

PĀRSKATS  
PAR PĒTĪJUMA 2023. GADA REZULTĀTIEM

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: **Darba metodes un tehnoloģijas mežaudžu  
atjaunošanai, ieaudzēšanai, kopšanai un  
aizsardzībai**

Līguma Nr. 5-5.9.1\_007n\_101\_21\_77

PĒTĪJUMA ZINĀTNISKĀ  
VADĪTĀJA: DAGNIJA LAZDIŅA, 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, 2023

# SATURS

1.	Mežaudžu atjaunošanas tehnoloģijas .....	13
1.1	Stādmateriāla un augsnes sagatavošanas veida optimālas kombinācijas izvēle, atjaunojot saimnieciski nozīmīgās koku sugas (P, E, B, Ma).....	13
1.1.1	Koku saglabāšanās un bojājumu uzskaitē parauglaukumos .....	13
1.1.2	Stādīto koku augšanas dinamika .....	16
1.1.3	Stādīto koku saglabāšanās un bojājumi.....	18
1.1.4	Egļu radiālo pieaugumu mērījumi .....	25
1.2	Mežaudžu atjaunošana lielas platības izcirtumos, kas radušies biotisko un abiotisko faktoru ietekmē.....	26
1.2.1	Ziemeļkurzemes reģiona Rindas iecirknī stagnējošās priežu audzēs veiktās aktivitātes un iegūtie rezultāti .....	27
1.2.2	Ziemeļlatgales reģiona Lubānas iecirknī validācijai atlasītajās audzēs veiktās aktivitātes un iegūtie rezultāti .....	31
1.2.3	Evapotranspirācijas modeļa aprobācija .....	35
1.2.4	Ieteikumu izstrāde evapotranspirācijas modeļu integrēšanai esošajā informācijas sistēmā GEO .....	39
1.3	Vienlaicīga augšanas apstākļu uzlabošana un stādīšana .....	39
1.4	Egļu audžu atjaunošanas un audzēšanas paņēmieni uzlabošana .....	44
2.	Meža atjaunošanas, jaunaudžu agrotehniskās un sastāva kopšanas darbu mašinizācija .....	54
2.1	Meža atjaunošanas darbu mašinizācija – jauni risinājumi un esošas prakses rezultātu monitorings .....	54
2.1.1	Mašinizētās sēšanas 2022.gada rezultātu aktualizācija .....	54
2.1.2	Mašinizētās stādīšanas izmēģinājumu sagatavošanās darbi .....	56
2.2	Jaunaudžu kopšanas darbi un mašinizācija .....	57
2.2.1	Jaunaudžu kopšana pēc mašinizētās stādīšanas.....	58
2.2.2	Jaunaudžu mašinizētā kopšana bez enerģētiskās koksnes sagatavošanas .....	62
3.	Tehnoloģijas jaunaudžu aizsardzībai .....	72
3.1	Metodika priežu lielā smecernieka bojājumu risku identificēšanai un novēršanai. Jaunas metodes stādāmā materiāla apstrādei un aizsargāšanai pret priežu lielā smecernieka radītiem bojājumiem .....	72
3.1.1	Izmēģinājumu stādījumu raksturojums .....	72
3.1.2	Smecernieku un bojājumu uzskaitē .....	73
3.1.3	Līdz šim veikto uzskaišu rezultāti .....	74
3.1.4	Rekomendācijas priežu lielā smecernieka radīto risku prognozēšanai egļu jaunaudzēs, ņemot vērā meža apsaimniekošanas praksi un metodika 2024. gada izmēģinājumiem .....	77
3.2	Pētījumi mežsaimniecības un medību saimniecības līdzsvaram.....	79
3.2.1	Pārnadžu radīto priežu bojājumu un lapu koku stāvokļa novērtējums.....	79
3.2.2	Pārnadžu vasaras barības bāzes apkodumu novērtējums lapu kokiem un krūmiem .....	82
3.2.3	Sīkkrūmu potenciālā nozīme pārnadžu ziemas barībā .....	85
3.2.4	Barības sastāva noskaidrošana veicot pārnadžu ziemas ekskrementu DNS analīzes .....	90

3.3 Briežu dzimtas dzīvnieku radīto postījumu ekonomiskā ietekme mežsaimniecības ciklā.....	98
3.4 Jaunas metodes briežu dzimtas dzīvnieku postījumu ierobežošanai skuju koku audzēs, ekonomiskie aprēķini metožu ieviešanai praksē .....	102
3.4.1 Aizsardzības līdzekļu efektivitātes un noturības izvērtējums .....	103
3.4.2 Aizsardzības līdzekļu -repelentu noturība.....	105
3.4.1 Aizsardzības līdzekļu produktivitātes izvērtējums.....	106
3.4.2 Bojājumi un koku saglabāšanās .....	108
3.4.3 Aitu vilna kā mehāniskais aizsardzības līdzeklis .....	109
3.4.4 Līdzekļu noturība un bojājumu daudzums un intensitāte.....	110

## SAĪSINĀJUMI

P – priede

E – Egle

Ma – melnalksnis

B – bērzs

Pa – pacila

V – vaga

PA – pacilas

N – neapstrādāta augsne

V – vaga

K - kontrole

I,i – ietvarstādi

K,k – kailsakņi

U,u – Kailsakņi ar uzlaboto sakņu sistēmu

LĢIA – Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra

LVĢMC – Latvijas Vides ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs

LVM – Latvijas valsts meži

TWI – Topogrāfiskā mitruma indekss

NDVI – Landsat Normalized Difference Vegetation Index

LAI – Leaf Area Index (lapu laukuma indekss)

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations

ET – evapotranspirācija

PM – Penman-Monteith modelis

AG – ArGrow

LiDAR, LIDAR – Light Detection and Ranging

DNS – Dezoksiribonukleīnskābe

# ATTĒLU SARAKSTS

Att. 1.1. Prauglaukumu izvietojums 702-226-14-2 nogabalā ar četrām koku sugām līdz 2021. gadam (pa kreisi) un pēc 2021. gada pavasara (pa labi).- shematisks attēlojums kā izvietoti jaunie parauglaukumi un izvēlēti koki negatavotajā augsnē pētījuma platībās .....	14
Att. 1.2. Prauglaukumu izvietojums 702-208-28-2 nogabalā ar dažādām priedēm līdz 2021. gadam (pa labi) un pēc 2021. gada pavasara (pa kreisi).....	15
Att. 1.3. Koku augstums dažādos nogabalos pēc piecām veģetācijas sezonām (b-bērzs, mamelnalksnis; e-egle; p-priede; i-ietvarstādi; k- kailsakņi; u-kailsakņu stādi ar uzlabotu sakņu sistēmu; P-pacilas; V-vagas).....	17
Att. 1.4. 2017. gadā stādīto koku saglabāšanās rādītāji (izteikti skaitliski %) jaunaudzēs slapjā damaksnī (Dms) un šaurlapju ārenī (As), ierīkotos izmēģinājumu stādījumos (K – kailsakņi, I – ietvarstādi, U – kailsakņi ar uzlaboto sakņu sistēmu).....	18
Att. 1.5. 2018. gadā stādīto koku saglabāšanās rādītāji (izteikti skaitliski %) jaunaudzēs Dms un Ks, ierīkotos izmēģinājumu stādījumos (K – kailsakņi, I – ietvarstādi, U – kailsakņi ar uzlaboto sakņu sistēmu).....	20
Att. 1.1.6. Mizas bojājumu apakšējais un augšējais punkts dažāda vecuma posmiem starp mieturiem .....	25
Att. 1.7. Augsnes vidējā diennakts temperatūra 5 cm un 20 cm dziļumā (apzīmēti ar krāsainiem riņķīšiem) un koku radiālā augšanas gaita (apzīmēts ar līnijām). N – negatavota .....	26
Att. 1.8. Gruntsūdens līmeņa monitoringa rezultāti Rindas iecirknī ierīkotajos parauglaukumos	29
Att. 1.9. Izvēlēto nogabalu izvietojums Lubānas iecirknī .....	31
Att. 1.10. Gruntsūdens līmeņa monitoringa rezultāti Lubānas iecirkņa ierīkotajos parauglaukumos .....	32
Att. 1.11. Sakņu skenēšanas process 802-624-9 nogabalā, kur pacilās stādītas priedes.....	33
Att. 1.12. Sakņu blīvuma novērtējums.....	33
Att. 1.13. Iegūti rezultāti no sakņu skenējumu analīzes vagās ievietotos cilindros.....	34
Att. 1.14. Iegūti rezultāti no sakņu skenējumu analīzes pacilās ievietotos cilindros.....	34
Att. 1.15. Sakņu attīstība pacilās veģetācijas perioda laikā 802-624-9 audzē, otrais parauglaukums. Ar cipariem 1-4 atzīmēts sakņu skenēšanas logs (dziļuma soļi).....	35
Att. 1.16. Gruntsūdens dziļuma prognozes piemērs Lubānas iecirknī .....	37
Att. 1.17. Gruntsūdens līmenis objektos Lubānas iecirknī. ....	38
Att. 1.18. Nokrišņi un vidējā evapotranspirācija Lubānas iecirknī.....	38
Att. 1.19. Bojāto un ne bojāto koku sastopamība apsekotajos parauglaukumos .....	40
Att. 1.20. Apsekotās 10 egļu audzes 2023. gada decembrī, sadalītas pa bonitātes klasēm .....	45
Att. 1.21. Nogabala 507-273-6 parauglaukumu izvietojums uz LiDAR reljefa modeļa un prognozētā kūdras slāņa biezuma kartes (Silava) .....	46
Att. 1.22. Vienādvecuma E audžu stumbru caurmēri 1,3 m augstumā.....	51
Att. 1.23. Egļu audžu augsnes pH, koku skaita un stumbra caurmēra, augstuma un elektrovadītspējas kopsakarības.....	52
Att. 2.1. Sēšanas rezultāta uzskaites parauglaukumu izvietojums.....	54
Att. 2.2. Sēšanas rezultāta uzskaites parauglaukuma shēma. ....	55
Att. 2.3. Parauglaukumos izdīgušo un saglabājušos sējeņu skaits (Tirzas un Rindas sēklu plantāciju izcelsmes sēklas). ....	55

Att. 2.4. Mašinizētās sēšanas rezultāts – 2022. gada sējums - izveidotas pārāk stāvas vagas atbērtnes un dziļš arums.....	55
Att. 2.5. Mašinizēta ietvarstādu stādīšana vagās.....	56
Att. 2.6. Stādīšanas apstākļi, Zviedrijā un Latvijā.....	57
Att. 2.7. Darba laika uzskaitē izmantotās GPS ierīces un aplikācijas.....	59
Att. 2.8. Patērētais laiks un nostaigātais attālums veicot agrotehnisko kopšanu dažādos darba apstākļos.....	59
Att. 2.9. Agrotehniskās kopšanas ātrums atkarībā no platības aizzēluma/darba apstākļiem.....	60
Att. 2.10. Agrotehniskās kopšanas ātrums atkarībā no pacilas un pacilas bedres izmēriem.....	61
Att. 2.11. Mašinizētās jaunaudzē kopšanas darbu izpildes variantu shematiskais attēlojums.....	62
Att. 2.12. Mašinizētās kopšanas produktivitātes un kvalitātes parauglaukumu izvietojuma platībā izvēles procesa attēlojums.....	64
Att. 2.13. Mašinizētās jaunaudzē kopšanas kvalitātes novērtēšanas parauglaukumos.....	65
Att. 2.14. Mašinizētās kopšanas produktivitāte dažādos kopšanas apstākļos.....	66
Att. 2.15. Celmu skaits parauglaukumos, kas ierīkoti vadoties pēc LIDAR punktu mākoņa.....	67
Att. 2.16. Atstāto koku skaits platībās, kurās veica mašinizēto kopšanu.....	68
Att. 2.17. Celmu augstums mašinizēti koptajās platībās.....	70
Att. 2.18. Sakņu kakla caurmērs atstātajiem kokiem un celmiem.....	70
Att. 3.1. Parcelu izvietojums jaunaudzēs.( A – Palsmane 2, B – Palsmane 1, C – Kārsava 1 un Kārsava 2, D – Kārsava 3. Apstrādes: zaļš – kontrole, zils - woodcoat, oranžs – Latvijas)	73
Att. 3.2. Priežu lielā smecernieka radīto bojājumu apjoms egļu stādiem cirmās pirmajā uzskaites reizē, sadalījums pa bojājumu veidiem.....	74
Att. 3.3. Priežu lielā smecernieka radīto bojājumu apjoms egļu stādiem pirmajā uzskaites reizē, dažādos apstrādes variantos.....	75
Att. 3.4. Priežu lielā smecernieka radīto bojājumu apjoms egļu stādiem cirmās otrajā uzskaites reizē, sadalījums pa bojājumu veidiem.....	75
Att. 3.5. Priežu lielā smecernieka radīto bojājumu apjoms egļu stādiem cirmās otrajā uzskaites reizē, dažādos apstrādes variantos.....	76
Att. 3.6 Smecernieka bojājumu statistiskās analīzes ekrānkopijas.....	76
Att. 3.7. Stādu izdzīvošanas varbūtība atkarībā no apstrādes varianta un ekspozīcijas ilguma (laika kopš stādīšanas).....	77
Att. 3.8. Transektu izvietojuma shēma lapu koku ziemas apkodumu novērtēšanai audzē, kā arī parauglaukumu izvietojuma shēma priežu stāvokļa novērtēšanai audzē pēc Nacionālā meža monitoringa metodikas (attēls pa kreisi, piemērs par Tērvetes iecirkņa 142kv.5.nog.). Attēlā pa labi – lapu koks ar ziemas apkodumiem.....	80
Att. 3.9. Bojāto priežu īpatsvars (Priedes) un apkosto lapu koku (Lapu koki kopā) īpatsvars (no visiem apkostajiem lapu kokiem) priežu jaunaudzēs Tērvetes un Lubānas iecirkņos.....	81
Att. 3.10. Apkosto lapu koku un krūmu (arī avenu) īpatsvars no visiem konkrētās sugas kokaugiem uzskaites transektā Tērvetes un Lubānas iecirkņos.....	81
Att. 3.11. Briežu dzimtas pārnadžu radītie vasaras apkodumi lapu kokiem un krūmiem. Attēlā pa kreisi – apkosti krūklī; attēlā pa labi – bērzi ar nobraucītām lapām un nokostām atvašu galotnēm.....	82
Att. 3.12. Lapu koku un krūmu sugu sastāvs un to īpatsvars priežu jaunaudzēs izietajos transektos Tērvetes un Lubānas iecirkņos.....	83
Att. 3.13. Lapu koku un krūmu pārnadžu radītais vasaras apkodumu līmenis Tērvetes un Lubānas iecirkņa apsekotajās priežu jaunaudzēs.....	83

Att. 3.14. Apkosto lapu koku un krūmu (arī aveņu) īpatsvars no visiem konkrētās sugas kokaugiem uzskaites transektā Tērvetes un Lubānas iecirkņos .....	84
Att. 3.15. Punktu kvadrātu tīkla shēma sīkkrūmu augstuma novērtēšanai (attēls pa kreisi) un sīkkrūmu augstuma noteikšanas piemērs ar mērmietīņu (attēls pa labi) .....	85
Att. 3.16. Piemērs pārnadžu neapkoktiem sīkkrūmiem (attēls augšā pa kreisi) un ziemā apkoktiem sīkkrūmiem (pārējie attēli) .....	86
Att. 3.17. Vidējais sīkkrūmu augstums (cm) iežogotās (1) un neiežogotās (0) audzēs MPS Kalsnavas un Jelgavas mežu novados (Dm – damaksnis; Ln – lāns; As -šaurlapu ārenis) ..	87
Att. 3.18. Salīdzinoši “svaigi” staltbriežu bulļu ekskrementi .....	90
Att. 3.19. Barības sastāva novērtēšanai ievāktu pārnadžu ekskrementu paraugu izvietojums. ....	91
Att. 3.20. Briežu dzimtas pārnadžu ekskrementu paraugu DNS sekvencēšanas rezultāti dalījumā pa augu dzimtām. Aiz vietas nosaukuma norādīts ievāktu paraugu skaits .....	93
Att. 3.21. Aļņu ekskrementu paraugu (S) DNS analīžu rezultāti dalījumā pa augu dzimtām. ....	94
Att. 3.22. Staltbriežu ekskrementu paraugu (S) DNS analīžu rezultāti dalījumā pa augu dzimtām .....	94
Att. 3.23. Stirnu ekskrementu paraugu (S) DNS analīžu rezultāti dalījumā pa augu dzimtām ....	95
Att. 3.24. Veicot ekskrementu DNS analīzes noteiktais barības sastāvs aļņiem, staltbriežiem, stirnām un dambriežiem (Dama dama) Zviedrijā, (attēls pēc Spitzer 2019) .....	96
Att. 3.25. Skenētās priedes ripas paraugs. Attēls pa kreisi – šķērsriezums; pa labi – šķērsriezuma analīze .....	98
Att. 3.26. Priežu mizas bojājuma platuma mērīšana un visa koka stumbra apkārtmēra noteikšana bojājuma veikšanas gadā.....	99
Att. 3.27. Bojātā un sasveķotā laukuma izmērs (cm <sup>2</sup> ) un īpatsvars (%) no visas virsmas dalījumā pēc bojājuma veida (skaidrojumi nodaļas 3.3. metodikas sadaļā) .....	100
Att. 3.28. Sakarība starp bojātās koksnes laukumu un bojātās stumbra daļas īpatsvaru no perimetra .....	100
Att. 3.29. Sakarība starp bojātās koksnes laukumu (cm <sup>2</sup> ) un bojātās stumbra daļas īpatsvaru (%) no perimetra atkarībā no novērtētā priedes stumbra bojājuma veida (skaidrojumi nodaļas 3.3. metodikas sadaļā).....	100
Att. 3.30. Sakarība starp bojāto koku caurmēru bojājuma veikšanas gadā un bojātās stumbra daļas īpatsvaru no stumbra perimetra. Horizontālā ass – paraugi (iekavās bojājuma veikšanas gads) dalījumā pēc novērtētā bojājuma veida (skaidrojumi nodaļas 3.3. metodikas sadaļā) .....	101
Att. 3.31. Šķērslaukumu pieaugumi bojāto priežu grupai bojājuma vietās un 1,3 m augstumā (BG-bojājuma gads) .....	102
Att. 3.32. Ierīkoto parauglaukumu izvietojums dažādo apstrādes variantu atkārtojumos katrā no nogabaliem .....	103
Att. 3.33. Ar aizsarglīdzekļiem aizsargāti priežu galotņu dzinumi. a – Cervacol extra, b – Trico, c – Epsom, d – Jifte B, e – Jifte S, tieši pēc uzklāšanas. ....	104
Att. 3.34. Dažādie aizsardzības līdzekļi vasaras otrajā pusē 02.08.2023.....	105
Att. 3.35. Ar aizsarglīdzekļiem apstrādāti priežu stumbri .....	105
Att. 3.36. 2023. gadā ierīkotās pētījuma platības Epsom un Trico aizsardzības līdzekļu salīdzināšanai .....	106
Att. 3.37. Koku saglabāšanās divos nogabalos, kur 2022. gada rudenī veica galotņu aizsardzību .....	108
Att. 3.38. Koku saglabāšanās divos nogabalos, kur 2022. gada rudenī veica stumbru aizsardzību. ....	108

Att. 3.39. Darba apstākļi – sniegs, liels koku skaits nogabalā (710-239-1), retāk izvietoti dažāda vecuma koki (710-250-8.1).....	109
Att. 3.40. Pakāpes vilnas noturības izvērtējamam .....	110
Att. 3.41. Koku skaits katrā no nogabaliem ar attiecīgo vilnas noturības pakāpi.....	111



# TABULU SARAKSTS

Tabula 1.1. Meža atjaunošanai izmantotās stādu audzēšanas tehnoloģijas un izmēģinājumu-demonstrācijas nogabali, kur mežaudzes atjaunotas 2017. un 2018. gadā .....	14
Tabula 1.2. Bojājumu pakāpes un to skaidrojums .....	15
Tabula 1.3. 2017. gadā stādīto koku galotnes bojājumi (izteikti skaitliski % no visiem apsekotajiem kokiem) jaunaudzēs Dms un As, ierīkotajos izmēģinājumu stādījumos .....	19
Tabula 1.4. 2017. gadā stādīto koku zaru bojājumi (izteikti skaitliski % no visiem apsekotajiem kokiem) jaunaudzēs Dms un As, ierīkotajos izmēģinājumu stādījumos .....	19
Tabula 1.5. 2018. gadā stādīto koku galotnes bojājumi (izteikti skaitliski % no visiem apsekotajiem kokiem) jaunaudzēs Dms un Ks, ierīkotajos izmēģinājumu stādījumos .....	21
Tabula 1.6. 2018. gadā stādīto koku zaru bojājumi (izteikti skaitliski % no visiem apsekotajiem kokiem) jaunaudzēs Dms un Ks, ierīkotajos izmēģinājumu stādījumos .....	21
Tabula 1.7. 2017. gada pavasarī LVM Ziemeļkurzemes reģionā viršu āreņos (703-208-28,2; 703-208-28.1) stādīto P saglabāšanās (izteikta skaitliski %.) .....	22
Tabula 1.8. 2017. gada pavasarī LVM Ziemeļkurzemes reģionā viršu āreņos (703-208-28,2; 703-208-28.1) P galotņu bojājumi (izteikti skaitliski %.) .....	22
Tabula 1.9. 2017. gada pavasarī LVM Ziemeļkurzemes reģionā viršu āreņos (703-208-28,2; 703-208-28.1) P bojātie vainagi (izteikti skaitliski %.) .....	23
Tabula 1.10. 2018. gada pavasarī LVM Ziemeļkurzemes reģionā šaurlapju kūdreņos (707-17-14; 707-28-2) stādīto P saglabāšanās (izteikta skaitliski %.) .....	23
Tabula 1.11. 2018. gada pavasarī LVM Ziemeļkurzemes reģionā šaurlapju kūdreņos (707-17-14; 707-28-2) ) P galotņu bojājumi (izteikti skaitliski %.) .....	24
Tabula 1.12. 2018. gada pavasarī LVM Ziemeļkurzemes reģionā šaurlapju kūdreņos (707-17-14; 707-28-2) ) P bojātie vainagi (izteikti skaitliski %.) .....	24
Tabula 1.13. Gruntsūdens fizikālās un ķīmiskās īpašības Rindas iecirkņa ierīkotajos parauglaukumos .....	28
Tabula 1.14. Izmantotās K <sub>c</sub> vērtības evapotranspirācijas aprēķinu veikšanā dažādos apsaimniekošanas veidos .....	36
Tabula 1.15. Modelim nepieciešamā meteoroloģiskā informācija un datu piemērs .....	39
Tabula 1.16. Kontroles un ar AG ielabotas stādītajās stādīto koku saglabāšanās .....	41
Tabula 1.17. E koku bojājumu īpatsvars pa nogabaliem .....	42
Tabula 1.18. P koku bojājumu īpatsvars pa nogabaliem .....	42
Tabula 1.19. Vainaga bojājumu īpatsvars sadalījumā pa mieturiem E stādījumos .....	42
Tabula 1.20. Vainaga bojājumu īpatsvars sadalījumā pa mieturiem P stādījumos .....	43
Tabula 1.21. Ievāktie paraugu veidi .....	45
Tabula 1.22. Apsekotās LVM platības, kurām noteikts kūdras slāņa biezums un gruntsūdens līmenis .....	47
Tabula 1.23. Augsnes blīvums 40 cm dziļumā .....	50
Tabula 1.24. Vidējā egļu audzes raksturojošās vērtības .....	52
Tabula 2.1. Mašinizēti stādīto ar krūmgriežiem kopto platību raksturojums .....	58
Tabula 2.2. Mašinizētas kopšanas platību raksturojums .....	63
Tabula 2.3. Optimālais koku skaits platībā atkarībā no koku augstuma .....	68
Tabula 2.4. Atstāto koku vizuālo defektu novērtējums .....	69
Tabula 2.5. Atstāto koku stumbru bojājumi pēc mašinizētas kopšanas .....	69

Tabula 3.1. Eksperimentu atrašanās vieta.....	72
Tabula 3.2. Vidējais sīkrūmu augstums (cm) iežogotās (žogs 1) un neiežogotās (žogs 0) audzēs Kalsnavas un Jelgavas MPS teritorijās, kā arī LVM Lubānas un Tērvetes iecirkņos. Iekavās aiz vidējās vērtības norādīts gadījumu skaits.....	88
Tabula 3.3. Sīkrūmu vidējais augstums iežogotās un neiežogotās audzēs MPS Kalsnavas un Jelgavas mežu novados. Mann-Whitney testa rezultāti (ar * atzīmētas statistiski būtiskas atšķirības starp sīkrūmu vidējiem augstumiem iežogotās un neiežogotās audzēs, $p < 0,05$ ) .....	89
Tabula 3.4. DNS analīžu rezultātā noteiktais augu dzimtu īpatsvars pārnadžu ekskrementos pa reģioniem (vidējās vērtības, $\pm$ SE (standartklūda), min/max (minimālās un maksimālās vērtībasreģionu paraugos)). * Tērvetes iecirknī ievākts viena aļņa ekskrementa paraugs, standartklūda un min/max vērtības šajā gadījumā nav .....	93
Tabula 3.5. Vidējie analizētie paraugkoku ripu parametri gan visiem bojātajiem kokiem, gan dalījumā pēc bojājuma veida ( <i>I – mizas bojājumu vietas uz stumbra nelielas, labi aizaugušas, bet joprojām redzamas; II – dziļi, vienpusēji mizas bojājumi; III – bojājumi atsedz stumbra serdes daļu; IV – kombinēti mizas bojājumi no vairākām pusēm</i> ) .....	99
Tabula 3.6. No jauna, 2023. gadā ierīkotajās platībās aizsardzības līdzekļu pielietošanas produktivitāte un izmaksas .....	107
Tabula 3.7. 2022. gadā ierīkoto galotņu platību atkārtotas aizsardzības līdzekļu pielietošanas produktivitāte un izmaksas .....	107

# ANOTĀCIJA

Pētījumu programmā apvienoti trīs tematiskie bloki: mežaudžu atjaunošanas tehnoloģijas, meža atjaunošanas, jaunaudžu agrotehniskās un sastāva kopšanas darbu mašinizācija un tehnoloģijas jaunaudžu aizsardzībai.

Pētot mežaudžu atjaunošanas tehnoloģijas, noteikta stādu saglabāšanās saistībā ar stādmateriāla un augsnes sagatavošanas veida kombinācijas izvēli, atjaunojot saimnieciski nozīmīgās koku sugas (P, E, B, Ma) 2017. un 2018. gadā ierīkotajos izmēģinājumos. Gada pirmajā pusē apsekoti parauglaukumi un uzturēts marķējums - divos 50 m<sup>2</sup> parauglaukumos katrā nogabalā. Vērtēti stādīto koku stumbru un vainagu bojājumi un to veidi. Visās veģetācijas sezonas garumā turpināta datu ievākšana evapotranspirācijas modeļu izveidei Lubānas iecirknī bojāgājušo egļu audžu vietā atjaunotajām jaunaudzēm un Rindas iecirkņa stagnējošo priežu audžu atjaunošanas izmēģinājumos. Iepriekš ierīkotajos validācijas nogabalos, tiek uzskaitīta, monitorēta situācija dabā, vēlāk situācija salīdzināta ar modeli aprēķināto. Pētītas vienlaicīgas stādīšanas un stādvieta/sējvieta ielabošanas iespējas. Ievākti dati par biostimulantu ArGrow un Silvibio sēklu apvalkošanas preparātu/sēklu izcelsmes ietekmi uz priežu audžu atjaunošanu. Egļu audžu atjaunošanas un audzēšanas paņēmieni uzlabošana kūdreņos vērtējumam - augsnes analīzei ievākti augsnes paraugi iepriekšējā gadā uzmērītajās 4-6 vecumklases kokaudzēs un vēl 10 nogabalos, kur egle stādīta kūdreņī. Secināts, ka vājas egļu audzes nogabalos ar zemāku augsnes pH reakciju.

Turpināta meža atjaunošanas, jaunaudžu agrotehniskās un sastāva kopšanas darbu mašinizācijas iespēju izpēte. Galvenā uzmanība pievērsta meža kopšanas darbu produktivitātei un mašinizācijai lapu stāvoklī, bezlapu stāvoklī un piesnigušā audzē. Paredzēts ka 2024. gada pavasarī turpinās mašinizētu kopšanu un 2024. gada pavasarī un mašinizētu stādīšanu ar PlantmaX stādmašīnu. Pabeigta analīze par pacilu izmēra un aizzēluma ietekmi par agrotehniskās kopšanas darbu laika patēriņu.

Tehnoloģijas jaunaudžu aizsardzībai turpinās pētījumi par smecernieka un briežu dzimtas dzīvnieku nodarīto kaitējumu. 2023. gadā gan klimatiskie apstākļi, gan saimniekošanas paņēmieni ir bijuši labvēlīgi, lai varētu notikt strauja meža kaitēkļu savairošanās, turpināti pētījumi par jaunu stādāmā materiāla apstrādes pret briežu dzimtas apkodumiem metožu ieviešanā. Turpinot pētījumus mežsaimniecības un medību saimniecības līdzsvaram, noteikta vasarā un ziemā pieejamās dzīvnieku barošanās bāzes apkodumu izpēte. Barības bāzes izmantošanas pētījumi veikti uzskaitot apkodumus veģetācijai - krūmiem un sīkkrūmiem iežogotās un tām piekļaujošās teritorijās. Pabeigta priežu stumbra bojājumu šķērsriezumu analīze, lai analizētu postījumu ietekmi uz iegūstamo kokmateriālu veidu iznākumu. Ierīkoti atkārtoti un papildus testi jaunu mehāniskās iedarbības repelentu izpētei – galotņu un stumbru apstrāde.

## ANNOTATION

The research program includes three thematic blocks: forest regeneration technologies; mechanization of forest regeneration and restoration, cleaning and tending and technologies for protecting young trees.

While studying forest regeneration technologies, the preservation of seedlings was determined in connection with the selection of the combination of planting material and soil preparation method, when regenerating economically important tree species (P, E, B, Ma) in the trials established in 2017 and 2018. In the first half of the year, sample plots were surveyed and marking was maintained - in two 50 m<sup>2</sup> sample plots in each district. Damage/ browsing to trunks and crowns of planted trees and their types were evaluated. Evapotranspiration models for the young trees regenerated in place of the dead spruce stands in the Lubāna region continued as well data from Rinda stagnated pine stands regeneration experiments monitored. In the previously established validation areas, the situation in field is listed and monitored, later the situation compared with the one calculated in the model. Possibilities of simultaneous planting and improvement of the planting site/sowing site were studied. Collected data on the effect of biostimulants ArGrow and Silvibio seed coating preparations/seed origin on the regeneration of pine stands. Improving the methods of restoration and cultivation of spruce stands in peatlands for assessment - soil samples collected for soil analysis in the 4-6 age class tree stands measured in the previous year, survey of 10 areas where spruce is planted in peatlands done.

Research into the possibilities of mechanization of forest restoration, young agrotechnical and composition maintenance works continued. Currently, the main focus is on the productivity and mechanization of forestry work during vegetation season, fall and snow – in which mechanized precommercial thinning had been carried out in the end of 2023 and will be continued in beginning of 2024. Mechanized planting with the Plantma X planter is planned in the spring of 2024. An agrotechnical maintenance work timing studied in details (mounds size, overgrowth).

The young stands protection technology, studies on the damage caused by weevils and deer continued. In 2023, both climatic conditions and management techniques were favourable for a rapid proliferation of forest pests, the first results of tests on the implementation of new methods of treating planting material against deer browsing were obtained. Continuing research into the balance of forestry and game farming, research into the browsing of the available animal feed base in summer and winter is completed. Research on the use of the feed base had been carried out by counting the bites of vegetation - bushes and shrubs in fenced areas and areas adjacent to them. An analysis of cross-sections of damage to pine trunks was carried out in order to analyse the impact of damage on the yield of types of timber to be harvested. Repeated and additional tests are performed for the study of new mechanical effect repellents – treatment of tops and trunks.

## 1. Mežaudžu atjaunošanas tehnoloģijas

### 1.1 Stādmateriāla un augsnes sagatavošanas veida optimālas kombinācijas izvēle, atjaunojot saimnieciski nozīmīgās koku sugas (P, E, B, Ma)

Darbu nolūks: Iespējamo uzlabojumu izpēte meža ieaudzēšanai un atjaunošanai apgrūtināšos apstākļos. Aktualizēti iepriekšējo pētījumu rezultāti

Paredzētās aktivitātes: *Lauka darbu laikā - pavasarī apsekoti 2017. un 2018. gadā ierīkotie eksperimentālie stādījumi – uzskaitīti koku bojājumi (703-208-28.2; 703-208-28.1.; 703-226-14.1; 703-226-14.2; 610-19-9/7; 604-342-8; 604-175-13; 604-511-3; 604-513-1/2/3; 604-174-5; 604-375-5; 707-17-14; 707-28-2 (4 sugas - katrai 3 stādu veidi un 2-3 augsnes sagatavošanas veidi, kopā 496 parauglaukumi 50 m<sup>2</sup>). Ievākti dati no pieaugumu lentām, kas uzstādītas 8 kokiem un temperatūras kapsulām, kas ieraktas blakus kokiem ar pieauguma lentām. Uzmērīti ar pieauguma lentām aprīkoti koki. Kamerālo darbu laikā: Uzskaites un uzmērījumu datu statistiskā apstrāde.*

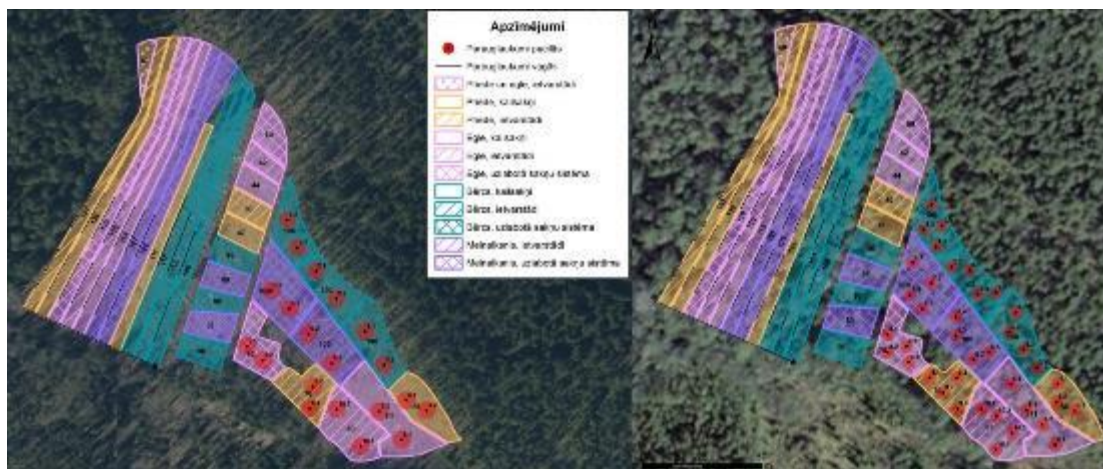
Sagaidāmais rezultāts: Uzskaites datu kopsavilkums. Uzmērījumu datu analīzes rezultātu apraksts – nodaļa pārskatā.

#### 1.1.1 Koku saglabāšanās un bojājumu uzskaitē parauglaukumos

Lauka un kamerālie darbi paveikti atbilstoši plānotajam. Koku bojājumi apsekoti visos 14 nogabalos. Apkopoti iegūtie dati un aprēķināta saglabāšanās un dažādo bojājumu procentuālais daudzums. Nolasīti dati no pieaugumu sensoriem un blakus ieraktajiem temperatūras mērītājiem. Pārbaudīti pieauguma sensori un veikta to apkope. Priežu stādu saglabāšanās uzskaitē atsevišķos nogabalos veikta detalizētāk, vērtējot kura un cik liela vainaga daļa priedēm ir bojāta, apkopoti un analizēti iegūtie dati.

Apsekotās 14 jaunaudzēs stādījumi ir ierīkoti pētījuma “Meža atjaunošanas, ieaudzēšanas un kopšanas pētījumu programma” (2016–2020) ietvaros. LVMI Silava meža atjaunošanas, ieaudzēšanas un kopšanas radošā grupa turpina izpētes darbus šajos nogabalos 2022. gadā aktualizētajos ilgtermiņa parauglaukumos - katrā no augsnes gatavošanas veidiem (pacilas (PA) vai vagas (V)) un stādmateriāla kombinācijas variantiem ir izveidoti divi parauglaukumi 50 m<sup>2</sup> platībā (Att. 1.1).

Nogabalu daļās, kur koki stādīti pacilās, ierīkoti aplveida parauglaukumi ar rādiusu 3,99 m. Nogabalu daļās, kur augsne gatavota vagās, ierīkoti parauglaukumi joslās, lai iekļautos ar disku arklu sagatavotās abas vagas. Laukumos, kur koki stādīti nesagatavotā augsnē, pēc nejaušības principa izraudzīti 10 iepriekš nebojāti koki turpmākai uzskaitē, koki ir sanumurēti un atzīmēti ar 1 m garām plastikāta caurulēm.



**Att. 1.1. Prauglaukumu izvietojums 702-226-14-2 nogabalā ar četrām koku sugām līdz 2021. gadam (pa kreisi) un pēc 2021. gada pavasara (pa labi).- shematisks attēlojums kā izvietoti jaunie parauglaukumi un izvēlēti koki negatavotajā augsnē pētījuma platībās**

Maijā visos 14 pētījuma nogabalos noteica 2022./2023. gada ziemā radušos bojājumus apsekojot kokus iepriekš ierīkotajos parauglaukumos (Tabula 1.1)

**Tabula 1.1. Meža atjaunošanai izmantotās stādu audzēšanas tehnoloģijas un izmēģinājumu-demonstrācijas nogabali, kur mežaudzes atjaunotas 2017. un 2018. gadā**

Koku suga	Stādu veids – izaudzēšanas tehnoloģija	Stādīšanas gads	Meža tips	Kv.apg., kv., nog.	LVM iecirknis
Ma	kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu	2017., 2018.	Dms, Ks, As	703-226-14.1; 703-226-14.2; 610-19-9/7; 604-342-8; 604-175-13; 604-511-3; 604-513-1/2/3; 604-174-5; 604-375-5	Zilokalnu, Klīves
	ietvarstādi	2017., 2018.	Dms, Ks, As	703-226-14.1; 703-226-14.2; 610-19-9/7; 604-342-8; 604-175-13; 604-511-3; 604-513-1/2/3; 604-174-5; 604-375-5	Zilokalnu, Klīves
	kailsakņi	2017.	As	610-19-9/7	Klīves
B	kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu	2017., 2018.	Dms, Ks, As	703-226-14.1; 703-226-14.2; 610-19-9/7; 604-342-8; 604-175-13; 604-511-3; 604-513-1/2/3; 604-174-5; 604-375-5	Zilokalnu, Klīves
	ietvarstādi	2017., 2018.	Dms, Ks, As	703-226-14.1; 703-226-14.2; 610-19-9/7; 604-342-8; 604-175-13; 604-511-3; 604-513-1/2/3; 604-174-5; 604-375-5	Zilokalnu, Klīves
	kailsakņi	2017.	Dms, As	703-226-14.1; 703-226-14.2;	Zilokalnu, Klīves
E	kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu	2017., 2018.	Dms, Ks, As	703-226-14.1; 703-226-14.2; 610-19-9/7; 604-342-8; 604-175-13; 604-511-3; 604-513-1/2/3; 604-174-5; 604-375-5	Zilokalnu, Klīves
	ietvarstādi	2017., 2018.	Dms, Ks, As	703-226-14.1; 703-226-14.2; 610-19-9/7; 604-342-8; 604-175-13; 604-511-3; 604-513-1/2/3; 604-174-5; 604-375-5	Zilokalnu, Klīves
	kailsakņi	2017., 2018.	Dms, Ks, As	703-226-14.1; 703-226-14.2; 610-19-9/7; 604-342-8; 604-175-13; 604-511-3; 604-513-1/2/3; 604-174-5; 604-375-5	Zilokalnu, Klīves



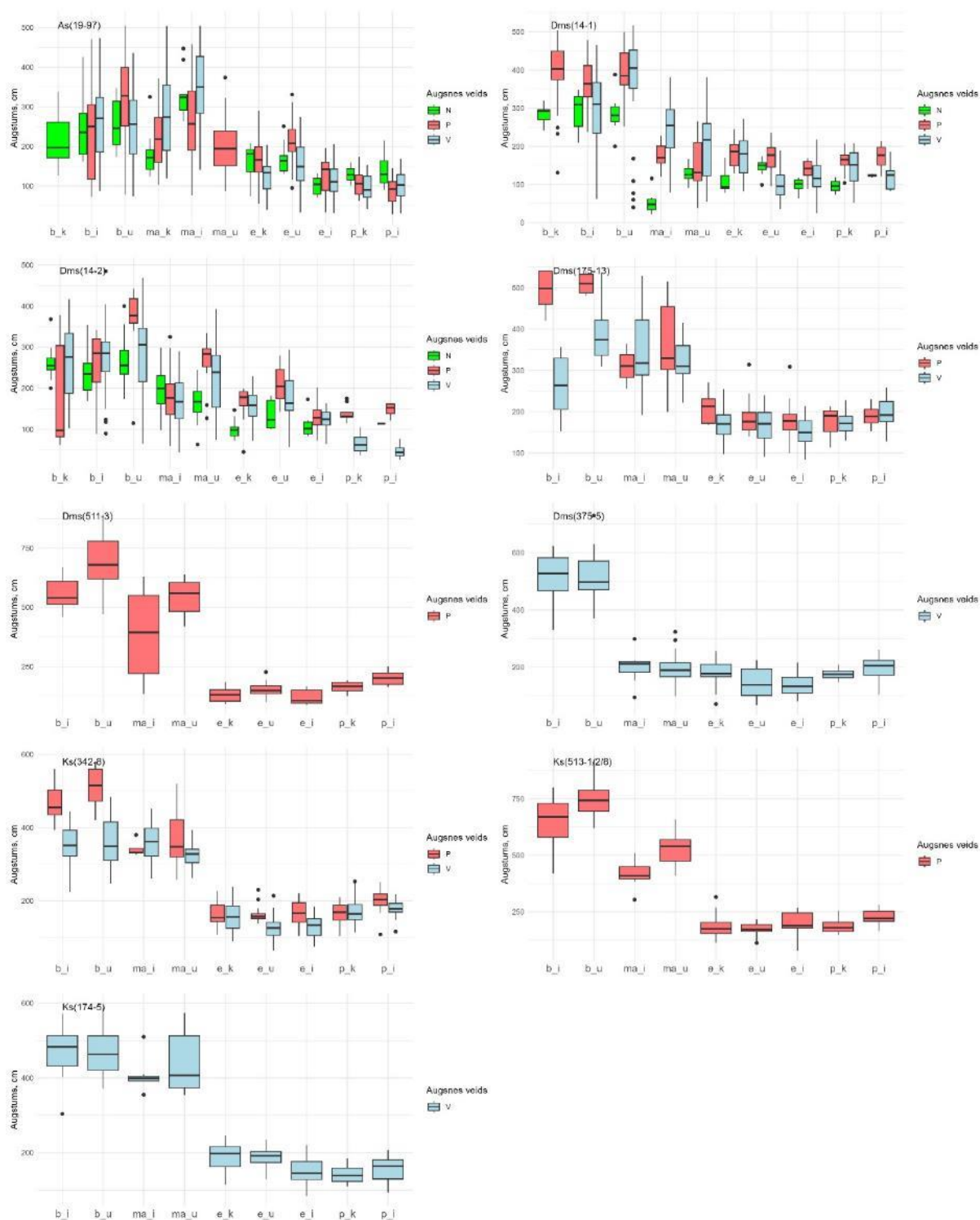
Koku saglabāšanos, atkarībā no stādmateriāla un augsnes gatavošanas veida, izteica procentos. Priežu jaunaudzēs (703-208-28,2; 703-208-28.1; 707-17-14; 707-28-2) mizas bojājumiem noteica arī to sākuma (zemāko) un beigu (augstāko) punktu, lai varētu aprēķināt cik garš posms ir katrā no mieturiem bojāts, un katra gadu zaru vainagam noteica, vai ir apkosti zari.

Zilokalnu iecirknī ierīkotos eksperimentālos stādījumos Av meža tipā nogabalos 703-208-28,2; 703-208-28.1 temperatūras sensoru kapsulas augsnē ievietotas 5 un 20 cm dziļumā visos augsnes gatavošanas / stādvieta veidos – V, PA, N. Šie nogabali izvēlēti, jo vagas ir gatavotas perpendikulāros ZD un AR virzienos, līdz ar to tiltiņš, kur bija stādīts koks, ir eksponēts attiecīgi pret austrumiem (Vaga A) un rietumiem (Vaga R), vai ziemeļiem (Vaga Z) un dienvidiem (Vaga D). Temperatūru reģistrē reizi stundā. Dms (703-226-14.1) ir izvietoti ONSSET koku radiālā pieauguma sensori. Kopš 2020. gada 8. aprīļa tie divas reizes dienā saglabā koku caurmēra datus. Pieauguma sensori ir izvietoti uz E ietvarstādiem, trim kokiem katrā stādvieta veidā (V, PA, N).

### **1.1.2 Stādīto koku augšanas dinamika**

Iepriekšējās pētījuma programmas ietvaros ierīkotajos parauglaukumos, piecu gadu periodā pēc stādīšanas, mērīja koku augstumu (703-226-14.1; 703-226-14.2; 0610-19-9/7; 604-342-8; 604-175-13; 604-511-3; 604-513-1/2/3; 604-174-5; 604-375-5 nogabalos). Pēc piecām veģetācijas sezonām koku augstums atšķīrās gan starp nogabaliem, sugām, augsnes gatavošanas un stādmateriāla veidiem, visiem faktoriem ir būtiska ietekme. Vislielākā un pašsaprotamā ietekme ir izraudzītajai koku sugai - bērzs kā pioniersuga pirmajos gados aug visstraujāk, tad seko melnalksnis. Egles un priedes piecu gadu laikā sasniegušas salīdzinoši līdzvērtīgus augstumus, bet starp nogabaliem augstums atšķiras. Kā arī abi stādvieta sagatavošanas veidi būtiski pozitīvi ietekmē koku augšanas gaitu. Augsnes gatavošanas veida ietekme visvairāk izpaužas bērziem, pacilās augušie sasniedza būtiski lielāku augstumu, kas it sevišķi 604-342-8; 604-175-13 nogabalos, piemēram, 604-175-13 nogabalā pacilās stādītiem bērzu kailsakņiem ar uzlaboto sakņu sistēmu vidējais augstums bija 616 cm, bet vagās 388 cm. Pacilās stādīti kailsakņi ar uzlaboto sakņu sistēmu 604-511-3 nogabalā piecu gadu laikā izauguši 750 cm augsti. Melnalkšņi abos augsnes gatavošanas veidos sasnieguši līdzvērtīgu augstumu, tikai 703-226-14.1 nogabalā labāk auguši vagās, ko var skaidrot ar šī nogabala īpatnībām, ka šī ir salīdzinoši sausāka platība kā pārējās. Egles un priedes labāk vai līdzvērtīgi ir izaugušas pacilās salīdzinot ar vagām. Priežu ietvarstādi pārsvarā sasniedz lielāku augstumu kā kailsakņi (Att. 1.3).





