

PĀRSKATS
PAR PĒTĪJUMA 2021. GADA REZULTĀTIEM

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

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”

PASŪTĪTĀJS: AKCIJU SABIEDRĪBA ‘LATVIJAS valsts meži’
Līguma Nr. 5-5.9.1_007n_101_21_77

PĒTĪJUMA ZINĀTNISKĀ
VADĪTĀJA: Dr. DAGNIJA LAZDIŅA, LVMI Silava vadošā pētniece

KOPSAVILKUMS

Pētījuma mērķis: meklēt un aprobēt jaunas darba metodes un tehnoloģijas mežaudžu atjaunošanas, kopšanas un jaunaudzēju aizsardzības darbu efektīvizēšanai.

Pārskatā apkopota informācija par pētījuma pirmajā gadā paveikto un nākamajā gadā veicamajiem darbiem.

Jaunaudzēs ierīkotajos izmēģinājuma objektos noteikti atšķirīgi sagatavotās stādīvietās stādītu, ar dažādām tehnoloģijām izaudzētu stādu morfoloģiskie rādītāji. Iegūti dati par stādīto koku augšanu, gan nolasot informāciju no parauglaukumos izvietotiem augsnes temperatūras un koku pieauguma sensoriem, gan uzmērot stādītos kokus. Ceturtās augšanas sezonas noslēgumā būtiski augstāki ir uz pacilām stādītie bērzi. Straujāk auguši B un Ma kailsakņu stādi ar uzlaboto sakņu sistēmu un E kailsakņu stādi. P ietvarstādi auguši straujāk, nekā kailsakņi. Sagatavotā augsnē, īpaši atsevišķi veidotās stādīvietās – pacilās – ievērojami mazāk izkritušo stādu. Trešajā un ceturtajā augšanas sezonā izdzīvojušo koku skaits līdzīgs. Otrajā un pirmajā augšanas sezonā apkostie P stādi trešajā un ceturtajā augšanas sezonā ir bijuši augtspējīgi (saglabājuši vitalitāti), bet tie atpaliek augumā par vienu līdz divām sezonām. Stādīvieta pacilā, salīdzinot ar vagu un nesagatavotu augsni, pavasarī sasilst nedēļu ātrāk, un E stādi sāk veidot radiālos pieaugumus nedēļu ātrāk; tas notiek intensīvāk nekā citos augsnes sagatavošanas veidos, kas rezultējas ar lielākiem radiālajiem pieaugumiem sezonas noslēgumā. Stādīvietā pacilā visā sezonas laikā ir augstāka temperatūra, nekā vagās un nesagatavotā augsnē.

Pētīta meža atjaunošanas darbu mašinizācijas produktivitāte. Ievākti un analizēti video materiāli – video ierakstīts no ekskavatora kabīnes redzamais – mašinizētās stādīšanas darbu izpilde dažādos apstākļos atvasaras rudens sezonā. Analizēts stādīšanas operāciju izpildes laika patēriņš, vērtējot darbu operāciju laiktelpību saistībā ar darbus traucējošiem apstākļiem izcirtumā. Atvasaras – rudens sezonā darbus visvairāk apgrūtina platības aizzēlums.

Pētīta P lielā smecernieka uzvedība. Laboratorijas eksperimentā iegūti dati par smecernieku barošanās preferencēm, ja piedāvā izvēles: ar Conniflex, Jifte S, vaski “BugStop”, Norfort LDW 115 (Exp 03) apstrādāti E stādi. Noskaidrots, ka laboratorijas apstākļos slēgtā vidē izvēles eksperimentā (pieejams neaizsargāts stāds) vislabāko aizsardzību nodrošināja BugStop, bet bezizvēles variantā (pieejami tikai aizsargāti stādi) visu aizsardzības līdzekļu efektivitāte līdzīga. Sākotnēji vairāk bojāti ar Conniflex apstrādātie stādi. Sagatavota metodika 2022.gada izmēģinājumiem.

Sagatavota metodika 2022.gada lauku izpētes darbiem, kas veicami, balstoties uz iestrādēm briežu dzimtas dzīvnieku barošanās paradumu un barības bāzes izpētē.

Apkopota informācija par līdz šim praksē vēl neizmantotajiem, bet tirgū pieejamajiem koku mehāniskās aizsardzības līdzekļiem pret briežu dzimtas dzīvnieku nodarītajiem stumbru un galotņu bojājumiem. Apzināti Latvijā ražoti alternatīvi preparāti – startup uzņēmumu Bio Lana ražojumi un LVMI Silava sadarbībā ar komersantiem tapuši zinātniskās izpētes procesā izveidoti produktu prototipi. Lai noskaidrotu plastikāta spirāles ietekmi uz stumbra temperatūras svārstībām diennaktī un sezonas laikā, divās mežaudzēs izvietoti temperatūras un mitruma sensori.

Pētījums veikts Latvijas Valsts mežzinātnes institūtā “Silava” sadarbībā ar AS “Latvijas valsts meži”.

SUMMARY

The aim of the research is to **search for and test new work methods and technologies to improve the efficiency of forest stand regeneration, tending and protection of young stands.**

The morphological parameters of trees planted in differently prepared planting spots using seedlings grown with different technologies have been studied in the experimental trials. Data on the growth of planted trees were obtained both by reading information from soil temperature and tree growth sensors located in the sample plots and by measuring the planted trees. At the end of the fourth growing season, birches planted on mounds are significantly higher. Birch and black alder bare-root seedlings with improved root system (plug+1) and spruce bare-root plants grew faster. Pine containerized seedlings have grown faster than bare roots in all forest sites and planting spots. Significantly lower mortality of seedlings in the prepared soil, especially in mounds. The number of surviving trees in the third and fourth growing seasons is similar. During the second and first growing seasons browsed Pine seedlings in the third and fourth growing seasons were vigorous (retained vitality), but they lag behind in height by one to two seasons. Spruce in unprepared planting site rises a week later in spring than the furrow and unprepared soil, and the spruce seedlings begin to form radial growth a week earlier on mounds; this is more intense than in other forms of soil preparation, resulting in higher radial increases at the end of the season. The planting place mound has a higher temperature throughout the season than in furrows and unprepared soil.

A methodology for starting theoretical and field research of evapotranspiration in 2022 has been written. Possible reasons for the decline of young plants in the Rinda district of the LVM North Kurzeme region have been identified. New long-term research plots have been set up in young stands, where an arginine phosphate-containing biostimulant with *arGrowGlanulat* has been added in planting spot. Visible, but not always statistically significant differences, in growth rate were observed in spruce stands growing with or without arginine phosphate. The biostimulant has promoted spruce growth, root system development and biomass accumulation in all parts of the plant, but not jet pine. There were few damaged trees in the experimental plots in the 2020 and 2021 seasons, so it is not possible to judge the effect of the biostimulant on the intensity of *Hylobius* or browsing.

The productivity of mechanization of reforestation works has been studied. Video materials were collected and analyzed - video recorded from the excavator cab can be seen - performance of mechanized planting works in different conditions during the summer/autumn season. The consumption time of planting operations was analyzed, evaluating the time duration of work operations in relation to the conditions interfering with the work in the clearing. During the summer-autumn season, the work is most difficult due to the area being covered by caulescent plants and coppice.

The behavior of *Hylobius* has been studied. Data on the feeding preferences of *Hylobius* were obtained in a laboratory experiment, if optional: spruce seedlings treated with Conniflex, Jifte S, BugStop wax, Norfort LDW 115 (Exp 03). It was found that BugStop provided the best protection in a selective experiment (unprotected seedling available) in a closed laboratory environment, but the efficacy of all protection measures was similar in the non-selective variant (only protected seedlings available). Seedlings treated with Conniflex were more damaged initially. Methodology for 2022 trials has been prepared.

A methodology has been prepared for the field research work of 2022, which is to be carried out on the basis of the research into the feeding habits and feed base of deer. Information has been gathered on mechanical tree protection products against damage to trunks and browsing of young tree tops by deer family that have not been used in practice but are available on the market. Alternative preparations manufactured in Latvia have been identified - products of startup companies Bio Lana and prototypes of scientific research have been created in cooperation with LVMI Silava. Temperature and humidity sensors have been installed in two pine forest stands to determine the effect of the plastic spiral on the daytime and seasonal fluctuations of the trunk temperature.

Research was conducted in Latvian State Forest Research Institute "Silava" (LSFRI Silava) in a collaboration with the Joint Stock Company "Latvia state forests".

SAĪSINĀJUMI UN SIMBOLI

AG – arginīna fosfātu saturošs biostimulants *arGrowGlanulat*

As – šaurlapju ārenis

ASV – Amerikas Savienotās Valstis

Av – viršu ārenis

B – bērzs

DEM – digitālais reljefa modelis

Dm – damaksnis

Dms – slapjais damaksnis

E – egle

ETmod – prognozētā evapotranspirācija

ETobs – novērotā evapotranspirācija

K – kontrole

KĶI – Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūts

Ks – šaurlapju kūdrenis

LAI – lapu laukuma indekss

LUKE – Somijas dabas resursu institūts

LVM – akciju sabiedrība "Latvijas valsts meži"

LVMI Silava – Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava"

Ma – melnalksnis

MODIS – vidējas izšķirtspējas radiospektrometrs

MPS – Meža pētīšanas stacija

Mr – mētrājs

Mrs – slapjais mētrājs

N – nav veikta augsnes gatavošana

NFI – starptautiskais mežu monitorings

P – priede

PA – augsne sagatavota pacilās

SpaFH_y – spatial forest hydrology (angl.) modelis

TWI - topogrāfiskais mitruma indekss

V – augsne sagatavota vagās ar disku arklū

W – saules radiācija

SATURS

Kopsavilkums	2
Summary	3
Sāsinājumi un simboli	4
Ievads	12
1. Mežaudžu atjaunošanas tehnoloģijas	13
1.1. Stādmateriāla un augsnes sagatavošanas veida optimālas kombinācijas izvēle, atjaunojot ar saimnieciski nozīmīgām koku sugām	13
1.1.1. Materiāls un metodika.....	13
1.1.2. Rezultāti un diskusija	17
Koku saglabāšanās	17
Koku augšana	18
Augsnes sagatavošanas veida un vāgu izvietojuma saistība ar augsnes temperatūru koku stādīšanās vietās	20
Sakņu atfistītības nedestruktīva izpēte, metodes kalibrācija	22
Atziņas	23
1.2. Mežaudžu atjaunošana lielas platības izcirtumos, kas radušies biotisko un abiotisko faktoru ietekmē	24
1.2.1. Metodiskā pieeja evapotranspirācijas noteikšanai	24
1.2.2. SpaFHy evapotranspirācijas modelis	24
1.2.3. MOD16 modelis.....	26
1.2.4. Metožu validācijai pieejamās teritorijas raksturojums	28
Atziņas	30
1.3. Vienlaicīga augšanas apstākļu uzlabošana un stādīšana	31
1.3.1. Lauka darbu metodika.....	33
1.3.2. N izotopu proporciju noteikšana ar un bez AG stādīšanās vietā augušajiem kokiem.	34
1.3.3. Uzmērījumu rezultāti un to analīze	34
Koku augstums, caurmērs, vainagu platums	34
Parastā egļe	34
Parastā priede	37
Koku biomasas analīze.....	39
Stādīto koku bojājumi	41
Atziņas	42
1.4. E audžu atjaunošanas un audzēšanas paņēmieni uzlabošana kūdreņos	42
1.4.1. Lauka darbi, to metodika	43
1.4.2. Uzmērījumu rezultāti un to analīze	44
E plaukšanas laiks, augusta dzinumi un augstuma rādītāji	44
E augšana, mistrojumi, minerālmēsļu un koksnes pelnu virsmēslējuma ietekme	45
Lapu koku augšanas rādītāji	48
Gruntsūdens līmeņa ietekme uz koku augšanu.....	51
Atziņas	53
2. Mežaudžu atjaunošanas, jaunaudžu kopšanas darbu mašinizācija	54
2.1. Meža atjaunošanas darbu mašinizācija – jauni risinājumi un esošas prakses rezultātu monitorings.....	54
2.1.1. Mašinizētās stādīšanas darbu ražīgums dažādas grūtības apstākļos.....	54
2.1.2. Lauka un kamerālie darbi, to metodika	55
2.1.3. Iegūtie rezultāti un to analīze	58
2.1.4. Harvesteru kā mašinizētās stādīšanas bāzes mašīnu iespēju apzināšana.....	62
2.1.5. Alternatīvie meža mašinizācijas darbu risinājumi – mašinizētā sēšana	62
Atziņas	63
2.2. Jaunaudžu kopšanas darbu mašinizācija	64
Atziņas	66
3. Tehnoloģijas jaunaudžu aizsardzībai	67
3.1. Metodika P lielā smecernieka bojājumu risku identificēšanai un novēršanai. Jaunas metodes stādāmā materiāla apstrādei un aizsargāšanai pret P lielā smecernieka radītiem bojājumiem.....	67
3.1.1. Alternatīvo aizsardzības līdzekļu efektivitāte pret P lielo smecernieku laboratorijas apstākļos.....	67
Metodes.....	67
Izvēles eksperiments	68
Bezizvēles eksperiments.....	72
3.1.2. Lauka darbu metodika - eksperimenta dizains stādu aizsardzības pret P lielo smecernieku izpētes darbu uzsākšanai 2022.gadā.....	74
Eksperimenta ierīkošana.....	74

Darba metodes un tehnoloģijas mežaudžu atjaunošanai, ieaudzēšanai, kopšanai un aizsardzībai

Efekta novērtējums.....	74
3.1.3. Stādu aizsardzības līdzekļu apskats - un preparāti.....	75
3.1.4. Metodes skuju koku stādu aizsardzībai pret <i>Hylobius</i> bojājumiem.....	76
Atsauces:.....	77
3.2. Pētījumi mežsaimniecības un medību saimniecības līdzsvaram.....	78
3.2.1. Jaunākās zinātniskās literatūras apskats.....	78
Pārnadžu dzīvotnes (<i>home range</i>).....	78
Pārnadžu populāciju apsaimniekošana.....	78
Ceļu tīkls.....	78
Lielie plēsēji.....	79
Mežsaimniecības prakse.....	79
Būtiskākās atziņas.....	80
Informācijas avoti par briežu dzimtas dzīvniekiem raksturīgo barības bāzi, izvēlētajām dzīvotnēm un konfliktsituācijām ar mežsaimniecību saraksts sadalījumā pa pētījumu īstenošanas vietām.....	80
3.2.2. Lapu koku un krūmu vasaras apkodumu uzskaites metodika briežu dzimtas dzīvnieku skaita novērtēšanas uzsākšanai 2022.gadā.....	82
Teorētiskais pamatojums.....	82
Parauglaukumu izvēles kritēriji.....	83
Rezultātu interpretācija.....	85
3.2.3. Datu analīze par briežu dzimtas dzīvniekiem potenciāli pieejamo/piemēroto barības bāzi.....	86
Pamežs un paauga.....	86
2022.gada darbu metodikas piedāvājums.....	89
3.3. Briežu dzimtas dzīvnieku radīto postījumu ekonomiskā ietekme mežsaimniecības ciklā.....	92
3.3.1. P un E stubru kvalitātes izvērtējums 10gadus pēc pārnadžu veiktā mizas bojājuma fakta konstatēšanas.....	92
Metodika audžu uzmērīšanai 2022.gadā.....	95
Informācijas avoti.....	96
3.4. Jaunas metodes briežu dzimtas dzīvnieku postījumu ierobežošanai skuju koku audzēs un to ekonomiskie aprēķini.....	97
3.4.1. Līdz šim neizmantoto tirgu pieejamo stumbra mehāniskās aizsardzības līdzekļu un to prototipu apskats.....	97
3.4.2. Aizsardzības metodes ietekme uz koku stumbriem – temperatūra zem aizsargspirālēm.....	100
Metodika.....	100
Rezultāti un to analīze.....	101
Atziņas.....	102
1. Pielikums. Augsnes analīžu rezultāti (situācija LVM Ziemeļkurzemes reģiona nīkuļojošās P jaunaudzēs).....	103
2. Pielikums Harvesterim nepieciešamās pārbūves apraksts, lai uz tā uzstādītu stādīšanas ierīci (ražotāja sniegtā informācija).....	106
3. Pielikums. <i>Hylobius</i> spp. Bojājumu uzskaitē E stādiem izvēles un bezizvēles eksperimentā laboratorijas apstākļos.....	107

Attēli

Attēls 1.1. Pētījumu objektu (nogabalu, kur izvietoti izmēģinājumu stādījumi) telpiskais izvietojums.	14
Attēls 1.2. 2018. gada maijā LVM Zemgales reģiona Misas iecirknī Dms atjaunotajās mežaudzēs ierīkoto izmēģinājumu stādījumu shēmas (dizains).	15
Attēls 1.3. 2018. gada maijā LVM Zemgales reģiona Misas iecirknī Ks ierīkoto izmēģinājumu stādījumu shēmas.	15
Attēls 1.4. 2018. gada maijā jaunaudzēs, LVM Ziemeļkurzemes reģiona Zilokalnu iecirknī Ks ierīkoto izmēģinājumu stādījumu shēmas (dizains).	16
Attēls 1.5. Lapu koku vidējais augstums jaunaudzēs slapjā damaksnī (Dms) un šaurlapju kūdrenī (Ks), ierīkotos izmēģinājumu stādījumos (Pa – stādvieta pacilā, V – stādvieta vaga).	19
Attēls 1.6. Skuju koku jaunaudžu vidējais augstums slapjā damaksnī (Dms) un šaurlapju kūdrenī (Ks) ierīkotos izmēģinājumos (P – augsne gatavota pacilās, V – augsne gatavota vagās).	19
Attēls 1.7. 2018. gada pavasarī LVM Ziemeļkurzemes reģionā šaurlapju kūdrenī (707-17-14; 707-28-2) stādīto P augstums 2021. gada nogalē (N – nebojāts, G – iepriekš bojāts galvenais dzinums).	20
Attēls 1.8. Vidējā diennakts temperatūra (augšā) un diennakts temperatūras amplitūda (apakšā) sadalījumā pa augsnes sagatavošanas veidiem (LVM Ziemeļkurzemes reģions, Av (703-208-28.2; 703-208-28.1).	21
Attēls 1.9. Vidējās augsnes diennakts temperatūras un koku diametra izmaiņas veģetācijas sezonas laikā (N, P, V - augsnes gatavošanas veids, ar līnijām atzīmēti dati no katra ONSET sensoriem, bet ar aplīiem diennakts vidējā temperatūra dažādos dziļumos).	22
Attēls 1.10. Papeļu eksperimentālais trauks ar ievietotu sakņu skenēšanas cauruli sešas nedēļas pēc stādīšanas.	22
Attēls 1.11. Papeļu sakņu skenējumi. 1.– divas nedēļas pēc stādīšanas. 2. – četras nedēļas pēc stādīšanas. 3. – sešas nedēļas pēc stādīšanas.	23
Attēls 1.12. Shematiska modeļa ieejas datu vizualizācija (Launiainen et al. 2019).	25
Attēls 1.13. Prognozētā evapotranspirācija (ET_{mod}) salīdzinājumā ar instrumentāli noteikto (ET_{obs}) (Launiainen et al. 2019).	25
Attēls 1.14. MOD16 evapotranspirācijas modeļa darbības shēma (Running et al. 2019).	26
Attēls 1.15. MOD16 izmēģinājuma teritorijas LVM Ziemeļlatgales plānošanas reģionā ortofoto un augsnes mitruma kartes.	27
Attēls 1.16. Paraugteritorijas potenciālā un aktuālā evapotranspirācija pēc MOD16 ET modeļa.	27
Attēls 1.17. Paraugteritorijas pēdējo 10 gadu summārā aktuālā un potenciālā evapotranspirācija pa mēnešiem.	28
Attēls 1.18. Augsnes reakcija un elementu pieejamība (pēc Division of Agriculture and Natural Resources, University of California).	28
Attēls 1.19. Augsnes reakcija, fosfora saturs un augsnes blīvums atvaseļojamās P jaunaudzēs LVM Rindas iecirknī.	29
Attēls 1.20. Augsnes blīvums un augsnes reakcija (702-103-39).	29
Attēls 1.21. Telpiski attēlots no nokrišņu un augsnes mitruma prognozes datiem aprēķinātais gruntsūdeņu dziļums un LVMI Silava piedāvātais ilgtermiņa izpētes poligonu ierīkošanas izkārtojums.	30
Attēls 1.22. Granulēta mēslojuma/biostimulanta AG ienesei stādvieta pielāgots stādāmais stobrs.	31
Attēls 1.23. Pētījuma teritoriju izvietojums Pededzes iecirknī.	31
Attēls 1.24. Biostimulanta AG efektivitātes izmēģinājumu dizains, šaurlapju kūdrenī, stādīti P ietvarstādi	

(autors T.A.Štāls).	33
Attēls 1.25. Ietvarstādu augšanas gaitas un sakņu attīstības vērtēšanai veikto mērījumu shēma.	33
Attēls 1.26. 2020. gada pavasarī vagās vai pacilās stādītie P un E ietvarstādi 2021. gada novembrī.	34
Attēls 1.27. Pacilās stādītas E augstuma pieaugumi sadalījumā pa augšanas sezonām dažādos meža tipos (ar AG un bez AG stādīti - (K); standartnovirzes nogrieznis koka kopējam augstumam).	35
Attēls 1.28. Pacilās stādītas E caurmēri pie sakņu kakla trešās augšanas sezonas beigās stādījumos dažādos meža tipos ar AG un bez AG stādīti - (K).	35
Attēls 1.29. E sakņu kakla caurmēra un koka augstuma sakarība.....	36
Attēls 1.30. E pēdējās augšanas sezonas pieaugums attiecībā pret kopējo augstumu.....	36
Attēls 1.31. Pacilās stādītas E vainagu platumi otrās un trešās augšanas sezonas beigās stādījumos dažādos meža tipos (ar AG un bez AG stādīti - (K)).	36
Attēls 1.32. P augstumu pieaugums sadalījumā pa augšanas sezonām stādījumos dažādos meža tipos (ar AG un bez AG stādīti - (K); standartnovirzes nogrieznis koka kopējam augstumam).	37
Attēls 1.33. P koka caurmērs pie sakņu kakla stādījumos dažādos meža tipos (ar AG un bez AG stādīti - (K); standartnovirzes nogrieznis koka kopējam augstumam).	38
Attēls 1.34. P sakņu kakla caurmērs atkarībā no koka augstuma.....	38
Attēls 1.35. P pēdējās augšanas sezonas pieaugums atkarībā no koka augstuma.	38
Attēls 1.36. P vainaga platumi stādījumos dažādos meža tipos (ar AG un bez AG stādīti - (K); standartnovirzes nogrieznis koka kopējam augstumam).....	39
Attēls 1.37. E virszemes un sakņu svaigā masa stādījumos dažādos meža tipos (ar AG un bez AG stādīti - (K)).	39
Attēls 1.38. E virszemes un sakņu sausā masa stādījumos dažādos meža tipos (ar AG un bez AG stādīti - (K)).	40
Attēls 1.39. P virszemes un sakņu svaigā masa stādījumos dažādos meža tipos (ar AG un bez AG stādīti - (K)).	40
Attēls 1.40. P virszemes un sakņu svaigā masa stādījumos dažādos meža tipos (ar AG) un bez AG stādīti - (K)).	41
Attēls 1.41. Plaukšanas pakāpes. No kreisās 1. – miera stāvoklis vai tikko pārrautas pumpura segzviņas, 2. – atvēries pumpurs, 3. – jaunais dzinums garāks par 1,5 cm.	43
Attēls 1.42. Augusta dzinumu attīstības pakāpes. No kreisās 1. – miera stāvoklī, 2. – uzbriedis pumpurs, 3. – veidojas augsta dzinums.....	44
Attēls 1.43. Augusta dzinumu attīstības pakāpes atkarībā no E plaukuma pakāpes pavasarī (skaitļi stabiņos apzīmē koku skaitu).	44
Attēls 1.44. E proporcija ar dažādām pavasara plaukuma pakāpēm atkarībā no E augstuma klases.....	45
Attēls 1.45. E proporcija ar dažādām augusta dzinumu attīstības pakāpēm atkarībā no E augstuma klases.	45
Attēls 1.46. E vidējie augstumi 2019., 2020. un 2021. gadā atkarībā no audzes sākotnējā biezuma un mistrojuma veida (atšķirīgi burti apzīmē statistiski būtiskas atšķirības starp augstumiem 2021. gadā).....	46
Attēls 1.47. E vidējais sakņu kakla caurmērs 2021. gadā atkarībā no audzes biezuma un mistrojuma veida (atšķirīgi burti apzīmē statistiski būtiskas caurmēra atšķirības).....	46
Attēls 1.48. E saglabāšanās 2021. gadā atkarībā no audzes sākotnējā biezuma un mistrojuma veida.....	47
Attēls 1.49. E vidējais augstums 2019., 2020. un 2021. gadā atkarībā no virsmēslojuma veida E tīraudzē un	

E-Pa mistraudzē (atšķirīgi burti apzīmē statistiski būtiskas atšķirības starp augstumiem 2021. gadā).	47
Attēls 1.50. E vidējais sakņu kakla caurmērs 2021. gadā atkarībā no virsmēslojuma veida E tīraudzē un E-Pa mistraudzē (atšķirīgi burti apzīmē statistiski būtiskas caurmēra atšķirības).	48
Attēls 1.51. E saglabāšanās 2021. atkarībā no mēslojuma veida E tīraudzē un E-Pa mistraudzē.....	48
Attēls 1.52. Stādīto lapu koku augstums tīraudzē un mistrotā stādījumā ar E. Attēlā norādīta standartkļūda un dispersijas analīzes rezultāti (dažādi burti norāda uz statistiski būtiskām atšķirībām).	49
Attēls 1.53. Stādīto lapu koku caurmērs tīraudzē un mistrotā stādījumā ar E. Attēlā norādīta standartkļūda un dispersijas analīzes rezultāti (dažādi burti norāda uz statistiski būtiskām atšķirībām).	49
Attēls 1.54. Stādīto lapu koku saglabāšanās (%) tīraudzē un mistrotā stādījumā ar E.	50
Attēls 1.55. B augstums optimāla un zema gruntsūdens līmeņa apstākļos tīraudzē un mistrotā stādījumā ar E. Attēlā norādīta standartkļūda un dispersijas analīzes rezultāti (dažādi burti norāda uz statistiski būtiskām atšķirībām).	50
Attēls 1.56. B saglabāšanās optimālos un pasliktinātos augšanas apstākļos tīraudzē un mistrojuma ar E.	51
Attēls 1.57. Vidējā gruntsūdeņa līmeņa svārstības divās pētāmās teritorijas vietās no 2017. gada līdz 2021. gada un vidējais tīraudzes B augstums abās vietās atkarībā no mēneša.	51
Attēls 1.58. Vidējā gruntsūdeņa līmeņa svārstības divās pētāmās teritorijas vietās no 2017. gada līdz 2021. gada un vidējais B augstums abās vietās mistrotā B un E audzē atkarībā no mēneša.	52
Attēls 1.59. Vidējā gruntsūdeņa līmeņa svārstības divās pētāmās teritorijas vietās no 2017. gada līdz 2021. gada un vidējais tīraudzes Ma augstums abās vietās atkarībā no mēneša.....	52
Attēls 1.60. Vidējā gruntsūdeņa līmeņa no 2017. gada līdz 2021. gada svārstības atkarībā no mēneša divās pētāmās teritorijas vietās un vidējais Ma augstums abās atrašanās vietās mistrotā Ma un E audzē.	52
Attēls 2.1. Darbs ekstrēmos apstākļos, mašinizēti stādot auglīgajos meža tipos – skats no kabīnes.	55
Attēls 2.2. Aizzēluma vērtējums ballēs.	57
Attēls 2.3. Paaugas vērtējums ballēs.	57
Attēls 2.4. Ciršanas atlieku vērtējums ballēs.	57
Attēls 2.5. Platību mitruma vērtējums ballēs.	57
Attēls 2.6. Mašinizētas stādīšanas darba laika uzskaitē pēc pakalpojumu sniedzējiem.	59
Attēls 2.7. Mašinizētas stādīšanas produktivitāte dažāda aizzēluma platībās.	60
Attēls 2.8. Mašinizētas stādīšanas produktivitāte platībās ar dažādu paaugas augstumu.	60
Attēls 2.9. Mašinizētas stādīšanas produktivitāte platībās ar dažādu ciršanas atlieku apjomu.	61
Attēls 2.10. Mašinizētas stādīšanas produktivitāte platībās ar dažādu augsnes mitrumu.	61
Attēls 3.1. Pētījuma ietvaros noķertie P smecernieki. Ar sarkanu apvilktas P vidējā smecernieka (<i>H.pinastri</i>) vaboles.	68
Attēls 3.2. Svaigā izcirtumā zemē ierakti slazdi ar P lielā smecernieka vabolēm.....	68
Attēls 3.3. Pa kreisi – stādu izkārtojums četros stūros insektārijā. Pa labi – insektāriji klimata kamerā.....	69
Attēls 3.4. P lielā smecernieka izraisīts E stāda stumbra bojājums uz apstrādāta stāda daļas, kas novērtēts ar 2 ballēm (bojājumi ir vienā stumbra pusē un tieši neapdraud stāda izdzīvošanu).	70
Attēls 3.5. P lielā smecernieka bojājumi E skujām.	70
Attēls 3.6. Stādu proporcija ar konkrētu bojājuma pakāpi katrai stādu apstrādei 2., 10., un 20. stādu	

Darba metodes un tehnoloģijas mežaudžu atjaunošanai, ieaudzēšanai, kopšanai un aizsardzībai

ekspozīcijas dienā izvēles eksperimentā.	71
Attēls 3.7. Konteineri bezizvēles eksperimentam.	72
Attēls 3.8. Stādu proporcija ar konkrētu bojājuma pakāpi katrai stādu apstrādei 7. un 15. stādu ekspozīcijas dienā bezizvēles eksperimentā.	73
Attēls 3.9. Mežsaimniecības prakses ieteikumi bojājumu risku mazināšanai P jaunaudzēm (attēls no Loosen et al., 2020).	79
Attēls 3.10. Lapu koku atbildes reakcija uz pārnadžu apkodumu intensitāti veģētācijas periodā (Priedītis et al., 2017).	83
Attēls 3.11. Vasaras apkodumu novērtēšanai atbilstošas vietas piemērs.	84
Attēls 3.12. Vasaras apkodumu piemērs – apkosti kārkli <i>Salix spp.</i>	84
Attēls 3.13. 10x10 km kvadrātu tīkls.	85
Attēls 3.14. Pameža un paaugas koku biomasa dalījumā pēc audzes valdošās sugas (2016.-2020.gads; zemes lietojuma veids – 10;62 – mežaudzes un mežs lauksaimniecības zemē; visi īpašuma veidi).	86
Attēls 3.15. Iežogota parauglaukuma piemērs pameža un paaugas apkodumu novērtēšanai (ierīkots Rāmuļu apkārtnē).	89
Attēls 3.16. Iežogotie nogabali MPS mežos, 5x5m iežogojumi Rāmuļos un Aucē; LVM pārnadžu bojājumu riska zonas (2018.g.), staltbriežu blīvums Valsts meža dienesta uzskaites vienībās.	90
Attēls 3.17. 600m buferis un atlasītās platības ap MPS teritorijā iežogotu P stādījumu.	90
Attēls 3.18. Atlasītās P un E audzes, kurās pētījuma “Maksimāli pieļaujama medijamo dzīvnieku populāciju blīvums un minimālais jeb kritiskais populācijas lielums” laikā konstatēti mizas bojājumi.	92
Attēls 3.19. Atlasītās P un E jaunaudzēs Ugāles, Piltenes un Puzes pagastos.	93
Attēls 3.20. Parauglaukuma shēma.	96
Attēls 3.21. Tērauda stieple kā augu aizsardzības līdzeklis.	98
Attēls 3.22. Tiešsaistes veikalos pieejamais pašnoārdošos aizsargspirāļu piedāvājums.	98
Attēls 3.23. Uzņēmuma NexGen ražotās, aitas vilnu saturošās koku aizsargcaurules.	99
Attēls 3.24. Repelenta EPSON iepakojums un apstrād' ts koks (foto American Equipment & Supply).	99
Attēls 3.25. Jaunuzņēmuma BioLana piedāvātie produkti (https://www.biolana.lv/).	100
Attēls 3.26. Temperatūras sensoru izvietošana kontroles un ar aizsargspirālēm aprīkotajiem kokiem. Augšējās attēlos 8 gadīgā P audzē (604-248-14), apakšējās 12 gadīgā P audzē (604-356-8).	101
Attēls 3.27. Fiksētā temperatūra zem aizsargspirālēm un kontroles variantiem no 08.12.2021. līdz 06.01.2022. augšējā attēlā 8 gadīgā P audzē (604-248-14), apakšējā 12 gadīgā P audzē (604-356-8).	102

Tabulas

Tabula 1-1. Meža atjaunošanai izmantotās stādu audzēšanas tehnoloģijas un izmēģinājumu-demonstrācijas nogabali, kur mežaudzes atjaunotas 2017. un 2018. gadā	13
Tabula 1-2. Dažādo P stādmateriāla veidu/audzēšanas tehnoloģiju sadalījums četrās grupās	16
Tabula 1-3. Koku saglabāšanās izmēģinājumu stādījumos LVM Zemgales reģiona jaunaudzēs (2018 – 2021. gads).....	17
Tabula 1-4. P saglabāšanās izmēģinājumu stādījumos LVM Ziemeļkurzemes reģiona jaunaudzēs (2018 – 2021. gads).....	18
Tabula 1-5. ArGrow eksperimenta mežaudžu raksturojums	32
Tabula 1-6. Smecernieka nodarītie stumbra bojājumi.....	41
Tabula 2-1. Darba laika uzskaitē fiksētās stādīšanas darbības.....	56
Tabula 2-2. Platību raksturojums	58
Tabula 3-1. Efektu kopsavilkuma tabula izvēles eksperimentā	70
Tabula 3-2. Kontrastu salīdzinājums starp apstrādes variantiem	71
Tabula 3-3. Efektu kopsavilkuma tabula izvēles eksperimentā	73
Tabula 3-4. Kontrastu salīdzinājums starp apstrādes variantiem	73
Tabula 3-5. Stādu aizsardzība pret smecernieku izmantojamie aizsardzības līdzekļi.....	75
Tabula 3-6. Vasaras apkodumu uzskaites vietu skaita izvēles kritēriji.....	85
Tabula 3-7. Mežaudžu platības ar pamežu un pameža segums pa valdošajām koku sugām un pameža sugām (visi īpašuma veidi).....	87
Tabula 3-8. Paaugas sugas pa valdošajām koku sugām (visi īpašuma veidi).....	88
Tabula 3-9. Ogulāju projektīvais segums atkarībā no audzes valdošās koku sugas,% (SE – standartkļūda)..	89
Tabula 3-10. Iežogoto objektu saraksts MPS meža novados	91
Tabula 3-11. Sānu dzinumu un mizas bojājumu īpatsvars (%) apsekotajās P un E jaunaudzēs Ugāles, Puzes un Piltenes pagastos laika posmā no 2010. līdz 2012.gadam (iekrāsotajās rindās – audzes, kas atkārtoti apsektas 2021.gadā)	93
Tabula 3-12. Atkārtoti apsekotajās audzēs konstatētie P un E stumbru bojājumu veidi	94
Tabula 3-13. Ierīkojamo parauglaukumu skaits atkarībā no nogabalu platības	96

IEVADS

Mūsdienīgā mežsaimniecībā arvien jāmeklē jaunas darba metodes un tehnoloģijas, lai nodrošinātu ražīgāku, noturīgāku mežaudžu veidošanos un panāktu efektīvāku resursu izlietojumu. Arvien būtiskāks kļūst uzdevums mazināt mežaudžu audzēšanas riskus un ierobežot atjaunošanas un kopšanas darbu izmaksu pieaugumu. Vienlaikus, arvien samazinās cilvēku skaits, kuri izvēlas strādāt meža atjaunošanas un kopšanas darbos, pieaug viņu sagaidātais atalgojums, tāpēc var būt jāveic šo darbu mašinizācija un optimizācija.

Pētījuma virsmērķis: meklēt un aprobēt jaunas darba metodes un tehnoloģijas mežaudžu atjaunošanas, kopšanas un jaunaudzū aizsardzības darbu efektīvizēšanai.

Pētījumu programmu veido trīs meža atjaunošanas darbu jomā aktuālas un problemātiskas tematiskās grupas. Katrā no tematiskajiem blokiem ir vairāki apakšpētījumi.

1. Mežaudžu atjaunošanas tehnoloģijas (mērķis: meklēt un aprobēt jaunas darba metodes un tehnoloģijas mežaudžu atjaunošanas, kopšanas un jaunaudzū aizsardzības darbu efektīvizēšanai). Izpilde sadalīta vairākos apakšuzdevumos.

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

1.2. Lielu izcirtumu atjaunošana (evapotranspirācijas pētījumi).

1.3. Vienlaicīga koku augšanas apstākļu uzlabošana un stādīšana.

1.4. E audžu atjaunošanas un apsaimniekošanas paņēmieni uzlabošana kūdreņos.

2. Meža atjaunošanas, jaunaudzū agrotehniskās un sastāva kopšanas darbu mašinizācija (mērķis: veidot zinātniskos pamatus sistēmai, kas ļautu pakāpeniski mašinizēt jaunaudzū agrotehniskās un sastāva kopšanas darbus).

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

2.2. Jaunaudzū kopšanas darbu mašinizācija.

3. Tehnoloģijas jaunaudzū aizsardzībai (mērķis: meklēt un atrast iespējas mazināt biotiskos apdraudējumus mežaudžu atjaunošanā, raksturojot jaunaudzū aizsardzības nozīmību, meklējot jaunus augu aizsardzības līdzekļus un paņēmienus, kā arī izstrādājot jaunas metodes bīstamāko jaunaudzū kaitēkļu un briežu dzimtas dzīvnieku radītu bojājumu novēršanai un seku mazināšanai).

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

3.2. Pētījumi mežsaimniecības un medību saimniecības līdzsvaram.

3.3. Briežu dzimtas dzīvnieku radīto postījumu ekonomiskā ietekme meža apsaimniekošanas ciklā.

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

1. MEŽAUDŽU ATJAUNOŠANAS TEHNOLOĢIJAS

Mērķis: meklēt un aprobēt jaunas darba metodes un tehnoloģijas mežaudžu atjaunošanas, kopšanas un jaunaudžu aizsardzības darbu efektīvizēšanai.

1.1. Stādmateriāla un augsnes sagatavošanas veida optimālas kombinācijas izvēle, atjaunojot ar saimnieciski nozīmīgām koku sugām

2021.gada uzdevums: atkārtoti apsekoti iepriekšējā periodā 2017. gadā ierīkoti eksperimentālie stādījumi, aktualizēti iepriekšējo pētījumu rezultāti.

Lai novērtētu iepriekšējā periodā ar dažādiem atjaunošanas paņēmieniem izveidoto izmēģinājumu stādījumu augšanas gaitu un izstrādātu rekomendācijas P, B un Ma audžu kopšanai un apsaimniekošanai, LVMI Silava meža atjaunošanas, ieadzēšanas un kopšanas radošā grupa turpināja izpēti darbus, vērtējot dažādi sagatavoto stādvieta un ar dažādām tehnoloģijām izaudzētā stādmateriāla veida savstarpējo kombināciju rezultātu – stādīto koku augšanu 4 gadus pēc to iestādīšanas.

1.1.1. Materiāls un metodika

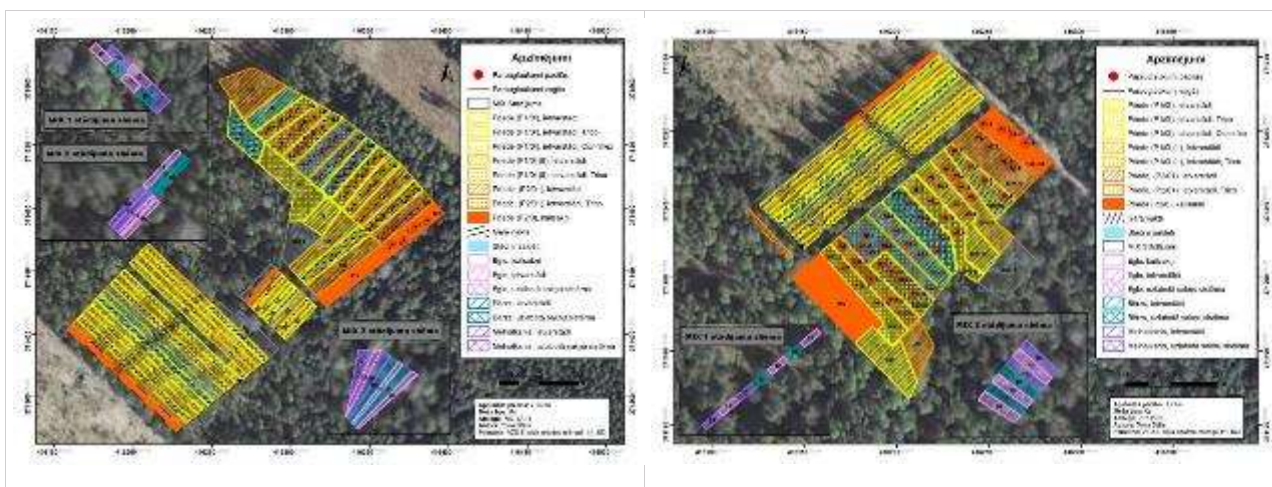
Atkārtoti uzmērīti pētījuma “Meža atjaunošanas, ieadzēšanas un kopšanas pētījumu programma” (2016–2020) ietvaros LVM Ziemeļkurzemes un Zemgales reģionos stādītie koki (Tabula 1-1; Attēls 1.1). 2021. gada rudenī apsekotas un uzmērītas astoņas 2018. gadā atjaunotas izmēģinājumu mežaudzes (604-342-8; 604-175-13; 604-511-3; 604-513-1/2/3; 604-174-5; 604-375-5; 707-17-14; 707-28-2), kuras bija augušas četras veģetācijas sezonas.

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	LVM iecirknis
B	kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu	2017., 2018.	Dms, Ks, As	Zilokalnu, Klīves
	ietvarstādi	2017., 2018.	Dms, Ks, As	Zilokalnu, Klīves
	kailsakņi	2017.	Dms, As	Zilokalnu, Klīves
Ma	kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu	2017., 2018.	Dms, Ks, As	Zilokalnu, Klīves
	ietvarstādi	2017., 2018.	Dms, Ks, As	Zilokalnu, Klīves
	kailsakņi	2017.	As	Klīves
E	kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu	2017., 2018.	Dms, Ks, As	Zilokalnu, Klīves
	ietvarstādi	2017., 2018.	Dms, Ks, As	Zilokalnu, Klīves
	kailsakņi	2017., 2018.	Dms, Ks, As	Zilokalnu, Klīves

Koku morfoloģiskie rādītāji uzņēmīti veģetācijas sezonas beigās no septembra līdz novembrim. 2021. gada beigās uzņēmīti koku augstums, un iepriekšējā gada augstums salīdzināts ar iepriekšējās sezonas datiem. No šiem datiem aprēķināts koku pieaugums 2021. gadā. Parāleli reģistrēti koku bojājumi. Tie uzņēmījami, kas veikti kokiem ar galvenā dzinuma galotnes bojājumu, izslēgti no augšanas gaitas analīzes. Platībās, kur viena daļa no nogabala bija atstāta neapstrādāta, uzņēmīti visi stādītie koki, kur augsne nebija gatavota (Attēls 1.4).

LVM Ziemeļkurzemes reģiona Ks nogabalos ierīkoti P atjaunošanas izmēģinājumi (12 kombinācijas) (Attēls 1.4) sagrupēti četrās grupās: kailsakņi, ietvarstādi, otrās aprites ietvarstādi (ietvarstādi (II)), divgadīgi ietvarstādi (2/0I), jo 2019-20. gada izpētes darbos secināts, ka ne augšanas rādītājus, ne saglabāšanas stādu apstrāde kokaudzētavā un/vai uzglabāšanas veids ziemas periodā neietekmēja (Tabula 1-2).



Attēls 1.4. 2018. gada maijā jaunaudzēs, LVM Ziemeļkurzemes reģiona Zilokalnu iecirknī Ks ierīkoto izmēģinājumu stādījumu shēmas (dizains).

Tabula 1-2. Dažādo P stādmateriālu 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, garās nakts ietvarstādi ar Trico	
Pirmās aprites, garās nakts ietvarstādi ar Conniflex, kas uzglabāti saldētavā	
Otrās aprites ietvarstādi	Ietvarstādi (II)
Otrās aprites ietvarstādi ar Trico	
Otrās aprites ietvarstādi un glabāti saldētavā	
Divgadīgi ietvarstādi	Ietvarstādi (2/0I)
Divgadīgi ietvarstādi ar Trico kas uzglabāti saldētavā	

Koku saglabāšanas atkarībā no stādmateriāla un augsnes gatavošanas veida izteica procentos.

1.1.2. Rezultāti un diskusija

Koku saglabāšanās

Koku saglabāšanās rādītāji sadalījumā pa meža tipi, stādmateriāla veidiem un pielietotā augsnes gatavošanas paņēmiena bija atšķirīgi. Turklāt katrā nākamajā veģetācijas sezonā atšķirības kļuva būtiskākas. Koku saglabāšanās izmēģinājumos LVM Zemgales reģionā atjaunotajās jaunaudzēs ceturtajā gadā pēc stādīšanas bija no 44% – vagās stādītiem P kailsakņiem slapjajā damaksnī līdz 98% – pacilās stādītiem P ietvarstādiem šaurlapju kūdrenī.

Četrus gadus pēc stādīšanas vairumā no stādmateriāla/stādvieta kombinācijām bija saglabājušies vismaz 80% no izmēģinājumos stādītiem kokiem. Bērzi ar uzlaboto sakņu sistēmu ieaugās un saglabājās labāk, ja tos stādīja pacilās. Šajā variantā vitālo koku skaits nebija mainījies kopš otrās veģetācijas sezonas beigām, saglabājušies vismaz 90% iestādīto koku (Tabula 1-3). Slapjajā damaksnī labāki rezultāti bija iegūti, ja koki stādīti pacilās. Neapmierinoši atjaunošanas rezultāti variantā "vagā stādīti P kailsakņu stādi" - saglabājušies tikai 44% Dms un 58% Ks. Pirmajās divās veģetācijas sezonās ieaugušies koki bija spējuši konkurēt ar aizzēlumu – saglabāšanās rezultāti ceturtais veģetācijas sezonas beigās bija līdzvērtīgi rezultātiem trešās veģetācijas sezonas noslēgumā.

Tabula 1-3. Koku saglabāšanās izmēģinājumu stādījumos LVM Zemgales reģiona jaunaudzēs (2018 – 2021. gads)

Suga	Augsnes gatavošanas veids, stādvieta	Stādu veids/gads	Slapjais damaksnis				Šaurlapju kūdrenis			
			2021	2020	2019	2018	2021	2020	2019	2018
B	PA	U	92	92	93	100	94	94	97	97
		I	84	87	93	98	77	79	79	85
	V	U	85	85	92	96	76	81	82	96
		I	80	80	96	96	84	84	84	97
Ma	Pa	U	88	95	100	100	84	92	92	100
		I	81	83	92	97	79	82	82	93
	V	U	55	55	57	60	91	91	93	95
		I	77	87	96	99	76	88	88	99
E	Pa	U	89	89	90	91	93	93	93	97
		I	91	95	95	96	95	95	95	97
		K	80	80	80	84	85	87	93	100
	V	U	55	55	57	60	80	83	84	88
		I	77	79	79	81	91	91	92	93
		K	76	76	77	77	86	86	87	89
P	Pa	I	95	100	100	100	98	100	100	100
		K	81	81	81	81	69	74	76	84
	V	I	80	87	94	95	89	95	97	100
		K	44	45	50	54	58	58	61	67

Jaunaudzēs LVM Ziemeļkurzemes reģionā Ks ierīkotajos izmēģinājumos koku saglabāšanās variēja atkarībā no stādmateriāla un augsnes sagatavošanas veida. Salīdzinot ar LVM Zemgales reģionu, P bija sliktāk ieaugušās – visos variantos saglabājušies mazāk nekā 80% no iestādītajiem kokiem. Gan pirmās, gan otrās aprites ietvarstādi bija saglabājušies līdzvērtīgi, bet divgadīgo ietvarstādu grupā

bija vairāk izkritušo stādu. Vissliktāk bija saglabājušies kailsakņu stādi, it sevišķi nesagatavotā augsnē – izdzīvojuši tikai 2% koku (Tabula 1-4).

