

PĀRSKATS PAR PĒTĪJUMA 2022. GADA REZULTĀTIEM

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

LĪGUMA NR. 5-5.9.1_007p_101_21_77

PĒTĪJUMA ZINĀTNISKAIS VADĪTĀJA:

Dr. 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, 2022

SATURS

Anotācija	10
Annotation.....	12
Pārskatā izmantotie saīsinājumi	14
1. Mežaudžu atjaunošanas tehnoloģijas	15
1.1. Stādmateriāla un augsnes sagatavošanas veida optimālas kombinācijas izvēle, atjaunojot saimnieciski nozīmīgās koku sugas (P, E, B, Ma).....	15
Stādmateriāla un augsnes sagatavošanas veida optimālas kombinācijas izvēle, atjaunojot ar saimnieciski nozīmīgām koku sugām, augsnes temperatūras svārstības un to ietekme uz koku augšanu.....	15
Sakņu sistēmas attīstības un virziena noteikšana	21
Stādvieta veida un koku balstsakņu attīstība	26
1.2. Mežaudžu atjaunošana lielas platības izcirtumos, kas radušies biotisko un abiotisko faktoru ietekmē	29
Ziemeļkurzemes reģiona Rindas iecirknī stagnējošās priežu audzēs veiktās aktivitātes – augsnes sagatavošanas darbu kvalitāte, laika patēriņš un stādu saglabāšanās pirmās veģetācijas sezonas noslēgumā.....	29
Validācijas parauglaukumu ierīkošana Ziemeļlatgales reģiona Lubānas iecirknī	42
Evapotranspirācijas un augsnes mitruma prognožu uzlabošanas metodiskā pieeja	48
1.3. Vienlaicīga augšanas apstākļu uzlabošana un stādīšana	53
Koku augstuma, caurmēra, vainagu platuma uzmērījumu rezultāti	56
N un C izotopu proporcijas augsnēs un ar uz bez AG stādīvētā augu koku skujās	63
1.4. Egļu audžu atjaunošanas un audzēšanas paņēmieni uzlabošanas kūdreņos	66
Apsekoto stādījumu ierīkošanas pamatojums un līdz šim veiktie pētījumi	66
Kokaudžu uzmērījumi	71
2. Meža atjaunošanas, jaunaudžu agrotehniskās un sastāva kopšanas darbu mašinizācija	77
2.1. Meža atjaunošanas darbu mašinizācija – jauni risinājumi un esošas prakses rezultātu monitorings.....	77
Mašinizētās stādīšanas darbu 2021.-2022. gada rezultātu aktualizācija	77
Alternatīvas mašinizētās stādīšanas tehnoloģijas	85
Papildus darbi -mašinizētās mežaudžu sēšanas un sēklu apstrādes efekta novērtējums.....	89
2.2. Jaunaudžu kopšanas darbu mašinizācija	99
Agrotehniskās kopšanas darbu izpēti mašinizēti stādītās mežaudzēs	99
Agrotehniskās kopšanas darbu mašinizācijas iespējas – prototipi, kas gatavi ienākšanai tirgū .	102
3. Tehnoloģijas jaunaudžu aizsardzībai.....	105
3.1. Metodika priežu lielā smecernieka bojājumu risku identificēšanai un novēršanai. Jaunas metodes stādāmā materiāla apstrādei un aizsargāšanai pret priežu lielā smecernieka radītiem bojājumiem	105
3.2. Pētījumi mežsaimniecības un medību saimniecības līdzsvaram	112
3.3. Briežu dzimtas dzīvnieku radīto postījumu ekonomiskā ietekme meža apsaimniekošanas ciklā, kokrūpniecības tautsaimniecības sektorā.....	120
Briežu dzimtas dzīvnieku radīto bojājumu ietekmi uz nākotnes mežaudzes kokiem.....	120
Briežu dzimtas dzīvnieku populācijas struktūras analīze - vērtējot iepriekšējo gadu oficiālo medību statistiku	127
3.4. Jaunas metodes briežu dzimtas dzīvnieku postījumu ierobežošanai skuju koku audzēs, ekonomiskie aprēķini metožu ieviešanai praksē	137
Mehāniskā aizsardzības līdzekļa spirāļu ietekme uz koku stumbru mikro klimatu.....	138
Ar vidē sabrūkošiem, vai dabiskas izcelsmes materiāliem mehāniski aizsargātu koku stumbru un galotņu aizsardzības izmaksu un uzklāšanas darbu efektivitātes salīdzināšana.....	141
Aitu vilna kā mehāniska aizsardzības līdzeklis	146

ATTĒLU SARAKSTS

Att. 1.1. Shematiskais attēlojums kā izvietoti jaunie parauglaukumi un izvēlēti koki negatavotajā augsnē pētījuma platībās.....	15
Att. 1.2. 2017. gada maijā ierīkotajās jaunaudzēs, LVM Ziemeļkurzemes reģiona Zilokalnu iecirknī Av (pa kreisi) un 2018. gada maijā ierīkotajās jaunaudzēs Ks (pa labi) ierīkoto izmēģinājumu stādījumu shēmas (dizains)	17
Att. 1.3. Lapu koku vidējais augstums, caurmērs 1,3 m augstumā un saglabāšanās (izteikta skaitliski %) jaunaudzēs slapjā damaksnī (Dms) un šaurlapju ārenī (As), ierīkotos izmēģinājumu stādījumos (PA – stādvieta pacilā, V – stādvieta vāga).....	18
Att. 1.4. Skuju koku vidējais augstums, sakņu kakla caurmērs un saglabāšanās (izteikta skaitliski %) jaunaudzēs slapjā damaksnī (Dms) un šaurlapju ārenī (As), ierīkotos izmēģinājumu stādījumos (PA – stādvieta pacilā, V – stādvieta vāga).....	19
Att. 1.5. 2017. gada pavasarī LVM Ziemeļkurzemes reģionā viršu āreņos (703-208-28,2; 703-208-28.1) stādīto P vidējais augstums, sakņu kakla caurmērs un saglabāšanās (izteikta skaitliski %)	20
Att. 1.6. Lapu koku vidējais augstums, caurmērs 1,3 m augstumā un saglabāšanās (izteikta skaitliski %) jaunaudzēs slapjā damaksnī (Dms) un šaurlapju kūdreņa (Ks), ierīkotos izmēģinājumu stādījumos (PA – stādvieta pacilā, V – stādvieta vāga).....	20
Att. 1.7. Skuju koku vidējais augstums, sakņu kakla caurmērs un saglabāšanās (izteikta skaitliski %) jaunaudzēs slapjā damaksnī (Dms) un šaurlapju ārenī (As), ierīkotos izmēģinājumu stādījumos (Pa – stādvieta pacilā, V – stādvieta vāga).....	21
Att. 1.8. 2018. gada pavasarī LVM Ziemeļkurzemes reģionā šaurlapju kūdreņos (707-17-14; 707-28-2) stādīto P vidējais augstums, sakņu kakla caurmērs un saglabāšanās (izteikta skaitliski %)	22
Att. 1.9. Ik stundu fiksētā temperatūra (līnijas) un vidējā diennakts temperatūra (punkti) sadalījumā pa augsnes sagatavošanas veidiem 5 cm dziļumā (LVM Ziemeļkurzemes reģions, Av (703-208-28.2; 703-208-28.1)	23
Att. 1.10. Ik stundu fiksētā temperatūra (līnijas) un vidējā diennakts temperatūra (punkti) sadalījumā pa augsnes sagatavošanas veidiem 5 cm dziļumā (LVM Ziemeļkurzemes reģions, Av (703-208-28.2; 703-208-28.1)	24
Att. 1.11. Vidējās augsnes diennakts temperatūras un koku diametra izmaiņas egļu ietvarstādiem veģetācijas sezonas laikā (N, P, V - augsnes gatavošanas veids, ar līnijām atzīmēti dati no katra ONSET sensoriem, bet ar aplītiem diennakts vidējā temperatūra dažādos dziļumos)	25
Att. 1.12. Sakņu izpētei izraudzīto koku izvietojums ārpus parauglaukumiem	26
Att. 1.13. Balstsakņu izvietojums egļu ietvarstādiem slapjajā damaksnī pacilā (A), vāgā (B), šaurlapju kūdreņī pacilā (C), vāgā (D)	27
Att. 1.14. Procentuālais sadalījums, cik saknes kokiem no kopējā atrakto skaita ir izvietotas kādā no aptuvenajiem virzieniem saistībā ar izmantoto stādmateriāla un augsnes gatavošanas veidu. Visu sugu un abu meža tipu dati summēti kopā	27
Att. 1.15. Procentuālais sadalījums, cik kokiem (B, Ma, E, P) no kopējā atrakto skaita saknes ir izvietotas kādā no aptuvenajiem virzieniem saistībā ar izmantoto stādmateriāla un augsnes gatavošanas veidu Dms vai Ks nogabalos. (Katrā variantā atrakti pieci koki).....	28
Att. 1.16. Izmēģinājumu platības Ziemeļkurzemes reģiona Rindas iecirkņa stagnējošās priežu audzēs	30
Att. 1.17. Augsnes sagatavošana pirms stādīšanas izmantojot klasiskās pacilas un apvērstās velēnas	

metodi.....	31
Att. 1.18. Pacilu veidošanas darba laika uzskaitē dažādās platībās.....	36
Att. 1.19. Darba apstākļi veidojot stādvieta platībā (meža tips grānis)	37
Att. 1.20. Izveidoto pacilu garums un atbilstība LVM pacilu kvalitātes prasībām.....	38
Att. 1.21. Izveidoto pacilu platums un atbilstība LVM pacilu kvalitātes prasībām.....	39
Att. 1.22. Izveidoto pacilu augstums un atbilstība LVM pacilu kvalitātes prasībām	39
Att. 1.23. Klasiskās pacilas bedres izmēri	40
Att. 1.24. Skarificētais laukums pēc augsnes gatavošanas izmēģinājumu platībās	40
Att. 1.25. Skarificētais laukums atkarībā no stādvieta skaita platībā.	41
Att. 1.26. Pēdējo piecu gadā atjaunotās rekonstruktīvās egļu audzes (bojās nepiemērota ūdens režīma un mizgraužu bojājuma rezultātā)	43
Att. 1.27. Validācijai atlasītās audzes Lubānas iecirknī.....	43
Att. 1.28. Gruntsūdens aku un sakņu cauruļu ierīkošana Lubānas iecirknī.....	47
Att. 1.29. Parauglaukumu izvietojums validācijas audzēs	47
Att. 1.30. Sakņu skenējumu veikšana un ūdens līmeņa sensoru iedarbināšana.....	48
Att. 1.31. Shematiska modeļa ieejas datu vizualizācija (Launiainen et al. 2019)	49
Att. 1.32. Paraugteritorijas potenciālā un aktuālā evapotranspirācija pēc MOD16 ET modeļa	50
Att. 1.33. Modelētā evapotranspirācija Lubānas paraugteritorijā.....	51
Att. 1.34. Fragments (evapotranspirācijas karte 2022.jūlijam)	52
Att. 1.35. Granulēta mēslojuma/biostimulanta AG ienesi stādvieta pielāgots stādāmais stobrs https://www.skogsplantor.se/sv-se/plantor/vaxtnaring-argrow/	53
Att.1.36. Pētījuma teritoriju izvietojums Pededzes iecirknī	54
Att. 1.37. Biostimulanta AG efektivitātes izmēģinājumu dizains, šaurlapju kūdreņi, stādīti P ietvarstādi (autors T. A. Štāls).....	55
Att. 1.38. Ietvarstādu augšanas gaitas un sakņu attīstības vērtēšana	55
Att. 1.39. E sakņu kakla caurmēra un koka augstuma sakarība	57
Att.1.40. E pēdējās augšanas sezonas pieaugums attiecībā pret koka kopējo augstumu.....	58
Att. 1.41. P sakņu kakla caurmērs atkarībā no koka augstuma	60
Att. 1.42. P pēdējās augšanas sezonas pieaugums attiecībā pret koka augstumu.....	60
Att. 1.43. Pašreizējais stāvoklis 50-60 gadīgā egles stādījumā kūdras augsnes, ļoti daudz nokaltušo un izgāzto egļu. Dzīvnieku bojājumu vietās ieviesusies stumbra trupe, kura pātrina egļu bojāeju	72
Att. 1.44. Bojāts 60-gadīgs egles stādījums kūdras augsnē , 191. kv. 5 nogabals (Cenas tīrelis).....	72
Att. 1.45. Egles stādījumu kūdras augsnē gadskārtu pieaugumu dinamika	74
Att. 2.1. Darbs ekstrēmos apstākļos atjaunojot auglīgos meža tipus – skats no kabīnes.....	77
Att. 2.2. Stādīšanas operāciju laiku un kvalitāti ietekmējošo faktoru gradējuma/raksturojuma ballēs piemēri.....	79
Att. 2.3. Mašinizētas stādīšanas darba laika uzskaitē pēc pakalpojumu sniedzējiem.....	82
Att. 2.4. Mašinizētas stādīšanas produktivitāte platībās ar dažādu aizzēlumu, lapu apjomu un paaugas augstumu.....	83
Att. 2.5. Mašinizētas stādīšanas produktivitāte platībās ar dažādu ciršanas atlieku apjomu un mitruma	

apstākļiem.....	84
Att. 2.6. Pārscolojamo mašīnu principu izmantojošie mašīnizētas stādīšanas risinājumi	86
Att. 2.7. Stādāmās mašīnas Plantma X demo video (https://plantmaforestry.com/ & https://www.youtube.com/@Plantmaforestry	87
Att. 2.8. Stādāmās mašīnas ar automatizētu stādu padevi no kasetēm-audzēšanas konteineriem.....	88
Att. 2.9. Attālināti vadāmu stādāmo mašīnu koncepti.....	88
Att. 2.10. Inovatīvas mašīnizētās atjaunošanas piemērs Ukrainā https://fb.watch/hX56ttuSWL/	89
Att. 2.11. Ar Silvibio apstrādātas sēklas sēšanas kamerā un uzskaites monitora rādījumi.....	90
Att. 2.12. Apstrādātas un neapstrādātas sēklas, un sējums skarificētā joslā.....	91
Att. 2.13. Uzskaites laukumu izvietojuma shēma (S.Žīgure)	91
Att. 2.14. Neapvalkotas (N) un apvalkotas (A) priežu sēklas no Tīrzas sēklu plantācijas	92
Att. 2.15. Uz filtrpapīra uzvētu apvalkotu un neapvalkotu sēklu dīgtspējas un dīgšanas enerģijas noteikšanas metodes dizains. a) sēklas uzvēšanas dienā; b) sēklas 7 dienas pēc eksperimenta sākuma. A1- apvalkotas Tīrza; N1- neapvalkotas Tīrza; N2- neapvalkotas Rinda	93
Att. 2.16. Apvalkotu un neapvalkotu sēklu dažāda dziļuma sējumu izmēģinājumi LVMI Silava Klimata laboratorijā. N1- neapvalkotas sēklas no Tīrzas plantācijas, A1- apvalkotas sēklas no Tīrzas plantācijas, T2- neapvalkotas sēklas no Rindas plantācijas.....	93
Att. 2.17. Priežu vidējā dīgtspēja un dīgšanas enerģija dažādu plantāciju (1- Tīrzas plantācija; 2- Rindas plantācija) neapvalkotām (N) un apvalkotām (A) sēklām, dienas pēc izejas.....	95
Att. 2.18. Tīrzas (1) un Rindas sēklu plantācijas neapvalkotu (N) un apvalkotu (A) priežu sēklu svars (a) un laukums (b)	96
Att. 2.19. Virszemes daļu laukums Tīrzas un Rindas plantācijas neapvalkotām un apvalkotām sēklām, atkarībā no sēšanas dziļuma un izejas laika (31.05.2022. (a); 06.07.2022. (b)).....	96
Att. 2.20. Sakņu laukums Tīrzas un Rindas plantācijas neapvalkotām un apvalkotām sēklām, atkarībā no sēšanas dziļuma un izejas laika (31.05.2022. (a); 06.07.2022. (b))	97
Att. 2.21. Virszemes daļu biomasa Tīrzas un Rindas plantācijas neapvalkotām un apvalkotām sēklām, atkarībā no sēšanas dziļuma un izejas laika (31.05.2022. (a); 06.07.2022. (b)).....	97
Att. 2.22. Sakņu biomasa Tīrzas un Rindas plantācijas neapvalkotām un apvalkotām sēklām, atkarībā no sēšanas dziļuma un izejas laika (31.05.2022. (a); 06.07.2022. (b))	98
Att. 2.23. Darba laika uzskaitē izmantotās GPS ierīces un aplikācijas	99
Att. 2.24. Patērētais laiks un nostāigātais attālums veicot agrotehnisko kopšanu dažādos darba apstākļos	101
Att. 2.25. Jaunāko mašīnizētas agrotehniskās kopšanas tehnoloģiju attīstības virzieni	102
Att. 2.26. Komunālas saimniecības tehnikas iespējamie pielietojuma risinājumi	103
Att. 3.1. Egļu aizsardzības izmēģinājumu parauglaukumu izvietojums.....	105
Att. 3.2. Parcelu izvietojums izmēģinājuma stādījumos: A- Sīļukalns, B-Palsmane-1, C- Preiļi1 , D- Lubāna, E- Palsmane2, F- Preiļi2; <i>Apstrādes: Zaļš- kontrole, Zils- Woodcoat, Sarkans-Dāņu (Norfort DWL 115) cont. Claes Arrfedsson, Dzeltens Latvijas-Jifte S.</i>	106
Att. 3.3. Priežu lielā smecernieka radīto bojājumu apjoms egļu stādiem cīsmās trešajā uzskaites reizē, kontroles apstrādes variantā (<i>nebojāti - 0; atsevišķi stāda dzīvotspējai nenozīmīgi bojājumi - 1; bojājumi neietekmē stāda izdzīvošanu - 2; stāda izdzīvošana apšaubāma- 3; bojājumu dēļ iznīcis - 4.; citu iemeslu dēļ iznīkuši kociņi-5</i>)	108
Att. 3.4. Priežu lielā smecernieka radīto bojājumu izmaiņas egļu stādiem Lubānā dažādās uzskaites reizēs, dažādos apstrādes variantos (<i>nebojāti - 0; atsevišķi stāda dzīvotspējai nenozīmīgi bojājumi - 1; bojājumi neietekmē stāda izdzīvošanu - 2; stāda izdzīvošana apšaubāma- 3; bojājumu dēļ iznīcis - 4.; citu</i>	

<i>iemeslu dēļ iznīkuši kociņi-5)</i>	108
Att. 3.5. Modeļa aprēķinātās bojājumu varbūtības apstrādes ietekmei uz priežu lielā smecernieka bojājumu pieaugumu laikā	110
Att. 3.6. Mehānisko aizsarglīdzekļu uzklāšanas testi Strenču kokaudzētavā	110
Att. 3.7. Teritorijas, kurās ierīkoti apkodumu un veģetācijas uzskaites iežogojumi	113
Att. 3.8. Žogu uzstādīšana Lubānas iecirknī (2022 decembris – 2023 janvāris).....	113
Att. 3.9. Žoga centru koordinātas un fotofiksācija Lubānas iecirkņa oligotrofā (attēls pa kreisi) un mezotrofā (attēls pa labi) priežu jaunaudzē	115
Att. 3.10. Žoga centra fotofiksācija Tērvetes iecirknī, žoga kods 611-142-5-1 (attēls pa kreisi) un izbūvēts žogs (attēls pa labi).....	115
Att. 3.11. Ierīkoto žogu izvietojuma shēma jaunaudzē ar kodu 611-142-5-1	116
Att. 3.12. Novērtētais vasaras apkodumu īpatsvars audzēs ar ierīkotajiem žogiem.....	117
Att. 3.13. Lapu koku un krūmu īpatsvars no visiem vasaras apkodumu uzskaitē uzskaitītajiem kokaugiem Lubānas un Tērvetes iecirkņos apsekotajās audzēs	117
Att. 3.14. Vasaras apkodumu sadalījums pa sugām Lubānas un Tērvetes iecirkņos apsekotajās audzēs (īpatsvars no visiem bojātajiem lapu kokiem un krūmiem).....	117
Att. 3.15. Audžu sastāvs un priežu audžu vecumstruktūra ap iežogotu audzi (173.kv.1.nog.) MPS Kalsnavas meža novada teritorijā (ar gaiši zilu krāsu – bērzu audzes, ar rozā – egļu audzes) (dati uz 2022.gada sākumu).....	119
Att. 3.16. Apseko audžu izvietojums un parauglaukumu shēma.....	121
Att. 3.17. Bojājuma zonas apakšējās un augšējās robežas attālums no sakņu kakla un bojājuma zonas garums (cm) dalījumā pa bojājumu veidiem	123
Att. 3.18. Bojājuma zonas apakšējās un augšējās robežas attālums no sakņu kakla un bojājuma zonas garums (vidējās vērtības, cm) dalījumā pēc bojājumu īpatsvara no stumbra perimetra.....	124
Att. 3.19. Bojājumu veidu sadalījums (%) atkarībā no bojājumu īpatsvara no stumbra perimetra (1 - bojājumu vietas nelielas, labi aizaugušas, bet joprojām redzamas; 2 - dziļi, vienpusēji mizas bojājumi; 3 - bojājumi atsedz stumbra serdes daļu; 4 - kombinēti mizas bojājumi no vairākām pusēm)	124
Att. 3.20. Priedes baļķa griezuma veidi: garengriezums/nogriežņi un šķērsgriezums pa bojājuma vietu	126
Att. 3.21. Šķērsgriezumi, kuros redzami dažādas intensitātes pārnadžu radīti bojājumi stumbram (no kreisās uz labo pusi – koks vesels; koks ar nelieliem, bet labi aizaugušiem bojājumiem; koks ar dziļu mizas bojājuma rētu; mizas bojājums atsedz stumbra serdes daļu)	126
Att. 3.22. Aļņu blīvuma izmaiņas VMD uzskaites vienībās, 2021. un 2017.g. medību sezonu salīdzinājums	128
Att. 3.23. Nomedīto aļņu buļļu, govju un teļu skaita izmaiņas (augšējā attēlā) un īpatsvara izmaiņas (apakšējā attēlā) no kopējā nomedīto aļņu skaita laika posmā no 2017. līdz 2021.gadam	128
Att. 3.24. Nomedīto aļņu skaita izmaiņas VMD uzskaites vienībās, 2021. un 2017.gada medību sezonu salīdzinājums	129
Att. 3.25. Nomedīto aļņu teļu un govju skaita izmaiņas VMD uzskaites vienībās, 2021. un 2017.gada medību sezonu salīdzinājums	129
Att. 3.26. Nomedīto aļņu <u>skaita izmaiņas</u> pa gadiem VMD uzskaites vienībās dalījumā pēc aļņu blīvuma izmaiņu tendencēm.....	130
Att. 3.27. Nomedīto aļņu <u>limita izpilde</u> pa gadiem VMD uzskaites vienībās dalījumā pēc aļņu blīvuma izmaiņu tendencēm.....	130
Att. 3.28. Staltbriežu blīvuma izmaiņas VMD uzskaites vienībās, 2021. un 2017.g. medību sezonu	

salīdzinājums	131
Att. 3.29. Nomedīto staltbriežu skaita izmaiņas VMD uzskaites vienībās, 2021. un 2017.gada medību sezonu salīdzinājums	132
Att. 3.30. Nomedīto staltbriežu buļļu, govju un teļu skaita izmaiņas (augšējais attēls) un īpatsvara izmaiņas no kopējā nomedīto staltbriežu skaita (apakšējais attēls) laika posmā no 2017. līdz 2021.gadam	132
Att. 3.31. Nomedīto staltbriežu skaita izmaiņas pa gadiem VMD uzskaites vienībās dalījumā pēc staltbriežu blīvuma izmaiņu tendencēm	133
Att. 3.32. Nomedīto staltbriežu limita izpilde pa gadiem VMD uzskaites vienībās dalījumā pēc staltbriežu blīvuma izmaiņu tendencēm	133
Att. 3.33. Nomedīto staltbriežu buļļu, govju, teļu skaita izmaiņas VMD uzskaites vienībās, 2021. un 2017.gada medību sezonu salīdzinājums.....	134
Att. 3.34. Stirnu blīvuma izmaiņas VMD uzskaites vienībās, 2021.g. un 2017.gada medību sezonu salīdzinājums	135
Att. 3.35. Nomedīto stirnu āžu, kazu un kazlēnu skaita izmaiņas (augšējais attēls) un īpatsvara izmaiņas no kopējā nomedīto stirnu skaita (apakšējais attēls) laika posmā no 2017. līdz 2021.gadam.....	136
Att. 3.36. Nomedīto stirnu skaita izmaiņas VMD uzskaites vienībās, 2021. un 2017.gada medību sezonu salīdzinājums	136
Att. 3.37. Temperatūras sensoru izvietošana kontroles un ar aizsargspirālēm aprīkotajiem kokiem. Augšējos attēlos 9 gadīgā P audzē (604-248-14), apakšējos 13 gadīgā P audzē (604-356-8).....	138
Att. 3.38. Fiksētā temperatūra zem aizsargspirālēm un kontroles variantiem no 08.12.2021. līdz 07.12.2022. 13 gadīgā P audzē (604-356-8).....	139
Att. 3.39. Fiksētā temperatūra zem aizsargspirālēm un kontroles variantiem no 08.12.2021. līdz 07.12.2022. 8 gadīgā P audzē (604-248-14).....	140
Att. 3.40. Ar aizsarglīdzekļiem aizsargāti priežu galotņu dzinumi. a – Cervacol extra, b – Trico, c – Epsom, d –Jifte B, e – Jifte S.....	142
Att. 3.41. Trico un Epsom tilpuma noteikšana un apstrādei izmantotie muguras/ mugursomas veida smidzinātāji.....	143
Att. 3.42. Apstrādes variantu un atkārtojumu izvietojums katrā no nogabaliem.....	143
Att. 3.43. Darba apstākļi - sniegs ar lielu koku skaitu nogabalā (710-239-1), ar retāk izvietotiem dažāda vecuma kokiem (710-250-8.1)	147
Att. 3.44. Darbam izmantotie vilnas pavedieni A) pārāk īss, B) optimāls pavediens.....	148
Att. 3.45. Ar aitas vilnu aizsargāts priedes stumbrs.....	148

TABULU SARAKSTS

Tabula 1.1. Meža atjaunošanai izmantotās stādu audzēšanas tehnoloģijas un izmēģinājumu-demonstrācijas nogabali, kur mežaudzes atjaunotas 2017. un 2018. gadā.....	16
Tabula 1.2. Dažādo P stādmateriāla veidu/audzēšanas tehnoloģiju sadalījums četrās grupās.....	17
Tabula 1.3. Koku suga, stādu veids, stādvieta un meža tips, kur noteikts stādīto koku balstsakņu izvietojums	26
Tabula 1.4. Darba laika uzskaitē piefiksētās stādīšanas darbības.....	32
Tabula 1.5. Gruntsūdens analīžu datu kopsavilkums.....	33
Tabula 1.6. Augsnes analīžu kopsavilkuma tabula	34
Tabula 1.7. Klasisko pacilu un apvērsto velēnu skaits platībās	38
Tabula 1.8. Validācijas nogabalu situācija dabā un modelētā situācija pēc tālīzpētes datiem	44
Tabula 1.9. Modelētā evapotranspirācija Lubānas paraugteritorijā un meteoroloģisko novērojumu dati no Madonas novērojumu stacijas	51
Tabula 1.10. ArGrow eksperimenta mežaudžu raksturojums	54
Tabula 1.11. Stādīto E augstuma pieaugumi sadalījumā pa augšanas sezonām dažādos meža tipos (ar AG un bez AG stādvieta - (K).....	56
Tabula 1.12. Stādīto E caurmēri pie sakņu kakla un vainagu platumi (veidojušies pēdējās trīs augšanas sezonās) dažādos meža tipos ar AG un bez AG stādvieta - (K).....	57
Tabula 1.13. Stādīto P augstuma pieaugumi sadalījumā pa augšanas sezonām dažādos meža tipos (ar AG un bez AG stādvieta (K)	58
Tabula 1.14. Stādīto P caurmēri pie sakņu kakla un vainagu platumi (veidojušies pēdējās divās augšanas sezonās) dažādos meža tipos ar AG un bez AG stādvieta (K)	59
Tabula 1.15. Ar AG ielabotajās un kontroles stādvieta stādīto koku saglabāšanās.....	61
Tabula 1.16. E sakņu un virszemes daļu svaigā un sausā masa sadalījumā pa dažādiem meža tipiem ar AG un bez AG (K).....	62
Tabula 1.17. P sakņu un virszemes daļu svaigā un sausā masa sadalījumā pa dažādiem meža tipiem ar AG un bez AG (K).....	63
Tabula 1.18. Slāpekļa un C izotopu proporcijas ievāktajā augu un augsnes materiālā	64
Tabula 1.19. Egļu plantāciju tipa stādījumu priekšrocības un trūkumi pēc Bisenieks, 1976; Rone, 1982-1983; Špalte, 2003; Tjarve, 1987; Zālītis et al., 2009; Zālītis, Lībiete, 2008)	67
Tabula 1.20. Egles īsirtmeta plantāciju modeļi (Rone, V. 1983. Tehniskie norādījumi...).....	68
Tabula 1.21. Egles stādījumu ieteicamais biezums (Rone, 1983. Tehniskie norādījumi...).....	69
Tabula 1.22. Taksācijas rādītāji E stādījumos K_s , K_p laika posmā 2011.-2022.g.	73
Tabula 1.23. Vidējie gadskārtu pieaugumi 10 gadu periodos egles stādījumos kūdras augsnes, mm un augsnes reakcija 2022. gadā	74
Tabula 1.24 Egļu mežaudzēs ievāktā augsnes paraugu analīžu rezultāti	75
Tabula 2.1 Darba laika uzskaitē piefiksētās stādīšanas darbības	78
Tabula 2.2 Platību raksturojums	80
Tabula 2.3 Mašinizētās sēšanas rezultāt salīdzinājums, 2022. gada 27. jūlija dati.....	92
Tabula 2.4. Dīgtspēja uz filtrpapīra Petri platēs sētām dažādas izcelsmes ar ‘Silvibio’ pārklājumu	

apvalkotām un neapvalkotām sēklām, sadalījumā - dienas pēc izsējas.....	94
Tabula 2.5. Mašinizēti stādīto platību raksturojums	100
Tabula 3.1. Eksperimentā izmantoto cirsma lokācija.....	106
Tabula 3.2. Faktoru ietekmes kopsavilkums modelim apstrādes efektivitātes novērtējumam egļu stādu aizsardzībai pret priežu lielā smecernieka bojājumiem.....	109
Tabula 3.3. Apstrādes variantu (Neapstrādāti stādi, Woodcoat, dānijā ražots preparāts un Latvijā ražots preparāts) savstarpējais salīdzinājums	109
Tabula 3.4. Iežogotie kvadrāti Lubānas un Tērvetes iecirkņos, jaunaudžu vecums, meža tips (MT), platība, centra koordinātas.....	114
Tabula 3.5. Koku bojājumu iedalījums.....	121
Tabula 3.6. Sānu dzinumu un mizas bojājumu īpatsvars (%) apsekotajās priežu jaunaudzēs Ugāles, Puzes un Piltenes pagastos laika posmā no 2010. līdz 2012.gadam.....	122
Tabula 3.7. Pamatinformācija par uzmērītajām audzēm (PL)	122
Tabula 3.8. Sabojātās priedes koksnes un neiegūtās biomasas apjoma novērtēšanas metodikas izstrādei un aprobācijai nozāģēto priežu sākotnējie parametri (bojājuma veids un caurmērs krūšu (1,3m) augstumā), iegūto ripu un garengriezumu jeb nogriežu skaits	125
Tabula 3.9. Vidējais aļņu blīvums (dzīvnieku skaits/1000 ha meža zemju) Latvijā laika posmā no 2017. līdz 2021.gadam	127
Tabula 3.10. Vidējais staltbriežu blīvums (dzīvnieku skaits/1000 ha meža zemju) Latvijā laika posmā no 2017. līdz 2021.gadam	131
Tabula 3.11. Vidējais stirnu blīvums (dzīvnieku skaits/1000 ha meža zemju) Latvijā laika posmā no 2017. līdz 2021.gadam	135
Tabula 3.12. Kopsavilkums par izmantotajiem aizsarglīdzekļiem, apstrādāto koku skaitu izvēlētajos četros nogabalos	144
Tabula 3.13. Aizsardzības izmaksas un produktivitāte dažādiem aizsarglīdzekļiem.....	145
Tabula 3.14. Koku stumbru apstrādes darbu produktivitāte un aizsarglīdzekļa patēriņš.....	146
Tabula 3.15. Priežu aizsargāšanas ar aitas vilnu produktivitāte	149

Anotācija

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

Pētot mežaudžu atjaunošanas tehnoloģijas, skaidrota stādmateriāla (kailsaknis, kailsaknis ar uzlabotu sakņu sistēmu, ietvarstāds) un augsnes/stādvietas sagatavošanas veida (vaga, pacila) mijiedarbība, atjaunojot četru saimnieciski nozīmīgāko koku sugu (P, E, B, Ma) mežaudzes. Aktualizētas stādījumu shēmas – uzlabots parauglaukumu dizains - no trīs 25m² uz diviem 50 m² parauglaukumiem. Uzskaitīti un uzmērīti piecas veģetācijas sezonas auguši stādītie koki (2017. un 2018. gada pavasarī stādītie koki), vērtēti arī koku stumbru un vainagu bojājumi un to veidi. Atsedzot koku sakņu kaklu, ievākti dati par koku balstsakņu izvietojumu un augšanas virzieniem, atkarībā no tā, kādā veidā sagatavotās stādvietās tie auguši. Ierīkoti izmēģinājumi stagnējošu kokaudžu papildināšanā un atjaunošanā, ieviešot stādvietas sagatavošanas paņēmieni - apvērsta velēna. Turpmākajos gados tiks salīdzināta stagnējošu priežu audžu papildināto stādījumu apvērstās velēnās, pacilās, nesagatavotā augsnē augšana. Lubānas iecirknī bojāgājušo egļu audžu vietā atjaunotajās jaunaudzēs uzstādīti evapo-transpirācijas modeļu precizēšanai nepieciešamie mērinstrumenti – automātiskie datu uzkrājēji – sensori. Atlasīti validācijas nogabali, kuros situācija dabā salīdzināma ar modeli aprēķināto, tajos ierīkoti ilglaicīgo novērojumu laukumi, tai skaitā aprīkoti ar caurspīdīgām caurulēm nedestruktīvai sakņu sistēmas attīstības izpētei. Pētītas vienlaicīgas stādīšanas un stādvietas/ sējvietas ielabošanas iespējas. Vērtēta arginīna fosfātu saturoša biostimulanta ArGrow un Startup “Silvibio” sēklu apvalkošanas preparātu ietekme uz priežu stādu attīstību. Egļu audžu atjaunošanas un audzēšanas paņēmieni kūdreņos novērtēšanai uzmērītas IV-VI vecumklases audzes, kas jau iepriekš apsekotas egļu bruņuts bojājumu pētījumu kontekstā. Secināts, ka visās mežaudzēs ir ļoti zema augsnes vides reakcija un elektrovadītspēja. Tas nozīmē, ka skābā kūdras augsnē eglēm ir apgrūtināta vairāku elementu uzņemšana un arī kopējais pieejamo augu barošanas nodrošinošo minerālelementu saturs ir zems. Vērtējot uzmērīto koku radiālo augšanu, secināts, ka, savulaik papīrmalkas ražošanai ierīkotajos, sabiezinātajos stādījumos egļu radiālie pieaugumi ir mazāki, sākot ar piekto desmitgadi, pirmos 40 gadus egles augušas labi.

Turpinās meža atjaunošanas, jaunaudžu agrotehnikas un sastāva kopšanas darbu mašinizācijas iespēju izpēti. Šobrīd galvenā uzmanība pievērsta meža atjaunošanas darbu mašinizācijai stādot – tiek meklēti jauni risinājumi darbu ražīguma kāpināšanai un veikts esošās prakses rezultātu monitorings. Pabeigta mašinizētās stādīšanas darba laika patēriņa uzskaites 2021./22.gada rezultātu analīze. Galvenais secinājums – darbu tempu visvairāk ietekmē platības pārredzamība (aizzēlums un paauga). Kā papildus darbs veikts mašinizētas mežaudžu sēšanas un sēklu apstrādes efekta novērtējums. Noskaidrots, ka sēklu apstrādes tehnoloģija pilnveidojama. 2022. gada veiktā apstrāde nebija pietiekami noturīga, lai apvalkotas sēklas varētu sēt mašinizēti. Nav novērota viennozīmīga sēklu apstrādes ietekme uz sēklu dīdžību, tā pozitīva tikai 1 cm dziļumā sētām sēklām. Sadarbībā ar agrotehnikas kopšanas pakalpojumu sniedzējiem uzsākti mašinizēti stādīto jaunaudžu kopšanas darbu laika patēriņa pētījumi, vērtējot, kā aizzēlums un citi faktori ietekmē agrotehnikas kopšanas darbiem patērējamo laiku.

Tehnoloģijas jaunaudžu aizsardzībai ir aktuāls izpētes temats, ņemot vērā, ka gan klimatiskie apstākļi, gan saimniekošanas paņēmieni ir bijuši labvēlīgi, lai notiktu strauja meža kaitēkļu savairošanās. Gadā iespējama vairāku kukaiņu paaudžu attīstība, ir pietiekama briežu dzimtas dzīvnieku barības bāze, netiek praktizētas intensīvas kaitēkļu apkarošanas metodes, nomedīto dzīvnieku skaits ir mazāks par populāciju pieaugumu. Sakarā ar to, ka aizvien mazāk insekticīdu ir atļauts lietot meža koku aizsardzībai, ir aktuāla metodikas izstrāde priežu smecernieku bojājumu risku identificēšanai un novēršanai, izmantojot dabas procesos balstītus risinājumus vai mehāniskus augu aizsardzības līdzekļus. Uzsākti testi jaunu stādāmā materiāla apstrādes un aizsargāšanas pret priežu smecernieku radītiem bojājumiem un, vienlaikus, arī aizsardzībai pret briežu dzimtas apkodumiem, grauzējiem piemērotu dubultiedarbojošos metožu ieviešanā. Turpinot pētījumus mežsaimniecības un medību saimniecības līdzsvaram, uzsākta vasarā un ziemā pieejamās dzīvnieku barošanās bāzes

apkodumu izpēte. Barības bāzes izmantošana analizēta uzskaitot apkosto veģetāciju - krūmus un sīkrūmus neiežogotā platībā, apsekotas arī iežogotās un tām piekļaujošās teritorijās. Sagatavots apkopojums par medījamo dzīvnieku izplatību un dinamiku Latvijas teritorijā. Briežu dzimtas dzīvnieku radīto postījumu ekonomiskās ietekmes mežsaimniecības ciklā vērtēšanai, mežaudzēs uzskaitīti stumbra kvalitāti pazeminošie bojājumi. Ievākti dažādi bojātu stumbru paraugkoku nogriežņi, lai skaidrotu bojājuma ietekmi uz iegūstamo kokmateriālu veidu iznākumu un kvalitāti. Pabeigts pētījums par mehāniskās aizsardzības līdzekļa - plastikāta spirāles - iespējamo ietekmi uz stumbra mikroklimatu – noskaidrots, ka zem spirāles temperatūra ir augstāka, tomēr atšķirības nav tik lielas, lai varētu ietekmēt stumbra un mizas attīstību. Uzsākti jaunu mehāniskās iedarbības repelentu Epsom, JifteB un kārstas aitu vilna testi.

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.

When researching forest regeneration technologies, the choice of the optimal combination of planting material and soil preparation method for regenerating of economically important tree species (P, E, B, Ma) is explained. In the first half of the year, the sites for measurements were updated – by improving of design of the sample plots - from three 25 m² to two 50 m² sample plots. The trees planted before 5 years were measured, the damage to tree trunks and crowns and their types were also evaluated (seedlings planted in the spring of 2017 and 2018). Data on the arrangement and growth directions of the supporting roots of the trees, depending on how they grew in the prepared planting sites were actualized. Trials in the replenishment and restoration of slow growing pine forest stands by introducing the technique of preparing the planting site - inverted sod was done. In the following seasons, the growth of pine seedlings in overturned turf/inverted sod, raised, unprepared soil will be monitored and compared. The creation of evapotranspiration models for the regenerated young trees of the decayed spruce stands in the Lubāna area has been started. Selected validation areas where the situation in real life will be compared with the one calculated in the model. Possibilities of simultaneous planting and improvement of the planting site/sowing site were studied. The effect of biostimulants ArGrow and Silvibio seed coating on the development of pine seedlings was evaluated- no effect exclude in dept of 1cm.. Improving the methods of restoration and cultivation of spruce stands in peatlands surveying of 4-6 age class tree stands has been started, also evaluating soil properties for surveying. It was concluded that all forest stands have very low soil pH and electrical conductivity. What is the significance of the fact that in acidic peat soil it is difficult for spruce to take in several elements and also the total provision of available mineral elements providing plant nutrition is low. Trees grow well first forty years and then growth rate slow down.

Research of the possibilities of mechanization of forest restoration, cleaning and tending continues. Currently, the main focus is on the mechanization of forest restoration work during planting - new solutions are being sought to increase the productivity of the work and monitoring of the results of the existing practice has been started. This report includes the update of the 2021 -2022 results of the mechanized planting productivity time accounting and analysis. The main conclusion – the work is most affected by areas – transparency – congestion. As additional work there is an evaluation of the effect of mechanized sowing. It was found that the technology of seed processing needs to be improved, the seed coating carried out in 2022 was not durable enough so that coated seeds could be sown by machine. No effect of seed treatment on seed germination was observed, exclude depth 1 cm.. Cooperation with young stand cleaning and tending service providers has been initiated in order to assess the time spent on agrotechnical maintenance of mechanized planted areas, in connection with the location of the planting spots - vegetation and the age of the stand.

Technology for the protection of juvenile trees is a very relevant topic of research, considering that both climatic conditions and management techniques have been favorable for the rapid multiplication of forest pests. The development of several generations of insects is possible in a year, there is a sufficient food base for animals of the ungulates, intensive pest control methods are not practiced, the number of hunted animals is less than the natural increase. Due to the fact that fewer and fewer insecticides are allowed to be used for the protection of forest trees, the actual development of a methodology for identifying and preventing the risks of damage by the large pine weevil using solutions based on natural based products repelents for plant protection. Tests are underway for the introduction of new double-acting methods of processing and protecting planting material against damage caused by the pine weevil and at the same time protecting against browsing by deer and rodents. Continuing the research for the balance of forestry and hunting farms, the study of the browsing of the animal nutrition base available in summer and winter has been started. The use of the fodder base is intended to be studied in the fenced and adjacent areas of vegetation - bushes and shrubs. A compilation analysis has been prepared about the distribution of game animals in the

territory of Latvia. The economic impact of damage caused by deer in the forestry cycle is expected to be evaluated by analyzing the impact of damage that lowers the quality of the trunk on the yield of the types of timber to be obtained. Research continues on the possible effects of the mechanical protection agent - plastic spiral on the microclimate of the trunk. Tests of new mechanical repellents Epsom, Jifte B and sheep wool were established.

Pārskatā izmantotie saīsinājumi

AG – arginīna fosfātu saturošs biostimulants arGrow Granulat

PA (cietām Pa) - pacila

V- vāga

K - kontrole

E - egle

B - bērzs

P – priede

Ma – melnalksnis

MPS – Meža pētīšanas stacija

MT – meža tips

UV – Valsts meža dienesta medījamo dzīvnieku uzskaites vienība

LVM – akciju sabiedrība ‘‘Latvijas valsts meži’’

LVMI Silava – Latvijas Valsts mežzinātnes institūts ‘‘Silava’’

VMD - Valsts meža dienests

1. Mežaudžu atjaunošanas tehnoloģijas

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

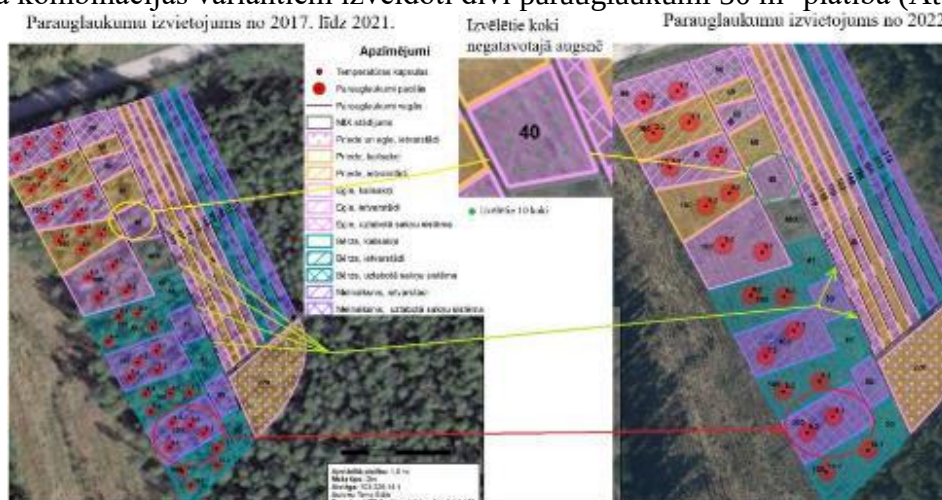
Paredzētās aktivitātes: Pavasarī atkārtoti apsekot/uzmērīt iepriekšējā pētījumu programmā 2017. gadā ierīkotos eksperimentālos stādījumus – uzskaitīt koku bojājumus, uzmērīt augstumus, caurmērus (6 nogabali -703-208-28.2; 703-208-28.1.; 703-226-14.1; 703-226-14.2; 610-19-9/7. Apsekot 2018.gadā ierīkotos stādījumus – noteikti koku bojājumi, aprēķināt saglabāšanos (8 nogabali -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). Ievākt datus no augsnē ievietotajiem temperatūras sensoriem un uz kokiem uzstādītajām pieauguma lentām. Rezultāts: Ierīkoti jaunie parauglaukumi, atlasīti izpētes koki negatavotā augsnē. Uzskaites datu kopsavilkums. Uzmērījumu datu analīze.

Veikti lauka un kamerālie darbi atbilstoši plānotajam. Atjaunoti un paplašināti parauglaukumi visos 14 nogabalos, negatavotā augsnē atzīmēti katrā variantā mērāmie koki. Eksperimentālajos stādījumos uzmērīti koki (augstums, caurmērs). Noteikts balstsakņu sistēmas izvietojums Ks nogabalā 604-342-8 un Dms nogabalā 604-175-13, atsedzot saknes pieciem kokiem katrā variantā 1 m rādiusā. Ievākti augsnes temperatūras un egļu radiālās augšanas dati. Veikta iegūto datu statistiskā analīze.

Stādmateriāla un augsnes sagatavošanas veida optimālas kombinācijas izvēle, atjaunojot ar saimnieciski nozīmīgām koku sugām, augsnes temperatūras svārstības un to ietekme uz koku augšanu

Darba mērķis. Novērtēt iepriekšējā periodā ar dažādiem atjaunošanas paņēmieniem izveidoto E, P, B un Ma audžu augšanas gaitu, vērtējot dažādi sagatavoto stādvieta un ar dažādām tehnoloģijām izaudzētā stādmateriāla veida savstarpējo kombināciju rezultātu – stādīto koku augšanu 5 gadus pēc to iestādīšanas.

Materiāls un metodika. Visās 14 jaunaudžu platībās ir atjaunotas pētījuma “Meža atjaunošanas, ieaudzēšanas un kopšanas pētījumu programma” (2016–2020) ietvaros, 2022. gadā ierīkoti ilgtermiņa parauglaukumi, LVMI Silava meža atjaunošanas, ieaudzēšanas un kopšanas radošā grupa turpināja izpētes darbus. Katrā no augsnes gatavošanas veidu pacilas (PA) vai vagas (V) un stādmateriāla kombinācijas variantiem izveidoti divi parauglaukumi 50 m² platībā (Att. 1.1).



Att. 1.1. Shematisks attēlojums, kā izvietoti jaunie parauglaukumi un izvēlēti koki negatavotajā augsnē pētījuma platībās¹.

¹ kartes atrodamas mapē “MAIKATPP-pielikumi”- <https://failiem.lv/u/2azkjums3?ak=d4566>

Platību daļās, kur koki stādīti pacilās, ierīkotie parauglaukumi ir apļveida, ar rādiusu 3,99 m. Katra parauglaukuma centrs atzīmēts ar 1,5 m garu plastikāta cauruli un augsnē ievietotu metāla stienīti, lai varētu atrast centru, ja centra atzīme pazūd. Papildus atzīmēts pirmais mērāmais koks virzienā uz ziemeļiem no centra. Platību daļās, kur augsne gatavota vagās, ierīkoja parauglaukumus joslās, tā ka tajos ir ietvertas dubultvagu abas puses. Parauglaukumus izvietoja, lai 50 m² parauglaukumā iekļautos iepriekšējos gados uzmērītie 25 m² parauglaukumi. Jaunaudzēs, kur koki stādīti arī bez augsnes gatavošanas, pēc nejaušības principa izraudzījās 10 iepriekš nebojātus kokus turpmākai uzmērīšanai, kokus sanumurēja un atzīmēja ar 1 m garām plastikāta caurulēm.

Maija sākumā 2017. gadā ierīkotajos sešos pētījuma nogabalos un novembrī 2018. gadā ierīkotajos astoņos pētījuma nogabalos mērija kokus iepriekš ierīkotajos parauglaukumos un “paraugkokus” negatavotajā augsnē (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; 0610-19-9/7; 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; 0610-19-9/7; 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	0610-19-9/7	Klīves
B	kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu	2017., 2018.	Dms, Ks, As	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	Zilokalnu, Klīves
	ietvarstādi	2017., 2018.	Dms, Ks, As	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	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; 0610-19-9/7; 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; 0610-19-9/7; 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; 0610-19-9/7; 604-342-8; 604-175-13; 604-511-3; 604-513-1/2/3; 604-174-5; 604-375-5	Zilokalnu, Klīves
P	kailsakņi	2017., 2018.	Dms, Ks, As, Av	703-208-28,2; 703-208-28.1; 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; 707-17-14; 707-28-2	Zilokalnu, Klīves
	pirmās aprites ietvarstādi	2017., 2018.	Dms, Ks, As, Av	703-208-28,2; 703-208-28.1; 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; 707-17-14; 707-28-2.	Zilokalnu, Klīves

	otrās aprites ietvarstādi	2017., 2018.	Av, Ks	703-208-28,2; 703-208-28.1; 707-17-14; 707-28-2.	Zilokalnu
	divgadīgi ietvarstādi	2017. 2018.	Av, Ks	703-208-28,2; 703-208-28.1; 707-17-14; 707-28-2.	Zilokalnu

Katram kokam noteica tā augstumu un pieaugumu, ja tas bija iespējams, kā arī uzmērīja sakņu kaklu caurmēru skuju kokiem (P, E), bet lapu kokiem (B, Ma) caurmēru 1,3 m augstumā. Katram kokam noteica, vai tam ir kādi galotnes, zaru un mizas bojājumi, kā arī uzskaitīja izkritušos kokus, lai varētu aprēķināt saglabāšanos. Kopā apsekoja 8223 kokus.

LVM Ziemeļkurzemes reģiona Ks un Av nogabalos ierīkotie P atjaunošanas izmēģinājumi (Att. 1.2) sagrupēti četrās grupās: kailsakņi, ietvarstādi, otrās aprites ietvarstādi (ietvarstādi (II)), divgadīgi ietvarstādi (2/0I) (Tabula 1.2), jo 2019.-2020. gada izpētes darbos secināts, ka stādu apstrāde kokaudzētavā un/vai uzglabāšanas veids ziemas periodā neietekmēja to augšanas gaitu un saglabāšanos, kas apstiprinājās arī šajā veģetācijas sezonā.



Att. 1.2. 2017. gada maijā ierīkotajās jaunaudzēs, LVM Ziemeļkurzemes reģiona Zilokalnu iecirknī Av (pa kreisi) un 2018. gada maijā ierīkotajās jaunaudzēs Ks (pa labi) ierīkoto izmēģinājumu stādījumu shēmas (dizains)²

Tabula 1.2. Dažādo P stādmateriāla veidu/audzēšanas tehnoloģiju sadalījums četrās grupās

Stādmateriālu veids	Izvēlēta grupa
Divgadīgi kailsakņi	Kailsakņi
Pirmās aprites ietvarstādi	Ietvarstādi (I)
Pirmās aprites, garās nakts ietvarstādi	
Pirmās aprites ietvarstādi ar Conniflex	
Pirmās aprites ietvarstādi ar Trico	
Pirmās aprites ietvarstādi ar Trico un glabāti saldētavā	
Pirmās aprites, garās nakts ietvarstādi ar Trico	Ietvarstādi (II)
Pirmās aprites, garās nakts ietvarstādi ar Conniflex, kas uzglabāti saldētavā	
Otrās aprites ietvarstādi	
Otrās aprites ietvarstādi ar Trico	
Otrās aprites ietvarstādi un glabāti saldētavā	Ietvarstādi (2/0I)
Otrās aprites ietvarstādi ar Trico un glabāti saldētavā	
Divgadīgi ietvarstādi	
Divgadīgi ietvarstādi ar Trico	
Divgadīgi ietvarstādi ar Trico kas uzglabāti saldētavā	

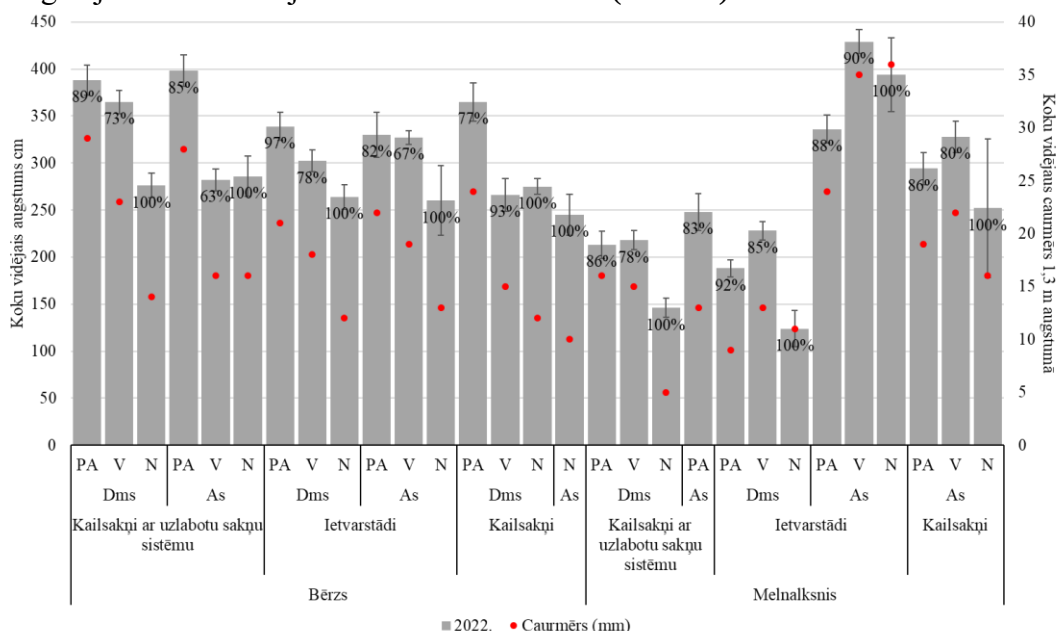
^{1,2} kartes atrodamas mapē “MAIKATPP-pielikumi”- <https://failiem.lv/u/2azkjums3?ak=d4566>

Koku saglabāšanos, atkarībā no stādmateriāla un augsnes gatavošanas veida, izteica procentos.

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). Dms (703-226-14.1) ir izvietoti ONSET koku radiālā pieauguma sensori. Temperatūru fiksē reizi stundā. 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).

Rezultāti - Stādīto koku augšanas rādītāji

2017. gadā ierīkotajos stādījumos piecas veģetācijas sezonas pacilās augošajiem bērziem abos meža tipos vidējais caurmērs bija būtiski ($p < 0,05$) lielāks kā tiem, kuri auga vagās vai negatavotā augsnē, bet pacilās augošajiem melnalkšņiem tas bija līdzīgs vai pat mazāks, salīdzinot ar vagās un negatavotā augsnē augošajiem. Bērziem kailsakņi un kailsakņi ar uzlaboto sakņu sistēmu ir sasnieguši lielāku vidējo augstumu kā ietvarstādi. Melnalkšņiem lielāku augstumu ir sasnieguši ietvarstādi, salīdzinot ar kailsakņiem, šaurlapju ārenī, kur kailsakņus ar uzlabotu sakņu sistēmu iestādīja gadu vēlāk, jo stādīšanas gadā nebija pieejams stādmateriāls. Saglabāšanās rādītāji negatavotā augsnē nav vērtējami, jo tikai šogad negatavotā augsnē izraudzījās 10 veselos kokus, bet iepriekš apsekoja visus kokus. Bērzu saglabāšanās rādītāji ir labāki, ja tie bijuši iestādīti pacilās, izņēmums ir kailsakņi Dms nogabalos. Bērzu saglabāšanās svārstās no 70% līdz gandrīz 100%. Melnalkšņiem konstatētas saglabāšanās atšķirības starp meža tipi, jo As audzēs vairāk dzīvu koku bija vagās, bet Dms jaunaudzēs pacilās, ko var skaidrot ar lielākiem agrotehniskās kopšanas bojājumiem pirmajos gados, bet jebkurā gadījumā ir izdzīvojuši 80% un vairāk koku (Att. 1.3).

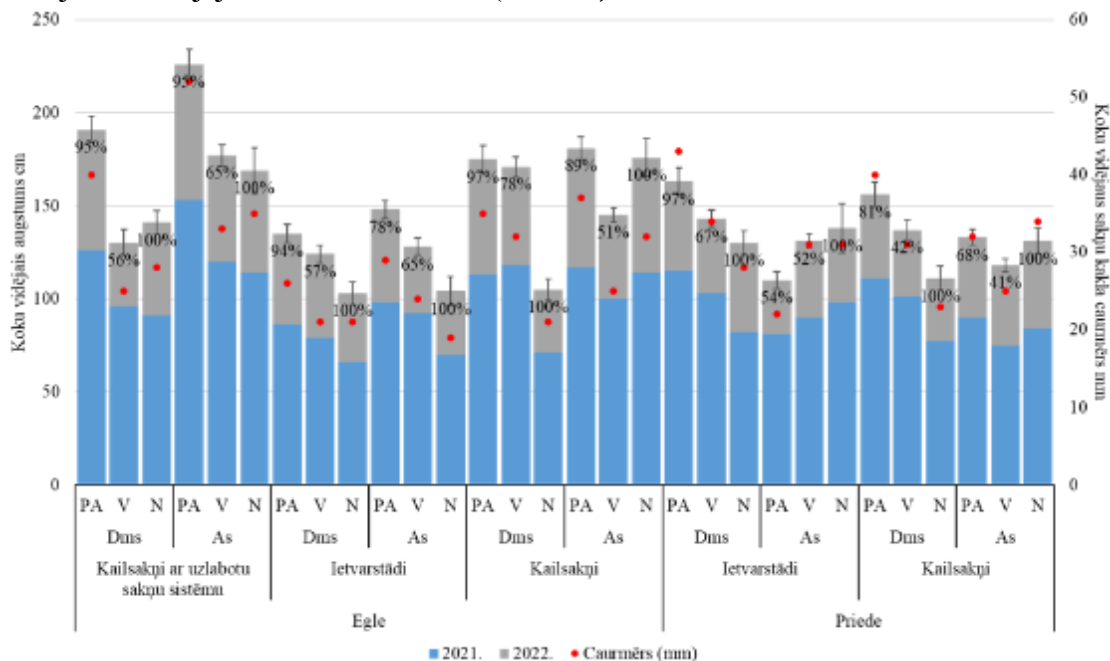


Att. 1.3. Lapu koku vidējais augstums, caurmērs 1,3 m augstumā un saglabāšanās (izteikta skaitliski %) jaunaudzēs slapjā damaksnī (Dms) un šaurlapju ārenī (As), ierīkotos izmēģinājumu stādījumos (PA – stādvieta pacilā, V – stādvieta vaga)

Pēc piecām augšanas sezonām E sasniegušas lielāku vidējo augstumu, ja tās stādītas pacilās (kailsakņiem ar uzlaboto sakņu sistēmu atšķirības bija statistiski būtiskas $p < 0,05$). Pacilās augošajiem

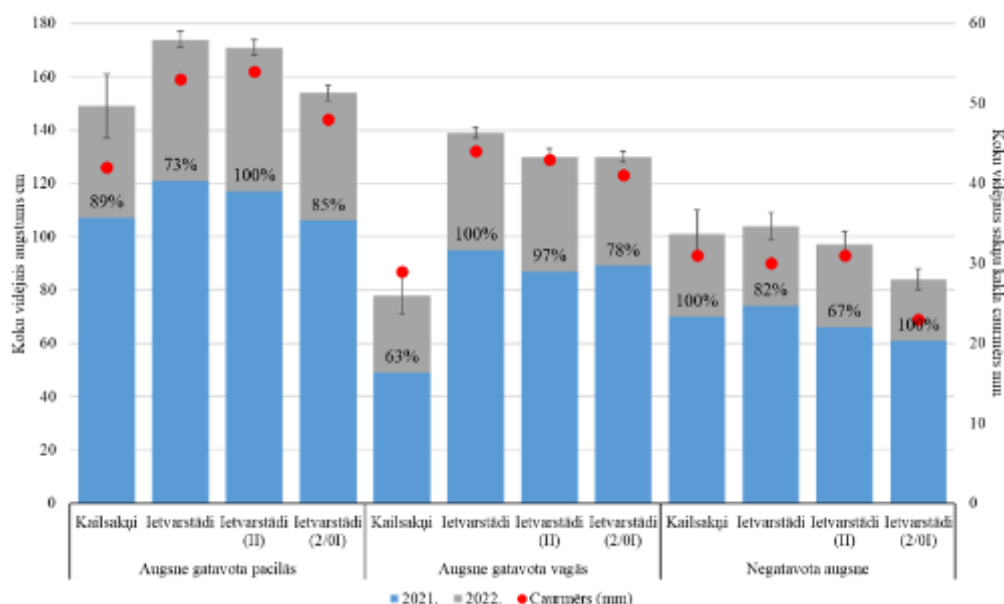
kokiem sakņu kakla caurmērs ir būtiski lielāks abos meža tipos, visiem trim stādmateriāla veidiem. Gan kailsakņi, gan kailsakņi ar uzlaboto sakņu sistēmu vidēji ir augstāki kā ietvarstādi. P konstatēta tāda pati sakarība Dms nogabalos, ka gan augstums, gan sakņu kakla caurmērs ir lielāks pacilās, un neapstrādātā augsnē viszemākais, bet As tipā ir pretēja sakarība, bet tā ir skaidrojama ar lielo bojāto koku skaitu tieši pacilās, ko izraisījuši gan briežu dzimtas dzīvnieki, gan pirmajos gados agrotehniskā kopšana.

Saglabāšanās gan E, gan P bija būtiski labāka pacilās, salīdzinot ar vagām, izņemot P As tipā, kas skaidrojams ar bojājumu lielo intensitāti (Att. 1.4).



Att. 1.4. Skuju koku vidējais augstums, sakņu kakla caurmērs un saglabāšanās (izteikta skaitliski %) jaunaudzēs slapjā damaksnī (Dms) un šaurlapju ārenī (As), ierīkotos izmēģinājumu stādījumos (PA – stādvieta pacilā, V – stādvieta vaga)

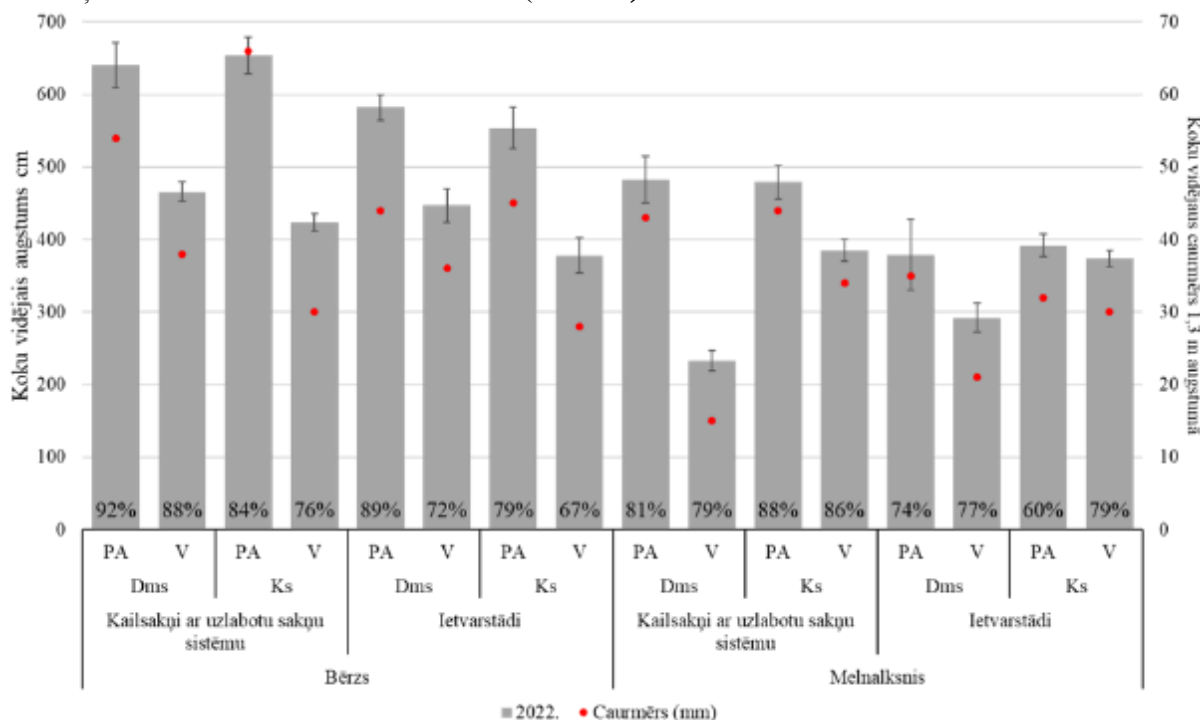
Ziemeļkurzemes P Av nogabalos pēc piecām augšanas sezonām būtiski lielāku augstumu sasnieguši koki, kas stādīti pacilās, tiem arī sakņu kakla caurmērs ir būtiski lielāks ($p < 0,05$). Pirmās aprites ietvarstādi ir auguši labāk, salīdzinot ar otrās aprites un divgadīgajiem ietvarstādiem, bet atšķirības ir nebūtiskas, un kailsakņiem ir fiksēts vismazākais vidējais augstums. Sakņu kakla caurmēram šajās platībās ir tā pati sakarība - pacilās augošajiem tas ir lielāks. Saglabāšanās ir bijusi līdzīga abos augsnes gatavošanas veidos, un vagās pirmās aprites ietvarstādi ir pat labāk saglabājušies. Visvairāk gājuši bojā ir kailsakņi vagās (Att. 1.5).