**Att. 1.3. Koku augstums dažādos nogabalos pēc piecām veģetācijas sezonām (b-bērzs, ma-melnalksnis; e-egle; p-priede; i-ietvarstādi; k- kailsakņi; u-kailsakņu stādi ar uzlabotu sakņu sistēmu; P-pacilas; V-vagas)**

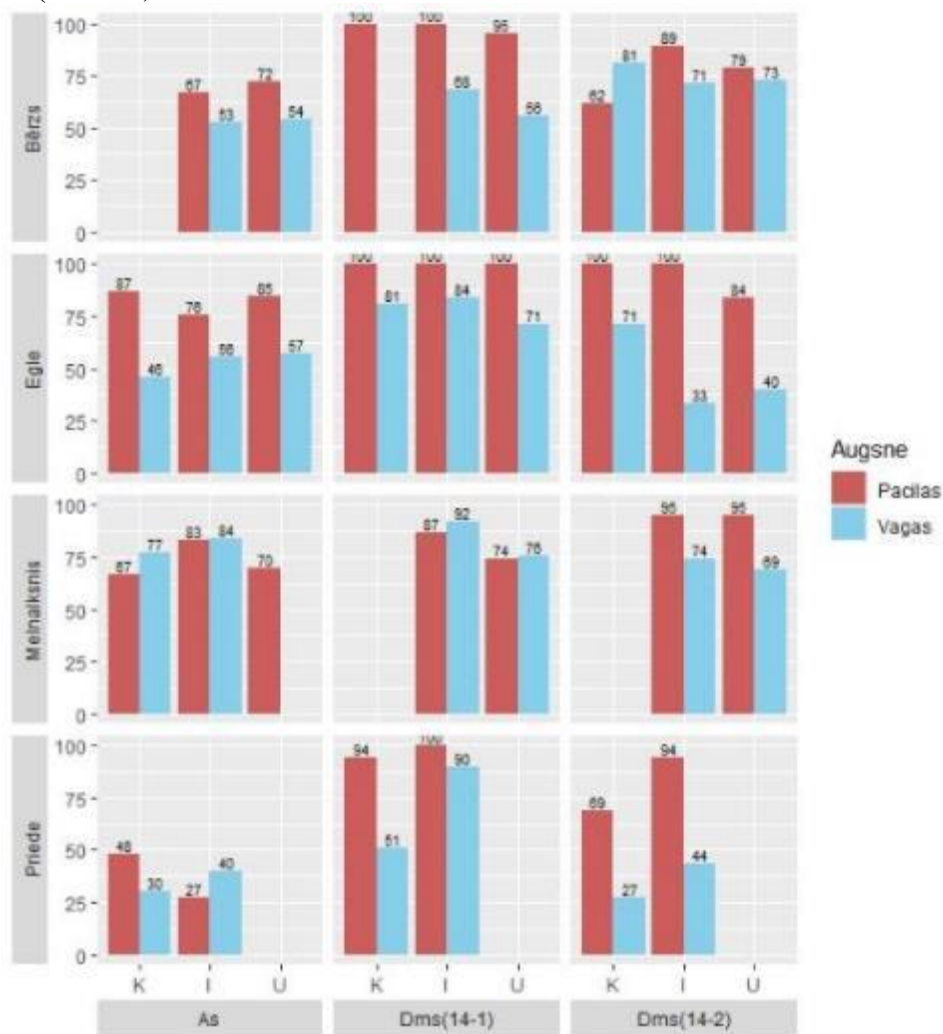
### 1.1.3 Stādīto koku saglabāšanās un bojājumi

Ir sagatavots rezultātu kopsavilkums par stādīto koku saglabāšanos un dzīvajiem kokiem sastopamajiem bojājumiem, kas ir bijuši gan šajā augšanas sezonā, gan arī iepriekš.

Nesagatavotajā augsnē 2022. gadā izraudzījās veselīgus, nebojātus kokus, lai sekotu to augšanas gaitai. Nesagatavotā augsne stādīto koku saglabāšanās nav vērtēta, jo augšanas tempa salīdzināšanai izvēlēti vien 10 veselīgi koki.

2017. gadā ierīkotajos stādījumos, septītajā veģetācijas sezonā visos trīs nogabalos, visiem egļu stādu veidiem un bērziem (izņemot bērza kailsakņus Dms 703-226-14.1 nogabalā) augstāka saglabāšanās bija, ja koki auguši pacilās (PA). Izņemot As nogabala ietvarstādus, arī priedes mazāk bojātas, ja stādītas pacilās. Melnalkšņu stādu saglabāšanās rezultāti variē starp nogabaliem.

Salīdzinot savstarpēji stādmateriāla veidus, bērziem saglabāšanās rādītāji diezgan līdzīgi, eglēm arī, izņemot Dms nogabalu 703-226-14.2, kur vagās (V) izteikti labāka saglabāšanās ir kailsakņu stādiem. Ir neliela tendence, ka melnalkšņu un priedes ietvarstādi ir proporcionāli labāk saglabājušies (Att. 1.4).



Att. 1.4. 2017. gadā stādīto koku saglabāšanās rādītāji (izteikti skaitliski %) jaunaudzēs slapjā damaksnī (Dms) un šaurlapju ārenī (As), ierīkotos izmēģinājumu stādījumos (K – kailsakņi, I – ietvarstādi, U – kailsakņi ar uzlaboto sakņu sistēmu)

Galotņu bojājumus analizējot uzskaitīja gan dzīvnieku, gan kopšanas laikā veiktos, gan citu iemeslu radušos bojājumus. Vismazāk bojātas bija egles. Mazāk bojātu koku bija PA salīdzinot ar V. Melnalkšņiem un bērziem liela daļa bojājumu bija nolūzušas galotnes, ko izraisījuši kukaiņu bojājumi, kā arī daudz koki tikuši bojāti agrotehniskās kopšanas laikā, jo darba veicēji vēl nav pieraduši pie mistraudzēm, un šīs lapu koku sugas ir grūtāk pamanīt. Priežu galotnes bojājumus lielākoties bija izraisījuši briežu dzimtas dzīvnieki, un As nogabalā pa visiem šiem gadiem bija bojātas 95% priežu kailsakņu PA galotnes un 90% V, bet ietvarstādiem bija mazāk bojājumu attiecīgi 70% un 64%. Kopsummā nevar teikt, ka kādam no stādmateriāla veidiem bija būtiski vairāk bojātu galotņu, jo iegūtie rezultāti variē starp nogabaliem (Tabula 1.3).

**Tabula 1.3. 2017. gadā stādīto koku galotnes bojājumi (izteikti skaitliski % no visiem apsekotajiem kokiem) jaunaudzēs Dms un As, ierīkotajos izmēģinājumu stādījumos**

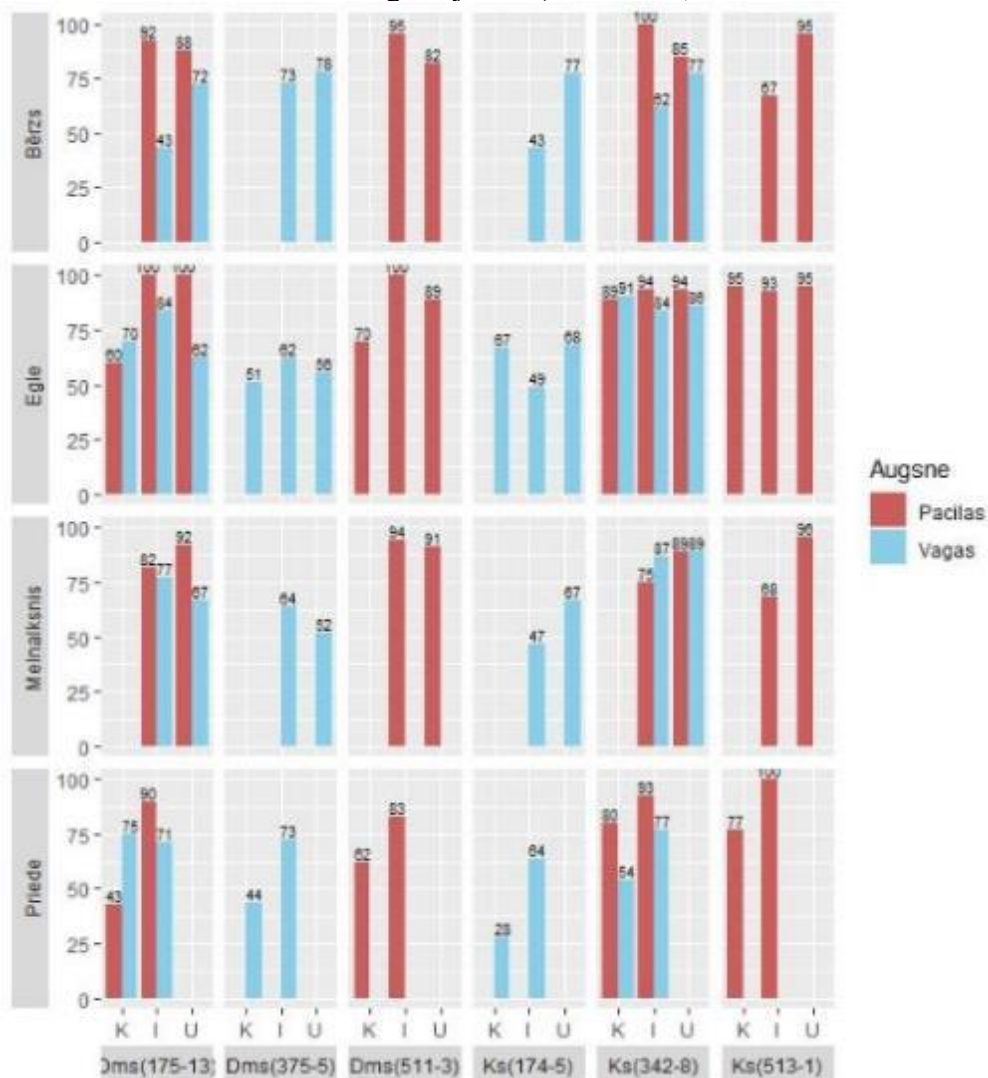
Suga	Stādmateriāls	Dms				As	
		(14-1)		(14-2)		(19-9/7)	
		Pacilas	Vagas	Pacilas	Vagas	Pacilas	Vagas
Bērzs	Ietvarstādi	57	15	69	20	66	59
	Kailsakņi	33	-	63	0	-	-
	Uzlaboti	56	0	53	23	50	63
Egle	Ietvarstādi	0	0	6	0	13	22
	Kailsakņi	-	0	7	0	5	16
	Uzlaboti	5	13	13	0	9	15
Melnalksnis	Ietvarstādi	57	18	30	24	54	49
	Kailsakņi	-	-	-	-	50	59
	Uzlaboti	64	19	35	4	67	-
Priede	Ietvarstādi	38	27	47	50	70	64
	Kailsakņi	25	33	78	33	95	90

Bērzu un melnalkšņu zariem bija maz bojājumu, vien atsevišķiem kokiem kādā no audzēm. Eglēm atsevišķos nogabalos konstatēja vairāk zaru bojājumu, kas īpaši izteikti bija As nogabala V, kur kokiem ar uzlaboto sakņu sistēmu 43% bija zaru bojājumi. Priedēm gan bija plaši sastopami zaru bojājumi (izņemot Dms(14-1) nogabalu) vairāk kā pusei koku bija bojāts vainags. Bet Dms(14-2) nogabala PA kailsakņiem un As nogabalā PA abiem stādmateriāla veidiem konstatēja, ka visiem kokiem ir bijuši apkosti vainagi (Tabula 1.4).

**Tabula 1.4. 2017. gadā stādīto koku zaru bojājumi (izteikti skaitliski % no visiem apsekotajiem kokiem) jaunaudzēs Dms un As, ierīkotajos izmēģinājumu stādījumos**

Suga	Stādmateriāls	Dms				As	
		(14-1)		(14-2)		(19-9/7)	
		Pacilas	Vagas	Pacilas	Vagas	Pacilas	Vagas
Egle	Ietvarstādi	0	0	0	0	0	24
	Kailsakņi	0	0	7	0	0	19
	Uzlaboti	0	3	0	0	0	43
Priede	Ietvarstādi	19	81	87	50	100	61
	Kailsakņi	38	95	100	58	100	53

2018. gadā ierīkotajos stādījumos, sestajā veģetācijas sezonā, visiem bērzu stādmateriāla variantiem augstāka saglabāšanās bija PA. Raksturīgi, ka V proporcionāli vairāk saglabājušies kailsakņi ar uzlaboto sakņu sistēmu, kas ir lielāka izmēra stādi un spēj labāk konkurēt ar lakstaugu un atvašu aizzēlumu, kāds veidojas auglīgos mežos. Arī eglēm un priedēm stādīto koku saglabāšanās PA vairumā nogabalu ir labāka. Starp stādmateriāla veidiem nav būtisku atšķirību, ir tikai tendence, ka ietvarstādi ir labāk saglabājušies (Tabula 1.5).



**Att. 1.5. 2018. gadā stādīto koku saglabāšanās rādītāji (izteikti skaitliski %) jaunaudzēs Dms un Ks, ierīktos izmēģinājumu stādījumos (K – kailsakņi, I – ietvarstādi, U – kailsakņi ar uzlaboto sakņu sistēmu)**

Saistībā ar galotņu bojājumiem starp sugām arī 2018. gadā atjaunotajās jaunaudzēs konstatēja līdzīgu sakarību, ka eglēm ir proporcionāli vismazāk galotņu bojājumi, bet melnalkšņiem un priedēm visvairāk. Atšķirībā no 2017. gada audzēm neparādās izteikta tendence, ka vienā augsnes gatavošanas veidā būtu izteikti vairāk koku ar bojātām galotnēm. Visvairāk bojājumu bija priedēm divos kūdreņa nogabalos, kur vienā augsne gatavota PA, otrā V. Bet vismazāk bojātu eglu Dms(175-13) nogabalā PA, kur nekonstatēja nevienu egli ar bojātu galotni (Tabula 1.5).

**Tabula 1.5. 2018. gadā stādīto koku galotnes bojājumi (izteikti skaitliski % no visiem apsekotajiem kokiem) jaunaudzēs Dms un Ks, ierīkotajos izmēģinājumu stādījumos**

Suga	Stādmateriāls	Dms				Ks			
		(175-13)		(511-3)	(375-5)	(342-8)		(513-1)	(174-5)
		PA	V	PA	V	PA	V	PA	V
Bērzs	Ietvarstādi	42	79	61	53	56	38	58	75
	Uzlaboti	20	71	22	68	55	42	28	74
Egle	Ietvarstādi	0	11	16	20	7	6	0	5
	Kailsakņi	0	0	21	4	18	0	10	7
	Uzlaboti	0	13	13	15	6	11	0	25
Melnalksnis	Ietvarstādi	57	50	69	63	78	52	69	63
	Uzlaboti	50	82	76	63	75	69	64	41
Priede	Ietvarstādi	74	67	80	67	85	61	92	100
	Kailsakņi	67	67	80	71	56	30	94	100

Tā pat kā 2017. gada stādītajās platībās, arī 2018. gadā atjaunotajās, zaru bojājumi bērziem un melnalkšņiem bija reti sastopami, bet šajos nogabalos arī eglēm bija ļoti maz zaru bojājumi, vienīgi Dms(511-3) nogabalā PA bija zari bojāti 7% egļu. Priedēm bija salīdzinoši daudziem kokiem bojāti vainagi, it sevišķi Dms(175-13) nogabalā, kur V bija bojāti vairāk par 90% koki, tas nav pārsteigums, jo starp šīm četrām koku sugām briežu dzimtas dzīvnieki izvēlas baroties ar priežu sānu dzinumiem (Tabula 1.6).

**Tabula 1.6. 2018. gadā stādīto koku zaru bojājumi (izteikti skaitliski % no visiem apsekotajiem kokiem) jaunaudzēs Dms un Ks, ierīkotajos izmēģinājumu stādījumos**

Suga	Stādmateriāls	Dms				Ks			
		(175-13)		(511-3)	(375-5)	(342-8)		(513-1)	(174-5)
		PA	V	PA	V	PA	V	PA	V
Egle	Ietvarstādi	0	3	0	0	0	0	0	0
	Kailsakņi	0	0	7	0	0	0	0	0
	Uzlaboti	0	0	0	0	0	0	0	0
Priede	Ietvarstādi	89	96	20	8	0	48	44	89
	Kailsakņi	67	93	50	0	44	37	41	58

Ziemeļkurzemes reģionā ierīkotajos priežu audžu atjaunošanas eksperimentos ir iestādīti dažāda veida, visu apstrādes un uzglabāšanas variantu stādi. 2017. gadā ierīkotajos priežu stādījumos Ziemeļkurzemes viršu āreņos iegūtie rezultāti norāda, ka visiem variantiem PA saglabāšanās ir augstāka, tiesa daudziem stādmateriāla veidiem starpība ir visnotaļ minimāla. Kailsakņi ir vairāk gājuši bojā, it sevišķi V.

Ir neliela tendence, ka stādu apstrāde kokaudzētavā ir palielinājusi stādīto koku izdzīvošanas iespēju, jo tie sākotnēji aizsargāti no smecernieku vai briežu dzimtas dzīvnieku bojājumiem. Starp apritēm un viengadīgiem vai divgadīgiem ietvarstādiem nav atšķirības (**Kļūda! Nav atrasts atsauces avots.**).

**Tabula 1.7. 2017. gada pavasarī LVM Ziemeļkurzemes reģionā viršu āreņos (703-208-28,2; 703-208-28.1) stādīto P saglabāšanās (izteikta skaitliski %.)**

Stādu veids	Apstrādes veids	703-208-28.1 Av		703-208-28.2 Av	
		PA	V	PA	V
Divgadīgi kailsakņi	Nav	77	18	80	61
Pirmā aprīte	Nav	100	73	100	92
	Conniflex	100	88	100	97
	Trico	100	81	100	98
	Trico un bijuši sasaldēti	88	93	100	95
Otrā aprīte	Nav	100	75	100	90
	Trico	100	92	96	95
	Trico un bijuši sasaldēti	100	89	100	94
Divgadīgi ietvarstādi	Nav	95	91	96	96
	Trico	100	98	100	91
	Vasks un bijuši sasaldēti	100	91	92	96

2023. gada maijā priežu jaunaudzēs uzskaitīja tikai 2022/23.gada ziemas sezonas priežu galotņu bojājumus. Bija maz koku ar apkostām galotnēm, daudziem variantiem abos augšnes gatavošanas veidos un abos nogabalos nebija neviena bojāta galotne. Neizpaužas tendence, ka starp augšnes gatavošanas veidiem vai starp stādmateriāla veidiem būtu atšķirīga bojājumu intensitāte. Apstrādei ar repelentu kokaudzētāvā vairs nav ietekmes, jo ir pagājis ilgs laiks kopš koku apstrādes. Visvairāk 18% galotņu bija bojāti 703-208-28.2 nogabalā, kur stādīti divgadīgie ietvarstādi, kas bija apstrādāti ar vasku (Tabula 1.7).

**Tabula 1.8. 2017. gada pavasarī LVM Ziemeļkurzemes reģionā viršu āreņos (703-208-28,2; 703-208-28.1) P galotņu bojājumi (izteikti skaitliski %.)**

Stādu veids	Apstrādes veids	703-208-28.1 Av		703-208-28.2 Av	
		PA	V	PA	V
Divgadīgi kailsakņi	Nav	0	0	6	0
Pirmā aprīte	Nav	0	0	0	2
	Conniflex	0	3	0	0
	Trico	0	0	5	0
	Trico un bijuši sasaldēti	9	0	4	0
Otrā aprīte	Nav	0	0	0	0
	Trico	0	0	0	2
	Trico un bijuši sasaldēti	0	2	0	3
Divgadīgi ietvarstādi	Nav	0	0	4	2
	Trico	0	2	0	0
	Vasks un bijuši sasaldēti	0	0	18	2

Šajās platībās arī koku vainagi bija maz bojāti, kas liecina, ka šīs audzes nebija pārāk iecienīta barošanās vieta, vai arī audzē bija dzīvniekiem piemērota cita barības bāze. Vainagu bojājumu analīzē visus apstrādes veidus ar repelentu apvienoja vienā paraugkopā, jo nav pamats uzskatīt, ka varētu vēl pastāvēt apstrādes ietekme saistībā ar bojājumiem. Starp nogabaliem vairāk

vainagi bija bojāti 703-208-28.2 platībā, bet neviens no mieturiem nebija apkosts vairāk kā 10% koku. Starp augsnes gatavošanas veidiem arī nebija būtiskas atšķirības (Tabula 1.9).

**Tabula 1.9. 2017. gada pavasarī LVM Ziemeļkurzemes reģionā viršu āreņos (703-208-28,2; 703-208-28.1) P bojātie vainagi (izteikti skaitliski %.)**

Vainaga gads	703-208-28.1 Av		703-208-28.2 Av	
	PA	V	PA	V
2022	0	2	3	3
2021	1	4	5	6
2020	0	3	7	7
2019	0	1	5	7
2018	0	0	5	6

2018. gadā ierīkotajos priežu stādījumos šaurlapju kūdreņos PA ir proporcionāli vairāk dzīvo koku. Kailsakņu stādiem vienā nogabalā ir izteikti labāka saglabāšanās PA (82% pret 15%), bet otrā līdzīga un zema (16% PA un 23%V) rezultāti nav viennozīmīgi - ir dažāda saglabāšanās, bet divgadīgie ietvarstādi ir sliktāk saglabājušies, kā pirmās un otrās aprites viengadīgie ietvarstādi. Salīdzinoši sliktāka divgadīgo ietvarstādu saglabāšanās skaidrojama ar virszemes daļas /sakņu attiecību. Divgadīgajiem ir lielāks transpirējošais aparāts pret tādā pat izmēra ietvarā augušu sakņu sistēmu kā viengadīgajiem stādiem. Šajos nogabalos nav vērojams, ka stādu apstrādei stādaudzētavā būtu bijusi kāda ietekme uz koku saglabāšanos. Stādu saldēšana nav ietekmējusi koku saglabāšanos. (Tabula 1.10).

**Tabula 1.10. 2018. gada pavasarī LVM Ziemeļkurzemes reģionā šaurlapju kūdreņos (707-17-14; 707-28-2) stādīto P saglabāšanās (izteikta skaitliski %)**

Stādu veids	Apstrādes veids	707-17-14 Ks		707-28-2 Ks	
		PA	V	PA	V
Divgadīgi kailsakņi	Nav	16	23	82	15
Pirmās aprites ietvarstādi	Nav	100	57	81	78
	Garā nakts	96	67	96	61
	Conniflex	93	69	88	82
	Trico	83	59	92	68
	Garā nakts un Trico	77	62	96	82
	Garā nakts un Conniflex, bijuši sasaldēti	93	80	100	63
Otrās aprites ietvarstādi	Nav	95	75	100	75
	Bijuši sasaldēti	80	85	94	72
	Trico	81	47	94	75
Divgadīgi ietvarstādi	Nav	89	51	64	33
	Trico un bijuši sasaldēti	71	77	87	71

Audzēs, kuras atjaunoja 2018. gadā, priedēm konstatēja krietni vairāk apkostu galotņu, salīdzinot ar 2017. gada audzēm, it sevišķi kokiem, kas bija stādīti PA, un 707-17-14 nogabalā bojājumu intensitāte variēja no 8% līdz 54% koku, bet tai pat laikā V lielākajā daļā no variantiem nebija bojātu galotņu. Otrā nogabalā bija mazāk bojātu koku, bet arī to vairāk bija PA no 0% līdz

26%. Bojājumu atšķirības starp variantiem ir skaidrojamas ar to novietojumu audzē, un kur vairāk uzturējušies dzīvnieki (

Tabula 1.11).

**Tabula 1.11. 2018. gada pavasarī LVM Ziemeļkurzemes reģionā šaurlapju kūdreņos (707-17-14; 707-28-2) ) P galotņu bojājumi (izteikti skaitliski %.)**

Stādu veids	Apstrādes veids	707-17-14 Ks		707-28-2 Ks	
		PA	V	PA	V
Divgadīgi kailsakņi	Nav	33	11	11	0
Pirmās aprites ietvarstādi	Nav	19	0	8	3
	Garā nakts	35	3	26	0
	Conniflex	36	0	0	0
	Trico	40	0	8	0
	Garā nakts un Trico	50	0	8	0
	Garā nakts un Conniflex, bijuši sasaldēti	54	0	0	0
Otrās aprites ietvarstādi	Nav	20	3	8	0
	Bijuši sasaldēti	8	2	0	0
	Trico	31	0	6	0
Divgadīgi ietvarstādi	Nav	50	0	14	15
	Trico un bijuši sasaldēti	50	0	15	0

Vainagu bojājumi arī 2018. gadā stādītajās priežu audzēs bija vairāk, kā 2017. gadā atjaunotajās.. Vairāk apkosti pacilās stādītie koki. Vērtējot tieši vainaga bojājumus, redzams, ka vairāk dzīvnieki bojā augšējo jeb jaunāko vainagu dzinumus (Tabula 1.12).

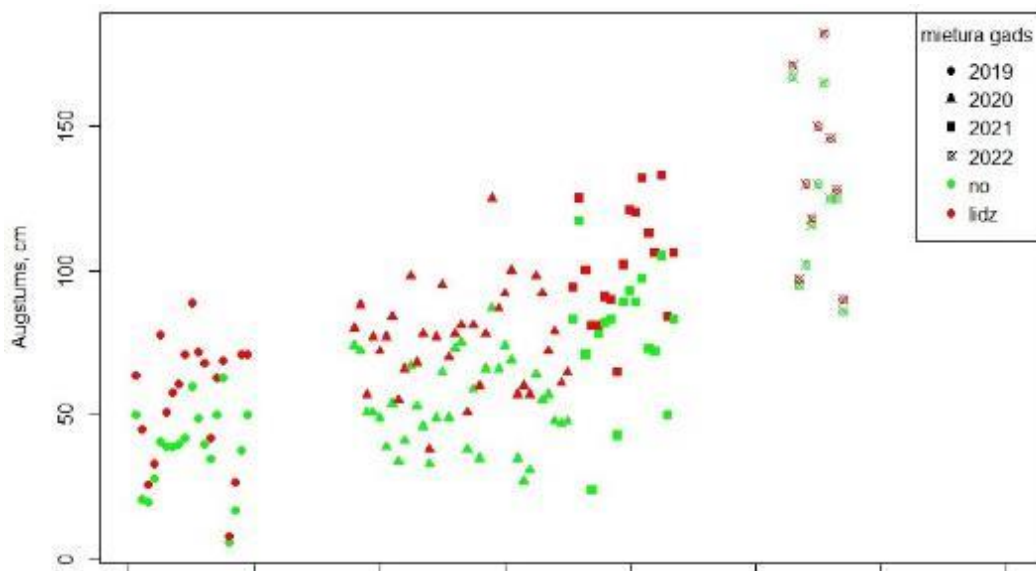
**Tabula 1.12. 2018. gada pavasarī LVM Ziemeļkurzemes reģionā šaurlapju kūdreņos (707-17-14; 707-28-2) ) P bojātie vainagi (izteikti skaitliski %.)**

Mieturis, gads	707-17-14 Ks		707-28-2 Ks	
	PA	V	PA	V
2022.	58	22	17	3
2021.	55	22	35	6
2020.	38	10	22	2
2019.	10	1	5	0
2018.	2	0	1	0

Mizas bojājumi nebija pārāk bieži izplatīti, kopā no 3259 apsekotajiem kokiem, mizas bojājumus novēroja 84. Nenovēroja atšķirības saistībā ar augsnes gatavošanas veidu vai stādu apstrādes variantu. Salīdzinot mieturu posmu vecumus, visvairāk bija bojāta koka vidusdaļa, respektīvi 2020. gada pieaugums - šajā posmā lielākā daļa bojājumu pārsniedza 20 cm garumu un vidēji bija 22,08 cm, bet 2021. gada bojājumi bija vēl nedaudz lielāki, vidēji bojājumi 24,23 cm



gari. Vismazāk bija bojāts pēdējā gada pieaugums, ko lielākoties bija bojājuši dažādi kukaiņi (Att. 1.1.6).

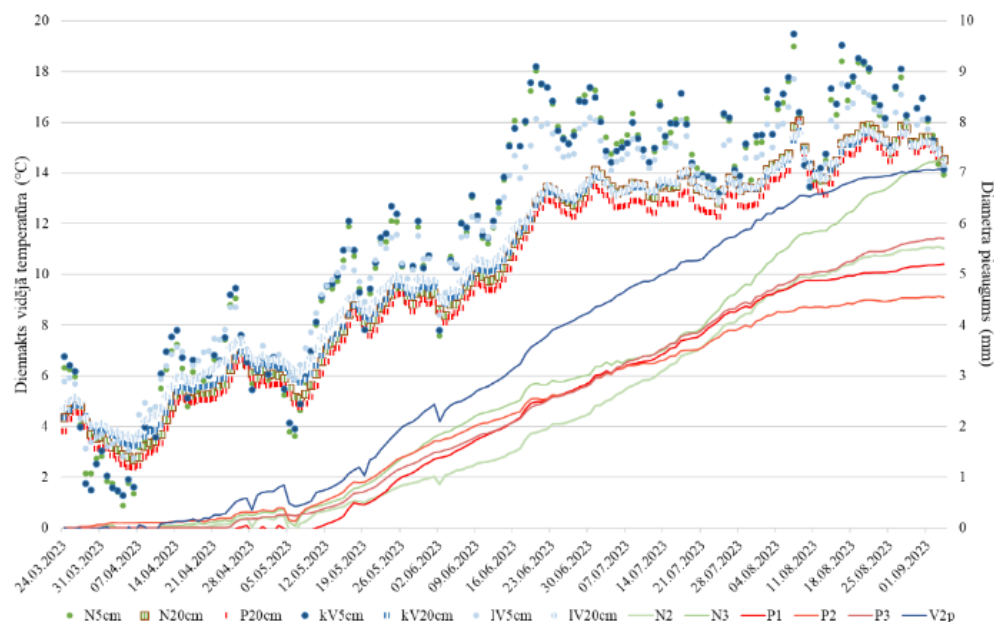


Att. 1.1.6. Mizas bojājumu apakšējais un augšējais punkts dažāda vecuma posmiem starp mieturiem

#### 1.1.4 Egļu radiālo pieaugumu mērījumi

Lai izvērtētu stādvietau temperatūras 5 un 20 cm dziļumā un egļu radiālo pieaugumu dinamiku dažādi sagatavotās stādvietās, septembra sākumā ievāca datus no sensoriem, kā arī nomērīja egles, kurām pievienotas radiālās augšanas lentas. Negatavotajā augsnē koki bija sasnieguši 187, 186 un 260 cm, pacilās 225, 232 un 212 cm, bet vagās 212, 248 un 312 cm augstumu. Dažiem pieaugumu sensoriem sezonas laikā bija tehniskas problēmas, pilnas sezonas datus izdevās iegūt no viena, kas atrodas vagās un diviem negatavotā augsnē.

Arī dati no pacilu temperatūras 5 cm dziļumā nav iegūti pilnas veģetācijas sezonas garumā. Kā jau bija sagaidāms vidējā diennakts temperatūra bija augstāka 5 cm dziļumā, kas īpaši izpaudās vasaras periodā, bet pavasarī bija dienas, kad 20 cm bija siltāks. Būtiskas augsnes temperatūras atšķirības 5 cm dziļumā nefiksēja, bet 20 cm dziļumā pastāvēja būtiskas atšķirības starp pacilām un vagām, negatavotu augsni. Kas interesanti pacilās bija no marta beigām līdz septembra sākumam zemāka temperatūra, ko varētu skaidrot ar augsnes pacēlumu, kas nakts laikā ātrāk atdziest kā vagas vai negatavota augsne. Pirmais straujāks temperatūras kāpums notika aprīļa sākumā, un otrais jau patstāvīgais temperatūras kāpums, kādā aptuveni nostabilizējās visā atlikušajā vasaras periodā sākās maija sākumā un turpinājās līdz saulgriežiem (**Kļūda! Nav atrasts atsaucē avots.**<sup>7(OBJ)</sup>).



**Att. 1.7. Augsnes vidējā diennakts temperatūra 5 cm un 20 cm dziļumā (apzīmēti ar krāsainiem riņķīšiem) un koku radiālā augšanas gaita (apzīmēts ar līnijām). N – negatavota**

Koku straujāka radiālā augšana sākas tieši ar otro augsnes temperatūras kāpumu – aprīļa beigās, maija sākums un turpinājās līdz aptuveni 25. augustam, kad radiālā augšana samazinājās vai principā bija noslēgusies, izņemot vienam kokam negatavotajā augsnē, kas turpināja vēl augt.

#### **Atziņas un priekšlikumi:**

Labākos augšanas rādītājus iespējams panākt stādot bērza kailsakņus ar uzlaboto sakņu sistēmu pacilās.

Pacilās stādītajiem stādiem ir straujāki radiālie pieaugumi, tie ir druknāki.

Straujāka augšana pacilās stādītajiem stādiem uzsākas sākot ar 3-4 gadu pēc iestādīšanas, kad tiem kļūst pieejamas dubultajā trūda slāni sadalījušas augu barošanās vielas un attīstījusies spēcīgāka sakņu sistēma.

Līdzīgos apstākļos vienā nogabalā pacilās stādītajiem kokiem ir labāka saglabāšanās, nekā vagās vai nesagatavotā augsnē stādītiem, tas skaidrojams arī ar to, ka pacila, vienlaikus ar citām priekšrocībām ir iezīmēta stādvieta – koki tajās vieglāk pamanāmi nekā vagās stādītie.

Ne starp augsnes gatavošanas veidiem, ne starp stādmateriāla veidiem nav novērota atšķirīga briežu dzimtas dzīvnieku nodarīto bojājumu intensitāte.

Ievācot augsnes temperatūras datus un analizējot ar pieauguma lentām iegūto rezultātus, noskaidrots, ka koku radiālā pieauguma veidošanās saistīta ar augsnes temperatūru. No 2023. gada marta līdz septembrim labāki temperatūras apstākļi augšanai bija vagās – bija salīdzinoši augstāka temperatūra.

## **1.2 Mežaudžu atjaunošana lielas platības izcirtumos, kas radušies biotisko un abiotisko faktoru ietekmē**

Darbu nolūks: Iegūt un validēt datus lielu izcirtuma platību saimnieciskās darbības modeļu izveidei un precizēšanai.

Paredzētās aktivitātes: *Dažādu augsnes sagatavošanas veidu (pacila, apvērsta velēna) ietekmes uz priežu ieaugšanas vērtēšana Ziemeļkurzemes reģiona Rindas iecirkņa stagnējošās priežu audzēs 702-103-39, 702-127-5, 702-65-17, 702-65-10.; tai skaitā validācijas parauglaukumu apsekošana, gruntsūdens līmeņa noteikšana, pH un elektrovadītspējas noteikšana katrā 3-4 parauglaukumi). Validācijas platību apsekošana Ziemeļlatgales reģiona Lubānas iecirknī (9 nogabali), tai skaitā četros nogabalos (802-539-3-0; 802-554-15-0; 802-624-9-0; 802-89-4-0), Ziemeļlatgales reģiona Lubānas iecirknī, sakņu attēlu iegūšana, izmantojot iepriekš ievietotās caurspīdīgās caurules reizi mēnesī (maijs-septembris) un augsnes gruntsūdens līmeņa mērījumi Lubānas iecirkņa četrus nogabalos (14 parauglaukumi). Gruntsūdens līmeņa un augsnes virskārtas mitruma datu analīze. Telpisko un meteoroloģisko datu apstrāde, un sagatavošana evapotranspirācijas modelēšanai. Evapotranspirācijas un augsnes virskārtas mitruma modelēšanas metodikas pilnveidošana, tehnisko parametru salāgošana modeļu integrēšanai GEO.*

Uzturēti un apsekoti (uzskaitot saglabāšanos) dažādu augsnes sagatavošanas veidu (pacila, apvērsta velēna) validācijas parauglaukumi Ziemeļkurzemes reģiona Rindas iecirkņa četros nogabalos (kopā 12 parauglaukumi, parauglaukumu izvietojums dots 1. pielikumā). Apkopti dati no gruntsūdens līmeņa sensoriem un veikti mērījumi ar YSI zondi.

Uzturēti un apsekoti validācijas parauglaukumi Ziemeļlatgales reģiona Lubānas iecirkņa četros nogabalos (kopā 14 parauglaukumi, parauglaukumu izvietojums dots 2. pielikumā). Apkopti dati no gruntsūdens līmeņa sensoriem. Ievākti dati no sakņu nedestruktīvai analīzei paredzētās caurspīdīgās caurulēm vagās un pacilās. Sakņu skenējumi veikti reizi mēnesī veģetācijas periodā. Precizēta metodika evapotranspirācijas modeļu izveidei Ziemeļlatgales reģiona Lubānas iecirkņa egļu astonezobu mizgrauža skartajiem kvartāliem, modeli pabeigs pēc validācijas audžu apsekošanas rezultātu apkopošanas. Ievākti dati augstas izšķirtspējas kartogrāfisko materiālu sagatavošanai.

### **1.2.1 Ziemeļkurzemes reģiona Rindas iecirknī stagnējošās priežu audzēs veiktās aktivitātes un iegūtie rezultāti**

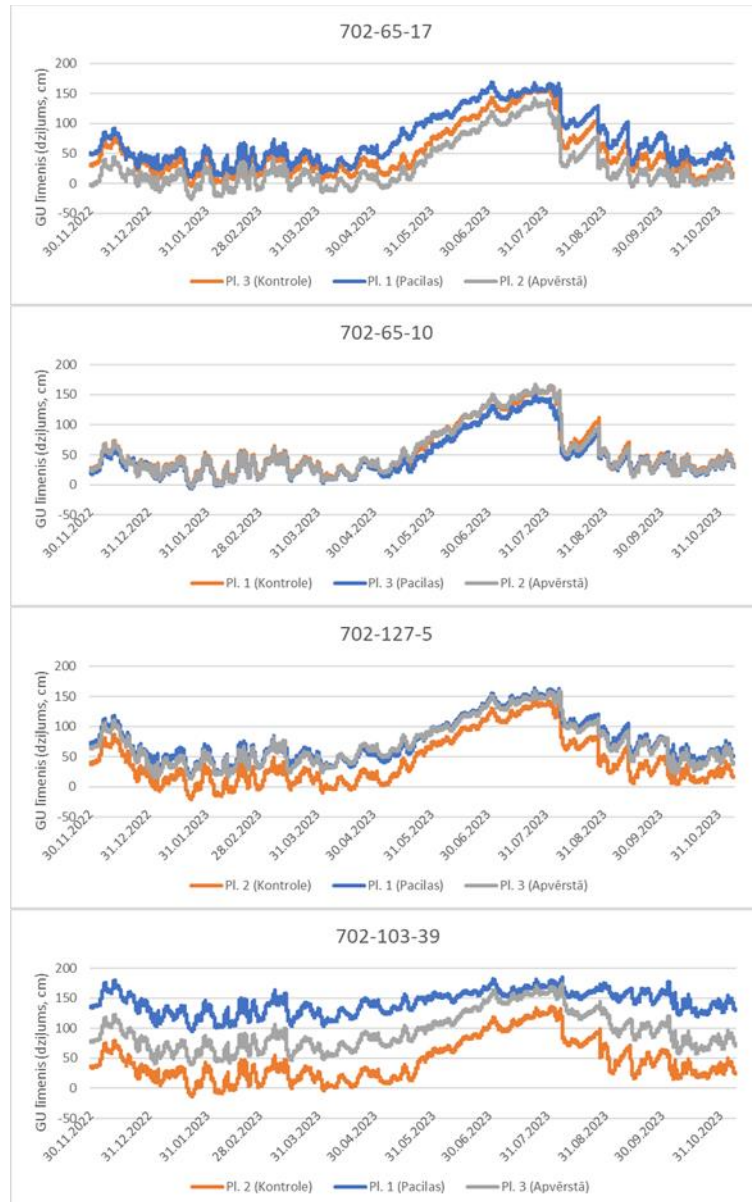
Turpināts monitorings nogabalos, kur stādvieta gatavošana ar klasisko pacilu un apvērstās velēnas metodi veikta 2022. gada pavasarī (702-103-39, 702-127-5, 702-65-48, 702-65-17, 702-65-10). Apsekojumi veikti 2023. gada pavasarī (11.05.) un rudenī (08.11.). Visos 12 parauglaukumos stādīto koku saglabāšanās ir 100 %, savukārt iegūto būtiskāko rādītāju apkopojums no YSI Pro DSS zondes apkopots (

Tabula 1.13).

**Tabula 1.13. Gruntsūdens fizikālās un ķīmiskās īpašības Rindas iecirkņa ierīkotajos parauglaukumos**

Platība	Pl.	Temp. (°C)	pH	Duļķainība (FNU)	Elektro- vadītspēja (μS/cm) (11.05.2023)	Elektro- vadītspēja (μS/cm) (08.11.2023)	Izšķīdušais skābeklis (%Sat) (11.05.2023)	Izšķīdušais skābeklis (%Sat) (08.11.2023)
702-127-5	1	6,17	4,77	71,70	20,30	71,90	17,40	30,60
	2	5,50	4,13	15,00	40,30	133,30	62,00	63,90
	3	5,56	4,33	13,81	19,00	96,90	15,90	64,30
702-103-39	1	6,50	5,03	15,34	11,10	18,60	98,90	70,70
	2	6,17	4,14	17,99	39,80	116,50	23,20	24,10
	3	6,06	4,47	42,39	18,80	117,40	33,20	84,60
702-65-17	1	6,06	4,29	119,51	24,50	80,30	24,30	59,30
	2	5,61	4,64	29,87	20,40	69,80	24,70	46,10
	3	5,39	4,08	14,09	36,90	106,50	31,00	41,20
702-65-10	1	5,67	4,18	36,96	24,20	72,70	19,30	33,80
	2	6,06	3,79	14,50	17,20	78,90	20,10	28,30
	3	6,22	4,29	26,96	16,00	99,30	19,20	37,60

Duļķainības mērījumi, kas svārstās no 13,81 līdz 42,39 FNU ar diviem izņēmumiem: 71,70 un 119,51 FNU. Šis rādītājs norāda uz suspendēto daļiņu līmeni un ūdens dzidrumu gruntsūdens akās. Kopumā tie ir paaugstināti salīdzinājumā ar optimālo līmeni (5-10 FNU). Augstāki duļķainības rādītāji liecina par palielinātu suspendēto vielu līmeni, piemēram, nogulumu vai organiskās daļiņas. Divi īpaši paaugstinātie rādītāji varētu būt saistīti ar paaugstinātu ūdens saduļķošanas mērījumu laikā.



**Att. 1.8. Gruntsūdens līmeņa monitoringa rezultāti Rindas iecirknī ierīkotajos parauglaukumos**

Dati no gruntsūdens līmeņa sensoriem apkopoti laika posmā no 2022. gada 30. novembra līdz 2023. gada 8. novembrim. Gruntsūdens mērījumi tiek veikti reizi stundā un šajā periodā kopā veikti 8231 mērījumi. Gruntsūdens akas ir ierīkotas starp pacilām un apvērstajām velēnām, negatavotas augsnes līmenī (Att. 1.8.), pielikumā attēls ar paraugu ievākšanas vietu izvietojumu..

Iegūtie gruntsūdens monitoringa dati uzskatāmi parāda atšķirības starp dažādajām audzēm. 702-103-39 ūdens līmeņa atšķirības starp parauglaukumiem ir vislielākās, ko uzskatāmi parāda arī audzes mikroreljefs un augsnes sastāvs. Šajā platībā 1. parauglaukumā gruntsūdens visa gada garumā ir virs 1 metra, savukārt vasaras mēnešos pārsniedz 1,5 metru atzīmi. Tur pretī 2. parauglaukumā ziemas un pavasara mēnešos (atkušņu brīžos) gruntsūdens līmenis ir virs zemes un apkārtējā teritorija applūst ar vienmērīgu ūdens slāni. Taču jūlija mēnesī arī šajā parauglaukumā gruntsūdens līmenis strauji pazeminās un ir dziļāks par 1 metru.

Visvienmērīgākā platība ir 702-65-10, kur mazliet ievērojamākas atšķirības starp parauglaukumiem ir novērojamas vien vasaras mēnešos. Lielāko gada daļu ūdens līmenis svārstās starp 0 un 50 cm.

Vislielākās svārstības novērojamas 702-65-17 platībā. Parauglaukums nr. 3 ir novērtējams kā visslapjākais, kur ievērojamu periodu gada griezumā apkārtējā teritorija ir applūdusi un vidējais ūdens līmenis ir 30 cm, taču vasaras mēnešos tas pietuvojas 150 cm atzīmei.

Platībā 702-127-5 novērojamas līdzīgas tendences kā pārējos nogabalos – reljefa pazeminājumā (2. pl.) ūdens līmenis cauru gadu ir augstāks nekā blakus parauglaukumos, kas atrodas reljefa pacēlumos.

Kopējā tendence 2023. gadā parāda ūdens līmeņa svārstības no mērījumu sākuma perioda (30. novembra) līdz maija otrajai pusei. Ūdens svārstības periodiski ietekmē gan nokrišņu daudzums, gan arī temperatūras režīms (sala vai atkušņa periods), taču vasaras (arī veģetācijas) periodā līdz augusta vidum ir vienmērīgs ūdenslīmeņa samazinājums. Straujš ūdenslīmeņa kāpums skaidrojams ar lielo nokrišņu daudzumu augusta mēnesī visā Latvijā. Rudens mēnešos, līdz ar veģetācijas sezonas beigām, ūdens līmenis pakāpeniski palielinās (atkarībā no nokrišņu daudzuma) un 2023. gada izskaņā sasniedz līdzīgu līmeni kā pirms gada. Augsnes sagatavošanas veidam konkrētajās audzēs nav ietekmes uz gruntsūdens līmeni.

Elektrovadītspējas vērtības svārstās no 11,1 līdz 40,3  $\mu\text{S/cm}$  pavasarī un no 18,6 līdz 133,3  $\mu\text{S/cm}$  rudenī. Tā parāda ūdens spēju vadīt elektrību, kas norāda uz šķīstošo vielu vai minerālu saturu. Vadītspējas variācijas varētu būt saistītas ar šķīstošo jonu, sāļu vai organisko savienojumu koncentrācijas atšķirībām gruntsūdeņos. Kopējie rādītāji starp parauglaukumiem ir zemi (optimāli 50-500  $\mu\text{S/cm}$ ), kas norāda uz samazinātu pieejamo minerālvielu saturu gruntsūdenī, taču kopumā pusgada laikā šis rādītājs ir palielinājies vairāk nekā trīs reizes un ir novērojama pozitīva tendence.

Izšķīdušā skābekļa procentuālais piesātinājums būtiski svārstās no 15,9% līdz 98,9% starp parauglaukumiem. Skābekļa piesātinājumu ūdenī ietekmē gan temperatūra, gan spiediens, gan arī bioloģiskie procesi. Zemāks ODO (% Sat) norāda uz samazinātu skābekļa pieejamību, kas negatīvi ietekmē priežu stādu kopējo veselību un dzīvotspēju. Optimāla skābekļa piesātinājums (80-100 %) veicina koku vitalitāti, ātrāku augšanas tempu un palielina izturību pret slimībām un dažādiem vides apstākļiem. Rādītājs rudenī svārstās no 28,3 līdz 84,6 ODO (% Sat). Korelācija starp iegūtajiem mērījumiem pavasarī un rudenī nav novērojama, taču kopējais izšķīdušā skābekļa daudzums starp visiem parauglaukumiem rudenī ir ievērojami lielāks nekā pavasarī.

### **Atziņas un priekšlikumi:**

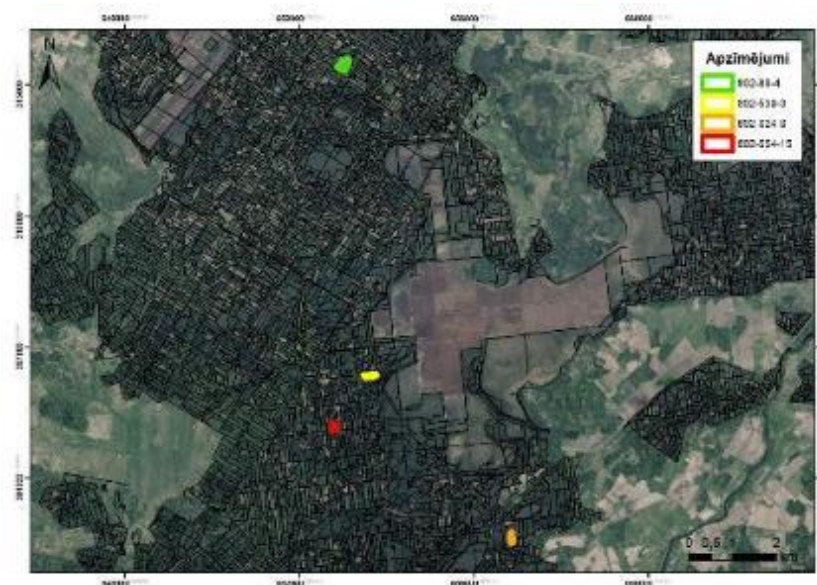
Gruntsūdens akās veiktie fizikālie un ķīmiskie mērījumi, kā arī gruntsūdens līmeņa monitorings 2023. gadā parāda, ka izvēlētajās audzēs visos rādītājos vēl joprojām ir pasliktināti vides apstākļi mežaudžu atjaunošanai (tai skaitā gruntsūdens līmenis, kā rezultātā ir vietas platībās, kuras periodiski applūst), taču līdz šim tie nav ietekmējuši stādu saglabāšanos parauglaukumos.