Tabula 1-4. P saglabāšanās izmēģinājumu stādījumos LVM Ziemeļkurzemes reģiona jaunaudzēs (2018 – 2021. gads)

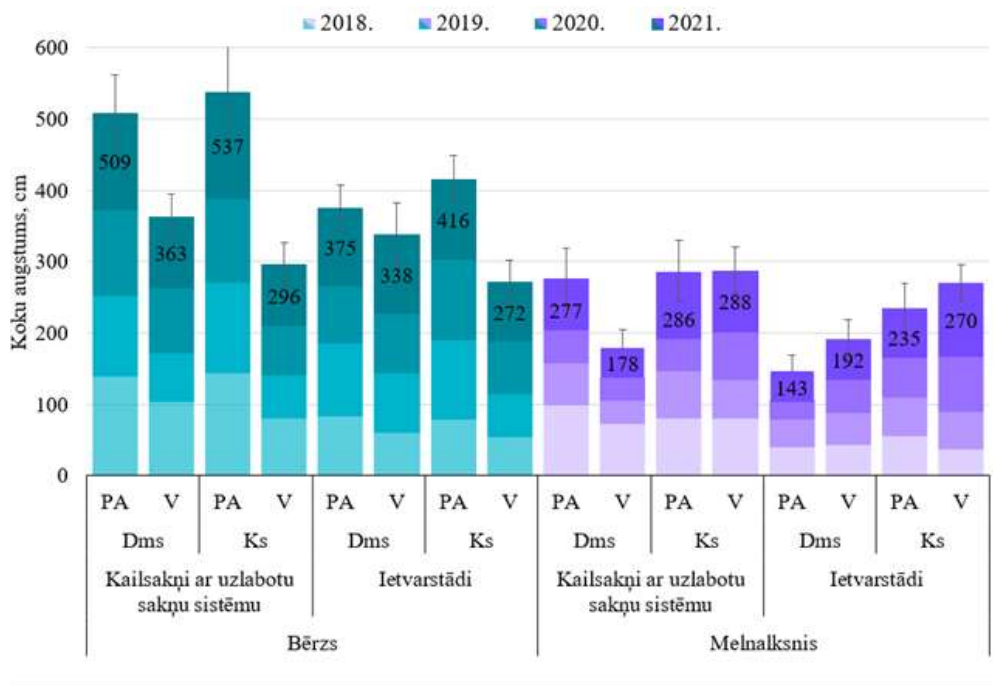
Augsnes sagatavošanas veids, stādvieta	Stādu veids/gads	Nogabals 707-17-14 Ks				Nogabals 707-28-2 Ks			
		2021	2020	2019	2018	2021	2020	2019	2018
Pacilas	Kailsakņi	9	17	17	52	40	50	65	70
	Ietvarstādi (I)	75	77	82	92	80	87	89	99
	Ietvarstādi (II)	68	75	82	94	71	76	84	97
	Ietvarstādi (2/0I)	45	60	62	80	56	76	80	94
Vagas	Kailsakņi	16	20	20	29	37	45	47	61
	Ietvarstādi (I)	63	67	70	82	73	82	86	86
	Ietvarstādi (II)	76	83	85	89	66	82	85	85
	Ietvarstādi (2/0I)	62	67	71	75	71	77	82	85
Nesagatavota augšne	Kailsakņi	2	5	7	7	-	-	-	-
	Ietvarstādi (I)	64	72	80	89	-	-	-	-
	Ietvarstādi (II)	67	75	86	95	-	-	-	-
	Ietvarstādi (2/0I)	56	60	69	87	-	-	-	-

Koku augšana

Ceturtās veģetācijas sezonas beigās B un Ma ietvarstādu vai kailsakņu ar uzlaboto sakņu sistēmu, kas stādīti pacilās vai vagās, augstumi bija būtiski atšķirīgi ($p < 0,05$). Lielāku augstumu bija kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu, un B auga straujāk, salīdzinot ar Ma.

Pacilās stādītie B kailsakņu stādi ar uzlaboto sakņu sistēmu auga ātrāk, koku augstuma atšķirības pacilās un vagās stādītajiem kokiem abos meža tipos bija acīmredzamas. Atsevišķi pacilās stādīti koki šaurlapju kūdrenī pārsniedza 7 m augstumu. Arī pacilās stādītie ietvarstādi auga ātrāk, bet atšķirība bija mazāk izteikta, tā būtiska tikai Ks. Vagās stādītie ietvarstādi un kailsakņi ar uzlaboto sakņu sistēmu ceturtās veģetācijas sezonas beigās sasniedza līdzīgu augstumu (Attēls 1.5).

Atšķirības ar dažādām tehnoloģijām izaudzētu melnalkšņa stādu augšanā nav viennozīmīgas. Dažādi sagatavotās stādīvietās stādīto melnalkšņa ietvarstādu un kailsakņu stādu ar uzlaboto sakņu sistēmu augšanas tempi bija atšķirīgi, tomēr ne vienmēr būtiski. Šaurlapju kūdreņos pacilās un vagās stādītie koki bija līdzīga augstuma. Slapjajā damaksnī Ma kailsakņu stādi ar uzlaboto sakņu sistēmu bija būtiski labāk auguši uz pacilām, bet ietvarstādi – vagās, līdzīgu tendenci novēroja šaurlapju kūdrenī (Attēls 1.5).



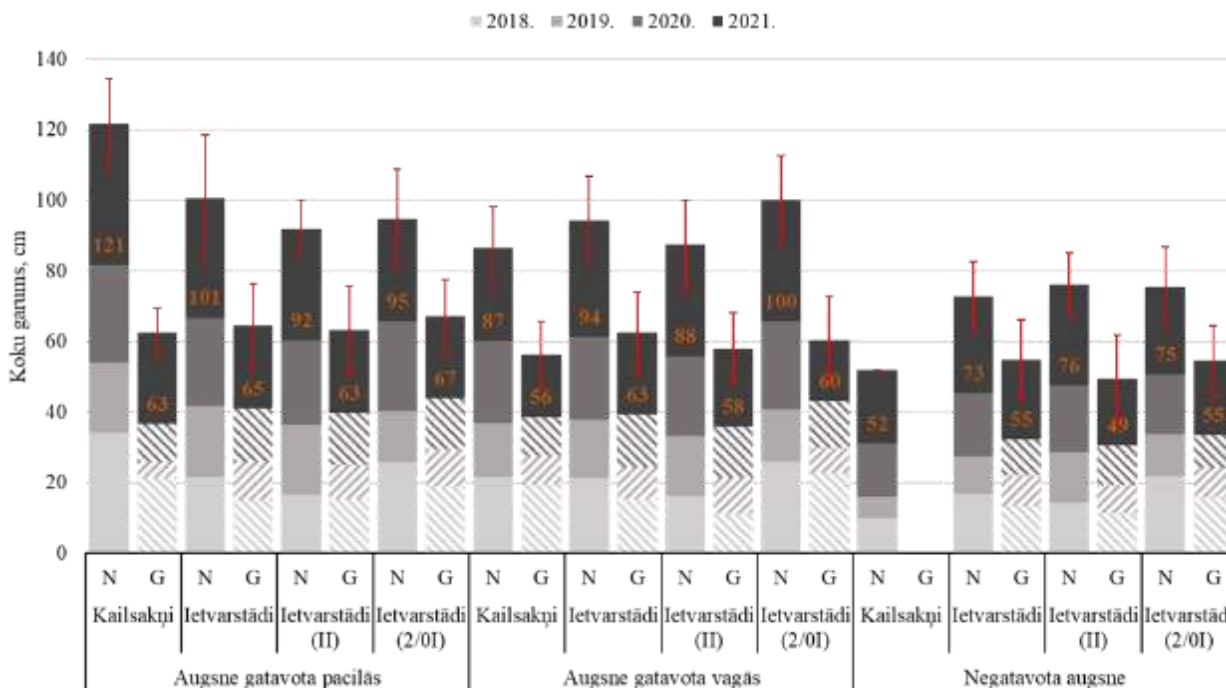
Attēls 1.5. Lapu koku vidējais augstums jaunaudzēs slapjā damaksnī (Dms) un šaurlapju kūdrenī (Ks), ierīkotos izmēģinājumu stādījumos (Pa – stādvieta pacilā, V – stādvieta vaga).

Ceturtajā gadā pēc stādīšanas Dms un Ks līdzīgi sagatavotās stādviētās viena stādmateriāla veida P un E vidējo augstumu atšķirības ($p > 0,05$) nebija būtiskas. E kailsakņi sasniedza lielāku vidējo augstumu nekā ietvarstādi un kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu. P lielāks vidējais augstums bija ietvarstādiem, kā arī garāki bija pacilās stādītie koki (Ks atšķirības bija būtiskas ($p < 0,05$)) (Attēls 1.6). Lai gan Dms P kailsakņi vagās bija sasnieguši lielāku vidējo augstumu nekā pacilās, pacilās divreiz labāka bija to saglabāšanās (Tabula 1-3).



Attēls 1.6. Skuju koku jaunaudzū vidējais augstums slapjā damaksnī (Dms) un šaurlapju kūdrenī (Ks) ierīkotos izmēģinājumos (P – augsne gatavota pacilās, V – augsne gatavota vagās).

LVM Ziemeļkurzemes reģiona jaunaudzēs šaurlapju kūdrēnī ierīkotos izmēģinājumos P stādījumos augsnes gatavošanai bija nozīmīga ietekme, jo P augstums, kuras stādītas negatavotā augsnē, bija būtiski mazāks ($p < 0,05$). Izvēlētajam stādmateriāla veidam nebija būtiska ietekme uz stādīto P vidējo augstumu ($p > 0,05$). Analizēti tikai iepriekš nebojātie koki. Bojātie uzskaitīti atsevišķi (Attēls 1.7).

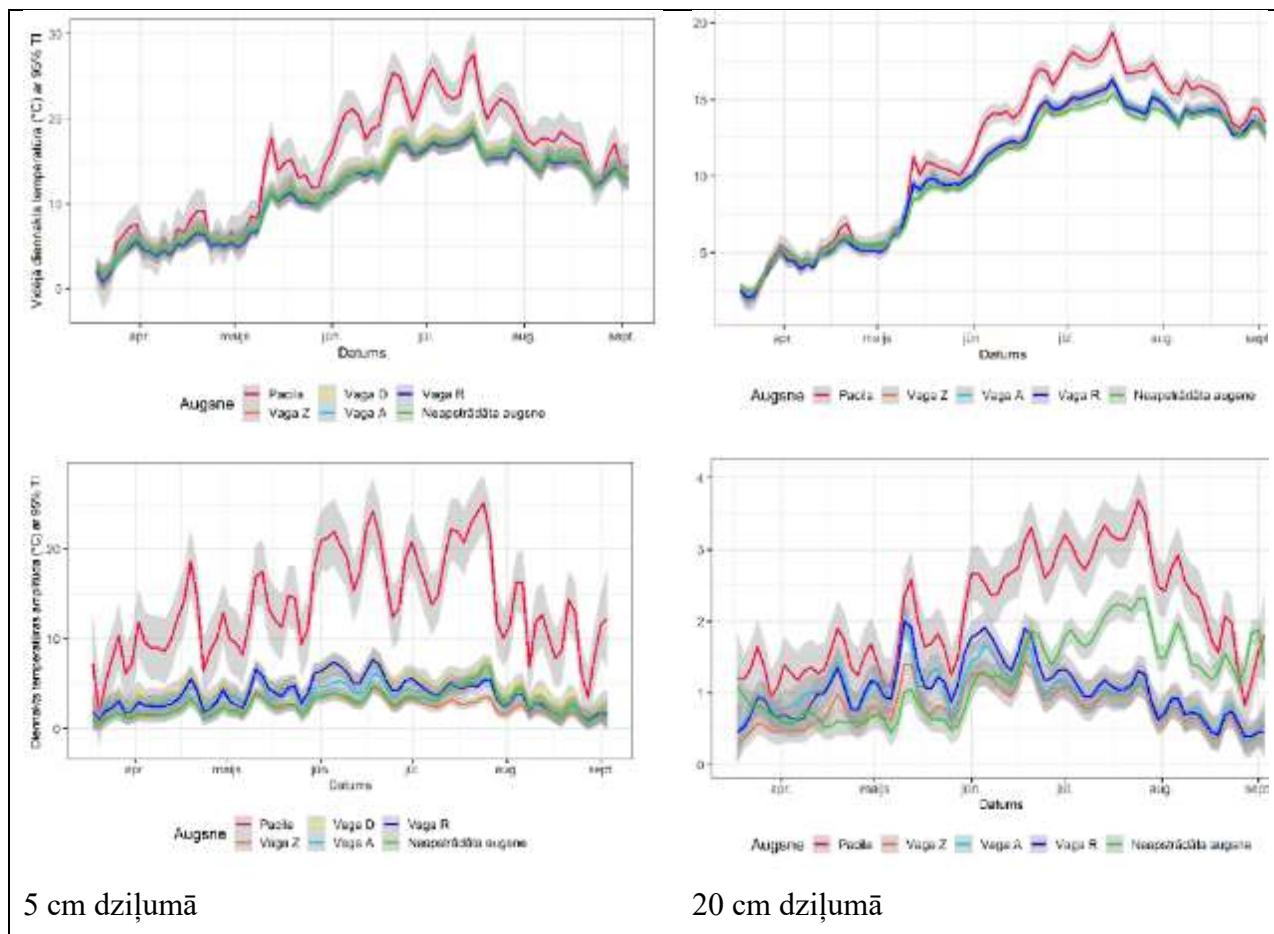


Attēls 1.7. 2018. gada pavasarī LVM Ziemeļkurzemes reģionā šaurlapju kūdrēnī (707-17-14; 707-28-2) stādīto P augstums 2021. gada nogalē (N – nebojāts, G – iepriekš bojāts galvenais dzinums).

LVM Ziemeļkurzemes reģionā ierīkotajos P izmēģinājumu stādījumos šaurlapju kūdrēnī briežu dzimtas dzīvnieku nodarītais bojājumu apjoms bija būtisks - vairāk kā puse no iestādītajām P 2018/19. gada ziemas sezonā tika apkostas, attiecīgi bojāto koku vidējais augstums atpaliek aptuveni par vienu augšanas sezonu (Attēls 1.7).

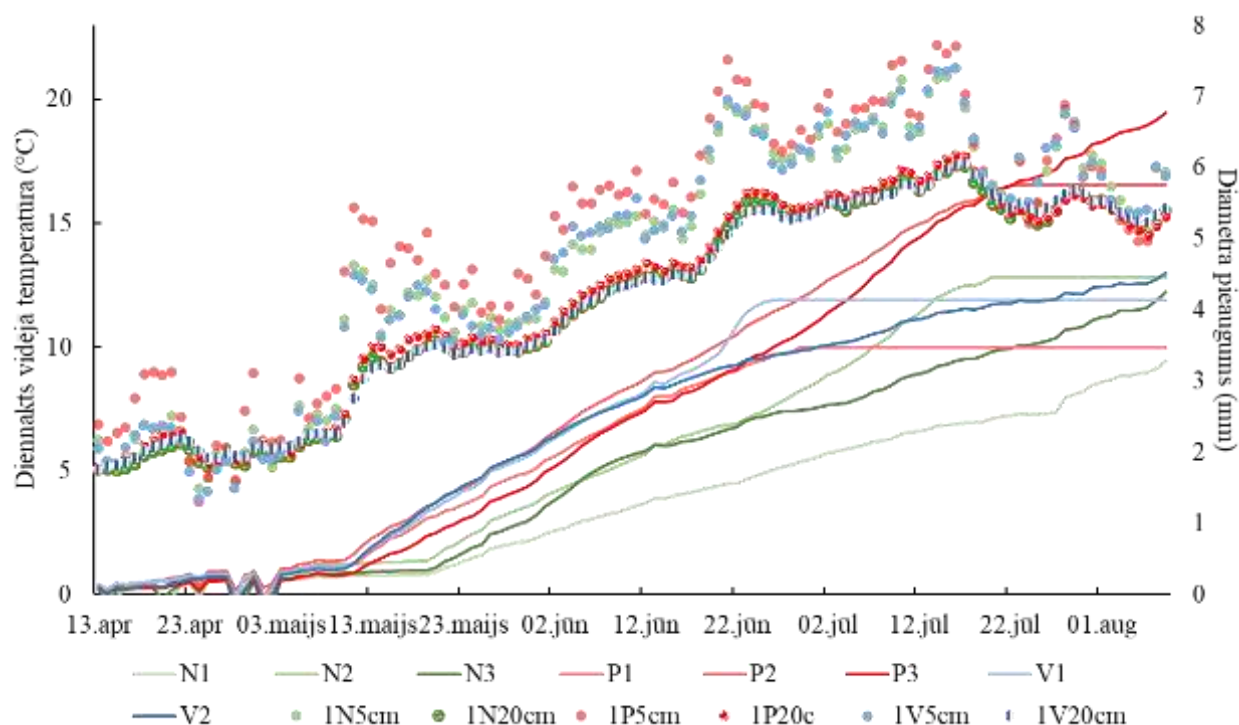
Augsnes sagatavošanas veida un vagu izvietojuma saistība ar augsnes temperatūru koku stādīvietās

Veģetācijas sezonas beigās nolasīti temperatūras dati no temperatūras sensoriem, kas izvietoti LVM Zilokalnu iecirkņa eksperimentālajos stādījumos Av nogabalos. Kapsulas augsnē ievietotas 5 un 20 cm dziļumā visos stādīvietu veidos. Augsnes temperatūra veģetācijas sezonas laikā pakāpeniski pieauga un maksimumu 5 un 20 cm dziļumā sasniedza jūlija vidū. Īpaši straujš temperatūras kāpums notika no 9. līdz 13. maijam, kad vidējā diennakts temperatūra 20 cm dziļumā pieauga par 5 °C. Būtiskas temperatūras atšķirības bija 5 cm dziļumā starp pacilu un pārējiem augsnes sagatavošanas veidiem. Tiltņos, kas eksponēti pret dienvidiem, temperatūra bija būtiski augstāka, kā negatavotā augsnē un pārējās vagās, bet 20 cm dziļumā būtiski atšķīrās tikai temperatūra pacilās ($p < 0,05$). Diennakts temperatūru amplitūdas lielākas bija 5 cm dziļumā, un vasaras laikā pacilās tā pārsniedza pat 20 °C. Bet 20 cm dziļumā diennakts temperatūra bija salīdzinoši vienmērīga, un tās amplitūda nepārsniedza 2 °C, izņemot pacilas, kur vasaras laikā starpība starp dienas maksimālo un minimālo temperatūru sasniedza arī 3,5 °C (Attēls 1.8).



Attēls 1.8. Vidējā diennakts temperatūra (augšā) un diennakts temperatūras amplitūda (apakšā) sadalījumā pa augsnes sagatavošanas veidiem (LVM Ziemeļkurzemes reģions, Av (703-208-28.2; 703-208-28.1)).

Slapjajā damaksnī (703-226-14.1) dati iegūti gan ar augsnes temperatūras sensoriem, gan ONSET koku radiālā pieauguma sensoriem, kas kopš 2020. gada 8. aprīļa divas reizes dienā saglabā koku caurmēra datus. Augsnes temperatūra būtiski ($p < 0,05$) atšķīrās 5 cm dziļumā starp visiem trim stādvieta veidiem, bet 20 cm dziļumā, kur izvietojas koku balstsaknes, būtiskas temperatūras atšķirības netika novērotas. Augsnes diennakts vidējā temperatūra mainījās līdzīgi kā iepriekš aprakstītajās Av jaunaudzēs – bija izteikts temperatūras kāpums no 10 līdz 13. maijam, kad 20 cm dziļumā temperatūra pieauga vairāk kā par 4 °C, un šajā brīdī arī konstatēts koku diametru pieauguma sākums. Negatavota augsne sasila lēnāk, un šādā gadījumā koku diametru pieaugumu sākums aizkavējās par aptuveni 6 dienām. Starp temperatūras pieaugumu un diametra pieaugumu pastāvēja cieša korelācija (korelācijas koeficients robežās no 0,96-0,98). Kokiem, kuri bija stādīti sagatavotā augsnē, radiālais pieaugums pieauga straujāk kā nesagatavotajā augsnē augošajiem (Attēls 1.9).



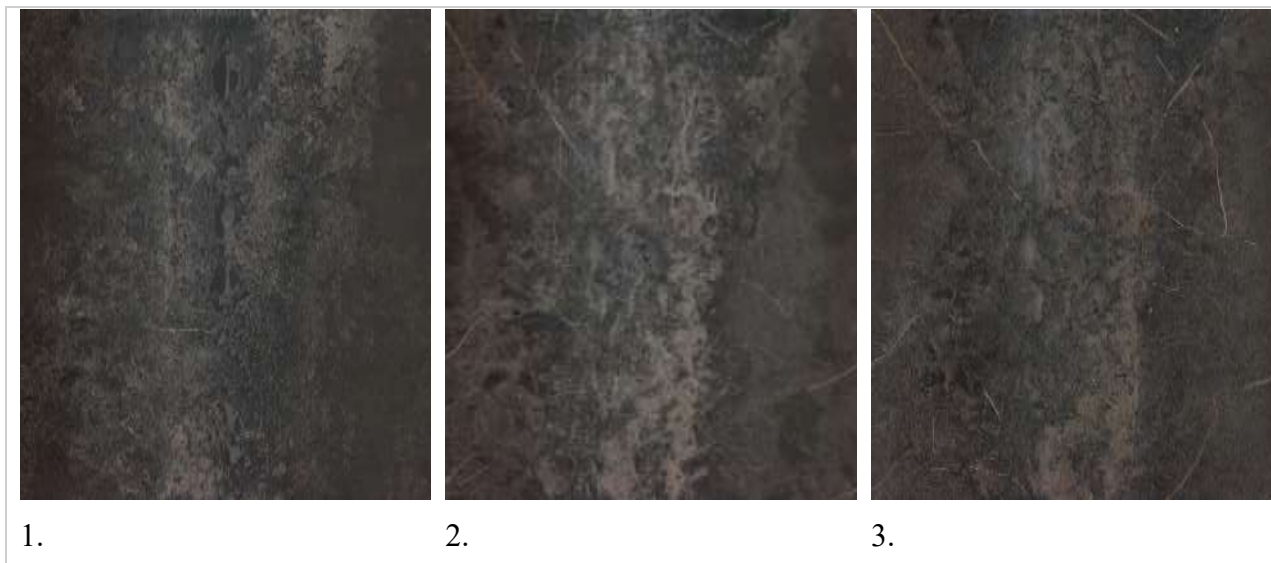
Attēls 1.9. Vidējās augsnes diennakts temperatūras un koku diametra izmaiņas veģetācijas sezonas laikā (N, P, V - augsnes gatavošanas veids, ar līnijām atzīmēti dati no katra ONSET sensoriem, bet ar apliem diennakts vidējā temperatūra dažādos dziļumos).

Sakņu attīstības nedestruktīva izpēte, metodes kalibrācija

Lai 2022. gada veģetācijas sezonā varētu uzsākt sakņu nedestruktīvu izpēti, 2021. gadā tika veikts sakņu attīstības izpētes piloteksperiments. Tā ietvaros veģetācijas traukos iestādīti papeļu spraudēni meža augsnē, kur iepriekš ievietotas caurspīdīgās caurules (Attēls 1.10). Saknes skenētas reizi nedēļā ar “CI-600 In-Situ Root Imager”, iegūstot sakņu attēlus dažādās to attīstības stadijās (Attēls 1.11). Pēc attēlu ieguves ir iespējams noteikt noskenēto sakņu garumu, sazarosanos un laukumu.



Attēls 1.10. Papeļu eksperimentālais trauks ar ievietotu sakņu skenēšanas cauruli sešas nedēļas pēc stādīšanas.



Attēls 1.11. Papeļu sakņu skenējumi. 1.– divas nedēļas pēc stādīšanas. 2. – četras nedēļas pēc stādīšanas. 3. – sešas nedēļas pēc stādīšanas.

Lauka apstākļos 2022. gadā pirms veģetācijas sezonas sākuma augsnē ievietos 1 m garas, caurspīdīgas akrila caurules 80 cm dziļumā, skenēšanu veicot uzreiz pēc uzstādīšanas, bet atkārtoti - reizi trīs nedēļās. Nedestruktīvo izpēti veiks evapotranspirācijas izpētes audzēs LVM Ziemeļlatgales vai Ziemeļkurzemes reģionos. Caurules izvietos visos stādvieta sagatavošanas veidos sagatavotā augsnē blakus augošajam kokam (katrā variantā trīs caurules). Nākamās četras gadus sakņu sistēmas attīstība tiks pētīta nemainīgās paraugšanas vietās. Izpēti varētu veikt pie Šlīteres esošajos meža nogabalos, kur ir traucēta P augšana, un augsnes gatavošana vēl ir tikai plānota. Paredzēts augsni sagatavot pacilās, apvērstās pacilās, kā arī atstāt kontrolei nesagatavotu augsni (Attēls 1.21). Caurules ievietotu pavasarī, uzreiz pēc stādīšanas, kas dotu iespēju sekot līdz koka balstsaknes attīstībai stādvietās dažādos augsnes gatavošanas veidos.

Atziņas

Ceturtais augšanas sezonas noslēgumā būtiski augstāki ir pacilās stādītie B. Straujāk auguši B un Ma kailsakņu stādi ar uzlaboto sakņu sistēmu un E kailsakņu stādi. Visos stādvieta veidos P ietvarstādi auga straujāk, salīdzinot ar kailsakņiem. Sagatavotā augsnē, īpaši pacilās, ievērojami mazāk stādi izkrituši. Trešajā un ceturtajā augšanas sezonā izdzīvojušo koku skaits līdzīgs.

Pirmajā un otrajā augšanas sezonā briežu dzimtas dzīvnieku apkostie P stādi, trešajā un ceturtajā augšanas sezonā ir bijuši augtspējīgi (saglabājuši vitalitāti), bet tie atpaliek augstumā par vienu līdz divu sezonu augstuma pieaugumu.

Stādvieta pacilā, salīdzinot ar vagu un nesagatavotu augsni, pavasarī sasilst nedēļu ātrāk. Tādēļ E stādi radiālos pieaugumus sāk veidot nedēļu ātrāk, un tas notiek intensīvāk nekā citos augsnes gatavošanas veidos. Tas rezultējas ar lielākiem radiālajiem pieaugumiem sezonas noslēgumā. Stādvietā pacilā visā sezonas laikā ir augstāka temperatūra, salīdzinot ar vagām un nesagatavotu augsni.

Sakņu attīstībai dažādi izveidotās stādvietās iespējams sekot ar augsnē ievietotām caurspīdīgām akrila caurulēm, kas piemērotas datu ievākšanai ar cilindriskiem skeneriem.

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

2021. gada darba uzdevums: Iespēju izpēte evapotranspirācijas modeļu apzināšanai un to adaptēšanai Latvijā. Datu ievākšana sugu sastāva dažādošanai atbilstoši paredzamajiem mitruma apstākļiem un augsnes auglībai, kā arī atjaunošanas paņēmienam (stādīšana, sēšana, papildināšana, augsnes sagatavošana) un sugai, ilgtermiņa izpētes objektu ierīkošana.

1.2.1. Metodiskā pieeja evapotranspirācijas noteikšanai

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. Zviedrijas zinātnieki (Launiainen et al. 2019)¹, 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.

Izstrādāta uzlabota pieeja, izmantojot informāciju par koka veidu (skuju/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 m² 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.

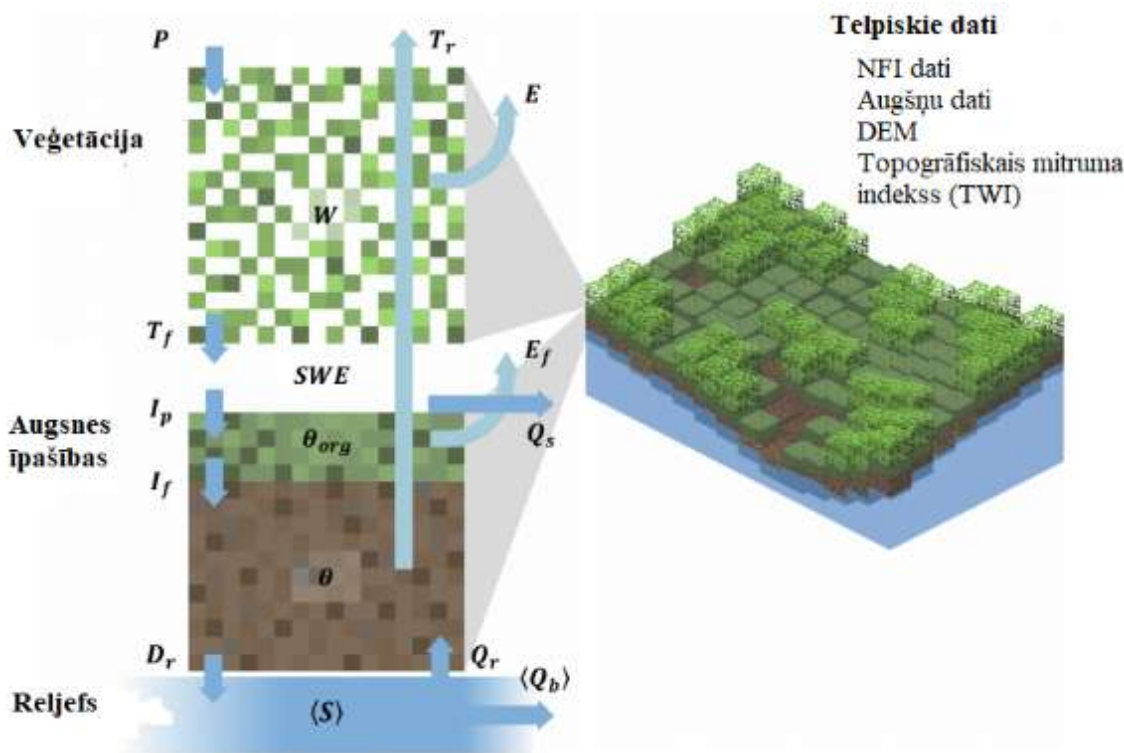
1.2.2. SpaFHy evapotranspirācijas modelis

SpaFHy evapotranspirācijas modelis sastāv no trim apakšmodeļiem. Procesi veģetācijā un augsnes virskārtā ir telpiski modelēti katrai režģa šūnai, savukārt TOPMODEL hidroloģiskais modelis izmantots, lai sasaistītu telpiskos modeļus ar novērotajiem noteces datiem sateces baseinā (Attēls 1.12).

Modelis darbojas ar sekojošiem ieejas mainīgajiem, jeb ietekmējošajiem parametriem:

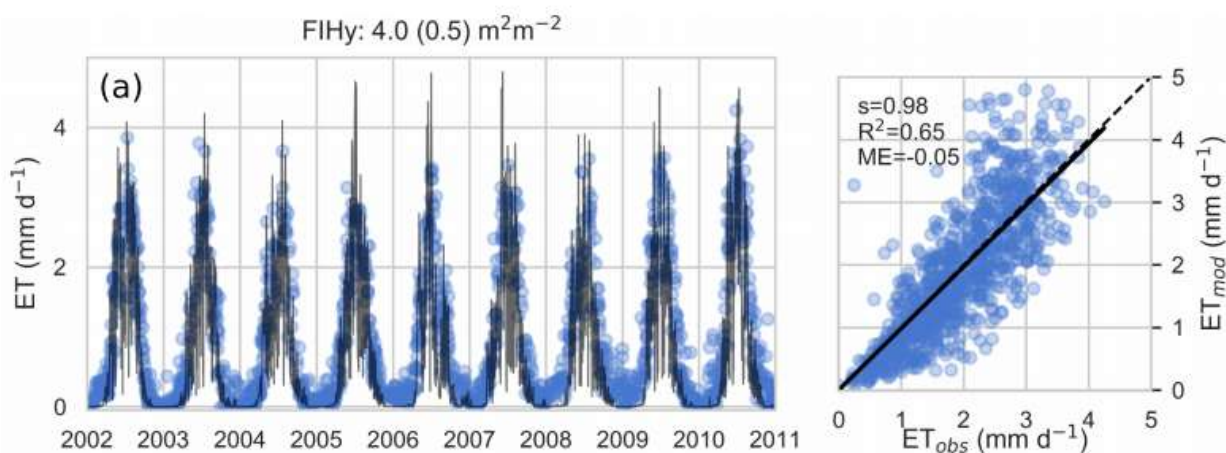
- 1.1. lapu koku lapu laukuma indekss (LAI) gan lapu kokiem, gan skuju kokiem atsevišķi;
 - 1.2. koku augstums (m);
 - 1.3. organisko vielu akumulācijas horizonta biezums, vidējā gaisa temperatūra (°C), Saules radiācija (W m⁻²), relatīvais gaisa mitrums (%), vēja ātrums (m s⁻¹), diennakts kopējais nokrišņu daudzums (mm d⁻¹);
 - 1.4. sakņu dziļums, augsnes elektrovadītspēja un penetrācijas pretestība.
2. Reljefs un TOPMODEL:
 - 2.1. topogrāfiskais mitruma indekss (TWI);
 - 2.2. sateces baseinu robežas un ūdensobjekti.

¹ Launiainen S., Guan M., Salmivaara A., Kieloaho A.-J. (2019). Modeling forest evapotranspiration and water balance at stand and catchment scales: a spatial approach. Hydrology and Earth System Sciences, 23, 3457–3480.



Attēls 1.12. Shematiska modeļa ieejas datu vizualizācija (Launiainen et al. 2019).

Prognozētā evapotranspirācija un sakņu zonas mitrums salīdzināts ar 10 gadu mērījumiem paraugteritorijās, kurās dominē P mežaudzes. Rezultāti liecina, ka modelis ar augstu precizitāti prognozē novērotos sezonālos modeļus gan kalibrēšanas, gan validācijas perioda laikā. Regresijas diagrammas norāda, ka evapotranspirācijas prognožu novirze ir nenozīmīga un tās labi atspoguļo mainību laikā, atkarībā no ievades parametriem, savukārt, augsnes mitruma izmaiņas netiek raksturotas tik labi (Attēls 1.13).



Attēls 1.13. Prognozētā evapotranspirācija (ET_{mod}) salīdzinājumā ar instrumentāli noteikto (ET_{obs}) (Launiainen et al. 2019).

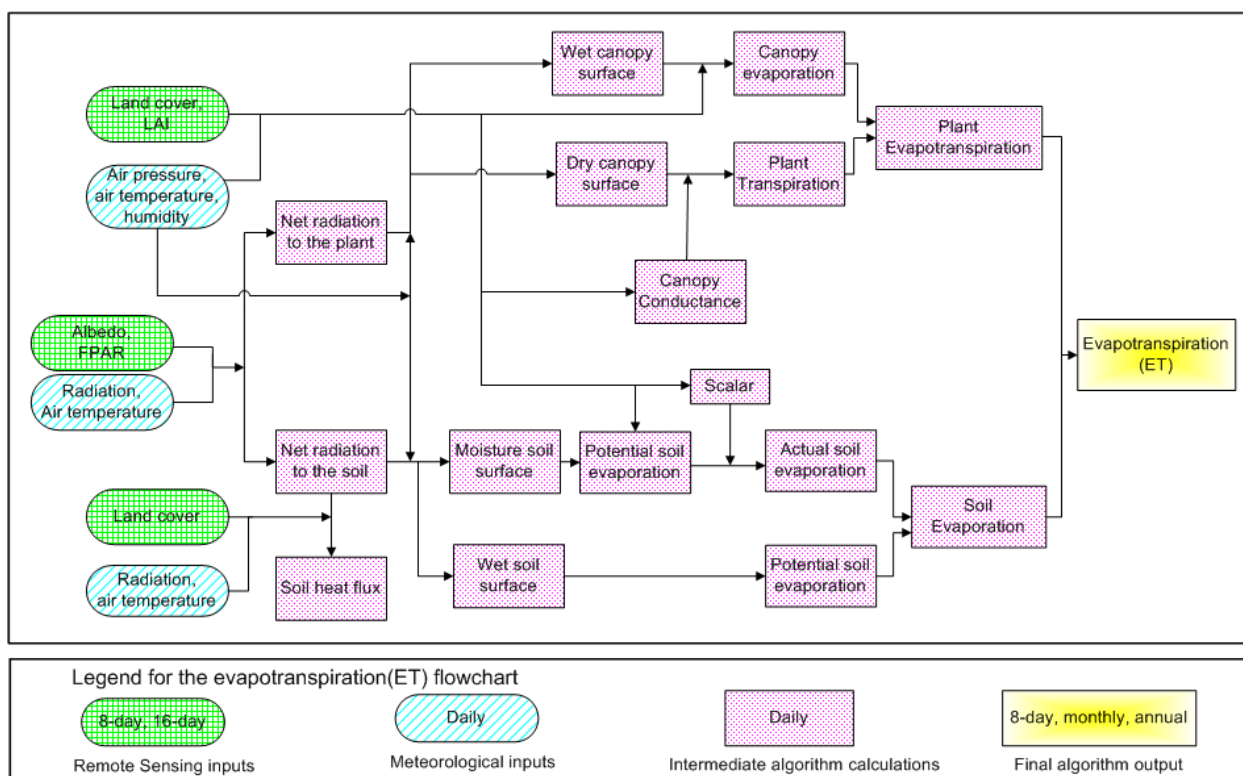
Kopumā, modeļa veiktspēja audzes līmenī tiek raksturota kā apmierinoša, un evapotranspirācija prognozēta precīzi vairākās paraugteritorijās Somijas klimatiskajos apstākļos. Modeļa ieejas dati ir kalibrēti atbilstoši boreālajai un boreonemorālajai klimata zonai, līdz ar to, ir pamatoti izvirzīt hipotēzi, ka tas ir piemērots evapotranspirācijas prognozēšanai un augsnes mitruma prognožu

uzlabošanai arī Latvijā. Galvenie izaicinājumi šī modeļa izmantošanai praksē būtu saistāmi ar vietai specifisku ieejas datu pieejamību.

Šis modelis ir veidots, lai prognozētu kopējo evapotranspirāciju neliela mēroga teritorijās.

1.2.3. MOD16 modelis

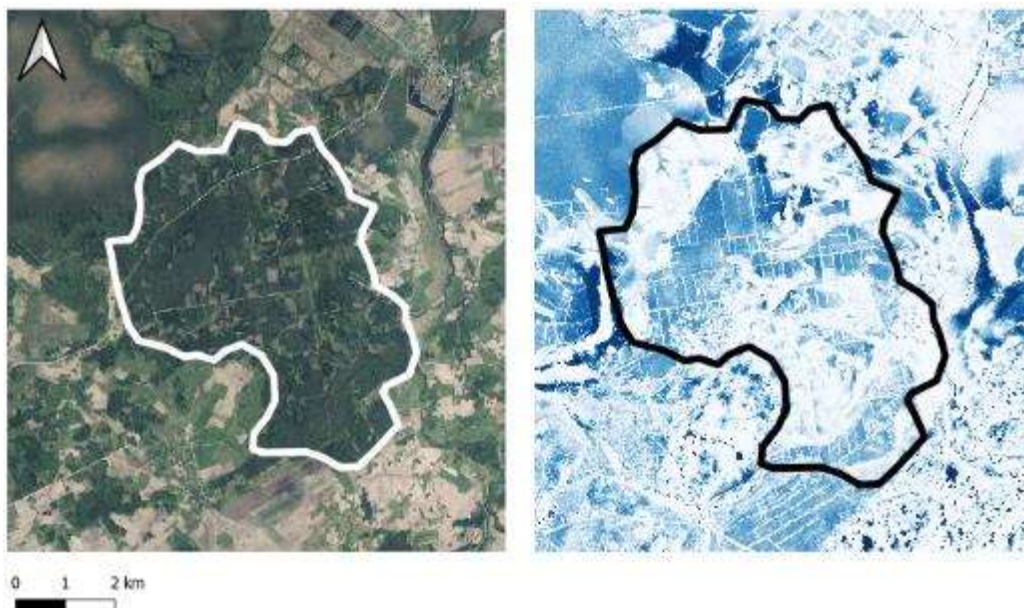
Audzes un sateces baseina līmenī evapotranspirāciju iespējams validēt, izmantojot lielāka mēroga modelēšanas rīkus. Viens no tādiem ir MOD16 modelis (Running et al. 2019)², kuru izstrādājuši ASV Nacionālā aeronautikas un kosmosa administrācijas pētnieki. Tā darbības principi ir ļoti līdzīgi iepriekš aprakstītajam LUKE izstrādātajam audzes līmeņa modelim, tikai tā darbības mērogs ir ar 500 m horizontālo izšķirtspēju un ievades dati ir iegūstami no globālajiem tālizpētes un meteoroloģisko datu avotiem, piemēram, MODIS (vidējas izšķirtspējas radiospektrometrs). Evapotranspirācijas aprēķina algoritms ir viens – Penman-Moneith algoritms (Attēls 1.14).



Attēls 1.14. MOD16 evapotranspirācijas modeļa darbības shēma (Running et al. 2019).

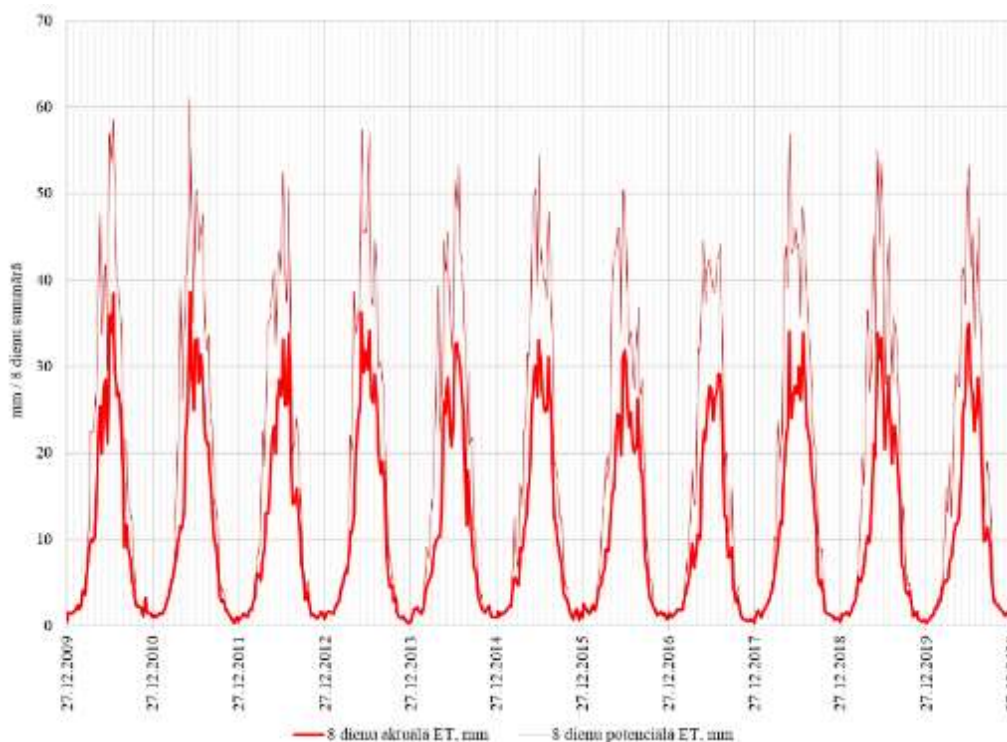
Pirms SpaFHy modelim nepieciešamo datu sagatavošanas veikta MOD16 modeļa testa datu ieguve brīvi izvēlētā paraugteritorijā LVM teritorijā Lubānas ezera D daļā (Attēls 1.15).

² 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

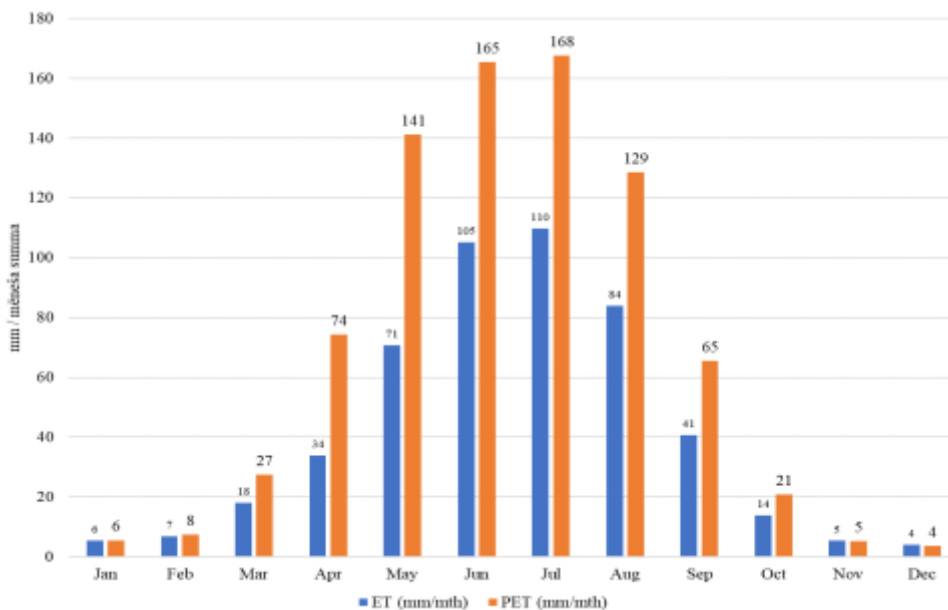


Attēls 1.15. MOD16 izmēģinājuma teritorijas LVM Ziemeļlatgales plānošanas reģionā ortofoto un augsnes mitruma kartes.

Modeļa izejas datus iespējams iegūt par laiku, sākot no 2000. gada līdz konkrētajam brīdim. Tie sevī ietver 8 dienu summāro potenciālo un aktuālo evapotranspirāciju (Attēls 1.17) gan telpisko datu veidā, gan CSV formātā attēlošanai grafiski (Attēls 1.16).



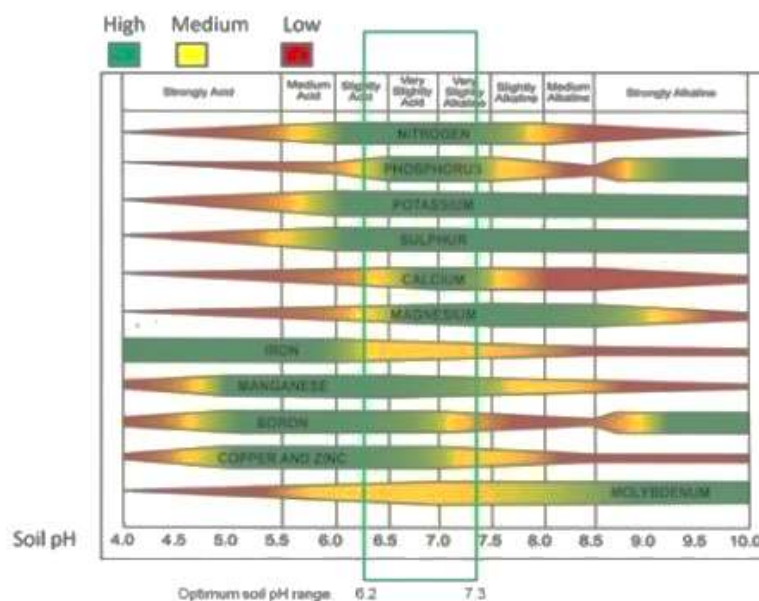
Attēls 1.16. Paraugteritorijas potenciālā un aktuālā evapotranspirācija pēc MOD16 ET modeļa.