Att. 1.5. 2017. gada pavasarī LVM Ziemeļkurzemes reģionā viršu āreņos (703-208-28,2; 703-208-28.1) stādīto P vidējais augstums, sakņu kakla caurmērs un saglabāšanās (izteikta skaitliski %)

2018. gadā ierīkotajos stādījumos pēc piecām veģetācijas sezonām visos variantos vidējais caurmērs ir būtiski ($p < 0,05$) lielāks pacilās gan bērziem, gan melnalkšņiem, izņēmums ir melnalkšņu ietvarstādi šaurlapju kūdreņos, kur atšķirības nav būtiskas. Arī koku vidējais augstums ir lielāks pacilās stādījumiem, it sevišķi bērzu kailsakņiem ar uzlaboto sakņu sistēmu, kur vidējā starpība tuvojas diviem metriem. Savstarpēji salīdzinot stādmateriāla veidus, abu sugu ietvarstādiem vidējais augstums bija mazāks kā kailsakņiem ar uzlaboto sakņu sistēmu, kas īpaši izpaudās pacilās augošajiem kokiem, bet vagās atšķirības starp stādmateriāla veidiem nav tik ļoti izteikta.

Bērziem abos mežu tipos un abiem stādmateriāla veidiem saglabāšanās ir labāka pacilās, bet melnalkšņiem nav konstatēta šāda sakarība (Att. 1.6).

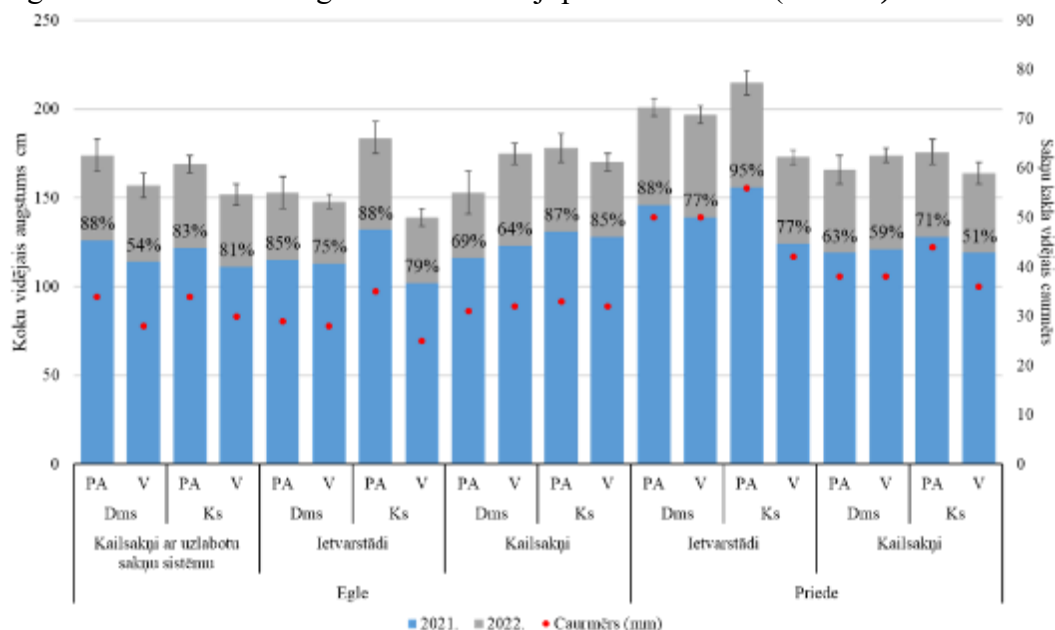


Att. 1.6. Lapu koku vidējais augstums, caurmērs 1,3 m augstumā un saglabāšanās (izteikta skaitliski %) jaunaudzēs slapjā damaksnī (Dms) un šaurlapju kūdreņa (Ks), ierīktos izmēģinājumu stādījumos (PA – stādvieta pacilā, V – stādvieta vāga).

Sakņu sistēmas attīstības un virziena noteikšana

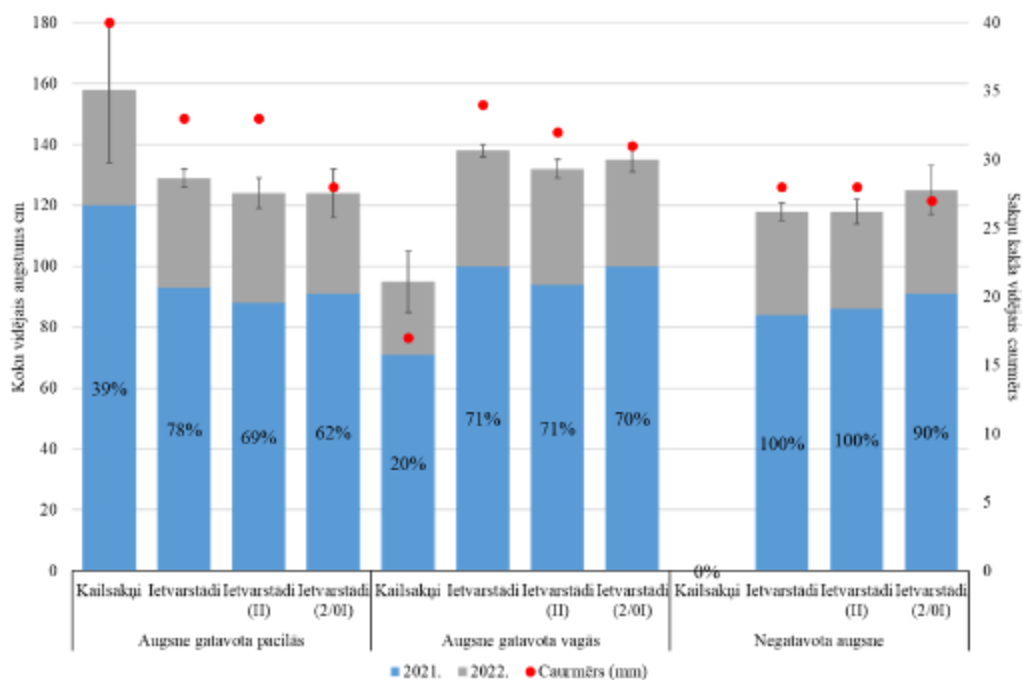
Skuju kokiem šajās pašās audzēs konstatēja līdzīgas tendences, bet ne tik ļoti izteiktas, kā lapu kokiem. Pacilās būtiski lielāks vidējais augstums fiksēts tikai egles un priežu ietvarstādiem Ks nogabalos, bet jebkurā gadījumā kopējā tendence ir tāda, ka pacilās ir lielāks koku augstums, lai gan ir izņēmums, egļu kailsakņi Dms nogabalos ir labāk auguši vagās. Ar sakņu kakla caurmēru ir līdzīgi, kopējā tendence, ka pacilās tas ir lielāks, bet nav tik izteikti būtiskas atšķirības, un vairākos variantos, tādos kā egļu kailsakņiem abos meža tipos, priežu kailsakņiem Dms tipā vidējais sakņu kakla caurmērs ir vienāds.

Koku saglabāšanās dati ļauj secināt, ka lielāka iespēja kokam izdzīvot, ja tas ir iestādīts pacilā, jo abām sugām visos variantos saglabāšanās rādītāji pacilās ir labāki (Att. 1.7).



Att. 1.7. Skuju koku vidējais augstums, sakņu kakla caurmērs un saglabāšanās (izteikta skaitliski %) jaunaudzēs slapjā damaksnī (Dms) un šaurlapju ārenī (As), ierīkotos izmēģinājumu stādījumos (Pa – stādvieta pacilā, V – stādvieta vāgā).

2018. gadā ierīkotajos priežu stādījumos šaurlapju kūdreņos iegūtie rezultāti sākotnēji šķiet ļoti pretrunīgi, jo, atskaitot kailsakņus, lielāki vidējie augstumi konstatēti kokiem vagās. Negatavotā augsne tie auguši līdzīgi, kā pacilās, bet tas ir skaidrojams ar ļoti lieliem briežu dzimtas dzīvnieku radītiem postījumiem pēc pirmās un otrās veģetācijas sezonas, kad jaunos dzinumus apkoda pat līdz 80% no iestādītajiem stādiem, kas ir iemesls negatīvai izlasei. Kaut arī augšanas gaitas analīzē iekļauti tikai koki bez galotnes dzinuma bojājumiem, jāņem vērā, ka apkostie sānu zari arī var būt ietekmējuši augšanas gaitu, pastāv pieņēmums, ka galotnes apkož spēcīgāk augušiem stādiem (Att. 1.8).

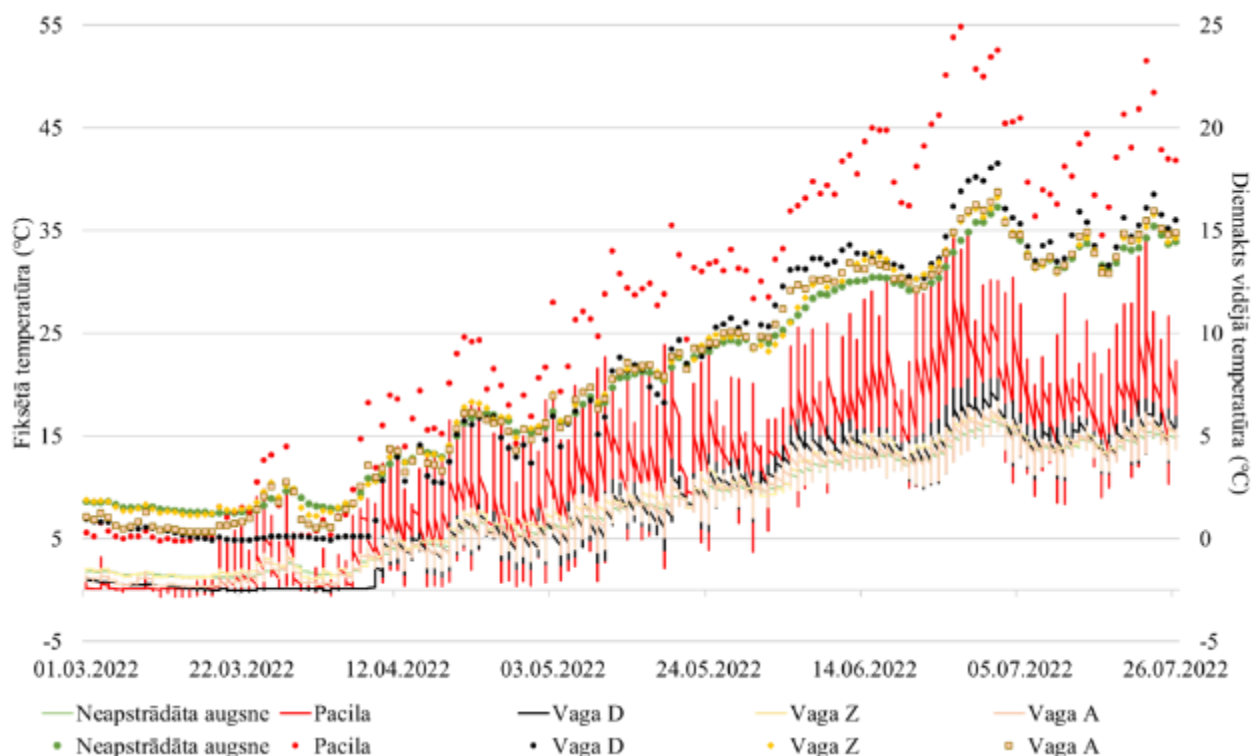


Att. 1.8. 2018. gada pavasarī LVM Ziemeļkurzemes reģionā šaurlapju kūdreņos (707-17-14; 707-28-2) stādīto P vidējais augstums, sakņu kakla caurmērs un saglabāšanās (izteikta skaitliski %)

Priežu stādu saglabāšanās rezultāti starp abiem augsnes gatavošanas veidiem ir līdzīgi, lai gan koku zari ir bijuši apkosti, kopējā saglabāšanās ir ap 70%. Būtiski mazāk ir saglabājušies priežu kailsakņu stādi, attiecīgi 39% pacilās un tikai 20% vagās. Kā jau iepriekš ir minēts, negatavotajā augsnē mērija tikai katrā variantā šajā pavasarī izraudzītos 10 kokus, līdz ar to koku saglabāšanos tajā nevar salīdzināt ar pacilās un vagās augošajiem.

Rezultāti - Stādvieta temperatūras 5 un 20 cm dziļumā dinamika

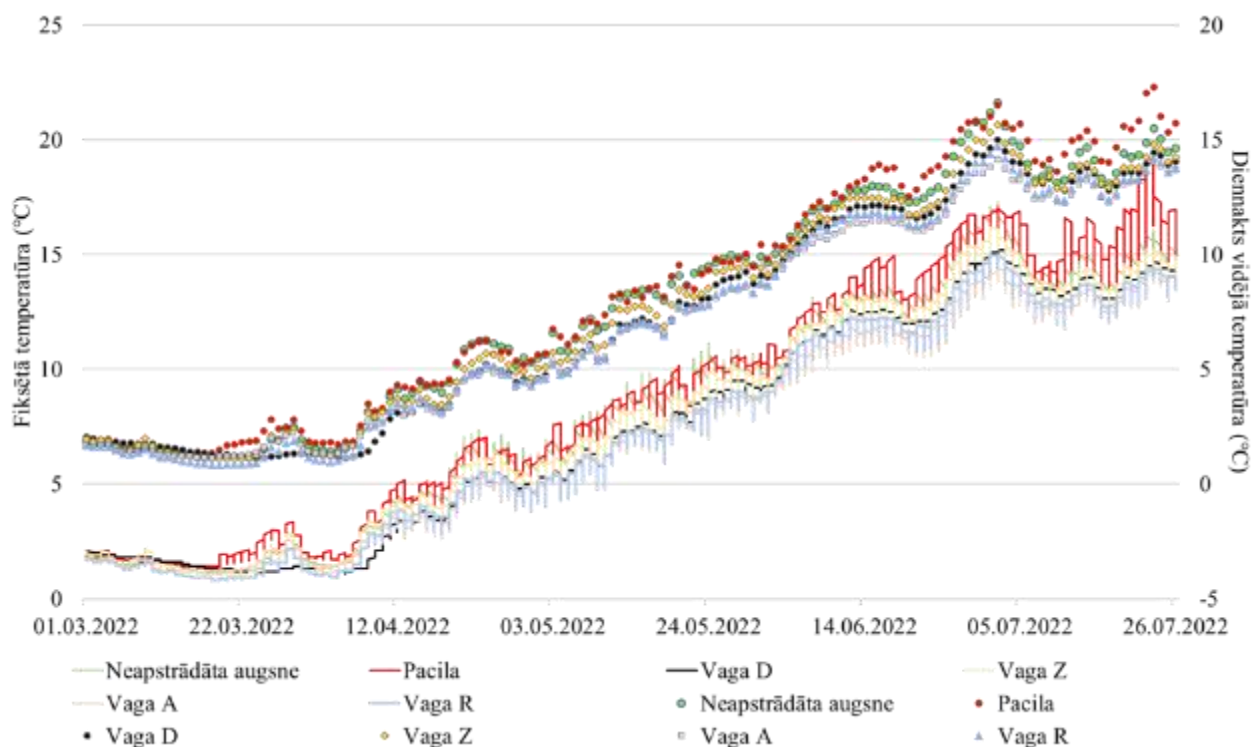
Sestajā gadā pēc stādīšanas vēlā rudenī un ziemas periodā temperatūra gan 5 cm, gan 20 cm dziļumā dažādi gatavotā augsnē, un dažādos virzienos vērsto vagu tiltiņos ir vienāda. Nelielas atšķirības novērojamas, gaisam kļūstot siltākam, un dienām paliekot garākām, kas ir aptuveni marta vidus. Šajā veģetācijas sezonā 5 cm dziļumā fiksēja būtiskas ($p < 0,5$) temperatūras atšķirības starp pacilu un pārējiem variantiem. Pacilas virskārta ātrāk sasilst, bet nakts laikā arī vairāk atdziest, bet, neskatoties uz to, tajā vidējā diennakts temperatūra ir visaugstākā, un sasniedz pat 25 °C, kad dienas laikā augsnes temperatūra pakāpjas pat līdz + 35 °C. Sākot no maija, arī vagā, kas vērsta pret dienvidiem vidējā diennakts temperatūra pieaug, salīdzinot ar pārējiem variantiem, kā arī diennakts svārstības ir izteiktākas. Neapstrādātā augsnē vidējā diennakts temperatūra 5 cm dziļumā ir salīdzinoši līdzīga kā vagā, kas vērsta pret ziemeļiem, ko var izskaidrot ar to, ka nakts laikā neapstrādātā augsne atdziest mazāk kā vagas tiltiņš. Vasaras periodā ir izteikti pozitīva korelācija starp dienas maksimālo temperatūru un diennakts vidējo (Att. 1.9).



Att. 1.9. Ik stundu fiksētā temperatūra (līnijas) un vidējā diennakts temperatūra (punkti) sadalījumā pa augsnes sagatavošanas veidiem 5 cm dziļumā (LVM Ziemeļkurzemes reģions, Av (703-208-28.2; 703-208-28.1))

Ja 5 cm dziļumā vēl pastāv būtiskas atšķirības starp pacilu un citiem variantiem, tad 20 cm dziļumā vairs tādu nav starp nevienu no variantiem. Augsnes temperatūra ir salīdzinoši līdzvērtīga, kas arī ir aprakstīts citos darbos, ka augsnes gatavošanas pozitīvais efekts saistībā ar temperatūru izbeidzas piektajā līdz sestajā gadā pēc koku iestādīšanas, ko var skaidrot ar to, ka pa šo laiku ir izveidojusies veģetācija, kas aiztur saules gaismu.

Lai gan atšķirības nav būtiskas, tā pat saglabājas tendence, ka pacilās ir augstāka maksimālā temperatūra, bet tās arī vairāk atdziest nakts laikā, tomēr vidējā diennakts temperatūra gada siltajā periodā ir lielāka, kā negatavotā augsnē un vāgu tiltiņos (Att. 1.10).



Att. 1.10. Ik stunda fiksētā temperatūra (līnijas) un vidējā diennakts temperatūra (punkti) sadalījumā pa augsnes sagatavošanas veidiem 5 cm dziļumā (LVM Ziemeļkurzemes reģions, Av (703-208-28.2; 703-208-28.1))

Interesanti, ka diennakts vidējā temperatūra dažbrīd negatavotā augsnē ir nedaudz lielāka, kā vagās. Pacilās 20 cm dziļumā +20 °C bija maksimums, un tajā brīdī vidējā diennakts temperatūra sasniedza +17 °C.

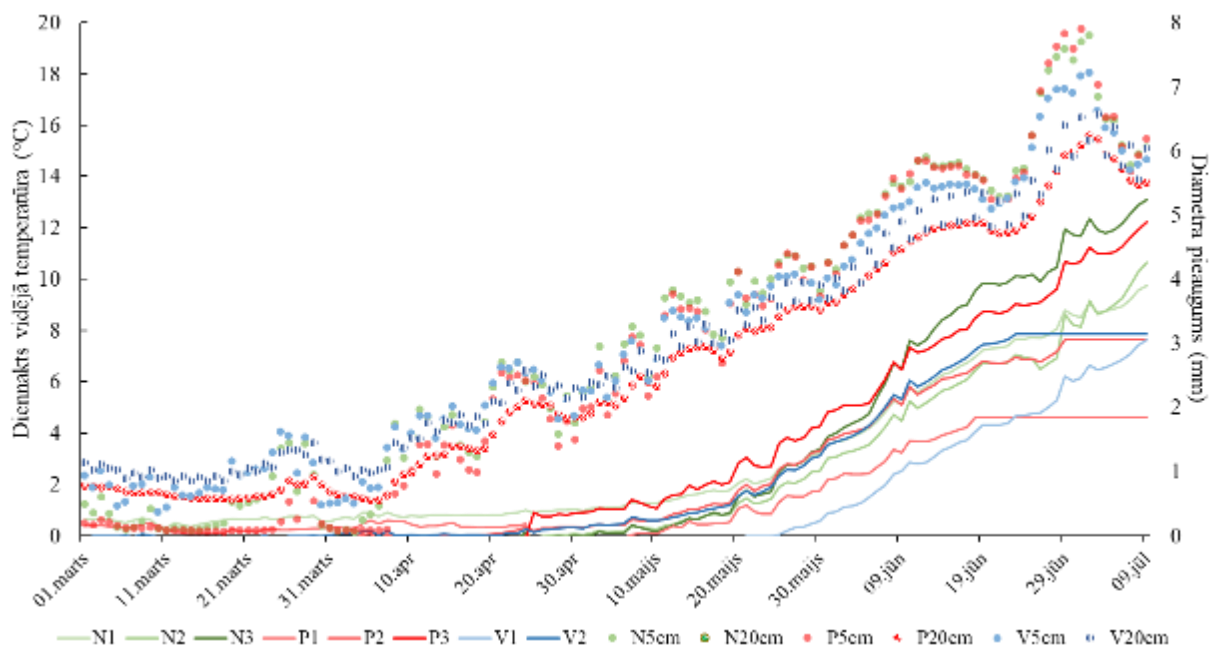
Krasās augsnes temperatūras svārstības pacilu virskārtā 5 cm dziļumā vairāk ietekmē konkurējošas veģetācijas attīstību, kavē sēklu dīgšanu un dīgļa attīstību, nekā pacilās stādīto koku sakņu sistēmu, šādas svārstības neveicina koku balstsakņu veidošanos augsnes virskārtā.

Rezultāti - Egļu radiālo pieaugumu dinamika dažādi sagatavotās stādīvietās

Līdzīgi kā ar temperatūru, arī radiālajā augšanā gada aukstajā un tumšajā periodā izmaiņas nenotiek un koki neaug. Radiālai augšanai ir nobīde laikā attiecībā pret augsnes temperatūras kāpumu aptuveni divas nedēļas. Ja temperatūra sāka paaugstināties ap 10. aprīli, tad egļu radiālā augšana sākās tikai ap 25. aprīli.

No 2.maija līdz 20. maijam konstatēja lēzenu radiālā diametra pieaugumu, tad līdz 7. jūnijam bija straujāka arumbra augšana, bet līdz 20. jūnijam strauja augšana, kas sasaucas ar temperatūras pieaugumu. Pēc tam 26. jūlijā stumbra radiālās augšanas gaita samazinās, kas sakrīt arī ar augsnes temperatūras pazemināšanos.

Tad sekoja straujš augsnes un gaisa temperatūras kāpums, kas ar nelielu laika nobīdi sasaucas arī ar radiālā pieauguma paātrināšanos. Kopsummā ir novērota cieša pozitīva korelācija starp temperatūras pieaugumu un radiālās augšanas gaitu (Att. 1.11).



Att. 1.11. Vidējās augsnes diennakts temperatūras un koku diametra izmaiņas egļu ietvarstādiem veģetācijas sezonas laikā (N, P, V - augsnes gatavošanas veids, ar līnijām atzīmēti dati no katra ONSET sensoriem, bet ar apliem diennakts vidējā temperatūra dažādos dziļumos)

Arī šajā nogabalā augsnes temperatūras atšķirības starp dažādiem augsnes gatavošanas veidiem ir maz izteiktas, kā arī nav iespējams viennozīmīgi pateikt, kādā stādīvietā egle radiāli aug straujāk. Turpmākiem pētījumiem ir nepieciešams lielāks koku skaits, tie veicami arī citām koku sugām.

Atziņas

Slapjajos damakšņos, kūdreņos un āreņos ierīkotajos izmēģinājumos pacilās stādītiem kokiem ir labāki radiālās augšanas rādītāji – skuju kokiem lielāks sakņu kakla caurmērs, lapu kokiem caurmērs 1,3 m augstumā.

Bērza un egles kailsakņu stādi ar uzlabotu sakņu sistēmu pacilās aug būtiski labāk, tiem ir lielāks radiālais un apikālais pieaugums.

Slapjajos damakšņos, kūdreņos un āreņos ierīkotajos izmēģinājumos nenovēroja sakarību starp stādīvietu un melnalkšņa stādu augšanas tempu, iespējams visi vides apstākļi bijuši pietiekoši piemēroti melnalksnim, lai tā augšanu būtiski neietekmētu augsnes gatavošana konkrētajos apstākļos.

Vagās ir mazāka nozīme izvēlētajam stādmateriāla veidam, dažāda stādmateriāla veida koku augšana atšķiras mazāk vai atšķirības ir nebūtiskas. Iespējams tās izpaužīsies vēlāk, kad būs sasniegts kumulatīvais efekts, jo vagās stādītie koki aug lēnāk.

Pacilās ir labāka stādīto koku saglabāšanās, ja tiek novērsti mehāniskie bojājumi, kas rodas agrotehniskās kopšanas laikā un tiek pasargāts no meža dzīvnieku radītajiem bojājumiem.

Priežu kailsakņi ir ievērojami jutīgāki kā pret stādīvietas izvēli, to saglabāšanās rādītāji ir zemāki, kā ietvarstādiem.

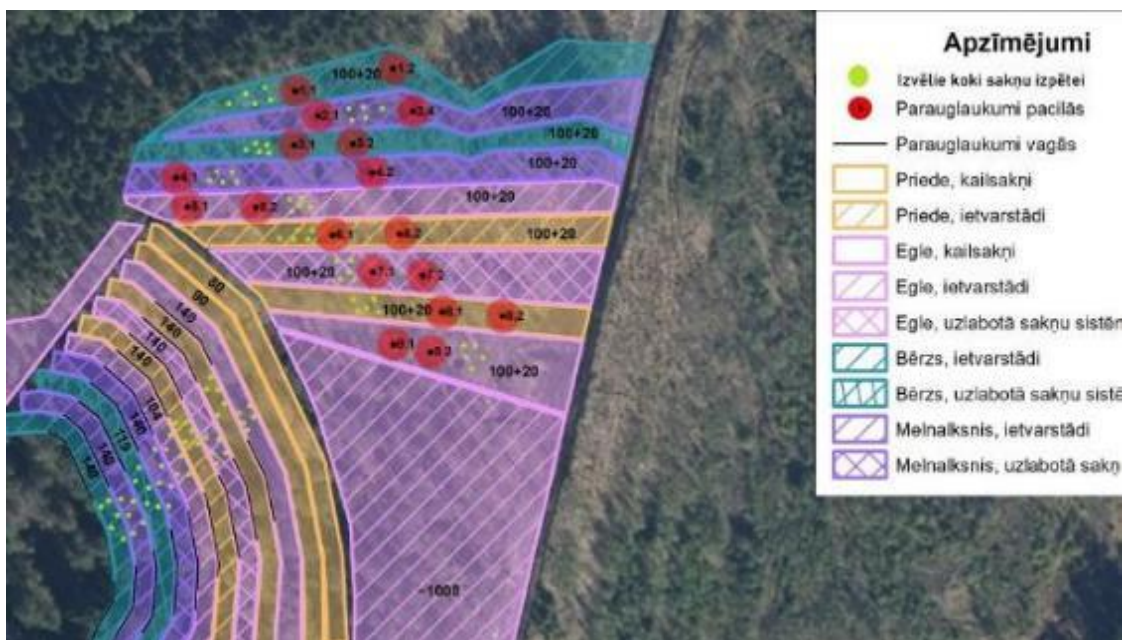
Sestajā gadā pēc koku stādīšanas augsnes temperatūras atšķirības starp dažādiem augsnes gatavošanas veidiem un vagu novietojumu pret debess pusēm vairs nav būtiskas 20 cm dziļumā, tās vēl pastāv virskārtā 5 cm dziļumā, tas saistāms ar veģetācijas un koku vainagu radīto noēnojumu.

Brīdī, kad egles ir sākušas radiāli augt, to augšanas ātrums pozitīvi korelē ar augsnes temperatūru. Turpmāk būtu papildus vērtējama arī tādu faktoru ietekme kā saules gaismas daudzums, dienas garums, u.c.

Stādvieta veida un koku balstsakņu attīstība

Darba mērķis. Novērtēt, vai un kā dažādi gatavota augsne/stādvietā ietekmē koku sakņu attīstības virzienu.

Materiāls un metodika. Divos nogabalos Ks 604-342-8 un Dms 604-175-13 jūlija beigās tika atrakta augsne ap koku sakņu kakliem, lai noskaidrotu balstsakņu attīstības virzienus (Att. 1.12).



Att. 1.12. Saknu izpētei izraudzīto koku izvietojums ārpus parauglaukumiem

Katrā no nogabaliem bija iestādīti deviņi stādmateriāla veidi divos augšnes gatavošanas veidos. Katrā augšnes gatavošanas pacilas vai vagas un stādmateriāla varianta kombinācijā balst saknes atraka pieciem kokiem, kuri atradās ārpus koku augšanas uzskaites parauglaukumiem, līdz ar to kopā saknes atraktas 180 kokiem (Tabula 1.3).

**Tabula 1.3. Koku suga, stādu veids, stādvieta un meža tips, kur noteikts stādīto koku
balstsakņu izvietojums**

Koku suga	Stādu veids	Augsnes gatavošanas veids, stādvieta	Meža tips	Kopējais koku skaits
B	kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu	Pa, V	Dms, Ks	20
	ietvarstādi	Pa, V	Dms, Ks	20
Ma	kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu	Pa, V	Dms, Ks	20
	ietvarstādi	Pa, V	Dms, Ks	20
E	kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu	Pa, V	Dms, Ks	20
	ietvarstādi	Pa, V	Dms, Ks	20
	kailsakņi	Pa, V	Dms, Ks	20
P	kailsakņi	Pa, V	Dms, Ks	20
	ietvarstādi	Pa, V	Dms, Ks	20

Pēc sakņu atrakšanas, bija redzams to novietojums attiecībā pret debess pusēm un pacilas bedri vai vagu, kādā no 8 virzieniem (perpendikulāri uz bedri/vagu; 45° uz bedri/vagu, pa labi; paralēli pa labi no bedres/vagas; 45° no bedres/vagas, pa labi; perpendikulāri bedrei/vagai; 45° no bedres/vagas, pa kreisi; paralēli, pa kreisi no bedres/vagas; 45° uz bedri/vagu, pa kreisi), pieraktāja

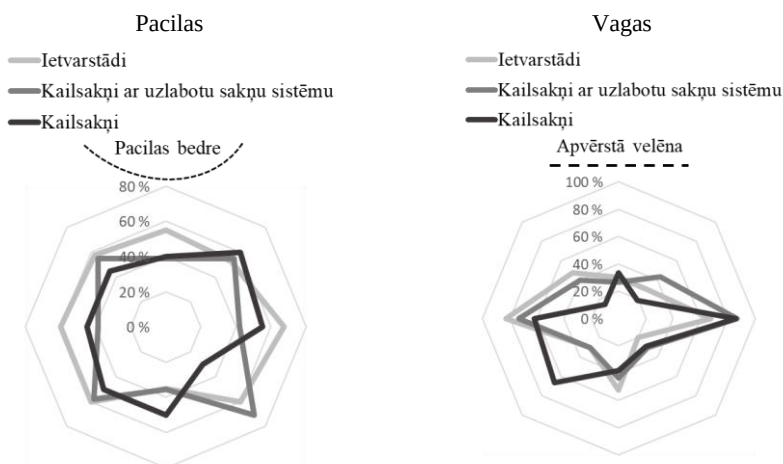
novietojuma virzienu, kā arī nofotografēja balstsakņu izvietojumu, pēc tam saknes atkal nosedza ar augsni, netraumējot tālāk esošās uzsūcošās saknes (Att. 1.13).



Att. 1.13. Egļu balstsakņu izvietojums – ietvarstādi, slapajā damaksnī pacilā (A), vagā (B), šaurlapju kūdrenī pacilā (C), vagā (D)

Rezultāti: Sakņu veidošanās virzieni

Visām sugām visos meža tipos ir konstatēta tendence, ka stādiem, kuri iestādīti pacilās, sakņu sistēmas izvietojumu neietekmē bedres atrašanās vieta un debess puse, bet vagās stādītiem stādiem biežāk saknes izvietojas vairāk paralēli vagu virzienam, neatkarīgi no pielietotā stādmateriāla veida (Att. 1.14), kas jau ir iepriekš aprakstīts eglēm un priedēm, kas augušas vienu līdz trīs veģetācijas sezonas, pilnībā atsedzot visu sakņu sistēmu³. Balstsaknes izveidojas pirmajās sezonās pēc stāda iestādīšanas, vēlāk notiek to attīstība un augšana.

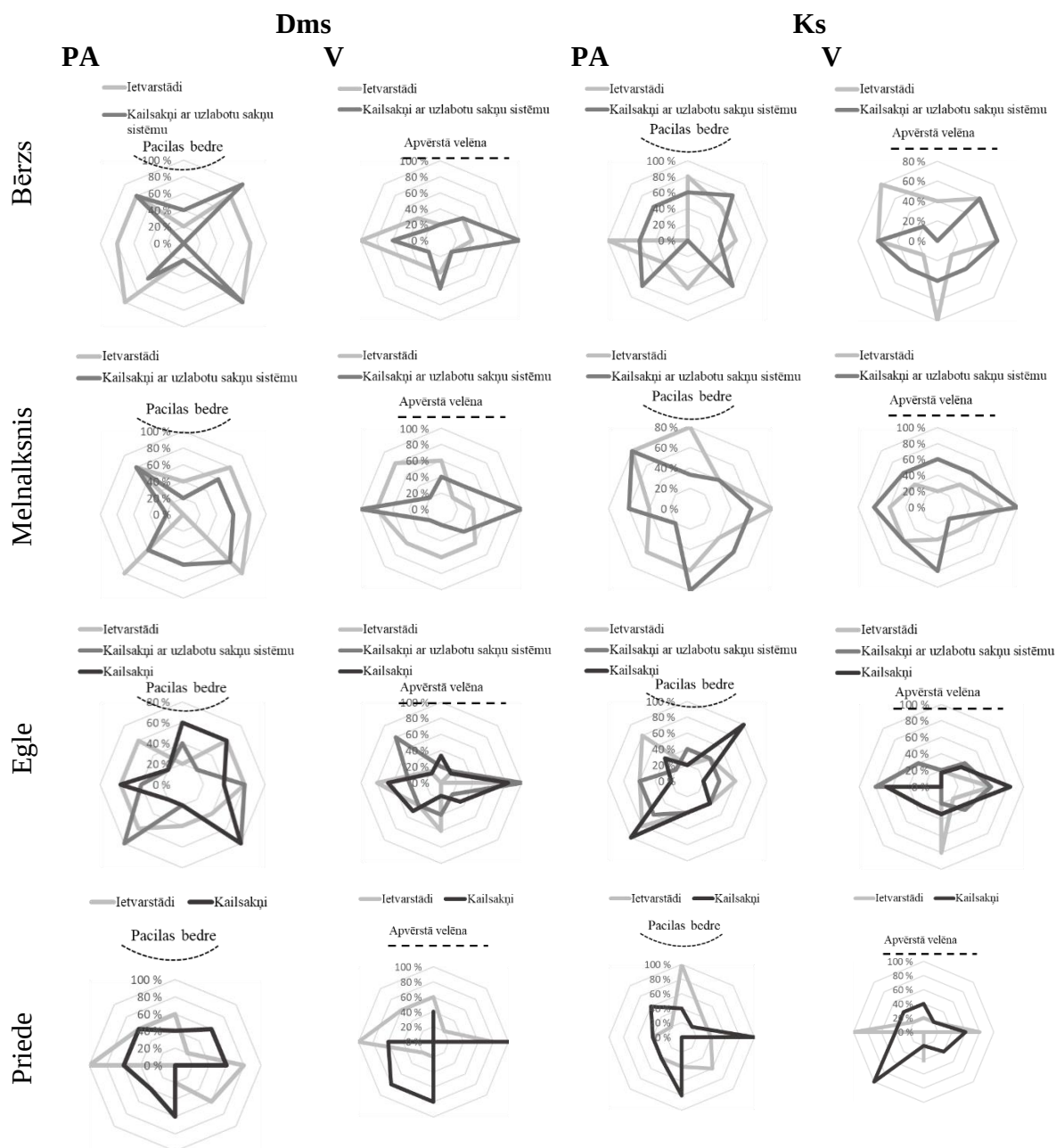


Att. 1.14. Procentuālais sadalījums, cik saknes kokiem no kopējā atrakto skaita ir izvietotas kādā no virzieniem saistībā ar izmantoto stādmateriāla un augsnes gatavošanas veidu. Visu sugu un abu meža tipu dati summēti kopā

Lai gan katram stādmateriāla variantam atsevišķi ir salīdzinoši neliela datu kopa (atrakti bija pieci koki), tomēr augsnes gatavošanas veida ietekme ir redzama. Visām četrām sugām, abos meža

³Celma, S., Blate, K., Lazdiņa, D. et al. Effect of soil preparation method on root development of *P. sylvestris* and *P. abies* saplings in commercial forest stands. *New Forests* 50, 283–290 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11056-018-9654-4> <https://link.springer.com/article/10.1007/s11056-018-9654-4>

tipos saknes proporcionāli vairāk izvietojas paralēli vagām, salīdzinot ar pacilām, kur konkrēts sakņu izvietojums ir mazāk izteikts. Starp sugām visvienmērīgākais sakņu izvietojums gan vagās, gan pacilās ir melnalksnim, bet visskaidrāk ietekme izpaudās eglei. Šajos nogabalos nebija sakņu izvietojuma virzienu atšķirības starp ietvarstādiem, kailsakņiem un kailsakņiem ar uzlaboto sakņu sistēmu (Att. 1.15).



Att. 1.15. Procentuālais sadalījums, cik kokiem (B, Ma, E, P) no kopējā atrakto skaita, saknes ir izvietotas kādā no virzieniem saistībā ar izmantoto stādmateriāla un augsnes gatavošanas veidu Dms vai Ks nogabalos. (Katrā variantā atrakti pieci koki)

Atziņas

Augsnes gatavošanas veids daļēji ietekmē balstsakņu izvietojumu. Vagās vairāk saknes izvietojas paralēlos virzienos attiecībā pret vagu, ar disku arklu uzrušinātajā daļā.

Stādmateriāla veidam ir salīdzinoši neliela ietekme saistībā ar sakņu izvietojumu dažādi veidotās stādvietās.

Skuju kokiem izvēlētā stādvieta vairāk ietekmē stādīto koku sakņu izvietojumu, nekā lapu kokiem.

Melnalksnim visos veidos sagatavotās stādvietās veidojas visvienmērīgāk izvietotā sakņu sistēma.

2023.gadā veicamie pētījumi

2017. un 2018. gadā ierīkoto stādījumu apsekojums II ceturkšņa sākumā – apkodumu u.c. bojājumu uzskaitē.

Egļu stādu radiālā pieauguma sensoru apkope un augšanas monitorings.

No jauna apsverama pētniecības tematika - LVMI Silava ierosina zem 1.1. vai 1.2. darba uzdevuma integrēt rekultivācijas jautājumus – karjeri, degradētās teritorijas sakopšana un saimnieciskās darbības uzsākšana/atsākšana, ieaudzējot kokaudzi, ko var saukt par mežu, plantāciju mežu, atvasāju.

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

Paredzētās aktivitātes: *Uzsākt praktiskos darbus stagnējošu mežaudžu papildināšanā (Ziemeļkurzemes reģions, 5 nogabali), evapotranspirācijas modeļu pilnveidošanā (Ziemeļlatgales reģions, Lubānas iecirknis, mizgrauža skartās audzes, 9 nogabali). Uzsākts darbs sugu sastāva dažādošanai (atbilstoši paredzamajiem mitruma apstākļiem un augsnes auglībai, atjaunošanas paņēmienam (stādīšana, sēšana, atjaunojušos kokaudžu papildināšana, augsnes sagatavošana), sugai) Ziemeļkurzemes un Ziemeļlatgales reģionos.*

Ierīkoti dažādu augsnes sagatavošanas veidu (pacila, apvērsta velēna) ietekmes uz priedes ieaudzēšanu izmēģinājumi LVM Ziemeļkurzemes reģiona Rindas iecirknī stagnējošās priežu audzēs. Veikta stādvietu sagatavošanas darbu hronometlēšana, sagatavoto stādvietu uzmērīšana, koku saglabāšanās uzskaitē. Ierīkoti ilgtermiņa parauglaukumi, kuru centrā ievietoti gruntsūdeņu svārstības sensori. Veiktas augsnes ķīmiskās analīzes, nosakot augsnes vides reakciju un elektrovadītspēju.

Validācijas parauglaukumu apsekošanā iekļauti 9 nogabali. Ziemeļlatgales reģiona Lubānas iecirknī, 4 no tiem augsnē ievietoti gruntsūdeņu svārstību sensori, bet veģetācijas sezonas beigās augsnē ievietotas sakņu nedestruktīvai analīzei paredzētās caurspīdīgās caurules vagās, pacilās un negatavotā augsnē. Sakņu skenējumus veikts pēc cauruļu ievietošanas, un to turpinās nākamā gada veģetācijas sezonā ik pēc mēneša.

Evapotranspirācijas modeļu izveidi Ziemeļlatgales reģiona Lubānas iecirkņa egļu astonzobu mizgrauža skartajiem kvartāliem pabeigs pēc validācijas parauglaukumu apsekojumu rezultātu analīzes. Augstas izšķirtspējas kartogrāfisko materiālu precizējumu sagatavos pētījuma noslēgumā, patlaban sagatavots materiāls, kādu iespējams sagatavot ar patlaban pieejamajiem datiem.

Ziemeļkurzemes reģiona Rindas iecirknī stagnējošās priežu audzēs veiktās aktivitātes – augsnes sagatavošanas darbu kvalitāte, laika patēriņš un stādu saglabāšanās pirmās veģetācijas sezonas noslēgumā

Darba mērķis. Salīdzināt dažādu augsnes sagatavošanas veidu (klasiska pacila, apvērsta velēna) darba ražīguma un sagatavošanas kvalitāti Rindas iecirkņa stagnējošās priežu audzēs. Noteikt koku saglabāšanos pirmās augšanas sezonas noslēgumā.

Materiāls un metodika -izpētes vietas un uzmērījumi

Salīdzināta dažādu augsnes sagatavošanas veidu (klasiska pacila, apvērsta velēna) darba ražīguma un sagatavošanas kvalitāte Rindas iecirknī stagnējošās priežu audzēs. Stādvieta gatavošana ar klasisko pacilu un apvērstās velēnas metodi notika piecos nogabalos 2022. gada pavasarī: 702-103-39 (Sl) un 702-127-5 (Ln), savukārt 702-65-48 (Gs), 702-65-17 (Gs) un 702-65-10 tika sadalītas divās daļās, kur katra tika sadalīta trīs augsnes sagatavošanas veidos: klasiskā pacila, apvērstā velēna un kontrole, lai pārbaudītu atjaunošanas iespējas neveicot augsnes sagatavošanu (Att. 1.16.).



Att. 1.16. Izmēģinājumu platības Ziemeļkurzemes reģiona Rindas iecirknā stagnējošās priežu audzēs

Pirms stādvieta sagatavošanas, 2021. gada jūlijā, katras platības parauglaukumā (katrā augsnes sagatavošanas veidā (kopā 12 parauglaukumi)) tika ieraktas gruntsūdens akas aptuveni 1,5 m dziļumā, no kurām 2021. gada decembrī, 2022. gada maijā un oktobrī (kopā 3 reizes) tika paņemti gruntsūdens paraugi, lai noteiktu ūdens ķīmiskos un fizikālos parametrus. Šajos pašos parauglaukumos 2021. gada jūlijā (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm un 60-80 cm (kopā 4 dziļumos)) un 2022. gada maijā (0-20 cm, 20-40 cm (kopā 2 dziļumos)) tika paņemti augsnes paraugi. Gruntsūdens aku augšējās daļas 2022. gada decembrī tika pārveidotas un tajos uzstādīti gruntsūdens līmeņa sensori ilgtermiņa ūdens līmeņa svārstību monitoringam. Platībā 702-103-39, audzes vidū, papildus uzstādīts arī barometrs atmosfēras spiediena mērījumiem, lai veiktu ūdens svārstību aprēķinus. Ūdens līmeņa sensori un barometrs strādā autonomi un mērījums tiek fiksēts reizi stundā sinhroni starp visām iekārtām. Gruntsūdens un augšņu paraugu analīzes veiktas LVMI Silava Meža vides laboratorijā. Lai salīdzinātu darba ražīgumu klasiskas pacilas un apvērstas velēnas augsnes sagatavošanas metodēm, darba laika uzskaiti veica 2 platībās (702-65-17 un 702-65-10), meža tipā grānis (Gs) (Att. 1.17).



Klasiska pacila



Apvērsta velēna

Att. 1.17. Augsnes sagatavošana pirms stādīšanas izmantojot klasiskās pacilas un apvērstās velēnas metodes

Darbos izmantotā bāzes mašīna bija ekskavators un stādvieta gatavošanā izmantoja standarta ekskavatora kausu. Darba laika uzskaiti veica izmantojot SDI 1.2 hronometrāžas programmu, kuru

uzstādīja uz *Allegro CX* lauka datora. Darba laika uzskaitē izdalīja atsevišķas stādvieta veidošanas darbības, kas aprakstītas Tabula 1.4

Tabula 1.4. Darba laika uzskaitē piefiksētās stādīšanas darbības

Nr.	Darbība	Darbības apraksts
1.	Pārvietošanās	Laiks, kas ir patērēts mašīnai pārvietojoties platībā starp apstāšanās punktiem. No viena apstāšanās punkta visbiežāk izveido vairākas stādvieta. Darbībā ir ieskaitīts tīrais darba laiks, kas ir patērēts pārvietojoties platībā un veicot stādvieta sagatavošanu, bet netiek ieskaitīts laiks, kas patērēts iebraucot vai izbraucot no platības. Par darbības sākumu uzskata ekskavatora kāpurķēžu kustības sākumu un darbības beigas ir kāpurķēžu kustības apstāšanās.
2.	Manipulatora kustības	Laiks, kas ir patērēts veicot darbības ar manipulatoru. Par darbības sākumu uzskata visas manipulatora darbības, kuru laikā netiek veikta pārvietošanās, stādvieta sagatavošana, citas darbības vai pauzes. Darbības beigas ir brīdis, kad sākas kāda no šīm darbībām.
3.	Stādvieta sagatavošana	Laiks, kas ir patērēts veicot stādvieta veidošanu. Par darbības sākumu ir uzskatīts brīdis, kad kauss pieskaras augsnei un sākas stādvieta veidošana. Darbības beigas ir brīdis, kad stādvieta tiek piespiesta un kauss tiek atrauts no zemes.
4.	Citas darbības	Darbības, kas tieši saistītas ar darbu veikšanu, bet nav pieskaitāmas nevienai no iepriekš minētajām darbībām. Piemēram, īslaicīgi remontī, tehnikas apskate, īslaicīgas tehniskās pauzes, utt. Šīs darbības saistītas ar augsnes gatavošanu un ilgākā laika posmā ir neizbēgamas. Darbība sākums ir brīdis, kad netiek darīta neviena no iepriekš minētajām darbībām. Darbības beigas brīdis, kad tiek sāka kāda no iepriekšminētajām darbībām.
5.	Pauzes	Citas ar stādīšanu tieši nesaistītas darbības stādīšanas laikā (runāšana pa telefonu, savstarpējās sarunas, atpūtas pauzes, utt.).

Lai pārbaudītu pacilu kvalitāti, tās pēc sagatavošanas uzmērīja. Uzmērīšanu veica izmantojot parauglaukumu metodi, kur katrā platībā ierīkoja 50m² lielus parauglaukumus. Parauglaukumos uzmērīja klasisko pacilu garumu, platumu, augstumu, kā arī bedres platumu, garumu un dziļumu. Apvērstajai velēnai uzmērīja stādvieta platumu un garumu. Pēc platības atjaunošanas 2022. gada pavasarī, rudenī ierīkoja 50 m² parauglaukumus, kuros uzskaitīja stādu saglabāšanos. Stādu saglabāšanos vērtēja klasiskas pacilas, apvērstas velēnas un nesagatavotas augsnes apstākļos.

Rezultāti - Augsnes un ūdens vides reakcija un īpašību izpēte

Gruntsūdens ķīmisko analīžu rezultāti (Tabula 1.5) norāda uz pozitīvu tendenci, ka netiek pārsniegtas fosfora, slāpekļa un kālija kritiskās koncentrācija un nav ekstrēmu vērtību. Kopējā tendence visās audzēs – skāba vide, kas variē no pH 3,86 līdz pH 5,87. Visaugstākās pH vērtības ir platības 702-103-39 pirmajā parauglaukumā, kas ģeogrāfiski būtiski atšķiras no pārējiem parauglaukumiem – tas atrodas reljefa pacēlumā, smilšaina augsne un salīdzinoši zems gruntsūdens līmenis. Fosfora un slāpekļa koncentrācijas visos parauglaukumos visās paraugu ņemšanas reizēs ir līdzīga, savukārt atšķirības kālija koncentrācijās ir lielākas (variē no 0,68 līdz 4,20 mgL⁻¹), it īpaši 702-65-17 platības pirmajā parauglaukumā. Augsnes analīžu rezultātu kopsavilkums apkopots Tabula 1.6. Vidējais augsnes blīvums ir 1143 kg m⁻³, taču datu rindā ir dažas būtiski zemākas vērtības. Granulometriskais sastāvs augsnes paraugos gan 0-20 cm, gan arī 20-40 cm galvenokārt ir smilts, atsevišķiem paraugiem īpatsvars ir pat 100 %, bet nav zemāks par 80 %.

Tabula 1.5. Gruntsūdens analīžu datu kopsavilkums

Platība, nogabals, MT	Pl.	Datums	pH	Fosfors (P-PO ₄ ³⁻ , mg L ⁻¹)	Slāpekļis (N _{kop.} , mg L ⁻¹)	Kālijs (K, mg L ⁻¹)
702-127-5, Ln	1	12.11.2021	4,03	0,08	1,20	1,41
		30.05.2022	4,22	0,05	0,81	1,64
		04.10.2022	4,68	0,02	*	2,21
	2	12.11.2021	3,98	0,14	1,46	0,72
		30.05.2022	3,86	0,05	1,18	0,93
		04.10.2022	4,18	0,02	*	1,25
	3	12.11.2021	4,07	0,05	0,80	0,70
		30.05.2022	4,22	0,07	0,79	1,57
		04.10.2022	4,46	0,02	*	2,15
702-103-39, Sl	1	12.11.2021	5,87	0,04	0,25	0,73
		30.05.2022	5,23	0,04	0,17	0,56
		04.10.2022	5,57	0,00	*	0,88
	2	12.11.2021	3,87	0,07	1,69	0,79
		30.05.2022	3,92	0,10	1,06	0,62
		04.10.2022	3,80	0,02	*	0,43
	3	12.11.2021	3,95	0,06	1,21	1,26
		30.05.2022	4,35	0,09	0,58	0,98
		04.10.2022	4,84	0,05	*	2,53
702-65-10, Gs	1	12.11.2021	4,05	0,04	0,86	1,65
		30.05.2022	4,37	0,05	0,40	0,59
		04.10.2022	4,14	0,02	*	1,00
	2	12.11.2021	3,97	0,13	0,93	0,98
		30.05.2022	4,29	0,06	0,29	0,62
		04.10.2022	4,28	0,02	*	1,35
	3	12.11.2021	4,18	0,04	0,85	0,73
		30.05.2022	4,14	0,04	0,48	0,61
		04.10.2022	3,86	0,01	*	1,00
702-65-17, Gs	1	12.11.2021	4,66	0,11	0,92	1,13
		30.05.2022	4,46	0,04	0,44	3,40
		04.10.2022	4,81	0,00	*	4,20
	2	12.11.2021	4,37	0,04	0,70	0,68
		30.05.2022	4,46	0,12	0,59	1,24
		04.10.2022	4,38	0,02	*	1,36
	3	12.11.2021	3,90	0,04	0,87	0,87
		30.05.2022	4,13	0,08	0,47	0,75
		04.10.2022	4,47	0,01	*	1,56

*notiek paraugu analīzes – tās pabeigs 2023. gadā

Arī augsnes ķīmijas analīžu rezultāti uzrāda skābu vidi – pH ir robežās no 2,61 līdz 4,27, taču augsnes pH vērtības ir līdzīgākas un mazāk izkliedētākas nekā gruntsūdens paraugos. Fosfora, kālija un kalcija koncentrācijas starp analizētajiem paraugiem ir līdzīgas, izņēmums ir tie paraugi, kur ir ievērojami mazāks augsnes blīvums un skābāka vide – šajos paraugos fosfora, kālija un kalcija koncentrācijas ir krietni augstākas (Tabula 1.6). Šādi rezultāti varētu būt skaidrojami ar ievērojami biežāku zemsegu (augu barošanās vielu avotu) paraugu ņemšanas vietā.

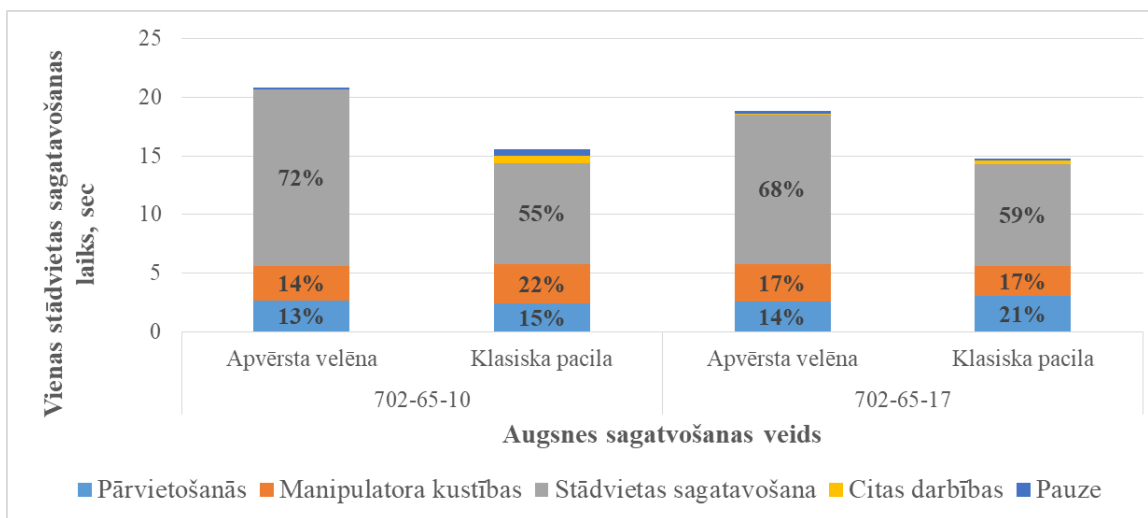
Tabula 1.6. Augsnes analīžu kopsavilkuma tabula

Platība	Pl.	Ievākšanas dziļums	Datums	Augsnes blīvums, kgm ⁻³	pH _{CaCl2}	Smilts, (2mm – 63 μm) %	Putekļi, % (63 – 2μm)	Māls, % (< 2μm)	P _{kop} g/kg ⁻¹	HNO ₃ ekstrah. K, mg g ⁻¹	HNO ₃ ekstrah. Ca, mg g ⁻¹
702-127-39	1	0-20 cm	01.07.2021	1313,10	4,27	100,00	0,00	0,00	0,05	0,12	0,04
			30.05.2022	1285,70	3,51	97,93	1,21	0,86	0,02	0,13	0,09
		20-40 cm	01.07.2021	1438,80	4,07	100,00	0,00	0,00	0,08	0,13	0,15
			30.05.2022	1254,20	3,73	96,91	1,27	1,82	0,02	0,11	0,03
	2	0-20 cm	01.07.2021	186,60	3,18	-	-	-	0,56	0,22	1,79
			30.05.2022	88,90	2,70	-	-	-	0,52	0,28	3,32
		20-40 cm	01.07.2021	899,40	3,38	91,01	0,00	8,99	0,07	0,07	0,12
			30.05.2022	129,80	2,69	-	-	-	0,64	0,24	2,59
	3	0-20 cm	01.07.2021	1380,80	3,16	93,65	1,86	4,49	0,13	0,10	0,02
			30.05.2022	1241,20	3,03	97,43	1,48	1,09	0,05	0,05	0,05
		20-40 cm	01.07.2021	1261,80	3,77	98,63	0,00	1,37	0,17	0,13	0,05
			30.05.2022	1353,80	3,05	95,90	1,98	2,12	0,09	0,06	0,04
702-103-5	1	0-20 cm	01.07.2021	994,90	3,49	100,00	0,00	0,00	0,05	0,04	0,05
			30.05.2022	1471,90	3,25	97,45	1,32	1,23	0,01	0,03	0,02
		20-40 cm	01.07.2021	1103,40	4,21	81,30	18,70	0,00	0,11	0,18	0,02
			30.05.2022	1319,70	3,10	97,01	1,82	1,17	0,04	0,06	0,10
	2	0-20 cm	01.07.2021	1451,70	3,77	100,00	0,00	0,00	0,03	0,07	0,02
			30.05.2022	385,50	2,85	95,40	0,00	4,60	0,28	0,20	1,43
		20-40 cm	01.07.2021	1058,60	3,63	100,00	0,00	0,00	0,04	0,20	0,08
			30.05.2022	1468,50	3,41	96,35	2,51	1,14	0,01	0,09	0,05
	3	0-20 cm	01.07.2021	1406,50	3,37	100,00	0,00	0,00	0,04	0,06	<NR
			30.05.2022	1206,00	3,01	97,61	0,00	2,39	0,05	0,05	0,06
		20-40 cm	01.07.2021	1189,70	3,47	97,19	2,81	0,00	0,05	0,16	0,01
			30.05.2022	1403,00	3,16	97,05	1,63	1,32	0,02	0,07	0,03

tabulas turpinājums....

Platība	Pl.	Ievākšanas dziļums	Datums	Augsnes blīvums, kgm ⁻³	pH _{CaCl} ₂	Smilts, % (2mm – 63 μm)	Putekļi, % (63 – 2μm)	Māls, % (< 2μm)	P _{kop} g/kg ⁻¹	HNO ₃ ekstrah. K, mg g ⁻¹	HNO ₃ ekstrah. Ca, mg g ⁻¹
702-65-10	1	0-20 cm	08.07.2021	1091,90	3,41	93,15	6,85	0,00	0,11	0,25	0,03
			30.05.2022	151,50	2,63	-	-	-	0,60	0,48	0,72
		20-40 cm	08.07.2021	1535,50	3,77	97,44	2,56	0,00	0,07	0,41	0,04
			30.05.2022	867,90	3,05	85,76	10,58	3,66	0,12	0,15	0,07
	2	0-20 cm	08.07.2021	1143,30	3,65	94,93	4,88	0,20	0,11	0,44	0,08
			30.05.2022	690,20	2,84	84,98	11,38	3,65	0,27	0,23	0,20
		20-40 cm	08.07.2021	1524,90	3,97	100,00	0,00	0,00	0,09	0,25	0,11
			30.05.2022	1333,90	3,40	91,02	7,63	1,35	0,05	0,23	0,14
	3	0-20 cm	08.07.2021	1371,10	3,75	98,26	1,74	0,00	0,05	0,09	0,01
			30.05.2022	237,10	2,61	-	-	-	0,49	0,31	0,63
		20-40 cm	08.07.2021	1497,10	4,05	100,00	0,00	0,00	0,03	0,21	0,44
			30.05.2022	1261,70	3,25	95,22	3,17	1,62	0,04	0,07	0,04
702-65-17	1	0-20 cm	08.07.2021	1228,90	3,39	97,92	2,08	0,00	0,05	0,11	0,00
			30.05.2022	1331,50	2,94	98,42	0,00	1,58	0,03	0,08	0,01
		20-40 cm	08.07.2021	1366,40	3,48	98,74	1,26	0,00	0,03	0,16	<NR
			30.05.2022	1229,70	3,15	95,14	3,11	1,75	0,04	0,13	0,05
	2	0-20 cm	08.07.2021	1553,30	4,08	100,00	0,00	0,00	0,05	0,16	0,10
			30.05.2022	1340,40	3,20	93,89	3,39	2,72	0,09	0,20	0,07
		20-40 cm	08.07.2021	1529,70	4,31	97,10	2,90	0,00	0,12	0,26	0,26
			30.05.2022	1409,70	3,65	94,39	3,28	2,33	0,05	0,16	0,07
	3	0-20 cm	08.07.2021	1243,20	3,79	99,90	0,10	0,00	0,03	0,18	0,06
			30.05.2022	903,50	2,86	91,26	6,60	2,14	0,14	0,14	0,13
		20-40 cm	08.07.2021	1455,70	4,12	100,00	0,00	0,00	0,02	0,19	0,02
			30.05.2022	1315,40	3,21	94,70	4,49	0,80	0,06	0,18	0,14

Darba laika uzskaiti, lai salīdzinātu klasiskas pacilas un apvērstas velēnas sagatavošanas laiku, veica divos nogabalos. Darba laika kopsavilkums parādīts Att. 1.18.



Att. 1.18. Pacilu veidošanas darba laika uzskaitē dažādās platībās

Vidējais vienas klasiskās pacilas sagatavošanas laiks 702-65-10 platībā bija 15,5 sekundes, savukārt 702-65-17 platībā 14,8 sekundes. Vidējais vienas apvērstās velēnas sagatavošanas laiks 702-65-10 platībā bija 20,8 sekundes, savukārt 702-65-17 platībā – 18,8 sekundes. Vidējais vienas klasiskās pacilas sagatavošanas laiks rēķinot vidējo starp abām platībām bija 15,2 sekundes, savukārt apvērstās velēnas – 19,8 sekundes, kas ir par 4,7 sekundēm (23,5%) vairāk. Pieņemot, ka 1 ha jāsagatavo 1600 stādvieta, veidojot klasiskas pacilas tās būtu 6,7 stundas, savukārt veidojot apvērstās velēnas stādvieta 8,8 stundas, kas ir par 2,1 stundām vairāk. Sagatavojot 2000 stādvieta, apvērsto velēnu sagatavošana aizņemtu par 2,6 stundām vairāk laika. Te gan jāņem vērā, ka apvērstas velēnas operators veidoja pirmoreiz, mācoties veidot pacilas operatori pirmajās trīs, četrās dienās strādā vismaz par 1/5 lēnāk⁴.

Abos augsnes gatavošanas veidos, procentuāli lielāko laiku aizņēma stādvieta sagatavošanas darbība, kas klasiskajai pacilai vidēji bija 55-59% un apvērstajai velēnai 68-72% no kopējā patērētā laika. Manipulatora kustības klasiskajai pacilai bija 17-22% un pārvietošanās 15-21% no kopējā pacilas gatavošanas laika. Apvērstajai velēnai manipulatora kustības bija 14-17% un pārvietošanās 13-14% no kopējā laika. Citas darbības un pauzes abos augsnes sagatavošanas veidos aizņēma līdz 4% no kopēja darba laika, kas būtiski neietekmēja darba ražīgumu.

Lielāko daļu zemesdzes klāja viršu apaugums, kas samazināja darba ražīgumu. Lai izveidotu kvalitatīvu stādvieta un piespiestu augsni, ekskavatora operatoram bija jāveic papildus kustības, jo paceļot ar kausu zemesdzi, līdz nāca nesaturīga velēna ar sila virsi, kas padarīja lēnāku darbu izpildi. Par cik augsnes gatavošana notika grīnī, platība pavasarī bija applūdusi, tādēļ ekskavators veidoja risas, kuras uzreiz pēc tam applūda ar ūdeni. Veidojot stādvieta, kausā pildījās ūdens un operatoram bieži nācās atspiest kausu pret zemi, lai ekskavators neiestigtu, kas

⁴ <https://www.lvm.lv/petijumi-un-publicakijas/ausnes-sagatavosanas-veida-izveles-slapjainos-kudrenos-un-arenos-teoretiskais-pamatojums-darbu-raziguma-un-pasizmaksas-izpete?view=attachments>

prasīja papildus laiku. Atsevišķās vietās, platībā bija paspējušas izaugt priedes, kas ir galvenā koku suga šajā meža tipā. Platības vietās, kuras dabiski nebija atjaunojušās ar priedi, augsnes sagatavošanas darbi bija ātrāki. Vietās kur priedes bija sasniegušas 1-2 metru augstumu, lai izveidotu stādvieta, tās nereti tika bojātas (apbružātas ar kausu, nobrauktas) (Att. 1.19). Vēloties saglabāt lielākos kokus nebojātus, tos apbrauca, kas prasīja papildus laiku.



Att. 1.19. Darba apstākļi veidojot stādvieta platībā (meža tips grīnis)

Rezultāti - Stādvieta izmēri un stādīto koku saglabāšanās

Kopējo stādvieta skaitu platībās, izmērus un koku saglabāšanos, uzskaitīja 50m² lielos parauglaukumos 2020. gada pavasarī uzreiz pēc augsnes sagatavošanas. Lai novērtētu stādvieta izmērus, 2022. gada pavasarī uzskaitīja un uzmērīja visas stādvieta, kas atradās parauglaukumā (pilnībā vai daļēji). Lai novērtētu koku saglabāšanos, 2022. gada rudenī parauglaukumos uzskaitīja visus kokus. Kokus uzskaitīja tajos pašos parauglaukumos (ar to pašu centra mietu), kuros iepriekš uzmērīja stādvieta. Pie koku saglabāšanās uzskaitīja visus koku, kas atradās parauglaukumā (50 m²) un atzīmēja, vai koks ir iestādīts un dzīvs, iestādīts un nokaltis, nav iestādīts. Veicot uzskaiti, nevienā no parauglaukumiem netika konstatētas neapstādītas pacilas. Tikai vienā no parauglaukumiem bija nokaltis koks. Pavasarī uzmērīja visas stādvieta, kas pilnībā vai daļēji atradās parauglaukumā, savukārt uzskaitot kokus rudenī, ieskaitīja tikai tos kokus, kas precīzi atradās parauglaukumā (3,99 m attālumā no parauglaukuma centra mietu) (Tabula 1.7).

