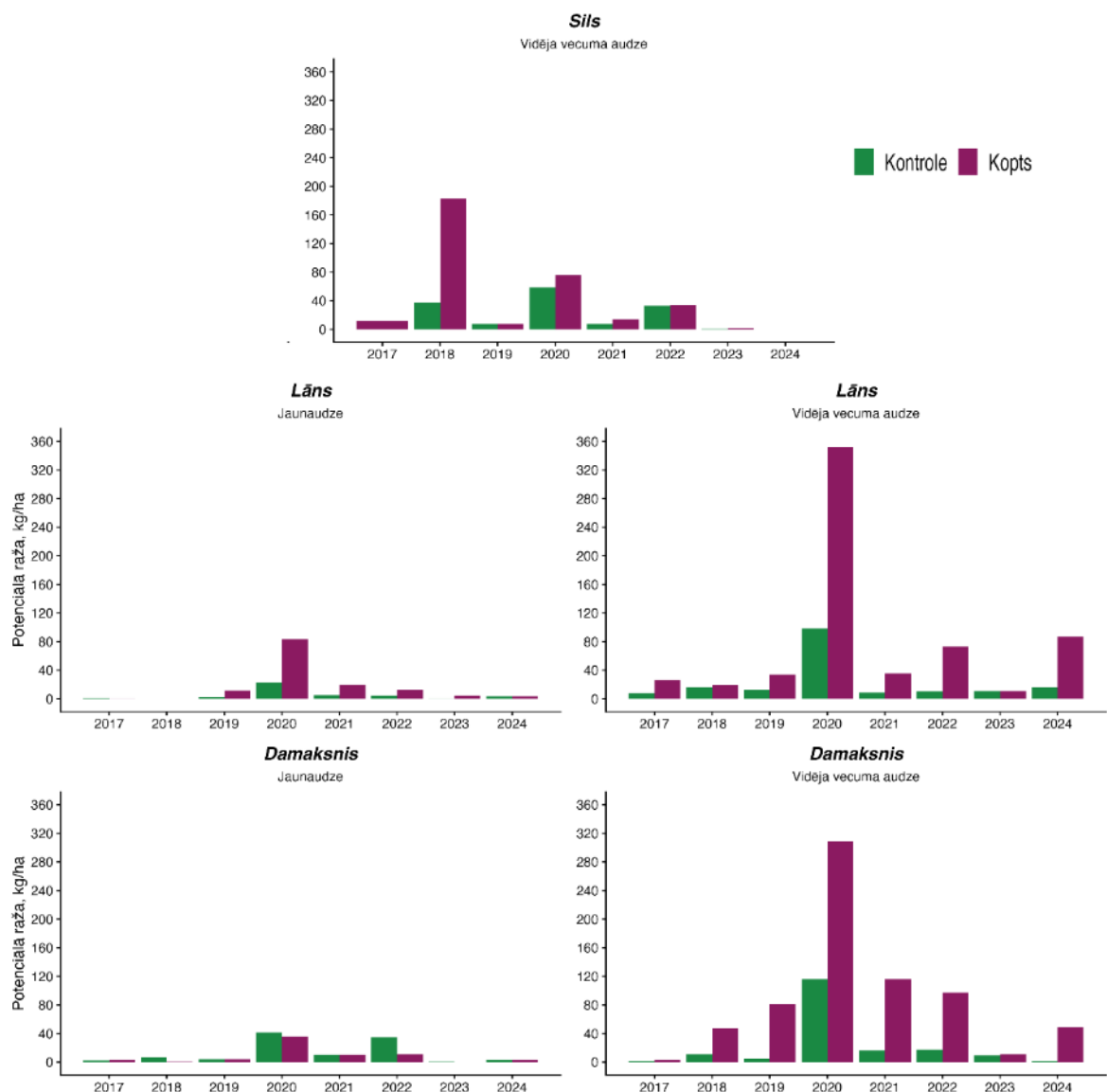
4.13. attēls. Melleņu potenciālā ogu raža no 2017. līdz 2024. gadam dažādos meža tipos un vecumgrupās, kg·ha⁻¹

Ziemeļaustrumvidzemes reģionā vairumā no apsekotajiem laukumiem bija neliels skaits ogu, kas ietekmē arī kopējos rezultātus, jo atsevišķi netiek izdalīti krājas kopšanas cirtes parauglaukumi starp reģioniem. Gaisa temperatūra maija pirmajā dekādē, īpaši Ziemeļaustrumlatvijā, šogad bija zemāka nekā mēneša norma. Novērotas arī stipras salnas, īpaši mēneša sākumā (-5,5°C), turklāt 2024.gada maijs ar kopējo nokrišņu daudzumu 43% bija zem ikgadējās mēneša normas (LVĢMC Klimata portāls, 2024).

Savstarpēji salīdzinot brūkleņu ražību starp kontroles un koptajiem laukumiem, redzams, ka nav vienotas tendences starp meža tiptiem - silā augstāka ražība ir kontroles laukumos, bet damaksnī - koptajos laukumos (4.14 attēls). Savukārt savstarpēji salīdzinot brūkleņu ražību starp kontroles un koptajiem laukumiem, novērojams, ka augstāka melleņu raža ir koptajos laukumos (4.15. attēls).



4.14. attēls. Brūkleņu potenciālā ogu raža koptajos un kontroles laukumos no 2017. līdz 2024. gadam dažādos meža tipos un vecumgrupās, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$



4.15. attēls. Melleņu potenciālā ogu raža koptajos un kontroles laukumos no 2017. līdz 2024. gadam dažādos meža tipos un vecumgrupās, kg·ha⁻¹

4.1.3. Meža ogu un sēņu ražas novērtējums, izmantojot transektu metodi testa teritorijās

Pētījuma mērķis ir novērtēt meža ogu un sēņu bioloģisko ražu ģeogrāfiski atšķirīgās testa teritorijās Latvijā.

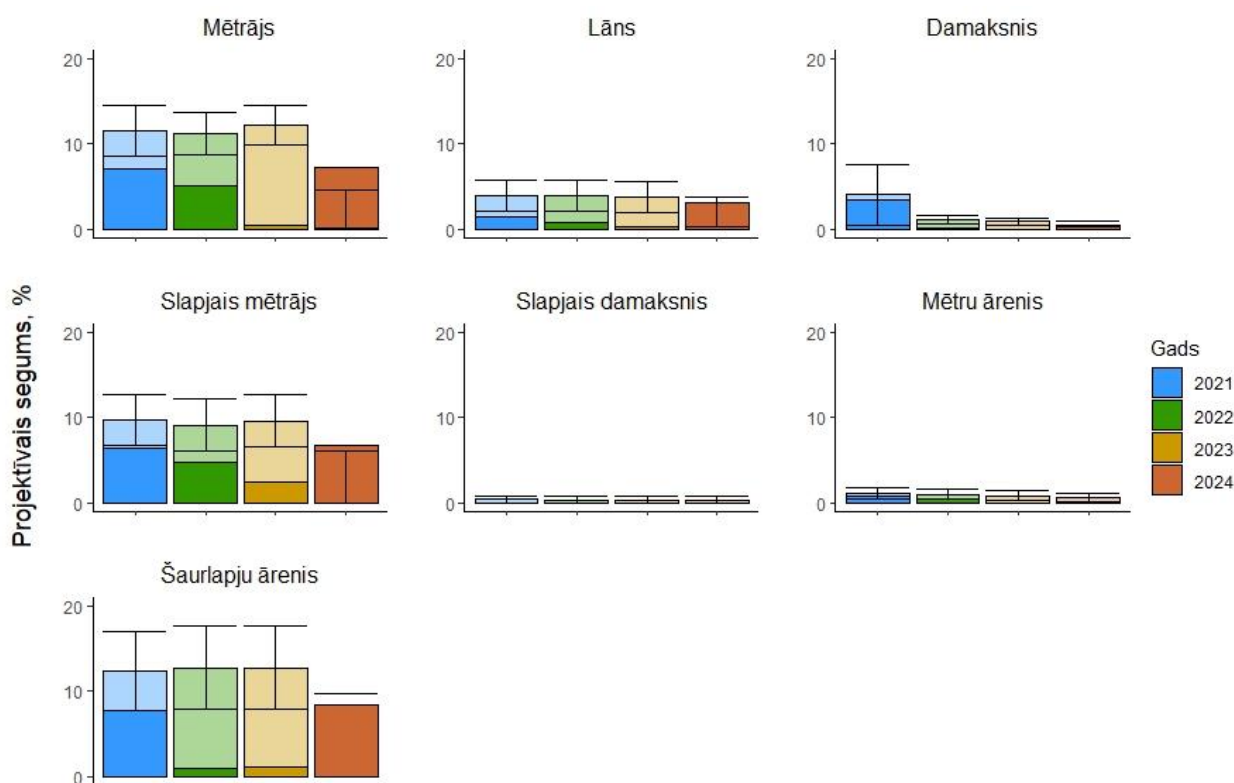
Pētījuma virzība

Meža ogu un sēņu bioloģiskās ražas monitorings divās testa teritorijās (Zalvītē un Ugālē) Latvijā uzsākts 2017. gadā kopumā 56 objektos. 2024. gada veģetācijas sezonā tas atkārtots abās testa teritorijās. Aktivitātes sākāks pamatojums, objektu raksturojums un metodika iekļauta šī pētījumu programmas perioda 1. posma pārskatā (Lībieta un citi, 2022). Sēņu uzskaites 2024. gadā Ugāles testa teritorijā veiktas astoņas reizes, Zalvītes testa teritorijā - deviņas reizes sēņu augšanas sezonas laikā ik pa divām nedēļām. Šajā pārskatā aktivitātes rezultāti tiek parādīti apkopotā veidā. Pilna datu analīze tiks veikta pētījuma beigās.

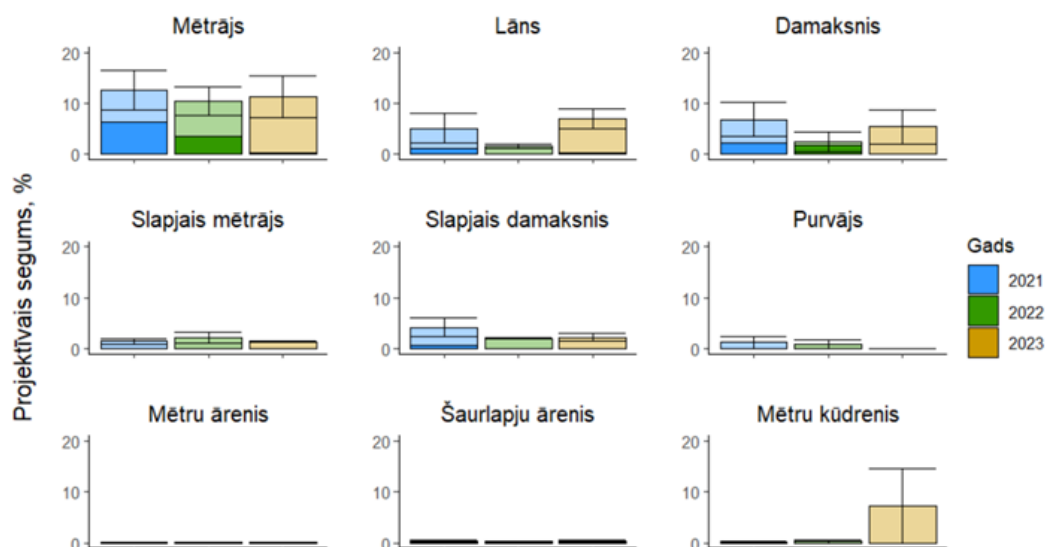
Rezultāti

Meža ogas

Salīdzinot brūkleņu procentuālo segumu Ugāles un Zalvītes testa teritorijās četros monitoringa gados, konstatēts, ka gandrīz nevienā meža tipā nav vērojamas būtiskas projektīvā seguma izmaiņas. Lielākās izmaiņas pastāv starp gadiem un ogulāju produktivitāti: ir vai nav novērojamas ogas konkrētā meža tipā katrā no gadiem. Izmaiņas segumos konstatētas atsevišķos meža tipos, piemēram, Ugāles testa teritorijā mētrājā un slapjajā mētrājā, kur 2024. gadā ir samazinājies ogulāju projektīvais segums, un Zalvītes testa teritorijas lānā, šaurlapju āreņā un mētru kūdreņa objektos. Jāpiemin, ka arī abās testa teritorijās brūkleņu seguma vērtības ir zemas (~10%) (4.16. attēls un 4.17. attēls).



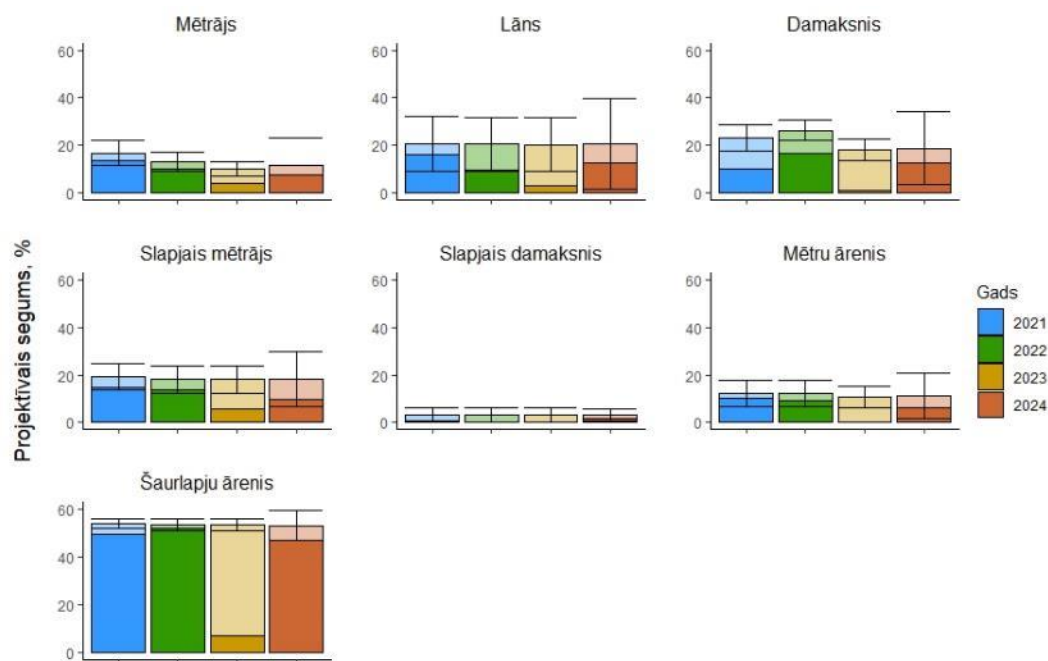
4.16. attēls. Brūkleņu segums dažādos meža tipos Ugāles testa teritorijā. Intensīvākā krāsā apzīmēts ogulāju segums ar ogām



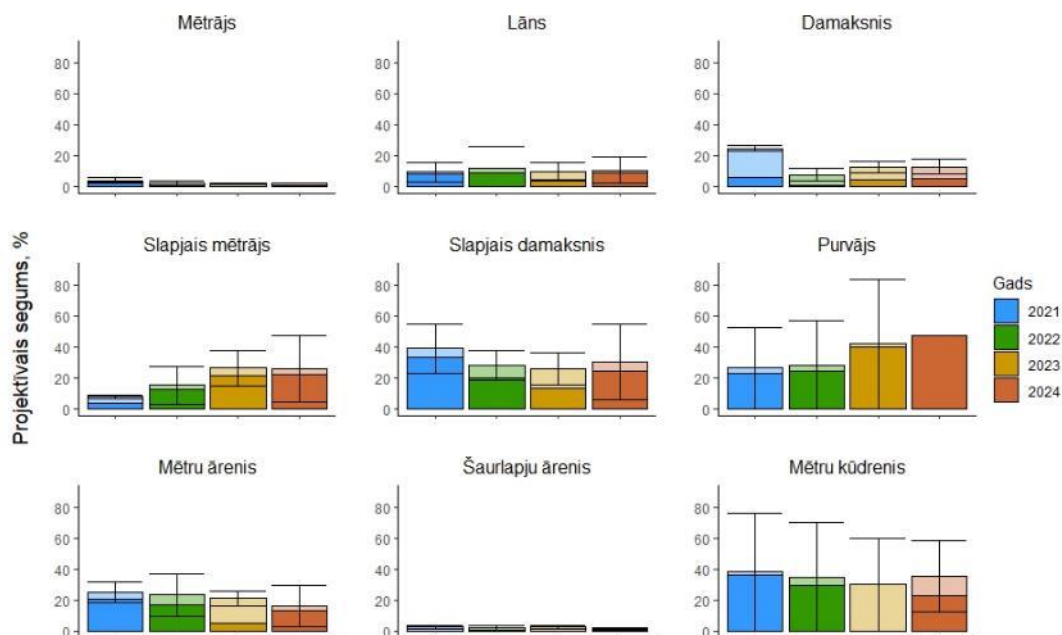
4.17. attēls. Brūkleņu segums dažādos meža tipos Zalvītes testa teritorijā. Intensīvākā krāsā apzīmēts ogulāju segums ar ogām

Ugāles un Zalvītes testa teritorijās melleņu procentuālajam segumam nav būtisku izmaiņu starp gadiem. Atšķirības novērojamas starp Ugāles un Zalvītes testa teritorijām viena meža tipa ietvaros, piemēram, šaurlapju āreņu grupā Ugāles testa teritorijā vidējais projektīvais segums veido ~60%, bet Zalvītē - tikai 0,5%. Atšķirības varētu skaidrot ar mazo parauglaukumu atkārtojumu skaitu konkrētajā meža tipā.

Salīdzinot, kā ik gadu mainās mētru projektīvais segums tur, kur konstatētas ogas, redzams, ka testa teritorijās iepriekšējos gadus bijusi līdzīga produktivitāte, bet šajā sezonā - zema (4.18. attēls un 4.19. attēls)

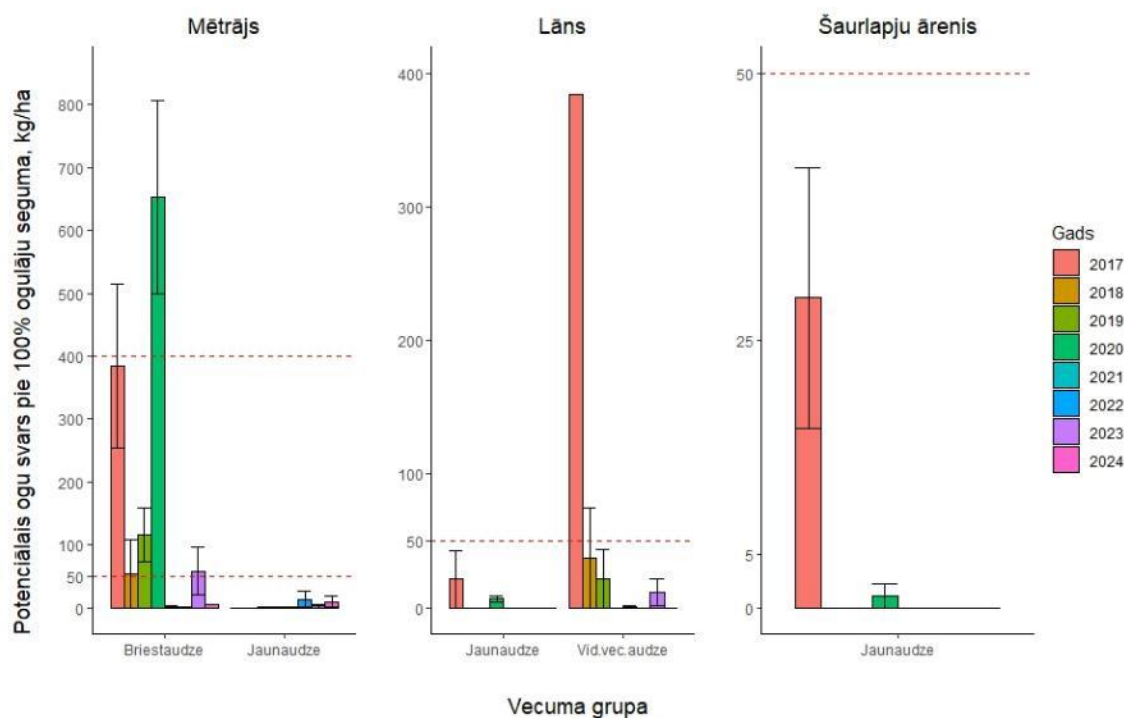


4.18. attēls. Melleņu segums dažādos meža tipos Ugāles testa teritorijā. Intensīvākā krāsā apzīmēts ogulāju segums ar ogām

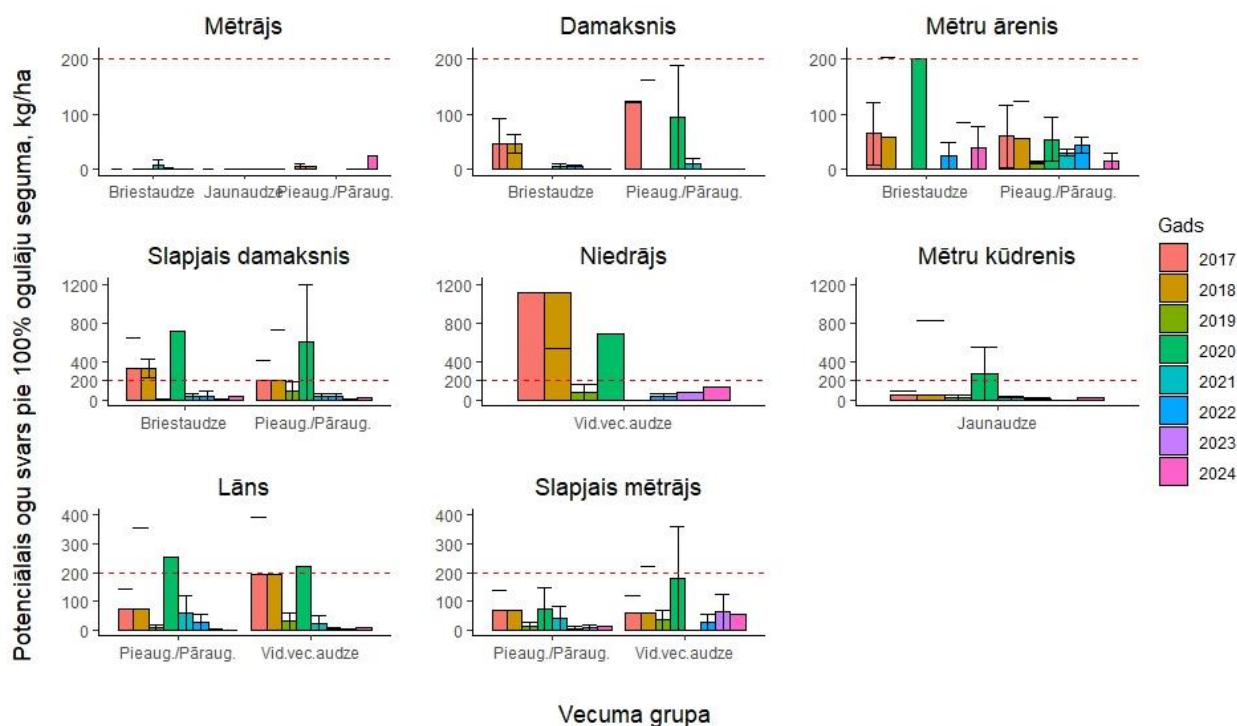


4.19. attēls. Melleņu segums dažādos meža tipos Zalvītes testa teritorijā. (Intensīvākā krāsā apzīmēts ogulāju segums ar ogām)

Zalvītes testa teritorijā rezultāti par potenciālo brūkleņu (4.20. attēls) un melleņu (4.21. attēls) ogu ražu dažādos meža tipos un vecumgrupās pie 100% projektīvā seguma norāda, ka neatkarīgi no kalendārā gada brūklenēm potenciāli lielākā iespējamā raža novērojama mētrāja audzēs (attiecīgi, $385.1 \pm 130.3 \text{ kg ha}^{-1}$, $54.0 \pm 54.0 \text{ kg ha}^{-1}$, $115.9 \pm 42.7 \text{ kg ha}^{-1}$, 625.5 ± 153.9 , $2.2 \pm 1.3 \text{ kg ha}^{-1}$, $13.23 \pm 12.44 \text{ kg ha}^{-1}$, $58.06 \pm 37.67 \text{ kg ha}^{-1}$, bet 2024. gadā tikai $4.95 \pm 0.26 \text{ kg ha}^{-1}$). Mellenēm 2017. gadā lielākā potenciālā raža konstatēta niedrējā ($1114.7 \pm 1114.7 \text{ kg ha}^{-1}$), savukārt 2021. gadā ogas netika konstatētas vispār un šogad potenciālā raža bija $129.41 \pm 129.41 \text{ kg ha}^{-1}$. No apsekotajiem meža tipiēm 2024. gadā Zalvītes testa teritorijā tā bija potenciāli lielākā iespējamā raža.