Attēls 1.17. Paraugteritorijas pēdējo 10 gadu summārā aktuālā un potenciālā evapotranspirācija pa mēnešiem.

1.2.4. Metožu validācijai pieejamās teritorijas raksturojums

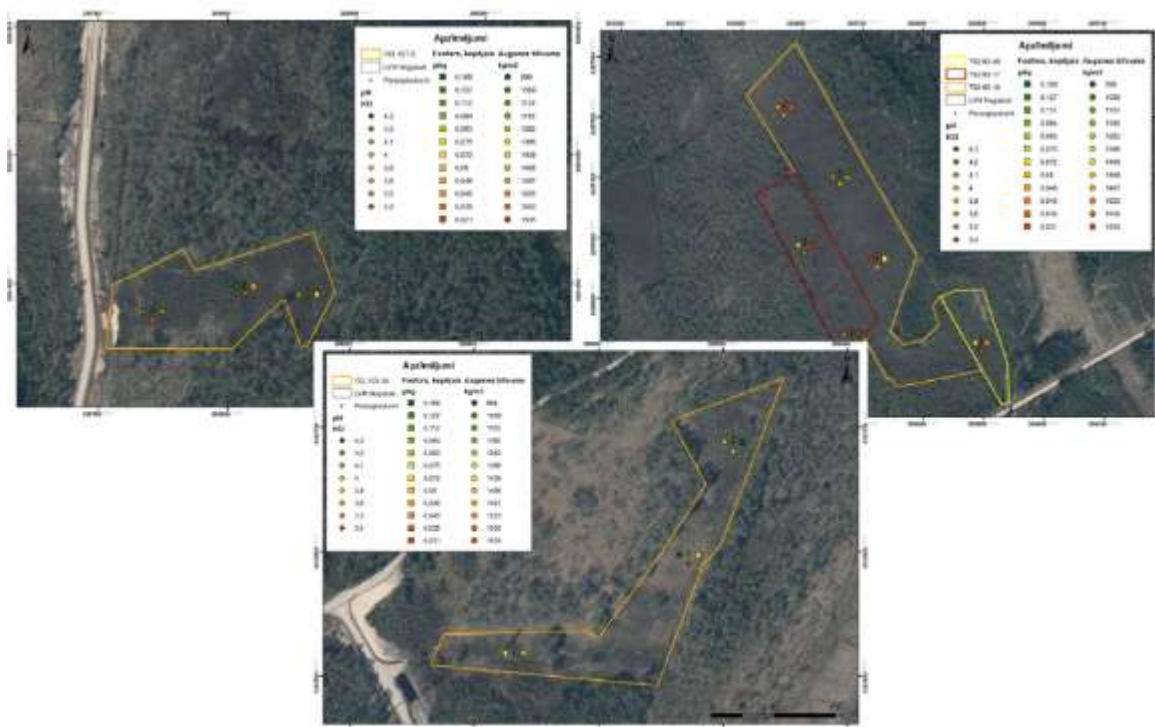
Uzsākta ilgtermiņa izpētes vietas ierīkošana LVM Ziemeļkurzemes reģionā, Rindas iecirknī, P audzēs (5 nogabalos), kurās novērota aizkavēta koku augšana. Izvēlēto izpētes poligona centros ievākti augsnes paraugi un ieraktas gruntsūdens akas. Augsnes paraugiem LVMI Silava Meža vides laboratorijā noteikts blīvums, pH un kopējā fosfora saturs. Augsnes reakcija būtiski ietekmē augiem pieejamo barošanas elementu daudzumu, jo skābā vai bāziskā vidē ir traucēta vairāku augu barošanās elementu uzņemšana, tai skaitā fosfora (Attēls 1.18). Skābā vidē ir traucēta makroelementu uzņemšana.



Attēls 1.18. Augsnes reakcija un elementu pieejamība (pēc Division of Agriculture and Natural Resources, University of California).³

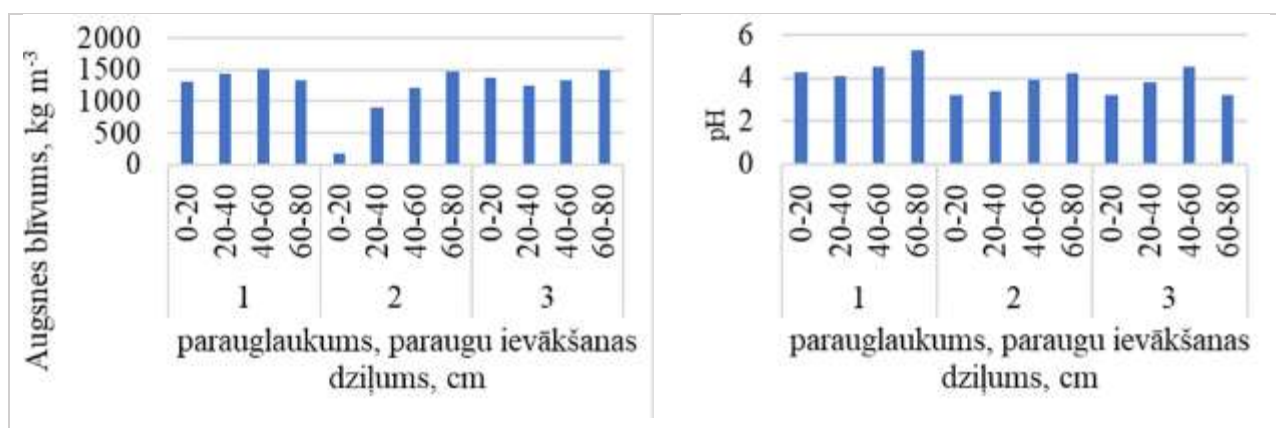
³https://ucanr.edu/sites/Salinity/Salinity_Management/Effect_of_salinity_on_soil_properties/Effect_of_pH_sodicity_and_salinity_on_soil_fertility/

Skābā vidē fosfors saistās nešķīstošos dzelzs savienojumos, bet bāziskās augsnēs tas veido nešķīstošus savienojumus ar alumīnija joniem⁴. Apsekotajos nogabalos ir gan ļoti skābas augsnes, gan zems fosfora saturs, gan blīvas augsnes (Attēls 1.19).



Attēls 1.19. Augsnes reakcija, fosfora saturs un augsnes blīvums atveseļojamās P jaunaudzēs LVM Rindas iecirknī.

Augsne dziļākajos slāņos ir blīvāka un skābāka (Attēls 1.20), un fosfora nodrošinājums vājāks (augšņu analīžu rezultāti doti pielikumā). Koku augšanai nepieciešamos apstākļus iespējams uzlabot, apvēršot augsni stādvieta vai veidojot pacilas ar apvērstu velēnu.

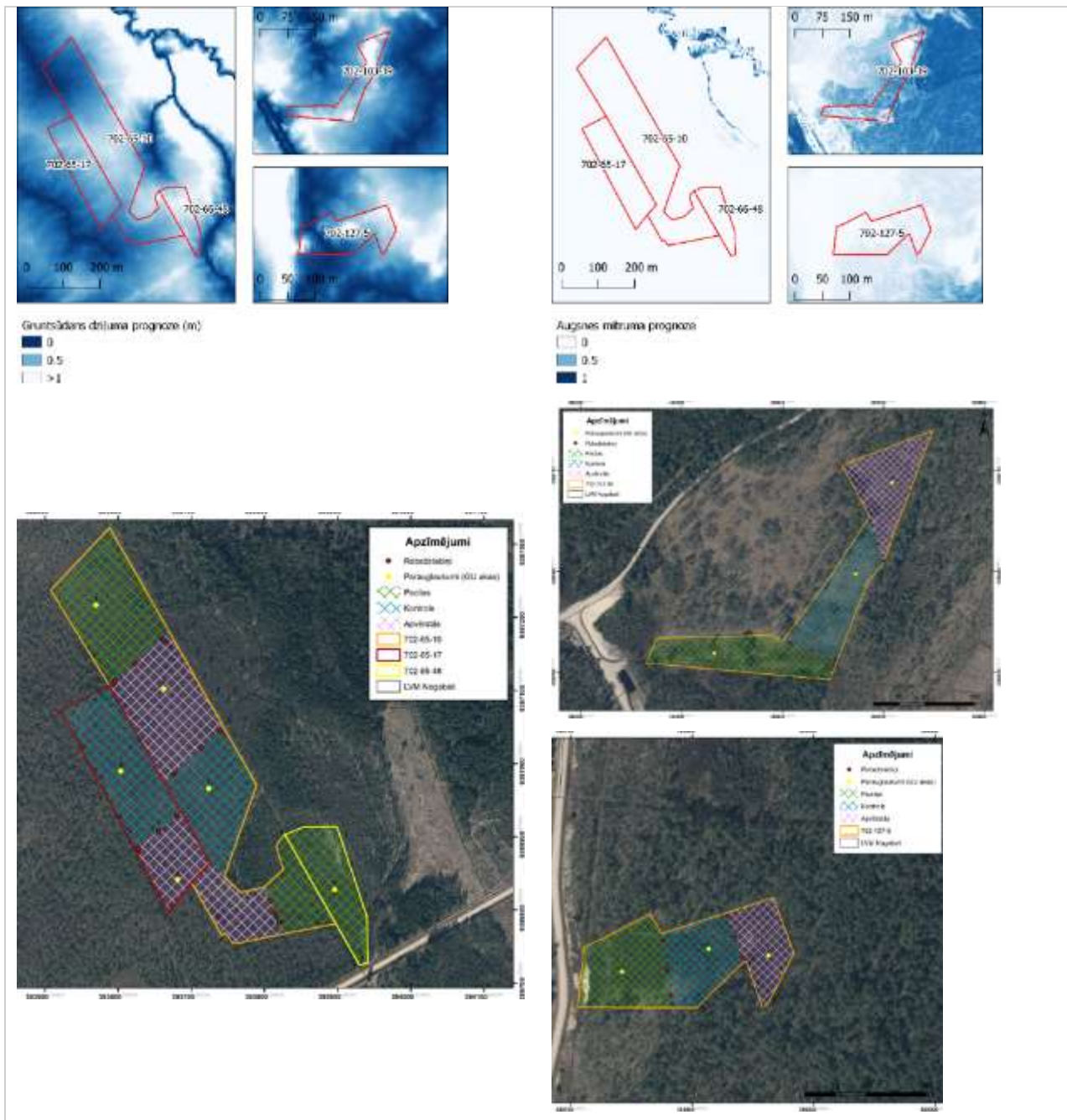


Attēls 1.20. Augsnes blīvums un augsnes reakcija (702-103-39).

Vadoties no paredzamā aprēķinātā DTW, kas norāda gruntsūdens līmeņa dziļumu pēc nokrišņiem, un WAM, kas norāda uz augsnes mitruma prognozi skalā no 0 līdz 1, kur 0 - sausi apstākļi, 1 – mitri,

⁴ Penn, Chad J., and James J. Camberato. 2019. "A Critical Review on Soil Chemical Processes that Control How Soil pH Affects Phosphorus Availability to Plants" Agriculture 9, no. 6: 120. <https://doi.org/10.3390/agriculture9060120>

pieāvāts dalījums laukumos – ierīkojot paraugpoligonus – dažādus audzes papildināšanas scenāriju variantus – nesagatavota augsne, pacilas, apvērsta augsne (Attēls 1.21).



Attēls 1.21. Telpiski attēlots no nokrišņu un augsnes mitruma prognozes datiem aprēķinātais gruntsūdeņu dziļums un LVMI Silava piedāvātais ilgtermiņa izpētes poligona ierīkošanas izkārtojums .

Atziņas

LVMI Silava zinātnieki sadarbībā ar LVM darbiniekiem 2022. gadā ir gatavi uzsākt Somijā un ASV izstrādāto evapotranspirācijas modeļu pielāgošanu un kalibrāciju pielietošanai Latvijā.

LVM Ziemeļkurzemes reģiona Rindas iecirknī apsekoto nīkuļojošo P audžu galvenie augšanu limitējošie faktori ir blīva, skāba smiltis. Ir jāveic augsnes aerācija, stādījumu papildināšana, stādvieta sagatavojot kā pacilas vai apvēršot un uzirdinot augsni vismaz 60 cm dziļumā.

1.3. Vienlaicīga augšanas apstākļu uzlabošana un stādīšana

2021.gada uzdevums: Trūkstošo makro un mikroelementu nodrošināšanas stādam stādīšanas brīdī izpēte - ArGrow produkta efektivitātes novērtējums.. N izotopu proporciju analīzes, stādīto koku uzmērījumi.

Pētījums par jaunajiem kokiem nepieciešamo makro un mikroelementu krājumu augsnē 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 koku saknes, nevis pieejams viengadīgajām nezālēm un daudzgadīgiem lakstaugiem, kā tas notiek, ja papildus barošanās elementus augsnes virskārtā iestrādā vienlaidus vai izkliedē ap stādvieta.

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 granulū iebēršanai stādvieta (Attēls 1.22).



Attēls 1.22. Granulēta mēslojuma/biostimulanta *AG* ienesi stādvieta pielāgots stādāmais stobrs.

Platībās, kur augsni sagatavoja ar disku arkliem, dalījumu starp variantiem izveidoja pamīšus – pa dubultvagām, savukārt platības, kurās veidotas pacilas, sadalītas vairākos sektoros/poligonos (sektoru skaits pielāgots nogabala kopējai platībai un ģeometriskai formai) (Attēls 1.23)



Attēls 1.23. Pētījuma teritoriju izvietojums Pededzes iecirknī.

Izmēģinājumu stādījumi ierīkoti 15 nogabalos – septiņos nogabalos augsni sagatavoja ar disku arkliem, veidojot stādvietas vagas, astoņos nogabalos – ar ekskavatora kausiem, veidojot pacilas (Tabula 1-5, Attēls 1.23).

Tabula 1-5. ArGrow eksperimenta mežaudžu raksturojums

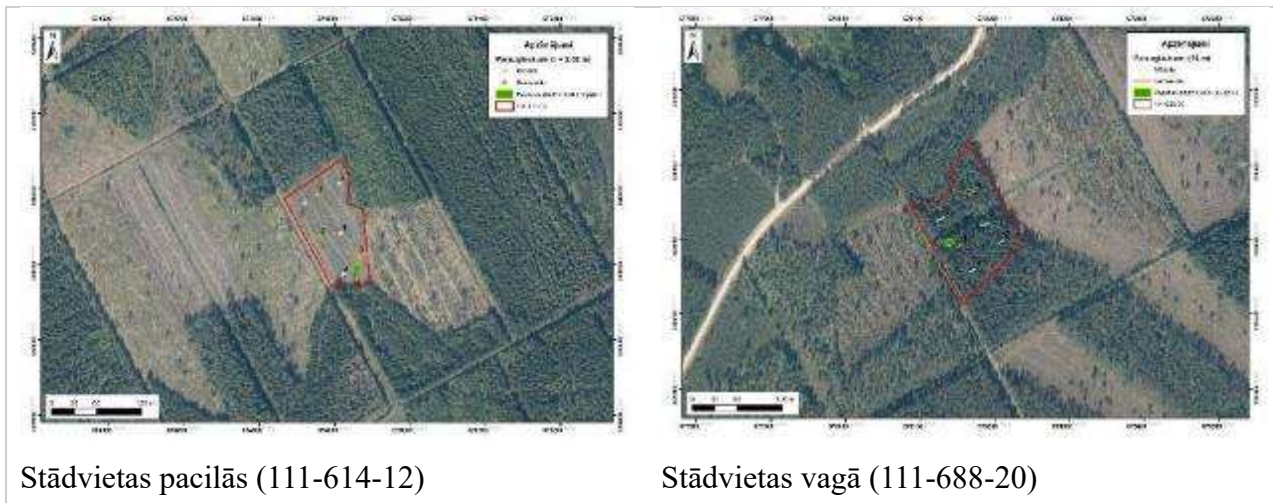
Meža tips	Nogabals	Nogabala platība, ha	Ierīkoto ilgtermiņa prauglākumu skaits	Augsnes/stādvietas sagatavošanas veidi	Koku suga
Mētrājs	111-691-7	2,24	6	Vagas***	P
	111-632-20	2,28	6		
	111-632-11	2,16	6		
Slapjais mētrājs	111-632-8	1,86	6		
Damaksnis	111-319-8	0,89	10		
	111-319-9*	1,35	-		
Šaurlapju kūdrenis	111-688-20	1,34	6	Pacilas	E
	111-614-12	1,08	8		
	111-697-2	1,49	6		
Gārša	111-359-10	0,32	4		
	111-359-3	0,74	6		
	111-367-9	2,49	12		
	111-367-12	1,03	-		
Platlapju kūdrenis	111-393-2**	0,76	8		
Platlapju ārenis	111-394-2	1,25	6		

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

** *Iezīmētajā biomasas uzskaites parauglākumā saglabājušies tikai divi koki.*

*** *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 stādvieta atrodas pacilā, ierīkoja izmēģinājumu un kontroles poligonus. Nogabalos, kur stādvietas izvietotas vagās, AG granulas iebēra zem visu stādīto koku saknēm katrā otrajā dubultvagu rindā.”(Attēls 1.24).



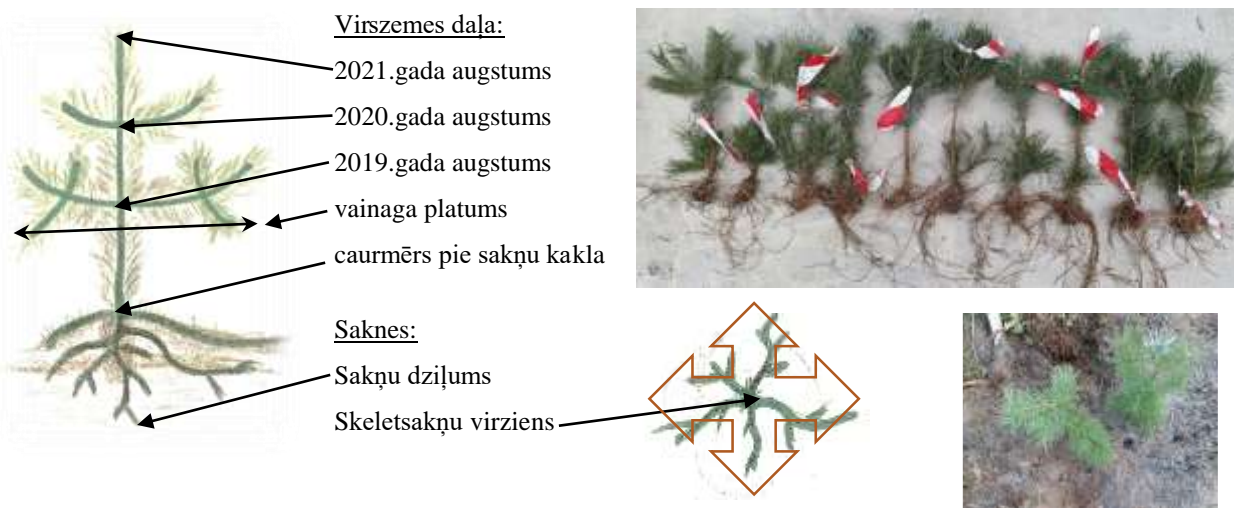
Attēls 1.24. Biostimulanta AG efektivitātes izmēģinājumu dizains, šaurlapju kūdreņi, stādīti P ietvarstādi (autors T.A.Štāls).

Pēc meža atjaunošanas darbu pabeigšanas, 2020. gada 4. un 5. jūnijā, katrā nogabala kontroles daļā – pacilās vai vagās (blakus esošajiem nemēslotajiem stādiem), ieberot stādvieta AG, iestādīti 10 ietvarstādi, nomarkējot vietas, kur kontroles daļā blakus stādvieta stādīt 10 koki ar arginīna fosfātu ielabotā stādvieta, kā arī iezīmējot ilgtermiņa uzskaites parauglaukumu centrus izmēģinājuma un kontroles daļā (Attēls 1.24).

1.3.1. Lauka darbu metodika

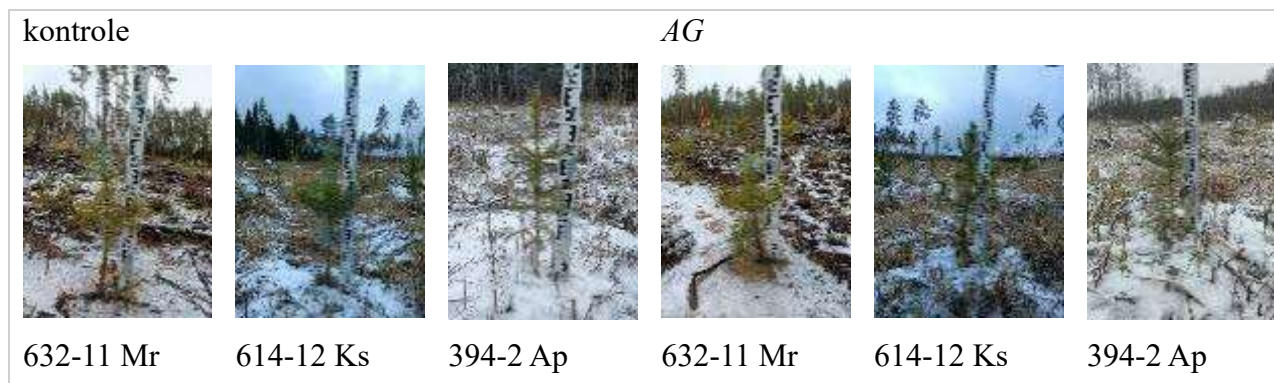
LVM Austrumvidzemes reģiona Pededzes iecirknī, 15 nogabalos, 20 ha platībā ierīkotajos izmēģinājuma stādījumos 2021. gada veģetācijas sezonas beigās uzsākta ietvarstādu biomasas un augšanas izpēte, ievācot paraugkokus biomasas analīzēm un uzmērot to morfoloģiskos rādītājus.

Vērtēta blakus augušo koku sakņu sistēmas veidošanās un augšana – stādvieta ar un bez AG granulu iebēršanas katrā nogabalā izrokot 10 stādus: piecus, kuri auguši stādvieta ar arginīna fosfātu saturošām granulām, un piecus kontroles kokus (Attēls 1.25).



Attēls 1.25. Ietvarstādu augšanas gaitas un sakņu attīstības vērtēšanai veikto mērījumu shēma.

Kokiem uzmērīts pieaugums un atsegta sakņu sistēma, lai novērtētu sakņu izvietojuma virzienus un dziļumu. Izraktie koki nogādāti LVMI Silava Meža vides laboratorijā, kur noteikta dabiski mitru un gaissausu koku biomasas.



Attēls 1.26. 2020. gada pavasarī vagās vai pacilās stādītie P un E ietvarstādi 2021. gada novembrī.

Lai iegūtu pietiekami lielu datu kopu, papildus blakus augušo koku uzmērījumiem ierīkoti 25 m² lieli apļveida parauglaukumi (ja stādvieta pacila) un 10 m gari– dubultvagu uzskaites posmi, kuros stādītajām E vai P uzmērīts vainagu platums, augstums 2019., 2020. un 2021. gadā, kā arī caurmērs pie sakņu kakla (Attēls 1.25, Attēls 1.26).

2021. gada septembrī/novembrī novērtēti koku stumbra un zaru bojājumi, apkodumi, veselības stāvoklis. Skalā no 1-4 vērtēti P lielā smecernieka nodarīti stumbru bojājumi:

- 1 – viens mizas grauzums, kas neapdraud stāda vitalitāti;
- 2 – vairāki mizas iegrauzumi, kas neapdraud stāda izdzīvošanu;
- 3 – daudz grauzumu vai aptverošs lūksnes bojājums, kas apdraud stāda izdzīvošanu;
- 4 – smecernieku bojājuma dēļ nokaltis stāds.

1.3.2. N izotopu proporciju noteikšana ar un bez AG stādītajā augušanai kokiem.

Izmantojot izotopu attiecību masspektrometrijas metodi, P un E jaunajās skuju un zarus 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 °C) un skābekļa klātbūtnē paraugs tiek sadedzināts, kā rezultātā paraugā esošais slāpekļis tiek nooksidēts līdz NOx. Tālāk NOx nonāk reducēšanas kolonnā (Cu), kur tas tiek reducēts līdz brīvam N₂. Gāzu hromatogrāfā tas tiek atdalīts no citām gāzēm un ūdens, un rezultātā nonāk masspektrometrā, kur vienlaicīgi tiek noteikts 15N un 14N izotopu saturs un savstarpējā attiecība paraugā. Kā standartvielu izmanto glutamīnskābi ar zināmu slāpekļa saturu un sertificētu izotopu attiecības vērtību paraugā.

Slēdziens no LU ĶF – stādiem, kas auguši ar un bez AG stādītajā augušanai kokiem 2020. un 2021. gada egļu pieaugumos N izotopu proporcija atšķirīga, bet priežu stādiem atšķirības nav būtiskas. Tātad egles uzņem ar biostimulantu ienesto arginīna fosfātu. Pētījums tiks turpināts 2022. gadā, analizējot N un citu elementu attiecības ar un bez biostimulanta stādītajā augušanai kokiem.

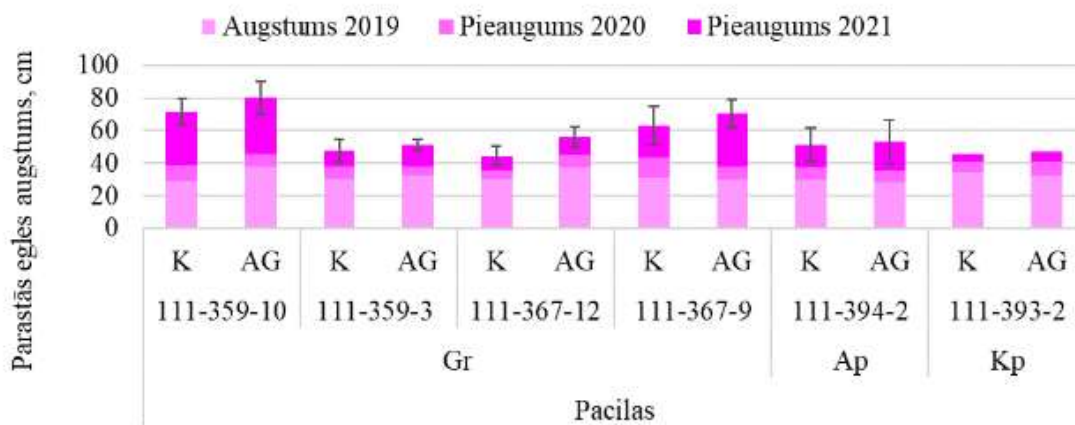
1.3.3. Uzmērījumu rezultāti un to analīze

Koku augstums, caurmērs, vainagu platums

Parastā egle

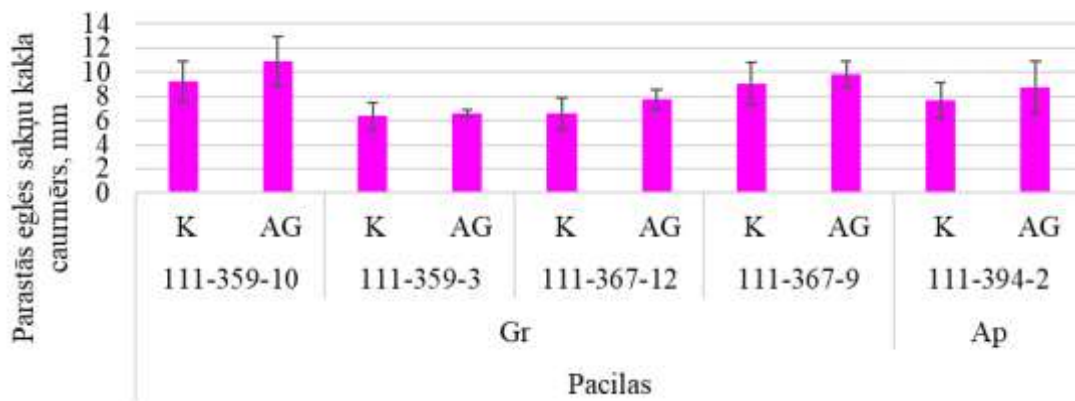
Aprēķināti parasto E vidējie augstuma rādītāji, vērtējot gan koku augstumu iestādīšanas brīdī, gan pirmā un otrā gada pieaugumus. Noskaidrots, ka labāk aug stādījumi, kuriem izmantots

biostimulants *AG*. (Attēls 1.27). Nogabala ietvaros, starp kontroles un *AG* stādījumiem statistiski būtiskas atšķirības konstatētas gāršā 111-367-12, kur labāk auguši koki, kam stādīvietā iebērts *AG*. Pētījumus turpinās, jo biostimulantam ir kumulatīvs efekts – pēdējās augšanas sezonas pieaugumi (pieaugums 2021) visos uzmērītajos parauglaukumos ir augstāki nekā iepriekšējā augšanas sezonā (pieaugums 2020).



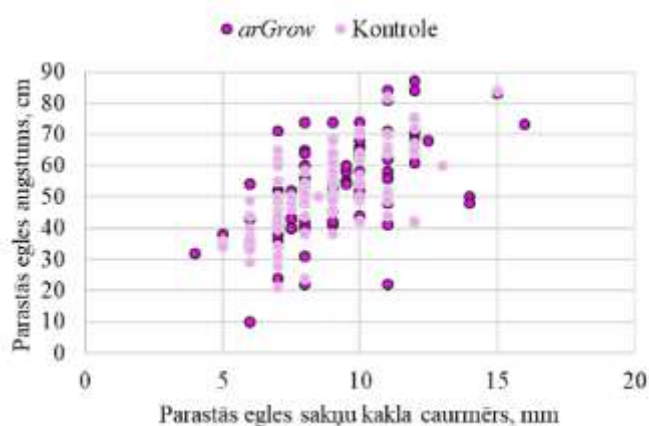
Attēls 1.27. Pacilās stādītas E augstuma pieaugumi sadalījumā pa augšanas sezonām dažādos meža tipos (ar *AG* un bez *AG* stādīvietā - (K); standartnovirzes nogrieznis koka kopējam augstumam).

E sakņu kakla caurmēri kontroles un ar *AG* ielabotiem stādījumiem (Attēls 1.28.) nebija statistiski būtiski atšķirīgi. E augstums korelē ar caurmēru, koki nav izstīdzējuši (Attēls 1.29).

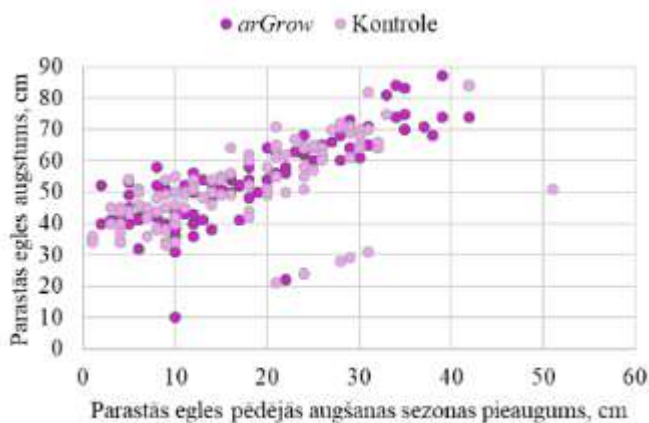


Attēls 1.28. Pacilās stādītas E caurmēri pie sakņu kakla trešās augšanas sezonas beigās stādījumos dažādos meža tipos ar *AG* un bez *AG* stādīvietā - (K).

Noskaidrots, ka gan kontroles stādījumos, gan ar *AG* ielabotajās stādīvietās augušo E stādu sakņu kakla caurmēri pozitīvi korelē ar stādīto koku augstumu (Attēls 1.29), un korelācija ir vidēji cieša (attiecīgi $r = 0,588$ un $r = 0,683$). Savukārt, starp E pēdējās augšanas sezonas pieaugumu un koka kopējo augstumu (Attēls 1.30), ja izmantots *AG*, bija pozitīva, cieša sakarība ($r = 0,760$), bet kontroles stādījumos – vidēja sakarība ($r = 0,605$).

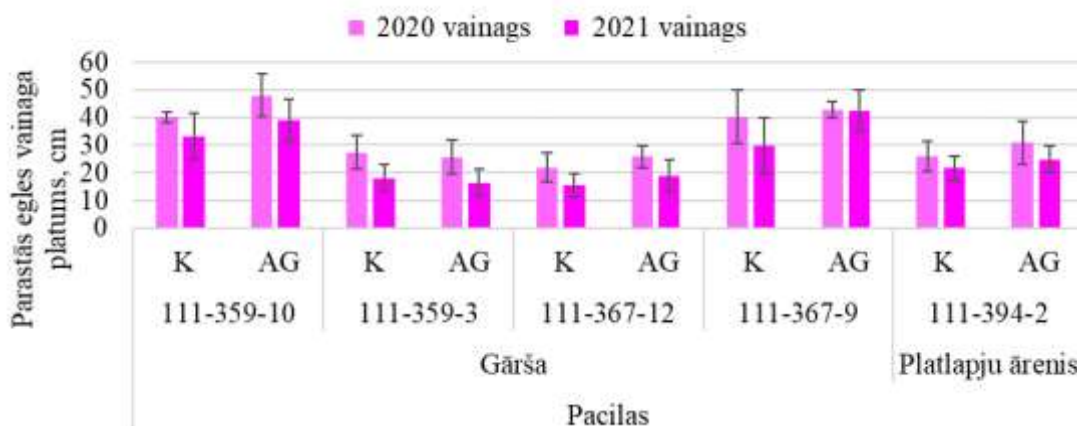


Attēls 1.29. E sakņu kakla caurmēra un koka augstuma sakarība.



Attēls 1.30. E pēdējās augšanas sezonas pieaugums attiecībā pret kopējo augstumu.

Salīdzināti ar un bez AG stādīvietā augušu E stādu vainagi, noskaidrojot, ka 2020. gada vainagi bija plašāki kokiem, kam stādīvietā ievietots arginīna fosfāts, tomēr atšķirības nebija statistiski būtiskas (Attēls 1.31).



Attēls 1.31. Pacilās stādītas E vainagu platumi otrās un trešās augšanas sezonas beigās stādījumos dažādos meža tipos (ar AG un bez AG stādīvietā - (K)).

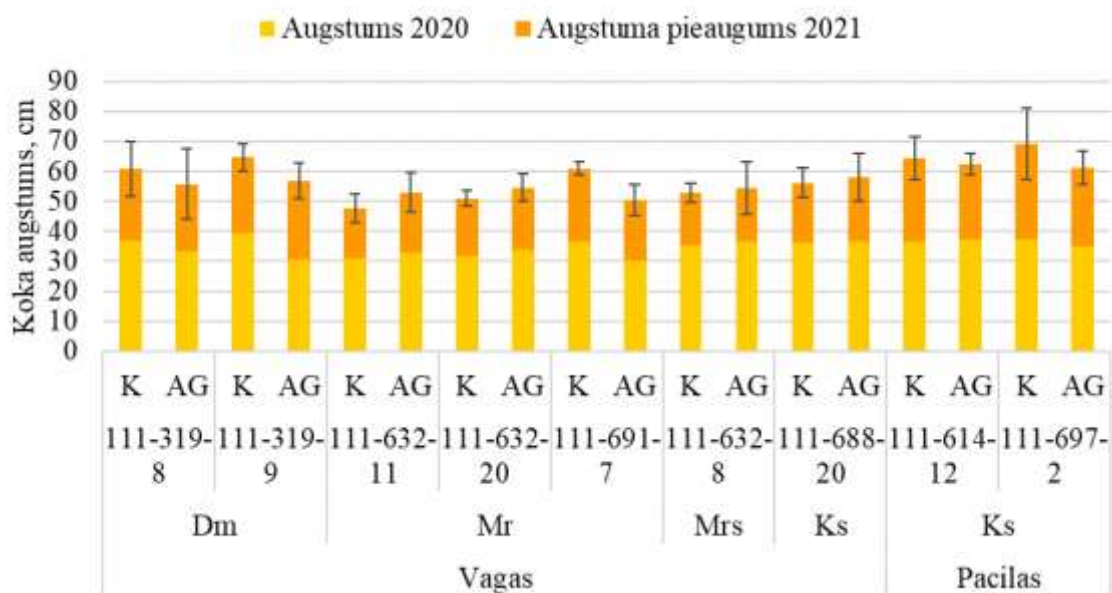
Parastā priede

P stādu augstums 2020. un 2021. gadā (Attēls 1.31) nebija būtiski atšķirīgs, netika novērots, ka biostimulanta *AG* izmantošana būtu pozitīvi ietekmējusi koku augstumu un pēdējā gada pieaugumu.

Nogabala ietvaros starp stādiem, kam stādvietā iebērtas arginīna fosfāta granulas, un kontroles stādiem augstuma atšķirības lielākoties nav statistiski būtiskas. Statistiski būtiskas koka augstuma atšķirības konstatētas Mr 111-319-9 un Mr 111-691-7, kur lielāks augstums bija kokiem kontroles stādījumos.

Salīdzinot vagās un pacilās augušu parastās P stādu augstumu šaurlapju kūdrēnī, konstatēts, ka P bija augstākas, ja augsne sagatavota, veidojot pacilas. Tomēr augstuma atšķirība nebija statistiski būtiska. Labāku augstuma rādītāju tendence pacilās skaidrojama ar mazāku platības aizzēluma ietekmi.

Šaurlapju kūdrēnī, kur augsne sagatavota vagās, lielāks augstums ir kokiem, kuriem stādvietā iebērtas *AG*. Platībās, kur augsne sagatavota pacilās, lielāks augstums ir kontroles variantā auguši kokiem, tomēr arī šī atšķirība nebija statistiski būtiska.

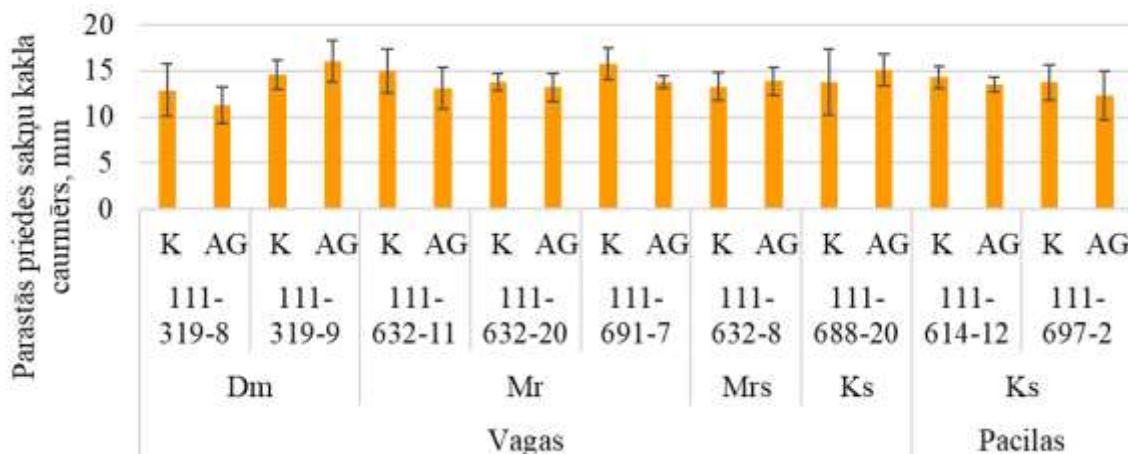


Attēls 1.32. P augstumu pieaugums sadalījumā pa augšanas sezonām stādījumos dažādos meža tipos (ar *AG* un bez *AG* stādvietā - (K); standartnovirzes nogrieznis koka kopējam augstumam).

P caurmērs pie sakņu kakla (Attēls 1.33) viena nogabala ietvaros kontroles un ar *AG* iestrādi stādvietā auguši kokiem nebija statistiski būtiski atšķirīgs.

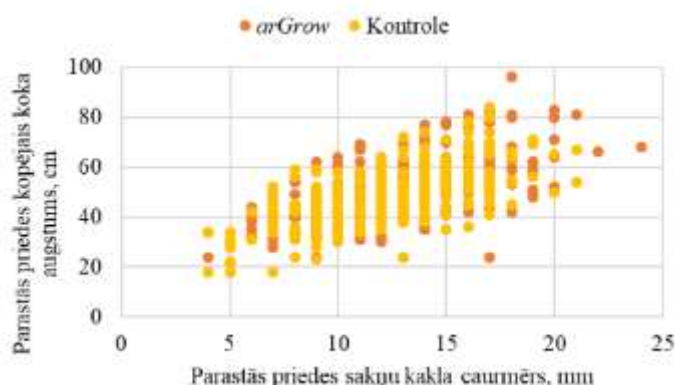
Līdzīgi kā koku augstums, arī caurmērs pie sakņu kakla šaurlapju kūdrēņa nogabalā, kur augsne sagatavota pacilās, bija lielāks kontroles stādījumos. Nogabalā, kur augsne sagatavota vagās, lielāks sakņu kakla caurmērs ir P, kas augusi ar *AG* apstrādi.

Starp šaurlapju kūdrēnī augošajiem kokiem netika konstatētas statistiski būtiskas koku sakņu kakla caurmēra atšķirības. Iespējams, ka ar arginīna fosfātu papildus ienestā N un P efekts P stādījumos izpaužas tad, ja ir ierobežoti citi organiskā slāpekļa avoti.

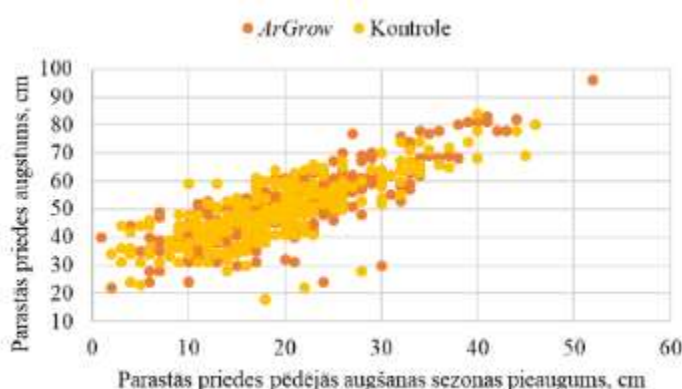


Attēls 1.33. P koka caurmērs pie sakņu kakla stādījumos dažādos meža tipos (ar AG un bez AG stādīvietā - (K); standartnovirzes nogrieznis koka kopējam augstumam).

Starp P stādu sakņu kakla caurmēru un koku augstumu (Attēls 1.34), salīdzinot ar AG apstrādātus un kontroles stādījumus, pastāvēja pozitīva vidēji cieša korelācija (attiecīgi $r = 0,620$ un $r = 0,653$). Cieša pozitīva sakarība (attiecīgi $r = 0,834$ un $r = 0,769$) novērota starp P pēdējās augšanas sezonas pieaugumu un koka augstumu (Attēls 1.35). Abos datu mākoņos redzams, ka lielāks sakņu kakla caurmērs un augstuma pieaugums vairāk sastopami, ja stādīvietā bijis iestrādāts AG. Iespējams, tā iedarbība būs kumulatīva un statistiski būtiski izpaudīsies nākamajos gados.



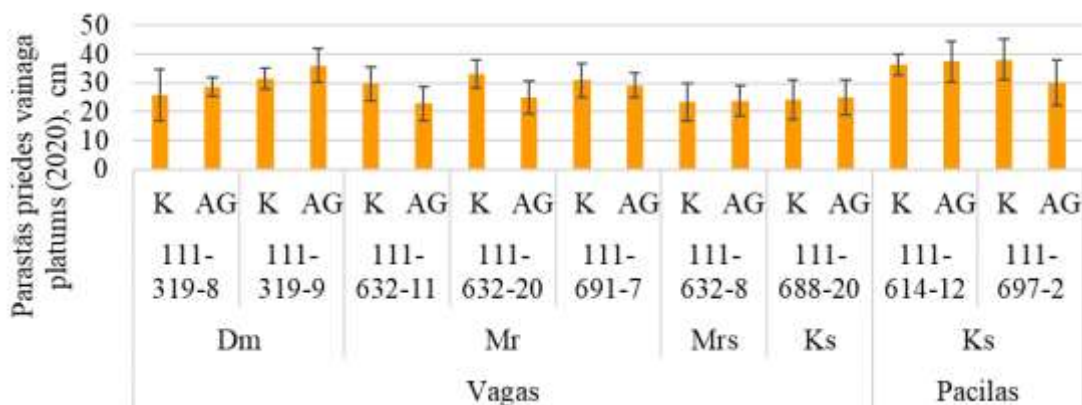
Attēls 1.34. P sakņu kakla caurmērs atkarībā no koka augstuma.



Attēls 1.35. P pēdējās augšanas sezonas pieaugums atkarībā no koka augstuma.

Starp P vainaga platumiem kontroles stādījumos un stādījumos, kur *AG* iestrādāts stādvietā, viena nogabala ietvaros nav konstatētas statistiski būtiskas atšķirības (Attēls 1.36).

Šaurlapju kūdrēnī, kur augsne sagatavota vagās un pacilās, lielāks vainaga platums bija platībās, kur augsne sagatavota pacilās. Statistiski būtiskas P vainaga platuma atšķirības šaurlapju kūdrēnī bija 111-688-20 un 111-614-12 nogabalos gan kontroles, gan stādījumos, kur *AG* iestrādāts stādvietā.

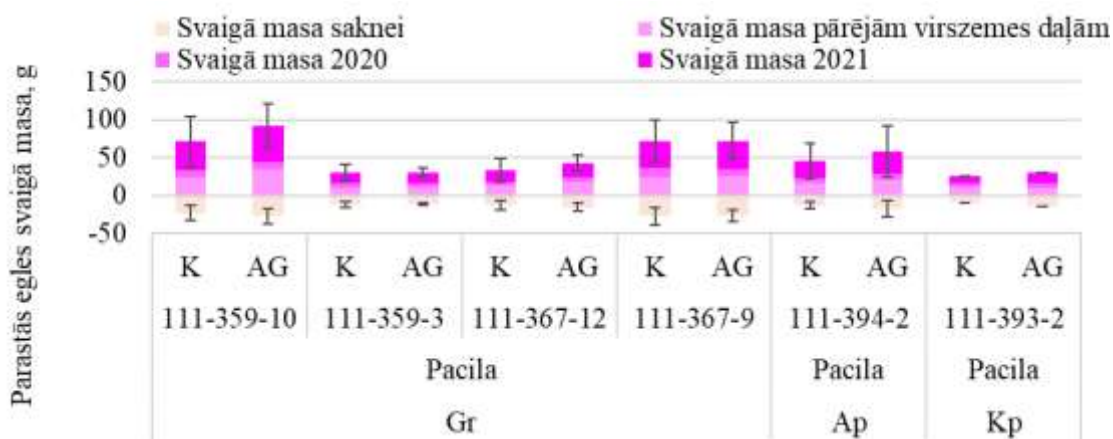


Attēls 1.36. P vainaga platums stādījumos dažādos meža tipos (ar *AG* un bez *AG* stādvietā - (K); standartnovirzes nogrieznis koka kopējam augstumam).