Iegūtie rezultāti maijā parāda, ka pH vērtības audzēs svārstās no 3,79 līdz 5,03 gruntsūdens sastāvs visos parauglaukumos ir skābs un būtiskas izmaiņas nav notikušas salīdzinājumā ar iepriekšējo gadu.

Novērojam pozitīva tendence gruntsūdeņu aku elektrovadītspējas rādītājos – izšķīdušo sāļu kļūst vairāk, tātad uzlabojas stādīto koku nodrošinājums ar augu barošanās elementiem.

### 1.2.2 Ziemeļlatgales reģiona Lubānas iecirknī validācijai atlasītajās audzēs veiktās aktivitātes un iegūtie rezultāti

Iepriekš izvēlētajās četrās audzēs (802-89-4, 802-539-3, 802-624-9, 802-554-15), kurās 2022. gada rudenī tika ierīkoti parauglaukumi, tika veikts gruntsūdens līmeņa monitorings un veikti sakņu skenējumi. Divās audzēs, kur augsne gatavota ar pacilu metodi, tika ierīkoti 4 parauglaukumi, savukārt divās audzēs, kur augsne gatavota vagās, tika ierīkoti 3 parauglaukumi, kopā veidojot 14 parauglaukumus (Att. 1.9).

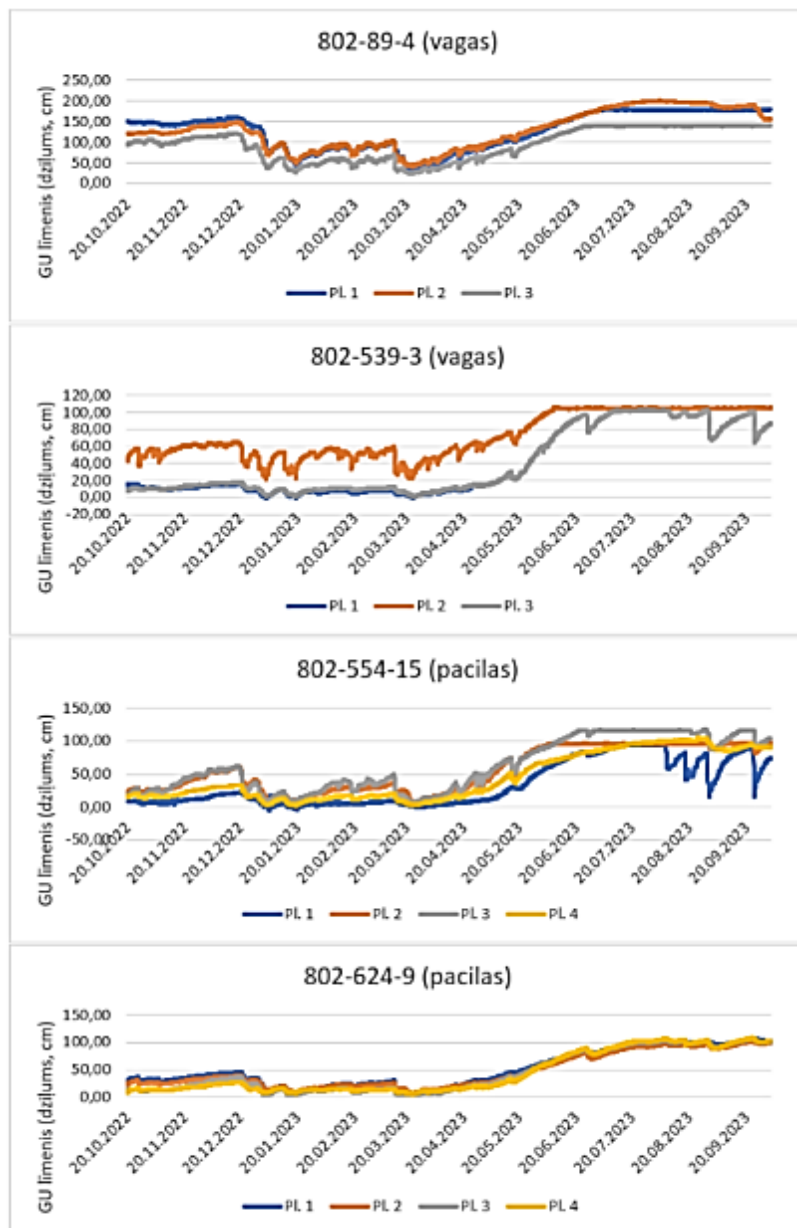


Att. 1.9. Izvēlēto nogabalu izvietoējums Lubānas iecirknī

Dati no gruntsūdens līmeņa sensoriem apkopoti laika posmā no 2022. gada 20. oktobra līdz 2023. gada 3. oktobrim. Gruntsūdens mērījumi tiek veikti reizi stundā un šajā periodā kopā veikti 8366 mērījumi. Gruntsūdens akas ir ierīkotas starp pacilām un vagām, negatavotas augsnes līmenī. Trijās no četrām audzēm jūnija mēnesī tiek sasniegtas gruntsūdens līmeņa sensora zemākās vērtības jeb gruntsūdens līmenis ir zemāks par gruntsūdens akas dibenu. Atšķirīgie minimālie līmeņi starp parauglaukumiem ir atkarīgi no augsnes apstākļiem – cik dziļi bija iespējams ierakt gruntsūdens akas. Vairākās vietās nācās saskarties ar plūstošu kūdras slāni augsta gruntsūdens līmeņa laikā. Nogabalā 802-539-3 tehnisku iemeslu dēļ 1. parauglaukumā rudens apsekojuma laikā neizdevās iegūt datus par vasaras periodu – šie dati tiks nolasīti no sensora nākamā apsekojuma laikā 2024. gadā. Līdzīgi kā Ziemeļkurzemē, arī Lubānā ir novērojamas līdzīgas ūdenslīmeņa svārstību tendences gada griezumā – ūdens līmenis izteikti sāk pazemināties līdz ar maija mēnesi, attīstoties veģetācijai, iestājoties siltākiem laik apstākļiem (iztvaikošana pārsniedz nokrišņu summu) un aizplūstot pavasara daudzūdens perioda ūdeņiem. Lubānas audzēs nav novērojama tik liela ūdenslīmeņa svārstība īsākos laika periodos, it īpaši ziemas un pavasara mēnešos, kas skaidrojams ar mazāk mainīgiem laika apstākļiem un patstāvīgāku klimatu (tālāk no jūras). Augusta beigās arī ir novērojamas ļoti straujas ūdens līmeņu paaugstināšanās epizodes līdz ar apjomīgu nokrišņu daudzumu. Īpaši lielas svārstības redzamas 802-539-3 (vagas) un 802-554-15 (pacilas) nogabalu divos parauglaukumos, kur vairākos gadījumos nepilnas nedēļas ietvaros ūdens līmenis mainās pat vairāk nekā par pusmetru un tik pat strauji atgriežas iepriekšējā līmenī. Oktobra



sākumā (2023. gadā) Lubānas iecirknī ūdens līmenis kopumā vēl joprojām noturas aptuveni jūnija un jūlija amplitūdā un veģetācijai šajās audzēs ir salīdzinoši mazāka loma ūdens režīma regulēšanā (Att. 1.10).



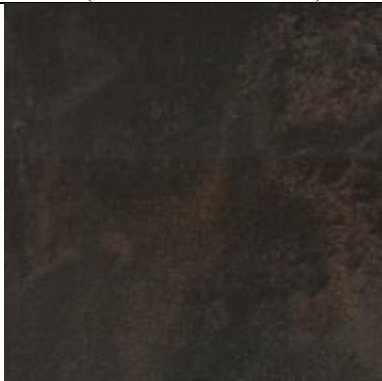
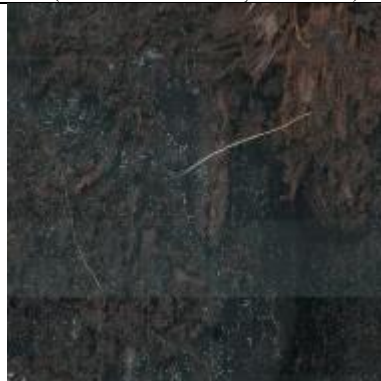


**Att. 1.10. Gruntsūdens līmeņa monitoringa rezultāti Lubānas iecirkņa ierīkotajos parauglaukumos**

Saknes izvēlētajos Lubānas iecirkņa nogabalos 2023. gada veģetācijas periodā kopā skenētas 5 reizes, no maija līdz septembrim (Att. 1.11). Pacilās – katrā parauglaukumā 2022. gada rudenī iebūvēta viena caurspīdīga caurule sakņu skenējumiem, savukārt vagās – katrā parauglaukumā divas sakņu caurules – katra savā vagas pusē. Kopā tika izveidotas 20 sakņu skenējuma vietas. Caurules tika ievietotas 45 grādu leņķī attiecībā pret izvēlēto koku un skenējumi tika veikti 2 vai 3 dziļumos (atkarībā no tā, cik dziļi bija iespējams ievietot cauruli). Kopumā iegūti 320 attēli.



**Att. 1.11. Sakņu skenēšanas process 802-624-9 nogabalā, kur pacilās stādītas priedes**

Analizējot iegūtos sakņu attēlus, tika mērīts sakņu dziļums zem zemes, kā arī sakņu blīvums skalā no 0 līdz 3 (Att. 1.12). Papildus tika fiksēts arī gruntsūdens līmenis sakņu skenējumu brīdī.

0 (saknes nav redzamas)	1 (redzamas atsevišķas saknes)
	
2 (izteikti redzamas saknes, veidojas tīkls)	3 (blīvs sakņu tīklojums)
	

**Att. 1.12. Sakņu blīvuma novērtējums**

Iegūtie rezultāti apkopoti attēlos zemāk (Att. 1.13, Att. 1.14). Ar sārtu krāsu iezīmēti tie gruntsūdens līmeņa rādītāji, kuri ir zemāki par pašu gruntsūdens aku. Ar dzeltenīgu fonu iezīmēti tie sakņu dziļuma rādītāji (cm), kur saknes pārsniedz sakņu skenēšanas caurules garumu. Sakņu dziļumi ir pārrēķināti taisnā leņķī ( $90^0$ ), ņemot vērā, ka sakņu caurules ievietotas 45 grādu leņķī.

Platība	802-89-4 (vagas)																			
Parauglaukums	1					2					3									
Sesija	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
GU līmenis, cm	79	141	179	179	179	91	144	200	185	156	61	114	140	140	140					
Puse	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K
Sakņu blīvums	1	1	2	1	2	1	3	1	3	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1
Sakņu dziļums	9	15	23	15	26	16	26	16	39	16	35	10	35	33	40	33	40	33	40	33

Platība	802-539-3 (vagas)																			
Parauglaukums	1					2					3									
Sesija	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
GU līmenis, cm	12	-	-	-	-	63	105	105	105	105	14	70	102	85	87					
Puse	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K
Sakņu blīvums	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	0	0	1	1	1	2	1	2	1	1
Sakņu dziļums	26	19	33	35	33	35	33	35	33	35			13	30	35	30	36	30	37	30

**Att. 1.13. Iegūti rezultāti no sakņu skenējumu analīzes vagās ievietotos cilindros**

Platība	802-554-15 (pacilas)																			
Parauglaukums	1					2					3					4				
Sesija	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
GU līmenis, cm	8	64	95	69	75	35	97	95	96	96	45	95	116	101	104	22	71	99	86	91
Sakņu blīvums	1	1	2	3	3	1	2	3	3	3	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2
Sakņu dziļums	38	38	40	41	41	21	28	28	28	28	21	21	25	30	30	31	33	41	41	41

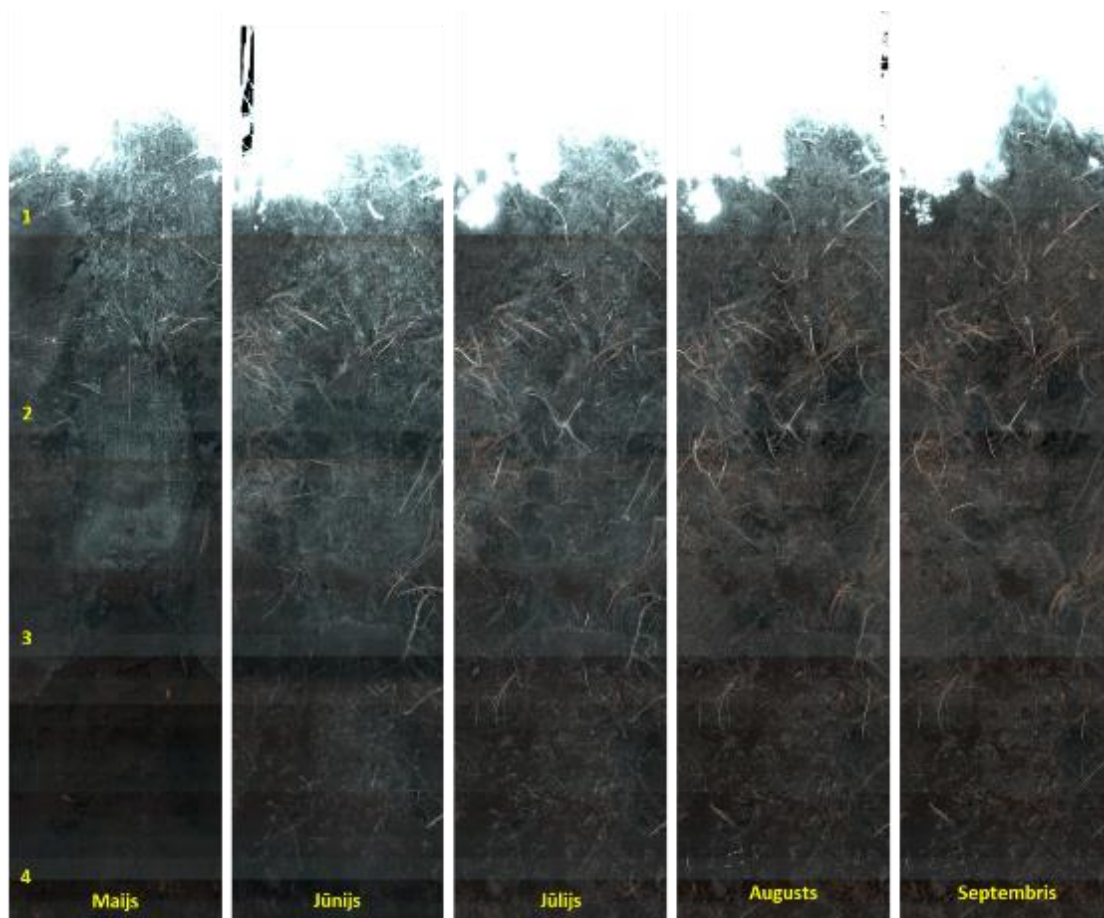
  

Platība	802-624-9 (pacilas)																			
Parauglaukums	1					2					3					4				
Sesija	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
GU līmenis, cm	29	67	101	97	103	25	61	95	91	99	20	66	101	95	102	19	65	105	95	103
Sakņu blīvums	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	1	2	2	2	2	1	2	3	3	3
Sakņu dziļums	45	45	45	45	45	30	45	45	45	45	26	41	45	45	45	23	48	48	48	48

**Att. 1.14. Iegūti rezultāti no sakņu skenējumu analīzes pacilās ievietotos cilindros**

Kopējā tendence starp visām platībām novērojama, ka maija sākumā saknes ir vismazāk attīstījušās – gan dziļuma, gan blīvu rādītājos, taču abi rādītāji būtiski pieaug sezonas laikā. Pacilās novērojama straujāka sakņu attīstība – galvenokārt jūnija vai jūlija mēnesī jau sasniedzot maksimumu, taču vagās sakņu attīstība notiek krietni lēnāk – atsevišķos parauglaukumos pat visa veģetācijas perioda laikā, maksimālo sakņu blīvumu un dziļumu sasniedzot septembrī. Iegūtie rezultāti skaidrojami gan ar augsnes sagatavošanas veidu – veidojot pacilas, vēlēna tiek apgriezta un uzirdināta – gan ar dažādu augsnes granulometrisku sastāvu – pacilas veidotas slapjākās kūdraugsnēs, savukārt vagas – sausākās un smilšainākās augsnēs. Lai arī maija mēnesī vairākos parauglaukumos saknes atradās zem gruntsūdens līmeņa, taču šajās audzēs gruntsūdens ietekme uz sakņu attīstību nav novērojama.

Veģetācijas perioda laikā (no maija sākuma līdz septembra beigām) uzskatāmi redzama sakņu attīstība laika gaitā. Raksturīgi citiem parauglaukumiem pacilās – ļoti strauja sakņu attīstība, kur jau jūnija mēnesī ir novērojams blīvs sakņu tīklojums (3. pakāpe) un saknes ir redzamas visā skenējuma garumā (līdz pat 45 cm no zemes virsas). Savukārt tālākajos mēnešos (jūlijs - septembris) izteiktas atšķirības gan sakņu blīvumā, gan dziļumā, gan sakņu izmēros nav novērojamas. Attēlā zemāk ilustrācija - apvienoti 20 skenējumi attēli no 802-624-9 pacilu platības uz organiskās augsnes 2. parauglaukuma (Att. 1.15).



**Att. 1.15. Sakņu attīstība pacilās veģetācijas perioda laikā 802-624-9 audzē, otrais parauglaukums. Ar cipariem 1-4 atzīmēts sakņu skenēšanas logs (dziļuma soļi)**

#### **Atziņas un priekšlikumi:**

Pacilās stādīto koku sakņu attīstība notiek straujāk - jūnija vai jūlija mēnesī jau sasniedzot maksimumu, tātad tiem ātrāk ir izveidojies lielāks augu barošanās elements un ūdeni uzsūcošā orgāna tīkls.

Vagās stādītajiem kokiem sakņu attīstība notiek krietni lēnāk – atsevišķos parauglaukumos pat visa veģetācijas perioda laikā, maksimālo sakņu blīvumu un dziļumu sasniedzot septembrī.

### **1.2.3 Evapotranspirācijas modeļa aprobācija**

#### **Metodiskā pieeja**

Šajā pētījuma posmā esam veikuši darbu lai pilnveidotu 2022. gadā izstrādāto metodiku evapotranspirācijas aprēķināšanai un tās telpiskai modelēšanai.

Evapotranspirāciju Latvijas apstākļos aprēķinām ar līdzīgu metodiku (Penman-Monteith, turpmāk – PM), kā Somijas un citu valstu pētnieku modeļos (Running et al. 2019, Launiainen et al. 2019, Guzinski et al. 2020). Izmantojot LĢIA lāzerskenēšanas datus, LVĢMC meteoroloģisko staciju novērojumu datus, kā arī Sentinel-2 satelītainas. Augsnes mitruma apstākļu raksturošanai izmantota LVMI Silava izstrādātā augsnes mitruma karte (Ivanovs, Lupikis 2018) un gruntsūdens dziļuma modelis. Šāda pieeja augsnes mitruma raksturošanai ir pielīdzināma Somijā izstrādātā

evapotranspirācijas modelī izmantotajam Topogrāfiskā mitruma indeksam (TWI). Datu apstrāde veikta divos blokos – telpisko datu apstrāde (no NDVI iegūts LAI (lapu laukuma indekss), augsnes mitruma kartes) QGIS programmā.

Evapotranspirācija aprēķināta, izmantojot R programmas pakotni ‘Evapotranspiration’, kuras aprēķinu pamatā tiek izmantota 2. formula (Allen et al., 1998). Programmai nepieciešamie parametri ir dienas maksimālā, vidējā un minimālā gaisa temperatūra, maksimālais, vidējais un minimālais gaisa mitrums, kā arī vidējais vēja ātrums un saules radiācija (www.fao.org, 2023).

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad (2)$$

- kur
- ET<sub>o</sub> – references evapotranspirācija, mm dienā;
  - R<sub>n</sub> – kopējā radiācija, MJ m<sup>-2</sup> dienā;
  - G – augsnes siltuma svārstību blīvums, MJ m<sup>-2</sup> dienā;
  - T – vidējā dienas gaisa temperatūra 2 m augstumā, °C;
  - u<sub>2</sub> – vēja ātrums 2 m augstumā, m s<sup>-1</sup>;
  - e<sub>s</sub> – piesātinātais tvaika spiediens, kPa;
  - e<sub>a</sub> – patiesais tvaika spiediens, kPa;
  - e<sub>s</sub> - e<sub>a</sub> – piesātinātā tvaika spiediena deficīts, kPa;
  - Δ – tvaika spiedienā līknes izliekums, kPa °C<sup>-1</sup>;
  - γ – psihometriskā konstante, kPa °C<sup>-1</sup>.

Izejas dati ir references evapotranspirācija, kuras vērtībai nepieciešams izmantot koeficientus, atkarībā no sastopamā zemes seguma un veģetācijas veida. FAO noklusējuma K<sub>c</sub> doti dažādām lauksaimniecības kultūrām, tai skaitā lapu kokiem un skujukokiem. K<sub>c</sub> vērtību ietekmē veģetācijas īpatnības, iztvaikošana no augsnes un veģetācijas periods. Koeficientus sīkāk iedala K<sub>c ini</sub>, K<sub>c mid</sub> un K<sub>c end</sub>, kas atbilst noteiktam laika posmam veģetācijas periodā vai ārpus tā. Periodam starp K<sub>c ini</sub> un K<sub>c mid</sub> koeficienta vērtība tiek interpolēta no pirmās veģetācijas perioda dienas līdz pirmajai aktīvā veģetācijas perioda dienai, tai katru dienu pakāpeniski pieaugot. Visam aktīvajam veģetācijas periodam tiek piemērota K<sub>c mid</sub> vērtība. Periodam starp K<sub>c mid</sub> un K<sub>c end</sub> koeficienta vērtība tiek interpolēta no pēdējās aktīvā veģetācijas perioda dienas līdz pēdējai veģetācijas perioda dienai. No K<sub>c end</sub> perioda koeficienta vērtība katrai dienai tiek pakāpeniski samazināta, līdz tā sasniedz K<sub>c ini</sub> vērtību, kas sākas ar pirmo dienu, kurā diennakts vidējā gaisa temperatūra ir negatīva. Attiecīgi visā pārējā posmā tā saglabājas konstanta. Izmantotās koeficienta vērtības katram apsaimniekošanas veidam ir atšķirīgas, ko nosaka tur augošā veģetācija. (Tabula 1.14).

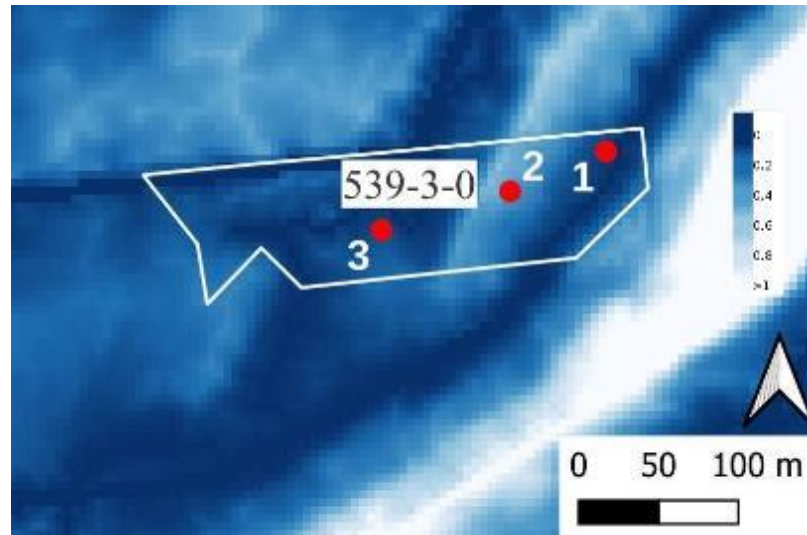
**Tabula 1.14. Izmantotās K<sub>c</sub> vērtības evapotranspirācijas aprēķinu veikšanā dažādos apsaimniekošanas veidos**

Zemes seguma veids	K <sub>c ini</sub>	K <sub>c mid</sub>	K <sub>c end</sub>
priedes audze	1,00	1,00	1,00
bērza audze	0,50	1,20	0,95
kūdras lauks	0,55	0,55	0,55
augzne bez veģetācijas	0,55	0,55	0,55
krūmu veģetācija	0,30	1,05	0,50
zālājs	0,40	0,95	0,90
aramzeme	0,30	1,15	0,30



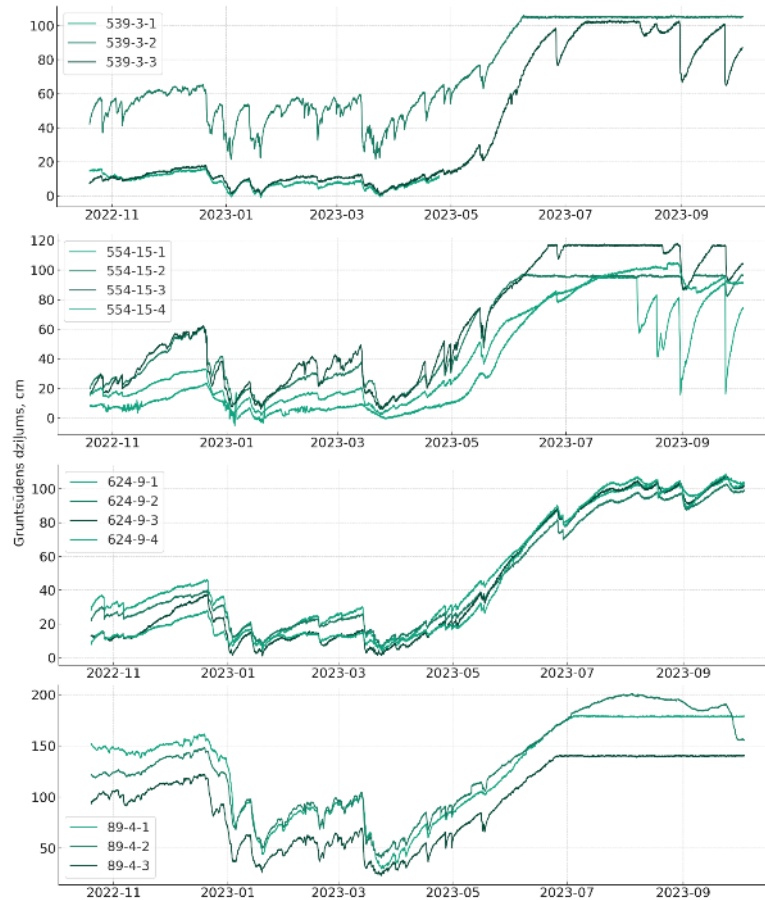
Par veģetācijas sākuma posmu tiek pieņemta diena, no kuras vismaz piecu dienu garumā vidējā diennakts gaisa temperatūra pārsniedz  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , savukārt beigu periodu – diena, no kuras vismaz piecu dienu garumā vidējā diennakts gaisa temperatūra ir zemāka par  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Par aktīvā veģetācijas sākuma posmu tiek pieņemta diena, no kuras vismaz piecu dienu garumā vidējā diennakts gaisa temperatūra pārsniedz  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , savukārt beigu periodu – diena, no kuras vismaz piecu dienu garumā vidējā diennakts gaisa temperatūra ir zemāka par  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  (LVĢMC, 2023).

Izmantojot šos datus, PM evapotranspirācijas vienādojumā iegūst vietai specifisku vidējās evapotranspirācijas (ET) novērtējumu dienas un mēneša griezumā, kuru telpiskajiem datiem piesaista izmantojot pirmajā datu apstrādes posmā iegūto gruntsūdens dziļuma (Att. 1.16) un NDVI modeli.



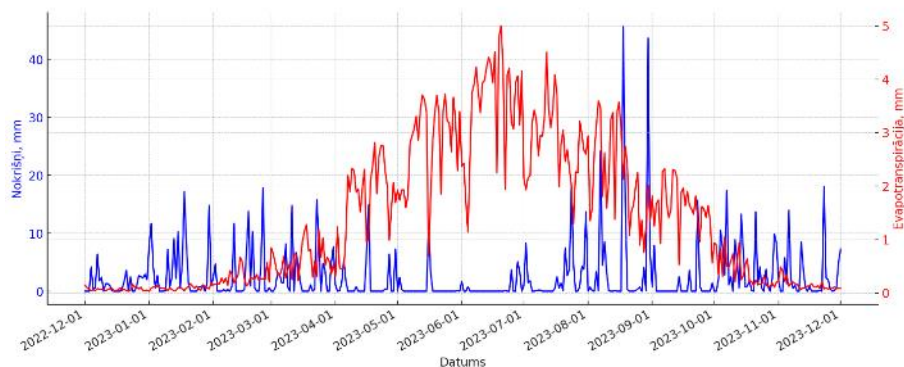
**Att. 1.16. Gruntsūdens dziļuma prognozes piemērs Lubānas iecirknī**

Nemot vērā gruntsūdens dziļuma modeli (Att. 1.16) un gruntsūdens dziļuma sensoru datus (Att. 1.17), secināms, ka modelis tiecas prognozēt augstāko iespējamo gruntsūdens līmeni teritorijā.



**Att. 1.17. Gruntsūdens līmenis objektos Lubānas iecirknī.**

Šajā gadījumā, augstākais gruntsūdens līmenis visos objektos Lubānas iecirknī ir novērots no 2023. gada janvāra līdz aprīlim, kad novērots liels nokrišņu daudzums (periodā no janvāra līdz aprīlim kopumā 335 mm) un zema iztvaikošana (Att. 1.18). Iegūtie rezultāti norāda, ka objektos Lubānas iecirknī ir vērojama aizture, līdz nokrišņu daudzums atspoguļojas gruntsūdens līmeņa datos, gan pieaugot, gan samazinoties. Ņemot vērā, ka liela ietekme uz šiem novērojumiem ir reljefam, augsnēm un veģetācijai, ir būtiski izstrādāt telpisku un dinamisku evapotranspirācijas un gruntsūdens dziļuma prognozi.



**Att. 1.18. Nokrišņi un vidējā evapotranspirācija Lubānas iecirknī**

### 1.2.4 Ieteikumu izstrāde evapotranspirācijas modeļu integrēšanai esošajā informācijas sistēmā GEO

Evapotranspirācijas aprēķins un, attiecīgi, mitruma apstākļi meža nogabalos prognozēti izmantojot meteoroloģisko informāciju no Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra, iepriekšējos pētījumos izstrādātās gruntsūdens dziļuma kartes, kā arī Sentinel-2 satelītainas. Aprēķini veikti programmā R, izmantojot pakotni 'Evapotranspiration' un tajā integrēto rīku *ET.Penman-Monteith*. Šie ir brīvpieejas dati, bet prasa periodisku to atjaunināšanu.

Lai veiktu šos aprēķinus un rezultātu telpisko attēlojumu integrētu LVM GEO sistēmā, būtu nepieciešams regulāri, ar ne vairāk kā 10 dienu intervālu iegūta meteoroloģiskā informācija (Tabula 1.15. Modelim nepieciešamā meteoroloģiskā informācija un datu piemērs).

**Tabula 1.15. Modelim nepieciešamā meteoroloģiskā informācija un datu piemērs**

T max, (Co)	T min, (Co)	RH max, %	RH min, %	Vēja ātrums, m/s	Saules radiācija, MJ/m <sup>2</sup>	Saules spīdēšanas ilgums, h
-3.2	-12.7	95	92	1.3	2.41	4.4
-8.6	-12.8	92	88	1.30	1.75	2.1

Gruntsūdens dziļuma prognožu karte ir statistiska, un sākotnēji veidota pamatojoties uz reljefa informāciju un nogulumu granulometriskā sastāva īpašībām, tādēļ tā netiek izmantota. Sentinel-2 satelītainas izmantotas, lai klasificētu zemes segumu izmantojot NDVI veģetācijas indeksu, atbilstošā evapotranspirācijas koeficienta piemērošanai. Šī slāņa atjaunošanu būtu vēlams veikt vismaz reizi gadā, iegūstot attēlu bez mākoņiem.

Turpmākajos pētījuma posmos modelētos evapotranspirācijas un, attiecīgi, prognozētos augsnes mitruma datus analizēsīm kontekstā ar Lubānas un Šlīteres iecirkņos izvietoto gruntsūdens līmeņa sensoru datiem un augsnes mitruma mērījumiem.

#### Atziņas un priekšlikumi:

Izmantojot aktuālo meteoroloģisko informāciju, augsnes mitruma kartes un satelītainas ir iespējams izveidot telpisku mitruma prognozi mežaudzē.

Lai šo metodiku izmantotu praksē, nepieciešams turpināt darbu pie aprēķinu automatizēšanas un kvalitātes kontroles, jo līdzšinējā aprēķinu gaita ietver vairākus manuālas datu apstrādes soļus. Tā pat nepieciešams veikt iegūto mitruma apstākļu prognožu validēšanu izmantojot gruntsūdens līmeņa mērījumus.

### 1.3 Vienlaicīga augšanas apstākļu uzlabošana un stādīšana

Darbu nolūks: Noskaidrot vai papildus argināna fosfora ienese stādvietā veicina stādīto koku apkošanu.

Paredzētās aktivitātes: Stādīto koku apsekojumi, novērtējot apkodumus mēslotiem kokiem ar ArGrow un nemēslotiem (111-691-7, 111-632-20, 111-632-11, 111-632-8, 111-319-8, 111-319-9, 111-688-20, 111-614-12, 111-697-2, 111-359-10, 111-359-3, 111-367-9, 111-367-12, 111-393-2, 111-394-2 nogabali). Apkodumu uzskaitē iepriekš ierīkotajos parauglaukumos (katrā nogabalā



3+3). *Apkodumu sastopamības statistika kokiem, kas stādīti vagās/pacilās ar Ar Grow ielabotās stādīvietās. 2021-2023. gadā ievāktu datu analīze*

2023. gada pavasarī apsekotas audzes un uzskaitīti bojātie/saglabājušies koki iepriekš ierīkotajos parauglaukumos. Sagatavotas rekomendācijas situācijām, kad augu papildbarošanas tehnoloģijas ieviešanai ražošanā.

### **Stādīto koku apkodumus novērtēšanas metodika**

Stādīto koku apsekojumi veikt 2023. gada aprīli. Bojājumi uz kokiem iedalīti 3 daļās – galotnes, stumbra un vainaga. Stumbra bojājumi vērtēti atsevišķi pa stumbra daļām jeb ikgadējiem pieaugumiem. Bojājuma gadījumā nomērīts bojājuma garums, nomērot augstumu no zemes bojājuma augšējai daļai un apakšējai daļai, kā arī novērtēts bojājuma novietojums (vienpusējs, abpusējs vai viscaur stumbra apkārtmēram). Vainaga bojājumi vērtēti katram vainagam atsevišķi. Bojājumu gadījumā piefiksēts bojājuma veids un saskaitīti vainaga zari, cik ir bojāti un cik zaru kopumā ir vainagā.

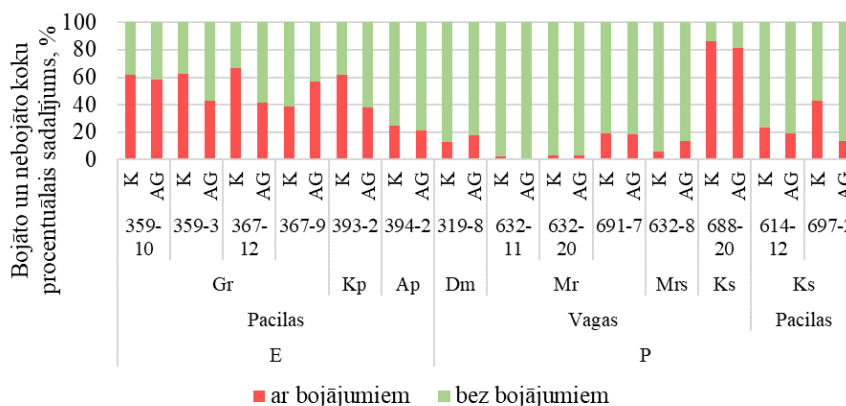
### **Apkodumu sastopamības statistika kokiem, kas stādīti vagās/pacilās ar ArGrow ielabotās stādīvietās**

Izmēģinājuma stādījumu nogabalos pēc trīs augšanas sezonām ir augsta stādīto koku saglabāšanās gan kontroles, gan ar ArGrow (AG) ielabotos parauglaukumos (

Tabula 1.16). Saglabāšanās kontroles un ar AG ielabotajās stādīšanās nogabala ietvaros ir līdzīga. Lielākoties augstāka stādīto koku saglabāšanās ir stādījumiem, kuriem stādīšanās ir pievienots AG, izņemot 3 platības (eglēm 111-394-2, priedēm 111-688-20 un 111-614-12).

Priežu nogabalos mētrājā (111-632-11) un šaurlapju kūdrenī (111-697-2) stādītie koki gan kontroles, gan ar AG ielabotajās stādīšanās ir saglabājušies 100 %. Eglēm zemākā stādīto koku saglabāšanās, 69 %, ir kontroles stādījumā Kp 111-393-2, bet priedēm – 73 % kontroles stādījumā Mrs 111-632-8.

Koku bojājumi sastopami visos pētāmo platību nogabalos. Galvenokārt bojājumu apjoms nogabalā starp kontroles un ar AG ielabotiem stādījumiem stādīšanās ir līdzīgs. Lielākais bojājumu apjoms ir priežu nogabalā šaurlapju kūdrenī, kur bojājumu apjoms ir virs 80 %. Mazākie bojājumu apjomi konstatēti sausieņos un slapjainī, kur bojājumu apjomi ir no 0 līdz 20 % (Att. 1.19).



Att. 1.19. Bojāto un ne bojāto koku sastopamība apsektajos parauglaukumos

**Tabula 1.16. Kontroles un ar AG ielabotas stādviētās stādīto koku saglabāšanās**

Koku suga	Augsnes apstrāde	Meža tips	Platība	Uzskaites gads	K	AG
E	Pacilas	Gr	111-359-10	2021	100 %	100 %
				2022	100 %	100 %
				2023	92 %	100 %
			111-359-3	2021	95 %	96 %
				2022	82 %	96 %
				2023	82 %	91 %
			111-367-12	2021	88 %	92 %
				2022	78 %	83 %
				2023	78 %	83 %
			111-367-9	2021	95 %	96 %
				2022	94 %	92 %
				2023	86 %	92 %
		Kp	111-393-2	2021	80 %	95 %
				2022	76 %	88 %
				2023	69 %	82 %
		Ap	111-394-2	2021	95 %	95 %
				2022	90 %	94 %
				2023	86 %	81 %
P	Vagas	Dm	111-319-8	2021	93 %	99 %
				2022	88 %	94 %
				2023	87 %	94 %
		Mr	111-632-11	2021	100 %	100 %
				2022	100 %	100 %
				2023	100 %	100 %
			111-632-20	2021	97 %	100 %
				2022	95 %	97 %
				2023	95 %	97 %
			111-691-7	2021	98 %	100 %
				2022	93 %	98 %
				2023	93 %	98 %
		Mrs	111-632-8	2021	85 %	97 %
				2022	73 %	95 %
				2023	73 %	93 %
		Ks	111-688-20	2021	96 %	100 %
				2022	81 %	78 %
				2023	81 %	78 %
	Pacilas		111-614-12	2021	100 %	100 %
				2022	100 %	100 %
				2023	93 %	91 %
			111-697-2	2021	100 %	100 %
				2022	100 %	100 %
				2023	100 %	100 %

Analizējot bojājumu veidu detalizētāk, tie sadalīti četrās grupās: vainaga, galotnes, stumbra un citi bojājumi. Vainaga bojājumi – jauni pumpuru bojājumi, jauni/veci graužti zari, jauni/veci kaltuši zari. Galotnes bojājumi – bojāts pumpurs, jauni/veci graužta galotne. Stumbra bojājumi – jauni/veci bojāta miza, smecernieku jauns bojājums. Citi bojājumi – kaltis viss koks, jauni/veci zāgēts koks. Visās platībās ir sastopami vainaga bojājumi, kas arī procentuāli nogabalā veido

nozīmīgākos bojājumus, gan egļu, gan priežu platībās, citi bojājumi ir retāk sastopami (**Kļūda! Nav atrasts avots., Kļūda! Nav atrasts avots.**).

**Tabula 1.17. E koku bojājumu īpatsvars pa nogabaliem**

Bojājumu veids	Apstrāde	Gr				Kp	Ap
		Pacilas					
		359-10	359-3	367-12	367-9	393-2	394-2
Vainaga	K	46 %	50 %	44 %	29 %	54 %	15 %
	AG	50 %	33 %	42 %	54 %	33 %	5 %
Galotnes	K	15 %	4 %	-	-	-	-
	AG	-	14 %	-	4 %	24 %	-
Stumbra	K	-	-	-	-	-	-
	AG	8 %	-	-	-	-	-
Citi	K	8 %	13 %	22 %	10 %	15 %	10 %
	AG	8 %	5 %	-	4 %	5 %	11 %

**Tabula 1.18. P koku bojājumu īpatsvars pa nogabaliem**

Bojājumu veids	Apstrāde	Vagas						Pacilas	
		Dm	Mr			Mrs	Ks		
		319-8	632-11	632-20	691-7	632-8	688-20	614-12	697-2
Vainaga	K	10 %	2 %	3 %	19 %	6 %	77 %	23 %	43 %
	AG	13 %	-	-	14 %	11 %	82 %	14 %	13 %
Galotnes	K	-	-	-	-	3 %	16 %	-	-
	AG	2 %	-	-	-	-	8 %	-	-
Stumbra	K	2 %	2 %	-	-	-	5 %	-	-
	AG	2 %	-	3 %	2 %	-	11 %	-	-
Citi	K	2 %	-	-	-	-	2 %	-	-
	AG	-	-	-	2 %	-	-	5 %	-

Visās platībās ir sastopami vainaga bojājumi, kas arī % nogabalā veido nozīmīgākos bojājumus. Analizējot vainaga bojājumu īpatsvaru (Tabula 1.19, Tabula 1.20), tad vairāk ir bojāti iepriekšējā gadā veidojušies vainagi, t.i., skatoties no koka augšdaļas, tad bojāts ir otrais vainags.

**Tabula 1.19. Vainaga bojājumu īpatsvars sadalījumā pa mieturiem E stādījumos**

Koku suga	Augsnes apstrādes veids	Meža tips	Nogabals	Apstrāde	Pirmais jeb augšējais vainags, %	Otrais jeb vidējais vainags, %	Trešais jeb zemākais vainags, %
E	Pacilas	Gr	359-10	K	8,3	50,0	33,3
				AG	8,3	25,0	33,3
			359-3	K	25,0	35,0	30,0
				AG	21,1	21,1	21,1
			367-12	K	-	57,1	42,9
				AG	10,0	40,0	30,0
			367-9	K	2,7	21,6	24,3
				AG	11,1	33,3	48,1
		Kp	393-2	K	36,4	27,3	45,5
				AG	38,9	27,8	27,8
		Ap	394-2	K	5,6	16,7	5,6
				AG	-	5,9	5,9

Vainagu bojājumi ir vairāk kontroles stādījumos, nevis stādījumos ar pievienotu arginīna fosfātu.

**Tabula 1.20. Vainaga bojājumu īpatsvars sadalījumā pa mieturiem P stādījumos**

Koku suga	Augsnes apstrādes veids	Meža tips	Nogabals	Apstrāde	Pirmais jeb augšējais vainags, %	Otrais jeb vidējais vainags, %
P	Vagas	Dm	319-8	K	4,8	8,1
				AG	6,5	6,5
		Mr	632-11	K	7,7	23,1
				AG	10,0	5,0
			632-20	K	-	2,3
				AG	-	-
			691-7	K	-	2,9
				AG	-	-
		Mrs	632-8	K	-	5,7
				AG	1,9	9,4
		Ks	688-20	K	41,9	76,7
				AG	34,2	76,3
	Pacilas	Ks	614-12	K	11,9	11,9

ArGrow kā papildus slāpekļa un fosfora avota ienese stādvieta nekorelē ar apkodumu pieaugumu.

Par iepriekšējās sezonās veikto mērījumu un ķīmisko analīžu rezultātiem ziņots starptautiskā konferencē EcoBalt2023, ziņojumu kopsavilkumi šogad publicēti starptautiski citējamā žurnālā *Proceedings*<sup>1</sup>.

Iepriekšējos gados veiktajos uzmērījumos secināts, ka ArGrow ielabotajās stādvieta labāki stādīto koku augšanas rādītāji sasniegti auglīgajos meža tipos, novērota tendence, ka ArGrow pozitīvi ietekmē sakņu sistēmas attīstību, bet pagaidām, tas nekorelē ar lielāku virszemes augstumu, atsevišķos nogabalos ar ArGrow ielabotie stādi bija druknāki. Daļēji iegūtos rezultātus paskaidro sadarbība ar Latvija Universitātes speciālistiem veiktās stādīto koku skuju un pieaugumu analīzes. Rezultāti atklāj dažādus slāpekļa uzņemšanas un izotopu attiecības. Gāršas (*Aegopodiosa*) un Lāna (*Myrtillosa*) mežos noteiktā palielināta slāpekļa masas daļa un samazinātas  $\delta^{15}\text{N}$  vērtības priežu skuļās, norādot, ka arginīna fosfāts ir primārais slāpekļa avots. Mētrajos (*Vacciniosa*) kontroles paraugos bija paaugstinātas  $\delta^{15}\text{N}$  vērtības, kas liecina par alternatīvu slāpekļa uzņemšanu zemā augsnes slāpekļa satura dēļ. Visos paraugos bija ievērojams oglekļa satura pieaugums un  $\delta^{13}\text{C}$  vērtību samazināšanās, kas saistītas ar pārstādīšanu (C avots substrāts) un vides izmaiņām. Gāršā bija vismazākās  $\delta^{13}\text{C}$  vērtību izmaiņas, kas liecina par pietiekamu organisko vielu nodrošinājumu augsnei.

Pētījumā iegūtie dati izmantoti Sindijas Žīgures maģistra darba izstrādē par biostimulanta ArGrow Granulat ietekmi uz parastās priedes (*Pinus sylvestris* L.) un parastās egles (*Picea abies* (L.) H.Karst.) ietvarstādu augšanu mežaudzēs<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Bertins, M.; Svinska, J.; Zigure, S.; Busa, L.; Zusevica, A.; Dumins, K.; Vendina, V.; Stals, T.A.; Ansone-Bertina, L.; Lazdina, D.; et al. Elemental Composition and Isotope Ratio in Pine Needles: The Impact of Arginine Phosphate-Containing Fertilizer Application in Pine-Planting Sites. *Proceedings* 2023, 92, 50. <https://doi.org/10.3390/proceedings2023092050>

<sup>2</sup> Žigure S. Biostimulanta arGrow Granulat ietekme uz parastās priedes (*Pinus sylvestris* L.) un parastās egles (*Picea abies* (L.) H.Karst.) ietvarstādu augšanu mežaudzēs: maģistra darbs. Jelgava: LBTU Mežkopības katedra, 2023, 65 lpp.

### **Atziņas un ieteikumi praksei:**

Ar ArGrow iestrādi stādīvē pirmajos trīs gados nav panākama ievērojami straujāka stādīto koku augšana, mēslojums neietekmētu stādījumu augšanu augstumā, tie nav vieglāk pamanāmi agrotehniskās kopšanas laikā un stādīvē ielabošanas rezultātā nav paredzams mazāks agrotehnisko kopšanu skaits.

ArGrow veicina plašākas sakņu sistēmas attīstību un druknāku dzinumu veidošanos, kas būtiski, ja mežaudzē iestājas nelabvēlīgi augšanas apstākļi, vai kokiem jāpielāgojas nevienmērīgam ūdens (līdz ar to arī tajā izšķīdušo augu barošanas elementu) nodrošinājumam.

Ar izotopu analīzes metodi ir noskaidrots, ka koki uzņem ar arginīna fosfātu papildus ienesto slāpekli – tāvad pamatmēslojums veic savu funkciju nodrošina augus ar papildus makroelementiem.

Nav novērots, ka ar ArGrow ielabotajās stādīvēs stādītajiem stādīem būtu vairāk apkodumu, ArGrow nepadara stādītos kokus “pievilcīgākus” un “garšīgākus”.

ArGrow pamatmēslojuma ienese stādīvē ir rekomendējam mežaudzēs, kas pakļautas sausuma riskam vai kādiem citiem traucējumiem, kuru tērēšanas priekšnosacījums ir spēcīgi attīstīta sakņu sistēma.

Līdzšinējos pētījumos pierādīties, ka mēslojuma ienesei meža ir kumulatīvs efekts, kas izpaužas sākot ar piekto gadu pēc tā izmantošanas – stādījumi atkārtoti jāpaseko 2025. gada sezonas noslēgumā.