4.20. attēls. Brūkleņu ogu potenciālā raža no 2017. līdz 2024. gadam Zalvītes testa teritorijā, kg ha⁻¹

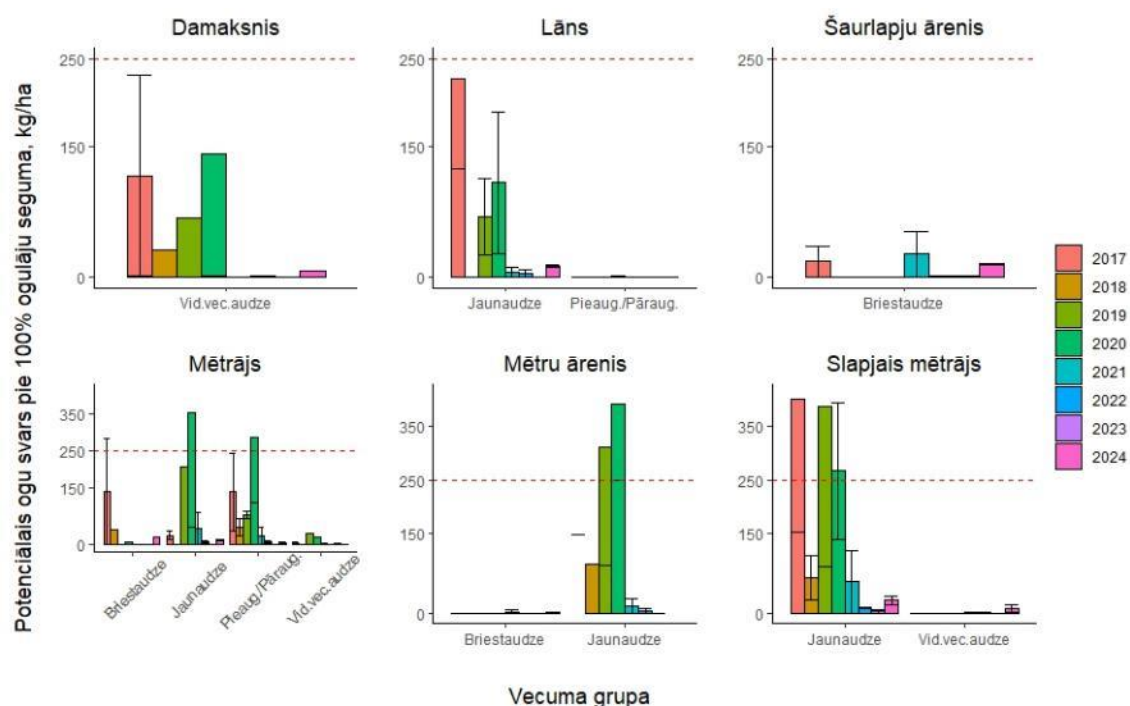


4.21. attēls. Melleņu ogu potenciālā raža no 2017. līdz 2024. gadam Zalvītes testa teritorijā, kg ha⁻¹

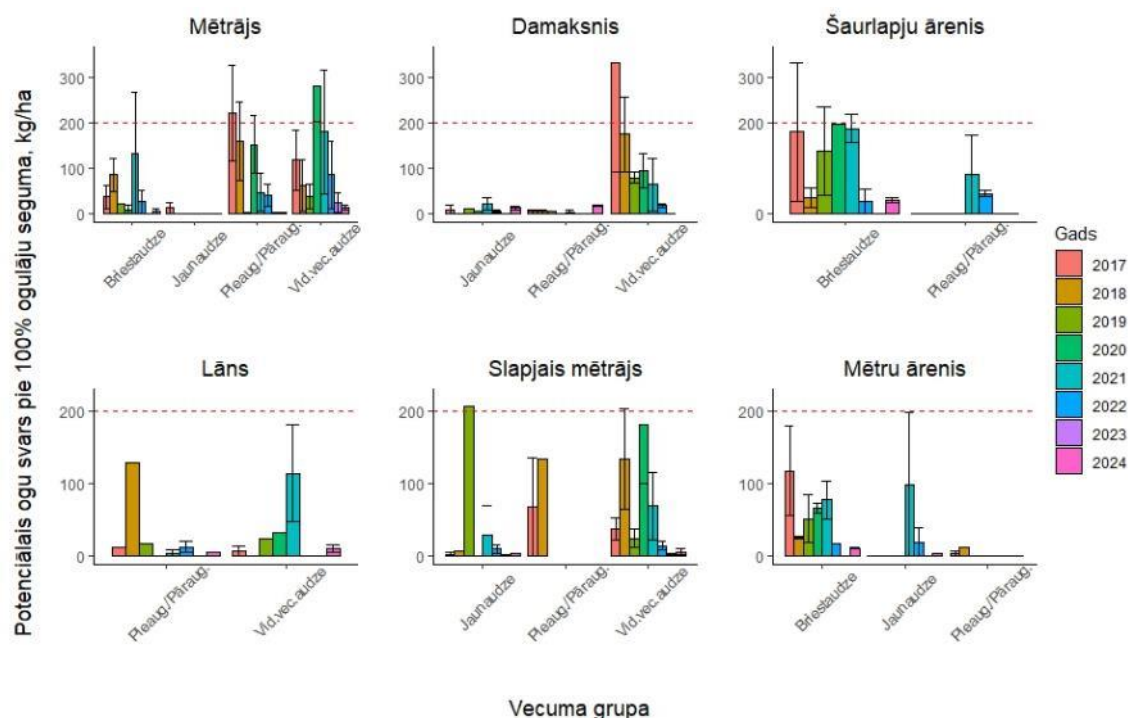
Ugāles testa teritorijā brūklenēm kopējā ražas tendence visos meža tipos dažādās vecumgrupās ir līdzīga no 2017. līdz 2020. gadam, kad novērotas salīdzinoši augstas potenciālās ražas vērtības vairumā meža tipu, savukārt pēdējos četros gados potenciālās ražas vērtības visos meža tipos ir zemas. 2024. gadā brūklenēm potenciāli lielākā iespējamā raža konstatēta slapjā mētāja jaunaudzē (23.5 ± 7.5 kg ha⁻¹) (4.22.attēls).

Salīdzinot visu pētījuma gadu datus par potenciālajām ogu ražām Zalvītes un Ugāles testa teritorijās, kopumā Zalvītes testa teritorijā ogu ražas ir augstākas, taču vienota tendence starp gadiem netika konstatēta. Viens no iemesliem varētu būt mazais atkārtojumu skaits atsevišķiem meža tipiņiem konkrētā vecumgrupā. Lielā potenciālā ogu ražas variācija un atšķirīgās tendences varētu būt skaidrojamas arī ar reģionālām atšķirībām jeb klimatisko apstākļu dažādību katrā no reģioniem.

Arī Ugāles testa teritorijā melleņu potenciālās ražas vērtības variē starp gadiem, neuzrādot vienotas tendences noteiktam meža tipam visos gados. Lai gan ogu potenciālā raža pie 100% seguma atšķiras vairākas reizes, saglabājas kopējā tendence – potenciālās ražas vērtības pēdējos gados ir zemākas nekā četros iepriekšējos gados. Šogad, atšķirībā no iepriekšējiem gadiem, lielākā potenciālā ražas vērtība novērota pieaugušās un pāraugušās audzēs ($18.50 \pm 1.75 \text{ kg ha}^{-1}$) (4.23. attēls).



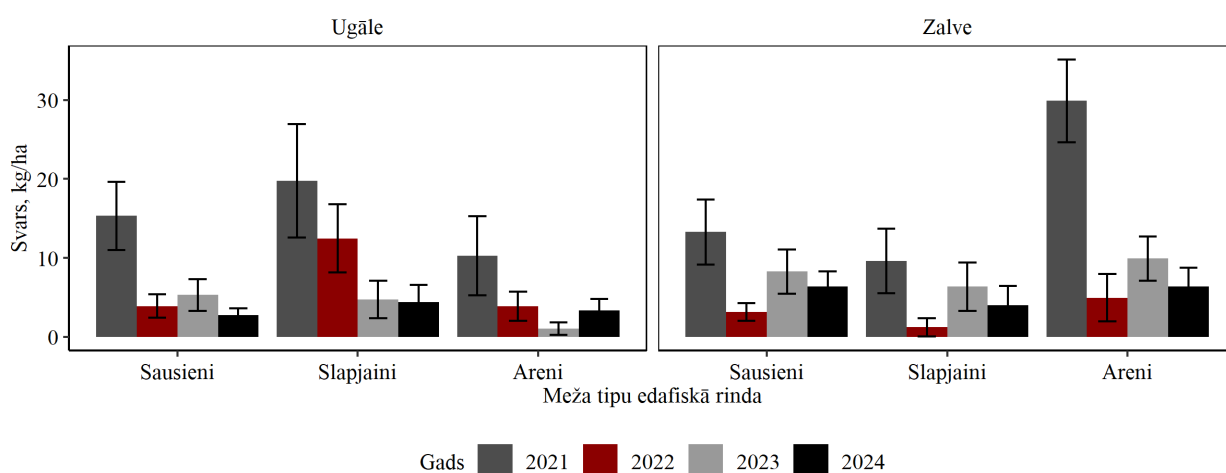
4.22. attēls. Brūkleņu ogu potenciālā raža no 2017. līdz 2024. gadam Ugāles testa teritorijā, kg ha^{-1}



4.23. attēls. Melleņu ogu potenciālā raža no 2017. līdz 2024. gadam Ugāles testa teritorijā, kg ha^{-1}

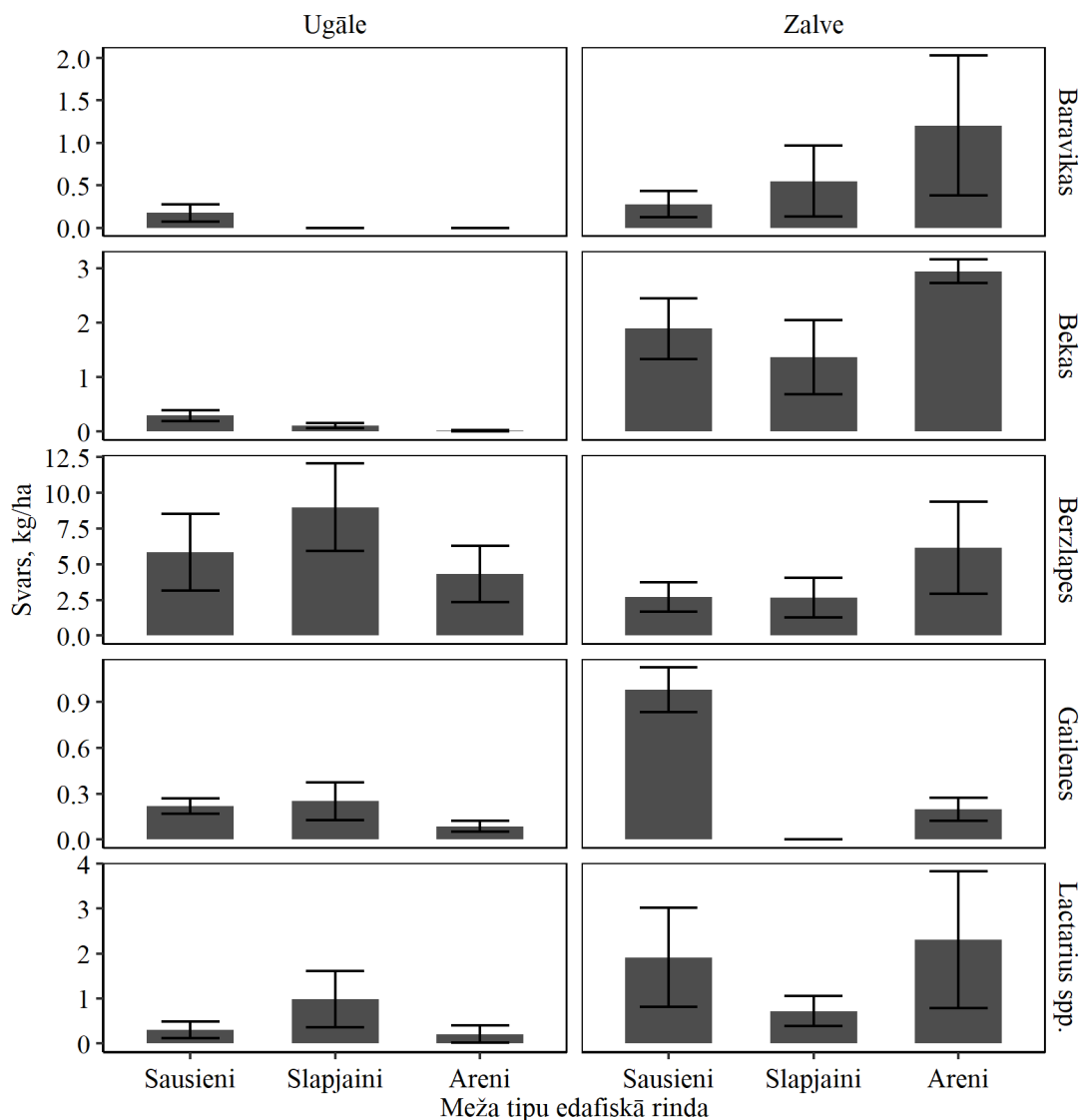
Meža sēnes

2024. gada vidējā sēņu raža abās testa teritorijās bija 4.60 kg ha^{-1} , Zalvītes testa teritorijā sasniedzot 5.79 kg ha^{-1} , Ugāles testa teritorijā – 3.43 kg ha^{-1} (4.24. attēls). 2024. gadā Zalvītes testa teritorijā lielākā sēņu raža konstatēta āreņos ($6.40 \pm 2.37 \text{ kg ha}^{-1}$) un sausieņos ($6.37 \pm 1.92 \text{ kg ha}^{-1}$), savukārt Ugāles testa teritorijā – slapjainos ($4.38 \pm 2.17 \text{ kg ha}^{-1}$). Pa visiem četriem novērojuma gadiem Zalvītes testa teritorijā lielākā vidējā sēņu raža konstatēta āreņos ($12.80 \pm 5.79 \text{ kg ha}^{-1}$), Ugālē – slapjainos ($10.30 \pm 3.65 \text{ kg ha}^{-1}$). Vidējā lielākā sēņu raža pa visiem četriem novērojuma gadiem pa abiem objektiem konstatēta āreņos ($8.71 \pm 4.08 \text{ kg ha}^{-1}$).



4.24. attēls. Vidējā sēņu raža dažādās meža tipu edafiskajās rindās 2021.-2024. gadā Ugāles un Zalvītes testa teritorijās

Pa visiem novērojumu gadiem lielāka vidējā baraviku un beku raža Zalvītes testa teritorijā konstatēta āreņos, Ugālē – sausieņos, lielākā bērslapju vidējā raža Zalvītē – āreņos, savukārt Ugālē – slapjainos, lielākā vidējā gailēņu raža Zalvītē – sausieņos, Ugālē – slapjainos, *Lactarius spp.* lielākā vidējā raža Zalvītē – āreņos, savukārt Ugālē – slapjainos (4.25. attēls). Kopumā nav konstatētas vienotas sēņu ražas un sugu tendences pa gadiem abās pētījuma teritorijās.



4.25. attēls. Vidējā sēņu raža pa sugu grupām dažādās meža tipu edafiskajās rindās Ugāles un Zalvītes testa teritorijās

Kopsavilkums

1. Kopējā nekoksnes produktu sastopamības tendence katru gadu MSI laukumos ir nemainīga - visbiežāk konstatētās sugas ir mellenes, brūklenes un avenes. Krājas kopšanas ciršu laukumos neatkarīgi no kalendārā gada, kad ierīkots parauglaukums, septiņus, sešus vai piecus gadus pēc ciršanas vairumā meža tipu koptajos laukumos novērotas pozitīvas brūkleņu un melleņu seguma izmaiņas.
2. Vērojama liela potenciālās brūkleņu un melleņu ogu ražas izkliede dažādos meža tipos un starp gadiem. Salīdzinot datus par potenciālo brūkleņu un melleņu ogu ražu pie 100 % ogulāju seguma (kg ha⁻¹) Ugāles un Zalvītes testa teritorijās un krājas kopšanas ciršu

parauglaukumos, vērojamas atšķirīgas tendences, norādot, ka reģionālās klimatiskās atšķirības būtiski ietekmē ogu potenciālo ražas vērtības.

3. Abās testa teritorijās sēņu ražas izteikti variē gan pa pētījuma gadiem, gan pa meža tipu edafiskajām rindām, gan meža tipiēm, turklāt ražas tendences ir atšķirīgas Zālītē un Ugālē, norādot uz reģionālo un meteoroloģisko ietekmi.

Literatūra

1. Bārdule, A., Jūrmalis, E., Lībiete, Z., Pauliņa, I., Donis, J., Treimane, A. 2020. Use of retail market data to assess prices and flows of non-wood forest products in Latvia. *Silva Fennica* 54(3), 10341.
2. Bonet, J.A., Fischer, C.R., Colinas, C. The relationship between forest age and aspect on the production of sporocarps of ectomycorrhizal fungi in *Pinus sylvestris* forests of the central Pyrenees. *Forest Ecology and Management* 203, 157–175
3. Büntgen, U., Latorre, J., Egli, S. and Martínez-Peña, F., 2017. Socio-economic, scientific, and political benefits of mycotourism. *Ecosphere*, 8(7), p.e01870.
4. de Aragón, J.M., Riera, P., Giergiczny, M. and Colinas, C., 2011. Value of wild mushroom picking as an environmental service. *Forest policy and Economics*, 13(6), pp.419-424.
5. Donis, J. 2020. Latvijas iedzīvotāju rekreācijas preferences un nekoksnes produktu ieguves paradumi. Pārskats par pētījuma “Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem”, 235.-249.lpp.
6. Grivins, M. and Tisenkopfs, T., 2018. Benefitting from the global, protecting the local: The nested markets of wild product trade. *Journal of Rural Studies*, 61, pp.335-342.
7. Heilmann-Clausen, J., Barron, E.S., Boddz, L., Dahlberg, A., Griffith, G.W., Nordén, J., Ovaskainen, O., Perini, C., Senn-Irlet, B., Halme, P. A fungal perspective on conservation biology. *Conservation Biology* 29, 61–68
8. Ihalainen, M., Alho, J., Kolehmainen, O. and Pukkala, T., 2002. Expert models for bilberry and cowberry yields in Finnish forests. *Forest Ecology and Management*, 157(1-3), pp.15-22.
9. Kangas, J. and Niemeläinen, P., 1996. Opinion of forest owners and the public on forests and their use in Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 11(1-4), pp.269-280.
10. Krebs, C.J., Boonstra, R., Cowcill, K. and Kenney, A.J., 2009. Climatic determinants of berry crops in the boreal forest of the southwestern Yukon. *Botany*, 87(4), pp.401-408.
11. Kurttila, M., Pukkala, T. and Miina, J., 2018. Synergies and trade-offs in the production of NWFPs predicted in boreal forests. *Forests*, 9(7), p.417.
12. Lībiete Z. un citi. 2022. Pārskats par pētījuma “Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem” 2021. gada rezultātiem. Salaspils, 201 lpp.
13. Lõhmus, A. and Remm, L., 2017. Disentangling the effects of seminatural forestry on an ecosystem good: Bilberry (*Vaccinium myrtillus*) in Estonia. *Forest Ecology and Management*, 404, pp.75-83.
14. Lovrić, M., Da Re, R., Vidale, E., Prokofieva, I., Wong, J., Pettenella, D., Verkerk, P.J. and Mavsar, R., 2020. Non-wood forest products in Europe—A quantitative overview. *Forest Policy and Economics*, 116, p.102175.
15. LVĢMC Klimata portāls. 2023. Maijs, 2023. https://klimats.meteo.lv/laika_apstaklu_raksturojums/2023/majis/
16. Miina J., Hotanen J.P., Salo K. 2009. Modelling the abundance and temporal variation in the production of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) in Finnish mineral soil forests. *Silva Fennica* vol. 43 no. 4 article id 181. <https://doi.org/10.14214/sf.181>
17. Olah, B., Kunca, V., Gallay, I. 2020. Assessing the Potential of Forest Stands for Ectomycorrhizal Mushrooms as a Subsistence Ecosystem Service for Socially Disadvantaged People: A Case Study from Central Slovakia. *Forests* 11, 282.
18. Palviainen, M., Finér, L., Mannerkoski, H., Piirainen, S. and Starr, M., 2005. Responses of ground vegetation species to clear-cutting in a boreal forest: aboveground biomass and nutrient contents during the first 7 years. *Ecological Research*, 20, pp.652-660.
19. Pētersons E. 1961. Savvaļas ogulāji un augļu koki. Latvijas PSR Zinātņu akadēmija, 52 lpp.
20. Pouta, E., Sievänen, T. and Neuvonen, M., 2006. Recreational wild berry picking in Finland—reflection of a rural lifestyle. *Society and Natural Resources*, 19(4), pp.285-304.
21. Schulp, C.J., Thuiller, W. and Verburg, P.H., 2014. Wild food in Europe: A synthesis of knowledge and data of terrestrial wild food as an ecosystem service. *Ecological Economics*, 105, pp.292-305.
22. Sisak, L., Riedl, M. and Dudík, R., 2016. Non-market non-timber forest products in the Czech Republic—Their socio-economic effects and trends in forest land use. *Land Use Policy*, 50, pp.390-398.
23. Stryamets, N., Elbakidze, M., Ceuterick, M., Angelstam, P. and Axelsson, R., 2015. From economic survival to recreation: contemporary uses of wild food and medicine in rural Sweden, Ukraine and NW Russia. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 11, pp.1-19.

24. Turtiainen M., Salo, K. and Saastamoinen, O. 2011. Variations of Yield and Utilisation of Bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) and Cowberries (*V. vitis-idaea* L.) in Finland. *Silva Fennica* 45(2):237–251.
25. Vaara, M., Saastamoinen, O. and Turtiainen, M., 2013. Changes in wild berry picking in Finland between 1997 and 2011. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 28(6), pp.586-595.
26. Wiersum, K.F., 2017. New interest in wild forest products in Europe as an expression of biocultural dynamics. *Human ecology*, 45(6), pp.787-794.

4.1.4. Socioloģiskā aptauja par nekoksnes produktu iegūvi

Pamatojums

Meža nekoksnes produkti ietver plašu labumu klāstu, piemēram, augļus, riekstus, sēnes, ārstniecības augus, sveķus un šķiedras, kas iegūstamas mežos. Tiem ir būtisks sociālekonomiskais pienesums, kā arī nozīmīga loma bioloģiskās daudzveidības saglabāšanā, savvaļas dzīvnieku dzīvotņu nodrošināšanā un augsnes veselības veicināšanā. Meža nekoksnes produkti nodrošina pārtikas resursus, ārstniecības augus un materiālus amatniecībai un būvniecībai. Šie produkti var būt arī nozīmīgs ienākumu avots, atbalstot mājsaimniecības un mazinot nabadzību, jo sevišķi lauku reģionos (Ros-Tonen and Wiersum 2023). Ekoloģiskā kontekstā meža nekoksnes produkti palīdz uzturēt meža ekosistēmas, nodrošinot barību un dzīvotni dažādām sugām, tādējādi veicinot bioloģisko daudzveidību. Tie arī sekmē barības vielu apriti un augsnes stabilizāciju, kas ir būtiski mežu veselības saglabāšanai. Ilgtspējīga meža nekoksnes produktu ievākšana nodrošina mežu saglabāšanos un ļauj ilgtermiņā izmantot šos labumus (Burton et al. 2019).

Izpratne par meža nekoksnes produktu izmantošanu ir būtiska efektīvai meža apsaimniekošanas plānošanai. Dati par lietotāju vēlmēm var palīdzēt līdzsvarot dabas aizsardzības mērķus ar vietējo iedzīvotāju vajadzībām. Piemēram, izpratne par to, kuri meža nekoksnes produkti iedzīvotājiem ir visvērtīgākie, var palīdzēt noteikt prioritātes to saglabāšanā un ilgtspējīgā izmantošanā. Šāda informācija var arī veicināt konfliktu risināšanu, ņemot vērā dažādu iesaistīto pušu intereses un nodrošinot iekļaujošu un taisnīgu apsaimniekošanas praksi. Lietotāju vēlmju iekļaušana apsaimniekošanas plānos var veicināt arī iedzīvotāju līdzdalību un atbalstu dabas aizsardzības iniciatīvām (Wolfslehner et al. 2019, Miina et al. 2020).

Iepriekš pētījumi par Latvijas iedzīvotāju paradumiem nekoksnes produktu ieguvē veikti 2011. un 2017. gadā (Donis un Straupe 2011, Lībiete un citi 2018). Iedzīvotāju intereses un preferences laika gaitā mainās, un atkārtota aptauja ļauj izsekot šīm izmaiņām un sagatavot elastīgas rekomendācijas to iekļaušanai meža apsaimniekošanas plānošanā.

Pētījuma mērķis ir noskaidrot Latvijas iedzīvotāju nekoksnes produktu ieguves paradumus 2023./2024.gada sezonā.

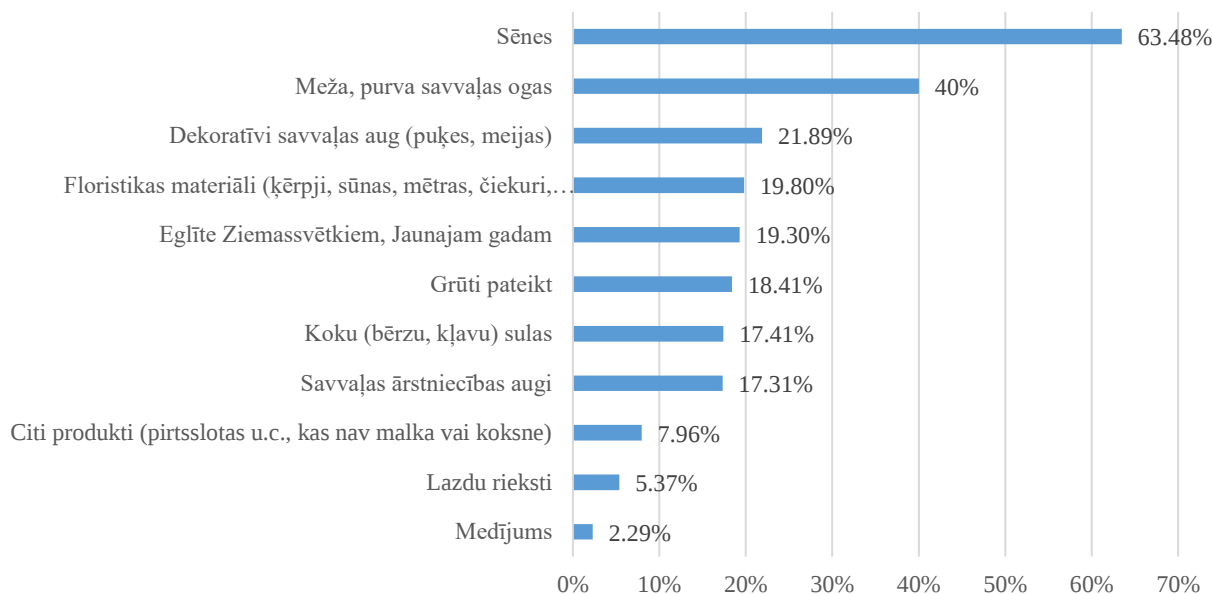
Metodika

Nekoksnes produktu ieguves paradumu noskaidrošanai tika veikta valstij reprezentatīva socioloģiskā aptauja, izmantojot datorizētas interneta aptaujas (CAWI), kas aizpildāmas tiešsaistes režīmā. Aptaujas ietvaros respondenti tika lūgti atbildēt uz jautājumiem par meža nekoksnes produktu ieguves biežumu un motivāciju, biežāk vāktajām meža veltēm, kā arī attālumu (laiku), kas nepieciešams, lai sasniegtu nekoksnes produktu ieguves vietu, un meža nekoksnes produktu monetāro ieguldījumu mājsaimniecības budžetā. Pētījums tika veikts 2024. gada novembrī.

