



PĀRSKATS
PAR PĒTĪJUMA 2023. GADA REZULTĀTIEM

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: **Atsevišķu koku un to grupu augšanas gaitas
mijiedarbības monitorings un novērtēšana**

LĪGUMA NR. 5-5.9.1_007s_101_21_81

PĒTĪJUMA ZINĀTNISKAIS VADĪTĀJS:

Jānis Donis, LVMI Silava pētnieks

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

Salaspils, 2023

Saturs

Kopsavilkums.....	3
Summary	4
Tabulu saraksts.....	5
Attēlu saraksts.....	6
Ziņojumā lietotie simboli un saīsinājumi.....	7
Ievads	8
1. Mērķtiecīgi audzētu (jaunaudžu stadijā retu) mežaudžu primārie taksācijas rādītāji un to aktualizācija	9
1.1. Parauglaukumu iekārtošana mērķtiecīgi audzētās (jaunaudžu stadijā retās) mežaudzēs	9
1.1.1. Agrāk iekārtotu eksperimentu pārmērīšana	9
1.1.2. Uzmērīšana pēc LVM veiktām kopšanas cirtēm	11
1.1.3. Uzmērīšana LVM objektos, kas jau sākotnēji bijuši ar zemu sākotnējo biežumu	13
1.1.4. Pieauguma novērtēšana	15
1.1.5. Augšanas gaitas aproksimācija un taksācijas rādītāju aktualizācijas modeļa izstrāde	15
Secinājumi	15
2. Augšanas gaitas monitorings pēc pakāpeniskajām/izlases cirtēm (dažādvecuma audžu augšanas gaita).....	16
2.1. Augšanas gaitas novērtēšanas objektu uzmērīšana	16
2.1.1. Iepriekšējos gados iekārtotu objektu pārmērīšana	16
2.1.2. Jauni parauglaukumi LVM objektos	22
2.1.3. Pieauguma novērtējums.....	32
2.1.4. Pakāpenisko/izlases ciršu objektu telpiskās struktūras novērtējums	33
2.1.5. Dažādu kohortu koku (iepriekšējās paaudzes koku un jaunās paaudzes koku augšanas gaitas aproksimācija)	39
2.1.6. Vienlaidus atjaunošanas ciršu, pakāpenisko un izlases ciršu finansiāls salīdzinājums	39
Secinājumi	39
3. Koku augšanas gaitas izmaiņas pēc veiktas koku ciršanas briestaudzēs	40
3.1. Augšanas gaitas simulāciju modeļa precizēšana	40
3.1.1. Augšanas gaitas simulāciju modeļa precizēšana	40
3.1.2. Papildus parauglaukumu ierīkošana	42
3.1.3. Apsaimniekošanas alternatīvu programmu (dažādas intensitātes starpaudzes izstrādes) finansiāls salīdzinājums	47
Secinājumi	49
Literatūra	50

Kopsavilkums

Pētījuma 3. etapā īstenoti sekojoši darba uzdevumi trīs aktivitātēs.

1. Mērķtiecīgi audzētu (jaunaudžu stadijā retu) mežaudžu primārie taksācijas rādītāji un to aktualizācija.

Pārmērīti 8 pētījumu objekti, kuros jaunaudžu stadijā veikta kokaudžu retināšana. Veikta uzmērīšana mērķtiecīgi koptos objektos, kuras koptas pirms 8 - 12 gadiem. Uzmērītas 20 priežu audzes. Uzmērītas 10 jaunaudžu stadijā retas audzes. Veikti 1520 koku radiālo skaidu mērījumi. Konstatēts, ka retināto audžu caurmērs ir ievērojami lielāks nekā kontroles audzes. Iegūtie dati izmantoti augšanas gaitas modeļu izstrādei, kas balstīti uz MSI datu kopu.

2. Augšanas gaitas monitorings pēc pakāpeniskajām/izlases cirtēm (dažādvecuma audžu augšanas gaita)

Pārmērīti 10 pētījumu objekti, savukārt no jauna iekārtoti 20 objekti. Aprēķināti iekārtoto objektu kokaudžu taksācijas rādītāji pēc 2023.g. sezonas mērījumiem. Veikta iepriekšējās audzes koku telpiskā izvietojuma analīze, balstot uz LiDAR datiem, aprēķinot atvērumu skaitu un to lielumu un telpiskā izvietojuma statistiskos rādītājus. Konstatēts, ka saglabātās vecās paaudzes priedes pēc cirtes 5-10 gadus veido papildus radiālo pieaugumu, bet egles un bērzi vairumā gadījumu tādu neveido. Izlases ciršu meža elementu dati izmantoti kā papildus informācija augšanas gaitas modeļu izstrādē.

3. Koku augšanas gaitas izmaiņas pēc veiktas koku ciršanas briestaudzēs

Precizēts augšanas gaitas simulācija modelis. Modelis balstīts uz meža elementu augšanas gaitas modeļiem, kuri izstrādāti citā LVM finansētā pētījumā. Pēc papildus mērījumiem konstatēts, ka priedes 5 gadus pēc cirtes veido papildus pieaugumu, bet apses tādu neveido. Balstoties uz MSI datu bāzē esošu priedes, egles, bērza, melnalkšņa un apses briestaudžu taksācijas rādītājiem (672 parauglaukumi) veikta atkārtota audžu attīstības prognozēšana ar un bez krājas kopšanas cirtes līdz galvenās cirtes vecumam. Secināts, ka, ņemot vērā pieņēmumus par sortimentu cenām un darbu izmaksām, kopšanas cirti briestaudzes vecumā pie diskonta likmēm 0 līdz 5 %, nav finansiāli izdevīgi veikt (izņemot priedes audzēs, ja diskonta likme ir lielāka 4,72% vai lielāka un kopšanas cirti veic 15 gadus pirms galvenās cirtes vecuma).

Summary

Activity 1. Primary stand inventory indicators of targeted (initially sparse) forest stands and their updating

Remeasured 8 thinning experiments and remeasured sample plots in 20 stands where thinnings were carried out, as well as 10 stands with initially low stem density. Radial increment measurements were carried out for 1520 trees. Concluded that DBH in thinned stands is significantly larger than in control plots. Field data were used as additional data in growth model elaboration.

Activity 2. Monitoring of the growth after shelterwood/ selection cuttings (growth of multiaged stands)

Re-measured according to methodology 10 research sites. Established 20 new research sites. The inventory indicators of stands of arranged objects have been calculated according to the measurements of 2023. It is concluded that mature pines after release make additional radial increment contrary to spruce and birch. Spatial layout of the openings between trees of previous generation has been analysed using LiDAR data by calculating gap number, gap size distribution and gap spatial distribution. It has been found that larger gaps dominate, and usually are randomly distributed or clustered.

Activity 3. Changes in tree growth after thinning in pre-mature stands

Updating of stand simulation model is carried out. Model is expected to be based on forest element (cohort) growth model elaborated in another project financed by LVM. Based on the inventory indicators of pine, spruce, birch, black alder and aspen premature stands in the NFI database (672 plots), repeated forecasting of the development of stands with and without thinning until the age of the final felling was carried out. It has been concluded that, taking into account the assumptions about the prices of the assortments and the cost of works, the thinnings at the premature stands at discount rates of 0 to 5 % is not financially profitable (except in pine stands if the discount rate is more than 4.72% or more and thinning is carried out 15 years before the age of the final felling).

Tabulu saraksts

1.1. tabula. Uzmērīto priežu audžu parauglūkumu taksācijas rādītāji	12
1.2. tabula. Uzmērīto audžu aktualizētie taksācijas rādītāji	14
1.3. tabula. Uzmērīto sākotnēji reto audžu uzmērītie taksācijas rādītāji.....	14
2.1. tabula. 2023. gadā pārmērīto pakāpenisko/ izlases ciršu objektu saraksts un raksturojums.....	16
2.2. tabula. Audzes struktūra audzēs, kas pārmērītas 10, 15 un 20 gadus pēc cirtes pirmā paņēmiena	18
2.3. tabula. Audzes (Mežole_42) struktūra dažāda lieluma atvērumu malās 15 gadus pēc cirtes	19
2.4. tabula. Atjaunošanās (priede, egle, bērzs) skaits pārmērītajos objektos	20
2.5. tabula. Atjaunošanās (priede, egle, bērzs) vidējais augstums pārmērītajos objektos	20
2.6. tabula. Priežu atjaunošanās vidējais skaits un 2000 augstāko priežu vidējais augstums uz ha (H ₂₀₀₀) Mežole42 dažāda lieluma atvērumos 2, 5 un 15 gadus pēc atvērumu izveidošanas.....	21
2.7. tabula. 2023. gadā no jauna iekārtoto pakāpenisko/ izlases ciršu objektu saraksts un raksturojums	22
2.8. tabula. No jauna ierīkoto pētījuma objektu audžu struktūra. Priede	25
2.9. tabula. No jauna ierīkoto pētījuma objektu audžu struktūra. Egle.....	26
2.10. tabula. No jauna ierīkoto pētījuma objektu audžu struktūra. Bērzs	27
2.11. tabula. Priežu, iepriekšējās paaudzes priežu (priede _v), stādītu priežu (priede _{st}), egļu un bērzu atjaunošanās skaits no jauna ierīkotajos objektos, kur valdošā suga ir priede.....	28
2.12. tabula. No jauna ierīkoto pētījuma objektu dabiskās atjaunošanās (priede, egle, bērzs, apse, melnalksnis) skaits uzmērītajos objektos, kur valdošā suga ir egle	29
2.13. tabula. No jauna ierīkoto pētījuma objektu dabiskās atjaunošanās (priede, egle, bērzs, apse, melnalksnis) skaits uzmērītajos objektos, kur valdošā suga ir bērzs	29
2.14. tabula. Priežu, iepriekšējās paaudzes priežu (priede _v), stādītu priežu (priede _{st}), egļu un bērzu atjaunošanās vidējais augstums no jauna ierīkotajos objektos, kur valdošā suga ir priede	30
2.15. tabula. No jauna ierīkoto pētījuma objektu dabiskās atjaunošanās (priede, egle, bērzs, apse, melnalksnis) vidējais augstums uzmērītajos objektos, kur valdošā suga ir egle	31
2.16. tabula. No jauna ierīkoto pētījuma objektu dabiskās atjaunošanās (priede, egle, bērzs, apse, melnalksnis) vidējais augstums uzmērītajos objektos, kur valdošā suga ir bērzs.....	31
2.17. tabula. Uzmērīto izlases/pakāpenisko ciršu meža elementu vidējie gadskārtu platumi (i) 10 gadus pirms un 10 gadus pēc cirtes pirmā paņēmiena pa 5 gadu periodiem un meža tipiēm.....	32
2.18. tabula. Uzmērīto vienlaidus izlases/pakāpenisko ciršu atjaunošanās vidējie augstumi 5 gadus un 10 gadus pēc cirtes pirmā paņēmiena pa meža tipiēm atkarībā no I stāva valdošās sugas	33
2.19. tabula. Uzmērīto izlases/pakāpenisko ciršu telpisko struktūru raksturojošie statistiskie rādītāji	37
3.1. tabula. Aprēķinos izmantotās sortimentu dimensijas un cenas patēriņa vietā	40
3.2. tabula. Aprēķinos izmantotā sortimentu korekcija	41
3.3. tabula. Aprēķinos izmantotās mežizstrādes darbu izmaksas (eiro m ⁻³)	42
3.4. tabula. Uzmērīto briestaudžu taksācijas rādītāji	44
3.5. tabula. Uzmērīto briestaudžu vidējie gadskārtu platumi 10 gadus pirms (i _{pirms}) un 10* gadus pēc (i _{pēc}) kopšanas cirtes.....	46
3.6. tabula. Parauglūkumu sadalījums pa valdošajām sugām un kopšanas laika pirms galvenās cirtes veikšanas	47
3.7. tabula. Tīro ienākumu no koksnes realizācijas starpība starp AKKC un BKCC scenārijiem, eiro·ha ⁻¹	48