### **1.4 Egļu audžu atjaunošanas un audzēšanas paņēmienu uzlabošana**

Darbu nolūks: Kūdreņos stādīto 40 – 60 gadus vecu egļu tīraudžu veselības stāvokļa saistība ar kūdras slāņa biezumu un augsnes reakciju.

Paredzētās aktivitātes: 10 2022. gadā apsekotajos nogabalos nosakāms kūdras slānis, vēl papildus 10 nogabalos kūdreņos un sausieņos veicami augstuma, caurmēra, gadskārtu platuma un augsnes kūdras slāņa biezuma uzmērījumi. Kūdras slāņa mērījumi, paraugu ievākšana pH un elektrovadītspējas mērījumiem un augsnes nodrošinājuma ar P,K,B noteikšanai. Egļu augstuma, caurmēra, pieaugumu, vitalitātes\bojājumu pakāpes uzskaitē. Iegūto lauka datu apstrāde un statistiskie aprēķini.

Atkārtoti apsektas 2012.gada pētījumos par egļu bruņuts bojājumiem iekļautās plantāciju tipa egļu mežaudzes, kurām 2012. gada pētījuma laikā vitalitāte vērtēta kā laba. Ievākti augsnes paraugi, lai sagatavotu pārskatu par kūdras slāņa biezuma, augsnes reakcijas un elektrovadītspējas rādītāju vērtībām dažādas vitalitātes egļu tīraudzēs (

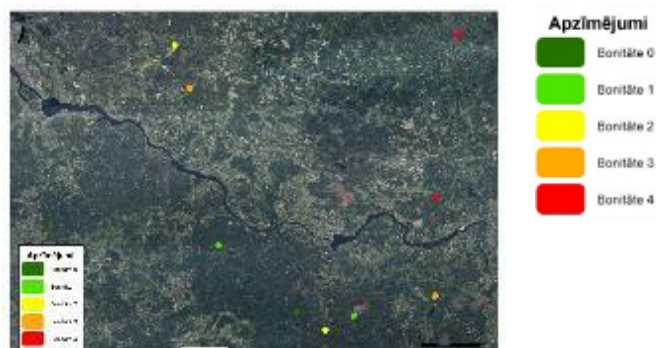
Tabula 1.21). 2023. gada novembra mēnesī izvēlētas vēl 10 platības, kas atbilst uzstādītiem izvēles kritērijiem.

Kritēriji: galvenā suga audzē- egle, meža augšanas apstākļu tips- šaurlapju kūdrenis (Ks), kuram vecumklase ir 6. Platības izvēlētās tā, lai būtu pārstāvētas visas bonitātes un no katras bonitātes pa divām platībām. Kopā 10 platības, kuras apsekotas 2023. gada decembrī. Arī šo platību parauglaukumos ievākti augsnes paraugi, uzmērīti audzes parametri, noteikts kūdras slāņa biezums un gruntsūdens līmenis.

**Tabula 1.21. Ievāktie paraugu veidi**

Apsekotās platības Nr. pēc LVM	Lokācija	Apsekošanas laiks	Ievāktie paraugu veids
409-479-1	Ropaži	2023. gada augusta mēnesī	Katrā platībā ierīkoti 4 parauglaukumi, veikts augsnes zondējums, lai noteikt kūdras slāņa biezumu un ievākti paraugi 20-40 cm; 40-60 cm dziļumā katrā parauglaukumā, kā arī 40 cm dziļumā ņemts blīvuma paraugs.
409-467-8	Ropaži		
409-537-4	Ropaži		
409-537-8	Ropaži		
508-293-20	Bauska		
508-292-22	Bauska		
508-305-17	Bauska		
609-191-5	Olaine		
604-367-1	Olaine		
610-98-28	Jelgava		
508-354-10	Vecumnieki	2023. gada decembra mēnesis	Katrā platībā ierīkoti 4 parauglaukumi, veikts augsnes zondējums, lai noteikt kūdras slāņa biezumu un gruntsūdens līmeni, kā arī ievākti paraugi 20-40 cm un 40-60 cm dziļumā katrā parauglaukumā.
507-225-1	Sece		
507-273-6	Sece		
501-90-5	Ogre		
503-371-10-1	Koknese		
412-300-15	Piebalga		
409-583-24	Ropaži		
505-103-22	Skaistkalne		
507-119-27	Sece		
507-208-27	Sece		

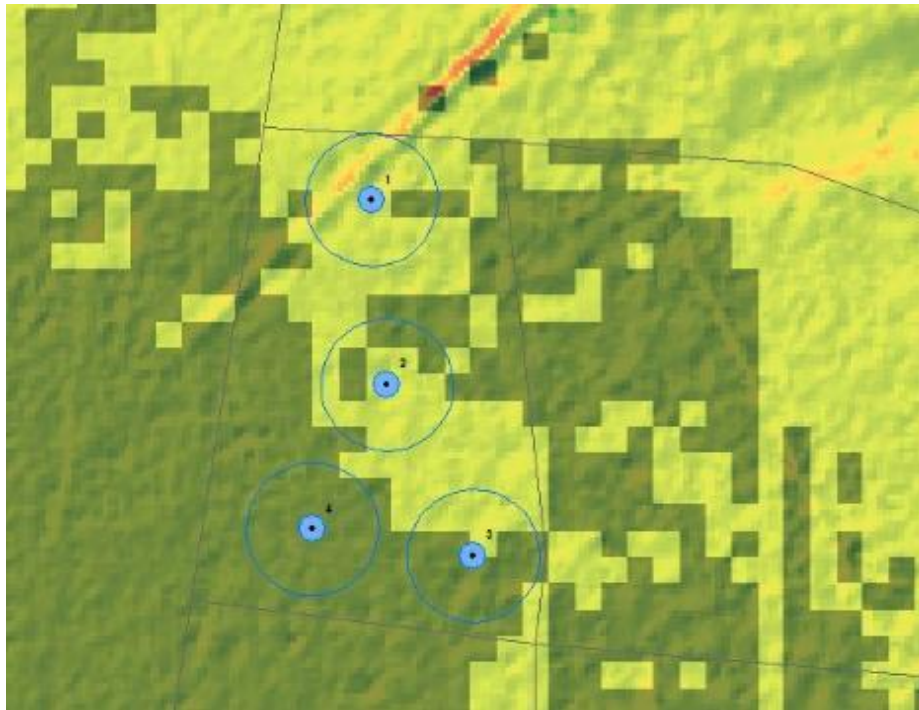
Visos apsekotajos nogabalos ievākti augsnes urbumi vismaz līdz 60 cm dziļumam, noteikts organiskā slāņa dziļums, kā arī noteikts gruntsūdens līmenis 2023. gada izskaņā apsekotajām platībām (Att. 1.20 un Tabula 1.22). Tālāk vērtētas sakarības starp gruntsūdens līmeni, kūdras slāņa biezumu un audzes koku caurmēru krūšu augstumā. Pēdējās 10 mežaudzes apsekoja gada nogalē, ziemas periodā, tūlīt pēc atkušņa. Decembra apsekojumus novērojumus veica laikā, kad gruntsūdens līmenis paaugstināts, varēja novērot, ka tieši vietās, kur uzkrājas atkušņu ūdeņi, egles augušas sliktāk.



**Att. 1.20. Apsekotās 10 egļu audzes 2023. gada decembrī, sadalītas pa bonitātes klasēm**



Veicot augsnes zondēšanu novērots, ka dažās platībās ir izteiktas atšķirības starp kūdras slāņa biezumu un gruntsūdens līmeni vienas platības robežās. Novērots, ja platībā ir reljefa formas, vai netālu atrodas grāvis, tad kūdras slāņa biezums ir atšķirīgāks kā citur platībā un arī zemāks gruntsūdens līmenis. Visizteiktākās atšķirības starp parauglaukumiem novērotas nogabalā 507-273-6 (0,57 ha), kur starp parauglaukumiem ir gan dažāds kūdras slāņa biezums, gan arī gruntsūdens līmenis (Att. 1.21). Nogabala ziemeļu daļā, kur ir izrakts grāvis, ir augsts gruntsūdens līmenis, taču nav sastopama kūdra, vidusdaļā (nelielā reljefa pacēlumā) gruntsūdens līmenis ir ap 30 cm un tik pat biezs kūdras slāņa līmenis, savukārt dienvidu daļā, kur ir zemāks reljefs un prognozēts kūdras slānis, gruntsūdens līmenis atkal ir augsts (vai arī teritorija ir pārplūdusi), kā arī kūdras slāņa biezums ir 60 cm vai vairāk.



**Att. 1.21. Nogabala 507-273-6 parauglaukumu izvietojums uz LiDAR reljefa modeļa un prognozētā kūdras slāņa biezuma kartes (Silava)**

**Tabula 1.22. Apsektās LVM platības, kurām noteikts kūdras slāņa biezums un gruntsūdens līmenis**

Apsekošana veikta	Iecirknis	Meža tips	Platība Nr. Pēc LVM	PL. Nr.	Lokācija	Gruntsūdens līmenis, cm	Kūdras slāņa biezums, cm	Sadalījušās org.v. slāņa biezums, cm
2023.gada augustā	Ropaži	As	409-479-1	1	56.989764, 24.710792	netika novērots	0	0
				2	56.989953, 24.711194		0	0
				3	56.990044, 24.711758		3	16
				4	56.989742, 24.709667		0	10
		Dm	409-467-8	1	56.990753, 24.711150		3	14
				2	56.990947, 24.711228		8	30
				3	56.991189, 24.711267		6	20
				4	56.991908, 24.710669		5	10
		As	409-537-4	1	56.995708, 24.624906		0	30
				2	56.995991, 24.624730		6	26
				3	56.994342, 24.624044		0	40
				4	56.994656, 24.624222		0	40
		Dm	409-537-8	1	56.991286, 24.622750		0	33
				2	56.991469, 24.622333		0	37
				3	56.991097, 24.622044		0	12
				4	56.990906, 24.621797		3	8
	Olaines	Kp	604-367-1	1	56.694400, 24.168172		22	0
				2	56.694544, 24.167611		23	0
				3	56.694247, 24.167933		24	0
				4	56.694017, 24.167989		20+10	0
		Ap	609-191-5	1	56.768933, 23.809406		0	3
				2	56.769183, 23.808939		6	20
				3	56.769061, 23.808758		5	10
				4	56.768933, 23.808867		0	5
	Bauskas	As	508-293-20	1	56.659508, 24.337217		0	20
				2	56.659553, 24.336369		0	4

Apsekošana veikta	Iecirknis	Meža tips	Platība Nr. Pēc LVM	PL. Nr.	Lokācija	Gruntsūdens līmenis, cm	Kūdras slāņa biezums, cm	Sadalījušās org.v. slāņa biezums, cm		
		As	508-292-22	3	56.659436, 24.337733		0	16		
				4	56.659411, 24.336997		0	24		
				1	56.658875, 24.334442		0	11		
				2	56.658722, 24.334561		5	12		
				3	56.658578, 24.334394		0	9		
				4	56.659119, 24.333992		3	7		
		As	508-305-17	1	56.642033, 24.340433		0	15		
				2	56.642331, 24.340911		0	30		
				3	56.643381, 24.341339		0	12		
				4	56.643189, 24.339997		4	11		
		Jelgavas	As	610-98-28	1		56.682306, 24.041675	0	13	
					2		56.682167, 24.041794	4	20	
	3				56.682128, 24.041656		0	17		
	4				56.682133, 24.041281		0	14		
	2023. gada decembrī	Vecumnieki	Ks	508-354-10	1		56.619225, 24.294224	25	47	0
					2		56.619179, 24.294681	30	45	0
3					56.619051, 24.295235	20	43	0		
4					56.619317, 24.295057	25	40	0		
Seces		507-225-1		1	56.455075, 25.118592	10	>60	0		
				2	56.455456, 25.118912	10	>60	0		
				3	56.455808, 25.119257	>100	0	26		
				4	56.455963, 25.119934	50	42	0		
		507-273-6		1	56.421305, 25.214538	5	0	23		
				2	56.420988, 25.214576	30	30	0		
				3	56.420696, 25.214967	10	60	0		
				4	56.420742, 25.214337	virs 5	>60	0		
507-119-27	1	56.447053, 25.310598	>100	27	0					
	2	56.446713, 25.310397	70	25	0					

Apsekošana veikta	Iecirknis	Meža tips	Platība Nr. Pēc LVM	PL. Nr.	Lokācija	Gruntsūdens līmenis, cm	Kūdras slāņa biezums, cm	Sadalījušās org.v. slāņa biezums, cm
				3	56.446874, 25.311016	85	25	0
				4	56.446421, 25.309901	>100	40	0
			507-208-27	1	56.480193, 25.583107	>100	>60	0
				2	56.480395, 25.583871	>100	>60	0
				3	56.480660, 25.584966	60	>60	0
				4	56.481138, 25.585120	20	>60	0
			501-90-5	1	56.872600, 24.770528	0	15	0
				2	56.872878, 24.771384	>100	15	0
				3	56.873385, 24.771416	25	40	0
				4	56.873607, 24.770733	0	17	0
	Kokneses		503-371-10-1	1	56.662781, 25.596646	15	40	0
				2	56.662603, 25.596401	20	51	0
				3	56.662295, 25.596169	20	48	0
				4	56.662516, 25.595724	45	>60	0
	Piebalgas		412-300-15	1	56.961347, 25.684032	25	30	0
				2	56.961386, 25.683333	15	45	0
				3	56.961779, 25.683033	25	53	0
				4	56.961803, 25.683620	75	42	0
	Ropaži		409-583-24	1	56.952304, 24.720982	35	44	0
				2	56.951913, 24.720819	50	67	0
				3	56.951687, 24.720617	35	57	0
				4	56.951924, 24.720399	>100	>60	0
	Skaistkalnes		505-103-22	1	56.580328, 24.860367	10	>60	0
				2	56.580313, 24.860754	20	>60	0
				3	56.580528, 24.860922	10	>60	0
				4	56.580690, 24.861520	15	37	0

Apsekotajās platībās, ievāktajiem paraugiem (

Tabula 1.21) LVMI Silava Meža vides laboratorijā noteikta augsnes reakciju KCl izvilkumā (pH) un elektrovadītspēja un uzsākta paraugu mineralizācija, lai noteiktu P, K, B nodrošinājumu augsnē. Egļu audzēs ir skāba augsne - pH variē robežās no 2,6-3,6 (Tabula 1.11). Kad tiks pabeigtas ievāktu paraugu ķīmiskās analīzes, kas šobrīd mineralizācijas procesā, tiks noteikts vai ir korelācija starp augsnes ķīmiskajām īpašībām un organikas/kūdras slāņa biezumu un egļu audžu līdzšinējo augšanas gaitu parametriem.

**Tabula 1.11. Augsnes pH un elektrovadītspēja (EVS) vidējās vērtības 2023. gada novembrī apsektajām platībām**

Platības Nr.	Koku skaits hektārā, gab ha <sup>-1</sup>	Vid. stumbra caurmērs 1,3 m augstumā, cm	Vid H audzē, m	Bojāto koku (M) un atmirušo koku (K) skaits, gab.	Vid. pH <sub>KCl</sub>	Vid. EVS μS cm <sup>-1</sup>
409-479-1	600	23,7	22,7	50M+ 10K	3,3	51,0
409-467-8	655	24,3	22,8	10K	3,4	82,0
409-537-4	435	29,7	26,0	10M+20K	2,8	57,2
409-537-8	410	28,4	26,5	10M+7K	2,6	60,6
508-293-20	425	34,5	26,7	23M	3,0	40,5
508-292-22	737	26,9	23,9	10M+15K	3,6	43,0
508-305-17	645	28,3	22,4	20 M+ 20K	3,0	74,9
604-367-1	855	19,8	19,0	40M+ 75K	3,6	54,9
609-191-5	465	26,5	23,6	56M+72K	2,8	62,3
610-98-28	832	24,3	22,4	75K	3,3	58,8

Tabulā izmantotie apzīmējumi: M- mizgraužu bojāto koku skaits, K- kaltsušie koki

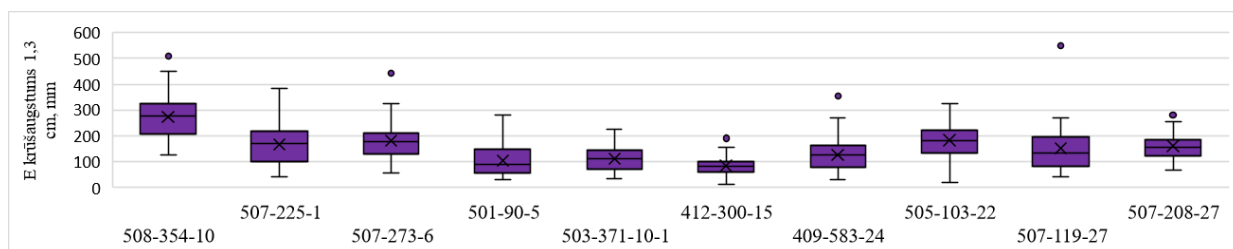
2023. gada novembrī apsektajām audzēm, katrā ierīkotajā parauglaukuma centrā- 40 cm dziļumā, noteica augsnes blīvumu (Tabula 1.23). Augsnes blīvuma rādītāji variē atkarībā no organiskās vielas daudzuma un porozitātes.

**Tabula 1.23. Augsnes blīvums 40 cm dziļumā**

Platība	Paraugl.	Koordinātas (N)	Koordinātas (E)	Augsnes blīvums, kg m <sup>-3</sup>	> 2 mm, %
409-479-1	1	56.989764	24.710792	1563,8	0,25
409-479-1	2	56.989953	24.711194	720,6	0,18
409-479-1	3	56.990044	24.711758	1143,3	0,68
409-479-1	4	56.989742	24.709667	1374,8	0,07
409-467-8	1	56.990753	24.711150	1119,0	0,03
409-467-8	2	56.990947	24.711228	868,9	0,83
409-467-8	3	56.991189	24.711267	496,1	0,06
409-467-8	4	56.991908	24.710669	1228,1	0,07
409-537-4	1	56.995708	24.624906	1261,3	0,00
409-537-4	2	56.9959917	24.62473	1037,6	0,00
409-537-4	3	56.994342	24.624044	1014,0	0,00
409-537-4	4	56.994656	24.624222	1030,4	0,05

Platība	Paraugl.	Koordinātas (N)	Koordinātas (E)	Augsnes blīvums, kg m <sup>-3</sup>	> 2 mm, %
409-537-8	1	56.991286	24.622750	1082,0	0,00
409-537-8	2	56.991469	24.622333	1243,8	0,00
409-537-8	3	56.991097	24.622044	1080,6	0,30
409-537-8	4	56.990906	24.621797	1171,8	0,36
609-191-5	1	56.768933	23.809406	1110,2	0,00
609-191-5	2	56.769183	23.808939	995,9	0,00
609-191-5	3	56.769061	23.808758	1273,8	0,00
609-191-5	4	56.768933	23.808867	1253,6	0,83
508-293-20	1	56.659508	24.337217	1180,2	0,02
508-293-20	2	56.659553	24.336369	1282,4	2,72
508-293-20	3	56.659436	24.337733	1245,8	0,00
508-293-20	4	56.659411	24.336997	1215,3	0,05
508-292-22	1	56.658875	24.334442	1233,6	4,34
508-292-22	2	56.658722	24.334561	1266,0	0,00
508-292-22	3	56.658578	24.334394	1287,9	0,00
508-292-22	4	56.659119	24.333992	1096,5	0,00
508-305-17	1	56.642033	24.340433	1019,9	0,00
508-305-17	2	56.642331	24.340911	1222,4	0,00
508-305-17	3	56.643381	24.341339	1181,1	0,14
508-305-17	4	56.643189	24.339997	1112,7	0,00
604-367-1	1	56.694400	24.168172	944,5	0,00
604-367-1	2	56.694544	24.167611	644,7	0,00
604-367-1	3	56.694247	24.167933	225,4	0,00
604-367-1	4	56.694017	24.167989	237,3	0,00
610-98-28	1	56.682306	24.041675	1049,1	0,00
610-98-28	2	56.682167	24.041794	1190,5	0,00
610-98-28	3	56.682128	24.041656	1150,0	0,00
610-98-28	4	56.682133	24.041281	1157,1	0,00

2023. gada ziemā apsekotajām E audzēm šaurlapju kūdrenī (Att. 1.22.), kuras ir vienā vecumu grupa ir ļoti dažāds caurmērs krūšu augstumā.



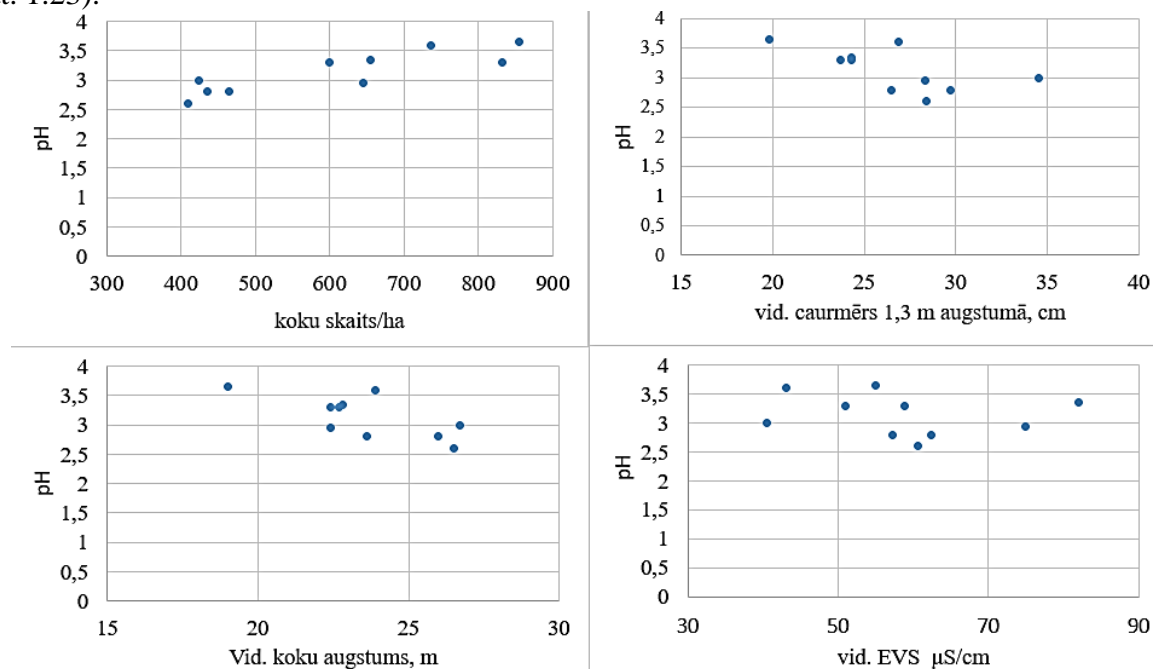
**Att. 1.22. Vienādvecuma E audžu stumbru caurmēri 1,3 m augstumā**

Pārbaudot statistiski - korelācija starp E audzes parametriem (augstumu un stumbra caurmēru 1,3 m augstumā) un starp kūdras slāņa biezumu un gruntsūdeņa līmeni netika novērotas (visām  $P > 0.05$ ). Vidējais kūdras slāņa biezums ziemā apsekotajos kūdreņu parauglaukumos variē no 22-60 cm, bet gruntsūdens līmenis no 15-80 cm, abiem rādītājiem nav korelācijas ar egļu stumbra diametriem un augstumu (Tabula 1.24.).

**Tabula 1.24. Vidējā egļu audzes raksturojošās vērtības**

Vid. kūdras slāņa biezums, cm	Vid. Gruntsūdens dziļums, cm	Krūšaugstuma caurmērs 1,3 m augstumā, mm			Augstums, m
		zemākā vērtība	biežāk sastopamais (mode)	lielākā vērtība	
22	39	30	109	280	16
30	80	42	64	550	21
42	30	40	230	382	23
43	35	10	82	190	12
44	25	127	195	510	28
45	15	56	190	442	19
46	25	34	72	224	13
55	15	20	188	323	21
56	40	31	125	354	19
60	60	68	170	285	17

Novembrī apsekotajās audzēs ar ļoti skābu augsnes reakciju mazāks koku skaits un to dimensijas, kas liecina, par lielāku dabisko atmirumu, jo šīs audzes pirms tam nav bijušas retinātas (Att. 1.23).



**Att. 1.23. Egļu audžu augsnes pH, koku skaita un stumbra caurmēra, augstuma un elektrovadītspējas kopsakarības**



**Atziņas, priekšlikumi:**

Līdz šim noskaidrots, ka apsekotajiem vienvecumu egļu mežiem raksturīgs ļoti zems augsnes pH, kas varētu būt viens no iemesliem audžu brukšanai.

Pēc egļu audžu retināšanas, vai atjaunošanas cirtes skābās augsnes pelnojamās vai kalķojamās, jo zemā pH reakcija imobilizē vairāku augu barošanās elementu uzņemšanu, kā arī veicina smago metālu izskalošanos.

## 2. Meža atjaunošanas, jaunaudžu agrotehniskās un sastāva kopšanas darbu mašinizācija

### 2.1 Meža atjaunošanas darbu mašinizācija – jauni risinājumi un esošas prakses rezultātu monitorings

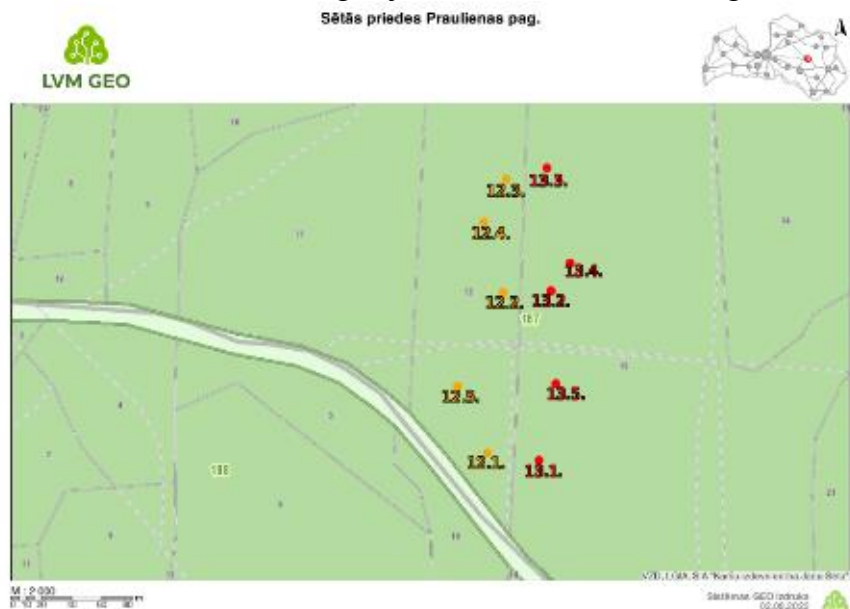
Darbu nolūks: Novērtēta dažādo risinājumu efektivitāte, ražīgums un izmaksas. Izvērtēti mašinizētā meža atjaunošanā pielietojamie darba paņēmieni, novērtēta to efektivitāte, izvēlēti labākie. Sagatavoti praktiski ieteikumi izvēlēto risinājumu ieviešanai praksē.

Paredzētās aktivitātes: Mašinizētās stādīšanas produktivitātes uzskaitē veģetācijas sezonas sākumā, brīdī kad vēl nav izplaukušas lapas, nav lakstaugu veģetācijas, kūla sagulusi un veģetācijas sezonas vidū. Apsekots 2022.gada pavasarī ierīkots sējums (802-513-13 un 802-513-12 nog. kopā 10 parauglaukumi). Mašinizētas koku stādīšanas tehnoloģijas PLANTMAX ieviešanas lietderības novērtējums, novērtējot darbu kvalitāti un veicot darba procesa videofiksācijas. Mežaudzes atjaunošanas rezultāta uzskaites datu statistiska analīze. Ražošanas apstākļos iegūto datu analīze - tehnoloģijas izmaksu un iegūtā rezultāta vērtējums, salīdzinot mašinizētu un manuālu atjaunošanu. Metodika mašinizētas meža atjaunošanas stādīšanas darbu, lietderības novērtēšanai.

Apsekoti priežu sējumi. Sākta sagatavošanās mašinizētās stādīšanas izmēģinājumiem ar PlantMaX<sup>3</sup>, izvēlētas izmēģinājumiem piemērotas mežaudzes.

#### 2.1.1 Mašinizētās sēšanas 2022.gada rezultātu aktualizācija

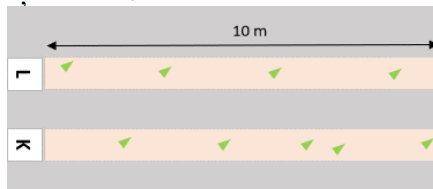
Atkārtoti apsekotas iepriekšējā gada sējumu platības, kur 2022.gada 19. maijā ierīkoti apvalkotu sēklu mašinizētas sēšanas izmēģinājumi LVM 802-513-12 nogabalā (Att. 2.1.).



Att. 2.1. Sēšanas rezultāta uzskaites parauglaukumu izvietojums

<sup>3</sup> <https://plantmaforestry.com/>

Katrā nogabalā (13. un 12.) ierīkoti 5 parauglaukumi (**Kļūda! Nav atrasts atsauces avots.**). Visi parauglaukumi veidoti pa dubultvagām 10 m garumā. Atsevišķi uzskaitītas izdīgušās priedes katrā vagā (labās puses (L) un kreisās puses (K) vaga). Uzskaitot izdīgušās priedes, reģistrēts attālums no parauglaukuma sākuma centimetros, kurā vietā katrā vagā atrodas izdīgusi priede un saskaitīts kopējais sējeņu skaits.



**Att. 2.2. Sēšanas rezultāta uzskaites parauglaukuma shēma.**

2023. gada 6. jūnijā LVMI Silava darbinieki uzskaitīja izdīgušās, saglabājušās priedes. Secināts, ka sējums saglabājies labi, dažos parauglaukumos pat lielāks izdīgušo koku skaits nekā iepriekšējā apsekojumā. Ievērojami labāki dīdības rādītāji bijuši Rindas sēklu audzes sēklām (Att. 2.3.).

2022. gada dati	parauglaukumi (10 metri)/ priežu skaits					apstrādātas, Rindas	parauglaukumi (10 metri)/ priežu skaits					kontrolē, Tīrzas
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
Kreisā vaga	18	16	10	5	9	11,6	4	5	2	6	2	3,8
Labā vaga	9	17	9	9	5	9,8	3	5	4	7	5	4,8
kopā	27	33	19	14	14	21,4	7	10	6	13	7	8,6
2023. gada dati												
Kreisā vaga	17	16	10	5	9	11,4	6	5	4	6	3	4,8
Labā vaga	10	14	10	7	6	9,4	3	6	4	6	4	4,6
kopā	27	30	20	12	15	20,8	9	11	8	12	7	9,4

**Att. 2.3. Parauglaukumos izdīgušo un saglabājušos sējeņu skaits (Tīrzas un Rindas sēklu plantāciju izcelsmes sēklas).**

Turpmāk jāsalīdzina sēšanas rezultāts dažādās audzēs, kur izmantots atšķirīgu sēklu plantāciju sēklas. Tas izdarāms apzinot kādas sēklas lietotas 2022. un 2023. gada sējumos LVM apsaimniekotajās jaunaudzēs un analizējot kā novērtēts sēšanas darbu iznākums, vai ir paredzēta audzes papildināšana. Precīzāks, skaitļos mērāms rezultāts, iegūstams apsekojot audzes un izvietojot tajās uzskaites parauglaukumus.

Pētījumu programmas vadītāja 2023. gada 9. jūnijā piedalījās LVM darbiniekiem rīkotajā seminārā “MEŽA MAŠINIZĒTĀ SĒŠANA”(māc. plāns, Nr.136.) kā ekskursijā mežā ar to nogabalu apmeklējumu, kur notikusi priežu mežaudžu atjaunošana sējot (Att. 2.4.). Semināra laikā gūta atziņa, ka sējot augsne tikai jāskarificē, nav nepieciešams veidot dziļas vagas un augstus uzbērumus, kas izkalst.



**Att. 2.4. Mašinizētās sēšanas rezultāts – 2022. gada sējums - izveidotas pārāk stāvas vagas atbērtnes un dziļš arums.**

Semināra noslēgumā Dagnija Lazdiņa sniedza tematisku ziņojumu “Ģenētikas pētījuma rezultāti sētās platībās”, informējot, ka vismaz 70 % no kokiem, kas audzēs saglabājušies pēc agrotehnisko kopšanu veikšanas, ir piederīgi sēklu plantācijai no kuras iegūtas mašinizētai sēšanai izmantotās sēklas.

### 2.1.2 Mašinizētās stādīšanas izmēģinājumu sagatavošanās darbi

Ja mašinizētās stādīšanas uz pacilām darbi rit raiti, tad vēl neatrisināts ir mašinizācijas jautājums mežu tipos, kur piemērotākais augsnes sagatavošanas veids ir vagas. Patlaban Zviedrijā un Jaunzēlandē, un Latīņamerikā sekmīgi strādā iepriekšējā gadsimta astoņdesmitos-deviņdesmitos gados izveidotās stādmašīnas SERLACHIUS un Silva Nova atjauninātās un pilnveidotās versijas PLANTMAX (Att. 2.5.).



Silva Nova (1990.)<sup>4</sup>



PLANTMAX (2023.) D.Lazdiņa foto

#### Att. 2.5. Mašinizēta ietvarstādu stādīšana vagās

Šajā sezonā notika sagatavošanas darbi, lai PlantMaX varētu testēt Latvijā tādos apstākļos kādos stādāmajai mašīnai būtu jāstrādā ikdienā - stāvas nogāzes, pielūžņojums, mazi nogabali, ekoloģiskie koki. 2023. gada jūnijā LVMI Silava pārstāve Dagnija Lazdiņa pievienojās LVM darba grupai komandējumā uz Zviedriju, kur redzēja stādāmo mašīnu darbībā izteikta reljefa un pielūžņojuma apstākļos, kā arī apmeklēja mežaudzes, kur stādīšanas darbi veikti iepriekšējā sezonā. Jūlijā LVM ekspertu vadībā, apsekoti nogabali Zemgales reģiona Engures iecirknī, kuros plānots veikt stādīšanas darbu testus. Nogabali izvēlēti vadoties no redzētā Zviedrijā un interneta tīmeklī pieejamajiem video. Plānots mašinizēti stādīt gan līdzenās platībās, gan izteiktā reljefā, dažādas formas un izmēra nogabalos, atšķirīgās grūtības pakāpēs (Att. 2.6.). PlantMaX stādīšanas testi Latvijā notiks 2024. gada pavasarī, vasaras sākuma – orientējoši laikā no 20.maija. līdz 2.jūnijam.

<sup>4</sup> Manner J, Ersson BT. Mechanized tree planting in Nordic forestry: simulating a machine concept for continuously advancing site preparation and planting. J. For. Sci.. 2021;67(5):242-246. doi: 10.17221/203/2020-JFS.



*Nogabals ar izteiktu reljefu Zviedrijā, kur vērota stādāmā mašīna darbībā.*



*Nogabals izmēģinājumu veikšanai Latvijā*

### **Att. 2.6. Stādīšanas apstākļi, Zviedrijā un Latvijā**

2023. gadā LVMI Silava pētnieki iesaistījās Ziemeļvalstu pētniecības tīkla (SNS) piecdesmitgadei veltītajā sadarbības tīklā “N2023-08, Advancing Silviculture Technology”<sup>5</sup>, kura viens no centrālajiem pasākumiem bija seminārs - konference ar tādu pašu nosaukumu. Konference “Jaunākās mežsaimniecības tehnoloģijas” (*Advancing Silviculture Technology*) notika Umejā 2023.gada 22.-24. augustā<sup>6</sup>, tajā mutiskos ziņojumus sniedza Dagnija Lazdiņa, Kristaps Makovskis, Santa Kalēja, bet ar stenda ziņojumiem piedalījās - Toms Štāls un Kārlis Dūmiņš. Konferences ziņojumu video ieraksti skatāmi straumēšanas sarakstā:

Dagnija Lazdiņa – “Forest restoration mechanization from science to practice – Nordic Baltic Technology transfer – last twenty years”<sup>7</sup>;

Kristaps Makovskis - “Factors affecting mechanized tree planting productivity”<sup>8</sup>.

Santa Kalēja “Evaluation of the possibilities to use compact-class harvesters in pre-commercial thinning”<sup>9</sup>.

Toma Štāla un Kārļa Dūmiņa stenda ziņojumu saturs pievienots 3. pielikumā.

## **2.2 Jaunaudžu kopšanas darbi un mašinizācija**

Darbu nolūks: Novērtēta tehnoloģijas ietekme pēc stādīšanas sekojošajiem mežkopības darbiem – agrotehniskā kopšanas, jaunaudžu kopšanas.

Paredzētās aktivitātes: *Darba apstākļu novērtēšana (pacilu, vagu izmēri, aizzēlums, pielūžņojums, akmeņainība u.c.) – 10+10 nogabali, katrā 5 parauglaukumi. Darbu izpildes uzskaitē ar GPS uztvērējiem – ”nostaigātās takas pieraksts” (10+10 nogabali). Aprēķini - ar stādīšanas metodi saistīto un nesaistīto darbu apstākļu ietekme uz darbu veikšanu un stādvieta veida un izvietojuma saistība ar agrotehnisko darbu veikšanas tempu. Metodika mašinizētas jaunaudžu kopšanas darbu lietderības novērtēšanai – rekomendācijas izstrādes tehnoloģijām. Mašinizētas jaunaudžu kopšanas, neizvācot biomasu, rezultāta efektivitātes un kvalitātes balanss (datu analīze no vismaz 30 nogabaliem).*

<sup>5</sup> <https://nordicforestresearch.org/n2023-08/>

<sup>6</sup> <https://www.slu.se/en/departments/forest-biomaterials-technology/research/ongoing-projects/advancing-silvicultural-technology/>

<sup>7</sup> [https://youtu.be/uj7hMsZHWOM?si=SpXs-Rics8\\_RGUeC](https://youtu.be/uj7hMsZHWOM?si=SpXs-Rics8_RGUeC)

<sup>8</sup> [https://youtu.be/0X2WJQVGbI4?si=p\\_QN1aJnnxIKpBM\\_](https://youtu.be/0X2WJQVGbI4?si=p_QN1aJnnxIKpBM_)

<sup>9</sup> [https://youtu.be/0jf7M\\_Vf1C8?si=lqS0DY2W\\_OuF8abf](https://youtu.be/0jf7M_Vf1C8?si=lqS0DY2W_OuF8abf)

Pavasārī novērtēti darba apstākļi manuālas kopšanas laikā (pacilu, vagu izmēri, aizzēlums, pielūžņojums, akmeņainība u.c.), analizēta to ietekme uz agrotehnisko darbu izpildes laiku. Pabeigti mašinizētās kopšanas darbu izmēģinājumi ar bāzes mašīnu Malva 560.H4, kas aprīkota ar jaunaudžu kopšanas darba galvu Risutech RII.

### 2.2.1 Agrotehniskā kopšana pēc mašinizētās stādīšanas

Mašinizēti stādīto audžu agrotehniskās kopšanas darbu laika patēriņa uzskaiti veica 2022. gada augustā – oktobrī. Darba laika uzskaiti veica platībās, kurās bija notikusi mašinizēta stādīšana 2021. gadā un kurās stādvieta bija izvietota neregulāri. Pētījuma mērķis bija veikt agrotehniskās kopšanas darba laika uzskaiti pirmajā un otrajā gadā pēc mašinizētas stādīšanas.

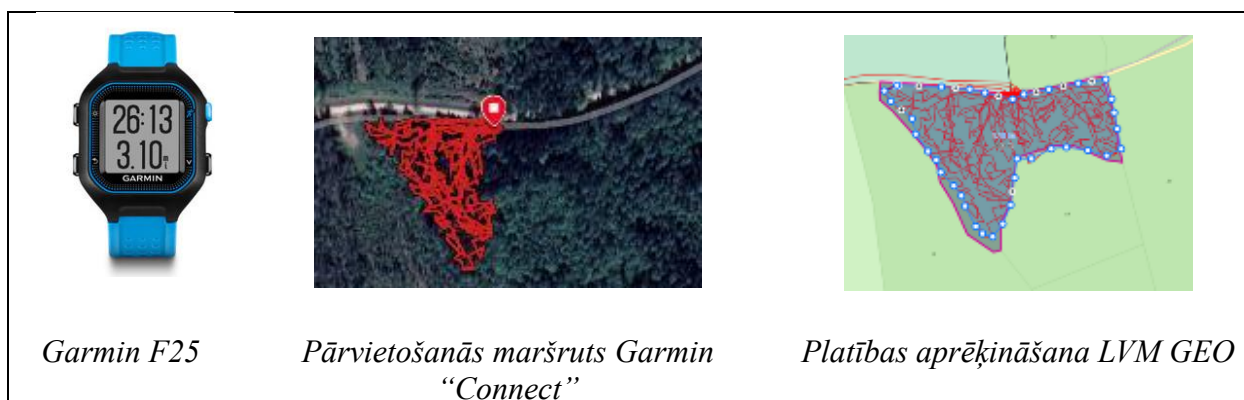
Darba laika uzskaiti veica platībās, kurās bija notikusi mašinizēta stādīšana 2021. gadā un kurās stādvieta bija izvietota neregulāri. Kopumā darba laika uzskaiti veica 10 platībās (Tabula 2.1.). Pēc jaunaudžu kopšanas visās platībās izmantojot parauglaukumu metodi, kuros uzmērīja pacilu platumu, garumu un augstumu, kā arī pacilas bedres platumu, garumu un dziļumu. Viena apļveida parauglaukuma laukums bija 50 m<sup>2</sup> (r=3,99 m).

**Tabula 2.1. Mašinizēti stādīto ar krūmgriežiem kopto platību raksturojums**

Kv. Apg.	Kv.	Nog.	Platība, ha	Suga	AAT	Grūtības pakāpe	Stādīšanas gads	Agrotehniskās kopšana
714	16	4	1,78	E	Dms	2	2021	Augusts, 2022. gads
711	312	32	0,91	P	Dm	3	2021	Augusts, septembris, 2022. gads
711	314	6	2,54	P	Dm	3	2021	Augusts, septembris, 2022. gads
714	7	4	1,01	E	Dm	1	2021	Septembris, 2022. gads
714	2	15	0,72	E	Vr	2	2021	Septembris, 2022. gads
714	2	1	2,08	E	Dm	3	2021	Septembris, 2022. gads
714	128	13	1,8	P	Dms	2	2021	Septembris, oktobris, 2022. gads
714	129	12	0,87	P	Dms	2	2021	Oktobris, 2022. gads
711	348	18	1,09	E	Vr	2	2021	Oktobris, 2022. gads
711	324	8	3,53	E	Vr	2	2021	Oktobris, 2022. gads

Darba laika uzskaitē izmantoja GPS pulksteni (Garmin F25), kurš atradās uz agrotehniskās kopšanas veicēja rokas un ierakstīja pārvietošanās laiku, distanci un atrašanās vietu platībā. Pēc katras kopšanas, darba veicējs novērtēja platības aizzēluma/grūtības pakāpi 3 ballu skalā, kur 1 - platība maz aizzēlusi, viegli veicams darbs, 2 - platība vidēji aizzēlusi, vidēji grūti darba apstākļi, 3 - platībā liels aizzēlums, grūti darba apstākļi. Pārvietošanās laiku un distanci aprēķināja Garmin "Connect" aplikācijā, platību uzmērīja LVM GEO aplikācijā (Att. 2.7.).

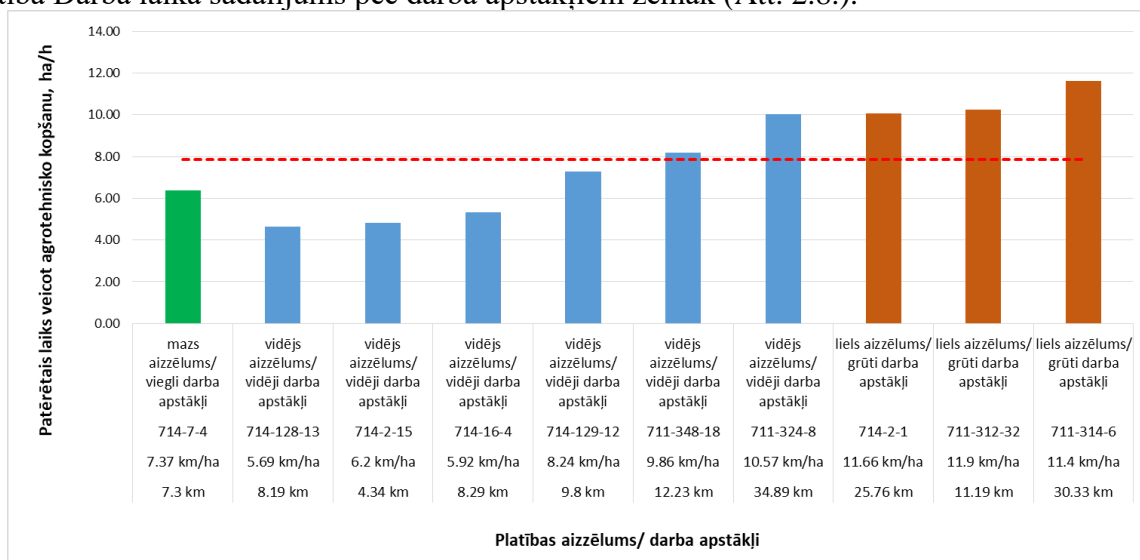




**Att. 2.7. Darba laika uzskaitē izmantotās GPS ierīces un aplikācijas**

Vērtējumu par darba apstākļiem platībā sniedza pakalpojumu sniedzējs. No 10 koptajām platībām 1 pakalpojumu sniedzējs novērtēja kā viegli kopjamu ar mazu aizzēlumu, 6 platībās bija vidēji grūti darba apstākļi ar vidēju aizzēlumu un 3 platībās bija grūti darba apstākļi ar lielu aizzēlumu. Darba laika uzskaiti veica platībās, kurās mašīnizēta stādīšana bija notikusi 2021. gadā.

Darba laikā ir ieskaitīts gan produktīvais darba laiks, kas ir pļaušana un degvielas uzpilde, gan arī atpūtas un tehniskās pauzes, kas strādājot pilnu darba dienu ir neizbēgama darba sastāvdaļa un ir jāskaita pie kopējā darba laika. Visās platībās darbus veica viena un tā pati persona, tādēļ arī darba laika sadalījums visās platībās bija līdzīgs. Iepriekš veiktajā agrotehniskās kopšanas pētījumos, kurā darbu veica vairāki strādnieki, rezultāti parādīja, ka darba laika sadalījums ir vairāk atkarīgs no darba veicēja un darba organizēšanas platībā, mazāk no ārējiem apstākļiem platībā Darba laika sadalījums pēc darba apstākļiem zemāk (Att. 2.8.).

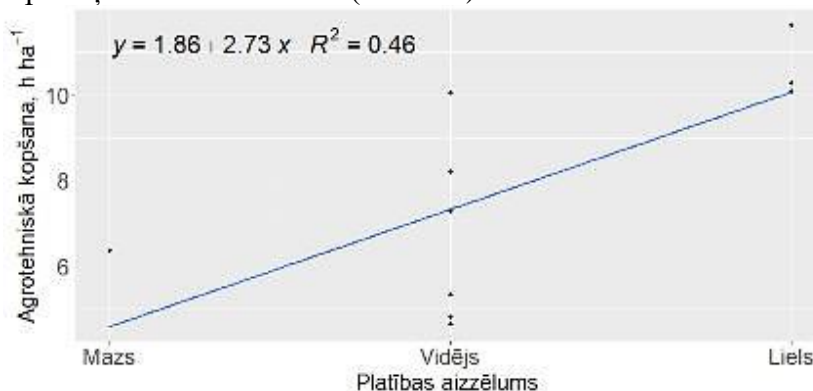


**Att. 2.8. Patērētais laiks un nostaigātais attālums veicot agrotehnisko kopšanu dažādos darba apstākļos**

Vidējais kopšanas ātrums visās platībās  $7,86 \text{ h ha}^{-1}$ . Platībā ar mazu aizzēlumu kopšanas ātrums bija  $6,37 \text{ h ha}^{-1}$ , vidējais ātrums platībās ar vidēju aizzēlumu bija  $6,72 \text{ h ha}^{-1}$  un platībās ar lielu aizzēlumu bija  $10,64 \text{ h ha}^{-1}$ . Platībā ar mazu aizzēlumu darbu iespējams veikt par 67% ātrāk,

salīdzinot ar aizzēlušām platībām. Iepriekš veiktajā pētījumā<sup>10</sup>, kurā tika salīdzināta kopšana vagās un pacilās, vidējais viena hektāra pacilu kopšanas ātrums bija 4,8-11,6 stundas, kas ir līdzīgs šeit iegūtajiem rezultātiem. Iepriekš veiktajā pētījumā darbus veica vairāki cilvēki, kas varēja ietekmēt rezultātus, savukārt šajā pētījumā visās platībās strādāja viens darbu veicējs, kas ļāva precīzāk novērtēt aizzēluma ietekmi uz kopšanas ātrumu.