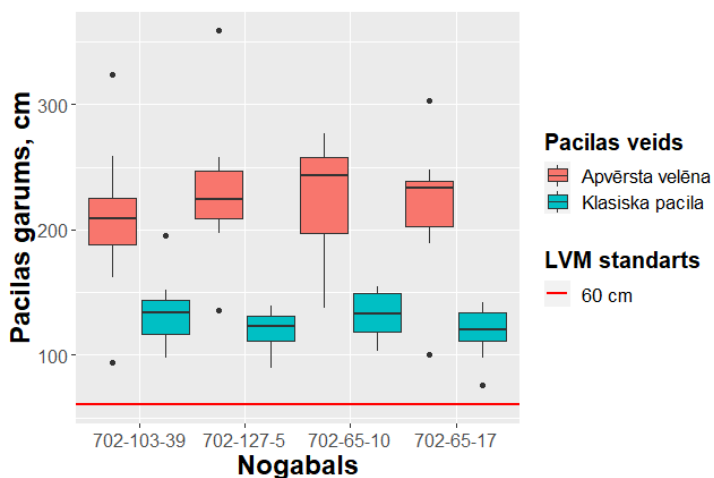
Tabula 1.7. Klasisko pacilu un apvērsto velēnu skaits platībās

Platība	Koku skaits stādvietās, ha-1 (rudenī)		Koku saglabāšanās, % (rudenī)	
	Klasiskā pacila	Apvērstā velēna	Klasiskā pacila	Apvērstā velēna
702-103-39	1000	1000	100	100
702-127-5	1000	1200	80	100
702-65-10	600	1400	100	100
702-65-17	1000	1200	100	100
Vidēji	900	1200	95	100

Klasisko pacilu un apvērsto velēnu skaitu uzmērīja 4 platībās, vidēji bija 600-1000 klasiskās pacilas hektārā, apvērsto velēnu nedaudz vairāk - 1000-1400 hektārā. Vidējais klasisko pacilu skaits starp visām platībām bija 900 pacilas hektārā, savukārt apvērsto velēnu skaits 1200 hektārā, kas ir par 300 stādvietām (33%) vairāk. Pēc pirmās vasaras iestādīto koku saglabāšanās visos parauglaukumos, izņemto vienu, kurā bija nokaltis 1 koks, bija laba, praktiski visi iestādītie koki stādvietas bija izdzīvojuši.

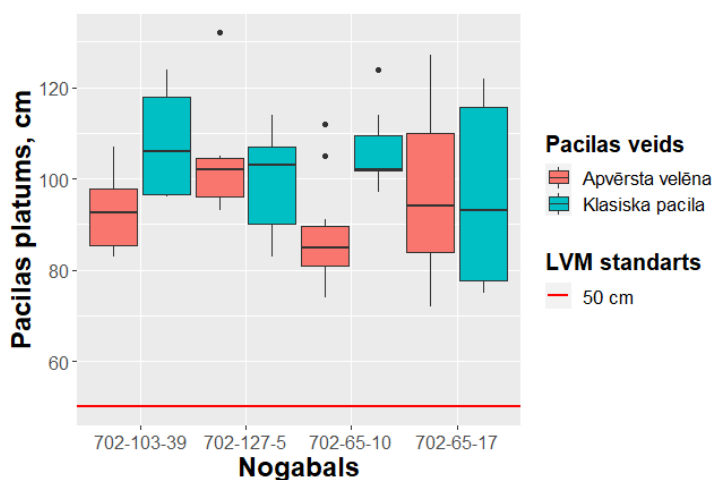
Kvalitatīvi sagatavotām stādvietām ir jāatbilst noteiktiem kvalitātes standartiem. LVM izstrādātajos noteikumos “Kvalitātes prasības augsnes gatavošana pacilās ar kausu” pacilu minimālie izmēri pēc sablīvēšanās ir – platums 0,5 m, garums 0,6 m un augstums 0,15 m. Klasisko pacilu garumu, platumu un augstumu, kā arī bedres platumu, augstumu un dziļumu uzmērīja 4 platībās, tāpat kā apvērsto velēnu platumu un garumu.

Vidējais klasisko pacilu garums bija 1,26 m, kas ir par 0,66 m (111%) virs LVM noteiktā ieteicamā, savukārt vidējais apvērsto velēnu garums bija 2,21 m, kas ir par 1,61 m (268%) virs LVM noteiktās minimālās stādvietas garuma normas, kas ir 0,6 metri (Att. 1.20.).



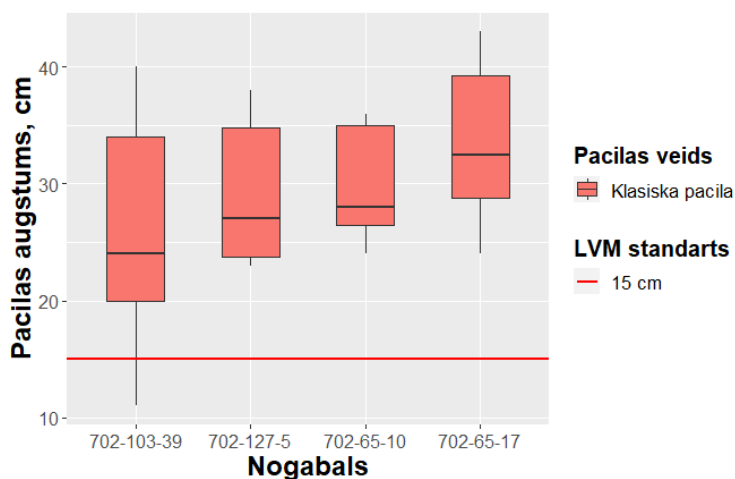
Att. 1.20. Izveidoto pacilu garums un atbilstība LVM pacilu kvalitātes prasībām

Vidējais klasisko pacilu platums bija 1,03 m, kas ir par 0,53 m (105%) virs LVM noteiktās normas, savukārt, vidējais apvērsto velēnu platums bija 0,95 m, kas ir par 0,45 m (89%) virs LVM noteiktās minimālās stādvietas platuma normas, kas ir 0,5 metri (Att. 1.21.).



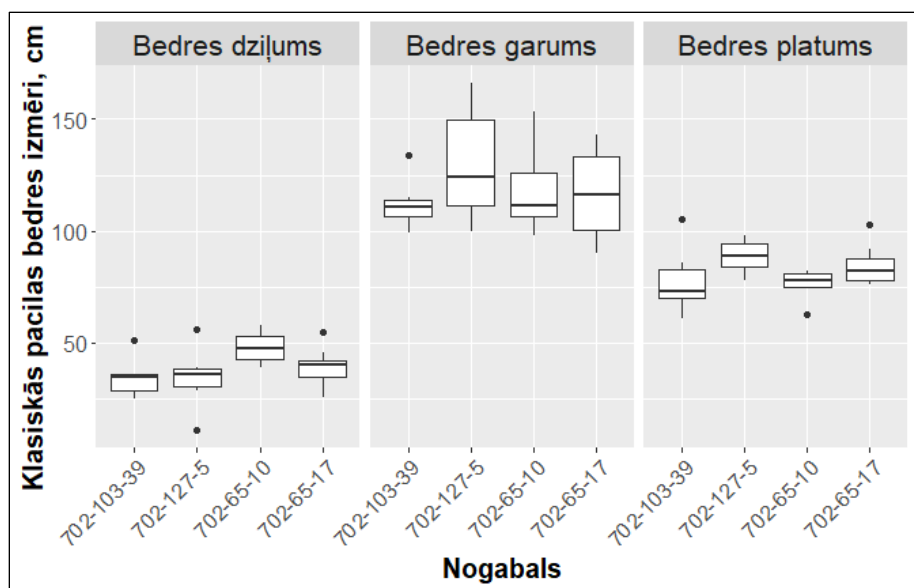
Att. 1.21. Izveidoto pacilu platums un atbilstība LVM pacilu kvalitātes prasībām

Vidējais klasisko pacilu augstums bija 0,3 m, kas ir par 0,15 m (100%) virs LVM noteiktās minimālās pacilas augstuma normas, kas ir 0,15 metri (Att. 1.22.).



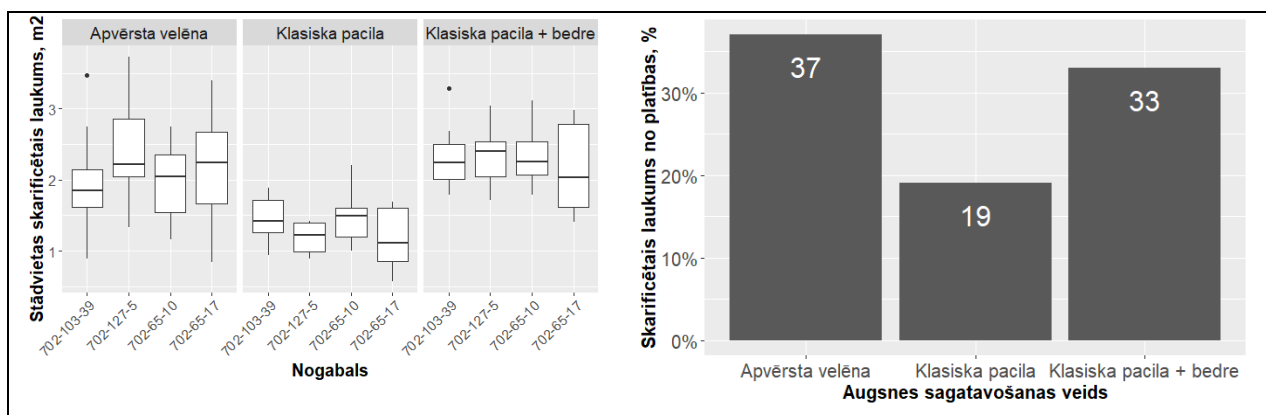
Att. 1.22. Izveidoto pacilu augstums un atbilstība LVM pacilu kvalitātes prasībām

Vidējie pacilu bedres parametri nav noteikti LVM izstrādātajos noteikumos “Kvalitātes prasības augsnes gatavošana pacilās ar kausu”. Tomēr bedres izmēri ietekmē pārvietošanās ātrumu platībā, piemēram, veicot agrotehnisko kopšanu vai stādu aizsardzību. Vidējais bedres garums bija 1,19 m, platums 0,82 m un dziļums 0,4 m (Att. 1.23.).



Att. 1.23. Klasiskās pacilas bedres izmēri

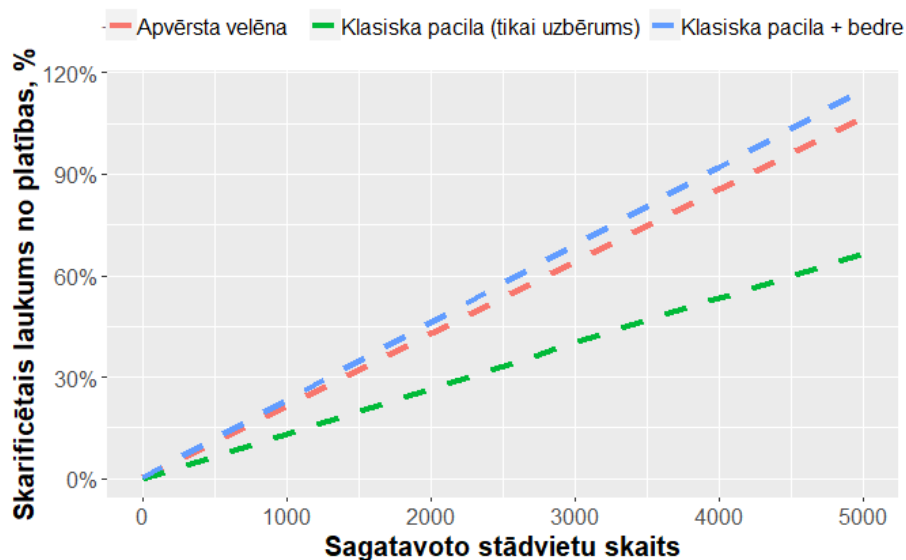
Vidējais skarificētais laukums apvērstajai velēnai bija 2,12 m², klasiskās pacilas uzbērumam (tikai pacilai) bija 1,34 m², savukārt klasiskās pacilas uzbērumam (pacila) kopā ar bedri 2,29 m². Apvērstās velēnas skarificētais laukums bija par 58% lielāks, salīdzinot ar klasiskās pacilas uzbērumu. Rēķinot klasiskās pacilas uzbērumu un bedri kopā, kopējais skarificētais laukums bija par 8% lielāks, salīdzinot ar apvērstās velēnas skarificēto laukumu (Att. 1.24.).



Att. 1.24. Skarificētais laukums pēc augsnes gatavošanas izmēģinājumu platībās

Izmēģinājuma platībās vidējais apvērstās velēnas skarificētais laukums bija 37%, klasiskās pacilas uzbērumam 19%, savukārt klasiskās pacilas uzbērumam (pacila) kopā ar bedri 33%. Veicot augsnes gatavošanu ar apvērstās velēnas metodi, skarificētais laukums bija par 18% lielāks salīdzinot ar klasiskās pacilas uzbērumu un par 4% lielāks salīdzinot ar klasiskās pacilas uzbērumu + bedri.

Kopējais skarificētais laukums dažādiem augsnes gatavošanas veidiem atkarībā no stādvieta skaita parādīts Att. 1.25.



Att. 1.25. Skarificētais laukums atkarībā no stādvieta skaita platībā.

Veicot augsnes sagatavošanu pirms stādīšanas, klasiskās pacilas kopā ar bedri un apvērsta velēnas skarificētais laukums ir līdzīgs. Sagatavojot 2000 klasiskās pacilas, platības skarificētais laukums būs 46%, savukārt sagatavojot tādu pašu skaitu apvērsta velēnas stādvieta 43%, kur 3% starpība uzskatāma par nelielu. Izvēloties sagatavot mazāku skaitu stādvieta, atšķirība samazinās vēl vairāk.

Atziņas

Vidējais vienas klasiskās pacilas sagatavošanas laiks bija 15,2 sekundes, savukārt apvērsta velēnas 19,8 sekundes, kas ir par 4,7 sekundēm (23,5%) vairāk. Pirmajās darba dienās sagatavojot 2000 stādvieta, apvērsta velēnu sagatavošana aizņem par 2,6 stundām vairāk laika, salīdzinot ar klasiskās pacilas veidošanu.

Gan veidojot pacilas, gan apvērsta velēnas, lielāko daļu laika aizņēma stādvieta izveidošana, kas klasiskajai pacilai bija 55-59% un apvērstajai velēnai 68-72% no kopējā stādvieta sagatavošanas laika. Darba ražīgumu apvērstajai velēnai iespējams palielināt traktora operatoram iegūstot pieredzi stādvieta sagatavošanā, par cik šādu augsnes sagatavošanas veidu operators veica pirmo reizi.

Darba ražīgumu strādājot Grīnī samazināja zemesdzes viršu klājums, jo veidojot stādvieta ķērās kausā un bija jāveic papildus darbības, lai no tā atbrīvotos. Atsevišķās platības vietās darba ražīgumu ietekmēja lielais mitrums, kur traktora operatoram papildus laiks bija jāpatērē veicot darbības ar kausu, lai novērstu traktora iestīgšanu. Papildus laiku prasīja lielāko koku apbraukšana.

Klasisko pacilu un apvērsta velēnu skaitu uzmērīja 4 platībās, kur klasisko pacilu skaits vidēji bija 600-1000 pacilas hektārā, savukārt apvērsta velēnu skaits 1000-1400 hektārā. Vidējais klasisko pacilu skaits starp visām platībām bija 900 pacilas hektārā, savukārt apvērsta velēnu skaits 1200 hektārā, kas ir par 300 stādvieta (33%) vairāk. Pēc pirmās vasaras iestādīto koku saglabāšanās bija laba, praktiski visi iestādītie koki stādvieta bija izdzīvojuši.

Pacilas un apvērstās velēnas visās izmēģinājumu vietās lielākas nekā LVM kvalitātes standartos noteiktie minimālie izmēri. Vidējais klasisko pacilu garums ir 111% virs kvalitātes prasībām, vidējais apvērsto velēnu garums bija 268% virs LVM noteiktās minimālās stādvieta garuma normas. Vidējais klasisko pacilu platums visās platībās bija 105% virs LVM noteiktās normas, vidējais apvērsto velēnu platums 89% virs LVM noteiktās minimālās stādvieta platuma normas. Vidējais klasisko pacilu augstums visās platībās bija 100% virs LVM noteiktās minimālās pacilas augstuma normas.

Klasiskās pacilas bedres parametri nav noteikti LVM izstrādātajos noteikumos par kvalitatīvi sagatavotu stādvieta, tomēr bedres izmēri ietekmē pārvietošanās ātrumu platībā, piemēram, veicot agrotehnisko kopšanu vai stādu aizsardzību. Vidējais bedres garums apsekotajās platībās bija 1,19 m, platums 0,82 m un dziļums 0,4 m. Bedres parametrus iespējams samazināt, veidojot mazāku pacilu, kas izmēģinājumu platībās pārsniedza kvalitātes prasības garumam par 0,66 m (111%), platumam par 0,53m (105%) un augstumam par 0,15m (100%).

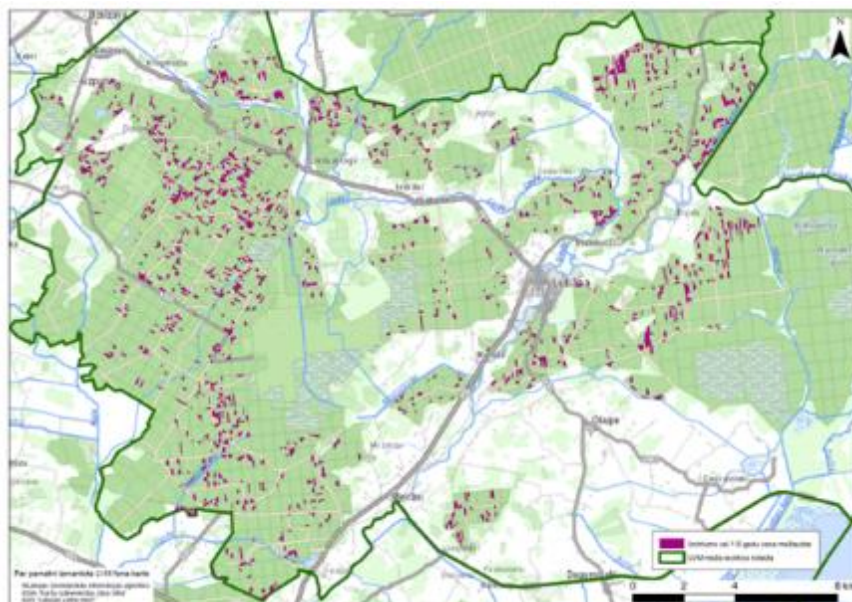
Vidējais skarificētais laukums apvērstajai velēnai bija 2,12 m², pacilas uzbērumam (pacilai) kopā ar bedri 2,29m² (tikai pacila 1,34 m²). Izmēģinājuma platībās vidējais apvērstas velēnas skarificētais laukums bija 37%, klasiskās pacilas uzbēruma (pacila) kopā ar bedri 33% (pacilas 19%). Sagatavojot 2000 stādvieta hektārā, klasiskās pacilas (kopā ar bedri) skarificētais laukums būtu 46%, savukārt sagatavojot tādu pašu skaitu apvērstas velēnas stādvieta skarificētais laukums būtu 43% no visas platības, kas ir nebūtiska atšķirība.

Validācijas parauglaukumu ierīkošana Ziemeļlatgales reģiona Lubānas iecirknī

Darba mērķis. Novērtēt modeļa precizitāti un “vājos punktus” ievācot informāciju no validācijas uzmērījumu vietām nogabalos, kur situācija dabā atbilst un neatbilst attālināti raksturotajam.

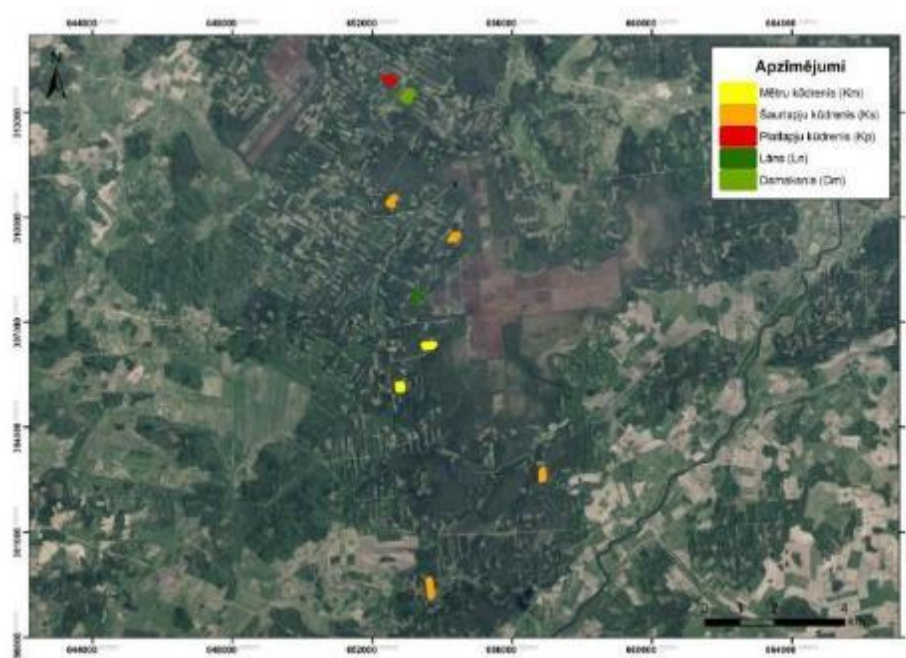
Materiāls un metodika - Validācijas nogabalu izvēle un raksturojums

Evapotranspirācijas modeļa aprobācijai izvēlēts Lubānas iecirknis. Pētījuma galvenais uzdevums – modelēt, kādos apstākļus būs jāatjaunojas mežaudzēm un kāda būs šo platību evapotranspirācija, attiecīgi, nodrošinājums ar ūdeni vai tā pārpilnība. Modelējot sevišķu vērību pievērsīs 1-5 gadus vecām mežaudzēm (Att. 1.26. Pēdējo piecu gadu laikā atjaunotās rekonstruktīvās egļu audzes (bojās nepiemērota ūdens režīma un mizgraužu bojājuma rezultātā) Att. 1.26).



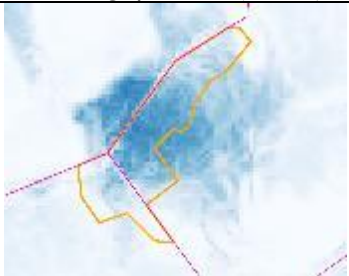
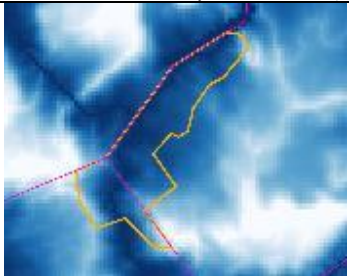
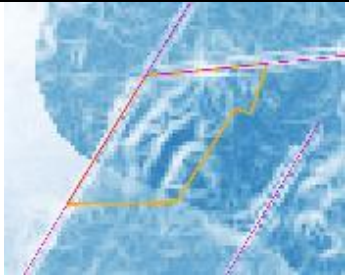
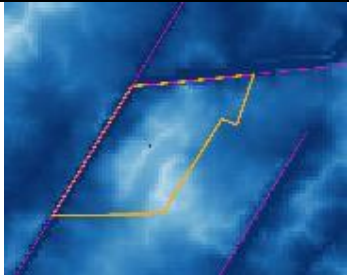
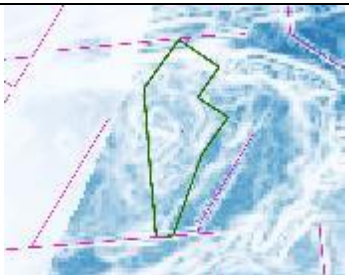
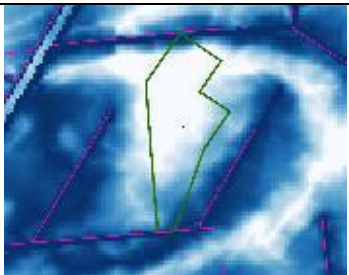
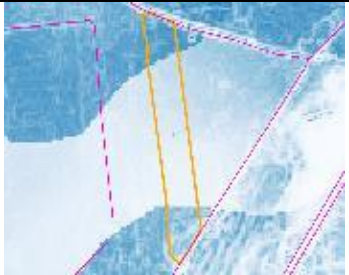
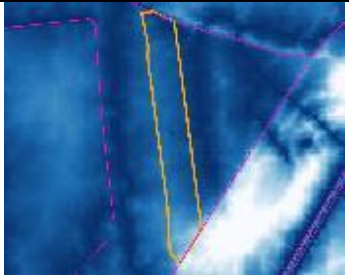
Att. 1.26. Pēdējo piecu gadu laikā atjaunotās rekonstruktīvās egļu audzes (bojās nepiemērota ūdens režīma un mizgraužu bojājuma rezultātā)

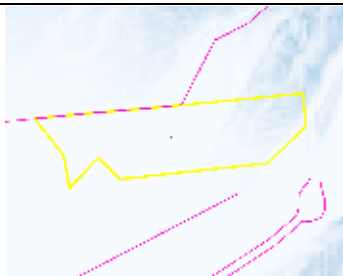
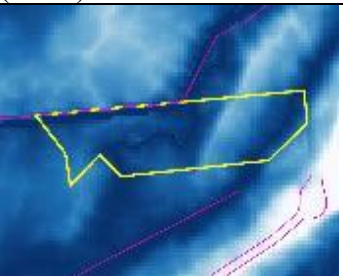
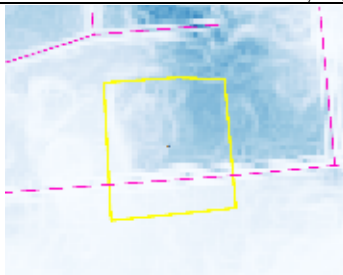
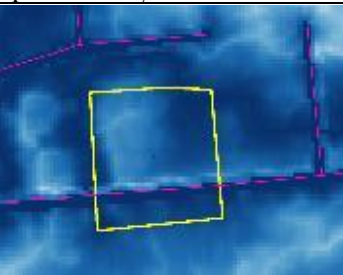
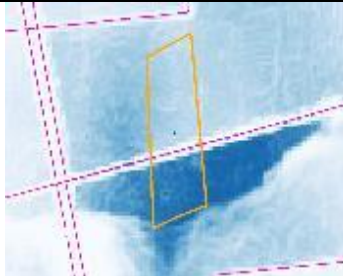
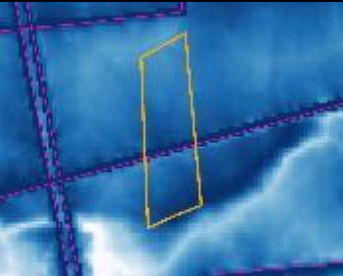
Lubānas iecirknī apsekoti deviņi meža nogabali ar atšķirīgām ūdens noteces iespējām (labu, vidēju, limitētu), balstoties uz mitro augšņu un gruntsūdens dziļuma kartēm. Plašāks apraksts par katru no nogabaliem ir apkopots Tabula 1.8. un kopskata kartē (Att. 1.27). Sakņu cauruļu un gruntsūdens aku ierīkošanu izvēlējās veikt četros no tiem - nogabalos: Nr. 5 (802-539-3-0); Nr. 6 (802-554-15-0); Nr. 7 (802-624-9-0); Nr. 9 (802-89-4-0).

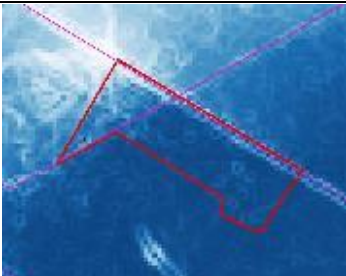
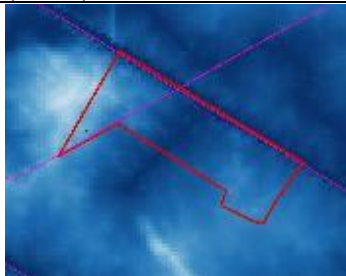
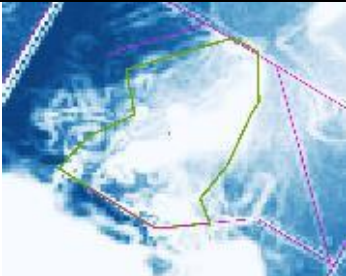
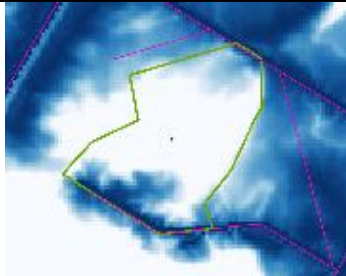


Att. 1.27. Validācijai atlasītās audzes Lubānas iecirknī

Tabula 1.8. Validācijas nogabalu situācija dabā un modelētā situācija pēc tālizpētes datiem

Nogabala apsekojums dabā	Mitro augšņu karte (WAM),	Gruntsūdens dziļuma karte (DTW)
		
Nr. 1: 802-165-220-0, Ks, 1,58 ha. Platībā vēl nav ne stādīti koki, nedz arī sagatavota augsne. Platība nav tuvu ceļam, taču piekļūšana ir apmierinoša. Spriežot pēc veģetācijas, mitruma apstākļi platībā vienmērīgi.		
		
Nr. 2: 802-506-1-1, Ks, 2,04 ha. Pacilās stādītas priedes. Piekļūšanas attālums no tuvākā ceļa nav liels, taču mitrākā laikā platībā varētu būt grūti piekļūstama. Dažādi nokartēti ģeoloģiskie nogulumi pēc augšņu kartēm, līdz ar to dažādas augsnes mitruma modeļa vērtības. Spriežot pēc veģetācijas, mitruma apstākļi platībā vienmērīgi.		
		
Nr. 3: 802-516-9-1, Ln, 2,24 ha. Vagās stādītas priedes (kārtīgi paaugušās). Platība nav tuvu ceļam, taču piekļūšana ir ļoti laba. Spriežot pēc veģetācijas, mitruma apstākļi platībā vienmērīgi.		
		
Nr. 4: 802-671-2-0, Ks, 2,76 ha. Platībā vēl nav ne stādīti koki, nedz arī sagatavota augsne. Piekļūšanas attālums no tuvākā ceļa nav liels, taču apkārtējās platības ir ļoti blīvi aizaugušas un piekļūšana ir ļoti apgrūtināta. Dažādi nokartēti ģeoloģiskie nogulumi pēc augšņu kartēm, līdz ar to dažādas augsnes mitruma modeļa vērtības. Platības austruma daļa pēc veģetācijas šķiet nedaudz mitrāka – vairāk niedres.		

Tabulas turpinājums.....		
Nogabala apsekojums dabā	Mitro augšņu karte (WAM),	Gruntsūdens dziļuma karte (DTW)
		
Nr. 5: 802-539-3-0, Km, 2,13 ha. Vagās stādītas priedes. Var gandrīz piebraukt klāt pie platības. Platības centrālajā daļā veģetācijas gandrīz vai vispār nav, rietumu daļā veģetācija ir krietni vairāk, savukārt austrumu daļā platība ir zemāka un mitrāka. Šajā platībā ir ierīkoti 3 parauglaukumi ar sakņu caurulēm (pa vienai katrā vagas pusē) un gruntsūdens akām katrā no atšķirīgajām platības daļām.		
		
Nr. 6: 802-554-15-0, Km, 2,18 ha. Pacilās stādītas priedes. Platība nav tuvu ceļam, taču piekļūšana ir ļoti laba. Platības dienvidu daļa šķietami nedaudz mitrāka gan pēc veģetācijas, gan ūdens līmeņa starp pacilām (pretēji augšņu mitruma modelim, taču atbilstoši gruntsūdens dziļuma modelim). Šajā platībā ir ierīkoti 4 parauglaukumi ar sakņu caurulēm un gruntsūdens akām – katrā platības daļā (grāvja pusē) pa diviem.		
		
Nr. 7: 802-624-9-0, Ks, 2,01 ha. Pacilās stādītas priedes. Platība nav tālu no ceļa un piekļūšana apmierinoša. Platības dienvidu daļa ievērojami mitrāka, ko parāda gan veģetācija, gan ūdens daudzums starp pacilām (atbilstoši abiem modeļiem). Šajā platībā ir ierīkoti 4 parauglaukumi ar sakņu caurulēm un gruntsūdens akām – katrā platības daļā (grāvja pusē) pa diviem.		

tabulas turpinājums		
Nogabala apsekojums dabā	Mitro augšņu karte (WAM),	Gruntsūdens dziļuma karte (DTW)
		
Nr. 8: 802-88-1-0, Kp, 1,65 ha. Vagās stādīti bērzi. Platība nav tālu no ceļa, taču piekļūšana apgrūtināta, jo ceļš ir pamatīgi aizaudzis. Platībā izteikti dominē avenas un nātres, pārvietošanās pa to gandrīz neiespējama, platībā palikuši ļoti maz bērzu.		
		
Nr. 9: 802-89-4-0, Dm, 5,16 ha. Vagās stādītas egles. Platība nav tālu no ceļa un piekļūšana laba. Spriežot pēc veģetācijas mitruma apstākļi platībā vienmērīgi. Šajā platībā ir ierīkoti 3 parauglaukumi ar sakņu caurulēm (pa vienai katrā vagas pusē) un gruntsūdens akām katrā no atšķirīgajām platības daļām (atbilstoši augsnes mitruma modelim).		

Izvēlētajās četrās platībās ierīkoja 3 parauglaukumus vagās un 4 parauglaukumus pacilās (Att. 1.29) kur laika posmā no 20. līdz 22. septembrim ierīkoja gruntsūdens akas ar ūdens līmeņa izmaiņu sensoriem un caurules sakņu skenēšanai (Att. 1.28.).

Gruntsūdens akas ir ierīkotas nesagatavotā augsnē - blakus pacilai vai starp vagām – katrā parauglaukumā pa vienai. Platībā 802-539-3-0, audzes malā, papildus ir uzstādīts arī barometrs atmosfēras spiediena mērījumiem, lai veiktu ūdens svārstību aprēķinus. Ūdens līmeņa sensori un barometrs strādā autonomi un mērījums tiek fiksēts reizi stundā sinhroni starp visām iekārtām. Sakņu caurules ir ierīkotas blakus kokam, aptuveni 45° leņķī – pacilās katrā parauglaukumā pa vienai, savukārt vagās katrā vagas pusē pa vienai sakņu caurulei.



Att. 1.28. Gruntsūdens aku un sakņu cauruļu ierīkošana Lubānas iecirknī



Att. 1.29. Parauglaukumu izvietojums validācijas audzēs

Gruntsūdens līmeņa sensoru iedarbināšana un pirmais sakņu skenējums katram kokam notika laika posmā no 18. līdz 19. oktobrim (Att. 1.30).



Att. 1.30. Sakņu skenējumu veikšana un ūdens līmeņa sensoru iedarbināšana

Nākamais sakņu skenējums paredzēts pirms 2023. gada veģetācijas sezonas (aprīlī), kopumā veicot vismaz 3 skenējumus vienā veģetācijas sezonā.

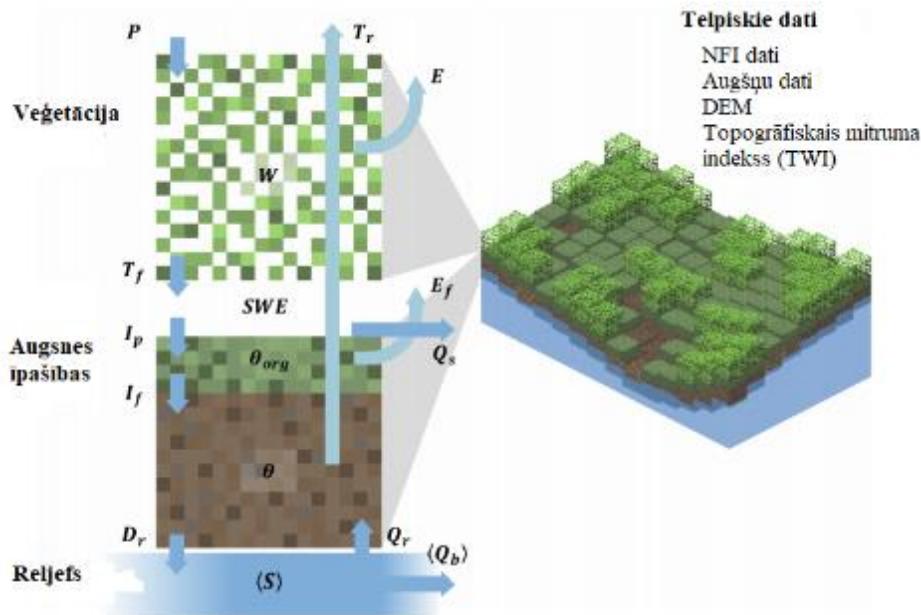
Evapotranspirācijas un augsnes mitruma prognožu uzlabošanas metodiskā pieeja

Veģetācijai ir būtiska ietekme uz evapotranspirāciju, kurai ir svarīga loma kopējā ūdens bilancē. Plašāk izmantotie hidroloģiskie modeļi bieži apraksta evapotranspirāciju ar metodēm, kuras neiekļauj veģetācijas īpašības un to izmaiņas telpā. Pētnieki no Zviedrijas (Launiainen et al. 2019)⁵ izmantojot augstas izšķirtspējas atvērtos telpiskos datus par zemes izmantošanu, veģetāciju, reljefa un augsnes īpašībām ir izveidojuši, telpisku modeli evapotranspirācijas un citu hidroloģisko procesu prognozēšanai līdz audzes un sateces baseina līmenim.

Ir izstrādāta uzlabota pieeja, izmantojot informāciju par koka veidu (skuju koku/lapu koku) un audzes lapu laukuma indeksu (LAI) apvienojot ar atvārsnīšu vadītspējas (*stomatal conductance*) modeli. Pamatojoties uz literatūru un datiem no FluxNet vietnes, autori ieguvuši noklusētos ar veģetāciju un hidroloģiskiem procesiem saistītos datus, atbilstoši boreālajiem un boreonemorālajiem mežiem. Izmantojot noklusētos parametrus, pierādīts, ka modelis spēj prognozēt evapotranspirāciju dienas līmenī, kas validēta 10 paraugteritorijās Somijā, kurās dominē skuju koki un LAI ir robežās no 0,2 līdz 6,8 m⁻². Izmantoti dati par reljefu, augsnēm un veģetācijas īpašībām no 21 neliela sateces baseina Somijā, kuri iegūti no atvērtajiem telpiskajiem datiem 16 m × 16 m izšķirtspējā. Modelētie rezultāti par evapotranspirāciju un noteci gada griezumā visos sateces baseinos, izstrādātāju veiktajā pētījumā, ar augstu precizitāti atbilst empīriski iegūtajiem rādītājiem (Att. 1.31).

SpaFHy evapotranspirācijas modelis sastāv no trim apakšmoduļiem. Procesu veģetācijā un augsnes virskārtā ir telpiski modelēti katrai rastra šūnai, savukārt TOPMODEL hidroloģiskais modelis izmantots, lai sasaistītu telpiskos modeļus ar novērotajiem noteces datiem sateces baseinā.

⁵ Launiainen, S., Guan, M., Salmivaara, A., & Kieloaho, A.-J. (2019). Modeling boreal forest evapotranspiration and water balance at stand and catchment scales: a spatial approach. *Hydrology and Earth System Sciences*, 23(8), 3457–3480.



Att. 1.31. Shematiska modeļa ieejas datu vizualizācija (Launiainen et al. 2019)

Modeļa ieejas dati ir kalibrēti atbilstoši boreālajai un boreonemorālajai klimata zonai, līdz ar to, ir pamatoti izvirzīt hipotēzi, ka tas ir piemērots evapotranspirācijas prognozēšanai un augsnas mitruma prognožu uzlabošanai arī Latvijas apstākļos. Galvenie izaicinājumi šī modeļa izmantošanai praksē būtu saistāmi ar vietai specifisku ieejas datu pieejamību.

Metodika

Lai aprēķinātu potenciālo evapotranspirāciju Latvijas apstākļos, ar līdzīgu metodiku Penman-Monteith, turpmāk – PM⁶, kā Somijas un citu valstu pētnieku modeļos (Running et al. 2019⁷, Launiainen et al. 2019, Guzinski et al. 2020⁸) izmantoti LĢIA lāzerskenēšanas dati, LVĢMC meteoroloģisko staciju novērojumu dati, kā arī Sentinel-2 satelītainas. Informācija par vidējo saules radiācijas intensitāti iegūta no Globālā solārā atlanta mājaslapas (ESMAP 2019⁹).

Augsnes mitruma apstākļu raksturošanai izmantota LVMI Silava izstrādātā augsnas mitruma karte (Ivanovs, Lupikis 2018¹⁰). Šāda pieeja augsnas mitruma raksturošanai ir pielīdzināma Somijā izstrādātā evapotranspirācijas modelī izmantotajam Topogrāfiskā mitruma indeksam (TWI). LVĢMC meteoroloģisko novērojumu dati iegūti par minimālo, vidējo un maksimālo gaisa temperatūru, nokrišņu summu, gaisa mitrumu, atmosfēras spiedienu, kā arī saules spīdēšanas laiku.

Izmantojot Sentinel-2 satelītainas iegūtas teritorijas Normalizētā veģetācijas indeksa (NDVI) kartes, kuras izmantotas lapu laukuma indeksa (LAI) novērtēšanai. Šo datu iegūšanai

⁶ <https://www.fao.org/3/x0490e/x0490e06.htm>

⁷ Running, S., Mu, Q., Zhao, M., Moreno, A. (2019). MOD16A2GF MODIS/Terra Net Evapotranspiration Gap-Filled 8-Day L4 Global 500 m SIN Grid V006. NASA EOSDIS Land Processes DAAC.

⁸ Guzinski, R., Nieto, H., Sandholt, I., Karamitilios, G., 2020. Modelling High-Resolution Actual Evapotranspiration through Sentinel-2 and Sentinel-3 Data Fusion. Remote Sensing 12, 1433.

⁹ ESMAP. 2019. Global Solar Atlas 2.0 Technical Report. Washington, DC: World Bank.

¹⁰ Ivanovs, J., Lupikis, A. Identification of wet areas in forest using remote sensing data, Agronomy Researchthis link is disabled, 2018, 16(5), pp. 2049–2055

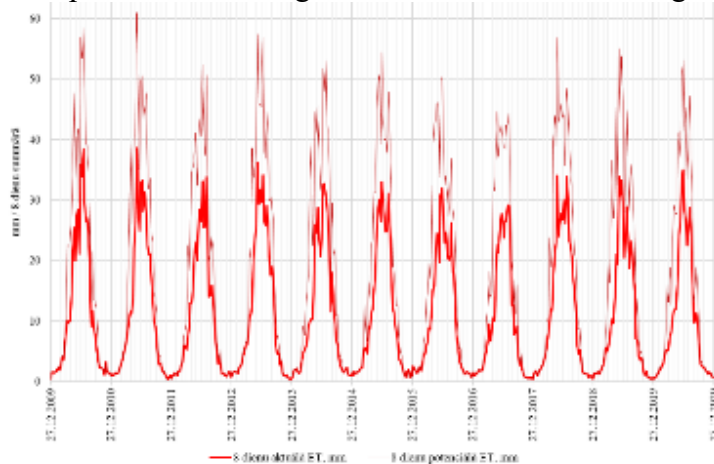
izmantota Eiropas Kosmosa aģentūras izstrādātā SNAP programma un NDVI vērtības iegūtas par 2022. gadu, vidēji vienu reizi katru mēnesi.

Datu apstrāde veikta divos blokos – telpisko datu apstrāde (LAI, augsnes mitruma kartes) QGIS programmā, kur pieņemts, ka transpirācijai no koku lapotnes un veģetācijas klātas augsnes ir lielāka nekā iztvaikošana no augsnes bez veģetācijas. Augstākā evapotranspirācija atsaucoties uz literatūru ir sagaidāmā lapu koku audzēs ar vidēju līdz vidēji augstu augsnes mitrumu, savukārt, zemāka evapotranspirācija sagaidāma sausos un ļoti mitros skuju koku mežos, attiecīgi ūdens nepieejamības un noēnojuma dēļ (Breil et al. 2021¹¹). Otrais datu apstrādes posms veikts izmantojot Pārtikas un Lauksaimniecības organizācijas (FAO) izstrādāto Evapotranspirācijas kalkulatoru *ET_o Calculator* (FAO 2008¹²). Šajā programmā kā ievades dati izmantoti visi iepriekš minētie vietas meteoroloģisko novērojumu dati par izvēlēto periodu. 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 augsnes mitruma un LAI modeli.

Validācija

Iegūtie dati salīdzināti ar lielāka mēroga modelēšanas rīku MOD16 (Running et al. 2019), kuru izstrādājuši ASV Nacionālā aeronautikas un kosmosa administrācijas pētnieki. Tā darbības principi ir ļoti līdzīgi LUKE izstrādātajam audzes līmeņa modelim, tikai tā darbības mērogs ir ar 500 m horizontālo izšķirtspēju un ievades dati ir automātiski iegūti no globālajiem tālzipētes un meteoroloģisko datu avotiem, piemēram, MODIS16 (vidējas izšķirtspējas radiospektrometrs). Evapotranspirācijas aprēķina algoritms ir viens – Penman-Monteith algoritms. Šī modeļa ieejas meteoroloģisko novērojumu dati ir mazāk vietai specifiski, bet raksturo plašāku teritoriju.

Modeļa izejas datus iespējams iegūt par laiku sākot no 2000. gada līdz konkrētajam brīdim ar vienu līdz trīs mēnešu aizturi. Tie sevī ietver 8 dienu summāro potenciālo un aktuālo evapotranspirāciju gan telpisko datu veidā, gan CSV formātā attēlošanai grafiski (Att. 1.32.).



Att. 1.32. Paraugteritorijas potenciālā un aktuālā evapotranspirācija pēc MOD16 ET modeļa

¹¹ Breil, M., Davin, E. L., Rechid, D. 2021. What determines the sign of the evapotranspiration response to afforestation in European summer?. Biogeosciences. 18, 1499–1510.

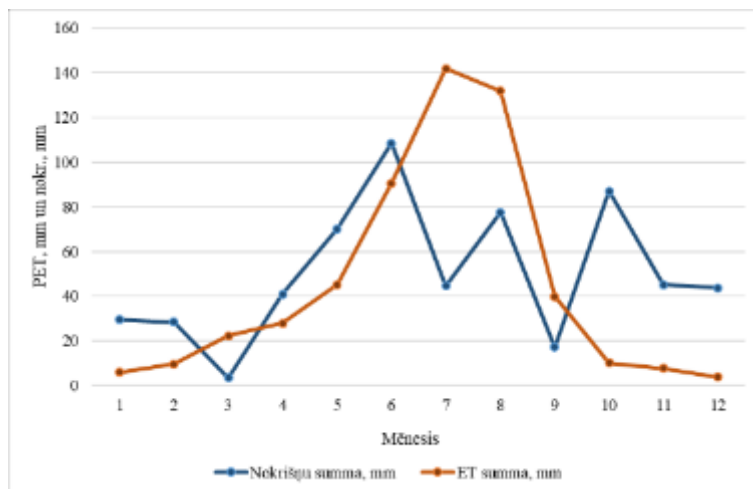
¹² <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/eto-calculator/en/>

Rezultāti – Modelēšana

Sākotnējie modelēšanas rezultāti mēneša griezumā parāda, ka ET gada laikā ir proporcionāla gaisa temperatūrai un saules radiācijai. No šiem faktoriem, attiecīgi, izriet veģetācijas stāvoklis, ūdens pieejamība un augsnes temperatūra, kas ir galvenie evapotranspirāciju virzošie faktori (Launiainen et al. 2019, Breil et al. 2021). Gada aukstajā laikā, šajā gadījumā no 2022. gada janvāra līdz jūnija sākumam un no septembra līdz gada beigām, nokrišņi pārsniedza iztvaikošanu, kas veicina ūdens uzkrāšanos un pārmitru apstākļu veidošanos. Lubānas paraugteritorijās 2022. gada aukstajos mēnešos nokrišņi pārsniedza iztvaikošanu (ET) summā par 252,3 mm, savukārt vasaras mēnešos no jūnija līdz septembrim ET pārsniedza nokrišņu summu par 175 mm (Tabula 1.9, Att. 1.33)

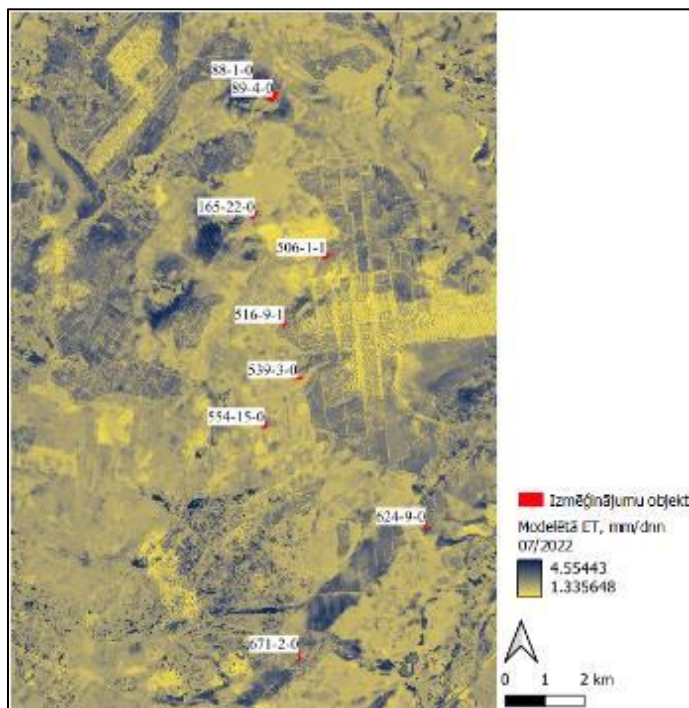
Tabula 1.9. Modelētā evapotranpirācija Lubānas paraugteritorijā un meteoroloģisko novērojumu dati no Madonas novērojumu stacijas

Mēnesis	Temp. vidējā	Nokrišņu summa, mm	Gaisa mitrums, %	Vēja ātrums, m/s	Atm. Spiediens hPa,	Saules radiācija, kWhm ⁻²	ET summa, mm	ET (mm/d)
1	-2,74	29,6	90,8	4,1	986,33	26,4	6,07	0,19
2	-0,85	28,5	86,2	4,7	985,32	47,9	9,66	0,30
3	-0,09	3,6	66,2	3,1	1004,99	91	22,41	0,70
4	5,01	40,9	67,1	4,0	991,33	117,3	27,90	1,17
5	10,03	70,2	69,3	3,7	993,45	148,7	45,22	2,07
6	17,28	108,5	78,1	2,6	995,25	141,4	90,49	2,20
7	17,31	44,7	81,2	2,7	994,57	135,3	141,79	4,43
8	19,48	77,6	79,1	2,5	999,08	114,8	131,77	4,12
9	8,96	17,3	88,7	2,8	992,28	78,6	39,96	1,25
10	7,89	87	90,6	3,5	995,47	47,9	10,23	0,43
11	1,13	45,2	93,3	3,2	998,57	15,9	7,77	0,24
12	-4,29	43,7	93,3	3,7	994,40	15,3	3,96	0,12



Att. 1.33. Modelētā evapotranspirācija Lubānas paraugteritorijā

Attēlojot datus telpiski par jūlija mēnesi, modelis parāda, ka augstākā evapotranspirācija ir vietās ar augstāko ūdens pieejamību iztvaikošanai un zaļās veģetācijas klātbūtni. Piemēram, no mežaudzēm, kurās dominē lapu koki, jaunaudzēm, bet lauksaimniecības zemēs – ganībām. Turpretī zemāka evapotranspirācija modelēta skuju koku audzēs, kas ir skaidrojams ar to, ka tajās ir mazāka zaļās veģetācijas virsma un tās mazāk transpirē, tajā pašā laikā aizturot augsnes ūdeni (Att. 1.34).



Att. 1.34. Fragments (evapotranspirācijas karte 2022.jūlijam)

Modelētās situācijas karte augstā izšķirtspējā pieejama failu apmaiņas vietnē www.failiem.lv piekļuves saite - <https://www.fao.org/3/x0490e/x0490e06.htm>.

Atziņas

Būtiska nozīme precīzai evapotranspirācijas modelēšanai ir kvalitatīvu satelītainu laika rindu pieejamība, tādēļ jāizmanto Google Earth engine sniegtās iespējas to automatizētā apstrādē. Nepieciešams turpināt darbu pie LUKE izstrādātā SpafHy modeļa ieviešanas un piemērošanas Latvijas apstākļiem un datiem.

2023.gadā veicamie darbi

Jāturpina apsekot un ievākt datus 2021./22. gadā ierīkotajos uzskaites monitoringa punktos (ūdens paraugi, sakņu attīstība, stādīto koku saglabāšanās (Ziemeļkurzeme – stādvieta testi un gruntsūdens svārstības – dziļa augsnes sagatavošana – apvērsta velēna/pacila, Ziemeļlatgale – gruntsūdeņu svārstības un sakņu sistēmas attīstība). Ziemeļlatgales iecirknis uzskatāms kā modeļteritorija evapotranspirācijas modeļu precizitātes kalibrēšanai – evapotranspirācija kā viens no kritērijiem koku sugas un stādvieta sagatavošanas veida izvēlei.

1.3. Vienlaicīga augšanas apstākļu uzlabošana un stādīšana

Paredzētās aktivitātes: Stādam trūkstošo makro un mikroelementu nodrošinājuma izpēte stādīšanas brīdī – ArGrow Granulat produkta efektivitātes novērtējums (15 nogabali). N izotopu proporciju analīzes 3 nogabalos. Stādīto koku uzmērījumi ArGrow Granulat iedarbības novērtējumam (11 nogabali). Stādīto koku biomasas noteikšana.

Uzmērīti koku augstumi, veikta bojāto/saglabājušos koku uzskaitē iepriekš ierīkotajos parauglaukumos. Pēc nejaušības principa izvēlēti koki ievākti biomasas analīzēm - koki mēsloti/nemēsloti ar ArGrow Granulat produktu, analizētā pacilās /vagās stādīto koku sakņu sistēmas un virszemes biomasas attīstība otrajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas. 2022. gada rudenī ievākti trīs gadus auguši stādi, lai salīdzinātu preparāta iedarbības dinamiku meža tipos ar dažādu barības vielu nodrošinājumu. Sezonas noslēgumā trešo reizi ievākts augu materiālu N izotopu proporciju analīzei. Konferencē BTechPro2022 ziņoti rezultāti par pirmajos divos gados veiktajām analīzēm¹³ un sagatavots raksts konferences tēžu krājumam, kas ir publicēts.

Darbu mērķis: Novērtēt ArGrow Granulat produkta efektivitātes un ietekmi uz priedes un egles ietvarstādu attīstību.

Materiāls un metodika

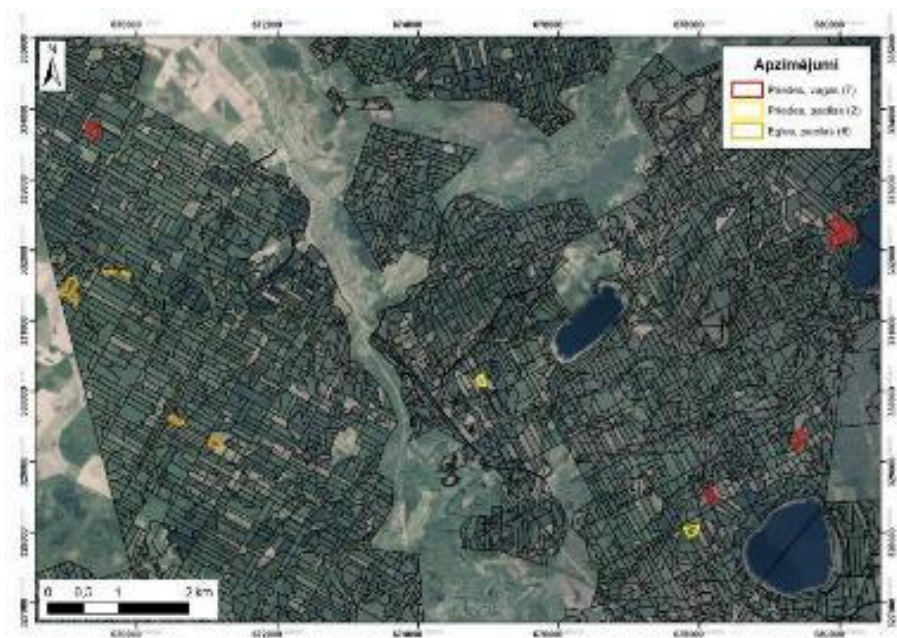
Pētījums par jaunajiem kokiem nepieciešamo makro un mikroelementu krājumu augsnes papildināšanu tā, ka tie pieejami tikai stādītajiem kokiem, uzsākts 2020. gada pavasarī. Stādīšanas brīdī pie koka saknēm ienestais biostimulants *arGrow Granulat* (AG), kura galvenā aktīvā viela – arginīna fosfāts, nodrošina, ka organiskas izcelsmes N vispirms sasniedz mērķa koka saknes, nevis pieejams viengadīgajām nezālēm un daudzgadīgiem lakstaugiem, kā tas notiek, ja papildus barošanās elementus augsnes virskārtā iestrādā vienlaidus, vai izklidē ap stādvietu. LVM 2019. gada nogalē atsaucās Zviedrijas uzņēmuma AREVO izteiktajam jauna produkta – augu augšanu veicinoša, preču zīmes *arGrow®* biostimulanta AG – testēšanas piedāvājumam. Vienlaikus ar biostimulanta ķīmisko un mehānisko īpašību viendabības risinājumu izstrādi, AREVO ir izveidojis konstrukciju, kas pievienojama ietvarstādu stādīšanai paredzētam stobram un ir paredzēta granulu iebēršanai stādvietā (Att. 1.35).



Att. 1.35. Granulēta mēslojuma/biostimulanta AG ienesei stādvietā pielāgots stādāmais stobrs <https://www.skogsplantor.se/sv-se/plantor/vaxtnaring-argrow/>

Platībās, kur augsni sagatavoja ar disku arkliem, daļījumu starp variantiem izveidoja pamīšus – pa dubultvagām, savukārt platības, kurās veidotas pacilas, sadalītas vairākos sektoros/poligonos (sektoru skaits pielāgots nogabala kopējai platībai un ģeometriskai formai) (Att.1.36.).

¹³ <https://www.btechpro.lv/scientific-program>.



Att.1.36. Pētījuma teritoriju izvietojums Pededzes iecirknī

Izmēģinājumu stādījumi ierīkoti 15 nogabalos – septiņos nogabalos augsni sagatavoja ar disku arkliem, veidojot stādvietaš vāgas, astoņos nogabalos – ar ekskavatora kausiem, veidojot pacilas (Tabula 1.10).

Tabula 1.10. ArGrow eksperimenta mežaudžu raksturojums

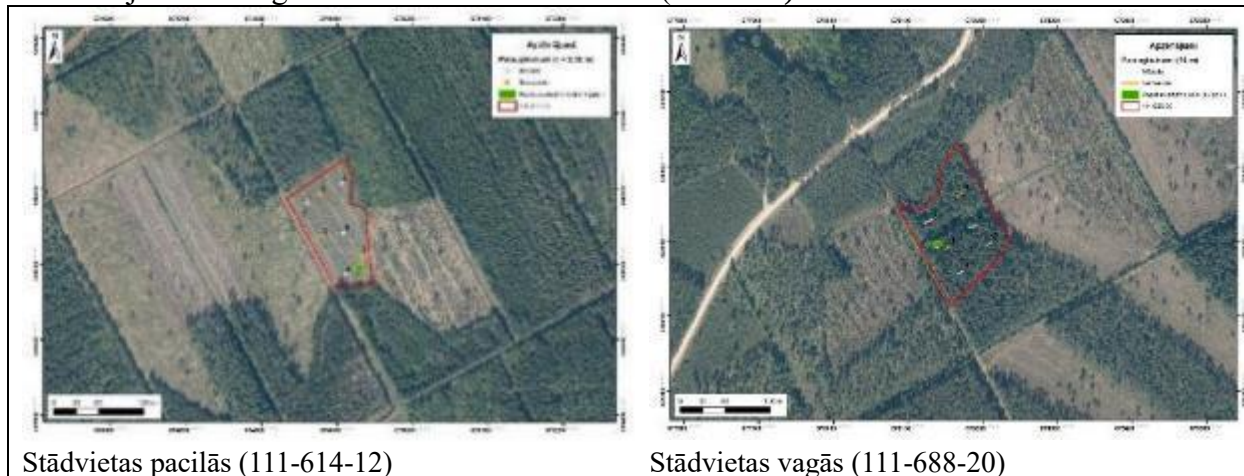
MT	Nogabala adrese	Nogabala platība, ha	Ierīkoto ilgtermiņa paraugl. skaits	Izrakto koku pāru skaits	Augsnes/stādvietaš veids	Koku suga
Mētrājs	111-691-7	2,24	6	6	Vāgas***	P
	111-632-20	2,28	6	7		
	111-632-11	2,16	6	7		
Slapjais mētrājs	111-632-8	1,86	6	6		
Damaksnis	111-319-8**	0,89	10	-		
	111-319-9*	1,35	-	4		
Šaurlapju kūdrenis	111-688-20	1,34	6	4	Pacilas	E
	111-614-12**	1,08	8	-		
	111-697-2	1,49	6	6		
Gārša	111-359-10	0,32	4	8		
	111-359-3	0,74	6	3		
	111-367-9	2,49	12	3		
	111-367-12	1,03	-	4		
Platlapju kūdrenis	111-393-2**	0,76	8	-		
Platlapju ārenis	111-394-2	1,25	6	7		

* Platība pamatā nav mēslota, taču daļa iesniedzās no blakus esošās platības 111-319-8.

** Iezīmētos biomasas uzskaites parauglaukumos nav izdevies atrast vai parauglaukumos nav koku priekš izrakšanas.

*** Atbilstoši augsnes sagatavošanas agregāta pārvietošanās virzienam pret debespusēm.

Meža atjaunošana notika 2020.gada maijā. P un E ietvarstādus meža atjaunošanas darbu veicēji stādīja ar stobriem, kas aprīkoti ar dozatoru. Apmēram pusei no iestādītajiem stādiem zem stāda saknēm, iebēra AG granulas. Nogabalos, kur stādvietā atrodas pacilā, ierīkoja izmēģinājumu un kontroles poligonus. Nogabalos, kur stādvietas izvietotas vagās, AG granulas iebēra zem visu katrā otrajā dubultvagu rindā stādīto stādu saknēm (Att. 1.37).



Att. 1.37. Biostimulanta AG efektivitātes izmēģinājumu dizains, šaurlapju kūdreņi, stādīti P ietvarstādi (autors T. A. Štāls)

Pēc meža atjaunošanas darbu pabeigšanas, 2020. gada 4. un 5. jūnijā, katrā nogabalā kontroles daļā – pacilās vai vagās (blakus esošajiem nemēslotajiem stādiem), ieberot stādvietā AG, iestādīti 10 ietvarstādi, nomarkējot vietas, kur kontroles daļā blakus stādvietās stādīt 10 koki ar arginīna fosfātu ielabotā stādvietā, kā arī iezīmējot ilgtermiņa uzskaites parauglaukumu centrus izmēģinājuma un kontroles daļā (Att. 1.37).

LVM Austrumvidzemes reģiona Pededzes iecirknī, 12 nogabalos, ierīkotajos izmēģinājuma stādījumos 2022. gada veģetācijas sezonas beigās veikta atkārtota ietvarstādu biomasas un augšanas izpēte, ievācot paraugkokus biomasas noteikšanai un uzmērot to morfoloģiskos rādītājus.

Vērtēta blakus augušo koku sakņu sistēmas veidošanās – stādvietā ar un bez AG granulu iebēršanas stādīšanas brīdī. Katrā nogabalā izrakti atlikušie koku pāri no biomasas parauglaukumiem. Atkarībā no koku saglabāšanās konkrētajā nogabalā izrakti 3 līdz 8 koku pāri (vienu koku pāri veido: 1 stāds ar stādvietā piebērtām arginīna fosfāta saturošām granulām un 1 stāds kā kontroles koks (bez AG granulām) (Att. 1.38.).



Att. 1.38. Ietvarstādu augšanas gaitas un sakņu attīstības vērtēšana

Kokiem uzmērīts pieaugums un atsegta sakņu sistēma, lai novērtētu sakņu izvietojuma virzienus. Izraktie koki nogādāti LVMI Silava Meža vides laboratorijā, kur noteikta dabiski mitra un gaissausa koku biomasa. Lai iegūtu pietiekami lielu datu kopu, papildus blakus augošo koku uzmērījumiem veikti mērījumi ierīkotajos 25 m² aplūveida parauglaukumos (stādvieta pacilas) un 10 m garos dubultvagu posmos (stādvieta vāga). Šajos parauglaukumos E vai P uzmērīts augstums 2022., 2021. un 2020. gadā. Mērījumi veikti visos 15 nogabalos, kur ierīkoti ilgtermiņa parauglaukumi.

Koku augstuma, caurmēra, vainagu platuma uzmērījumu rezultāti Parastā egles

Parasto E stādīto koku vidējie augstuma rādītāji, kam izdalīti pēdējo divu augšanas sezonu augstuma pieaugumi. Nav redzama tendence, ka koki ar pievienotu AG stādvietā augtu labāk nekā kontroles koki (Tabula 1.11).

Viena nogabala ietvaros statistiski būtiska kopējā augstuma atšķirība konstatēta platībā 111-359-3, kur Gr labāk aug koki ar pievienotu AG stādvietā nekā kontroles koki.

Salīdzinot stādīto koku kopējos augstumus starp nogabaliem, ir konstatētas statistiski būtiskas kopējā augstuma atšķirības starp kokiem meliorētajos nogabalos un gāršas nogabalos. Labākus kopējā augstuma rādītājus uzrāda gāršas nogabalos stādītie koki. Starp koku izmēriem platlapju kūdrenī un platlapju ārenī nav konstatētas statistiski būtiskas atšķirības.

Pēdējās augšanas sezonas pieaugumi ir augstāki nekā iepriekšējā augšanas sezonā, izņemot Gr platību (111-359-10) bez pievienota AG stādvietās.