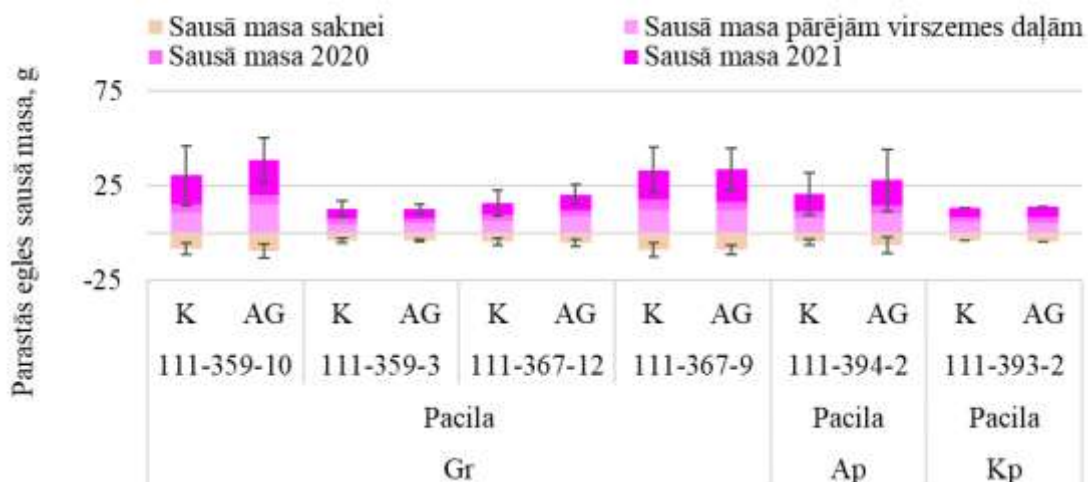
Pēc iegūtajiem rezultātiem var secināt, ka biostimulants arginīna fosfāts pagaidām nav devis būtisku ietekmi uz P augšanu, jo mērīto parametru rezultāti variē. Pagaidām neparādās tendences, ka ar *AG* iestrādā stādvietā būtu panākti labāki rezultāti nekā kontroles stādījumos, ja koki stādīti uz pacilām.

Koku biomasas analīze

Kaut arī koku morfoloģiskie rādītāji galvenokārt uzrāda tendenci, ka biostimulantam ir bijusi stimulējoša ietekme uz koku augšanu, nosakot E virszemes un sakņu biomasu (Attēls 1.37, Attēls 1.38) noskaidrots, ka gan sausnas, gan dabiski mitru auga virszemes daļu kopējā masa ir būtiski lielāka kokiem, kas auguši ar biostimulantu *AG* stādvietā. Sakņu biomasu pagaidām būtiski neatšķiras.

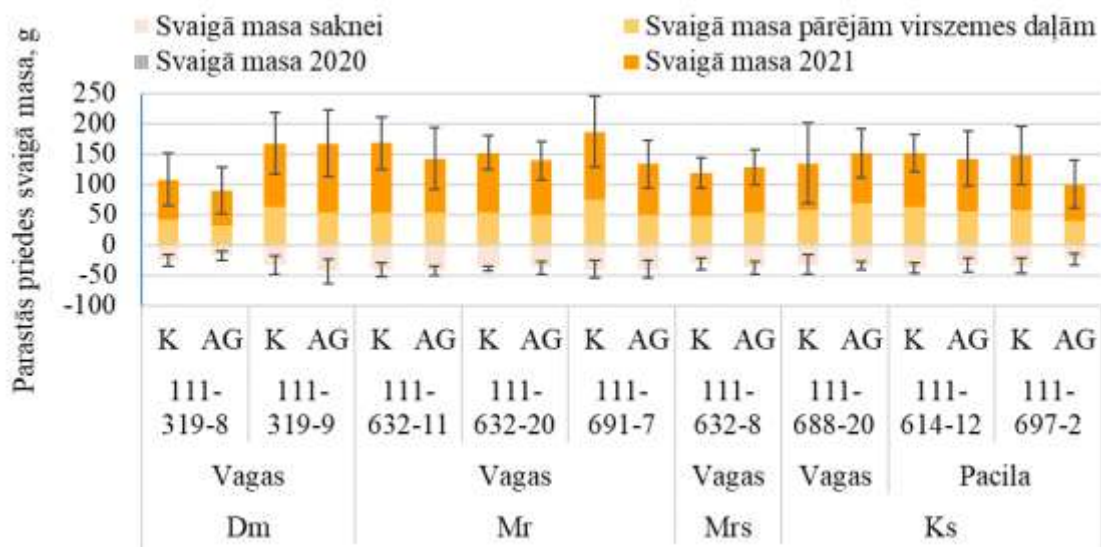


Attēls 1.37. E virszemes un sakņu svaigā masa stādījumos dažādos meža tipos (ar *AG* un bez *AG* stādvietā - (K)).

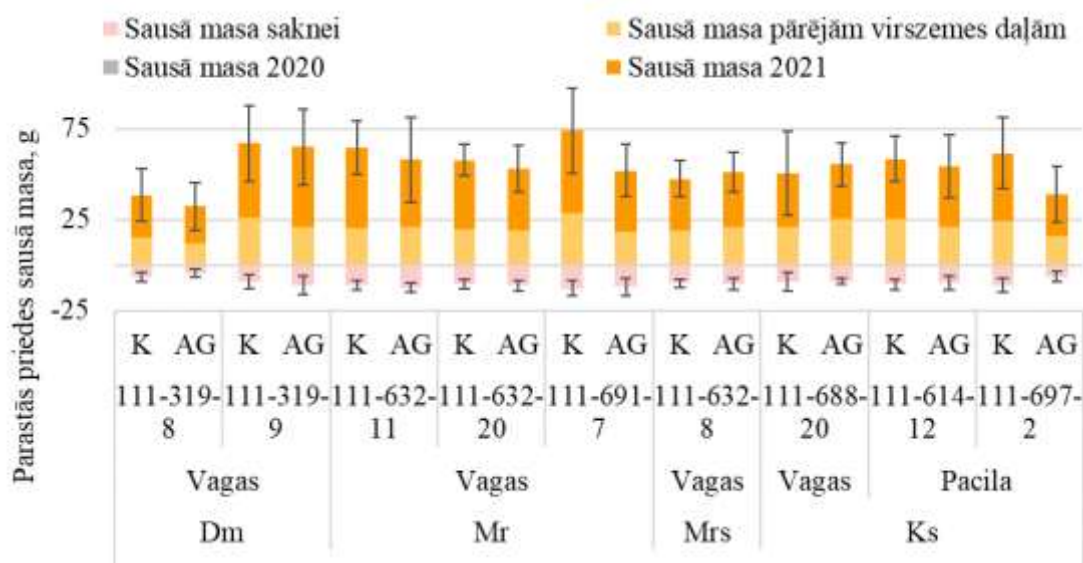


Attēls 1.38. E virszemes un sakņu sausā masa stādījumos dažādos meža tipos (ar AG un bez AG stādvieta - (K)).

P stādījumos kopējā virszemes masa un sakņu masa (Attēls 1.39., Attēls 1.40.) stādījumos ar AG un kontroles stādījumos būtiski neatšķirās. Viena nogabala ietvaros netika konstatētas statistiski būtiskas atšķirības sausai virszemes un sakņu masai starp kontroles un stādvieta ar AG iestrādi augošu koku biomasu.



Attēls 1.39. P virszemes un sakņu svaigā masa stādījumos dažādos meža tipos (ar AG un bez AG stādvieta - (K)).



Attēls 1.40. P virszemes un sakņu svaigā masa stādījumos dažādos meža tipos (ar AG) un bez AG stādvieta - (K)).

Stādīto koku bojājumi

Izmēģinājuma stādījumi katru gadu aizsargāti pret pārnadžu apkodumiem ar mehānisko aizsardzības līdzekli *Cervacol*. Smecernieka nodarīti stumbra bojājumi novēroti tikai P stādījumos. Galvenokārt bojāti vagās stādīto priežu stumbri. Pacilās stādītām P viegli stumbra bojājumi bija tikai vienā nogabalā. Nav novērota sakarību, ka, stādītajās iebraucot arginīna fosfāta biostimulantu, būtu pieaudzis stumbra bojājumu apjoms (Tabula 1-6).

Tabula 1-6. Smecernieka nodarītie stumbra bojājumi.

Stādvieta	Bojājums	Apstrāde	Mr		Mrs	Dm	Ks	
			632-11	691-7	632-8	319-8	688-20	697-2
Pacila	1	K	-	-	-	-	-	29%
		AG	-	-	-	-	-	12%
	2	K	-	-	-	-	-	-
		AG	-	-	-	-	-	16%
Vaga	1	K	3%	2%	2%	10%	14%	-
		AG	3%	9%	18%	13%	11%	-
	2	K	2%	6%	4%	5%	7%	-
		AG	1%	7%	5%	7%	6%	-
	3	K	-	1%	-	-	-	-
		AG	-	1%	-	-	-	-
	4	K	-	1%	2%	-	1%	-
		AG	-	-	1%	-	-	-
	5	K	-	-	-	-	-	-
		AG	-	-	1%	-	-	-

1 – viens mizas grauzums, kas neapdraud stāda vitalitāti; 2 – vairāki mizas iegrauzumi, kas neapdraud stāda izdzīvošanu; 3 – daudz grauzumu, vai aptverošs lūksnes bojājums, kas apdraud stāda izdzīvošanu; 4 – smecernieku bojājuma dēļ nokaltis stāds; 5-izkritis cita iemesla dēļ.

AG izmantošanas efekts pagaidām novērojams tikai E stādījumā. Tas skaidrojams ar to, ka E atbildes reakcija uz organiskā materiāla – humusa – pieejamību ir izteiktāka nekā P. P labi aug arī oligotrofos mežos⁵. Izmēģinājumā stādīti ietvarstādi, iespējams, ka P stādiem pagaidām pietika substrātā esošo augu barošanās elementu nodrošinājums un kokaudzētavā uzņemto elementu rezerves, savukārt E izmanto arī stādvieta iestrādāto arginīna fosfātu. Zināms, ka E labi aug mezotrofos un eitrofos mežos, tai skaitā, mežos ar organiskām augsnēm⁶. LVMI Silava un LVM īstenotās koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījumu programmas ietvaros īstenotajā īstermiņa zinātniskās izpētes misijā iegūts apstiprinājums slāpekļa izotopu, kas ienesti ar biostimulantu *AG*, uzņemšanai E stādu jaunajos pieaugumos, arī 2021.gada pieaugumos konstatēta N izotopu koncentrāciju atšķirības eglēm.

Šajā pētījumā iegūtās atziņas ir līdzīgas citu valstu zinātnieku līdz šim veiktiem pētījumiem. Zviedrijā veiktā pētījumā par P un E stādu ieaugšanos un augšanu ar disku arkliem sagatavotā augsnē secināts, ka, stādot E, daudz labāku rezultātu iegūst, ja no stādvieta nav pilnībā noņemts organiskās vielas slānis – nedzīvā zemsedze.⁷ LVMI Silava veiktos izmēģinājumos P un E ar sadzīves notekūdeņu dūņām smilšainās kāpu augsnēs ielabotās stādvieta E labāk augušas, jau sākot ar otro gadu.⁸ Tikai trīs nogabalos, kur testēta *AG* iedarbība, koku augšanas apstākļi uzskatāmi par oligotrofiem (Mr) un priedes stādītas vagās. Dažos no šiem nogabaliem bija vērojama tendence, ka P pozitīvi reaģē uz stādvieta ienesto arginīna fosfātu. Tas saskan ar zviedru zinātnieku rezultātiem, ka pozitīvs efekts vērojams minerālaugsnē, ja stādvieta sagatavota ar disku arkliem.⁹ Atjaunojot mežaudzi, augsnē iestrādāta pamatmēslojuma efekts izpaužas ilgākā laika periodā. Papildus veidotajiem pieaugumiem tam uz uzkrāto biomasu ir kumulatīvs efekts, un atšķirības, kas sākotnēji uzskatāmas par tendenci, kļūst būtiskas 4-7 gadā pēc pamatmēslojuma ieneses.¹⁰ Iespējams, ka *AG* iedarbības efekts P stādījumā izpaudīsies nākamajos gados.

Atziņas

Biostimulējošs arginīna fosfāta efekts novērojams tikai E stādījumos. Ar arginīna fosfātu ielaboto audžu apsekojumi jāatkārto trešajā sezonā (vērtējot blakus iestādīto koku augšanas rādītājus) un pētījumu programmas noslēdzošā gada rudenī, kad kopš mežaudzes atjaunošanas būs pagājuši seši gadi.

1.4. E audžu atjaunošanas un audzēšanas paņēmieni uzlabošana kūdreņos

Darba uzdevums 2021: Datu ievākšana, lai novērtētu E audzēšanas ekonomisko atdevi kūdreņos. Iepriekš (pagājušā gadsimta nogalē) ierīkoto E plantāciju tipa stādījumu otrās paaudzes produktivitātes, augšanas gaitas un vitalitātes izpēte kūdreņos.

Lai novērtētu E audzēšanas tautsaimniecisko rezultātu kūdreņos, visā pētījumu programmas laikā plānots pētīt atkārtoti kūdreņos stādītas dažāda vecuma E audzes, kas stādītas, izmantojot atšķirīgus stādvieta sagatavošanas paņēmienus un sākotnējo biežumu. Tiks aktualizētas atziņas un dati, kas

⁵ Imants Baumanis, Jansons, Neimane. Priede. Selekcijas, ģenētika un sēklkopība Latvijā. Daugavpils : Daugavpils Universitāte akadēmiskais apgāds "Saule", 2014. 24. lpp.

⁶ Vienvecuma eglu meži Latvijā/Jurģis Jansons, Zane Lībiete, Jānis Donis... [u.c.]; LVMI Silava - Salaspils: DU AA Saule, 2019. - 200 lpp. - ISBN 978-9984-14-853-3

⁷ Oscar Nilsson, Karin Hjelm & Urban Nilsson (2019) Early growth of planted Norway spruce and Scots pine after site preparation in Sweden, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 34:8, 678-688, DOI: 10.1080/02827581.2019.1659398

⁸ Visvaldis Kāposts, Zigurds Kariņš & Andis Lazdiņš (2000) Use of Sewage Sludge in Forest cultivation. *Baltic Forestry*, 6 (2): 24-28

⁹ Bodil Häggström, Matej Domevcik, Jonas Öhlund & Annika Nordin (2021) Survival and growth of Scots pine (*Pinus sylvestris*) seedlings in north Sweden: effects of planting position and arginine phosphate addition, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 36:6, 423-433, DOI: 10.1080/02827581.2021.1957999

¹⁰ Pukkala, T. Optimal nitrogen fertilization of boreal conifer forest. *For. Ecosyst.* 4, 3 (2017). <https://doi.org/10.1186/s40663-017-0090-2>

iegūti iepriekš (pagājušā gadsimta nogalē), pētot E plantāciju tipa stādījumu produktivitāti, augšanas gaitu un vitalitāti. Tiks aktualizēts iepriekš veiktās valsts pētījumu programmas “Vienvecuma E mežu audzēšanas potenciāls auglīgajās meža ekosistēmās” atziņu komplekss kā zinātnisko atziņu apskats par vienvecuma E audžu audzēšanas scenārijiem mainīga klimata apstākļos¹¹. 2021. gadā turpināts pētījums MPS “Medņu līnijas” izpētes objektā, tā rezultātus salīdzinot ar citu zinātnieku atziņām.

1.4.1. Lauka darbi, to metodika

Uzmērīti iepriekš pētījuma “Vienvecuma E mežu audzēšanas potenciāls auglīgajās meža ekosistēmās” ietvaros ierīkoti E, B un Ma tīraudžu un mistraudžu eksperimentālie stādījumi MPS Kalsnavas mežu novadā. Izmēģinājuma dizains sākotnēji veidots no atsevišķiem (20×60 m) parauglaukumiem 3 atkārtojumos – kopā 40 parauglaukumi, kuros E stādītas 2×2, 3×3 un 1×1 m attālumos, ka arī rindu mistrojuma ar Ma un B 2×2 m attālumā). Kokiem nomērīts augstums un caurmērs, kā arī pavasara plaukšanas un augusta dzinumu attīstības pakāpe.

Eksperimentālajā stādījumā 26. un 27. maijā uzskaitīta stādīto E plaukšana, lai to salīdzinātu ar augusta dzinumu sastopamību, kuru uzskaitē notika 1. un 8. septembrī.

E plaukšana novērtēta četrās pakāpēs (Attēls 1.41), kur 1. pakāpes kokam dzinumu pumpuri atradās miera stāvoklī, 2. pakāpes koku dzinumi bija sākuši plaukt, bet 3. pakāpes kokiem jaunie dzinumi bija garāki par 1,5 cm. 0. pakāpes gadījumā koks iznīcis.



Attēls 1.41. Plaukšanas pakāpes. No kreisās 1. – miera stāvoklis vai tikko pārrautas pumpuru segzviņas, 2. – atvēries pumpurs, 3. – jaunais dzinums garāks par 1,5 cm.

Kopā plaukuma pakāpe novērtēta 7431 eglēm. No apsekotajiem kokiem 3188 (43%) bija iznīkuši. Dzīvajiem (4243) kokiem, 3519 (83%) bija tikko pārrautas pumpuru segzviņas vai tie atradās miera stāvoklī, 533 (13%) kokiem bija atvēries pumpurs, bet 191 (4%) kokam jau bija izveidojušies jaunie dzinumi, kas garāki par 1,5 cm.

Augusta dzinumi vērtēti četrās attīstības pakāpēs (Attēls 1.42), kur 1. pakāpe apzīmēja miera stāvoklī esošus kokus, 2. pakāpe – kokus ar uzbriedušiem pumpuriem, 3. pakāpe – kokus, kam attīstījušies augusta dzinumi, savukārt 0. pakāpe piešķirta iznīkušajiem kokiem.

¹¹ Vienvecuma egļu meži Latvijā/Jurgis Jansons, Zane Lībiete, Jānis Donis... [u.c.]; LVMI Silava - Salaspils: DU AA Saule, 2019. - 200 lpp. - ISBN 978-9984-14-853-3



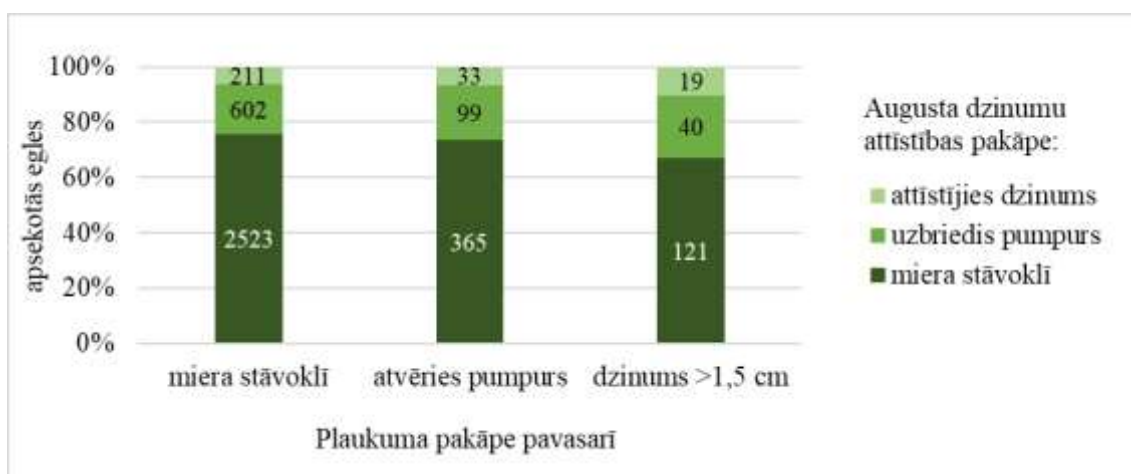
Attēls 1.42. Augusta dzinumu attīstības pakāpes. No kreisās 1. – miera stāvoklī, 2. – uzbriedis pumpurs, 3. – veidojas augsta dzinums.

Septembrī atkārtoti apsekotas 7413 E stādvietas. Iznīkušo E skaits bija nedaudz palielinājies – 3333 (45%) E bija iznīkušas, bet 4080 (55%) E saglabājušās. No tām 3068 (75%) E bija miera stāvoklī, savukārt 747 (18%) konstatēti uzbrieduši pumpuri un 265 (7%) bija attīstījušies augsta dzinums.

1.4.2. Uzmērījumu rezultāti un to analīze

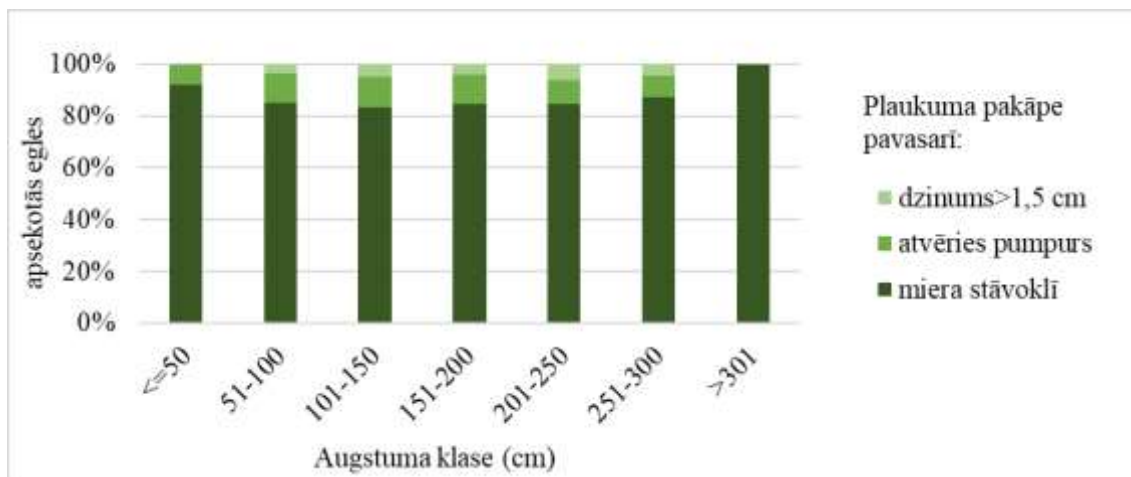
E plaukšanas laiks, augsta dzinumi un augstuma rādītāji

E, kuras pavasarī sāka plaukt agrāk, rudenī kopumā biežāk bija attīstījušies augsta dzinumi, bet šī sakarība nebija statistiski būtiska (Attēls 1.43). No kokiem, kuri pavasara apsekojuma laikā bija miera stāvoklī, 18% rudenī bija uzbrieduši pumpuri un 6% – attīstījušies augsta dzinums. Savukārt kokiem, kam pavasara apsekojuma laikā konstatēti jaunie dzinumi, kas garāki par 1,5 cm, rudens apsekojuma laikā 22% gadījumu bija uzbrieduši pumpuri un 11% gadījumu – attīstījušies augsta dzinums.



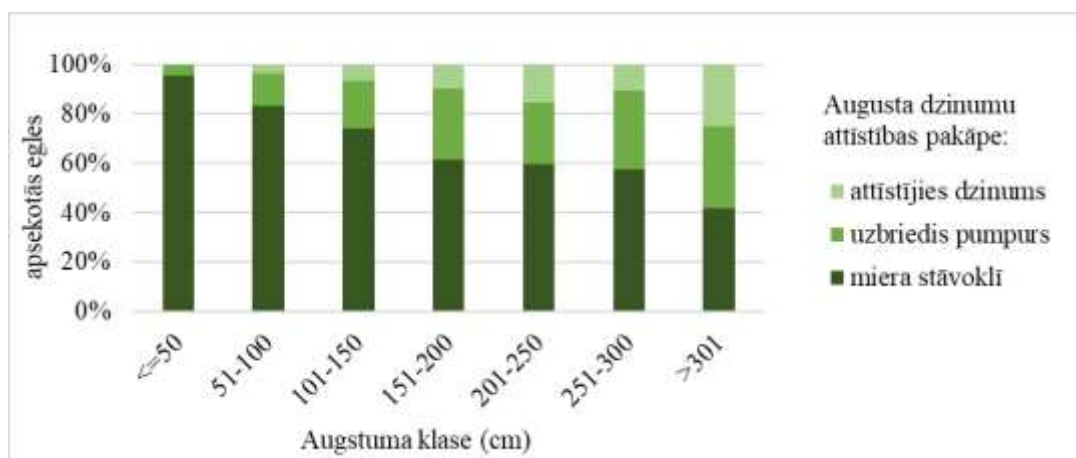
Attēls 1.43. Augusta dzinumu attīstības pakāpes atkarībā no E plaukuma pakāpes pavasarī (skaitļi stabiņos apzīmē koku skaitu).

Iedalot E augstuma klasēs, novērtētas augstuma un plaukšanas, kā arī augstu dzinumu veidošanās sakarības. E augstuma ietekme uz pavasara plaukšanas pakāpi nebija statistiski būtiska (Attēls 1.44).



Attēls 1.44. E proporcija ar dažādām pavasara plaukuma pakāpēm atkarībā no E augstuma klases.

Augsta dzinumu attīstības pakāpe bija saistīta ar E augstumu. Garākām E biežāk konstatēja uzbriedušus pumpurus un attīstījušos augsta dzinumus, bet īsākām E augsta dzinumi veidojās retāk (Attēls 1.45). Šī sakarība, visticamāk, skaidrojama ar to, ka augsta dzinumu attīstība palielina ikgadējo pieaugumu un līdz ar to – kopējo E augstumu. Ikgadēja augsta dzinumu attīstības vērtēšana parauglaukumos sniegtu precīzāku informāciju par to, vai tendence veidot augsta dzinumus katru gadu ir vienām un tām pašām E. Neraugoties uz ieguvumu augstuma pieauguma ziņā, E, kam raksturīga augsta dzinumu attīstīšanās, var būt vairāk pakļautas rudens salnu un sala radītiem galotnes bojājumiem. Šī sakarība pētījuma ietvaros netika vērtēta.



Attēls 1.45. E proporcija ar dažādām augsta dzinumu attīstības pakāpēm atkarībā no E augstuma klases.

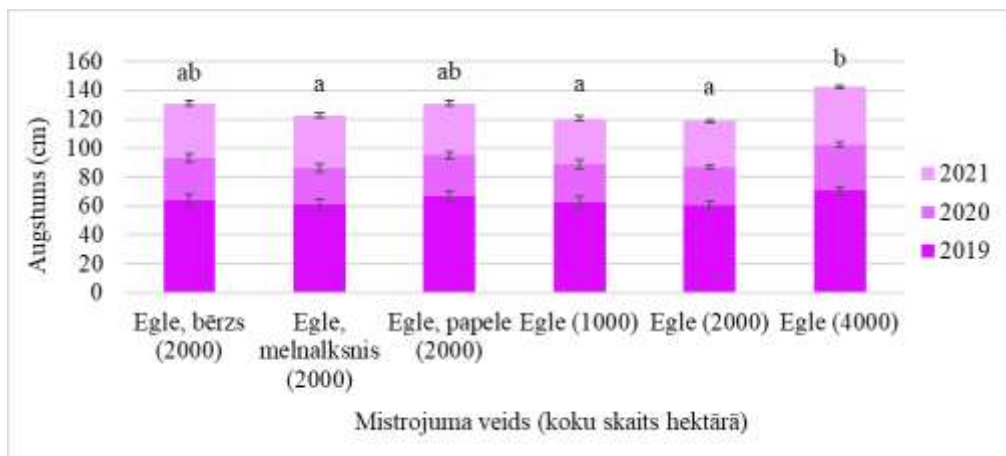
E augšana, mistrojumi, minerālmēsļu un koksnes pelnu virsmēslojuma ietekme

Stādīto E augstums un sakņu kakla caurmērs uzņēmās 2021. gada veģetācijas sezonas beigās. Salīdzinātas mistraudzes, kur E stādītas mistrojumā ar B, Ma vai papelēm, kā arī trīs E “tīraudzes”, kas stādītas dažādā sākotnējā biežumā – 1000, 2000 un 4000 koki uz hektāra. Mistraudzēs stādīšanas biežums bija 2000 koki uz hektāra.

Lai novērtētu papildus minerālvieļu ietekmi uz E augšanas gaitu, E tīraudzē un E - Pa mistraudzē (ar vienādu sākotnējo biežumu – 2000 koki hektārā) veikta mēslošana ar pelniem vai minerālmēsliem.

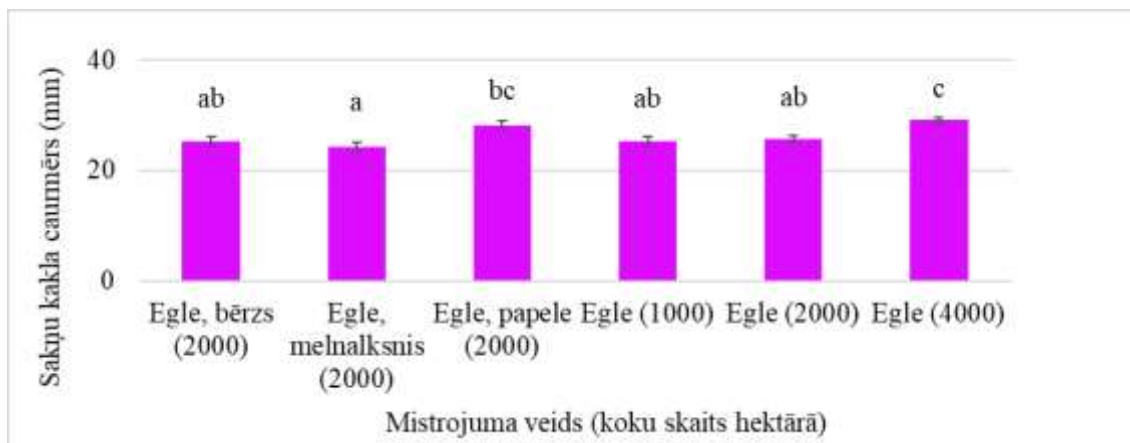
E augšanas gaita tīraudzēs un mistraudzēs būtiski neatšķīrās (Attēls 1.46). E augstums 2021. gadā, kā arī to pieaugums bija lielāks audzēs ar sākotnējo biežumu 4000 koki uz hektāra. Jāņem vērā, ka

katra varianta dati ir vidējie no divām parcelām, un tikai biežākās audzes variantā atšķirība starp E vidējiem augstumiem parcelās bija būtiska – vienā no tām koki bija auguši ļoti labi, ar vidējo augstumu 161 cm, bet otrā parcelā vidējais koku augstums bija 119 cm. Atšķirība starp E augstumu audzēs, kur stādīti 1000 un 2000 koki uz hektāra, nebija būtiska.



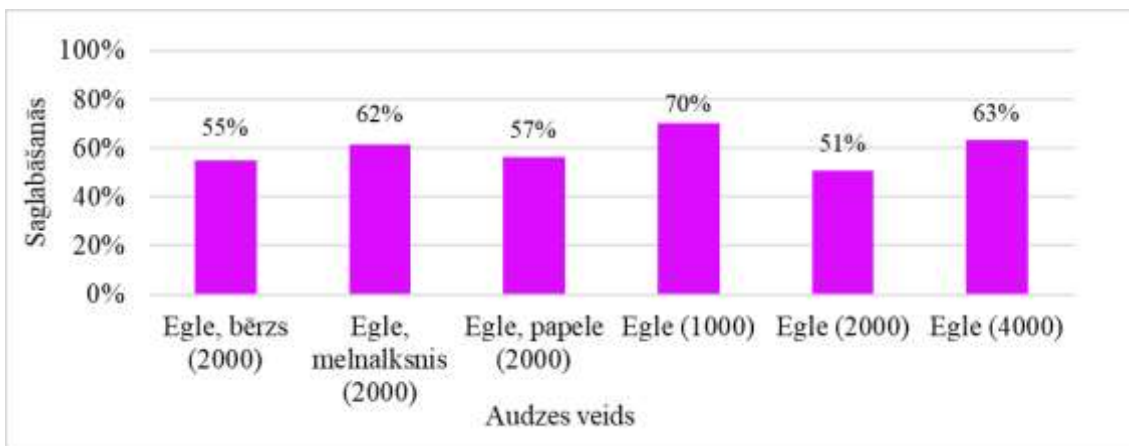
Attēls 1.46. E vidējie augstumi 2019., 2020. un 2021. gadā atkarībā no audzes sākotnējā biežuma un mistrojuma veida (atšķirīgi burti apzīmē statistiski būtiskas atšķirības starp augstumiem 2021. gadā)

Biezāk stādītajās E tīraudzēs arī sakņu kakla caurmērs bija vislielākais (Attēls 1.47). Savukārt mistraudzēs sakņu kakla caurmērs vislielākais bija E -Pa mistraudzē, kur 2021. gadā papeles bija gandrīz pilnībā iznīkušas. Tomēr stādīšanas biežuma ietekmi uz koku augšanu jāvērtē kritiski, jo zemie saglabāšanās rādītāji izmaina audžu faktisko biežumu. Turklāt uzmērīšanas laikā koki vēl nebija sasnieguši augstumu, kādā sākas to savstarpējā konkurence un izpaužas biežuma ietekme uz augšanas rādītājiem.



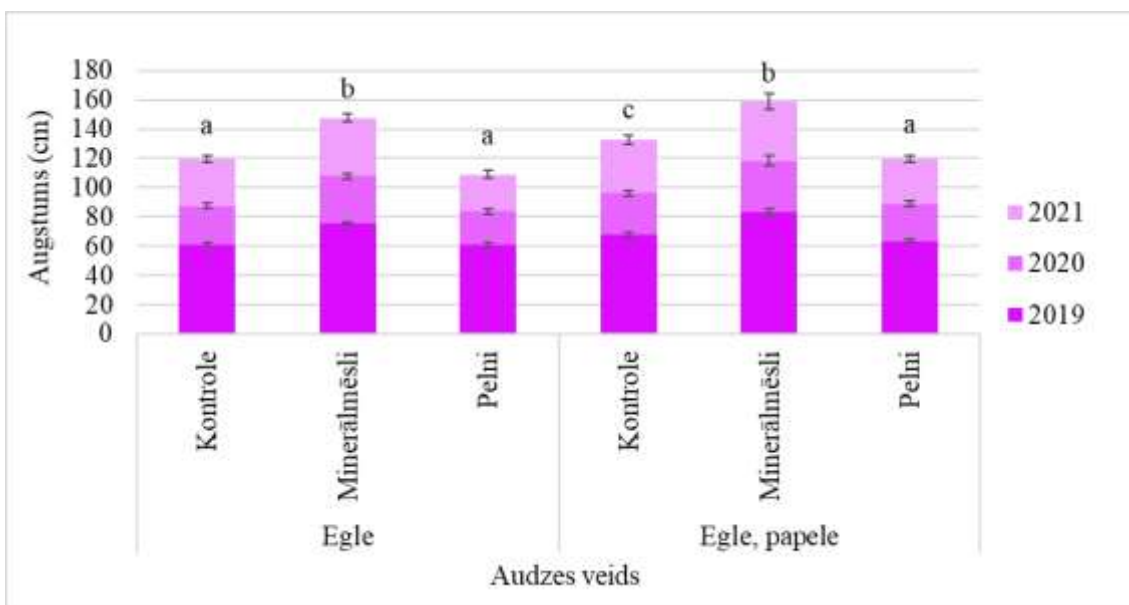
Attēls 1.47. E vidējais sakņu kakla caurmērs 2021. gadā atkarībā no audzes biežuma un mistrojuma veida (atšķirīgi burti apzīmē statistiski būtiskas caurmēra atšķirības).

E, kas stādītas ar sākotnējo biežumu 1000 koki uz ha, bija saglabājušās vislabāk (70%), bet E, kas stādītas ar sākotnējo biežumu 2000 koki uz ha tīraudzē vai mistrojumā ar B, saglabājušās vissliktāk (attiecīgi 53% un 55%). Kaut arī stādījums ir ticis atkārtoti papildināts, stādot E, kopumā visā eksperimenta platībā E saglabāšanās rādītāji ir zemi neatkarīgi no audzes sākotnējā biežuma un mistrojuma veida (Attēls 1.48).

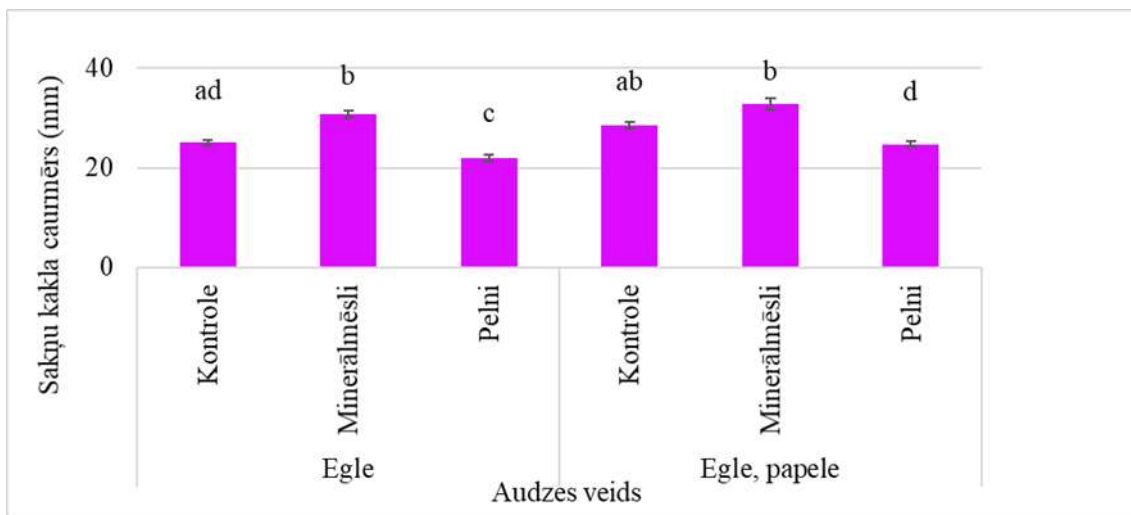


Attēls 1.48. E saglabāšanās 2021. gadā atkarībā no audzes sākotnējā biezuma un mistrojuma veida.

E tīraudzē, kā arī E un papeles mistraudzē, kur stādīti 2000 koki uz ha, veikta arī papildus minerālvielu ienešanas ietekmes izvērtēšana uz E augšanu. Šajā teritorijā visefektīvāk gan augstuma, gan caurmēra pieaugumu veicināja minerālmēsli (Attēls 1.49, Attēls 1.50). E tīraudzē nebija būtiskas E augstuma atšķirības starp kontroli un variantu, kur izmantoti koksnes pelni. Savukārt, vidējais sakņu kakla caurmērs kokiem, kas auguši ar koksnes pelniem ielabotajos variantos, bija mazāks nekā kontroles variantā. Iespējams, ka koksnes pelni nebija tik iedarbīgi kā citos LVMI Silava veiktajos izmēģinājumos, jo tos izkļiedēja ap stādvieta uz zemes (kā virsmēslojumu), nevis ienesa augsnē pie koku saknēm (kā pamatmēslojumu).

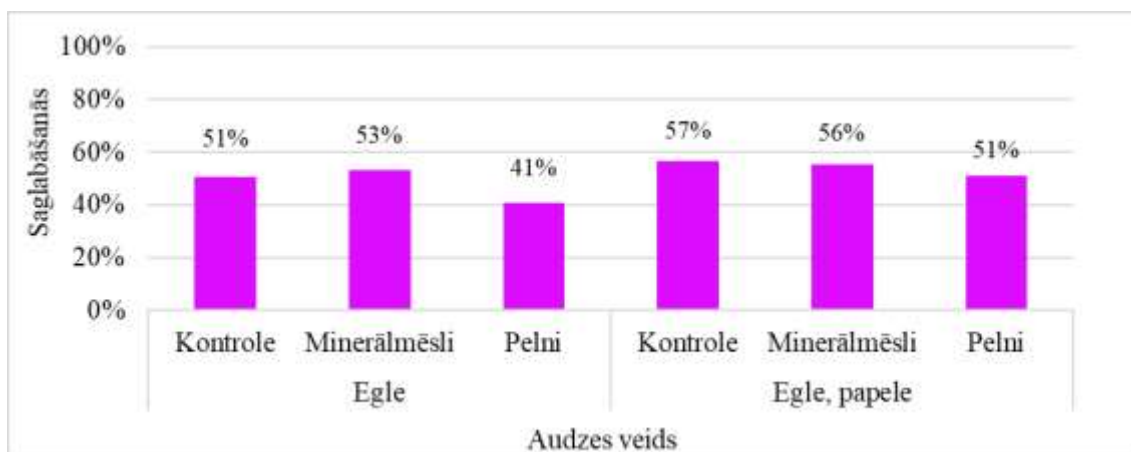


Attēls 1.49. E vidējais augstums 2019., 2020. un 2021. gadā atkarībā no virsmēslojuma veida E tīraudzē un E-Pa mistraudzē (atšķirīgi burti apzīmē statistiski būtiskas atšķirības starp augstumiem 2021. gadā).



Attēls 1.50. E vidējais sakņu kakla caurmērs 2021. gadā atkarībā no virsmēslojuma veida E tīraudzē un E-Pa mistraudzē (atšķirīgi burti apzīmē statistiski būtiskas caurmēra atšķirības).

Tā pat kā augšanas rādītāji, arī koku saglabāšanās variantos, kur izkliedēti koksnes pelni, bija sliktāka (attiecīgi 41% E tīraudzē un 51% E-Pa mistraudzē). Savukārt minerālmēsļu pielietošana būtiski neuzlaboja E saglabāšanos, salīdzinot ar kontroles variantu (Attēls 1.51).

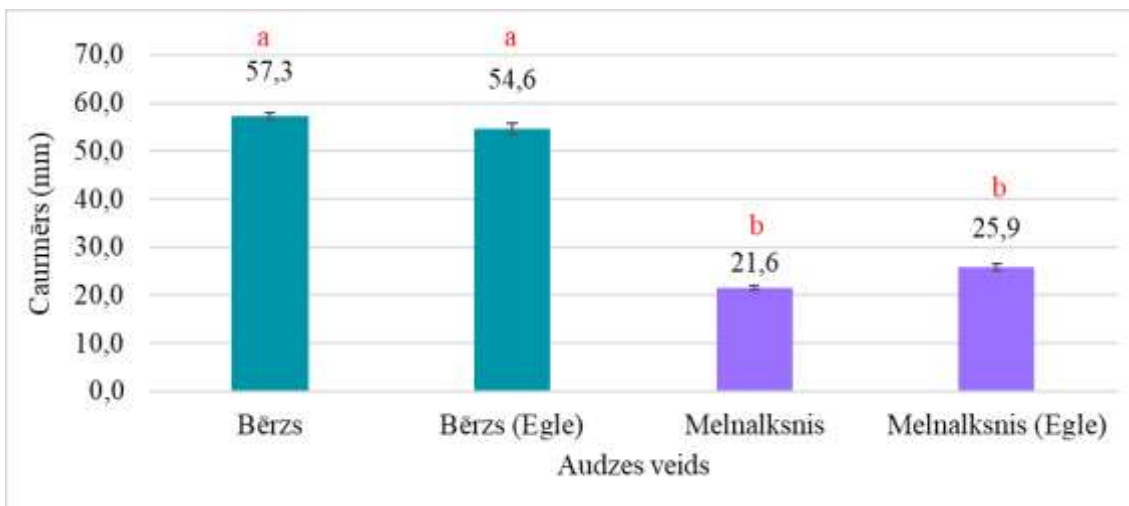


Attēls 1.51. E saglabāšanās 2021. atkarībā no mēslojuma veida E tīraudzē un E-Pa mistraudzē.

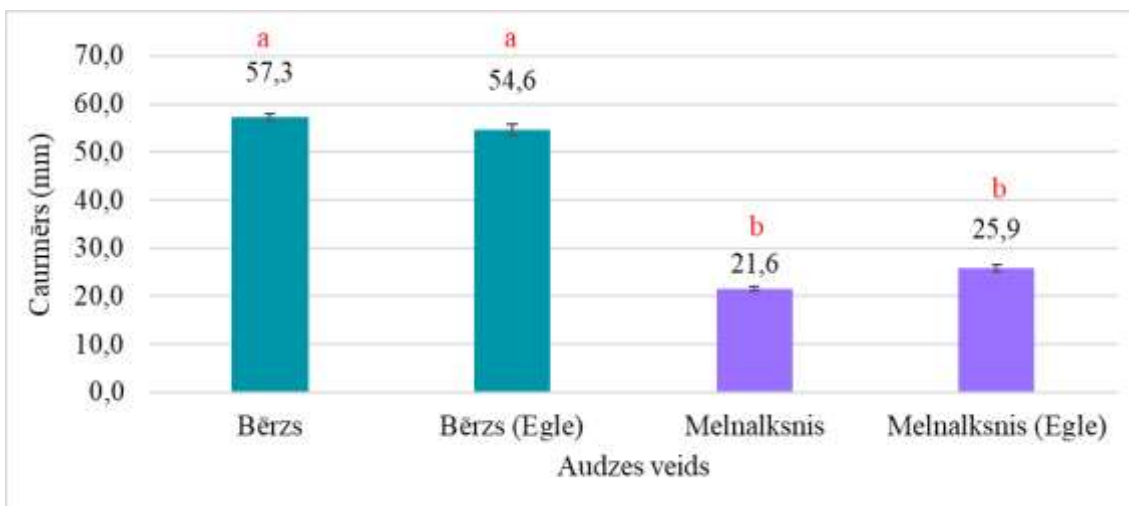
Salīdzinot augšanas parametrus, no datu analīzes izslēgti to E mērījumi, kam apsekojumu laikā konstatēti svaigi galotnes bojājumi vai kopšanas laikā bijusi nozāģēta galotne.

Lapu koku augšanas rādītāji

Salīdzinot koku augstumus tīraudzē un mistrotā stādījumā, iegūti atšķirīgi rezultāti dažādām koku sugām. B augstums bija būtiski mazāks mistrotā stādījumā ar E (**Error! Reference source not found.**). Ma augstums statistiski būtiski neatšķīrās tīraudzē un mistraudzē, turklāt vidējais augstums lielāks bija mistraudzē (**Error! Reference source not found.**). B un E mistraudzē koka caurmēri bija mazāki, bet Ma audzē lielāki nekā tīraudzē, bet šī sakarība nebija statistiski būtiska (**Error! Reference source not found.**).

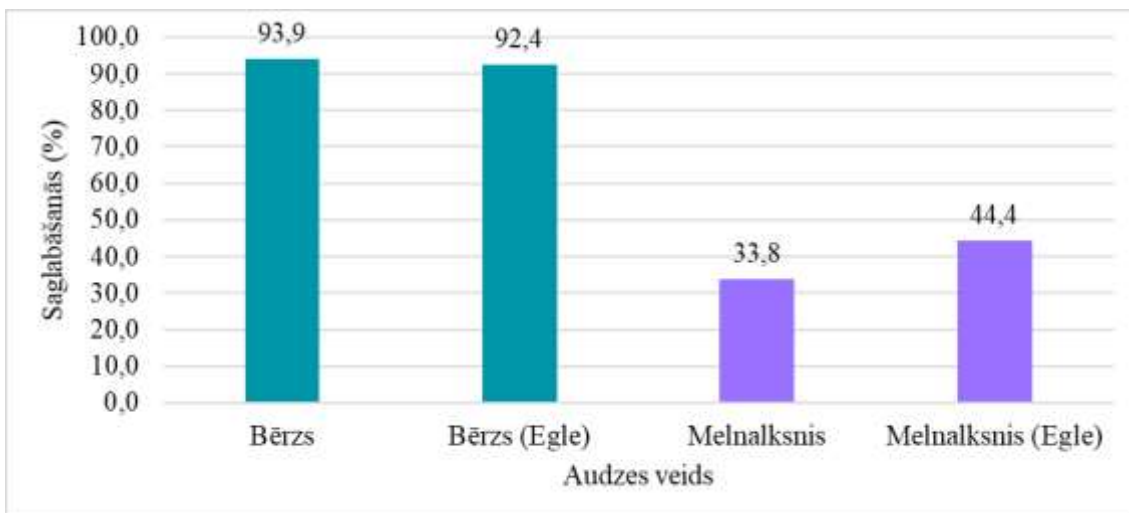


Attēls 1.52. Stādīto lapu koku augstums tīraudzē un mistrotā stādījumā ar E. Attēlā norādīta standartkļūda un dispersijas analīzes rezultāti (dažādi burti norāda uz statistiski būtiskām atšķirībām).