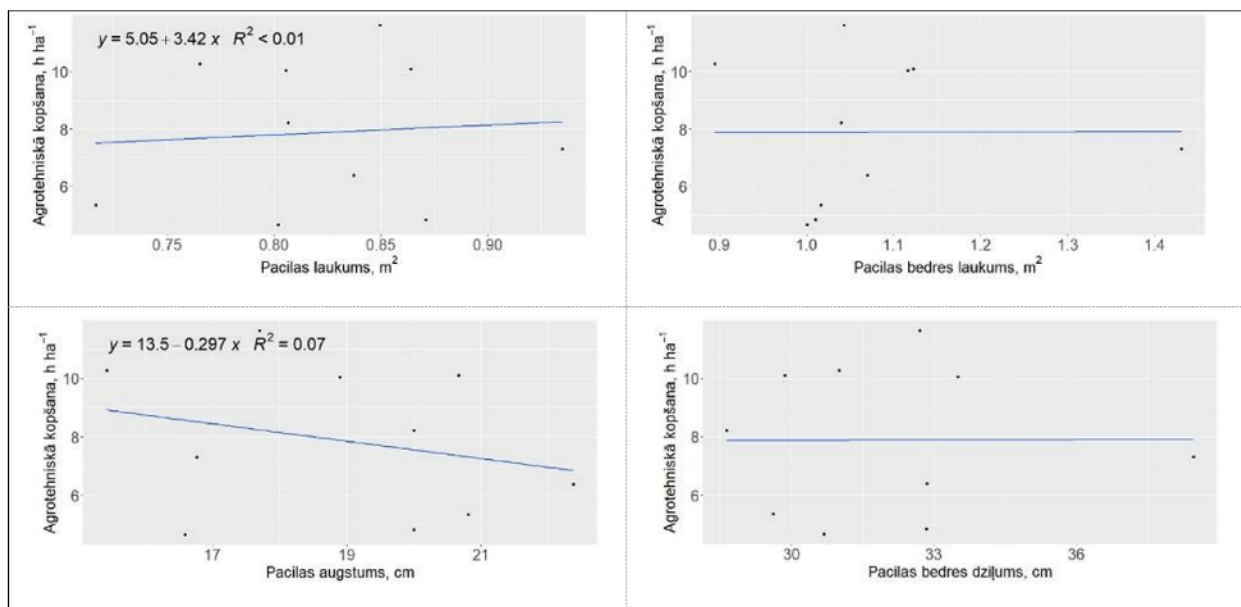
Vidējais nostaigātais attālums starp visām platībām bija 8,88 km ha<sup>-1</sup>. Agrotehnikas kopēja nostaigātais attālums maza aizzēluma platībā bija 7,37 km ha<sup>-1</sup>, vidēja aizzēluma platībās vidēji bija 7,75 km ha<sup>-1</sup> un liela aizzēluma platībās vidēji bija 11,65 km ha<sup>-1</sup>. Platībā ar mazu aizzēlumu kopējais nostaigātais attālums bija par 58% mazāks. Vislielākais kopējais nostaigātais attālums bija 711-324-8 nogabalā (34,89 km), savukārt vismazākais 714-2-15 nogabalā (4,34 km). Kopējais nostaigātais attālums ir tieši saistīts ar nogabala platību, kur nogabala 711-324-8 platība bija 3,53 ha, savukārt 714-2-15 nogabala platība 0,72 ha. Nostaigāto attālumu veicot agrotehnisko kopšanu visvairāk ietekmē darbinieka darbu organizēšanas prasmes, kas ļauj izvēlēties piemērotāko maršrutu platībā. Agrotehniskās kopšanas ātrums atkarībā no platības aizzēluma/darba apstākļiem attēlots zemāk (Att. 2.9.).



**Att. 2.9. Agrotehniskās kopšanas ātrums atkarībā no platības aizzēluma/darba apstākļiem**

Aizzēluma pakāpe platībā vidēji stipri ietekmē agrotehniskās kopšanas ātrumu. Pirms pētījuma tika izteikts pieņēmums ka lielākas pacilas ir vieglāk pamanāmas, mazāk aizzēl, kā arī tajā iestādītais stāds ir labāk redzams lielākā attālumā, kas varētu padarīt kopšanu ātrāku. Lielākas pacilu bedres varētu kavēt raitu pārvietošanos platībā, tāpat kā augstākas pacilas un dziļākas pacilu bedres. Agrotehniskās kopšanas ātrums atkarībā no pacilas un pacilas bedres izmēriem parādīts zemāk.





**Att. 2.10. Agrotehniskās kopšanas ātrums atkarībā no pacilas un pacilas bedres izmēriem**

Salīdzinot agrotehniskās kopšanas ātrumu ar pacilas laukumu, pacilu bedres dziļumu, pacilas augstumu un pacilas bedres dziļumu tieša sakarība netika novērota. Platībās, kurās veica kopšanu, pacilu izmēri un pacilu bedres izmēri tieši neietekmēja kopšanas ātrumu, kas norāda, ka ir citi apstākļi, kas kopšanās ātrumu ietekmē vairāk, kā piemēram, aizzēluma/grūtības pakāpe.

Pētījums mašinizēti stādīto jaunaudzū kopšanas darbu laika patēriņa uzskaitē (GPS datu ievākšana) pirmajā un otrajā gadā pēc stādīšanas turpināms. Agrotehnikas kopšanas darba laika uzskaiti turpinās 2024. gadā pavasarī - vasarā, kad darbus turpinās platībās, kuras bija paredzēts kopt 2023. gadā. Šo platību agrotehniskā kopšana ir pārceļama uz 2024. gadu, kad veiks darba laika uzskaiti un pacilu uzmērīšanu šajās platībās.

#### **Secinājumi un priekšlikumi:**

Platībā ar mazu aizzēlumu kopšanas ātrums bija 6,37 h ha<sup>-1</sup>, vidējais ātrums platībās ar vidēju aizzēlumu bija 6,72 h ha<sup>-1</sup> un platībās ar lielu aizzēlumu bija 10,64 h ha<sup>-1</sup>. Platībā ar mazu aizzēlumu darbu iespējams veikt par 67% ātrāk, salīdzinot ar aizzēlušām platībām.

Agrotehniskās kopšanas darba veicēja nostaigātais attālums maza aizzēluma platībā bija 7,37 km ha<sup>-1</sup>, vidēja aizzēluma platībās vidēji bija 7,75 km ha<sup>-1</sup> un liela aizzēluma platībās vidēji bija 11,65 km ha<sup>-1</sup>. Platībā ar mazu aizzēlumu kopējais nostaigātais attālums bija par 58% mazāks.

Aizzēluma pakāpe platībā vidēji stipri ietekmē agrotehniskās kopšanas ātrumu. Palielinoties aizzēluma pakāpei platībā, pieaug arī agrotehniskās kopšanas laiks.

Salīdzinot agrotehniskās kopšanas ātrumu ar pacilas laukumu, pacilu bedres dziļumu, pacilas augstumu un pacilas bedres dziļumu tieša sakarība netika novērota.

Turpmākie darbi – darba laika uzskaitē 10 platībās, kurās mašinizēta stādīšana notikusi izvietojot stādvieta regulāri.

## 2.2.2 Jaunaudžu mašinizētā kopšana bez enerģētiskās koksnes sagatavošanas

Mērķis veidot zinātniskos pamatus sistēmai, kas ļautu pakāpeniski mašinizēt jaunaudžu sastāva kopšanas darbus. Paredzēts sagatavot ieteikumus jaunaudžu mašinizētās kopšanas, bez enerģētiskās koksnes sagatavošanas, kvalitātes standartiem pēc izmēģinājumu pabeigšanas ar Vimek harvesteru, kas aprīkots ar Bracke C12 galvu un Malva 560.H4 harvesters, kas aprīkots ar Risutec RII darba galvu. Darbus veiks lapu un bezlapu laikā, , labas un sliktas redzamības apstākļos, kopumā apmēram 40 ha ar video hronometrāžām un mācību darba materiālu.

Ar LVM ekspertiem saskaņota darbu veikšanas metodika un laiks, kur vienai tehnikas vienībai visām aktivitātēm paredzēti ~ 2ha platību, atlasot pēc vienotiem kritērijiem. Darba galva šūpojas, tāpēc operatoram būs jāsajūt tās amplitūda un jāieimanās, cik strauji un kā darboties, lai nesabojātu atstājamo nākotnes koku. (Att. 2.11.).

Darbi	Platību raksturojums	
<b><u>Apmācības / treniņš</u></b> 2 ha skuju koku audze (ieraksta kvalitātes tests, precizējumi metodikā un darba paņēmienos, atlasa hronometrējamās parametrus, bet nehronometrē materiālu) + 2 ha mežaudze (filmē un ieraksta darbu mežaudzēs. Ierakstu hronometrē, vērtē mācīšanās procesu, pārliecinās par precizētās metodikas piemērotību praktiskam darbam).	<b>priežu/egļu jaunaudze – trenēšanās</b> (operators gūst iemaņas, kāpina un stabilizē tempu, lai šie rādītāji neietekmē darba ražīgumu ražošanas apstākļos)	
	<b>stādīta priežu audze</b> ražošanas apstākļos	<b>bērzi stādīti gatavotā augsnē</b> ražošanas apstākļos (bērziem jau ir veikta pirmā kopšana ar rokas motorinstrumentiem un veidots audzes sastāvs)
	<b>stādīta egļu audze</b> ražošanas apstākļos (egle ir no 7. g.k., uz noturīgām augsnēm (minerālaugsnēm)	<b>dabiski atjaunota mežaudze -“mērķa suga bērzs,</b> ražošanas apstākļos (bērziem jau ir veikta pirmā kopšana ar rokas motorinstrumentiem un veidots audzes sastāvs)
<b><u>Izmēģinājumi</u></b> <b>katrs variants ~2 ha</b> Visas audzes ieraksta video un hronometrē ierakstus.		

**Att. 2.11. Mašinizētās jaunaudžu kopšanas darbu izpildes variantu shematiskais attēlojums**

Mašinizētu kopšanu veica 5 platībās Austrumvidzemē, 2023. gada rudenī. Bāzes mašīna bija Malva 560.H4 harvesters<sup>11</sup> bet kopšanas darba galva Risutec RII<sup>12</sup>. Darbus veica apstākļos,

<sup>11</sup> <https://malwaforest.com/en/forwarders-harvesters/560h-harvester/>

<sup>12</sup> <https://risutec.fi/>

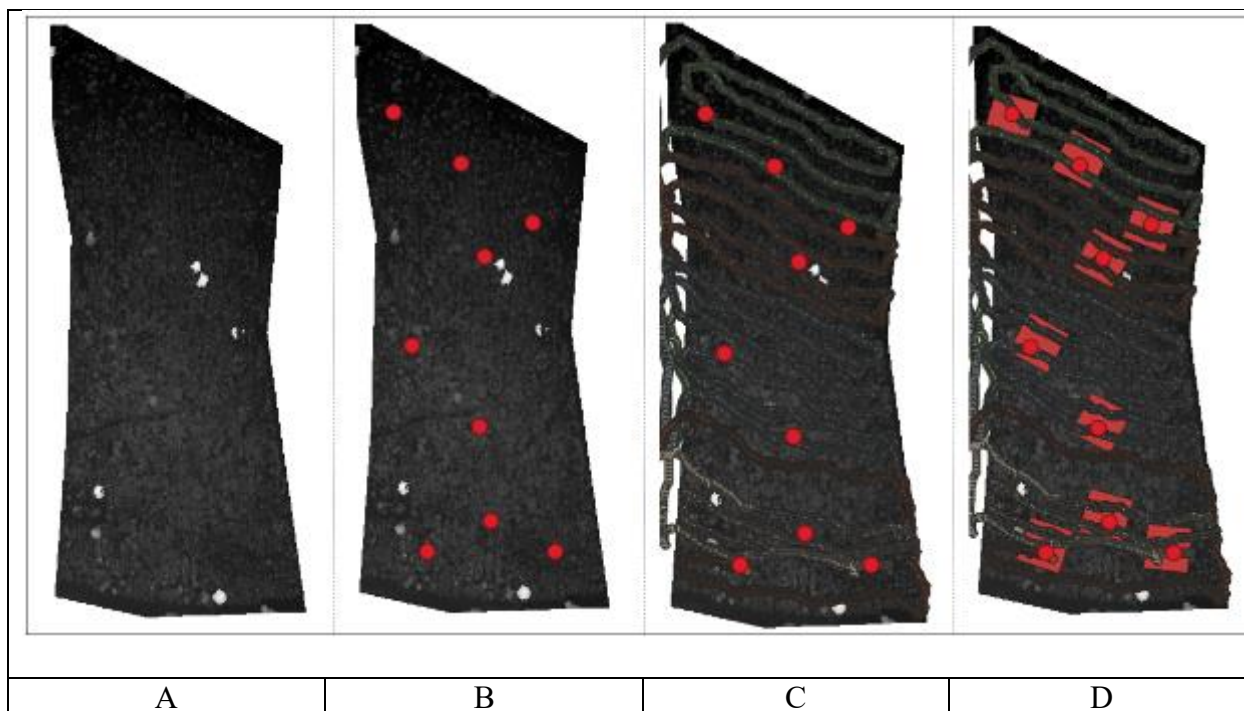
kur kokiem bija lapas un zemi sedza apaugums, kas apgrūtināja redzamību. Mašinizēti kopto platību raksturojums zemāk (Tabula 2.2.).

**Tabula 2.2. Mašinizētas kopšanas platību raksturojums**

Kvartāls	Sugu sastāvs	Koku suga (atjaunošanas veids)	Mašinizētās kopšana laiks
109-542-14	10B9	Bērzs (LIZ vagas)	03.10.23 – 05.10.23
109-483-12	10P12	Priede (stādīts) A	06.10.23 – 12.10.23
109-474-2	10B10	Bērzs (dabiski)	16.10.23 - 23.10.23
110-463-2	10E12	Egle (stādīts)	24.10.23 – 30.10.23
110-464-33-1	10P15	Priede (stādīts) B	31.10.23 – 01.11.23

### **Mašinizētas kopšanas darba laika uzskaitē**

Patērētais laiks veicot mašinizēto kopšanu analizēts izmantojot mašīnas pārvietošanas maršrutu, kuru fiksēja LVM Silava tehniķu izveidota GPS iekārta, kuru uz kopšanas laiku novietoja bāzes mašīnā un GPS antenu novietoja uz bāzes mašīnas jumta. Darba laika uzskaitē katrā patībā atzīmēja 9 kvadrātveida parauglaukumus, kur 3 parauglaukumi vietās ar lielu koku biežumu (smagi kopšanas apstākļi), 3 parauglaukumi vietās ar vidēju koku biežumu (vidēji kopšanas apstākļi) un 3 parauglaukumus vietās ar mazu koku biežumu (viegli kopšanas apstākļi). Koku biežumu novērtēja no LIDAR punktu mākoņa, kas iegūts pārlidojot platību pirms kopšanas ar dronu, kam piestiprināta LIDAR iekārta. Katra kvadrātveida parauglaukuma platība 450 m<sup>2</sup>. Parauglaukuma platums un garums ir 21.2 metri. Katrs parauglaukums ietver divus mašīnas pārvietošanās ceļus, kas ir 10.6 metri plati (kopšanas attālums no mašīnas centra uz katru pusi 5.3 metri), kas iegūts izmērot attālumu starp vairākiem pārvietošanās maršrutiem un izdalot ar to skaitu. GPS raidītājs katru sekundi fiksē mašīnas atrašanās vietu kartē, līdz ar to var aprēķināt precīzu tās atrašanās laiku iezīmētajā parauglaukumā (450 m<sup>2</sup>), ko pēc tam pārrēķina kā patērēto laiku viena hektāra mašinizētai kopšanai. Mašinizētas kopšanas produktivitātes un kvalitātes parauglaukumu izvietojums platībā attēlots zemāk (Att. 2.12).



**Att. 2.12. Mašinizētas kopšanas produktivitātes un kvalitātes parauglaukumu izvietojuma platībā izvēles procesa attēlojums.**

Parauglaukumu izvēlē un ierīkošana platībās notika sekojoši, kur A – koku biezuma karte, kas iegūta pārlidojot platību ar dronu un LIDAR skeneri, B – kartē ievieto parauglaukumu centra punktus, kurus izvēlas vizuāli novērtējot koku biezumu no kartes, C – pievieno GPS datu slāni, kur attēlots traktora pārvietošanās maršruts platībā veicot kopšanu, D – apkārt parauglaukumu centram izveido 450 m<sup>2</sup> parauglaukumus, kuros fiksē traktora pārvietošanās laiku.

#### **Mašinizētas kopšanas kvalitātes novērtēšana**

Katrā platībā pēc mašinizētas kopšanas beigām ierīkoja 9 parauglaukumus. Parauglaukums izvēlējās vadoties no LIDAR datiem, kas iegūti pārlidojot platību pirms kopšanas. Vadoties no LIDAR datiem 3 parauglaukumus ierīkoja audzes vietās ar lielu koku biezumu (smagi kopšanas apstākļi), 3 parauglaukumus ierīkoja audzes vietās ar vidēju koku biezumu (vidēji kopšanas apstākļi) un 3 parauglaukumus vietās ar mazu koku biezumu (viegli kopšanas apstākļi). Katra aplūgta parauglaukuma platība bija 100 m<sup>2</sup> (r – 5,64 m), katra parauglaukuma centru atzīmēja ar sarkanu mietu. Foto no parauglaukumiem zemāk (Att. 2.13.).



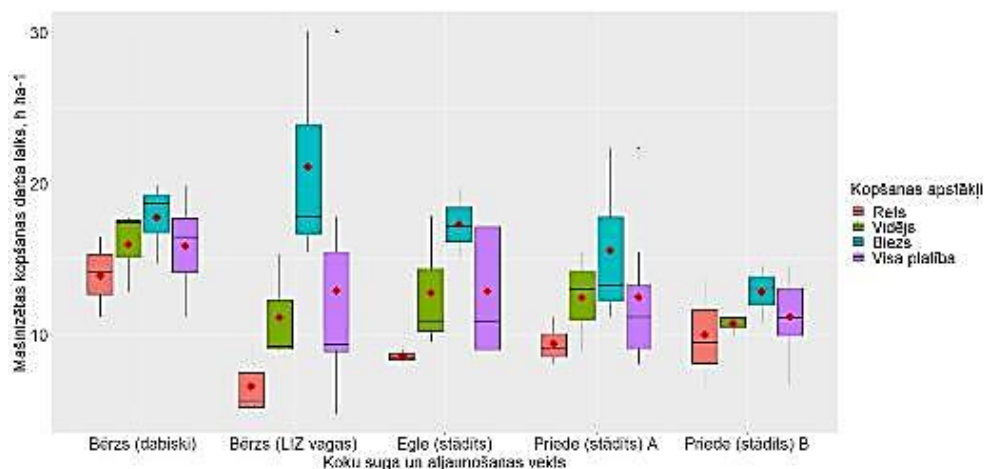
**Att. 2.13. Mašinizētas jaunaudžu kopšanas kvalitātes novērtēšanas parauglaukumos.**

Katrā parauglaukumā uzmērīja un uzskaitīja sekojošus parametrus:

1. Platībā atstāto koku bojājumi pēc kopšanas::
  - 1 – koks nav bojāts,
  - 2 – skrāpējums koka mizā,
  - 3 – iezāģējums kokā,
  - 4 – cits bojājums (sīkāk komentāros)
2. Platībā atstāto koku kvalitāti novērtēja sekojoši:
  - 1 – vesels koks
  - 2 – līks koks
  - 3 – dubultā galotne
  - 4 – dzīvnieku bojājums
  - 5 – cits (sīkāk komentāros)
3. Katram atstātajam kokam aplūveida parauglaukumā uzmērīja: stumbra caurmēru 1.3 metru augstumā, sakņu kakla caurmēru un noteica koka sugu.
4. Katrā parauglaukumā nozāģēto koku celmiem, ja bija virs 2.99 cm izmērīja to augstumu virs zemes, sakņu kakla caurmēru, caurmēru zāģējuma vietā un noteica nozāģētā celma koka sugu, ja tas bija iespējams vai arī noteica lapu koks vai skujkoks.

### **Mašinizētas kopšanas darba laika uzskaitē**

Darba laika uzskaiti katrā platībā veica 9 parauglaukumos, 3 dažādos audzes biezuma apstākļos, kurus novērtēja no LIDAR punktu mākoņa. Katra parauglaukuma platība bija 450 m<sup>2</sup>. Kopšanas produktivitāte atkarībā no audzes biezuma parauglaukumā attēlota zemāk (Att. 2.14.).



**Att. 2.14. Mašinizētas kopšanas produktivitāte dažādos kopšanas apstākļos**

Kopšanas darba laika uzskaiti bērza platībās salīdzināja 2 dažādos atjaunošanas veidos, vienā platībā bērzs bija iesējies dabiski un otrā platībā tas bija stādīts vagās neizmantotā lauksaimniecības zemē. Platībā kurā bērzs bija iesējies dabiski, vidējais kopšanas ātrums visā platībā bija 15,9 stundas  $\text{ha}^{-1}$ . Platības vietās kur audzes biežums bija neliels (rets) kopšanas ātrums bija 13,9 stundas  $\text{ha}^{-1}$ , ar vidēju biežumu (vidējs) kopšanas ātrums bija 16 stundas  $\text{ha}^{-1}$  un vietās ar lielu biežumu (biezs) kopšanas ātrums bija 17,7 stundas  $\text{ha}^{-1}$ . Starpība starp kopšanu vietās, kur ir liels koku biežums un vietu ar mazu koku biežumu bija 3,8 stundas  $\text{ha}^{-1}$  (+27%). Platībā kurā bērzs bija stādīts vagās neizmantotā lauksaimniecības zemē, vidējais kopšanas ātrums visā platībā bija 12,9 stundas  $\text{ha}^{-1}$ . Platības vietās kur audzes biežums bija neliels (rets) kopšanas ātrums bija 6,6 stundas  $\text{ha}^{-1}$ , ar vidēju biežumu (vidējs) kopšanas ātrums bija 11,1 stundas  $\text{ha}^{-1}$  un vietās ar lielu biežumu (biezs) kopšanas ātrums bija 21,1 stundas  $\text{ha}^{-1}$ . Starpība starp kopšanu vietās, kur ir liels koku biežums un vietu ar mazu koku biežumu bija 14,5 stundas  $\text{ha}^{-1}$  (+228%). Vidējais kopšanas laiks platībā, kur bērzi iesējušies dabiski bija par 3 stundām ilgāks, salīdzinot ar platību, kur bērzi stādīti vagās.

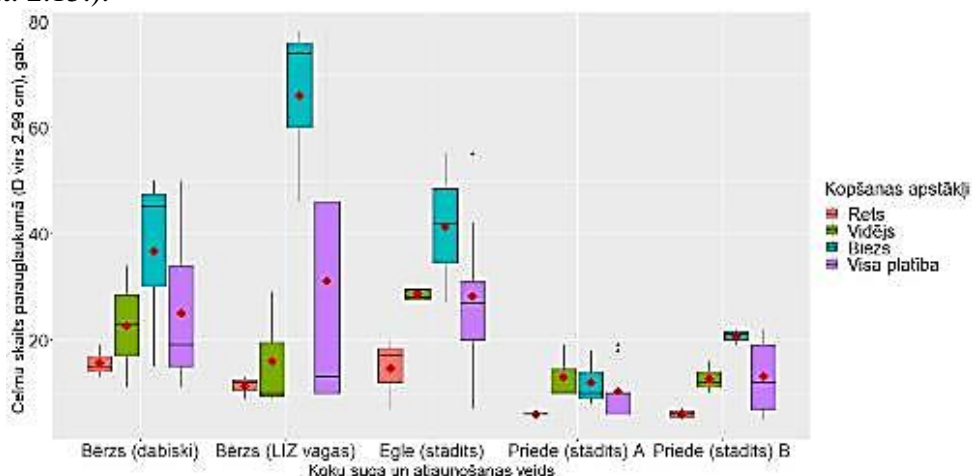
Kopšanas darba laika uzskaiti eglei veica vienā platībā, kur egļe stādīta vagās. Vidējais kopšanas ātrums visā platībā bija 12,9 stundas  $\text{ha}^{-1}$ . Platības vietās kur audzes biežums bija neliels (rets) kopšanas ātrums bija 8,5 stundas  $\text{ha}^{-1}$ , ar vidēju biežumu (vidējs) kopšanas ātrums bija 12,8 stundas  $\text{ha}^{-1}$  un vietās ar lielu biežumu (biezs) kopšanas ātrums bija 17,3 stundas  $\text{ha}^{-1}$ . Starpība starp kopšanu vietās, kur ir liels koku biežums un vietu ar mazu koku biežumu bija 8,8 stundas  $\text{ha}^{-1}$  (+103%).

Kopšanas darba laika uzskaiti priedei veica 2 platības, kur abās priede bija stādīta vagās. Pirmajā platībā (A) vidējais kopšanas ātrums visā platībā bija 12,5 stundas  $\text{ha}^{-1}$ . Platības vietās ar mazu koku biežumu (rets) kopšanas ātrums bija 9,4 stundas  $\text{ha}^{-1}$ , ar vidēju koku biežumu (vidējs) kopšanas ātrums bija 12,4 stundas  $\text{ha}^{-1}$  un vietās ar lielu koku biežumu (biezs) kopšanas ātrums bija 15,6 stundas  $\text{ha}^{-1}$ . Starpība starp kopšanu vietās, kur ir liels koku biežums un vietu ar mazu koku biežumu bija 6,2 stundas  $\text{ha}^{-1}$  (+66%). Otrajā platībā (B) vidējais kopšanas ātrums visā platībā bija 11,1 stunda  $\text{ha}^{-1}$ . Platības vietās ar mazu koku biežumu (rets) kopšanas ātrums bija 10 stundas  $\text{ha}^{-1}$ , ar vidēju koku biežumu (vidējs) kopšanas ātrums bija 10,7 stundas  $\text{ha}^{-1}$  un vietās ar lielu koku biežumu (biezs) kopšanas ātrums bija 12,8 stundas  $\text{ha}^{-1}$ . Starpība starp kopšanu vietās, kur ir liels biežums un vietu ar mazu koku biežumu bija 2,8 stundas  $\text{ha}^{-1}$  (+28%). Starpība starp abām platībām vidējā kopšanas ātrumā bija 1,3 stundas, kas uzskatāma par mazu starpību.



**Vidējais kopšanas ātrums visās 5 platībās, kurās veikta darba laika uzskaitē bija 13,1 stunda ha<sup>-1</sup>.** Vietās ar mazu koku biežumu (rets) vidējais kopšanas ātrums bija 9,7 stundas ha<sup>-1</sup>, ar vidēju koku biežumu (vidējs) kopšanas ātrums bija 12,6 stundas ha<sup>-1</sup> un vietās ar lielu koku biežumu (biezs) kopšanas ātrums bija 16,9 stundas ha<sup>-1</sup>. Starpība starp kopšanu vietās, kur ir liels koku biežums un vietu ar mazu koku biežumu bija 7,2 stundas ha<sup>-1</sup> (+75%). Augšanas apstākļi vienā platībā ir dažādi, kas jāņem vērā veicot mašinizētu jaunaudžu kopšanu, kur atkarībā no atrašanās vieta platībā, darba produktivitāte būtiski atšķirsies.

Viens no apstākļiem, kas būtiski ietekmē kopšanas ātrumu ir koku skaits, kas jānozāģē kopjot platību. Katrā darba laika uzskaites parauglaukumā (450 m<sup>2</sup>), vai pēc iespējas tuvāk tam, ierīkoja mazāku parauglaukumus (100 m<sup>2</sup>), kurā izskaitēja svaigi zāģētos celmus, lai pārbaudītu, vai LIDAR punktu mākonis korekti ataino datus uz zemes un vai darba ātrumu ietekmē koku skaits platībā. Celmu skaits parauglaukumos, kas ierīkoti vadoties no LIDAR punktu mākoņa attēlots zemāk (Att. 2.15.).



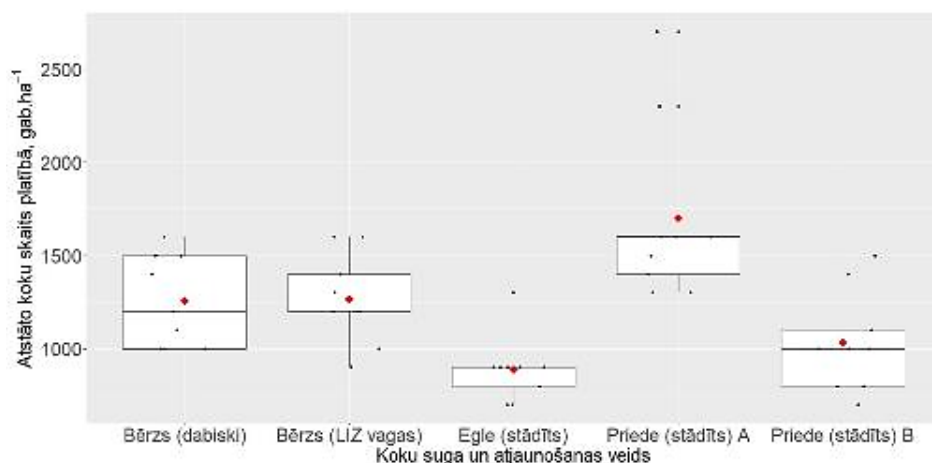
**Att. 2.15. Celmu skaits parauglaukumos, kas ierīkoti vadoties pēc LIDAR punktu mākoņa**

Iegūtie rezultāti apstiprina, ka LIDAR punktu mākonis var sekmīgi izmantot novērtējot kopšanas apstākļus mežaudzē. Audzēs biežības novērtējums no LIDAR punktu mākoņa samērā precīzi atainoja koku skaitu mežaudzē, tāpat iegūtie rezultāti apstiprina pieņēmumu, kas kopšanas produktivitāti visvairāk ietekmē tieši audzes biežība un koku skaits, kuri jānozāģē veicot kopšanu.

### **Mašinizētas kopšanas kvalitātes novērtējums**

Katrā no darba laika uzskaites parauglaukumiem (450 m<sup>2</sup>), vai pēc iespējas tuvāk tam, ierīkoja mazākus parauglaukumus (100 m<sup>2</sup>), kuros uzskaitīja atstātos kokus, uzmērīja to sakņu kakla caurmēru, novērtēja kvalitāti, kā arī uzskaitīja svaigi zāģētos celmus, uzmērīja celmu sakņu kakla caurmēru un nozāģēto celmu augstumu.

Pēc kopšanas atstāto koku skaitu uzskaitīja parauglaukumos (100 m<sup>2</sup>) un to skaitu pareizinot ar 100 ieguva koku skaitu hektārā (Att. 2.16.).



**Att. 2.16. Atstāto koku skaits platībās, kurās veica mašinizēto kopšanu**

Parauglaukumā uzskaitītajā visus augošos kokus, ja tie bija augstāki par 1,3 metriem. Atsevišķos parauglaukumos, kā piemēram stādītās priedes A platībā, atstāto koku skaits bija liels - 2500 un 2700 koki hektārā. Mazākais atstāto koku skaits bija egles platībā, kur atsevišķos parauglaukumos atstāto koku skaits bija 700 koki uz hektāru. Optimālais koku skaits platībā atkarībā no koku augstuma attēlots zemāk (Tabula 2.3.).

**Tabula 2.3. Optimālais koku skaits platībā atkarībā no koku augstuma**

Kvartāls	Koku suga (atjaunošanas veids)	Vidējais koku augstums, m	Optimālais koku skaits ha <sup>-1</sup>	Koku skaits pēc kopšanas ha <sup>-1</sup>	Koku skaits starpība	Procentuālā atšķirība
109-542-14	Bērzs (LIZ vagas)	7	1300	1267	-33	-2,5%
109-483-12	Priede (stādīts) A	6	1400	1700	+300	21,4%
109-474-2	Bērzs (dabiski)	8	1300	1256	-44	-3,4%
110-463-2	Egļe (stādīts)	5	1300	889	-411	-31,6%
110-464-33 1	Priede (stādīts) B	7	1100	1033	-67	-6,1%
Vidēji						-4,4%

Gandrīz visās platībās atstāto koku skaits ir mazāks par optimāli nepieciešamo, izņemot vienu platību, kur tas ir ievērojami lielāks Divās platības atšķirības no optimālā koku skaita ir lielas, attiecīgi +21,4%, kur hektārā atstāti 300 koki virs optimālā un -31,6%, kur hektārā ir par 411 zem optimālā skaita. Atlikušajās 3 platībās atstāto koku skaits ir nedaudz zem optimālā, attiecīgi -2,5% (33 koki mazāk), -3,4% (44 koki mazāk) un -6,1% (67 koki mazāk), kas ir salīdzinoši neliela atšķirība un var rasties platības īpatnību vai parauglaukumi ierīkošanas metodikas rezultātā. Koku skaitu katrā platībā uzskaitīja 9 parauglaukumos, dažādās audzes biežībās, kas kopā veido 9% pārklājumu hektārā. Mazāks koku skaits par optimālo rodas dēļ audžu nevienmērīguma, kur atsevišķās platības vietās koki ir retāki un tajās nav iespējams atstāt pietiekami daudz kvalitatīvu kokus. Parauglaukumi bija izvietoti dažādās biežības platības vietās, kas var radīt zināmu kļūdu, kā piemēram, trešā daļa no parauglaukumiem bija izvietoti mazā biežībā, kurā iespējams, bija grūti sasniegt optimālo koku skaitu, jo šajās vietās jau sākotnēji bija mazs koku skaits.

Atstāto koku kvalitāti novērtēja vizuāli, apskatot katru atstāto koku un atzīmējot vai tam nav vizuāli defekti, kā piemēram, dubultgalotne, līkumainība vai dzīvnieku bojājums. Atsevišķos



gadījumos, vienam kokam bija vairāki defekti. Atstāto koku kvalitātes novērtējums parādīts zemāk (Tabula 2.4.).

**Tabula 2.4. Atstāto koku vizuālo defektu novērtējums**

Koku suga (atjaunošanas veids)	Atstāto koku skaits visos parauglaukumos	Dubultgalotne, %	Līkumainība, %	Dzīvnieku bojājumi, %	Kopā, %
Bērzs (dabiski)	113	10	1	21	30
Bērzs (LIZ vagas)	114	24	5	-	28
Egle (stādīts)	80	1	-	-	1
Priede (stādīts) A	153	15	6	-	21
Priede (stādīts) B	93	5	6	9	19

Veicot mašinizēto kopšanu, redzamība no mašīnas kabīnes ir apgrūtināta, jo nav iespējams, piemēram, pilnībā novērtēt koka galotni, ja tam piebrauc tuvu klāt, vai ja audze ir bieza. Tāpat atstātā koka stumbra kvalitāti iespējams novērtēt tikai no vienas plaknes (puses). Piemēram, ja kokam ir dzīvnieka radīts bojājums pretējā koka pusē, to var pamanīt tikai brīdī, kad atstātajam kokam pabrauc garām un visi citi koki tam apkārt jau nozāģēti. Vienam kokam var būt vairākas kvalitātes problēmas, piemēram dubultgalotne un dzīvnieku bojājums. No apskatītajām platībām, visvairāk dubultās galotnes bija bērzu audzē, kas stādīta vagās LIZ – 24%. Izvērtējot audzi, secināts, ka dubultās galotnes bija arī kokiem, kas bija nozāģēti, līdz ar to tā bija audzes īpatnība, nevis kopšanas kvalitātes prasību neievērošana. Tāpat kā līkumainība, kas lielākoties bija audzes augšanas īpatnība, kas piemita lielai daļai no kokiem. Visvairāk atstātie koki ar dzīvnieku bojājumiem bija bērza audzē kas atjaunojusies dabiski – 21%. Izvērtējot audzi secināts, ka lieli dzīvnieku bojājumi bija atsevišķos parauglaukumos, kuros bija atstātas apses, kas bija dzīvnieku bojātas. Bērzi šajās platības vietās bija iznīkuši un nebija citu alternatīvu, kā dzīvnieku bojātu apšu atstāšana. Kopumā secināts, ka neskatoties uz apgrūtinātu redzamību no mašīnas kabīnes, kas apgrūtināta atsevišķu koku novērtēšanu, veicot mašinizētu kopšanu ir iespējams nodrošināt kvalitātes prasību izpildi.

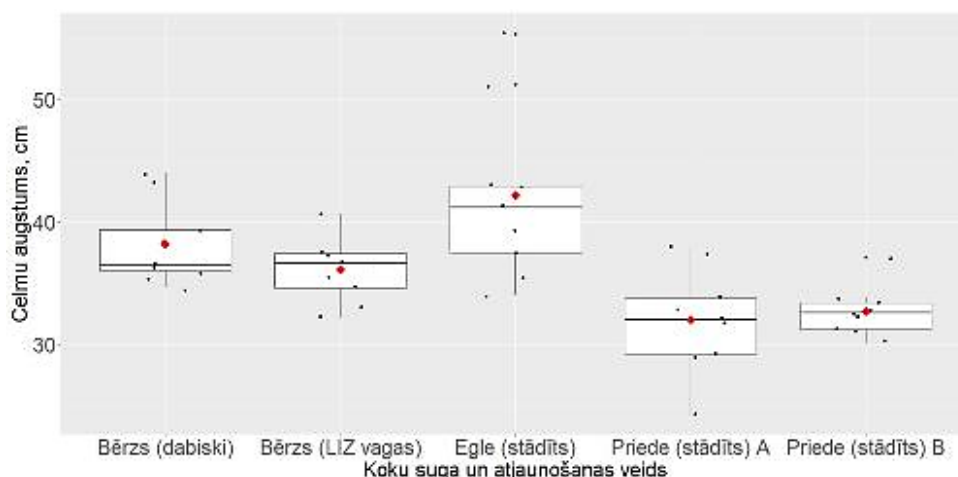
Veicot mašinizētu kopšanu, iespējami koku stumbru bojājumi, kas visbiežāk ir mizas nobrāzumi un iezāģējumi (Tabula 2.5.).

**Tabula 2.5. Atstāto koku stumbru bojājumi pēc mašinizētas kopšanas**

Koku suga (atjaunošanas veids)	Atstāto koku skaits visos parauglaukumos, gab.	Noberzta miza, %	Iezāģēts, %	Kopā, %
Bērzs (dabiski)	113	10	-	10
Bērzs (LIZ vagas)	114	6	6	-
Egle (stādīts)	80	5	-	5
Priede (stādīts) A	153	6	-	6
Priede (stādīts) B	93	9	-	9

Lielākie stumbru bojājumi bija platībā, kur kopa bērzu, kas bija dabiski iesējies, kur nobertzta miza bija 10% no atstātajiem kokiem. Gandrīz visi bojājumi bija vienā parauglaukuma (7 no 11 bojājumiem), kur bija biezs zāles apaugums un apgrūtināta redzamība. Pārsvārā visi mizas nobertzumi bija nelieli un virspusēji, kas neietekmēs koku turpmāko augšanu. Apsekojot pārējās platības secināts, ka mizas nobertzumi un iezāģējumi mizā, lielākoties ir nelieli (4 ×5 cm) un neietekmēs turpmāko koku augšanu. Kopumā secināts, ka neskatoties uz apgrūtinātu redzamību,

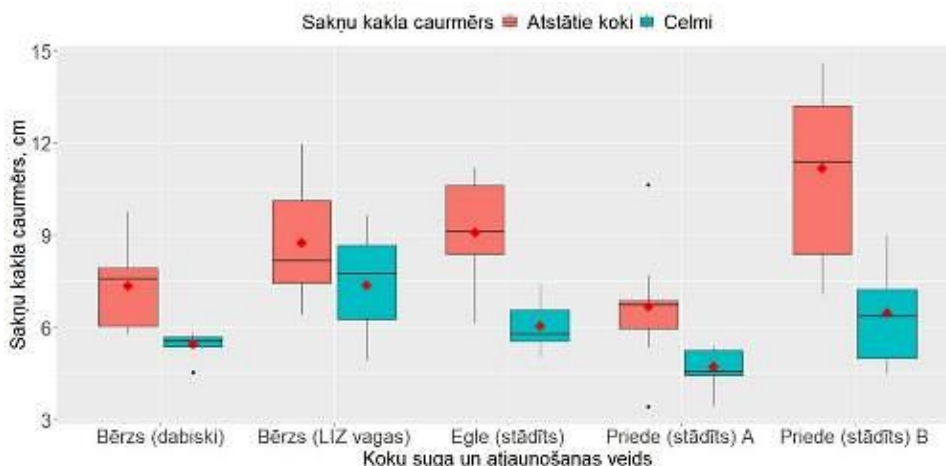
koku biezību un kopšanas galvas šūpošanos, veicot mašinizētu jaunaudžu kopšanu ir iespējams nodrošināt minimālus palikušo koku bojājumus, kas neietekmē koku turpmāko augšanu. Celmu augstums platībās kurās veica mašinizēto kopšanu attēlots zemāk (Att. 2.17).



**Att. 2.17. Celmu augstums mašinizēti koptajās platībās**

Vidējais celmu augstums apskatītajās platībās atšķirās. Zemākais vidējais nozāgēto celmu augstums bija stādītajās priežu audzēs – 32 un 33 cm, bērzu audzēs tas bija 36 un 38 cm, savukārt visaugstākie celmi bija stādītajā egļu audzē – 42 cm. Celmu augstums egļu audzēs lielāks bija atsevišķos parauglaukumos, kur to vidējais augstums bija 55 cm un atsevišķi celmi sasniedza 77 cm augstumu. Vidējais celmu augstums starp visām mašinizēti koptajām platībām bija 36 cm. Celmu augstumu ietekmē koku biezība, piemēram, ja koki aug puduros, lai nozāgētu visus kokus un tie nesakārtos viens otrā, kopšanas galvu jāpaceļ augstāk, kas veicina augstu celmu atstāšanu platībā. Atsevišķu, augstāku celmu saīsināšana nav jāveic, ja vien tas netraucē pārvietošanas, jo tas var būtiski samazināt darbu ražību.

Sakņu kakla caurmēru mērīja visiem atstātajiem kokiem un visiem celmiem, kuru caurmērs bija lielāks par 3 cm. Sakņu kakla caurmērs atstātajiem kokiem un celmiem attēlots zemāk (Att. 2.18.).



**Att. 2.18. Sakņu kakla caurmērs atstātajiem kokiem un celmiem**

Visās platībās atstāto koku vidējais sakņu kakla caurmērs bija lielāks salīdzinot ar vidējo sakņu kakla caurmēru celmiem. Atstāto koku sakņu kakla caurmērs bija vidēji par 44% lielāks (19-73%), salīdzinot ar atstāto celmu sakņu kakla caurmēru. Lai arī sakņu kakla caurmēru mērija visiem celmiem līdz 3 cm diametram, kas vidējo vērtību būtiski samazina, tomēr salīdzinoši lielā starpība starp vidējiem caurmēriem liek secināt, ka kopšanā atstāti lielākie koki un koki ar mazākiem caurmēriem ir nozāģēti.

Nākamajā pētījumā posmā novērtēs vai *ASTA guidance system* izmantošana uzlabos atstāto koku izvietoējuma un skaita gala rādītājus.

### **Secinājumi un priekšlikumi:**

Vidējais kopšanas ātrums visās 5 platībās, kurās veikta darba laika uzskaitē bija 13,1 stunda  $ha^{-1}$ . Vietās ar mazu koku biežumu (rets) vidējais kopšanas ātrums bija 9,7 stundas  $ha^{-1}$ , ar vidēju koku biežumu (vidējs) kopšanas ātrums bija 12,6 stundas  $ha^{-1}$  un vietās ar lielu koku biežumu (biezs) kopšanas ātrums bija 16,9 stundas  $ha^{-1}$ . Starpība starp kopšanu vietās, kur ir liels koku biežums un vietu ar mazu koku biežumu bija 7,2 stundas  $ha^{-1}$  (+75%). Audzes sastāvs, koku skaits un augstums vienā platībā ir dažādi, kas jāņem vērā veicot mašinizētu jaunaudžu kopšanu, kur atkarībā no atrašanās vieta platībā, darba produktivitāte būtiski atšķirsies.

LIDAR punktu mākonī var sekmīgi izmantot novērtējot kopšanas apstākļus mežaudzē. Audzes biežības novērtējums no LIDAR punktu mākoņa precīzi ataino koku skaitu mežaudzē, tāpat iegūtie rezultāti apstiprina pieņēmumu, kas kopšanas produktivitāti visvairāk ietekmē tieši audzes biežums un koku skaits, kuri jānozāģē veicot kopšanu.

Gandrīz visās platībās atstāto koku skaits ir mazāks par optimāli nepieciešamo, izņemot vienu platību, kur tas ir ievērojami lielāks. Divās platībās atšķirības no optimālā koku skaita ir +21,4%, kur hektārā atstāti 300 koki virs optimālā un -31,6%, kur hektārā ir par 411 zem optimālā skaita. Atlikušajās 3 platībās atstāto koku skaits ir nedaudz zem optimālā, attiecīgi -2,5% (33 koki mazāk), -3,4% (44 koki mazāk) un -6,1% (67 koki mazāk), kas ir salīdzinoši neliela atšķirība un var rasties platības īpatnību vai parauglaukumi ierīkošanas metodikas rezultātā.

Neskatoties uz ierobežotu redzamību no mašīnas kabīnes, kas apgrūtina atsevišķu koku novērtēšanu, veicot mašinizētu kopšanu ir iespējams nodrošināt kvalitātes prasības, kas norādītas LVM “Kvalitātes prasības jaunaudžu kopšanas ciršu izpildei” dokumentā, , atstājot kvalitatīvus kokus, kas ir garākie, taisnākie, smalkiem zariem ar spēcīgu zaļo vainagu, bez dubultām galotnēm, padēliem, kā arī bez slimību, kukaiņu un/vai mehāniskiem bojājumiem.

Neskatoties uz kopšanas galvas šūpošanas un brīvkustību, apsekojot platības secināts, ka mizas nobrāzumi un iezāģējumi, lielākoties ir nelieli ( $4 \times 5$  cm) un neietekmēs turpmāko koku augšanu.

Zemākais vidējais celmu augstums bija stādītajās priežu audzēs – 32 cm (priedes audze A) un 33 cm (priedes audze B), bērzu audzēs tas bija 36 cm (bērzs LIZ vagas) un 38 cm (bērzs dabiski), savukārt visaugstākie celmi bija stādītajā egļu audzē – 42 cm (egle dabiski). Celmu augstums egļu audzēs lielāks bija atsevišķos parauglaukumos, kur to vidējais aritmētiskais augstums bija 55 cm, kur atsevišķi celmi sasniedza 77 cm augstumu. Vidējais celmu augstums starp visām mašinizēti koptajām platībām bija 36 cm.

Lielā starpība (44%) starp celmu un atstāto koku sakņu kakla caurmēriem norāda, ka mašinizētajā kopšanā atstāti lielākie un resnākie koki, savukārt koki ar mazākiem caurmēriem ir nozāģēti.

### 3. Tehnoloģijas jaunaudžu aizsardzībai

#### 3.1 Metodika priežu lielā smecernieka bojājumu risku identificēšanai un novēršanai. Jaunas metodes stādāmā materiāla apstrādei un aizsargāšanai pret priežu lielā smecernieka radītiem bojājumiem

Darbu nolūks: Izmēģinājumu ierīkošana, testējot izvēlētos aizsardzības līdzekļus. egļu un priežu stādu aizsardzības efektivitātes novērtēšana. Jaunu aizsardzības līdzekļu pielietošanas tehnoloģiju izpēte. Iepriekš ierīkoto izmēģinājumu apsekošana (104-346-8; 104-356-5; 802-15-28; 306-143-1; 306-239-16; 306-238-17) 2023. gada noslēgumā.