Tehnisko nodrošinājumu un datu masīva sagatavošanu veica SKDS. Respondentu izlases veidošanai izmantots SKDS internetpanelis, kas ir reprezentatīvs kopējai populācijai Latvijā pēc galvenajām sociodemogrāfiskajām pazīmēm. Parametri izlases veidošanai: dzimums, tautība, vecums, dzīvesvieta (atbilstoši ģenerālkopai pēc Centrālās statistikas pārvaldes datiem). Kopējais izlases apjoms: 1005 respondenti.

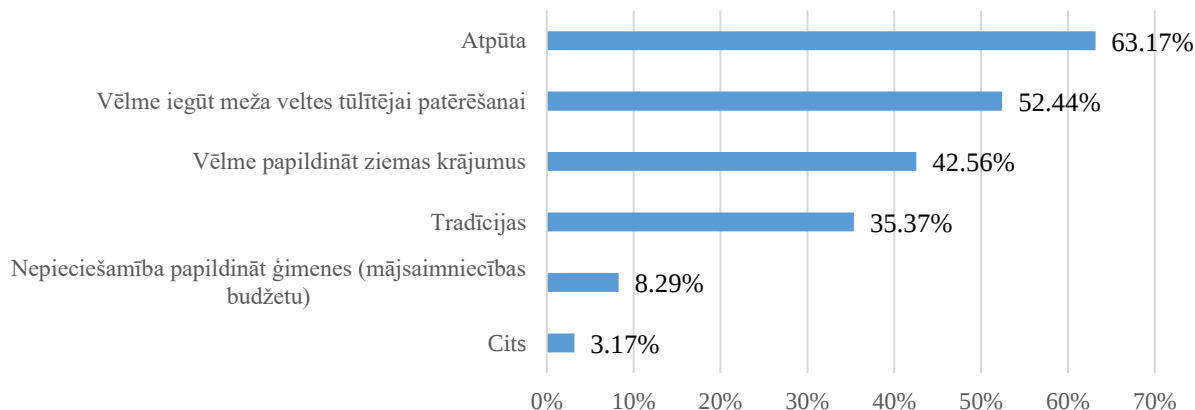
Rezultāti

Iepriekšējo 12 mēnešu laikā biežāk iegūtās meža veltes ir sēnes (63% respondentu), meža un purva ogas (40% respondentu) un dekoratīvi savvaļas augi (gandrīz 20% respondentu). Vismazāk iegūtā meža velte ir medījums (2% respondentu) (4.26. attēls). Sēnes un ogas ieguvušo respondentu īpatsvars ir ļoti līdzīgs iepriekšējās 2017. gadā veiktās aptaujas rezultātiem, taču ir nedaudz palielinājies to respondentu īpatsvars, kuri pēdējā gada laikā medījuši, un diezgan izteikti (no 7% uz 20%) palielinājies to respondentu īpatsvars, kuri ieguvuši dekoratīvus savvaļas augus. Ievērojami (gandrīz uz pusi) samazinājies to respondentu īpatsvars, kas paši ieguvuši Ziemassvētku vai Jaungada eglīti.



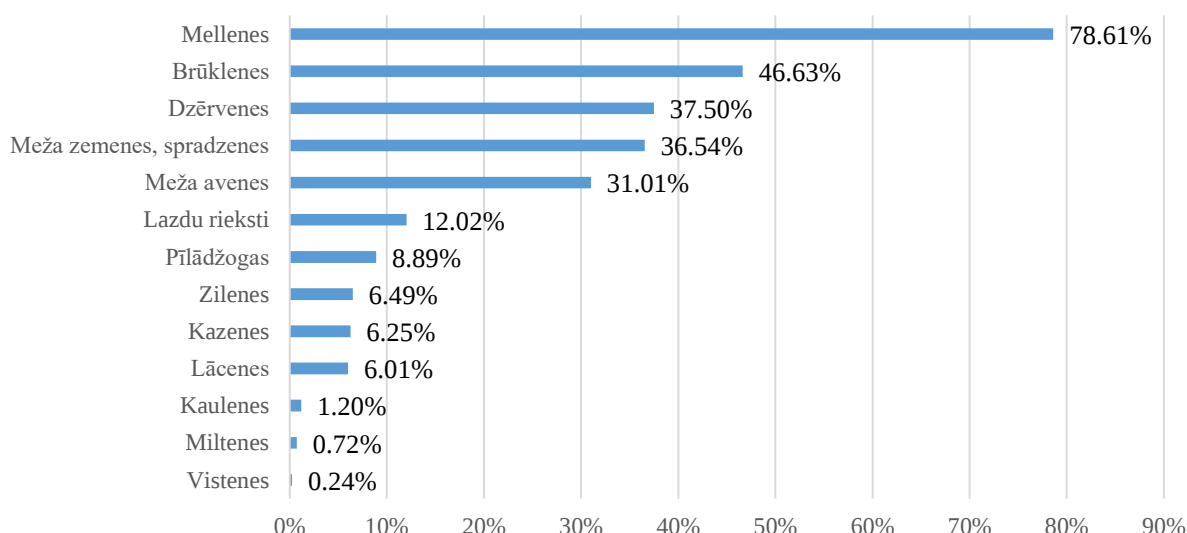
4.26. attēls. Meža veltes un to ieguves īpatsvars

Lielākā daļa respondentu norādījuši, ka meža veltes iegūst atpūtas nolūkos. Nākamie populārākie iemesli ir tūlītējs patēriņš, kā arī vēlēšanās papildināt ziemas krājumus (4.27. attēls). Salīdzinot ar iepriekšējo aptauju, šīs proporcijas ir ievērojami mainījušās: par 20% pieaudzis to respondentu skaits, kas meža veltes iegūst atpūtas nolūkos, un par gandrīz 10% - to respondentu skaits, kas meža veltes vāc tūlītējai patēriņai. Par dažiem % pieaudzis to respondentu skaits, kas meža veltes vāc ziemas krājumu papildināšanai, savukārt par 6% sarcis to respondentu skaits, kas meža veltes pārdod ģimenes budžeta papildināšanas nolūkā.



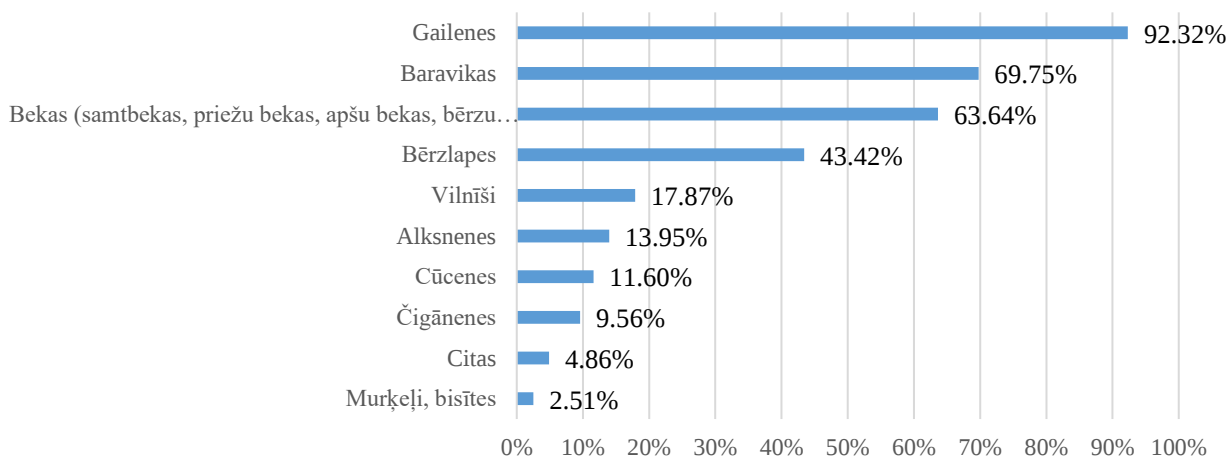
4.27. attēls. Galvenie iemesli meža velšu ieguvei

Līdzīgi kā iepriekšējās aptaujā, respondenti kā biežāk lasītās ogas norādījuši mellenes (4.28. attēls), taču atšķirībā no iepriekšējiem datiem, visas pieminētās meža ogas pēdējos 12 mēnešos ir lasītas daudz vairāk nekā laika periodā, uz kuru attiecas 2017. gada aptauja. Viens no iespējamiem iemesliem ir ogu ražām labvēlīgāki apstākļi, taču interesanti tas, ka vairāk lasītas visas meža ogas, nevis tikai atsevišķas to sugas.



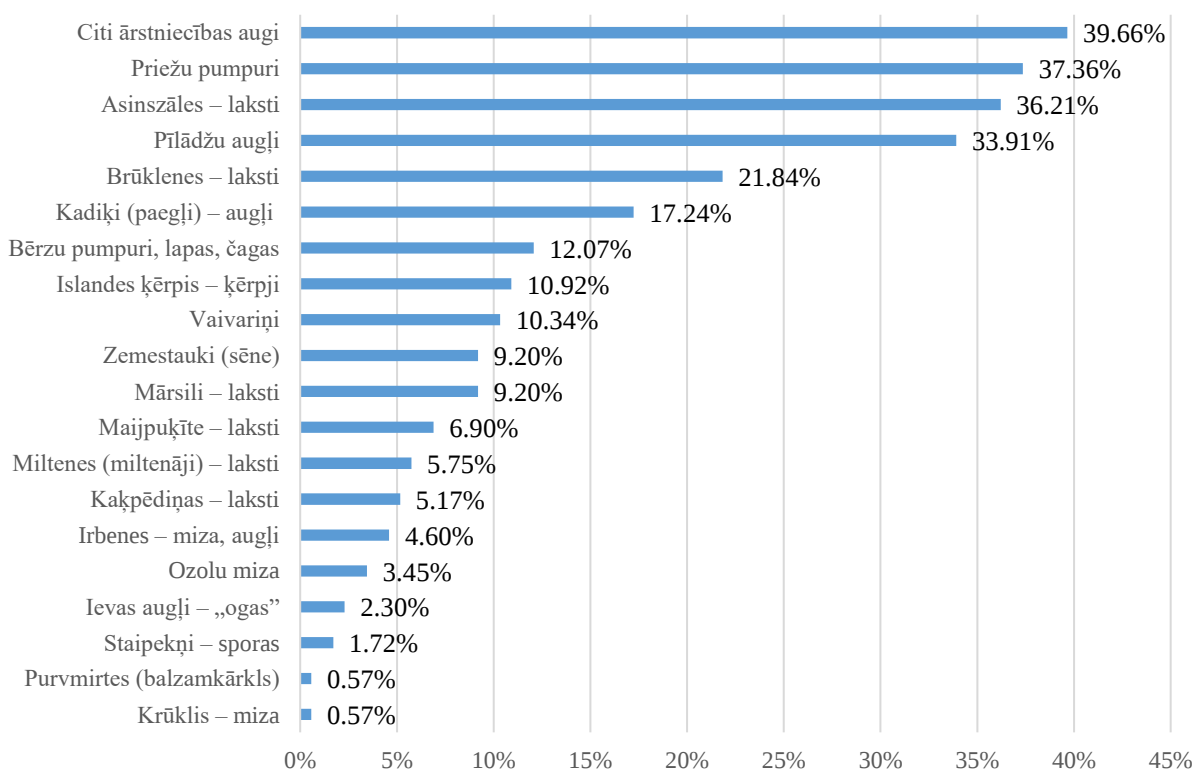
4.28. attēls. Dažādu savvaļas ogu ieguves īpatsvars

Līdzīgi kā iepriekšējā aptaujā, arī šogad gailenes, baravikas un bekas ir bijušas biežāk lasītās savvaļas sēnes (4.29. attēls), un ir ļoti ievērojami pieaudzis to respondentu īpatsvars, kuri šīs sēnes ir lasījuši (attiecīgi par 42%, 25% un 23%). Kopumā, salīdzinot ar iepriekšējo aptauju, ir pieaudzis respondentu īpatsvars, kuri lasījuši jebkuru no pieminētajām sēņu sugām.



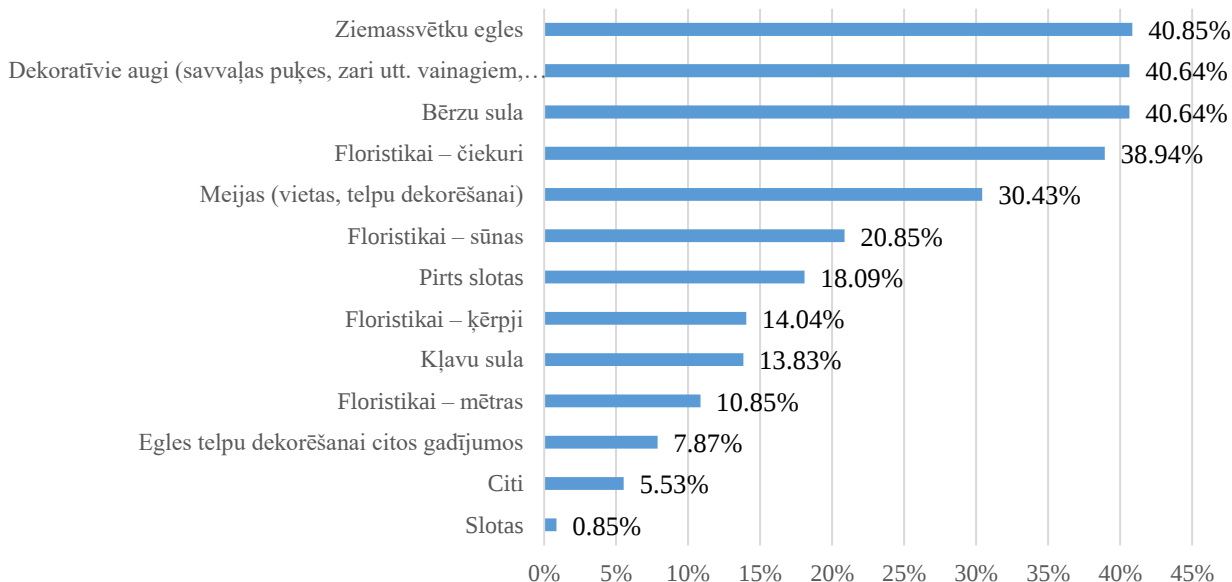
4.29. attēls. Dažādu sēņu ieguves īpatsvars

Līdzīgi kā iepriekšējā aptaujā, biežāk vāktie ārstniecības augi mežā ir priežu pumpuri, asinszāļu laksti un pīlādžu augļi, kā arī citi ārstniecības augi, kas nebija doti sākotnējos atbilžu variantos (4.30. attēls). Līdzīgi kā ogu un sēņu gadījumā, ir ļoti ievērojami (vairākas reizes) pieaudzis dažādu ārstniecības augus ievākušo respondentu īpatsvars – visu ārstniecības augu ieguves gadījumos.



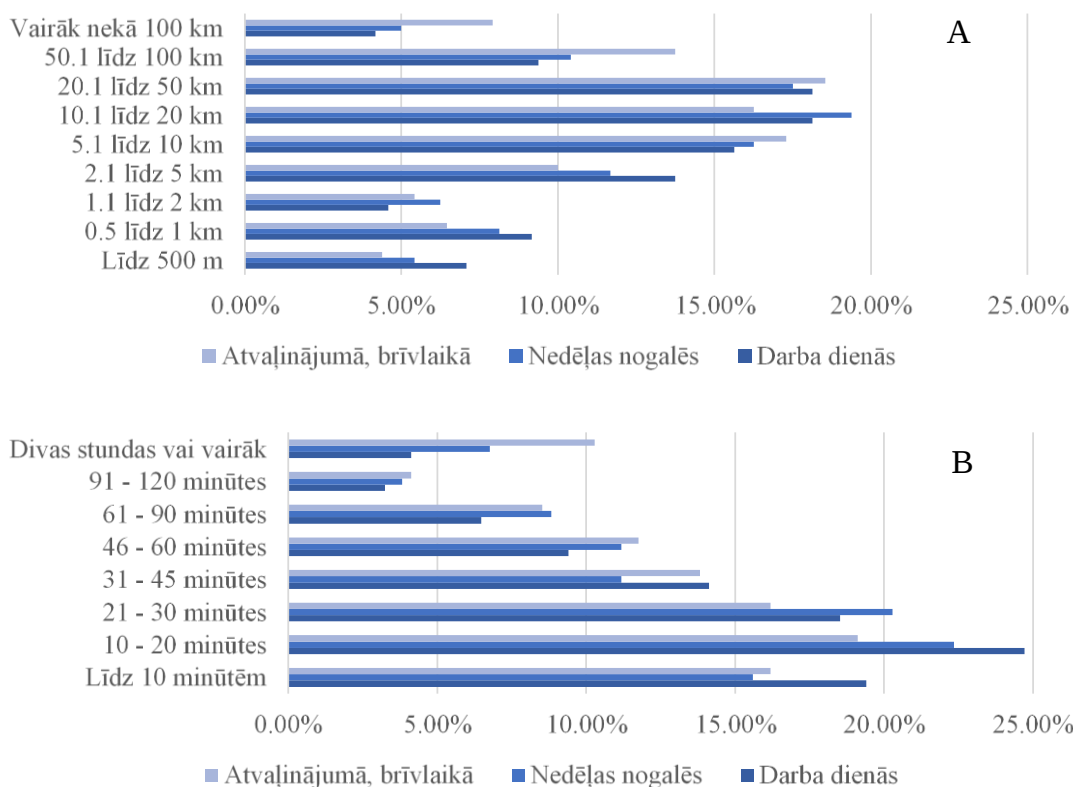
4.30. attēls. Dažādu ārstniecības augu ieguves īpatsvars

Bižāk ievāktie citi nekoksnes produkti ar visai līdzīgu ieguves īpatsvaru ir Ziemassvētku un Jaungada eglītes, dekoratīvie augi un bērzu sula (4.31. attēls). Kopumā ir palielinājies visu nosaukto meža nekoksnes produktu (izņemot slotas) ieguves īpatsvars.



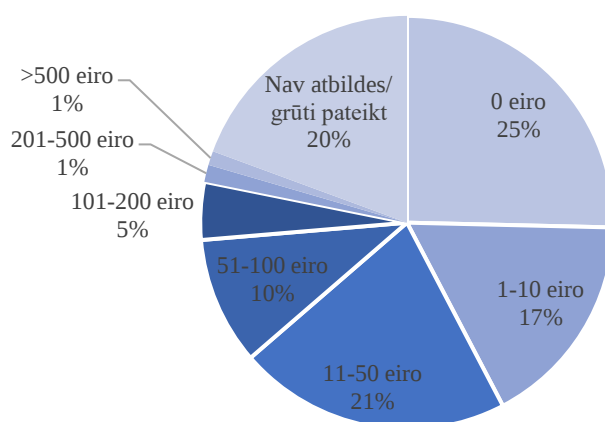
4.31. attēls. Citu meža nekoksnes produktu ieguves īpatsvars

Lielākā daļa respondentu līdz meža velšu ieguves vietai mēro 5-50 km garu ceļu, bet atvaļinājumā vai brīvlaikā mērotais ceļš biežāk sasniedz vai pārsniedz 100 km. Laika ziņā darba dienās lielākais respondentu īpatsvars nokļūšanai līdz meža velšu ieguves vietai patērē līdz 20 minūtēm sava laika. Atvaļinājumā vai brīvlaikā ir daudz lielāks respondentu skaits, kas nokļūšanai līdz mežam patērē vairāk nekā divas stundas sava laika (4.32. attēls).



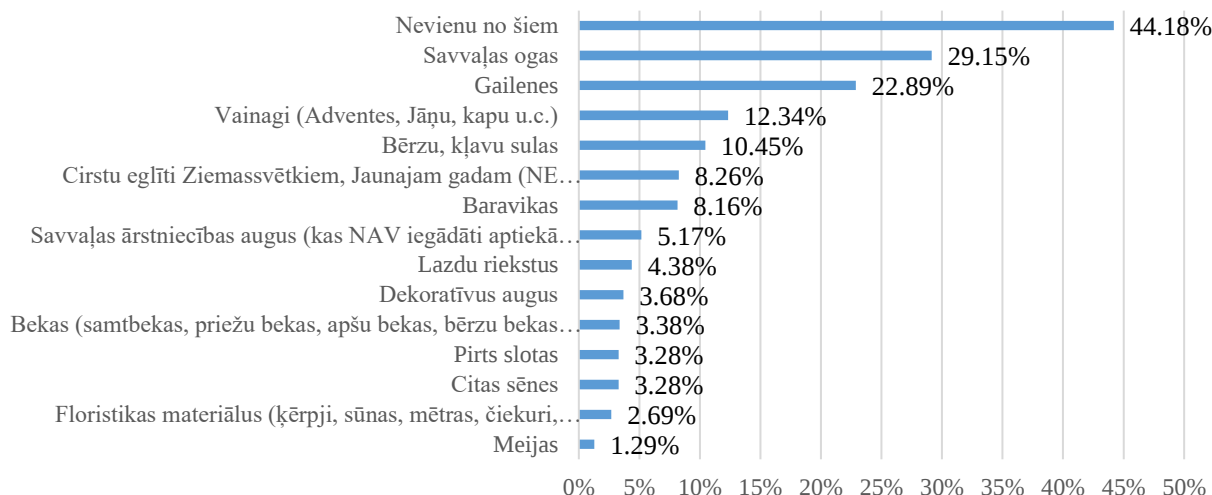
4.32. attēls. Meža velšu ieguvei mērotais attālums un patērētais laiks darba dienās, nedēļas nogalēs un atvaļinājuma laikā

Ceturtā daļa respondentu uzskata, ka meža nekoksnes produktu ieguve nesniedz nekādu ieguldījumu mājsaimniecības budžetā, un 20% norādījuši, ka viņiem uz šo jautājumu nav atbildes, savukārt lielākā daļa no pārējiem respondentiem uzskata, ka meža velšu ieguve sniedz līdz 50 eiro ieguldījumu mājsaimniecības budžetā (4.33. attēls). Tikai 1% respondentu norādījuši, ka meža velšu ieguves ieguldījums mājsaimniecības budžetā pārsniedz 500 eiro gadā, tomēr, salīdzinot ar iepriekšējās aptaujas rezultātiem, jāsecina, ka tagad respondenti uzskata, ka meža nekoksnes produktu devums mājsaimniecības budžetā kopumā ir lielāks nekā 2017. gadā.



4.33. attēls. Meža velšu kopējais ieguldījums mājsaimniecības budžetā gadā

Lai gan lielākā daļa respondentu norādījuši, ka meža nekoksnes produktus pēdējo 12 mēnešu laikā nav iegādājušies, šis īpatsvars ir par gandrīz 20% mazāks nekā 2017.gada aptaujā, norādot, ka tagad lielāks Latvijas iedzīvotāju skaits meža nekoksnes produktus izvēlas iegādāties. Biežāk pirktie meža nekoksnes produkti ir savvaļas ogas, gailenes un vainagi (4.34. attēls); visos gadījumos ir pieaudzis to respondentu īpatsvars, kuri šīs meža veltes ir iegādājušies, salīdzinot ar iepriekšējo aptauju.



4.34. attēls. Pirkto meža velšu īpatsvars

Kopsavilkums

Galvenā motivācija meža nekoksnes produktu ieguvei ir atpūta un tūlītējs patēriņš. Latvijas iedzīvotājiem nozīmīgākie meža nekoksnes produkti ir meža sēnes, ogas un dekoratīvi savvaļas augi. Salīdzinot ar iepriekšējās aptaujas rezultātiem, ir palielinājies dažādu ogu un sēņu sugu, kā arī ārstniecības augu ieguves īpatsvars, bet tajā pašā laikā ir palielinājies arī to respondentu īpatsvars, kas Latvijas meža veltes pērk. Kopumā meža nekoksnes produktu ieguve Latvijā ir būtiska dzīvesstila sastāvdaļa, kas arvien vairāk saistās ar atpūtu un veselīgu papildinājumu ēdienkartei, bet arvien mazāk – ar tiešu ekonomisku devumu mājsaimniecību budžetā. Meža nekoksnes produktu ieguve lielā mērā ir balstīta sociālajās un kultūras vērtībās, tādēļ Latvijas iedzīvotājiem būtiska ir tāda meža apsaimniekošanas prakse, kas šīs vērtības spēj saudzēt un nodot nākamajām paaudzēm.

Literatūra

1. Burton, P.J., Chiatante, D., Terzaghi, M., Scippa, G.S., Montagnoli, A., Moser, W.K., Coble, A.P., Hallik, L., Richardson, A.D., Pisek, J. and Adamson, K., 2019. Achieving sustainable management of boreal and temperate forests (Vol. 71). Burleigh Dodds Science Publishing.
2. Donis J., Straupe I. (2011). The assessment of contribution of forest plant non-wood products in Latvia's national economy. Research for Rural Development Annual 17th International Scientific Conference Proceedings 2: 59–64.
3. Lībiete Z. un citi. 2018. Pārskats par pētījuma "Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem" 2017. gada rezultātiem. LVMI Silava, 222. lpp.
4. Miina, J., Kurttila, M., Calama, R., de-Miguel, S. and Pukkala, T., 2020. Modelling non-timber forest products for forest management planning in Europe. Current Forestry Reports, 6, pp.309-322.
5. Ros-Tonen, M.A. and Wiersum, K.F., 2003, May. The importance of non-timber forest products for forest-based rural livelihoods: an evolving research agenda. In GTZ/CIFOR international conference on livelihoods and biodiversity, Bonn, Germany.
6. Wolfslehner, B., Prokofieva, I. and Mavsar, R., 2019. Non-wood forest products in Europe: Seeing the forest around the trees. What Science Can Tell Us 10. European Forest Institute. FROM SCIENCE TO POLICY, 10.