Attēlu saraksts

- 1.1. attēls. Vidējā kvadrātiskā caurmēra D_g vispārējā dinamika pētāmajos objektos 10
- 1.2. attēls. Vidējā kvadrātiskā caurmēra D_g dinamika pētāmajos objektos (objekta Nr.) pie dažādas kopšanas intensitātes MPS Šķēdes mežu novadā 10
- 1.3. attēls. Vidēji uzņēmīto priežu audžu taksācijas rādītāji 11
- 1.4. attēls. Gadskārtu platuma summa (pieaugums) pētījuma objekts, kur iepriekš veikta jaunaudzū kopšana (JK) un retināšana (krājas kopšana – KKC) 15
- 2.1. attēls. 2000 augstāko priežu atjaunošanās vidējais augstums atkarībā no FAR_{kopzv} (kopējās (tiešās + izkliedētās) fotosintētiski aktīvās radiācijas plūsmas blīvums $Mol\ m^{-2}$ zem vainagiem vidēji dienā veģetācijas perioda laikā) un FAR_{kop} (kopējās (tiešās + izkliedētās) fotosintētiski aktīvās radiācijas plūsmas blīvums $Mol\ m^{-2}$ virs vainagiem vidēji dienā veģetācijas perioda laikā) attiecības 15 gadus pēc atvērumu izveidošanas Mežole42. 21
- 2.2. attēls. 2000 augstāko atjaunojušos priežu uz ha vidējais augstums (H_{2000}) divos objektos (714-308-4;714-308-5) mētrājā pēc diviem cirtes paņēmieniem (15 un 10 gadus atpakaļ) atkarībā no audzes pirmā stāva koku skaita 24
- 2.3. attēls. Izlases ciršu objektu koku vainagu augstumu modeļi (CHM) 35
- 2.4. attēls. Izlases ciršu objektā koku vainagu augstumu modeļi (CHM) un atvērumu analīzes piemērs. (1) atvērumu karte (2) atvērumi un to izvietojums (sarkanā krāsā). 36
- 2.5. attēls. Izlases ciršu objektā koku vainagu augstumu modeļi (CHM) telpiskā izvietojuma analīze (1), (2) 1m pikselis, (3),(4) 3m pikselis 36
- 2.6. attēls. Izlases ciršu objektu grupēšana klāsteranalīzē (1) pēc to atvērumu lielumu sadalījuma, (2) pēc atvērumu telpiskā izvietojuma 38
- 3.1. attēls. Uzmērīto priežu briestaudžu vidējie gadskārtu platumi pirms un pēc kopšanas cirtes (0 gads – kopšanas cirtes gads) 45
- 3.2. attēls. Uzmērīto apšu briestaudžu vidējie gadskārtu platumi pirms un pēc kopšanas cirtes (0 gads – kopšanas cirtes gads) 45
- 3.3. attēls. Uzmērīto priežu briestaudžu vidējie gadskārtu platumi 10 gadus pirms un 10 gadus pēc kopšanas cirtes pa 5 gadu periodiem 46
- 3.4. attēls. Uzmērīto apšu briestaudžu vidējie gadskārtu platumi 10 gadus pirms un 10 gadus pēc kopšanas cirtes pa 5 gadu periodiem 47

Ziņojumā lietotie simboli un saīsinājumi

LGIA – Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra
LVMI Silava - Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”
LVM – akciju sabiedrība “Latvijas valsts meži”
MSI – Meža statistiskā inventarizācija
MPS – Meža pētīšanas stacija
MN - meža novads
MT – meža tips
A – vecums
D – vidējais caurmērs
H – vidējais augstums
G – šķērslaukums
Sl - sils
Mr – mētrājs
Ln – lāns
Dm – damaksnis
Vr – vēris
Gr – gārša
Gs – grīnis
Mrs – slapjais mētrājs
Dms – slapjais damaksnis
Vrs – slapjais vēris
Grs – slapjā gārša
Pv – purvājs
Nd – niedrājs
Db – dumbrājs
Lk - liekņa
Av – viršu ārenis
Am – mētru ārenis
As – šaurlapju ārenis
Ap – platlapju ārenis
Kv – viršu kūdrenis
Km – mētru kūdrenis
Ks – šaurlapju kūdrenis
Kp – platlapju kūdrenis
PL – parauglaukums
P – priede
E – egle
B – bērzs
A – apse
Ba – baltalksnis
Os – osis
Bl – blīgzna
VAP – vienlaidus atjaunošanas cirte
Zdvp – vidējā periodiskā caurmēra pieaugums
Zdgp – vidējā periodiskā šķērslaukuma pieaugums
Zdmv – vidējā periodiskā krājas pieaugums
Zdgp – vidējā periodiskā šķērslaukuma pieaugums

Ievads

AS "Latvijas valsts meži" saimnieciski nozīmīgāko koku sugu mežaudzes intensīvi kopj tieši jaunaudžu stadijā. Pastāv atšķirīgi viedokļi par šādu audžu turpmākas apsaimniekošanas metodēm, t.i., starpcirtes nepieciešamību vēlākajās kokaudzes attīstības stadijās, kā arī par riskiem, kas saistīti ar šādu audžu izveidi. Bērzu audzes attīstās sekmīgi, bet relatīvi maz datu ir par intensīvas jaunaudžu kopšanas ietekmi uz priežu jaunaudžu augšanas gaitu, koku stumbru formu un kvalitāti. Nepieciešams monitorēt un novērtēt intensīvas jaunaudžu kopšanas ietekmi uz jaunaudžu augšanas gaitu, koku stumbru formu, kvalitāti un vitalitāti.

Pētījumi par dažādvecuma audžu apsaimniekošanu ar dažādu intensitāti veikti jau kopš LVMI Silva dibināšanas. Mērījumi periodiski tiek veikti 50 meža objektos, kuros valdošā suga ir priede, egle vai bērzs. 80 objektos ir veikti jaunaudzes augšanas gaitas novērojumi saistība ar to telpisko novietojumu pret t.s. ekoloģiskajiem kokiem. Nepieciešamas turpināt monitorēt un novērtēt mežaudžu attīstību ierīkotajos objektos.

Pastāvot konkurencei audzē starp tur augošajiem kokiem, gadu gaitā notiek to diferencēšanās. Atpalikušie koki laika gaitā atmirst, tādā veidā zaudējot arī koksnes kvalitāti un savu saimniecisko nozīmību. Lai samazinātu zaudējumus no atmiruma, nepieciešams noskaidrot iespēju iegūt papildus krāju un iespējamus papildus ieņēmumus, nocērtot starpaudzi briestaudzes stadijā. Pētījumu programmas mērķis ir noskaidrot atsevišķu koku un to grupu augšanas gaitas mijiedarbību. Programmā ietilpst 3 pētījumi (aktivitātes).

1. Mērķtiecīgi audzētu (jaunaudžu stadijā retu) mežaudžu primārie taksācijas rādītāji un to aktualizācija.
2. Augšanas gaitas monitorings pēc pakāpeniskajām/izlases cirtēm (dažādvecuma audžu augšanas gaita).
3. Koku augšanas gaitas izmaiņas pēc veiktas koku ciršanas briestaudzēs.

1. Mērķtiecīgi audzētu (jaunaudžu stadijā retu) mežaudžu primārie taksācijas rādītāji un to aktualizācija

1.1. Parauglaukumu iekārtošana mērķtiecīgi audzētās (jaunaudžu stadijā retās) mežaudzēs

1.1.1. Agrāk iekārtotu eksperimentu pārmērīšana

Pamatojums

Koku atbildes reakcijas uz audzes biežuma izmaiņām ir pamats veicamo darbu ekonomiskās ietekmes vērtēšanai – kā prognozējot nākotnē iegūstamo sortimentu vērtības izmaiņas, tā iespējas mazināt riskus. Pieredze relatīvi zema biežuma audžu veidošanā Latvijā nav ilgstoša, un tādēļ būtiski analizēt audžu attīstību pēc šādu darbu izpildes, precizējot prognožu modeļus.

Aktivitātes mērķi šajā etapā ir datu ieguve 8 pētījuma objektos saskaņā ar iepriekš aprobētu metodiku. Datu kompleksa analīze paredzēta pētījuma noslēguma etapā.

Materiāls un metodika

Parauglaukumi iekārtoti 8 objektos (egļu audzēs), kuros veikta koku retināšana jaunaudžu stadijā, kad koku augstums bija 4 – 5 m.

Koptajā daļā:

1. Parcelas centrā izvietots parauglaukuma centrs;
2. Mēra 500 m² parauglaukumu ar rādiusu 12,62 m, kurā visiem kokiem (ne krūmiem), kas sasnieguši vismaz 1 cm krūšaugstuma caurmēru, nosaka azimutu, attālumu no centra, caurmēru un augstumu;

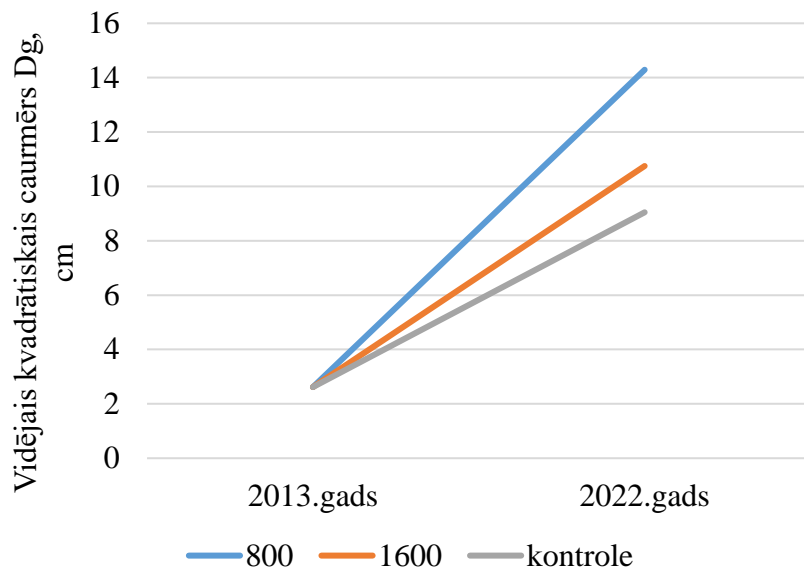
Kontroles (nekoptajā) daļā:

1. Izvietoti divi 25 m² apļveida parauglaukumi ar rādiusu 2,82 m, kuros visiem kokiem, kuri sasnieguši 1,3 m augstumu, nomēra caurmēru.
2. Pēc tam mēra 100 m² parauglaukumu ar rādiusu 5,64 m, kurā visiem kokiem (ne krūmiem), kas sasnieguši vismaz 3 cm caurmēru, nosaka azimutu, attālumu no centra, caurmēru un augstumu.

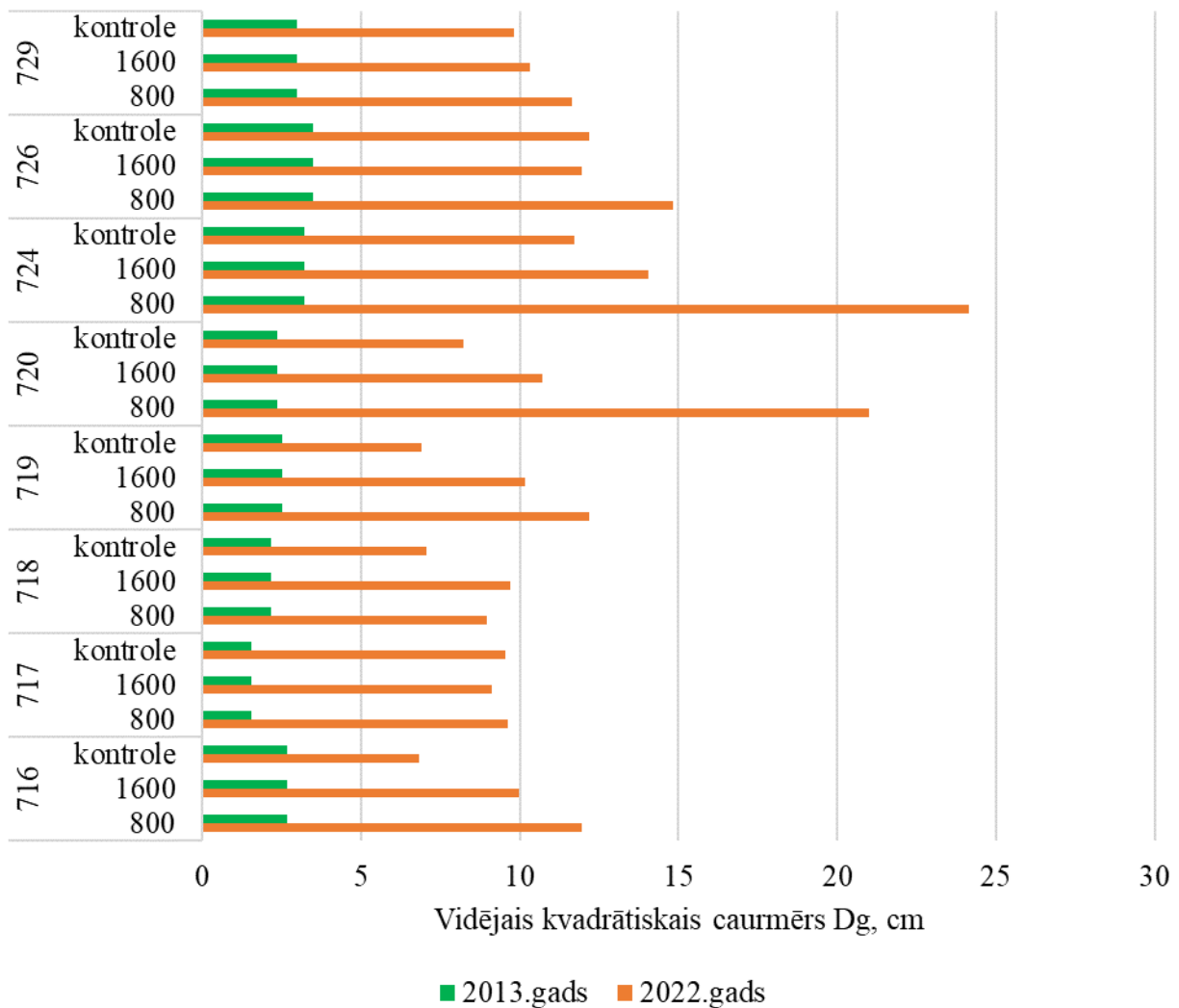
Izslases veidā novērtē vainaga sākuma augstumu (cm, ko definē kā pirmā zaļās zara augstumu) un augstumu līdz 1. sausajam zaram, kas garāks par 2 cm (cm), vainaga platumu (cm, ko definē kā vainaga projekciju, mērīšanas virzienā), zara leņķi stumbra vidus daļā (precizitāte 5°).