Paredzētās aktivitātes: *Aizsardzības efekta novērtēšana pret smecernieku postījumiem, stādot egļu stādus, diviem alternatīviem mehāniskās aizsardzības līdzekļiem izmēģinājuma vietu marķēšana, eksperimentālā dizaina pielāgošana nogabala konfigurācijai. Smecernieku bojājumu uzskaitē dažādās vietās izvietotos izmēģinājumos, sešos 2023.gadā ierīkotos nogabalos (reģionālās ietekmes izvērtēšanai). 2022. gada veikto smecernieku bojājumu ietekmes uz stādu vitalitāti 2023. gadā novērtējums. Uzskaitījumu rezultātu statistiskā analīze. . Rekomendāciju sagatavošana.*

Sagatavota metodika priežu lielā smecernieka radīto risku prognozēšanai egļu jaunaudzēs, ņemot vērā meža apsaimniekošanas praksi. 2023.gada eksperimentālās platības ierīkotas laika posmā no 23. maija līdz 29. maijam apsekotas pirmo reizi 19. un 20. jūlijā, otrreiz 10. un 22. septembrī.

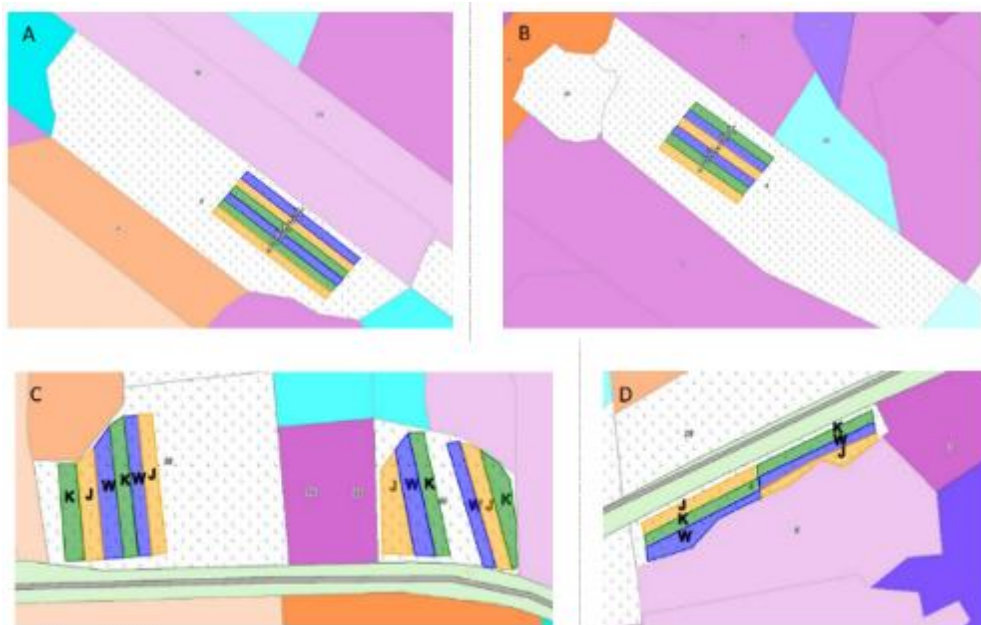
##### 3.1.1 Izmēģinājumu stādījumu raksturojums

Egļu aizsardzības izmēģinājumi ierīkoti 5 nogabalos. Eksperimentālās cirsma ierīkotas laika posmā no 23. maija līdz 29. maijam. Platības izvietotas Latvijas Rietumu daļā, divas– Austrumvidzemes plānošanas reģionā Sikšņu iecirknī un trīs cirsma Ziemeļlatgales reģiona Kārsavas iecirknī.

Pētījumā salīdzinātas 3 egļu stādu apstrādes varianti:

- Kontrole – neapstrādāti stādi;
- Woodcoat – pozitīvā kontrole, praksē plaši izmantota apstrāde
- Latvijā ražots preparāts.

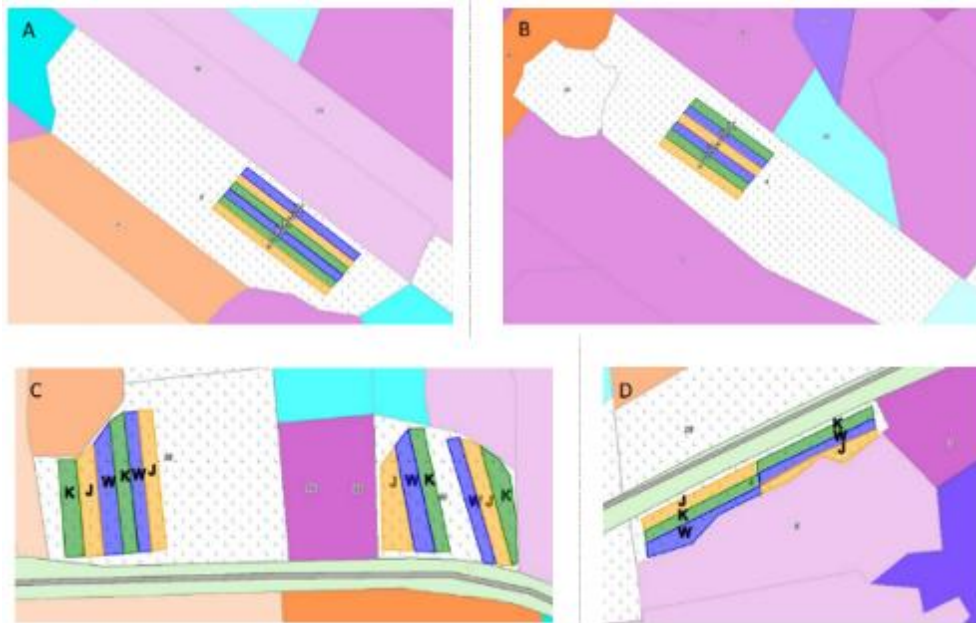
**Katrā nogabalā ierīkoti divi atkārtojumi, kuri izvietoti blokos (Tabula 3.1,**



Att. 3.1).

**Tabula 3.1. Eksperimentu atrašanās vieta**

Nosaukums	Nogabals	X	Y
Palsmane 1	105-188-6	358304	639178
Palsmane 2	105-187-9	357783	638819
Kārsava 1	810-1-38	305632	709491
Kārsava 2	810-1-40	305627	709671
Kārsava 3	811-7-4	293827	732870



**Att. 3.1. Parcelu izvietojums jaunaudzēs. (A – Palsmane 2, B – Palsmane 1, C – Kārsava 1 un Kārsava 2, D – Kārsava 3. Apstrādes: zaļš – kontrole, zils - woodcoat, oranžs – Latvijas)**

Pirms stādīšanas platības tika samērītas un ierīkotas parcelas katra bloka katrā atkārtojumā ieplānojot stādīt vismaz 250 stādus. Ņemot vērā nogabalu izmērus Kārsava 2 un Kārsava 3 parauglaukumos, tika apstādīta visa teritorija ar minimālo skaitu 150 stādu uz vienu atkārtojumu. Katrā reģionā viena diena tika veltīta stādītāju apmācībai un sākotnējai kontrolei, lai nodrošinātu kvalitatīvu stādīšanu atbilstoši eksperimenta dizainam. Šī gada eksperimentā stādījumi ir atbilstoši katram apstrādes veidam.

### 3.1.2 Smecernieku un bojājumu uzskaite

Kaut gan skuju koku stādījumu postījumu kontekstā pārsvarā piemin tikai Priežu lielo smecernieku (*Hyllobius abietis*), ir sastopamas vēl divas sugas – Priežu vidējais smecernieks (*H. pinastri*) un Egļu lielais smecernieks (*H. piceus*). Tāpēc, runājot par lielā priežu smecernieka bojājumiem, tiek saprasti bojājumi ko rada visi šie trīs sugu smecernieki.

Lielā priežu smecernieka bojājumi parādās tūlīt pēc audzes atjaunošanas. Izcirtumos smecernieka vaboles pulcējas pavasarī pēc audzes nociršanas. Vecās vaboles papildbarojoties bojā stādu mizu, dzinumus un pumpurus (Ozols 1967; Ozols et al. 1989).

Pirmā priežu lielā smecernieka bojājumu uzskaite veikta 19. un 20. jūlijā. Otrā uzskaite 10. un 22. septembrī. Katrā uzskaites reizē katrā parcelā uzskaitīti 100 stādi - 300 stādi vienā blokā, 600 stādi vienā cirsma. Bojājuma uzskaite veikta vizuāli novērtējot stādiņu stumbrus visā to garumā, sevišķu uzmanību pievēršot sakņu kakla rajonam.

Priežu smecernieku izraisīto bojājumu novērtēšanai stādi uzskaitēs grupēti 6 pakāpēs:

- nebojāti - 0;
- nedaudz bojāti (atsevišķi stāda dzīvotspējai nenožīmīgi bojājumi) - 1;

- nelieli bojājumi (bojājumi neietekmē stāda izdzīvošanu) - **2**;
- stipri bojājumi (stāda izdzīvošana apšaubāma) – **3**;
- bojājumu dēļ iznīcis – **4**;
- Iznīcis citu iemeslu dēļ (sausums, mitrums, nekvalitatīvi stādīts u.c.) – **5**.

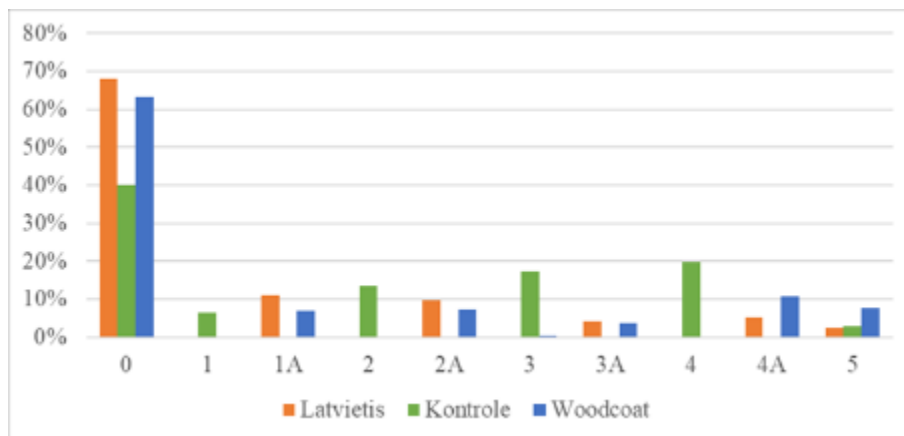
Papildus iepriekšējā gadā izmantotajai Priežu smecernieku izraisīto bojājumu novērtēšanai izmantotajām pakāpēm, šogad tika izvērtēts vai bojājums ir lokalizēts uz preparāta apstrādes vietas, šādus bojājumus apzīmējot attiecīgi ar **1A** – ja ir nedaudz bojāti, **2A** – nelieli bojājumi, **3A** – stipri bojājumi un **4A** – ja bojājumu dēļ ir iznīcis.

Stādu izdzīvošanas analīzei izmantota ordinētā loģistiskā regresija (funkcija polr, library(MASS) R statistics).

Modelis: model=polr(Survival~Apstrāde\*Dienas, data=Hylobius), kur, Survival: ir atkarīgais mainīgais- stādu izdzīvošana ar bojājuma pakāpēm “nebojāti”, “bojāti”, “beigti”. Faktori: “Apstrāde” Stādu apstrāde ar 3 apstrādes variantiem- “Kontrole” (neapstrādāti stādi), “LV”(Latvijā ražotais preparāts, kurš tiek izvērtēts), “Woodcoat” (pozitīvā kontrole- stādi apstrādāti ar Woodcoat); Dienas: Dienas kopš stādīšanas

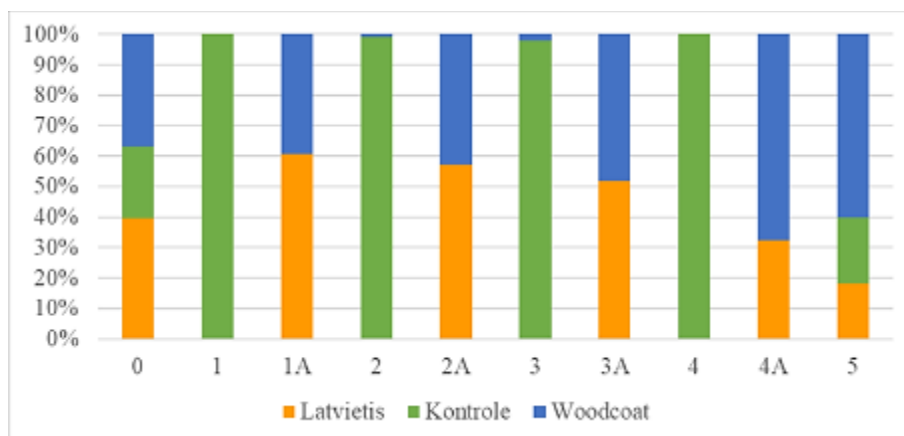
### 3.1.3 Līdz šim veikto uzskaišu rezultāti

Pavisam uzskaitīti 11827 stādi. Pirmajā uzskaitē konstatēts, ka no kontroles stādiem tikai 40% bija bez bojājumiem (0), turpretim Latvijas preparāts uzrādīja labu rezultātu ar 68% stādiem bez bojājumiem (0), bet 63% Woodcoat apstrādātie stādi bija bez bojājumiem (0) (2. attēls). Vērojama kopumā neliela stādu mirstība no citiem faktoriem, tomēr atsevišķiem apstrādes veidiem tā ir liela – 18% Woodcoat stādu nav izdzīvojuši, no kuriem 10% ir stipru smecernieka bojājumu dēļ (4A) un 8% citu iemeslu (5), galvenokārt, sausuma ietekme (Att. 3.2).



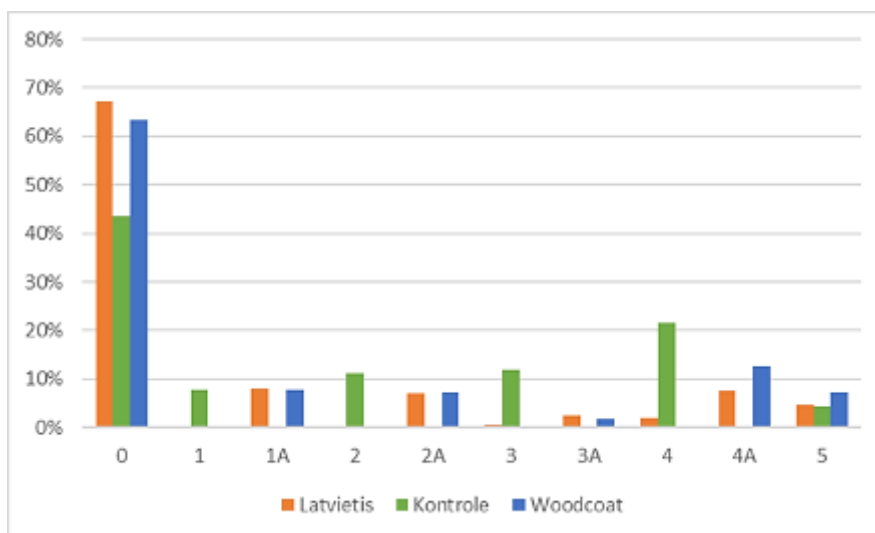
**Att. 3.2. Priežu lielā smecernieka radīto bojājumu apjoms egļu stādiem cirmās pirmajā uzskaites reizē, sadalījums pa bojājumu veidiem**

Lielā priežu smecernieka bojājumi pirmajā uzskaitē galvenokārt ir lokalizēti stādu neapstrādātajā daļā. Lauku apstākļos tikai neliels skaits bojājumu tika novērots apstrādātajā daļā. Tas konstatēts Woodcoat apstrādātajiem stādiem 2. un 3. bojājumu pakāpēs (Att. 3.3). Salīdzinot Woodcoat un Latvijā ražoto preparātu, redzams, ka abi preparāti diezgan līdzvērtīgi aizsargā no smecernieku bojājumiem, tomēr manāma atšķirība rodas bojājumu dēļ iznīkušo (4A) stādu skaitā, Woodcoat apstrādei to ir divas reizes vairāk salīdzinot ar Latvijas preparātu.



**Att. 3.3. Priežu lielā smecernieka radīto bojājumu apjoms egļu stādiem pirmajā uzskaites reizē, dažādos apstrādes variantos**

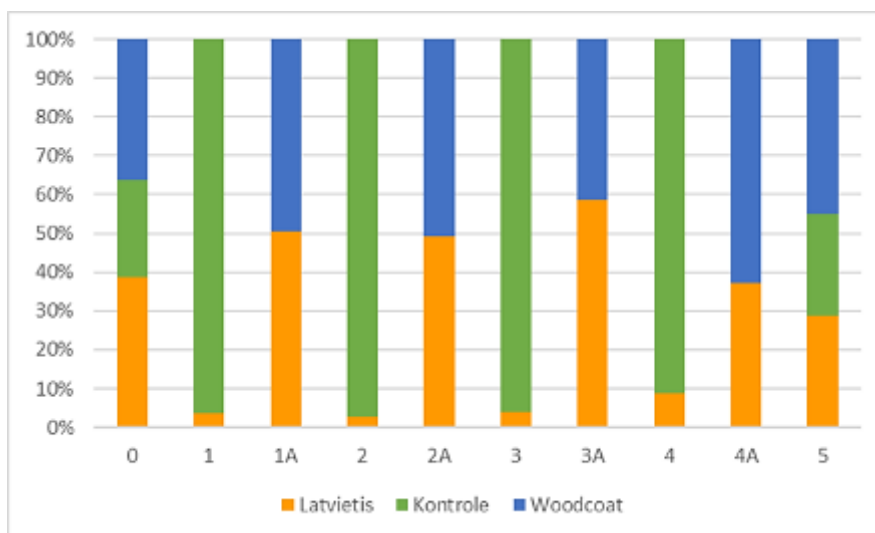
Otrajā uzskaitē konstatēts, ka nebojāto stādu daudzums kontrolē bija 43% (0), turpretim Latvijas preparāts uzrādīja labu rezultātu ar 68% stādiem bez bojājumiem (0), bet 63% Woodcoat apstrādātie stādi bija bez bojājumiem (0) (Att. 3.4). Vērojama kopumā neliela stādu mirstība no citiem faktoriem, tomēr atsevišķiem apstrādes veidiem tā ir liela – 20% Woodcoat stādu nav izdzīvojuši, no kuriem 13% ir stipru smecernieka bojājumu dēļ (4A) un 7% citu iemeslu (5), galvenokārt, sausuma ietekme.



**Att. 3.4. Priežu lielā smecernieka radīto bojājumu apjoms egļu stādiem cirmās otrajā uzskaites reizē, sadalījums pa bojājumu veidiem**

Arī otrajā uzskaites reizē, lielā priežu smecernieka bojājumi galvenokārt bija lokalizēti stādu neapstrādātajā daļā, vai virs apstrādes vietas. Lauku apstākļos tikai neliels skaits bojājumu tika novērots apstrādātajā daļā. Tas konstatēts Latvijas preparātu apstrādātajiem stādiem (Att. 3.5). Salīdzinot Woodcoat un Latvijā ražoto preparātu, redzams, ka abi preparāti diezgan līdzvērtīgi aizsargā no smecernieku bojājumiem, tomēr manāma atšķirība rodas bojājumu dēļ iznīkušo (4A) stādu skaitā, Woodcoat apstrādei to ir gandrīz divas reizes vairāk salīdzinot ar Latvijas preparātu.





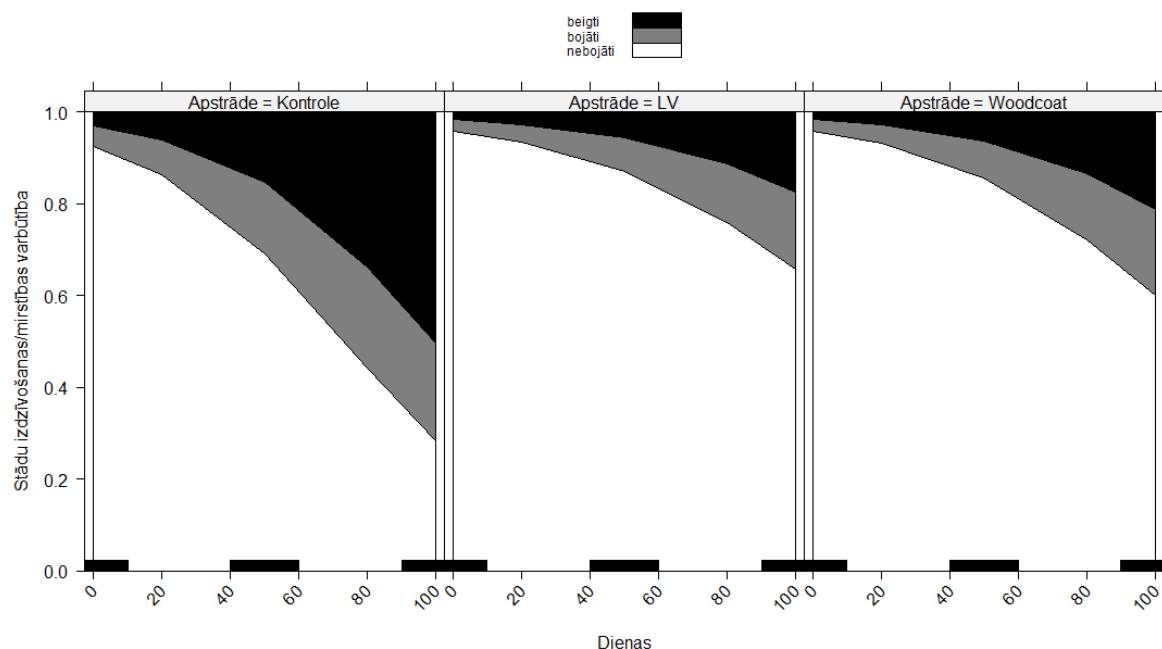
**Att. 3.5. Priežu lielā smecernieka radīto bojājumu apjoms egļu stādiem cirmās otrajā uzskaites reizē, dažādos apstrādes variantos**

Egles stādu izdzīvošanai būtiska ir gan stādu apstrāde, gan laiks kopš stādīšanas, gan abu šo faktoru mijiedarbība. Vienlīdz labu stādu aizsardzību nodrošināja gan Woodcoat, gan Latvijā ražotais preparāts. Abi šie preparāti nodrošināja būtiski augstāku Izdzīvojušo stādu proporciju salīdzinot ar kontroles, jeb neapstrādātajiem stādiem. Starp Woodcoat un Latvijā ražoto preparātu būtiskas atšķirības netika konstatētas (Att. 3.6).

Stādu izdzīvošanas analīzes kopsavilkuma tabula (Anova(Model) R statistics)					
Response: Survival					
	LR	Chisq	Df	Pr(>Chisq)	
Apstrāde	467.68	2	< 2.2e-16	***	
Dienas	2443.75	1	< 2.2e-16	***	
Apstrāde:Dienas	38.90	2	3.569e-09	***	
--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					
Kontrastu analīze starp apstrādes variantiem (Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts Fit: polr(formula = Survival ~ Apstrāde * Dienas, data = Hyllobius)					
Linear Hypotheses:					
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
LV - Kontrolē == 0	-0.619947	0.122164	-5.075	<1e-06	***
Woodcoat - Kontrolē == 0	-0.624665	0.122260	-5.109	<1e-06	***
Woodcoat - LV == 0	-0.004718	0.137280	-0.034	0.999	
--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 (Adjusted p values reported -- single-step method)					

**Att. 3.6 Smecernieka bojājumu statistiskās analīzes ekrānkopijas.**

Pēc 100 dienām apstrādātajiem stādiem sagaidām ap 20% mirstība, bet neapstrādātajiem stādiem mirstība ir gandrīz 50 % (Att. 3.7)



**Att. 3.7. Stādu izdzīvošanas varbūtība atkarībā no apstrādes varianta un ekspozīcijas ilguma (*laika kopš stādīšanas*)**

Neapstrādātiem stādiem mirstība strauji pieaug vasaras otrajā pusē (40 dienas un vairāk pēc stādīšanas). Šī stādu mirstības pieauguma tendence laikā būtiski atšķiras no apstrādātajiem stādiem, ko raksturo Apstrāde: Dienas mijiedarbība modelī.

#### **Atziņas:**

Latvijā ražotais preparāts lauka apstākļos sezonā ar mazu nokrišņu daudzumu uzrāda līdzīgu aizsardzības efektivitāti kā praksē izmantotais Woodcoat.

### **3.1.4 Rekomendācijas priežu lielā smecernieka radīto risku prognozēšanai egļu jaunaudzēs, ņemot vērā meža apsaimniekošanas praksi un metodika 2024. gada izmēģinājumiem**

Šobrīd var secināt, ka Latvijā ražotais preparāts nodrošina līdzvērtīgu stādu aizsardzību kā Woodcoat. Svarīgi pilnveidot Latvijā ražoto preparātu rūpnieciskai stādu apstrādei (viskozitāte, maisījuma vienmērība, neizgulsnēšanās). Tā kā 2023. gada vasara raksturojās ar zemu nokrišņu daudzumu, vēlams atkārtota stādu apstrādes aizsardzības efektivitātes pārbaude ar mērķi novērtēt apstrādes noturību pret noskalošanos. *Hylobius* ģints smecernieku kaitējuma risku jaunaudzēs nav iespējams efektīvi prognozēt. Smecernieka populācijas svārstības ir samērā nelielas un galveno ietekmi uz kaitējuma apmēru nosaka laika apstākļi vasarā.

Smecernieka kaitējuma ierobežošanai nozīmīgākie ir:

- agrotehniskie pasākumi- augsnes gatavošana, stādīšanas atlikšana uz 1-2 gadiem pēc koku ciršanas,
- veselīgu stādu izvēle meža atjaunošanai,
- stādu apstrāde kas efektīvi pasargā stādus no smecernieka kaitējuma vismaz vienas sezonas garumā.

## **Metodika**

Novērtēt vairāku Latvijā ražotā preparāta variantu apstrādes efektivitāti kokaudzētavā- Klāšanās vienmērīgums, viskozitāte, emulsijas vienmērība, izgulsnēšanās, klājuma žūšanas ātrums, noturība pret noskalošanos- konkrētus darba uzdevumus nepieciešams saskaņot ar preparāta ražotāju un konkrēto kokaudzētavu, kurā paredzēta stādu apstrāde.

Lauku eksperiments. Lauku eksperimentā izmēģināt divus līdz trīs labākos preparāta variantus pēc līdzīgas metodikas kā 2022. un 2023. Gados veiktajos lauku eksperimentos. Atkarībā no izvērtējamo preparātu daudzuma eksperimentā bez neapstrādāto stādu variantā (kontroles) var iekļaut arī pozitīvo kontroli (Woodcoat). Ieteicams novērtēt apstrādes aizsardzības efektivitāti arī uz priedes stādiem. Šajā gadījumā nepieciešams eksperimentam nodrošināt 3 nogabalus atjaunošanai ar priežu stādiem un 3 nogabalus atjaunošanai ar egļu stādiem.

### Eksperimenta dizains

- stādi- Egles kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu, priežu kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu;
- atkārtojumu skaits nogabalā – 2;
- neatkarīgi atkārtojumi (cirsma)- 3 P nogabali, 3 E nogabali;
- kopējais parcelu skaits katram apstrādes variantam  $2 \times 3 \times 2 = 12$  (alternatīvi 4-8 vagas, atkarībā no nogabalu un vagu konfigurācijas);
- minimālais stādu skaits katram apstrādes variantam 1500P un 1500E.

Nepieciešamas seši nogabali (3 priedei un 3 eglei) (min. 1 ha) 3 dažādos reģionos- reģionālās ietekmes izvērtēšanai. Vēlams sausie tipi, lai nebūtu slīkšanas u.c. nejauki pārstiegumi. Vēlams šīs ziemas/pavasara cirsma, lai palielinātu smecernieka apdraudējumu. Audzes cirstas pēc 2023. g. 1. oktobra (der arī pavasara cirsma). Platībai jābūt sagatavotai uz 15. aprīli.

### Eksperimenta ierīkošana:

Apstrādātos variantus stādīt vagās (4 rindas jeb 2 vagas, katram apstrādes variantam). Nepieciešamo stādu skaits uz 1 ha nogabalu katram variantam 500 stādu. Pavisam kopā 1500 P un 1500 E stādu katram apstrādes variantam (4 apstrādes variantu gadījumā 6000 P un 6000 E)

### Apstrādes varianti:

Latvijā ražotais preparāts A

Latvijā ražotais preparāts B

Vasks (Woodcoat)– pozitīvā kontrole vai, alternatīvi, Latvijā ražotais preparāts C

Neapstrādāti stādi- negatīvā kontrole.

### Efekta novērtējums:

Bojājumu novērtē 4 reizes ballēs no 0-4. Papildus fiksējot ar smecernieku nesaistītus stādu iznīkšanas gadījumus:

- bojājumu nav;
- nenozīmīgi bojājumi (1-neliels kodums),
- būtiski bojājumi, kas neapdraud stāda izdzīvošanu (vairāki kodumi, kas neveido gredzenu ap stumbru);
- būtiski bojājumi, kas apdraud stāda izdzīvošanu (daudz vai lieli apgrauzuma laukumi, vai apkodumi veido gredzenu visapkārt stumbram);
- stāds iznīcis smecernieka bojājumu rezultātā;
- ar smecernieku nesaistīts iznīcis stāds.

Katrā parcelā uzskaita 100 stādus 2-3 reizes sezonā. Statistika- GLM logistic regression (neparametrisko datu izmantošana).

### 3.2 Pētījumi mežsaimniecības un medību saimniecības līdzsvaram

Darbu nolūks: Noteikt indikatoru līmeni, pēc kuriem novērtēt mežsaimniecības un medību saimniecības līdzsvaru (pieļaujamais bojājumu īpatsvars teritorijā (medību tiesību nomas platībā, plānošanas vienībā), vasaras barības bāzes apjoms un izmantošanas iespējas u.c. kritēriji).

Paredzētās aktivitātes: 1. Tērvetes iecirkņa 4 nogabalos un Lubānas iecirkņa 6 nogabalos, kur katrā izveidoti trīs 5\*5 m iežogojumiem – pavasarī novērtē pameža un paaugas, sīkkrūmu (mētru un viršu) augstumu iežogotajā platībā un ārpus tās, arī ziemas apkodumu intensitāti gan lapu kokiem un krūmiem, gan arī skuju kokiem. Rudenī ap šīm iežogotajām platībām tiks uzskatīti pameža, paaugas un sīkkrūmu sugām novērojami vasaras apkodumi. Teritorijās ar atšķirīgu pārnadžu blīvumu (LVM Tērvetes iecirknis un Lubānas iecirknis) ievākti visu trīs sugu pārnadžu – aļņu, staltbriežu un stirnu – ziemas ekskrementu paraugi (vismaz 10 paraugi no katras sastopamās dzīvnieku sugas), lai veiktu ziemas barības sastāva analīzi ar molekulāriem marķieriem. Jau esošajās iežogotajās platībās un teritorijā ap tām (10 nog. trīs 5\*5m iežogotie laukumi un 10 nog. MPS iežogotās platības) novērtēts pameža, paaugas un sīkkrūmu stāvoklis.

Analizēti iegūtie paraugi. Veikti aprēķini kopsakarību raksturošanai, izmantojot iegūtos un uzkrātos lauka datus.

Pabeigta platību apsekošana novērtējot pameža un paaugas, kā arī sīkkrūmu augstumu iežogotajā platībā un ārpus tās. Audzē uzkrātā biomasas un tās dinamika novērtēta ar un bez ekspluatācijas slodzes. Sagatavoti priekšlikumi kā modelēt briežu dzimtas dzīvnieku skaita teritorijā un tiem nepieciešamā papildus barības bāzes īpatsvaru teritoriāli.

#### 3.2.1 Pārnadžu radīto priežu bojājumu un lapu koku stāvokļa novērtējums

Priežu bojājumi un lapu koku stāvoklis novērtēts iepriekš izvēlētajās priežu jaunaudzēs Tērvetes un Lubānas iecirkņos, kuros katrā izveidoti arī trīs 5\*5m žogi. Audzēs vienmērīgi izvietoti četri 100 m<sup>2</sup> lieli aplveida parauglaukumi, kuros veikta priežu stāvokļa novērtēšana un pārnadžu ekskrementu kaudzīšu uzskaitē izmantojot Nacionālā meža monitoringa metodiku pārnadžu radīto bojājumu novērtēšanai jaunaudzēm<sup>13</sup>.

**Lapu koku un krūmu ziemas apkodumi novērtēti, ejot pa diagonālēm (Kļūda! Nav atrasts atsaucē avots.**

<sup>13</sup> <https://silava.lv/images/Petijumi/Nacionalais-meza-monitorings/2022-04-28-MBRF-metodika.pdf>



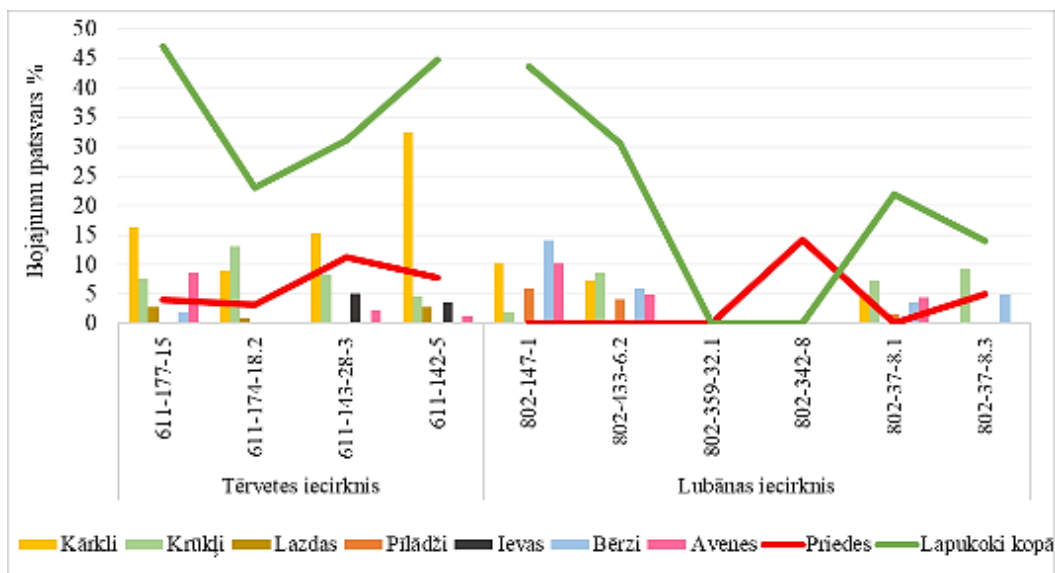




**Att. 3.8. Transektu izvietojuma shēma lapu koku ziemas apkodumu novērtēšanai audzē, kā arī parauglaukumu izvietojuma shēma priežu stāvokļa novērtēšanai audzē pēc Nacionālā meža monitoringa metodikas (attēls pa kreisi, piemērs par Tērvetes iecirkņa 142kv.5.nog.). Attēlā pa labi – lapu koks ar ziemas apkodumiem**

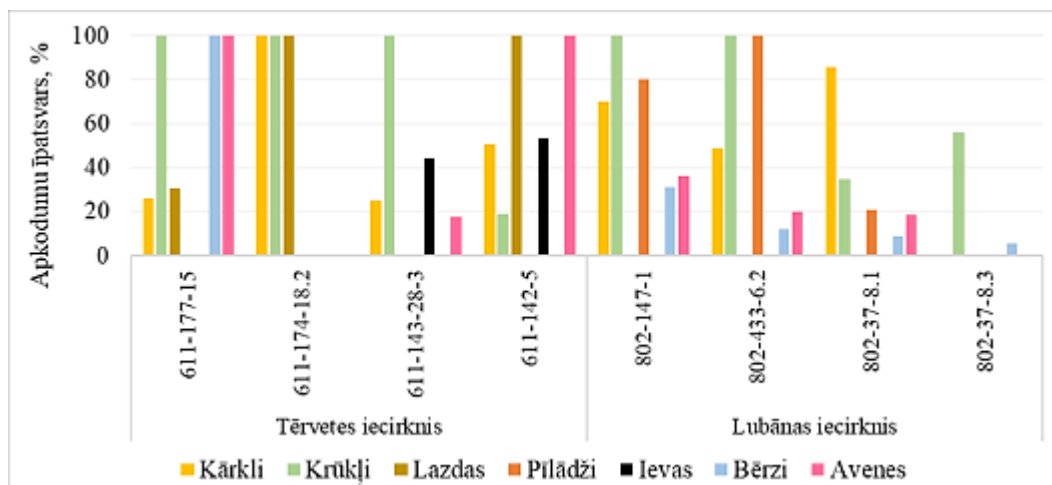
### Rezultāti

Ziemas bojājumu īpatsvars apsekotajās audzēs bija neliels – Tērvetes iecirknī augstākais bojāto priežu īpatsvars 11,25% apmērā bija audzē ar kodu 611-143-28.3, savukārt Lubānas iecirknī 14,18% apmērā audzē ar kodu 802-342-8 (Att. 3.9.). Lubānas iecirknī novērota vāja, negatīva, statistiski nebūtiska korelācija starp bojāto priežu un lapu koku īpatsvaru ( $R = -0,568$ ,  $p = 0,239$ ) – audzēs ar augstāku lapukoku apkodumu īpatsvaru, bojāto priežu īpatsvars ir mazāks. Š sakarība gan ir dēļ vienas audzes, kurā nebija pameža un bija augsts bojāto priežu īpatsvars. Savukārt Tērvetes iecirkņa priežu jaunaudzēs novērota vāja, pozitīva, arī statistiski nebūtiska korelācija starp bojāto priežu un lapu koku īpatsvaru ( $R = 0,033$ ,  $p = 0,897$ ) – audzēs ar lielāku lapukoku apkodumu intensitāti, arī bojāto priežu īpatsvars ir lielāks.



**Att. 3.9. Bojāto priežu īpatsvars (Priedes) un apkosto lapu koku (Lapu koki kopā) īpatsvars (no visiem apkostajiem lapu kokiem) priežu jaunaudzēs Tērvetes un Lubānas iecirkņos**

No lapu kokiem augstākais apkodumu īpatsvars konstatēts kārkliem un krūķiem: Tērvetes iecirkņa audzēs no visiem uzskaitītajiem lapu kokiem un krūmiem 9,05% – 32,42% apmērā apkosti bija kārkli un 4,57%–13,12% krūķi; Lubānas iecirknī kārkli bija attiecīgi 0%–10,24%, krūķi 1,95%–9,22%. Tērvetes iecirkņa audzēs pārnadži bija barojušies arī ar lazdām un ievām, savukārt Lubānas iecirknī arī ar pīlādžiem (Att. 3.9.).



**Att. 3.10. Apkosto lapu koku un krūmu (arī aveņu) īpatsvars no visiem konkrētās sugas kokaugiem uzskaites transektā Tērvetes un Lubānas iecirkņos**

Skatoties no “pieejamības” aspekta, Tērvetes iecirknī apkosti bija 79,81% no visiem uzskaitītajiem krūķiem (trīs no četrām audzēm apkosti bija pilnīgi visi uzskaites maršrutā esošie krūķi), 57,6% no visām lazdām, 50,37% no visiem kārkliem un 24,33% no visām ievām. Lubānas iecirknī apkosti bija 72,62% no visiem krūķiem, 51% no visiem kārkliem, 50,26% no visiem



pīlādžiem, 18,63% no visām avenēm un 14,52% no bērziem (Att. 3.10). Dati iegūti nogabalos, kur nav veikta agrotehniskā kopšana vai pirms tās veikšanas.

### 3.2.2 Pārnadžu vasaras barības bāzes apkodumu novērtējums lapu kokiem un krūmiem

Veģetācijas sezonas izskaņā (12. un 13.septembrī) Tērvetes un Lubānas iecirknī esošās pētījuma audzes apsektas atkārtoti un novērtēts pārnadžu radītais vasaras apkodumu līmenis lapu kokiem un krūmiem. Metodika līdzīga kā ziemas apkodumu novērtēšanai lapu kokiem un krūmiem: ejot pa audzes diagonālēm (Kļūda! Nav atrasts atsaucē avots.



Att. 3.8.) vai, ja kokaugi ir retāk, tad ejot no viena uz nākamo, veic uzskaiti. Pie apkostiem uzskaitīti tādi koki un krūmi, kuriem ir svaigi nokosti pēdējā veģetācijas sezonā ataugušie zari un dzinumi, kā arī svaigi nobraucītas lapas (Att. 3.8); kopējam uzskaitīto kokaugu skaitam jābūt vismaz 200. Transektē uzskaita apkostos un veselos lapu kokus un krūmus (pīlādžus, kārkļus, bērzus, krūķļus, avenājus u.c.sugas) un norāda arī piederību sugai vai sugu grupai (kārkļu un avenāju gadījumā).



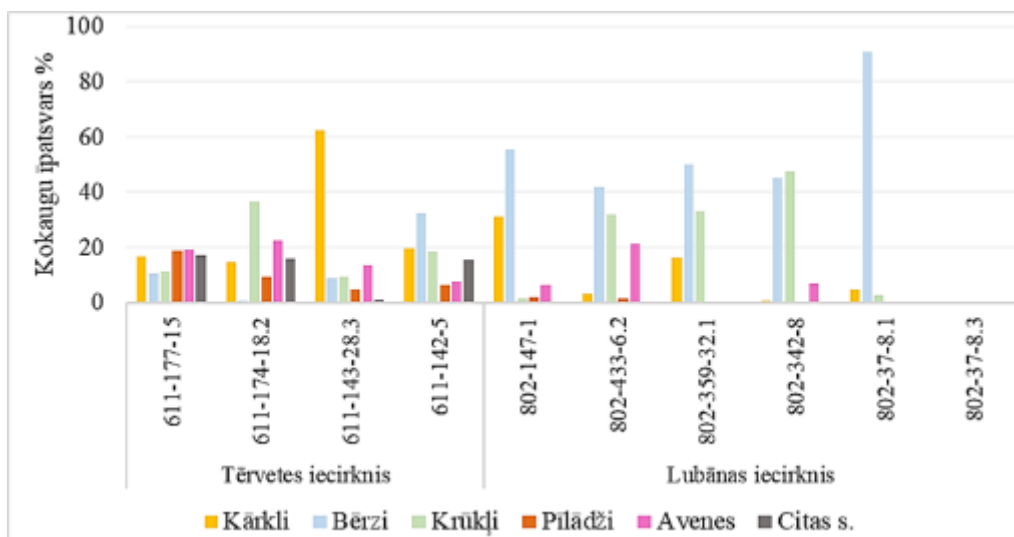


**Att. 3.11. Briežu dzimtas pārnadžu radītie vasaras apkodumi lapu kokiem un krūmiem. Attēlā pa kreisi – apkosti krūkļi; attēlā pa labi – bērzi ar nobraucītām lapām un nokostām atvašu galotnēm**

Apsekojot jaunaudzēs, konstatēts, ka Lubānas iecirknī audzē ar kodu 802-37-8.3 veikta jaunaudžu kopšana. Tā kā par plānoto aktivitāti šajā jaunaudzē netika saņemta informāciju, vasaras apkodumu līmenis tajā nav novērtēts.

### Rezultāti

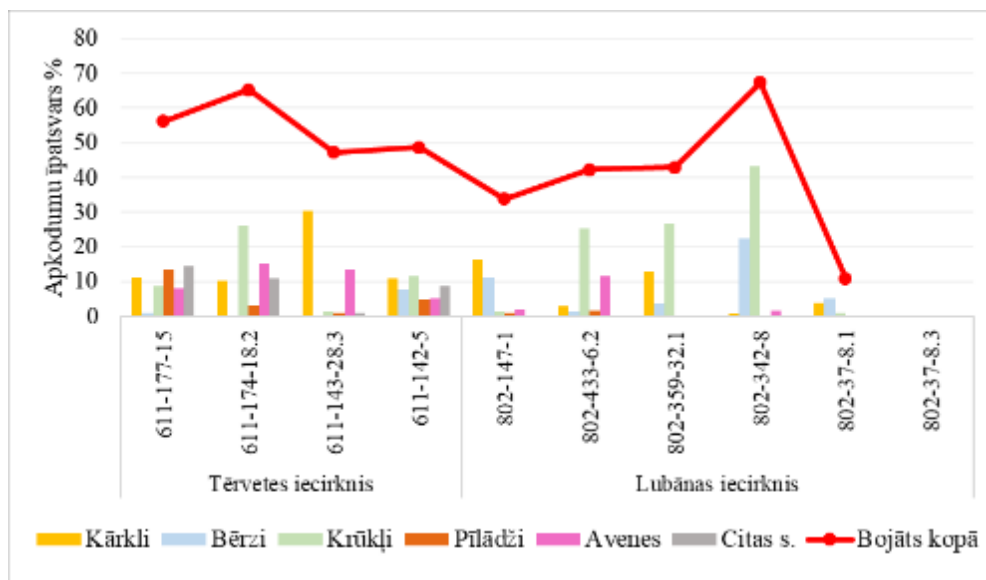
Tērvetes iecirkņa priežu audzēs biežākās uzskaitītās sugas bija kārkli, krūkļi un avenes (Att. 3.12), attiecīgi  $28,46\% \pm 11,42$ ,  $18,92\% \pm 6,21$  un  $15,78\% \pm 3,22$ . Lubānas iecirknī biežākās sastopamās sugas bija bērzi, krūkļi un kārkli, attiecīgi  $56,71\% \pm 8,86$ ,  $23,43\% \pm 9,12$  un  $11,12\% \pm 5,64$ .



**Att. 3.12. Lapu koku un krūmu sugu sastāvs un to īpatsvars priežu jaunaudzēs izietajos transektos Tērvetes un Lubānas iecirkņos**

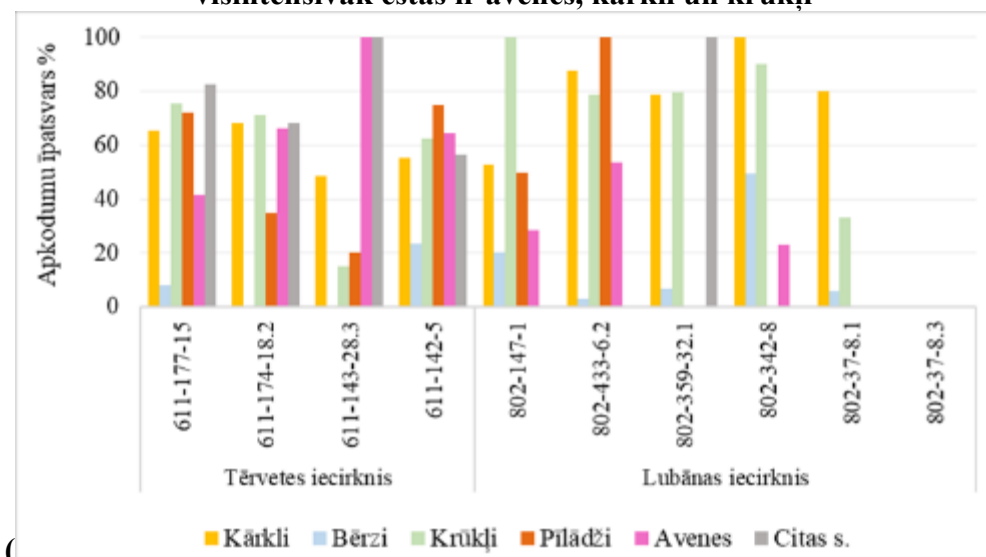
Tērvetes iecirkņa 4 apsekotajās audzēs vidējais lapu koku un krūmu vasaras apkodumu līmenis bija  $54,31\% \pm 4,1$  apmērā. Augstākais apkodumu īpatsvars bija kārkliem, krūkļiem un avenājiem, attiecīgi  $15,59\% \pm 4,9$ ,  $11,89\% \pm 5,19$  un  $10,37\% \pm 2,31$  apmērā no visiem transektā uzskaitītajiem lapu kokiem un krūmiem (Att. 3.13.), kas saskan arī ar šo augu pieejamību šajās audzēs. Lubānas iecirkņa apsekotajās audzēs vidējais vasaras apkodumu līmenis lapu kokiem un

krūmiem bija  $39,47\% \pm 9,06$ , un no uzskaitītajiem kokaugiem, visintensīvāk ēsti krūkļi, bērzi un kārkli, attiecīgi  $19,41\% \pm 8,07$ ,  $8,67\% \pm 3,79$  un  $7,25\% \pm 3,09$  apmērā.