4.2. Meža ainavas vizuālās kvalitātes komponentu izpēte un priekšlikumu izstrāde dažādu iedzīvotāju grupu rekreācijas preferenču praktiskai iekļaušanai daudzfunkcionālas meža apsaimniekošanas plānošanā

4.2.1. Dažādu atpūtnieku tipu grupu rekreācijas preferenču noskaidrošana, izmantojot socioloģiskās aptaujas - publikācija

Pamatojums

Pieaugot sabiedrības iesaistei lēmumu pieņemšanā par dabas resursu apsaimniekošanu, objektīva informācija par dažādu sabiedrības grupu interesēm kļūst arvien nozīmīgāka (Plieninger et al., 2015; Bethmann et al., 2018). Atpūtas iespējas ir viens no svarīgākajiem kultūras ekosistēmu pakalpojumiem (MEA, 2005; Rounsevell et al., 2018), kas būtiski ietekmē cilvēku dzīves kvalitāti. Pētījumi liecina, ka uzturēšanās dabā uzlabo kognitīvās spējas, smadzeņu darbību, pazemina asinsspiedienu, veicina fiziskās aktivitātes, palīdz risināt mentālās veselības problēmas un uzlabo miega kvalitāti (Jimenez et al., 2021). Turklāt pastāv pieņēmums, ka vismaz divas stundas nedēļā pavadītas dabā pozitīvi ietekmē veselību un labbūtību kopumā (White et al., 2019).

Dabas, tostarp meža teritoriju, apmeklētāju vajadzības un vēlmes atšķiras atkarībā no viņu aktivitātēm un sociodemogrāfiskā profila, piemēram, vecuma, dzimuma, izglītības un ienākumu līmeņa (Komossa et al., 2019). Informācija par apmeklētāju vajadzībām ir būtiska, lai efektīvi izvietotu rekreācijas infrastruktūru, samazinātu apmeklētāju plūsmas vietās, kur tās ir nevēlamas, pasargātu vidi no pārmērīgas noslodzes un pielāgotu apsaimniekošanas stratēģijas apmeklētāju interesēm (Gerstenberg et al., 2020).

Aktivitātes mērķis ir zinātniskas publikācijas sagatavošana no iepriekšējā gadā iegūtajiem datiem par dažādu atpūtnieku grupu rekreācijas preferencēm meža teritorijās.

Aktivitātes virzība

Saskaņā ar pētījuma plānu sagatavota publikācija: Jūrmalis et al. **Expectations and preferences of forest visitors engaged in various outdoor activities**. Pētījuma pārskata iesniegšanas brīdī ir pabeigti 95% publikācijas, un tā tiks iesniegta publicēšanai 2025. gada sākumā. Tālāk apkopotas galvenās publikācijas atziņas.

2023. gadā tika veiktas trīs socioloģiskās aptaujas dažādu grupu atpūtnieku rekreācijas preferenču noskaidrošanai atbilstoši populārākajām aktivitātēm dabas teritorijās (pēc Jūrmalis et al. 2022): pastaigas (t.sk. dabas vērošana), ogošana un sēņošana un riteņbraukšana. Jautājumu bloki aptaujās strukturēti atbilstoši W.E.Hammitt (2004) piedāvātajam atpūtnieku vajadzību un preferenču un kvalitatīvas rekreācijas iespēju meža vidē konceptuālajam modelim, papildinot to ar vides pieejamības aspektu.

Pavisam kopā visās trijās aptaujās piedalījās 1004 respondenti. Atbilstoši aktivitāšu grupām respondentu skaits sadalījās šādi: pastaigas – 626 respondenti, riteņbraukšana – 113 respondenti, ogošana un sēņošana – 265 respondenti (t.i., attiecīgi 62%, 11% un 26% respondentu). Atpūtnieku grupu procentuālais sadalījums atbilst iepriekšējo pētījumu rezultātiem (Jūrmalis et al. 2022). Iedzīvotāju biežāk īstenotā atpūtas aktivitāte ir atkarīga no dzīvesvietas, kas visticamāk saistīts ar pieejamības aspektiem. Riteņbraukšanas aktivitāšu grupai, salīdzinot ar abām pārējām, relatīvi svarīgāki bija veselības aspekti un socializēšanās.

Gan pastaigu, gan riteņbraukšanas aktivitāšu grupā populāras ir izzinošas pastaigas un izbraucieni, kas dod papildu iespēju caur dabas un kultūras objektiem veicināt saudzējošu un atbildīgu iedzīvotāju attieksmi pret vidi. Ogošanai un sēņošanai pārsvarā ir divējāda nozīme – gan kā atpūtas veidam, gan kā dabas produktu ieguvei pašpatēriņam. Pēdējos piecos gados ir samazinājusies ogošanas un sēņošanas ekonomiskā nozīme.

Aptaujātajās aktivitāšu grupās nozīmīgākais labiekārtojuma veids ir ceļš ērtai piekļuvei un teritorijas atrašanās tuvu dzīvesvietai. Ogotājiem/sēņotājiem neskarta daba ir relatīvi daudz nozīmīgāka nekā cilvēkiem, kas nodarbojas ar pastaigām un riteņbraukšanu.

Vide un laikapstākļi ir nozīmīgākie faktori visām aktivitāšu grupām. Riteņbraucējiem relatīvi svarīgāki nekā citiem ir veselības aspekti un socializēšanās. Lielākā daļa respondentu ar aktivitātēm nodarbojas atpūtas nolūkos un iespējas to darīt vērtē kā pietiekamas. Lielākā daļa respondentu ir apmierināti ar vides pieejamību (>90%) un meža apsaimniekošanas paņēmieniem (>80%). Viszemākā apmierinātība ar meža apsaimniekošanas paņēmieniem ir ogotāju/sēņotāju vidū.

Literatūra

1. Bethmann, S., Simminger, E., Baldy, J. and Schraml, U., 2018. Forestry in interaction. Shedding light on dynamics of public opinion with a praxeological methodology. *Forest Policy and Economics*, 96, pp.93-101.
2. Gerstenberg, T., Baumeister, C.F., Schraml, U. and Plieninger, T., 2020. Hot routes in urban forests: The impact of multiple landscape features on recreational use intensity. *Landscape and Urban Planning*, 203, p.103888.
3. Hammitt, W.E. 2004. Recreation. User Needs and Preferences. In: Editor(s): Jeffery Burley, J., (Ed.), *Encyclopedia of Forest Sciences*, Elsevier, pp. 949-958, <https://doi.org/10.1016/B0-12-145160-7/00164-2>.
4. Jimenez, M.P., DeVillie, N.V., Elliott, E.G., Schiff, J.E., Wilt, G.E., Hart, J.E. and James, P., 2021. Associations between nature exposure and health: a review of the evidence. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9), p.4790.
5. Jūrmalis, E.; Lībiete, Z.; Bārdule, A. Outdoor Recreation Habits of People in Latvia: General Trends, and Changes during the COVID-19 Pandemic. *Sustainability* 2022, 14, 8478. <https://doi.org/10.3390/su14148478>
6. Komossa, F., van der Zanden, E.H. and Verburg, P.H., 2019. Characterizing outdoor recreation user groups: A typology of peri-urban recreationists in the Kromme Rijn area, the Netherlands. *Land Use Policy*, 80, pp.246-258.
7. Plieninger, T., Kizos, T., Bieling, C., Le Dû-Blayo, L., Budniok, M.A., Bürgi, M., Crumley, C.L., Girod, G., Howard, P., Kolen, J. and Kuemmerle, T., 2015. Exploring ecosystem-change and society through a landscape lens: recent progress in European landscape research. *Ecology and Society*, 20(2).
8. Rounsevell, M., Fischer, M., Torre-Marín Rando, M. and Mader, A., 2018. The IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
9. White, M.P., Alcock, I., Grellier, J., Wheeler, B.W., Hartig, T., Warber, S.L., Bone, A., Depledge, M.H. and Fleming, L.E., 2019. Spending at least 120 minutes a week in nature is associated with good health and wellbeing. *Scientific reports*, 9(1), pp.1-11.

4.2.2. Socioloģiskā aptauja par vizuālo stimulu (piem., reljefs, sniegs) ietekmi uz ainavas vizuālo kvalitāti

Pamatojums

Izpratne par to, kādām ainavām cilvēki dod priekšroku, ir būtiska mērķetai apmeklētāju plūsmu novirzīšanai dabas teritorijās, piemēram, dabas aizsardzības nolūkos, kā arī teritorijas apsaimniekošanas darbu plānošanai laikā un telpā. Iepriekšējo pētījumu rezultāti liecina, ka gan ainavas elementi (piemēram, reljefs, ūdensobjekta klātbūtne), gan sezonālitate un meteoroloģiskie aspekti (piemēram, sniegs) var ietekmēt apmeklētāju vērtējumu (piem., Pálsdóttir, 2009, Jaal et al., 2013, Tyrväinen et al., 2017).

Sniega sega būtiski uzlabo mežainu teritoriju vizuālo pievilcību, padarot tās pievilcīgākas apmeklētājiem. Sniega klātbūtne pārveido ainavu, radot mierpilnu un gleznainu vidi, kas bieži tiek saistīta ar harmoniju un skaistumu, turklāt pētījumi liecina par sniegotas meža ainavas pozitīvu ietekmi uz garastāvokli (Bielinis et al. 2021). Pētījumi liecina, ka sniegotas ainavas tiek uztvertas kā estētiski pievilcīgākas, pateicoties sniega vienmērīgi baltajai krāsai un spilgtumam, kas kontrastē ar meža tumšākajiem toņiem. Šī vizuālā transformācija ziemas mēnešos var palielināt

apmeklētāju skaitu, jo cilvēki meklē šos gleznainos skatus atpūtai un fotografēšanai, kā arī lai nodarbotos ar ziemas sporta veidiem (Xiao et al. 2015, Bausch and Unseld 2017).

Ūdensobjekti, piemēram, ezeri, upes un strauti, arī būtiski veicina mežu apmeklētāju piesaisti. Ūdens klātbūtne padara meža ainavu skaistāku un nodrošina iespējas tādām aktivitātēm kā makšķerēšana, laivošana un peldēšana. Ūdensobjekti uzlabo atpūtas pieredzi, piedāvājot gan aktīvas atpūtas iespējas, gan miera un relaksācijas sajūtu. Pētījumi liecina, ka cilvēkus dabiski piesaista ūdens ainavas, un to klātbūtne var būtiski palielināt meža teritorijas pievilcību (Kakoyannis 2002, Mundher et al. 2022). Turklāt ūdensobjekti uztur daudzveidīgas dzīvotnes, kas var būt saistošas arī dabas entuziastiem, kuri interesējas par savvaļas dzīvnieku vērošanu un fotografēšanu.

Mežainās teritorijās reljefs, tostarp pakalni, ielejas un topogrāfijas daudzveidība kopumā, veicina tās ainavisko un rekreatīvo pievilcību. Izteismīgs reljefs piedāvā dinamisku ainavu, kas apmeklētājiem var šķist aizraujošāka un interesantāka salīdzinājumā ar plakanām, vienmuļām teritorijām. Daudzveidīgs reljefs nodrošina iespējas tādām aktivitātēm kā pārgājieni, kalnu riteņbraukšana un klinšu kāpšana, kas piesaista piedzīvojumu meklētājus un dabas cienītājus. Dažādie pacēlumi un topogrāfiskās formas palielina vizuālo daudzveidību, kas uzlabo meža ainavas estētisko vērtību (Golivets 2011).

Kopumā sniega sega, ūdensobjektu un izteismīga reljefa klātbūtne rada daudzveidīgu un vizuāli pievilcīgu vidi, kas var ievērojami veicināt teritorijas apmeklētību. Mežsaimniecības prakses, kas ņem vērā, saglabā un izceļ šīs teritorijas īpašības, var uzlabot apmeklētāju apmierinātību ar meža apmeklējumu.

Pētījuma mērķis ir noskaidrot, kā ainavas vizuālie stimuli (trijās kategorijās - sniegs, reljefs, ūdensobjekta klātbūtne) ietekmē meža ainavas vizuālās kvalitātes vērtējumu.

Metodika

Pētījums tika veikts no 2024. gada 30. oktobra līdz 4. novembrim, izmantojot datorizētas interneta aptaujas (CAWI), kas aizpildāmas tiešsaistes režīmā. Aptaujas ietvaros respondenti tika lūgti 7 ballu Likerta skalā novērtēt meža ainavas/skatus ar un bez attiecīgajiem vizuālajiem stimuliem. Definīcijas skalai: 1 - ļoti nepatīk, 2 - nepatīk, 3 - drīzāk nepatīk, 4 – ne patīk, ne nepatīk, neitrāli, 5 - drīzķ patīk, 6 - patīk, 7 - ļoti patīk. Tika izmantotas piecas meža ekosistēmu kategorijas: priežu mežs, egļu mežs, lapu koku mežs, izcirtums/jaunaudze, meža ceļš. Katrai kategorijai sagatavoti trīs fotogrāfiju pāri – ir/nav sniegs, ir/nav reljefs, ir/nav ūdensobjekts. Vienā pārī izvēlētas iespējami līdzīgas fotogrāfijas (viena un tā pati vieta, līdzīgs apgaismojums utt.). Pētījumam izmantotās fotogrāfijas pievienotas 9. pielikumā.

Pētījuma tehnisko nodrošinājumu un datu masīva sagatavošanu veica SKDS. Respondentu izlases veidošanai izmantots SKDS internetpanelis, kas ir reprezentatīvs kopējai populācijai Latvijā pēc galvenajām sociodemogrāfiskajām pazīmēm. Parametri izlases veidošanai: dzimums, tautība, vecums, dzīvesvieta (atbilstoši ģenerālkopai pēc Centrālās statistikas pārvaldes datiem).

Kopā izsūtīto uzaicinājumu skaits: 7794

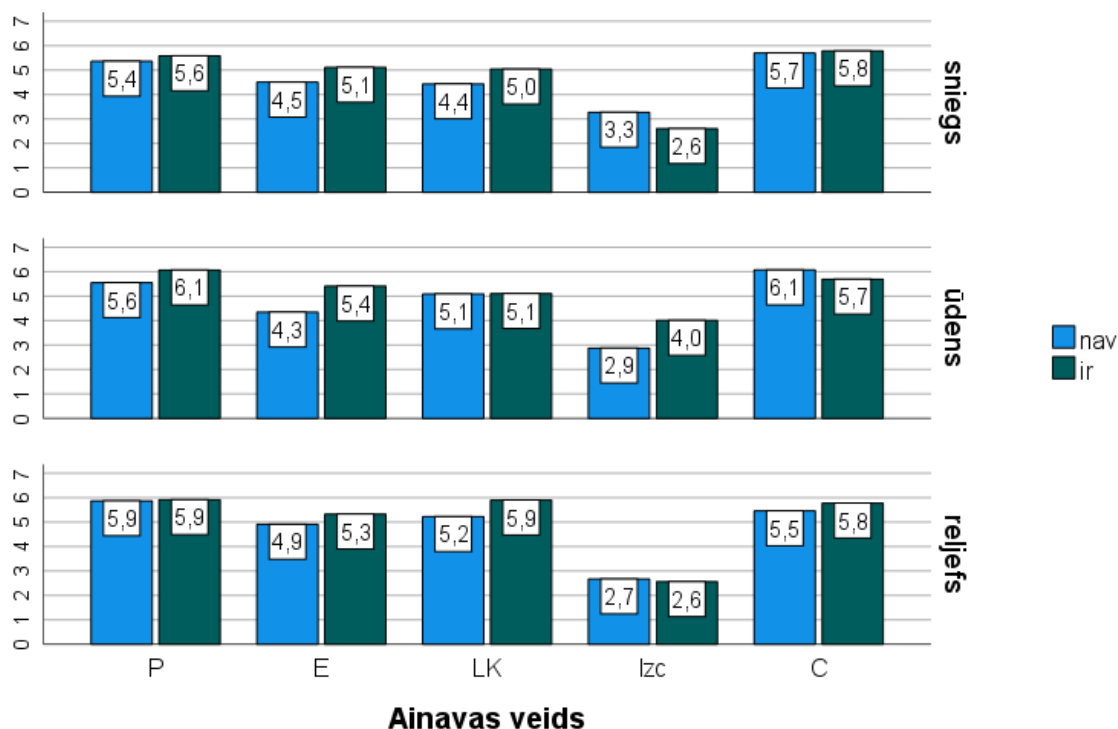
Atsaucības koeficients: 13%

Kopējais izlases apjoms: 1001

Datu apstrāde tikai veikta SPSS datorprogrammā. Pārbaudīta sniegto vērtējumu konsistence, veicot uzticamības analīzi (*reliability analysis*). Fotogrāfiju pāru vērtējumu atšķirības analizētas ar Vilkoksona testu.

Rezultāti

No respondentiem piedāvātajiem meža skatiem/ainavām vidēji visaugstāk tiek vērtēti priežu meži un meža ceļi, bet viszemāk - izcirtumi. Pārsvārā gadījumu ainavas elementa klātbūtne dod augstāku vērtējumu nekā tā neesamība. Vislielākā vidējā vērtējuma atšķirība (par 1.1 ballēm) konstatēta egļu mežā un izcirtumā ar ūdens klātbūtni. Vislīdzīgākie vidējie vērtējumi ainavām/skatiem ar un bez vērtētā elementa ir meža ceļam ar/bez sniega, lapu koku mežam ar/bez ūdensobjekta un priežu mežam ar/bez reljefa (4.35. attēls).



4.35. attēls. Vidējie meža ainavu/skatu vērtējumi ar un bez sniega, ūdensobjekta un reljefa klātbūtnes septiņu punktu Likerta skalā (uz Y ass). Meža ainavas/skati: P - priežu mežs, E – egļu mežs, LK – lapu koku mežs, Izc – izcirtums, C - ceļš

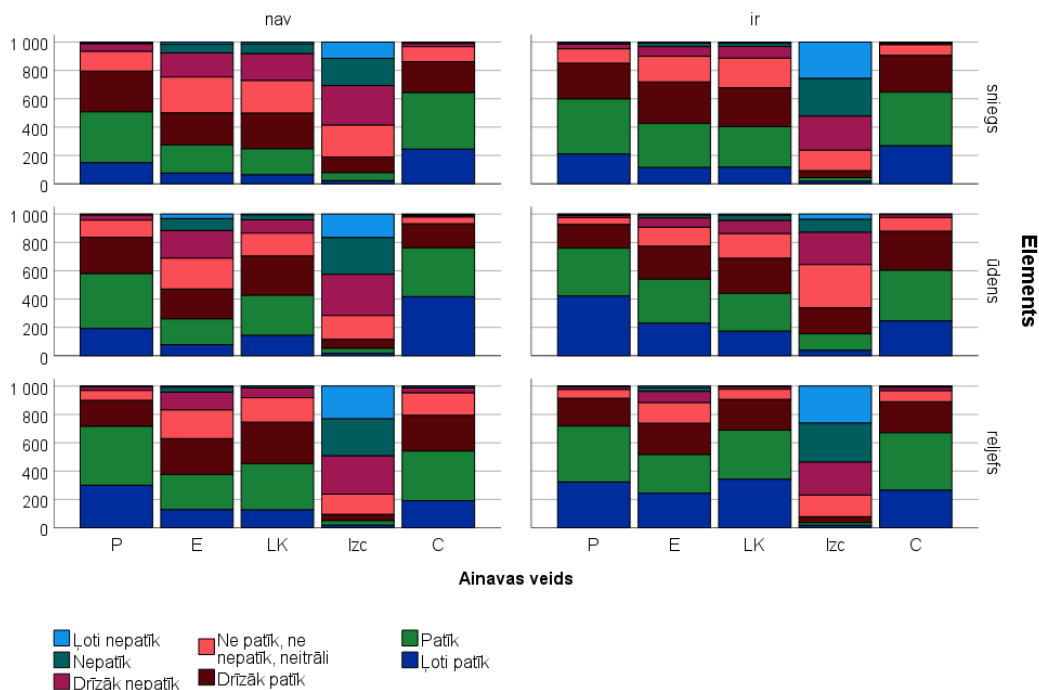
Mediānas vērtības liecina, ka lielākā daļa respondentu visas analizētās meža ainavas/skatus, izņemot izcirtumus, vērtē pozitīvi. Gan priežu mežu, gan lapu koku mežu un meža ceļu apakšgrupā, neatkarīgi no ainavas elementu klātbūtnes, dominē atbilde "patīk". Pret egļu mežiem attieksme ir mazāk pozitīva - biežāk sastopamas atbildes "neitrāli" vai "drīzāk patīk", bet pret izcirtumiem attieksme ir kopumā negatīva - biežāk sniegtās atbildes ir "nepatīk" un "drīzāk nepatīk" (4.1. tabula).

**Aprakstošās statistikas rādītāji meža ainavu/ skatu vērtējumiem ar un bez sniega,
ūdensobjekta un reljefa klātbūtnes**

Ainavas/ skata veids	Elements		Vidējais vērtējums	Vidējās vērtības standartklūda	Mediāna	Moda	Standartn ovirze
Priežu mežs	sniegs	nav	5,37	0,036	6,00	6	1,150
		ir	5,58	0,036	6,00	6	1,140
	ūdens	nav	5,55	0,035	6,00	6	1,095
		ir	6,07	0,033	6,00	7	1,041
	reljefs	nav	5,87	0,033	6,00	6	1,050
		ir	5,92	0,032	6,00	6	1,023
Egļu mežs	sniegs	nav	4,51	0,045	4,00	4	1,409
		ir	5,12	0,039	5,00	6	1,249
	ūdens	nav	4,36	0,048	4,00	4	1,533
		ir	5,42	0,042	6,00	6	1,326
	reljefs	nav	4,92	0,043	5,00	5	1,375
		ir	5,34	0,045	6,00	6	1,422
Lapu koku mežs	sniegs	nav	4,43	0,044	4,00	5	1,398
		ir	5,04	0,041	5,00	6	1,284
	ūdens	nav	5,08	0,042	5,00	6	1,343
		ir	5,11	0,044	5,00	6	1,404
	reljefs	nav	5,22	0,037	5,00	6	1,166
		ir	5,91	0,033	6,00	7	1,049
Izcirtums	sniegs	nav	3,28	0,046	3,00	3	1,450
		ir	2,61	0,045	2,00	2	1,415
	ūdens	nav	2,87	0,044	3,00	3	1,387
		ir	4,01	0,044	4,00	4	1,391
	reljefs	nav	2,67	0,045	3,00	3	1,412
		ir	2,57	0,044	2,00	2	1,382
Meža ceļš	sniegs	nav	5,70	0,034	6,00	6	1,087
		ir	5,79	0,032	6,00	6	1,026
	ūdens	nav	6,08	0,033	6,00	7	1,030
		ir	5,70	0,033	6,00	6	1,042
	reljefs	nav	5,45	0,037	6,00	6	1,160
		ir	5,78	0,034	6,00	6	1,063

Salīdzinot dažādu vērtējumu īpatsvaru pa meža ainavu/skatu grupām, iezīmējas dažas likumsakarības. Vislīdzīgākie vērtējumi ar un bez analizēto ainavas elementu klātbūtnes ir priežu mežiem, kuriem neatkarīgi no sniega, ūdensobjekta un reljefa klātbūtnes tiek piešķirts lielākoties pozitīvs vērtējums (drīzāk patīk līdz ļoti patīk). Egļu mežu grupā bez ainavas elementiem dominē neitrāli līdz negatīvi vērtējumi, bet egļu audzēs ar sniega, ūdens un reljefa klātbūtni ir izteikti vairāk pozitīvu vērtējumu. Līdzīga tendence konstatēta lapu koku audzēs. Izcirtumos situācija ir atšķirīga – ainava ar sniegu ieguvusi relatīvi vairāk negatīvu vērtējumu (nepatīk vai ļoti nepatīk), savukārt ūdensobjekta klātbūtnē ir tendence izcirtuma skata vērtējumu uzlabot, palielinot neitrālo un samazinot negatīvo vērtējumu skaitu. Izcirtuma gadījumā viens no iemesliem nosacīti

“apgrieztajam” vērtējumam varētu būt plānā sniega sega un joprojām skaidri saskatāmās ciršanas atliekas attēlā. Meža ceļu vērtējumu šķietami visvairāk uzlabo reljefs, palielinot pozitīvo viedokļu (drīzāk patīk līdz ļoti patīk) īpastavu (4.36. attēls).



4.36. attēls. Vērtējuma kategoriju sadalījums pa ainavu/skatu veidiem un ainavas elementu veidiem

Gandrīz visās ainavas tipu grupās augstāk tiek vērtēta ainava/skats, kur attiecīgais elements (sniegš, ūdens, reljefs) ir klātesošs, un visos gadījumos, izņemot priežu mežus ar un bez reljefa un lapu koku mežus ar un bez ūdens, vērtējuma atšķirības ir statistiski būtiskas ($p < 0.05$; 4.2. tabula).

4.2. tabula

Fotogrāfiju pāra vērtējumu atšķirības un to būtiskums. Vilkoksona testa rezultāti

Ainavas veids	Elements	Z-vērtība	p-vērtība
Priežu mežs	Sniegš	-6.734	<0.001
	Ūdens	-12.556	<0.001
	Reljefs	-1.927	0.054
Egļu mežs	Sniegš	-13.079	<0.001
	Ūdens	-18.479	<0.001
	Reljefs	-8.995	<0.001
Lapu koku mežs	Sniegš	-13.608	<0.001
	Ūdens	-0.9	0.368
	Reljefs	-15.129	<0.001
Izcirtums	Sniegš	-16.426	<0.001
	Ūdens	-18.359	<0.001
	Reljefs	-3.621	<0.001
Meža ceļš	Sniegš	-2.464	0.014
	Ūdens	-10.571	<0.001
	Reljefs	-9.351	<0.001

Kā liecina analīzē iegūtie vērtējuma rangi, ainavas elementa klātbūtne nosacīti vismazāk ietekmē meža ceļu vērtējumu – šajā attēlu pāru grupā visos trijos gadījumos vairāk nekā 40% respondentu ir snieguši vienādu vērtējumu abiem attēliem pāri. Egļu mežu attēlu grupā ievērojami augstāks respondentu īpatsvars (>40%) visos trijos fotogrāfiju pāros augstāk novērtējuši skatu ar sniega, ūdens vai reljefa klātbūtni (4.3. tabula).