Rezultāti

Saskaņā ar plānoto veikta uzmērīšana 8 egļu jaunaudzēs MPS Šķēdes MN, kur sākotnējā uzmērīšana notikusi 2013. gadā un veikta retināšana līdz normatīvos noteiktajam un nozīmīgi zemākam biežumam (attiecīgi 1600 un 600 koki ha⁻¹). Uzmērīšana veikta gada sākumā pirms 2023. gada pieauguma formēšanās, tādēļ norādīts kā 2022. gads. Katrā objektā aprēķināts vidējais kvadrātiskais caurmērs D_g pirms kopšanas kā arī pēc kopšanas katrā no audzes biežuma variantiem. Kopšanas pozitīvajai ietekmei uz egles D_g bija tendence pieaugt, pieaugot kopšanas intensitātei (1.1. un 1.2. attēli.).



1.1. attēls. Vidējā kvadrātiskā caurmēra D_g vispārējā dinamika pētāmajos objektos



1.2. attēls. Vidējā kvadrātiskā caurmēra D_g dinamika pētāmajos objektos (objekta Nr.) pie dažādas kopšanas intensitātes MPS Šķēdes mežu novadā

1.1.2. Uzmērīšana pēc LVM veiktām kopšanas cirtēm

Pamatojums

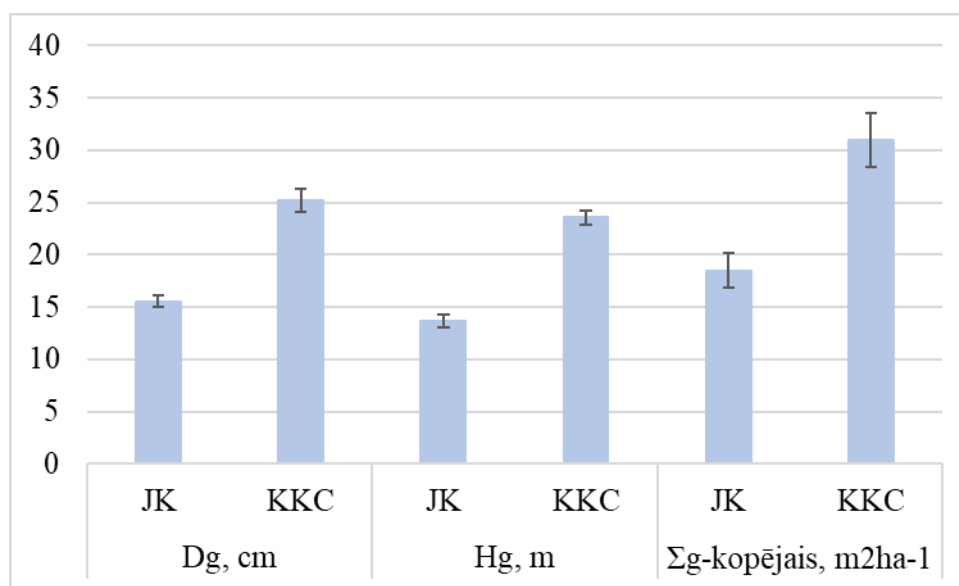
Koku atbildes reakcijas uz audzes biežuma izmaiņām ir pamats veicamo darbu ekonomiskās ietekmes vērtēšanai – kā prognozējot nākotnē iegūstamo sortimentu vērtības izmaiņas, tā iespējas mazināt riskus. Pieredze relatīvi zema biežuma audžu veidošanā Latvijā nav ilgstoša, un tādēļ būtiski analizēt audžu attīstību pēc šādu darbu izpildes, precizējot prognožu modeļus.

Aktivitātes mērķi šajā etapā ir datu ieguve 20 pētījuma objektos saskaņā ar iepriekš aprobētu metodiku. Datu kompleksa analīze paredzēta pētījuma noslēguma etapā.

Materiāls un metodika

Uzmērīšana veikta 20 objektos, kuros samērītas parces, kas izvietotas mērķtiecīgi dažādi koptās audzes daļās. Iepriekš kopšanas veikta, samazinot šķērslaukumu parcelēs 1) līdz normatīvajos aktos noteiktajam kritiskajam šķērslaukumam; 2) līdz normatīvajos aktos noteiktajam minimālajam šķērslaukumam vai 3) atbilstoši vidējai vērtībai starp minimālo un kritisko šķērslaukumu. Parauglaukumos, kuros veikta retināšana, katrā parcelē uzmērīts visu koku caurmērs ar 1 cm precizitāti, un izlases veidā arī augstums, pirmā zaļā zara augstums.

Saskaņā ar plānoto veikti uzmērījumi 20 priežu audzēs, kur pēc jaunaudzju kopšanas vai retināšanas parauglaukumi ierīkoti 2013./2014.gadā. Uzmērīšanas metodika aprakstīta un aprobēta iepriekšējā etapa pārskatā. Vērtētajās audzēs konstatēts 7,4-10,2% piemistrojams no kopējā šķērslaukuma.



Izkliede: 95% ticamības intervāls; JK iepriekš veikta jaunaudzju kopšana, KKC – retināšana (krājas kopšana)

1.3. attēls. Vidēji uzmērīto priežu audžu taksācijas rādītāji

Taksācijas rādītāji pa parauglaukumiem apkopoti 1.1. tabulā. Atsevišķās audzēs izvietoti 3 parauglaukumi nevienmērīgu apstākļu dēļ.

1.1. tabula. Uzmērīto priežu audžu parauglaukumu taksācijas rādītāji

Grupa	Objekts	Pl	Dg, cm	Hg, m	Σg -kop, $m^2 ha^{-1}$	Σg -piemistr., $m^2 ha^{-1}$
JK	202_300_27	1	16,8	14,4	18,1	6,6
JK	202_300_27	2	14,9	14,9	24,6	12,1
JK	202_300_27	3	17,1	16,7	27,3	4,4
JK	202_300_27	4	15,8	14,9	24,3	5,6
JK	202_472_21	1	17,2	15,1	24,8	1,1
JK	202_472_21	2	15,5	14,2	17,5	2,8
JK	202_472_21	3	14,5	14,5	21,6	6,8
JK	202_57_9	1	17,5	14,6	25,6	0,0
JK	202_57_9	2	16,7	11,8	20,2	0,0
JK	202_57_9	3	14,1	12,1	15,3	0,0
JK	202_57_9	4	13,1	11,4	16,2	0,0
JK	206_301_9	1	15,7	14,2	13,1	1,5
JK	206_301_9	2	18,3	15,7	16,7	1,0
JK	206_301_9	3	16,7	14,9	14,8	3,5
JK	206_301_9	4	17,0	14,6	13,0	3,5
JK	206_401_1	1	14,5	11,4	19,7	0,0
JK	206_401_1	2	15,6	10,4	18,9	0,1
JK	206_401_1	3	13,4	10,2	18,4	0,2
JK	501_294_18	1	16,3	15,7	24,8	1,0
JK	501_294_18	2	16,4	16,1	19,7	1,4
JK	501_294_18	3	14,9	16,9	28,9	2,1
JK	501_294_18	4	15,8	16,1	26,6	0,0
JK	504_100_19	1	14,0	12,1	10,7	0,0
JK	504_100_19	2	15,8	11,7	10,2	0,0
JK	504_100_19	3	14,1	12,0	12,9	0,0
JK	504_100_19	4	15,4	12,4	10,1	0,0
JK	504_11_12	1	13,0	12,9	22,5	0,1
JK	504_11_12	2	14,0	13,0	18,4	0,6
JK	504_11_12	3	14,2	14,1	22,8	0,5
JK	504_11_12	4	14,2	13,8	21,8	0,8
JK	506_15_18	1	17,9	14,7	18,1	0,0
JK	506_15_18	2	18,2	14,7	16,2	0,1
JK	506_15_18	3	19,2	15,9	20,7	10,4
JK	506_15_18	4	19,0	14,9	13,0	1,1
JK	508_111_12	1	13,2	12,6	13,9	3,5
JK	508_111_12	2	13,1	10,7	14,8	0,7
JK	508_111_12	3	12,9	11,4	14,6	1,7
JK	508_111_12	4	14,6	11,2	11,7	1,3
KKC	102_485_22	1	25,7	25,5	36,7	1,5
KKC	102_485_22	2	26,4	25,0	43,1	1,3
KKC	102_485_22	3	22,3	23,4	32,4	2,9

KKC	102_485_52	1	23,8	22,2	30,2	0,0
KKC	102_485_52	2	21,0	19,9	24,9	0,0
KKC	102_485_52	3	22,8	22,1	20,3	0,0
KKC	102_485_52	4	23,5	22,0	23,5	0,0
KKC	102_495_4	1	21,1	22,9	29,1	0,4
KKC	102_495_4	2	22,3	24,0	38,0	0,7
KKC	102_495_4	3	23,3	24,8	31,5	0,1
KKC	102_495_4	4	22,9	24,2	33,8	0,7
KKC	103_188_4	1	24,6	25,2	30,4	1,0
KKC	103_188_4	2	24,8	25,0	35,5	4,5
KKC	103_188_4	3	23,0	23,8	31,4	3,1
KKC	103_188_4	4	21,0	21,7	29,9	4,2
KKC	103_202_11	1	25,3	26,5	47,7	16,5
KKC	103_202_11	2	33,6	25,6	41,2	7,5
KKC	103_202_11	3	25,9	24,3	34,7	3,0
KKC	103_202_11	4	27,7	23,1	24,6	2,9
KKC	408_448_3	1	24,9	19,7	23,1	0,7
KKC	408_448_3	2	24,2	20,0	20,4	0,2
KKC	408_448_3	3	26,3	21,8	21,9	0,1
KKC	408_448_3	4	25,9	22,3	21,2	0,2
KKC	608_263_9	1	28,1	27,1	35,5	9,5
KKC	608_263_9	2	33,5	28,0	39,2	9,2
KKC	608_263_9	3	31,4	25,3	36,1	17,6
KKC	710_142_21	1	23,0	21,2	19,0	0,7
KKC	710_142_21	3	20,9	19,9	16,5	0,0
KKC	710_142_21	4	23,7	21,7	22,9	0,0
KKC	710_177_22	1	30,0	25,8	31,3	1,7
KKC	710_177_22	2	26,6	25,2	34,9	1,7
KKC	710_177_22	3	30,5	25,8	44,9	1,1
KKC	710_177_22	4	28,7	25,3	33,7	0,0
KKC	710_197_13	1	21,9	22,2	35,7	2,5
KKC	710_197_13	2	23,9	22,9	23,5	2,8
KKC	710_197_13	3	24,8	23,2	35,6	0,0
KKC	710_197_13	4	23,0	21,9	30,8	0,0

JK – veikta jaunaudzū kopšana; KKC – veikta retināšana (krājas kopšana); objekts – kvartālu pagabals_kvartāls_nogabals; Pl – parauglaukums; Σg-kop – kopējais šķērslaukums, m²ha⁻¹; Σg-piemistr. – piemistrojuma sugu kopējais šķērslaukums, m²ha⁻¹.

1.1.3. Uzmērīšana LVM objektos, kas jau sākotnēji bijuši ar zemu sākotnējo biežumu

Pamatojums

Koku atbildes reakcijas uz audzes biežuma izmaiņām ir pamats veicamo darbu ekonomiskās ietekmes vērtēšanai – kā prognozējot nākotnē iegūstamo sortimentu vērtības izmaiņas, tā iespējas mazināt riskus. Teorētiski apsvērumi liecina, ka jau sākotnēji retas audzes (audzes ar zemu sākotnējo biežumu) aug atšķirīgi no audzēm, kuras ir izretinātas relatīvi agrā to attīstības posmā. Pieredze relatīvi zema biežuma audžu veidošanā Latvijā nav ilgstoša, un tādēļ būtiski analizēt audžu attīstību, precizējot prognožu modeļus.