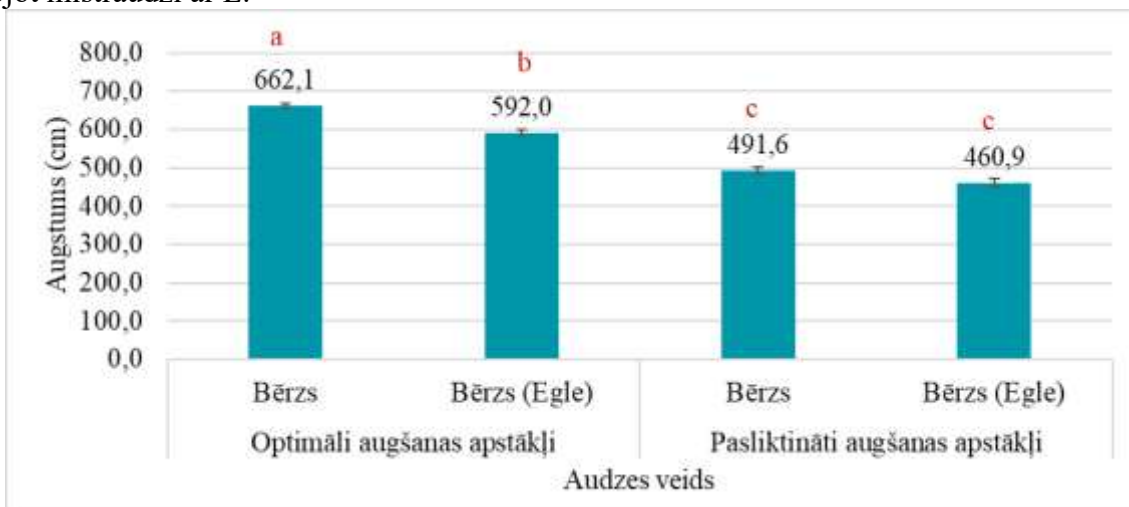
Attēls 1.53. Stādīto lapu koku caurmērs tīraudzē un mistrotā stādījumā ar E. Attēlā norādīta standartkļūda un dispersijas analīzes rezultāti (dažādi burti norāda uz statistiski būtiskām atšķirībām).

B saglabāšanās kopumā bija augsta, un mistrojums ar E to neietekmēja būtiski (**Error! Reference source not found.**). Ma saglabāšanās mistrotajā audzē bija par apmēram 10% augstāka nekā tīraudzē (**Error! Reference source not found.**).

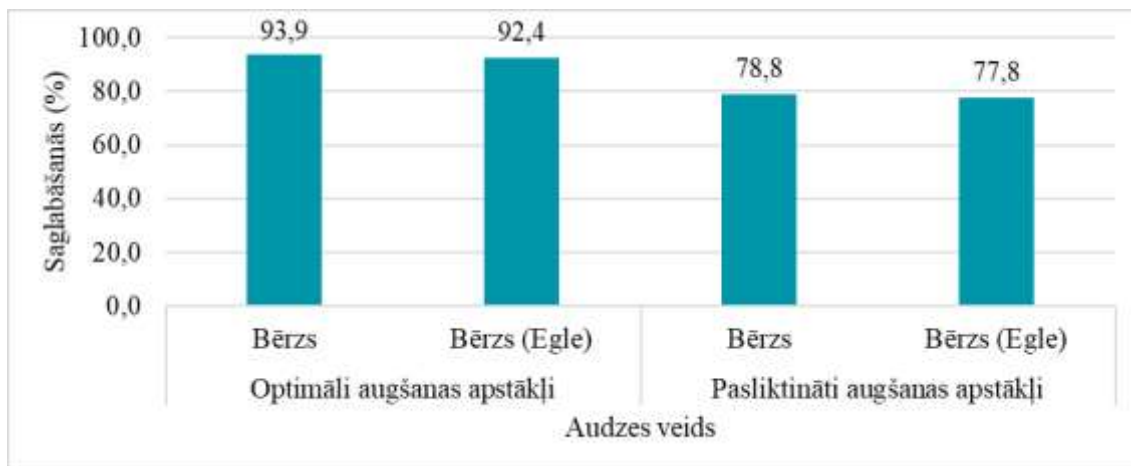


Attēls 1.54. Stādīto lapu koku saglabāšanās (%) tīraudzē un mistrotā stādījumā ar E.

Katrs lapu koku stādījumu veids eksperimentā bija ierīkots 3 atkārtojumos. B gan tīraudzē, gan mistraudzē vienā atkārtojumā koku augstums un saglabāšanās, kas bija būtiski zemāks, nekā pārējos divos atkārtojumos (**Error! Reference source not found., Error! Reference source not found., Error! Reference source not found.**). Lai gan pat pētāmās platības ietvaros varēja novērot dažādu augšanas tempu vienai sugai, visā platībā saglabājās vienāda augšanas izmaiņu tendence, veidojot mistraudzi ar E.



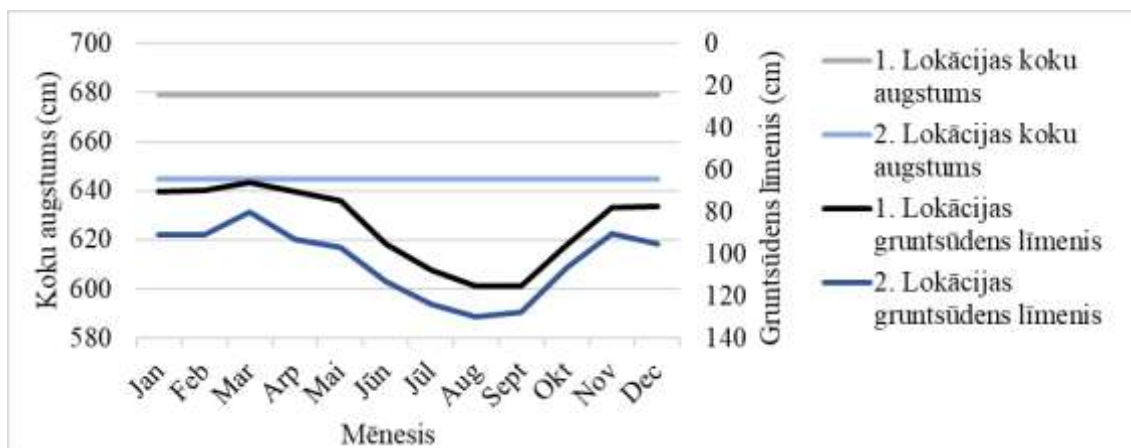
Attēls 1.55. B augstums optimāla un zema gruntsūdens līmeņa apstākļos tīraudzē un mistrotā stādījumā ar E. Attēlā norādīta standartklūda un dispersijas analīzes rezultāti (dažādi burti norāda uz statistiski būtiskām atšķirībām).



Attēls 1.56. B saglabāšanās optimālos un pasliktinātos augšanas apstākļos tīraudzē un mistrojumā ar E.

Gruntsūdens līmeņa ietekme uz koku augšanu

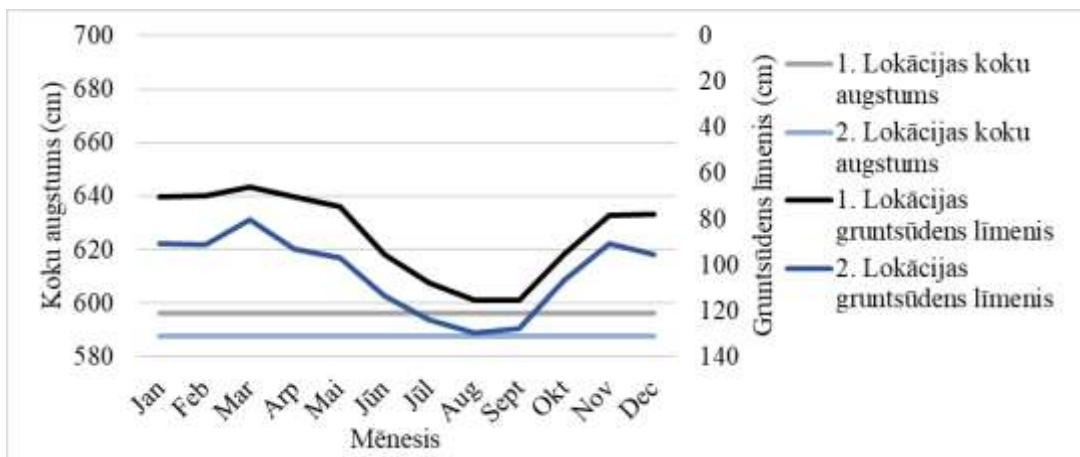
Gruntsūdens līmeņa atšķirības statistiski būtiski neietekmēja koku augstumu. B tīraudzēs bija novērojamas lielākas atšķirības koku augstumos starp vietām nogabalā, nekā mistrotā audzē ar E (**Error! Reference source not found., Error! Reference source not found.**). Vietās ar augstāku gruntsūdens līmeni, B augstums arī bija lielāks (**Error! Reference source not found.**). Ma bija novērojama pretēja tendence, un lielākas koku augstumu izmaiņas bija vērojamas mistrotā audzē ar E, turklāt koku augstums bija lielāks vietās ar zemāku gruntsūdens līmeni (**Error! Reference source not found., Error! Reference source not found.**). Iepriekšējie pētījumi arī novēro palielināta gruntsūdens līmeņa negatīvu ietekmi uz Ma augšanas parametriem (Brock, Jongerhuis, van der Molen, & Ran, 1989; Rodríguez-González, Stella, Campelo, Ferreira, & Albuquerque, 2012).^{12,13}



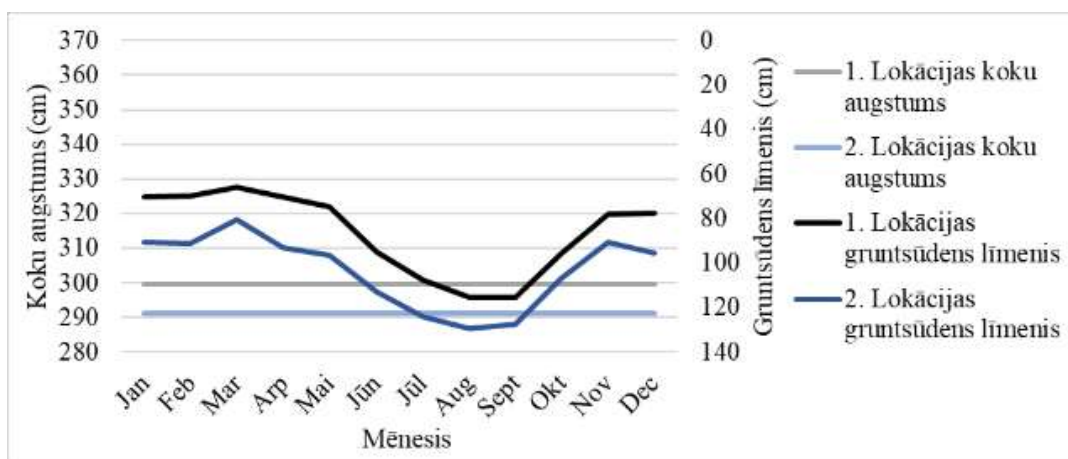
Attēls 1.57. Vidējā gruntsūdeņa līmeņa svārstības divās pētāmās teritorijas vietās no 2017. gada līdz 2021. gada un vidējais tīraudzēs B augstums abās vietās atkarībā no mēneša.

¹² Brock, T.C.M.; Jongerhuis, R.; van der Molen, P.C.; Ran, E.T.H. (1989): A comparison of the history and present state of an *Alnus glutinosa* and *Betula pubescens* dominated patch of wetland forest in the nature reserve “Het Molenven”, The Netherlands. *Acta Bot. Neerl.* 38, 425–437.

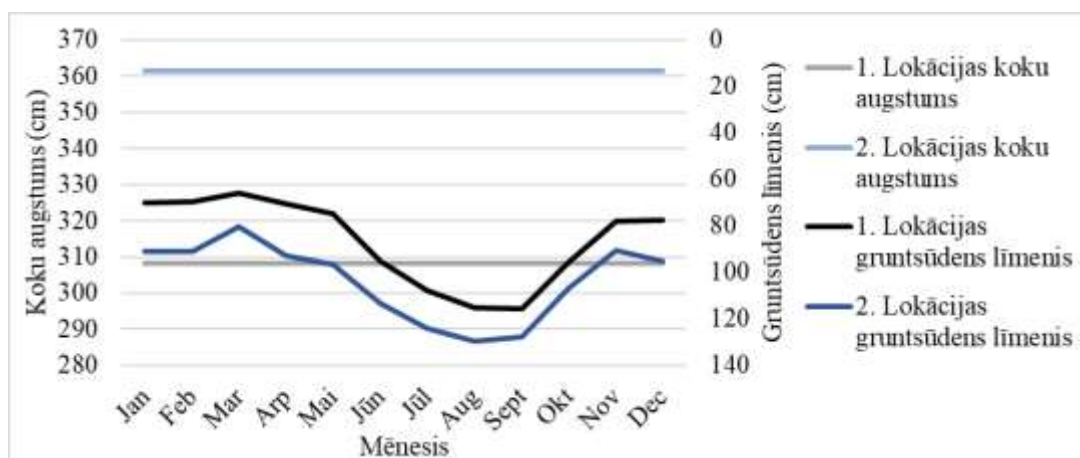
¹³ Rodríguez-González P.M., Stella J.C., Campelo F., Ferreira M.T., Albuquerque A. (2010). Subsidy or stress? Tree structure and growth in wetland forests along a hydrological gradient in Southern Europe. *Forest Ecology and Management*, 259(10), 2015–2025.



Attēls 1.58. Vidējā gruntsūdeņa līmeņa svārstības divās pētāmās teritorijas vietās no 2017. gada līdz 2021. gada un vidējais B augstums abās vietās mistrotā B un E audzē atkarībā no mēneša.



Attēls 1.59. Vidējā gruntsūdeņa līmeņa svārstības divās pētāmās teritorijas vietās no 2017. gada līdz 2021. gada un vidējais tīraudzes Ma augstums abās vietās atkarībā no mēneša.



Attēls 1.60. Vidējā gruntsūdeņa līmeņa no 2017. gada līdz 2021. gada svārstības atkarībā no mēneša divās pētāmās teritorijas vietās un vidējais Ma augstums abās atrašanās vietās mistrotā Ma un E audzē.

Atziņas

E augsta dzinumu veidošanās korelē ar koku augstumu. Visticamāk šiem kokiem atkārtotas augsta dzinumu veidošanās rezultātā ir izveidojušies lielāki pieaugumi un līdz ar to – kopējais augstums. Savukārt būtiska saistība starp E plaukšanu pavasarī un to augstumu neparādījās.

Minerālmēsli E augšanu veicināja vairāk nekā pelni, iespējams, tas saistīts ar pelnu iestrādes veidu (virsmēslojums) un lēnāku iedarbību.

Kopumā nebija būtisku atšķirību starp E vidējiem augstumiem atkarībā no mistrojuma veida. Arī stādīšanas biežības ietekme uz augšanas parametriem pagaidām nebija vērojama (ja tiek ņemta vērā krasā atšķirība starp biežāk stādīto parcelu atkārtojumiem), bet E, kas stādītas visretāk, bija vislabāk saglabājušās.

Augot mistrotā audzē ar E, B vitalitātes rādītāji bija sliktāki nekā Ma. B augšanas gaita nebija vienmērīga visā eksperimenta platībā, bet mazāka augstumu un saglabāšanās tendence, stādot B mistraudzē ar E, novērojama visā platībā. Augstāks gruntsūdens līmenis pozitīvi ietekmē B augšanu, kas iepriekš ir novērots arī plantāciju stādījumos lauksaimniecības zemēs (Lutter, et al., 2015).¹⁴ Mistrotie stādījumi ar Ma pozitīvi ietekmē mistroto sugu augšanas parametrus, savukārt mistrojums ar E - negatīvi (Brown, 1992).¹⁵ Arī šī pētījuma rezultāti apliecina, ka mistrojums ar E negatīvi ietekmējis B augšanu, egle “bremzē” bērzu. Iepriekš ir novērota pozitīva augšanas tendence, E augot mistrotā audzē ar Ma, kas saistāms palielinātu N un P koncentrāciju augsnē mistrotās audzēs, salīdzinot ar tīraudzēm (Mason & Connolly, 2014).¹⁶ Šajā pētījumā vēl neizpaudās Ma pozitīvā ietekme uz E augšanu, bet novērots, ka Ma produktivitāte palielinās mistrotā audzē ar E, kas varētu būt saistīts ar palielinātu gaismas daudzumu mistrotā stādījumā. Ma ir gaismas prasīga suga (Mason, Kerr, & Simpson, 1999).¹⁷ Mistrotā skuju koku un Ma audzē sākumā ātrāk aug alkšņi, un tikai vēlāk skuju koki sāk tos pāraugt (Deal, Hennon, Orlikowska, & D'Amore, 2004).¹⁸

¹⁴ Lutter R., Tullus A., Kanal A., Tullus T., Vares A., Tullus H.. (2015). Growth development and plant–soil relations in midterm silver birch (*Betula pendula* Roth) plantations on previous agricultural lands in hemiboreal Estonia. *Eur J Forest Res* 134, 653–667.

¹⁵ Brown A.H.F. (1992). Functioning of mixed-species stands at Gisburn, N.W. England. *The Ecology of mixed-species stands of trees*. 125-150.

¹⁶ Mason W. L., Connolly T. (2014). Mixtures with spruce species can be more productive than monocultures: evidence from the Gisburn experiment in Britain. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 87(2), 209–217.

¹⁷ Mason, W.L.; Kerr, G.; Simpson, J.M. What is Continuous Cover Forestry? In *Forestry Commission Information Note 29*; Forestry Commission: Edinburgh, UK, 1999.

¹⁸ Deal R.L, Hennon P.E., Orlikowska E.H., D'Amore D.V. (2004). Stand dynamics of mixed red alder – conifer forests of southeast Alaska. *Canadian Journal of Forest Research*. 34(4), 969-980.

2. MEŽAUDŽU ATJAUNOŠANAS, JAUNAUDŽU KOPŠANAS DARBU MAŠINIZĀCIJA

Mērķis: veidot zinātniskos pamatus sistēmai, kas ļautu mašinizēt jaunaudžu agrotehniskās un sastāva kopšanas darbus.

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

2021.gada darba uzdevums: Mašinizētās stādīšanas produktivitātes uzskaitē veģetācijas nobeigumā vidū (audzē ir lakstaugi un lapu koki izplaukuši - apgrūtināta redzamība) un beigās (nav lakstaugu veģetācijas, lapu kokiem nav lapas).

Darba uzdevumu Stādvieta izmēru noteikšanu un to ietekmes izpēti uz koku ieaugšanos veiks 2022. apvienojot ar darba uzdevumu stādvieta izvietojuma ietekme uz turpmāko mežsaimniecisko darbu veikšanu.

Darba uzdevuma īstenošanai lauka darbi uzsākti 2021.gada augustā, iegūstot izpētes datus - videoreģistrators ierakstus - no 3 mašinizētās stādīšanas ierīcēm (40 nogabalos), ar kurām mašinizēti stādīja P vai E ietvarstādus no augusta līdz pat novembra beigām. Videoreģistrators iefilmētais materiāls par 10 platībām tika saņemts vēlāk, nekā bija paredzēts, tādēļ tas tiks izanalizēts 2022. gada sākumā un nākamajā pārskata perioda atskaitē pievienots analizējot 2021. / 2022.gada rezultātus. Šajā atskaitē dažādu darba operāciju izpildei nepieciešamais laiks analizēts izmantojot datus no 30 nogabaliem. Atzīmētas audzes, kurās jāveic stādmateriāla saglabāšanās uzskaitē un pacilu izmēru mērījumi 2022. gadā, jo pastāv risks, ka ziemas laikā varētu notikt stādvieta izskalošana vai izcilāšana.

2.1.1. Mašinizētās stādīšanas darbu ražīgums dažādas grūtības apstākļos

Iepriekšējā pētījumu programmā (Meža atjaunošanas, ieaudzēšanas un kopšanas pētījumu programma 2016-2020)¹⁹ analizēta tikai *Risutec* stādāmas mašīnas produktivitāte, salīdzinot dažādu darba operāciju ilgumu trijos gadalaikos un dažādos darba apstākļos (meža tipos). Analizējot ar videoreģistrators ievāktu darba ierakstu fragmentu hronometrāžas rezultātus, novērota tendence, ka auglīgos meža tipos, kur veģetācijas periodā raksturīgs aizzēlums, salīdzinot ar rudens un pavasara periodu, vasarā darbi rit lēnāk. Slapjajos damakšņos 1 ha mašinizētai apstādīšanai nepieciešamais laiks atšķiras pat par 2,6 stundām.

Šajā pētījumu periodā, izmantojot videoreģistrators, turpināts ievākt citu mašinizētās stādīšanas ierīču darbības videoierakstus, iegūstot papildus datus stādīšanas produktivitāti ietekmējošo faktoru izpētei. Iegūti dati par stādīšanu atvasarā un rudens sezonā, kopumā 30 nogabali. Ievāktajos videoierakstos analizētas 3 stādīšanas ierīces: Bracke P11a, M-planter 120 un Risutec.

Videoreģistrators izmantošana ir precīzākais veids, kā veikt darba laika uzskaiti. Operators nejutās traucēts, ka viņa darbības tiek uzskaitītas un fiksētas, kā tas ir gadījumā, ja hronometrāžu veic uz vietas mežā, kā arī nav jāseko līdzi tam, kur atrodas hronometrētājs – vai nav pietuvojies par tuvu strēlei. Video ierakstā, kas veikts no kabīnes, ir labāk redzams, kādi apstākļi traucē veikt darbus un kāda ir redzamība operatoram, veicot darbus.

Vēlāk, datora ekrānā skatoties video ierakstu, var veikt precīzu darba hronometrāžu, iespējams atzīmēt un aprakstīt traucējošos apstākļus, apstādināt ierakstu, turpināt darba operāciju uzskaiti.

Uzrunājot mašinizētās stādīšanas darbu veicējus, 2021. gada vasarā/atvasarā un rudenī/ziemā videoreģistrators izvietojumam un hronometrāžai no 7 pakalpojumu sniedzējiem piekrita pieci sadarbības partneri – SIA CT Parts (Bracke P11a), Z/s Rugāji (M-planter 120), SIA Meliorceltnieks (M-planter 120), SIA Venta-1 (Risutec) un SIA Meža Pūces (Bracke P11a). Video reģistrators video

¹⁹ Meža atjaunošanas, ieaudzēšanas un kopšanas pētījumu programma 2016-2020. Pieejams: <http://www.silava.lv/24/section.aspx/View/176>

fragmentu ievākšanai nogādāti, sākot ar 13. augustu. Līdz 1. decembrim darba laika uzskaitē veikta 30 platībās. Par 10 platībām ir ievākts uzfilmētais videomateriāls un darba laika uzskaites analīzi veiks 2022. gadā, iegūtie rezultāti tiks pievienoti nākamākā pētījuma perioda atskaitē.

Runājot ar pakalpojumu sniedzējiem, kā viens no traucējošajiem faktoriem ir norādīts pārlietu liels aizzēlums. Atsevišķos nogabalos mašinizētu stādīšanu vasaras periodā bija jāpārtrauc liela aizzēluma dēļ, kas apgrūtināja redzamību. Tas apstiprina 2020. gadā secināto, ka visvairāk darbu apgrūtinā auglīgo izcirtumu straujā aizzēšana (Attēls 2.1).



Aleksandra Dalinina, SIA CTParts foto arhīvs

Attēls 2.1. Darbs ekstrēmos apstākļos, mašinizēti stādot auglīgajos meža tipos – skats no kabīnes.

2.1.2. Lauka un kamerālie darbi, to metodika

Mašinizētas stādīšanas produktivitātes darba laika uzskaitē 2021. gadā veikta:

- veģetācijas sezonas vidū (augusts-septembris), kad audzē ir lakstaugi un saplaukuši lapu koki, kas apgrūtinā redzamību, veicot stādīšanu;
- veģetācijas sezonas beigās (oktobris – decembris), kad audzē ir nokaltuši lakstaugi un kokiem nobirušas lapas, kas uzlabo redzamību.

Mašinizētas stādīšanas darba laika uzskaitē izmantoti videoreģistratori, kas piestiprināti pie ekskavatora kabīnes priekšējā vējstikla. Videoreģistratoru ieslēdz un izslēdz mašīnas operators. Ieraksta ~ 2 h rīta cēliena un 2 h pēcpusdienā (lai ir strādāts dažādās iespējamā noguruma pakāpēs). Viens nogabals tiek ierakstīts vienā atmiņas kartē, viena ieraksta laiks vismaz 4 h.

Darbu filmēšana notika, sākot ar 2021. gada 16. augustu. Kopā 2021. gada sezonā mašinizēta stādīšana filmēta 40 platībās, par 30 platībām veikta datu analīze, kuras rezultāti apkopoti šajā atskaitē, par 10 platībām datu analīze tiks veikta 2022. gadā un rezultātus aprakstīs nākamajā atskaitē.. Mašinizētās stādīšanas darba operāciju hronometrāža veikta no videomateriāla, izmantojot

SDI 1.2 hronometrāžas programmu, kas uzstādīta uz *Allegro CX* lauka datora. Darba laika uzskaitē fiksētās darbības apkopotas tabulā (Tabula 2-1).

Tabula 2-1. Darba laika uzskaitē fiksētās stādīšanas darbības

Nr.	Darbība	Darbības apraksts
1.	Pārvietošanās cīrsmā	Mašīnas pārvietošanās izcirtumā starp apstāšanās punktiem - mašīnas kustība pa cīrsmu. 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 sākota stādu ielikšana, beidzas, kad tiek ielikts pēdējais stāds.
8.	Citas darbības	Ar stādīšanu saistītas darbības, kas nav pieskaitāmas nevienai no iepriekš minētajām darbībām. 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 stādvieta. Darbību uzskaita, ja stādvieta 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.

Lai novērtētu apstākļus, kas var būtiski ietekmēt darba produktivitāti, no ierakstītajiem videomateriāliem izvērtēta audzes aizzēluma, paaugas, ciršanas atlieku un platības mitruma ietekme uz stādīšanas ražību.

Platības aizzēlums vērtēts ballēs no 1-3, kur 1 balle piešķirta platībām ar mazu aizzēlumu, 2 balles ar vidēju aizzēlumu un 3 balles ar lielu aizzēlumu (Attēls 2.2).



Attēls 2.2. Aizzēluma vērtējums ballēs.

Platības paauga vērtēta ballēs no 1-3, kur 1 balle piešķirta platībām ar mazu/ nelielu paaugu, 2 balles ar vidēju paaugu un 3 balles ar lielu paaugu (Attēls 2.3;Attēls 2.3)



Attēls 2.3. Paaugas vērtējums ballēs.

Ciršanas atlieku daudzums vērtēts ballēs no 1-3, kur 1 balle piešķirta platībām ar mazu/ nelielu ciršanas atlieku daudzumu, 2 balles ar vidēju ciršanas atlieku daudzumu un 3 balles ar lielu ciršanas atlieku daudzumu (Attēls 2.4)



Attēls 2.4. Ciršanas atlieku vērtējums ballēs.

Platības mitrums vērtēts ballēs no 1-3, kur 1 balle piešķirta sausām platībām, 2 balles vidēji mitrām platībām / vietām platībā ir mitras vietas, bet 3 balles mitrām platībām/ lielāka daļa platības ir mitra (Attēls 2.5).



Attēls 2.5. Platību mitruma vērtējums ballēs.

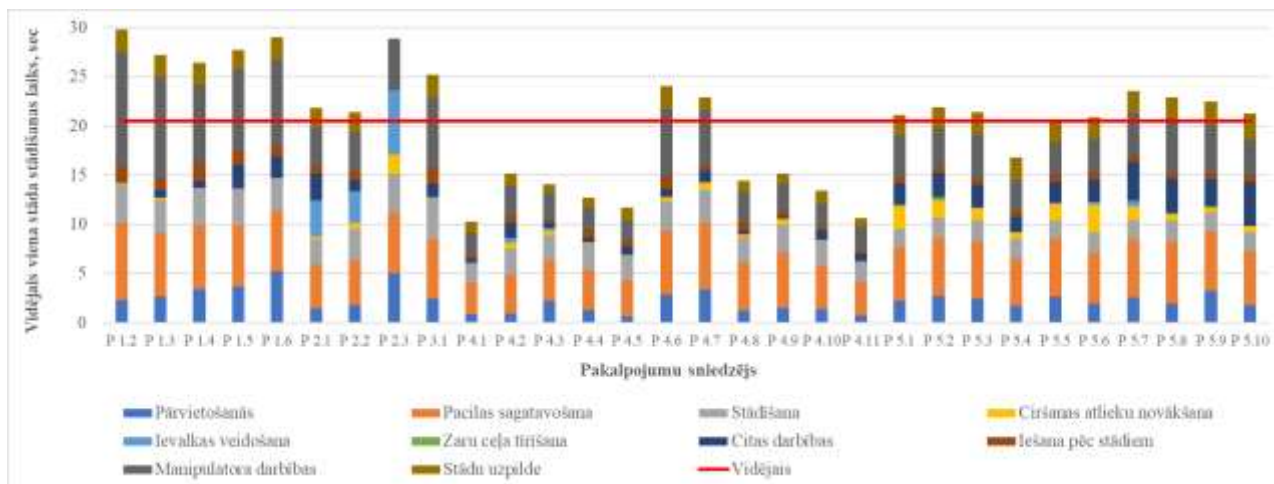
2.1.3. Iegūtie rezultāti un to analīze

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 atšifrēti 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 pakalpojuma sniedzējs Nr. 4 un tā ir bijusi 11. platība, kurā šis pakalpojumu sniedzējs veicis mašīnizētu stādīšanu. 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, sek.
		Aizzēlums (1-3)	Paauga (1-3)	Ciršanas atliekas (1-3)	Platības mitrums (1-3)	
1.	P 1.2	3	2	1	1	29,8
2.	P 1.3	3	2	2	1	27,2
3.	P 1.4	3	2	2	1	26,4
4.	P 1.5	3	2	2	1	27,7
5.	P 1.6	3	2	2	1	29,0
6.	P 2.1	2	2	1	1	21,8
7.	P 2.2	3	3	1	1	21,4
8.	P 2.3	3	1	1	1	28,9
9.	P 3.1	1	1	3	1	25,2
10.	P 4.1	1	1	2	1	10,3
11.	P 4.2	1	1	1	1	15,2
12.	P 4.3	1	1	1	1	14,1
13.	P 4.4	1	1	3	1	12,7
14.	P 4.5	1	1	3	1	11,7
15.	P 4.6	1	1	3	2	24,1
16.	P 4.7	2	1	3	1	22,9
17.	P 4.8	1	1	2	1	14,5
18.	P 4.9	1	1	2	1	15,2
19.	P 4.10	1	1	1	1	13,4
20.	P 4.11	1	1	2	2	10,6
21.	P 5.1	2	1	3	1	21,1
22.	P 5.2	2	1	3	1	21,9
23.	P 5.3	2	1	2	1	21,4
24.	P 5.4	1	1	1	1	16,8
25.	P 5.5	1	1	2	2	20,4
26.	P 5.6	1	1	2	3	20,9
27.	P 5.7	1	1	2	2	23,5
28.	P 5.8	2	1	2	2	22,9
29.	P 5.9	1	1	2	1	22,5
30.	P 5.10	1	1	1	1	21,3
					Vidējais	20,5

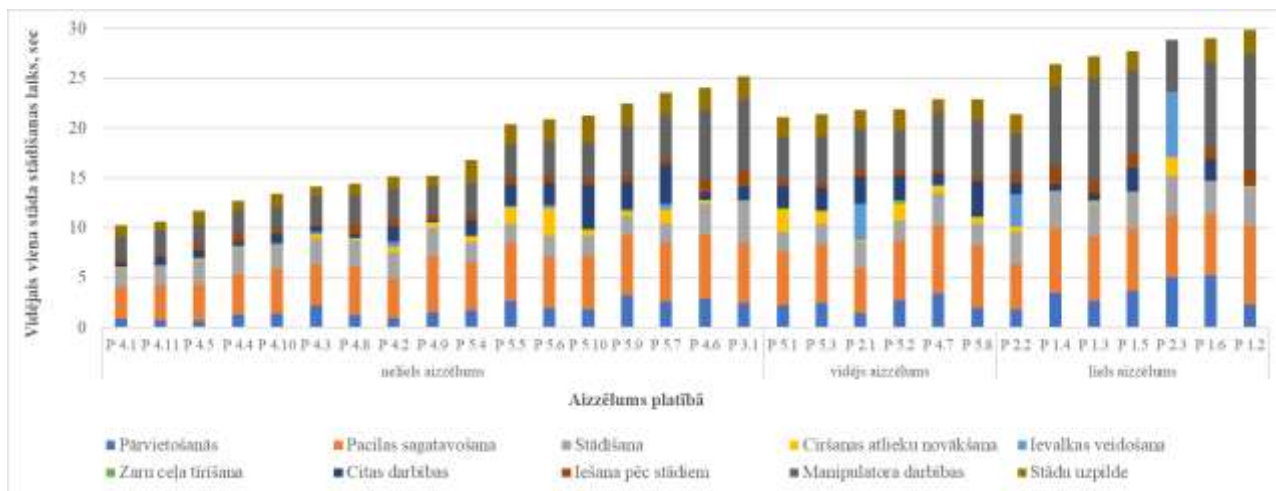
Vidējais viena stāda iestādīšanas laiks aprēķināts, izdalot katras darbības kopējo patērēto laiku ar iestādīto stādu skaitu platībā. Mašinizētas stādīšanas produktivitātes rezultāti sadalījumā pa pakalpojumu sniedzējiem un platībām apkopoti zemāk (Attēls 2.6).



Attēls 2.6. Mašinizētas stādīšanas darba laika uzskaitē pēc pakalpojumu sniedzējiem.

Vidējais viena stāda iestādīšanas laiks, apkopojot visus pakalpojumu sniedzējus un visas platības, bija 20,5 sekundes. Ātrākais viena stāda iestādīšanas laiks bija 10,3 sekundes, savukārt ilgākais - 29,8 sekundes. Lielāko darba laiku visās platībās aizņem manipulatora kustības, pacilns 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 uzskaites bija veiktas pakalpojumu sniedzējam Nr. 4 – 11 platības un Nr. 5 – 10 platības. Izvērtējot viena pakalpojumu sniedzēja stādīšanas produktivitāti, novērots, ka stādīšanas ātrums mainās atkarībā no apstākļiem platībā. Piemēram, pakalpojumu sniedzējam Nr. 4 platībā P 4.1. viena stāda vidējais iestādīšanas ātrums bija 10,3 sekundes, jo šajā platībā bija neliels aizzēlums, neliela paauga, maz ciršanas atlieku un platība bija sausa. Platībā P 4.7. bija vidējs aizzēlums un liels daudzums ciršanas atlieku, kādēļ vidējais stāda iestādīšanas ātrums bija 22,9 sekundes. Platībās ar līdzīgiem apstākļiem, kā tas bija pakalpojumu sniedzējiem Nr. 1 un Nr. 5, stādīšanas ātrums visās platībās bija līdzīgs, attiecīgi viena stāda stādīšanas ātrums 26,4 – 29,8 sekundes un 16,8 – 22,9 sekundes.

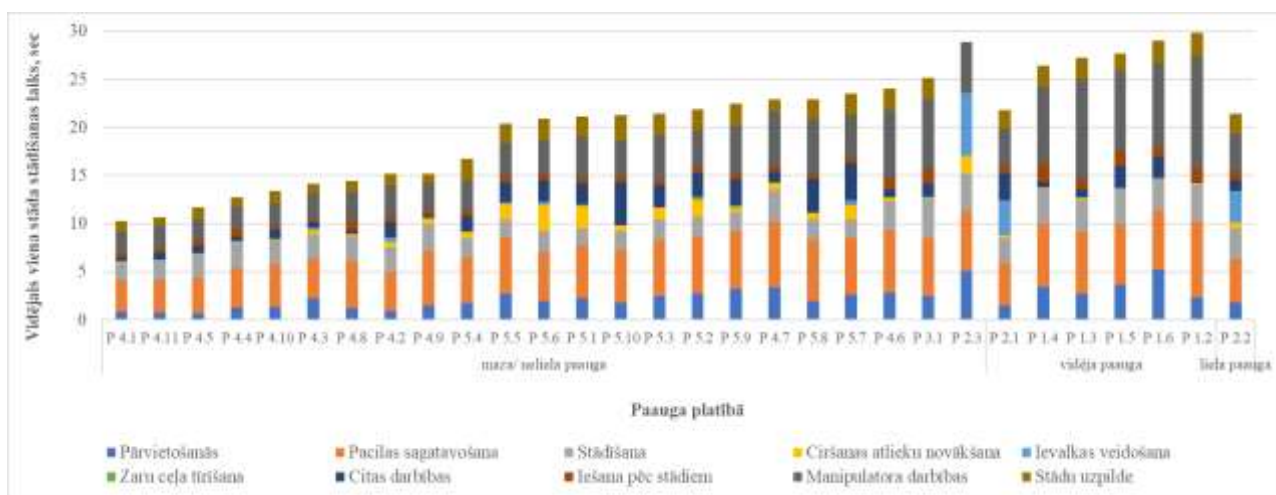
Platības aizzēlums ir viens no apstākļiem, kas, pēc pakalpojumu sniedzēju domām, visvairāk ietekmē stādīšanas produktivitāti. Aizzēlumu veido zāle un lakstaugi, kā arī koku un krūmu atvases, kas ir vienā augstumā ar zāli un lakstaugiem. Liels aizzēlums traucē saskatīt stādīšanai piemērotu vietu, kā arī novērtēt, vai stāds ir veiksmīgi iestādīts. Aizzēlums būtiski neietekmē pārvietošanās ātrumu platībā, taču ietekmē redzamību, kas tieši samazina darba ražīgumu. Mašinizētas stādīšanas produktivitāte dažāda aizzēluma platībās apkopota zemāk (Attēls 2.7).



Attēls 2.7. Mašinizētas stādīšanas produktivitāte dažāda aizzēluma platībās.

Līdz šim ievāktu datu analīze apstiprina, ka platības aizzēlums būtiski ietekmē darba ražīgumu. 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.

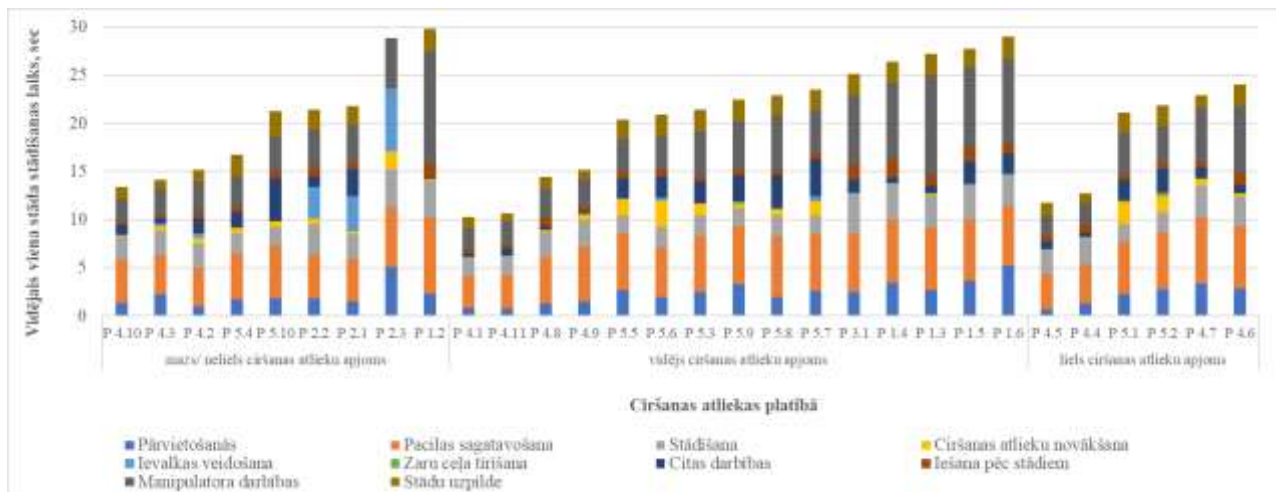
Otrs apstākļi, kas, pēc pakalpojumu sniedzēju domām, būtiski ietekmē darbu produktivitāti, ir paaugas augstums un tās biežība platībā. Paaugu veido krūmu un mīksto lapu koku atvases, kas ir augstākas par zāli un lakstaugiem. Paaugas augstums tieši ietekmē pārvietošanās ātrumu platībā, kas sliktās redzamības dēļ 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 (Attēls 2.8).



Attēls 2.8. Mašinizētas stādīšanas produktivitāte platībās ar dažādu paaugas augstumu.

Datu analīze apstiprina, ka paauga būtiski ietekmē darba ražīgumu, kur vidējais viena stāda iestādīšanas ātrums visās platībās ar mazu/nelielu paaugu bija 18,8 sekundes, savukārt ar vidēju un lielu paaugu 26,2 sekundes. Lai palielinātu darba produktivitāti izcirtumos ar lielu paaugu, tā pirms stādīšanas būtu jānozāģē vietās, kur tā apgrūtinā redzamību un pārvietošanos. Apskatot videomateriālus, var redzēt, ka visā platībā nav vienāda augstuma un biežības paauga, bet vislielākā tā ir izcirtuma malās vai vietās, kur platība robežojas ar jaunaudzi. Lai samazinātu paaugas zāģēšanas izmaksas, to var darīt tikai vietās, kur tā ir ļoti liela un būtiski apgrūtinā stādīšanu.

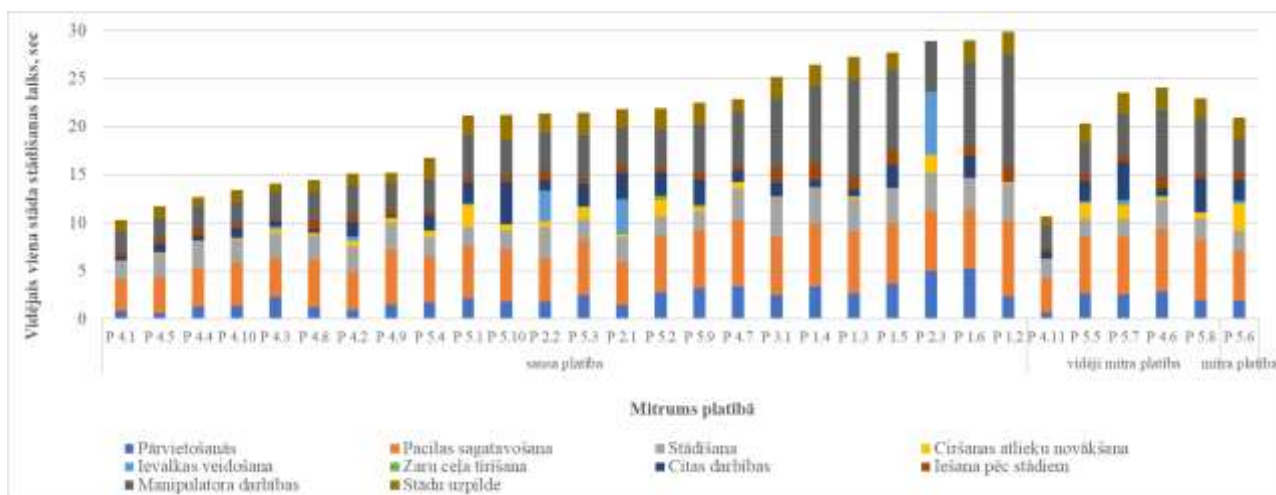
Viens no apstākļiem, kas, kas samazina stādīšanas produktivitāti, ir ciršanas atliekas. Lai sasniegtu noteikto stādvieta skaitu, ciršanas atliekas ir jāpārvieta. Tās traucē izveidot kvalitatīvu stādvieta, jo nereti, veidojot jaunu stādvieta, tiek izkustināti zari, kas izjauc iepriekš izveidoto stādvieta. Mašinizētas stādīšanas produktivitāte platībās ar dažādu ciršanas atlieku apjomu apkopota zemāk (Attēls 2.9).



Attēls 2.9. Mašinizētas stādīšanas produktivitāte platībās ar dažādu ciršanas atlieku apjomu.

Apkopoto datu analīze pagaidām liedz apgalvot, ka ciršanas atlieku apjoms un daudzums tieši ietekmē stādīšanas produktivitāti. Vidējais viena stāda iestādīšanas ātrums platībās ar nelielu ciršanas atlieku daudzumu bija 20,3 sekundes, ar vidēju 21,2 sekundes un ar lielu - 19,1 sekunde. No analizētajiem videomateriāliem var secināt, ka 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 aizzēluma un paaugas praktiski nebija, kas ļāva stādīt ātri. Pretēji bija platībā P 1.2. kur bija neliels ciršanas atlieku daudzums, savukārt bija liels aizzēlums un vidējs paaugas augstums. Līdz šim ievāktu datu apkopojums ļauj secināt, ka ciršanas atlieku daudzums nav galvenais apstākļis, kas ietekmē stādīšanas produktivitāti.

Viens no apstākļiem, kas samazina darba ražīgumu, var būt pārlieku liels mitrums. Slapjas vietas ir nepieciešams apbraukt, un arī kvalitatīvu stādvieta sagatavošana šādās vietās var būt apgrūtināša. Mašinizētas stādīšanas produktivitāte izcirtumos ar dažādu augsnes mitrumu apkopota zemāk (Attēls 2.10).



Attēls 2.10. Mašinizētas stādīšanas produktivitāte platībās ar dažādu augsnes mitrumu.

Apkopoto datu analīze pagaidām neapstiprina sakarību starp mitruma līmeni un darba ražīgumu. Viens no iemesliem ir stādīšanas laiks, jo vislielākais mitrums mežā ir rudens periodā, kad ir arī vismazākais aizzēlums un paaugai ir nobirušas lapas. Kā secināts iepriekš, viens no galvenajiem stādīšanas produktivitāti ietekmējošajiem apstākļiem ir aizzēlums, kas rudenī, kad parasti ir arī lielākais mitrums, platībā ir vismazākais.

Augstāk minētie apstākļi - aizzēlums, paauga, ciršanas atliekas un mitrums - var ietekmēt ne tikai darba ražīgumu, bet arī stādīšanas kvalitāti. Stādīšana lielā aizzēlumā un zem biezas paaugas apgrūtina stādvieta novietojuma izvēli - zem aizzēluma nav redzami zari, saknes un platības reljefa atšķirības, kas traucē kvalitatīvas pacilas izveidošanu. Liels ciršanas atlieku daudzums apgrūtina pacilas izveidošanu, kur nereti pacilu daļēji jāveido uz zara vai saknes, kas, veidojot nākamo pacilu, tiek izkustināts, izjaucot iepriekš izveidoto. Ja tas tiek darīts lielā aizzēlumā, tad operators to var nepamanīt, izveidojot nekvalitatīvu stādvietu. Lai nodrošinātu nepieciešamo iestādīto koku skaitu, nereti nākas stādīt arī pārmitrās vietās, sevišķi, ja darbi notiek rudens periodā. Šādās vietās ziemas un pavasara periodā iespējams pacilas noskalošanās risks.

2.1.4. Harvesteru kā mašīnizētas stādīšanas bāzes mašīnu iespēju apzināšana

Vērtēta iespēja praktizēt mašīnizēto stādīšanu, izmantojot ar ietvarstādu stādāmo ierīci aprīkotus harvesterus vai forvarderus. Apkopota informācija par Ziemeļvalstu mežsaimniecības praksē izmantotiem risinājumiem. Šādus prototipus ir izgatavojuši Somijas uzņēmumi M-planter un Risutec. Pētījumu ietvaros LVMI Silava zinātnieki ir sazinājušies ar abu ražotāju pārstāvjiem.

Ar Risutec ierīci iespējams veikt tikai stādīšanas operāciju bez augsnes sagatavošanas vai iefrēzēt stādvietu. Pacilas veidošanas funkcija nav paredzēta, kādēļ tas nav Latvijai piemērots risinājums. Latvijā tikai apmēram 10% mežu būtu iespējams stādīt kokus nesagatavotā stādvietā vai tikai safrēzējot augsni – galvenais augsnes sagatavošanas uzdevums ir novērst zemsedzes augu konkurenci.