4.3. tabula

Fotogrāfiju pāru vērtējuma rangi (Vilkoksona testa rezultāti). Ar gaiši pelēku krāsu atzīmēti tie fotogrāfiju pāri, kur vienādu vērtējumu snieguši 40-50% respondentu, ar tumšāk pelēku – tie fotogrāfiju pāri, kur vienādu vērtējumu snieguši >50% respondentu

Attēlu pāri un vērtējumi		N	Vidējais rangs	Rangu summa
Attēls nr.* 1_1_1 - Attēls nr. 1_1_0	Negatīvie rangi	173	262.78	45461.50
	Pozitīvie rangi	345	257.85	88959.50
	Vienādās atbildes	483		
Attēls nr. 1_2_1 - Attēls nr. 1_2_0	Negatīvie rangi	149	279.41	41632.00
	Pozitīvie rangi	468	318.42	149021.00
	Vienādās atbildes	384		
Attēls nr. 1_3_1 - Attēls nr. 1_3_0	Negatīvie rangi	178	198.92	35408.00
	Pozitīvie rangi	219	199.06	43595.00
	Vienādās atbildes	604		
Attēls nr. 2_1_1 - Attēls nr. 2_1_0	Negatīvie rangi	155	273.39	42376.00
	Pozitīvie rangi	482	333.67	160827.00
	Vienādās atbildes	364		
Attēls nr. 2_2_1 - Attēls nr. 2_2_0	Negatīvie rangi	96	281.67	27040.50
	Pozitīvie rangi	616	368.16	226787.50
	Vienādās atbildes	289		
Attēls nr. 2_3_1 - Attēls nr. 2_3_0	Negatīvie rangi	217	306.99	66616.00
	Pozitīvie rangi	445	343.45	152837.00
	Vienādās atbildes	339		
Attēls nr. 3_1_1 - Attēls nr. 3_1_0	Negatīvie rangi	139	279.59	38863.00
	Pozitīvie rangi	490	325.04	159272.00
	Vienādās atbildes	372		
Attēls nr. 3_2_1 - Attēls nr. 3_2_0	Negatīvie rangi	283	292.35	82734.50
	Pozitīvie rangi	304	295.54	89843.50
	Vienādās atbildes	414		
Attēls nr. 3_3_1 - Attēls nr. 3_3_0	Negatīvie rangi	121	285.14	34502.50
	Pozitīvie rangi	523	331.14	173187.50
	Vienādās atbildes	357		
Attēls nr. 4_1_1 - Attēls nr. 4_1_0	Negatīvie rangi	504	292.64	147490.00
	Pozitīvie rangi	74	268.12	19841.00
	Vienādās atbildes	423		
Attēls nr. 4_2_1 - Attēls nr. 4_2_0	Negatīvie rangi	117	271.33	31745.50
	Pozitīvie rangi	623	389.12	242424.50
	Vienādās atbildes	261		
Attēls nr. 4_3_1 - Attēls nr. 4_3_0	Negatīvie rangi	250	225.20	56301.00
	Pozitīvie rangi	185	208.26	38529.00
	Vienādās atbildes	566		
Attēls nr. 5_1_1 - Attēls nr. 5_1_0	Negatīvie rangi	234	247.20	57845.00
	Pozitīvie rangi	278	264.33	73483.00
	Vienādās atbildes	489		

Attēlu pāri un vērtējumi		N	Vidējais rangs	Rangu summa
Attēls nr. 5_2_1 - Attēls nr. 5_2_0	Negatīvie rangi	400	275.18	110070.50
	Pozitīvie rangi	141	259.15	36540.50
	Vienādās atbildes	460		
Attēls nr. 5_3_1 - Attēls nr. 5_3_0	Negatīvie rangi	150	235.77	35365.00
	Pozitīvie rangi	359	263.04	94430.00
	Vienādās atbildes	492		

*Attēlu kodā pirmais cipars apzīmē meža ainavas/skata veidu (1 – priežu mežs, 2 – egļu mežs, 3 – lapu koku mežs, 4 – izcirtums, 5 – meža ceļš), otrais cipars – ainavas elementu (1 – sniegs, 2 – ūdensobjekts, 3 – reljefs), bet trešais – ainavas elementa klātbūtni (1 – ir, 2 – nav)

Kopumā meža ainavu/skatu vērtējumi bija ar visai līdzīgu tendenci analizētajās sociāldemogrāfisko rādītāju grupās, lai gan atklājās dažas atšķirības, piemēram, Rīgas un Rīgas reģiona iedzīvotāju sniegto vērtējumu atšķirības ainavai/skatam ar un bez ainavas elementa klātbūtnes bija visizteiktākās – statistiski būtiskas visos gadījumos, izņemot meža ceļu ar un bez sniega. Pārējās dzīvesvietas/reģiona grupās bija vairāk fotogrāfiju pāru bez būtiskām vērtējuma atšķirībām, visbiežāk – priežu mežs ar un bez reljefa, lapu koku mežs ar un bez ūdensobjekta, izcirtums ar un bez reljefa. Pārējās sociāldemogrāfisko rādītāju grupās (dzimums, vecuma grupa, izglītības līmenis u.c.) viennozīmīgas likumsakarības netika konstatētas.

Pētījumā izmantotās fotogrāfijas attēlo visai tipiskas Latvijas meža ainavas/skatus, un iespēju robežās pārī tās tika piemeklētas pēc līdzības principa, taču ir iespējams, ka ne visos gadījumos tieši ainavas elementa klātesamība ir pamatā vērtējumu atšķirībai. Izmantojot jebkādu vizuālo materiālu, nevar izslēgt citu vērtēšanas kritēriju klātesamību (piemēram, fotogrāfijas kompozīcija, ritms, krāsu toņi, subjektīvās asociācijas u.c.). Tomēr rezultāti (ar dažiem izņēmumiem) norāda uz to, ka ainavas elementu klātesamība kopumā uzlabo ainavas vizuālo vērtējumu. Sniega sega, protams, nav no meža apsaimniekotāja atkarīgs faktors, taču platībās ar lielu apmeklētāju skaitu ir iespējams atsegt un izcelt abus pārējos ainavas elementus – ūdensobjektus un reljefa formas.

Kopsavilkums

No piedāvātajām meža ainavām/skatiem visaugstāko vērtējumu neatkarīgi no ainavas elementa klātbūtnes saņem priežu meži, bet viszemāko – izcirtumi. Analizētie ainavas elementi (sniegs, ūdensobjekts klātbūtne, reljefs) lielākajā daļā gadījumu paaugstina meža ainavas/skata vizuālo vērtējumu, taču ir izņēmumi – izcirtums bez sniega un reljefa tiek vērtēts augstāk, tāpat arī meža ceļš/taciņa bez ūdensobjekta klātbūtnes. Relatīvi vismazākā ainavas elementa ietekme uz vizuālo vērtējumu ir priežu mežos – tie lielākties tiek vērtēti pozitīvi neatkarīgi no sniega, ūdensobjekta un reljefa klātbūtnes. Rīgas un Rīgas reģiona iedzīvotāju vērtējumos iezīmējas lielākas atšķirības nekā citos reģionos dzīvojošo cilvēku vērtējumos, bet pārējie sociālekonomiskie rādītāji neuzrāda vienotas tendences, kas varētu ietekmēt vērtējumu. Iegūtie rezultāti indikatīvi norāda uz to, ka ainavas elementu izcelšana var uzlabot meža ainavas vizuālo vērtējumu.

Literatūra

1. Bausch, T. and Unseld, C., 2018. Winter tourism in Germany is much more than skiing! Consumer motives and implications to Alpine destination marketing. *Journal of Vacation Marketing*, 24(3), pp.203-217.
2. Bielinis, E., Janeczko, E., Takayama, N., Zawadzka, A., Słupska, A., Piętko, S., Lipponen, M. and Bielinis, L., 2021. The effects of viewing a winter forest landscape with the ground and trees covered in snow on the psychological relaxation of young Finnish adults: A pilot study. *PLoS One*, 16(1), p.e0244799.

3. Jaal, Z., Abdullah, J. and Ismail, H., 2013. Malaysian North South Expressway landscape character: Analysis of users' preference of highway landscape elements. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 179, pp. 365-376.
4. Kakoyannis, C.A., 2002. Assessing and evaluating recreational uses of water resources: implications for an integrated management framework (Vol. 536). US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
5. Mundher, R., Abu Bakar, S., Maulan, S., Mohd Yusof, M.J., Al-Sharaa, A., Aziz, A. and Gao, H., 2022. Aesthetic quality assessment of landscapes as a model for urban forest areas: A systematic literature review. *Forests*, 13(7), p.991.
6. Pálsdóttir, K. 2009. Scenic natural landscapes in Iceland: An analysis of their visual characteristics and relationship to other Icelandic landscapes. University of Iceland, doctoral dissertation, 131 p.
7. Tyrväinen, L., Silvennoinen, H. and Hallikainen, V. 2017. Effect of the season and forest management on the visual quality of the nature-based tourism environment: a case from Finnish Lapland. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 32(4), pp. 349-359.
8. Xiao, C.D., Wang, S.J. and Qin, D.H., 2015. A preliminary study of cryosphere service function and value evaluation. *Advances in climate change research*, 6(3-4), pp.181-187.

Pielikumi

2024. gada darba uzdevumi un to izpildes statuss

Darbs	Pamatojums, darbības un metodika (pētījums, darbs)	Nodevumi	Izpildes termiņš	Statuss uz 31.12.2024.
Starpziņojums par pētījumu progresu			01.09.2024.	Sagatavots
Pētījumu programmas 4. etapa pārskats.			15.01.2025.	Sagatavots
Starpziņojumā un etapa pārskatā ietvertas ziņas par šādu pētījumu jomu 4. etapa darbu progresu un rezultātiem:				
1. Meža ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas un kvalitātes izmaiņu novērtēšanas modeļa izstrāde, ietverot kritērijus, indikatorus un algoritmus mežsaimniecības un ekosistēmu pakalpojumu mijiedarbības raksturošanai				
1.1.	Preferenču izpēte meža sniegto ekosistēmu pakalpojumu piedāvājuma un pieprasījuma puses analīzei	Pārskata apakšnodaļa	31.12.2024.	Apakšnodaļa sagatavota
1.2.	Pamatojuma izstrāde mežsaimniecības prakses pilnveidošanai daudzveidīgu ekosistēmu pakalpojumu nodrošināšanai un ekosistēmu pakalpojumu kvalitātes atjaunošanai un uzlabošanai	Pārskata apakšnodaļa	31.12.2024.	Apakšnodaļa sagatavota
2. Ilgtspējīga ūdens resursu aizsardzība				
2.1.	Dažādas intensitātes biomasas izvākšanas galvenajā cirtē ietekme uz nākamās meža paaudzes augšanas gaitu, vielu apriti, bioloģisko daudzveidību (veģētācija, mikrobioloģiskā daudzveidība)			
2.1.1.	<i>Nokrišņu, nobiru, augsnes ūdens un noteces ķīmiskā sastāva monitorings skuju koku audzēs (turpinājums 3 objektos zinātniskās izpētes mežos Kalsnavas meža nov.)</i>	Pārskata apakšnodaļa	01.10.2024. lauka darbiem 15.12.2024. datu analīzei	Apakšnodaļa sagatavota
2.1.2.	<i>Jaunaudžu augšanas gaitas mērījumi skuju koku audzēs (turpinājums 3 objektos zinātniskās izpētes mežos Kalsnavas meža nov.)</i>	Pārskata apakšnodaļa	01.06.2024. lauka darbiem 14.12.2024. datu analīzei	Apakšnodaļa sagatavota
2.1.3.	<i>Nokrišņu, nobiru, augsnes ūdens un noteces ķīmiskā sastāva monitorings lapu koku audzēs (2 objekti zinātniskās izpētes mežos Kalsnavas meža nov.)</i>	Pārskata apakšnodaļa	01.06.2024. lauka darbiem 14.12.2024. datu analīzei	Apakšnodaļa sagatavota
2.1.4.	<i>Veģētācijas novērtējums (turpinājums 2 objektos zinātniskās izpētes mežos Kalsnavas meža nov.)</i>	Pārskata apakšnodaļa	31.08.2024. lauka darbiem 15.12.2024. datu analīzei	Apakšnodaļa sagatavota

Darbs	Pamatojums, darbības un metodika (pētījums, darbs)	Nodevumi	Izpildes termiņš	Statuss uz 31.12.2024.
2.1.5.	<i>Jaunaudžu augšanas gaitas mērījumi lapu koku audzēs (2 objektos zinātniskās izpētes mežos Kalsnavas meža nov.</i>	Pārskata apakšnodaļa	01.06.2024. lauka darbiem 14.12.2024. datu analīzei	Apakšnodaļa sagatavota
2.1.6.	<i>Augsnes mikrobioloģiskās daudzveidības noteikšana lapu koku audzēs (2 objekti zinātniskās izpētes mežos Kalsnavas meža nov.) - paraugu ievākšana</i>	Ievākti un iekonservēti paraugi	31.12.2024.	Paraugi ievākti un iekonservēti
2.1.7.	<i>Augsnes mikrobioloģiskās daudzveidības noteikšana kopšanas ciršu objektos (20 objekti)- publikācijas sagatavošana</i>	Publikācija (statuss – iesniegta)	31.12.2024.	Sagatavoti 80% publikācijas (tiks iesniegta 2025.gada sākumā)
2.2.	Mežizstrādes tehnikas pārvietošanās un augsnes gatavošanas ietekmes uz vielu apriti un ūdens kvalitāti izpēte			
2.2.1.	<i>Biogēno un citu elementu izneses novērtēšana ainavas līmenī kontekstā ar teritorijā veikto mežsaimniecisko darbību</i>	Pārskata apakšnodaļa, publikācija (statuss – iesniegta)	31.12.2024.	Apakšnodaļa sagatavota, sagatavoti 90% publikācijas (tiks iesniegta 2025.gada sākumā)
3. Bioloģiskās daudzveidības, ekosistēmu aizsardzības un atjaunošanas sekmēšana				
3.1.	Invazīvo un potenciāli invazīvo zemsedzes augu sugu izplatības pētījumi			
3.1.1.	<i>Invazīvo un potenciāli invazīvo zemsedzes augu sugu izplatības mežaudzēs risku novērtējums monitoringa teritorijās (3 teritorijas), datu analīze</i>	Pārskata apakšnodaļa	31.12.2024.	Apakšnodaļa sagatavota
3.2.	Nozīmīgo meža biotopu attīstības un sugu izplatības scenāriji atkarībā no īstenotās mežsaimnieciskās darbības			
3.2.1	<i>Dabisko meža biotopu apsaimniekošanas efektivitātes parauglaukumu pārmērīšana (priežu audzes)</i>	Pārskata apakšnodaļa	31.12.2024.	Apakšnodaļa sagatavota
3.2.2.	<i>Epifītu un mikrodzīvotņu novērtējums uz ozoliem</i>	Publikācija (statuss – iesniegta)	31.12.2024.	Publikācija iesniegta un publicēta
3.2.3.	<i>Malas efekta ietekmes uz melnalkšņu staignāju biotopiem dinamikas novērtējums</i>	Publikācija (statuss – iesniegta)	31.12.2024.	Publikācija iesniegta
3.3.	Bioloģiski vecu mežaudžu attīstības dinamika			
3.3.1.	<i>Bioloģiski vecu audžu pārmērīšana, papildu</i>	Pārskata apakšnodaļa	31.12.2024.	Apakšnodaļa sagatavota

Darbs	Pamatojums, darbības un metodika (pētījums, darbs)	Nodevumi	Izpildes termiņš	Statuss uz 31.12.2024.
	<i>objektu atlase un datu analīze – apšu audzes, 10+10 objekti</i>			
3.3.2.	<i>Attālās izpētes metožu izmantošana veco audžu telpiskās struktūras novērtēšanai - biomasas noteikšana vecā mežā</i>	Pārskata apakšnodaļa	31.12.2024.	Apakšnodaļa sagatavota
4.	Sociālekonomisko ekosistēmu pakalpojumu kvalitātes nodrošināšana			
4.1.	Meža augšanas apstākļu, meža ekosistēmas tipa, meteoroloģisko faktoru un meža apsaimniekošanas ietekme uz meža nekoksnes produktu ražas dinamiku			
4.1.1.	<i>Ogulāju projektīvā seguma novērtējums MSI parauglaukumos</i>	Pārskata apakšnodaļa	31.12.2024.	Apakšnodaļa sagatavota
4.1.2.	<i>Ogu ražas novērtējums kopšanas ciršu parauglaukumos</i>	Pārskata apakšnodaļa	31.12.2024.	Apakšnodaļa sagatavota
4.1.3.	<i>Meža ogu un sēņu ražas novērtējums, izmantojot transektu metodi testa teritorijās</i>	Pārskata apakšnodaļa	31.12.2024.	Apakšnodaļa sagatavota
4.1.4.	<i>Socioloģiskā aptauja par nekoksnes produktu ieguvi</i>	Pārskata apakšnodaļa	31.12.2024.	Apakšnodaļa sagatavota
4.2.	Meža ainavas vizuālās kvalitātes komponentu izpēte un priekšlikumu izstrāde dažādu iedzīvotāju grupu rekreācijas preferenču praktiskai iekļaušanai daudzfunkcionālas meža apsaimniekošanas plānošanā.			
4.2.1.	<i>Dažādu atpūtnieku tipu grupu rekreācijas preferenču noskaidrošana izmantojot socioloģiskās aptaujas</i>	Publikācija (statuss – iesniegta)	31.12.2024.	Sagatavoti 90% publikācijas (tiks iesniegta 2025.gada sākumā)
4.2.2.	<i>Socioloģiskā aptauja par vizuālo stimulu (piem., reljefs, sniegs) ietekmi uz ainavas vizuālo kvalitāti</i>	Pārskata apakšnodaļa	31.12.2024.	Apakšnodaļa sagatavota

Ekosistēmu pakalpojumu vērtējumu apkopojums pēc sociāldemogrāfiskajiem parametriem (dzimums, vecuma grupa, dzīves vieta)

Dzimums	Vecums	Jūsu dzīvesvieta atrodas		Meža ogas	Mežā augoši savvaļas augi	Lietkoksnē	Apkurei izmantojama koksne	Savvaļas medījumi dzīvnieku labim	Fitoremedācija, vides atfīršana	Oglekļa piesaiste	Trokšņa mazināšana	Erozijas mazināšana	Vide atpūtas un sporta aktivitātēm	Vide ainavas baudīšanai
Sieviete	18-24	Rīgā	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
			Mean	3.90	3.55	3.60	3.25	3.00	3.45	3.90	3.85	3.65	4.05	4.40
			Median	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.50	4.00	5.00
		Pierīgā	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
			Mean	3.88	3.50	2.75	2.75	2.75	3.13	3.13	3.75	2.88	3.75	4.50
			Median	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.50	3.00	4.00	5.00
		Lielajā pilsētā vai valstspilsētā	N	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
			Mean	3.72	3.67	3.33	3.67	2.83	2.94	3.67	3.56	3.22	3.78	3.89
			Median	4.00	4.00	3.00	3.50	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00
		Citā pilsētā	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
			Mean	4.18	3.91	3.09	3.55	3.00	3.55	3.73	3.73	4.09	4.00	4.45
			Median	5.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	5.00
		Ciematā vai lauku teritorijā	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
			Mean	4.40	3.20	3.80	4.00	2.60	3.00	3.00	4.00	3.00	4.40	4.40
			Median	5.00	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	5.00	5.00
		Kopā	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
			Mean	3.94	3.61	3.34	3.42	2.89	3.24	3.63	3.74	3.45	3.95	4.27
			Median	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.50
	25-34	Rīgā	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
			Mean	4.17	3.81	3.53	3.56	2.92	3.58	3.83	3.92	3.61	4.00	4.39

[illegible]

Dzimums	Vecums	Jūsu dzīvesvieta atrodas		Meža ogas	Mežā augoši savvaļas augi	Lietkoksne	Apkurei izmantojama koksne	Savvaļas medjamie dzīvnieki (galvis)	Fitoremedācija, vides attīrīšana	Oglekļa piesaiste	Troškņa mazināšana	Erozijas mazināšana	Vide atpūtas un sporta aktivitātēm	Vide ainavas baudīšanai
	45-54	Lielajā pilsētā vai valstspilsētā	Mean	4.25	3.75	3.58	3.33	3.17	3.42	3.50	3.67	3.67	3.67	4.25
			Median	4.00	4.00	3.50	3.50	4.00	3.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.50
		Citā pilsētā	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
			Mean	3.64	3.50	3.36	3.71	3.07	3.36	3.57	3.86	3.36	3.57	3.93
			Median	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.50	4.00	3.00	4.00	4.00
		Ciematā vai lauku teritorijā	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
			Mean	4.00	3.82	3.82	4.24	3.18	3.47	3.65	3.76	3.82	3.76	4.41
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	5.00
		Kopā	N	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103
			Mean	3.97	3.74	3.54	3.66	3.16	3.57	3.63	3.78	3.58	3.83	4.29
			Median	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Rīgā	N	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
			Mean	4.35	3.65	3.43	3.13	3.22	3.52	3.70	4.00	3.83	4.22	4.65
			Median	5.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00
		Pierīgā	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
			Mean	4.30	3.50	3.50	4.00	3.40	3.90	3.80	4.40	3.50	4.30	4.50
			Median	4.00	3.50	3.50	4.00	3.00	4.00	4.00	4.50	3.50	4.00	4.50
		Lielajā pilsētā vai valstspilsētā	N	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
			Mean	4.19	3.54	3.62	3.46	3.23	3.85	3.81	3.85	3.65	4.00	4.19
			Median	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.50
		Citā pilsētā	N	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
			Mean	4.11	3.72	3.56	3.61	2.94	3.56	3.61	3.44	3.61	4.06	4.33
			Median	4.00	4.00	3.50	3.00	3.00	3.50	4.00	3.50	3.50	4.00	4.50

[illegible]

Dzimums	Vecums	Jūsu dzīvesvieta atrodas		Meža ogas	Mežā augoši savvaļas augi	Lietkoksnē	Apkurei izmantojama koksne	Savvaļas medījumi dzīvnieki (alnis)	Fitoremedācija, vides attīrīšana	Oglekļa piesaiste	Trokšņa mazināšana	Erozijas mazināšana	Vide atpūtas un sporta aktivitātēm	Vide ainavas baudīšanai
	65-74		Mean	4.04	3.89	3.59	3.71	3.15	3.84	3.86	3.90	3.80	3.97	4.38
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00
		Rīgā	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
			Mean	3.87	3.84	3.00	3.13	2.87	3.58	3.84	3.87	3.74	3.71	4.32
			Median	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00
		Pierīgā	N	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
			Mean	3.88	3.81	3.63	3.13	3.56	4.06	4.19	4.00	3.94	3.75	4.19
			Median	4.00	4.00	4.00	3.00	3.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Lielajā pilsētā vai valstspilsētā	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
			Mean	4.20	4.30	3.60	3.90	3.00	4.00	3.90	3.90	3.60	4.20	4.30
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Cītā pilsētā	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
			Mean	4.20	3.95	3.45	4.15	2.75	4.00	4.10	4.20	3.95	3.80	4.35
			Median	4.00	4.00	3.50	5.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00
		Ciematā vai lauku teritorijā	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
			Mean	4.10	3.80	3.60	3.90	3.00	3.70	3.90	3.70	4.00	4.30	4.30
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.50
		Kopā	N	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
			Mean	4.01	3.91	3.36	3.54	3.00	3.83	3.98	3.95	3.84	3.86	4.30
			Median	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00
	Total	Rīgā	N	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188
			Mean	4.04	3.78	3.44	3.44	3.12	3.64	3.82	3.86	3.69	3.97	4.41

[illegible]

Dzinums	Vecums	Jūsu dzīvesvieta atrodas		Meža ogas	Mežā augoši savvaļas augi	Lietkoksnē	Apkurei izmantojama koksne	Savvaļas medījumi dzīvnieki (alnis)	Fitoreme-diācija, vides attīrīšana	Oglekļa piesaiste	Troškņa mazināšana	Erozijas mazināšana	Vide atpūtas un sporta aktivitātēm	Vide ainavas baudīšanai
	25-34	Lielajā pilsētā vai valstspilsētā	Mean	4.00	3.75	3.58	3.17	3.25	3.58	3.92	3.33	3.42	3.92	4.08
			Median	4.50	4.00	3.50	3.00	3.00	3.50	4.00	3.00	3.50	4.50	4.50
		Cītā pilsētā	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
			Mean	3.67	3.50	3.42	3.58	2.50	3.33	3.17	3.33	3.50	3.58	3.92
			Median	3.50	3.00	3.00	3.50	3.00	3.00	3.00	3.00	3.50	4.00	4.00
		Cīematā vai lauku teritorijā	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
			Mean	4.44	3.33	3.22	3.89	3.33	3.67	4.00	3.33	4.00	3.11	3.89
			Median	5.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00
		Kopā	N	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
			Mean	3.94	3.54	3.43	3.40	3.03	3.51	3.73	3.51	3.68	3.75	4.06
			Median	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00
		Rīgā	N	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
			Mean	3.71	3.46	3.32	3.36	3.25	3.36	3.29	3.50	3.46	4.00	4.32
			Median	4.00	4.00	3.50	3.00	3.50	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Pierīgā	N	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
			Mean	3.92	3.77	3.31	3.46	3.31	3.08	3.38	3.85	3.31	4.08	4.23
			Median	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00
		Lielajā pilsētā vai valstspilsētā	N	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
			Mean	3.86	3.82	3.57	3.61	3.11	3.61	3.75	3.82	3.82	4.07	4.14
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Cītā pilsētā	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
			Mean	4.08	3.25	3.33	4.25	2.75	3.00	3.08	3.42	3.75	3.92	4.33