Aktivitātes mērķi šajā etapā ir datu ieguve 10 pētījuma objektos saskaņā ar iepriekš aprobētu metodiku. Datu kompleksa analīze paredzēta pētījuma noslēguma etapā.

Materiāls un metodika

Pētījumā izmantoto audžu aktualizētie (datu bāzē reģistrētie) taksācijas dati atspoguļoti 1.2. tabulā. Katrā audzē ierīkoti 4 500m² lieli parauglaukumi, kuros uzņēmīti visi koki, kas krūšaugstumā resnāki par 6cm. Izlases veidā objekos veikta koku radiālā pieaugumu skaidu ieguve.

1.2. tabula. Uzmērīto audžu aktualizētie taksācijas rādītāji

Kv apg	KV	NOG	ANO G	PLA T	Meža tips	Valdo ša suga	Vecu ms	H10, m	D10, cm	G1, m ² ha ⁻¹	V1, m ³ ha ⁻¹
102	374	51	0	1.17	Dm	B	14	14	13	8	54
102	385	51	0	1.79	Dm	B	14	13	13	11	69
110	326	22	0	2.10	Dm	B	15	14	16	13	92
503	667	29	0	4.06	Vr	B	17	14	12	11	74
503	667	30	0	7.00	Vr	E	17	8	10	8	30
508	294	1	0	3.58	Dm	B	15	14	13	10	67
601	291	53	0	1.14	Dm	B	16	13	13	15	95
604	265	51	2	2.23	Dm	B	17	12	12	9	97
607	258	1	0	2.09	Gr	B	15	16	12	17	127
609	212	51	0	2.26	19	B	14	12	9	7	77

Rezultāti

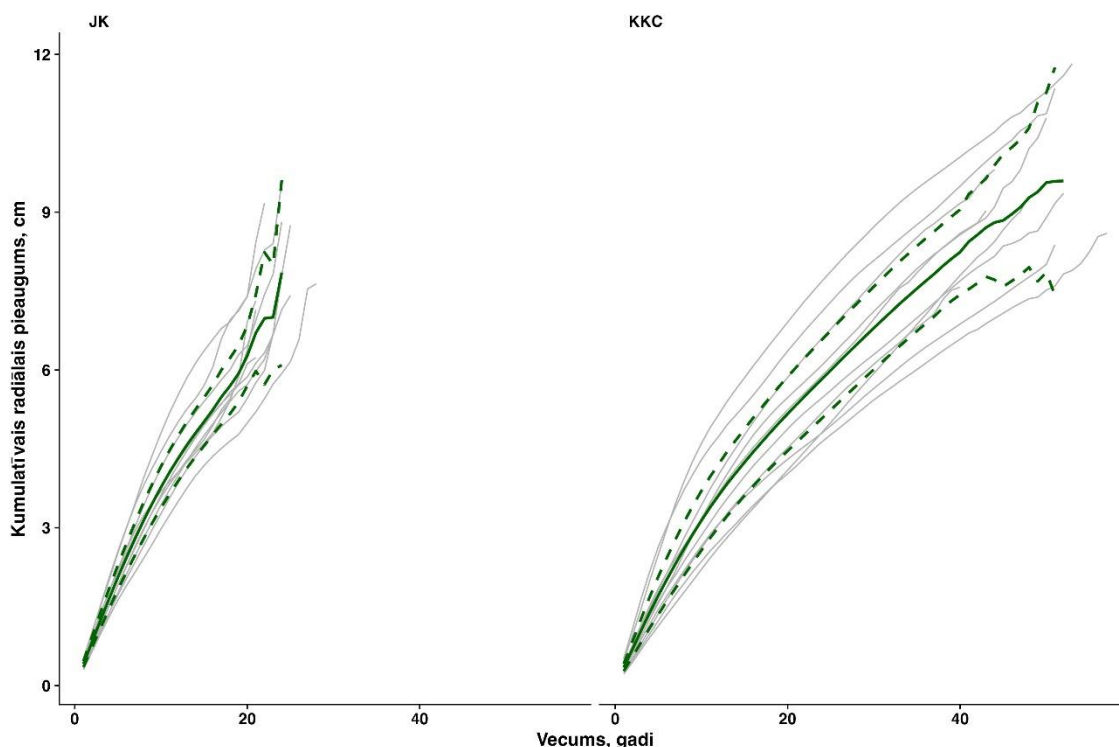
Uzmērītie audžu taksācijas rādītāji atspoguļoti 1.3. tabulā. Salīdzinot uzmērītos un reģistrētos taksācijas rādītājus, konstatēts, ka kopumā nav būtisku atšķirību starp reģistrēto caurmēru un parauglaukumos uzmērīto caurmēru, bet ir būtiskas atšķirības starp reģistrēto un uzmērīto augstumu.

1.3. tabula. Uzmērīto sākotnēji reto audžu uzmērītie taksācijas rādītāji

bjekts	I stāvs					
	sastāvs	D	H	G	M	N
		cm	m	m ² ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹	ha ⁻¹
102-374-51	10B+Ba	11.5 ± 0.6	15.3 ± 0.2	12.1 ± 1.1	90.3 ± 9.3	1160 ± 135
102-385-51	10B	12.4 ± 0.3	17 ± 0.4	8.1 ± 0.5	65.5 ± 7.1	665 ± 41
110-326-22	10B	12.9 ± 0.3	17.7 ± 0.7	17.7 ± 0.9	148.5 ± 12	1360 ± 121
503-667-29	10B	12.4 ± 0.6	16.1 ± 0.3	15.6 ± 1.2	120.5 ± 7.7	1295 ± 183
503-667-30	10E	14.2 ± 0.3	10.7 ± 0.2	19.3 ± 2.4	106.5 ± 14.5	1225 ± 129
508-294-1	10B	12.4 ± 0.3	16.3 ± 0.4	14.2 ± 0.4	111.4 ± 4.6	1175 ± 63
601-291-53	10B	13.2 ± 0.4	15.8 ± 0.2	13.2 ± 0.5	100 ± 3.7	965 ± 59
604-265-51_2	10B	12.8 ± 0.4	16.4 ± 0.4	17 ± 0.7	132.8 ± 5	1325 ± 90
607-258-1	10B	14 ± 0.1	18.2 ± 0.2	20 ± 0.7	171 ± 6.7	1290 ± 48
609-212-51	10B	11.3 ± 0.1	14.6 ± 0.2	12.2 ± 0.4	86.4 ± 3.5	1210 ± 60

1.1.4. Pieauguma novērtēšana

Veikta pieaugumu novērtēšana, uzmērot gadskārtu platumus 20 urbumiem no parauglaukuma (kopā 1520 urbumu skaidas) saskaņā ar iepriekš aprakstītu metodiku. Novērtēti vidējie pieaugumi (1.4.attēls), aprēķini par papildpieauguma dinamiku saskaņā ar plānoto tiks nodrošināti noslēguma etapā.



Zaļā nepārtrauktā līnija apzīmē vidējo rezultātu, pārtrauktās – 95% ticamības intervāla robežas

1.4. attēls. Gadskārtu platuma summa (pieaugums) pētījuma objekts, kur iepriekš veikta jaunaudžu kopšana (JK) un retināšana (krājas kopšana – KKC)

1.1.5. Augšanas gaitas aproksimācija un taksācijas rādītāju aktualizācijas modeļa izstrāde

Augšanas gaitas vienādojumi tiek izstrādāti, tos pamatā balstot uz MSI parauglaukumu datu bāzi, pētījuma “Algoritmu izstrāde mežsaimniecības plānošanai” ietvaros. Šī pētījuma ietvaros iegūtie pārmērīto jaunaudžu parauglaukumu dati papildina (paplašina) MSI datu paraugkopu uz kuras pamata tiek veidota vienādojumu sistēma. Atbilstošie vienādojumi iekļauti pārskatā “Algoritmu izstrāde mežsaimniecības plānošanai”.

Secinājumi

Jaunaudžu stadijā retinātu kokaudžu vidējais caurmērs ir ievērojami lielāks nekā kontroles parauglaukumos.

Turpmāk nepieciešams noskaidrot retināšanas ietekmi uz citu taksācijas rādītāju dinamiku ilgtermiņā

2. Augšanas gaitas monitorings pēc pakāpeniskajām/izlases cirtēm (dažādvecuma audžu augšanas gaita)

2.1. Augšanas gaitas novērtēšanas objektu uzmērīšana

2.1.1. Iepriekšējos gados iekārtotu objektu pārmērīšana

Materiāls un metodika

Atbilstoši metodikai pārmērīti 10 objekti priežu audzēs mētrāja, lāna, damakšna un šaurlapju kūdreņa meža tipos. Deviņi no desmit objektiem ierīkoti audzēs, kurās veikta vienlaidus izlases cirte, bet viens objekts – audzē, kur veikta eksperimentāla grupu cirte, izcērtot dažāda lieluma (10×10 m, 20×20 m, 20×40 m un 40×40 m) atvērumus. Cirtes pirmais paņēmiens veikts no 2002. gada līdz 2013. gadam (2.1. tabula). Trijos objektos (10-162-18;104-162-25Dm; 104-162-25Ln) pēc audzes izretināšanas sagatavota augsne un iestādīta priede. Vienā no objektiem (714-56-1) 18 gadus pēc vienlaidus pakāpeniskās cirtes pirmā paņēmiņa, veikts otrais cirtes paņēmiens nocērtot praktiski visus iepriekšējās paaudzes kokus.

Objektos iepriekšējās kokaudzēs struktūra novērtēta no 4 līdz 25 apļveida 500m² (R=12,62 m) lielos parauglaukumos (kopā 66). Parauglaukumā katram kokam fiksēta: suga, pašreizējā stāvokļa klase (dzīvs, sausoknis, stumbeņis, kritala, celms), caurmērs krūšu augstumā (D_{1.3}). Daļā audžu (104. un 407.kvartālu apgabalos) visā PL (500 m²) uzmērīti koki, kuru caurmērs krūšaugstumā pārsniedz 14,0 cm. Kokus, kuru caurmērs nepārsniedza 14,0 cm, bet bija lielāks par 6,0 cm, uzmērīti 5,64m (100 m²). Koki, kuru caurmērs 2,1 līdz 6,0 cm, uzmērīti 3,99 m lielā rādiusā (50 m²). Pārējās audzēs visā PL uzmērīti koki, kuru caurmērs krūšu augstumā pārsniedza 6,0 cm, bet koki, kuru caurmērs no 2,1 cm līdz 6,0 cm, uzmērīti 3,99 m lielā rādiusā (50 m²). Koku augstumi parauglaukumos mērīti izlases veidā, katram meža elementam atsevišķi, vismaz 9 kokiem no elementa katrā objektā.

Dabiskās atjaunošanas uzskaitē veikta 25 m² (R=1,82 m) lielos apļveida uzskaites laukumus. Uzskaitīti pilnīgi visi dabiski atjaunojušies skujkoku koki, neatkarīgi no to savstarpējā attāluma, bet lapu kokiem katrai sugai uzskaitīts viens augstākais koks 0,25 m² lielā platībā. Katrā no laukumiem piefiksēti visi koki, kas sasnieguši 5 cm augstumu. Uzskaitītie koki grupēti pa sugām un 0,1 m augstumu grupām, atsevišķi izdalot stādītos kokus un kokus ar bojājumiem. Audzēs, kur veikta vienlaidus cirte, katrā parauglaukumā ierīkoti 3 uzskaites laukumi - viens parauglaukuma centrā un divi 6 m attālumā uz Z un D no parauglaukuma centra, izņemot objektu 714-56-1, kur uzmērīti 2 uzskaites laukumi parauglaukumā. Savukārt audzē, kur veikta grupu cirte, uzskaites laukumi izvietoti izvietoti uz ZR – DA izcirtumu diagonāles, 25 m² apļveida UL izvietojot ik pa 7 m, bet 10×10 m atvērumos – to vidū. Kopumā atjaunošanās uzskaitē veikta 182 atjaunošanās uzskaites laukumus.

2.1. tabula. 2023. gadā pārmērīto pakāpenisko/ izlases ciršu objektu saraksts un raksturojums

Objekts	MT	Cirtes gads	Cirtes veids	Kopšana	Piezīmes
104-162-18	Dm	2013	vienlaidus	ir	stādītas priedes
104-162-25Dm	Dm	2013	vienlaidus	ir	stādītas priedes
104-162-25Ln	Ln	2013	vienlaidus	ir	stādītas priedes
407-347-5	Ln	2012	vienlaidus	nav	-
407-377-18	Dm	2012	vienlaidus	nav	-
714-56-1	Dm	2002;2020	vienlaidus	ir	-
Garkalne128-5	Ks	2002	vienlaidus	nav	-
Garkalne239-2	Mr	2002	vienlaidus	nav	-
Garkalne240	Mr	2002	vienlaidus	nav	-
Mežole42	Mr	2007	grupu	nav	-

Rezultāti

Uz lauku datu mērījumu pamata izveidotie taksācijas rādītāju kopsavilkumi (2023.g.) pa stāviem objektiem, kas pārmērīti 10, 15 vai 20 gadus pēc pirmā izlases cirtes paņēmienu veikšanas, atspoguļoti 2.2. tabulā un 2.3.tabulā. Savukārt atjaunošanās uzskaites rezultāti atspoguļoti 2.4. tabulā (vidējais skaits) un 2.5.tabulā – vidējais augstums.