Savukārt M-planter ierīce izgatavota, pielāgojot to bāzes mašīnai. Sākotnēji tā izgatavota salāgošanai ar Eco Log 560 C²⁰. Lai to uzstādītu uz citas bāzes mašīnas, nepieciešamas dažādas laika un finanšu ietilpīgas modifikācijas. Vienīgais prototips, kas līdz šim strādāja Somijā un sākotnēji būvēts, lai uzstādītu uz Eco Log 560 C, ir pārtraucis darbību. M-planter ierīce, kas bija izgatavota darbam uz Eco Log 560 C, vēlāk pielāgota bāzes mašīnai 560 D. Latvijā strādā tikai divi ECOLOG harvesteri 560D un 570C. Lai uzstādītu stādāmo ierīci, jādemontē daļa strēles un tā jāaizstāj ar M-planter pielāgotu (pielikums). Ņemot vērā, ka nav pieejams pakalpojums testēt jau darbojošos ierīci, nolemts pagaidām atteikties no stādāmo ierīču izmēģinājuma, kas montētas uz harvestera. Ja tirgū parādīsies jauni, ražošanā strādājoši prototipi, sekojot piedāvājumam un apsvērs to testēšanu Latvijā. Pasaulē diskrētās stādīšanas ierīces tiek montētas uz dažādas jaudas ekskavatoriem, ļoti reti izmantojot citas bāzes mašīnas.

2.1.5. Alternatīvie meža mašīnizācijas darbu risinājumi – mašīnizētā sēšana

Mašīnizētā sēšana ir dabai tuva meža atjaunošanas metode. Bāzes mašīnas skarificē augsni, atsedzot minerālaugsni un ar pneimatiskas ierīces palīdzību skarificētajā augsnē izklidē 300-500 g sēklu uz ha. Pasaulē attīstās tendence izmantot t.s. dabas procesiem līdzīgus meža atjaunošanas risinājumus. Ir veikti izmēģinājumi sēšanai izmantojot lidaparātus²¹ un imitējot vēja nestu sēklu, vai risinot loģistikas jeb piekļuves problēmas atjaunojamajai platībai. Sējot ar lidaparātu, sēklas tiek ietvertas apvalkā, lai tās būtu smagākas un nokristu paredzētajā vietā. Apvalkā tiek iestrādātas arī dīgštam papildus barošanās elementi, kas nonāk tieši sējvietā Lidaparātu izmantošanu koku sēšanā Latvijā

²⁰ <https://youtu.be/RTvZ6acvLHg>

²¹ A I Novikov and B T Ersson 2019 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 226 012051

pagaidām vēl neapsver, bet, attīstoties bezpilota lidaparātu veiktspējai, arī šādi risinājumi var kļūt aktuāli.

Latvijā P mežaudžu sēšanu pārtrauca laikā, kad sēklas kļuva dārgas. Tobrīd pieejamās sēšanas ierīces viena hektāra apsēšanai patērēja 1 kg sēklu. Mūsdienās ir pieejami efektīvāki risinājumi, sēšanas ierīci pievienojot augsnes sagatavošanas tehnikai un ierīci darbinot kopā ar augsnes apstrādi oligotrofos mežos²². Šādā gadījumā sēšana ir papildus opcija, kas neietekmē augsnes sagatavošanas darbu produktivitāti. Patlaban Ziemeļvalstīs visbiežāk pieminētā kombinācija P sēšanai ir sēšanas ierīce un disku arkli²³. Sējmašīnu var uzstādīt arī uz forvardera, kas aprīkots ar rotējošo pacilotāju²⁴. Abi risinājumi nelielā apjomā testēti arī Latvijā, un abos gadījumos iegūts labs rezultāts. 2008.gadā sēšanā izmēģināta Bracke sējmašīna, kas uzmontēta uz rotējošā pacilotāja, bet 2013.gadā izmēģināta Somijā ražota sēšanas ierīce, kas uzmontēta uz disku arkla. Iepriekš īstenotās meža atjaunošanas ieaudzēšanas un kopšanas pētījumu programmas ietvaros noskaidrots, ka 2013.gadā sētajās mežaudzēs 70% P ir sētas un sētie koki ir augstāki, salīdzinot ar tāda paša vecuma pašsējas kokiem²⁵.

Mūsdienās svarīgākā risināmā problēma ir nodrošināt iesētās sēklas dīgšanai un dīgsta konkurencei labvēlīgākus apstākļus. Viens no risinājumiem ir veidot ap sēklām noturīgu apvalku (granulēt). Apvalki satur augu barošanās vielas un/vai mitrumu piesaistošus materiālus, padarot tikko izdīgušo dīgstu konkurētspējīgāku ar apkārtējo vidi.

LVM izaugsmes akcelerācijas programmas "SilvaTech" ietvaros tiek izskatīta iespēja testēt sēklu apvalkošanas tehnoloģiju ieviešanai Latvijas mežkopības praksē, kur galvenie skaidrojamie jautājumi ir:

- apvalka pozitīvā ietekme uz sēklu dīgšanu,
- apvalka efektivitāte, ja sēklu iestrāde notikusi dažādos dziļumos,
- apvalka ietekme uz dīgsta augšanu pirmajā augšanas gadā,
- sēšanas kvalitāte, sējot apvalkotas sēklas,
- apvalka mehāniskā noturība.

Atziņas

Mašinizētas stādīšanas pakalpojumu sniedzēji, kas ikdienā strādā Latvijā, par galvenajiem mašinizētas stādīšanas produktivitāti ietekmējošiem apstākļiem nosauc platības aizzēlumu, paaugas/pameža augstumu un biežību, ciršanas atlieku daudzumu un nepieciešamību stādīt pārlietu mitrās vietās.

Līdz šim ievākto datu analīze apstiprina, ka aizzēlums būtiski ietekmē darba ražīgumu: vidējais viena stāda iestādīšanas ātrums visās platībās ar nelielu aizzēlumu bija 17,2 sekundes, ar vidēju aizzēlumu 22,5 sekundes un ar lielu aizzēlumu 27,2 sekundes. Aizzēlums bija apstāklis, kas ietekmēja darba produktivitāti pilnīgi visiem pakalpojumu sniedzējiem, neatkarīgi no stādāmās iekārtas modeļa. Apkopoto datu analīze apstiprina, ka paauga un pamežs būtiski ietekmē darba ražīgumu, kur vidējais viena stāda iestādīšanas ātrums platībās ar mazu/nelielu paaugu/pamežu bija 18,8 sekundes, savukārt ar vidēju un lielu paaugu/pamežu - 26,2 sekundes. Lai palielinātu darba ražību atjaunojamajās platībās ar lielu paaugu/pamežu, tā pirms stādīšanas ir jānozāgē.

Pašreiz pieejamo datu analīze neļauj pārliecinoši apgalvot, ka ciršanas atlieku apjoms platībā tieši

²²https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/sbt/forskning/net4forest/ersson.2021.mechanizeddirectseeding_net4forest_o4_english.pdf

²³ <https://www.brackeforest.com/products/planters-seeders>

²⁴ http://www.silava.lv/userfiles/file/Mehaniz%C4%93t%C4%81%20atjauno%C5%A1ana_2011janv.pdf

²⁵ <http://www.silava.lv/24/section.aspx/View/176>

ietekmē stādīšanas produktivitāti. Vidējais viena stāda iestādīšanas ātrums platībās ar nelielu ciršanas atlieku daudzumu bija 20,3 sekundes, ar vidēju 21,2 sekundes un ar lielu 19,1 sekunde. No analizētajiem videomateriāliem var secināt, ka aizzēlums un paauga stādīšanas produktivitāti ietekmē vairāk nekā ciršanas atlieku apjoms.

Pašreiz pieejamo datu analīze neuzrāda būtisku sakarību starp mitruma līmeni un darba ražīgumu. Viens no iemesliem ir stādīšanas laiks – vislielākais mitrums platībās ir rudens periodā, kad ir vismazākais aizzēlums un paaugas/pameža kokaugiem nobirušas lapas.

Nepieciešams dažādot mašinizētas mežaudžu sēšanas paņēmienus.

2.2. Jaunaudžu kopšanas darbu mašinizācija

2021.gada darba uzdevumi: Mašinizētā meža atjaunošanā pielietojamo darba paņēmieni izpēte – stādīšanas dizaina un kopšanas darbos izmantojamās tehnikas salāgojuma teorētiskā pamatojuma sagatavošana.

2021. gadā vērtētas iespējas, kā modelēt stādvieta izvietojuma un izmēru ietekmi uz nākotnē veicamo jaunaudžu papildināšanas, kopšanas un aizsardzības darbiem. Modelēšanā eventuāli izmantojami dati, kas uzkrāti, veicot dažādus mežsaimniecības darbus, kā arī informāciju no mežizstrādes darbiem (piemēram, nocirsto koku skaitu jeb atjaunojamās meža platības celmainību) un ASTA *system* informāciju par stādvieta izmēriem un izvietojumu (mašinizēti stādot ar ekskavatora kausiem).

Patlaban pieejamie audžu kopšanas mašinizācijas risinājumi paredzēti jaunaudžu kopšanai - dažāda dizaina griezēj galvas montētas uz mazgabarīta tehnikas, kas aprīkota ar strēli - griezēj mehānismi ir zāģi vai rotējoši diski. Zāģi nav piemēroti zāles, sevišķi stiebrzāļu un kāpelējošu lakstaugu, pļaušanai, jo zāles tinas zāģu zobos. Agrotehniskajā kopšanā zālaugu un atvašu konkurenci stādītajam kokam samazina ap tiem apļaujot zāli ar krūmgriežiem, kā griezēj mehānismu izmantojot rotējošu disku. Arī jaunaudžu kopšanai paredzētie griezēj mehānismi mēdz būt diski, tomēr šāds mašinizācijas risinājums piemērots tikai tad, ja agregatējamā mašīna var apbraukt kokus, tātad ir ļoti augsta vai neliela izmēra, jo audzē saglabājami vismaz 2000 koki, tiem nenodarot bojājumus. Patlaban vēl nav konkurētspējīga piedāvājuma mazgabarīta visurgājējiem, kas būtu aprīkoti ar uz strēles vai kā citādi montētiem griezējdiskiem, lai apļautu zāli un atvases stādījumos ar 2000-3000 kokiem uz ha.

Stiebrzāļu, vītenaugu un sīko atvašu klātbūtne ir viens no galvenajiem iemesliem, ka samazina kopšanas efektivitāti jaunaudžu kopšanas un enerģētiskas koksnes sagatavošanas darbos, jo aizzēlums iestrēgst mehānismos vai aptinas ap tiem. Zināms, ka jaunaudžu kopšanas darbu mašinizēto risinājumu produktivitāte pazeminās, kad jākopj audzes ar daudz sīkiem kokiem²⁶, kādi ir apstākļi agrotehniskajā kopšanā. Pagaidām agrotehniskās kopšanas mašinizācijas risinājumi ir neefektīvāki un dārgāki nekā roku darba spēks.

Nav veikti izmēģinājumi, kā stādvieta izveidojot radītais mikro reljefs - izkļiedus vai rindās izvietotas pacilas un bedres kam atšķirīgs augstums, platums un attiecīgi dziļums - ietekmē mazgabarīta jeb vieglās klases meža mašīnu pārvietošanos un attiecīgi spēju mašinizēti izpildīt jaunaudžu kopšanas darbus.

Kamēr vēl nav agrotehniskās kopšanas darbu mašinizācijas risinājumu, darbi veicami ar krūmgriežiem, tāpēc pirmais pētnieciskais uzdevums saistīts ar to, ka jānoskaidro vai un cik ļoti kopšanas darbu produktivitāti ietekmē mašinizēti stādīto koku izvietojums (rindās vai ainaviski izkļaidus), kā arī, cik ļoti pārvietošanās no koka uz koku laiku, ietekmē stādvieta augstums un

²⁶ Mašinizētas enerģētiskās koksnes sagatavošanas tehnoloģiskie un ekonomiskie risinājumi . S.Kalēja, http://primolatvija.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/gbln8n/371KISC_AlephLNC04-001020616

pacilas izveides rezultātā tapušās bedres dziļums un izmēri. Ja šim faktoriem ir būtiska ietekme uz darbu produktivitāti (ne tikai strādnieku labbūtību – mazāk spriedze, ja stādvieta atrašanās vieta ir ērta) (ne tikai strādnieku labbūtību – mazāk spriedze, ja stādvieta atrašanās vieta ir ērta) jāsagatavo rekomendācijas, kas jāņem vērā stādot ar mašīnizēti.

LVMi Silava zinātnieki piedalījušies LVM izaugsmes akcelerācijas programmas “SilvaTech”²⁷ hakatona ideju darbnīcā ar viedokli par risinājumiem jaunaudzū kopšanas mašīnizācijai. Hakatonā uzsākta sagatavošanās mašīnizētas – robotizētas ierīces izmēģinājumiem jaunaudzū kopšanas darbu pilotizmēģinājumam ar Igaunijā ražotu augstas caurgājamības robotizētu jaunaudzū kopšanas ierīci.

Patlaban LVM mežkopības organizācijas sistēmā jaunaudzū kopšanas darbi tiek iedalīti četrās darbu izpildes grūtības pakāpēs (DIGP):

I – koku augstums līdz 2 m, diametrs līdz 1cm, skaits līdz 15 000;

II – koku augstums 3 līdz 4 m, diametrs līdz 3 cm, skaits līdz 30 000;

III – koku augstums no 4 m, diametrs līdz 10 cm, skaits ap 5 000 (darbi veicami ar krūmgriezi);

IV – koku augstums no 4 m, diametrs virs 10 cm, skaits ap 3 000 (darbi veicami ar ķēdes zāģi).

Mašīnizētu jeb robotizētu kopšanu varētu veikt vieglākos darba apstākļos – I un II grūtības pakāpē, kas ir lielākā apjoma daļa, jo vidēji ik gadus uzņēmumā izkoptā jaunaudzū platība sadalās: I DIGP = 20%; II DIGP=45%; III DIGP=31%; IV DIGP=4 %

Mašīnizēti jeb robotizēti risinājumi jau tiek izmantoti lauksaimniecībā, kur roboti ar lāzera staru vai citu tehnoloģiju palīdzību iznīcina nezāles, tās atšķirot no kultūraugiem²⁸. Mežos apstākļi ir sarežģītāki - robotam jāpārvietojas pa nelīdzenu reljefu, kokiem ir dažāds augstums un caurmērs. Paredzams, ka robotizēti risinājumi būs izmantojami lauksaimniecības zemju vai karjeru apmežojumos, kā arī sausienos.

Lai pārliecinātos par robotizētu, attālināti vadāmu, iekārtu veiktspēju, tās testējamas vismaz vienu, optimāli - divus mēnešus, pakāpeniski palielinot iekārtas pielietošanas grūtības pakāpi. Ar iekārtu jāstrādā ražotāja apmācītam operatoram, lai izslēgtu situācijas, kad testa laikā notiek “apmācību process” un iekārta netiek prasmīgi lietota.

Darbinot iekārtu, testējami sekojoši aspekti:

- manevrētspēja (tests poligonā, ar mietiņiem modelējot dažāda biezuma audzes);
- caurgājamība (pakāpeniski paaugstinot grūtības pakāpi – piemēram, apvidus ar dabīgo apaugumu, apvidus ar sagatavotā augsnē stādītiem kokiem, ir atjaunojusies jaunaudzē ar celmiem, atjaunota jaunaudzē ar celmiem un ar disku arklu veidotām vagām, pacilām);
- prototipa precizitāte (dota shēma ar saglabājamo koku izvietojumu, dimensijām, dota shēma ar saglabājamo koku atrašanās vietu - koordinātas no ASTA *system*, koordinātes no precīzās uzmērīšanas).

Darbu izpildes laikā ar videoreģistratoriem ierakstāma tehnikas griezējinstrumenta darbošanās, pēc darbu izpildes veicama platības apsekošana, vērtējot darbu izpildes kvalitāti un dotā darba uzdevuma atbilstību iegūtajam rezultātam (precizitāti).

²⁷ <https://silva-tech.eu/lv/hakatons/>

²⁸ <https://labsoflatvia.com/en/inspirational-stories/weedbot-brings-laser-into-weeding>

Atziņas

Attīstoties attālināti vadāmām tehnoloģijām un kļūstot pieejamākam precīzās uzmērīšanas ierīcēm, jaunaudžu mašinizēta kopšana ar attālināti vadāmām ierīcēm apsverama kā viens no risinājumiem, ja darba tirgū veidojas ar rokas instrumentiem veicamu mežkopības darbu izpildītāju deficīts un/vai šo darbu izmaksas kļūst tik augstas, ka ir samērojamas ar mašinizētas kopšanas izmaksām.

3. TEHNOLOĢIJAS JAUNAUDŽU AIZSARDZĪBAI

Mērķis: meklēt un atrast iespējas mazināt biotiskos apdraudējumus mežaudžu atjaunošanā, raksturojot jaunaudžu aizsardzības nozīmību, meklējot jaunus augu aizsardzības līdzekļus un paņēmienus, kā arī izstrādājot jaunas metodes bīstamāko jaunaudžu kaitēkļu un briežu dzimtas dzīvnieku radītu bojājumu novēršanai un seku mazināšanai

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

2021.gada darba uzdevumi: Jaunāko zinātnisko pētījumu atziņu pārskats. Tirgū un izpētē esošo aizsardzības līdzekļu apskats, t.sk. 2022. gadā izmēģināt plānoto līdzekļu izmaksas, iespējas piegādāt Latvijā, t.sk VAAD atļaujas nepieciešamība. Metodika pētījuma nākamo 4 gadu pētījumiem. 2021. gada pētījumu rezultātu apraksts etapa pārskatā.

2021. gadā izstrādāta metodika turpmāku divu gadu pētījumu veikšanai, paredzot, ka 2024. un 2025.gadā veicamo pētījumu metodiku aktualizēs 2023.gadā. Īstenots laboratorijas eksperiments ar dažādi apstrādātiem skuju kokiem pētījumam par P lielo smecernieku barošanās preferencēm. Sagatavots apskats par tirgū un izstrādē esošajiem koku individuālas aizsardzības līdzekļiem (kartoni, vairogi un citi), kā arī par LVM kailsakņu apstrādei uz lauka lietojamiem smidzināmajiem līdzekļiem. Darba uzdevums veikt jaunāko koku aizsardzības līdzekļu detalizētu apskatu pārcelts uz 2023. gadu, jo 2022. gada izmēģinājumu metodikā jau ir iekļauti jaunākie pieejamie preparāti par kuriem informācija saņemta no to oficiālajiem izplatītājiem vai prototipu izstrādātājiem.

3.1.1. Alternatīvo aizsardzības līdzekļu efektivitāte pret P lielo smecernieku laboratorijas apstākļos

Pabeigts kontrolēts laboratorijas eksperiments, kurā pētīta smecernieku uzvedība un barošanās izvēles, tos ievietojot noslēgtā vidē.

Metodes

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*). Eksperimentā iekļautas visas dabā noķertās *Hylobius* vaboles. Apmēram 5% no visām vabolēm bija *H.pinastri* (Attēls 3.1), bet pārējās – *H.abietis*. Starp salasītajām aptuveni 300 vabolēm nebija neviens *H.piceus* sugas smecernieks. *Hylobius* smecernieku vaboles ievāktas svaigās cirmsās pie skuju koku celmiem. Papildus vaboles salasītas svaigā E cirmsā, kur tās lielā skaitā pārvietojās pa pagaidu koku pievešanas ceļu, kā arī zemē ierakstos slazdos (Attēls 3.2).



Attēls 3.1. Pētījuma ietvaros noķertie P smecernieki. Ar sarkanu apvilktas P vidējā smecernieka (*H. pinastri*) vaboles.



Attēls 3.2. Svaigā izcirtumā zemē ierakti slazdi ar P lielā smecernieka vabolēm.

Izvēles eksperiments

Izvēles eksperimentā P smecernieka vabolēm trīs nedēļu garumā eksponēja trīs dažādos veidos apstrādātus un neapstrādātus E stādus. Eksperimentam izmantoja E ietvarstādus (E2/0I), izņemot ar vasku apstrādātus, kas bija tāda paša izmēra kailsakņi no LVM stādaudzētavas “Mazsili”. Stādu apstrādes varianti bija:

- 1) KĶI&Silava izstrādātais aizsardzības preparāts “baltais” (B);
- 2) KĶI&Silava aizsardzības preparāts “melns” (M);
- 3) apstrāde ar vasku “BugStop” (V);
- 4) kontrole – neapstrādāti stādi (K).

Stādi insektārijos izvietoti nejaušā izkārtojumā četros stūros (Attēls 3.3). Insektāriju augstums bija 35 cm ar pamatnes izmēru 18x18 cm. Insektāriji veidoti no organiskā stikla ar gaisa apmaiņu. Koksnes ķīmijas institūta un LVMI Silava zinātnieku sadarbībā izveidotais līdzeklis satur uz sveķu un smilts bāzes radītas aizsargvielas, kas stādiem uzklātas ar otu. Pēc apstrādes stādi turēti 24 stundas preparāta nožūšanai, pirms tie tālāk izmantoti eksperimentā.



Attēls 3.3. Pa kreisi – stādu izkārtojums četros stūros insektārijā. Pa labi – insektāriji klimata kamerā.

Eksperiments uzsākts laikā no 31. maija līdz 1. jūnijam, jo vienlaicīgi nebija iespējams nodrošināt nepieciešamo smecernieku daudzumu. Katrā insektārijā ielaistas 3 smecernieka vaboles un skaits papildināts, ja kādā no insektārijiem konstatēja mirušas vaboles. Kopumā ierīkoti 10 atkārtojumi (atsevišķi insektāriji).

Smecernieku bojājumi uzskaitīti 3 reizes – 2. dienā, 10. dienā un 20. dienā pēc vaboļu ielaišanas. Smecernieka bojājumi novērtēti ballēs:

- 0 – nav smecernieka bojājumu;
- 1 – stādam viens mizas grauzums, kas neapdraud stāda vitalitāti;
- 2 – stādam vairāki mizas grauzumi, kas neapdraud stāda izdzīvošanu (Attēls 3.4);
- 3 – stādam daudz grauzumu vai lūksnes bojājums visapkārt, kas apdraud stāda izdzīvošanu;
- 4 – smecernieku bojājuma dēļ nokaltis stāds.

Katrā uzskaites reizē katram stādam atzīmēts shematisks bojājumu telpiskais izvietojums un atrašanās uz stāda aizsargātās vai neaizsargātās vietas. Smecernieka radītos bojājumus skujām neuzskaitīja (Attēls 3.5). Datu apstrādei izmantota POLR (*proportional odds logistic regression*) funkcija, kas piemērota ranžētu (neparametrisku) datu apstrādei. Smecernieka bojājumu uzskaites rezultāti apkopoti pielikumā.



Attēls 3.4. P lielā smecernieka izraisīts E stāda stumbra bojājums uz apstrādāta stāda daļas, kas novērtēts ar 2 ballēm (bojājumi ir vienā stumbra pusē un tieši neapdraud stāda izdzīvošanu).



Attēls 3.5. P lielā smecernieka bojājumi E skujām.

Novērtējot alternatīvo aizsardzības līdzekļu efektivitāti izvēles eksperimentā, konstatēts, ka stādu bojājuma pakāpi būtiski ietekmēja stādu apstrāde (visi apstrādes varianti bojāti mazāk nekā neaizsargāti stādi) un stādu eksponēšanas laiks smecernieka vabolēm (bojājumu apmērs palielinājās, vabolēm barojoties ar stādiem ilgāku laiku). Apstrādes* laika mijiedarbība bija nebūtiska. Tas nozīmē, ka stādu bojājuma pakāpe dažādiem apstrādes variantiem laikā pieauga proporcionāli (Attēls 3.6). Salīdzinot apstrādes variantus savā starpā, vask uzrādīja būtiski labāku aizsardzību nekā abi KĶI preparāti (Tabula 3-1, Tabula 3-2). Starp abiem KĶI preparātiem aizsardzības efektivitāte būtiski neatšķīrās.

Tabula 3-1. Efektu kopsavilkuma tabula izvēles eksperimentā

Faktors	Chisq	Df	Pr(>Chisq)	
Apstrāde	121,224	3	< 2,20E-16	***
Laiks	42,627	2	5,54E-10	***
Apstrāde:Laiks	1,653	6	0,9487	

*polr(formula = Boj ~ Apstrade * Laiks) Analysis of Deviance Table (Type II tests) Response: Boj. Zvaigznītes norāda būtiskuma pakāpi *- $\alpha \leq 0,05$, ** - $\alpha \leq 0,01$, *** - $\alpha \leq 0,001$.*

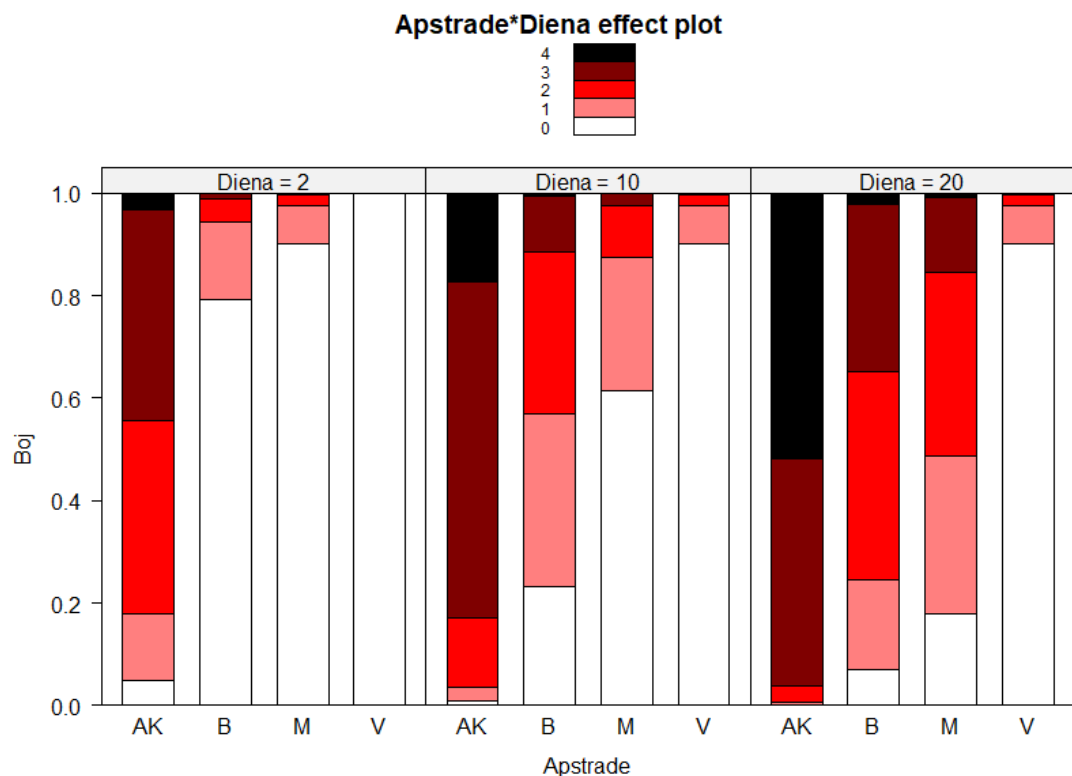
Tabula 3-2. Kontrastu salīdzinājums starp apstrādes variantiem

Estimate	Std. Error	z	value	Pr(> z)	
B-AK=0	-4,329	1,0485	-4.129	<0,001	***
M-AK=0	-5,2186	1,262	-4,135	<0,001	***
V-AK=0	-19,0569	0,739	-25,786	<0,001	***
M-B=0	-0,8896	1,3154	-0,676	0,902	
V-B=0	-14,7279	1,166	-12,631	<0,001	***
V-M=0	-13,8383	1,3583	-10,188	<0,001	***

(Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts Fit: polr(formula = Boj ~ Apstrade * Laiks). Zvaigznītes norāda būtiskuma pakāpi *- $\alpha \leq 0,05$, ** - $\alpha \leq 0,01$, *** - $\alpha \leq 0,001$).

Eksperimenta beigās puse no kontroles stādiem bija nokaltuši, un tikai 10% no stādiem bojājumi neapdraudēja izdzīvošanu (Attēls 3.6). No apstrādātajiem stādiem nokalta tikai 1 stāds (apstrāde KĶI & Silava “baltais”). Smecernieka bojājumi, kas apdraud to izdzīvošanu (3 balles), stādiem ar KĶI & Silava apstrādi “Melnais” bija 20%, bet ar apstrādi “Baltais” – 30%. Nevienam stādam, kas bija apstrādāts ar vasku “BugStop”, izdzīvošana nebija apdraudēta.

Kopumā var secināt, ka visi apstrādes varianti nodrošina apmierinošu stādu aizsardzību, bet apstrāde ar vasku nodrošina ļoti augstu efektivitāti aizsardzībai pret P lielo smecernieku.



Attēls 3.6. Stādu proporcija ar konkrētu bojājuma pakāpi katrai stādu apstrādei 2., 10., un 20. stādu eksplīcijas dienā izvēles eksperimentā.

Bezizvēles eksperiments

Pēc LVMI ierosinājuma iekļaut pētījuma arī “Conniflex” un dāņu ražotāja preparātu “Norfort LDW 115 (Exp 03)”, ierīkots bezizvēles eksperiments, kurā smecerniekam piedāvāti apstrādāti E (E2/0I) kailsakņu stādi un ietvarstādi (“Conniflex” apstrādes variantā). Dāņu preparāts saņemts tikai 21. jūnijā, turklāt insektāriju izmērs neļāva izmantot vairāk kā 4 stādus (apstrādes variantiem) izvēles eksperimentā. Katrai apstrādei ierīkoti 10 atkārtojumi. Apstrādes varianti bija:

1. “Conniflex” – pozitīvā kontrole. Alternatīvā stādu apstrāde, ko jau vairākus gadus izmanto stādu aizsardzībai skuju koku jaunaudzēs LVM mežos;
2. KĶI& Silava preparāts “baltais” kā salīdzinājums no izvēles eksperimenta;
3. dāņu ražotāja preparāts “Norfort LDW 115 (Exp 03)”.

Atkārtojumi iekārtoti ilgstošā laika periodā sakarā ar to, ka dabā smecernieku masveida lidošana bija beigusies un vaboļu ievākšana bija ilgstošs process. Stādi eksponēti vaboļu bojājumiem 15 dienas, un eksperiments noslēdzās 12. jūlijā.

Stādi ievietoti cilindriskos traukos, kas nosegti ar sietu. Cilindru augstums 46 cm un diametrs 15 cm (Attēls 3.7). Katrs stāds eksponēts 2 smecernieka vabolēm.

Bojājumi uzskaitīti analogi izvēles eksperimenta uzskaitēi. Datu analīzē izmantota POLR funkcija programmā R.



Attēls 3.7. Konteineri bezizvēles eksperimentam.

Novērtējot alternatīvo aizsardzības līdzekļu efektivitāti bezizvēles eksperimentā, konstatēts, ka stādu bojājuma pakāpi būtiski ietekmēja gan stādu apstrāde, gan stādu eksponēšanas laiks smecernieka vabolēm (bojājumu apmērs palielinājās līdz ar laiku, kas pavadīts, vabolēm barojoties ar stādiem) (Tabula 3-3). Salīdzinot apstrādes variantus savā starpā, vienīgā būtiskā atšķirība konstatēta starp dāņu preparātu, kas uzrādīja labākas stādu aizsardzības īpašības, un “Conniflex”, kas konkrētajā eksperimentā uzrādīja zemāko stādu aizsardzības efektivitāti. (Tabula 3-4).

Tabula 3-3. Efektu kopsavilkuma tabula izvēles eksperimentā

Faktors	Chisq	Df	Pr(>Chisq)	
Apstrāde	8,066	2	0,01772	*
Laiks	21,554	1	3,44E-06	***

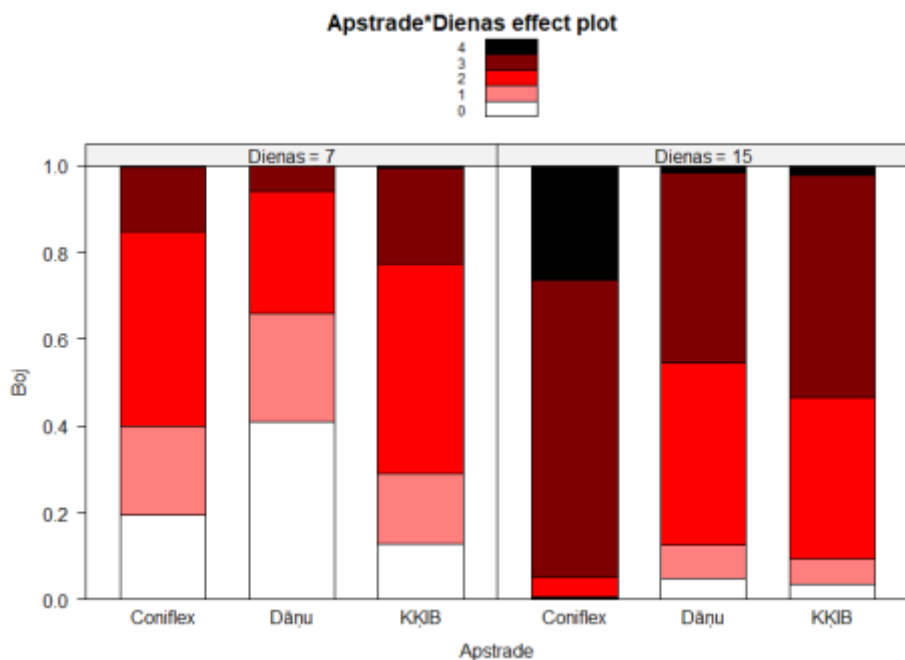
*model=polr(Boj~Apstrade*Laiks) Analysis of Deviance Table (Type II tests) Response: Boj. Zvaigznītes norāda būtiskuma pakāpi *- $\alpha \leq 0,05$, ** - $\alpha \leq 0,01$, *** - $\alpha \leq 0,001$*

Tabula 3-4. Kontrastu salīdzinājums starp apstrādes variantiem

Estimate	Std. Error	z	value	Pr(> z)	
Dāņu-Conniflex=0	-1,8746	0,6933	-2,704	0,0187	*
KĶI "Baltais"-Conniflex=0	-0,891	0,658	-1,354	0,364	
KĶI "Baltais"-Dāņu=0	0,9836	0,5858	1,679	0.2122	

*(Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts Fit: polr(formula = Boj ~ Apstrade * Laiks). Zvaigznītes norāda būtiskuma pakāpi *- $\alpha \leq 0,05$, ** - $\alpha \leq 0,01$, *** - $\alpha \leq 0,001$).*

Ņemot vērā, ka smecernieka vabolēm nebija iespēja izvēlēties neaizsargātus stādus, katram apstrādes variantam apdraudējums bija lielāks, salīdzinot ar izvēles eksperimentu. Eksperimenta beigās Conniflex apstrādes variantā 90% stādu bija vai nu nokaltuši, vai stādu izdzīvošana maz ticama (bojājumu pakāpe 3 un 4 balles). Abos pārējos apstrādes variantos dzīvotspējīgo stādu daudzums bija 50%). Šajā eksperimentā novērtēto aizsardzības līdzekļu efektivitāti nevar attiecināt uz lauka apstākļiem. Šī eksperimenta mērķis bija salīdzināt aizsarglīdzekļu relatīvo efektivitāti savā starpā.



Attēls 3.8. Stādu proporcija ar konkrētu bojājuma pakāpi katrai stādu apstrādei 7. un 15. stādu ekspozīcijas dienā bezizvēles eksperimentā.

3.1.2. Lauka darbu metodika - eksperimenta dizains stādu aizsardzības pret P lielo smecernieku izpētes darbu uzsākšanai 2022.gadā

Vienkāršs dizains (tikai E).

Stādi: E kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu:

- atkārtojumu skaits izcirtumā – 4;
- neatkarīgi atkārtojumi (nogabali) – 6;
- kopējais parcelu skaits katram apstrādes variantam - $4 \times 6 = 24$ (alternatīvi 4-8 vagas, atkarībā no izcirtumu un vāgu konfigurācijas);
- minimālais stādu skaits katram apstrādes variantam - 6000.

Nepieciešami seši nogabali (vismaz 2 ha platībā), vēlams, 3 dažādos reģionos - reģionālās ietekmes izvērtēšanai, bet var būt vienā reģionā, pieskaņojot jau saplānotai stādu sadales sistēmai un pieejamām atjaunojamām platībām. Vēlams platības sausieņos, lai nebūtu koku slīkšanas u.c. blakus ietekmes. Vēlams 2021./22.gada ziemas/pavasara cirsma, lai palielinātu smecernieka apdraudējumu. Cirsma izstrādāta pēc 2021. g. 1. oktobra (der arī pavasara cirsma). Izmēģinājumu platībai jābūt sagatavotai pavasarī.

Eksperimenta ierīkošana

Apstrādātos variantus jāstāda vagās (4 rindas jeb 2 vagas katram apstrādes variantam). Uzskaites parcelas jāierīko vēlāk. Nepieciešamais apstrādāto stādu skaits uz 2 ha cirsmu katram variantam ir 1000 stādu uz vienu nogabalu; pavisam kopā 6000 stādu katram apstrādes variantam.

Apstrādes varianti:

1. Latvijā ražotais preparāts;
2. dāņu preparāts (Norfort DWL 115) cont. Claes Arrfedsson;
3. vasks (Woodcoat) – pozitīvā kontrole;
4. neapstrādāti stādi- negatīvā kontrole.

Efekta novērtējums.

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

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

Katrā parcelē uzskaitīs 100 stādus, apsekojot 3 reizes veģetācijas sezonā. Statistiskajā apstrādē izmantos *GLM logistic regression* (neparametrisko datu apstrādes metode).

3.1.3. Stādu aizsardzības līdzekļu apskats - un preparāti

Uzsākta tirgus piedāvājuma izpēte par vietējām un citu valstu izmantotām metodēm skuju koku jaunaudžu aizsardzībā pret smecernieku radītajiem bojājumiem, galvenokārt koncentrējoties uz ķīmiskajiem līdzekļiem alternatīvām metodēm (**Tabula 3-5**). Plašāka tirgus izpēte plānota pēdējā darba etapā.

Tabula 3-5. Stādu aizsardzība pret smecernieku izmantojamie aizsardzības līdzekļi

Apstrāde	Stādu veids	Cena (EUR/tūkst. gab.) bez PVN	Izmaksas uz hektāru	Veids
Ķīmiskā	Ietvarstādi	211,00	-	Pesticīds
	Kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu 20 - 40cm	243,00	-	
Conniflex	Ietvarstādi	299,00	-	Fleksibla fiziska barjera
Ekovax	Ietvarstādi	277,00	-	Vasks
	Kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu 20 - 40cm	309,00	-	
Woodcoat	Kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu	295,00	-	Fleksibla fiziska barjera
MultiPro	lauka apstākļos	-	~400,00-500,00	Fiziska barjera
Nematodes <i>Steinernema carpocapsae</i>	lauka apstākļos	-	~400,00 (Eur/ha) gadā.	Bioloģiskais
dāņu preparāts (Norfort DWL 115) cont. Claes Arrfedsson izstrādē	lauka apstākļos	-	testēšanā	Fleksibla fiziska barjera
JifteS (izstrādē)	lauka apstākļos	-	testēšanā	Uz augu eļļu pārstrādes produktu un māla bāzes veidotu mehāniskis augu aizsardzības līdzeklis

3.1.4. Metodes skuju koku stādu aizsardzībai pret *Hylobius* bojājumiem

Skuju koku stādu aizsardzībai pret *Hylobius* bojājumiem izmantotas vairākas metodes, no kurām visbiežāk pielietotās ir ķīmiskā un mehāniskā aizsardzība. Lai gan ar ķīmiskajiem preparātiem apstrādātu stādu izmantošana ir izdevīga izmaksu ziņā un nodrošina praktisku pieeju postījumu samazināšanā, mehāniskā aizsardzība var būt tikpat efektīva alternatīva. Pašlaik ir pielietotas un testētas dažādas mehāniskās aizsardzības metodes (piem. Hardy et al. 2020).

Pētījumā Slovākijā (Lalík et al. 2020) salīdzināta dažādu aizsardzības metožu (vasks, ķīmiskā apstrāde, līme) efektivitāte 16 nedēļu ilgā pētījumā, 20 terārijos izvietojot 4 stādus ar dažādu apstrādes metodi, un ielaižot pieaugušus *H. abietis* īpatņus. Katru nedēļu stādus mainīja vietām. Pētnieki secināja, ka vasks aizsargā E stādus tikpat efektīvi kā ķīmiskā apstrāde, un vaboļu izraisītie bojājumi bija pat mazāka izmēra. Vasku uzklāj uz stāda stumbra 15cm augstumā ar speciālas mašīnas palīdzību. Vasks ir elastīgs un nodrošina fizisku barjeru, kā arī samazina auga izdalītās smaržvielas, kas piesaista P lielo smecernieku. Vaska baltā krāsa labvēlīgi ietekmē stādus, atstarojot saules radiāciju un samazinot karstumu radītos bojājumus. Pētījumos Zviedrijā tikai 1,3% ar vasku apstrādāto stādu iznīka dēļ *H. abietis* bojājumiem, salīdzinot ar 29% kontroles grupā (Ohrn and Nordlander, 2015).

Vaska izmantošana stādu aizsardzībai ir efektīva vietās, kur nav novērojama *Hylobius* savairošanās (Willoughby et al. 2020). Savukārt Apvienotajā Karalistē veiktā pētījumā (Moore et al. 2021) secināja, ka vaska izmantošana varētu tikai daļēji aizstāt ķīmisko līdzekļu izmantošanu un ir jāmeklē citi, mazāk toksiski, ķīmiskie vai bioloģiskie līdzekļi.

Smilšu-līmes preparāts *Conniflex* ir plaši izplatīts Skandināvijā (Svenska-Skogsplantor, 2019), un tā efektivitāte ir pierādīta, apstrādājot ap 320 miljoniem stādu. Conniflex ne tikai aizsargā stādus ar līdzīgu efektivitāti kā ķīmiskie līdzekļi (Nordlander et al. 2009), bet tā izmantošana ir draudzīgāka videi. Smilšu līmes pārklājums ir elastīgs un temperatūras maiņa to neietekmē. Smalkie smilšu graudi viegli iekļūst starp smecernieka augšzokļiem un traucē ēšanu, tāpēc tie izvairās baroties ar smilšu līmes pārklātiem stādiem.

Zviedrija ir apņēmusies samazināt ķīmisko preparātu izmantošanu mežsammiecībā, pilnībā aizstājot tos ar mehāniskās aizsardzības metodēm (Sveriges Lantbruksuniversitet, 2018). FSC Sweden (Forest Stewardship Sweden) un tās biedru statistika liecina, ka FSC sertificētos mežos skuju koku stādu ķīmiskā apstrāde ir ievērojami samazinājusies laika posmā no 2010. līdz 2014. gadam.²⁹

Tiek pārbaudītas arī alternatīvas mehāniskās aizsardzības metodes. Stādu apklāšana ar līmi (piemēram Vermifix, Bayer) apgrūtina vaboļu pārvietošanos pa stāda stumbru (vaboles pielīp), tomēr šādu stādu mirstība no *H. abietis* bojājumiem ir lielāka, salīdzinot ar tiem stādiem, kas apstrādāti ar ķīmiskajiem līdzekļiem vai vasku (Eriksson et al. 2017).

Apvienotajā Karalistē skujkoku aizsardzībai pret smecernieku bojājumiem tiek izmantotas arī fiziskas barjeras kā Biosleeves (Grenerpol LTD, UK) un Multipro (Svenska skogplantor, Sweden), kuras uzliek uz stādiem pirms stādīšanas (Hardy et al. 2020). Bet šāda metode ir mazāk efektīva salīdzinot ar vaska un līmes preparātiem. Šī metode var tikt izmantota mežaudzēs, kur *Hylobius* populācija ir zema.

Lai gan mehāniskā stādu aizsardzība ir efektīva, tā nesamazina smecernieku skaitu dabā. Bioloģisko līdzekļu kā, piemēram, entomopatogēno sēņu izmantošana nākotnē varētu potenciāli kontrolēt kukaiņu masu izplatību. Tomēr pagaidām šī metode nav parādījusi cerēto efektivitāti pret *Hylobius abietis* (Williams et al. 2013, Namara et al. 2018). V. Maňák et al. (2013 un 2015) uz skuju koku stādiem izvietoja cukura ēsmas, kā rezultātā *H. abietis* radītie bojājumi bija par 30% mazāk,

²⁹ <https://se.fsc.org/preview.fsc-pesticides-policy-in-sweden.a-763.pdf> ; https://ec.europa.eu/food/system/files/2019-06/pesticides_sup_nap_swe-rev_en.pdf.

salīdzinot ar kontroles stādiem bez šādām ēsmām. Iespējams, ka to izraisīja skudru aizsardzības uzvedība, aizstāvot savu barības avotu un tādejādi aizbaidot *H. abietis* pieaugušos īpatņus, kas gribēja baroties ar stādiem.

Atsauces:

Eriksson, S., Karlsson, A., Härlin, C., 2017: Test av mekaniska plantskydd mot snytbagggar i omarkberedd och markberedd mark, anlagt våren 2013. Slutrapport Sveriges lantbruksuniversitet, Report, 15:1–25.

Hardy, C., Sayyed, I., Leslie, A. D., Dittrich, A. D., 2020: Effectiveness of insecticides, physical barriers and size of planting stock against damage by the pine weevil (*Hylobius abietis*). *Crop Protection*, 137:105307.

Lalík, M., Galko, J., Kunca, A., Nikolov, C., Rell, S., Zúbrik, M., ... & Holuša, J. (2021). Ecology, management and damage by the large pine weevil (*Hylobius abietis*)(Coleoptera: Curculionidae) in coniferous forests within Europe. *Lesnický Casopis*, 67(2), 91-107.

Lalík, M., Galko, J., Nikolov, C., Rell, S., Kunca, A., Modlinger, R. et al., 2020: Non-pesticide alternatives for reducing feeding damage caused by the large pine weevil (*Hylobius abietis* L.). *Annals of Applied Biology*, 77:132–142.

Maňák, V., Björklund, N., Lenoir, L., Nordlander, G., 2015: The effect of red wood ant abundance on feeding damage by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Agricultural and Forest Entomology*, 17:57–63.

Maňák, V., Nordenhem, H., Björklund, N., Lenoir, L., Nordlander, G., 2013: Ants protect conifer seedlings from feeding damage by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Agricultural and Forest Entomology*, 15:98–105.

McNamara, L., Kapranas, A., Williams, C. D., O'Tuama, P., Kavanagh, K., Griffin, C. T., 2018: Efficacy of entomopathogenic fungi against large pine weevil, *Hylobius abietis*, and their additive effects when combined with entomopathogenic nematodes. *Journal of Pest Science*, 91:1407–1419.

Moore, R., Willoughby, I. H., Moffat, A. J., & Forster, J. (2021). Acetamiprid, chlorantraniliprole, and in some situations the physical barriers MultiPro® or Kvaee® wax, can be alternatives to traditional synthetic pyrethroid insecticides for the protection of young conifers from damage by the large pine weevil *Hylobius abietis* L. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 1-19.

Ohrn, P., Nordlander, G., 2015. WeevilSTOP - Field Activities in Sweden 2015 [online 20 June 2019] URL:<https://irpcdn.multiscreensite.com/9a5e28a2/files/uploaded/WeevilStop.field%20activities.2015.pptx>. <https://www.weevilstop.com/>

Svenska-Skogsplantor, 2019. Svenska Skogsplantor to Stop Using Chemical Pine Weevil Treatments [online 17 January 2019]. <https://news.cision.com/svenska-skogsplantor/r/svenska-skogsplantor-to-stop-using-chemical-pine-weevil-treatments,c2789643>

Williams, C. D., Dillon, A. B., Harvey, C. D., Hennessy, R., Mc Namara, L., Griffin, C. T., 2013: Control of a major pest of forestry, *Hylobius abietis*, with entomopathogenic nematodes and fungi using eradicant and prophylactic strategies. *Forest Ecology and Management*, 305:212–222.