Dzinums	Vecums	Jūsu dzīvesvieta atrodas		Meža ogas	Mežā augoši savvaļas augi	Lietkoksnē	Apkurei izmantojama koksne	Savvaļas medžamie dzīvnieki (alnis)	Fitoreme- diācija, vides attīrīšana	Oglekļa piesaiste	Trokšņa mazināšana	Erozijas mazināšana	Vide atpūtas un sporta aktivitātēm	Vide ainavas baudīšanai
35-44		Cīmatā vai lauku teritorijā	Median	4.00	3.00	3.00	5.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	5.00
			N	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
			Mean	4.25	3.81	4.00	4.38	3.44	3.44	3.81	3.94	3.88	4.00	4.38
		Kopā	Median	4.00	4.00	4.00	4.50	3.00	3.00	3.50	4.00	4.00	4.00	4.00
			N	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
			Mean	3.92	3.64	3.51	3.72	3.19	3.36	3.49	3.70	3.65	4.02	4.27
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Rīgā	N	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
			Mean	3.88	3.52	3.52	3.16	3.12	3.44	3.36	3.80	3.48	3.64	3.96
			Median	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00
		Pierīgā	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
			Mean	3.88	3.82	3.53	3.24	3.24	3.59	3.59	3.76	3.47	3.88	4.12
			Median	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00
		Lielajā pilsētā vai valstspilsētā	N	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
			Mean	4.05	3.86	3.55	3.32	3.41	3.41	3.59	3.55	3.55	3.95	4.09
			Median	4.00	4.00	3.00	3.00	3.50	3.00	3.50	3.50	4.00	4.00	4.00
		Citā pilsētā	N	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
			Mean	3.88	4.06	3.56	3.88	3.13	3.38	3.31	3.38	3.56	4.19	4.19
			Median	4.00	4.00	3.50	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.50	4.00	4.50
		Cīmatā vai lauku teritorijā	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
			Mean	3.88	4.38	3.63	4.25	3.38	3.75	3.25	3.50	3.88	3.88	4.25
			Median	4.00	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	3.50	3.00	4.00	4.00	4.50

[illegible]

Dzimums	Vecums	Jūsu dzīvesvieta atrodas		Meža ogas	Mežā augoši savvaļas augi	Lietkoksnē	Apkurei izmantojama koksne	Savvaļas medījumi dzīvnieki (alnis)	Fitoremedācija, vides attīrīšana	Oglekļa piesaiste	Trokšņa mazināšana	Erozijas mazināšana	Vide atpūtas un sporta aktivitātēm	Vide ainavas baudīšanai
			Mean	3.50	3.50	3.64	3.32	2.95	3.68	3.45	4.00	3.64	3.73	3.91
			Median	4.00	4.00	4.00	3.50	3.00	4.00	3.50	4.00	4.00	4.00	4.00
		Pierīgā	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
			Mean	3.89	3.56	3.00	2.67	2.56	3.67	3.78	3.78	3.78	3.00	4.33
			Median	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	5.00
		Lielajā pilsētā vai valstspilsētā	N	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
			Mean	3.44	3.19	3.38	3.38	3.25	3.38	3.25	3.50	3.38	3.63	3.94
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.50	4.00	4.00	4.00	4.00
		Citā pilsētā	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
			Mean	4.09	3.91	3.91	3.27	3.27	3.27	3.55	3.73	3.36	3.91	4.18
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00
		Ciematā vai lauku teritorijā	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
			Mean	3.86	3.64	3.29	3.93	2.86	3.21	3.07	3.00	3.43	3.21	3.64
			Median	4.00	4.00	3.50	4.00	3.00	3.50	3.00	3.00	4.00	3.50	4.00
		Kopā	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
			Mean	3.69	3.53	3.47	3.36	3.00	3.46	3.39	3.63	3.51	3.54	3.96
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	65-74	Rīgā	N	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
			Mean	3.69	3.25	3.25	3.00	2.94	3.44	3.63	3.63	3.69	3.50	3.94
			Median	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.50	4.00	3.50	4.00	4.00	4.00
		Pierīgā	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
			Mean	3.58	3.25	3.00	3.00	2.67	3.00	2.83	3.42	2.92	3.17	3.75

Dzinums	Vecums	Jūsu dzīvesvieta atrodas		Meža ogas	Mežā augoši savvaļas augi	Lietkoksnē	Apkurei izmantojama koksne	Savvaļas medjamie dzīvnieki (alnis)	Fitoremedācija, vides attīrīšana	Oglekļa piesaiste	Trokšņa mazināšana	Erozijas mazināšana	Vide atpūtas un sporta aktivitātēm	Vide ainavas baudīšanai
Kopā	18-24	Cīematā vai lauku teritorijā	Mean	3.92	3.75	3.49	3.79	2.97	3.29	3.32	3.56	3.51	3.89	4.07
			Median	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00
			N	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
			Mean	4.12	3.77	3.59	4.16	3.10	3.56	3.60	3.56	3.70	3.70	4.22
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Kopā	N	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470
			Mean	3.88	3.64	3.46	3.56	3.08	3.45	3.48	3.63	3.57	3.76	4.11
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Rīgā	N	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
			Mean	3.86	3.52	3.50	3.16	2.98	3.55	3.86	3.80	3.73	3.98	4.30
			Median	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00
		Pierīgā	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
			Mean	3.93	3.57	3.07	3.29	3.07	3.07	3.36	3.64	3.21	3.86	4.29
			Median	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.50	3.50	3.00	4.00	4.00
		Lielajā pilsētā vai valstspilsētā	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
			Mean	3.83	3.70	3.43	3.47	3.00	3.20	3.77	3.47	3.30	3.83	3.97
			Median	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00
		Citā pilsētā	N	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
			Mean	3.91	3.70	3.26	3.57	2.74	3.43	3.43	3.52	3.78	3.78	4.17
			Median	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00
		Cīematā vai lauku teritorijā	N	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
			Mean	4.43	3.29	3.43	3.93	3.07	3.43	3.64	3.57	3.64	3.57	4.07

Dzinums	Vecums	Jūsu dzīvesvieta atrodas		Meža ogas	Mežā augoši savvaļas augi	Lietkoksnē	Apkurei izmantojama koksne	Savvaļas medījumi dzīvnieki (alnis)	Fitoreme-dīcēja, vides attīrīšana	Oglekļa piesaiste	Trokšņa mazināšana	Erozijas mazināšana	Vide atpūtas un sporta aktivitātēm	Vide ainavas baudīšanai
	25-34		Median	5.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.50	3.00	4.00
		Kopā	N	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
			Mean	3.94	3.58	3.38	3.41	2.96	3.38	3.68	3.62	3.57	3.85	4.17
			Median	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00
		Rīgā	N	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
			Mean	3.97	3.66	3.44	3.47	3.06	3.48	3.59	3.73	3.55	4.00	4.36
			Median	4.00	4.00	3.50	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Pierīgā	N	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
			Mean	3.96	3.65	3.30	3.43	3.04	3.17	3.39	3.70	3.39	3.74	4.22
			Median	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00
		Lielajā pilsētā vai valstspilsētā	N	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
			Mean	3.86	3.73	3.34	3.45	2.98	3.39	3.59	3.75	3.66	3.93	4.02
			Median	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Cītā pilsētā	N	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
			Mean	4.08	3.44	3.36	3.84	3.08	3.24	3.36	3.52	3.64	4.00	4.24
			Median	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	5.00
		Cīematā vai lauku teritorijā	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			Mean	4.09	3.82	3.94	4.21	3.52	3.52	3.88	3.91	3.82	4.15	4.27
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Kopā	N	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189
			Mean	3.98	3.67	3.48	3.64	3.12	3.40	3.59	3.74	3.61	3.98	4.23
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00

Dzinums	Vecums	Jūsu dzīvesvieta atrodas		Meža ogas	Mežā augoši savvaļas augi	Lietkoksne	Apkurei izmantojama koksne	Savvaļas medījамie dzīvnieki (alnis)	Fitoremediacija, vides attīrīšana	Oglekļa piesaiste	Trokšņa mazināšana	Erozijas mazināšana	Vide atpūtas un sporta aktivitātēm	Vide ainavas baudīšanai
	35-44	Rīgā	N	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
			Mean	3.91	3.70	3.45	3.44	3.28	3.63	3.64	3.78	3.56	3.80	4.22
			Median	4.00	4.00	3.00	3.50	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Pierīgā	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
			Mean	4.00	3.74	3.61	3.34	2.97	3.58	3.47	3.79	3.45	3.97	4.21
			Median	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.50	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00
		Lielajā pilsētā vai valstspilsētā	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
			Mean	4.12	3.82	3.56	3.32	3.32	3.41	3.56	3.59	3.59	3.85	4.15
			Median	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Citā pilsētā	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
			Mean	3.77	3.80	3.47	3.80	3.10	3.37	3.43	3.60	3.47	3.90	4.07
			Median	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00
		Ciematā vai lauku teritorijā	N	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
			Mean	3.96	4.00	3.76	4.24	3.24	3.56	3.52	3.68	3.84	3.80	4.36
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	5.00
		Kopā	N	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191
			Mean	3.95	3.79	3.54	3.56	3.19	3.53	3.54	3.71	3.57	3.86	4.20
			Median	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	45-54	Rīgā	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
			Mean	3.98	3.57	3.45	3.41	3.16	3.39	3.53	3.76	3.67	3.86	4.35
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00

Dzinums	Vecums	Jūsu dzīvesvieta atrodas		Meža ogas	Mežā augoši savvaļas augi	Lietkoksnē	Apkurei izmantojama koksne	Savvaļas medījumi dzīvnieki (alnis)	Fitoremedācija, vides attīrīšana	Oglekļa piesaiste	Trokšņa mazināšana	Erozijas mazināšana	Vide atpūtas un sporta aktivitātēm	Vide ainavas baudīšanai
55-64		Pierīgā	N	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
			Mean	4.13	3.57	3.52	3.70	3.22	3.87	3.48	4.09	3.65	4.00	4.30
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Lielajā pilsētā vai valstspilsētā	N	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
			Mean	4.05	3.61	3.34	3.44	3.02	3.68	3.56	3.76	3.59	3.68	4.12
			Median	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00
		Citā pilsētā	N	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
			Mean	4.00	3.74	3.40	3.69	3.03	3.43	3.49	3.63	3.54	3.94	4.06
			Median	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Ciematā vai lauku teritorijā	N	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
			Mean	4.22	3.74	3.68	4.04	3.18	3.52	3.62	3.58	3.50	3.88	4.48
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00
		Kopā	N	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198
			Mean	4.08	3.65	3.48	3.66	3.12	3.55	3.55	3.73	3.59	3.86	4.28
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	55-64	Rīgā	N	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61
			Mean	3.85	3.72	3.66	3.54	3.13	3.75	3.70	3.87	3.70	3.92	4.23
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Pierīgā	N	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
			Mean	4.00	3.81	3.42	3.42	3.00	4.00	3.88	4.15	3.96	3.77	4.58
			Median	4.00	4.00	3.50	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00
		Lielajā pilsētā vai valstspilsētā	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
			Mean	3.81	3.71	3.58	3.65	3.23	3.71	3.71	3.90	3.77	3.97	4.19

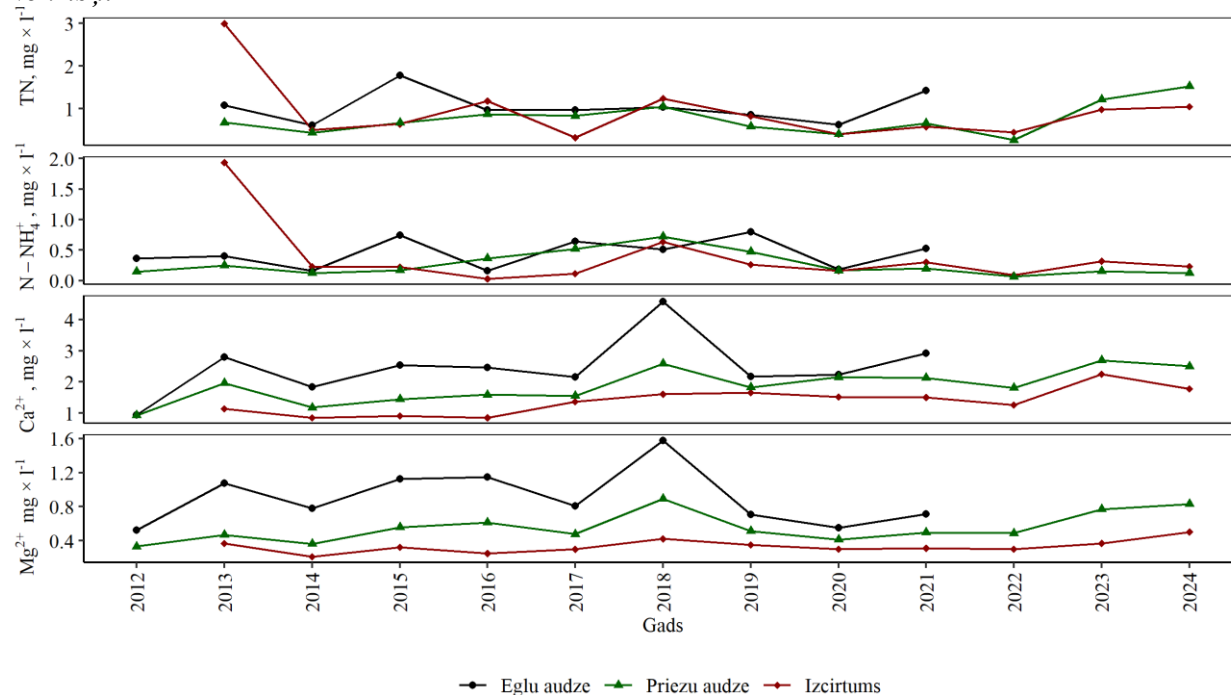
Dzimums	Vecums	Jūsu dzīvesvieta atrodas		Meža ogas	Mežā augoši savvaļas augi	Lietkoksnē	Apkurei izmantojama koksne	Savvaļas medījumi dzīvnieki (alnis)	Fitoreme-diācija, vides attīrīšana	Oglekļa piesaiste	Troškņa mazināšana	Erozijas mazināšana	Vide atpūtas un sporta aktivitātēm	Vide ainavas baudīšanai
	65-74		Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Citā pilsētā	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
			Mean	3.83	3.63	3.42	3.21	2.92	3.29	3.46	3.50	3.33	3.54	4.08
			Median	4.00	4.00	4.00	3.50	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00
			Median	4.00	4.00	4.00	3.50	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00
		Cīematā vai lauku teritorijā	N	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
			Mean	4.05	3.82	3.41	4.00	3.05	3.41	3.36	3.23	3.50	3.41	3.77
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.50	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.50	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00
		Kopā	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
			Mean	3.89	3.73	3.54	3.55	3.09	3.67	3.65	3.78	3.68	3.78	4.20
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Rīgā	N	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
			Mean	3.81	3.64	3.09	3.09	2.89	3.53	3.77	3.79	3.72	3.64	4.19
			Median	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
			Median	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Pierīgā	N	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
			Mean	3.75	3.57	3.36	3.07	3.18	3.61	3.61	3.75	3.50	3.50	4.00
			Median	4.00	3.50	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.50	3.00	4.00
			Median	4.00	3.50	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.50	3.00	4.00
		Lielajā pilsētā vai valstspilsētā	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
			Mean	4.24	3.94	3.76	4.00	3.06	3.76	3.88	3.82	3.59	4.06	4.35
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
		Citā pilsētā	N	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
			Mean	4.16	4.00	3.52	4.16	2.80	3.92	4.00	4.12	3.80	3.80	4.32
			Median	4.00	4.00	4.00	5.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00
			Median	4.00	4.00	4.00	5.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00

[illegible]

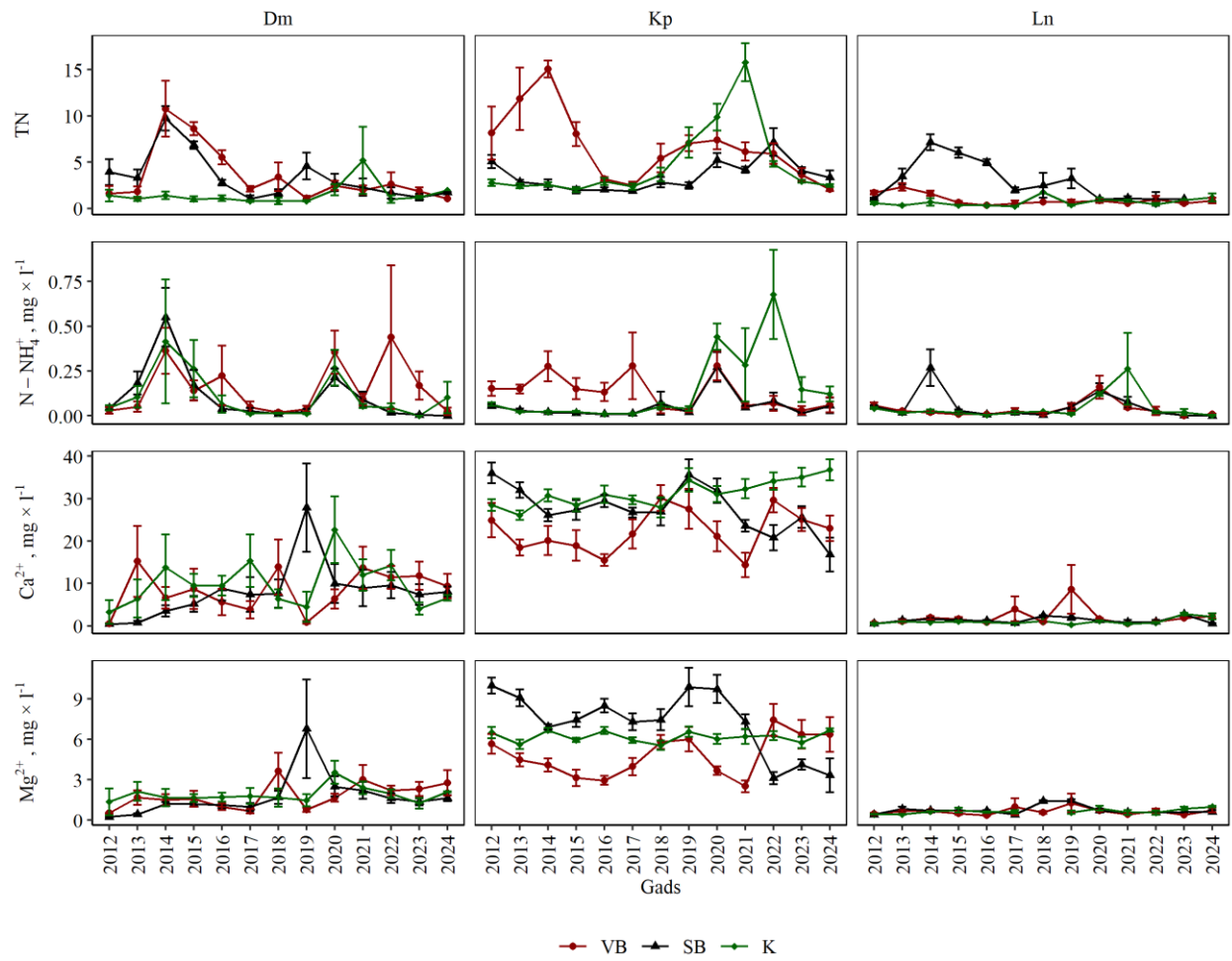
Dzimums	Vecums	Jūsu dzīvesvieta atrodas		Meža ogas	Mežā augoši savvaļas augi	Lietkoksne	Apkurei izmantojama koksne	Savvaļas medžamie dzīvnieki (balis)	Fitoreme-diācija, vides attīrīšana	Oglekļa piesaiste	Troķšņa mazināšana	Erozijas mazināšana	Vide atpūtas un sporta aktivitātēm	Vide ainavas baudīšanai
			Mean	3.97	3.70	3.49	3.58	3.09	3.53	3.63	3.74	3.62	3.85	4.22
			Median	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00

Ūdens kvalitāti raksturojošo parametru ($N_{kop.}$, Ca, Mg, NH_4^+-N) vidējās vērtības skuju koku objektos (Ln, Dm, Kp) MPS Kalsnava 2012. - 2024. gadā