Objektā damaksnī (714-56-1), kurā 18 gadus pēc cirtes pirmā paņēmienu veikts otrais (noslēdzošais) cirtes paņēmiens, atstājot 11 ekoloģiskos kokus ha⁻¹, veicot mērījumu 2 gadus vēlāk, konstatēta priežu jaunaudze (sastāvs 8P1E1B) ar vidējo caurmēru 12,3 cm, vidējo augstumu 7,6 m un koku skaitu 847 koki ha⁻¹ (2.2.tabula). Trīs gadus pirms otrā cirtes paņēmienu bija konstatēti 2738 koki ha⁻¹ (sastāvs 6P2E2B) ar vidējo caurmēru 4,9 cm, vidējo augstumu 4,2 m, un mātesaudzes koku skaitu 69 koki ha⁻¹, līdz ar to, novācot mātesaudzes kokus, un veicot sastāva kopšanas cirti, jaunaudzi veidojošo koku skaits ir samazinājies vairākas reizes.

Trijos objektos, kur veikta priežu stādīšana, stādīto koku skaits 10 gadus pēc cirtes un stādīšanas sagatavotā augsnē, kā arī agrotehnikās un sastāva kopšanas saglabājies no 667±142 koki ha⁻¹ (104-162-18 damaksnis) ar vidējo augstumu 3,52±0,14m (2.4; 2.5.tabula), līdz 1000±181 koki ha⁻¹ ar vidējo augstumu 3,14±0,17m (104-162-25 lāns). Visos trijos objektos stādīto priežu vidējais augstums pārsniedz 3 m, bet dabiski atjaunojušos priežu vidējais augstums nepārsniedz 1,73 m. Stādītie un dabiski atjaunojušies koki, kas sasnieguši vismaz 2,1cm krūšaugstuma caurmērā, pēc skaita vismazāk konstatēti vienā no objektiem damaksnī (104-162-18) - 675 koki ha⁻¹ ar vidējo caurmēru 4,0 cm, vidējo augstumu 3,4 m (sastāvs 10P), Savukārt lielākais koku skaits ir konstatēts otrā objektā (104-162-18dm) damaksnī - 1350 koki ha⁻¹ ar vidējo caurmēru 3,9 cm, vidējo augstumu 3,3 m (sastāvs 7P2E1B1). Mātesaudzes koku skaits objektos 60-65 koki ha⁻¹.

2.2. tabula. Audzes struktūra audzēs, kas pārmērītas 10, 15 un 20 gadus pēc cirtes pirmā paņēmiņa

Objekts	Gadi pēc cirtes	I stāvs					II stāvs					III stāvs				
		D	H	G	M	N	D	H	G	M	N	D	H	G	M	N
		cm	m	m ² ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹	ha ⁻¹	cm	m	m ² ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹	ha ⁻¹	cm	m	m ² ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹	ha ⁻¹
104-162-18	5	56,5	34,0	14,6	220	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	58,1	34,2	15,9	244	60	-	-	-	-	-	4,0	3,4	0,8	2,5	675
104-162-25_Dm	5	59,6	32,6	17,4	251	69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	61,9	32,5	17,6	251	65	-	-	-	-	-	3,9	3,3	2,0	6,2	1350
104-162-25_Ln	5	51,5	32,6	16,6	243	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	53,2	33,1	14,4	214	65	-	-	-	-	-	3,8	3,0	1,4	3,8	1275
407-347-5	5	43,6	29,1	17,3	229	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	45,7	29,5	15,5	206	90	15,7	12,1	0,2	1,2	10	2,5	3,0	0,8	2,6	1150
407-377-18	5	45,6	29,7	22,4	308	130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	47,5	32,1	21,0	302	120	-	-	-	-	-	3,7	3,3	0,8	2,4	1050
714-56-1	10	49,6	31,9	13,3	196	69	-	-	-	-	-	2,5	2,3	0,1	0,3	222
	15	51,3	31,5	14,2	204	69	-	-	-	-	-	4,9	4,2	3,9	13,0	2738
	20	62,7	34,9	3,4	53	11	-	-	-	-	-	12,3	7,6	6,6	29,3	847
Garkalne_128-5	5	39,4	27,9	26,7	329	290	12,6	16,3	0,7	5,4	55	8,5	11,5	0,1	0,2	5
	10	41,1	28,1	28,4	352	290	13,6	17,0	0,5	4,2	35	9,1	12,0	0,1	0,2	5
	20	44,9	28,8	25,4	329	160	31,0	20,5	7,9	75,1	160	8,7	7,4	0,2	0,8	35
Garkalne_239	5	35,0	25,9	14,9	175	155	11,3	15,2	0,1	0,5	5	6,6	9,0	0,1	0,4	20
	10	37,3	26,3	17,1	203	155	10,7	14,2	0,1	1,0	15	7,1	9,2	0,2	0,9	45
	15	38,9	26,2	17,2	206	145	10,7	12,0	0,7	4,0	75	3,9	3,9	0,6	2,2	440
	20	40,4	26,5	18,6	222	145	14,4	16,1	1,2	8,8	75	4,2	4,2	1,9	7,2	1210
Garkalne_240	5	34,9	24,0	15,4	167	190	10,7	13,3	1,0	7,0	110	5,6	8,7	1,0	4,9	410
	10	37,0	24,4	18,2	198	190	10,9	13,3	1,5	10,9	165	6,5	8,4	0,5	2,5	155
	15	36,4	24,1	17,8	197	175	13,1	11,7	3,9	24,8	290	4,6	4,9	0,9	3,6	500
	20	37,6	25,4	19,0	222	175	14,5	14,1	4,8	35,1	290	4,1	4,9	2,1	9,0	1570

2.3. tabula. Audzes (Mežole_42) struktūra dažāda lieluma atvērumu malās 15 gadus pēc cirtes

Atvēruma lielums, ha	No PL nozāģētā daļa	I stāvs					II stāvs					III stāvs						
		sastāvs	D	H	G	M	N	sastāvs	D	H	G	M	N	sastāvs	D	H	G	M
			cm	m	m ² ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹	ha ⁻¹		cm	m	m ² ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹	ha ⁻¹		cm	m	m ² ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹
Kontrole	0%	10P	31,1	28,6	31,4	406,1	41,2	10P	14,2	17,0	0,3	2,9	22	10E	8,9	8,5	0,1	0,7
0,04	25%	10P atsE	33,0	29,1	26,0	350,2	31,7	10E	13,6	17,0	0,1	0,8	7	10E	9,5	8,0	0,7	3,7
0,04, izklienēti	25%	10P	30,5	28,3	26,1	334,1	36,4	-	-	-	-	-	-	10E	9,8	11,1	1,1	8,0
0,16, Z mala	25%	10P	28,4	27,0	21,9	270,4	35,1	-	-	-	-	-	-	10E	10,2	7,8	0,1	0,4
0,16, D mala	25%	10P atsE	27,8	26,0	24,1	285,7	40,1	10E	15,1	16,8	0,2	1,8	10	10E	9,2	6,3	0,04	0,1
0,08	50%	10P	30,7	27,7	15,9	202,9	21,8	6E4P	19,1	18,1	0,8	6,7	34	10E+P	9,6	8,6	0,6	3,2

2.4. tabula. Atjaunošanās (priede, egle, bērzs) skaits pārmērītajos objektos

Objekts	MT	Circes gads	Priede		Priede _{st} *		Egle		Bērzs	
			N, gab ha ⁻¹	+/-	N, gab ha ⁻¹	+/-	N, gab ha ⁻¹	+/-	N, gab ha ⁻¹	+/-
407-347-5	Ln	2012	4800	834	-	-	267	102	7700	1201
407-377-18	Dm	2012	1867	625	-	-	1700	283	3333	577
714-56-1	Dm	2002;2020	689	194	-	-	156	73	2200	572
Garkalne128-5	Ks	2002	0	-	-	-	0	0	100	52
Garkalne239	Mr	2002	3700	930	-	-	0	0	200	167
Garkalne240	Mr	2002	4123	1435	-	-	0	0	246	116
Mezole42	Mr	2007	3200	347	-	-	329	60	1688	407
104-162-18	Dm	2013	267	90	667	142	600	267	767	321
104-162-25dm	Dm	2013	967	328	800	209	2833	830	4833	452
104-162-25ln	Ln	2013	3400	704	1000	181	433	115	2267	498

Priede_{st}*-stādīta priede

2.5. tabula. Atjaunošanās (priede, egle, bērzs) vidējais augstums pārmērītajos objektos

Objekts	MT	Circes gads	Priede		Priede _{st}		Egle		Bērzs	
			H, m	+/-	H, m	+/-	H, m	+/-	H, m	+/-
407-347-5	Ln	2012	1,10	0,09	-	-	0,65	0,19	1,80	0,19
407-377-18	Dm	2012	1,16	0,11	-	-	1,04	0,29	2,46	0,29
714-56-1	Dm	2002;2020	6,16	0,63	-	-	2,63	0,25	2,95	0,25
Garkalne128-5	Ks	2002	-	-	-	-	-	1,77	0,27	0,27
Garkalne239	Mr	2002	2,99	0,33	-	-	-	9,29	2,89	2,89
Garkalne240	Mr	2002	1,47	0,32	-	-	-	3,45	2,23	2,23
Mezole42	Mr	2007	1,23	0,10	-	-	1,08	0,19	2,26	0,19
104-162-18	Dm	2013	1,73	0,28	3,52	0,14	0,68	0,59	1,23	0,59
104-162-25dm	Dm	2013	1,31	0,14	3,11	0,36	0,52	0,05	1,14	0,05
104-162-25ln	Ln	2013	1,15	0,17	3,14	0,17	0,42	0,08	0,84	0,08

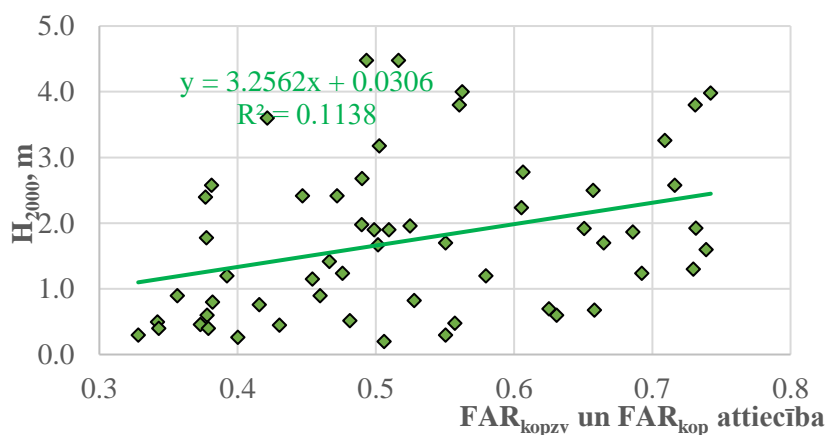
Priede_{st}*-stādīta priede

Mezole42 objektā mētrājā 2 un 5 gadus pēc dažāda lieluma atvērums izveidošanas lielākais atjaunojušos priežu skaits kosnatēts 20×20m atvērumos – 25000±9065 un 7350±2522 koki ha⁻¹, kas bija vidēji divas reizes vairāk nekā pārējos atvērumos. 15 gadus pēc atvērums izveidošanas lielākais koku skaits 4200±661 koki ha⁻¹ ir saglabājies 20×40 m atvērumos, kuros ir arī lielākais

2000 augstāko priežu vidējais augstums (H_{2000}) uz ha - $2,11 \pm 0,28$ m (2.6.tabula). Atjaunojušos priežu H_{2000} 15 gadus pēc atvērums izveidošanas ir pozitīva, vāja un būtiska sakarība ($r=0,33$; $p=0,01$) ar kopējās (tiešās + izkliedētās) fotosintētiski aktīvās radiācijas plūsmas blīvumu Mol m^{-2} zem vainagiem vidēji dienā veģetācijas perioda laikā un kopējās (tiešās + izkliedētās) fotosintētiski aktīvās radiācijas plūsmas blīvumu Mol m^{-2} virs vainagiem vidēji dienā veģetācijas perioda laikā) attiecību (2.1.attēls). Jāatzīmē, ka šajā objektā nav gatavota augsne un nav veiktas kopšanas.