Tabula 1.11. Stādīto E augstuma pieaugumi sadalījumā pa augšanas sezonām dažādos meža tipos (ar AG un bez AG stādvietā - (K))

Kvartālapgabals	111											
Koku suga	Parastā egles											
Augšanas gatavošanas veids	Pacilas											
Meža tips	Gr								Kp		Ap	
Nogabals	359-10		359-3		367-12		367-9		393-2		394-2	
Mēslots/nemēslots	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K
Kopējais augstums, cm	84,6	84,8	85,0[^]	77,2	77,8	86,6	74,5	72,9	60,3	68,3	66,9	69,8
Augstuma pieaugums 2022.g., cm	26,5	21,2	23,9	24,8 [^]	24,9	28,0	20,5	23,4	14,1	20,1	16,7	15,0
Augstuma pieaugums 2021.g., cm	20,1	24,5	24,0	16,0	19,6	22,3	18,9	16,5	10,1	10,0	13,1	14,4
Koku augstums līdz 2020.g., cm	38,1	39,2	37,0	36,3	33,3	36,3	35,0	33,0	36,1	38,2	37,1	40,4

E caurmēri pie sakņu kakla kontroles un ar AG ielabotiem stādījumiem nav statistiski būtiski atšķirīgi (Tabula 1.12).

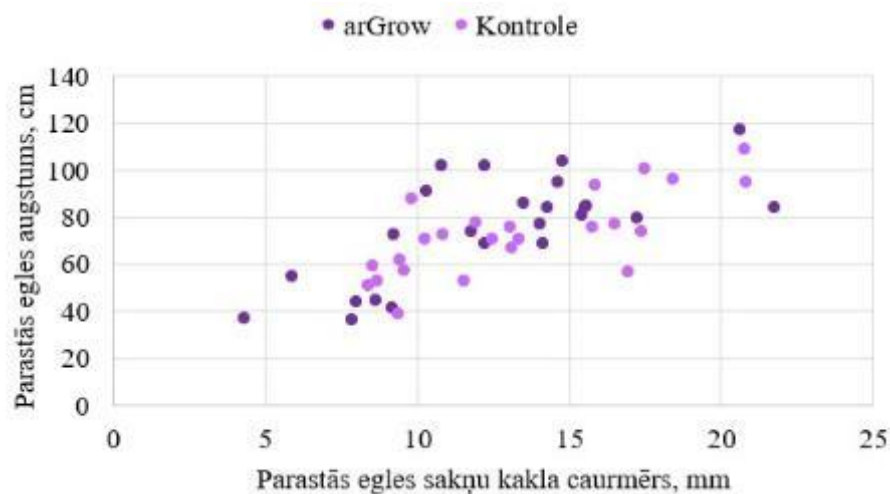
Vainaga platumam statistiski būtiska atšķirība noteikta egles vainagam, kas veidojies pēdējā augšanas sezonā (pie 2021.g. mietura), platībā (111-367-9), kur plašāks vainags ir veidojies kontroles kokiem, nevis kokiem ar pievienotu AG stādvietā.

Tabula 1.12. Stādīto E caurmēri pie sakņu kakla un vainagu platumi (veidojušies pēdējās trīs augšanas sezonās) dažādos meža tipos ar AG un bez AG stādīvietā - (K)

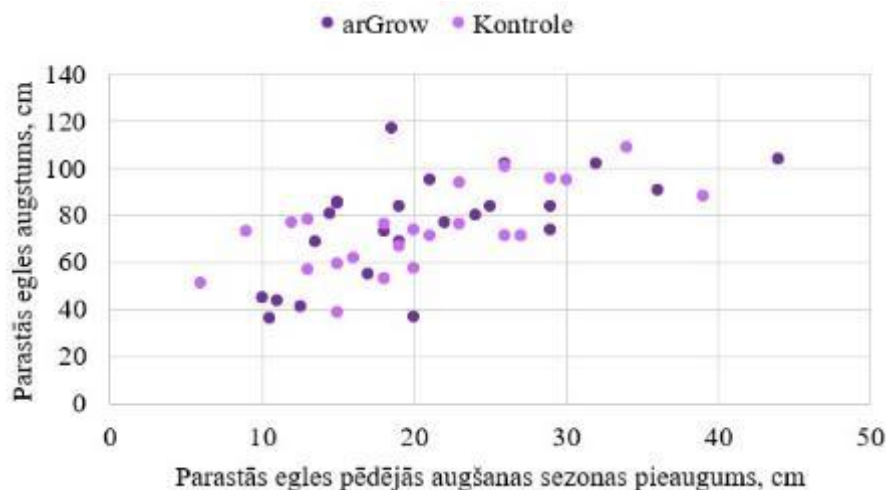
Kvartālapgabals	111									
Koku suga	Parastā egle									
Augsnas gatavošanas veids	Pacilas									
Meža tips	Gr								Ap	
nogabals	359-10		359-3		367-12		367-9		394-2	
Mēslojs/nemēslojs	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K
Caurmērs	13,7	15,5	10,2	11,3	12,6	10,5	9,6	13,8	13,7	13,0
Vainaga platums pie 2021.g. mietura	19,6	21,6	28,0	13,5	36,0	25,7	17,6	29,8 [^]	19,4	21,2
Vainaga platums pie 2020.g. mietura	57,6	45,8	15,0	29,8	38,0	26,2	14,0	11,8	34,0	44,6
Vainaga platums pie 2019.g. mietura	35,1	37,4	30,0	34,0	44,7	21,5	20,3	13,0	38,7	33,4

[^] statistiski būtiskas augstuma atšķirības nogabalā starp AG un K

Biomases pieauguma novērtēšanai un N uzņemšanas noteikšanai stādīto koku kontroles un ar AG ielabotajās stādīvietās augušo E caurmērs pie sakņu kakla pozitīvi korelē ar stādīto koku augstumu (Att. 1.39.), un veidojas cieša sakarība (attiecīgi $r = 0,740$ un $r = 0,708$). Savukārt starp E pēdējās augšanas sezonas pieaugumu un koka kopējo augstumu (Att.1.40.) arī ir pozitīva korelācija, gan kontroles stādījumos, gan ar AG ielabotos stādījumos veidojas vidēji cieša sakarība (attiecīgi $r = 0,672$ un $r = 0,609$). Koku augšana notiek sabalansēti.



Att. 1.39. E sakņu kakla caurmēra un koka augstuma sakarība



Att.1.40. E pēdējās augšanas sezonas pieaugums attiecībā pret koka kopējo augstumu

Nav novērots, ka arginīna fosfāta pievienošana stādīvietā, korelētu ar stādīto egļu augstuma vai caurmēra rādītājiem.

Parastā priede

Nogabala ietvaros starp kokiem ar pievienotu AG stādīvietā un kontroles stādīvietās stādītajiem kokiem augstuma atšķirības lielākoties nav statistiski būtiskas. Statistiski būtiskas atšķirības ir Dm 111-319-8, kur augstāki tie koki, kuri auguši stādīvietā ar pievienotu AG, un Mr 111-691-7, kur augstāki koki kontroles stādījumos (Tabula 1.13).

Tabula 1.13. Stādīto P augstuma pieaugumi sadalījumā pa augšanas sezonām dažādos meža tipos (ar AG un bez AG stādīvietā (K))

Kvartālapgabals	111															
Koku suga	Parastā priede															
Augšnes sagatavošanas veids	Vagas												Pacilas			
Meža tips	Dm		Mr						Mrs		Ks					
Nogabals	319-8		632-11		632-20		691-7		632-8		688-20		614-12		697-2	
Mēslojums/nemēslojums	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K
Kopējais augstums	88,8^	79,7	73,4	69,4	64,7	68,4	78,4	79,6^	69,8	60,8	80,9	76,8	107,1	95,9	104,3	93,3
Augstuma pieaugums 2022.g.	30,6^	27,8	25,2	23,6	19,6	20,7	27,6	29,5^	24,4	19,3	26,2	25,1	34,4	32,9	38,0	34,6
Augstuma pieaugums 2021.g.	23,7^	18,7	19,1	17,4	14,8	17,2	19,3^	19,2	14,7	11,3	20,4	19,5	32,5	27,2	28,6	25,2
Koku augstums līdz 2020. g.	34,4	33,2	29,1	28,3	30,3	30,5	31,5	31,0	30,7	30,1	34,2	32,2	40,2	35,8	37,7	33,5

[^] statistiski būtiskas augstuma atšķirības nogabalā starp AG un K

Salīdzinot kopējo augstumu starp nogabaliem ir konstatētas statistiski būtiskas atšķirības. Kokiem platībās (111-614-12 un 111-697-2), kur stādīvieta ir pacila, ir statistiski būtiska atšķirība koku kopējam augstumam ar visiem nogabaliem, kuros augsne sagatavota vagās gan ar pievienotu AG stādīvietā, gan kontroles stādījumiem.

Nogabalos, kur augsne sagatavota vagās, labākus augstuma rādītājus sasniedz Dm 111-319-8 stādītās priedes. Šim nogabalam ir statistiski būtiskas atšķirības ar visiem nogabaliem, kur augsne sagatavota vagās un stādvietā ir pievienots AG. Kā arī statistiski būtiskas atšķirības ir Dm ar Mr nogabaliem kontroles stādījumos, kas vēlreiz apliecina augu barošanās elementu nodrošinājuma augsnē ietekmi uz koku augšanu jau pirmajos gados pēc mežaudzes atjaunošanas. Pēdējās augšanas sezonas augstuma pieaugums ir lielāks nekā iepriekšējās augšanas sezonas pieaugums – kokiem ir attīstījusies spēcīga sakņu sistēma, tie spēj uzņemt vairāk barošanās elementu, tie ir augstāki un ar lielāku fotosintezējošo aparātu, tāpēc tiem ir straujāks augšanas temps, nekā iepriekšējos gados.

Stādīto P caurmērs pie sakņu kakla viena nogabala ietvaros kontroles un ar AG ielabotos stādījumos nav statistiski būtiski atšķirīgs. Salīdzinot kontroles un ar AG ielabotos stādījumus ir noteiktas statistiski būtiskas atšķirības. Būtiskas atšķirības noteiktas starp platībām (111-632-11 un 111-632-8, 111-691-7), kur augsne sagatavota vagās, kur augstāku rezultātu uzrāda Mr platība 111-632-11. Platībai (111-697-2), kur augsne sagatavota pacilās, būtiskas caurmēra atšķirības ar Mr platībām (111-632-11 un 111-632-20), kur augsne sagatavota vagās, lielākus caurmērus uzrāda Mr platības (Tabula 1.14).

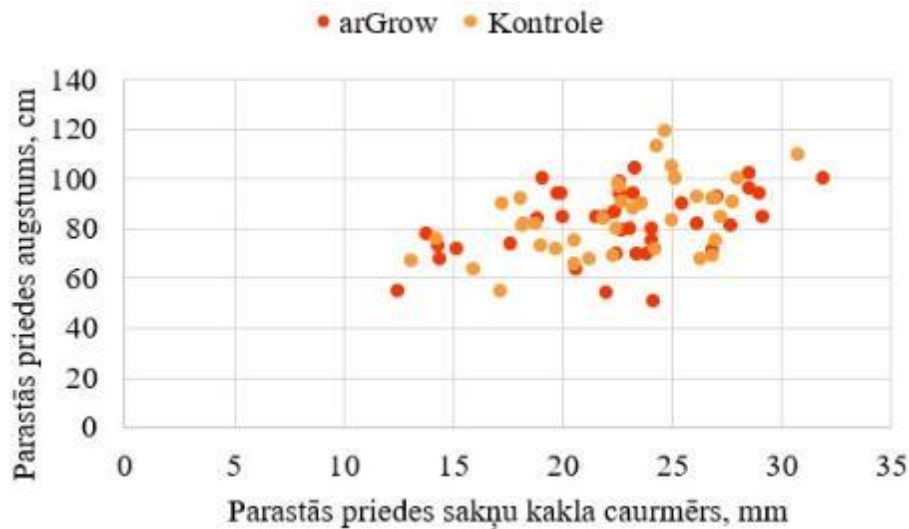
Starpt šaurlapju kūdreņa nogabaliem nav konstatētas statistiski būtiskas caurmēra atšķirības, bet lielākus caurmēra rezultātus uzrāda koki, kuri stādīti vagās.

Tabula 1.14. Stādīto P caurmēri pie sakņu kakla un vainagu platumi (veidojušies pēdējās divās augšanas sezonās) dažādos meža tipos ar AG un bez AG stādvietā (K)

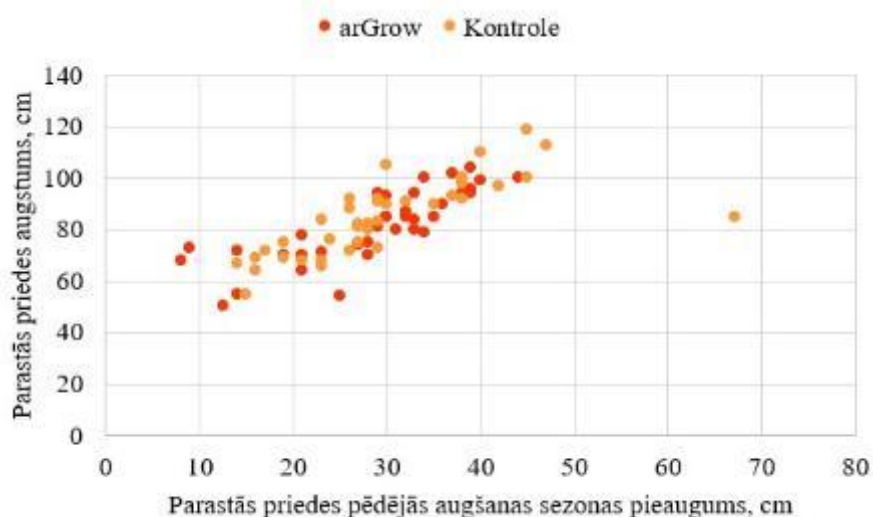
Kvartālapgabals	111													
Koku suga	Parastā priede													
Augsnes sagatavošanas veids	Vagas												Pacilas	
Meža tips	Dm		Mr						Mrs		Ks			
Nogabals	319-8		632-11		632-20		691-7		632-8		688-20		697-2	
Mēslots/nemēslots	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K
Caurmērs, cm	23,41	24,74	25,28	24,16	24,50	22,07	20,44	23,56	20,49	20,37	25,96	22,08	18,51	20,84
Vainaga platums pie 2021.g. mēstura	34,50	44,03	36,00	37,86	34,20	33,60	36,33	48,00	25,17	24,00	22,33	32,00	40,00	30,92
Vainaga platums pie 2020.g. mēstura	65,25	69,05	63,64	63,14	47,60	57,50	57,08	66,00	41,33	45,67	53,75	46,25	50,75	57,58

^ statistiski būtiskas augstuma atšķirības nogabalā starp AG un K

Kontroles stādījumos un ar AG ielabotajās stādvietās augušo P caurmērs pie sakņu kakla pozitīvi korelē ar stādīto koku augstumu (Att. 1.41.), un veidojas vāja sakarība (attiecīgi $r = 0,493$ un $r = 0,403$). Savukārt starp P pēdējās augšanas sezonas pieaugumu un koka kopējo augstumu (Att. 1.42) arī ir pozitīva korelācija, gan kontroles stādījumos, gan ar AG ielabotos stādījumos veidojas cieša sakarība (attiecīgi $r = 0,724$ un $r = 0,815$).



Att. 1.41. P sakņu kakla caurmērs atkarībā no koka augstuma



Att. 1.42. P pēdējās augšanas sezonas pieaugums attiecībā pret koka augstumu

Priežu stādu attīstība notikusi sabalansēti. Vērojama tendence, ka AG pievienošana stāvvietai ir veicinājusi koku augšanu, bet efekts nav statistiski būtisks.

Rezultāti - Koku saglabāšanās ar AG ielabotajās un kontroles stādīvietās

Visos izmēģinājuma stādījumu nogabalos ir augsta stādīto koku saglabāšanās gan ar AG ielabotajos, gan kontroles parauglaukumos. (Tabula 1.15). Ar AG ielabotajās un kontroles stādīvietām koku saglabāšanās pirmajos trīs gados ir līdzīga.

Tabula 1.15. Ar AG ielabotajās un kontroles stādīvietās stādīto koku saglabāšanās

Apstrāde	Koku suga	Meža tips	Platība	K	AG
Vagas	P	Dm	111-319-8	88%	94%
		Mr	111-632-11	100%	100%
			111-632-20	95%	97%
			111-691-7	93%	98%
		Mrs	111-632-8	73%	95%
		Ks	111-688-20	81%	78%
			111-614-12	100%	100%
Pacilas	E		Gr	111-697-2	100%
		111-359-10		100%	100%
		111-359-3		82%	96%
		111-367-12		78%	83%
		Kp	111-367-9	94%	92%
			111-393-2	76%	88%
			Ap	111-394-2	90%

Rezultātos parādās tendence, ka ar arginīna fosfātu ielabotajās stādīvietās koku saglabāšanās ir augstāka, izņemot divus nogabalus (111-688-20 un 111-367-12).

Rezultāti - Koku biomasas analīze

Nosakot un salīdzinot E sakņu dabiski mitru un sausu biomasu novērots, ka kopumā tā ir lielāka kontroles stādījumos. Statistiski būtiska biomasas atšķirība konstatēta tikai gāršā 111-367-12, kur lielāka biomasa ir ar AG ielabotiem kokiem. Augstākus biomasas rādītājus ar pievienotu AG stādīvietā uzrāda arī platlapju āreņa platības koki, ja tos salīdzina ar citos meža tipos stādītajiem, gan dabiski mitrai, gan sausai biomasai, bet nav statistiski būtiskas atšķirības ar kontroles stādījumiem (Tabula 1.16).

Tabula 1.16. E sakņu un virszemes daļu svaigā un sausā masa sadalījumā pa dažādiem meža tipiem ar AG un bez AG (K)

Kvartālapgabals	111									
Koku suga	Parastā egle									
Augsnes gatavošanas veids	Pacilas									
Meža tips	Gr								Ap	
nogabals	359-10		359-3		367-12		367-9		394-2	
Mēslots/nemēslots	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K
SVAIGĀ MASA										
Saknes	8,3	11,5	7,1	13,1	9,7^	4,1	7,7	11,2	12,0	14,0
Kopējā virszemes daļu masa	145,6	221,0	73,4	116,3	144,6^	73,1	71,2	123,4	249,6	130,3
Pieaugums 2022.g.	60,1	90,2	34,8	59,7	67,4	33,1	28,2	48,1	76,4	62,0
Pieaugums 2021.g.	32,5	48,4	13,8	23,2	22,5^	10,6	10,1	25,2	32,9	24,0
Pieaugums 2020.g.	10,5	31,2	6,5	7,8	14,1	8,4	5,5	17,9	15,4	11,3
Pārējās virszemes daļas	42,5	51,2	18,4	25,5	40,7	21,0	27,4	32,3	124,9	33,0
SAUSĀ MASA										
Saknes	4,6	5,7	5,0	7,1	5,3^	2,5	4,2	6,8	6,5	7,9
Kopējā virszemes daļu masa	63,7	78,6	29,6	40,2	61,6^	30,8	33,3	54,0	71,0	61,6
Pieaugums 2022.g.	24,5	32,7	12,7	18,1	26,9	13,3	11,4	19,6	32,0	27,6
Pieaugums 2021.g.	15,7	19,0	5,3	7,9	9,8^	4,6	4,8	11,1	15,5	11,8
Pieaugums 2020.g.	5,1	7,0	3,5	3,2	6,4	3,6	2,7	8,3	6,2	5,6
Pārējās virszemes daļas	18,4	20,0	8,1	11,0	18,5	9,4	14,4	15,0	17,3	16,6

Dabiski mitra P sakņu biomasa statistiski būtiskas atšķirīga bija divās platībās (Tabula 1.17). Mētrājā 111-691-7 lielāku biomasu uzrāda kontroles stādījuma koki, bet 111-688-20 lielāka biomasa ar AG ielabotiem kokiem. Savukārt sakņu sausā biomasa statistiski būtiski atšķiras tikai vienā mētrāja platībā 111-691-7, kur lielāka biomasa ir kontroles kokiem.

Virszemes kopējā biomasa statistiski būtiski atšķiras mētrājā 111-688-20, kur lielāku biomasu uzrāda ar AG ielabotie koki gan dabiski mitrai, gan sausai biomasai.

Tabula 1.17. P sakņu un virszemes daļu svaigā un sausā masa sadalījumā pa dažādiem meža tipiem ar AG un bez AG (K)

Kvartālapgabals	111													
Koku suga	Parastā priede													
Augsnes sagatavošanas veids	Vagas												Pacilas	
Meža tips	Dm		Mr				Mrs		Ks					
Nogabals	319-8		632-11		632-20		691-7		632-8		688-20		697-2	
Mēslots/nemēslots	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K	AG	K
SVAIGĀ MASA, g														
Saknes	34,8	44,9	59,4	44,7	55,7	35,2	23,0	38,5^	20,7	23,3	37,9^	19,1	18,8	24,9
Kopējā virszemes daļu masa	439,7	558,2	639,2	502,6	563,3	467,3	355,5	501,5	363,4	311,3	589,2^	382,7	269,4	358,6
Pieaugums 2022.g.	235,1	321,8	403,1	305,4	367,3	261,1	205,0	297,8	161,7	174,1	274,2	177,0	123,1	182,9
Pieaugums 2021.g.	89,0	96,1	85,4	72,1	63,8	70,6	48,1	70,4	49,8	50,8	126,7	82,6	56,3	76,3
Pārējās virszemes daļas	115,6	140,3	150,7	125,1	132,2	135,6	102,4	133,3	151,9	86,4	188,3^	123,1	90,0	99,3
SAUSĀ MASA, g														
Saknes	15,4	21,9	27,4	19,5	23,2	16,6	12,5	20,2^	9,5	10,6	18,2	9,5	8,9	11,2
Kopējā virszemes daļu masa	189,5	276,0	283,6	225,2	244,7	191,4	156,3	220,5	139,3	141,7	263,3^	170,2	132,1	161,5
Pieaugums 2022.g.	103,3	151,4	184,0	142,7	160,9	117,7	92,2	132,0	76,5	81,5	130,4^	82,1	70,1	85,6
Pieaugums 2021.g.	39,5	56,1	39,0	33,1	31,5	26,5	21,8	31,6	24,8	24,0	58,2	38,3	24,9	34,0
Pārējās virszemes daļas	46,8	68,5	60,5	49,3	52,2	47,2	42,4	56,9	38,1	36,2	74,8^	49,8	37,1	42,0

Iepriekšējās augšanas sezonas beigās E koku morfoloģiskie rādītāji galvenokārt uzrādīja tendenci, ka biostimulantam ir bijusi stimulējoša ietekme uz koku augšanu, bet nākamajā augšanas sezonā šāda tendence vairs netiek konstatēta, tad priedes auga straujāk.

N un C izotopu proporcijas augsnēs un ar uz bez AG stādītajā augušo koku skujās

Darba mērķis: Noskaidrot vai ar arginīna fosfātu ienestais N ir bijis augu barošanas avots un kurās augu daļās tas koncentrējies.

Metodika

Izmantojot izotopu attiecību masspektrometrijas metodi, P un E jaunajās skujās un zaros esošā slāpekļa izotopu ($\delta^{15}\text{N}$) attiecības noteiktas, sadarbojoties ar Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultātes speciālistiem.

Metodes būtība: slāpekļa izotopu attiecību ($\delta^{15}\text{N}$) nosaka, izmantojot vieglo stabilo elementu izotopu attiecību masspektrometriju (IRMS). Izmantotā sistēma sastāv no Eurovector EA3000 elementanalizatora ar Nu Horizon masspektrometru kā detektoru.

Noteikšanas princips: sagatavotā alvas kapsuliņa ar iepresēto paraugu tiek ievadīta IRMS oksidēšanas kolonnā, kur paaugstinātā temperatūrā ($1030\text{ }^{\circ}\text{C}$) un skābekļa klātbūtnē paraugs tiek sadedzināts, kā rezultātā paraugā esošais slāpekļis tiek nooksidēts līdz NO_x . Tālāk NO_x nonāk reducēšanas kolonnā (Cu), kur tas tiek reducēts līdz brīvam N_2 . Gāzu hromatogrāfā tas tiek atdalīts no citām gāzēm un ūdens, un rezultātā nonāk masspektrometrā, kur vienlaicīgi tiek noteikts ^{15}N un ^{14}N izotopu saturs un savstarpējā attiecība paraugā. Kā standartvielu izmanto glutamīnskābi ar zināmu slāpekļa saturu un sertificētu izotopu attiecības vērtību paraugā.

N izotopu proporcijas noteikšanai izvēlētas 4 platības, pa vienai atšķirīgos meža tipos Dm 111-319-9; Mr 111-632-11; Ks 111-697-2 un Gr 111-367-9.

Rezultāti - N izotopu proporcijas skuju koku virszemes daļās un augsnē

Damaksnī un mētrājā, ar AG ielabotajās stādīvietās, augošo priežu skujās $\delta^{15}\text{N}$ izotopa vērtība pirmajā gadā kopš iestādīšanas bija augstāka, otrajā augšanas gadā vērtība mazāka, Dm vērtības pieaugums augstāks nekā kontroles kokiem, bet Mr nav būtisku atšķirību starp kontroles kokiem un kokiem ar pievienotu AG. Savukārt šaurlapju kūdrēnī un gāršā konstatēta ^{15}N izotopa vērtības samazināšanās jau pirmajā gadā pēc iestādīšanas (Tabula 1.18).

Tabula 1.18. Slāpekļa un C izotopu proporcijas ievāktajā augu un augsnes materiālā

Suga	meža tips	materiāls	variants	Slāpekļis un tā izotopi				Ogleklis un tā izotopi			
				wN		$\delta^{15}\text{N}$		wC		$\delta^{13}\text{C}$	
				%	SD	‰	SD	%	SD	‰	SD
Egle	Gr	augšne	K	0,05	0,02	-2,14	1,02	0,79	0,43	-26,49	0,39
		jaunās skujas	AG	1,64	0,3	0,68	0,3	55,74	0,18	-30,42	0,79
		jaunās skujas	K	1,37	0,33	0,9	0,11	54,91	1,48	-30,57	0,6
		vecās skujas	AG	0,9	0,09	1,02	0,44	52,84	0,96	-30,47	0,22
		vecās skujas	K	0,68	0,08	1,18	0,37	50,99	0,33	-31,11	0,83
Egle		substrāts	K	0,67	0,01	-1,78	0,13	45,22	0,22	-25,7	0,3
Priede	Dm	augšne	K	0,08	0,05	-0,82	0,16	2,25	1,8	-26,65	0,49
		jaunās skujas	AG	1,37	0,04	1,6	0,75	57,81	0,2	-27,35	0,41
		jaunās skujas	K	1,27	0,04	3,05	0,27	57,67	0,45	-27,43	0,68
		vecās skujas	AG	1	0,13	1,2	0,31	51,28	0,42	-30,74	0,09
		vecās skujas	K	1,36	0,22	0,76	0,11	54,19	0,49	-30,16	0,46
Priede	Ks	augšne	K	0,67	0,52	0,77	1,48	13	5	-27,36	0,47
		jaunās skujas	AG	1,12	0,11	1,03	0,24	55,38	0,28	-28,81	0,74
		jaunās skujas	K	1,21	0,11	0,03	0,07	55,43	0,72	-28,8	0,3
		vecās skujas	AG	1,16	0,17	1,26	0,02	53,13	0,62	-29,27	0,75
		vecās skujas	K	1,49	0,07	0,46	0,42	50,12	2,66	-29,84	0,19
Priede	Mr	augšne	K	0,02	0	-14,3	3,47	0,38	0,13	-26,68	0,19
		jaunās skujas	AG	1,29	0,12	3,86	0,64	57,01	0,26	-28,18	0,41
		jaunās skujas	K	1,37	0,13	4,92	0,82	56,45	0,58	-28,33	0,52
		vecās skujas	AG	1,16	0,21	0,69	0,3	53,84	0,91	-29,4	0,33
		vecās skujas	K	0,92	0,06	0,31	0,08	52,03	1,41	-30,44	0,23
Priede		substrāts	K	0,85	0	-2,11	0,12	47,73	0,36	-26,1	0,01
ArGrow				10,83	0,25	-2,25	0,11	27,41	1,04	-20,08	0,07

Rezultātos secināts, ka šaurlapju kūdrenī un gāršā, kokiem ar pievienotu AG, koku skujās noteikts slāpekļa masa pieaugums un $\delta^{15}\text{N}$ izotopa vērtības samazināšanās, kas norāda uz arginīna fosfātu kā galveno slāpekļa avotu. Damaksnī un mētrājā kontroles kokiem noteikts $\delta^{15}\text{N}$ izotopu vērtības pieaugums, kas raksturīgs augiem slāpekļa nabadzīgās augsnēs, kā rezultātā ^{15}N izotops augu fizioloģiskajos procesos tiek diskriminēts (slāpekļa saturs augsnē ir zems un $\delta^{14}\text{N}$ un $\delta^{15}\text{N}$ izotopi vienlīdz labi uzsūcas augos, palielinot $\delta^{15}\text{N}$ izotopa masas daļu). Tātad, šajos nogabalos arginīna fosfāts nav galvenais N avots. Otrā gada paraugu rezultāti liecina par būtisku $\delta^{15}\text{N}$ izotopa samazināšanos, kas liek secināt par arginīna fosfāta uzņemšanu.

Visos paraugos konstatēts ievērojams C satura pieaugums (4-5 %) un $\delta^{13}\text{C}$ izotopa vērtību samazināšanās par 1-2 %, kas nav raksturīgi augiem, kas aug normālos apstākļos un varētu būt saistīti ar augu transplantācijas procesu (straujas izmaiņas vidē un barības vielu pieejamība). Mazākās $\delta^{13}\text{C}$ izotopa izmaiņas konstatētas gāršā, kur arī N un $\delta^{15}\text{N}$ izotopa vērtības uzrāda vienmērīgākas augšanas apstākļu izmaiņas pārstādīšanas laikā, salīdzinot ar citiem meža tipiem¹⁴.

$\delta^{15}\text{N}$ un $\delta^{13}\text{N}$ izotopu vērtības noteikšana 2023. gadā plānots turpināt analizējot 2022. gada rudenī izrakto koku daļas, lai salīdzinātu N un citu elementu attiecības ar un bez pievienota biostimulanta augušajiem kokiem.

Atziņas

Parastās egles stādījumos stādīvietā pievienotā arginīna fosfāta pozitīvais efekts ir novērojams gāršā un platlapju ārenī. Veicot N izotopu analīzes ir noteikts, ka arginīna fosfāts ir slāpekļa avots šaurlapju kūdrenī stādītajām priedēm un gāršā stādītajām eglēm.

Gāršā koku augstums lielāks nogabalos (111-359-10, 111-359-3 un 111-367-9), nogabalā 111-359-3, atšķirības ir statistiski būtiskas. Nogabalā 111-367-12 mēslojuma pozitīvs efekts redzams caurmēram pie sakņu kakla, sakņu un virszemes daļu svaigai biomasai.

Platlapju ārenī (111-394-2) arginīna fosfāta pozitīvais efekts novērojams caurmēram pie sakņu kakla un virszemes daļu svaigai biomasai.

Biostimulanta granulu pievienošana parastās priedes stādīvietās pozitīvāko efektu radījušas šaurlapju kūdreņa nogabalā (111-688-20), kur efekts redzams koku kopējam augstumam, caurmēram pie sakņu kaklam, sakņu un virszemes svaigajai masai.

Damaksnī (111-319-8), un šaurlapju ārenī (111-614-12 un 111-697-2) pozitīvs arginīna fosfāta efekts novērots tikai koka kopējā augstuma rādītājiem.

Slapjajā mētrājā (111-632-8) pievienotā AG pozitīvs efekts parādās koka kopējam augstuma, caurmēram pie sakņu kakla un virszemes daļu svaigai biomasai.

Pozitīvs efekts parādās arī mētrāja nogabalos koka kopējam augstumam (111-632-11), caurmēram pie sakņu kakla, sakņu un virszemes daļu svaigai masai (111-632-11 un 111-632-20).

2023 gadā veicamie darbi

Ceturtajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas vērtējama koku saglabāšanas un papildus ienestā slāpekļa saistība ar apkodumu veidu un sastopamību.

Izmantojot izotopu analīzes metodi, noteikt N un C izotopu attiecības dažāda vecuma augu virszemes daļās (2013., 2012. gada pieaugumos).

¹⁴ Bērtiņš M., Buša L., Lazdina D., Dumins K., Zake S., Kļaviņš M., Viksna A. 2022. Impact of Arginine Containing Fertilizer on Nitrogen Isotope Ratio and Elemental Content in Young Conifer Stands. Key Engineering Materials, 933, 185-192; <https://doi.org/10.4028/p-558697>

1.4. Egļu audžu atjaunošanas un audzēšanas paņēmieni uzlabošana kūdreņos

Paredzētās aktivitātes: *Iepriekš (pagājušā gadsimta nogalē) ierīkoto egļu plantāciju tipa stādījumu produktivitātes, augšanas gaitas un vitalitātes novērtējums kūdreņos. Rezultāts: Uzmērījumu datu apkopojums. Iegūto datu analīze.*

Apsekotas 2012.gada pētījumos par egļu bruņuts bojājumiem iekļautās plantāciju tipa egļu mežaudzes kūdreņos. Izvēlētas tās LVM apsaimniekotās mežaudzes, kurām 2012. gada pētījuma laikā vitalitāte vērtēta kā laba. Pabeigta šo mežaudžu pārmērīšana, noteiktas augsnes pH un elektrovadītspēja. Uzmērīti egļu augstumi un caurmēri, ievākti un analizēti gadskārtu pieaugumu urbumi visos 10 atlasītajos nogabalos.

Darba mērķis: Egļu plantāciju tipa stādījumu produktivitātes, augšanas gaitas un vitalitātes novērtējums kūdreņos. Atkārtota 50-60 gadīgu egļu stādījumu augšanas gaitas un produktivitātes izvērtēšana kūdras augsnēs, Ks un Kp.

Apsekoto stādījumu ierīkošanas pamatojums un līdz šim veiktie pētījumi

Egle, kā viena no ātraudzīgākajām un augstu krāju nodrošinām koku sugām ziemeļu pusslodē jau izsenis tiek kultivēta ievērojamās platībās, īpaši boreālajā un hemiboreālajā klimatiskajā zonā. Ja vēl pagājušā gadsimta 50-tajos gados egle tika uzskatīta par ģenētīgu koku sugu, kuras mākslīgai atjaunošanai nepieciešama sedzēsuga, tad jau 60-gados zinātnieki secināja, ka egle labi padodas plantāciju tipa stādījumos atklātās vietās. Egles produktivitātes kāpināšanas nolūkā tika veikts plašs pētniecības darbs egles produktīvāko un rezistentāko klonu atlasē un pavairošanā, tehnoloģisko shēmu izstrādē egles īscirtmeta plantāciju ierīkošanai.

Pagājušā gadsimta 60-80 gados egles īscirtmeta stādījumu galvenais mērķis bija celulozes ražošana. Bet jau 90-tajos gados šis redzējums paplašinājās un daudzu valstu zinātnieki uzskatīja egli kā vispiemērotāko mūžzaļo koku sugu virszemes biomasas (gan zaļās, gan koksnes) ražošanā, vienlaicīgi kā izcilu koku sugu ogļskābās gāzes piesaistē un oglekļa uzkrāšanā (Tabula 1.9).

Tabula 1.19. Egļu plantāciju tipa stādījumu priekšrocības un trūkumi pēc Bisenieks, 1976¹⁵; Rone, 1982-1983¹⁶; Špalte, 2003¹⁷; Tjarve, 1987¹⁸; Zālītis et al., 2009¹⁹; Zālītis, Lībiete, 2008²⁰)

Galvenās egles audzēšanas priekšrocības::	Egles plantāciju produktivitāti būtiski ietekmē
salīdzinoši agra reprodutīvā spēja; spēja radīt ievērojamu daudzumu dīgstspējīgas sēklas; spēja sekmīgi augt dažādas biežības plantāciju tipa stādījumos; plašas koksnes un biomasas pielietojšanas iespējas; augsta ekonomiskā efektivitāte.	ģenētiskās īpašības; augšnes auglība; mikroklimats; agrotehniskā kopšana; kopšanas intensitāte; kaitēkļu un slimību bojājumi.

Latvijā parastās egles audzes aizņem 19% no ar mežu apklātās platības un saražo ap 18,5% no visas meža krājas (www.vmd.gov.lv). Latvijā pētījumi par parastās egles plantāciju ierīkošanu tika sākti pagājušā gadsimta 70-tajos gados, kas mežzinātnieki atsaucās uz valdības aicinājumu nodrošināt egles papīrmalkas bilanci par 200 tūkst. m³ koksnes ik gadus. Izvērtējot egles augšanas gaitu stādījumos tika konstatēts, ka egles stādījumos 20 gadu vecumā vidējais krūšaugsstuma caurmērs svārstās 6-12 cm, 30 gadu vecumā- 10-15 cm, bet 35 gadu vecumā – 11-16 cm robežās atkarībā no augšanas apstākļiem. Vidējais koku augstums atkarīgs no augšanas apstākļiem un svārstās robežās: 20 gadu vecumā 6-11 m; 30 gadu vecumā- 10-16 m un 35 gadu vecumā 11-17 m. Aprēķinātā krāja egles stādījumos 20 gadu vecumā sasniedz 170 m³ ha⁻¹ (60-170 m³ ha⁻¹), 30 gadu vecumā -290 m³ ha⁻¹ (150-290 m³ ha⁻¹), 35 gadu vecumā 320 m³ ha⁻¹ (190-320 m³ ha⁻¹) (Matuzānis, 1975-1982²¹; Bisenieks – 1976²²; Rone, 1983²³).

Laika posmā no 1975. -1983. gadam, toreiz LZRA “Silava”, zinātnieki veica plašus pētījumus par egļu audžu produktivitāti un vitalitāti. Toreiz noskaidroja, ka Latvijas klimatiskajos apstākļos ieteicams ierīkot egles īscirtmeta plantācijas, kurās jau 35-40 gados iespējams palielināt iegūstamo krāju par 50-150% salīdzinot ar pieaugušu 100-gadīgu egļu audzi. Zinātnieki ieteica katru gadu ierīkot ap 100 ha īscirtmeta egļu plantācijas, lai nosegtu koksnes deficītu (Pārskati Rone, 1982; Rone, 1983). Uz šo pētījumu pamata 1983. gadā zinātnieki (Rone, V., Bisenieks, J.,

¹⁵ Bisenieks, J., 1976. Egļu kultūru produktivitāte un sākotnējais biežums. Autoreferāts Lauks.zin. kand. Iegūšanai. Tartu: 215 lpp. (krievu val).

¹⁶ Rone, V. (1982). Разработать научные основы организации и технологические процессы создания еловых насаждений плантационного типа в условиях Латвийской ССР. Pārskats LZRA „Silava”, I sējums: 93.lpp. & (1983) Разработать научные основы организации и технологические процессы создания еловых насаждений плантационного типа в условиях Латвийской ССР. Pārskats LZRA „Silava”, II sējums: 82.lpp.

¹⁷ Špalte, E., 2003. Latvijas egļu audžu kvalitāte ciršanas vecumā. Mežzinātne, 2003, 13.

¹⁸ Tjarve, I. , 1987. Egļu augšanas gaita plantācijās. Mežsaimniecība un mežrūpniecība. 6 (122).Rīga LatZTIZPI: 7-16.

¹⁹ Zālītis, P. (projekta vadītājs), 2009. Bezperspektīvo egļu audžu identifikācijas metodikas un apsaimniekošanas deļu izstrāde. Pārskats. LVM un LVMZI “Silava”, 47 lpp.

²⁰ Zālītis, P. un Lībiete, Z., 2005. Egļu jaunaudzū augšanas potenciāls. LLU Raksti 14, 83–93.

²¹ Matuzānis, J. (1975) Egļu audžu augšanas gaita. Rīgā, LZTIPI.Rīga, 64. lpp. & Matuzānis, J. (1982) Pārskats „Разработать научные основы организации и технологические процессы создания еловых насаждений плантационного типа. ZRA „Silava”: 23.lpp.

²² Bisenieks, J., 1976. Egļu kultūru produktivitāte un sākotnējais biežums. Autoreferāts Lauks.zin. kand. Iegūšanai. Tartu: 215 lpp. (krievu val).

²³ Rone, V. (1983) Tehniskie norādījumi egļu īscirtmeta plantāciju projektēšanai un ierīkošanai Latvijas PSR . ZRA Silava: 8.lpp.

Matuzānis, J., Ģērķis, G, Pelse, B, Kariņš, Z, Ozols, G. un Špalte, E.) izstrādāja norādījumus šādu plantāciju ierīkošanai - Tehniskie norādījumi egļu īscirtmeta plantāciju projektēšanai un ierīkošanai (Rone, 1983)²⁴. Tehniskie noteikumi paredzēja virkni nosacījumu produktīvu īscirtmeta plantāciju projektēšanai un apsaimniekošanai: 1) atbilstoša vietas izvēle, 2) atbilstoši plantāciju modeļi, 3) platības kvalitatīva sagatavošana, 4) dažādas stādīšanas shēmas, 5) augstvērtīgs stādāmais materiāls, 6) stādīšana, 7) kopšana, 8) mēslošana, 9) biezuma regulēšana, 10) aizsardzība pret slimībām un kaitēkļiem, 11) aizsardzība pret pārnadžu bojājumiem, 12) noteikumi jaunaudžu transformācijai par plantācijām. Noteikumos/ieteikumos ieteikts, ka minimālā egles plantācijas platība ir 300 ha, un ieteicamie meža tipi: gārša (Gr), platlapju ārenis (Ap), šaurlapu ārenis (As), platlapju kūdrenis (Kp) un šaurlapu kūdrenis (Ks). Šaurlapu kūdrenī egles plantāciju ierīkošana pieļaujama tikai pie intensīvas nosusināšanas pakāpes: attālums starp susinātājgrāvjiem 40-50 m. Pārējos iepriekšminētajos meža tipos susinātājgrāvju attālumi pieļaujami 80-100 m (Tabula 1.20).

Tabula 1.20. Egles īscirtmeta plantāciju modeļi (Rone, V. 1983. Tehniskie norādījumi...)

Stādmateriāls	Stādvieta skaits uz 1 ha, tūkst. gab.	Retināšanas laiks, vecums	Cirtes veids	Koku skaits pēc retināšanas, tūkst. gab.	Produkcijas veids
Atlasīts stādmateriāls	3,5-4,0	7-10	Kopšana no apakšas	2,2	Ziemassvētku eglītes 600 gab., skuju zālenis, tehnoloģiskā šķelda
Spraudeņstādi +stādi	1,5 1,5	15	Shematiskā kopšana	1,2	Skuju zālenis +tehnoloģiskā šķelda 70 m ³
Spraudeņstādi plus baltalksnis	1,5	10-15	Shematiskā kopšana	1,2	Tehnoloģiskā šķelda kurtuvēm, 120 m ³
Spraudeņstādi	2,2	20	Kopšana no augšas	1,2	Papīrmalka, 70 m ³ Suju zālenis + tehnoloģiskā šķelda, 40 m ³

Platību sagatavošana veicama iepriekšējā gadā pirms stādīšanas, vagu dziļumam nepārsniedzot 15-30 cm. Rindu attālums nedrīkstētu pārsniegt 3 m. Liela vērība pievēršama plantācijas biezumam (Tabula 1.21), jo tas ir būtisks priekšnoteikums augstas krājas iegūšanai. Norādījumos noteikts, ka pēdējo retināšanu pirms cirtes jāveic ne vēlāk kā 15-20 gadu vecumā.

²⁴ <https://faiiem.lv/f/ryqc4sutr>, Rone, V. (1983) Разработать научные основы организации и технологические процессы создания еловых насаждений плантационного типа в условиях Латвийской ССР. Pārskats LZRA „Silava”, II sējums: 82.lpp

Tabula 1.21. Egles stādījumu ieteicamais biežums (Rone, 1983. Tehniskie norādījumi....)

Stādījuma gados	vecums	Biezums, tūkst. gab./ha		
		pietiekošs	optimāls	paaugstināts
5		1.8	2.4	3.1
10		1.6	2.2	2.8
15		1.4	1.9	2.4
20		1.3	1.7	2.0
25		1.2	1.5	1.8
30		1.0	1.2	1.5

Rūpīga kopšana ir sekmīgas egles plantācijas ieaugšanās pamatā. Šeit galvenā prasība - nepieļaut lielas zāles masas savairošanos egles stādījumos, bet kūdras augsnes, kur iespējama salnu postošā darbība, nepieciešama mīksto lapu koku klātbūtne līdz stādījuma 2 m augstuma sasniegšanai (Rone, 1983). Tehniskie noteikumi paredzēja egļu plantāciju mēslošanu ar devu N₇₀₋₁₀₀ P₇₀₋₁₀₀ minerālaugsnēs un kūdras augsnēs – P₇₀₋₁₀₀ K₅₀₋₇₀, ja egles augšanas gaita neatbilst I bonitātei. Mēslošanas termiņš 10-15 gadi pirms cirtes shematiskās kopšanas (Rone, 1983). Egles plantāciju aprites cikls – 35...40 gadi.

Pēc šo tehnisko norādījumu pieņemšanas, sākot ar 1983.-1985. gadu sākās intensīva egles plantāciju projektēšana un ierīkošana Kalsnavas MPS, Jēkabpils VM, Limbažu VM, Saldus VM, Tukuma VM, Bauskas VM u.c. virsmežniecību teritorijās. Uz šo Tehnisko norādījumu bāzes Meža ministrija izdeva rīkojumu egles plantāciju ierīkošanai MPS Kalsnavas teritorijā - 480 ha platībā un Jēkabpils MRS teritorijā – 500 ha platībā.

Šo plantāciju apsekojumi rāda, ka minerālaugsnēs ierīkotās plantācijas atbilst Tehniskajos norādījumos paredzētajai produktivitātei. Bet kūdras augsnēs ierīkotās plantācijas, sakarā ar to, ka netika izpildītas daudzas tehniskajos noteikumos izvirzītās prasības, piemēram, platības ar nepietiekošu nosusināšanas intensitāti, ilgstošs minerālvielu tūkums, jo plantācijas netika mēslotas, kā arī 2005., 2006., un 2007. gadu lielais sausums veģetācijas periodā, kas dramatiski pazemināja gruntsūdens līmeni sakņu zonā, būtiski ietekmēja šo plantāciju dzīvotspēju. Egles plantācijās kūdras augsnēs tika novērota vainaga defoliācija, skuju dzeltēšana, kukaiņu savairošanās lielos apmēros *Aphids spp.*, mizgrauzis u.c. (Lazdiņš, 2011²⁵) un riska zonās esošo plantāciju bojāeja, īpaši Lubānas mežniecības un bijušajās Jēkabpils VM teritorijās (Zālītis 2009²⁶; Lībiete, 2008²⁷; Liepiņš, 2010²⁸; Daugaviete, 2011²⁹).

²⁵ Pārskats “AS “Latvijas Valsts Meži” valdījumā esošajos mežos bojāto egļu audžu masveida bojājumu iemeslu noskaidrošana un rekomendāciju izstrāde bojāto audžu apsaimniekošanai” LVMI “Silava”, 145 lpp.

²⁶ Zālītis, P. (projekta vadītājs), 2009. Bezperspektīmo egļu audžu identifikācijas metodikas un apsaimniekošanas deļu izstrāde. Pārskats. LVM un LVMZI “Silava”, 47 lpp.

²⁷ Parastās egles (*Picea abies* (L.) Karst.) tīraudžu ražība un augšanas potenciāls auglīgajos meža tipos. Promocijas darba kopsavilkums Dr. silv. Zinātniskā grāda iegūšanai. 59 lpp.

²⁸ Meža atjaunošanas efektivitāti veicinošu tehnoloģiju pārnese Latvijā. Pārskats. LVMI “Silava”, 2010.05.-2010.12, 26 lpp.

²⁹ Pārskats Intensīvi kultivētu egles plantāciju ierīkošanas un audzēšanas tehnoloģiju izpēte, esošo objektu uzmērīšana un jaunu objektu ierīkošana, izpildes Laiks 01.05.2010.-30.08.2010., LVMI Silava, 41 lpp.

Zinātnieki sāka pētījumus kā uzlabot šo vienvecuma egļu stādījumu saglabāšanos un produktivitāti. Konstatēts, ka egļu mežaudžu, kā meža ekosistēmas galvenā komponenta saglabāšanās dabā ieprojektēta ar ēncietīgās paaugas saglabāšanos nereti pat visai ilgu laiku. Koksnes krāja saliktās egļu audzēs parasti nepārsniedz $240 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Zālītis, 2009). Šādas audzes visdabiskāk ir apsaimniekot izlases ciršu režīmā, laiku pa laikam izcērtot tikai resnākos kokus. Taču stabilu salikto audžu veidošana un ilgstoša apsaimniekošana ar izlases cirtēm nav perspektīva kūdrenos un arī āreņos to nestabilās grunts dēļ (Zālītis, 2009). Tas, protams, nenozīmē, ka arī meliorētās platībās egles nevar audzēt vienvecuma audzēs, taču šādas struktūras audzes neapšaubāmi prasa pastiprinātu uzmanību.

Zinātnieki secināja, ka nav pieļaujama sabrūkošo egļu audžu saglabāšana vēl desmitiem gadu, kā to paredz pašreizējais cirtmets. Vienvecuma egļu audzes jāapsaimnieko atbilstoši to augšanas potenciālam, un bezcerīgās audzes novācamas, sākot ar 41 gadu vecumu; uz to laiku tur uzkrājies aptuveni $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ stumbra koksnes. Jāatzīmē, ka šo papīrmalkas plantāciju apsaimniekošanas režīmu nedrīkst attiecināt uz visām egļu audzēm. Daļu no tīraudzēm, arī kūdrenos un āreņos ieaudzētajām, ir saimnieciski pareizi audzēt līdz 60 vai 80, vai varbūt, pat lielākam vecumam (Zālītis, 2009). Pieļaujam, ka uz egļu kultūrām un tikai uz egļu kultūrām attiecināms citur nepiemērotais termins – meža plantācijas (Zālītis, 2004). Iestādot egles mežā, mēs saglabājam meža ekosistēmu visā tās daudzveidībā, taču izaudzēto produktu – veselīgus stumbru sortimentus – tāpat kā nemeža plantācijās ievācam to tehniskā gatavuma vecumā, neatkarīgi no audžu faktiskā vecuma (Zālītis et al., 2017³⁰).

Arī 2008. gadā Dr. Zane Lībiete, veicot plašus pētījumus par egles tīraudžu ražību un augšanas potenciālu auglīgajos meža tipos secina, ka pamatojoties uz valsts mežos veiktās augšanas potenciāla analīzes datiem, nepieciešams izstrādāt 30-50 gadus veco bezperspektīvo egļu tīraudžu novākšanas ekonomisko pamatojumu un normatīvajos dokumentos iestrādāt normas, kas ļautu patlaban sabrūkošās 30-50 gadus vecās egļu tīraudzes saimnieciskajos mežos nocirst kailcirtē, tādējādi samazinot zaudējumus, kas nenovēršami radīsies, koksnei sabrūkošajās audzēs strauji zaudējot savu kvalitāti (Lībiete, 2008³¹).

2015.–2017. gadā Valsts pētījumu programmas “Meža un zemes dziļu resursu izpēte, ilgtspējīga izmantošana – jauni produkti un tehnoloģijas (ResProd)” pētījuma “Vienvecuma egļu mežu audzēšanas potenciāls auglīgajās meža ekosistēmās” ietvaros veikts atkārtots egļu vienvecuma tīraudžu augšanas potenciāla izvērtējums tajās pašās mežaudzēs (Jansons, 2019³²; Lībiete et al., 2019³³; Donis et al., 2019³⁴; Donis&Šnepsts, 2019³⁵).

Administratīvu pārmaiņu dēļ no visiem pirmajā reizē uzmērītajiem nogabaliem izdevās identificēt 283 audzes, un atkārtotā apsekojuma laikā tika iegūta informācija par 5460 kokiem. Daļā no šīm audzēm laika posmā no 2003. līdz 2016. gadam, atbilstoši vizuālam vērtējumam, bija

³⁰ Zālītis, P., Lībiete, Z. un Jansons, J., 2017. Kokaudžu augšana mūsdienīgi veidotās jaunaudzēs. Salaspils: LVMI Silava, DU AA “Saule”, 117 lpp.

³¹ Lībiete, Z. 2008. Parastās egles (*Picea abies* (L.) Karst.) tīraudžu ražība un augšanas potenciāls auglīgajos meža tipos. Promocijas darba kopsavilkums Dr. silv. zinātniskā grāda iegūšanai. 59 lpp.

³² Vienvecuma egļu meži Latvijā. LVMI “Silava”, Salaspils, 200 lpp.

³³ Egļu vienvecuma tīraudžu augšanas potenciāls un tā izmaiņas. “Vienvecuma egļu meži Latvijā”. LVMZI “Silava”, 11-54.

³⁴ Vienvecuma egļu audžu struktūra un tās izmaiņas kopšanas ciršu rezultātā. “Vienvecuma egļu meži Latvijā”. LVMZI “Silava”, 55-70.

³⁵ Novēloti koptu vienvecuma egļu audžu apsaimniekošanas alternatīvas un to ekonomisks izvērtējums. “Vienvecuma egļu meži Latvijā”. LVMZI “Silava”, 71-98.

kopta, taču, tā kā šāda pilnībā pārbaudāma informācija nebija pieejama par visām otrās uzskaites laikā apsekotajām egļu tīraudzēm, iespējamā kopšanas ietekme kā faktors netika iekļauta datu analīzē. Visās augšanas apstākļu grupās perspektīvo audžu īpatsvars laika gaitā bija būtiski ($p < 0,0001$) samazinājies (no 23–38 % līdz 2–4 %), tajā pašā laikā palielinoties bezperspektīvo audžu īpatsvaram (no 2–12 % līdz 29–37 %), sevišķi izteikti sausieņu mežos (Lībiete et al., 2019³⁶).

Vidējās koksnes krājas izmaiņas atšķirīgu augšanas potenciāla grupu mežaudzēs uzskatāmi liecina par turpmāku augšanas potenciāla pasliktināšanos. Ja pirmā apsekojuma laikā lielākā vidējā krāja bija trešajā (bezperspektīvo audžu) grupā ieskaitītajās mežaudzēs, liecinot par intensīvo krājas pieaugumu vēl nesenā pagātnē, tad otrās uzskaites laikā situācija jau ir krasī atšķirīga: vislielākā krāja konstatēta pirmās grupas (perspektīvajās) mežaudzēs, bet trešās grupas (bezperspektīvajās) audzēs vidējā krāja jau ir samazinājusies, pat salīdzinot ar pirmo apsekojumu. Perspektīvajās egļu tīraudzēs audzes vidējā krāja ir pieaugusi par 34,8 %, paaugstināta riska audzēs – par 10 %, bet bezperspektīvās audzēs tā ir samazinājusies par 5,5 % (Lībiete et al., 2019).

Kokaudžu uzmērījumi

Materiāls un metodika

Egļu plantāciju tipa audžu apsaimniekošana un tajā nepieciešamas izmaiņas LVMI Silava iepriekš pētītas gan Valsts pētījumu programmas, gan egļu bruņutu bojājumu mazināšanas izpētes programmās. 2022. gada pētījumiem izvēlētas mežaudzes, kuras uzmērīja 2011.-2012. gadā, kad veica pētījumus par faktoriem, kas novājina egļu mežaudzes, kā rezultātā tajās savairojās egļu bruņutis.

Atkārtotai pārmērīšanai izvēlētas audzes, kuru veselības stāvoklis 2012. gada nogalē novērtēts kā labs. Katrā stādījumā ierīkoti 4 aplveida parauglaukumi (500 m², R=12,62 m). Parauglaukumu izvietojums mežaudzē – randomizēts/subjektīvs, to ierīkošanai izvēloties audzi raksturojošas vietas. Parauglaukuma centrs dabā tiek apzīmēts ar mietiņu un tam noteiktas ģeogrāfiskās koordinātas.

Katrā parauglaukumā - numurēti visi koki ar pagaidu numerāciju; visiem kokiem uzmērīts krūšaugstuma diametrs (preciz. 1 cm) un noteikta Krafta klase; 10 kokiem (4 vidējās, 3 mazajās, 3 lielajās diametru klasēs) mērīts koka augstums ar Vertex III, (preciz. 10 cm); iespēju robežās noteikts izkritušo koku skaits. Veikti urbumi 5 kokiem koka krūšaugstumā precīza koka vecuma noteikšanai un gadskārtas platuma mērījumiem.

Urbumi analizēti ar datorprogrammu WinDendro, nosakot gadskārtu platumus un gadskārtu skaitu. Uz uzmērīto datu pamata katrā parauglaukumā tika aprēķināti: koku skaits uz 1 ha; audzes vidējais caurmērs un šķērslaukums, audzes krāja.

Katrā paraugobjektā ņemti augsnes paraugi, augsnes reakcijas noteikšanai pēc standarta LVS ISO 10523:2012, kā arī tika noteikta augsnes elektrovadītspēja pēc standarta LVS EN 27888:1993.

³⁶ Lībiete, Z., Donis, J., Jurgis Jansons, J. un Pēteris Zālītis, P. 2019. Egļu vienvecuma tīraudžu augšanas potenciāls un tā izmaiņas. “Vienvecuma egļu meži Latvijā”. LVMZI “Silava”, 11-54

Rezultāti – Egļu veselības stāvoklis un augšanas rādītāji

Atkārtota egles stādījumu apsekošana kūdras augsnēs - Ks, Kp, Ap rezultāti apliecina, ka 5 un 6-tās vecumklases stādījumi ir sliktā stāvoklī, jo uz 1 ha ir daudz mizgraužu bojātu, kā arī ļoti daudz nokaltušu egļu (Tabula 1.22, Att. 1.43). Ievērojamas atšķirības vērojamas egles stādījumu saglabāšanās un dzīvotspējas nodrošināšanā Vr meža tipā uz mālsmilts augsnēm (grants karjera tuvumā) kv. 467., 8. nogabalā. Mērījumi rāda, ka šajā nogabalā lieliski atjaunojas egles paauga, uz 1 ha ir tikai 10 nokaltušas egles. Vissliktākais stāvoklis ir atzīmēts Cenu tīrelī kūdras augsnē ierīkotais 60-gadīgais stādījums, kv.191. 5 nogabals, kur uz 1 ha atzīmētas 72 nokaltušas un 56 mizgraužu bojātas egles (Att. 1.44).



Att. 1.43. Pašreizējais stāvoklis 50-60 gadīgā egles stādījumā kūdras augsnēs, ļoti daudz nokaltušo un izgāzto egļu. Dzīvnieku bojājumu vietās ieviesusies stumbra trupe, kura paātrina egļu bojāeju



Att. 1.44. Bojāts 60-gadīgs egles stādījums kūdras augsnē, 191. kv. 5 nogabals (Cenas tīrelis)

Tabula 1.22. Taksācijas rādītāji E stādījumos K_s, K_p laika posmā 2011.-2022.g.

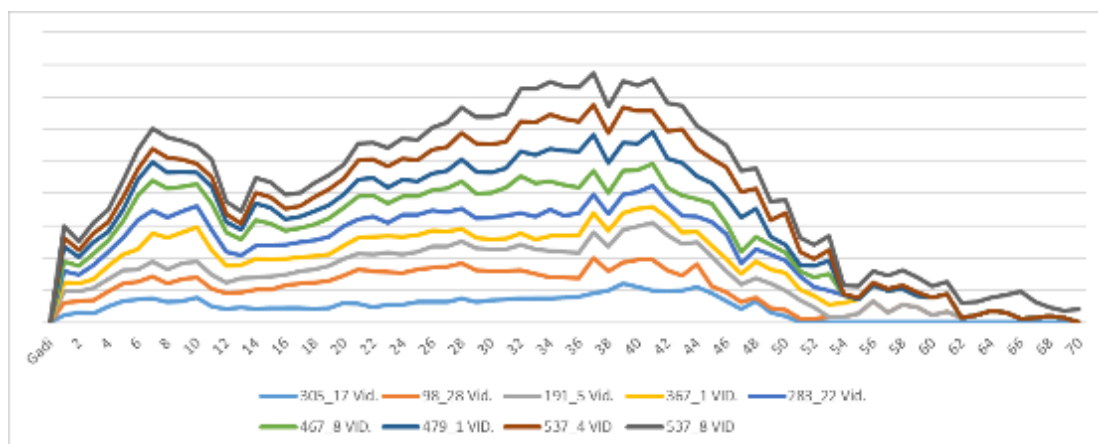
Nogabals	Gads	koordinātes		Koku skaits, ha	D, cm	H, m	S, m ²	Krāja m ³ ha ⁻¹	Vecuma desmitgade
		X	Y						
305 . Kv. 17 nog.	2011.	56.64343	24.34107	860	20.7	19.9	28.8	295.8	6.0
	2011.	56.64343	24.34107	780	22.4	20.7	30.7	309.8	5.0
	2022.	56.64343	24.34107	645	28.3	22.4	30.89	378	6.0
		Bojātas un atmirušas egles , iemesls 20 mizgrauži, 20 nokaltušas							
367 kv. 1. nog.	2011.	56.69455	24.17008	680	17.7	15.0	16.8	133.2	8.0
	2011.	56.69407	24.17112	620	18.2	16.6	16.1	140.9	8.0
	2022.	56.69407	24.17112	855	19.8	19	22.58	219	2.0 (atjaunots)
		Bojātas un atmirušas egles: iemesli 40 mizgrauži; 75 nokaltušas							
479. kv. 1 nog. Ropaži	2011.	56.98972	24.70925	1260	17.9	15.3	31.7	251.1	4.0
	2011.	56.98935	24.70985	1160	16.8	14.9	25.8	202.4	4.0
	2022.	56.98968	24.71078	600	23.7	22.7	27.21	304	5.0
		Bojātas un atmirušas egles: iemesli 50 mizgrauži; 10 nokaltušas							
284/293. kv. 20. nog.	2011.	56.65950	24.33695	820	19.8	19.0	25.2	253.2	4.0
	2011.	56.65950	24.33695	560	27.2	20.6	32.5	313.0	4.0
	2022.	56.65950	24.33695	425	34.5	26.7	28.37	341	5.0
		Bojātas un atmirušas egles: iemesli 23 mizgrauži							
283./292. kv. 22. nog.	2011.	56.65885	24.33465	820	19.7	19.0	25.1	253.7	5.0
	2011.	56.65867	24.33448	840	18.2	18.5	21.9	219.1	5.0
	2022.	56.65867	24.33448	737	26.9	23.9	27.19	303	6.0
		Bojātas un atmirušas egles: iemesli 10 mizgrauži; 15 atmiruši							
537.kv. 4.nog.	2011.	56.99522	24.62397	780	26.0	17.9	41.4	342.3	4.0
	2011.	56.99577	24.62463	1300	20.8	18.6	44.0	430.2	4.0
	2022.	56.99577	24.62463	435	29.7	26	28.5	307	5.0
		Bojātas un atmirušas audzes: iemesli 10 mizgrauži; 20 nokaltušas							
537.kv.8.nog.	2011.	56.99183	24.62205	980	21.3	18.9	35.0	342.8	5.0
	2022.	56.99183	24.62205	410	28.4	26.5	25.8	339	6.0
		Bojātas un atmirušas egles: iemesli 10 mizgrauži; 7 atmirušas							
467.kv. 8.nog. Ropaži,	2011.	56.99058	24.70958	480	24.6	20.4	22.8	227.1	4.0
	2022.	56.99075	24.77128	655	24.3	22.8	27.53	306	5.0
		grants karjera mala Bojātas un nokaltušas egles: 10 nokaltušas un vēja izgāztas egles,							
191.kv. 5. nog.	2011.	56.76767	23.80627	900	23.1	21.1	37.7	403.1	5.0
	2011.	56.76785	23.80608	800	23.9	21.1	35.8	377.2	5.0
	2022.	56.76878	23.8089	465	26.5	23.6	21.8	247	6.0
		Bojātas un nokaltušas egles: iemesli 56 mizgrauži; 72 nokaltušas							
98.kv. 28nog.	2011.	56.68260	24.04118	860	19.8	18.0	26.6	247.1	3.0
	2011.	56.68260	24.04118	980	19.8	18.0	30.2	277.7	3.0
	2022.	56.68231	24.04172	832	24.3	22.4	31	353	4.0
		Bojātas un nokaltušas egles: iemesli 75 nokaltušas							

2022. gada uzmērījumi liecina, ka jau 2004., 2008., 2011. gadā veikto pētījumu secinājumi par egles stādījumu augšanas gaitu un saglabāšanos kūdras augsnes ir bijuši atbilstoši, t. i. : nav pieļaujama sabrūkošo egļu audžu saglabāšana vēl desmitiem gadu, kā to paredz pašreizējais cirtmets. Vienvecuma egļu audzes jāapsaimnieko atbilstoši to augšanas potenciālam, un bezcerīgās audzes novācamas, sākot ar 41 gadu vecumu (Zālītis, 2004; Zālītis&Lībiete, 2005; Zālītis&Muižzemiece³⁷, 2005; Lībiete, 2008; Zālītis, 2009; Lazdiņš, 2011; Jansons, 2019; Donis&Šnepsts, 2019).

2022. gada uzmērījumi apstiprināja iepriekšējo gadu zinātnieku secinājumus, ka egles stādījumi kūdras augsnēs produktīvi ir īsas aprites plantācijās, un to optimālais aprites periods nedrīkstētu būt ilgāks kā 40-45 gadi (Zālītis, 2006; Lībiete, 2008; Zālītis, 2009; Zālītis et al., 2017; Jansons et al., 2019; Donis&Šnepsts, 2019). Uzskatāmi to pierāda egles gadskārtu mērījumi, kas liecina, ka sākot jau ar 40 gadu sliekšni gadskārtu pieaugumi samazinās un jau sasniedzot 50 gadus sliekšni, koku caurmērs palielinās vidēji tikai parpar 1 mm gadā (Att. 1.45, Tabula 1.23).