Willoughby, I. H., Moore, R., Moffat, A. J., Forster, J., Sayyed, I., Leslie, K., 2020: Are there viable chemical and non-chemical alternatives to the use of conventional insecticides for the protection of young trees from damage by the large pine weevil *Hylobius abietis* L. in UK forestry? *Forestry International Journal of Forest Research*, 93:694–712.

3.2. Pētījumi mežsaimniecības un medību saimniecības līdzsvaram

2021.gada uzdevumi: Literatūras apskats par potenciālo kritēriju un indikatoru sistēmas izveidi mežsaimniecības un medību saimniecības interešu līdzsvara noteikšanai. Vasaras barības bāzes apjoma novērtēšanas metodes aktualizēšana. Meža statistiskās inventarizācijas datu apstrāde. Noteikti indikatoru līmeņi, pēc kuriem novērtēt mežsaimniecības un medību saimniecības līdzsvaru – starprezultāts.

3.2.1. Jaunākās zinātniskās literatūras apskats

Šajā pētījuma sadaļā, izmantojot zinātniskās datubāzes *ScienceDirect* un *ResearchGate*, ir apskatītas publikācijas par briežu dzimtas dzīvniekiem raksturīgo barības bāzi, izvēlētajām dzīvotnēm un konfliktsituācijām ar mežsaimniecību. Apskatītas 29 publikācijas, kas tapušas laika posmā no 2001. gada līdz 2021. gadam un apraksta pētījumus, kas veikti gan Ziemeļamerikā (5 publikācijas), gan Eiropā (23 publikācijas), kā arī 1 no Āzijas kontinenta (**Error! Reference source not found.**).

Pārnadžu dzīvotnes (*home range*)

Pārnadžu dzīvotne ietver barošanās teritorijas, atpūtas teritorijas un patvēruma (*security cover*) vietas. Parasti dzīvotnes izmēram ar pieejamiem barības resursiem ir negatīva korelācija (Borkowski et al., 2016). Tās izmēri sezonāli var atšķirties – ziemā izmērs ir mazāks, bet vasarā lielāks.

Aļņiem apdzīvotā platība var būt gana liela – līdz pat 61km², bet visbiežāk tie uzturas aptuveni 20km² lielā teritorijā. Arī diennakts pārvietošanās attālumi var būt no dažiem km līdz pat vairāk nekā 20km. Pārvietošanās attālumi, līdz ar to – arī dzīvotnes izmēri vasarā ir lielāki (Veeroja et al., 2018).

Staltbriežiem dzīvotnes izmērus ietekmē ainavas fragmentācija, pieejamie barības resursi, tai skaitā mednieku veiktā medījamo dzīvnieku piebarošana, u.c. Fragmentētā ainavā, bez papildus dzīvnieku piebarošanas, staltbriežu dzīvotnes ir lielākas, viens dzīvnieks var apdzīvot pat 60km² lielu teritoriju, savukārt platībās, kur notiek intensīva piebarošana, staltbrieži koncentrējas mazākās teritorijās (Reinecke et al., 2014).

Staltbriežiem kritiskais populācijas blīvums Eiropas mērenās joslas mežos, pie kura parādās būtiska ietekme uz mežaudzēm, ir 10 īpatņi/1km² (Borowski et al., 2021).

Starpsugu konkurence starp pārnadžu populācijām var izmainīt šo dzīvnieku barošanās uzvedību – veģetācijas periodā liekot, piemēram, alnīm, kā tipiskam kokaugu ēdājam papildus diētā iekļaut arī lakstaugus un stiebrzāles, savukārt ziemā patērēt vairāk skuju kokus (Spitzer et al., 2020; Spitzer et al., 2021).

Pārnadžu populāciju apsaimniekošana

Veidojot pārnadžu populāciju apsaimniekošanas plānus, būtiski novērtēt optimālo un kritisko populācijas lielumu, ņemot vērā arī dzimuma struktūru, ko pēc tam izmanto populāciju modelēšanā, (Martinez & Martin, 2019).

Zviedrijā, analizējot datus par to, kā pārnadžu populāciju blīvums ietekmē bojājumu risku januaudzēm, secināts, ka liela nozīme ir reģionālajām atšķirībām pārnadžu populāciju blīvumos, līdz ar to starpsugu konkurencei. Uzsvērtā adaptīvā menedžmenta nozīme – pārnadžu populāciju apsaimniekošanu plānot nevis vienas sugas ietvaros, bet kompleksi (Pfeffer et al., 2021).

Ceļu tīkls

Pārnadžu radīto bojājumu telpisko raksturu var ietekmēt gan biotiski, gan abiotiski faktori. Meža ceļu izvietojums ir apzināts kā būtisks faktors, kas ietekmē pārnadžu uzvedību, tajā skaitā arī barošanos (Borowski et al., 2019; Gircquel et al., 2020; Leblond et al., 2015). No vienas puses, meža

ceļu tīkls saistās ar medību aktivitātēm, kas liek izvairīties no to tuvuma, no otras - meža ceļu tuvumā bieži koncentrētas jaunaudzēs, kur pieejama nepieciešamā barības bāze (Michaud et al., 2014).

Lielie plēsēji

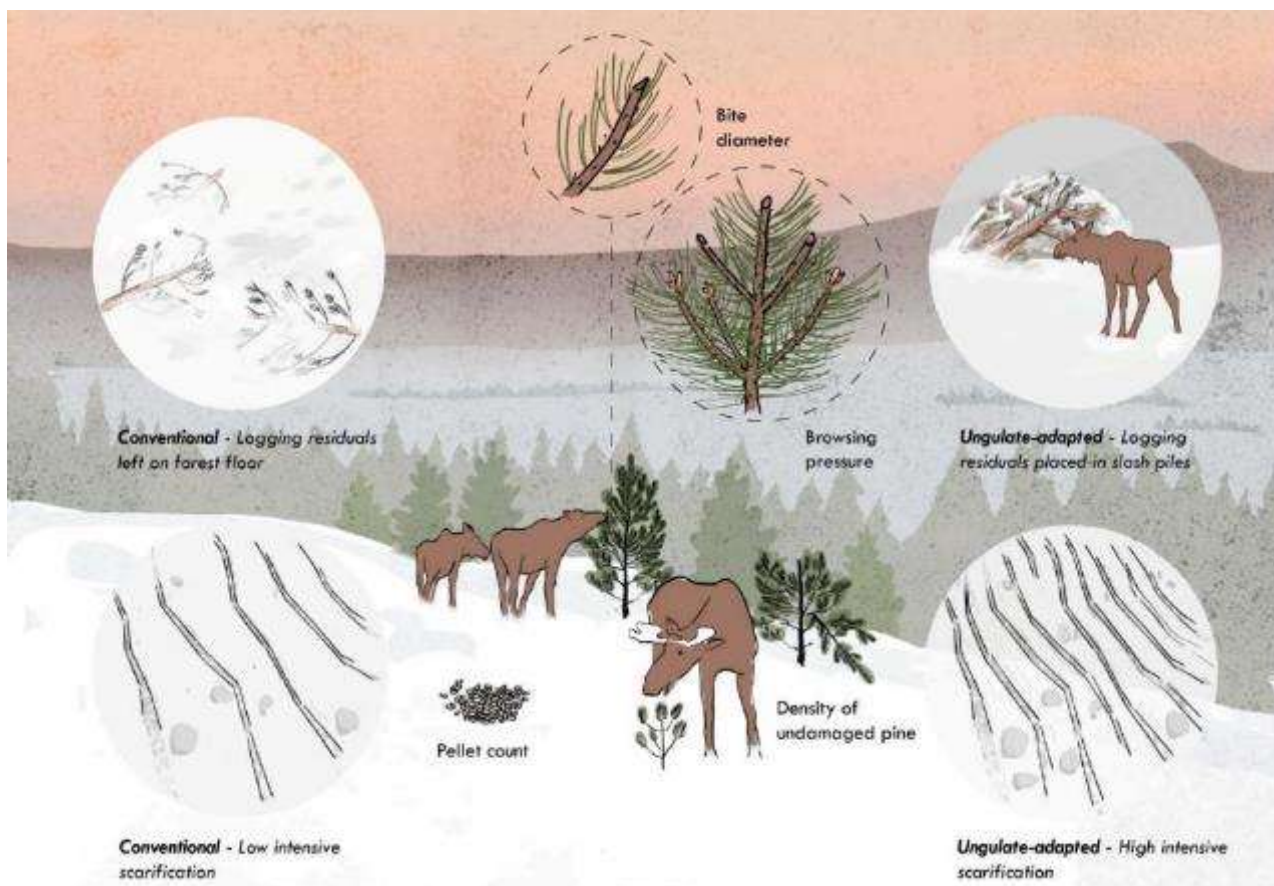
Lielo plēsēju klātbūtne ietekmē pārnadžu uzvedību, dzīvotņu izvēli, tādējādi arī pārnadžu un vides mijiedarbību (Kuijper, 2011). Staltbrieži teritorijās ar lielo plēsēju klātbūtni izvēlas baroties ar “augstāka garuma/auguma” augiem, lai labāk pārrudzētu apkārtni un varētu veiksmīgāk reaģēt uz potenciālām briesmām no plēsēju puses (Churski et al., 2021).

Teritorijās, kur būtisku traucējumu rada cilvēku saimnieciskā darbība (mežsaimniecība, medības), aļņu barošanās uzvedību un līdz ar to bojājumu risku priežu jaunaudzēm vilku klātbūtne būtiski neietekmē (Gircquel et al., 2020). Savukārt vasarā liemie plēsēji (vilki, brūnie lāči) var būtiski ietekmēt aļņu populāciju, palielinot teļu un gadu veco dzīvnieku mirstību (Joly et al., 2017; Tallian et al., 2021).

Mežsaimniecības prakse

Uzskatīts, ka vienlaidus atjaunošanas ciršu (angl. *clearcuts*) aizstāšana ar izlases cirtēm mazinātu pārnadžu bojājumu risku kokaudzēm (Kuijper et al., 2009).

Veicot mežizstrādi laika posmā no novembra līdz pat martam, cirsmu atlieku (P zaru un galotņu) salikšana kaudzē nodrošina aļņus ar papildus barības bāzi un uzlabo barības sasniedzamību/pieejamību. Šī pārnadžiem pielāgotā mežsaimniecības prakse būtiski mazina bojājumu riskus blakus esošajām P jaunaudzēm (līdz pat 500 m rādiusā, bet jo īpaši līdz 250 m attālumā) (Loosen et al., 2020) (Attēls 3.9).



Attēls 3.9. Mežsaimniecības prakses ieteikumi bojājumu risku mazināšanai P jaunaudzēm (attēls no Loosen et al., 2020).

Šajā pašā pētījumā ir apskatīta arī intensīvākas augsnes “uzirdināšanas” ietekme uz pārnadžu bojājumu risku P jaunaudzēm un secināts, ka šī darbība veicina papildus lapu koku un krūmu augšanu audzē un īslaicīgi mazina bojājumu intensitāti. Tomēr šai darbībai ir vairāki negatīvi blakus efekti (palielina oglekļa izdalīšanos, veicina barības vielu zudumu, kas ilgtermiņā mazina vietas produktivitāti ietekmējos, piemēram, sīkkrūmu mētru augšanu, kas ir svarīga barības komponente pārnadžiem), kas liek izvērtēt, vai ieguvumi ir tā vērti.

Zviedrijā Nacionālā meža monitoringa datu analīzē konstatēts, ka būtiskākais faktors, kas nosaka bojājumu risku priežu jaunaudzēm nacionālā un arī reģionu līmenī, ir P skaits uz ha – audzēs ar lielāku P skaitu uz ha bojājumu īpatsvars samazinās (Pfeffer et al., 2021).

Būtiskākās atziņas

Pārnadžu radīto bojājumu risku prognozēšanai ļoti svarīgs ir mērogs – kas ir patiens lielā mērogā, ne vienmēr darbosies mazākos mērogos, un otrādi.

Ļoti būtiska ir pārnadžu starpsugu mijiedarbība, arī plēsēju klātbūtne, kas izmaina barošanās uzvedību un tipisko barības bāzi.

Ar dažādām mežsaimniecības praksēm pārnadžiem piemēroto barības bāzi var veiksmīgi palielināt, tādējādi mazinot apkodumu risku P jaunaudzēm.

Informācijas avoti par briežu dzimtas dzīvniekiem raksturīgo barības bāzi, izvēlētajām dzīvotnēm un konfliktsituācijām ar mežsaimniecību saraksts sadalījumā pa pētījumu īstenošanas vietām

Visaptveroši

Rico R.P., Reyes Z.M., Alcalá N.A., Olszanska A., Gonzales E.S., Naidoo R., Moleon M., Lozano J., Botella F., von Wehrden H., Lopez B.M., Zapata J.A.S. 2021. Usually hated, sometimes loved: A review of wild ungulates' contribution to people. *Science of the Total Environment*, 801: 149652. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.149652

Eiropa kopumā

Linnell J.D.C., Cretois B., Nilsen E.B., Rolandsen C.M., Solberg E.J., Veiberg V., Kaczensky P., van Moorter B., Panzacchi M., Rauset G.R., Kaltenborn B. 2020. The challenges and opportunities of coexisting with wild ungulates in the human-dominated landscapes of Europe's Anthropocene. *Biological Conservation*, 244: 108500. DOI: 10.1016/j.biocon.2020.108500

Spitzer R., Felton A., Landman M., Singh N.J., Widemo F. and Cromsigt J.P.G.M. 2020. Fifty years of European ungulate dietary studies: a synthesis. *Oikos*, 129: 1668-1680. DOI: 10.1111/oik.07435

Itālija

Lovari S., Serrao G., Mori E. 2017. Woodland features determining home range size of roe deer. *Behavioural Processes*, 140: 115-120. DOI: 10.1016/j.beproc.2017.04.012

Igaunija

Veeroja R., Kübarsepp M., Jõgisalu I. 2018. Põdra asustustihedus, elupaigakasutus ja sesoonsed ränded (In Estonian). (Moose population density, habitat use and seasonal migration). *Research report*, 21pp.

Lielbritānija

Ward A.I., White P.C.L., Smith A., Critchley C.H. 2004. Modelling the cost of roe deer browsing damage to forestry. *Forest Ecology and Management*, 191: 301-310. DOI: 10.1016/j.foreco.2003.12.018

Nepāla

Lamichhane S., Khanal G., Karki J.B., Aryal C., Acharya S. 2020. Natural and anthropogenic correlates of habitat use by wild ungulates in Shuklaphanta National Park, Nepal. *Global Ecology and Conservation*, 24: e01338. DOI: 10.1016/j.gecco.2020.e01338

Norvēģija

Loosen A.E., Devineau O., Skarpe C., Zimmermann B., Cromsigt J., Mathisen K.M. 2021. Ungulate-adapted forestry shows promise for alleviating pine browsing damage. *Forest Ecology and Management*, 482: 118808. DOI: 10.1016/j.foreco.2021.118808

Polija

Borkowski J., Ukalska J., Jurkiewicz J., Checko E. 2016. Living on the boundary of a post-disturbance forest area: The negative influence of security cover on red deer home range size. *Forest Ecology and Management*, 381: 247-257. DOI: 10.1016/j.foreco.2016.09.009

Borowski Z., Gil W., Bartoń K., Zajaczkowski G., Łukaszewicz J., Tittenbrun A., Radliński B. 2021. Density-related effect of red deer browsing on palatable and unpalatable tree species and forest regeneration dynamics. *Forest Ecology and Management*, 496: 119442. DOI: 10.1016/j.foreco.2021.119442

Churski M., Spitzer R., Coissac E., Taberlet P., Lescinskaite J., van Ginkel H.A.L., Kuijper D.P.J., Cromsigt J.P.G.M. 2021. How do forest management and wolf space-use affect diet composition of the wolf's main prey, the red deer versus a non-prey species, the European bison? *Forest Ecology and Management*, 479: 118620. DOI: 10.1016/j.foreco.2021.118620

Kuijper D.P.J., Cromsigt J.P.G.M., Churski M., Adam B., Jędrzejewska B., Jędrzejewski W. 2009. Do ungulates preferentially feed in forest gaps in European temperate forest? *Forest Ecology and Management*, 258: 1528-1535. DOI: 10.1016/j.foreco.2009.07.010

Kuijper, D.P.J. 2011. Lack of natural control mechanisms increase wildlife-forestry conflict in managed temperate European forest systems. *European Journal of Forest Research*, 130, 895-909. DOI:10.1007/s10342-011-0523-3

Portugāle

Ramos J.A., Bugalho M.N., Cortez P., Iason G.R. 2006. Selection of trees for rubbing by red and roe deer in forest plantations. *Forest Management and Ecology*, 222: 39-45. DOI: 10.1016/j.foreco.2005.10.017

Spānija

Martinez A., Martin A.J. 2019. A matrix system using quality classes can be applied for managing sustainable wild ungulates populations: Convergence above optimum capacity. *Ecological Engineering*, 138: 289-297. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2019.07.026

Rico R P., Lopez B.M, Zapata J.A.S., Reyes Z.M. 2020. Scientific priorities and shepherds' perceptions of ungulate's contributions to people in rewilding landscapes. *Science of the Total Environment*, 705: 135876. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.135876

Vācija

Reinecke H., Leinen L., Thißen I., Meißner M., Herzog S., Schütz S., Kiffner C. 2014. Home range size estimates of red deer in Germany: environment, individual and methodological correlates. *European Journal of Wildlife Research*, 60: 237-247. DOI: 10.1007/s10344-013-0772-1

Ziemeļamerika

Joly K., Craig T., Cameron M., Gall A., Sorum M. 2017. Lying in wait: Limiting factors on a low-density ungulate population and the latent traits that can facilitate escape from them. *Acta Oecologica*, 85: 174-183. DOI: 10.1016/j.actao.2017.11.004

Leblond M., Dussault C., St-Laurent M.H. 2015. Low-density spruce plantations increase foraging by moose in a northeastern temperate forest. *Forest Ecology and Management*, 347:228-236. DOI: 10.1016/j.foreco.2015.03.034

Michaud J.S., Coops N.C., Andrew M.E., Wulder M.A., Brown G.S., Rickbeil G.J.M. 2014. Estimating moose (*Alces alces*) occurrence and abundance from remotely derived environmental indicators. *Remote Sensing of Environment*, 152: 190-201. DOI: 10.1016/j.rse.2014.06.005

Schrempp T.V., Rachlow J.L., Johnson T.R., Shipley L.A., Long R.A., Aycrigg J.L., Hurley M.A. 2019. Linking forest management to moose population trends: The role of the nutritional landscape. *PLoS ONE*, 14(7): e0219128. DOI: 10.1371/journal.pone.0219128

Shively R.D., Crouse J.A., Thompson D.P., Barboza P.S. 2019. Is summer food intake a limiting factor for boreal browsers? Diet, temperature, and reproduction as drivers of consumption in female moose. *PLoS ONE*, 14(10): e0223617. DOI: 10.1371/journal.pone.0223617

Zviedrija

Angelstam P., Pedersen S., Manton M., Garrido P., Naumov V., Elbakidze M. 2017. Green infrastructure maintenance is more than land cover: Large herbivores limit recruitment of key-stone tree species in Sweden. *Landscape and Urban Planning*, 167: 368-377. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2017.07.019

Gircquel M., Sand H., Mansson J., Wallgren M., Wikenros C. 2020. Does recolonization of wolves affect moose browsing damage on young Scots pine? *Forest Ecology and Management*, 473: 118298. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.118298

Krizsan S.J., Rivera A.M., Bertilsson S., Felton A., Anttila A., Ramin M., Vaga M., Gidlund H., Huhtanen P. 2018. An *in vitro* evaluation of browser and grazer fermentation efficiency and microbiota using European moose spring and summer foods. *Ecology and Evolution*, 8: 4183-4196. DOI: 1002/ece3.3920

Mayes B., Iason G., White N., Palo T. 2001. Measuring diet composition and food intake by moose in the Swedish boreal forest: integrating GPS and faecal marker technologies. In: *Proceedings of the International Conference - Tracking animals with GPS, Aberdeen, Scotland*: 77-81.

Pfeffer S.E., Singh N.J., Crowsigt J.P.G.M., Kalén C., Widemo F. 2021. Predictors of browsing damage on commercial forests – A study linking nationwide management data. *Forest Ecology and Management*, 479: 118597. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.118597

Spitzer R., Coissac E., Felton A., Fohringer C., Juvany L., Landman M., Singh N.J., Taberlet P., Widemo F., Crowsigt J.P.G.M. 2020. Small shrubs with large importance? Smaller deer may increase the moose-forestry conflict through feeding competition over *Vaccinium* shrubs in the feld layer. *Forest Ecology and Management*, in press. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.118768

Tallian A., Ordiz A., Zimmermann B., Sand H., Wikenros C., Wabakken P., Bergqvist G., Kindberg J. 2021. The return of large carnivores: Using hunter observation data to understand the role of predators on ungulate populations. *Global Ecology and Conservation*, 27: e01587. DOI: 10.1016/j.gecco.2021.e01587

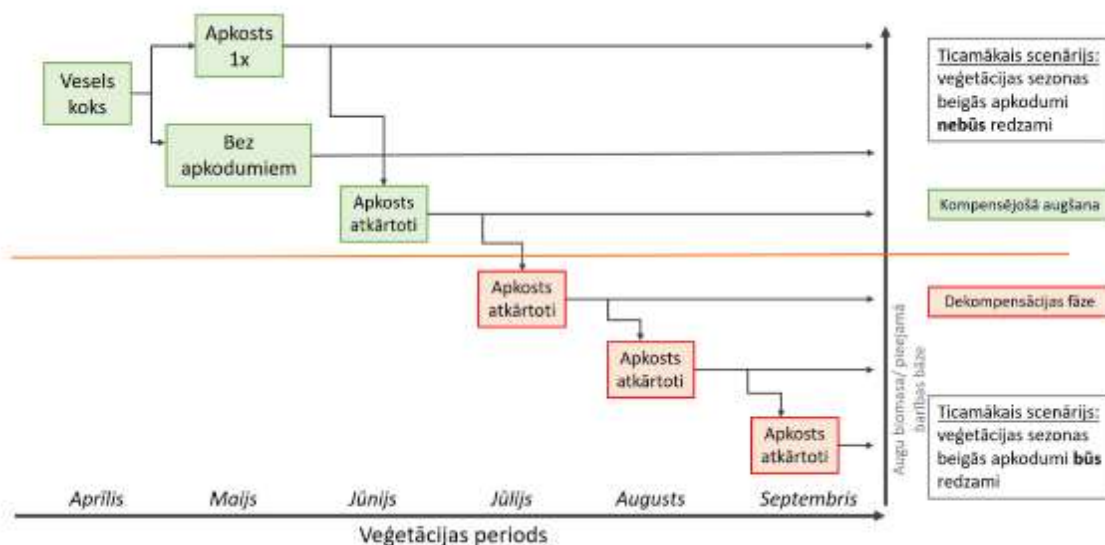
3.2.2. Lapu koku un krūmu vasaras apkodumu uzskaites metodika briežu dzimtas dzīvnieku skaita novērtēšanas uzsākšanai 2022.gadā

Teorētiskais pamatojums

Veģetācijas periods ir būtisks posms dzīvnieku gada ciklā (Bobek 1977). Tad ir visaktīvākā vielmaiņa un augstākās prasības pret dzīvotni, tai skaitā pret barības kvalitāti un kvantitāti (Schwartz et al. 1987, Bjørneraas et al. 2012). Šajā periodā uzturā tiek patērēta augstvērtīga barība, uzkrātas tauku rezerves, lai pienācīgi sagatavotos aukstajam gada periodam, kad barošanās apstākļi būs ierobežoti (Kuijper et al. 2009).

Aļņiem līdz pat 80% no visa barības apjoma veģetācijas sezonā ir dažādu lapu koku un krūmu jaunās atvases un lapas (Spitzer *et al.* 2020) (prioritāri dodot priekšroku krūkļiem, pīlādžiem, apsēm, ošiem, kārkliem, arī bērziem, ozoliem un ievām). Pārējo barības daļu nodrošina dažādi zālaugi, tai skaitā hidrofilie augi (Krizsan *et al.*, 2018). Staltbriežu barības racionā vasarā līdz pat 60% ir dažādu kokaugu daļas, pārējo veido graudzāles un augu ģeneratīvās daļas (augļi un sēklas). Patērētais kokaugu sugu sastāvs ir līdzīgs kā aļņiem. Stirnām kokaugu īpatsvars vasaras barības bāzē ir krietni mazāks – tikai ap 20%, pārējo sastāda dažādi lakstaugi.

Starp augiem un dzīvniekiem (šajā gadījumā - pārnadžiem) pastāv aktīva mijiedarbība. Veģetācijas periodā nelieli kokaugu apkodumi (1-3 reizes) veicina šo augu fitomasas pieaugumu, savukārt, lielāks apkodumu biežums jau atstāj negatīvu ietekmi uz augu ražību (Priedītis 1996; Priedītis *et al.*, 2017) (Attēls 3.10).



Attēls 3.10. Lapu koku atbildes reakcija uz pārnadžu apkodumu intensitāti veģetācijas periodā (Priedītis *et al.*, 2017).

Novērtējot kokaugu apkodumus vasaras sezonas beigās, var spriest par pārnadžu noslodzi uz teritoriju (Priedītis *et al.*, 2017). Pārnadžu blīvums teritorijā ir optimāls, kad dabīgā mirstība ir viszemākā, dzimstība visaugstākā un populācija viegli spēj atjaunoties medību slodzes ietekmē. Paaugstināta vasaras apkodumu intensitāte var liecināt, ka arī ziemas periodā pārnadžiem nepietiks to primārā barības bāze – lapu koku zari (Priedītis 2004).

Parauglaukumu izvēles kritēriji

Kokaugu apkodumu intensitātes novērtējumu veic septembra mēnesī (līdz pilnīgai lapu nokrišanai) izcirtumos, jaunaudzēs, aizaugošās meža laucēs, zem elektrolīnijām un citās piemērotās barošanās vietās (Priedītis 2004) (Attēls 3.11).



Attēls 3.11. Vasaras apkodumu novērtēšanai atbilstošas vietas piemērs.

Katrā no uzskaites vietām apkodumu stāvokli novērtē 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 (Attēls 3.12).

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



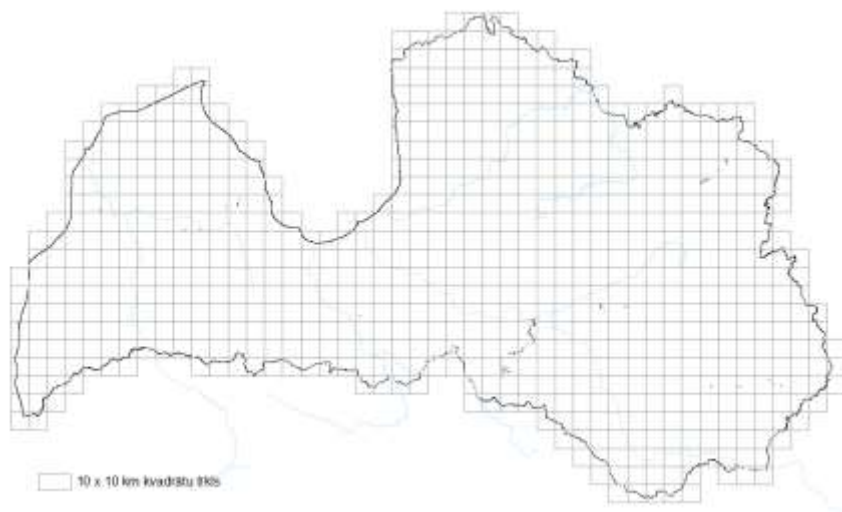
Attēls 3.12. Vasaras apkodumu piemērs – apkosti kārkli *Salix spp.*

Piedāvātā parauglaukumu skaita izvēles metodika ir sekojoša – izmanto 10 x 10km kvadrātu tīklu (Attēls 3.13), kurā, atkarībā no tā mežainuma (meža zemju īpatsvars %), apkodumu intensitātes novērtēšanai apseko noteiktu skaitu vietu (Tabula 3-6). Vietas kvadrātu robežās izvēlas tā, lai tās būtu viegli sasniedzamas, bet neatrastos bieži izmantotu autoceļu malās, un lai mežu platības būtu pārstāvētas pēc iespējas vienmērīgi.

Atskaitēi klāt pievienots .shp fails ar 10 x 10km kvadrātu tīklu, mežainumu, un nepieciešamo apkodumu uzskaites vietu skaitu.

Tabula 3-6. Vasaras apkodumu uzskaites vietu skaita izvēles kritēriji

10 x 10km kvadrāta mežainums, %	Apkodumu uzskaites vietu skaits	Kvadrātu skaits
<20	15	50
21-35	16-20	75
36-50	21-25	103
51-80	26-30	191
>81	31-35	322



Attēls 3.13. 10x10 km kvadrātu tīkls.

Rezultātu interpretācija

Jāņem vērā fakts, ka iespējamo augu reakciju uz apkodumiem varētu mainīt globālās klimata pārmaiņas (karstākas vasaras, izteikti nokrišņu daudzuma ekstrēmi), tāpat arī dzīvnieku uzvedību un barošanās īpatnības varētu mainīties šo klimatisko pārmaiņu rezultātā (Shively et al., 2019).

Vasaras apkodumu novērtēšanu veic, izrēķinot vidējo procentu pa kvadrātu, ja tajā veikta uzskaitē saskaņā ar Tabula 3-6 paredzētajiem kritērijiem. Mazākā platībā vai pie mazāka uzskaites vietu daudzuma novērtējums var izrādīties maldinošs.

Ja vasaras apkodumu īpatsvars ir:

< 30-35% - tas var liecināt par pārāk augstu medību slodzi uz populāciju vai arī citiem to negatīvi ietekmējošiem faktoriem;

40-45% - optimāls pārnadžu populācijas lielums teritorijā, tā ir veselīga, ar visaugstākajām reprodukcijas spējām;

>50% - barības bāze tiek noplicināta, barības krājumi nav pietiekami un populācija novājinās, nespējot uzkrāt pietiekamas barības rezerves ziemai, lielāka ir mazuļu mirstība un samazinās dzīvnieku kvalitatīvie rādītāji.

Gadījumā, ja vasaras apkodumu intensitāte pārsniedz 50%, būtu nepieciešams sekot līdzīgi mednieku aktivitātei un pārnadžu limita izpildei, īpaši teļu un govju medīšanai, kas ir pieaugumu nodrošinošā populācijas daļa, kā arī veikt skuju koku jaunaudžu aizsardzības pasākumus.

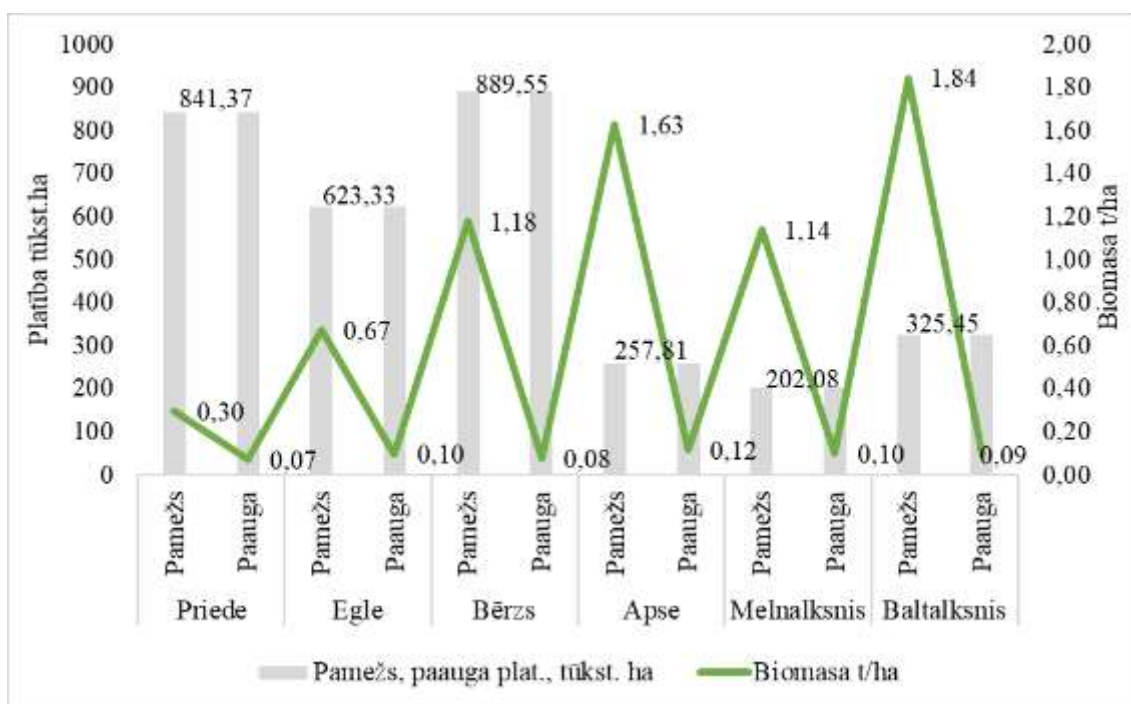
3.2.3. Datu analīze par briežu dzimtas dzīvniekiem potenciāli pieejamo/piemēroto barības bāzi

Par aļņiem, staltbriežiem un stirnām potenciāli pieejamo un piemēroto barības bāzi iepriekš veiktā pētījuma ietvaros uzskatīja 1) pameža un paaugas sugas (kārkļus *Salix* spp., pīlādžus *Sorbus aucuparia*, krūkļus *Frangula alnus*, ievas *Padus avium*, P, B un cietos lapu kokus līdz 3,5m augstumam); 2) mellenes *Vaccinium myrtillus*, zilenes *Vaccinium uliginosum*, brūklenes *Vaccinium vitis-idaea*, avenes *Rubus idaeus* un arī viršus *Calluna vulgaris*.

Lai noskaidrotu, kāda ir šo sugu pieejamība, izmantoti oficiālie Meža statistiskās inventarizācijas dati (laika posms 2016.-2020.gads), kuras ietvaros paaugu un pamežu novērtē 60m² lielos uzskaites laukumos un pārrēķina pameža un paaugas biomasā (t). Pārnadžu barības bāzes pieejamību precīzāk raksturo šīs biomasas blīvums uz laukuma vienību (piemēram, 1 ha), jo dzīvnieki potenciāli pavadīs ilgāku laiku tur, kur barības biomasā ir koncentrētāka. Biomasā pārrēķināta kā tonnas uz vienu hektāru t/ha.

Pamežs un paauga

Vislielākā pameža biomasā ir baltalkšņu, apšu un B audzēs (Attēls 3.14), attiecīgi 1,84; 1,63 un 1,18 t/ha. Paaugas biomasā vislielākā ir apšu audzēs (0,12 t/ha).



Attēls 3.14. Pameža un paaugas koku biomasā dalījumā pēc audzes valdošās sugas (2016.-2020.gads; zemes lietojuma veids – 10;62 – mežaudzes un mežs lauksaimniecības zemē; visi īpašuma veidi).

Skatoties dalījumu pēc pameža un paaugas sugām, vislielākā platība ir pīlādžiem un krūkļiem, kas sastopami attiecīgi 1027,63 un 957,50 tūkst.ha lielā platībā, tad seko lazdas, ievas un kārkli, kas visi sastopami nedaudz vairāk kā 667 tūkst.ha lielā platībā (Tabula 3-7).

Visvairāk pārnadžu uzturā patērējamo pameža lapu koku un krūmu ir B audzēs (skat. arī iepriekš Attēls 3.13). Neņemot vērā B audzes, kārkli un pīlādži vislielākā platībā sastopami E un priežu audzēs, krūkļi – P un E audzēs, lazdas – E, apšu un ozolu audzēs, ievas – baltalkšņu un apšu audzēs (Tabula 3-7).

Tabula 3-7. Mežaudžu platības ar pamežu un pameža segums pa valdošajām koku sugām un pameža sugām (visi īpašuma veidi)

Suga	Parametrs	Kār- kli	Pilādži	Krūkļi	Laz- das	Ievas	Citi	Kopā
P	Platība, tūkst. ha	94,40	215,15	235,60	59,10	33,66	85,68	400,94
P	Segums, %	29,10	21,82	30,26	43,80	34,20	38,49	42,87
E	Platība, tūkst. ha	99,74	243,24	165,02	157,32	73,96	82,36	414,44
E	Segums, %	35,23	24,08	27,66	42,13	36,10	29,45	49,28
B	Platība, tūkst. ha	266,21	312,91	353,89	208,25	189,59	145,11	684,16
B	Segums, %	48,16	25,30	41,58	47,48	44,54	29,49	64,96
Ma	Platība, tūkst. ha	51,45	51,46	80,52	32,47	62,58	42,28	158,21
Ma	Segums, %	49,35	20,05	37,41	41,62	52,02	25,85	62,31
Baltalksnis	Platība, tūkst. ha	83,14	65,99	40,33	72,44	179,27	61,39	251,09
Baltalksnis	Segums, %	51,06	21,31	25,42	48,02	62,34	27,27	72,53
Apse	Platība, tūkst. ha	46,13	106,03	65,47	94,91	80,15	58,37	199,94
Apse	Segums, %	40,85	30,02	31,58	61,95	53,18	37,48	70,22
Ozols	Platība, tūkst. ha	4,28	12,63	7,16	15,03	12,35	7,71	21,75
Ozols	Segums, %	46,83	29,56	34,82	72,68	57,00	30,49	82,08
Osis	Platība, tūkst. ha		1,59	1,39	6,43	7,62	2,22	9,06
Osis	Segums, %		21,72	18,90	59,84	61,31	17,42	79,34
Citas sugas	Platība, tūkst. ha	21,73	18,64	8,13	21,41	27,99	13,44	51,40
Citas sugas	Segums, %	63,71	24,90	20,90	49,96	47,95	43,20	72,78
Visas sugas	Platība, tūkst. ha	667,08	1027,63	957,50	667,35	667,15	498,56	2190,99
Visas sugas	Segums, %	43,98	24,29	34,42	48,49	50,17	32,65	59,52

Paugas suga P līdz 3,5m augstumam visvairāk sastopama P audzēs, E – P, B un E audzēs, cietie lapu koki – B, P un E audzēs (Tabula 3-8).

Tabula 3-8. Paaugas sugas pa valdošajām koku sugām (visi īpašuma veidi)

Suga	Parametrs	P	E	CLK	Citi	Kopā
P	Platība, tūkst. ha	146,50	365,73	151,22	413,66	619,48
P	Segums, %	11,81	13,05	8,60	29,59	30,42
E	Platība, tūkst. ha	30,83	260,94	127,53	263,67	392,44
E	Segums, %	6,29	18,97	12,07	38,53	38,70
B	Platība, tūkst. ha	42,67	334,36	226,81	401,53	597,69
B	Segums, %	7,97	12,63	14,07	38,42	36,00
Ma	Platība, tūkst. ha	4,00	55,33	39,98	94,52	128,04
Ma	Segums, %	13,94	10,84	19,00	41,61	37,79
Baltalksnis	Platība, tūkst. ha	0,69	40,06	79,97	174,74	198,30
Baltalksnis	Segums, %	43,97	9,31	13,90	49,74	48,37
Apse	Platība, tūkst. ha	2,35	70,70	81,59	111,86	163,09
Apse	Segums, %	6,28	13,46	16,57	47,44	41,07
Ozols	Platība, tūkst. ha	0,64	2,69	10,95	10,05	14,56
Ozols	Segums, %	7,79	4,15	23,29	48,13	42,10
Osis	Platība, tūkst. ha	0,40	1,57	5,49	3,13	6,84
Osis	Segums, %	6,67	11,76	36,20	41,11	41,63
Citas sugas	Platība, tūkst. ha	1,55	9,92	24,45	26,49	38,53
Citas sugas	Segums, %	2,55	7,54	25,75	41,79	42,17
Visas sugas	Platība, tūkst. ha	229,63	1141,28	747,98	1499,64	2158,95
Visas sugas	Segums, %	10,35	14,00	13,82	38,33	36,68

Līdz šim informācija par mētru sastopamību un biomasu nav tikusi iegūta standarta MSI metodikas ietvaros, bet šāda informācija MSI parauglaukumos iegūta dažādu pētījumu ietvaros (MAF 2009-2013, LVM 2017-2020) ar nedaudz atšķirīgām metodikām, bet abos pētījumos mētru projektīvais segums novērtēts 9m² lielos uzskaites laukumos, kā arī novērtēts mētru augstums.

Visaugstākais mellenāju projektīvais segums ir P audzēs ~20%, B audzēs ~7%, mellenāju tikpat kā nav citu lapu koku audzēs.

Brūklenāju projektīvais segums visaugstākais ir P audzēs, attiecīgi 12% (Tabula 3-9).

Tabula 3-9. Ogulāju projektīvais segums atkarībā no audzes valdošās koku sugas,% (SE – standartklūda)

Suga	Brūklenes		Mellenes		Avenes		Dzērvenes		Virši	
	Vidēji	SE	Vidēji	SE	Vidēji	SE	Vidēji	SE	Vidēji	SE
P	9,5	0,3	18,0	0,5	1,3	0,1	2,1	0,1	3,2	0,2
E	3,8	0,3	10,3	0,5	3,5	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0
B	2,3	0,2	5,1	0,3	4,8	0,3	0,3	0,1	0,3	0,1
Pārējie lapu koki	0,6	0,1	2,0	0,2	6,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Nav kokaudzes	1,1	0,4	2,4	0,7	8,5	2,2	0,8	0,4	0,4	0,2
Vidēji	4,7	0,1	9,9	0,2	3,8	0,1	0,8	0,1	1,2	0,1

Balstoties uz iepriekš minēto pētījumu datiem, tiek izstrādāti vienādojumi mētru projektīvā seguma aprēķināšanai atkarībā no meža tipa (tipu grupas), kokaudzes valdošās sugas vecuma un audzes biežības, ļaujot atbildēt uz jautājumu, kādās vietās un cik daudz sastopamas atbilstošo sugu mētras. LVMI “Sīlava” rīcībā nav informācija par mētru dzinumu biomasu. Ideālā gadījumā, lai saprastu, cik daudz mētru sastopamas konkrētā teritorijā (kvartālā, nogabalā), dati ar pietiekamu precizitāti tiktu iegūti, veicot meža inventarizāciju.

2022.gada darbu metodikas piedāvājums

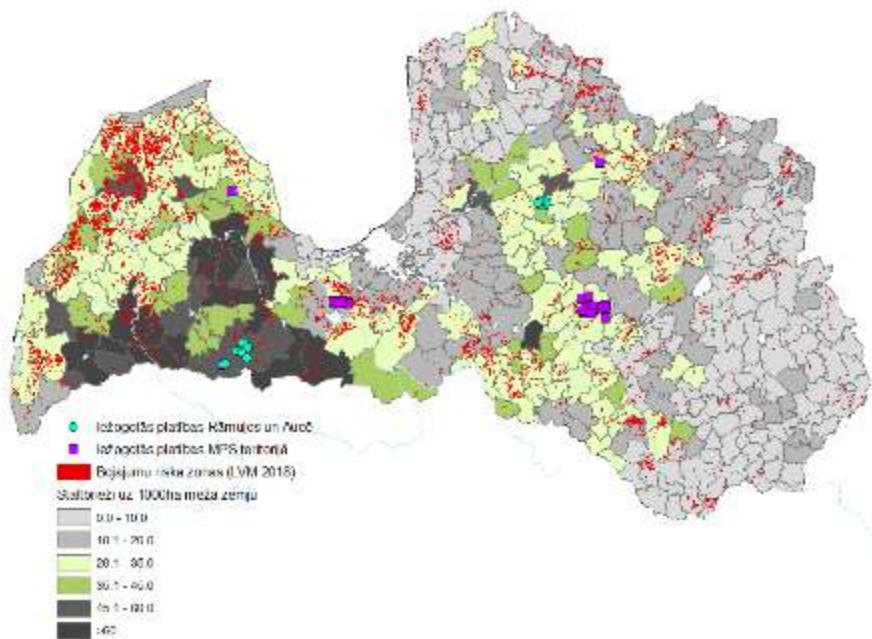
Kā viens no 2022.gada darba uzdevumiem ir metodikas izstrāde mežaudžu izvēles kritērijiem eksperimentālu parauglaukumu izveidošanai divās teritorijās/reģionos ar izteiktu aļņu un staltbriežu dominanci. Plānots ierīkot 30 (tai skaitā ar atkārtojumiem) iežogotus kvadrātus ar izmēru 5*5m un žoga augstumu 2,5 m (Attēls 3.15) trīs atšķirīgu edafisko apstākļu mežaudzēs (oligotrofas, mezotrofas un eitrofas). Pētījuma mērķis būs noskaidrot sīkkrūmu un arī pameža un paaugas izmantojumu barībā.



Attēls 3.15. Iežogota parauglaukuma piemērs pameža un paaugas apkodumu novērtēšanai (ierīkots Rāmuļu apkārtņē).

Bez šiem no jauna ierīkojamajiem parauglaukumiem izmantos informāciju par iežogotajām platībām MPS teritorijās (Tabula 3.10), kā arī 17 jau ierīkotiem 5x5m lieliem iežogojumiem Rāmuļos un Aucēs apkārtnē (izveidoti citu LVMI Silava pētījumu ietvaros) (Attēls 3.15).

600m rādiusā ap MPS iežogotajām platībām atlasītas 76 P un 51 E jaunaudzē vecumā līdz 13 gadiem (maksimālais audžu vecums iežogotajās teritorijās) un 127 izcirtumi (2019.gada informācija) (Attēls 3.16, Attēls 3.17). Novērtēs pameža, paaugas, sīkkrūmu mētru un viršu sastopamību un izmantojumu iežogotajās platībās un ārpus tām gan jaunaudzēs, gan arī pārējās mežaudzēs (Tabula 3-10). Metodiku vēl precizēs.



Attēls 3.16. Iežogotie nogabali MPS mežos, 5x5m iežogojumi Rāmuļos un Aucēs; LVM pārnodžu bojājumu riska zonas (2018.g.), staltbriežu blīvums Valsts meža dienesta uzskaites vienībās.



Attēls 3.17. 600m buferis un atlasītās platības ap MPS teritorijā iežogotu P stādījumu.