2.6.tabula. Priežu atjaunošanās vidējais skaits un 2000 augstāko priežu vidējais augstums uz ha (H_{2000}) Mežole42 dažāda lieluma atvērumos 2, 5 un 15 gadus pēc atvērums izveidošanas

Atvērums lielums	2 gadi		5 gadi		15 gadi	
	N, gab ha ⁻¹	H, m	N, gab ha ⁻¹	H, m	N, gab ha ⁻¹	H, m
10x10m	11200±3575	0,11±0,001	3450±115	0,35±0,0	1400±460	0,64±0,1
20x20m	25000±9065	0,1±0,001	7350±252	0,53±0,0	4050±120	1,47±0,3
20x40m	12433±3500	0,11±0,001	4633±882	0,42±0,0	4200±661	2,11±0,2
40x40m	8552±2157	0,11±0,001	3067±518	0,42±0,0	3410±472	1,75±0,2



2.1. attēls. 2000 augstāko priežu atjaunošanās vidējais augstums atkarībā no $\text{FAR}_{\text{kopzv}}$ (kopējās (tiešās + izkliedētās) fotosintētiski aktīvās radiācijas plūsmas blīvums Mol m^{-2} zem vainagiem vidēji dienā veģetācijas perioda laikā) un FAR_{kop} (kopējās (tiešās + izkliedētās) fotosintētiski aktīvās radiācijas plūsmas blīvums Mol m^{-2} virs vainagiem vidēji dienā veģetācijas perioda laikā) attiecības 15 gadus pēc atvērums izveidošanas Mežole42.

2.1.2. Jauni parauglaukumi LVM objektos

Materiāls un metodika

Atbilstoši metodikai uzmērīti 11 objekti priežu audzēs, 6 objekti bērzu un 5 objekti egļu audzēs. Ierīkotajos objektos galvenās cirtes pirmais paņēmiens (vienlaidus) veikts no 2004. gada līdz 2015.gadam, daļā no objektiem veikts arī otrais cirtes paņēmiens (2.7.tabula), vai nu vienlaidus izretinot audzi (405-226-12), vai izcērtot aptuveni Z-D virzienā izvietotus 15-35 m platus garenus atvērumus (405-226-14; 405-242-13; 714-308-4; 714-308-5). Divos no objektiem (609-214-8; 609-214-9) veikts cirtes otrais (noslēdzošais) paņēmiens, nocērtot praktiski visus iepriekšējās paaudzes kokus deviņus gadus pēc pirmā cirtes paņēmiena. Divos objektos (405-226-14; 405-242-13) veikta arī priežu stādīšana.

Objektos iepriekšējās kokaudzes struktūra novērtēta no pieci līdz deviņi 500m² (R=12,62 m) lielos apļveida parauglaukumos (kopā 187). Parauglaukumu skaits atšķiras pa objektiem, kā arī izvietojums atkarīgs no audzes platības un konfigurācijas. Parauglaukumi audzē izvietoti regulārā tīklā ar konstantu attālumu starp PL centriem – 30 m. Parauglaukumu centru attālums līdz audzes malai vismaz 25 m. Katram kokam fiksēta: suga, pašreizējā stāvokļa klase (dzīvs, sausoknis, stubenis, kritala, celms), caurmērs krūšu augstumā (D1.3). Visā PL uzmērīti koki, kuru caurmērs krūšu augstumā pārsniedza 14,0 cm. Koki, kuru caurmērs variē no 6,1 cm līdz 14,0 cm, uzmērīti 5,64 m lielā rādiusā (100 m²). Koki, kuru caurmērs atbilst no 2,1 cm līdz 6,0 cm, uzmērīti 3,99 m lielā rādiusā (50 m²). Koku augstumi uzmērīti izlases veidā, katram meža elementam atsevišķi, tā lai valdošajai koku sugai būtu uzmērīti vismaz 18 kokiem katrā objektā. Lai noteiktu mātesaudzes koku skaitu pēc pirmā cirtes paņēmiena, piecos objektos, kuros otrais cirtes paņēmiens veikts līdz 5 gadiem pirms 2023.gada, uzmērīti otrajā cirtes paņēmienā nozāģēto koku celmi.

Dabiskās atjaunošanas uzskaitē veikta 25 m² (R=1,82 m) lielos apļveida uzskaites laukumos. Dabiski atjaunojušos skujkoku koki uzskaitīti visi, neatkarīgi no to savstarpējā attāluma, bet lapu kokiem katrai sugai uzskaitīts atbilstoši viens augstākais koks 0,25 m². Uzskaitīti koki, kas sasnieguši 5 cm augstumu. Uzskaitītie koki grupēti pa sugām un 0,1 m augstumu grupām, atsevišķi izdalot bojātos kokus, kā arī stādītos kokus, un trijos objektos izdalot arī iepriekšējās paaudzes priedes. Katrā parauglaukumā ierīkoti 2 uzskaites laukumi – viens parauglaukuma centrā un viens 6 m attālumā uz Z no parauglaukuma centra. Kopumā atjaunošanās uzskaitē veikta 374 atjaunošanās uzskaites laukumos.

2.7. tabula. 2023. gadā no jauna iekārtoto pakāpenisko/ izlases ciršu objektu saraksts un raksturojums

Valdošā suga	Objekts	Cirtes gads	MT	Augsnes gatavošana	Kopšana
Priede	104-178-27	2013	Dm	nav	ir
Priede	405-226-12	2004; 2019	Ln	nav	nav
Priede	405-226-14	2004; 2019	Mr	ir	nav
Priede	405-242-13	2008; 2019	Mr	ir	nav
Priede	609-214-8	2013; 2022*	Km	ir	ir
Priede	609-214-9	2013; 2022*	Km	ir	ir
Priede	705-226-7	2013	Ln	nav	nav
Priede	714-295-15	2013	Mr	ir	ir
Priede	714-306-9	2013	Ln	ir	ir
Priede	714-308-4	2008; 2013	Mr	nav	ir
Priede	714-308-5	2008; 2013	Mr	nav	ir
Egle	212-447-6	2013	Vrs	nav	nav
Egle	212-447-7	2013	Vrs	nav	nav

Valdošā suga	Objekts	Cirtes gads	MT	Augsnes gatavošana	Kopšana
Egle	212-447-8	2013	Vr	nav	nav
Egle	606-131-8	2015	Dm	nav	nav
Egle	606-133-23	2015	Dm	nav	nav
Bērzs	202-115-5	2014	Dm	nav	ir
Bērzs	202-115-7	2014	Dm	nav	nav
Bērzs	606-142-1	2013	Ap	nav	nav
Bērzs	608-283-16	2013	As	nav	nav
Bērzs	608-283-17	2013	As	nav	nav
Bērzs	608-283-6	2013	As	nav	ir

Rezultāti

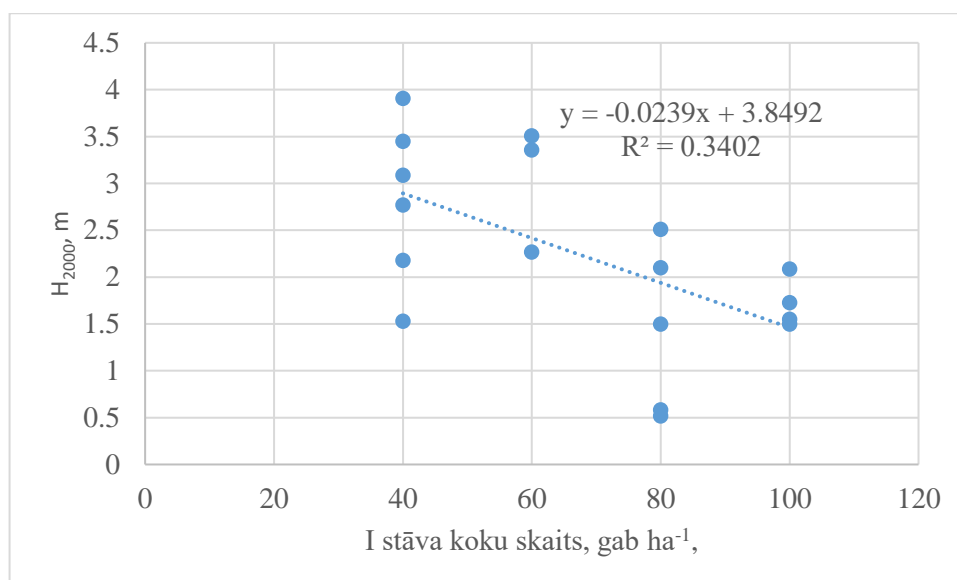
Priežu audzes

Iepriekšējās paaudzes koku skaits uzmērītajos objektos vidēji 80 koki ha⁻¹ (16 - 126 koki ha⁻¹) (2.8. tabula). Iepriekšējās paaudzes koku šķērslaukums vidēji 11 m² ha⁻¹ (3 - 16 m² ha⁻¹). Lielākā daļa no audzēm ir priežu tīraudzes.

Divās audzēs (609-214-8;609-214-9) mētru kūdrenī, kur 9 gadus pēc cirtes pirmā paņēmiena (atstājot 80-98 kokus ha⁻¹), ir veikts cirtes otrais (noslēdzošais) cirtes paņēmieni, atstājot ekoloģiskos kokus (16-31 kokus ha⁻¹), 10 gadus pēc cirtes pirmā paņēmiena konstatēta sekmīgākā priežu atjaunošanās 1478 koki ha⁻¹, ar vidējo caurmēru 3,8 cm un vidējo augstumu 3,0 m, un 1211 koki ha⁻¹, ar vidējo caurmēru 3,7 cm un vidējo augstumu 3,0 m (2.6.tabula). Kopējais atjaunojušos priežu skaits gadu pēc cirtes otrā paņēmiena šajās audzēs ir 2490±208 koki ha⁻¹ (ar vidējo augstumu 1,97±0,13m) un 2444±284 koki ha⁻¹ (ar vidējo augstumu 1,90±0,12m) (2.8. tabula, 2.11.tabula). Jāatzīmē, ka šajās audzēs pēc cirtes pirmā paņēmiena ir sagatavota augsne un 4 reizes veiktas agrotehniskās kopšanas un 1 reizi jaunaudžu kopšana.

Divās audzēs mētrājā, kur vienlaidus cirtes pirmais paņēmieni veikts pirms 19 gadiem (405-226-12) un 15 gadiem (405-226-14), otrais cirtes paņēmieni veikts attiecīgi 15 gadus un 11 gadus pēc cirtes pirmā paņēmiena, izveidojot aptuveni Z-D virzienā izvietotus 20-35 m platus garenus atvērumus, sagatavojot augsni un veicot priežu stādīšanu. Pēc pirmā cirtes paņēmiena bija atstāti 178-204 koki ha⁻¹. Pēc pirmā cirtes paņēmiena ieaugušo un pēc otrā cirtes paņēmiena un augsnes sagatavošanas saglabājušos priežu skaits 2578±917 koki ha⁻¹ ar vidējo augstumu 1,02±0,11m, un attiecīgi 1156±481 koki ha⁻¹ ar vidējo augstumu 0,61±0,09m. Savukārt pirms trim gadiem iestādītu priežu vidējais augstums attiecīgi 0,79±0,06 m un 0,72±0,08m (2.9;2.12.tabula). Jāatzīmē, ka starpjoslās starp atvērumiem praktiski nav retinātas, un augsne starpjoslās gatavota un stādīšana veikta tikai retākajās vietās, līdz ar to iepriekš minētie priežu augstumi raksturo vispārējo situāciju parauglaukumos.

Lielākais atjaunojušos priežu skaits (13133±1373 koki ha⁻¹ un 11889±1243 koki ha⁻¹) konstatēts divās audzēs (714-308-4;714-308-5) mētrājā, kur pirms 15 gadiem veikts pirmais vienlaidus cirtes paņēmieni, bet 5 gadus pēc pirmā cirtes paņēmiena, veikts otrais cirtes paņēmieni izveidojot aptuveni Z-D virzienā izvietotus 15-25 m platus garenus atvērumus. Vidējais priežu augstums 1,00±0,12 m un 1,20±0,09 m. Konstatēts, ka 2000 augstāko atjaunojušos priežu vidējam augstumam ir negatīva, vidēji cieša un būtiska sakarība (2.2.attēls) ar atstāto I stāva koku skaitu (r=0,583; p=0,011). Atjaunojušās priedes, kas sasniegušas vismaz 2,1cm, veido trešo stāvu ar koku skaitu 933 koki ha⁻¹, ar vidējo caurmēru 3,1 cm un vidējo augstumu 3,3 m, un 1056 koki ha⁻¹, ar vidējo caurmēru 3,4 cm un vidējo augstumu 3,5 m (2.11. tabula).