Tabula 1.23. Vidējie gadskārtu pieaugumi 10 gadu periodos egles stādījumos kūdras augsnēs, mm un augsnes reakcija 2022. gadā

Objekti	Augsnes pH	10 gad.	20 gad.	30 gad.	40 gad.	50 gad.	60 gad.	70 gad.
305.kv. 17.nog.	2,9	2,4±0,96	2,3±0,29	3,1±0,38	4,3±0,82	3,6±1,5		
98. kv. 28. nog.	3,3	2,6±0,60	3,3±0,71	5,2±0,30	3,8±0,75	1,9±1,39	1,5±0,89	1,1±0,42
191. kv. 5. nog.	2,8	2±0,28	2±0,27	3±0,32	4,1±0,52	3,9±1,0	2,3±0,56	
367. kv. 1. nog.	3,6	3,1±1,5	2,4±0,56	2,3±0,41	2,3±0,92	2,2±0,43	2,2±0,50	
283. kv.22. nog.	3,6	2,8±0,89	2,4±0,45	3±0,35	3,2±0,46	2,6±0,73	1,7±0,35	
467.kv. 8. nog.	3,3	2,9±1,18	3±1,1	3,4±0,46	4,2±0,73	2,2±0,78	1,6±0,80	
479.kv. 1. nog.	3,3	2,1±0,48	2±0,36	2,8±0,32	4,6±0,76	3,7±1,4	1,5±0,43	
537. kv. 4. nog.	2,8	1,6±0,33	1,7±0,46	3,6±0,53	4,8±0,36	4±0,76	0,8±0,61	
537.kv. 8. nog.	2,6	2,5±0,68	2,2±0,22	3,4±0,55	4,7±0,52	3,4±0,60	2±0,31	2±0,82



Att. 1.45. Egles stādījumu kūdras augsnēs gadskārtu pieaugumu dinamika

³⁷ Zālītis, P. un Muižzemiece, I., 2005. Priedes un egles stumbra gadskārtu struktūra kūdreņos. Mežzinātne 15, 3–13

Egles augšanas gaita, kā arī augsnes pH līmenis uzskatāma parāda, ka egles augšana ir apgrūtināta sakarā ar ļoti skābo kūdras slāni, kurā pārsvarā izvietota egles sakņu sistēma (Tabula 1.24, Att. 1.45). Augsnes zinātnieku pētījumi pierāda, ka skābās augsnēs augiem tūkst barības vielu, piemēram kalcijs, fosfors, kālijs, magnijs (Kārklīšs, 2008³⁸; Kārklīšs&Gemste, 2009³⁹).

Lai nodrošinātu augu normālu augšanu, nepieciešama augsnes papildus mēslošana, kā viens no svarīgākiem ir augsnes kaļķošana. Augsnes skābuma samazināšana palīdz normāli sadalīties augu nobirām un līdz ar to vairo augsnes minerālvielu daudzumu.

Rezultāti - Augsnes vides reakcija un elektrovadītspēja

Katrā no apsekotajiem nogabaliem 2022.gada 11.-18. augustā. ievāca augsnes paraugus 0-40 cm dziļumā. Ievāktajiem paraugiem LVMI Silava Meža vides laboratorijā noteica augsnes reakciju KCl izvilcumā un elektrovadītspēju. Visos apsekotajos nogabalos augsne raksturojama kā ļoti skāba (Tabula 1.24).

Tabula 1.24 Egļu mežaudzēs ievāktu augsnes paraugu analīžu rezultāti

LVM	Kvartāls	Nogabals	Numurs	pHKCl	EVS
Ropažu nov.	537	4	1	2,9	54,2
Ropažu nov.	537	4	2	2,7	60,2
Ropažu nov.	537	8	1	2,6	45,7
Ropažu nov.	537	8	2	2,6	75,5
Ropažu nov.	467	8	1	2,8	86,6
Ropažu nov.	467	8	2	3,9	77,4
Ropažu nov.	479	1	1	3,4	50,0
Ropažu nov.	479	1	2	3,2	52,0
Zemgales	305	17	1	2,9	67,3
Zemgales	305	17	2	3,0	82,5
Zemgales	293	20	1	3,1	44,4
Zemgales	293	20	2	2,8	36,5
Zemgales	293	20	3	3,1	40,6
Zemgales	292	22	1	3,7	36,7
Zemgales	292	22	2	3,5	49,3
Zemgales	367	1	1	3,8	59,5
Zemgales	367	1	2	3,5	50,4
Zemgales	98	28	1	2,7	34,4
Zemgales	98	28	2	3,9	83,3
Zemgales	191	5	1	2,8	54,3
Zemgales	191	5	2	2,8	70,4

Skābās augsnēs ir ierobežota vairāku augu barošanās elementu uzņemšana, kas var būt viens no iemesliem, kāpēc egļu augšanas temps strauji samazinājies, salīdzinot ar juvenilo vecumu.

³⁸ Kārklīšs, A.. 2008. Augsnes diagnostika un apraksts. Jelgava : Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, 2008. ISBN 978-9984-784-20-5.

³⁹ Kārklīšs, A., Gemste, I. 2009. Latvijas augšņu noteicējs. Jelgava : LLU, 2009. ISBN 978-9984-784-93-9

Atziņas

Veiktie uzmērījumi apstiprina faktu, ka stādīto vienvecuma egļu audžu potenciāls pasliktinās, pārsniedzot 40 gadu vecumu.

Apstiprinās atziņa (Jansons et al., 2019), ka tautsaimniecībai jācenšas izmantot priekšrocības, kuras sniedz vienvecuma egļu audžu ātraudzība, jāievieš saīsinātas aprites modelis, iekļaujot tos mežsaimniecības praksē.

2023.gadā turpināmie pētījumi

Analizēt 40 gadus un vecāku kūdreņos stādītu vienādvecuma egļu audžu vitalitāti/kvalitāti kontekstā ar kūdras slāņa biezumu. Paturot prātā, ka patlaban lauksaimniecības sektorā tiek apsvērts kā kūdras augsnes klasificēt tikai tādas, kam kūdras slānis biezāks par 40 cm (patlaban kritērijs ir 30 cm un vairāk).

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

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

Paredzētās aktivitātes: *Stādīšanas operāciju izpildes laiku ietekmējošo faktoru analīze - vēlos rudens/pavasara stādījumos. Stādīšanas operāciju izpildes laiku ietekmējošo faktoru analīze pavasara/vasaras/rudens/ stādījumos*

Izmantojot video reģistratorus, ievākti mašinizētās stādīšanas ierīču darbības videoieraksti, iegūstot papildus datus (nogabalos) stādīšanas produktivitāti ietekmējošo faktoru izpētei, dati ievākti sadarbojoties ar vairākiem pakalpojuma sniedzējiem. Aktualizēti dati par 2021. gadu, analizējot visu ievāktu video materiālu, pabeigta 2021. gadā ievāktā materiāla hronometrāža (salīdzinātas situācijas, kad nav izplaukušas lapas, lakstaugu veģetācija nav izveidojusies, ir uzplaukušas lapas, ir izveidojusies bagātīga lakstaugu veģetācija).

Validēti ievāktu uzmērījumu un hronometrāžas dati, kritiski izvērtējot lielākās un mazākās vērtības, videoierakstā atkārtoti pārliedzinoties par to pareizību un skaidrojot iemeslus. Hronometrēti video reģistratoru ieraksti, atlasīti faktori, kas ietekmē stādīšanas produktivitāti katrā platībā. Analizēti iegūtie dati un novērtēta dažādo risinājumu efektivitāte, ražīgums un izmaksas. Izvērtēti mašinizētā meža atjaunošanā pielietotie darba paņēmieni, novērtēta to efektivitāte.

Mašinizētās stādīšanas darbu 2021.-2022. gada rezultātu aktualizācija

Veicot mašinizētu meža atjaunošanu ar ierīcēm, kas montētas uz strēles un stādvieta ir pacila, darbus būtiski ietekmē kā sezonālie (aizzēlums), tā mitruma un pielūžņojuma apstākļi mežaudzē. 2021-2022. gada izpētes darbos sevišķa uzmanība pievērsta aizzēlumam, redzamībai, jo 2020.gadā, veicot tikai vienas stādāmas ierīces darbu hronometrāžu, novērots, ka visvairāk darbu apgrūtina auglīgo platību straujā aizzelšana (Att. 2.1).



Aleksandra Dalinina, SIA CTParts foto arhīvs

Att. 2.1. Darbs ekstrēmos apstākļos atjaunojot auglīgos meža tipus – skats no kabīnes

Darbu mērķis: Noskaidrot cik ļoti platības aizzēlums, paauga, ciršanas atliekas, mitruma apstākļi un citi faktori ietekmē laika vienībā iestādāmo koku skaitu mežaudzē.

Metodika - Lauka un kamerālie darbi

Mašinizētas stādīšanas produktivitātes darba laika uzskaiti 2021-2022. gadā veikta mēnešos, audzē ir lakstaugi un saplaukuši lapu koki, kas apgrūtina redzamību veicot stādīšanu un tad kad audzē ir nokaltuši lakstaugi un koki ir bezlapu stāvoklī, kas uzlabo redzamību platībā.

Mašinizētas stādīšanas darba laika uzskaitē izmanto video reģistratorus, kas piestiprināti pie ekskavatora kabīnes priekšējā vējstikla. Video reģistratoru ieslēdz un izslēdz mašīnas operators. Ieraksta ~ 2 h rīta cēliena un 2 h pēcpusdienā (lai ir strādāts dažāda noguruma pakāpē). Viens nogabals tiek ierakstīts vienā atmiņas kartē, kopumā vismaz 4 h ieraksts.

Darbu filmēšana notika sākot ar 2021. gada augustu. Kopā 2021.-2022. gada sezonā apkopoti dati par stādīšanas darbībām 60 platībās/nogabalos. Mašinizētās stādīšanas darba operāciju hronometrāžu veic no videomateriāla, izmantojot *SDI 1.2* hronometrāžas programmu, kas uzstādīta uz *Allegro CX* lauka datora. Veicot darba laika uzskaiti fiksēs sekojošas darbības (Tabula 2.1).

Tabula 2.1 Darba laika uzskaitē piefiksētās stādīšanas darbības

Nr.	Darbība	Darbības apraksts
1.	Pārvietošanās cīsmā	Mašīnas pārvietošanās cīsmā starp apstāšanās punktiem - mašīnas kustība pa cīsmu. No viena apstāšanās punkta parasti tiek izveidotas vairākas pacilas.
2.	Darbības ar manipulatoru	Manipulatora kustība starp pacilu veidošanas vai pacilas vietas sagatavošanas darbībām.
3.	Ciršanas atlieku un zaru novākšana	Pacilas vietas atbrīvošana no zariem vai ciršanas atliekām. Uzskaita, ja tā ir atsevišķa darbība un tas netiek darīts reizē ar pacilas sagatavošanas darbību.
4.	Pacilas sagatavošana	Pacilas izveidošana tai paredzētajā vietā, zemsegas noņemšana pirms pacilas izveidošanas.
5.	Stādīšana	Stāda iestādīšana pacilā.
6.	Iešana pēc stādiem	Iešana pēc stādiem, kad ir izstādīti visi stādi stādāmajā iekārtā. Darbība sākas, kad apstājas traktors un beidzas stādīšana. Beidzas, kad sākas tādu iepildīšana stādāmajā iekārtā.
7.	Stādu iepilde stādāmajā iekārtā	Stādu ielikšana stādīšanas iekārtā. Sākas no brīža kad tiek sākta stādu ielikšana, beidzas kad tiek ielikts pēdējais stāds
8.	Citas darbības	Ar stādīšanu saistītas darbības, kas nav pieskaitāmas nevienai no iepriekš minētajām darbībām, bet ir saistītas ar darbu veikšanu. Piemēram, īslaicīgi tehnikas remonts, izkrituša stāda pacelšana, stāda papildus piemīdīšana, stādāmā stobra tīrīšana, utt.
9.	Pauze	Citas ar stādīšanu tieši nesaistītas darbības stādīšanas laikā (runāšana pa telefonu, savstarpējās sarunas, atpūtas pauzes, utt.).
10.	Zaru ceļa tīrīšana	Vietas attīrīšana zaru ceļā, lai būtu iespējams izveidot stādvietu. Darbību uzskaita, ja stādvietā tiek veidota tieši zaru ceļā. Ne visās platībās ir nepieciešams veikt šo darbību.
12.	Ievalkas veidošana	Ievalkas veidošana platībā. Ne visās platībās ir nepieciešams veikt šo darbību.

Iepriekš minētās darbības ir uzskaitītas veicot darba laika uzskaiti. Lai novērtētu apstākļus, kas var būtiski ietekmēt darba produktivitāti, no ierakstītajiem videomateriāliem izvērtēja audzes aizzēluma, paaugas, ciršanas atlieku un platības mitruma ietekmi uz stādīšanas ražību (Att. 2.2).

Platības aizzēluma piemēri:		
		
1 - (neliels aizzēlums)	2 - (vidējs aizzēlums)	3 - (liels aizzēlums)
Paaugas vērtējums:		
		
1 - (maza/ neliela paauga)	2 - (vidēja paauga)	3 - (liela paauga)
Ciršanas atlieku daudzums/ biežums:		
		
1 - (mazs/ neliels ciršanas atlieku apjoms)	2 - (vidējs ciršanas atlieku apjoms)	3 - (liels ciršanas atlieku apjoms)
Mitruma apstākļu vērtējums:		
		
1 - (sausā platība)	2 - (vidējs mitrums platībā/ vietām platībā ir mitras vietas)	3 - (mitra platība/ lielāka daļa platības ir mitra)

Att. 2.2. Stādīšanas operāciju laiku un kvalitāti ietekmējošo faktoru gradējuma/raksturojuma ballēs piemēri

Tāpat salīdzināts darba ražīgums atkarībā no lapu apjoma platībā.

Rezultāti – Stādīšanai patērētais laiks un apstākļi

Pirms darbu veikšanas ar pakalpojumu sniedzējiem tika panākta vienošanās (kas bija viens no pakalpojumu sniedzēju noteikumiem, lai atļautu filmēšanu un veiktu darba laika uzskaiti), ka publiski pieejamos dokumentos, pakalpojumu sniedzēji netiks minēti un tie savā starpā netiks

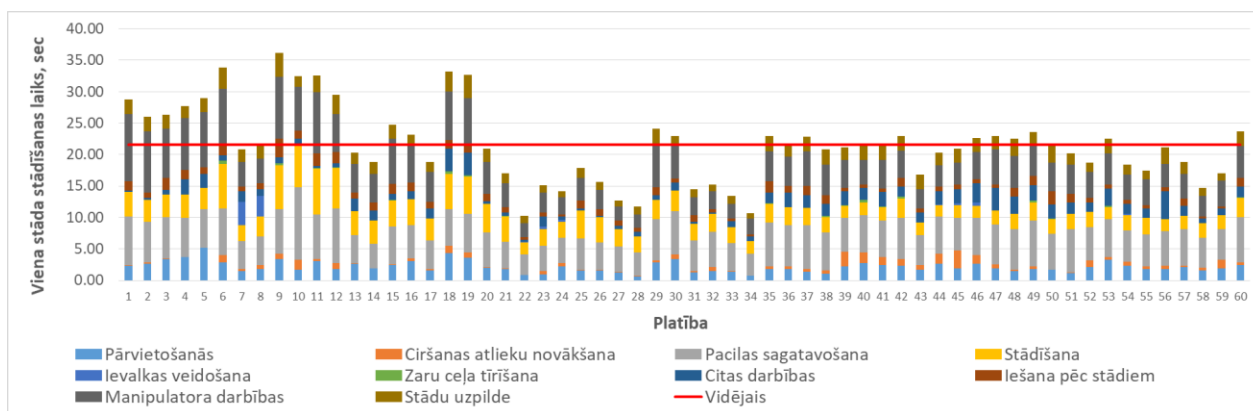
salīdzināti, atklājot to identitāti. Tabulā un turpmākajos attēlos platības apzīmētas ar burtu P un diviem cipariem, kur pirmais cipars apzīmē pakalpojuma sniedzēju, savukārt otrs cipars platību. Piemēram, apzīmējums P 4.11. nozīmē, ka darbus veicis pakalpojums sniedzējs Nr. 4 un tā ir bijusi 11. platībā kurā šis pakalpojumu sniedzējs veicis mašinizētu stādīšanu projekta ietvaros. Platības kurās veikta darba laika uzskaitē, kā arī to raksturojošie rādītāji apkopoti zemāk (Tabula 2.2).

Tabula 2.2 Platību raksturojums

Nr.	Pakalpojuma sniedzējs un platība	Platību raksturojošie rādītāji				Vidējais viena stāda iestādīšanas laiks, sekundes
		Aizzēlums (1-3)	Paauga (1-3)	Ciršanas atliekas (1-3)	Platības mitrums (1-3)	
1.	1.1	3	3	1	1	28.8
2.	1.2	3	2	2	1	25.9
3.	1.3	3	3	2	1	26.3
4.	1.3	3	3	2	1	27.7
5.	1.5	3	3	2	1	29.0
6.	2.1	2	2	3	1	33.9
7.	2.2	2	2	1	1	20.8
8.	2.3	3	2	1	1	21.4
9.	2.4	3	3	2	1	36.2
10.	2.5	3	3	1	1	32.4
11.	2.6	3	3	1	1	32.5
12.	2.7	3	3	2	1	29.5
13.	3.1	1	1	2	1	20.2
14.	3.2	1	1	2	1	18.8
15.	3.3	1	1	3	1	24.7
16.	3.4	2	2	2	1	23.2
17.	3.5	1	1	2	1	18.8
18.	3.6	2	2	2	2	33.1
19.	3.7	2	2	2	1	32.6
20.	3.8	1	1	3	1	21.0
21.	3.9	1	1	2	1	17.0
22.	4.1	1	1	2	1	10.3
23.	4.2	1	1	1	1	15.2
24.	4.3	1	1	1	1	14.1
25.	4.4	2	1	2	1	17.9
26.	4.5	1	1	2	1	15.6
27.	4.6	1	1	3	1	12.7
28.	4.7	1	1	3	1	11.7
29.	4.8	1	1	3	2	24.1
30.	4.9	2	1	3	1	22.9

tabulas turpinājums						
Nr.	Pakalpojuma sniedzējs un platība	Platību raksturojošie rādītāji				Vidējais viena stāda iestādīšanas laiks, sekundes
		Aizzēlums (1-3)	Paauga (1-3)	Ciršanas atliekas (1-3)	Platības mitrums (1-3)	
31.	4.1	1	1	2	1	14.5
32.	4.11	1	1	2	1	15.2
33.	4.12	1	1	1	1	13.4
34.	4.13	1	1	2	2	10.6
35.	5.1	1	1	2	2	20.3
36.	5.2	2	2	2	1	21.4
37.	5.3	3	3	2	1	22.8
38.	5.4	1	1	2	1	20.8
39.	5.5	2	1	3	1	21.1
40.	5.6	2	1	3	1	21.3
41.	5.7	2	2	2	1	21.4
42.	5.8	1	1	2	1	22.9
43.	5.9	1	1	1	1	16.8
44.	5.1	2	1	3	1	23.0
45.	5.11	1	1	2	3	20.9
46.	5.12	1	1	2	2	22.6
47.	5.13	2	2	2	2	22.9
48.	5.14	2	2	2	1	22.5
49.	5.15	2	2	2	1	23.6
50.	5.16	1	1	1	1	21.7
51.	5.17	2	2	2	1	20.2
52.	5.18	2	1	2	1	18.8
53.	5.19	1	1	2	1	22.5
54.	5.2	2	2	3	1	18.4
55.	5.21	2	1	2	1	17.5
56.	5.22	1	1	1	1	21.1
57.	5.23	2	1	1	1	18.8
58.	5.24	1	1	2	1	14.7
59.	5.25	2	1	2	1	17.1
60.	5.26	2	2	2	1	23.7
					Vidējais	21.5

Vidējais viena stāda iestādīšanas laiks aprēķināts izdalot katras darbības kopējo patērēto laiku ar iestādīto stādu skaitu platībā. Mašinizētas stādīšanas produktivitātes rezultāti sadalījumā pa pakalpojumu sniedzējiem un platībām apkopoti zemāk Att. 2.3).



Att. 2.3. Mašinizētas stādīšanas darba laika uzskaitē sadalījumā pa pakalpojumu sniedzējiem

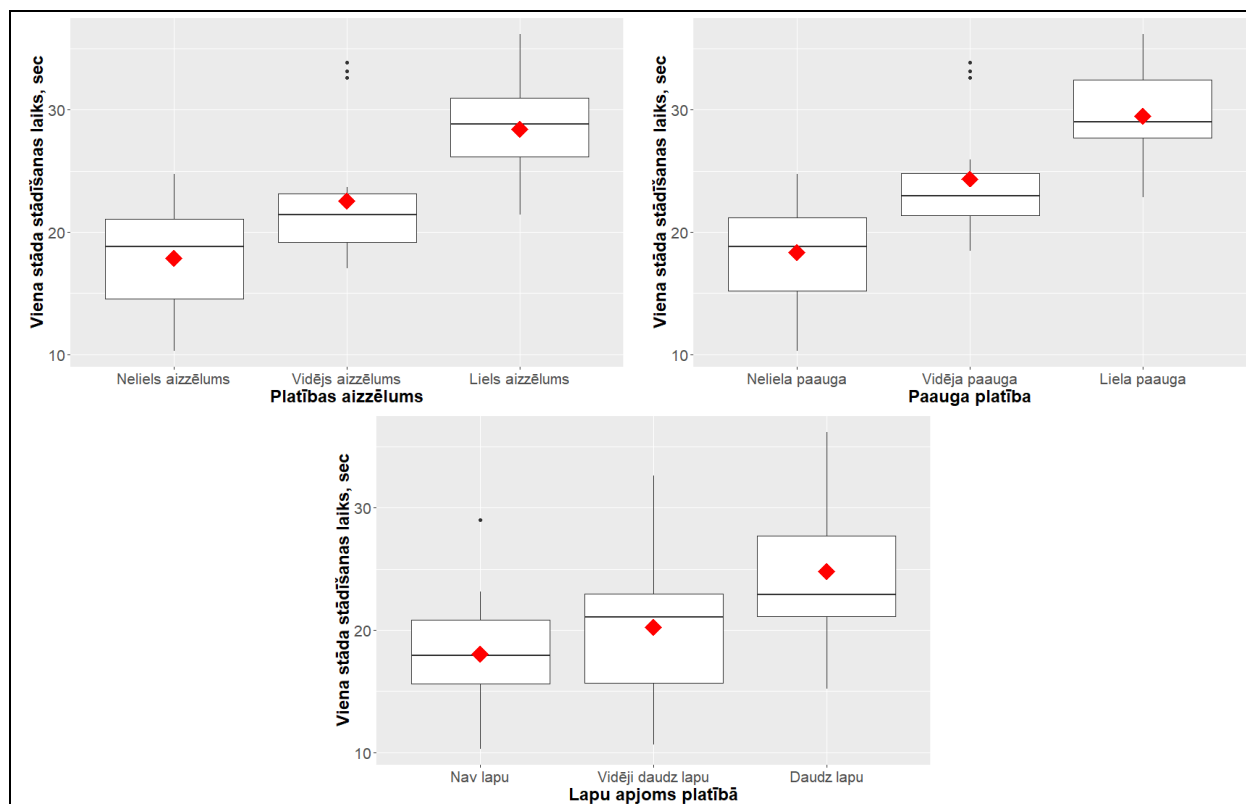
Vidējais viena stāda iestādīšanas laiks, apkopojot visus pakalpojumu sniedzēju un visu platību datus, ir 21,5 sekundes. Ātrākais viena stāda iestādīšanas laiks ir 10,3 sekundes, savukārt ilgākais 36,2 sekundes. Lielāko darba laiku visās platībās aizņem manipulatora kustības, pacilas sagatavošana un stādīšana. Stādīšanas ātrumu var ietekmēt stādīšanas operatora darba pieredze, traktortehnikas jauda, stādāmā ierīce (modelis), kā arī apstākļi platībā. Platību skaits, kurās veikta darba laika uzskaitē starp pakalpojumu sniedzējiem atšķiras, visvairāk darba laika uzskaitē ir veikta pakalpojumu sniedzējiem Nr. 4 – 13 platības un Nr. 5 – 26 platības. Izvērtējot viena pakalpojumu sniedzēja stādīšanas produktivitāti var novērot, ka stādīšanas ātrums mainās atkarībā no apstākļiem platībā, kā piemēram pakalpojumu sniedzējam Nr. 5 platībā P 4.1. viena stāda vidējais iestādīšanas ātrums bija 10,3 sekundes, jo šajā platībā bija neliels aizzēlums, neliela paauga, vidējs ciršanas atlieku un platība bija sausa. Platībā P 4.9. bija vidējs aizzēlums un liels daudzums ar ciršanas atliekām, kādēļ vidējais stāda iestādīšanas ātrums bija 22,9 sekundes. Platībās ar līdzīgiem apstākļiem, kā tas bija pakalpojumu sniedzējiem Nr. 1 stādīšanas ātrums visās platībās bija līdzīgs, attiecīgi viena stāda stādīšanas ātrums 26,3 – 29,0 sekundes.

Mašinizētas stādīšanas darbu veikšanai pakalpojumu sniedzēji izmantoja 3 dažādas stādāmās mašīnas - M Planter, Risutec un Bracke. Pētījuma mērķis nebija salīdzināt savā starpā stādāmās mašīnas, tādēļ tām netika nodrošināti vienādi stādīšanas apstākļi, kā vienāds platību skaits, līdz ar to stādīšanas ātruma salīdzinājums starp dažādam mašīnās nav iekļauts pētījumā.

Platības aizzēlums, lapu apjoms un paaugas augstums ir apstākļi, kas pēc pakalpojumu sniedzēju domām visvairāk ietekmē stādīšanas produktivitāti. Liels aizzēlums traucē saskatīt stādīšanai piemērotu vietu, kā arī novērtēt vai stāds ir veiksmīgi iestādīts. Aizzēlums būtiski neietekmē pārvietošanās ātrumu platībā, taču ietekmē redzamību, kas tieši samazina darba ražīgumu. Līdz šim ievāktu datu analīze apstiprina, ka platības aizzēlums būtiski ietekmē darba ražīgumu, kur vidējais viena stāda iestādīšanas ātrums visās platībās ar nelielu aizzēlumu bija 17,9 sekundes, ar vidēju aizzēlumu 22,5 sekundes un ar lielu aizzēlumu 28,4 sekundes. Aizzēlums bija apstākļi, kas ietekmēja darba produktivitāti pilnīgi visiem pakalpojumu sniedzējiem, neatkarīgi no stādāmās iekārtas modeļa. Lai palielinātu darba produktivitāti platībās ar lielu aizzēlumu, darbus nepieciešams plānot pavasarī vai rudenī, izvairoties stādīt vasaras vidū, kad aizzēlums ir vislielākais.

Arī paaugas augstums un tās biežība platībā būtiski ietekmē darbu. Paaugas augstums tieši ietekmē pārvietošanās ātrumu platībā, kas dēļ sliktās redzamības ir lēnāks, kā arī tiek traucēta piemērotas stādvieta atrašana, līdzīgi kā tas ir platībās ar lielu aizzēlumu. Mašinizētas stādīšanas

produktivitāte platībās ar dažādu paaugas augstumu un biežību apkopota zemāk Mašinizētas stādīšanas produktivitāte dažāda aizzēluma platībās apkopota zemāk (Att. 2.4).



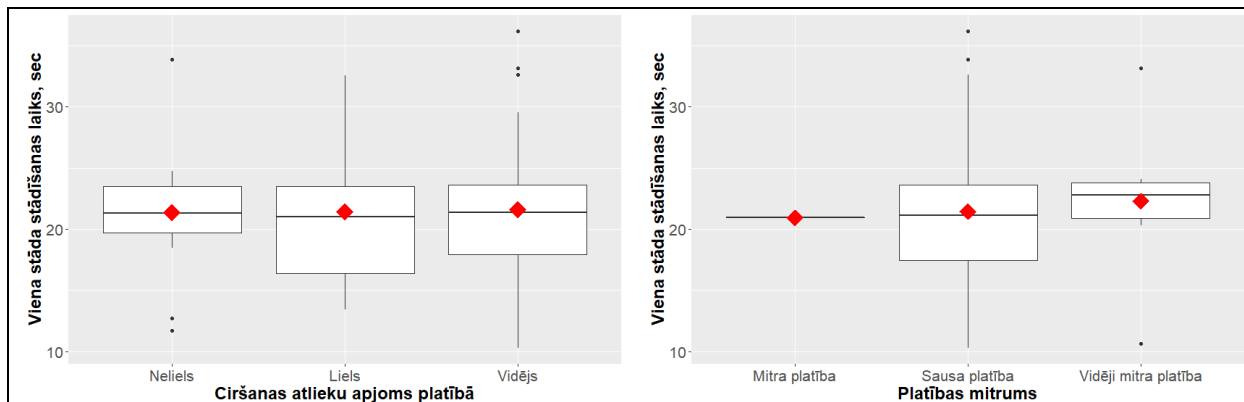
Att. 2.4. Mašinizētas stādīšanas produktivitāte platībās ar dažādu aizzēlumu, lapu apjomu un paaugas augstumu

Apkopoto datu analīze apstiprina, ka platības paauga būtiski ietekmē darba ražīgumu, kur vidējais viena stāda iestādīšanas ātrums visās platībās ar mazu/nelielu paaugu bija 18,4 sekundes, ar vidēju paaugu 24,3 sekundes, savukārt ar lielu paaugu 29,5 sekundes. Lai palielinātu darba produktivitāti platībās ar lielu paaugu, platība pirms stādīšanas ir jāizkopj, nogriežot paaugu vietās, kur tā apgrūtinā redzamību un pārvietošanos. Apskatot videomateriālus var redzēt, ka liela paauga nav vienāda augstuma un biežības visā platībā, vislielākā tā ir platības malās, vai vietās kur platība robežojas ar jaunaudzi. Lai samazinātu paaugas pļaušanas izmaksas pirms stādīšanas, to var darīt tikai vietās, kur tā ir vislielākā un būtiski apgrūtinā stādīšanu.

Vidējais viena stāda iestādīšanas laiks platībās ar minimālu lapu apjomu bija 18 sekundes, ar vidēju lapu apjomu 20,2 sekundes un ar lielu lapu apjomu 24,8 sekundes. Darba ražīguma atšķirība starp platību ar nelielu lapu apjomu un platību ar lielu lapu apjomu ir 6,8 sekundes. Ja jā sagatavo 2000 stādvieta, tad platībā ar lielu lapu apjomu būtu nepieciešamas 13,8 stundas, savukārt platībā ar nelielu lapu apjomu 10 stundas, kas ir par 3,8 stundām ātrāk (38%) ātrāk.

Ciršanas atliekas platībā ir viens no apstākļiem, kas pēc pakalpojumu sniedzēju teiktā, samazina darba produktivitāti. Pārmitrās platībās to ir vairāk, tās iekļātas treilēšanas ceļos. Lai sasniegtu minimālo stādvieta skaitu platībā, ciršanas atliekas ir jāpārvieta, kā arī tās traucē izveidot kvalitatīvu stādvieta, jo nereti veidojot jaunu stādvieta, tiek izkustināti zari, kas izjauc iepriekš

izveidoto stādvieta. Pārlietu liels mitrums platībās var būt viens no apstākļiem, kas samazina darba ražīgumu (Att. 2.5).



Att. 2.5. Mašinizētas stādīšanas produktivitāte platībās ar dažādu ciršanas atlieku apjomu un mitruma apstākļiem

Apkopoto datu analīze neļauj droši apgalvot, ka ciršanas atlieku apjoms un daudzums platībā tieši ietekmē stādīšanas produktivitāti. Vidējais viena stāda iestādīšanas ātrums platībās ar nelielu ciršanas atlieku daudzumu bija 21,4 sekundes, ar vidēju 21,6 sekundes un ar lielu 21,3 sekunde. No analizētajiem video materiāliem var secināt, ka platības aizzēlums un paauga stādīšanas produktivitāti ietekmē vairāk, kā ciršanas atlieku apjoms. Piemēram, platībā P 4.5. un P 4.4. bija liels ciršanas atlieku apjoms, savukārt praktiski nebija aizzēluma un paaugas, kas ļāva stādīt ātri. Pretēji bija platībā P 1.1. kur bija neliels ciršanas atlieku daudzums, savukārt bija liels aizzēlums un vidējs paaugas augstums, kas būtiski samazināja stādīšanas ātrumu. Līdz šim ievāktu datu apkopojums ļauj secināt, ka ciršanas atlieku daudzums nav galvenais apstāklis, kas ietekmē stādīšanas produktivitāti.

Slapjas vietas platībā ir nepieciešams apbraukt, kā arī kvalitatīvu stādvieta sagatavošana šādās platībās vietās var būt apgrūtināša, tomēr apkopoto datu analīze neuzrāda acīmredzamu sakarību starp mitruma līmeni platībā un darba ražīgumu. Viens no iemesliem ir stādīšanas laiks, par cik vislielākais mitrums platībās ir rudens periodā, kad ir arī vismazākais aizzēlums un paaugai ir nobirušas lapas. Kā tika secināts iepriekš, viens no galvenajiem stādīšanas produktivitāti ietekmējošajiem apstākļiem ir aizzēlums, kas rudenī, kad parasti ir lielākais mitrums platībā ir vismazākais.

Augstāk minētie apstākļi, kā aizzēlums, paauga, ciršanas atliekas un mitrums platībā var ietekmēt ne tikai darba ražīgumu, bet arī stādīšanas kvalitāti.

Stādīšana lielā aizzēlumā un zem biezas paaugas apgrūtinā stādvieta vietas izvēli, jo zem aizzēluma nav redzami zari, saknes un platības reljefa atšķirības, kas var rezultēties nekvalitatīvas pacilas izveidošanā.

Liels daudzums ciršanas atlieku platībā apgrūtinā pacilas izveidošanu, kur nereti sanāk izveidot pacilu daļēji uz zara vai saknes, kas veidojot nākamo pacilu tiek izkustināts un tiek izjaukta jau izveidotā pacila. Ja tas tiek darīts lielā aizzēlumā, tad operators to var nepamanīt un var tikt izveidota nekvalitatīva stādvieta. Lai izpildītu minimālo iestādīto koku skaitu hektārā, reizēm nākas stādīt arī pārmitrās vietās, sevišķi ja darbi notiek rudens periodā, kad mitrums ir visaugstākais. Šādās vietās draud pacilas noskalošanās risks ziemas un pavasara periodā.

Darba apstākļus īpaši apgrūtina, ja vienā platībā izpildās visi šie apstākļi vai daļa no tiem, kā piemēram liels aizzēlums un liels apjoms ar ciršanas atliekām vienuviet.

Atziņas

Mašinizētas stādīšanas pakalpojumu sniedzēji, kas ikdienā veic mašinizētu stādīšanu mežā, kā galvenos apstākļus, kas ietekmē mašinizētas stādīšanas produktivitāti nosauca platības aizzēlumu, paaugas augstums un lapu apjomu.

Līdz šim ievāktu datu analīze apstiprina, ka platības aizzēlums būtiski ietekmē darba ražīgumu, kur vidējais viena stāda iestādīšanas ātrums visās platībās ar nelielu aizzēlumu bija 17,9 sekundes, ar vidēju aizzēlumu 22,5 sekundes un ar lielu aizzēlumu 28,4 sekundes. Aizzēlums bija apstākļis, kas ietekmēja darba produktivitāti pilnīgi visiem pakalpojumu sniedzējiem, neatkarīgi no stādāmās iekārtas modeļa.

Apkopoto datu analīze apstiprina, ka platības paauga būtiski ietekmē darba ražīgumu, kur vidējais viena stāda iestādīšanas ātrums visās platībās ar mazu/ nelielu paaugu bija 18,4 sekundes, ar vidēju paaugu 24,3 sekundes, savukārt ar lielu paaugu 29,5 sekundes. Lai palielinātu darba produktivitāti platībās ar lielu paaugu, platība pirms stādīšanas ir jāizkopj, nogriežot paaugu vietās, kur tā apgrūtina redzamību un pārvietošanos.

Apkopoto datu analīze neļauj droši apgalvot, ka ciršanas atlieku apjoms un daudzums platībā tieši ietekmē stādīšanas produktivitāti. Vidējais viena stāda iestādīšanas ātrums platībās ar nelielu ciršanas atlieku daudzumu bija 20,4 sekundes, ar vidēju 21,6 sekundes un ar lielu 21,3 sekunde. No analizētajiem video materiāliem var secināt, ka platības aizzēlums un paauga stādīšanas produktivitāti ietekmē vairāk, kā ciršanas atlieku apjoms.

Apkopoto datu analīze neuzrāda acīmredzamu sakarību starp mitruma līmeni platībā un darba ražīgumu. Viens no iemesliem ir stādīšanas laiks, par cik vislielākais mitrums platībās ir rudens periodā, kad ir arī vismazākais aizzēlums un paaugai ir nobirušas lapas.

Vidējais viena stāda iestādīšanas laiks platībās ar nelielu lapu apjomu bija 18 sekundes, ar vidēju lapu apjomu 22,2 sekundes un ar lielu lapu apjomu 24,8 sekundes. Darba ražīguma atšķirība starp platību ar nelielu lapu apjomu un platību ar lielu lapu apjomu iestādot 2000 stādus ir 38%.

2023.gadā pētāmie jautājumi:

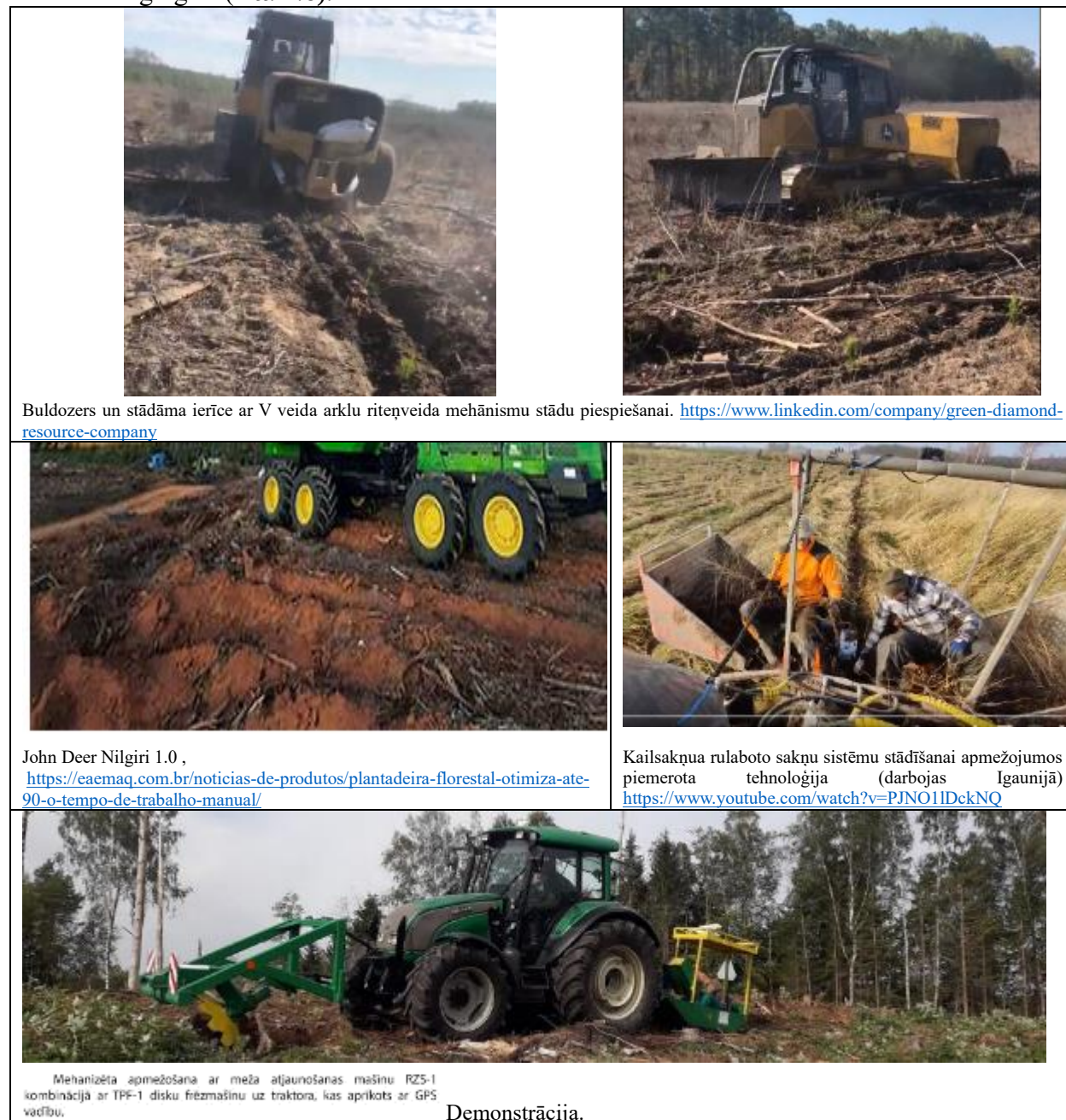
Patlaban nav novērtēts vai stādvieta izmēri/ stādīšanas laiks/ ātrums korelē ar stādīto koku saglabāšanos, to iespējams skaidrot analizējot meža atjaunošanas rezultātu 2019. gadā mašinizēti stādītajās platībās. Ir noskaidrota produktivitāte – tagad jāskaidro kā pacilas/ bedres izmēri un forma, kas katram agregātam nedaudz atšķiras, mainās un ir/nav saistīta ar stādīto koku saglabāšanos – iesakām vērtēt 3 un 4 gadus pēc stādīšanas, jo 1.1. veikti pētījumi parāda, ka stādu izkrišana notiek 3-4 gadā.

Alternatīvas mašinizētās stādīšanas tehnoloģijas

Situācijās, kad cilvēka darba spēks nav pieejams pietiekamā apjomā, vai tas ir kļuvis dārgs, vai cilvēki vairs nevēlas strādāt fiziski smagu darbu, aktualizējas procesa mašinizācija. Pieprasījumu pēc meža atjaunošanas un ieaudzēšanas stādīšanas pakalpojumu vairs nesedz piedāvājums, kā arī pakalpojuma cena ir sasniegusi tādu līmeni, ka mašinizētas un manuālas

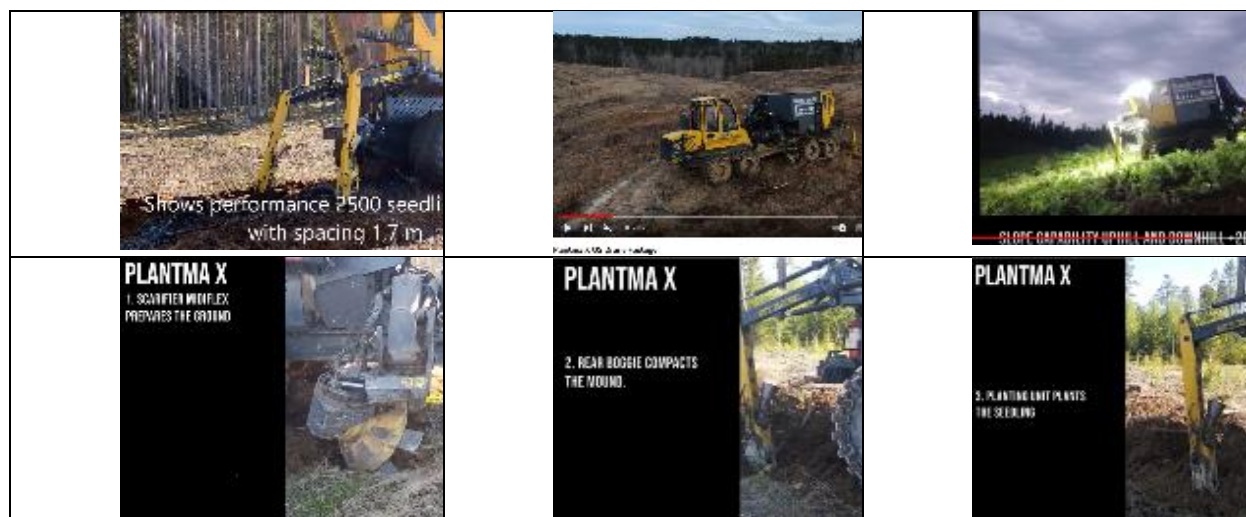
stādīšanas pakalpojumu cenām vairs nav būtiskas atšķirības. Šādos apstākļos tirgū parādās jauni piedāvājumi, kas ir modernizēti iepriekš izveidoti prototipi vai jauni mašinizācijas koncepti ar attālinātu vadību.

Tiek labiekārtoti un modernizēti agregāti, kas ir piemēroti stādu stādīšanai apmežojamās platībās vai atcelmotās mežaudzēs. Mašīnām, kas darbojas pēc tāda paša principa kā lauksaimniecības dēstu pārscolojamā tehnika vai meža kokaudzētavām paredzētas pārscolojamās mašīnas, priekšpusē pievienota lāpsta, vai smalcinātājs platības atbrīvošanai no atvasāja vai šķēršļiem, vai augsnes sagatavošanas ierīce, bet aiz tās automātisks vai pusautomātisks stādīšanas agregāts (Att. 2.6).



Att. 2.6. Pārscolojamo mašīnu principu izmantojošie mašinizētas stādīšanas risinājumi

Veiksmīgs iepriekšējā gadsimta beigās izveidota prototipa Serla modernizējums un stādāmašīna Plantma X⁴⁰ (Att. 2.7).



Att. 2.7. Stādāmās mašīnas Plantma X demo video (<https://plantmaforestry.com/> & <https://www.youtube.com/@Plantmaforestry>).

Šī tehnoloģija būtu piemērota mežaudžu atjaunošanai sausienos un āreņos. Vienīgi, pirms tehnoloģijas pārneses, ir jānoskaidro kā tās ražīgumu un darbu izpildes kvalitāti ietekmē mežaudzē palikušo celmu dimensijas, skaits un atstātās mežizstrādes atliekas. Tehnoloģija jau ir plaši pielietota lielu izcirtumu vai apmežojamo platību apjaunošanā Zviedrijā un Amerikā, tomēr vairumā publiski pieejamo tehnoloģijas darbības demonstrācijas video ir redzams, ka meža atjaunošanas darbi notiek platībās ar maz un zemiem celmiem, vai tie pēc mežizstrādes veikšanas ir safrēzēti, jebšu kā citādi izvākti (Att. 2.7). Iespējams, ka sekmīgai tehnoloģijas ieviešanai Latvijā, būs nepieciešama celmu izstrāde atjaunojamās platībās, kas kontekstā ar bioloģiskās daudzveidības veicināšanas un mežaudžu atveseļošanas jautājumiem, būtu pat vēlams pasākums, sevišķi platībās, kur novērojami eutrofikācijas procesi. Pēc celmu izraušanas augsnē paliek mazāk organisko vielu, kopā ar celmiem tiek izvākta ar sakņu trupi inficēta masa, celmi ir dzīvotne smecerniekiem, kas bojā jaunus stādus.

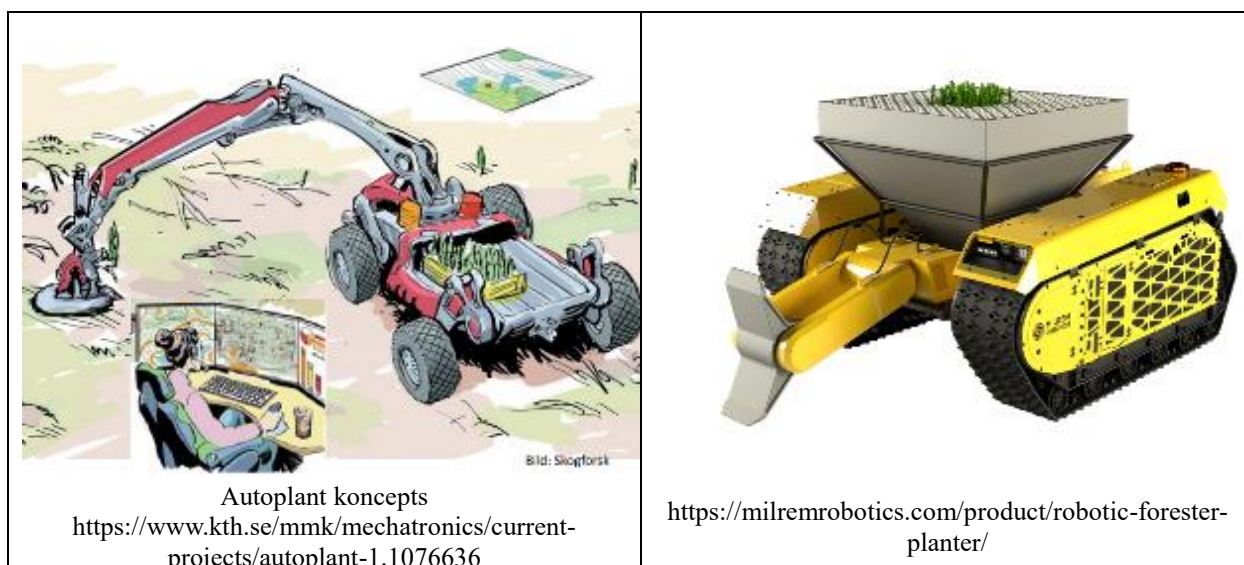
Attīstās tehnoloģijas un pilnveidojas risinājumi kā salāgojot kasetes formu un izmērus ar stādāmo ierīci, lai nav nepieciešams uzpildīt stādāmo mašīnu, un cilvēkam manuāli nav jānodrošina stādu padeve. Jaunākajiem modeļiem un prototipiem stādāmās ierīces ir aprīkotas tā, ka vienlaicīgi ar stādīšanu iespējama laistīšana un papildus barības vielu iestrāde augsnē ar minerālmēsliem vai augsnes virskārtas apstrādē ar herbicīdiem (Att. 2.8).

⁴⁰ <https://www.youtube.com/@Plantmaforestry>; <https://plantmaforestry.com/>



Att. 2.8. Stādāmās mašīnas ar automatizētu stādu padevi no kasetēm-audzēšanas konteineriem

Vēl prototipu stadijā ir attālināti vadāma tehnika – roboti, kas vizuāli atgādina fantastikas filmu varoņus, bet koncepta attīstība notiek strauji un paredzams ka tuvākajā laikā attālināti vadāmi meža koku stādīšanas roboti būs parasta mežsaimniecības prakse grūti pieejamās vietās (Att. 2.9).



Att. 2.9. Attālināti vadāmu stādāmo mašīnu koncepti

Savukārt, Ukrainā, pie mums jau pazīstamo, Risutech izveidoto, stādāmo aprīkojumu montē uz riteņtraktoru ekskavatoriem (Att. 2.10).



Att. 2.10. Inovatīvas mašinizētās atjaunošanas piemērs Ukrainā
<https://fb.watch/hX56ttuSWL/>

Atziņas

Mašinizēta stādīšana uz pacilām ir labs risinājums mitru un pārmitru platību atjaunošanai, turpmāk pētāma mašinizācijas risinājumi mežaudžu atjaunošanai mazauglīgās un auglīgas platībās ar normāliem/optimāliem mitruma apstākļiem – oligotrofos un mezotrofos sausienos un āreņos.

2023.gadā veicami pētījumi

Apsvērt iespēju testēt mašinizētās stādīšanas mašīnu PlantmaX) (Continuous tree planting with the PlantmaX). Iespējami stādvieta kvalitāti raksturojošo parametru metodikas izstrādes un pilotizmēģinājumu apsekošanas/monitoringa darbi.

Papildus darbi -mašinizētas mežaudžu sēšanas un sēklu apstrādes efekta novērtējums

Paredzētās aktivitātes: *Mašinizētas mežaudžu sēšanas gala iznākuma uzlabošanas iespējas – augsnes/stādvieta sagatavošanas dažādošanas iespēju izpēte. Sēšanas gala iznākuma uzlabošanas iespējas - granulētu sēklu izmantošana mašinizētā sēšanā.*

Ierīkoti sēšanas izmēģinājumi vienā nogabalā, jo apvalkoto sēklu rūpnieciska apjoma sēšanas darbi nebija iespējami tāpēc, ka sēklu apvalkojamais materiāls bija nenoturīgs, aizķepināja sēkliņu padeves caurules un aizkrāsoja/aizsmērēja sēklu uzskaites sensorus. Sakarā ar to, ka nebija iespējams veikt elektronisku uzbirošu sēklu uzskaiti, izbirošu – izdīgušo sēklu proporcija vadoties no elektroniskās uzskaites ierīces rādītājiem, mežaudzē nav vērtēta. Izsēto sēklu skaits noteikts eksperimentāli - savācot sēklas izsējas stobru galos. Aprakstoši vērtēta granulētā apvalka noturība, vienreiz uzskaitīts sēšanas gala iznākums, skaitot skarificētajā augsnē izdīgušas sēklas. Tas salīdzināts ar sējumu, kur izmantots neapstrādāts sēklu materiāls. Laboratorijas apstākļos veikti vienādas izcelsmes, apvalkotu un neapvalkotu sēklu dīdžības testi mežā ievāktā augsnē, vērtējot

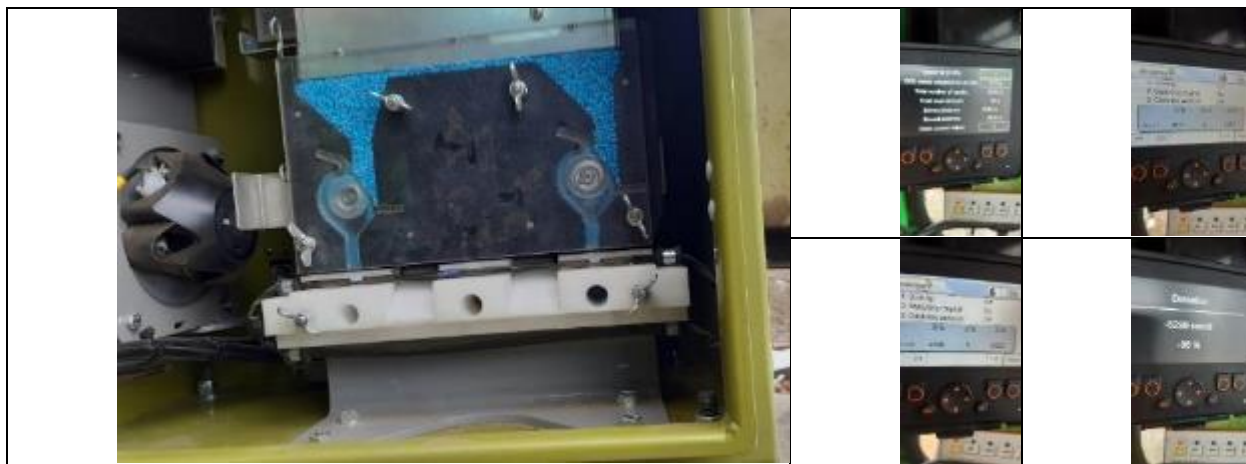
gala iznākumu dažādā dziļumā, attiecīgi atšķirīga mitruma augsnē sētu priežu sējeņu attīstībā (sēklu dīdžība – sēto koku veidotās biomasas un sakņu analīze 1 veģetācijas sezonas beigās, 5 varianti 0 - 4 cm dziļumā, dīgšanas pārbaude, salīdzinot ar mežaudzē sētajām neapstrādātajām sēklām).

Darbu mērķis: Noskaidrot vai ar Silvibio preparātu apstrādātas sēklas ir iespējams sēt mašinizēti, novērtēt mašinizētās sēšanas gala iznākumu izmantojot apstrādātas un neapstrādātas sēklas. Noskaidrot vai Silvibio izstrādātais sēklapvalks ietekmē parastās priedes sēklu dīdžību dīgšanas enerģiju, dīgtspēju dažādā dziļumā sētām sēklām un viengadīgu priežu sējeņu attīstību.

Mašinizētās sēšanas izmēģinājumi lauka darbi

Materiāls un metodika

Apvalkotu sēklu mašinizētas sēšanas izmēģinājumi ierīkoti LVM 802-513-13 nogabalā 2022.gada 19. maijā, blakus nogabalā (802-513-12) sētas neapvalkotas sēklas. Sēšanas laikā apstrādei izmantotais materiāls atdalījās no sēklām un aizķepināja sensoru. Sensors uzrādīja ļoti atšķirīgu sēklu skaitu, kas izsēts no labā un kreisā stobra, šādi rādītāji iepriekš, sējot neapstrādātas sēklas, nebija raksturīgi. Tāpēc nav veikta augsnē izbīrušo sēklu /izdīgušo sēklu analīze, jo nebija iespējams iegūt precīzus datus par izsēto sēklu skaitu (Att. 2.11).



Att. 2.11. Ar Silvibio apstrādātas sēklas sēšanas kamerā un uzskaites monitora rādījumi

Tāpēc, ka bija nepietiekama sēklu apstrādes kvalitāte, kas izraisīja sēklu savstarpēju salīpšanu, izmēģinājumi ir ierīkoti tikai daļā no nogabala. Mašinizētajā sēšanā izmantotas sēklas no Rindas un Tirzas sēklu plantācijām (Att. 2.12).



Att. 2.12. Apstrādātas un neapstrādātas sēklas, un sējums skarificētā joslā

Mašinizētas sēšanas rezultātu novērtēja 2022. gada 27. jūnijā, skarificētajā vagas 10 m posmā uzskaitot izdīgušās sēklas un to izvietojumu (Att. 2.13).



Att. 2.13. Uzskaites laukumu izvietojanas shēma (S.Žīgure)

Rezultāti – Izdīgušo sēklu skaits

Labāki sēšanas rezultāti iegūti, sējot Rindas plantācijas neapstrādātas sēklas (Tabula 2.3). Apstrādātu sēklu uzskaitē redzams, ka atšķirība starp labo un kreiso vagu proporcionāli lielāka nekā sējot neapstrādātas sēklas.

Tabula 2.3 Mašinizētās sēšanas rezultāt salīdzinājums, 2022. gada 27. jūlija dati

sējstobrs/ parauglaukums	Neapstrādātas sēklas					kopā neapstrādātas	Silvibio					Silvibio
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
Kreisais	18	16	10	5	9	58	4	5	2	6	2	19
Labais	9	17	9	9	5	49	3	5	4	7	5	24
Pavisam	27	33	19	14	14	107	7	10	6	13	7	43

Izdīgušo sējeņu izvietojums sētajā posmā parādīts pielikumā “Sēklu izvietojums vagās”, pielikums augšuplādējams un citi faili augšuplādējami un pievienojami [https://failiem.lv mapē “MAIKATPP-pielikumi”](https://failiem.lv/mapē/MAIKATPP-pielikumi)- <https://failiem.lv/u/2azkjums3?ak=d4566>.

Citu autoru pētījumos ir novērots, ka daļa sēklu neuzdīgst pirmajā gadā, tāpēc sējumus apsekos arī 2023. gada pavasarī.

Lai kā faktoru, kas ietekmē sēšanas gala iznākumu, vērtētu arī sēklu plantāciju, laboratorijā ierīkoti izmēģinājumi ar abu izcelsmju neapstrādātām sēklām un Rindas sēklu plantāciju materiālu.

Sēklu dīdzības izmēģinājumi laboratorijā – kamerālie darbi

Materiāls un metodika

LVMI Silava Meža vides laboratorijā divos atkārtojumos noteica eksperimentālo sējumu ierīkošanai izmantoto sēklu dīgtspēju un dīgšanas enerģiju. Bet daļēji kontrolētos apstākļos audzētu sējeņu morfoloģisko pazīmju izpēti eksperimentu ierīkoja LVMI Silava Klimata mājā (Att. 2.14).



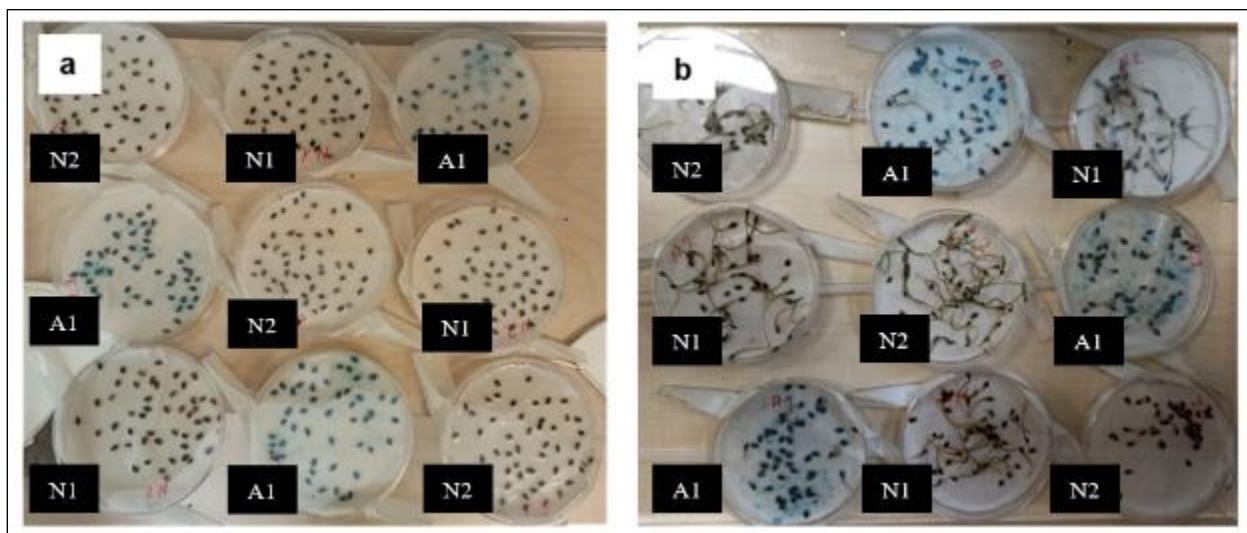
Att. 2.14. Neapvalkotas (N) un apvalkotas (A) priežu sēklas no Tirzas sēklu plantācijas

Laboratorijas izmēģinājumā testēja sēklu dīgšanas rādītājus sēklas Petri traukos, uzsējot uz destilētā ūdenī samitrināta filtpapīra. Katram apstrādes/izcelsmes variantam (50 sēklas) trīs Petri traukos, pētījumu atkārtoja trīs reizes, ik pēc nedēļas.

Kopumā vienam sēklu variantam sēklu dīdzību pārbaudīja izsējot 450 sēklas. Sēklām laboratorijā nodrošināja vienādu temperatūras un mitruma režīmu visos pētījuma posmos.

Izdīgušo sēklu skaitu noteica ik pa 3 dienām, uzskaitot visas sēklas, kurām bija novērojama vismaz 1 mm gara dīglsakne. Katru izmēģinājumu novēroja 21 dienu. Eksperimentu pabeidzot, izmantojot programmatūru WinSeedle⁴¹, skenēja visus 21 dienu vecos dīgstus, noteica saknes un dzinuma izmērus(Att. 2.15.).

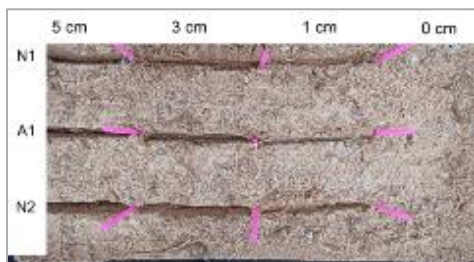
⁴¹ https://regentinstrument.com/assets/winseedle_about.html



Att. 2.15. Uz filtrpapīra uzsētu apvalkotu un neapvalkotu sēklu dīgtspējas un dīgšanas enerģijas noteikšanas metodes dizains. a) sēklas uzsēšanas dienā; b) sēklas 7 dienas pēc eksperimenta sākuma. A1- apvalkotas Tirza; N1- neapvalkotas Tirza; N2- neapvalkotas Rinda

LVMI Silava Klimata māja ierīkotajā sēklu dīdžības un sējeņu augšanas izmēģinājumā, sēklas sēja plastmasas traukos (60 l celtniecības vannas ar drenāžu) smilts augsnē, kas ievākta mežaudzē 802-513-13 nogabalā. Sēklas augsnē sēja četros dažādos dziļumos (0; 1; 3; 5 cm), izmēģinājumu veica divas reizes augšanas periodā (sēšanas datumi: 31.05.22.; 06.07.22.). Abās reizēs sēšanas eksperimentu ierīkoja trīs atkārtojumus katram variantam.

Katrā variantā vienā atkārtojumā izsēja 7 sēklas, kopā vienā variantā izmantojot 42 sēklas. Pirmās sējas izdīgušo sēklu skaitu turpināja uzskaitīt 60 dienas pēc izsējas, pirmajās 30 dienās uzskaiti veicot vidēji ik pa 3 dienā, otrās sējas izdīgušo sēklu skaitu uzskaitīja 30 dienas (Att. 2.16.).



Att. 2.16. Apvalkotu un neapvalkotu sēklu dažāda dziļuma sējumu izmēģinājumi LVMI Silava Klimata laboratorijā. N1- neapvalkotas sēklas no Tirzas plantācijas, A1- apvalkotas sēklas no Tirzas plantācijas, T2- neapvalkotas sēklas no Rindas plantācijas

Novembrī, veģetācijas un aktīvās augšanas sezonas noslēgumā eksperimentu pabeidza – izraka visus saglabājušos sējeņus. Izmantojot programmatūru WinFolia, skenēja izdzīvojušos sējeņus, noteica to sakņu un virszemes daļu laukumu. Pēc skenēšanas noteica priežu sējeņu svaigo masu, atsevišķi atdalot virszemes daļas un sakni.

Rezultāti - Sēklu dīgšana

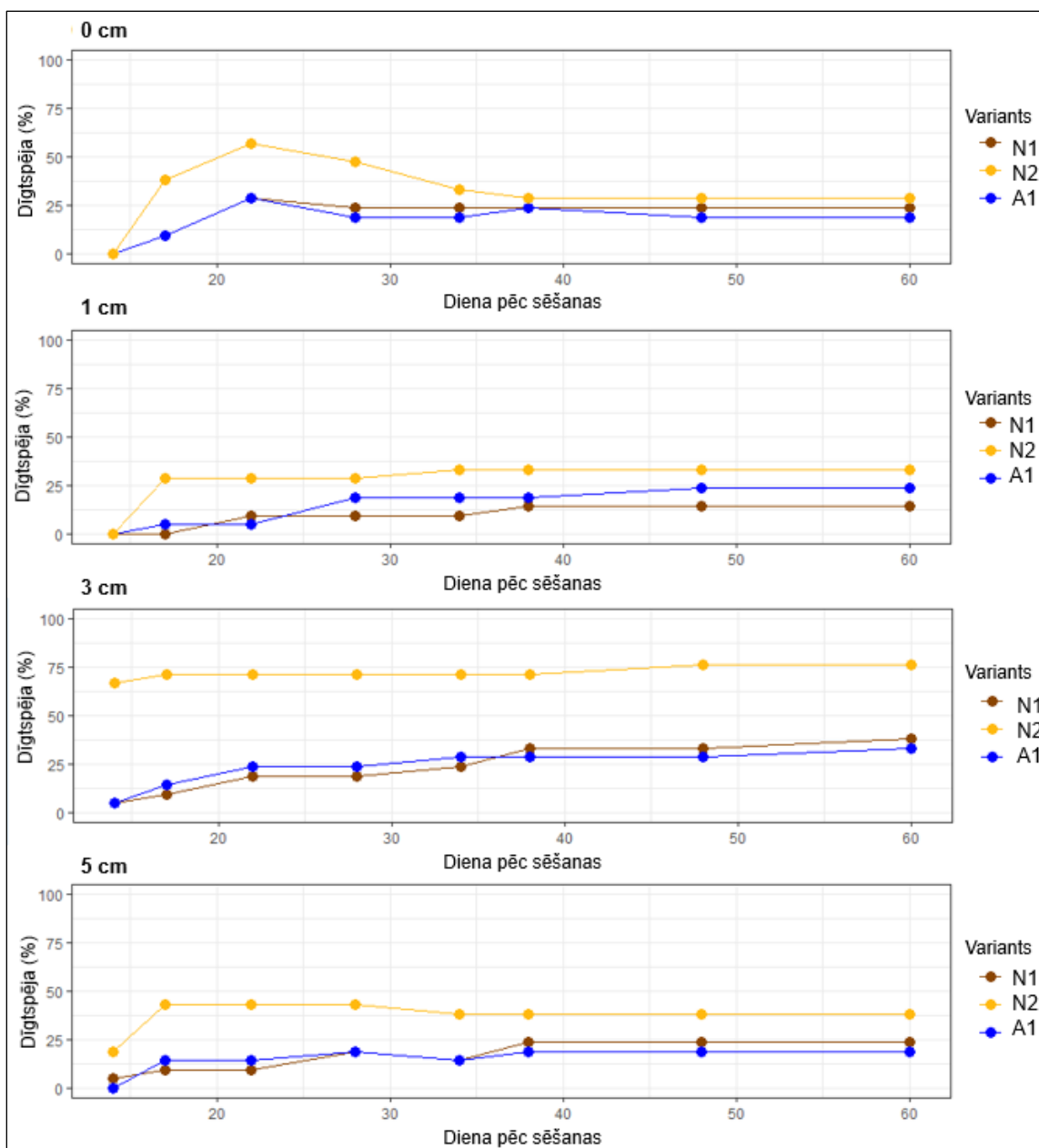
Sēklu dīgtpēja Petri traukos uz filtrpapīra būtiski neatšķīrās salīdzinot sēklu izcelsmi un apvalkošanas ietekmi, jo bija novērojama liela variācija starp atkārtojumiem (Tabula 2.4.). Salīdzinot neapvalkotās sēklas no dažādām plantācijām, augstākā sēklu dīdžība bija Rindas plantācijas sēklām (Rinda neapvalkotas:Tirza neapvalkotas, $p=0.0425$). Tirzas plantācijas sēklām, ‘Silvibio’ pārvalks samazināja sēklu dīgšanas enerģiju pirmajā dīgtpējas uzskaites nedēļā, bet pēc trīs nedēļām kopējā izdīgušo sēklu skaits atšķīrība starp apvalkotajām un neapvalkotajām sēklām ievērojami samazinājās.