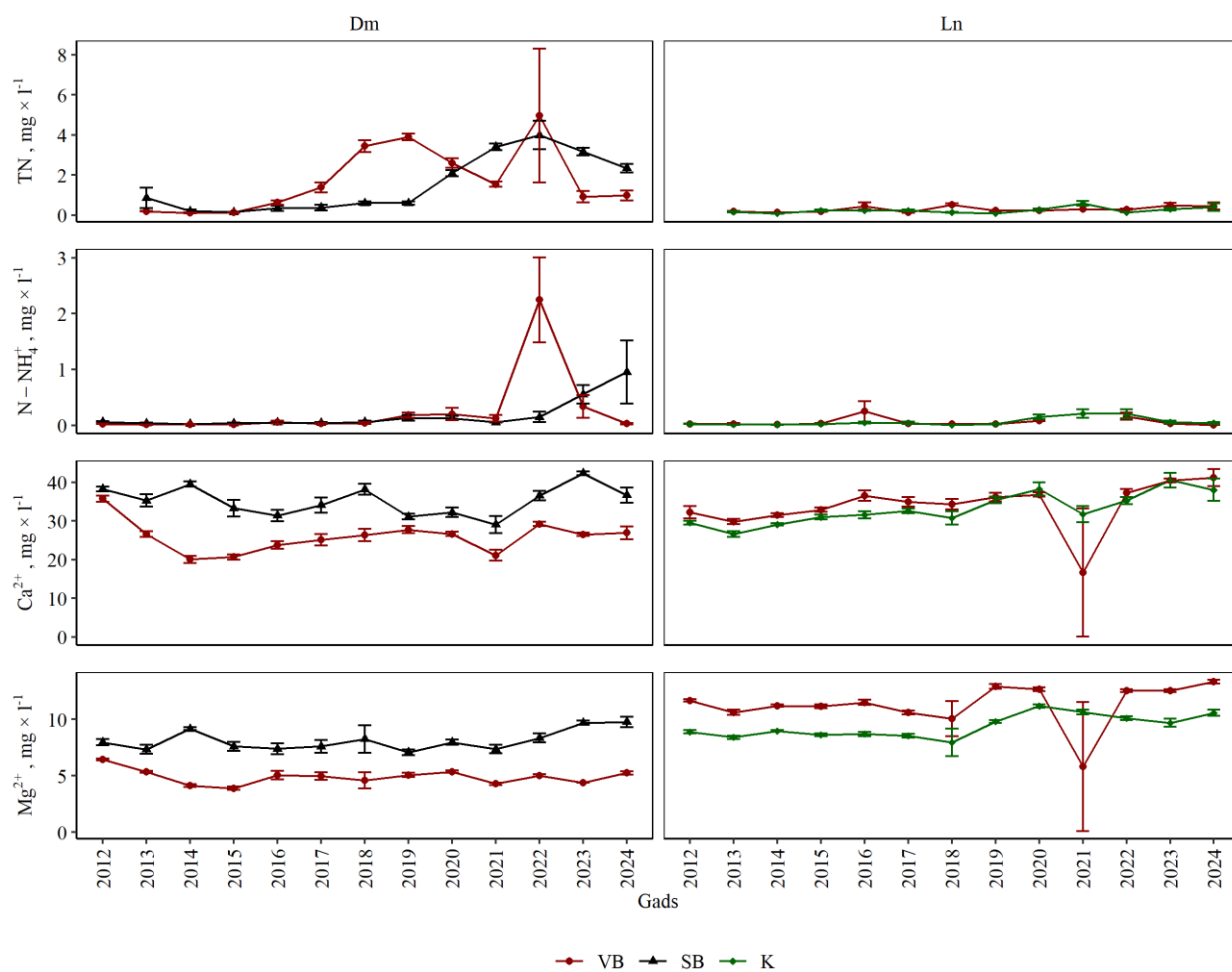
Nokrišņi



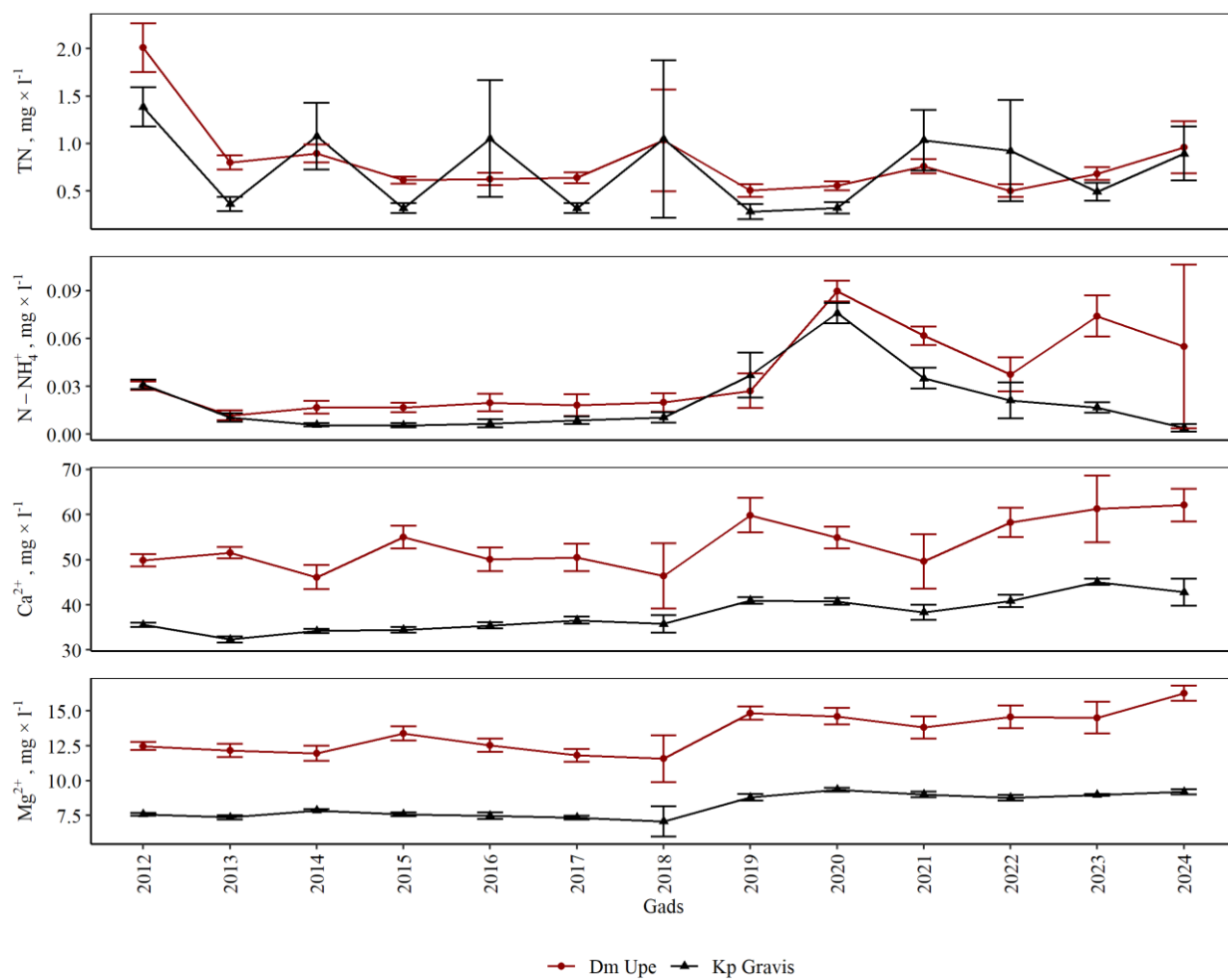
Augsnes ūdens



Gruntsūdens

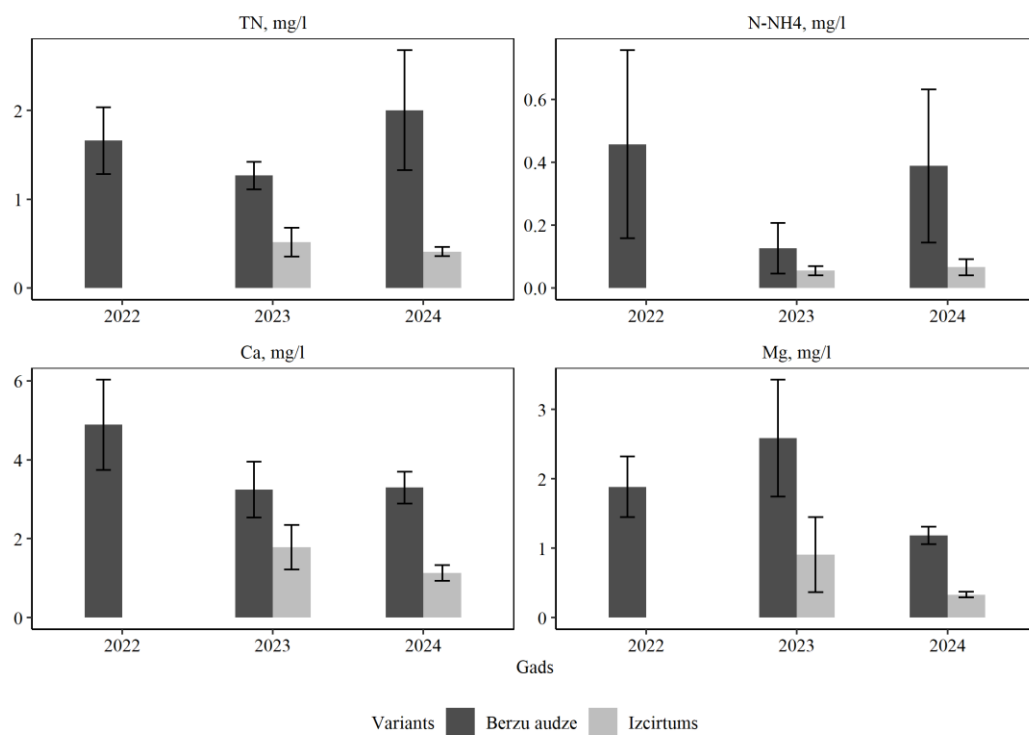


Virszemes ūdens

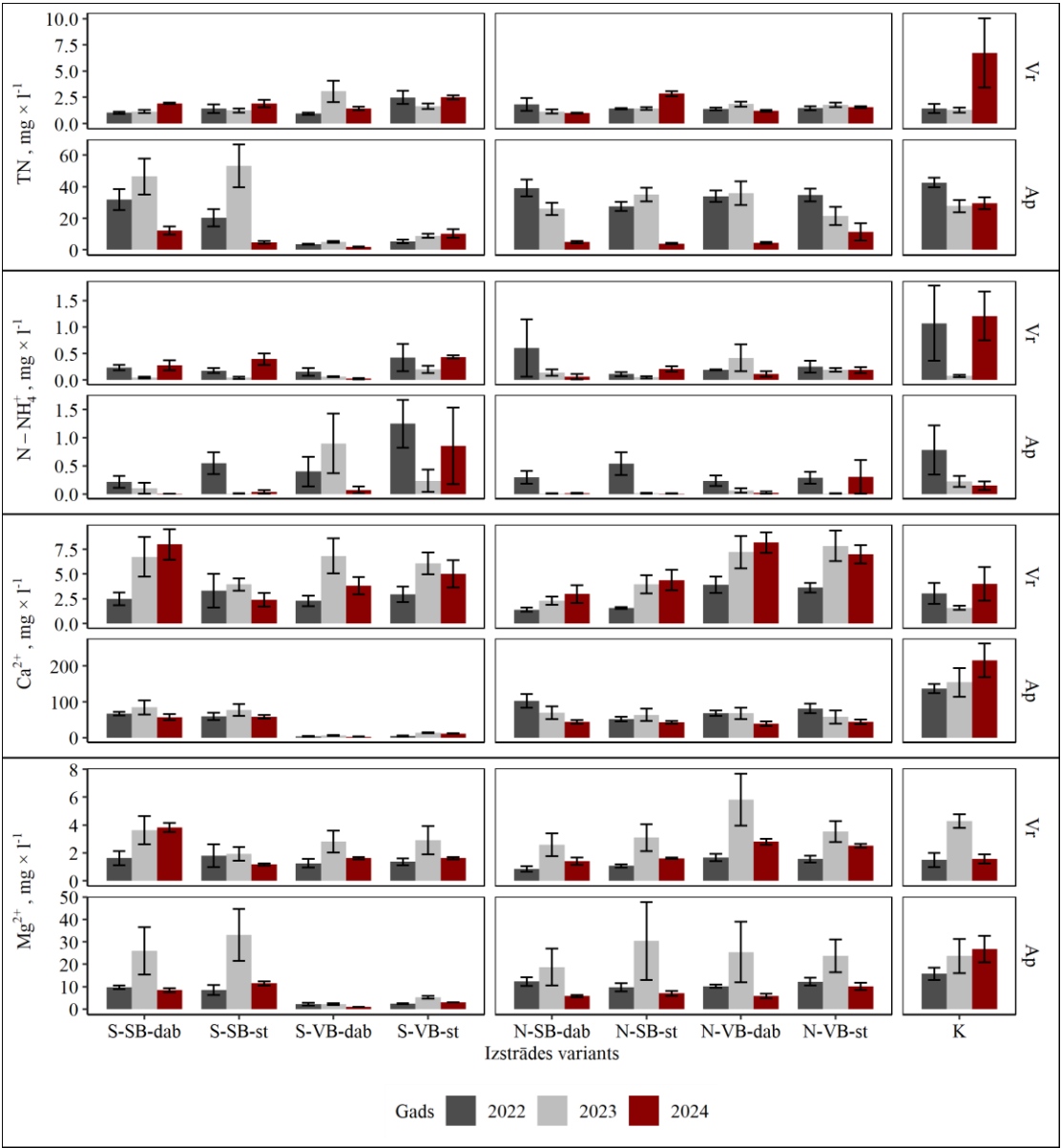


**Ūdens kvalitāti raksturojošo parametru ($N_{kop.}$, Ca, Mg, NH_4^+-N) vidējās vērtības lapu koku
objektos (Vr, Ap) MPS Kalsnava 2022. - 2024. gadā**

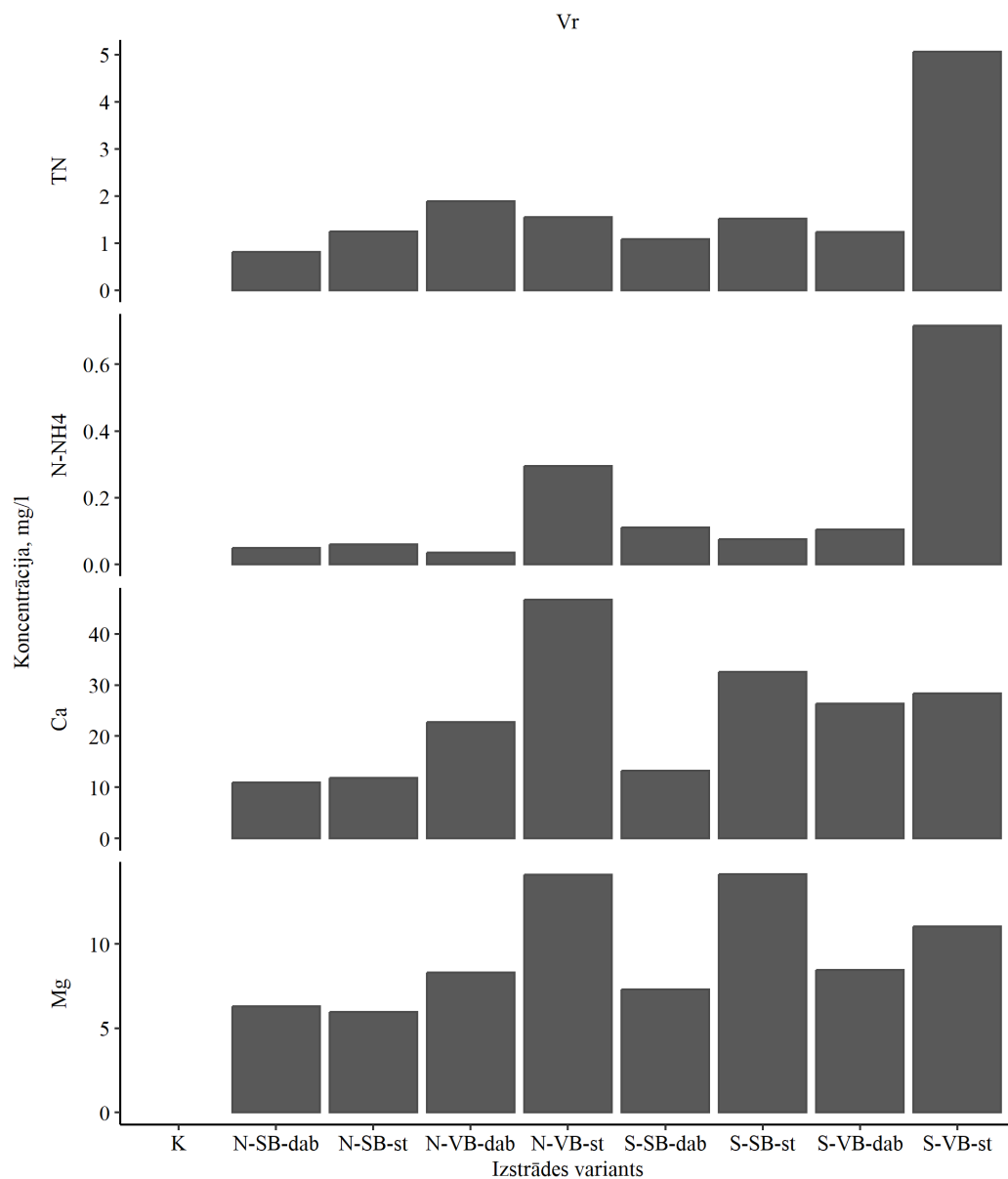
Nokrišņi



Augsnes ūdens



Gruntsūdens



**Sugu saraksts un sastopamība lapu koku parauglaukumos, kuros veikta cirte 2022/2023.
gada ziemā (n=400). Sūnu sugas atzīmētas treknrakstā**

Sugas nosaukums	Sastopamība		Sugas nosaukums	Sastopamība	
	Platlapju ārenis	Vēris		Platlapju ārenis	Vēris
<i>Acer platanoides</i>	1	6	<i>Juncus effusus</i>	1	82
<i>Aegopodium podagraria</i>	70	2	<i>Juncus sp.</i>	1	
<i>Agrostis capillaris</i>	3	3	<i>Juncus tenuis</i>		1
<i>Agrostis stolonifera</i>	1		<i>Lactuca muralis</i>	9	2
<i>Alnus glutinosa</i>		4	<i>Lathyrus vernus</i>	1	
<i>Alopecurus aequalis</i>	3		<i>Leucanthemum vulgare</i>	2	
<i>Anemonoides nemorosa</i>	4	12	<i>Luzula multiflora</i>		1
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1		<i>Luzula pilosa</i>	21	73
<i>Anthriscus sylvestris</i>	2		<i>Lycopus europaeus</i>	1	
<i>Arctium minus</i>	1		<i>Lysimachia vulgaris</i>	3	3
<i>Arctium tomentosum</i>	7		<i>Maianthemum bifolium</i>	0	29
<i>Artemisia vulgaris</i>	15		<i>Marchantia polymorpha</i>		1
<i>Athyrium filix-femina</i>	4	2	<i>Medicago lupulina</i>	17	
<i>Atrichum undulatum</i>		42	<i>Melampyrum nemorosum</i>	12	
<i>Betula pendula</i>	6	9	<i>Melampyrum pratense</i>	1	
<i>Betula pubescens</i>	1	1	<i>Mercurialis perennis</i>	79	
<i>Betula spp.</i>	3	19	<i>Milium effusum</i>		5
<i>Bidens tripartita</i>	1		<i>Moehringia trinervia</i>	66	4
<i>Brachythecium rutabulum</i>	28	9	<i>Myosotis arvensis</i>	4	
<i>Brachythecium sp.</i>	4	5	<i>Oxalis acetosella</i>	52	94
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	37	98	<i>Oxyrrhynchium hians</i>	6	6
<i>Calamagrostis canescens</i>		5	<i>Persicaria hydropiper</i>	2	
<i>Calamagrostis epigeios</i>	7	5	<i>Persicaria lapathifolia</i>		1
<i>Caltha palustris</i>	1		<i>Persicaria maculosa</i>	1	1
<i>Campanula glomerata</i>	1		<i>Phragmites australis</i>		1
<i>Carduus crispus</i>		1	<i>Pilosella officinarum</i>	1	
<i>Carex canescens</i>	1	117	<i>Picea abies</i>		3
<i>Carex digitata</i>		5	<i>Plagiomnium affine</i>	8	21
<i>Carex flava</i>	1		<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	4	3
<i>Carex leporina</i>		4	<i>Plagiomnium sp.</i>		2
<i>Carex nigra</i>		5	<i>Plantago major</i>	19	2
<i>Carex pallescens</i>	1	1	<i>Pleurozium schreberi</i>	5	9
<i>Carex remota</i>		1	<i>Poa pratensis</i>	8	1
<i>Carex spp.</i>	17	10	<i>Poa sp.</i>	2	
<i>Carex sylvatica</i>	4		<i>Poa trivialis</i>	7	
<i>Cerastium holosteoides</i>	9		<i>Polytrichum commune</i>		13
<i>Ceratodon purpureus</i>		4	<i>Polytrichum juniperinum</i>		5
<i>Chaenorhinum minus</i>	1		<i>Polytrichum piliferum</i>		1

<i>Chamaenerion angustifolium</i>		1	<i>Populus tremula</i>	72	151
<i>Chenopodium album</i>	8	1	<i>Potentilla erecta</i>	3	
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	4		<i>Potentilla sp.</i>	1	
<i>Circaea alpina</i>	5		<i>Prunella vulgaris</i>	6	
<i>Cirsium arvense</i>	66	4	<i>Prunus padus</i>	30	
<i>Cirsium oleraceum</i>	29	1	<i>Pteridium aquilinum</i>	24	1
<i>Cirsium palustre</i>	17		<i>Pulmonaria obscura</i>		4
<i>Cirsium vulgare</i>	19	2	<i>Quercus robur</i>	1	2
<i>Clinopodium vulgare</i>	2		<i>Rabelera holostea</i>	1	42
<i>Corylus avellana</i>	7	8	<i>Ranunculus repens</i>	6	10
<i>Crepis biennis</i>	1		<i>Rhodobryum roseum</i>		1
<i>Dactylis glomerata</i>	1		<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	4	6
<i>Daphne mezereum</i>	1		<i>Ribes sp.</i>	1	
<i>Deschampsia cespitosa</i>		3	<i>Rorippa palustris</i>	1	
<i>Dicranum polysetum</i>	3	4	<i>Rubus caesius</i>	15	8
<i>Dicranum scoparium</i>	4	31	<i>Rubus idaeus</i>	147	147
<i>Dryopteris carthusiana</i>	10	65	<i>Rubus saxatilis</i>	0	2
<i>Dryopteris filix-mas</i>	3		<i>Rumex acetosa</i>	2	1
<i>Elymus caninus</i>	3		<i>Rumex acetosella</i>	2	
<i>Epilobium hirsutum</i>	5	1	<i>Rumex obtusifolius</i>	4	
<i>Epilobium parviflorum</i>	2	7	<i>Salix spp.</i>	5	27
<i>Epilobium spp.</i>	4	14	<i>Scirpus sylvaticus</i>	4	3
<i>Equisetum arvense</i>	1		<i>Scrophularia nodosa</i>	1	5
<i>Equisetum pratense</i>	10	1	<i>Scutellaria galericulata</i>	15	
<i>Equisetum sylvaticum</i>	13	11	<i>Senecio sp.</i>		5
<i>Erigeron annuus</i>	2		<i>Senecio sylvaticus</i>	3	1
<i>Erigeron canadensis</i>	28	11	<i>Silene flos-cuculi</i>	1	
<i>Euonymus europaeus</i>	9		<i>Silene sp.</i>		1
<i>Eurhynchium angustirete</i>	13	22	<i>Solanum dulcamara</i>	2	
<i>Filipendula ulmaria</i>	26		<i>Solidago canadensis</i>	1	
<i>Fragaria vesca</i>	11		<i>Solidago virgaurea</i>	6	3
<i>Frangula alnus</i>	1	1	<i>Sonchus arvensis</i>	13	4
<i>Fraxinus excelsior</i>	11	2	<i>Sorbus aucuparia</i>	20	12
<i>Galeopsis bifida</i>	106	7	<i>Sphagnum angustifolium</i>		1
<i>Galeopsis sp.</i>		1	<i>Sphagnum squarrosum</i>		16
<i>Galium album</i>	15		<i>Stellaria longifolia</i>	11	
<i>Galium odoratum</i>		14	<i>Stellaria media</i>	1	
<i>Galium palustre</i>	1		<i>Stellaria nemorum</i>	30	5
<i>Geum rivale</i>	8		<i>Taraxacum officinale</i>	11	7
<i>Glyceria fluitans</i>	8		<i>Tetraphis pellucida</i>		2
<i>Gnaphalium uliginosum</i>		1	<i>Tilia cordata</i>		4
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	1	4	<i>Trientalis europaea</i>	4	58
<i>Hepatica nobilis</i>	20	10	<i>Trifolium repens</i>	4	1

<i>Hieracium umbellatum</i>	1		<i>Tussilago farfara</i>	3	1
<i>Hylocomnium splendens</i>	6	14	<i>Ulmus glabra</i>		1
<i>Hypericum maculatum</i>		1	<i>Urtica dioica</i>	99	3
<i>Hypericum perforatum</i>	3		<i>Vaccinium myrtillus</i>	19	53
<i>Hypochaeris radicata</i>	1		<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	3	3
<i>Lamium galeobdolon</i>	53	25	<i>Verbascum nigrum</i>	2	
<i>Lolium giganteum</i>		1	<i>Veronica chamaedrys</i>	7	
<i>Impatiens parviflora</i>	1		<i>Veronica officinalis</i>	1	5
<i>Juncus articulatus</i>		2	<i>Veronica scutellata</i>	3	
			<i>Viola spp.</i>	9	3

Figure 1 displays box plots showing the distribution of water quality parameters (pH, N-NO_3^- , TN, N-NH_4^+ , P-PO_4^{3-} , K^+ , Ca^{2+} , TSS, DOC, DO) in the Gads River for the years 2021, 2022, and 2023. The plots are arranged in a 5x2 grid. Each plot shows the median (horizontal line), interquartile range (box), and range (whiskers) of the data. Outliers are shown as open circles. Letters above the boxes indicate statistical significance groups.

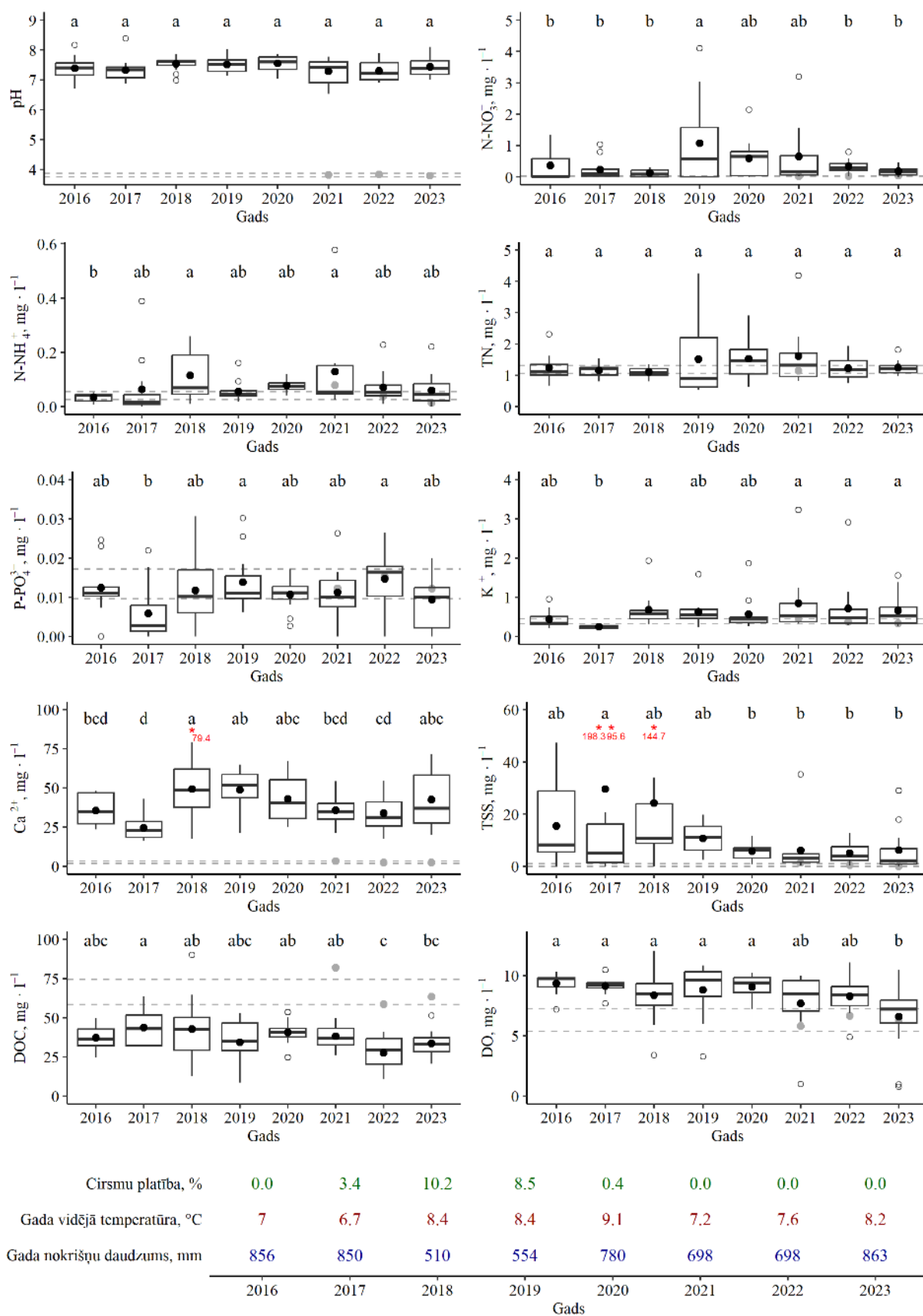
Left Column Parameters:

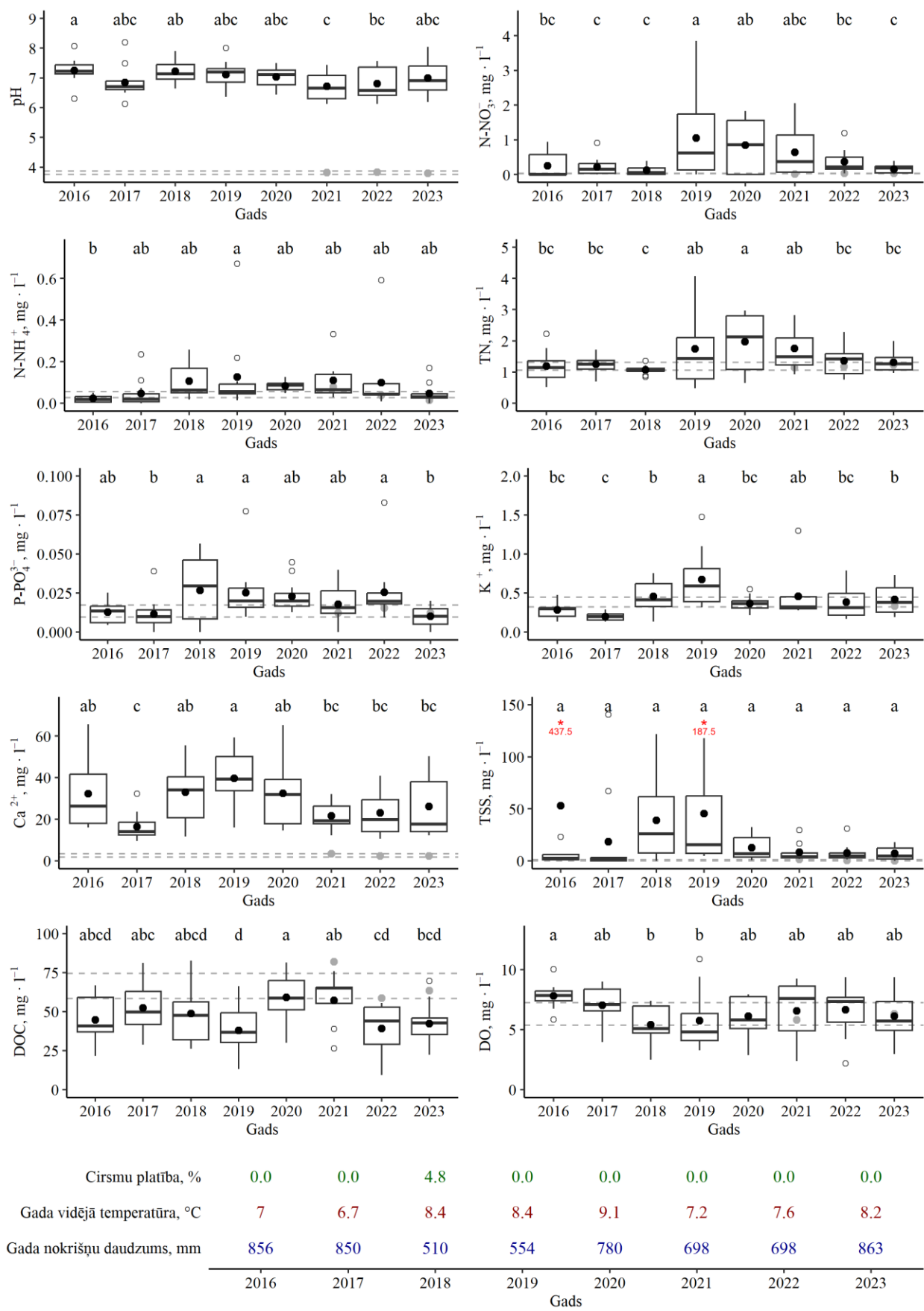
- pH:** Median values are approximately 7.5 in 2021, 7.2 in 2022, and 7.5 in 2023. All years are in group 'a'.
- N-NH_4^+ ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$):** Median values are approximately 0.08 in 2021, 0.11 in 2022, and 0.05 in 2023. All years are in group 'a'.
- P-PO_4^{3-} ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$):** Median values are approximately 0.015 in 2021, 0.02 in 2022, and 0.01 in 2023. Groups are 'ab' (2021), 'a' (2022), and 'b' (2023).
- Ca^{2+} ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$):** Median values are approximately 32 in 2021, 32 in 2022, and 35 in 2023. All years are in group 'a'.
- DOC ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$):** Median values are approximately 42 in 2021, 35 in 2022, and 38 in 2023. All years are in group 'a'.