2.2. attēls. 2000 augstāko atjaunojušos priežu uz ha vidējais augstums (H₂₀₀₀) divos objektos (714-308-4;714-308-5) mētrājā pēc diviem cirtes paņēmieniem (15 un 10 gadus atpakaļ) atkarībā no audzes pirmā stāva koku skaita

Egļu audzes

Iepriekšējās paaudzes koku skaits uzmērītajos objektos vidēji 164 koki ha⁻¹ (73 - 227 koki ha⁻¹) (2.9.tabula). Iepriekšējās paaudzes koku šķērslaukums vidēji 17 m² ha⁻¹ (11 - 27 m² ha⁻¹). Objekti ierīkoti egļu mistraudzēs ar apsi, bērzu un priedi. Divās no audzēm (212-447-7;212-447-8) valdošā suga pirmajā stāvā ir apse, tās sākotnēji atlasītas pēc taksācijas apraksta kā egļu mistraudzes. Šajās audzēs ir relatīvi daudz atmirušo egļu (it sevišķi kritalu), kas kopumā konstatētas attiecīgi 24% un 42% no kopējās egļu krājas. Ja šīs egles būtu dzīvas, tad valdošā suga nogabalos būtu egle. Nevienā no audzēm otrā un trešā stāva egļu kopējais skaits ar caurmēru vismaz 2,1cm nepārsniedz 400 kokus ha⁻¹. Lielākais atjaunojušos egļu skaits konstatēts 606-131-8 - 3489±1391 koki ha⁻¹ ar vidējo augstumu 0,23±0,04m (2.12. , 2.14.. 2.15. tabula). Egļu audzēs nav veikta augsnes gatavošana un kopšana.

Bērzu audzes

Iepriekšējās paaudzes koku skaits uzmērītajos objektos vidēji 174 koki ha⁻¹ (128 - 302 koki ha⁻¹) (2.10. tabula). Iepriekšējās paaudzes koku šķērslaukums vidēji 17 m² ha⁻¹ (12 - 28 m² ha⁻¹). Objekti ierīkoti bērzu mistraudzēs ar priedi, apsi, egli un melnalksni. Nevienā no audzēm nav gatavota augsne, bet sastāva kopšanas ir veiktas divās no audzēm (2.5. tabula). Vienā no audzēm, kurā veikta sastāva kopšana, izveidojies melnalkšņu un baltalkšņu 3. stāvs (6M4Ba) 1167 koki ha⁻¹ ar vidējo caurmēru 6,1 cm un vidējo augstumu 8,3 m (2.8. tabula). Nevienā no audzēm nav sastopams bērzs 3.stāvā (ar caurmēru vismaz 2,1cm), lai gan vairāk nekā 2000 koki ha⁻¹ ar vidējo augstumu 0,4-0,5m sastopami divās no audzēm damaksnī (2.11;2.14., 2.16.tabula).

2.8. tabula. No jauna ierīkoto pētījuma objektu audžu struktūra. Priede

Objekts	I stāvs						II stāvs						III stāvs					
	Sastāvs	D	H	G	M	N	Sastāvs	D	H	G	M	N	Sastāvs	D	H	G	M	N
		cm	m	m ² ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹	ha ⁻¹		cm	m	m ² ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹	ha ⁻¹		cm	m	m ² ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹	ha ⁻¹
104-178-27	9P1Eats B	50,5	35,6	14,97	232,5	80	5E5B	19,2	16,0	0,49	4,3	15	7B2E1P+O z	3,4	3,4	1,03	4,2	675
405-226-12	10P	47,6	29,5	11,50	150,7	64	10E	23,4	22,9	0,10	1,1	2	9P1B+E	3,6	3,4	1,59	4,8	1711
405-226-14	10P	40,2	27,4	11,60	141,6	91	-	-	-	-	-	-	8P2B	3,8	3,4	0,17	0,5	178
405-242-13	10P	43,4	30,0	16,40	220,5	111	-	-	-	-	-	-	6B3E1P	3,5	5,3	0,16	0,5	156
609-214-8	10P	45,3	31,4	2,51	35,2	16	-	-	-	-	-	-	10P+BatsE	3,7	3,0	1,33	3,6	1211
609-214-9	10P	41,9	31,5	4,30	60,4	31	-	-	-	-	-	-	10P+atsEB	3,8	3,0	1,70	4,5	1478
705-226-7	7P2E1M	36,1	26,4	10,85	130,9	107	-	-	-	-	-	-	8B2MatsE	3,3	5,9	1,80	6,4	2167
714-295-15	10P+B	38,3	26,6	13,66	163,2	118	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
714-306-9	10P	39,9	28,4	15,72	200,1	126	-	-	-	-	-	-	10E	3,3	2,5	0,05	0,1	57
714-308-4	10P	43,5	28,2	9,58	120,3	64	10E	9,2	7,6	0,09	0,4	13	7P2B1E	3,1	3,3	0,76	2,4	933
714-308-5	10P	43,9	27,9	10,78	135,0	71	-	-	-	-	-	-	7P2B1E	3,4	3,5	0,99	3,2	1056

2.9. tabula. No jauna ierīkoto pētījuma objektu audžu struktūra. Egle

Objekts	I stāvs						II stāvs						III stāvs					
	Sastāvs	D	H	G	M	N	Sastāvs	D	H	G	M	N	Sastāvs	D	H	G	M	N
		cm	m	m ² h a-1	m ³ h a-1	ha -1		cm	m	m ² h a-1	m ³ h a-1	ha -1		cm	m	m ² h a-1	m ³ h a-1	ha -1
212-447-6	5E2B2A1P+ Ba	32,6	23,9	13,13	148,1	15,8	8E1Ba1 B	18,7	15,5	2,32	17,5	11,1	7Ba3E	4,3	6,8	2,38	10,2	128,9
212-447-7	3A3B3E1P	50,1	30,5	12,30	150,4	14,4	10E	19,1	15,4	1,71	13,3	60	8E2Ba	5,9	5,4	0,75	2,9	378
212-447-8	4A3E3B	74,1	33,7	11,11	149,9	73	8E2B	21,6	17,3	2,15	18,7	56	7Ba3B+Eats Oz	2,9	5,5	0,84	3,0	822
606-131-8	6E2P2B	39,7	32,2	26,72	396,2	21,6	10E	20,7	19,5	4,85	48,9	14,4	8E2Ie	3,9	5,6	1,67	8,8	673
606-133-23	6E2P1B1A	34,1	29,9	21,80	312,2	22,7	10E	19,7	19,6	5,38	54,0	17,6	8E2K	4,3	7,1	0,84	3,9	447

2.10. tabula. No jauna ierīkoto pētījuma objektu audžu struktūra. Bērzs

Objekts	I stāvs						II stāvs						III stāvs					
	Sastāvs	D	H	G	M	N	Sastāvs	D	H	G	M	N	Sastāvs	D	H	G	M	N
		cm	m	m ² ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹	ha ⁻¹		cm	m	m ² ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹	ha ⁻¹		cm	m	m ² ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹	ha ⁻¹
202-115-5	5B3A2P+Eats M	33,6	28,5	17,42	239,2	149	10E	25,5	20,8	0,68	6,8	13	8E2M	6,8	7,3	0,91	4,6	278
202-115-7	5P4B1A+E	38,6	29,9	16,03	211,5	164	10E	27,4	21,9	1,71	17,4	29	10E	2,6	3,4	0,01	0,0	22
606-142-1	3B3A3E1M+P	33,1	29,8	27,58	386,8	302	10E	22,6	20,9	5,86	62,4	147	7E3Le+M	4,7	6,7	1,60	7,5	578
608-283-16	4B3P3A+Ozat sM	33,9	26,7	15,49	201,3	128	8Oz2B	19,2	15,2	0,45	3,5	16	6M3Ba1Aats Os	3,3	5,9	3,19	12,5	2860
608-283-17	6B2P2M+A	31,5	26,7	15,72	199,0	170	-	-	-	-	-	-	9M1Ba+Aats Os	4,0	6,9	3,15	12,8	2650
608-283-6	7B2P1M	32,3	25,0	11,67	133,5	130	10M	17,6	15,7	0,24	1,9	10	6M4Ba atsOsA	6,1	8,3	2,85	14,2	1167

2.11. tabula. Priežu, iepriekšējās paaudzes priežu (priedev), stādītu priežu (priedest), egļu un bērzu atjaunošanās skaits no jauna ierīkotajos objektos, kur valdošā suga ir priede

Objekts	M T	Cirtes gads	Priede		Priedev		Priedest		Egle		Bērzs	
			N, gab ha ⁻¹	+/-	N, gab ha ⁻¹	+/ -	N, gab ha ⁻¹	+/-	N, gab ha ⁻¹	+/-	N, gab ha ⁻¹	+/-
104- 178-27	D m	2013	625	19 7	-	-	-	-	1300	39 6	2900	12 34
609- 214-8	K m	2013;2 022*	2489	20 8	-	-	-	-	311	83	9111	69 6
609- 214-9	K m	2013;2 022*	2444	28 4	-	-	-	-	356	11 2	8200	84 0
705- 226-7	L n	2013	1533	39 9	-	-	-	-	578	14 9	10822	16 97
714- 295-15	M r	2013	3644	52 1	-	-	-	-	156	98	8378	23 14
714- 306-9	L n	2013	5486	60 5	-	-	-	-	1057	18 6	20457	22 16
714- 308-4	M r	2008;2 013	13133	13 73	-	-	-	-	22	22	822	24 1
714- 308-5	M r	2008;2 013	11889	12 43	-	-	-	-	22	22	956	16 2
405- 226-12	L n	2004;2 019	1600	82 3	5556	9 2 7	-	-	422	13 9	3111	72 6
405- 226-14	M r	2004;2 019	7933	16 27	2578	9 1 7	1244	24 2	22	22	444	17 1
405- 242-13	M r	2008;2 019	10422	21 73	1156	4 8 1	1133	27 3	89	52	822	24 7

*otrais cirtes paņēmiens ir pakāpeniskās cirtes pēdējais paņēmiens

+/- - standartklūda

2.12. tabula. No jauna ierīkoto pētījuma objektu dabiskās atjaunošanās (priede, egles, bērzs, apse, melnalksnis) skaits uz mērītajos objektos, kur valdošā suga ir egles

Objekts	MT	Circesgads	Priede		Egls		Bērzs		Apse		Melnalksnis	
			N, gab ha ⁻¹	+/-	N, gab ha ⁻¹	+/-	N, gab ha ⁻¹	+/-	N, gab ha ⁻¹	+/-	N, gab ha ⁻¹	+/-
212-447-6	Vrs	2013	0	-	1778	412	4267	1452	2667	1340	0	-
212-447-7	Vrs	2013	0	-	578	229	5578	1445	3600	1425	133	-
212-447-8	Vr	2013	0	-	644	162	13444	2147	1244	609	0	-
606-131-8	Dm	2015	0	-	3489	1391	67	49	133	79	0	-
606-133-23	Dm	2015	0	-	978	369	22	22	0	0	0	-

+/- - standartklūda

2.13. tabula. No jauna ierīkoto pētījuma objektu dabiskās atjaunošanās (priede, egles, bērzs, apse, melnalksnis) skaits uz mērītajos objektos, kur valdošā suga ir bērzs

Objekts	MT	Circesgads	Priede		Egls		Bērzs		Apse		Melnalksnis	
			N, gab ha ⁻¹	+/-	N, gab ha ⁻¹	+/-	N, gab ha ⁻¹	+/-	N, gab ha ⁻¹	+/-	N, gab ha ⁻¹	+/-
202-115-5	Dm	2014	222	74	3422	861	4644	1839	4889	1227	1422	722
202-115-7	Dm	2014	667	296	2400	671	2289	839	6222	1632	0	0
606-142-1	Ap	2013	22	22	1511	394	400	333	378	119	689	97
608-283-16	As	2013	0	-	0	-	120	85	1320	645	2440	944
608-283-17	As	2013	150	109	0	-	0	-	225	136	4100	741
608-283-6	As	2013	100	72	0	-	733	278	233	134	1067	540

+/- - standartklūda

2.14. tabula. Priežu, iepriekšējās paaudzes priežu (priedev), stādītu priežu (priedest), egļu un bērzu atjaunošanās vidējais augstums no jauna ierīkotajos objektos, kur valdošā suga ir priede

Objekts	M T	Circes gads	Priede		Priedev		Priedest		Egle		Bērzs	
			H, m	+/-	H, m	+/-	H, m	+/-	H, m	+/-	H, m	+/-
104-178- 27	D m	2013	1,60	0,2 6	-	-	-	-	1,18	0,2 4	2,74	0,6 4
609-214-8	K m	2013;2022 *	1,97	0,1 3	-	-	-	-	1,08	0,1 5	1,13	0,0 3
609-214-9	K m	2013;2022 *	1,90	0,1 2	-	-	-	-	1,21	0,2 3	1,10	0,0 4
705-226-7	Ln	2013	0,67	0,0 9	-	-	-	-	0,77	0,1 0	2,48	0,3 1
714-295- 15	Mr	2013	0,54	0,0 5	-	-	-	-	0,71	0,1 3	0,64	0,1 1
714-306-9	Ln	2013	0,72	0,0 8	-	-	-	-	0,51	0,0 9	1,22	0,1 0
714-308-4	Mr	2008;2013	1,00	0,1 2	-	-	-	-	0,20	-	2,68	0,3 2
714-308-5	Mr	2008;2013	1,20	0,0 9	-	-	-	-	0,80	-	2,68	0,4 1
405-226- 12	Ln	2004;2019	0,42	0,0 6	1,82	0,1 4	-	-	0,99	0,4 1	1,86	0,2 1
405-226- 14	Mr	2004;2019	0,21	0,0 3	1,02	0,1 1	0,79	0,0 6	0,10	-	1,26	0,2 4
405-242- 13	Mr	2008;2019	0,26	0,0 2	0,61	0,0 9	0,72	0,0 8	0,20	0,0 6	1,78	0,4 5