Tabula 2.4. Dīgtpēja uz filtrpapīra Petri platēs sētām dažādas izcelsmes ar ‘Silvibio’ pārklājumu apvalkotām un neapvalkotām sēklām, sadalījumā - dienas pēc izsējas

Sēklu izcelsme	Apstrāde ar ‘Silvibio’	Izdīgušās sēklas (%)		
		7 dienas	14 dienas	21 diena
Tirza	Apvalkotas	42	64	74
Tirza	Neapvalkotas	85	80	84
Rinda	Neapvalkotas	68	75	78

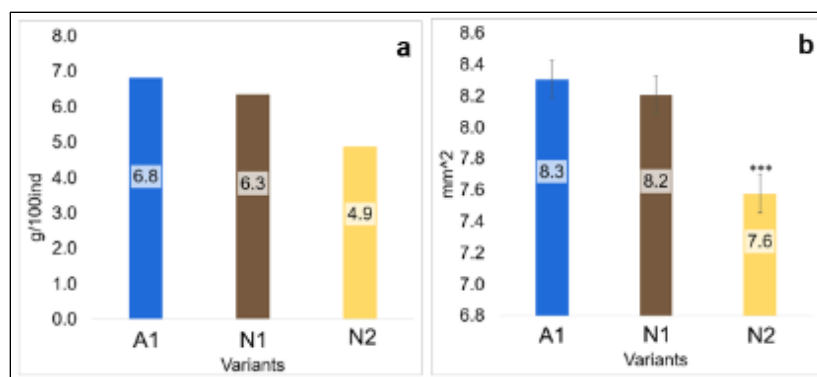
Maija beigās no meža (802-513-13 nogabalā ievāktajā) augsnē izsētajām sēklām, augstākā dīgtpēja bija 3 cm dziļumā sētām sēklām, tas ir pretrunā ar iepriekšējiem pētījumiem⁴². To varētu ietekmēt arī pētījuma dizains, jo šajā izmēģinājumā sēklas sēja kontrolētos apstākļos, skarificētā augsnē, kas laika gaitā sablīvējās. Visos dziļumos sētās sēklas, izņemot neapbērtu grupu (0 cm), uzrādīja būtiskas atšķirības dīgtpējā starp sēklu izcelsmi, bet ne starp apvalkotajām un neapvalkotajām sēklām. Tikai neapvalkotajām sēklām 1 cm dziļumā, ir būtiski samazināta dīgtpēja, ko nenovēroja apvalkotajām sēklām (Att. 2.17.). Tātad apvalkotajām ir priekšrocības apstākļos, kad tās nedaudz ierušinātas augsnē.

⁴² Bergsten, Urban (1988). Pyramidal indentations as a microsite preparation for direct seeding of *Pinus sylvestris* L.. Scandinavian Journal of Forest Research, 3(1), 493–503. doi:10.1080/02827588809382534



Att. 2.17. Priežu vidējā dīgspēja un dīgšanas enerģija dažādu plantāciju (1- Tirzas plantācija; 2- Rindas plantācija) neapvalkotām (N) un apvalkotām (A) sēklām, dienas pēc izsējas

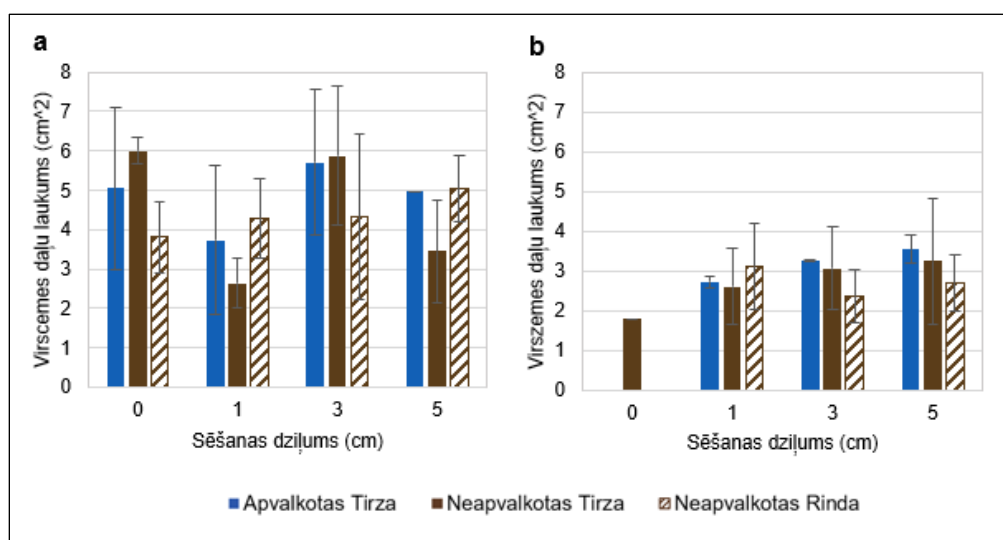
Rindas sēklu plantācijas sēklām ir nedaudz zemāka dīgspējā uz filtrpapīra veiktajā izmēģinājumā, bet sējot augsnē, tās dīgst ievērojami labāk. Tirzas plantācijas sēklām sēklas masa un izmērs bija mazāks kā Rindas plantācijas izcelsmes sēklām (Att. 2.18). Apvalkošana mazliet palielina sēklas masu uz izmērus, bet šī atšķirība nav būtiska.



Att. 2.18. Tirzas (1) un Rindas sēklu plantācijas neapvalkotu (N) un apvalkotu (A) priežu sēklu svars (a) un laukums (b)

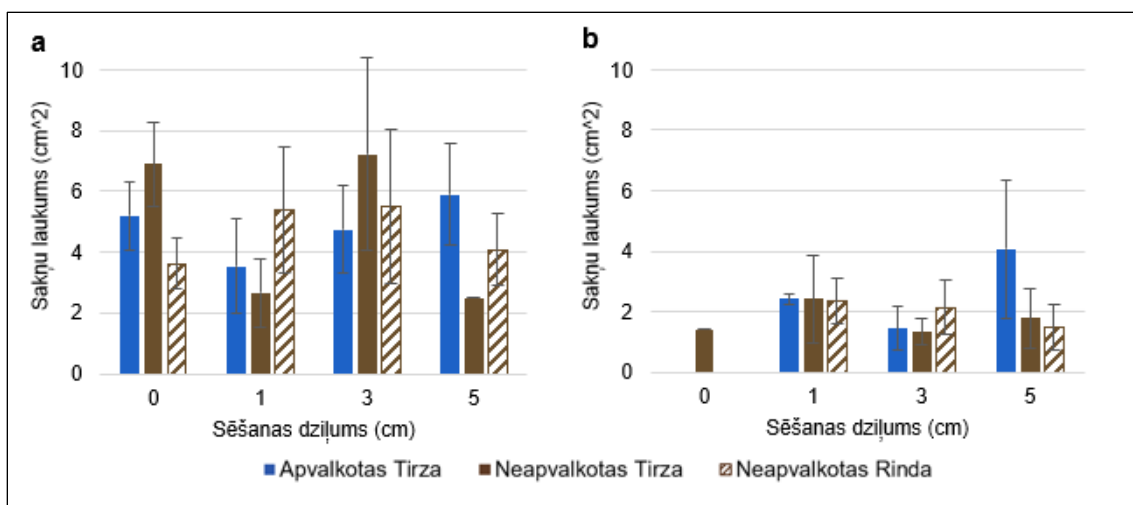
Rezultāti – Sējeņu attīstība

Vairumā grupu virszemes daļu laukumu būtiski ietekmēja izsējas laiks ($p < 0.001$), bet sēklu apvalkošana būtiski neietekmēja šo parametru (Att. 2.19. a, b). Ņemot vērā lielo variāciju daudzās grupās, šim parametram nenovēroja vienotu atšķirību tendenci starp sēšanas dziļumiem.



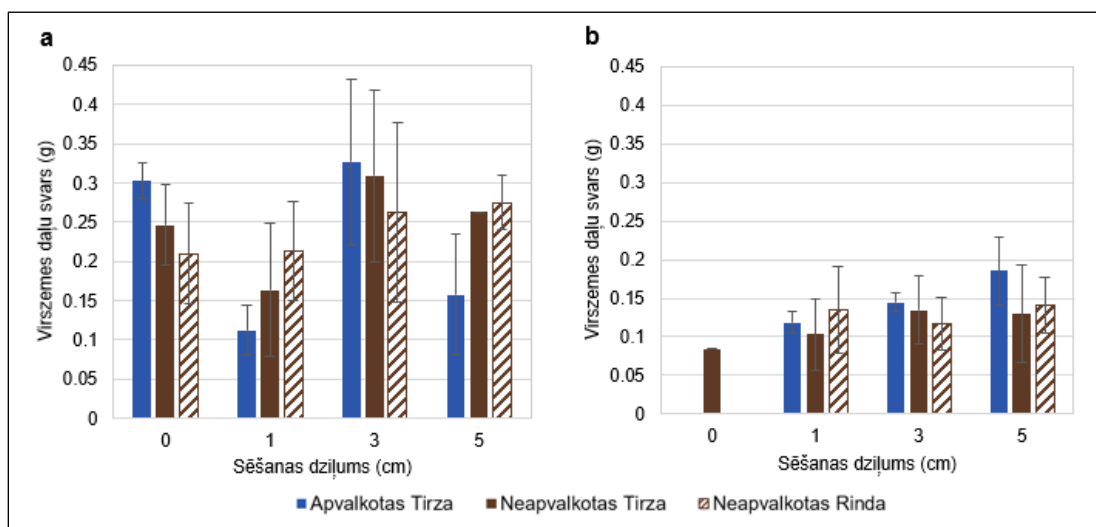
Att. 2.19. Virszemes daļu laukums Tirzas un Rindas plantācijas neapvalkotām un apvalkotām sēklām, atkarībā no sēšanas dziļuma un izsējas laika (31.05.2022. (a); 06.07.2022. (b))

Sējeņu sakņu laukuma rezultāti korelēja ar virszemes laukuma rādītājiem ($R=0.7$, $p=7.8e-16$). Visbūtiskākā atšķirība bija starp izsējas laikiem, lielāks sakņu laukums bija ātrāk izsētajām priedēm ($p < 0.001$). Priedēm, kas izsētas augšanas perioda sākumā, bija lielāks gan virszemes, gan sakņu laukums, kas no rāda uz lielāku vitalitāti (Att. 2.20 a, b). Sēklu apvalkošanas ietekme bija mainīga, kā arī, ņemot vērā lielo izkliedi grupu ietvaros, rezultāti nebija būtiski. Ņemot vērā lielo variāciju un sēklu apvalkošanas neviennozīmīgo ietekmi, var secināt, ka šos sējeņu morfoloģiskos parametrus drīzāk ietekmē kāds cits faktors, un sēklu apvalkošana nevar izskaidrot šīs atšķirības.

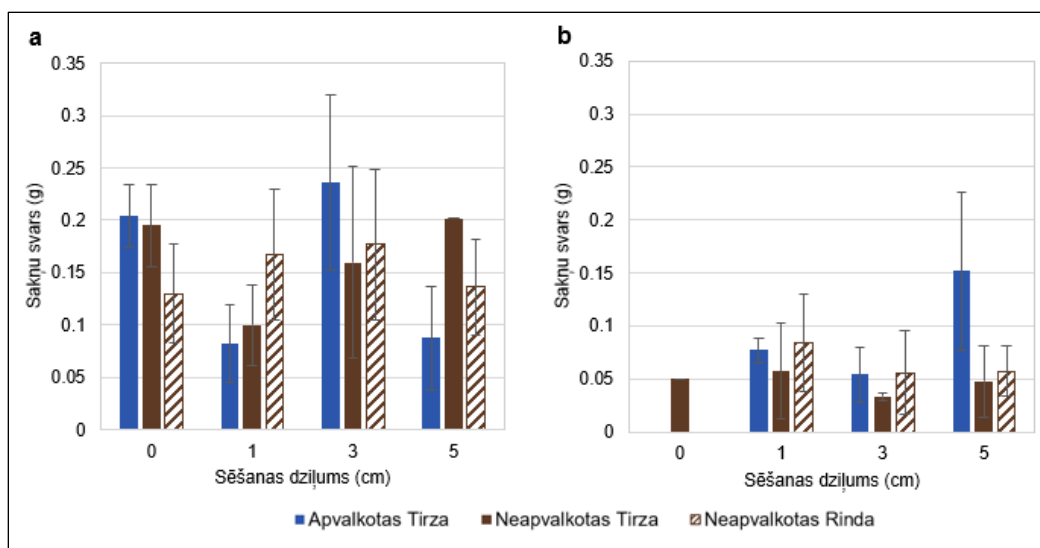


Att. 2.20. Sakņu laukums Tirzas un Rindas plantācijas neapvalkotām un apvalkotām sēklām, atkarībā no sēšanas dziļuma un izsējas laika (31.05.2022. (a); 06.07.2022. (b))

Sakņu un virszemes daļu masu visvairāk ietekmēja izsējas laiks ($p < 0.001$; $p < 0.001$), un, līdzīgi kā iepriekš apskatītie parametri, augstāki rādītāji bija variantā, kurā sēklas izsēja ātrāk. Pirmajā izsējas laikā vērojama lielāka variācija un nav novērojama viennozīmīga apvalkošanas ietekme uz sējeņu svaru, bet otrās izsējas laikā, kad sējeņiem, balstoties uz morfoloģisko parametru rādītājiem, bija nelabvēlīgāki attīstības apstākļi, lielāka biomasa vērojama apvalkotājām sēklām. Neatkarīgi no izsējas laika, virszemes izveidotā biomasa korelē ar sakņu biomasu ($R = 0.81$, $p < 2.2 \times 10^{-16}$). Apvalkošanas ietekmes tendences novērojamas tikai, nelabvēlīgos apstākļos vai veicot vēl sēju, sekli un dziļi (1 cm; 5 cm) sētām sēklām, no apstrādātām sēklām dīgušiem sējeņiem saknes un virszemes dzinumi attīstās labāk, bet atšķirības nav būtiskas (Att. 2.21; Att. 2.22).



Att. 2.21. Virszemes daļu biomasa Tirzas un Rindas plantācijas neapvalkotām un apvalkotām sēklām, atkarībā no sēšanas dziļuma un izsējas laika (31.05.2022. (a); 06.07.2022. (b))



Att. 2.22. Sakņu biomasa Tirzas un Rindas plantācijas neapvalkotām un apvalkotām sēklām, atkarībā no sēšanas dziļuma un izsējas laika (31.05.2022. (a); 06.07.2022. (b))

Sēklu izcelsmei uz dīgšanas parametriem bija lielāka ietekme, nekā apvalkošanai. Sēklu apvalkošana būtiski neietekmēja kopējo sēklu dīgtspēju kontrolētos apstākļos pie vienādiem mitruma un temperatūras apstākļiem, tās diedzējot uz filtrpapīra Petri traukos. Izmēģinājuma sākumā bija vērojama samazināta dīgšanas enerģija apvalkotajām sēklām. Iepriekšējie pētījumi ir parādījuši, ka lai gan mitrumu piesaistoši sēklu apvalkošanas līdzekļi palielina sēklu dīgtspēju un dīgšanas enerģiju, sēklām ar lielu perikarpu ļoti mitros apstākļos šī apstrāde var palēnināt šo procesu, tāpēc pirms šādu līdzekļu pielietošanas rūpīgi jāizvērtē kompromiss ko sniedz ieguldītie līdzekļi sēklu apstrādē, un vai konkrētos klimata apstākļos tas sniegs vēlamos rezultātus⁴³. Sēklām, kas sētas augsnē, kur bija mazāks mitrums, nekā Petri traukos, nenovēroja apvalkošanas ietekmi uz dīgšanu ar 3 un 5 cm dziļuma sētajām sēklām, bet dīgtspēja palielinājās ar 1 cm apbērtajā variantā. Tā kā 1 cm apbērtās sēklas ir vairāk pakļautas izžūšanas riskam, nekā 3 un 5 cm apbērtās, iespējams sēklu apstrāde palielina dīgšanas rādītājus samazināta mitruma apstākļos, bet atsaucoties uz iepriekš apskatīto izmēģinājumu, samazina pārmitros apstākļos. Šo secinājumu atbalsta arī rezultāti par sējeņu veidoto biomasu pirmās sezonas laikā – pirmās izsējas laikā, kad apstākļi bija labvēlīgāki sējeņu attīstībai (ņemot vērā klimata apstākļus, kā arī iegūtos datus par morfoloģiskajiem parametriem), bija liela variācija grupu ietvaros un nenovēroja kopējo tendenci starp apvalkoto un neapvalkoto sēklu sējeņu biomasām, pēc kā var secināt, ka šajā laikā, sējeņu vitalitāti ietekmēja citi faktori. Bet otrās izsējas laikā, kad sēklu dīgšanai un sējeņu attīstībai bija nelabvēlīgāki apstākļi, sējeņiem, kas attīstījušies no apstrādātām sēklām, bija lielāka virszemes daļu un sakņu biomasa visās grupās.

Atziņa

Īpaši nelabvēlīgos (sausos) apstākļos, sēklu apvalkošana var paaugstināt dīgtspēju un sējeņu vitalitāti, bet šī apstrādes nepieciešamība ir rūpīgi jāizvērtē, ņemot vērā iespējamo dīgšanas

⁴³ Molina, R., López-Santos, C., Gómez-Ramírez, A. et al. Influence of irrigation conditions in the germination of plasma treated *Nasturtium* seeds. *Sci Rep* 8, 16442 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34801-0>

samazinājumu pārmitros apstākļos, kā arī apstrādes izmaksu un iegūstamā labuma kompromisu neviennozīmīgo rezultātu dēļ.

2023.gada izpētes darbi:

Mašinizētas sēšanas darbu sekmes vērtēt kontekstā ar sēšanai izlietoto sēklu daudzumu, laboratoriski noteikto dīgspēju un dīgšanas enerģiju, sēklu izcelsmi (plantācija) sēklu ievākšanas gadu, sēšanas laiku un meteoroloģiskajiem apstākļiem.

2.2. Jaunaudžu kopšanas darbu mašinizācija

Paredzētās aktivitātes: *Meža atjaunošanas dizaina un mašinizētā kopšanā pielietojamo darba paņēmieni salāgošanas izpēte.*

Uzskaitīts mašinizēti stādīto jaunaudžu kopšanas darbu laika patēriņš uzskaitē (GPS datu ievākšana) pirmajā gadā pēc stādīšanas (5+5 dažādas grūtības pakāpes nogabali, katrs vismaz 1 ha platībā). Analizēts mašinizēti stādīto jaunaudžu kopšanas darbu laika patēriņš atkarībā no stādvieta izvietojuma, izmēra un darbu grūtības pakāpes. Apskatītas jaunaudžu kopšanas darbu robotizācijas un mašinizācijas iespējas, ieguvumi un šķēršļi.

Darba mērķis: Pētījuma mērķis bija veikt agrotehniskās kopšanas darbu laika patēriņa un rezultāta novērtējumu dažādos grūtības apstākļos.

Agrotehniskās kopšanas darbu izpēte mašinizēti stādītās mežaudzēs

Materiāls un metodika

Darba laika uzskaitē agrotehniskajai kopšanai veica 2022. gada vasarā – rudenī. Darba laika uzskaitē izmantoja GPS pulksteni (Garmin 25), 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 aizzēlusī, viegli veicams darbs, 2 - platība vidēji aizzēlusī, 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. 2.23).

		
Garmin F25	Pārvietošanās maršruts Garmin “Connect”	Platības aprēķināšana LVM GEO

Att. 2.23. Darba laika uzskaitē izmantotās GPS ierīces un aplikācijas

Darba laika uzskaiti bija paredzēts veikt 20 platībās (Tabula 2.5), kur 10 platībās bija koki stādīti 2020. gadā un 2021. gadā. Agrotehniskās kopšanas pakalpojumu sniedzējs sezonas beigās lauza līgumu par platību kopšanu, kurās 2020 bija veikta mašinizēts stādīšana, tādēļ darba laika uzskaiti veica tikai 2021. gadā stādītajās platībās, 2020 gada platību darba laika uzskaiti vērtēs 2023.gada sezonā.

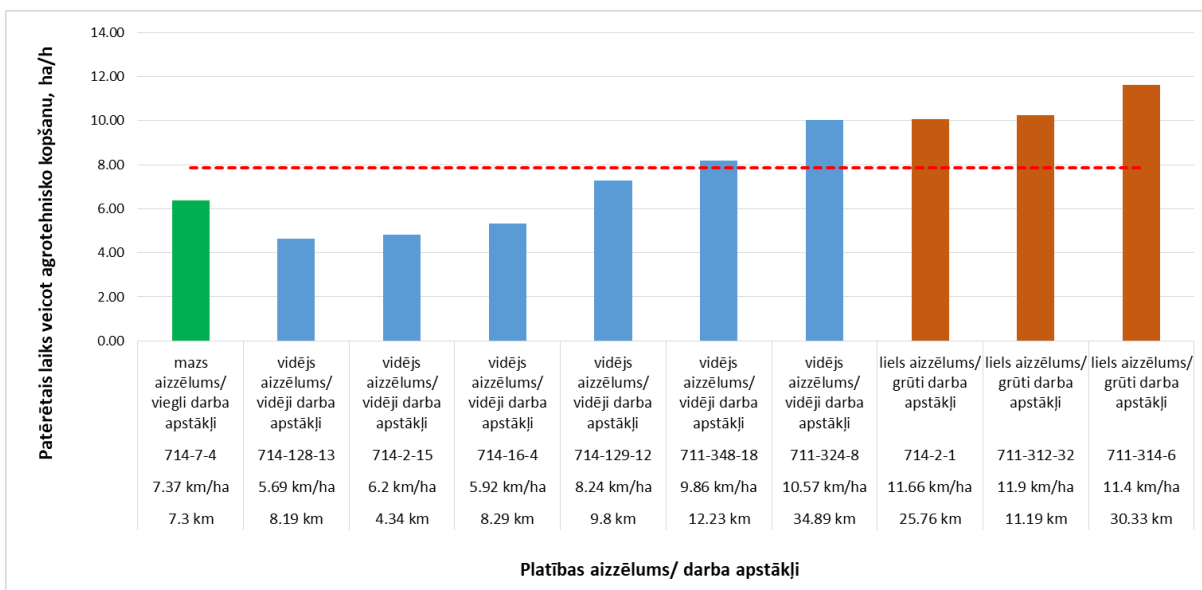
Tabula 2.5. Mašinizēti stādīto platību raksturojums

Nr.	Kv. Apg.	Kv.	Nog.	Platība, ha	Suga	MT	Platības grūtības pakāpe	Mašinizētas stādīšanas gads	Agrotehniskās kopšanas mēnesis
1.	714	16	4	1,78	E	Dms	2	2021	Augusts
2.	711	312	32	0,91	P	Dm	3	2021	Augusts, septembris
3.	711	314	6	2,54	P	Dm	3	2021	Augusts, septembris
4.	714	7	4	1,01	E	Dm	1	2021	Septembris
5.	714	2	15	0,72	E	Vr	2	2021	Septembris
6.	714	2	1	2,08	E	Dm	3	2021	Septembris
7.	714	128	13	1,8	P	Dms	2	2021	Septembris, oktobris
8.	714	129	12	0,87	P	Dms	2	2021	Oktobris
9.	711	348	18	1,09	E	Vr	2	2021	Oktobris
10.	711	324	8	3,53	E	Vr	2	2021	Oktobris
11.	711	127	10	1,3	P	Dms	-	2020	Nekopa, kops 2023.g
12.	711	129	23	0,89	P	Dms	-	2020	Nekopa, kops 2023.g
13.	711	277	11	0,57	P	Dms	-	2020	Nekopa, kops 2023.g
14.	711	310	7	1,29	P	Dm	-	2020	Nekopa, kops 2023.g
15.	711	364	10	1,5	E	Vr	-	2020	Nekopa, kops 2023.g
16.	711	366	2	3,72	E	Vr	-	2020	Nekopa, kops 2023.g
17.	711	366	14	3,13	E	Vr	-	2020	Nekopa, kops 2023.g
18.	714	25	13	0,76	E	Dms	-	2020	Nekopa, kops 2023.g
19.	714	25	12	1,33	E	Dms	-	2020	Nekopa, kops 2023.g
20.	714	25	16	1,13	E	Dm	-	2020	Nekopa, kops 2023.g

Rezultāti – Kopšanas darbu produktivitāti un kvalitāti ietekmējošie faktori

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 mašinizēta 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. Darba laika sadalījums ir tieši atkarīgs no darba veicēja un darba organizēšanas platībā, mazāk no ārējiem apstākļiem platībā. Darba laika sadalījums pēc darba apstākļiem zemāk (Att. 2.24).



Att. 2.24. 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 pētījumā⁴⁴, 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 $8,88 \text{ km ha}^{-1}$. Agrotehnikas kopēja nostaigātais attālums maza aizzēluma platībā bija $7,37 \text{ km ha}^{-1}$, vidēja aizzēluma platībās vidēji bija $7,75 \text{ km ha}^{-1}$ un liela aizzēluma platībās vidēji bija $11,65 \text{ km ha}^{-1}$. 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.

Pētījums mašinizēti stādīto jaunaudzū kopšanas darbu laika patēriņa uzskaitē (GPS datu ievākšana) pirmajā un otrajā gadā pēc stādīšanas nav pilnībā pabeigts. Agrotehnikas kopšanas darba laika uzskaiti turpinās 2023. gadā, kad darbus turpinās platības, kuras bija paredzēts kopt

2022. gadā, bet to kopšana sakarā ar līguma laušanu nenotika. Šo platību agrotehniskā kopšana ir pārcelta uz 2023. gadu, kad veiks arī darba laika uzskaiti šajās platībās. Stādvieta ietekmi (rindās vai neregulāri) uz darba ražīgumu būs iespējam salīdzināt pēc 2023. gada platību hronometražas, jo visās 2022. gadā koptajās platībās stādvieta bija izvietotas neregulāri.

Agrotehniskās kopšanas darbu mašinizācijas iespējas – prototipi, kas gatavi ienākšanai tirgū

Līdzīgi, kā stādīšanas, arī agrotehniskās kopšanas darbu veicēju piedāvājums un pieejamība ir zemāka nekā tirgus pieprasījums. Agrotehniskās kopšanas darbi mehanizējami, ja izpildās vairāki nosacījumi un to kopums:

- stādītie/atstājami koki no tehnikas kabīnes vai monitorā ir saredzami un viegli atšķirami;
- atstājami koki atrodas regulārā izvietojumā;
- stādītajiem kokiem ir zināma precīza atrašanās vieta;
- attālumi starp atstājamiem kokiem ir tādi, ka starp tiem var pārvietoties tehnika;
- audzē atstājamo koku augstums ir tāds, ka virs tiem var pārvietoties tehnika;
- esošais pielūžņojums -nesadalījušās ciršanas atliekas, kritālas un celmi nav šķērslis tehnikas pārvietošanās iespējām.

Patlaban inženieru darbs notiek attīstot vairākus konceptus: uz strēles montēti agregāti; velkami, stumjami uzkabīnāmi agregāti; attālināti vadāmas pašgājēj ierīces, ar uzlabotu pārvietošanās spēju sarežģītos apstākļos (Att. 2.25).

uzkarināms uz strēles	uzkarināms bāzes mašīnas aizmugurē	uzkarināms bāzes mašīnas priekšpusē	mobils un daudzfunkcionāls
			
UW40 ⁴⁵	SYLVINOV ⁴⁶	Robotic Forester Brushcutter ^{47, 48}	startup Autoagri ⁴⁹

Att. 2.25. Jaunāko mašinizētas agrotehniskās kopšanas tehnoloģiju attīstības virzieni

Jau ieaudzējot mežaudzi nemeža zemē (2000 un mazāk koki uz ha) – apmežojot ir iespējams pirms stādīšanas nolīdzināt platību, nofrēzēt celmus un ierīkot stādījumus regulārās rindās ar tādu attālumu starp rindām, ka starp stādītajiem kokiem nākotnē varēs pārvietoties

⁴⁵ https://youtu.be/q9lD_057uwY

⁴⁶ <https://www.linkedin.com/company/sylvinov/>

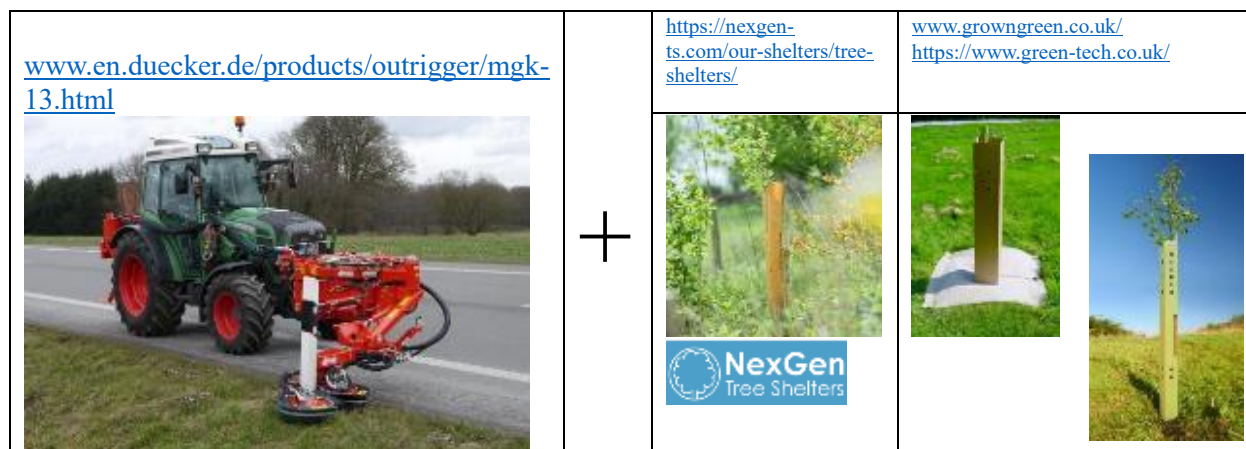
⁴⁷ <https://milremrobotics.com/product/robotic-forester-brushcutter/>

⁴⁸ <https://www.la.lv/varsi-janotic-sev-un-jastrada>

⁴⁹ <https://youtu.be/LEErGA-4YP8>

apauguma novākšanas tehnika, kas agregatēta uz lauksaimniecības traktora un ir paredzēta augļu koku, krūmu, vīnogulāju, dārzu un parku kopšanas darbiem. Stādot, jāņem vērā stādīto koku vainagu “nākotnes” rādīss.

Apmežojumos un sausienos ar zemiem celmiem, būtu apsverama arī komunālās saimniecības tehnikas izmantošana, kopjot kokus, kas aizsargāti pret briežu dzimtas dzīvnieku apkodumiem ar mehāniskajiem aizsargiem, pēc būtības ir jāizpilda tādas pat darbības, kā applaujot ceļmalu stabiņus⁵⁰ – šādi risinājumi, būtu aktuāli lapu koku jaunaudzēs (Att. 2.26).



Att. 2.26. Komunālās saimniecības tehnikas iespējamie pielietošanas risinājumi

Daudz sarežģītāki apstākļi ir mežaudzēs, jo stādu izvietojumu regulāras rindās apgrūtina iepriekšējās audzes koku celmi, mikro reljefs. Tehnoloģiju tālākajai attīstībai daudzsoļi ir tas, ka jaunākas paaudzes mašinizētās stādīšanas ierīces saglabā informāciju par iestādītā koka atrašanās vietu - ģeolokāciju, ja koki stādīti uz pacilām, tad iestādītais koks arī vizuāli viegli identificējams. Kopšanas darbi ir iespējami pie nosacījuma, ka attālumi starp kokiem regulāri un tādi, ka pa audzi var pārvietoties tehnika, nebojājot atstātos kokus, kā arī tehnikas izmaksas salīdzinājumā ar manuālu darbu veikšanas pakalpojumu cenām, nav būtiski lielākas.

Notiek pētniecība, kā mašinizētu kopšanu apvienot ar bioloģiskiem risinājumiem – baktērijām, kas iznīcina lapu koku, bērzu aizzēlumu egļu jaunaudzēs. Tomēr Latvija šo risinājumu ieviest riskanti, ņemot vērā, ka mūsu klimatā ir ļoti labvēlīgi apstākļi *Chondrostereum purpureum* mikroorganisma attīstībai⁵¹.

2022.gada sākumā bija apsvērtas attālināti vadāma agrotehniskās kopšanas darbiem paredzēta uz militārās tehnikas bāzes veidota agregāta Multiscope Forester Brushcutter izmēģinājumi, sakarā ar ģeopolitisko situāciju izmēģinājumi vēl nav veikti, bet tie apsverami nākamajās sezonās.

⁵⁰ <https://siamagazin.com/mower-device-mgk-13-designed-to-cuts-grass-around-fence-posts/>

⁵¹ Laine T., Hamberg L., Saarinen V.-M., Saksa T. (2019). The efficacy of *Chondrostereum purpureum* against sprouting of deciduous species after mechanized pre-commercial thinning. *Silva Fennica* vol. 53 no. 3 article id 10195. <https://doi.org/10.14214/sf.10195>

Atziņas

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.

Agrotehnikas kopēja nostaigātais attālums maza aizzēluma platībā bija $7,37 \text{ km ha}^{-1}$, vidēja aizzēluma platībās vidēji bija $7,75 \text{ km ha}^{-1}$ un liela aizzēluma platībās vidēji bija $11,65 \text{ km ha}^{-1}$. Platībā ar mazu aizzēlumu kopējais nostaigātais attālums bija par 58% mazāks.

Mašinizēta agrotehnikās kopšanas dabu organizācija tehnoloģiski jau tagad ir iespējama salāgojot apmežojamu/iekultivējamu platību stādījumu shēmas ar agrotehnikās kopšanas mašīnu darba platumiem.

2023.gada veicamie pētījumi

Turpināt veikt pētījumus par agrotehnikās kopšanas darbu saistību ar darbu veikšanas apstākļiem – aizzēluma pakāpi/ veidu, pielūžņojumu, tostarp pacilu /bedres izmēriem un izvietojumu. 2022 un 2023.gadā kopto audžu apsekošana.

Papildus darbi mašinizētas agrotehnikās kopšanas darbu novērtējums, ja LVM izlemj veikt praktiskos izmēģinājumus.

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

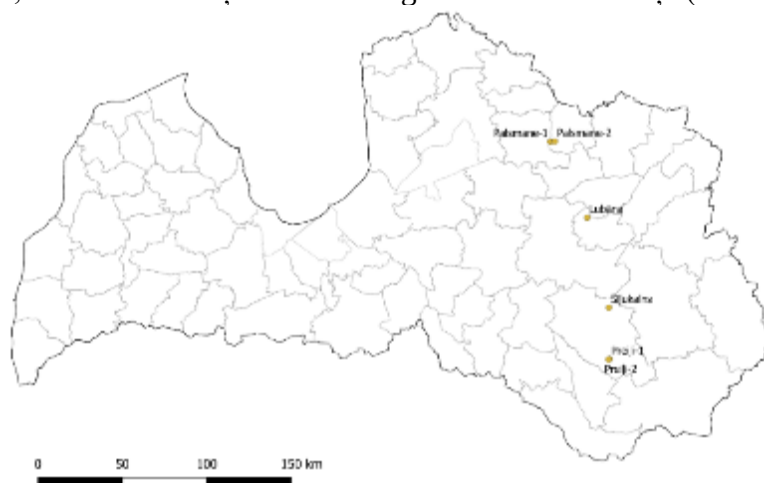
Paredzētās aktivitātes: Izmēģinājumu ierīkošana, testējot izvēlētos aizsardzības līdzekļus. Egļu stādu aizsardzības efektivitātes novērtēšana. Jaunu aizsardzības līdzekļu pielietošanas tehnoloģiju izpēte. Rezultāts: Jauno prototipu izmantošanas tehnoloģiju testēšana stādu apstrāde kokaudzētavā. Dažādu aizsardzības metožu efektivitātes izvērtējums atjaunotās mežaudzēs ierīkotos ilgtermiņa uzskaites parauglaukumos.

2022. gadā veikti sekojoši lauka un kamerālie darbi. Vērtēts aizsardzības efekts pret smecernieku postījumiem, stādot egļu kailsakņu stādus ar uzlaboto sakņu sistēmu, trim alternatīviem mehāniskās aizsardzības līdzekļiem (Latvijā ražotais preparāts JifteS, dāņu preparāts (Norfort DWL 115) cont. Claes Arrfedsson un vasks (Woodcoat), izmēģinājuma vietu marķēšana, eksperimentālā dizaina pielāgošana nogabala konfigurācijai. Smecernieku bojājumu uzskaitē 6 nogabalos (vismaz 2 ha viens) 3 dažādos reģionos - reģionālās ietekmes izvērtēšanai/ novēršanai. Uzskaitījumu rezultātu dati apstrādāti ar statistikas programmām, vadoties no pirmā gada rezultātiem, sagatavotas rekomendācijas turpmākām pētnieciskām aktivitātēm.

Darbu mērķis: Jaunu aizsardzības līdzekļu pielietošanas tehnoloģiju izpēte - Egļu stādu aizsardzības efektivitātes novērtēšana..

Materiāls un izmēģinājumu teritorija

Eksperimentālie stādījumi ierīkoti 2022.gadā no 19. līdz 24. maijam. Egļu aizsardzības izmēģinājumi izvietoti 6 nogabalos izvēlēti/atlasīti transektes veidā Latvijas Austrumu daļā – divos nogabalos ziemeļu daļā, divos- vidus daļā un divos nogabalos dienvidu daļā (Att. 3.1; Tabula 3.1).

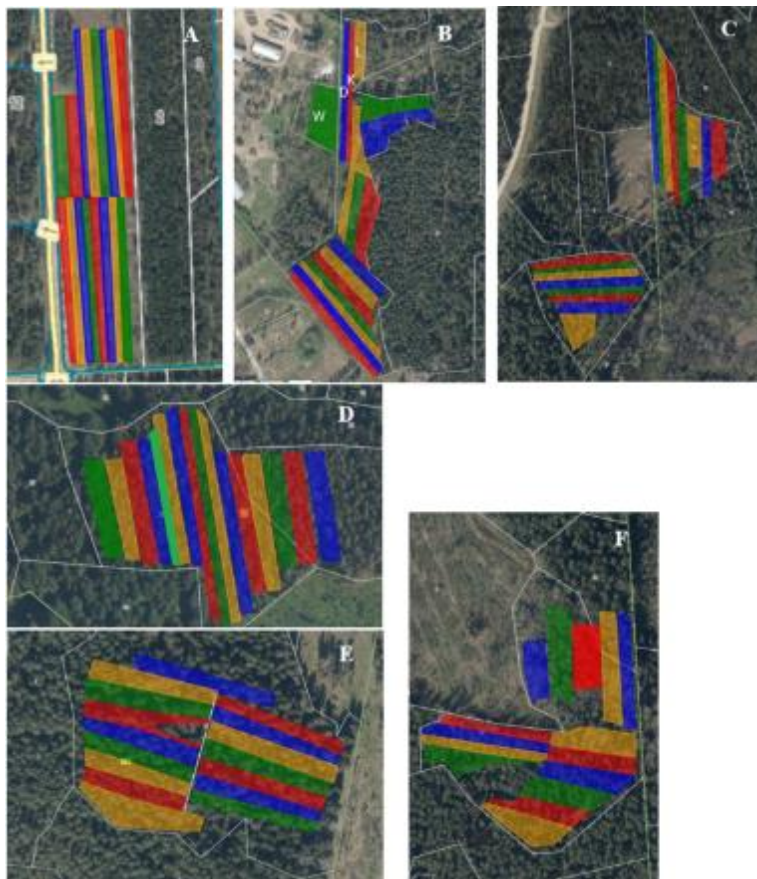


Att. 3.1. Egļu aizsardzības izmēģinājumu parauglaukumu izvietojums

Tabula 3.1. Eksperimentā izmantoto cirsmu lokācija

Nosaukums	Nogabals	X	Y
Palsmane-1	104-346-8	631936	362279
Palsmane-2	104-356-5	634600	362423
Lubāna	802-15-28	653731	317159
Sīļukalns	306-143-1	666618	263870
Preiļi-1	306-239-16	666997	233293
Preiļi-2	306-238-17	666407	233075

Pētījumā salīdzināti 4 apstrādes varianti: (1) kontrole- neapstrādāti stādi; (2) Dānijā ražots preparāts; (3) Latvijā ražots prototips; (4) Woodcoat- pozitīvā kontrole, praksē jau izmantota apstrāde. Katrā platībā ierīkoti 4 atkārtojumi, kuri izvietoti blokos (Att. 3.2).



Att. 3.2. Parcelu izvietojums izmēģinājuma stādījumos: A- Sīļukalns, B-Palsmane-1, C- Preiļi1 , D- Lubāna, E- Palsmane2, F- Preiļi2; Apstrādes: Zaļš- kontrole, Zils- Woodcoat, Sarkans-Dāņu (Norfort DWL 115) cont. Claes Arrfedsson, Dzeltens Latvijas-Jifte S

Pirms stādīšanas platības uzmērītas un ierīkotas parcelas katra bloka katrā atkārtojumā ieplānojot iestādīt 250 stādus. Katrā nogabalā viena diena tika veltīta stādītāju apmācībai un sākotnējai kontrolei, lai nodrošinātu kvalitatīvu darbu atbilstoši eksperimenta dizainam. Tomēr jau

pirmajā uzskaites reizē pamanīja, ka atsevišķās vietās ir sajaukti stādi, tāpēc uzskaitot smecernieka bojājumus, stādi tika vizuāli novērtēti to atbilstībai konkrētajam apstrādes variantam. Ja apstrādes variantu nebūs iespējams identificēt 2023. gada sezonā, šīs parcelas no datu apstrādes un uzskaites būs jāizslēdz.

Kaut gan skuju koku stādījumu postījumu kontekstā pārsvarā piemin tikai P lielo smecernieku (*Hylobius abietis*), ir sastopamas vēl divas sugas – P vidējais smecernieks (*H. pinastri*) un E lielais smecernieks (*H. piceus*). Tāpēc, runājot par lielā priežu smecernieka bojājumiem, tiek saprasti bojājumi ko rada visi šie trīs sugu smecernieki. Prežu lielā smecernieka bojājumu uzskaites izmēģinājumu platībās veiktas 3 reizes. Pirmā uzskaite veikta no 6. maija līdz 15. jūnijam, otrā uzskaite – no 11. jūlija līdz 27. jūlijam, trešā – no 12. septembra līdz 5. oktobrim. Katrā uzskaites reizē katrā parcelā uzskaitīti 100 stādi – 400 stādi vienā blokā 1600 stādi vienā cīsmā.

Metodika - *Hylobius spp.* radīto bojājumu uzskaite un datu matemātiskā apstrāde

Lielā priežu smecernieka bojājumi pamanāmi tūlīt pēc mežaudzes atjaunošanas. Izcirtumos smecernieka vaboles pulcējas pavasarī pēc audzes nociršanas. Vecās vaboles papildbarojoties bojā stādu mizu, dzinumus un pumpurus^{52,53}

Bojājuma uzskaite veikta vizuāli novērtējot stādīņu stumbrus visā to garumā, sevišķu uzmanību pievēršot sakņu kakla rajonam. Priežu smecernieku izraisīto bojājumu novērtēšanai stādi uzskaitēs grupēti 5 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**. Atsevišķi reģistrēti citu iemeslu dēļ iznīkuši kociņi-5.

Datu apstrādei izmantota POLR (*proportional odds logistic regression*) funkcija, kas piemērota ranžētu (neparametrisku) datu apstrādei programmā R. Datu analīzei izmantots sekojošs modelis:

model=polr(Boj~Apstr*Dienas* Mežaudze, data=Hylobius), kur

Boj – bojājumi atkarīgi no:

Apstr- 4 apstrādes varianti,

Dienas- Laiks dienās cik ilgi stādi pakļauti smecernieka ietekmei (laiks kopš platībasierīkošanas),

Mežaudze- nogabala ietekme (6 eksperimentam izvēlētās platības).

Modelis iekļauj visu augstāk minēto faktoru savstarpējās mijiedarbības. Tā kā stādījumos bija daudz nepareizā blokā sastādītu stādu, tad bloka ietekme šajā datu analīzē netika iekļauta.

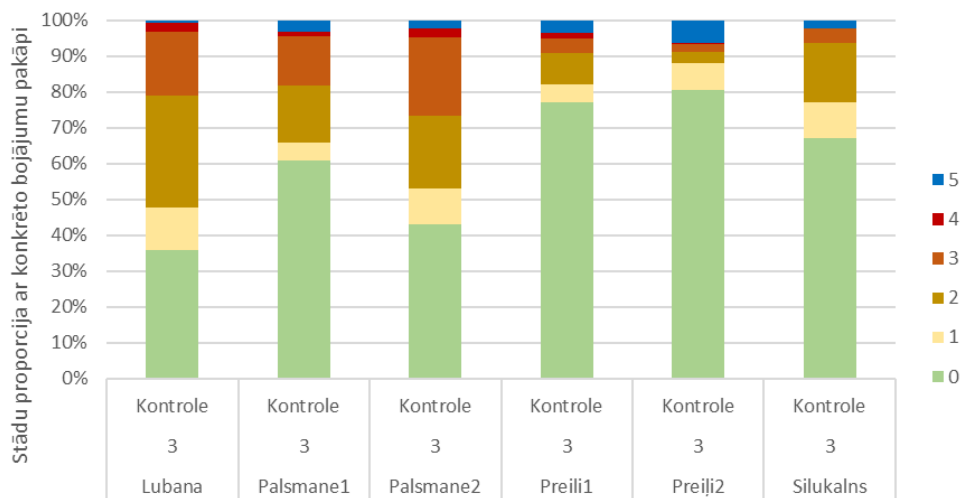
Apstrādes variantu savstarpējam salīdzinājumam izmantots Tūkija (Tukey Contrasts) kritērijs.

⁵² Ozols G. (1967). Ģints *Hylobius* smecernieku bioloģija un ietekme uz meža atjaunošanu. Krājumā “Mežš un vide” (kr. v.) Rīga. 136. – 163. lpp.

⁵³ Ozols G., Menniks E., Bičevskis M. (1989) Ģints *Hylobius* (Col.; Curculionidae) smecernieku skaita dinamika nosusināto mežu izcirtumos. Krājumā “Priedes un egles aizsardzība Latvijas PSR” (kr. v.) Rīga. 53. – 63. lpp

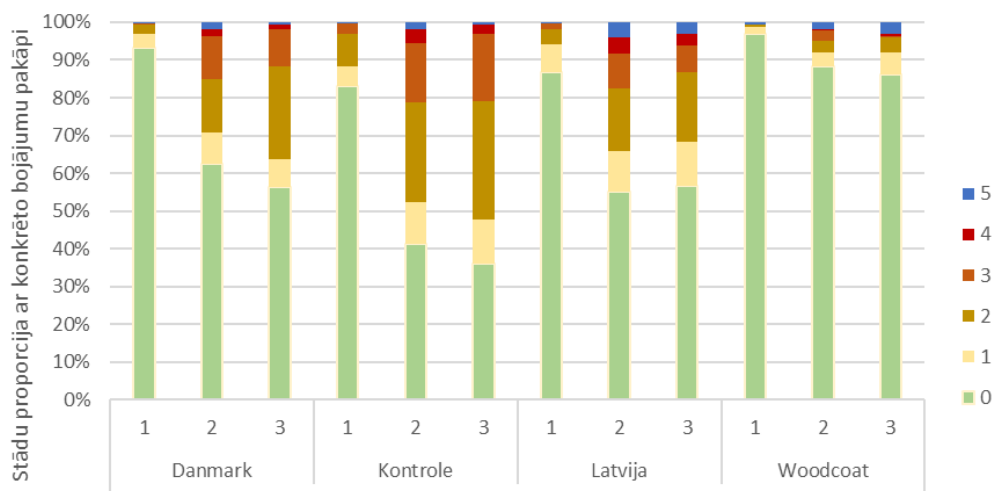
Rezultāti – Bojāto koku īpatsvars

2022. gada sezonā smecernieku bojājumi bija samērā nelieli (Att. 3.3). Tikai 2 nogabalos vairāk nekā 50 % stādu bija bojāti kontroles (neapstrādātu stādu) variantā. Bojā gājušo un stipri bojāto stādu daudzums šajās platībās sasniedza 20%.



Att. 3.3. Priežu lielā smecernieka radīto bojājumu apjoms egļu stādiem cirsmais trešajā uzskaites reizē, kontroles apstrādes variantā (*nebojāti - 0; atsevišķi stāda dzīvotspējai nenožīmīgi bojājumi - 1; bojājumi neietekmē stāda izdzīvošanu - 2; stāda izdzīvošana apšaubāma - 3; bojājumu dēļ iznīcis - 4.; citu iemeslu dēļ iznīkuši kociņi-5*)

Būtiska daļa egļu stādu bija gājuši bojā citu iemeslu dēļ (3.2.1., 3.2.2. attēli bojājumu klase 5). Lielākā daļa šo stādu iznīka noslīkstot ūdenī.



Att. 3.4. Priežu lielā smecernieka radīto bojājumu izmaiņas egļu stādiem Lubanā dažādās uzskaites reizēs, dažādos apstrādes variantos (*nebojāti - 0; atsevišķi stāda dzīvotspējai nenožīmīgi bojājumi - 1; bojājumi neietekmē stāda izdzīvošanu - 2; stāda izdzīvošana apšaubāma - 3; bojājumu dēļ iznīcis - 4.; citu iemeslu dēļ iznīkuši kociņi-5*)

Vasaras laikā smecernieka radīto bojājumu apjoms būtiski pieauga (Tabula 3.1, faktors “Dienas”). Bojājumu apjoms strauji pieauga vasaras vidū, bet līdz rudenim palielinājās nedaudz (Att. 3.5). Starp cirsēm bojājumu apjoma pieauguma dinamika bija atšķirīga (Tabula 3.2, faktoru “Dienas*Cirsmā” mijiedarbība). Šī dinamika bija būtiski atšķirīga arī starp apstrādes variantiem (Tabula 3.2, faktoru “Apstrāde*Dienas” mijiedarbība).

Novērtējot pašu galveno eksperimenta faktora - apstrādes ietekmi uz smecernieka bojājumu apmēra samazinājumu, secināts, ka šāda apstrāde ir un tā ir būtiska (Tabula 3.2., faktors “Apstrāde”), tomēr salīdzinot apstrādes variantus savā starpā var redzēt, ka ne visi apstrādes varianti sniedz apmierinošu aizsardzības efektu. No modeļa aprēķinās bojājumu varbūtības (Apstrāde*Dienas) jau vizuāli var redzēt, ka labāko stādu aizsardzību nodrošināja apstrāde ar Woodcoat (Att. 3.5). Dāņu preparāta un Latvijas preparāta apstrāde izrādījās mazāk efektīva. Apskatot apstrādes variantu kontrastu tabulu (Tabula 3.3), var redzēt, atšķirības bojājumu apmērā starp kontroles stādiem un stādiem, kas apstrādāti ar Latvijā ražoto preparātu nebija statistiski būtiskas.

Tabula 3.2. Faktoru ietekmes kopsavilkums modelim apstrādes efektivitātes novērtējumam egļu stādu aizsardzībai pret priežu lielā smecernieka bojājumiem

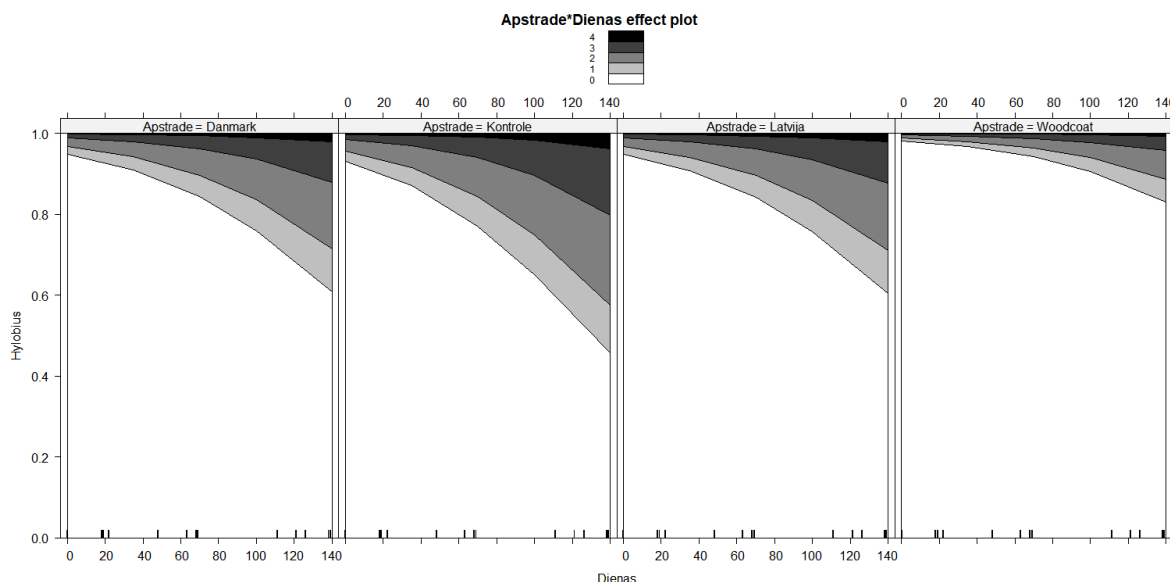
Analysis of Deviance Table (Type II tests)					
Response: Hylobius					
	LR Chisq	Df	Pr(>Chisq)		
Apstrade	1167.4	3	< 2.2e-16	***	
Dienas	3654.2	1	< 2.2e-16	***	
Cirsmā	1099.8	5	< 2.2e-16	***	
Apstrade:Dienas	10.9	3	0.012192	*	
Apstrade:Cirsmā	230.2	15	< 2.2e-16	***	
Dienas:Cirsmā	276.9	5	< 2.2e-16	***	
Apstrade:Dienas:Cirsmā	32.4	15	0.005628	**	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Tabula 3.3. Apstrādes variantu (Neapstrādāti stādi, Woodcoat, dānijā ražots preparāts un Latvijā ražots preparāts) savstarpējais salīdzinājums

summary(glht(model, mcp(Apstrade = "Tukey")))						
Linear Hypotheses:						
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)		
Kontrole - Danmark ==	0	0.7315	0.1706	4.288	<0.001	***
Latvija - Danmark ==	0	0.4817	0.1780	2.706	0.0321	*
Woodcoat - Danmark ==	0	1.1068	0.2691	4.113	<0.001	***
Latvija - Kontrole ==	0	0.2498	0.1551	1.610	0.3628	
Woodcoat - Kontrole ==	0	1.8383	0.2545	7.222	<0.001	***
Woodcoat - Latvija ==	0	1.5885	0.2595	6.120	<0.001	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1						
(Adjusted p values reported -- single-step method)						



Att. 3.5. Modeļa aprēķinātās bojājumu varbūtības apstrādes ietekmei uz priežu lielā smecernieka bojājumu pieaugumu laikā

Bojājumu uzskaišu laikā Dānijas (Norfort DWL 115) cont. Claes Arrfedsson un Latvijas JifteS apstrādēm bieži tika novēroti smecernieka bojājumi ar preparātu aizsargātajā stumbra daļā. Ļoti daudz bojājumu novēroti arī virs aizsargātās stumbra daļas. Tas nozīmē, ka apstrādei nav raksturīgas atbaidīšanas īpašības un vaboles netraucēti pārvietojas pa apstrādāto stumbra daļu.

Dāņu un Latvijas preparātu uzklātais daudzums šķita par plānu. Stumbra noklājums bija nevienmērīgs (daļa stāda stumbra bija neaizsargāta), kā arī daļa apstrādes noskalojās lietavu laikā. Lai uzlabotu šo preparātu aizsardzības efektivitāti pret smecernieka bojājumiem, jāpilnveido uzklāšanas tehnoloģija un sastāvs (Att. 3.6).



⁵⁴ koku stādu aizsardzības līdzekļu pārbaudes tests ar rūpniecisko uzklāšanu

Att. 3.6. Mehānisko aizsarglīdzekļu uzklāšanas testi Strenču kokaudzētavā

⁵⁴ <https://www.instagram.com/p/CcmuZioA7W6/>

LVMi Silava turpina pilnveidot preparāta formulu, tai skaitā, meklē risinājumu kā novērst vaboļu pārvietošanos pa aizsargāto stumbra daļu.

Atziņas

Apstrāde ar Woodcoat uzrādīja būtiski labāku stādu aizsardzības efektivitāti pret Lielā priežu smecernieka bojājumiem salīdzinot ar Dānijas (Norfort DWL 115) cont. Claes Arrfedsson un Latvijas JifteS preparātu.

Stādu apstrādes ar Dānijas (Norfort DWL 115) cont. Claes Arrfedsson un Latvijas JifteS preparātiem kvalitāte, šķiet neapmierinoša- daļa stumbra nav aizsargāta un daļa preparāta noskalojas lietavās.

Jāpilnveido Dānijas (Norfort DWL 115) cont. Claes Arrfedsson un Latvijas JifteS preparātu uzklāšanas tehnoloģija.

Jāuzlabo Dānijas (Norfort DWL 115) cont. Claes Arrfedsson un Latvijas JifteS preparātu formula.

2023. gadā sezonā pētāmie jautājumi

Sadarbībā ar Strenču kokaudzētavu, optimizēt stādu apstrādi ar Dānijas un Latvijas preparātiem. Novērtēt stādu apstrādes kvalitāti apstrādi veicot 1 reizi vai divas reizes. Novērtēt preparāta viskozitātes ietekmi uz aizsargkārtas noturību. Novērtēt uzlabota Latvijas preparāta klāšanās kvalitāti.

Veikt apstrādes izmēģinājumu Priežu sējeņiem 6 cismās ar 2 atkārtojumiem cismā un 2 bojājumu uzskaitēm. Atlasīt LVM piedāvātas priežu cirsma sausajos meža tipos (Sl, Mr, Ln vai Dm). Cirsma izkārtojums transektes veidā līdzīgi kā 2022. gada izmēģinājumā. Parcelu uzmērīšanu cismās veic "Silava", stādīšanu - LVM, vai arī paredzēt papildus finansējumu stādīšanai. Katrā cismā ierīkot 2 atkārtojumos blokos četriem apstrādes variantiem (Kontrole, Woodcoat, Dāņu un Latvijas preparātiem). Veikt 2 uzskaites- jūlija mēnesī un augustā- septembrī.

Novērtēt preparātu aizsardzības noturību sezonas vidū un noslēgumā (Salīdzināt bojājumu pieauguma tendenci pirmajā un otrajā uzskaitē)

3.2. Pētījumi mežsaimniecības un medību saimniecības līdzsvaram

Paredzētās aktivitātes: *Metodika mežaudžu izvēles kritērijiem eksperimentālu parauglaukumu izveidošanai divās teritorijās/reģionos ar izteiktu aļņu un staltbriežu dominanti. Iežogotu kvadrātu ierīkošana ar izmēru 5*5m un žoga augstumu 2,5 m trīs atšķirīgu edafisko apstākļu mežaudzēs (oligotrofas, mezotrofas un eitrofas). Noteikti citi risinājumi dzīvnieku skaita samazināšanai/postījumu samazināšanai teritorijā – starprezultāts. Rezultāts: Ierosinājumi jaunaudzēm nodarīto postījumu samazināšanai*

Veikta materiāla sagatavošana 5x5m iežogojumu izveidei un uzstādīti žogi– novērtēts pameža un paaugas, sīkkrūmu (mētru un viršu) augstums iežogotajā platībā un ārpus tās, tai skaitā vasaras apkodumi, tos atkārtoti uzskaitīs 2023.gada pavasarī un rudenī, vērtēs šo kokaugu un sīkkrūmu izmantošanu ziemas periodā. Jau esošajās MPS iežogotajās platībās un teritorijā ap tām novērtēta balstoties uz attālās izpētes datiem, sagatavota pameža, paaugas un sīkkrūmu stāvokļa novērtēšanas metodika.

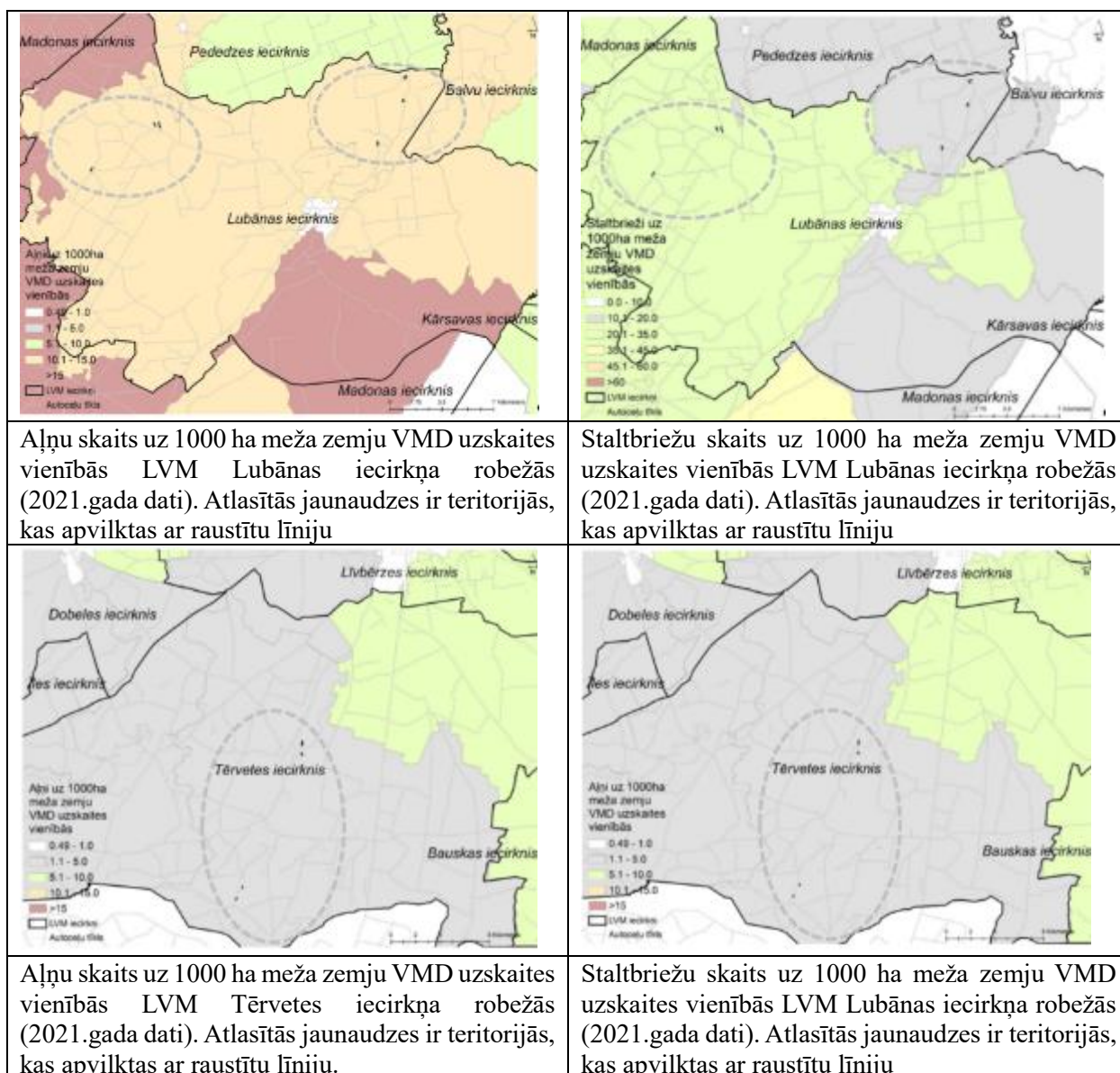
Darba mērķis. Metodikas izstrāde mežaudžu izvēles kritērijiem eksperimentālu parauglaukumu izveidošanai divās teritorijās/reģionos ar izteiktu aļņu un staltbriežu dominanti, lai uzsāktu sezonālo apkodumu izpēti iežogotajos kvadrātos un ap tiem atšķirīgu edafisko apstākļu mežaudzēs.