Right Column Parameters:

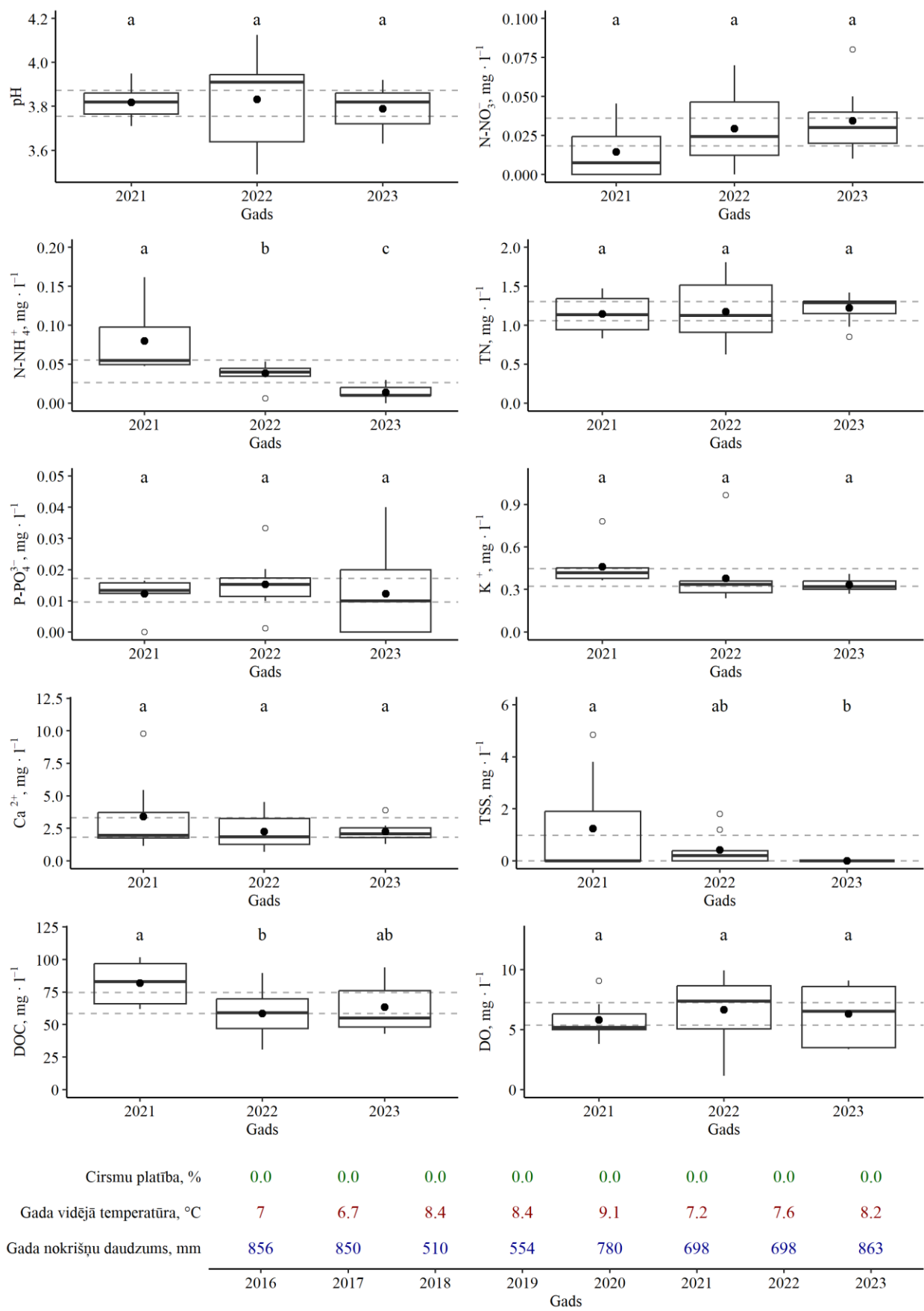
- N-NO_3^- ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$):** Median values are approximately 0.8 in 2021, 0.6 in 2022, and 0.4 in 2023. All years are in group 'a'.
- TN ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$):** Median values are approximately 1.8 in 2021, 1.8 in 2022, and 1.7 in 2023. All years are in group 'a'.
- K^+ ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$):** Median values are approximately 0.7 in 2021, 0.7 in 2022, and 0.8 in 2023. All years are in group 'a'.
- TSS ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$):** Median values are approximately 5 in 2021, 4 in 2022, and 3 in 2023. All years are in group 'a'.
- DO ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$):** Median values are approximately 7.5 in 2021, 7.5 in 2022, and 6.5 in 2023. All years are in group 'a'.

Cirsmu platība, %	0.1	3.0	7.4	3.6	3.0	1.7	0.4	0.8
Gada vidējā temperatūra, °C	7	6.7	8.4	8.4	9.1	7.2	7.6	8.2
Gada nokrišņu daudzums, mm	856	850	510	554	780	698	698	863
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023





P0



2024. gada veģetācijas uzskaitē konstatēto zemesdzes vaskulāro augu, sūnu un ķērpju sugu saraksts un to sastopamība, % no kopējā apsekoto parauglaukumu skaita

	Sastopamība, %		Sastopamība, %
Vaskulārie augi			
<i>Achillea millefolium</i>	48.11	<i>Juncus tenuis</i>	7.55
<i>Aegopodium podagraria</i>	22.64	<i>Knautia arvensis</i>	10.85
<i>Agrostis gigantea</i>	0.47	<i>Lamium galeobdolon</i>	0.47
<i>Agrostis stolonifera</i>	1.42	<i>Lapsana communis</i>	2.83
<i>Agrostis tenuis</i>	72.17	<i>Lathyrus pratensis</i>	18.40
<i>Alchemilla vulgaris</i>	9.43	<i>Lathyrus sylvestris</i>	6.13
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	1.42	<i>Leontodon autumnalis</i>	12.26
<i>Alnus glutinosa</i>	15.57	<i>Leucanthemum vulgare</i>	36.32
<i>Alnus incana</i>	5.66	<i>Linum catharticum</i>	0.47
<i>Anemone nemorosa</i>	6.60	<i>Listera ovata</i>	0.94
<i>Angelica sylvestris</i>	22.64	<i>Lolium multiflorum</i>	4.25
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	7.08	<i>Lolium perenne</i>	25.47
<i>Anthriscus sylvestris</i>	21.23	<i>Lonicera xylosteum</i>	0.47
<i>Anthyllis arenaria</i>	0.47	<i>Lotus corniculatus</i>	1.42
<i>Anthyllis vulneraria</i>	1.89	<i>Lupinus polyphyllus</i>	22.64
<i>Arctium tomentosum</i>	0.47	<i>Luzula campestris</i>	2.36
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	17.92	<i>Luzula multiflora</i>	15.09
<i>Armoracia rusticana</i>	0.47	<i>Luzula pilosa</i>	46.23
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2.36	<i>Lycopus europaeus</i>	8.02
<i>Artemisia campestris</i>	5.66	<i>Lysimachia nummularia</i>	0.94
<i>Artemisia vulgaris</i>	50.94	<i>Lysimachia thyrsoiflora</i>	0.47
<i>Athyrium filix-femina</i>	11.32	<i>Lysimachia vulgaris</i>	24.53
<i>Avenella flexuosa</i>	1.42	<i>Lythrum salicaria</i>	0.47
<i>Avenula pubescens</i>	0.47	<i>Maianthemum bifolium</i>	15.09
<i>Betula pendula</i>	37.74	<i>Matricaria perforata</i>	6.60
<i>Betula pubescens</i>	2.83	<i>Medicago falcata</i>	0.47
<i>Betula sp.</i>	28.77	<i>Melampyrum nemorosum</i>	28.30
<i>Bromus hordeaceus</i>	8.02	<i>Melampyrum pratense</i>	37.74
<i>Bromus inermis</i>	0.47	<i>Melica nutans</i>	2.83
<i>Bromus sp.</i>	0.94	<i>Melilotus albus</i>	12.26
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	23.11	<i>Mentha arvensis</i>	3.30
<i>Calamagrostis canescens</i>	7.08	<i>Mercurialis perennis</i>	0.47
<i>Calamagrostis epigejos</i>	67.45	<i>Molinia caerulea</i>	33.49
<i>Calluna vulgaris</i>	54.72	<i>Mycelis muralis</i>	16.98
<i>Campanula cervicaria</i>	0.47	<i>Myosotis arvensis</i>	9.43
<i>Campanula patula</i>	13.68	<i>Myosotis palustris</i>	6.13
<i>Campanula persicifolia</i>	2.36	<i>Myosotis sp.</i>	0.47
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0.47	<i>Oenothera biennis</i>	6.13

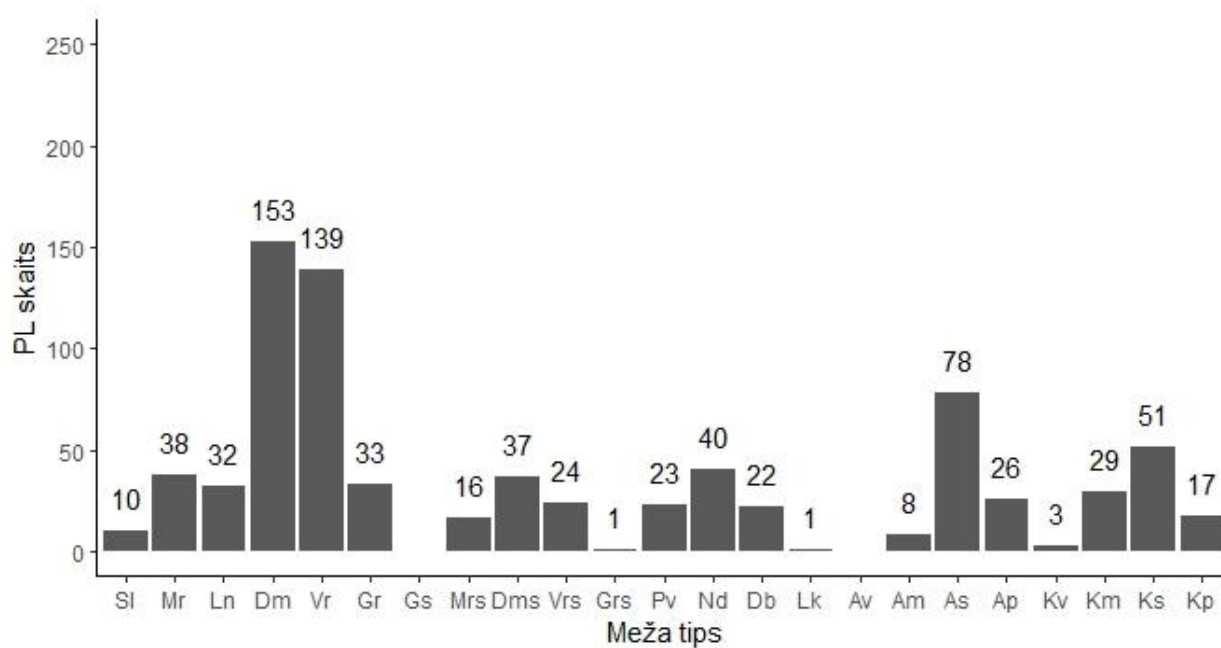
<i>Cardamine amara</i>	0.47	<i>Orthilia secunda</i>	3.77
<i>Cardamine sp.</i>	0.47	<i>Oxalis acetosella</i>	7.55
<i>Cardaminopsis arenosa</i>	6.60	<i>Oxalis sp.</i>	8.02
<i>Carduus crispus</i>	0.47	<i>Pastinaca sativa</i>	4.72
<i>Carduus sp.</i>	1.42	<i>Persicaria minor</i>	2.83
<i>Carex canescens</i>	0.94	<i>Peucedanum palustre</i>	0.94
<i>Carex contigua</i>	4.25	<i>Picea abies</i>	66.98
<i>Carex digitata</i>	16.51	<i>Pilosella praealta</i>	7.08
<i>Carex echinata</i>	0.94	<i>Pilosella sp.</i>	9.91
<i>Carex flava</i>	7.55	<i>Plantago lanceolata</i>	6.60
<i>Carex hirta</i>	14.62	<i>Plantago major</i>	55.19
<i>Carex leporina</i>	10.38	<i>Poa angustifolia</i>	1.89
<i>Carex nigra</i>	9.43	<i>Poa annua</i>	18.87
<i>Carex pallescens</i>	5.19	<i>Poa palustris</i>	16.51
<i>Carex pseudocyperus</i>	0.47	<i>Poa sp.</i>	2.83
<i>Carex remota</i>	0.47	<i>Poa trivialis</i>	4.72
<i>Carex rostrata</i>	1.42	<i>Polygonatum sp.</i>	1.42
<i>Carex sp.</i>	21.23	<i>Polygonum arenastrum</i>	3.30
<i>Carex sylvatica</i>	5.66	<i>Polygonum sp.</i>	0.47
<i>Carex vesicaria</i>	0.47	<i>Populus tremula</i>	20.75
<i>Carlina vulgaris</i>	0.47	<i>Potentilla anserina</i>	1.42
<i>Centaurea jacea</i>	9.43	<i>Potentilla argentea</i>	1.42
<i>Centaurea scabiosa</i>	1.89	<i>Potentilla erecta</i>	19.81
<i>Centaurea sp.</i>	0.94	<i>Prunella vulgaris</i>	38.21
<i>Cerastium arvense</i>	1.42	<i>Prunus sp.</i>	0.47
<i>Cerastium holosteoides</i>	33.49	<i>Pteridium aquilinum</i>	24.53
<i>Chaenorhinum minus</i>	2.36	<i>Pyrola rotundifolia</i>	4.72
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	39.15	<i>Quercus robur</i>	5.66
<i>Chelidonium majus</i>	0.94	<i>Ranunculus acris</i>	8.02
<i>Chenopodium album</i>	2.83	<i>Ranunculus cassubicus</i>	0.47
<i>Chenopodium sp.</i>	0.47	<i>Ranunculus flammula</i>	2.36
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	1.42	<i>Ranunculus polyanthemos</i>	9.43
<i>Cicuta virosa</i>	0.94	<i>Ranunculus repens</i>	25.47
<i>Cirsium arvense</i>	20.28	<i>Ranunculus spp.</i>	0.94
<i>Cirsium heterophyllum</i>	0.94	<i>Rhamnus cathartica</i>	0.47
<i>Cirsium oleraceum</i>	12.26	<i>Rorippa palustris</i>	0.47
<i>Cirsium palustre</i>	12.26	<i>Rubus caesius</i>	4.25
<i>Cirsium sp.</i>	1.89	<i>Rubus idaeus</i>	49.53
<i>Cirsium vulgare</i>	7.08	<i>Rubus nessensis</i>	3.30
<i>Clinopodium acinos</i>	0.94	<i>Rubus saxatilis</i>	2.83
<i>Clinopodium vulgare</i>	3.77	<i>Rumex acetosa</i>	12.74
<i>Comarum palustre</i>	1.89	<i>Rumex acetosella</i>	33.96
<i>Convallaria majalis</i>	4.25	<i>Rumex crispus</i>	2.36

<i>Convolvulus arvensis</i>	2.36	<i>Rumex longifolius</i>	0.47
<i>Convolvulus sp.</i>	0.47	<i>Rumex obtusifolius</i>	1.42
<i>Corylus avellana</i>	1.89	<i>Sagina nodosa</i>	0.94
<i>Cota tinctoria</i>	1.89	<i>Sagina procumbens</i>	0.94
<i>Crepis biennis</i>	1.42	<i>Salix spp.</i>	62.26
<i>Crepis paludosa</i>	0.94	<i>Sambucus racemosa</i>	0.47
<i>Crepis sp.</i>	1.42	<i>Scirpus sylvaticus</i>	9.43
<i>Crepis tectorum</i>	6.60	<i>Scleranthus annuus</i>	14.15
<i>Dactylis glomerata</i>	20.28	<i>Scorzonera humilis</i>	0.47
<i>Dactylorhiza baltica</i>	0.94	<i>Scrophularia nodosa</i>	5.66
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	0.94	<i>Scutellaria galericulata</i>	2.36
<i>Daucus carota</i>	9.43	<i>Senecio jacobaea</i>	9.43
<i>Deschampsia cespitosa</i>	24.06	<i>Senecio sp.</i>	6.60
<i>Elytrigia repens</i>	8.49	<i>Senecio sylvaticus</i>	1.42
<i>Epilobium hirsutum</i>	3.77	<i>Setaria viridis</i>	5.19
<i>Epilobium montanum</i>	9.43	<i>Silene dioica</i>	0.47
<i>Epilobium parviflorum</i>	0.47	<i>Silene flos-cuculi</i>	12.74
<i>Epilobium sp.</i>	17.45	<i>Silene latifolia</i>	2.36
<i>Epipactis helleborine</i>	8.02	<i>Silene vulgaris</i>	0.94
<i>Equisetum arvense</i>	25.47	<i>Solanum dulcamara</i>	2.83
<i>Equisetum pratense</i>	2.83	<i>Solidago canadensis</i>	22.64
<i>Equisetum sylvaticum</i>	19.34	<i>Solidago gigantea</i>	0.94
<i>Erigeron acris</i>	9.91	<i>Solidago virgaurea</i>	16.98
<i>Erigeron annuus</i>	8.02	<i>Sonchus arvensis</i>	8.02
<i>Erigeron canadensis</i>	50.00	<i>Sonchus oleraceus</i>	0.47
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	0.94	<i>Sonchus sp.</i>	4.25
<i>Erysimum odoratum</i>	0.94	<i>Sorbus aucuparia</i>	10.85
<i>Euonymus europaeus</i>	0.47	<i>Spergula arvensis</i>	15.09
<i>Eupatorium cannabinum</i>	0.47	<i>Stellaria media</i>	8.02
<i>Euphrasia parviflora</i>	0.47	<i>Stellaria nemorum</i>	1.42
<i>Fallopia convolvulus</i>	0.94	<i>Stellaria sp.</i>	0.47
<i>Festuca gigantea</i>	5.66	<i>Symphytum officinale</i>	0.47
<i>Festuca ovina</i>	31.13	<i>Tanacetum vulgare</i>	13.21
<i>Festuca rubra</i>	52.83	<i>Taraxacum spp.</i>	76.42
<i>Festuca sp.</i>	0.47	<i>Thelypteris palustris</i>	1.42
<i>Festuca trachyphylla</i>	1.42	<i>Tilia cordata</i>	2.36
<i>Filipendula ulmaria</i>	8.96	<i>Tragopogon pratensis</i>	1.42
<i>Fragaria vesca</i>	20.75	<i>Trientalis europaea</i>	9.91
<i>Frangula alnus</i>	19.81	<i>Trifolium arvense</i>	2.83
<i>Galeopsis sp.</i>	4.72	<i>Trifolium aureum</i>	2.83
<i>Galeopsis tetrahit</i>	5.19	<i>Trifolium hybridum</i>	7.55
<i>Galium album</i>	36.32	<i>Trifolium medium</i>	17.45
<i>Galium aparine</i>	0.47	<i>Trifolium pratense</i>	10.38
<i>Galium boreale</i>	1.89	<i>Trifolium repens</i>	39.62

<i>Galium elongatum</i>	0.94	<i>Tussilago farfara</i>	31.13
<i>Galium palustre</i>	8.49	<i>Typha latifolia</i>	0.94
<i>Galium uliginosum</i>	8.49	<i>Urtica dioica</i>	12.26
<i>Geranium palustre</i>	5.19	<i>Vaccinium myrtillus</i>	50.00
<i>Geranium pratense</i>	0.47	<i>Vaccinium uliginosum</i>	2.83
<i>Geranium robertianum</i>	2.36	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	42.45
<i>Geum rivale</i>	5.19	<i>Valeriana officinalis</i>	15.09
<i>Glechoma hederacea</i>	1.42	<i>Verbascum nigrum</i>	2.36
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	6.60	<i>Verbascum thapsus</i>	0.47
<i>Goodyera repens</i>	6.60	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	0.47
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	0.94	<i>Veronica beccabunga</i>	0.47
<i>Heracleum sibiricum</i>	2.83	<i>Veronica chamaedrys</i>	39.62
<i>Hieracium sp.</i>	4.25	<i>Veronica officinalis</i>	28.77
<i>Hieracium umbellatum</i>	10.85	<i>Veronica scutellata</i>	1.42
<i>Hieracium vulgatum</i>	4.72	<i>Veronica serpyllifolia</i>	1.89
<i>Holcus lanatus</i>	1.42	<i>Vicia cracca</i>	29.25
<i>Hypericum perforatum</i>	11.79	<i>Vicia sepium</i>	2.36
<i>Hypericum sp.</i>	0.47	<i>Vicia sp.</i>	0.94
<i>Hypochaeris radicata</i>	40.57	<i>Vicia sylvatica</i>	4.25
<i>Iris pseudacorus</i>	1.89	<i>Vicia tetrasperma</i>	0.94
<i>Juncus articulatus</i>	4.72	<i>Viola arvensis</i>	0.94
<i>Juncus compressus</i>	0.47	<i>Viola spp.</i>	37.26
<i>Juncus conglomeratus</i>	3.77	<i>Viscaria vulgaris</i>	1.89
<i>Juncus filiformis</i>	4.25		
Sūnas			
<i>Atrichum undulatum</i>	8.02	<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	18.87
<i>Aulacomnium palustre</i>	29.72	<i>Plagiomnium ellipticum</i>	1.42
<i>Brachythecium albicans</i>	14.62	<i>Plagiomnium undulatum</i>	9.91
<i>Brachythecium rutabulum</i>	23.11	<i>Pleurozium schreberi</i>	63.68
<i>Brachythecium sp.</i>	10.85	<i>Pogonatum urnigerum</i>	13.21
<i>Bryum caespitium</i>	0.47	<i>Pohlia nutans</i>	8.49
<i>Calliergon cordifolium</i>	1.89	<i>Polytrichastrum formosum</i>	1.42
<i>Calliergonella cuspidata</i>	21.70	<i>Polytrichum commune</i>	18.40
<i>Ceratodon purpureus</i>	51.89	<i>Polytrichum juniperinum</i>	38.21
<i>Ceratodon sp.</i>	0.47	<i>Polytrichum piliferum</i>	6.60
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	8.02	<i>Pseudoscleropodium purum</i>	0.47
<i>Climacium dendroides</i>	5.19	<i>Ptilium crista-castrensis</i>	12.26
<i>Dicranum majus</i>	2.36	<i>Rhizomnium punctatum</i>	0.47
<i>Dicranum polysetum</i>	43.87	<i>Rhodobryum roseum</i>	5.19
<i>Dicranum scoparium</i>	8.02	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	28.77
<i>Eurhynchium angustirete</i>	5.66	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	27.36
<i>Hylocomium splendens</i>	72.64	<i>Sphagnum angustifolium</i>	0.47
<i>Hypnum cupressiforme</i>	0.47	<i>Sphagnum capillifolium</i>	0.47
<i>Marchantia polymorpha</i>	13.21	<i>Sphagnum girgensohnii</i>	8.02

<i>Oxyrrhynchium hians</i>	3.30	<i>Sphagnum palustre</i>	0.47
<i>Plagiochila asplenioides</i>	11.32	<i>Syntrichia ruralis</i>	0.47
<i>Plagiomnium affine</i>	34.91		
Ќērpji			
<i>Cladonia arbuscula</i>	2.36	<i>Cladonia sp.</i>	13.68
<i>Cladonia coniocraea</i>	0.94	<i>Peltigera canina</i>	1.42
<i>Cladonia gracilis</i>	0.47	<i>Peltigera sp.</i>	16.98
<i>Cladonia rangiferina</i>	4.72		

**Nekoksnes produktu novērtēšanai apsekoto MSI parauglaukumu sadalījums pa meža
tipiem 2024. gadā**



**Aptaujai par meža ainavas vizuālo stimulu ietekmi uz vizuālās kvalitātes vērtējumu
izmantotās fotogrāfijas**

1. Priežu mežs

Sniegs - 1		
Ūdens - 2		
Reljefs - 3		

2. Egļu mežs

Sniegs - 1		
------------	---	--

Ūdens - 2		
Reljefs - 3		

3. Lapu koku mežs

Sniegs - 1		
Ūdens - 2		

Reljefs - 3		
-------------	---	--

4. Izcirtums

Sniegs - 1		
Ūdens - 2		
Reljefs - 3		

5. Meža ceļš

Sniegs - 1



Ūdens - 2



Reljefs - 3