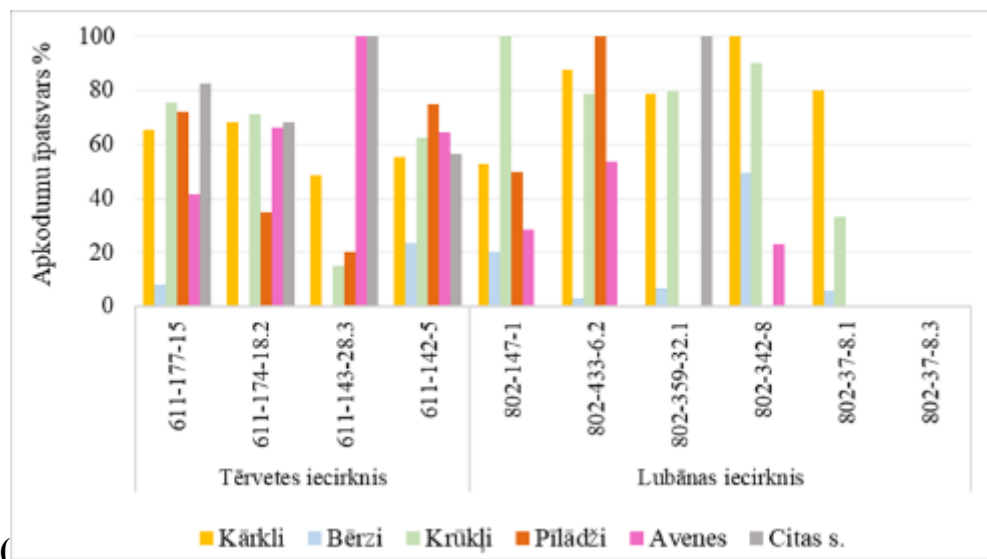


**Att. 3.13. Lapu koku un krūmu pārnadžu radītais vasaras apkodumu līmenis Tērvetes un Lubānas iecirkņu apsekotajās priežu jaunaudzēs**

No visiem jaunaudzēs uzskaitītajiem konkrētās sugas kokaugiem, Tērvetes iecirknī visintensīvāk ēstas ir avenes, kārķi un krūkļi

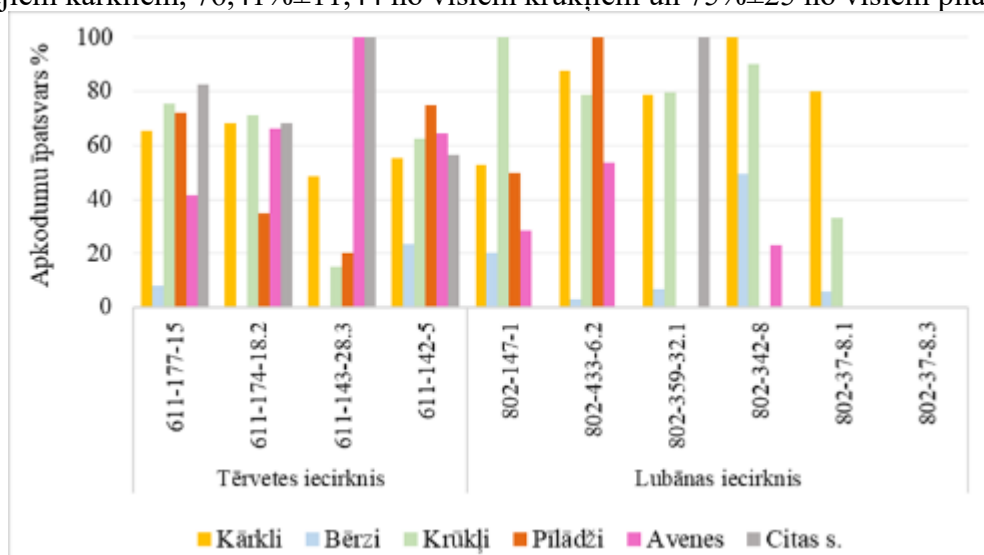


**Att. 3.14), attiecīgi  $68,06\% \pm 12,05$ ,  $59,42\% \pm 4,59$  un  $56,09\% \pm 13,96$ . Arī citas kokaugu sugas**



Att. 3.14. ‘Citas s.’) ir ar biežiem apkodumiem, un pie citām sugām Tērvetes iecirkņa audzēs biežāk pieskaitītas lazdas un segliņi.

Lubānas audzēs ir apkosti vidēji  $79,89\% \pm 7,69$  no visiem apsekojumu transektēs uzskaitītajiem kārkļiem,  $76,41\% \pm 11,44$  no visiem krūkļiem un  $75\% \pm 25$  no visiem pīlādžiem.



**Att. 3.14. Apkosto lapu koku un krūmu (arī avenu) īpatsvars no visiem konkrētās sugas kokaugiem uzskaites transektā Tērvetes un Lubānas iecirkņos**

Būtiskākās atziņas:

- 1) Abās izpētes teritorijās gan ziemā, gan vasarā svarīga barības bāzes sastāvdaļa ir krūkļi, kārkli un pīlādži. Ziemā apkostas ir arī lazdas un avenāji, arī bērzi – īpaši Lubānas iecirkņa audzēs un arī vasarā.
- 2) No šī gada pavasara uzskaitēm var izdarīt pieņēmumu, ka Tērvetes iecirknī, kas atrodas teritorijā ar augstu staltbrīežu blīvumu, priežu jaunaudzēs esošais pamežs un paauga nenodrošina pietiekamu barības daudzumu un tādējādi tiek bojātas arī priedes. Vēl,

jāņem vērā, ka šīs audzes atrodas ļoti tuvu lauksaimniecībā izmantojamajām zemēm, kas palielina iespēju, ka tajās ilgstoši var uzturēties salīdzinoši liels skaits pārnadžu, īpaši staltbriežu. Iepriekšējā pētījuma ciklā tika gūta atziņa par egļu jaunaudzju bojājumu saistību ar attālumu līdz lauksaimniecībā izmantojamām zemēm: egļu jaunaudzes, kas atrodas tuvāk ziemāju kultūrām ( $\leq 572$  m), ir ar lielāku bojāto koku īpatsvaru nekā jaunaudzes, kas atrodas tālāk no šīm kultūrām ([Meža atjaunošanas, ieaudzēšanas un kopšanas programma, 2016-2020](#)). Lai gan iepriekš minētais ir matemātiski pierādīts par egļu audzēm, šis varētu būt patiesi arī teritorijās ar augstu staltbriežu blīvumu un specifisku ainavas struktūru kā tas ir Zemgalē – plašas lauksaimniecības zemes, kas ietver salīdzinoši šauras meža “strēles”.

- 3) Vasaras apkodumu rezultātu interpretācijā atsaucoties uz A.Priedīša<sup>14</sup>(2004) noskaidrotajām likumsakarībām (skat. šī pētījuma cikla [2021.gada pārskatu](#)), var secināt, ka Tērvetes iecirknī barības bāze ir ar lielu noslodzi ( $54,31\% \pm 4,1$ ) un ziemas periodā pārnadžiem var nepietikt to primārā barības bāze – lapu koku dzinumi. Savukārt, vadoties pēc vasaras apkodumu intensitātes Lubānas iecirkņa apsekotajās audzēs ( $39,47\% \pm 9,06$ ), pārnadžu populācijas blīvums ir gandrīz optimāls un ziemā vajadzētu būt pietiekamai barības pamatbāzei – lapukokiem.

### 3.2.3 Sīkrūmu potenciālā nozīme pārnadžu ziemas barībā

Lai noskaidrotu sīkrūmu izmantojumu barībā, pielietota punktu kvadrātu jeb adatu metode. Pieņēmums ir sekojošs: teritorijās, kur sīkrūmi barībā tiek vairāk patērēti, tie būs īsāki nekā teritorijās, kur tie barībā tiek patērēti mazāk (Att. 3.16.). Katrā audzē iziets regulārs 100 līdz 150 punktu tīkls un uzskaitē izmantots 1,3 m garš 7 mm diametrā liels mērmietņš, kas sadalīta augstuma posmos ik pa 5 cm. Katrā dūrienā reģistrētas mērmietņam pieskārušās sīkrūmu sugas un augstums, kuram pieskārusies kāda auga daļa (Liepa 2018<sup>15</sup>; Laiviņš et al. 2019<sup>16</sup>). Punktu izvietojuma shēmas piemērs attēlā zemāk (Att. 3.15).

<sup>14</sup> Priedītis A. 2004. Kokaugu apkodumu reģistrēšanas nozīme briežu dzimtas dzīvnieku un augu mijiedarbības novērtēšanā meža teritorijās. *Mežzinātne*, 14 (47): 73-95.

<sup>15</sup> Liepa I. 2018. Meža taksācija. Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Meža fakultāte. Mācību līdzeklis, Jelgava, 237.lpp.

<sup>16</sup> Laiviņš M., Gerra-Inohosa L., Pušpure I. 2019. Sauso mezofīto priežu mežu zemsedzes izmaiņas skrejjuguns ietekmē: pirmais gads pēc meždegām. *Latvijas Veģetācija*, 49-63.







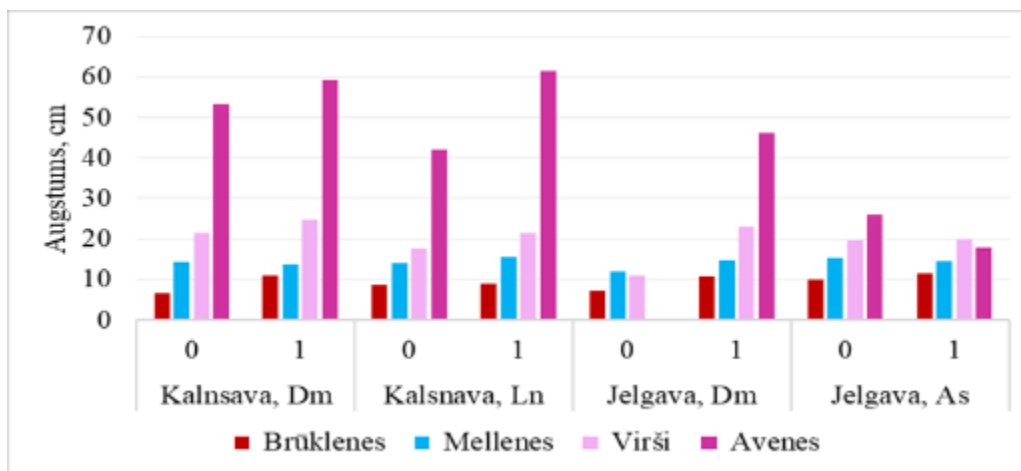
**Att. 3.16. Piemērs pārnadžu neapkostiem sīkkrūmiem (attēls augšā pa kreisi) un ziemā apkostiem sīkkrūmiem (pārējie attēli)**

Tā kā Lubānas iecirknī 5x5 m žogi tikai izveidoti tikai 2023.gada janvārī, tad netika veikta sīkkrūmu augstuma atšķirību novērtēšana žogu iekšpusē un ārpus tiem. Ar Mann-Whitney testu tikai pārbaudīts vai pastāv statistiski būtiskas atšķirības starp sīkkrūmu augstumu MPS teritorijā apsekotajās audzēs Kalsnavas un Jelgavas mežu novados, kur iežogotās platības ir jau vismaz kopš 2019.gada.

### **Rezultāti**

Kopumā veikti 3631 mērījumi, kuru laikā veikta atzīme par 1908 sīkrūmu augstumiem (Tabula 3.2; Tabula 3.3). Jaunaudzēs tika konstatētas septiņas sīkrūmu sugas: brūklenes, mellenes, virši, zilenes, avenes, andromedas un vaivariņi.

Vismazākais sīkrūmu projektīvais segums bija MPS Jelgavas iecirknī un LVM Tērvetes iecirkņa jaunaudzēs, attiecīgi tikai 38,07% un 45,77% gadījumos mērkociņam pieskārās kāda sīkrūmu daļa (lapa vai stumbrs). Savukārt LVM Lubānas un MPS Kalsnavas iecirkņos esošajās jaunaudzēs sīkrūmu projektīvais segums bija 61,09% un 57,39%. Apsekotajās jaunaudzēs visbiežāk sastopamas bija brūklenes, mellenes, virši un arī avenes (Att. 3.17).



**Att. 3.17. Vidējais sīkrūmu augstums (cm) iežogotās (1) un neiežogotās (0) audzēs MPS Kalsnavas un Jelgavas mežu novados (*Dm* – *damaksnis*; *Ln* – *lāns*; *As* -*šaurlapu ārenis*)**

**Tabula 3.2. Vidējais sīkrūmu augstums (cm) iežogotās (žogs 1) un neiežogotās (žogs 0) audzēs Kalsnavas un Jelgavas MPS teritorijās, kā arī LVM Lubānas un Tērvetes iecirkņos. Iekavās aiz vidējās vērtības norādīts gadījumu skaits**

Teritorija	Audzēs kods	Audzēs vecums	MT	Žogs	Punktu skaits	Brūklenes	Mellenes	Virši	Avenes	Zīlenes	Vaivariņi	Andromedas
MPS Kalsnavas mežu novads	13-9.1	9	Dm	0	120	6.80 (5)	16.38 (13)	20.60 (5)	61.38 (8)			
	21-17	7	Ln	0	118	10.15 (13)	16.14 (9)	18.98 (52)	36.67 (3)			
	180-8.1	8	Ln	0	102	7.41 (27)	15.31 (14)	20.39 (31)	77.67 (3)			
	216-8	7	Ln	0	105	9.20 (10)	11.81 (21)	13.25 (44)	36.14 (7)	27.67 (4)		
	483-5.1	11	Ln	0	120	9.57 (14)	14.75 (24)	24.38 (8)	32.40 (5)			
	483-7.1	11	Dm	0	101	6.50 (2)	11.50 (10)	21.67 (12)	46.11 (9)			
	63-3.1	14	Ln	1	150	10.67 (5)	16.97 (32)	20.54 (16)	57.86 (7)			
	141-28	7	Ln	1	150	9.23 (24)	13.00 (31)	16.61 (61)	53.67 (4)			
	161-40	5	Dm	1	131	11.17 (12)	15.00 (14)	17.64 (11)	60.53 (32)			
	172-16	7	Ln	1	150	13.83 (14)	16.43 (44)	25.35 (37)	89.14 (7)			
	193-2	10	Dm	1	130	11.00 (6)	12.00 (10)	27.73 (26)	43.67 (3)			
	210-10	7	Ln	1	151	5.50 (18)	12.00 (2)	22.52 (105)	50.15 (13)			
MPS Jelgavas mežu novads	8-6	4	Dm	0	101	7.08 (12)	12.00 (5)	11.00 (6)				
	20-28	7	As	0	120	10.03 (32)	15.40 (5)	19.80 (10)	26.00 (1)	21.00 (5)		
	16-14	5	Dm	1	130	7.67 (6)	13.60 (20)	20.43 (14)	55.00 (1)			
	24-1	6	Dm	1	141	11.42 (27)	11.57 (14)	23.85 (26)	16.50 (3)	22.00 (5)		
	25-4	10	Dm	1	142	11.00 (15)	21.50 (11)	24.07 (14)	62.50 (6)	20.00 (1)		
	25-13	6	As	1	146	11.50 (12)	14.70 (10)	19.27 (30)	27.60 (5)	21.00 (2)		
LVM Lubānas iecirknis.	37-8.1	6	Kv	0	150	16.09 (35)	22.06 (37)	19.61 (38)	28.00 (1)	35.29 (7)	34.60 (8)	22.00 (4)
	37-8.3	6	Kv	0	150	14.59 (36)	19.94 (22)	24.38 (44)		30.91 (24)	32.00 (2)	20.50 (2)
	147-1	6	Ks	0	143	15.67 (17)	18.14 (26)		34.79 (19)			
	342-8	6	Kv	0	132	14.27 (47)	20.32 (23)	14.00 (14)	34.00 (5)	34.60 (10)	45.00 (3)	
	359-32	6	Ks	0	131	13.11 (20)	18.80 (20)	17.33 (7)	27.00 (12)			
	433-6	6	Ks	0	132	13.60 (5)	21.25 (4)		41.75 (35)	64.50 (2)		
LVM Tērvetes iecirknis	177-15	7	Dm	0	130		16.7 (4)		75.3 (49)			
	174-18.2	7	Dm	0	116				136.2 (83)			
	143-28.3	7	Dm	0	128				65.6 (63)			
	142-5	7	Dm	0	111	8.6 (7)	15.1 (13)		61.3 (9)			



**Tabula 3.3. Sīkkrūmu vidējais augstums iežogotās un neiežogotās audzēs MPS Kalsnavas un Jelgavas mežu novados. Mann-Whitney testa rezultāti (ar \* atzīmētas statistiski būtiskas atšķirības starp sīkkrūmu vidējiem augstumiem iežogotās un neiežogotās audzēs,  $p < 0,05$ )**

Teritorija	MT	Suga	Vidējais augstums ( $\pm$ SE)		Mann-Whitney testa rezultātu vērtības		
			Neiežogotas audzes	Iežogotas audzes	U	Z	P
MPS Kalsnavas mežu novads	DM	Brūklenes	6.71 $\pm$ 1.23	11.11 $\pm$ 0.88	27836.5	0.659	0.509
		Mellenes	14.26 $\pm$ 1.18	13.91 $\pm$ 0.99	28277.5	-0.369	0.711
		Virši	21.35 $\pm$ 1.82	24.73 $\pm$ 2.32	26938.5	1.248	0.211
		Avenes	53.29 $\pm$ 5.15	59.09 $\pm$ 4.37	27152.5	1.108	0.267
	Ln	Brūklenes	8.72 $\pm$ 0.49	9.04 $\pm$ 0.66	2407.5	1.266	0.204
		Mellenes	14.06 $\pm$ 0.55	15.69 $\pm$ 0.67	8171.5	3.776	0.000*
		Virši	17.76 $\pm$ 0.7	21.51 $\pm$ 0.71	10785.0	7.997	0.000*
		Avenes	42.11 $\pm$ 5.85	61.4 $\pm$ 6.76	1094.0	2.499	0.012*
MPS Jelgavas mežu novads	Dm	Brūklenes	7.08 $\pm$ 0.82	10.69 $\pm$ 0.67	4670.5	3.602	0.000*
		Mellenes	12 $\pm$ 2.64	14.75 $\pm$ 0.85	8194.5	2.490	0.013*
		Virši	11 $\pm$ 1.24	23.02 $\pm$ 1.28	3940.0	4.998	0.000*
		Avenes	0	46.3 $\pm$ 9.58	1464.5	-2.146	0.032*
	As	Brūklenes	10.03 $\pm$ 0.61	11.5 $\pm$ 1.33	7183.0	2.525	0.011*
		Mellenes	15.4 $\pm$ 1.96	14.7 $\pm$ 1.89	8528.5	-0.370	0.711
		Virši	19.8 $\pm$ 1.78	19.9310345	7749.5	1.618	0.105
		Avenes	26	18 $\pm$ 1.81	8533.5	-0.362	0.719

Lai noskaidrotu sīkkrūmu potenciālo nozīmību aļņu, staltbriežu un arī stirnu barībā, izmantoti mērījumi MPS Kalsnavas un Jelgavas mežu novadu iežogotajās un neiežogotajās platībās. Iežogotās platības ilgstoši (vismaz kopš 2019.gada) ir bijušas pasargātas no potenciālās apkodumu slodzes, un tādējādi var tikt novērotas potenciālās sīkkrūmu vidējo augstumu atšķirības.

Ar Mann-Whitney testu statistiski būtiskas atšķirības konstatētas starp neiežogotās un iežogotās audzēs augošo melleņu, viršu un avenu vidējiem garumiem Kalsnavas mežu novada audzēs ar lānam raksturīgiem augšanas apstākļiem (**Kļūda! Nav atrasts atsauces avots... Kļūda! Nav atrasts atsauces avots.**): iežogotās platībās šie sīkkrūmi ir būtiski garāki nekā neiežogotās tādos pat augšanas apstākļos esošās un līdzīga vecuma audzēs (mellenes  $14,06 \pm 0,55$  cm un  $15,69 \pm 0,67$  cm; virši  $17,76 \pm 0,7$  cm un  $21,51 \pm 0,71$  cm; avenes  $42,11 \pm 5,85$  cm un  $61,4 \pm 6,76$  cm). Savukārt Jelgavas mežu novada audzēs ar damaksnim raksturīgiem augšanas apstākļiem būtiski atšķirās brūkļu, melleņu un viršu vidējie garumi neiežogotās un iežogotās platībās (brūklenes  $7,08 \pm 0,82$  cm un  $10,69 \pm 0,67$  cm; mellenes  $12 \pm 2,64$  cm un  $14,75 \pm 0,85$  cm; virši  $11 \pm 1,24$  cm un  $23,02 \pm 1,28$  cm). Mann-Whitney tests neiežogotajās audzēs ar damaksnim raksturīgiem augšanas apstākļiem uzrādīja atšķirības arī avenu vidējos garumos, bet tas šajā gadījumā ir tamdēļ, ka, veicot uzskaiti ar punktu-adas metodu, mērmietīņš nepieskārās nevienai avenei.

### 3.2.4 Barības sastāva noskaidrošana veicot pārnadžu ziemas ekskrementu DNS analīzes

Veicot priežu stāvokļa novērtējumu, kā arī lapukoku apkodumu novērtēšanu Tērvetes un Lubānas iecirkņos esošajās pētījumā iekļautajās audzēs, kā arī MPS Kalsnavas mežu novada audzēs sīkkrūmu mērījumu laikā, ievākti tur redzētie pārnadžu ekskrementi, kuriem droši varēja noteikt piederību sugai un kas bija pēc iespējas “svaigāki” (Att. 3.18.). No katras ekskrementu kaudzītes ievāktas divas vai trīs spiras, kas uzglabātas noslēdzamos plastmasas maisiņos un nodrošināts, lai tie nesabojājas (vai nu nogādāti ģenētikas laboratorijas saldētavā uzreiz pēc ievākšanas vai arī apžāvēti un tad nogādāti laboratorijā).



Att. 3.18. Salīdzinoši “svaigi” staltbriežu buļļu ekskrementi

Kopumā ievākti 35 pārnadžu ekskrementu paraugi (7 aļņu, 23 staltbriežu un 5 stirnu) Lubānas un Tērvetes iecirkņos, kā arī MPS Kalsnavas mežu novadā (Att. 3.19.). Tā kā Tērvetes iecirkņu četrās audzēs atrastās staltbriežu un stirnu ekskrementu kaudzītes uzskatāmi bija no

viena bara dzīvniekiem, tad no katras audzes tika ievākti tikai divi līdz trīs paraugi, un pārējie paraugi meklēti citās šī iecirkņa līdzīga vecuma priežu jaunaudzēs.



**Att. 3.19. Barības sastāva novērtēšanai ievāktu pārnadžu ekskrementu paraugu izvietojums.**

### Laboratorijas darbu metodika

DNS izdalīšana: ievāktie ekskrementi uzglabāti  $-20^{\circ}\text{C}$  līdz apstrādei. DNS izdalīts ar modificētu CTAB metodi (Padutov et al. 2007<sup>18</sup>; Zaluma et al. 2022<sup>19</sup>). No ekskrementu “bumbiņas” vidus izgriezts aptuveni 80mg ekskrementu, kuri homogenizēti 90s (29Hz, 1 tērauda bumbiņa,  $d=5\text{mm}$ ) ar iekārtu MM 440 (Retsch, Vācija). Paraugs lizēts ar proteīnkināzi K un 2x CTAB buferi 1h  $65^{\circ}\text{C}$ , pēc tam attīrīts ar hloroformu (1:1) un 5x CTAB buferi (1:5). DNS izgulsnēts ar izopropanolu (0,7:1) un šķīdināts 100 $\mu\text{L}$  TE buferī. DNS koncentrācijas vidēji bija 370 ng/ $\mu\text{L}$ , tīrība: 260/280 – 2,00, 260/230 – 1,47.

PCR amplifikācija: DNS paraugi atšķaidīti līdz 20 ng/ $\mu\text{L}$ . PCR amplifikācijai izmantots 40ng DNS, 5x HOT FIREPol Blend Master Mix (Solis Biodyne, Igaunija) reakcijas maisījums, 0,33 $\mu\text{M}$  praimeru trnL-g un trnL-h (Taberlet et al. 2007<sup>20</sup>). PCR programma ir aprakstīta Taberlet et al. (2007).

DNS sekvencēšana: DNS PCR amplikonu sagatavošanai (attīrīšanai, amplikonu labošanai, adapteru un barkodu ligēšanai) izmantots komplekts “Ion Plus Fragment Library Kit” (4471252, Thermo Fisher Scientific, ASV) ar izmaiņām ražotāja norādījumos – izmantoto reaģentu daudzums katram paraugam ņemts divas reizes mazāks, nekā norādīts. Tas darīts, jo izmantoto praimeru komplektu skaits (1 pāris) ir pietiekami mazs, lai reaģentus varētu izmantot

<sup>18</sup> Padutov V.E., Baranov O.Y., Voropaev E.V. 2007 Molecular Genetic Analysis Methods; Unipol: Minsk, Belarus, p 176, ISBN 978-985-6768-12-8

<sup>19</sup> Zaluma, A., Strike, Z., Rieksts-Riekstiņš, R. Gaitnieks T., Vasaitis R. 2022 Long-term pathological consequences of resin tapping wounds on stems of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Trees* 36, 1507–1514. <https://doi.org/10.1007/s00468-022-02307-y>

<sup>20</sup> Taberlet P., Coissac E., Pompanon F., Gielly L., Miquel C., Valentini A., Vermat T., Cothier G., Brochmann C., Willerslev E. 2007. Power and limitations of the chloroplast trnL (UAA) intron for plant DNA barcoding. *Nuclear Acids Research.*, 35(3): e14. <https://doi.org/10.1093/nar/gkl938>

efektīvāk. DNS amplikonu bibliotēka sagatavota, izmantojot komplektu “Ion 540™ Kit-Chef” (A30011, Thermo Fisher Scientific, ASV) saskaņā ar ražotāja norādījumiem. Sekvencēšana ar 200bp gariem nolasījumiem veikta ar Ion Torrent S5 Plus iekārtu (Thermo Fisher Scientific, ASV).

Sekvenču bioinformātikā apstrāde: sekvences apstrādātas programmā PipeCraft2 (Anslan et al. 2017<sup>21</sup>; [pipecraft2-manual.readthedocs.io/en/stable](http://pipecraft2-manual.readthedocs.io/en/stable)). Vispirms sekvences sakārtotas pareizā virzienā, tad filtrētas, atstājot visas ar kvalitāti virs Q25 un garumā līdz 160bp. Himērās sekvences izslēgtas ar *de novo* algoritmu programmā *vsearch*. Sekvenču klāsterēšana veikta ar līdzību 97% programmā *vsearch*. Klāsteri (taksonomiskās vienības) identificēti ar blast algoritmu NCBI nucleotide datubāzē (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>).

### Ģenētisko analīžu rezultāti

Rezultāti aplūkoti tikai augu dzimtu līmenī dalījumā pa briežu dzimtas pārnadžu sugām un ievākšanas vietām (Tērvetes iecirknis, Lubānas iecirknis un MPS Kalsnavas mežu novads). Veicot ievāktu paraugu izdalīto DNS sekvencēšanu, konstatētas sugas, kas pieder 258 ģintīm no 117 dzimtām: aļņu paraugos 79, staltbriežu paraugos 116 un stirnu paraugos 70 dažādu augu dzimtu DNS fragmenti. Visbiežāk konstatētas sugu DNS fragmenti no 7 augu dzimtām:

1. *Betulaceae* – Bērzu dzimta ar 6 sugām Latvijā – alkšņi, bērzi, arī lazdas;
2. *Cannabaceae* – Kaņepju dzimta, Latvijā 2 sugas - sējas kaņepe *Canabis sativa* L. un apinis *Humulus lupulus* L.
3. *Cyperaceae* – Grīšļu dzimta ar 100 sugām Latvijā;
4. *Ericaceae* – Ēriku dzimta, Latvijā 11 sugas tajā skaitā sila virsis *Calluna vulgaris* (L.) Hull, purva vaivariņš *Ledum palustre* L., dzērvene *Oxycoccus palustris*, mellenes, zīlenes, brūklenes;
5. *Pinaceae* – Priežu dzimta, Eiropas lapegle *Larix decidua* Mill., parastā egle un parastā priede;
6. *Rosaceae* – Rožu dzimta, Latvijā 125 sugas, tai skaitā arī ievas, aveņu *Rubus* ģints augi, parastais pīlādzis;
7. *Salicaceae* - Vītoli dzimta ar 23 kokaugu sugām, t.sk., apses, kārkli.

Ievākti un analizēti 7 aļņu ekskrementu paraugi – viens no Tērvetes iecirkņa un 6 no Lubānas iecirkņa. Vislielākais īpatsvars bija priežu, ēriku un bērzu dzimtas augiem, attiecīgi 24,34%±6,28, 15,57%±9,05 un 13,07%±4,56. Tērvetes iecirkņa paraugā vislielākais īpatsvars bija grīšļu (45,75%) un ēriku dzimtas augu DNS fragmentiem (22,73%) (Tabula 3.4, Att.3.20). Lubānas iecirknī ievāktajos paraugos dominēja priežu, bērzu un ēriku dzimtas augi. Vislielākā īpatsvara izkliede bija ēriku dzimtas augiem, no 0,01% īpatsvara līdz pat 66,21% apmērā (abi paraugi no Lubānas iecirkņa, Att.3.21).

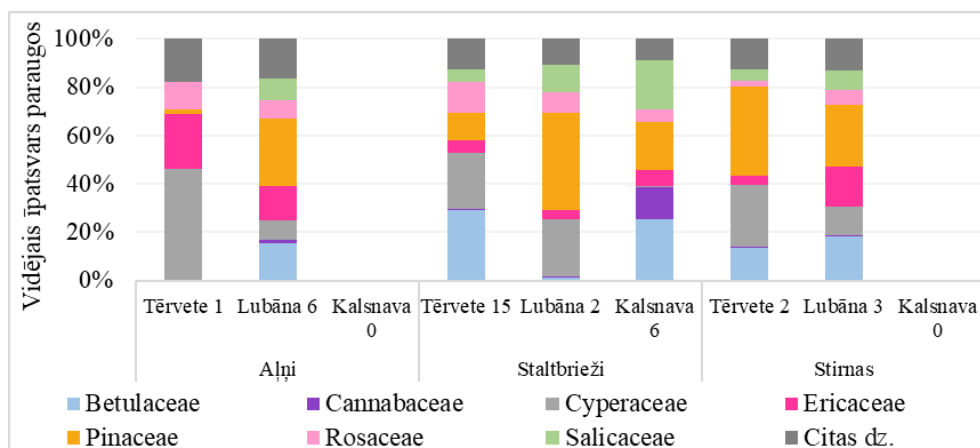
Staltbriežu ekskrementu paraugos visbiežāk sastopami bērzu, grīšļu un priežu dzimtas augu DNS fragmenti, attiecīgi 25,52%±5,82, 17,17%±5,64 un 15,87%±4,32 (Tabula 3.4, Att.3.20). Tērvetes iecirknī un MPS Kalsnavas mežu novadā ievāktajos staltbriežu paraugos dominēja bērzu dzimtas augi, savukārt Lubānas iecirkņa paraugos – priežu dzimtas augi

<sup>21</sup> Anslan, S, Bahram, M, Hiiesalu, I, Tedersoo, L. PipeCraft: Flexible open-source toolkit for bioinformatics analysis of custom high-throughput amplicon sequencing data. Mol Ecol Resour. 2017; 17: e234–e240. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12692>

(40,09%±35,57 (standartklūda tik liela, jo šajā iecirknī izdevās ievākt tikai 2 paraugus ar ļoti atšķirīgiem DNS sekvencēšanas rezultātiem, skat. Att.3.21). Salīdzinājumā ar alņu paraugu analīžu rezultātiem, staltbriežu paraugos procentuāli vairāk bija arī vītoli dzimtas DNS fragmenti, īpaši MPS Kalsnava mežos ievāktajos paraugos, kur tas bija 20,35%±5,89 apmērā (Att.3.22).

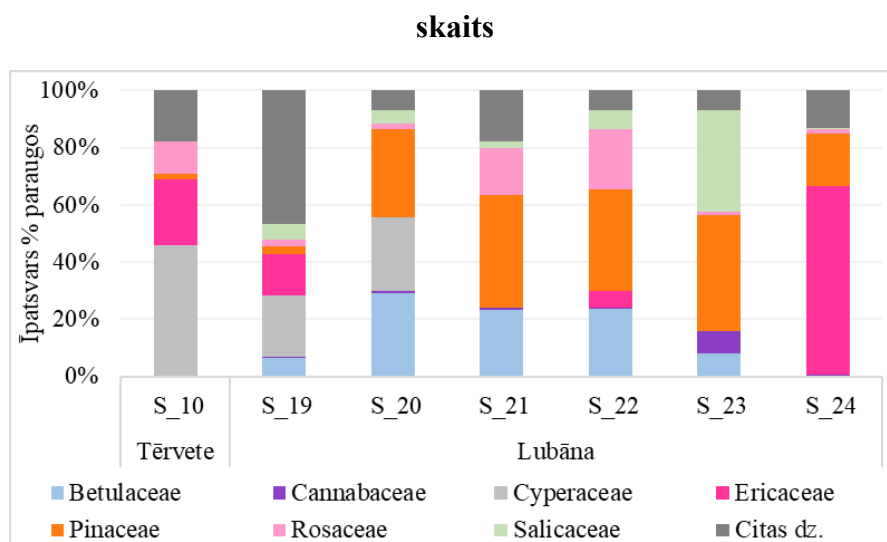
**Tabula 3.4. DNS analīžu rezultātā noteiktais augu dzimtu īpatsvars pārnadžu ekskrementos pa reģioniem (vidējās vērtības, ±SE (standartklūda), min/max (minimālās un maksimālās vērtībasreģionu paraugos)). \* Tērvetes iecirknī ievākts viena alņa ekskrementa paraugs, standartklūda un min/max vērtības šajā gadījumā nav**

		Betulaceae	Cannabaceae	Cyperaceae	Ericaceae	Pinaceae	Rosaceae	Salicaceae	Citas dz.
Alpis	Kopā:	13.07	1.37	13.32	15.57	24.34	7.95	7.90	16.47
	Tērvete*	0.27	0.01	45.75	22.73	2.18	11.31	0.02	17.73
	Lubāna	15.20	1.60	7.91	14.38	28.04	7.39	9.22	16.25
	±SE	4.77	1.22	5	10.62	6.02	3.6	5.4	6.32
	min/max	0.38/29.23	0.04/7.69	0.04/25.68	0.01/66.21	2.94/40.52	1.07/20.82	0.16/35.81	6.65/46.52
Staltbrieži	Kopā:	25.52	4.10	17.17	5.66	15.87	10.58	9.43	11.67
	Tērvete	28.93	0.747649	23.07	5.43	11.09	13.06	4.84	12.83
	±SE	8.11	0.33	7.76	2.4	4.15	4.03	2.02	2.1
	min/max	0.09/85.56	0/3.61	0.02/82.78	0/27.88	0.05/57.09	0.02/55.96	0.02/28.87	3.13/24.45
	Lubāna	0.97	0.722782	23.56	4.12	40.09	8.55	11.04	10.93
	±SE	0.63	0.72	23.55	3.99	35.57	7.59	10.07	10.6
	min/max	0.34/1.6	0.01/1.44	0.02/47.11	0.13/8.11	4.51/75.66	0.96/16.15	0.97/21.11	0.33/21.54
	Kalsnava	25.17	13.6186	0.28	6.76	19.74	5.07	20.35	9.01
	±SE	8.15	6.18	0.22	2.5	7.52	1.76	5.89	6.57
	min/max	0.36/54.67	0.56/36.53	0.03/1.39	0.02/14.32	1.46/49.8	0.66/11.93	0.98/36.7	0.38/41.59
Stīmas	Kopā:	16.53	0.25	17.37	11.53	30.06	4.69	6.84	12.74
	Tērvete	13.64	0.537527	25.53	3.61	36.77	2.55	4.94	12.42
	±SE	6.79	0.03	25.38	3.59	22.13	0.91	4.63	1.63
	min/max	6.85/20.43	0.5/0.57	0.15/50.91	0.02/7.2	14.64/58.9	1.64/3.46	0.32/9.57	10.79/14.06
	Lubāna	18.46	0.054229	11.92	16.81	25.58	6.12	8.11	12.94
	±SE	7.01	0.04	3.95	13.08	16.14	1.65	5.69	5.19
	min/max	4.53/26.85	0.01/0.14	7.19/19.77	0.01/42.58	6.66/57.7	3.51/9.17	1.18/19.41	2.64/19.17

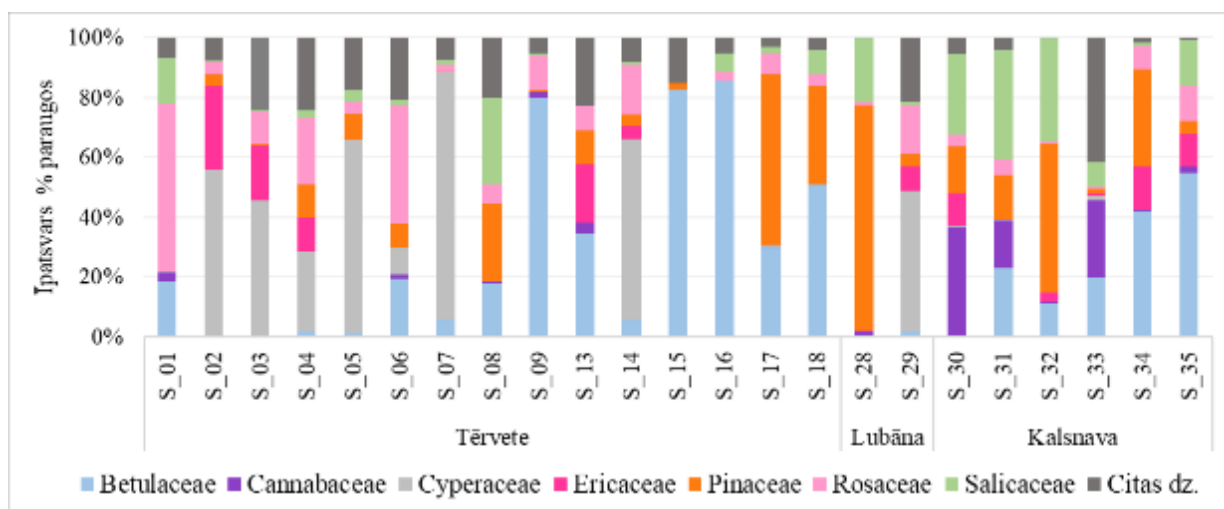


**Att. 3.20. Briežu dzimtas pārnadžu ekskrementu paraugu DNS sekvencēšanas rezultāti dalījumā pa augu dzimtām. Aiz vietas nosaukuma norādīts ievākto paraugu**



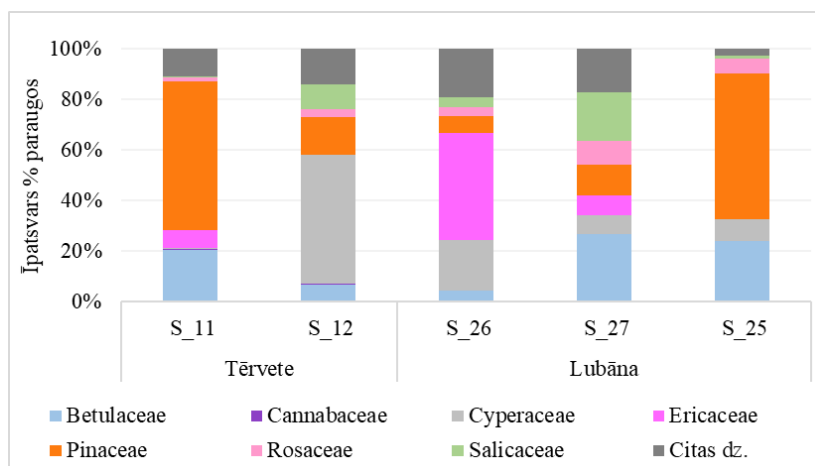


**Att. 3.21. Aļņu ekskrementu paraugu (S) DNS analīžu rezultāti dalījumā pa augu dzimtām.**



**Att. 3.22. Staltbriežu ekskrementu paraugu (S) DNS analīžu rezultāti dalījumā pa augu dzimtām**

Stirnu ekskrementu paraugu DNS analīžu rezultāti uzrādīja, ka procentuāli visvairāk tajos ir priežu, grīšļu un bērzu dzimtas augu DNS fragmenti, attiecīgi  $30,06\% \pm 11,6$ ,  $17,37\% \pm 8,95$  un  $16,53\% \pm 4,55$ . Arī ēriku dzimtas augi sastopami līdz pat  $42,58\%$  apmērā no visiem vienā paraugā sastopamajiem dažādu augu dzimtu DNS fragmentiem (Tabula 3.4., Att.3.23), bet vidēji tie bija  $11,53\% \pm 7,94$ .



**Att. 3.23. Stirnu ekskrementu paraugu (S) DNS analīžu rezultāti dalījumā pa augu dzimtām**

Aplūkojot visu 35 paraugu analīžu rezultātus, redzams, ka pusei (kopskaitā 18) no visiem paraugiem citu augu dzimtu īpatsvars bija līdz 10% apmērā, savukārt otrai pusei tas pārsniedz 10% robežu un divos no paraugiem sasniedza vai pārsniedza pat 40% sliekšni. Šīs dzimtas sīkāk nav izdalītas, jo to īpatsvars katrai atsevišķi ir ļoti neliels (skat.1.pielikumu); un arī daudzas no tām Latvijas savvaļā nemaz nav sastopamas, piemēram *Myrtaceae* (miršu) dzimtas augi, kas tiek audzēti kā dekoratīvi istabas augi, vai gesnērijas *Gesneriaceae*, kuru dabiskais areāls atrodas dienvidu puslodē un pie mums sastopami tikai kā istabas augi vai krāšņumaugi dārzos. Tieši staltbriežu paraugos visbiežāk konstatētas šādas eksotisku augu klātbūtnes pazīmes. Viens no skaidrojumiem Latvijas savvaļai neraksturīgu augu DNS fragmentu klātbūtnei ekskrementos varētu būt tāds, ka tas tur nonācis no piebarošanas vietām, kas lielākoties tiek uzturētas tieši staltbriežu populāciju apsaimniekošanas nolūkos.

Kopumā šie rezultāti labi sasaucas arī ar apkodumu novērtēšanu šajā pētījumā iekļautajās priežu jaunaudzēs – no 3.9 un 3.10.attēliem redzams, ka ziemā intensīvi barībā patērē priedes *Pinaceae*, kārkļus *Salicaceae*, lazdas *Betulaceae*, pīlādžus un avenes no *Rosaceae* dzimtas. Vienīgā pārsteidzošā nesakritība ar apkodumu novērtēšanas rezultātiem, ir pabērzu dzimtas (*Rhamnaceae*), kur ietilpst arī krūklī, zemaais īpatsvars sekvencētajos DNS paraugos – tā konstatēta tikai 4 paraugos (1 aļņa un 3 staltbriežu) un ar ļoti zemu īpatsvaru (skat.4.pielikumu).

Ēriku dzimtas augi (virši, brūklenes un mellenes) ir būtiska pārnadžu barības sastāvdaļa, ko apliecina statistiski būtiskās šo sīkkrūmu augstuma atšķirības iežogotās un neiežogotās MPS priežu jaunaudzēs ar līdzīgiem augšanas apstākļiem, , gan arī DNS analīžu rezultāti ievāktajiem pārnadžu ekskrementiem. Šie rezultāti saskan arī ar citu valstu pētījumiem par boreālās zonas briežu dzimtas dzīvnieku barības bāzi, to pārklāšanos. Spitzer R. (2019<sup>22</sup>) veikto ekskrementu DNS analīžu rezultāti apliecina ēriku dzimtas augu nozīmi barībā visām trīs sugām un redzams, ka Zviedrijā šis īpatsvars ir pat augstāks nekā tas konstatēts izmantojot šī pētījuma ietvaros ievāktos un analizētos paraugus.

<sup>22</sup> Spitzer R. 2019. Trophic resource use and partitioning in multispecies ungulate communities. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå. ISSN 1652-6880. 121.pp.





klātbūtne (Tallian et al. 202126), kā arī cilvēku saimnieciskā darbība caur medībām (Felton et al. 201727) un meža apsaimniekošanas dažādām pieejām (Brousseau et al. 201728).

Šīs pētījuma programmas iepriekšējo gadu pārskatos analizēta gan pameža un paaugas, gan arī sīkkrūmu (ogulāju) sastopamība dažādos mežu tipos atkarībā arī no audžu vecuma (Darba metodes un tehnoloģijas mežaudžu atjaunošanai, ieaudzēšanai, kopšanai un aizsardzībai, 202129), kā arī par pārnadžu populāciju struktūru un medību sekmēm dalījumā pa Valsts meža dienesta uzskaites vienībām (Darba metodes un tehnoloģijas mežaudžu atjaunošanai, ieaudzēšanai, kopšanai un aizsardzībai, 202230). Šīs iegūtās zināšanas tiks skatītas detālāk Tērvetes un Lubānas iecirkņu robežās, kur ierīkoti iežogotie parauglaukumi barības noslodzes novērtēšanai. Tiks analizēta mežaudžu struktūra, potenciālā barības bāzes pieejamība, barības bāzes noslodze, esošie pārnadžu blīvuma rādītāji.

---

<sup>26</sup> Tallian A, Ordiz A, Zimmermann B, Sand H, Wikenros C, Wabakken P, Bergqvist G, Kindberg J (2021) The return of large carnivores: Using hunter observation data to understand the role of predators on ungulate populations. *Glob Ecol Conserv* 27, e01587. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01587>

<sup>27</sup> Felton A, Felton A, Crooms J, Edenius L, Malmsten J, Wam HK. 2017. Interactions between ungulates, forests, and supplementary feeding: the role of nutritional balancing in determining outcomes. *Mamm Res* 62: 1–7. <https://doi.org/10.1007/s13364-016-0301-1>

<sup>28</sup> Brousseau M, Thiffault N, Beguin J, Roy V, Tremblay JP. 2017. Deer browsing outweighs the effects of site preparation and mechanical release on balsam fir seedlings performance: Implications to forest management. *For Ecol Manag* 405: 360–366. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.09.024>

<sup>29</sup> Darba metodes un tehnoloģijas mežaudžu atjaunošanai, ieaudzēšanai, kopšanai un aizsardzībai, 2021. [Pētījuma zinātniskais pārskats](#)

<sup>30</sup> Darba metodes un tehnoloģijas mežaudžu atjaunošanai, ieaudzēšanai, kopšanai un aizsardzībai, 2022. [Pētījuma zinātniskais pārskats](#)

### 3.3 Briežu dzimtas dzīvnieku radīto postījumu ekonomiskā ietekme mežsaimniecības ciklā

Darbu nolūks: Noteikta briežu dzimtas dzīvnieku radīto bojājumu ietekme uz nākotnes meža vērtību priežu un egļu jaunaudzēs. Datu ievākšana aprēķiniem par briežu dzimtas dzīvnieku radīto bojājumu ietekmi uz nākotnes mežaudzes kokiem.

Paredzētās aktivitātes: *Analizēti iepriekšējā gadā iegūtie priežu paraugi no kokiem ar dažādas intensitātes pārnadžu radītu stumbru bojājumiem, izvērtēta apkodumu ietekme uz stumbru pieaugumu.*

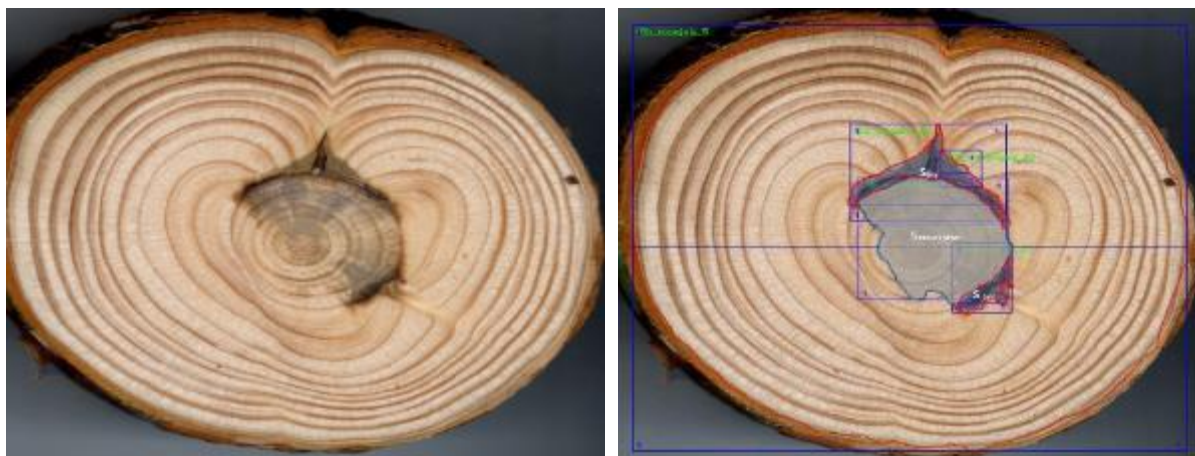
Turpināts veidot datu kopu aprēķiniem par briežu dzimtas dzīvnieku radīto bojājumu ietekmi uz nākotnes mežu. Vērtēts neiegūtās biomasas apjoms, sabojātās koksnes apjoms.