Metodika -audžu atlasei un žogu ierīkošanai

Jaunaudzju atlasei izmantoti sekojoši kritēriji: vecums < 15 gadi, meža tips atbilst mētrājam vai viršu kūdrenim (oligotrofas jaunaudzes), un damaksnim vai šaurlapju kūdrenim (mezotrofas jaunaudzes), kā arī nav apgrūtināta piekļuve ar autotransportu. Apsekojot sākotnēji atlasītās audzes dabā, secināts, ka audzēs, kas vecākas par 10 gadiem, pamežs un paauga ir krietni pārsniegušas augstumu, pie kāda pārnadži tos varētu patērēt barībā. Iežogojumu izveidei atlasītas 5 un 6 gadus vecas priežu jaunaudzes. Priežu jaunaudzju atlase veikta divu LVM iecirkņu teritorijās: Lubānas iecirknī, kurā pēc oficiālās VMD uzskaites ir uzrādīts augsts aļņu blīvums (vairāk kā 10 dzīvnieki uz 1000 ha meža zemju) un vidējs staltbriežu blīvums (20-40 dzīvnieku uz 1000ha meža zemju), kā arī Tērvetes iecirknī, kur ir zems aļņu un augsts staltbriežu blīvums (attiecīgi 1-2 aļņi un > 60 staltbrieži uz 1000 ha meža zemju).

Trīs iežogojumus ar izmēru 5*5*2,5 m nolemts ierīkot 6 Lubānas iecirkņa priežu jaunaudzēs un 4 Tērvetes iecirkņa jaunaudzēs (Tabula 3.4). Lubānas iecirknī atlasītas 3 oligotrofas un 3 mezotrofas priežu jaunaudzes, savukārt Tērvetes iecirknī - 4 mezotrofas priežu jaunaudzes.

Pirmajā jaunaudzju apsekošanas laikā vasarā veiktas visu plānoto iežogojumu centru fotofiksācijas un ģeogrāfisko koordināšu saglabāšana gan LKS sistēmā, izmantojot LVMGeo aplikāciju, gan arī NoteCam aplikāciju. Katram žogam piešķirts kods, ko veido kvartālapgabals, kvartāls, nogabals, apakšnogabals un kārtas numurs jaunaudzē (Att. 3.5. un 3.6.). Žogi izvietoti vienmērīgi visā nogabalā (Att. 3.7). (Att. 3.7., Att. 3.9, Att. 3.10, Att. 3.11).



Att. 3.7. Teritorijas, kurās ierīkoti apkodumu un veģetācijas uzskaites iežogojumi

Tērvetes iecirknī žogi ierīkoti veģetācijas sezonas laikā (Att. 3.10), Lubānas iecirknī žogu uzstādīšana veikta 2022.gada nogalē un ir pabeigta 2023. gada janvārī (Att. 3.8).



Att. 3.8 Žogu uzstādīšana Lubānas iecirknī (2022 decembris – 2023 janvāris)

Tabula 3.4. Iežogotie kvadrāti Lubānas un Tērvetes iecirkņos, jaunaudžu vecums, meža tips (MT), platība, centra koordinātas

Nr.	LVM iec.	KVAPG	KV	NOG	Vecums	MT	Platība, ha	Kods	X	Y
1	Lubānas	802	147	1	5	Šaurlapju kūdrenis	1,59	802-147-1.5-1	650408	312649
2								802-147-1.5-2	650361	312592
3								802-147-1.5-3	650307	312520
4	Lubānas	802	433	6.2	5	Šaurlapju kūdrenis	1,86	802-433-6.2-1	669646	314228
5								802-433-6.2-2	669641	314315
6								802-433-6.2-3	669635	314408
7	Lubānas	802	359	32.1	5	Šaurlapju kūdrenis	1,95	802-359-32.1-1	671377	317239
8								802-359-32.1-2	671360	317195
9								802-359-32.1-3	671342	317147
10	Lubānas	802	37	8.1	5	Viršu kūdrenis	1,93	802-37-8.1-1	654604	315684
11								802-37-8.1-2	654613	315611
12								802-37-8.1-3	654632	315529
13	Lubānas	802	37	8.3	5	Viršu kūdrenis	1,97	802-37-8.3-1	654895	315756
14								802-37-8.3-2	654924	315632
15								802-37-8.3-3	654963	315500
16	Lubānas	802	342	8	5	Viršu kūdrenis	1,74	802-342-8-1	671500	318699
17								802-342-8-2	671475	318759
18								802-342-8-3	671477	318814
19	Tērvetes	611	177	15	6	Damaksnis	1,4	611-177-15-1	469151	247622
20								611-177-15-2	469190	247648
21								611-177-15-3	469230	247687
22	Tērvetes	611	174	18.2	6	Damaksnis	0,71	611-174-18.2-1	469736	248553
23								611-174-18.2-2	469735	248592
24								611-174-18.2-3	469710	248649
25	Tērvetes	611	143	28	6	Damaksnis	1,47	611-143-28-1	474559	259502
26								611-143-28-2	474525	259466
27								611-143-28-3	474568	259397
28	Tērvetes	611	142	5	6	Damaksnis	2,56	611-142-5-1	474535	260188
29								611-142-5-2	474608	260250
30								611-142-5-3	474590	260392



Att. 3.9. Žoga centru koordinātas un fotofiksācija Lubānas iecirkņa oligotrofā (attēls pa kreisi) un mezotrofā (attēls pa labi) priežu jaunaudzē



Att. 3.10. Žoga centra fotofiksācija Tērvetes iecirknī, žoga kods 611-142-5-1 (attēls pa kreisi) un izbūvēts žogs (attēls pa labi)



Att. 3.11. Ierīkoto žogu izvietojuma shēma jaunaudzē ar kodu 611-142-5-1

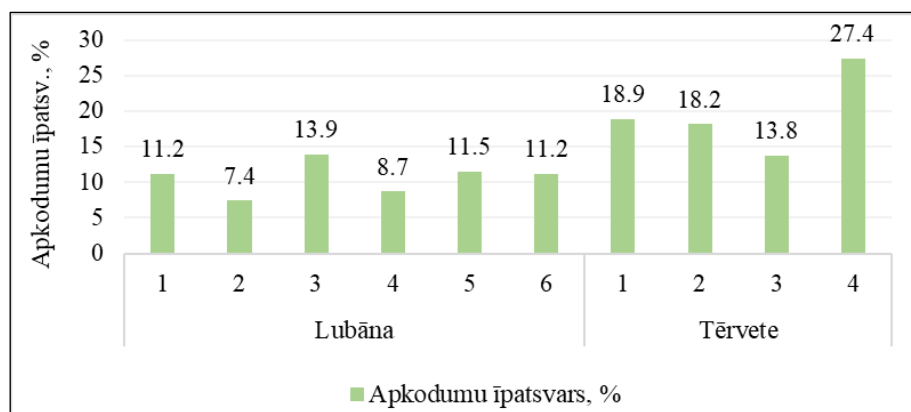
Metodika. Vasaras apkodumu novērtēšana

Vasaras apkodumi novērtēti 4 Tērvetes iecirkņa audzēs, kurās jau ir ierīkoti 5*5 m lieli žogi, un arī 6 Lubānas iecirkņa audzēs, kurās žogus pabeigs likt 2023.gada janvārī. Vasaras apkodumu uzskaiti veic septembrī/oktobrī pirms pilnīgas lapu nobiršanas. Katrā no uzskaites vietām apkodumu stāvoklis novērtēts 200 lapu kokiem un krūmiem vai to grupām, kuru lapotne zemāka par 2,5 m. Par apkostiem uzskaitīti tie koki un krūmi, kuriem ir svaigi nokosti pēdējā veģetācijas sezonā ataugušie zari un dzinumi, kā arī svaigi nobraucītas lapas.

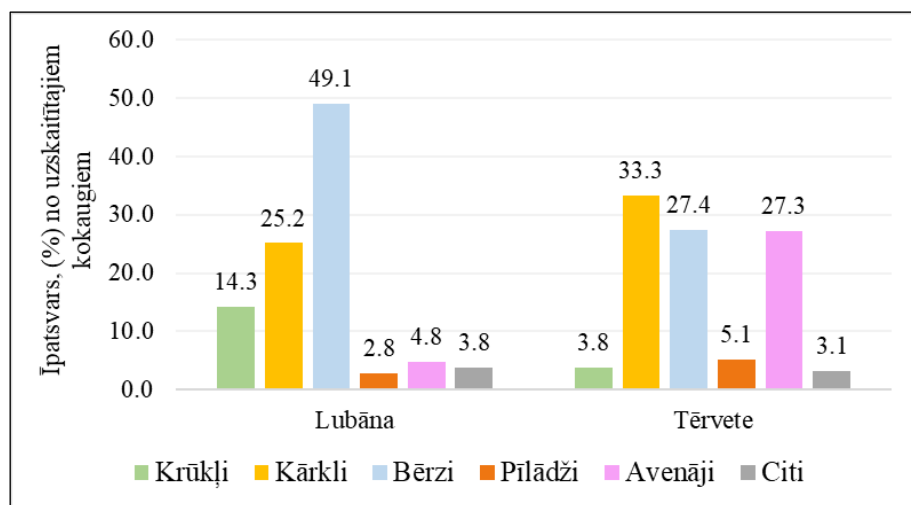
Uzskaiti veic pa diagonāli šķērsojot ar lapu kokiem aizaugušo teritoriju un ik pēc metra viena metra attālumā uz abām pusēm no maršruta uzskaita visus kokus un krūmus (kopā maršrutā ne mazāk kā 200), dālot veselajos un apkostajos.

Rezultāti - Vasaras apkodumi un veģetācija

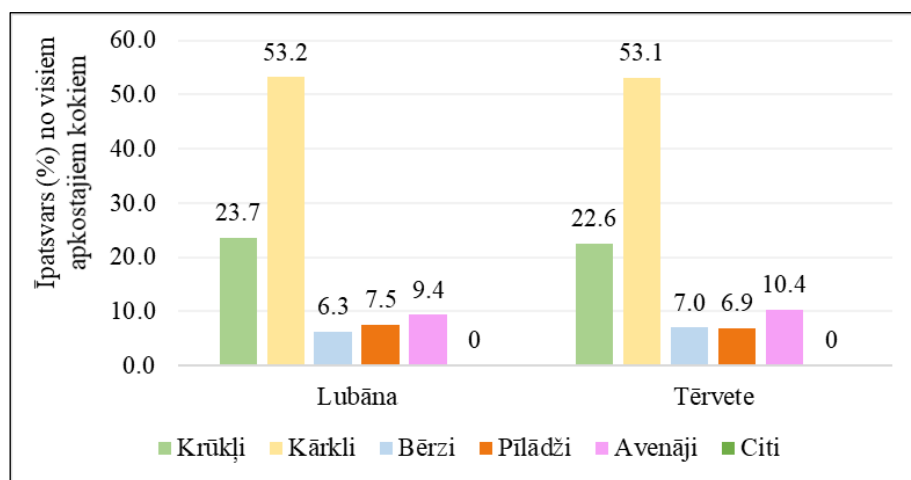
Vidējais vasaras apkodumu īpatsvars Lubānas iecirknī apsekotajās audzēs ir 10,6%, Tērvetes iecirknī – 19,6% (Att. 3.12, Att. 3.13.). No visiem uzskaitītajiem lapu kokiem un krūmiem, audzēs Lubānas iecirknī dominēja bērzi un kārkli, attiecīgi 49,1% un 25,2%, savukārt Tērvetes iecirknī apsekotajās audzēs kārkli (33,3%), bērzi (27,4%) un arī avenāji (27,3%), kas īpaši daudz bija sastopami vienā jaunaudzē (Att. 3.13, Att. 3.14.).



Att. 3.12. Novērtētais vasaras apkodumu īpatsvars audzēs ar ierīkotajiem žogiem



Att. 3.13. Lapu koku un krūmu īpatsvars no visiem vasaras apkodumu uzskaitē uzskaitītajiem kokaugiem Lubānas un Tērvetes iecirkņos apsekotajās audzēs



Att. 3.14. Vasaras apkodumu sadalījums pa sugām Lubānas un Tērvetes iecirkņos apsekotajās audzēs (īpatsvars no visiem bojātajiem lapu kokiem un krūmiem)

Izvērtējot apkosto lapu koku un krūmu īpatsvaru no visiem bojātajiem kokiem, redzams, ka gan Lubānas audzēs, gan Tērvetes 4 audzēs sadalījums ir ļoti līdzīgs – visvairāk apkodumu ir kārkliem (attiecīgi 53,2% un 53,1%) un krūkļiem (23,7% un 22,6%), tad seko avenāji, pīlādži un bērzi (Att. 3.14.). Bojātais kokaugu sadalījums pa sugām atšķiras kopējā sugu sadalījuma audzēs.

Lai arī Lubānas iecirknī pēc VMD oficiālās statistikas ir augsts aļņu blīvums (10,1-15 aļņi uz 1000 ha meža zemju) un vidējs staltbriežu blīvums (10,1-35 staltbrieži uz 1000ha meža zemju), jaunaudzēs novērtētais vasaras apkodumu īpatsvars ir neliels – tikai 10,6%. To var skaidrot ar salīdzinoši nelielo audžu vecumu, tajās kā pēdējā saimnieciskā darbība ir veikta agrotehniskā kopšana laika posmā no 2019.līdz 2021.gadam. Šajās audzēs tikai tagad veidojas pamežs un paauga, ko dzīvnieki vēlāk varēs izmantot barībā. Lēnāku aizzeļšanu nosaka arī augšanas apstākļi – šīs audzes ir ar oligotrofām un mezotrofām augsnēm.

Savukārt Tērvetes iecirkņa audzes, kas ir tikai par gadu vecākas nekā Lubānas iecirknī apsekotās, bija ar krietni lielāku/blīvāku pamežu un paaugu (audzes ar eitrofām augsnēm). Arī novērtētais vasaras apkodumu īpatsvars šajās audzēs bija lielāks – 19,6%. Atšķirīga ir arī ainava Lubānas un Tērvetes iecirkņos – pirmais ir mežains apvidus ar daudzām iespējām pārnadžiem izvēlēties vasaras barības objektus, kas ir gan kokaugu daļas, gan arī dažādi lakstaugi, graudzāles (aļņiem līdz pat 90% no visas vasaras barības bāzes ir kokaugu jaunās atvases, staltbriežiem – 60% un stirnām – 20%). Tērvetes iecirknī dominē lauksaimniecības zemes, un pie tik augsta staltbriežu blīvuma (pēc oficiālās VMD statistikas – vairāk kā 60 dzīvnieki uz 1000 ha meža zemju) šīs vasaras apkodumu īpatsvars jaunaudzēs varētu būt lielāks.

Sīkkrūmu augstuma novērtēšana

Šai aktivitātei lauku darbus uzsāks 2023.gada sezonā, 2023. gada sagatavota metodika darbu veikšanai.

Metodika - sīkkrūmu augstuma novērtēšanai

Lai noskaidrotu sīkkrūmu izmantojumu barībā, plānots pielietot punktu kvadrātu jeb adatu metodi, kur uzskaitē izmanto 1,3 m garu adatu/metāla vai bambusa stieni, kas sadalīta augstuma posmos ik pēc 5 cm. Katrā adatas dūrienā reģistrē adai pieskarušos augu sugu un posma kārtas numurs (sākot no adatas smailā gala), kuram pieskarsies kāda auga daļa (Liepa 2018; Laiviņš et al. 2019).

Sīkkrūmu augstumu sākotnēji plānots novērtēt jaunaudzēs, kurās 2022.gadā izvēlētas 5x5m žogu uzstādīšanai, kā arī MPS Kalsnavas un Jelgavas meža novadu teritorijā esošās iežogotajās platībās, un kontrolaudzēs ārpus tām. Izmantojot iegūtos datus, izvērtējot potenciālās augstuma atšķirības, varēs izdarīt secinājumus par sīkkrūmu nozīmi pārnadžu barībā.

Pēc audžu sākotnējās apsekošanas Tērvetes iecirknī, pieņemts lēmums tajās nenovērtēt sīkkrūmu augstumu, jo zemsedzes veģetācijā izteikti dominē dažādas graudzāles, arī avenāji, kas, vismaz šajā audzes vecumposmā, neļauj attīstīties sīkkrūmiem. Savukārt, Lubānas iecirknī šī metode būs pielāgojama visām 6 audzēm.

Apsekojot MPS iežogotās platības secināts, ka sīkkrūmu ievērtēšanu racionāli veikt vien tajās žoga malās, kas robežojas ar līdzīga vecuma mežaudzi - no apsekošanas izslēdzami nogriežņi, kas robežojas ar grāvju atbērtņēm un veciem mežiem.

MPS Kalsnavas meža novadā ir 6 iežogotas priežu audzes vecumā līdz 13 gadiem damaksnī un 13 audzes lānā, Jelgavas Meža novadā - 3 damaksnī un 5 šaurlapju ārenī. Kontroles mērījumus pēc tādas pašas metodes veiks tuvākajās iežogotajai platībai esošajās līdzīga vecuma audzēs tādos pašos mežu tipos. Attēlā 3.11. centrā ir iežogota priežu jaunaudze (173.kv.1.nog.), kurai blakus atrodas tāda paša vecuma audze ar vienādu meža tipu. Šajā gadījumā kontroles mērījumus veiks blakus esošajā audzē (Att. 3.15).



Att. 3.15. Audžu sastāvs un priežu audžu vecumstruktūra ap iežogotu audzi (173.kv.1.nog.) MPS Kalsnavas meža novada teritorijā (ar gaiši zilu krāsu – bērzu audzes, ar rozā – egļu audzes) (dati uz 2022.gada sākumu)

Plānotie darbi 2023.gadā

Vasaras apkodumu novērtēšanas mērķis ir saprast, kāds ir pārnadžu lapu koku un krūmu izmantojums barībā veģetācijas un arī ziemas periodā. 2023.gada pavasarī pēc sniega nokušanas šajās pat audzēs novērtēs lapu koku un krūmu ziemas apkodumus, veģetācijas perioda beigās septembrī/oktobrī atkal novērtēs vasaras apkodumu īpatsvaru. Salīdzinās lapu koku un krūmu stāvakli iežogotajos 5*5m laukumos un ārpus tiem.

Sīkkrūmu augstuma mērījumi iežogotās platībās (MPS teritorijās un no jauna ierīkotajos 5*5m kvadrātos) un ārpus tiem kontroles teritorijās, ļaus izvērtēt potenciālās augstuma atšķirības un spriest par sīkkrūmu nozīmi pārnadžu barībā.

Kā trešā aktivitāte tiek piedāvāta ģenētiskās analīzes pārnadžu ekskrementiem – metabarkodēšana. Ar kur izmantojot specifiskus marķierus, var izdalīt barībā patērēto augu sugu DNS, tādējādi iegūstot priekšstatu par katrai pārnadžu sugai (alnis, staltbriedis un stirna) raksturīgo barības sastāvu. Ekskrementus ievācot ziemas otrajā pusē vai pavasarī, varētu noskaidrot šai sezonai raksturīgo barības sastāvu un, potenciāli, arī īpatsvaru skuju un lapu kokiem, krūmiem un sīkkrūmiem. Šīs analīzes arī ļoti labi sasaistītu kopā iepriekšējo divu pētniecības uzdevumu rezultātus.

3.3. Briežu dzimtas dzīvnieku radīto postījumu ekonomiskā ietekme meža apsaimniekošanas ciklā, kokrūpniecības tautsaimniecības sektorā

Paredzētās aktivitātes: *Datu ievākšana aprēķiniem par briežu dzimtas dzīvnieku radīto bojājumu ietekmi uz nākotnes mežaudzes kokiem. Briežu dzimtas dzīvnieku populācijas lieluma un struktūras analīze. Rezultāts: Briežu dzimtas dzīvnieku nodarīto postījumu apjoma uzmērījumu datu analīzes rezultātu apraksts. Neiegūtās biomasas apjoms, sabojātās koksnes apjoms. Briežu dzimtas dzīvnieku populācijas struktūras analīzes rezultātu apraksts, vadoties no iepriekšējo gadu oficiālās medību statistikas - mazākajā iespējamajā vienības griezumā.*

Pēc 2021.gada pārskatā aprakstītās un aprobētas metodikas pēc jaunaudžu kopšanas apsektas egļu un priežu audzes, kur pētījuma “Maksimāli pieļaujamais medijamo dzīvnieku populāciju blīvums un minimālais jeb kritiskais populācijas lielums” laikā konstatēti būtiski mizas un sānu dzinumu bojājumi (5 platībās no apsekotajām uzmērīti priede, egles un bērzu stumbriem nodarītie bojājumi). Vienā no mežaudzēm, kur vēl nebija veikta kopšana, ievākti bojātu un nebojātu priedes stumbru nogriežņu paraugi, lai destruktīvi vērtētu bojājuma ietekmi uz stumbra kvalitāti un radiālo pieaugumu. Sagatavoti stumbru šķērsgriezumi, bojājuma vietā un 1,3 m augstumā no sakņu kakla. Veikta šķērsgriezumu skanēšana. Patlaban notiek metodes aprobācija, ka novērtēt stumbra tilpumu, tai skaitā vērtē 3 D skanēšana. Sagatavota briežu dzimtas dzīvnieku populācijas dinamikas analīze.

Darbu mērķis: Noskaidrot kā briežu dzimtas dzīvnieku populācijas lielums un sastāvs ietekme jaunaudzēm nodarītos postījumus un kā postījumi – apkodumi un mizas bojājumi ilgtermiņa ietekmē priežu stumbru koksnes kvalitāti.

Briežu dzimtas dzīvnieku radīto bojājumu ietekmi uz nākotnes mežaudzes kokiem

Metodika datu ievākšanai aprēķiniem par briežu dzimtas dzīvnieku radīto bojājumu ietekmi uz nākotnes mežaudzes kokiem

No LVM Grīņu un Usmas iecirkņos esošajām priežu audzēm, kas laika posmā pirms desmit/divpadsmit gadiem ir apsektas LVMI Silava veiktā pētījuma “Maksimāli pieļaujamais medijamo dzīvnieku populāciju blīvums un minimālais jeb kritiskais populācijas lielums” ietvaros, Grīņu iecirknī atlasītas 5 priežu audzes, kurās novērtēts pašreizējais priežu stāvoklis (97.kv.9.nog., 60.kv.,5.nog., 48.kv.19.nog., 81.kv.22.nog. un 83.kv.4.nog.) .

Katrā audzē ierīkoti pieci 100 m² lieli aplveida parauglaukumi (R=5,64m) (izņemot 97.kv.9.nog., kur ierīkoti pieci 500 m² lieli parauglaukumi (R=12,62m), un 83.kv.7.nog., kur ierīkoti četri 100 m² lieli laukumi), kuros visiem kokiem noteikts caurmērs (D, cm) krūšu augstumā (1,3 m) no sakņu kakla, divām raksturīgākajām priedēm parauglaukumā noteikts augstums (H, m) (Att. 3.16.).



Att. 3.16. Apsekoto audžu izvietojums un parauglaukumu shēma

Kokiem fiksēti mizas bojājumi, uzmērot bojājuma zonas apakšējās un augšējās daļas augstumus virs sakņu kakla, un novērtēta bojājumu intensitāte (

Tabula 3.5.). Ceturtdaļās novērtēts mizas bojājumu aizņemtais laukums no stumbra perimetra.

Tabula 3.5. Koku bojājumu iedalījums

Bojājumu veids	Piemērs	Bojājumu veids	Piemērs
Bojājumu vietas nelielas, labi aizaugušas, bet joprojām redzamas		Dziļi, vienpusēji mizas bojājumi	
Bojājumi atsedz stumbra serdes daļu		Kombinēti mizas bojājumi no vairākām pusēm	

Rezultāti – Briežu dzimtas dzīvnieku nodarīto priežu stumbra bojājumu veidi un īpatsvars

Dabā uz vietas apsektas 10 jaunaudzēs, no tām mērījumu veikšanai atlasītas 5 audzes. Šīs mežaudzes jau apsektas iepriekš veikta pētījuma laikā no 2010. līdz 2012.gadam, kad vērtēti arī mizas bojājumu īpatsvars šajās audzēs– toreiz tie bija no 0,89% līdz pat 22,5% (Tabula 3.6.).

Tabula 3.6. Sānu dzinumu un mizas bojājumu īpatsvars (%) apsekotajās priežu jaunaudzēs Ugāles, Puzes un Piltenes pagastos laika posmā no 2010. līdz 2012.gadam

Nr.p.k.	Nogabala kods	Suga	Iepriekšējo apsekojumu gadi	Sānu dzinumu boj., %	Mizas boj. %
1	97-9	Priede	2010; 2011	14,29; 5,94	12;65; 7,92
2	83-7	Priede	2010; 2011; 2012	90,46; 73,66; 50,5	21,58; 0,89; 4,5
3	60-5	Priede	2010	12,04	8,33
4	48-19	Priede	2010	11,24	22,49
5	81-22	Priede	2010; 2011	4,27; 2,84	26,07; 8,06

Atkārtoti apsekojot un novērtējot priežu stāvokli 2022.gadā, audzēs uzmērīti 583 koki, tajā skaitā 15 bērzi un 34 egles. Pārnodžu radīto mizas bojājumu ārējā ietekme novērtēta 532 priedēm. Kopsavilkums pa nogabaliem un parauglaukumiem apkopots Tabulā 3.7.

Četrās no apsekotajām audzēm laika posmā no 2019. līdz 2022.gadam ir veikta jaunaudžu kopšana, vienā audzē pēdējā jaunaudžu kopšana veikta 2014.gadā. Vidējais uzmērīto priežu caurmērs ir 8,83 cm±0,12, garums – 7,31 m±0,05 (Tabula 3.4.). Bojāto priežu īpatsvars ar acīm redzamiem veciem mizas bojājumiem dažādās pakāpēs apsekojamo audžu parauglaukumos ir no 84,15% (81.kv.22.nog.) līdz pat 96,44% (97.kv.9.nog.), kas ir būtiski vairāk nekā novērtēts laika posmā no 2010. līdz 2012.gadam, un liecina par to, ka šīs audzes ir pakļautas ilgstošai pārnodžu bojājumu ietekmei. Piecām 97.kv.9. nogabala parauglaukumos uzmērītajām priedēm konstatēti arī svaigi mizas bojājumi, no kurām trīs bija arī ar veciem mizas bojājumiem, kas atsedza stumbra serdes daļu, svaigo bojājumu parametri nav ņemti vērā, veidojot tālāko kopsavilkumu.

Tabula 3.7. Pamatinformācija par uzmērītajām audzēm (PL)

Nog. kods	MT	Audzes plat., ha	Pēdējā jaunaudžu kopšana	PL sk.	PL platība, ha	Koku skaits PL			Audzes vecums	Vidējais priežu garums, m	Vidējais priežu caurmērs, cm	Bojāto priežu īpatsv. PL, %
						P	E	B				
48-19	Sl	6,48	2020	5	0,01	86	3	1	23	7,51±0,4	8,39±0,34	93,02
60-5	Mr	1,79	2022	5	0,01	100			23	6,26±0,27	7,27±0,22	87
81-22		2,17	2019	5	0,01	82			23	8,3±0,39	9,98±0,27	84,15
83-7	Ln	1,45	2020	4	0,01	39	13	8	21	6,9±0,5	9,63±0,45	94,87
97-9	sils	2,66	2014	5	0,05	225	18	6	19	6,99±0,32	9,16±0,18	96,44

No apsekotajām piecām audzēm, četrās pēdējo 3 gadu laikā bija veikta jaunaudžu kopšana. Salīdzinot vidējos stumbru bojājuma zonas garumus starp šīm divām jaunaudzēm

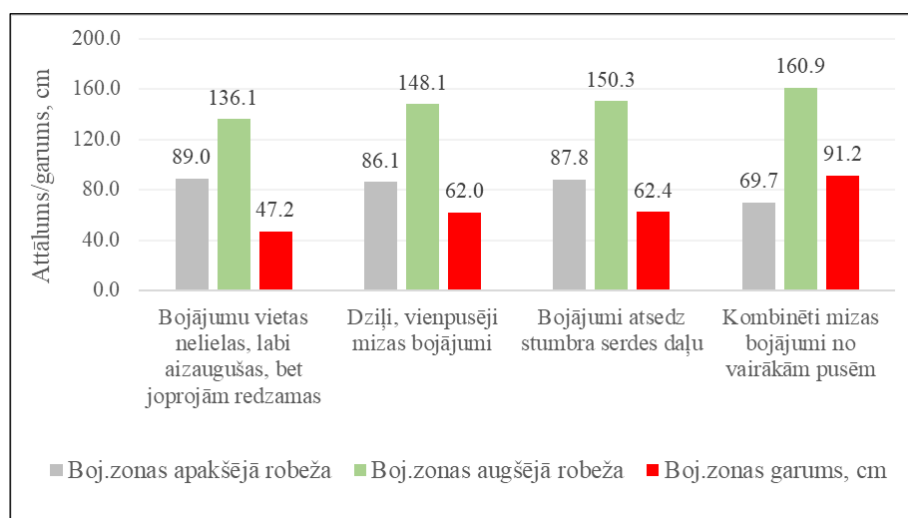
grupām – koptas un nekoptas audzes, konstatēta loģiska likumsakarība: koptajās audzēs vidējais bojājumu zonas garums ir būtiski mazāks par nekoptajā audzē uzņēmīto priežu bojājumu zonas garumu, attiecīgi $51,72\text{cm} \pm 1,6$ un $70,02\text{cm} \pm 2,2$ ($P < 0,000$, t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances). Lai arī ir šādas atšķirības, visu audžu parauglaukumu dati ir apvienoti un bojājumu raksturlielumi vērtēti vienoti.

No visām jaunaudzju parauglaukumos apsekotajām priedēm 490 bija ar redzamiem mizas bojājumiem. 23% no visām priedēm bija ar nelieliem, labi aizaugušiem, bet joprojām redzamiem mizas bojājumiem. Dziļi, viļņusēji mizas bojājumi bija 20,86% priežu, bet visvairāk koku bija ar bojājumiem, kas atsedz stumbra serdes daļu – 44,36%. 4,13% gadījumu mizas bojājumi bija kombinēti (gad dziļāki, gan seklāki) un arī no vairākām pusēm.

No visām bojātajām priedēm, 37,75% gadījumu mizas bojājumi aizņēma $\frac{1}{4}$ no stumbra perimetra; 45,71 % gadījumu bojājumi aizņēma $\frac{1}{2}$ no perimetra; 14,69% - $\frac{3}{4}$ no perimetra un 1,8% - bojājumi bija pa visu stumbra perimetru.

Vidējais bojājumu zonas garums ir $59,84\text{cm} \pm 1,37$ (min 6cm, max 144cm), vidējais bojājuma zonas sākums ir $86,9\text{cm} \pm 1,2$ (min 10cm, max 152cm) augstumā virs sakņu kakla, savukārt bojājuma augšējā mala ir vidēji $146,74\text{cm} \pm 0,9$ (min 40cm, max 200cm) augstumā, mērot no sakņu kakla.

Nelieli mizas bojājumi, kas ir labi aizauguši, bet joprojām redzami, ir vidēji $47,15\text{cm} \pm 2,58$ plašā stumbra zonā. Bojājumi, kas ir dziļi viļņusēji un arī tie, kas atsedz stumbra daļu, ir līdzīgos izmēros, attiecīgi $61,98\text{cm} \pm 2,76$ un $62,42\text{cm} \pm 1,91$ plašā zonā. Visgarāko zonu uz stumbra aizņem kombinētie bojājumi, vidēji tie ir $91,22\text{cm} \pm 5,31$ (Att. 3.13.).



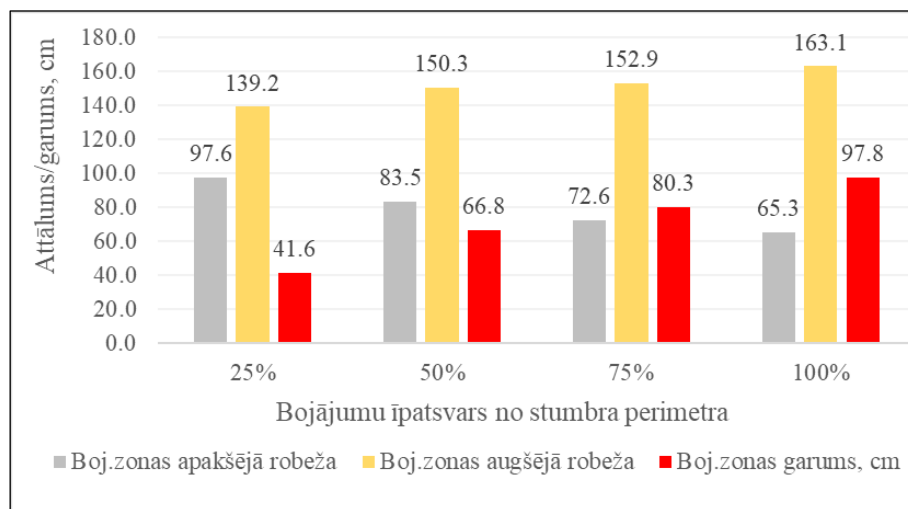
Att. 3.17. Bojājuma zonas apakšējās un augšējās robežas attālums no sakņu kakla un bojājuma zonas garums (cm) dalījumā pa bojājumu veidiem

Priežu stumbru bojājumi, kas aizņem līdz 25% no stumbra perimetra, sākas vidēji $97,62\text{cm} \pm 1,89$ augstumā virs sakņu kakla, beidzas vidēji $139,19\text{cm} \pm 1,63$ augstumā virs sakņu kakla; vizuāli redzamās bojātās zonas garums ir vidēji $41,58\text{cm} \pm 1,92$ (Att. 3.18.). Bojājumu, kuri aizņem līdz 50% no stumbra perimetra, apakšējā robeža ir vidēji $83,53\text{cm} \pm 1,66$ augstumā virs sakņu kakla, augšējā robeža – $150,34\text{cm} \pm 1,41$ augstumā un bojātās zonas garums ir vidēji $66,8\text{cm} \pm 1,78$. Bojājumi, kuri aizņem 75% no stumbra perimetra, sākas vidēji $72,63\text{cm} \pm 2,78$ un beidzas vidēji $152,93\text{cm} \pm 2,18$ augstumā virs sakņu kakla un bojātās zonas garums ir $80,3 \pm 2,97\text{cm}$. Bojājumi, kas apņem visu stumbra perimetru, ir visgarākie – $97,78\text{cm} \pm 8,9$ un tie ir robežās no $65,33\text{cm} \pm 7,21$ līdz $163,11\text{cm} \pm 5,87$ virs sakņu kakla.

Bojājumu zonas garuma vidējās vērtības skatot dalījumā pēc aizņemtā bojājumu īpatsvara no stumbra perimetra, redzama ļoti laba saistība – jo plašāki bojājumi no perimetra,

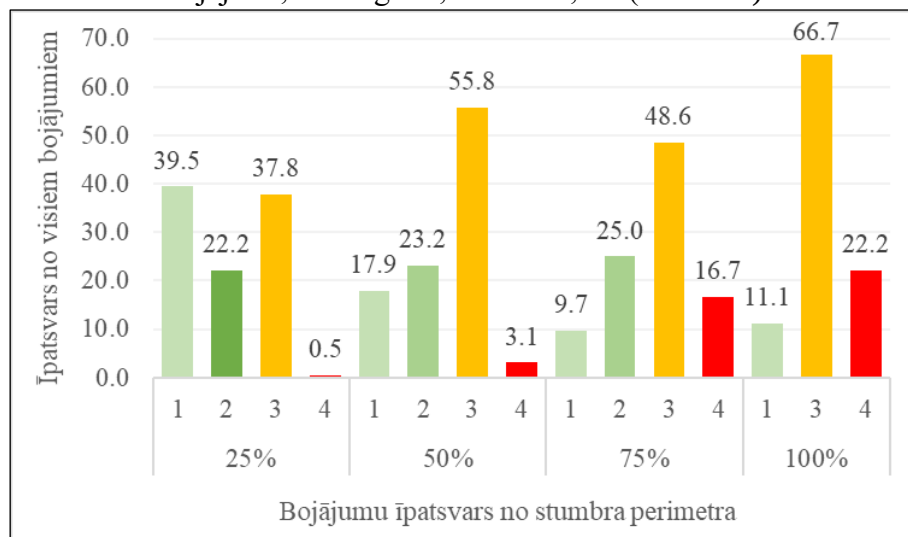
jo tie ir būtiski garāki par tiem, kas aizņem mazāku stumbra perimetra daļu ($P < 0,000$, t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances, salīdzināti bojājuma zonas garumi par grupām).

Līdz 25% no stumbra perimetra visbiežāk ir nelieli, labi aizauguši bojājumi, kā arī bojājumi, kas atsedz stumbra serdes daļu, attiecīgi 39,5% un 37,8% (Att. 3.19.).



Att. 3.18. Bojājuma zonas apakšējās un augšējās robežas attālums no sakņu kakla un bojājuma zonas garums (vidējās vērtības, cm) dalījumā pēc bojājumu īpatsvara no stumbra perimetra

Visbiežāk bojājumi, kas aizņem 50% un 75% no stumbra perimetra, atsedz stumbra serdes daļu, tad seko dziļi viļņusēji bojājumi un nelieli, labi aizauguši mizas bojājumi. Kombinēti mizas bojājumi šajās grupās sastopami attiecīgi 3,1% un 16,7% gadījumu. Arī bojājumi, kas nodarīti 100% apjomā no perimetra, visbiežākie ir tādi, kas atsedz stumbra serdes daļu, kā arī kombinētie bojājumi, attiecīgi 66,7% un 22,2% (Att. 3.19).



Att. 3.19. Bojājumu veidu sadalījums (%) atkarībā no bojājumu īpatsvara no stumbra perimetra (1 - bojājumu vietas nelielas, labi aizaugušas, bet joprojām redzamas; 2 - dziļi, viļņusēji mizas bojājumi; 3 - bojājumi atsedz stumbra serdes daļu; 4 - kombinēti mizas bojājumi no vairākām pusēm)

Atziņas

Tā kā mizas bojājumu intensitāte no pirmās audžu apsekošanas laika posmā no 2010.-2012. gadam līdz audžu apsekošanai 2022.gadā ir palielinājusies, tas liecina par atkārtotu audžu bojāšanu vēl vairāku gadu garumā pēc pirmajām uzskaitēm, to iespējams rekonstruēt izdarot stumbra šķēsgriezumus.

Bojājumu zonas, kas atsedz stumbra serdes daļu un aizņem lielāku īpatsvaru no stumbra perimetra, ir būtiski garākas par bojājumiem, kas aizņem mazāku stumbra perimetru.

Metodika. Neiegūtās biomasas apjoma un sabojātās koksnes apjoma novērtēšana

Jaunaudzē 97.kv.9.nog., kurā pēdējie kopšanas darbi veikti 2014.gadā, no katras bojājumu grupas nozāģēti 5 koki, kā arī kontroles grupā nozāģēti 5 koki bez acīm redzamiem mizas bojājumiem (sīkāka informācija tabulā 3.5). Koki zāģēti pēc iespējas tuvu sakņu kaklam un baļķu garums ir vidēji 2,3m.

Tabula 3.8. Sabojātās priedes koksnes un neiegūtās biomasas apjoma novērtēšanas metodikas izstrādei un aprobācijai nozāģēto priežu sākotnējie parametri (bojājuma veids un caurmērs krūšu (1,3m) augstumā), iegūto ripu un garengriezumu jeb nogriežu skaits

Bojājuma veids	D, cm	Paraugkoka Nr.	Ripu sk.	Nogriežu sk.
Vesels	7,2	1	1	2
Vesels	6,7	4	1	2
Vesels	7,3	5	1	2
Vesels	5,8	8	1	2
Vesels	5,6	12	1	2
Bojājums aizaudzis	7,6	6	2	3
Bojājums aizaudzis	6	7	2	3
Bojājums aizaudzis	7,8	16	2	3
Bojājums aizaudzis	7,6	17	1	2
Bojājums aizaudzis	7,6	18	2	3
Bojājums dziļš viļņveidīgs	6,6	13	2	3
Bojājums dziļš viļņveidīgs	8	22	2	3
Bojājums dziļš viļņveidīgs	7,4	23	1	2
Bojājums dziļš viļņveidīgs	7,6	24	2	3
Bojājums dziļš viļņveidīgs	7,9	25	2	3
Bojājums līdz serdei	7,1	2	2	3
Bojājums līdz serdei	7,6	3	2	3
Bojājums līdz serdei	7,3	9	1	2
Bojājums līdz serdei	8,3	10	2	3
Bojājums līdz serdei	9,3	11	1	2
Bojājums kombinēts	7	14	1	2
Bojājums kombinēts	7,1	15	1	2
Bojājums kombinēts	7,9	19	2	3
Bojājums kombinēts	7,7	20	1	2
Bojājums kombinēts	7,6	21	1	2

Baļķiem ripas zāgētas pie mežā veiktās 1,3m atzīmes un lielākā bojājuma vidū. Ja 1,3m atzīme sakrīt ar bojājuma vietu ($\pm 10\text{cm}$ nobīde), zāgēta viena ripa. Ripas resgaļa pusē marķētas: a) ja zāgētas 2 ripas, tad: koka Nr.-1,3 vai -Boj.; b) ja zāgēta viena ripa: koka Nr.-1,3/Boj. Visām ripām veikta atzīme par ziemeļu virzienu.

Baļķiem veikts garengriezums un šķērsgriezums, lai redzētu koksnes reakciju uz mehānisko mizas bojājumu (Att. 3.20, Att. 3.21.). Attēlā 3.21. parādīti šķērsgriezumi no kokiem ar dažādām bojājumu pakāpēm. Labākie risinājumi un metodika neiegūtās biomasas apjoma un sabojātās koksnes apjoma novērtēšanai tiks precizēta.



Att. 3.20. Priedes baļķa griezuma veidi: garengriezums/nogriežņi un šķērsgriezums pa bojājuma vietu

Baļķiem veikts garengriezums – iegūti nogriežņi; zāgējot zāģa lente vadīta caur bojājuma vietas vidu un koka serdi. Veselie koki zāģēti garenvirzienā caur koka serdi tā, lai viens griezumums būtu ziemeļu pusē, otrs – dienvidu.



Att. 3.21. Šķērsgriezumi, kuros redzami dažādas intensitātes pārnadžu radīti bojājumi stumbram (no kreisās uz labo pusi – koks vesels; koks ar nelieliem, bet labi aizaugušiem bojājumiem; koks ar dziļu mizas bojājuma rētu; mizas bojājums atsedz stumbra serdes daļu)

Patlaban notiek darbs pie paraugkoku 3D skenēšanas iespēju uzlabošanas, lai analizējot koka stumbra tilpumu spētu aprēķināt arī neiegūtās biomasas apjomu – nepiesaistīto C. Bet analizējot stumbru garengriezumus noskaidros, cik dziļi zem redzamās bojājuma vietas ir novērojamas kādas bojājuma radītās stumbra izmaiņas – sasveķojums, sauszari, iesaugusi miza, trupe. Savukārt no bojājuma centrā izzāģētiem šķērsgriezumiem iespējams aprēķināt bojājuma gadu un bojātās stumbra daļas sektora saistību ar brūces aizdzīšanas procesu.

Briežu dzimtas dzīvnieku populācijas struktūras analīze - vērtējot iepriekšējo gadu oficiālo medību statistiku

Materiāls un metodika briežu dzimtas dzīvnieku populācijas struktūras analīzei vērtējot iepriekšējo gadu oficiālo medību statistiku

Dati par briežu dzimtas dzīvnieku blīvumu, medību statistiku analizēti par laika posmu 2017.- 2021.gads. Analīze veikta, balstoties uz informāciju, kas pieejama Valsts meža dienesta uzskaites vienību (UV) robežās. Analizēta sekojoša informācija: medijamo briežu dzimtas pārnadžu blīvums (dzīvnieku skaits uz 1000 ha meža zemju), limita izmaiņas, nomedīto dzīvnieku skaita izmaiņas, šo informāciju dalot detāli pa dzimumiem un vecumiem⁵⁵.

Lai uzskatāmi parādītu potenciālās izmaiņas aplūkotajā laika periodā 2017. - 2021.gads, dzīvnieku uzskaites rezultāti un medību sekmes parādīti kā starpība starp pēdējās un pirmās sezonas datiem (negatīva vērtība nozīmē, ka attiecīgais rādītājs ir “par tik” samazinājies, savukārt pozitīva – ka “par tik” palielinājies).

Aļņu blīvums un medību rezultāti

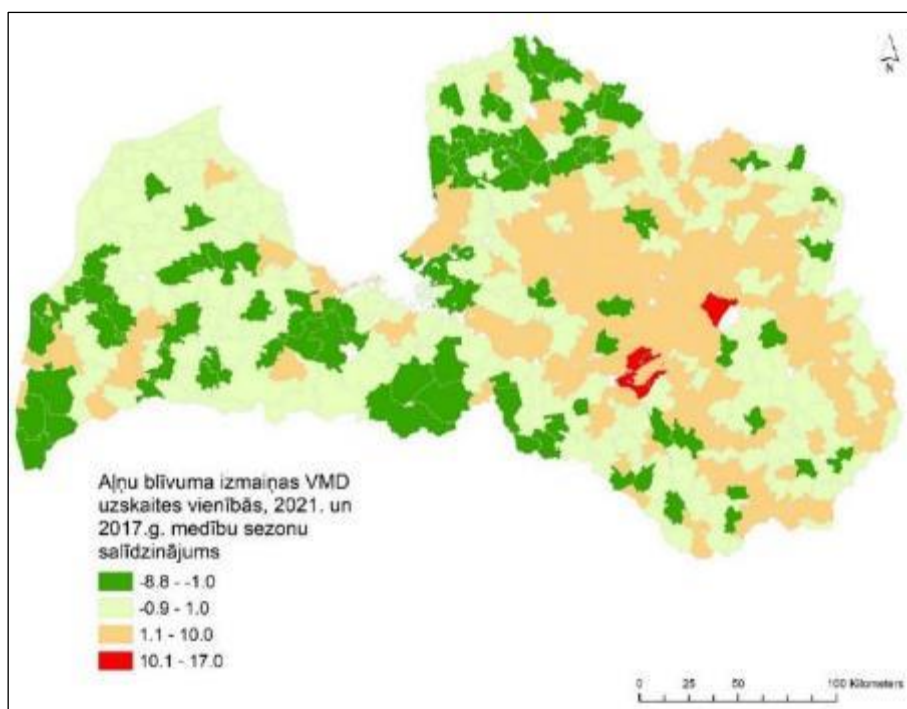
Vidējais aļņu blīvums laika posmā no 2017./2018. līdz 2021./2022.gada medību sezonai ir palicis praktiski nemainīgs – vidēji 7,2 aļņi/1000 ha (Tabula 3.9).

Tabula 3.9. Vidējais aļņu blīvums (dzīvnieku skaits/1000 ha meža zemju) Latvijā laika posmā no 2017. līdz 2021.gadam

Medību sezona	Vidējā vērtība	±SE
2017/2018	7.09	0.13
2018/2019	6.90	0.14
2019/2020	7.00	0.14
2020/2021	7.42	0.17
2021/2022	7.68	0.17

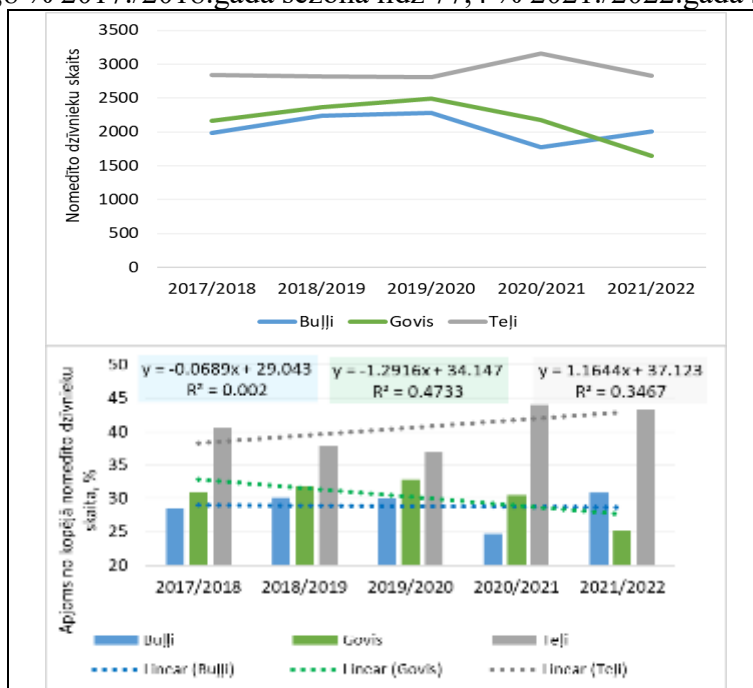
Lai telpiski novērtētu blīvuma izmaiņas, salīdzināti oficiālie blīvuma dati UV 2021./2022. un 2017./2018.gada sezonās. 20 % no visām UV novērtētais aļņu blīvums ir samazinājies par 1 līdz 8 dzīvniekiem uz 1000 ha, 45 % UV tas ir palicis nemainīgs, 33 % gadījumu no visām UV aļņu blīvums ir palielinājies līdz pat 10 dzīvniekiem uz 1000 ha, pārsvarā Centrālvidzemē un daļā Latgales, un 4 UV, kas ir mazāk nekā 1 % no visām, tas ir palielinājies par vairāk nekā 10 dzīvniekiem uz 1000ha (Att. 3.22).

⁵⁵ Sākotnēji plānotā limita un limita izpildes analīze nav veikta, jo pēdējās sezonās daļa UV nav izņēmusi medību limitus, bet informācija par nomedītajiem dzīvniekiem uzrādās. Interesējoties sīkāk, noskaidrots, ka šīs UV limitus ņēmušas no blakus esošām UV, kuras savus nav iztērējušas, vai arī jau sākotnēji apzināti ņēmušas vairāk kā varēs izlietot.



Att. 3.22. Aļņu blīvuma izmaiņas VMD uzskaites vienībās, 2021. un 2017.g. medību sezonu salīdzinājums

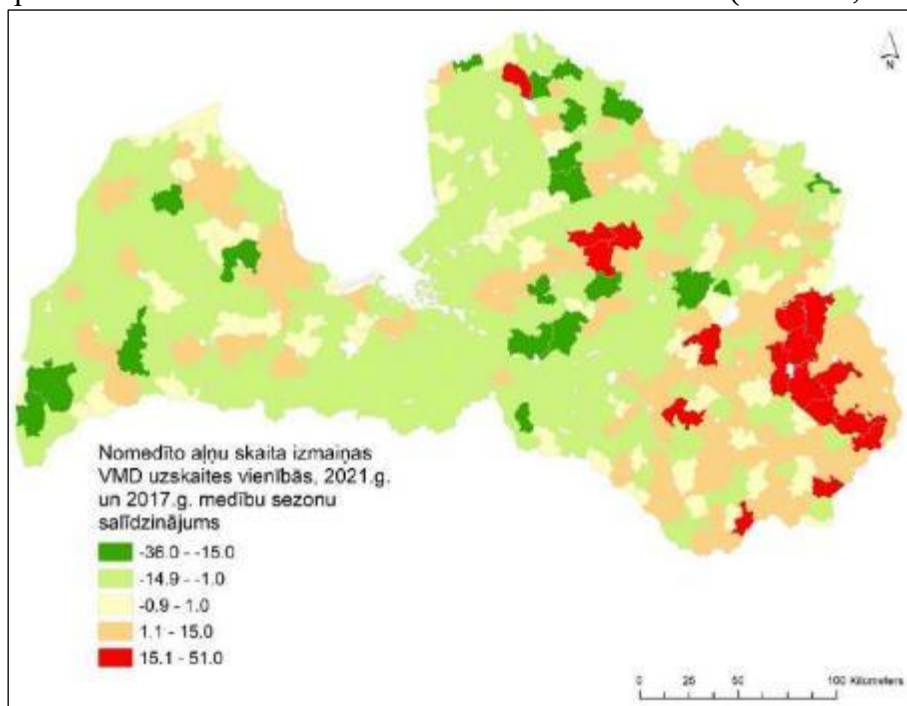
Laika posmā no 2017./2018. līdz 2021./2022.gada medību sezonai ieskaitot, Latvijā nomedīti vairāk kā 35,5 tūkstoši aļņu. Medību rezultāti liecina, ka nomedīto aļņu skaits samazinās un arī limita izpilde (nomedīto dzīvnieku skaits pret noteikto limitu, izteikts %) samazinās no 88,8 % 2017./2018.gada sezonā līdz 77,4 % 2021./2022.gada sezonā (Att. 3.23).



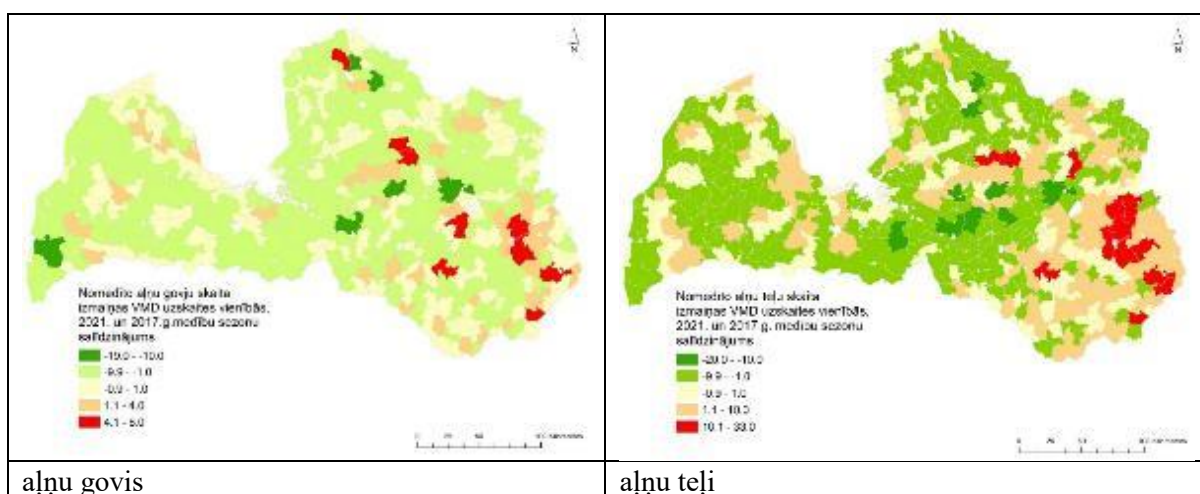
Att. 3.23. Nomedīto aļņu buļļu, govju un teļu skaita izmaiņas (augšējā attēlā) un īpatsvara izmaiņas (apakšējā attēlā) no kopējā nomedīto aļņu skaita laika posmā no 2017. līdz 2021.gadam

Govis un bulļi no nomedītā apjoma sastāda vidēji 30 %, teļi – 40 %. Šajā laika periodā nomedīto bulļu īpatsvars nav būtiski mainījies, savukārt nomedīto govju īpatsvars ir samazinājies no 30,9 % 2017./2018.gadā līdz 25,2 % 2021./2022.gadā. Nomedīto teļu īpatsvars kopumā ir ar pieaugošu tendenci, maksimālais īpatsvars bija 2020./2021.gada sezonā ar 44,1 % no kopējā nomedīto dzīvnieku skaita (Att. 3.24).

Medību rezultāti UV griezumā rāda, ka lielākā daļā (53,9 %) no visām UV nomedīto aļņu skaits ir nedaudz samazinājies (atsevišķās UV 2021./2022.g.- sezonā nomedīts līdz pat 36 aļņiem mazāk nekā tas ir bijis 2017./2018.gada sezonā) Praktiski nemainīgs nomedīto aļņu skaits ir palicis 15,5 % no visām UV un pārējās platībās nomedīto aļņu skaits ir pieaudzis par diviem līdz pat 50 dzīvniekiem salīdzinot šīs divas medību sezonas (Att. 3.24, Att. 3.25).

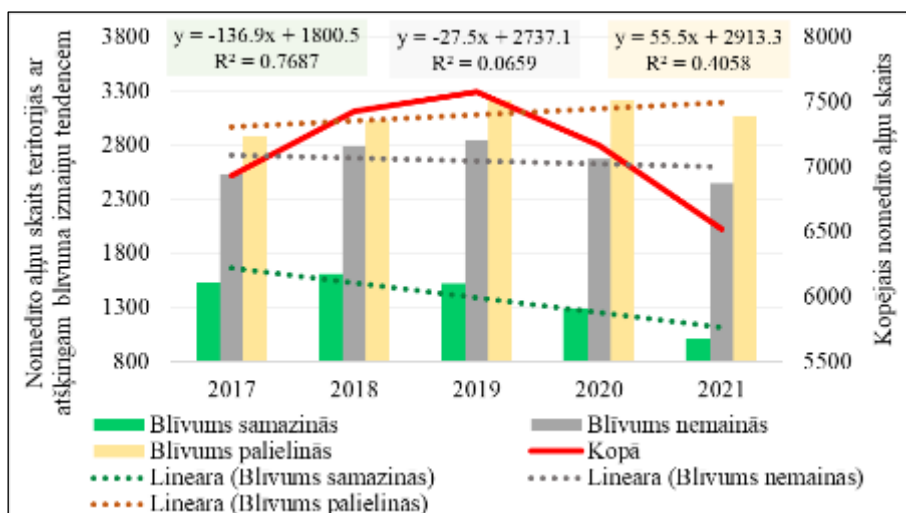


Att. 3.24. Nomedīto aļņu skaita izmaiņas VMD uzskaites vienībās, 2021. un 2017.gada medību sezonu salīdzinājums



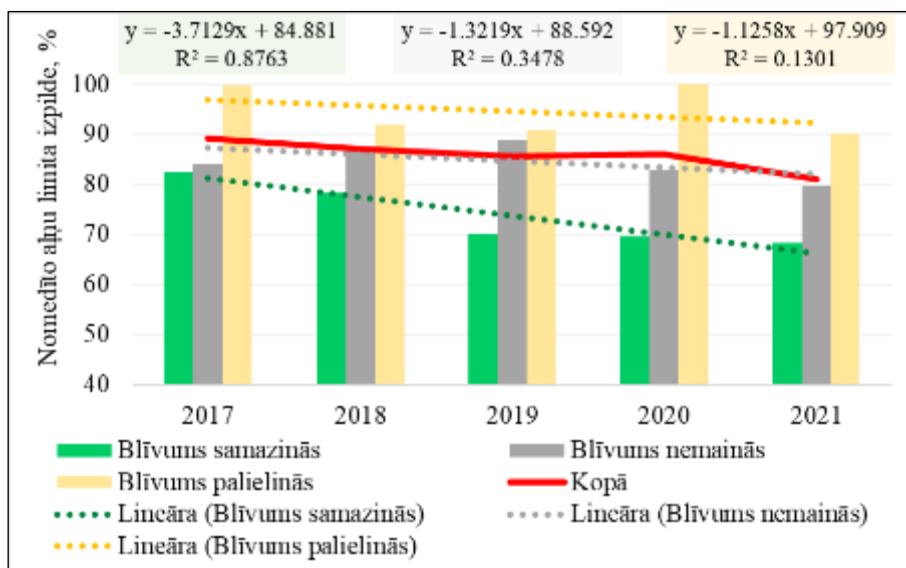
Att. 3.25. Nomedīto aļņu teļu un govju skaita izmaiņas VMD uzskaites vienībās, 2021. un 2017.gada medību sezonu salīdzinājums

Medību rezultātu datus aplūkojot pa gadiem un dalījuma pa UV ar atšķirīgām blīvuma izmaiņu tendencēm, konstatēts, ka UV, kur blīvums 2021./2022.g. sezonā attiecībā pret 2017./2018.g. sezonu ir samazinājies, arī nomedīto dzīvnieku absolūtais skaits ir samazinājies no 1526 nomedītiem aļņiem 2017./2018.g. līdz 1006 – 2021./2022.g. (Att. 3.26). Teritorijās, kur blīvums praktiski nav mainījies, nomedīto dzīvnieku skaits šajās 5 medību sezonās arī ir svārstījies nelielās amplitūdās, maksimumu sasniedzot 2019./2020.g. sezonā – 2844 aļņi, minimumu – 2021./2022.g. sezonā, attiecīgi 2446.



Att. 3.26. Nomedīto aļņu skaita izmaiņas pa gadiem VMD uzskaites vienībās dalījumā pēc aļņu blīvuma izmaiņu tendencēm

Teritorijās, kur konstatēta blīvuma palielināšanās, arī nomedīto dzīvnieku skaits pa sezonām ir bijis lielāks nekā teritorijās, kur blīvums ir palicis nemainīgs vai samazinājies, attiecīgi 2883 aļņi 2017./2018.g. un 3069 aļņi 2021./2022.g. medību sezonā. Ļoti līdzīga tendence ir arī limitu izpildei – UV, kurās novēro blīvuma samazināšanos vai tas ir nemainīgs, limita izpilde ir zemāka nekā tajās UV, kurās novērots blīvuma pieaugums, attiecīgi vidēji 73,75 un 84,62% un 94,5% (Att. 3.27.).



Att. 3.27. Nomedīto aļņu limita izpilde pa gadiem VMD uzskaites vienībās dalījumā pēc aļņu blīvuma izmaiņu tendencēm

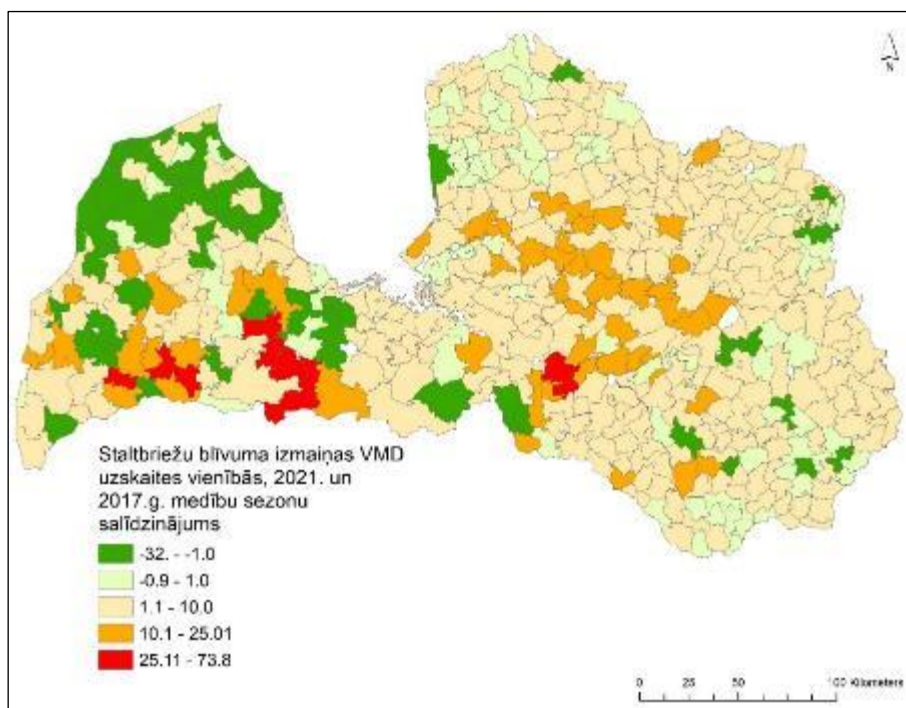
Staltbriežu blīvums un medību rezultāti

Vidējais staltbriežu blīvums laika posmā no 2017./2018. līdz 2021./2022.gada medību sezonai ir palielinājies no 16,1 staltbrieža/1000 ha 2017./2018.gada sezonā līdz 20,8 staltbriežiem/1000 ha 2021./2022.gada medību sezonā (Tabula 3.10).

Tabula 3.10. Vidējais staltbriežu blīvums (dzīvnieku skaits/1000 ha meža zemju) Latvijā laika posmā no 2017. līdz 2021.gadam

Medību sezona	Vidējā vērtība	±SE
2017/2018	16,18	0,73
2018/2019	16,48	0,77
2019/2020	17,18	0,74
2020/2021	18,61	0,78
2021/2022	20,82	0,83

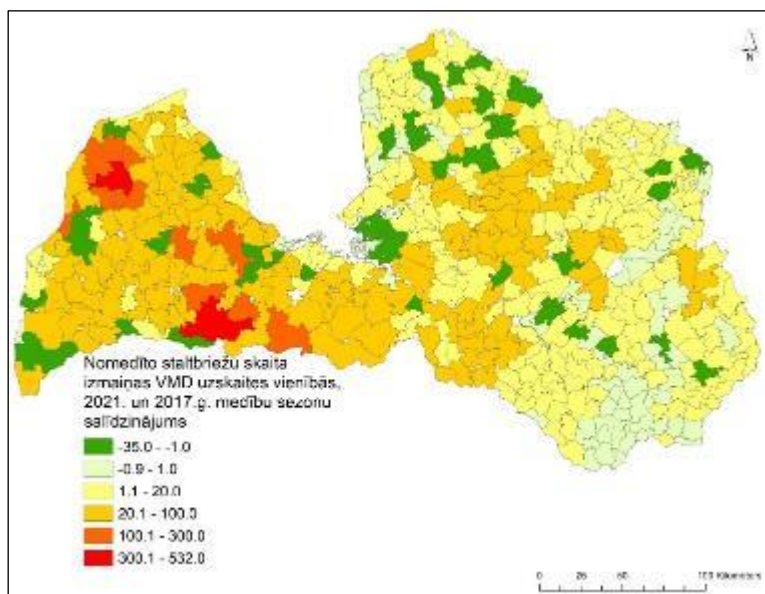
Novērtējot staltbriežu blīvuma izmaiņas telpiski, redzams, ka 12% no visām UV 2021./2022.gadā novērtētais staltbriežu blīvums ir samazinājies, 17% no UV tas ir palicis praktiski nemainīgs ($\pm$ viens dzīvnieks vairāk vai mazāk). Savukārt lielākajā daļā no visām UV (54%) tas ir palielinājies no 1 līdz 10 dzīvniekiem uz 1000 ha meža zemju (Att. 3.27).