Tabula 3-10. Iežogoto objektu saraksts MPS meža novados

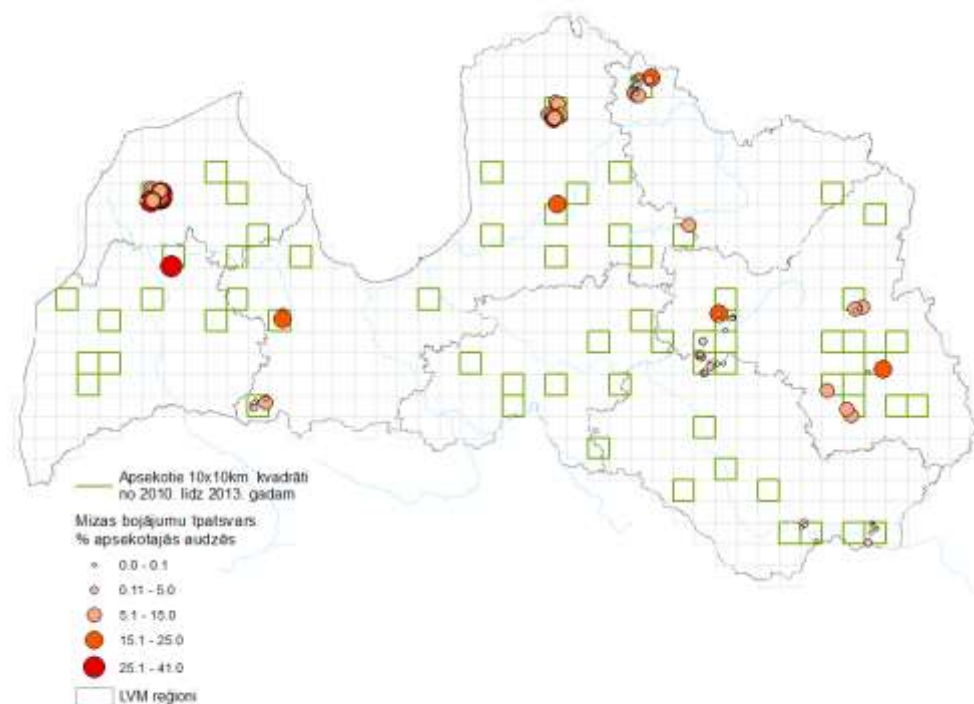
Suga	Iestādīts, gads	Kvartāls	MPS mežu novads	Žogs uzstādīts, gads
E, B	2017	84	Auces mežu novads	2017
P	2019	25	Jelgavas mežu novads	2017
P	2014	25	Jelgavas mežu novads	2017
P	2017	55	Jelgavas mežu novads	2017
P	2019	24	Jelgavas mežu novads	2017
P	2019	17	Jelgavas mežu novads	2019
P	2019	16	Jelgavas mežu novads	2019
P	2010	31	Jelgavas mežu novads	2017
P	2019	35	Jelgavas mežu novads	2017
P	2017	100	Kalsnavas mežu novads	2017
P	2010	66	Kalsnavas mežu novads	2016
P	2008	62	Kalsnavas mežu novads	2016
P	2010	63	Kalsnavas mežu novads	2016
P	2017	172	Kalsnavas mežu novads	2017
P	2011	173	Kalsnavas mežu novads	2013
dažādas	?	203	Kalsnavas mežu novads	2015
P	2008	182	Kalsnavas mežu novads	2016
P	2017	77	Kalsnavas mežu novads	2017
P	2011	193	Kalsnavas mežu novads	2016
P	2008	291	Kalsnavas mežu novads	2017
P	2008	291	Kalsnavas mežu novads	2017
P	2019	158	Kalsnavas mežu novads	2019
P	2019	161	Kalsnavas mežu novads	2019
P	2017	141	Kalsnavas mežu novads	2017
P	2017	210	Kalsnavas mežu novads	2017
P	2017	175	Kalsnavas mežu novads	2017
P	2008; 2010	163	Kalsnavas mežu novads	2016
P	2007; 2008	18	Kalsnavas mežu novads	2017
P	2017	69	Kalsnavas mežu novads	2017
P	2008	236	Kalsnavas mežu novads	2016
P	2007; 2008	19	Mežoles mežu novads	2016
P, B	2019	50	Šķēdes mežu novads	2017

3.3. Briežu dzimtas dzīvnieku radīto postījumu ekonomiskā ietekme mežsaimniecības ciklā

2021.gada darba uzdevums: Datu ievākšana aprēķiniem par briežu dzimtas dzīvnieku radīto bojājumu ietekmi uz nākotnes mežaudzi.

3.3.1. P un E stumbru kvalitātes izvērtējums 10gadus pēc pārnadžu veiktā mizas bojājuma fakta konstatēšanas

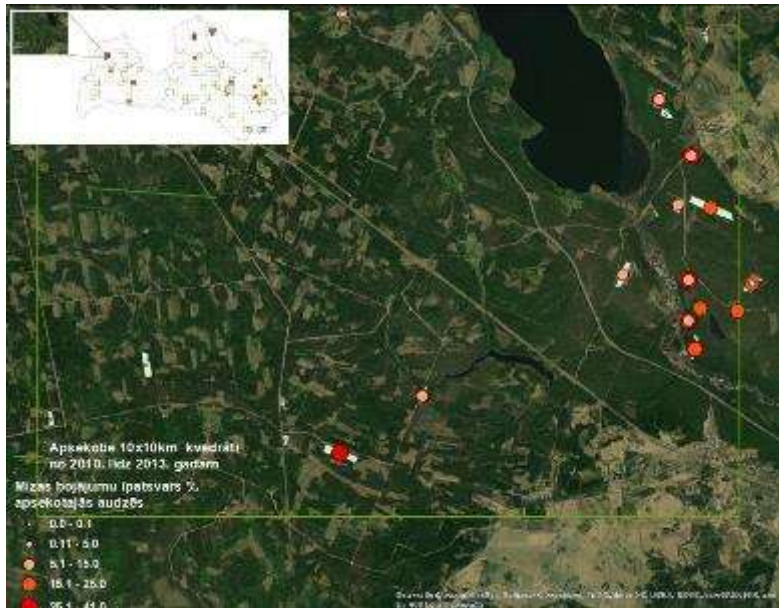
2021. gadā, izmantojot LVMI Silava laika posmā no 2010. līdz 2013. gadam īstenotā pētījuma “Maksimāli pieļaujama medījamo dzīvnieku populāciju blīvums un minimālais jeb kritiskais populācijas lielums” lauku datus, ir atlasītas 93 P un 12 E audzes, kurās minētā pētījuma laikā ir konstatēti mizas bojājumi un/vai būtiski sānu dzinumu bojājumi (Attēls 3.18).



Attēls 3.18. Atlasītās P un E audzes, kurās pētījuma “Maksimāli pieļaujama medījamo dzīvnieku populāciju blīvums un minimālais jeb kritiskais populācijas lielums” laikā konstatēti mizas bojājumi.

2021.gadā atkārtoti apsektas 13 audzes Ugāles, Puzes un Piltenes pagastu teritorijās (LVM Ziemeļkurzemes reģions) (Attēls 3.19, Tabula 3-11).

Gandrīz visās audzēs lielai daļai koku konstatēti veci mizas bojājumi, savukārt jaunākiem kokiem arī svaigi mizas bojājumi. Izņēmums bija nogabals nr. 710-32-14, kurā P vecums bija krietni lielāks, izveidojusies kreves miza un, tāpat kā pirms 10 gadiem, bojājumus mizai nekonstatēja. E nogabalā nr. 709-98-10 mizas bojājumus kokiem nekonstatēja, savukārt nogabalā nr. 710-170-2 galvenokārt auga P, kurām, tāpat kā citos nogabalos, bija plaši mizas bojājumi. Nogabalā nr. 710-153-10 auga gan P, gan E, bet mizas bojājumi konstatēti tikai E.



Attēls 3.19. Atlasītās P un E jaunaudzēs Ugāles, Piltenes un Puzes pagastos.

Tabula 3-11. Sānu dzinumu un mizas bojājumu īpatsvars (%) apsekotajās P un E jaunaudzēs Ugāles, Puzes un Piltenes pagastos laika posmā no 2010. līdz 2012.gadam (iekrāsotajās rindās – audzes, kas atkārtoti apsektas 2021.gadā)



Nr	Nogabala kods	Suga	Iepriekšējo apsekojumu gadi	Sānu dzinumu boj., %	Mizas boj. %
1	710-29-27	P	2010; 2012	5,53; 17,2	14,29; 2,6
2	Privāts (1-5)	P	2010; 2011	16,9; 11,76	32,85; 10,0
3	Privāts (7-1)	P	2010; 2011	41,74; 44,22	0; 3,02
4	710-171-1	P	2010	20,22	40,45
5	709-83-16	E	2010; 2011; 2012	74,02; 76,7; 46,55	0,0; 0,0; 0,0
6	709-98-10	E	2010; 2011	69,9; 35,32	0,0; 0,0
7	710-97-9	P	2010; 2011	14,29; 5,94	12;65; 7,92
8	710-83-4	P	2010; 2011; 2012	90,46; 73,66; 50,5	21,58; 0,89; 4,5
9	710-83-22	P	2012	8,65	17,79
10	710-60-5	P	2010	12,04	8,33
11	710-98-33	P	2010; 2012	4,0; 1,49	31,56; 17,33
12	710-98-14	P	2010; 2011; 2012	9,38; 9,85; 1,97	13,39; 21,18; 26,6
13	710-98-9	P	2010; 2011	12,5; 19,74	17;79; 20,18
14	710-48-19	P	2010	11,24	22,49

tabulas turpinājums....




15	710-81-22	P	2010; 2011	4,27; 2,84	26,07; 8,06
16	710-32-14	P	2011	45,71	0,00
17	710-32-4	P	2010; 2012	33,65; 6,74	23,22; 10,36
18	710-170-2	E	2012	35,71	0,00
19	710-160-15	E	2010	35,15	0,00
20	710-153-10	P	2010; 2011	10,39; 12,00	22,08; 10,22

Kopumā novēroti dažādi stumbru bojājumu veidi – mizas ieaugumi, saussāni dažādās pakāpēs, stumbru līkumainības un padēli (Tabula 3-11).

Tabula 3-12. Atkārtoti apsekotajās audzēs konstatētie P un E stumbru bojājumu veidi

Stumbra bojājuma veids	Situācija audzē 2021.gada decembrī	Nogabals
Saussāns		710-171-1
Mizas ieaugums		710-81-22

Darba metodes un tehnoloģijas mežaudžu atjaunošanai, ieaudzēšanai, kopšanai un aizsardzībai

Stumbra līkumainība		710-83-22
Padēls		710-83-22
Atklāts mizas bojājums		710-153-10

2022.gadā plānots uzsākt šo audžu uzmērīšanu, lai varētu novērtēt briežu dzimtas dzīvnieku radīto bojājumu ekonomisko ietekmi mežsaimniecības ciklā.

Metodika audžu uzmērīšanai 2022.gadā

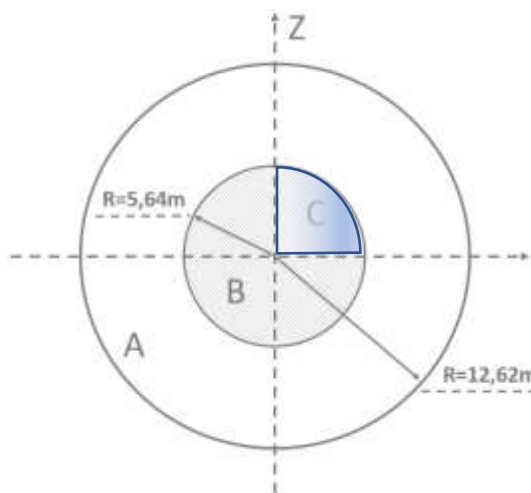
Metodikas izstrādei par pamatu izmantota 2013.gadā apstiprināta Nacionālā meža monitoringa 1.1. aktivitātes “Meža resursu monitorings” metodika, kā arī 2016.gada 21.jūnija MK noteikumi Nr. 384 “Meža inventarizācijas un Meža valsts reģistra informācijas aprites noteikumi”.

Katrā nogabalā uz garākās diagonāles vai, ja nogabals ir neregulāras formas, vienmērīgi nogabalā izveido apļveida parauglaukumus (500 m^2) (to skaits atkarīgs no nogabala platības Tabula 3-13) ar fiksēto rādiusu $12,62 \text{ m}$, kurā uzmēra kokus ar caurmēru $14,1 \text{ cm}$ un vairāk $1,3 \text{ m}$ augstumā no sakņu kakla. Parauglaukuma centrā izdala otru parauglaukumu 100 m^2 platībā ($R=5,64 \text{ m}$), kurā uzmēra visus kokus ar caurmēru $6,1 \text{ cm}$ un vairāk. Savukārt šī parauglaukuma pirmajā ceturtdaļā (skaitot no Z virziena), (25 m^2) uzmēra visus dabiskas izcelsmes kokus un to atvases, kuru caurmērs ir $2,1 \text{ cm}$ un vairāk (

Attēls 3.20).

Tabula 3-13. Ierīkojamo parauglaukumu skaits atkarībā no nogabalu platības

Nogabala platība, ha	Parauglaukumu skaits
≤ 1	4
1,1-2,0	6
2,1-3,0	7
3,1-4,0	9
4,1-5,0	11
5,1-6,0	12
6,1-7,0	13
7,1-8,0	14
8,1-10,0	15



Attēls 3.20. Parauglaukuma shēma.

(A – 500 m^2 liels parauglaukums, B – 100 m^2 liels parauglaukums, C – 25 m^2 liels parauglaukums)

Kokiem $1,3 \text{ m}$ augstumā no sakņu kakla nosaka caurmēru, cm.

Diviem raksturīgākajiem parauglaukuma kokiem nosaka augstumu, m.

Fiksē stumbru bojājumus, to intensitāti:

- bojājumus reģistrē, ja to vertikālā projekcija platākajā vietā sastāda vairāk par 10% no stumbra perimetra, – bojājuma platums (%) no koka perimetra. Mizas ieaugumiem fiksē garumu;
- visas rētas, kas atrodas viena virs otras, uzskata par vienu. Ja rētas ir novietotas horizontāli, to platumus summē;
- ja koks gājis bojā, bojājuma intensitāti apzīmē kā 100;
- ja kokam lauza galotne, bet vainags ir dzīvs un koks turpina augt, bojājuma intensitāti atzīmē kā 99;
- bojājumu vietu norāda kā koka daļu, kurā fiksēts bojājums (saknes un celmi līdz 30 cm virs sakņu kakla; apakšējā stumbra daļa - no celma augstuma līdz pirmajam zaļajam zaram; viss stumbrs no celma augstuma līdz galotnei; stumbra augšējā daļa no pirmā zaļā zara līdz galotnei).

Informācijas avoti

Bjørneraas K., Herfindal I., Solberg E.S., Sæther E., Moorte, B., Rolandsen C. 2012. Habitat

quality influences population distribution, individual space use and functional responses in habitat selection by a large herbivore. *Oecologia*, 168: 231-243. DOI: 10.1007/s00442-011-2072-3.

Bobek B. 1977. Summer food as the factor limiting roe deer population size. *Nature*, 268: 47-49. DOI: 10.1038/268047a0.

Kuijper D.P.J., Cromsigt J.P.G.M., Churski M., Adam B., Jędrzejewska B., Jędrzejewski W. 2009. Do ungulates preferentially feed in forest gaps in European temperate forest? *Forest Ecology and Management*, 258: 1528-1535. DOI:10.1016/j.foreco.2009.07.010.

Priedītis A. 1996. Browsing on woody plants and living conditions of cervid populations. In: *Proceedings of the 22nd IUGB Congress, Pensoft Publishers, Sofia, Moscow, St. Petersburg*: 239-244.

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

Priedītis A., Howlett S.J., Baumanis J., Bagrade G., Done G., Jansons Ā., Neimane U., Ornicāns A., Stepanova A., Šmits A., Žunna A. and Ozoliņš J. 2017. Quantification of deer browsing in summer and its importance for game management in Latvia. *Baltic Forestry*, 23(2): 423-431.

Schwartz C.C., Regelin W.L., Franzmann A.W., Hubbert M. 1987. Nutritional energetics of moose. *Swedish Wildlife Research*, 1(1): 265-280.

Spitzer R., Felton A., Landman M., Singh N.J., Widemo F. and Cromsigt J.P.G.M. 2020. Fifty years of European ungulate dietary studies: a synthesis. *Oikos*, 129: 1668-1680. DOI: 10.1111/oik.07435.

3.4. Jaunas metodes briežu dzimtas dzīvnieku postījumu ierobežošanai skuju koku audzēs un to ekonomiskie aprēķini

2021.gada darba uzdevums: Literatūras izpēte par citu valstu pieredzi skuju koku jaunaudžu aizsardzībā pret briežu dzimtas dzīvnieku radītajiem bojājumiem.

3.4.1. Līdz šim neizmantoto tirgu pieejamo stumbra mehāniskās aizsardzības līdzekļu un to prototipu apskats

Uzsākta tirgus piedāvājuma izpēte par citu valstu pieredzi skuju koku jaunaudžu aizsardzībā pret briežu dzimtas dzīvnieku radītajiem bojājumiem.

LVMI Silava zinātnieki 2021. gada 19.septembrī piedalījās LVM sadarbībā ar akcelatoru "Startup Wise Guys" (SWG) uzsāktās akcelerācijas programmas "SilvaTech" pirmajā tiešsaistes pasākumā, prezentējot ideju par aitu vilnas preparātu un uz augu eļļu bāzes veidota mehāniskā augu aizsardzības līdzekļa, kas atbaida smecernieku un/vai briežu dzimtas dzīvniekus, izveidi.

LVMI Silava sadarbībā ar vēl 8 partneriem iesniedza idejas pieteikumu "Meža koku stumbri, galotņu, un stādu sakņu aizsardzības līdzekļu izstrāde no aitkopības blakusproduktiem un izveidoto augu mehāniskās aizsardzības līdzekļu pielietošanas tehnoloģiju testēšana" Lauku atbalsta dienesta projektu ideju pieteikumu uzsaukumu programmā, bet diemžēl, nesaņēmām uzaicinājumu uz otro kārtu.

Apsēkots jaunākais piedāvājums koku aizsardzībai pret briežu dzimtas dzīvnieku apkodumiem, atrasta informācija par trīs līdz šim neizmantotiem mehāniskās aizsardzības līdzekļiem – aitu vilnas granulas, aizsargvairogi, aizsargstieple.

Interesants risinājums ir 1,8 mm tērauda stieple, kas paredzēta skuju koku aizsardzībai. Mehānisms – dzīvniekam nepatiks stieples pieskāriens. Stieple vidē sadalās sarūsējot, tomēr, pastāv risks, ka dzīvnieki var tajā sapīties.




<https://www.grube.eu/tree-protection-wire-spirals-73-092/>

Attēls 3.21. Tērauda stieple kā augu aizsardzības līdzeklis.

Tiešsaistes veikalos Apvienotajā Karalistē piedāvā no dabiski noārdošos polimēru un no biokomponentiem izgatavotas stumbru aizsardzības spirāles (Attēls 3.22); diemžēl nav pievienota informācija par ražotāju.

Spiral Tree Guards.



To protect your trees from rabbits, hares, voles etc. we can supply 60cm (24 inch) high spiral plastic tree guards. These expands with the natural growth of the tree.


These transparent guards which, if the risk of animal damage is very high, can be used on hedging plants.

Manufactured in the UK from 100% recycled photodegradable PVC plastic waste. Supplied individually (between 1 and 249 guards) or in boxes of 250 guards.

If the hedging plants or seedlings are not very strong, it is better to support the guards with **3ft bamboo canes**.
£2 discount per box of 250 when collected.

	Price for			
	1+	5+	50+	
Each	£0.43	£0.43	£0.38	<input type="text" value="0"/> <input type="button" value="Buy"/>
Box of 250	£66.99	£59.90		<input type="text" value="0"/> <input type="button" value="Buy"/>

Spiral Tree Guards - Biodegradeable.



In response to the growing desire to reduce the use of plastics we are adding Treebio spirals to our range. They are fully compostable and have gained the DIN CERTCO certificate. They are stabilised for use for 4-5 years, then will break down into carbon dioxide, water and humus which is a soil nutrient. Thus at the end of their useful life collection of unwanted plastic will not be necessary.

If the hedging plants or seedlings are not very strong, it is better to support the guards with **3ft bamboo canes**.
£2 discount per box of 220 when collected.

	Price for			
	1+	5+	50+	
Each	£0.99	£0.99	£0.90	<input type="text" value="0"/> <input type="button" value="Buy"/>
Box of 220	£170.00	£155.00	POA	<input type="text" value="0"/> <input type="button" value="Buy"/>

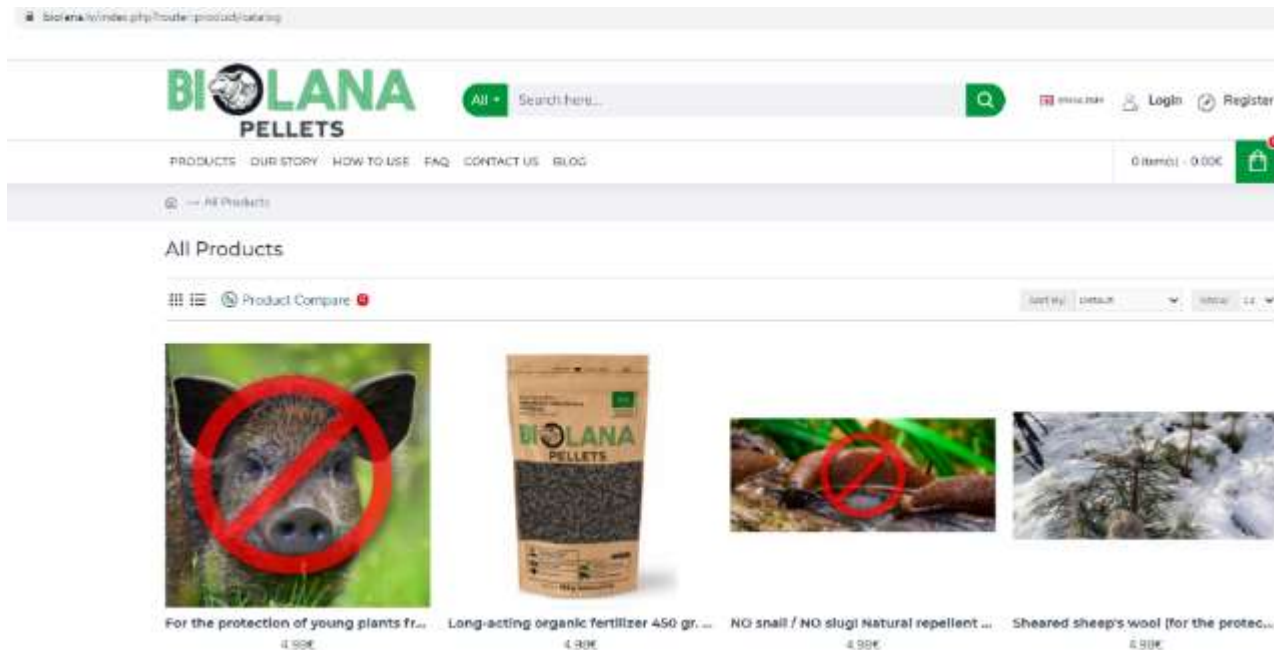
https://www.hedging.co.uk/acatalog/Index_Plant_Protection_Support.html

Attēls 3.22. Tiešsaistes veikalos pieejamais pašnoārdošos aizsargspirāļu piedāvājums.

Aizsardzības spirāles jau lieto praksē, bet tās ir izgatavotas no polimēra, kas vidē nesadalās.

Anglijas uzņēmuma NexGen (<https://nexgen-ts.com/>) koku mehāniskās aizsardzības vairogiem, kas izgatavoti no aitas vilnas un biokompozītiem, 2020. gadā piešķirta inovācijas balva (*Wool Innovation*

rīkotā konkursā “Ideju kauss 2020” šis līdzeklis atzīts par inovatīvāko biznesa ideju. Organiskā mēslojuma risinājums no aitu vilnas “BioLana Pellets” jau ir pieejams tirgū (Attēls 3.25).



Attēls 3.25. Jaunuzņēmuma BioLana piedāvātie produkti (<https://www.biolana.lv/>).

Cita veida aitas vilnas izstrādājumus izgatavo pēc pieprasījuma, piemēram pīnes aptīšanai ap kokiem. Jāturpina sadarbība ar uzņēmumu, attīstot jaunus produktus – mehāniskās aizsardzības līdzekļus.

LVMi Silava turpinās uz augu eļļu pārstrādes produktu un māla bāzes veidotu mehānisko augu aizsardzības līdzekļa izstrādi, tiek veidots prototips Jifte B, kam ir līdzīga izgatavošanas tehnoloģija kā līdzeklim JifteS, kas paredzēts aizsardzībai pret smecernieku un 3.1. nodaļā aprakstīts kā KĶI & Silava izveidots preparāts A un B. Darbs pie aizsardzības līdzekļu izstrādes un pilnveidošanas LVMi Silava turpinās.

3.4.2. Aizsardzības metodes ietekme uz koku stumbriem – temperatūra zem aizsargspirālēm

Metodika

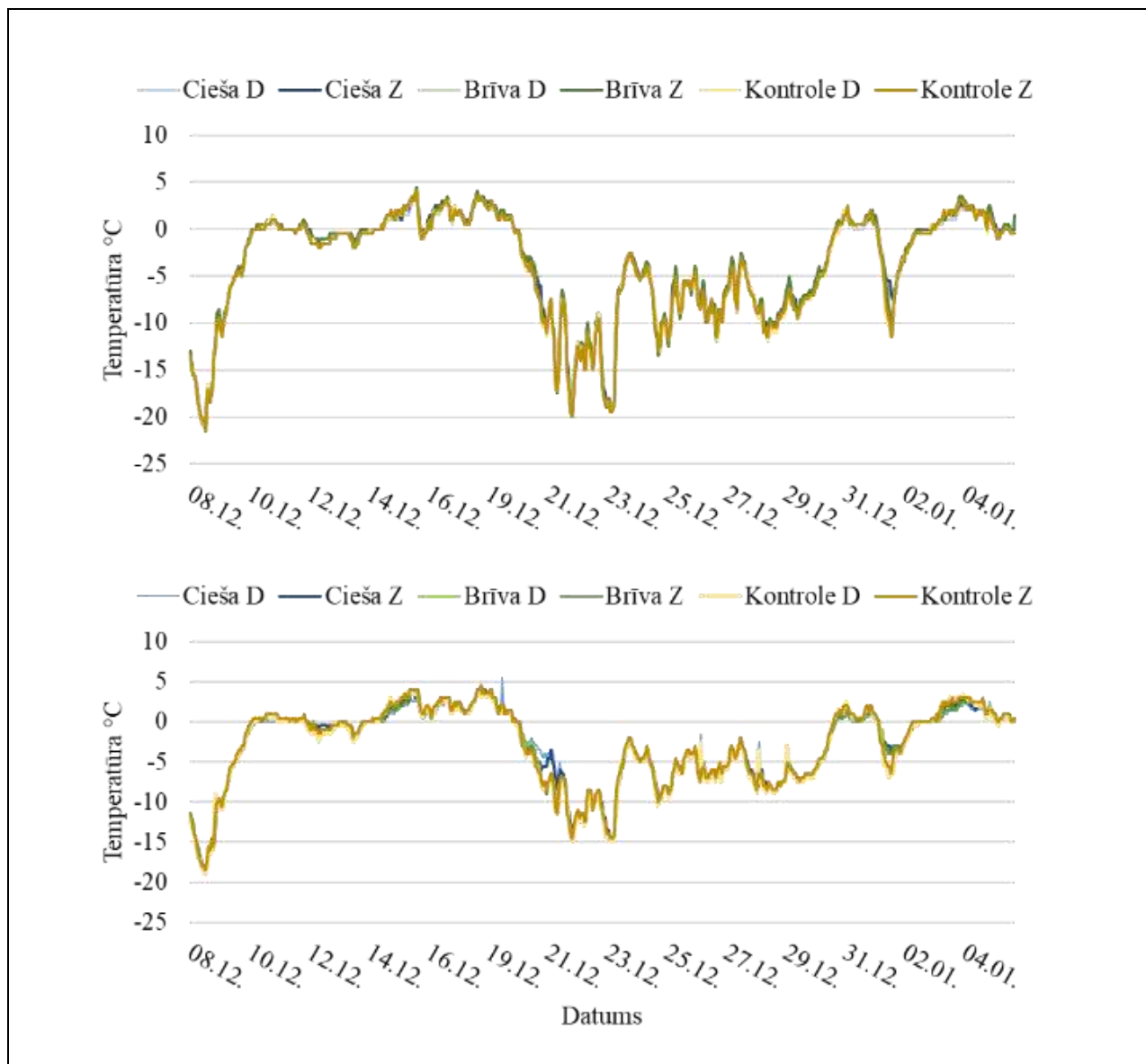
Lai noskaidrotu, vai un kā aizsargspirāļu uzlikšana ietekmē mikroklīmatu pie koka mizas, LVM Mīsis iecirknī izraudzīti divus meža nogabali (604-248-14; 604-356-8). Tie ir 6 km attālumā viens no otra, abos valdošā suga ir P, un audžu vecums bija 8 un 12 gadi. Nogabali izvēlēti pēc kritērijiem, lai tie ir salīdzinoši tuvu un lai koku vecums un laiks kopš spirāļu uzlikšanas atšķirtos. Katrā nogabalā 2021. gada 8. decembrī diviem līdzās esošiem dažāda diametra kokiem starp mizu un aizsargspirāli novietoja divus temperatūras sensorus, no tiem vienu vērstu pret dienvidiem, bet otru - pret ziemeļiem. Vienam no kokiem spirāle bija vairāk brīva, otram cieši pieguloša pie stumbra. Kontroles kokam sensorus izvietoja tādā pašā veidā, vienīgi bez spirāles (Attēls 3.26). Sensori temperatūru fiksē reizi stundā.



Attēls 3.26. Temperatūras sensoru izvietošana kontroles un ar aizsargspirālēm aprīkotajiem kokiem. Augšējos attēlos 8 gadīgā P audzē (604-248-14), apakšējos 12 gadīgā P audzē (604-356-8).

Rezultāti un to analīze

Temperatūras dati par pirmo mēnesi kopš uzstādīšanas nolasīti 2022. gada 6. janvārī. Pastāvēja būtiskas ($p < 0,05$) temperatūras atšķirības starp nogabaliem, bet viena nogabala ietvaros nebija būtiskas temperatūru atšķirības starp dažāda diametra kokiem vai kontroles un ar aizsargspirālēm aprīkotajiem kokiem, kā arī starp debespusēm nepastāvēja būtiskas atšķirības ($p > 0,05$). Grafikā parādīts, ka visiem variantiem temperatūra bija līdzīga (Attēls 3.27). Starp nogabaliem siltākie laikapstākļi novēroti 12 gadus vecajā P audzē, kur temperatūra nenoslīdēja tik zemu kā astoņus gadus vecajā P audzē, un vidējā mēneša starpība bija nepilns viens Celsija grāds. Laika posmā no 21. decembra līdz 23. decembrim astoņus gadus vecajā audzē temperatūra sasniedza $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, bet 12 gadus vecajā audzē tikai $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Šīs atšķirības varētu būt skaidrojamas ar mežaudžu lokāciju, jo temperatūra 6 km attālumā var atšķirties, vai arī ar mikrolokācijas reljefu vai audžu atšķirīgo vecumu.



Attēls 3.27. Fiksētā temperatūra zem aizsargspirālēm un kontroles variantiem no 08.12.2021. līdz 06.01.2022. augšējā attēlā 8 gadīgā P audzē (604-248-14), apakšējā 12 gadīgā P audzē (604-356-8).

Atziņas

Tirgū pieejamie mehāniskas aizsardzības līdzekļi, kas vidē sadalās un pēc aizsardzības funkcijas pabeigšanas nav jāizvāc no mežaudzes, ir gatavoti no aitu vilnas un/vai sveķiem.

Latvijā 2021.gadā atsākta vietējo mehāniskas aizsardzības līdzekļu izstrāde, sadarbojoties ar vietējiem ražotājiem un testējot līdzekļu efektivitāti.

1. Pielikums. Augsnes analīžu rezultāti (situācija LVM Ziemeļkurzemes reģiona nikuļojošās P jaunaudzēs).

Objekts	PL	Parau- gošanas dziļums vai/un hori- zonts	Augsnes blīvums, kg m ⁻³	Skelets > 2 mm, %	pHKCl	Smiltis 2mm – 63 μm, %	Putekļi, 63 – 2μm, %	< 2μm, %	Pkop. g kg ⁻¹
702- 103-39	1	0-20	1313,1	0	4,3	100	0	0	0,054
702- 103-39		20-40	1438,8	0	4,1	100	0	0	0,093
702- 103-39		40-60	1512	0	4,5	100	0	0	0,078
702- 103-39		60-80	1339,3	0	5,3	100	0	0	0,078
702- 103-39	2	0-20	186,6	0	3,2	-	-	-	0,552
702- 103-39		20-40	899,4	0	3,4	91	0	9	0,075
702- 103-39		40-60	1214,3	0	3,9	100	0	0	0,118
702- 103-39		60-80	1471,4	0	4,2	100	0	0	0,076
702- 103-39	3	0-20	1380,8	0	3,2	93,6	1,9	4,5	0,136
702- 103-39		20-40	1261,8	0	3,8	98,6	0	1,4	0,169
702- 103-39		40-60	1336,9	0	4,5	99,4	0,6	0	0,108
702- 103-39		60-80	1496,5	0	3,2	100	0	0	0,081
702- 127-5	1	0-20	994,9	0	3,5	100	0	0	0,057
702- 127-5		20-40	1103,4	0	4,2	81,3	18,7	0	0,112
702- 127-5		40-60	1105,1	0	3,6	97,8	2,2	0	0,216
702- 127-5		60-80	1260	0	3,9	97,9	1,4	0,7	0,235



Darba metodes un tehnoloģijas mežaudžu atjaunošanai, ieaudzēšanai, kopšanai un aizsardzībai

Objekts	PL	Parau- gošanas vai/un hori- zonts	Augsnes blīvums, kg m ³	Skelets > 2 mm, %	pHKCl	Smiltis 2mm – 63 μm, %	Putekļi, 63 – 2μm, %	< 2μm, %	Pkop. g kg ⁻¹
702- 127-5	2	0-20	1451,7	0	3,8	100	0	0	0,035
702- 127-5		20-40	1058,6	0	3,6	100	0	0	0,046
702- 127-5		40-60	1275,1	0	3,9	99,9	0,1	0	0,047
702- 127-5		60-80	1183,4	0	4,2	100	0	0	0,092
702- 127-5	3	0-20	1406,5	0	3,4	100	0	0	0,047
702- 127-5		20-40	1189,7	0	3,5	97,2	2,8	0	0,05
702- 127-5		40-60	1335,4	0	3,8	98,3	1,7	0	0,061
702- 127-5		60-80	1290,8	0	4,1	97,7	2,3	0	0,141
702-65- 10	1	0-20	1091,9	0	3,4	93,2	6,8	0	0,113
702-65- 10		20-40	1535,5	0,2	3,8	97,4	2,6	0	0,072
702-65- 10		40-60	1357,5	0	4,1	91,5	5,7	2,8	0,171
702-65- 10		60-80	1468,8	0	4	91,4	6,3	2,4	0,153
702-65- 10	2	0-20	1143,3	0,1	3,6	94,9	4,9	0,2	0,118
702-65- 10		20-40	1524,9	0,1	4	100	0	0	0,094
702-65- 10		40-60	1730,9	0,2	4,3	98,4	1,6	0	0,181
702-65- 10		60-80	1743,6	0,3	4,3	99,9	0,1	0	0,192
702-65- 10	3	0-20	1371,1	0	3,8	98,3	1,7	0	0,052

Darba metodes un tehnoloģijas mežaudžu atjaunošanai, ieaudzēšanai, kopšanai un aizsardzībai

Objekts	PL	Parau- gošanas vai/un hori- zonts	Augsnes blīvums, kg m ⁻³	Skelets > 2 mm, %	pHKCl	Smiltis 2mm – 63 μm, %	Putekļi, 63 – 2μm, %	< 2μm, %	Pkop. g kg ⁻¹
702-65-10		20-40	1497,1	0	4	100	0	0	0,035
702-65-10		40-60	1469,3	0	4	99,2	0,8	0	0,04
702-65-10		60-80	1493,2	0	4,2	100	0	0	0,03
702-65-17	1	0-20	1228,9	0	3,4	97,9	2,1	0	0,061
702-65-17		20-40	1366,4	0	3,5	98,7	1,3	0	0,045
702-65-17		40-60	1448,6	0	3,6	99	1	0	0,037
702-65-17		60-80	1478,8	0,1	4,1	99,9	0,1	0	0,052
702-65-17	2	0-20	1553,3	0,1	4,1	100	0	0	0,051
702-65-17		20-40	1529,7	0	4,3	97,1	2,9	0	0,127
702-65-17		40-60	1290,8	0	4,3	100	0	0	0,133
702-65-17		60-80	1578,9	0	4,7	100	0	0	0,158
702-65-17	3	0-20	1243,2	0	3,8	99,9	0,1	0	0,04
702-65-17		20-40	1455,7	0	4,1	100	0	0	0,031
702-65-17		40-60	1459,2	0	4,1	99,3	0,7	0	0,042
702-65-17		60-80	1543,8	0,1	4,3	98,8	1,2	0	0,047

2. Pielikums Harvesterim nepieciešamās pārbūves apraksts, lai uz tā uzstādītu stādīšanas ierīci (ražotāja sniegtā informācija)

<p>Avioline M-160M</p> <p>At first the M-Planter M-160M, available now, was installed to Eco Log 560 C harvester (picture below)</p>  <p>In the picture above (left) you can see the original Eco Log 560 C, below the installation of the planter. In the picture above (right) you can see the Eco Log 560 C with M-Planter M-160M after the installation.</p> <p>For the installation the harvester required following customizing:</p> <ul style="list-style-type: none"> The second crane arm (telescope arm) was removed and it was replaced with a excavator dipper arm. This customizing was made due the stress caused by soil preparation (manuring) with the planter. It was seen that the soil preparation would be too much for the harvester's telescope arm and the telescope arm could be damaged by the manuring operation. Eco Log harvester head CPU unit was installed to the planter → harvester head CPU unit makes the planter mimic the harvester head → harvester thinks that the harvester head is connected to the harvester and allows to use the harvester head controls to utilize the planter. <p>Afterwards, this M-Planter M-160M was installed to next generation Eco Log harvester: Eco Log 560 D.</p> <p>This installation was made similar way as for the original installation to the Eco Log 560 C, by making of excavator dipper arm that would be connected to the harvester crane arm and replace the harvester's telescope arm.</p> <p>With the new installation, the M-Planter M-160M planter was made directly suitable for following harvester models:</p> <ul style="list-style-type: none"> Eco Log 560 D Eco Log 560 D Eco Log 560 D  <p>Now the contractor has sold the base machine (Eco Log 560 D) harvester, picture above left) and is selling the soil line planter also. The planter is available with the customised dipper arm (picture above right), made suitable for D model Eco Log harvesters (models listed above).</p>	<p>M-Planter M-160M: installation to harvester</p> <p>M-Planter M-160M is a specially designed M-Planter model for harvester use.</p> <p>M-160M has following functions:</p> <ul style="list-style-type: none"> Plant/reload Tilt to soil preparation Tilt to planting <p>To utilize these functions M-Planter M-160M can be installed to a harvester with couple of different ways:</p> <p>Solution #1: Use existing harvester hydraulic lines directly</p> <ul style="list-style-type: none"> For this solution, total of four (4) pressure lines are required from the harvester (that are already connected to the harvester joysticks; can be operated with harvester joysticks): <ol style="list-style-type: none"> Plant Reload Tilt to soil preparation position Tilt to planting position All these lines must be adjusted to 170 bar pressure and 100 l/min flow One tank line is required for the return oil Positive side of this solution is that no electric installation is required as the planter would use only the ready hydraulic lines that are controlled with original harvester controls (installation is fast and simple). The installation might need a harvester brand's harvester head CPU unit that is connected to the planter (to mimic harvester head → to allow the harvester's functions to be used to control the planter). This can be confirmed from the harvester brand's manufacturer. This solution is the easiest installation solution, but having two (2) different buttons for planting and reloading is not as work ergonomic solution as having one (1) button operating both (planting and reloading). <p>Solution #2: Use existing harvester hydraulic lines, with delay made from harvester computer</p> <ul style="list-style-type: none"> For this solution, total of three (3) pressure lines are required from the harvester (that are already connected to the harvester joysticks; can be operated with harvester joysticks): <ol style="list-style-type: none"> Plant/reload Tilt to soil preparation position Tilt to planting position All these lines must be adjusted to 170 bar pressure and 100 l/min flow One tank line is required for return oil. Both tilts (tilt to soil preparation position and tilt to planting position) are controlled with two (2) ready harvester functions (ready pressure lines available that are controlled with original controls; for example harvester has two (2) lines ready for harvester head rotation → these lines are connected directly to the planter's tilt).
<p>M-Planter M-160M: installation to harvester</p> <p>M-Planter M-160M is a specially designed M-Planter model for harvester use.</p> <p>M-160M has following functions:</p> <ul style="list-style-type: none"> Plant/reload Tilt to soil preparation Tilt to planting <p>To utilize these functions M-Planter M-160M can be installed to a harvester with couple of different ways:</p> <p>Solution #1: Use existing harvester hydraulic lines directly</p> <ul style="list-style-type: none"> For this solution, total of four (4) pressure lines are required from the harvester (that are already connected to the harvester joysticks; can be operated with harvester joysticks): <ol style="list-style-type: none"> Plant Reload Tilt to soil preparation position Tilt to planting position All these lines must be adjusted to 170 bar pressure and 100 l/min flow One tank line is required for the return oil Positive side of this solution is that no electric installation is required as the planter would use only the ready hydraulic lines that are controlled with original harvester controls (installation is fast and simple). The installation might need a harvester brand's harvester head CPU unit that is connected to the planter (to mimic harvester head → to allow the harvester's functions to be used to control the planter). This can be confirmed from the harvester brand's manufacturer. This solution is the easiest installation solution, but having two (2) different buttons for planting and reloading is not as work ergonomic solution as having one (1) button operating both (planting and reloading). <p>Solution #2: Use existing harvester hydraulic lines, with delay made from harvester computer</p> <ul style="list-style-type: none"> For this solution, total of three (3) pressure lines are required from the harvester (that are already connected to the harvester joysticks; can be operated with harvester joysticks): <ol style="list-style-type: none"> Plant/reload Tilt to soil preparation position Tilt to planting position All these lines must be adjusted to 170 bar pressure and 100 l/min flow One tank line is required for return oil. Both tilts (tilt to soil preparation position and tilt to planting position) are controlled with two (2) ready harvester functions (ready pressure lines available that are controlled with original controls; for example harvester has two (2) lines ready for harvester head rotation → these lines are connected directly to the planter's tilt). 	<p>M-Planter M-160M: installation to harvester</p> <p>M-Planter M-160M is a specially designed M-Planter model for harvester use.</p> <p>M-160M has following functions:</p> <ul style="list-style-type: none"> Plant/reload Tilt to soil preparation Tilt to planting <p>To utilize these functions M-Planter M-160M can be installed to a harvester with couple of different ways:</p> <p>Solution #1: Use existing harvester hydraulic lines directly</p> <ul style="list-style-type: none"> For this solution, total of four (4) pressure lines are required from the harvester (that are already connected to the harvester joysticks; can be operated with harvester joysticks): <ol style="list-style-type: none"> Plant Reload Tilt to soil preparation position Tilt to planting position All these lines must be adjusted to 170 bar pressure and 100 l/min flow One tank line is required for the return oil Positive side of this solution is that no electric installation is required as the planter would use only the ready hydraulic lines that are controlled with original harvester controls (installation is fast and simple). The installation might need a harvester brand's harvester head CPU unit that is connected to the planter (to mimic harvester head → to allow the harvester's functions to be used to control the planter). This can be confirmed from the harvester brand's manufacturer. This solution is the easiest installation solution, but having two (2) different buttons for planting and reloading is not as work ergonomic solution as having one (1) button operating both (planting and reloading). <p>Solution #2: Use existing harvester hydraulic lines, with delay made from harvester computer</p> <ul style="list-style-type: none"> For this solution, total of three (3) pressure lines are required from the harvester (that are already connected to the harvester joysticks; can be operated with harvester joysticks): <ol style="list-style-type: none"> Plant/reload Tilt to soil preparation position Tilt to planting position All these lines must be adjusted to 170 bar pressure and 100 l/min flow One tank line is required for return oil. Both tilts (tilt to soil preparation position and tilt to planting position) are controlled with two (2) ready harvester functions (ready pressure lines available that are controlled with original controls; for example harvester has two (2) lines ready for harvester head rotation → these lines are connected directly to the planter's tilt).

3.Pielikums. *Hylobius* spp. Bojājumu uzskaitē E stadiem izvēles un bezizvēles eksperimentā laboratorijas apstākļos

Bezizvēles eksperiments			
Insektārijs	Apstrāde	Bojājums	Diena
1	Coniflex	0	7
2	Coniflex	0	7
3	Coniflex	1	7
4	Coniflex	0	7
5	Coniflex	0	7
6	Coniflex	3	7
7	Coniflex	3	7
8	Coniflex	3	7
9	Coniflex	2	7
10	Coniflex	3	7
1	KĶIB	1	7
2	KĶIB	2	7
3	KĶIB	2	7
4	KĶIB	2	7
5	KĶIB	2	7
6	KĶIB	2	7
7	KĶIB	2	7
8	KĶIB	2	7
9	KĶIB	2	7
10	KĶIB	2	7
1	Dāņu	1	7
2	Dāņu	0	7
3	Dāņu	2	7
4	Dāņu	0	7
5	Dāņu	2	7
6	Dāņu	0	7
7	Dāņu	1	7
8	Dāņu	3	7
9	Dāņu	0	7
10	Dāņu	1	7

Izvēles eksperiments			
Insektārijs	Apstrāde	Bojājums	Diena
1	B	2	20
2	B	4	20
3	B	2	20
4	B	0	20
5	B	1	20
6	B	2	20
7	B	3	20
8	B	0	20
9	B	3	20
10	B	3	20
1	M	3	20
2	M	4	20
3	M	1	20
4	M	1	20
5	M	0	20
6	M	1	20
7	M	1	20
8	M	1	20
9	M	2	20
10	M	2	20
1	V	0	20
2	V	0	20
3	V	1	20
4	V	0	20
5	V	0	20
6	V	0	20
7	V	0	20
8	V	0	20
9	V	0	20
10	V	0	20

Darba metodes un tehnoloģijas mežaudžu atjaunošanai, ieaudzēšanai, kopšanai un aizsardzībai

1	Coniflex	3	15
2	Coniflex	3	15
3	Coniflex	4	15
4	Coniflex	3	15
5	Coniflex	2	15
6	Coniflex	4	15
7	Coniflex	3	15
8	Coniflex	4	15
9	Coniflex	3	15
10	Coniflex	3	15
1	KĶI B	2	15
2	KĶIB	3	15
3	KĶIB	2	15
4	KĶIB	3	15
5	KĶIB	3	15
6	KĶIB	2	15
7	KĶIB	3	15
8	KĶIB	3	15
9	KĶIB	2	15
10	KĶIB	2	15
1	Dāņu	1	15
2	Dāņu	3	15
3	Dāņu	3	15
4	Dāņu	2	15
5	Dāņu	2	15
6	Dāņu	2	15
7	Dāņu	3	15
8	Dāņu	3	15
9	Dāņu	1	15
10	Dāņu	3	15

1	AK	4	20
2	AK	4	20
3	AK	4	20
4	AK	3	20
5	AK	4	20
6	AK	3	20
7	AK	3	20
8	AK	3	20
9	AK	4	20
10	AK	3	20
1	B	0	2
2	B	0	2
3	B	0	2
4	B	0	2
5	B	0	2
6	B	1	2
7	B	0	2
8	B	0	2
9	B	2	2
10	B	0	2
1	M	0	2
2	M	0	2
3	M	0	2
4	M	0	2
5	M	0	2
6	M	0	2
7	M	0	2
8	M	0	2
9	M	1	2
10	M	0	2
1	V	0	2
2	V	0	2
3	V	0	2
4	V	0	2

Darba metodes un tehnoloģijas mežaudžu atjaunošanai, ieaudzēšanai, kopšanai un aizsardzībai

5	V	0	2
6	V	0	2
7	V	0	2
8	V	0	2
9	V	0	2
10	V	0	2
1	AK	1	2
2	AK	3	2
3	AK	3	2
4	AK	3	2
5	AK	2	2
6	AK	2	2
7	AK	2	2
8	AK	3	2
9	AK	2	2
10	AK	2	2
1	B	2	10
2	B	1	10
3	B	1	10
4	B	0	10
5	B	0	10
6	B	2	10
7	B	2	10
8	B	0	10
9	B	3	10
10	B	2	10
1	M	1	10
2	M	0	10
3	M	1	10
4	M	0	10
5	M	0	10
6	M	1	10
7	M	0	10
8	M	0	10

Darba metodes un tehnoloģijas mežaudžu atjaunošanai, ieaudzēšanai, kopšanai un aizsardzībai

9	M	2	10
10	M	0	10
1	V	0	10
2	V	1	10
3	V	0	10
4	V	0	10
5	V	0	10
6	V	0	10
7	V	0	10
8	V	0	10
9	V	0	10
10	V	0	10
1	AK	2	10
2	AK	3	10
3	AK	4	10
4	AK	3	10
5	AK	3	10
6	AK	3	10
7	AK	3	10
8	AK	3	10
9	AK	3	10
10	AK	3	10