#### Metodika

2022.gada rudenī LVM Grīņu iecirknī priežu jaunaudzē (97.kv.9.nog.), tika nozāģēti 20 koki – no katras mizas bojājumu kategorijas 5 koki (I– bojājumu vietas nelielas, labi aizaugušas, bet joprojām redzamas; II– dziļi, vienpusēji mizas bojājumi; III– bojājumi atsedz stumbra serdes daļu; IV– kombinēti mizas bojājumi no vairākām pusēm), kā arī kontroles grupā nozāģēti 5 koki bez acīm redzamiem mizas bojājumiem.

Visiem nozāģētajiem paraugkokiem ripas zāģētas pie mežā veiktās 1,3 m atzīmes un lielākā bojājuma vidū. Ja 1,3 m atzīme sakrīt ar bojājuma vietu ( $\pm 10$  cm nobīde), zāģēta viena ripa. No 25 kokiem iegūtas 37 ripas–šķērs griezumā, veikta skenēšana un datu analīze *Windendro* 2019 programmā. Šķērs griezuma paraugos vizuāli noteikts un ar *Windendro* programmas palīdzību saņemts un aprēķināts: bojātais laukums un sasveķotais laukums un kopējais šķērs griezuma laukums (Att. 3.25.). Pie bojātiem laukumiem pieskaitāmas tādas vietas, kur novērota atmirusi koksne/miza, kura laika gaitā izaug. Nosakot kopējo laukumu, sasveķoto un bojāto laukumu, aprēķināts kāda daļa no parauga tiek sasveķota un bojāta pārnadžu radīto bojājumu dēļ.

Tāpat mērīts bojātās vietas platums bojājuma gadā un visa koka apkārtmērs bojājuma gadā (Att. 3.26.) un aprēķināts bojātās vietas īpatsvars (%) no visa stumbra perimetra.



Att. 3.25. Skenētās priedes ripas paraugs. Attēls pa kreisi – šķērs griezumā; pa labi – šķērs griezuma analīze



**Att. 3.26. Priežu mizas bojājuma platuma mērīšana un visa koka stumbra apkārtmēra noteikšana bojājuma veikšanas gadā**

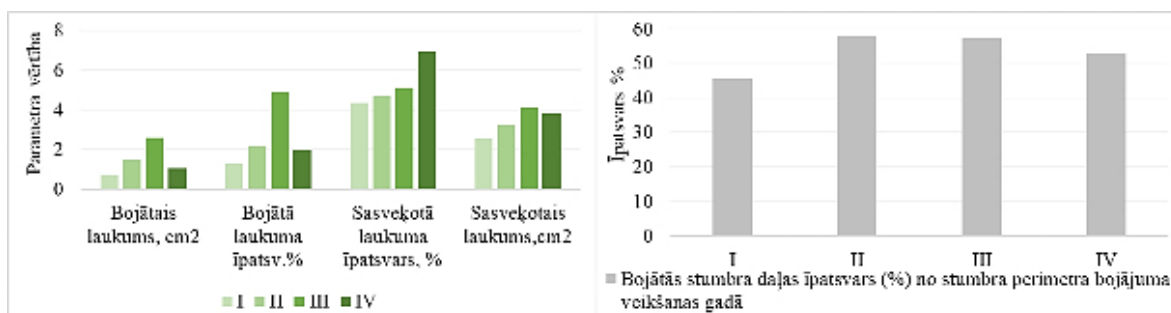
Aprēķinātas vidējās vērtības bojātajiem un sasveķotajiem virsmas laukumiem pa dažādām bojājuma kategorijām (I, II, III un IV), noteikta saistība starp bojātā perimetra īpatsvaru un bojātās virsmas laukumu. Aprēķināts vidējais šķērslaukuma pieaugums bojājuma vietās un šiem pašiem kokiem 1,3 m augstumā; ar neparametrisko Mann-Whitney testu salīdzinātas šīs divas paraugkopas.

### Rezultāti

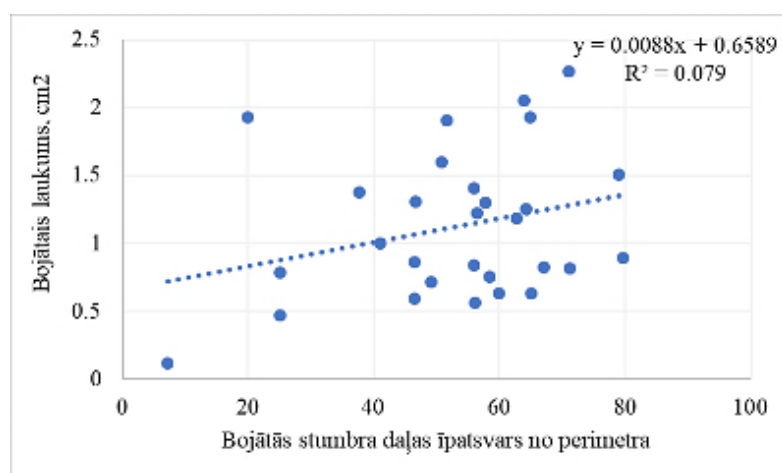
Vidējais visu paraugkoku analizēto ripu bojātās virsmas laukums ir  $1,58\text{cm}^2 \pm 0,46$ , kas ir vidēji  $2,79\% \pm 0,94$  no visa ripas virsmas laukuma. Sasveķotais virsmas laukums vidēji ir  $3,44\text{cm}^2 \pm 0,29$ , kas ir  $5,17\% \pm 0,53$  apmērā no ripas virsmas laukuma (Tabula 3.5 un Att. 3.27.). Vispārīgā sakarība starp analizēto ripu bojāto laukumu un bojātās stumbra daļas īpatsvaru no stumbra perimetra ir vāji pozitīva (Att. 3.28), statistiski nebūtiska (Pīrsona korelācijas koeficients  $R=0,28$ ;  $P=0,14$ ). Skatot šo sakarību atsevišķi pa dažādiem bojājumu veidiem, I, II un arī IV grupā iezīmējas šī sakarība, ka pie lielāka bojātā stumbra daļas īpatsvara no stumbra perimetra, arī bojātās virsmas laukums palielinās (Att. 3.34), tomēr III bojājumu grupā šī sakarība nav vērojama, lai gan, ja no paraugkopas izņemtu šo vienu paraugu, tad sakarībai būtu pozitīvs koeficients.

**Tabula 3.5. Vidējie analizētie paraugkoku ripu parametri gan visiem bojātajiem kokiem, gan dalījuma pēc bojājuma veida (I – mizas bojājumu vietas uz stumbra nelielas, labi aizaugušas, bet joprojām redzamas; II – dziļi, vienpusēji mizas bojājumi; III – bojājumi atsedz stumbra serdes daļu; IV – kombinēti mizas bojājumi no vairākām pusēm)**

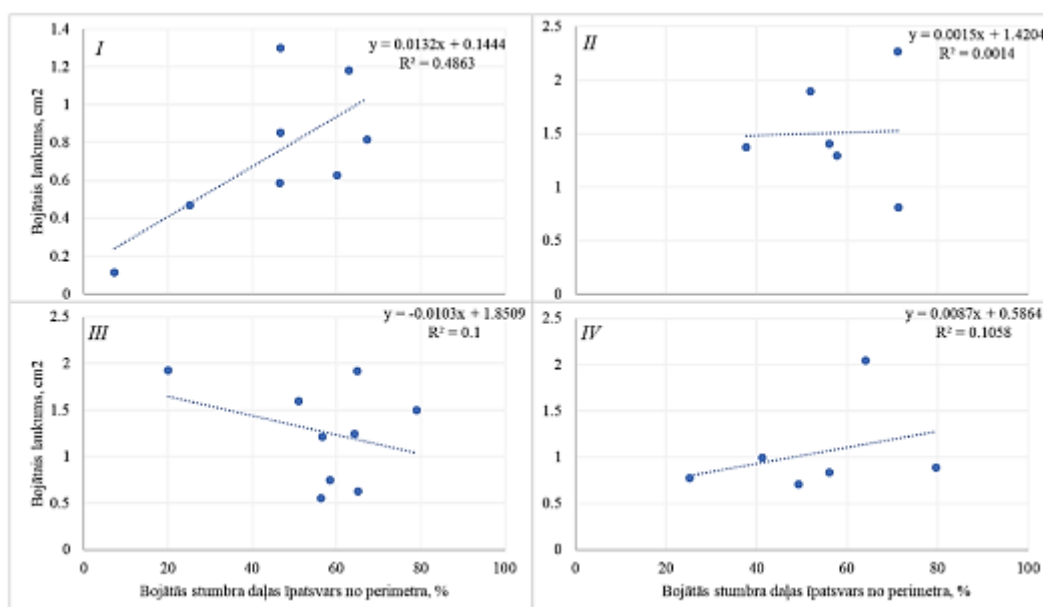
	Kopā	Stumbra bojājuma veids			
		I	II	III	IV
Stumbra perimetrs (cm) bojājuma gadā	$7.18 \pm 0.45$	$5.44 \pm 0.59$	$5.55 \pm 0.28$	$9.59 \pm 0.7$	$7.49 \pm 0.62$
Mizotais stumbra daļas platums (cm) bojājuma gadā	$3.84 \pm 0.34$	$2.52 \pm 0.49$	$3.19 \pm 0.33$	$5.41 \pm 0.59$	$3.9 \pm 0.65$
Bojātās stumbra daļas īpatsvars (%) no stumbra perimetra bojājuma veikšanas gadā	$53.08 \pm 3.19$	$45.31 \pm 7.15$	$57.62 \pm 5.17$	$57.3 \pm 5.37$	$52.56 \pm 7.68$
Bojātais ripas virsmas laukums ( $\text{cm}^2$ )	$1.58 \pm 0.46$	$0.74 \pm 0.14$	$1.51 \pm 0.21$	$2.61 \pm 1.36$	$1.04 \pm 0.2$
Kopējais ripas virsmas laukums ( $\text{cm}^2$ )	$58.83 \pm 2.18$	$56.71 \pm 2.69$	$58.56 \pm 4.87$	$62.25 \pm 4.99$	$56.3 \pm 4.36$
Bojātā virsmas laukuma īpatsvars (%)	$2.79 \pm 0.94$	$1.3 \pm 0.22$	$2.14 \pm 0.45$	$4.9 \pm 2.86$	$2 \pm 0.58$
Sasveķotā laukuma īpatsvars (%)	$5.17 \pm 0.53$	$4.34 \pm 0.75$	$4.69 \pm 1.27$	$5.11 \pm 1.02$	$6.94 \pm 1.23$
Sasveķotais laukums ( $\text{cm}^2$ )	$3.44 \pm 0.29$	$2.56 \pm 0.53$	$3.26 \pm 0.64$	$4.15 \pm 0.46$	$3.83 \pm 0.6$



Att. 3.27. Bojātā un sasveķotā laukuma izmērs (cm<sup>2</sup>) un īpatsvars (%) no visas virsmas dalījumā pēc bojājuma veida (skaidrojumi nodaļas 3.3. metodikas sadaļā)

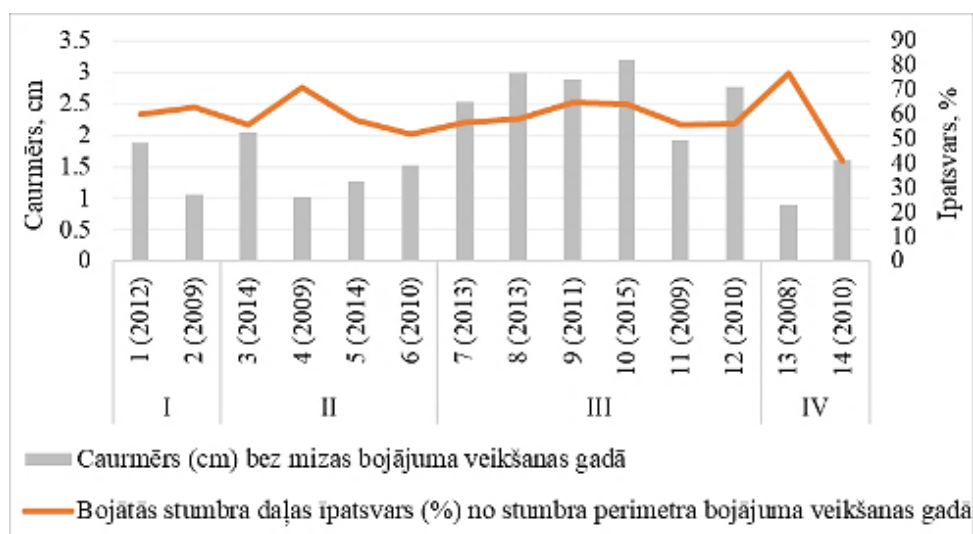


Att. 3.28. Sakarība starp bojātās koksnes laukumu un bojātās stumbra daļas īpatsvaru no perimetra



Att. 3.29. Sakarība starp bojātās koksnes laukumu (cm<sup>2</sup>) un bojātās stumbra daļas īpatsvaru (%) no perimetra atkarībā no novērtētā priedes stumbra bojājuma veida (skaidrojumi nodaļas 3.3. metodikas sadaļā)

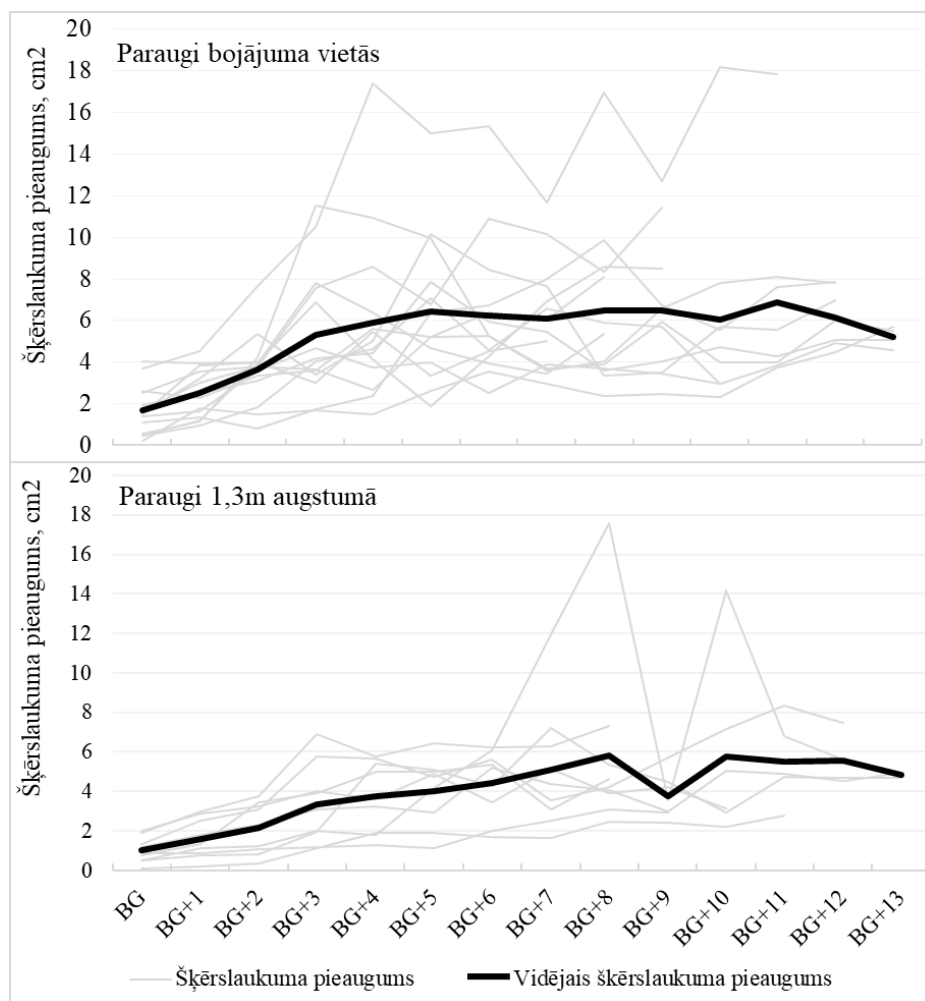
Vidējais caurmērs 1,3m augstumā mizas bojājuma veikšanas gadā I bojājuma kategorijas kokiem ir 1,46cm, II – 1,46cm±0,22, III–2,72cm±0,18 un IV – 1,25cm. Izmantojot šo paraugkopu, var novērot sakarību, ka mizas bojājumi priedēm ar mazāku caurmēru aizaug labāk nekā priedēm ar lielāku caurmēru bojājuma veikšanas gadā (Att. 3.30).



**Att. 3.30. Sakarība starp bojāto koku caurmēru bojājuma veikšanas gadā un bojātās stumbra daļas īpatsvaru no stumbra perimetra. Horizontālā ass – paraugi (iekavās bojājuma veikšanas gads) dalījumā pēc novērtētā bojājuma veida (skaidrojumi nodaļas 3.3. metodikas sadaļā)**

2009.gadā bojātas ir trīs 5-gadīgas priedes; viena ietilpst I bojājuma kategorijā (mizas bojājumu vietas uz stumbra nelielas, labi aizaugušas, bet joprojām redzamas), otra II kategorijā (dziļi, viļņveidīgi mizas bojājumi) un trešā III bojājumu kategorijā (bojājumi atsedz stumbra serdes daļu). Pirmajā gadījumā priedes caurmērs bijis mazs, bojātās stumbra daļas īpatsvars no visa perimetra 62,85%, un šo 13 gadu laikā pēc bojājuma veikšanas bojājuma vieta ir labi aizaugusi. Otra priede ar ļoti līdzīgu caurmēru, bet mizas bojājums 71% apmērā no stumbra perimetra un bojājums joprojām nav aizaudzis. Trešā priede, kas bojāta 2009.gadā ir ar lielāku caurmēru, bet salīdzinoši mazāko bojātā stumbra daļu no visiem šiem 3 kokiem – 56,05% no perimetra, bet bojājums ir labi redzams un nav aizaudzis.

Bojāto koku vidējais šķērslaukumu pieaugums bojāto vietu paraugiem ir statistiski būtiski lielāks par vidējiem šķērslaukumu pieaugumiem šo pašu bojāto koku paraugiem 1,3 m augstumā, attiecīgi  $5,22\text{cm}^2 \pm 0,42$  un  $3,96\text{cm}^2 \pm 0,41$  (Mann-Whitney tests,  $Z=2,59$ ;  $P=0,009$ ; effect size=0,509) (Att. 3.31.). Salīdzinot kontroles grupas koku šķērslaukuma pieaugumus 1,3 m augstumā ar bojāto koku pieaugumiem 1,3 m augstumā, nav vērojamas statistiski būtiskas atšķirības.



**Att. 3.31. Šķērslaukumu pieaugumi bojāto priežu grupai bojājuma vietās un 1,3 m augstumā (BG-bojājuma gads)**

#### **Pirmās atziņas:**

- 1) Mizas bojājuma platība no stumbra perimetra ietekmē arī bojātās virsmas laukumu – jo plašāki stumbra bojājumi, jo lielāks bojātās virsmas laukums vēlāk bojājumam dzīstot.
- 2) Vietās, kur atrodas mizas bojājums, šķērslaukuma pieaugums ir būtiski lielāks nekā neskartajās stumbra daļās.
- 3) Koki ar mazāku caurmēru mizas bojāšanas brīdī, var labāk aizdziedēt bojājuma vietas.

### **3.4 Jaunas metodes briežu dzimtas dzīvnieku postījumu ierobežošanai skuju koku audzēs, ekonomiskie aprēķini metožu ieviešanai praksē**

Darbu nolūks: Izstrādātas, aprakstītas un praksē aprobētas jaunas darba metodes un paņēmieni (t.sk. dažāda veida aizsardzības līdzekļi) mērķa koku aizsardzībai skuju koku audzēs.

Paredzētās aktivitātes: Izstrādātas, aprakstītas un praksē aprobētas jaunas darba metodes un paņēmieni (t.sk. dažāda veida aizsardzības līdzekļi) mērķa koku aizsardzībai skuju



koku audzēs. Lauka izmēģinājumos Latvijā ražota līdzekļa Jifte S , Jifte B un kopš 2022. gada tirgū piedāvāta līdzekļa EPSOM efektivitātes testu novērtēšana 4 nogabalos (710-265-28-0, 710-268-23-0, 710-273-11-0, 710-273-6), un aitas vilnas aizsardzības efektivitātes noteikšana 3 nogabalos (710-250-8.1, 710-250-9.1, 710-239-1), kas ietver bojājumu uzskaiti, un līdzekļu efektivitātes un vizuālās noturības vērtēšanu. Atkārtots lauka izmēģinājums.

Ierīkoti parauglaukumi nogabalos, kur 2022. gada rudenī pielietoti Latvijā ražoti līdzekļi Jifte S , Jifte B, vilnas bizes (SIA Biolana produkts) un kopš 2022. gada tirgū piedāvātais līdzeklis EPSOM, kā arī bieži izmantotie Trico un Cervacol. Kopā apsekojumi veikti 6 nogabalos (Jifte S, Jifte B un kopš 2022. gada tirgū piedāvātā līdzekļa EPSOM 4 nogabalos, un ar nemazgātu aitas vilnu trīs nogabalos).

Izmēģinājumos, kur pielietotas Jiftes un Epsom pavasarī noteikti detalizēti koku bojājumi un vērtēts vai līdzekļi ir vēl uz koka redzami, bet vilnas platībās izvērtēta tās noturība ap koku stumbru un fiksēti no jauna bojātie koki. Ierīkoti jauni izmēģinājuma objekti.

### 3.4.1 Aizsardzības līdzekļu efektivitātes un noturības izvērtējums

Aizsardzības līdzekļu uzklāšanas paņēmieni, efektivitātes un noturības izpēte notiek četrās jaunaudzēs, 2022. gada rudenī priežu galotnes dzinumus apstrādāja 710-265-28 un 710-268-23 nogabalos, bet priežu stumbrus aizsargāja 710-273-11 un 710-273-6 nogabalos. Jaunos dzinumus aizsargāja ar visiem līdzekļiem, bet stumbru aizsardzībai neizmantoja Cervacol extra, un 2023. gada pavasarī visos nogabalos, katrā atkārtojuma variantā ierīkoja trīs joslveida parauglaukumus, izņemot nogabalu 710-265-28, kur blokos sadalītajā daļā ierīkoja četrus parauglaukumus (Att. 3.32).



Att. 3.32. Ierīkoto parauglaukumu izvietoējums dažādo apstrādes variantu atkārtojumos katrā no nogabaliem

Katrā no parauglaukumiem, apsekojot kokus, vispirms fiksēja vai tie ir vēl dzīvi, lai varētu aprēķināt saglabāšanos, bet briežu dzimtas dzīvnieku bojājumus vērtēja trīs daļās: galotnes, stumbra un vainaga. Konstatēja vai ir, nav nograuzts, bojāts pēdējais galotnes dzinums. Stumbra bojājumi vērtēti atsevišķi pa stumbra daļām jeb ikgadējiem pieaugumiem. Bojājuma gadījumā nomērīts bojājuma garums, nomērot augstumu no zemes bojājuma augšējai daļai un apakšējai daļai, kā arī novērtēts bojājuma novietojums (vienpusējs, abpusējs vai viscaur stumbra apkārtmēram). Vainaga bojājumi vērtēti katram vainagam atsevišķi. Bojājumu gadījumā piefiksēts bojājuma veids un saskaitīti vainaga zari, cik ir bojāti un cik zaru kopumā ir vainagā.

Līdzekļu noturību vērtēja vizuāli vai tas ir vēl saskatāms, vai nosedz aptuveni tādu pašu daļu, kā tieši pēc uzklāšanas (Att. 3.33).



**Att. 3.33. Ar aizsarglīdzekļiem aizsargāti priežu galotņu dzinumi. a – Cervacol extra, b – Trico, c – Epsom, d – Jifte B, e – Jifte S, tieši pēc uzklāšanas.**



### 3.4.2 Aizsardzības līdzekļu -repelentu noturība

Vizuāli novērtējot līdzekļu noturību, konstatēja, ka visi pielietotie aizsarglīdzekļi ir labi saskatāmi un noklāj tādu pašu koka daļu, kā uzklāšanas laikā (Att. 3.34). No noturības aspekta visi līdzekļi ir pielietojami aizsardzībai



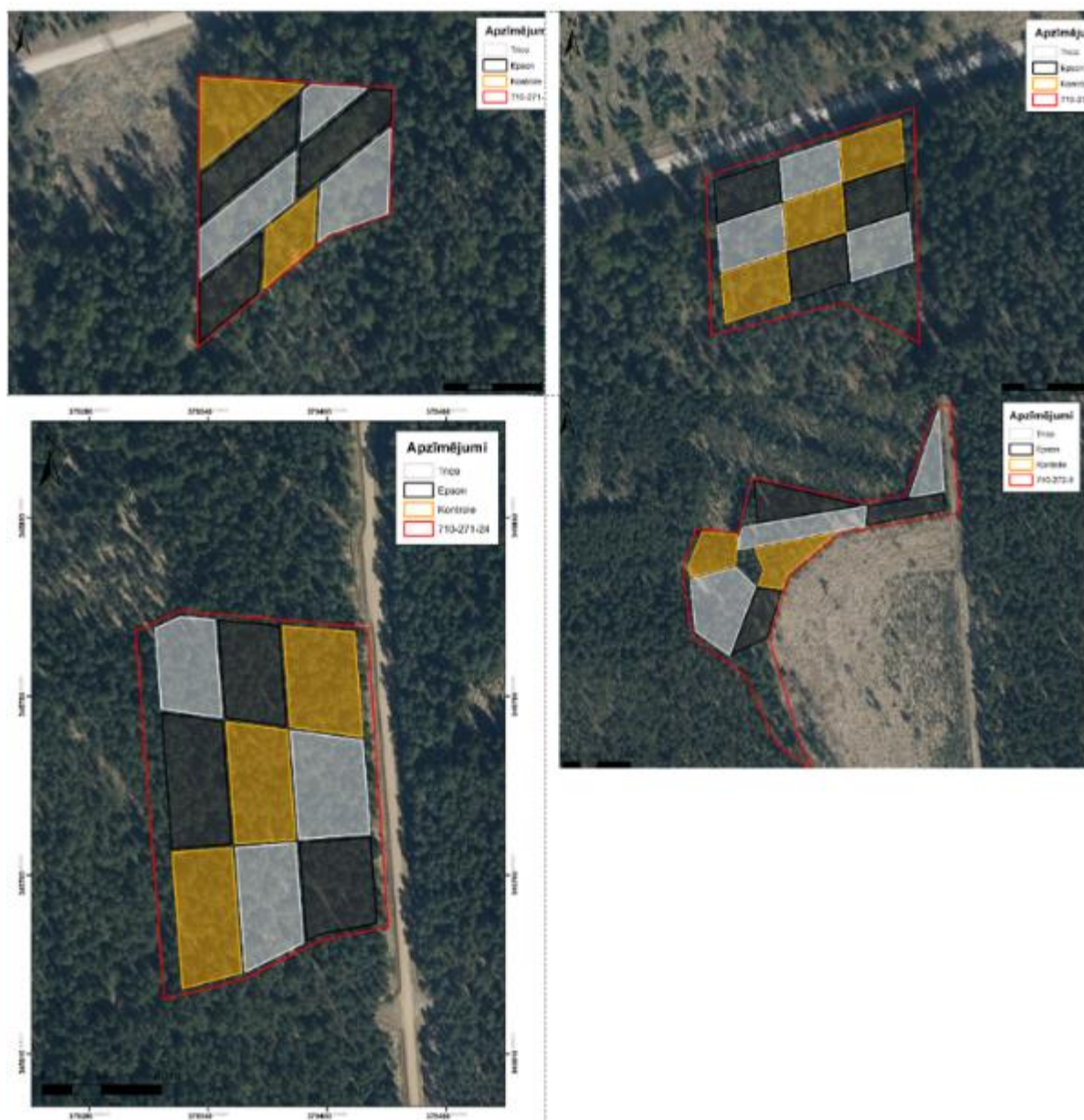
**Att. 3.34. Dažādie aizsardzības līdzekļi vasaras otrajā pusē 02.08.2023.**

Papildus šī gada rudenī ierīkoja vēl četras jaunaudze produktivitātes izvērtējumam, kur šoreiz aizsardzību veica ar diviem līdzekļiem Trico un Epsom (Att. 3.35. ) LVM nolīgtie pakalpojumu sniedzēji, bet LVMI “Silava” darbinieki noteica līdzekļa patēriņu un darba produktivitāti. Divās no platībām (710-271-12 un 710-271-24) apstrādāja priežu galotnes, un divās apstrādāja koku stumbrus (710-271-24 un 710-272-9) LVM nolīgtie pakalpojumu sniedzēji, bet LVMI “Silava” darbinieki noteica līdzekļa patēriņu un darba produktivitāti. Divās no platībām (710-271-12 un 710-271-24) apstrādāja priežu galotnes, un divās apstrādāja koku stumbrus (710-271-24 un 710-272-9) LVM nolīgtie pakalpojumu sniedzēji, bet LVMI “Silava” darbinieki noteica līdzekļa patēriņu un darba produktivitāti. Divās no platībām (710-271-12 un 710-271-24) apstrādāja priežu galotnes, un divās apstrādāja koku stumbrus (710-271-24 un 710-272-9).



**Att. 3.35. Ar aizsarglīdzekļiem apstrādāti priežu stumbri**

Kā arī jau iepriekš apstrādātajās galotņu audzēs (710-265-28 un 710-268-23), atkārtoti veica aizsardzību, nosakot nepieciešamā līdzekļa daudzumu un patērēto laiku koku aizsardzībai (Att. 3.41).



**Att. 3.36. 2023. gadā ierīkotās pētījuma platības Epsom un Trico aizsardzības līdzekļu salīdzināšanai**

Kokus apstrādāja ar tiem pašiem līdzekļiem ar ko tie bija aizsargāti iepriekš, izņēmums ir Jifte, kur bija sagatavoti divi jauni maisījumi, kas pēc konsistences īsti neatšķīrās viens no otra.

### 3.4.1 Aizsardzības līdzekļu produktivitātes izvērtējums

Gan galotnes, gan stumbrus aizsargāja iepriekš ar mietiņiem atdalītos nogabala fragmentos, kur Silavas pārstāvji uzraudzīja, lai netiek pārkāptas robežas. Kopā ar Trico galotnes pa abiem nogabaliem apstrādāja 950 kokus, bet ar Epsom 980 kokus, un stumbrus ar Trico apstrādāja 1189 kokus, bet ar Epsom 1164 kokus. Finanšu aprēķinos izmantoja tā brīža

cenās bez PVN, ka Trico maksā 8,69 EUR/l, Epsom 14,4 EUR/l, Cervacol extra 2,96 EUR/kg. Tā kā patēriņu visiem preparātiem noteica tilpuma vienībās, tad patērēto Cervacol extra aprēķināja pēc blīvuma formulas pieņemot, ka tā blīvums ir  $1,653 \text{ g*ml}^{-1}$ . Kokus apstrādāja no divām vai trim pusēm, aizsardzības posms 0,60-1 m.

No produktivitātes skata punkta galotnes var ātrāk aizsargāt, nepieciešams mazāks daudzums līdzekļa. Galotņu aizsardzībā patērētais laiks vienam kokam atšķiras par vienu sekundi, kas rezultējas ar vairāk kā 400 koku atšķirību vienas stundas laikā, bet šo var skaidrot ar atšķirīgu darba ātrumu dažādiem darbiniekiem. Gan Trico, gan Epsom smidzināja ar vienādiem uz muguras nesamiem pulverizatoriem, un lielāks patēriņš bija Epsom, kas arī maksāja krietni vairāk, līdz ar to 1000 galotņu aizsardzība ar Epsom izmaksāja dārgāk.

Stumbru aizsardzībā produktīvāka bija aizsardzība ar Epsom, bet patēriņš mazāks, ja produktivitātes atšķirību var skaidrot ar dažādiem darbiniekiem, tad patēriņa ziņā Epsom var ekonomiskāk uzklāt, bet tā kā šis līdzeklis ir dārgāks, tad 1000 stumbru aizsardzība ar Epsom izmaksāja vairāk kā 100 Eiro dārgāk (Tabula 3.6).

**Tabula 3.6. No jauna, 2023. gadā ierīkotajās platībās aizsardzības līdzekļu pielietošanas produktivitāte un izmaksas**

Līdzeklis	Koka Daļa	Koks*s <sup>-1</sup>	Koku skaits stundā	Patēriņš vienam kokam (ml) *	Izmaksas 1000 kokiem
Epsom	galotne	3,2	1108	4,6	66,24 Eiro
Trico	galotne	2,3	1570	4,2	36,49 Eiro
Epsom	stumbrs	13,2	272	21,2	305,28 Eiro
Trico	stumbrs	15,5	232	24,4	212,04 Eiro

Iepriekš ierīkotajās platībās apstrādāja tikai galotnes. Nav zināmas Jiftes izmaksas, līdz ar to nebija iespējams salīdzināt šo līdzekļu cenu ar pārējiem. Šajā apstrādē bija aizķēpis Epsom pulverizators, līdz ar to nācās improvizēt, un izmantojām veikalā nopērkamu logu tīrīšanas līdzekļa pulverizatoru, kas nodrošināja ļoti smalku līdzekļa izkliedi, kas atspoguļojas arī iegūtajos datos, kas parāda, ka Epsom bija iespējams uzklāt visekonomiskāk, respektīvi vidēji vienas galotnes aizsardzībai bija nepieciešami tikai 1,7 ml. Iegūtie dati apliecina, ka koku aizsardzība ar roku pielietojamiem līdzekļiem paņem ievērojami vairāk laika, salīdzinot ar pūšamajiem, un vislētāk bija kokus aizsargāt ar Cervacol extra, bet šis ir lētākais aizsardzības līdzeklis. Izmantojot smalko pulverizatoru bija iespējams panākt tik ekonomisku Epsom līdzekļa patēriņu, ka tā pielietošanas izmaksas pietuvojās Cervacol extra, un, ņemot vērā krietni ātrāku produktivitāti, šī līdzekļa pielietošana bija visekonomiskākā, bet Trico patēriņš ar muguras nesamo pulverizatoru bija vidēji vienam kokam 10 ml, līdz ar to šī līdzekļa pielietošana šādos apstākļos bija visdārgākā. Ar abām Jiftēm ieguva savstarpēji līdzīgus rezultātus, tās bija iespējams ātrāk uzklāt kā Cervacol, bet lētāk, kā pūšamos līdzekļus, bet to patēriņš bija ievērojami augstāks (Tabula 3.7).

**Tabula 3.7. 2022. gadā ierīkoto galotņu platību atkārtotas aizsardzības līdzekļu pielietošanas produktivitāte un izmaksas**

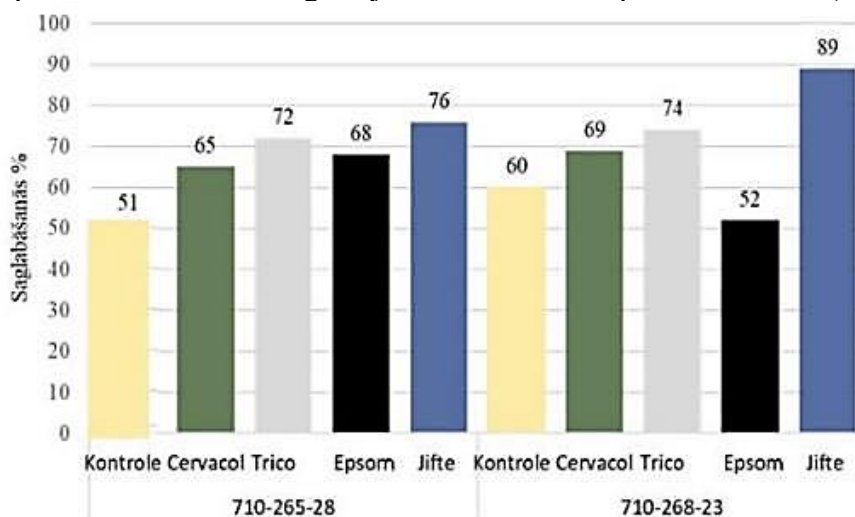
Līdzeklis	Koks*s <sup>-1</sup>	Koku skaits stundā	Patēriņš vienam kokam (ml) *	Izmaksas 1000 kokiem
Jifte 2	7,7	468	23,3	x
Jifte 1	8	450	24,3	x
Epsom	4,9	735	1,7	24,48
Cervacol	13,2	273	4	19,56



Trico	4	900	10,2	88,64
-------	---	-----	------	-------

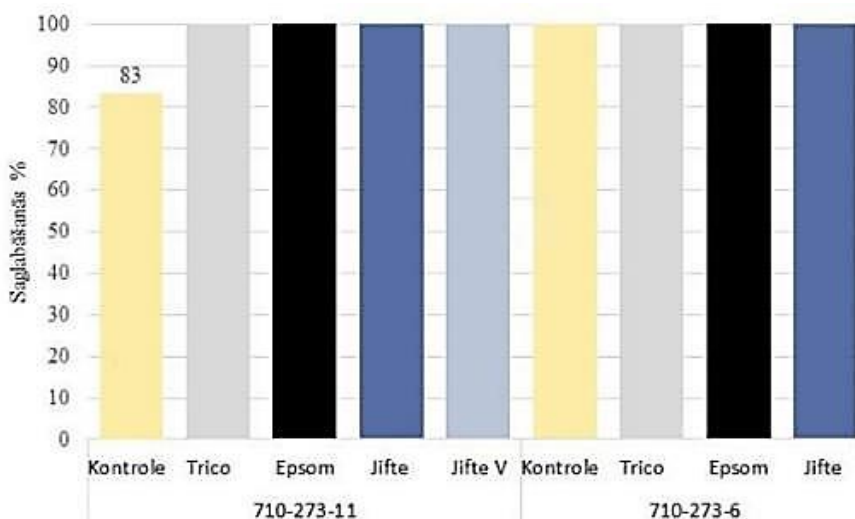
### 3.4.2 Bojājumi un koku saglabāšanās

Starp abiem nogabaliem, kur apstrādāja priežu jaunus dzinumus vidēji labāka saglabāšanās fiksēta nogabalā 710-268-23. Interesanti, ka šajā jaunaudzē gandrīz puse priežu, kas apstrādātas ar Epsom ir gājušas bojā ar apkodumiem nesaistīta iemesla dēļ. Epsom saglabāšanās 710-268-23 nogabalā ir par 8% sliktāka kā kontroles grupā, kamēr otrā nogabalā saglabāšanās starp apstrādes līdzekļiem ir līdzīga un labāka, kā kontroles grupā. Abos nogabalos proporcionāli visvairāk saglabājušies ir koki, kas apstrādāti ar Jifti (Att. 3.37).



**Att. 3.37. Koku saglabāšanās divos nogabalos, kur 2022. gada rudenī veica galotņu aizsardzību**

Starp abiem nogabaliem, kur apstrādāja priežu stumbrus vienīgā atšķirība saistībā ar saglabāšanos bija, ka 710-273-11 nogabalā kontroles grupā – neapstrādāti koki – ir gājuši bojā 13% koku, bet otrā nogabalā 710-273-6 bija dzīvi visi apsekotie koki (Att. 3.38).



**Att. 3.38. Koku saglabāšanās divos nogabalos, kur 2022. gada rudenī veica stumbru aizsardzību.**

Visi aizsardzības līdzekļi ir gana noturīgi, lai būtu pielietojami koku aizsardzībā. Ne Jiftei, ne Epsom nav negatīva ietekme saistībā ar koku saglabāšanos.

### 3.4.3 Aitu vilna kā mehāniskais aizsardzības līdzeklis

Briežu dzimtas dzīvnieki izvairās no citu sugu dzīvnieku matu nokļūšanas mutē, jo tas izraisa nepatīkamas sajūtas; aitas vilnas taukiem ir arī nepatīkama garša. Dzīvnieki aitas vilnu atpazīst pēc aromāta un izskata. Aitas vilnas izmantošanas priekšrocība ir, ka to var uzklāt dažādos laika apstākļos, arī nokrišņu periodā un negatīvās gaisa temperatūrās. Ir jāsaprot, vai uzliktā aitu vilna saglabājas apkārt kokam pietiekoši ilgu laiku, un vai tā atbaida dzīvniekus.

Izmēģinājumi, lai noskaidrotu aitas vilnas noturību, aizsardzības efektivitāti ierīkoti 710-250-8.1, 710-250-9.1, 710-239-1 nogabalos, nogabali 710-250-8.1 un 710-250-9.1 robežojas. Nogabalā priedes stādītas pirms deviņiem gadiem, bet pašsējas un bojājumu dēļ platībā ir sastopami arī jaunāki koki, tāpēc aizsargāja arī jaunākas priedes. Nevienā no nogabaliem nebija veikta jaunaudzes retināšana, kopšana. Aitas vilnu uz stumbriem un galotnēm uzlika 2022. gada 29. un 30. novembrī, kad jau bija uzsnigusi salīdzinoši bieza sniega kārtā (Att. 3.39).



**Att. 3.39. Darba apstākļi – sniegs, liels koku skaits nogabalā (710-239-1), retāk izvietoti dažāda vecuma koki (710-250-8.1)**

Lai noskaidrotu aitas vilnas noturību, aizsardzības efektivitāti ierīkotajos nogabalos 710-250-8.1, 710-250-9.1, 710-239-1 apsekoja visus ar vilnu apliktos kokus 2023. gada jūlijā, kuri bija iezīmēti ar marķējamo krāsu. (Att. 3.40).



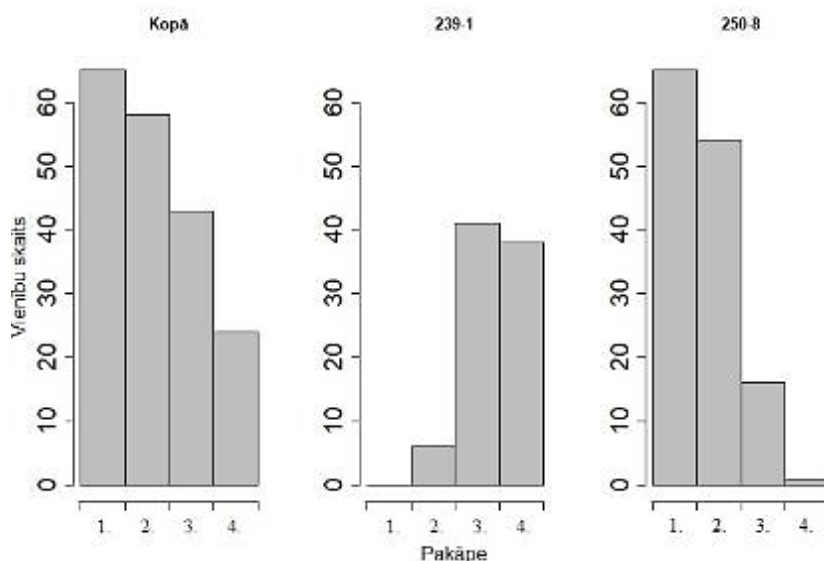
**Att. 3.40. Pakāpes vilnas noturības izvērtējamam**

#### **3.4.4 Līdzekļu noturība un bojājumu daudzums un intensitāte**

Vilnas noturību klasificēja četrās kategorijās, kur 1. – vilna principā ir tādā pašā novietojumā, kā pēc tās uzlikšanas, bet 4. – vilna vairs nav pamanāma, atrodama uz koka. Ja kādam kokam bija svaigi bojāta miza, tad bojājumu izteica % no kopējā koka diametra bojājumu vietā.

Bija plānots mērīt bojājumu lielumu % no koku stumbra apkārtmēra, bet kopsummā bija tikai divas bojātas priedes ar 4. pakāpi 239-1 nogabalā, kur vienai bija nograuzta miza 30 % un otrai 45 % apjomā.

Pastāv ļoti lielas atšķirības starp vilnas noturību. Ja nogabalā 710-250-8.1 pārsvarā fiksēja pirmo vai otro pakāpi, un ceturrtā pakāpe bija tikai vienai priedei, tad otrā platībā 710-239-1 nefiksēja nevienu priedi ar pirmo pakāpi, bet pārsvarā bija sastopams trešās un ceturrtās pakāpes vilnas novietojums (Att. 3.41.). Tā kā uzlikto vilnu nevarēja saskatīt ne koku zaros, ne uz zemes, tad liela iespēja, ka to no kokiem ir noņēmuši putni, un, ja tas ir noticis pavasarī, tad vilna ir spējusi veikt savu aizsardzību visbīstamākajā gada periodā – ziemā.



**Att. 3.41. Koku skaits katrā no nogabaliem ar attiecīgo vilnas noturības pakāpi**

Vilnas noturību ietekmē apkārtējie apstākļi, kas šobrīd nav skaidri, un nebija bojāta neviena priede, uz kuras bija vēl sastopama vilna. Audzēs bija mazs skaits svaigu mizas bojājumu, līdz ar to secinājumi par efektivitāti izdarāmi turpinot audzes apsekošanu arī nākamajā sezonā.

#### **Atziņas un priekšlikumi:**

Izmēģinājumu ierīkošanas laikā galotņu apstrādes laika patēriņš apstrādes līdzekļiem atšķirās - ar Trico un Epsom var apstrādāt 1000-1500 kociņu stundā, nedaudz raitāk darbi sokas ar Trico. Bet ar smērējamiem līdzekļiem, Cervacol un Latvijā izgatavoto Jifte, stundā aizsargājami 300-450 koki. Aizsargājot stumbrus Epsom un Trico produktivitāte ir līdzīga – 230 -270 koki stundā.

Galotņu aizsardzībai Trico līdzekļu izmaksas pie patēriņa 4,2 ml kokam būtu 18,24 EUR 500 kociem, 36,49 EUR 1000 kociem, 54,73 EUR 1500 kociem un 72,98 EUR 2000 kociem, bet Epsom izmaksas pie patēriņa 4,6 ml kokam attiecīgi būtu 33,12 EUR, 66,24 EUR, 99,36 EUR un 132,48 EUR, bet priežu stumbru aizsardzībai Trico pie patēriņa 24,4 ml kokam izmaksātu 106,02 EUR 500 kociem, 212,04 EUR 1000 kociem, 318,06 EUR 1500 kociem 424,08 EUR 2000 kociem, un Epsom pie patēriņa 21,2 ml 500 kociem izmaksātu 106,02 EUR, 1000 kociem 212,4 EUR, 1500 kociem 318,06 EUR un 2000 kociem 424,08 EUR.

Produktivitāti un patēriņu ietekmē konkrētais darbinieks un izmantotais aprīkojums. Epsom iespējams klāt arī uz mitras koku virsmas, un izmantot ļoti smalku sprauslu.

Epsom un Trico efektivitātes salīdzinājumi 2022./23. ziemā neviennozīmīgi, tāpēc ierīkoti jauni izmēģinājumu - salīdzināšanas poligoni.

Mehāniskie aizsardzības līdzekļi no aitas vilnas uzklājami jebkuros laika apstākļos. Aitas vilnas preparāti kokus pasargā no briežu dzimtas dzīvnieku apkodumiem. Jāuzlabo aitas vilnas mehānisko aizsardzības līdzekļu “vilnas bizes” noturība.



## Publicitāte

Pavasārī 2023. gada 9. jūnijā LVM darbiniekiem rīkotajā seminārā “Meža mašinizētā sēšana”(māc. plāns, r. Nr.136) sniegts ziņojums “Ģenētikas pētījuma rezultāti sētās platībās”.

Veģetācijas sezonas noslēgumā visu reģionu pārstāvji (8.grupas) informēti par pētījumu programmas 1 .darba uzdevuma līdzšinējiem rezultātiem (LVM īstenoto apmācību “Augsnes gatavošanas veida izvēle” ietvaros, četras dienas - 7.,9.,14.,15. novembrī).

Par pētījumu programmas rezultātiem ziņots SNS sadarbības tīkla rīkotajā konferencē “*Advancing Silvicultural Technology*”, kas notika SLU zinātnes ciematā Umeja, Zviedrija (2023. gada 22.-24. augustā)<sup>31</sup>.

---

<sup>31</sup> <https://www.slu.se/en/ew-calendar/2023/8/advancing-silvicultural-technology/>