Att. 3.28. Staltbriežu blīvuma izmaiņas VMD uzskaites vienībās, 2021. un 2017.g. medību sezonu salīdzinājums

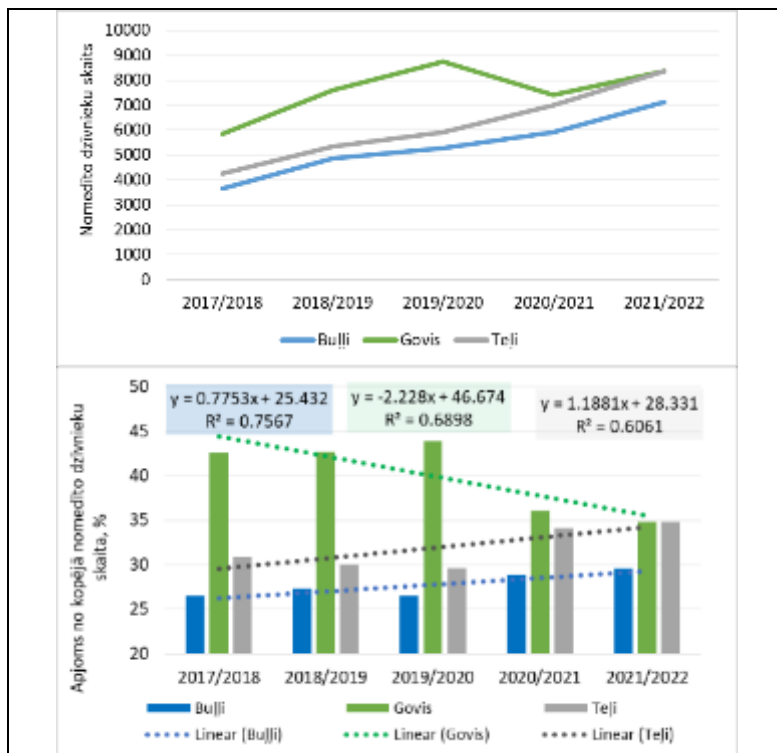
Aplūkotajā 5 medību sezonu periodā visā Latvijas teritorijā ir nomedīti vairāk nekā 96 tūkstoši staltbriežu un ik gadu nomedīto dzīvnieku skaits ir palielinājies: 2017./2018.gada medību sezonā nomedīti nepilni 14 tūkstoši staltbriežu, savukārt 2021./2022.gada sezonā jau 24 tūkstoši.

Lai arī nomedīto staltbriežu skaits ik gadu ir palielinājies - nepilnos 10% no visām UV (Ziemeļvidzemē, Centrālvidzemē, Latgalē, arī Zemgalē un Kurzemē) 2021./2022.gada sezonā ir nomedīts mazāk staltbriežu nekā tas ir bijis 2017./2018.gada sezonā (Att. 3.29).



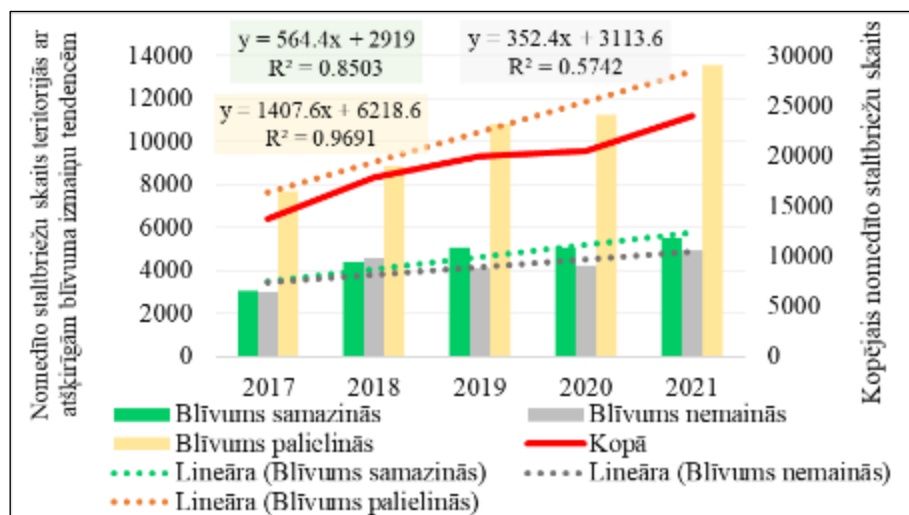
Att. 3.29. Nomedīto staltbriežu skaita izmaiņas VMD uzskaites vienībās, 2021. un 2017.gada medību sezonu salīdzinājums

Lielāko īpatsvaru no nomedītajiem staltbriežiem veido govys un teļi, attiecīgi 40% un 31,9%, savukārt buļļi - 28,1%. (Att. 3.30).



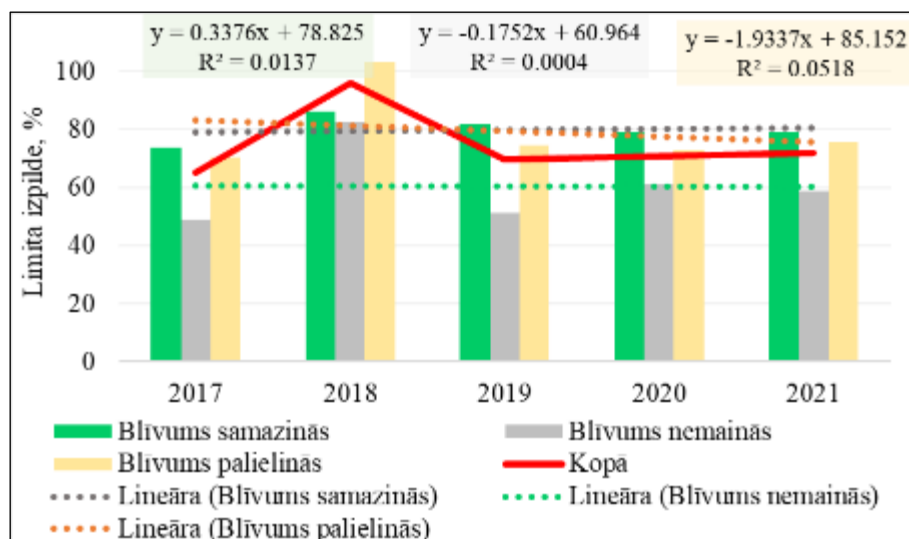
Att. 3.30. Nomedīto staltbriežu buļļu, govju un teļu skaita izmaiņas (augšējais attēls) un īpatsvara izmaiņas no kopējā nomedīto staltbriežu skaita (apakšējais attēls) laika posmā no 2017. līdz 2021.gadam

Nomedīto govju īpatsvaram aplūkotajā laika periodā ir tendence samazināties (absolūtos skaitļos šī tendence gan ir pretēja), nomedīto buļļu un teļu īpatsvars no kopējā apjoma palielinās. Medību rezultātu datus aplūkojot pa gadiem un dalījumā pa UV ar atšķirīgām staltbriežu blīvuma izmaiņu tendencēm, konstatēts, ka visās UV nomedītais staltbriežu skaits ir pieaudzis (Att. 3.31).



Att. 3.31. Nomedīto staltbriežu skaita izmaiņas pa gadiem VMD uzskaites vienībās dalījumā pēc staltbriežu blīvuma izmaiņu tendencēm

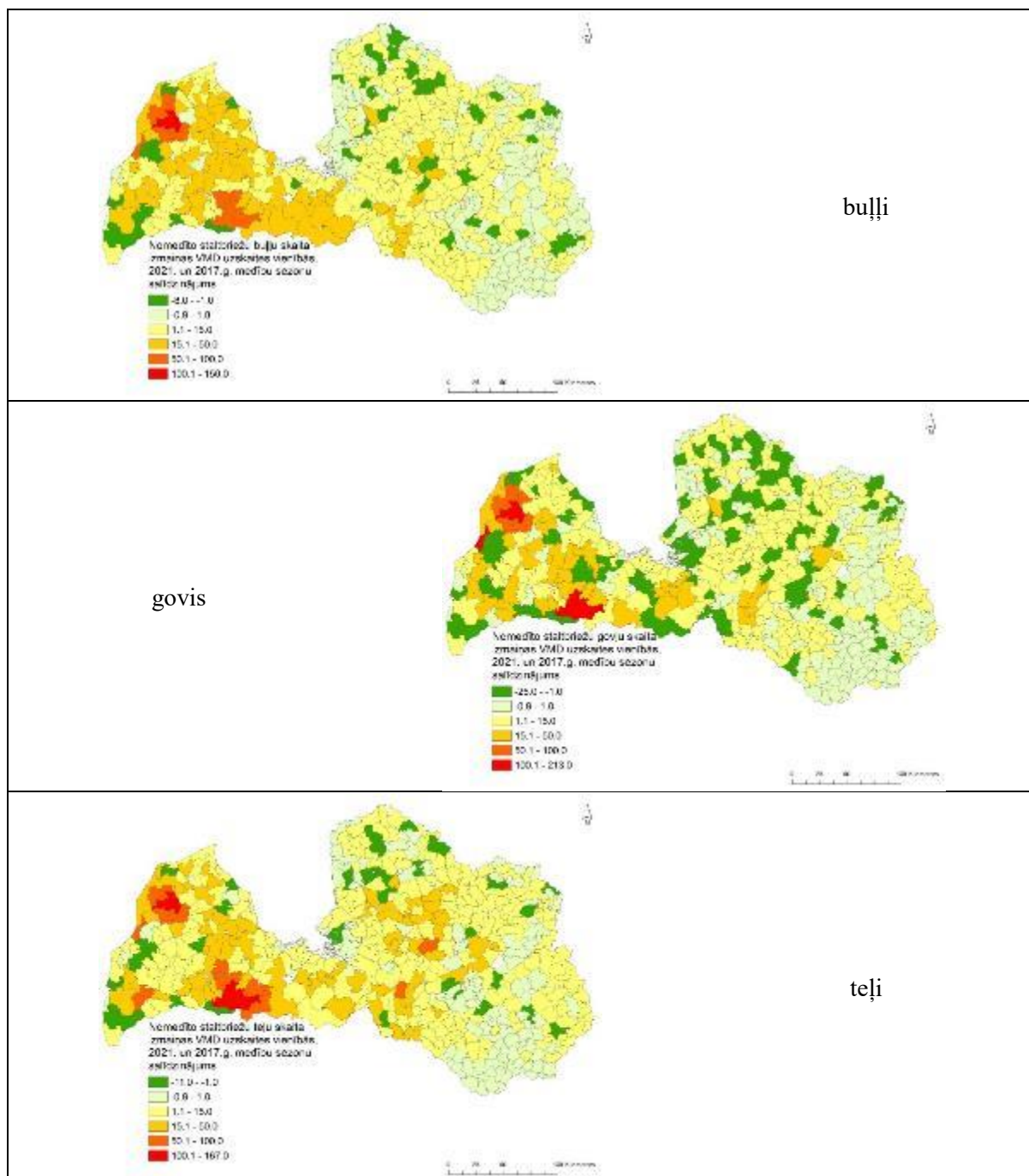
Visstraujākais pieaugums bijis tajās UV, kur arī blīvums 2021./2022.g. medību sezonā salīdzinot ar 2017./2018.g. ir palielinājies, attiecīgi 7716 un 13569 nomedīti staltbrieži. Staltbriežiem vidējā limita izpilde būtiski neatšķiras starp UV ar atšķirīgām blīvuma tendencēm, teritorijās, kur tas samazinās – tā vidēji ir 79,8%, nemainās – 60,4% un pieaug – 79,4% (Att. 3.32).



Att. 3.32. Nomedīto staltbriežu limita izpilde pa gadiem VMD uzskaites vienībās dalījumā pēc staltbriežu blīvuma izmaiņu tendencēm

Aplūkojot nomedīto staltbriežu teļu, govju un buļļu īpatsvaru no kopējā nomedīto dzīvnieku skaita pa gadiem un dalījumā pa teritorijām ar atšķirīgām blīvuma tendencēm, redzams, pirmajās trīs medību sezonās visās teritorijās izteikti dominē govys ar vairāk kā 40% īpatsvaru no kopējā nomedīto staltbriežu skaita, savukārt pēdējās divās visās trīs grupas

nomedītas līdzīgākās proporcijās ar nomedīto teļu pārsvaru teritorijās, kur blīvums pieaug (Att. 3.33) .



Att. 3.33. Nomedito staltbrīžu buļļu, govju, teļu skaita izmaiņas VMD uzskaites vienībās, 2021. un 2017.gada medību sezonu salīdzinājums

Telpiskais salīdzinājums nomedito staltbrīžu buļļu, govju un teļu skaita izmaiņām starp 2021./2022. un 2017./2018.gada medību sezonām redzams Attēlos 3.30.-3.32. Kopējais nomedito staltbrīžu skaits 9,9% UV aplūkotajā laika periodā ir samazinājies par 1 līdz pat 35 dzīvniekiem; 14% UV nomedito staltbrīžu skaits palicis praktiski nemainīgs (vai tie šajās UV netiek medīti vispār), lielākajā daļā UV nomedito staltbrīžu skaits ir palielinājies līdz pat 100 dzīvniekiem, atsevišķās pat pārsniedzot šo skaitu.

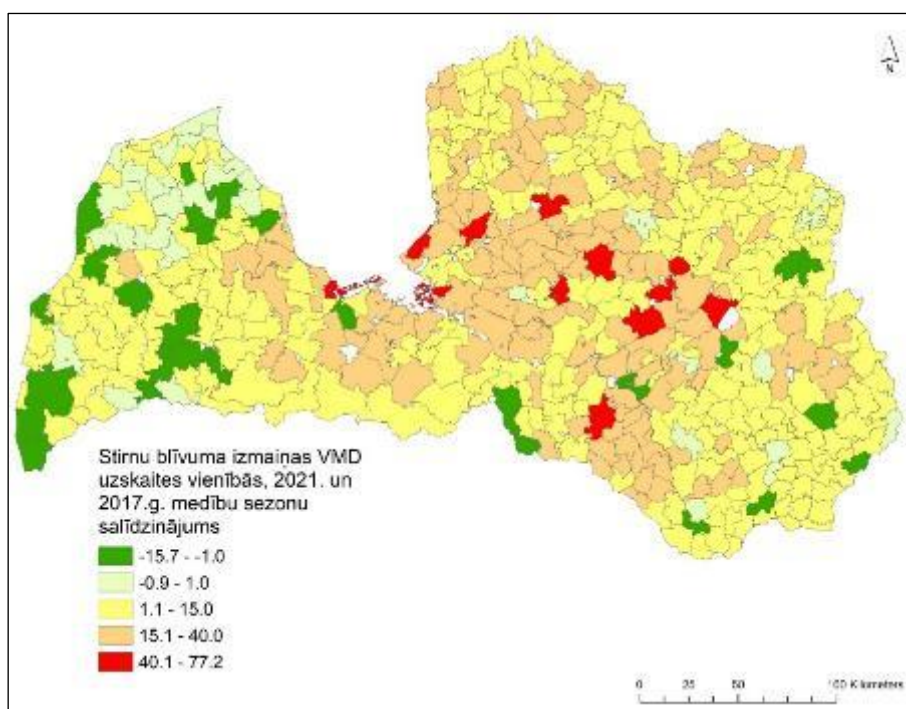
Stirnu blīvums un medību rezultāti

Vidējais stirnu blīvums laika posmā no 2017./2018. līdz 2021./2022.gada medību sezonai līdzīgi kā staltbrīžiem, ir pieaudzis no 24,9 stirnām/1000 ha perioda sākumā līdz 37,4 stirnām/1000 ha perioda beigās (Tabula 3.8).

Tabula 3.11. Vidējais stirnu blīvums (dzīvnieku skaits/1000 ha meža zemju) Latvijā laika posmā no 2017. līdz 2021.gadam

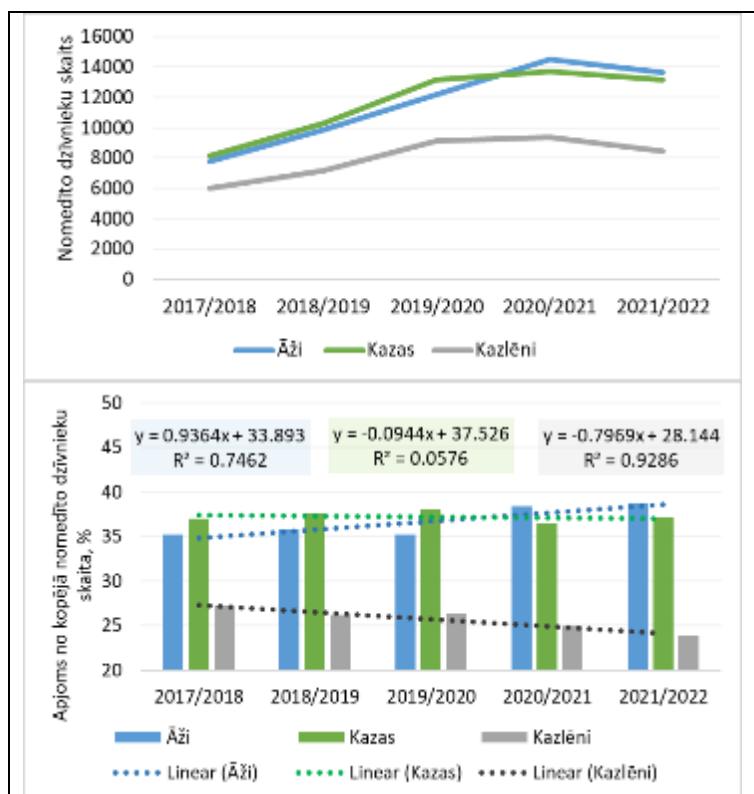
Medību sezona	Vidējā vērtība	±SE
2017/2018	24.97	0.53
2018/2019	27.31	0.57
2019/2020	29.42	0.59
2020/2021	31.98	0.70
2021/2022	37.41	0.85

Stirnu blīvums 2021./2022.gada sezonā salīdzinājumā ar 2017./2018.gada sezonu 14% gadījumu no visām UV ir samazinājies vai palicis nemainīgs, pārējās UV tas ir pieaudzis pat par 40 stirnām/1000 ha un atsevišķās UV pat par 70 stirnām uz 1000ha meža zemju (Att. 3.34).



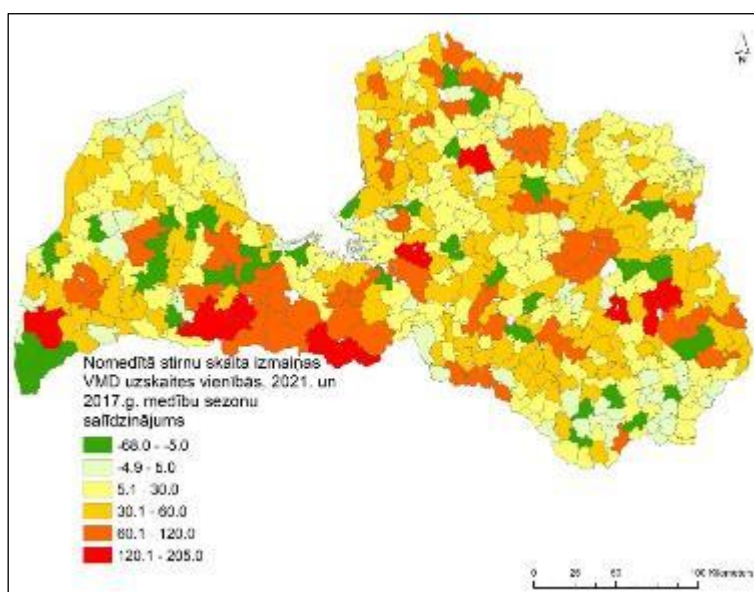
Att. 3.34. Stirnu blīvuma izmaiņas VMD uzskaites vienībās, 2021.g. un 2017.gada medību sezonu salīdzinājums

Laika posmā no 2017./2018. gada līdz 2021./2022.gada medību sezonai nomedītas nedaudz vairāk kā 157 tūkstošiem stirnu, perioda sākumā nomedīts nedaudz virs 22 tūkstoši stirnu, perioda beigās jau vairāk kā 35 tūkstoši stirnu. Stirnu kazas un āži ir nomedīti līdzīgās proporcijās – ik gadu virs 36% (Att. 3.35), lai gan pēdējās pāris medību sezonās nomedīto kazu īpatsvars no kopējā apjoma nedaudz samazinās un stirnāžu īpatsvars palielinās.



Att. 3.35. Nomedīto stirnu āžu, kazu un kazlēnu skaita izmaiņas (augšējais attēls) un īpatsvara izmaiņas no kopējā nomedīto stirnu skaita (apakšējais attēls) laika posmā no 2017. līdz 2021.gadam

No visām UV 8,5% gadījumu nomedītais stirnu skaits 2021./2022.gada sezonā ir samazinājies par 5 līdz pat 68 dzīvniekiem salīdzinot ar 2017./2018.gada sezonu; 12,6% UV nomedīto stirnu skaits ir mainījies par ± 5 dzīvniekiem, un pārējās UV tas ir pieaudzis (Att. 3.36)



Att. 3.36. Nomedīto stirnu skaita izmaiņas VMD uzskaites vienībās, 2021. un 2017.gada medību sezonu salīdzinājums

Būtiskākās atziņas.

Laika posmā no 2017./2018.g. līdz 2021./2022.g. medību sezonai vidējais aļņu blīvums uz 1000ha meža zemju lielākajā daļā Latvijas teritorijas ir palicis praktiski nemainīgs, tajā pašā laikā 33% no visām VMD uzskaites vienībām tas ir palielinājies un pārējās – samazinājies.

Uzskaites vienībās, kurās aļņu blīvums samazinās, nomedīto aļņu skaits samazinās un arī limita izpilde ir zemāka, nekā tas ir teritorijās ar pieaugošu aļņu blīvumu, kur tieši otrādi – nomedīto dzīvnieku skaits palielinās un arī limita izpilde ir liela.

Visās uzskaites vienībās visās aplūkotajās medību sezonās starp nomedītajiem aļņiem dominē teļi (vidēji 40%), tad govīs un buļļi, bez īpašām atšķirībām starp teritorijām ar atšķirīgām blīvuma tendencēm.

Nomedīto staltbriežu skaits aplūkotajā laika periodā ir palielinājies visās uzskaites vienībās neatkarīgi no blīvuma tendences, savukārt limita izpilde labāka ir tajās uzskaites vienībās, kur blīvumam ir tendence samazināties.

Pēdējās divās medību sezonās nomedīto staltbriežu dzimuma – vecuma struktūra ir nedaudz izlīdzinājusies (pirms tam izteikti dominēja govīs), ar tendenci, teritorijās ar pieaugošu staltbriežu blīvumu, dominēt teļiem.

Stirnu blīvums uzskaites vienībās arī ir palielinājies. Līdzīgi kā staltbriežiem, arī nomedīto stirnu skaits uzskaites vienībās ir palielinājies.

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

Paredzētās aktivitātes: *Mehāniskā aizsardzības līdzekļa spirāļu ietekme uz koku stumbru mikro klimatu (2 nogabali.). Eksperimentālu parauglaukumu ierīkošana aizsarglīdzekļu izmēģināšanai un ekonomiskās atdeves aprēķināšanai. Rezultāts: Plastikāta cauruļu ietekmes uz stumbra mikro klimatu (temperatūra, mitrums, dati) apraksts. Ar vidē sabrūkošiem vai dabiskas izcelsmes materiāliem mehāniski aizsargātu koku stumbru un galotņu aizsardzības izmaksu un efektivitātes salīdzinājums.*

LVM Vidusdaugavas reģiona jaunaudzēs jau 2021. gadā izvietoto stumbra temperatūras mērījumu sensoru apsekošana reizi mēnesī (divi nogabali 604-248-14; 604-356-8). Ierīkoti lauka izmēģinājumi Latvijā ražotu līdzekļu Jifte S, Jifte B, vilnas bizes (SIA Biolana produkts) un kopš 2022. gada tirgū piedāvātā līdzekļa EPSOM efektivitātes testi - izmēģinājumi ierīkoti 6 nogabalos (Jifte S, Jifte B un kopš 2022. gada tirgū piedāvātā līdzekļa EPSOM efektivitātes testu uzsākšanai 4 nogabalos, ar kopējo platību 6,45 ha, kā arī ar nemazgātu aitas vilnu trīs nogabalos ar platību 2,87 ha aizsargāja priežu galotnes un stumbrus). Izmēģinājumos, kas ierīkoti 2022.gada rudenī noskaidrots līdzekļu patēriņš un uzklāšanas darbietilpība, bet līdzekļa noturība, līdzekli uzklājot dažādos laika apstākļos, un tā aizsardzības efektivitāte jāvērtē 2023.gada vasaras sākumā. Apkopoti aizsargspirāļu ietekmes uz stumbra temperatūru izpētes dati.

Darbu mērķi: Noskaidrot, vai un kā aizsargspirāļu uzlikšana ietekmē mikroklimatu pie koka mizas. Noskaidrot dažādu alternatīvu koku stumbru un galotnes mehāniskās aizsardzības līdzekļu uzlikšanas darbalaika patēriņu.

Mehāniskā aizsardzības līdzekļa spirāļu ietekme uz koku stumbru mikro klimatu

Materiāls un metodika

LVM Misas iecirknī izraudzītajos divos meža nogabalos (604-248-14; 604-356-8) izvietotajos temperatūras datu sensoros - uzkrājējos reizi mēnesī nolasīja temperatūras datus. Starp šiem nogabaliem ir 6 km liels attālums, un abos valdošā suga ir P. Katrā nogabalā diviem dažāda diametra kokiem zem aizsargspirāles bija piestiprināti divi temperatūras sensoru. Koku diametrus izvēlējās tā, lai vienam spirāle cieši piegultu pie stumbra, bet otram vaļīgi. Kā arī katrā nogabalā izraudzīts viens kontroles koks. Katram kokam sensori novietoti pret dienvidiem un ziemeļiem. Sensori temperatūru fiksēja reizi stundā ar izšķirtspēju 0,5 °C, un tie tika palaisti 08.12.2021, bet pēdējie rezultāti nolasīti 07.12.2022, līdz ar to ir pieejami dati par vienu pilnu gadu. Vienā nogabalā jaunaudze ir 9, bet otrā 13 gadus veca (Att. 3.37.).



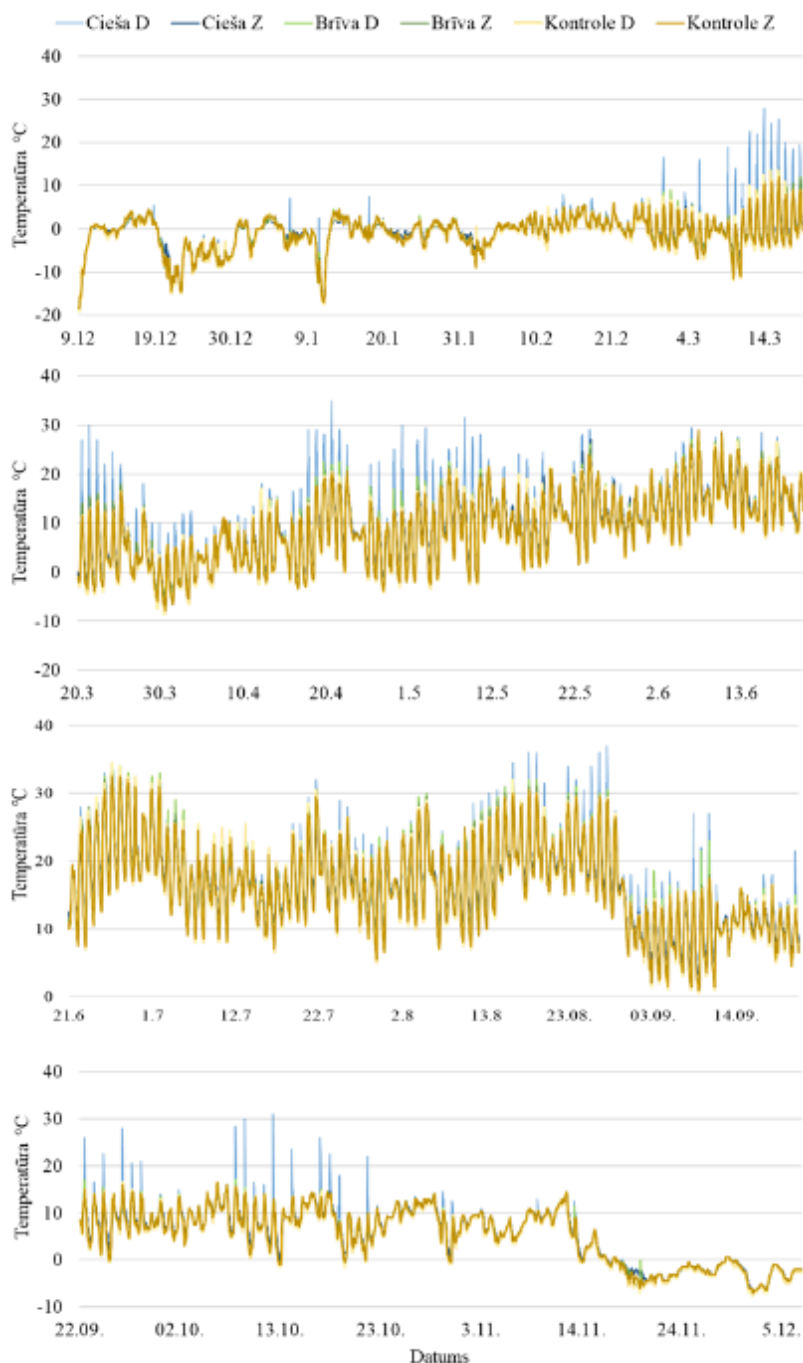
Att. 3.37. Temperatūras sensoru izvietošana kontroles un ar aizsargspirālēm aprīkotajiem kokiem. Augšējos attēlos 9 gadīgā P audzē (604-248-14), apakšējos 13 gadīgā P audzē (604-356-8)

Rezultāti – temperatūra zem stumbrus aizsargspirālēm un pie neaizsargāta stumbra

Pastāvēja būtiskas ($p < 0,05$) temperatūras atšķirības starp nogabaliem, un viena nogabala ietvaros konstatētas būtiskas temperatūru atšķirības. Arī starp dažāda diametra kokiem vai kontroles un ar aizsargspirālēm aprīkotajiem kokiem pastāvēja būtiskas atšķirības ($p < 0,05$). Rezultāti atšķiras starp sezonām tādēļ dati ir sadalīti četros periodos: ziema, pavasaris, vasara un rudens, vadoties pēc saulgriežiem.

13 gadus vecā audzē temperatūras atšķirības starp variantiem vairāk izpaudās ziemas beigās un pavasarī. Būtiski augstāka ($p < 0,05$) temperatūra bija zem spirāles lielākā diametra

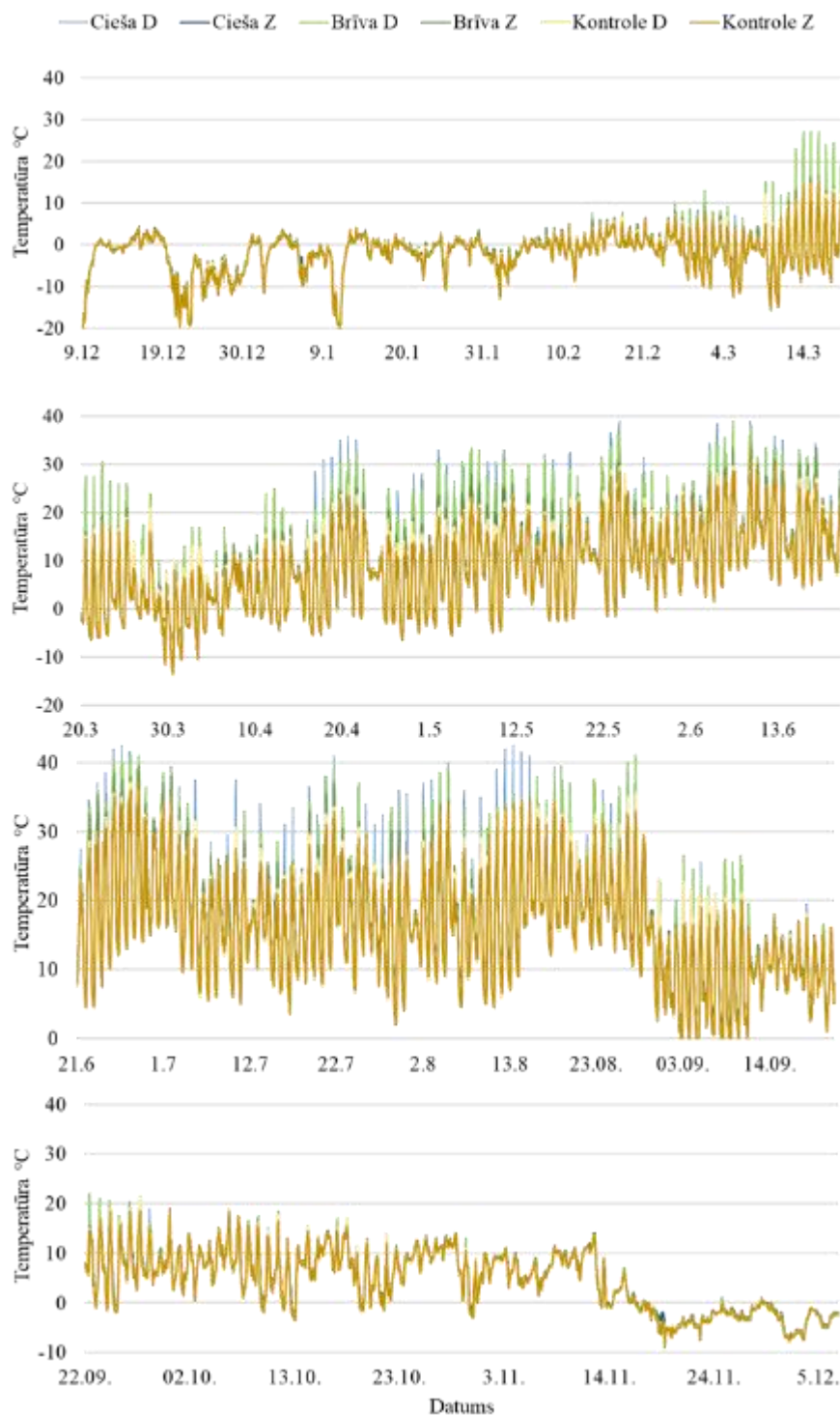
kokam, salīdzinot gan ar kontroles koku gan ar apstākļiem zem vaļīgas spirāles ziemas beigās un pavasara periodā, dažbrīd atšķirība bija 15 grādi. Vasaras laikā temperatūras izlīdzinājās, un nebija būtiskas atšķirības starp variantiem (Att. 3.38). Maksimālā fiksētā gaisa temperatūra bija 34 °C abiem ar spirāli aizsargātiem kokiem dienvidu pusē, bet zemāko temperatūru -19 °C konstatēja kokam bez spirāles ziemeļu pusē. Nevienam no šiem kokiem nenovēroja nekādus mizas bojājumus, vienīgi zem blīvi pieguļošās spirāles pavasarī bija savairojušās aļģes.



Att. 3.38. Fiksētā temperatūra zem aizsargspirālēm un kontroles variantiem no 08.12.2021. līdz 07.12.2022. 13 gadīgā P audzē (604-356-8)

Deviņu gadus vecajā audzē, atšķirībā no 13 gadus vecās audzes, temperatūru būtiskas atšķirības starp kokiem ar un bez spirālēm saglabājās arī vasaras periodā, bet nebija rudenī. Pie

kontroles koka stumbra temperatūra bija būtiski ($p < 0,05$) zemāka, salīdzinot ar temperatūru zem aizsargspirālēm. Būtiskas temperatūras atšķirības starp ciešu un brīvu spirāli nekonstatēja nevienā no gadalaikiem. (Att. 3.39). Lielākas diennakts temperatūras amplitūdas fiksētas līdz ar dienas gaišā laika pagarināšanos. Lai gan attālums starp abiem nogabaliem ir 6 km, tomēr vidēji ziemas un rudens periodā vidējā gaisa temperatūra 9 gadus vecajā audzē bija zemāka.



Att. 3.39. Fiksētā temperatūra zem aizsargspirālēm un kontroles variantiem no 08.12.2021. līdz 07.12.2022. 8 gadīgā P audzē (604-248-14)

Abos nogabalos konstatēja, ka temperatūra dienas gaišajā laikā ir augstāka dienviņu kā ziemeļu pusē, bet atšķirības nav būtiskas, un vispārēji gaisa temperatūra pie stumbrā ar spirālēm ir augstāka kā pie kontroles kokiem, kas 13 gadus vecajā audzē izteikti izpaudās lielāka diametra kokam no marta sākuma līdz jūnija sākumam, bet astoņgadīgajā audzē šī tendence saglabājas no marta sākuma līdz 13. septembrim.

Paaugstināta temperatūra, kopā ar palielinātu mitrumu, var veicināt dažādu mikroorganismu attīstību, vairošanos, augšanu, kam par apstiprinājumu ir bieži vien novērotās aļģes, bet, ja miza nav bojāta, tad tam nevajadzētu ietekmēt koku veselību.

Atziņas

Aizsargspirāles ietekmē gaisa temperatūru tieši blakus stumbram, noteiktos gada periodos to paaugstinot, bet tā nesasniedz ekstrēmas temperatūras, kas varētu kaitēt priedei ar veselu mizu. Līdz ar to no šī viedokļa aizsargspirāles ir droši pielietojamas koku aizsardzībai pret briežu dzimtas dzīvniekiem.

2023. gada aktivitātes

Tā kā ir iegūts pietiekams datu kopums dažādos gadalaikos, pie dažādām gaisa temperatūrām, tad ir nolemts vairs nemērīt temperatūru, un sensorus noņems.

Ar vidē sabrūkošiem, vai dabiskas izcelsmes materiāliem mehāniski aizsargātu koku stumbru un galotņu aizsardzības izmaksu un uzklāšanas darbu efektivitātes salīdzināšana

Darbu mērķis. Noskaidrotu produktivitātes un izmaksu atšķirības starp jau praksē pielietotiem koku stumbru un galotņu mehāniskās aizsardzības līdzekļiem Trico un Cervacol extra, un tirgū tikko ienākušo preparātu Epsom, kā arī Latvijā izstrādātiem mehāniskās aizsardzības līdzekļu prototipiem Jifte S, Jifte B, u.c.

Materiāls un metodika. Aizsardzības līdzekļu darbības principi un uzklāšana

Trico: aktīvā viela ir aitu tauki (65 g l^{-1}), iedarbība balstās briežu dzimtas dzīvniekiem nepatīkamā smaržā, arī garšā, ja dzīvnieks tomēr pagaršo dzinumus, kas liek tiem izvairīties no konkrētajiem kokiem

Epsom: nepatīkamā smarža un garša, var lietot līdz -10°C grādiem mitrā laikā. Ražotāja dotajā aprakstā nav atrodama aktīvā viela. Iespējams, ka aktīvā viela ir Epsom sāls (Magnija sulfāts), jo tāds ir līdzekļa nosaukums. Šķīdinātājs ir etanols, bet kolofonijs izmantots kā saistviela. līdzeklis paredzēts lietošanai arī pie negatīvas temperatūras, labi saistās ar stumbru uz skuji un citiem materiāliem.

Cervacol extra: aktīvā viela ir kvarca smiltis 251 g kg^{-1} , kas padara apstrādātās auga daļas negaršīgas.

Jifte: aktīvās vielas ir māls un apiņi, kas padara auga daļas negaršīgas.

Aizsardzības līdzekļu uzklāšanas paņēmieni, produktivitātes un noturības izpēte notiek četrās jaunaudzēs, 2022. gada rudenī priežu galotnes dzinumus apstrādāja 710-265-28-0 un 710-268-23-0 nogabalos, bet priežu stumbrus aizsargāja 710-273-11-0 un 710-273-6 nogabalos. Jaunos dzinumus aizsargāja ar visiem līdzekļiem, bet stumbru aizsardzībai neizmantoja Cervacol extra (Att. 3.40).



Att. 3.40. Ar aizsarglīdzekļiem aizsargāti priežu galotņu dzinumi. a – Cervacol extra, b – Trico, c – Epsom, d –Jifte B, e – Jifte S

Pielietoja dažādas uzklāšanas metodes. Ar Cervacol extra un Jifte S, Jifte B kokus apstrādāja līdzekli uzklājot ar rokām, apstrādei ar Trico izmantoja mugursomas veida smidzinātāju, Epsom uzklāja ar tādu pašu mugursomas smidzinātāju, kā izmantojot Trico (Att. 3.41) vai ar tieši šim līdzeklim paredzēto sprauslu, kas stiprinājās tieši uz Epsom oriģināliepakojuma kannas.



Att. 3.41. Trico un Epsom tilpuma noteikšana un apstrādei izmantotie muguras/ mugursomas veida smidzinātāji

Katrā nogabalā aizsardzības līdzekļus pielietoja vairākos atkārtojumos, kur viens atkārtojums koku apstrāde dubultvagai (divas ar disku arkliem vienlaicīgi veidotas paralēlas vagas), bet 710-268-23-0 nogabalā izmēģinājuma variantus izvietoja gan dubultvagās, gan blokos. Lai varētu labāk salīdzināt līdzekļa uzklāšanai patērēto efektīvo darba laiku, katrā nogabalā kokus ar katru no aizsarglīdzekļiem apstrādāja vairāki cilvēki. Katra varianta un atkārtojuma sākumu un beigas atzīmēja ar atbilstošas krāsas plastmasas cauruli, un piefiksēja to atrašanās koordinātes (Att. 3.42).



Att. 3.42. Apstrādes variantu un atkārtojumu izvietojums katrā no nogabaliem

Kokus apstrādāja 2022 gada 4. un 5. oktobrī. Kopā galotnes dzinumus aizsargāja 2697 priedēm, un stumbrus 915 kokiem. Galotņu dzinumus aizsargāja visiem kokiem, bet stumbru aizsardzībai izvēlējās mērķa kokus, lai būtu apstrādāti aptuveni 1000 koki vienā hektārā. Galotņu dzinumus aizsargāja arī iepriekš bojātiem kokiem, bet stumbru aizsardzībai izraudzījās priedes bez redzamiem stumbra bojājumiem. (Tabula 3.12). Ar aizsardzības līdzekļa prototipiem Jifte apstrādātos kokus atzīmēja ar krāsu, jo nav zināma šī līdzekļa noturība. Tie atzīmēti, lai būtu iespējams nākamajā gadā tos atrast.

Tabula 3.12. Kopsavilkums par izmantotajiem aizsarglīdzekļiem, apstrādāto koku skaitu izvēlētajos četros nogabalos

Nogabals	Koka daļa	Līdzeklis	Atkārtojumu skaits	Koku skaits	Izlietotais daudzums (ml)
710-265-28-0	Galotne	Trico	3	333	2750
		Epsom	3	326	2150
		Cervacol	3	294	1200
		Jifte B	2	162	1800
		Jifte S	2	186	2800
710-268-23-0	Galotne	Trico	2	415	2000
		Epsom ^{*56}	2	398	1000
		Cervacol	2	493	1800
		Jifte B	1	90	700
710-273-11-0	Stumbrs	Trico	6	202	5000
		Epsom*	6	219	3250
		Jifte B	1	37	5200
710-273-6	Stumbrs	Trico	5	205	4800
		Epsom	5	177	4800
		Jifte B	2	75	8200

Lai izvērtētu dažādo aizsardzības līdzekļu pielietošanas izmaksas, bija nepieciešamas noteikt apstrādei izlietoto līdzekļa daudzumu un darba produktivitāti. To cik izmaksā nepieciešamais preparāts vienam stādam aprēķināja, izdalot patērēto līdzekļa daudzumu ar apstrādāto koku skaitu. Aprēķinos iekļautas līdzekļu cenas, kādas piedāvātas LVM iepirkumos. Finanšu aprēķinos izmantoja esošās cenas bez PVN, ka Trico maksā 8,2 EUR/l, Epsom 14 EUR/l, Cervacol extra 2,62 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 g*ml⁻¹. Precīzi patērēto daudzumu noskaidroja, nosakot starpību starp līdzekļa tilpumu bākā/tvertņē pirms un pēc koku apstrādes. Darba spēka izmaksas var proporcionāli attiecināt pret laiku kas patērēts, lai aizsargātu konkrētu koku daudzumu, pieņemot, ka samaksa par laika vienību ir vienāda neatkarīgi no uzklājamā preparāta vai apstrādes veida.

Rezultāti - Aizsardzības līdzekļu patēriņš

Vērtējot vien koka apstrādes izmaksas, galotņu aizsardzībai vislētāk ir izmantot Cervacol extra, bet ar šo līdzekli stundas laikā var aizsargāt mazāk koku, salīdzinot ar Trico vai Epsom. Ar Trico un Epsom līdzekļiem koku galotņu apstrādes produktivitāte ir ļoti līdzīga, ja izmanto vienādas smidzināmās iekārtas. Lai gan Epsom līdzeklis ir dārgāks par Trico, to ir iespējams izsmidzināt efektīvāk, līdz ar to izmaksas saistībā ar viena stāda aizsardzību var būt pat zemākas. Ar Jifti B ir nepieciešams gandrīz divreiz ilgāks laiks, un krietni vairāk līdzekļa,

⁵⁶ *Izmantota līdzī dotā rokas sprausla, kannu nes rokās.

bet ar Jifti S var sasniegt līdzīgu produktivitāti, kā ar pārējiem preparātiem, bet nepieciešams krietni vairāk līdzekļa. Latvijā ražoto mehāniskās aizsardzības līdzekļu prototipu izmaksas nav vērtētas.

Stumbrus aizsargāja ar Trico, Epsom un Jifti B. Stumbru aizsardzībā izpaudās līdzīgas sakarības kā galotņu, respektīvi visvairāk līdzekļa un laiks bija nepieciešams Jiftes B uzklāšanai. Aizsardzība ar Epsom, izmantojot arī vienādus smidzinātājus, prasīja vairāk laika, nekā ar Trico. Pieņemot, ka hektārā aizsargā 1000 kokus, tad atšķirība bija 31 minūte. Šo varētu skaidrot ar abu maisījumu/ šķidrumu fizikālo īpašību atšķirībām. Epsom pulverizējas krietni smalkāku pilienu mākonī. Ar Epsom komplektā iekļauto sprauslu ir iespējams panākt tādu līdzekļa patēriņu, ka izmaksas viena stāda apstrādāšanai ar Trico un Epsom ir līdzīgas (Tabula 3.12).

Koku apstrādes produktivitātes atšķirības starp nogabaliem skaidrojamas ar atšķirīgiem darba apstākļiem, piemēram, 710-268-23 nogabalā vagas bija nevienmērīgi izvietotas, kā arī mazāk koku bija saglabājušies, kas palielina patērēto laiku starp koku apstrādi, un tāpēc pārvietošanās jaunaudzē bija sarežģītāka.

Epsom pamācībā norādīts, ka ar diviem litriem iespējams aizsargāt 1000 kokus, un mums ar paredzēto sprauslu izdevās sasniegt salīdzinoši tuvu rezultātu, kas bija 800 kokiem aizsargāti galotnes dzinumi⁵⁷.

Tabula 3.13. Aizsardzības izmaksas un produktivitāte dažādiem aizsarglīdzekļiem

Nogabals	Koka daļa	Līdzeklis	Koks*s ⁻¹	Izlietotais daudzums (ml)	Izmaksas EUR uz koku
710-265-28-0	Galotne	Trico	3,24	8,26	0,068
710-265-28-0	Galotne	Epsom	3,31	6,60	0,092
710-265-28-0	Galotne	Cervacol	3,9	4,08	0,018
710-265-28-0	Galotne	Jifte B	8,89	11,11	-
710-265-28-0	Galotne	Jifte S	3,35	15,05	-
710-268-23-0	Galotne	Trico	4,22	4,82	0,04
710-268-23-0	Galotne	Epsom*	5,65	2,51	0,035
710-268-23-0	Galotne	Cervacol	6,15	3,65	0,016
710-268-23-0	Galotne	Jifte B	8	7,78	-
710-273-11-0	Stumbrs	Trico	11,82	24,75	0,203
710-273-11-0	Stumbrs	Epsom*	14,66	14,84	0,208
710-273-11-0	Stumbrs	Jifte B	14,73	140,54	-
710-273-6	Stumbrs	Trico	7,27	23,41	0,192
710-273-6	Stumbrs	Epsom	9,15	27,12	0,38
710-273-6	Stumbrs	Jifte B	24,8	109,33	-

Lai gan dati iegūti vien no četrām jaunaudzēm, tomēr ir tendences, kas diezgan skaidri iezīmējas. Pirmā un pašsaprotamā ir, ka galotņu aizsardzībai ir nepieciešams īsākais laiks periods un mazāks līdzekļu daudzums. Visātrāk kokus var apstrādāt ar Trico, bet ja izmanto līdzīgas smidzināmās ierīces, tad atšķirība starp Trico un Epsom samazinās. Cervacol extra ir visekonomiskākais, kas skaidrojams, ka to uzklāj ar roku tieši uz galotnes dzinuma, bet ar smidzinātājiem apstrādā arī citas auga daļas. Jifti S ir iespējams uzklāt ļoti ātri, bet ir nepieciešams liels aizsargpreparāta daudzums, kas var radīt problēmas, ja audzes platība liela, bieži jāpapildina trauks, vai jānes līdzī daudz materiāla. Ar Jifti B produktivitāte bija viszemākā

⁵⁷

<https://profesjonalnyrolnik.pl/srodki-ochrony-roslin/5792-epsom-5l-repelent-ochrona-przed-zwierzetami#>

gan aizsargājot dzinumus, gan stumbrus. Tomēr tas tāpat bija ātrāk, kā aizsargāt kokus ar Wobru. JifteB patēriņš pielīdzināms nepieciešamajam Wobras ⁵⁸ daudzumam. Wobru apstrādātie koki bija aptuveni 3,2 m augsti, šajās platībās priežu augstums bija ap 2 metriem.

Tabula 3.14. Koku stumbru apstrādes darbu produktivitāte un aizsarglīdzekļa patēriņš

Līdzeklis	Koka Daļa	Koks*s ⁻¹	Koku skaits stundā	Patēriņš vienam kokam (ml) *
Trico	galotne	3,78	952	6,4
Epsom	galotne	4,6	783	4,4
Cervacol	galotne	5,31	678	3,8
Jifte B	galotne	8,57	420	9,9
Jifte S	galotne	3,35	1075	15,1
Trico	stumbrs	9,53	378	24,1
Epsom	stumbrs	12,19	295	20,3
Jifte B	stumbrs	21,47	168	119,6
Wobra**	stumbrs	138	26	134 g

Smidzinot Epsom sadalās ļoti mazos pilienos, tāpēc darba laikā jālieto respirators. Uzklājot novēroja, ka Epsom krietni ātrāk saistās pie koka, iespējams ar to var apstrādāt arī apsarmojušus kokus, par to pārliecināsimies sezonas noslēgumā.

Atziņas

Darba efektivitāti un produktivitāti ietekmē apkārtējie vides apstākļi, kā arī pieejamais aprīkojums.

Lai iegūtu pēc iespējas labāku rezultātu, apstrādājot ar Epsom un Trico ir jāpiemeklē atbilstošākais smidzinātājs, sprausla, tie jānoregulē.

Cervacol extra no apskatītajiem variantiem ir lētākais līdzeklis, bet tā pielietošana prasa visvairāk laika, bet Trico un Epsom ir ātrāk uzklājami, bet to cena pret vienu apstrādātu galotnes dzinumus ir aptuveni divas reizes lielāka.

2023.gadā veicamie pētījumi

Turpmākajos gados ir nepieciešams saprast līdzekļu aizsardzības efektivitāti un noturību, jo tā ir tikpat svarīga, ja ne svarīgāka par aizsarglīdzekļu uzklāšanas izmaksām.

Aitu vilna kā mehāniska aizsardzības līdzeklis

Darbu mērķis. Priežu jaunaudzū mehāniskās aizsardzības darbu veikšanas efektivitātes un materiāla patēriņa izpēte, aizsargājot koku galotnes un stumbrus ar kārstas aitas vilnas pavedieniem.

Pamatojums

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

⁵⁸ ** https://www.lvm.lv/images/lvm/Petijumi_un_publicijas/Petijumi/atjaunosana-un-ieaudzesana_2018.pdf (107 lpp)

atpazīst pēc aromāta un izskata. Aitas vilnas izmantošanas priekšrocība ir, ka to var uzklāt dažādos laika apstākļos, arī nokrišņu periodā un negatīvās gaisa temperatūrās.

Materiāls un metodika

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 astoņiem gadiem, bet pašsējas un bojājumu dēļ platībā ir sastopami arī jaunāki koki, tāpēc aizsargāja arī jaunākas priedes. Nevienā no nogabaliem vēl nebija veikta jaunaudzis retināšana, kopšana. Aitas vilnu uz stumbriem un galotnēm uzlika 2022.gada 29. un 30. novembrī, kad jau bija uzsnigusi salīdzinoši bieza sniega kārtā (Att. 3.43). Sniegs un diezgan blīvi saaugušo bērzu atvases apgrūtināja uzdevuma izpildi. Ja koki ir apsniguši un āra gaisa temperatūra ir salīdzinoši augsta (+2 – -5 C), tad nepieciešams ir izmantot ūdens necaurlaidīgas drēbes, jo, liekot vilnu, uzkrītušais sniegs ātri izkūst un darba uzdevuma veicējs izmirst un zaudē darba produktivitāti, salst. Bērzu atvases fiziski traucē pārvietoties cismā, kā arī nogabalu platības ar nelielu biezību un daudz bojājumiem samazināja aitas vilnas uzlikšanas produktivitāti.



Att. 3.43. Darba apstākļi – sniegs, liels koku skaits nogabalā (710-239-1), retāk izvietoti dažāda vecuma koki (710-250-8.1)

Visos norādītajos nogabalos liela daļa no iestādītajiem kokiem bija bojāti, līdz ar to, lai aizsargātu nepieciešamo koku skaitu 1000 gab. vienā hektārā, aizsargāja arī priedes ar nelieliem mizas bojājumiem.

Koku dimensijas un vecums visos nogabalos bija līdzīgs, koku diametrs 1,3 m augstumā pārsvarā bija robežās no 40-55 mm (lielākai apstrādāto koku daļai), atsevišķiem kokiem tas sasniedza 80 mm, zemākās vērtības virs 25 mm. Koku augstums variēja robežās no 2,5 līdz 4 metriem ar atsevišķiem indivīdiem, kas bija zemāki.

Lai noteiktu vilnas patēriņu, pirms darbu sākšanas nosvēra vilnu, un to atkārtāja darba dienas beigās – noteica masas starpību, darbus uzsākot un pabeidzot. Lai noteiktu uzklāšanas darbu produktivitāti, uzskaitīja apstrādei patērēto laiku katrai dubultvagai, tad pēc vilnas uztīšanas saskaitīja apstrādātos kokus. Aizsargātos kokus atzīmēja ar krāsu, lai varētu noteikt gan vilnas aizsardzības efektivitāti, gan noturību. Piegādātās vilnas pavedieni bija atšķirīga izmēra, krāsas, struktūras (Att. 3.15).

Koku pirms vilnas uzlikšanas nopurināja no sniega. Vilnu uzklāja kokam, sākot no 30-50 cm līdz augstumam, ko varēja aizsniegt, kas bija aptuveni 2,1 metrs (Att. 3.45). Jaunākiem

kokiem, kuriem vēl bija pērnās skujas uz aizsargājamās daļas, tās noņēma pirms vilnas uztīšanas.



Att. 3.44. Darbam izmantotie vilnas pavedieni A) pārāk īss, B) optimāls pavediens.



**Att. 3.45. Ar aitas vilnu aizsargāts priedes stumbrs
Rezultāti. Uzklāšanas darbu efektivitāte**

Visraitāk kokus ir apstrādāt ar aptuveni 30-40 cm gariem pavedieniem, kuri ir gana izturīgi, lai nesatrūktu uzlikšanas laikā (Att. 3.44). Tumšās krāsas vilna nav izmantojama, jo tā ļoti viegli pārtrūkst. Darba produktivitāti ietekmēja vairāki faktori, un viens no tiem bija nebojātu priežu biežība - jo vairāk koku, jo mazāks attālums jānoiet starp tiem. Vidēji viena koka aptīšanai nepieciešamas 164 sekundes jeb 2,7 minūtes, un nepieciešami 11,5 grami aitu vilnas, līdz ar to stundas laikā iespējams apstrādāt 22 priedes, un ar vienu kilogramu var aizsargāt 87 kokus (Tabula 3.15).

Tabula 3.15. Priežu aizsargāšanas ar aitas vilnu produktivitāte

Nogabals, tā daļa	Vilna kg	Koks*s ⁻¹	Koku skaits stundā	Vienam kokam patērētie grami	Ar vienu kg apstrādājamo koku skaits	N
710-239-1	0,49	141	25	7	143	70
250-8.1 liela biežība	2,26	161	22	13,3	75	58
250-8.1 vidēja biežība		167	21			32
250-8,1/9.1 zema biežība		185	19			80
vidēji	-	164	22	11,5	87	

Aizsardzība ar aitas vilnu ir visneproduktīvākā, salīdzinot ar smidzināmiem līdzekļiem, tomēr jāņem vērā, ka ar vilnu aizsargātajos nogabalos priedes bija vecākas. Ar aitas vilnu stundas laikā var aizsargāt līdzīgu koku skaitu, kā ar Wobru (Tabula 3.14), bet to ir iespējams pielietot neatkarīgi no laikapstākļiem, kas ir citu preparātu lielākais trūkums. Aitas vilnas priekšrocība ir tā, ka tas ir dabīgs, organisks materiāls, kurš laika gaitā sadalās, līdz ar to nav nepieciešams to pēc kāda laika ņemt nost. Daļēji apstrādāta aitu vilna ir aitikopības blakusprodukta saimnieciskās izmantošanas iespēja, tādējādi šāda tās pielietošana iekļaujas aprites ekonomikā.

Atziņas

Vilna ir visilgāk uzklājama aizsardzības līdzeklis, bet tas ir pieejams vietējais resurss, ko var pielietot jebkādos laikapstākļos.

Darbi nākamajā periodā.

Izvērtēt vilnas noturību uz kokiem, lai būtu iespēja pārbaudīt, cik ilgi aizsardzības spēja saglabājas.

Noteikt 2022/23. gada ziemas sezonas radītos mizas bojājumus aizsargātiem un kontroles kokiem, lai varētu izvērtēt aitu vilnas izmantošanas lietderību.

INFORMĀCIJAS AVOTU SARAKSTS

Linnea J. Hansson, Eva Ring, Mikael A. Franko, Annemieke I. Gärdenäs, Soil temperature and water content dynamics after disc trenching a sub-xeric Scots pine clearcut in central Sweden, *Geoderma*, Volume 327, 2018, Pages 85-96, ISSN 0016-7061, <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.04.023>.

<https://www.lvm.lv/petijumi-un-publikacijas/augsnes-sagatavosanas-veida-izveles-slapjainos-kudrenosun-arenos-teoretiskais-pamatojums-darbu-raziguma-un-pasizmaksas-izpete?view=attachments>

Launiainen, S., Guan, M., Salmivaara, A., & Kieloaho, A.-J. (2019). Modeling boreal forest evapotranspiration and water balance at stand and catchment scales: a spatial approach. *Hydrology and Earth System Sciences*, 23(8), 3457–3480.

<https://www.fao.org/3/x0490e/x0490e06.htm>

Running, S., Mu, Q., Zhao, M., Moreno, A. (2019). MOD16A2GF MODIS/Terra Net Evapotranspiration Gap-Filled 8-Day L4 Global 500 m SIN Grid V006. NASA EOSDIS Land Processes DAAC.

Guzinski, R., Nieto, H., Sandholt, I., Karamitilios, G., 2020. Modelling High-Resolution Actual Evapotranspiration through Sentinel-2 and Sentinel-3 Data Fusion. *Remote Sensing* 12, 1433.

ESMAP. 2019. Global Solar Atlas 2.0 Technical Report. Washington, DC: World Bank.

Ivanovs, J., Lupikis, A. Identification of wet areas in forest using remote sensing data, *Agronomy Research* this link is disabled, 2018, 16(5), pp. 2049–2055.

Breil, M., Davin, E. L., Rechid, D. 2021. What determines the sign of the evapotranspiration response to afforestation in European summer?. *Biogeosciences*. 18, 1499–1510.

<https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/eto-calculator/en/>.

<https://www.btechpro.lv/scientific-program>.

Celma, S., Blate, K., Lazdiņa, D. et al. Effect of soil preparation method on root development of *P. sylvestris* and *P. abies* saplings in commercial forest stands. *New Forests* 50, 283–290 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11056-018-9654-4>
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11056-018-9654-4>

Bērtiņš M., Buša L., Lazdina D., Dumins K., Zake S., Kļaviņš M., Vīksna A. 2022. Impact of Arginine Containing Fertilizer on Nitrogen Isotope Ratio and Elemental Content in Young Conifer Stands. *Key Engineering Materials*, 933, 185-192; <https://doi.org/10.4028/p-558697>

Bisenieks, J., 1976. Egļu kultūru produktivitāte un sākotnējais biezums. Autoreferāts Lauks.zin. kand. Iegūšanai. Tartu: 215 lpp. (krievu val).

Rone, V. (1982). Разработь научные основы организации и технологические процессы создания еловых насаждений плантационного типа в условиях Латвийской ССР. Pārskats LZRA „Silava”, I sējums: 93.lpp. & (1983) Разработь научные основы организации и технологические процессы создания еловых насаждений плантационного типа в условиях Латвийской ССР. Pārskats LZRA „Silava”, II sējums: 82.lpp.

Špalte, E., 2003. Latvijas egļu audžu kvalitāte ciršanas vecumā. *Mežzinātne*, 2003, 13.

Tjarve, I. , 1987. Egļu augšanas gaita plantācijās. *Mežsaimniecība un mežrūpniecība*. 6 (122).Rīga LatZTIZPI: 7-16.

Zālītis, P. (projekta vadītājs), 2009. Bezperspektīmo egļu audžu identifikācijas metodikas un apsaimniekošanas deļu izstrāde. Pārskats. LVM un LVMZI “Silava”, 47 lpp.

Zālītis, P. un Lībiete, Z., 2005. Egļu jaunaudzū augšanas potenciāls. LLU Raksti 14, 83–93.

Matuzānis, J. (1975) Egļu audžu augšanas gaita. Rīgā, LZTIPI.Rīga, 64. lpp. & Matuzānis, J. (1982) Pārskats „Разработать научные основы организации и технологические процессы создания еловых насаждений плантационного типа. ZRA „Silava”: 23.lpp.

Bisenieks, J., 1976. Egļu kultūru produktivitāte un sākotnējais biežums. Autoreferāts Lauks.zin. kand. Iegūšanai. Tartu: 215 lpp. (krievu val).

Rone, V. (1983) Tehniskie norādījumi egļu īsirtmeta plantāciju projektēšanai un ierīkošanai Latvijas PSR. ZRA Silava: 8.lpp.

Rone, V. (1983) Разработать научные основы организации и технологические процессы создания еловых насаждений плантационного типа в условиях Латвийской ССР. Pārskats LZRA „Silava”, II sējums: 82.lpp.

Pārskats “AS “Latvijas Valsts Meži” valdījumā esošajos mežos bojāto egļu audžu masveida bojājumu iemeslu noskaidrošana un rekomendāciju izstrāde bojāto audžu apsaimniekošanai” LVMI “Silava”, 145 lpp.

Zālītis, P. (projekta vadītājs), 2009. Bezperspektīmo egļu audžu identifikācijas metodikas un apsaimniekošanas deļu izstrāde. Pārskats. LVM un LVMZI “Silava”, 47 lpp.

Parastās egles (*Picea abies* (L.) Karst.) tīraudžu ražība un augšanas potenciāls auglīgajos meža tipos. Promocijas darba kopsavilkums Dr. silv. Zinātniskā grāda iegūšanai. 59 lpp.

Meža atjaunošanas efektivitāti veicinošu tehnoloģiju pārnese Latvijā. Pārskats. LVMI “Silava”, 2010.05.-2010.12, 26 lpp.

Pārskats Intensīvi kultivētu egles plantāciju ierīkošanas un audzēšanas tehnoloģiju izpēte, esošo objektu uzmērīšana un jaunu objektu ierīkošana, izpildes Laiks 01.05.2010.-30.08.2010., LVMI Silava, 41 lpp.

Zālītis, P., Lībiete, Z. un Jansons, J., 2017. Kokaudžu augšana mūsdienīgi veidotās jaunaudzēs. Salaspils: LVMI Silava, DU AA “Saule”, 117 lpp.

Lībiete, Z. 2008. Parastās egles (*Picea abies* (L.) Karst.) tīraudžu ražība un augšanas potenciāls auglīgajos meža tipos. Promocijas darba kopsavilkums Dr. silv. Zinātniskā grāda iegūšanai. 59 lpp.

Vienvecuma egļu meži Latvijā. LVMI “Silava”, Salaspils, 200 lpp.

Egļu vienvecuma tīraudžu augšanas potenciāls un tā izmaiņas. “Vienvecuma egļu meži Latvijā”. LVMZI “Silava”, 11-54.

Vienvecuma egļu audžu struktūra un tās izmaiņas kopšanas ciršu rezultātā. “Vienvecuma egļu meži Latvijā”. LVMZI “Silava”, 55-70.

Novēloti koptu vienvecuma egļu audžu apsaimniekošanas alternatīvas un to ekonomisks izvērtējums. “Vienvecuma egļu meži Latvijā”. LVMZI “Silava”, 71-98.

Lībiete, Z., Donis, J., Jurgis Jansons, J. un Pēteris Zālītis, P. 2019. Egļu vienvecuma tīraudžu augšanas potenciāls un tā izmaiņas. “Vienvecuma egļu meži Latvijā”. LVMZI “Silava”, 11-54.

Zālītis, P. un Muižzemniece, I., 2005. Priedes un egles stumbra gadskārtu struktūra kūdreņos. Mežzinātne 15, 3–13.

Kārkliņš, A.. 2008. Augsnes diagnostika un apraksts. Jelgava : Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, 2008. ISBN 978-9984-784-20-5.

Kārkliņš, A., Gemste, I. 2009. Latvijas augšņu noteicējs. Jelgava : LLU, 2009. ISBN 978-9984-784-93-9

Bergsten, Urban (1988). Pyramidal indentations as a microsite preparation for direct seeding of *Pinus sylvestris* L.. Scandinavian Journal of Forest Research, 3(1), 493–503. doi:10.1080/02827588809382534

Molina, R., López-Santos, C., Gómez-Ramírez, A. et al. Influence of irrigation conditions in the germination of plasma treated Nasturtium seeds. Sci Rep 8, 16442 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34801-0>

http://www.silava.lv/userfiles/file/Projektu%20parskati/2020_Lazdina_LVM_MAIKP_zinojums_2016_2020.pdf

Laine T., Hamberg L., Saarinen V.-M., Saksa T. (2019). The efficacy of *Chondrostereum purpureum* against sprouting of deciduous species after mechanized pre-commercial thinning. Silva Fennica vol. 53 no. 3 article id 10195. <https://doi.org/10.14214/sf.10195>

Ozols G. (1967). Ģints *Hylobius smecernieku* bioloģija un ietekme uz meža atjaunošanu. Krājumā “Mežš un vide” (kr. v.) Rīga. 136. – 163. lpp.

Ozols G., Menniks E., Bičevskis M. (1989) Ģints *Hylobius* (*Col.*; *Curculionidae*) smecernieku skaita dinamika nosusināto mežu izcirtumos. Krājumā “Priedes un egles aizsardzība Latvijas PSR” (kr. v.) Rīga. 53. – 63. lpp