*otrais circes paņēmiens ir pakāpeniskās circes pēdējais paņēmiens
+/- - standartklūda

2.15.tabula. No jauna ierīkoto pētījuma objektu dabiskās atjaunošanās (priede, egle, bērzs, apse, melnalksnis) vidējais augstums uzmērītajos objektos, kur valdošā suga ir egle

Objekts	M T	Circes gads	Priede		Egle		Bērzs		Apse		Melnalksnis	
			H, m	+/ -	H, m	+/-	H, m	+/-	H, m	+/-	H, m	+/-
212-447-6	Vr s	2013	-	-	0,84	0,2 0	1,17	0,1 5	1,44	0,1 4	-	-
212-447-7	Vr s	2013	-	-	0,72	0,1 0	1,86	0,4 0	0,80	0,0 7	2,53	0,26
212-447-8	Vr	2013	-	-	0,61	0,0 9	2,03	0,2 1	1,24	0,2 6	-	-
606-131-8	D m	2015	-	-	0,23	0,0 4	0,28	0,0 7	1,19	0,3 5	-	-
606-133-23	D m	2015	-	-	0,25	0,0 7	0,50	-	-	-	-	-

+/- - standartklūda

2.16. tabula. No jauna ierīkoto pētījuma objektu dabiskās atjaunošanās(priede, egle, bērzs, apse, melnalksnis) vidējais augstums uzmērītajos objektos, kur valdošā suga ir bērzs

Objekts	M T	Circes gads	Priede		Egle		Bērzs		Apse		Melnalksnis	
			H, m	+/-	H, m	+/-	H, m	+/-	H, m	+/-	H, m	+/-
202-115-5	D m	2014	0,19	0,0 3	0,59	0,1 1	0,40	0,0 3	0,49	0,0 5	1,22	0,20
202-115-7	D m	2014	0,16	0,0 3	0,41	0,0 7	0,47	0,0 8	0,40	0,0 4	-	-
606-142-1	Ap	2013	0,30	-	0,50	0,1 9	0,67	0,1 8	0,31	0,0 5	1,76	0,31
608-283-16	As	2013	-	-	-	-	5,00	0,9 0	4,32	0,4 0	4,52	0,54
608-283-17	As	2013	0,45	0,1 0	-	-	-	-	3,60	0,3 5	4,53	0,35
608-283-6	As	2013	0,88	0,1 3	-	-	0,80	0,1 0	2,83	1,4 1	4,85	2,00

+/- - standartklūda

2.1.3. Pieauguma novērtējums

Vecie koki

2.17. tabula. Uzmērīto izlases/pakāpenisko ciršu meža elementu vidējie gadskārtu platumi (i) 10 gadus pirms un 10 gadus pēc cirtes pirmā paņēmiena pa 5 gadu periodiem un meža tipiem

Valdošā suga	Suga	MT	Stāvs	$\bar{i}_{-10 \text{ līdz } -6 \text{ gadi}}, \text{ mm}$	$\bar{i}_{-5 \text{ līdz } -1 \text{ gadi}}, \text{ mm}$	$\bar{i}_{1 \text{ līdz } 5 \text{ gadi}}, \text{ mm}$	$\bar{i}_{6 \text{ līdz } 10 \text{ gadi}}, \text{ mm}$
Priede	Priede	Am	1	0,9±0,1	0,8±0,1	1,3±0,1	1,2±0,1
Priede	Priede	Dm	1	0,8±0,04	0,7±0,05	1,2±0,1	1,3±0,1
Priede	Priede	Ln	1	0,9±0,03	0,8±0,03	1,9±0,1	1,5±0,1
Priede	Priede	Mr	1	0,9±0,05	0,9±0,1	1,5±0,1	1,2±0,1
Priede	Priede	Mrs	1	0,9±0,1	0,9±0,1	1,1±0,1	0,9±0,1
Priede	Egle	Am	1	1,9±0,3	1,4±0,2	1,6±0,3	1,2±0,1
Priede	Egle	Ln	1	1±0,1	0,9±0,1	1,2±0,2	1,1±0,2
Priede	Bērzs	Dm	1	0,6±0,05	0,6±0,1	0,9±0,1	-
Egle	Priede	Dm	1	1,1±0,1	1±0,1	1,3±0,1	1,6±0,1
Egle	Priede	Dms	1	0,9±0,1	0,8±0,1	0,9±0,1	1,2±0,1
Egle	Egle	Dm	1	1,6±0,1	1,7±0,1	2,5±0,2	2,7±0,2
Egle	Egle	Dm	2	0,9±0,1	0,9±0,1	1,5±0,2	-
Egle	Egle	Dms	1	0,9±0,1	0,8±0,05	0,9±0,1	1,1±0,1
Bērzs	Priede	Dm	1	0,8±0,2	1±0,1	1,3±0,2	-
Bērzs	Egle	Ap	1	1,3±0,2	1,3±0,2	1,4±0,2	1,2±0,2
Bērzs	Egle	Ap	2	1,4±0,2	1,4±0,2	1,6±0,3	1,6±0,2
Bērzs	Egle	Dm	2	1,2±0,2	1,5±0,4	1,6±0,2	-
Bērzs	Bērzs	Ap	1	1±0,1	1,1±0,1	1±0,1	0,9±0,1
Bērzs	Bērzs	As	1	0,9±0,1	0,9±0,1	1±0,1	0,8±0,1
Bērzs	Bērzs	Dm	1	1±0,04	0,9±0,04	1,2±0,1	1,3±0,1

Praktiski visiem meža elementiem, no kuriem iegūti un uzmērīti gadskārtu platumi, konstatējams gadskārtu platuma pieaugums, salīdzinot 10 gadus pirms un 10 gadus pēc izlases/pakāpenisko ciršu pirmā paņēmiena (2.17. tabula), tomēr atsevišķos gadījumos eglēm un bērziem papildus pieaugums neveidojas.

Jaunie koki

Tā kā jaunās paaudzes koku caurmērs ir mazāks par 10 cm, to urbšana netika veikta, lai izvairītos no potenciāli iespējamām augšanas gaitas izmaiņām nākotnē. Pieaugumi aprēķināti, caurmēru dalot ar koku vecumu. Līdzīgi arī augstuma pieaugums aprēķināts, meža elementa vidējo augstumu dalot ar vecumu. (2.18. tabula).

2.18. tabula. Uzmērīto vienlaidus izlases/pakāpenisko ciršu atjaunošanās vidējie augstumi 5 gadus un 10 gadus pēc cirtes pirmā paņēmiena pa meža tiptiem atkarībā no I stāva valdošās sugas

I stāva valdošā suga	Suga	MT	h ₅ , m	h ₁₀ , m
Priede	Priede	Am	1,23±0,07	2,47±0,13
Priede	Priede	Dm	1,07±0,08	2,13±0,17
Priede	Priede	Ln	0,93±0,03	1,86±0,05
Priede	Priede	Mr	1,14±0,03	2,28±0,06
Priede	Priede	Mrs	1,45±0,06	2,91±0,11
Priede	Bērzs	Dm	3,28±0,11	6,57±0,22
Priede	Bērzs	Ln	2,55±0,05	5,1±0,1
Priede	Bērzs	Mr	2,13±0,13	4,26±0,26
Bērzs	Bērzs	Dm	2,93±0,22	5,86±0,43
Bērzs	Apse	As	3,33±0,14	6,66±0,28

2.1.4. Pakāpenisko/izlases ciršu objektu telpiskās struktūras novērtējums

Materiāls un metodika

No LVM sniegtās datu bāzes atlasīti 2.7. tabulā minētie objekti. No LĢIA mājas lapas (<https://www.lgia.gov.lv/lv/Digit%C4%81lais%20virsmas%20modelis>) lejuplādēti nogabaliem atbilstošo karšu lapu .las faili. Datorprogrammā FUSION 4.21. aprēķināti digitālais virsmas modelis (DTM) un koku vainagu augstumu modelis (CHM) 1m² lielam pikselim.

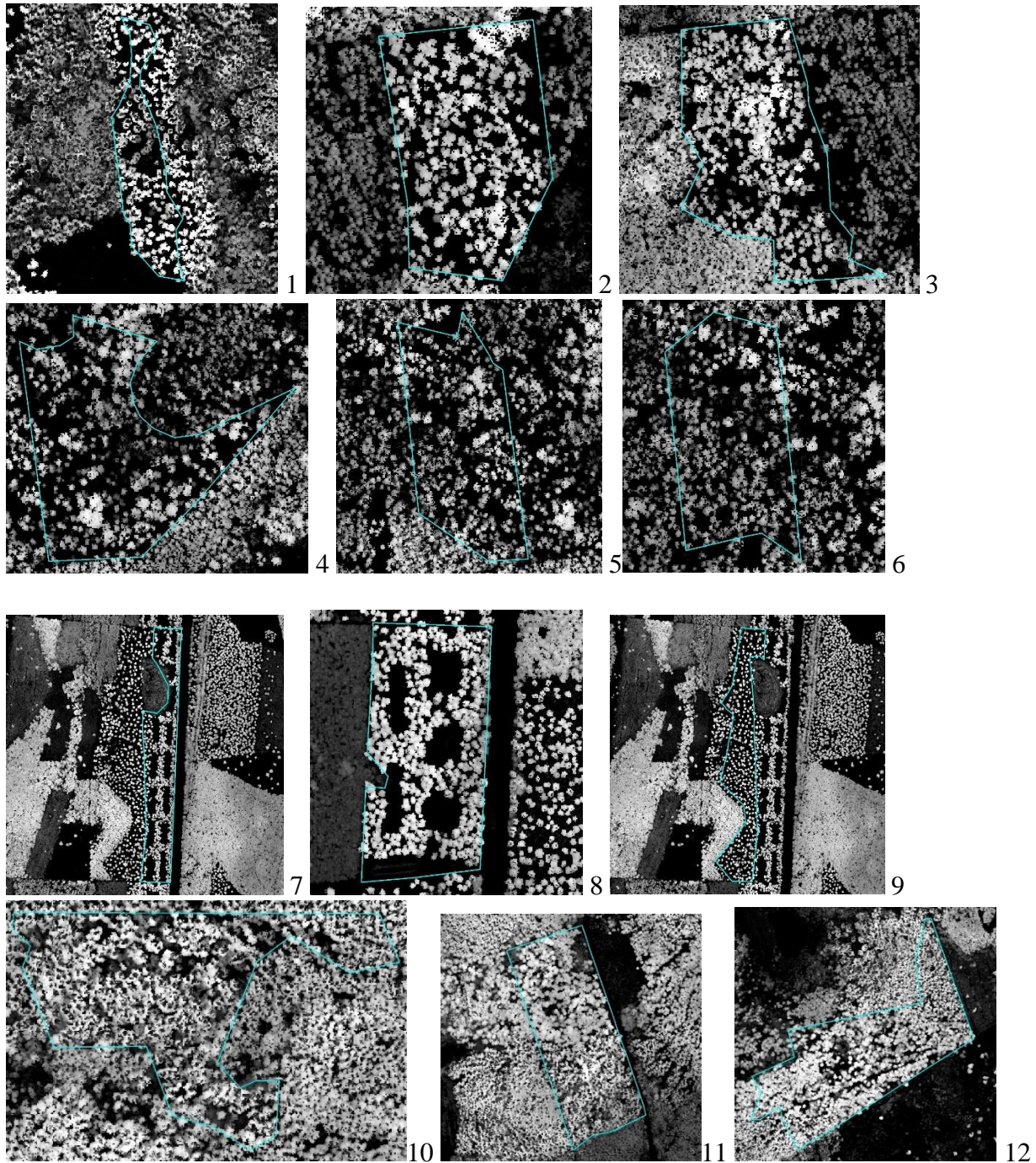
Pēc tam, lai atvērumu statistiskie rādītāji tiktu aprēķināti tikai atbilstošajam nogabalam, pikseļu vērtības ārpus nogabala poligona pārveidotas uz 40m datorprogrammā QGIS3.22 (skat. piemēru 2.4.attēlā (1)). 1m pikseļi pārrēķināti uz 3m pikseļu vērtībām, jaunā pikseļa vērtību nosakot kā maksimālo no 3x3m blakus esošo 1m pikseļu vērtībām.

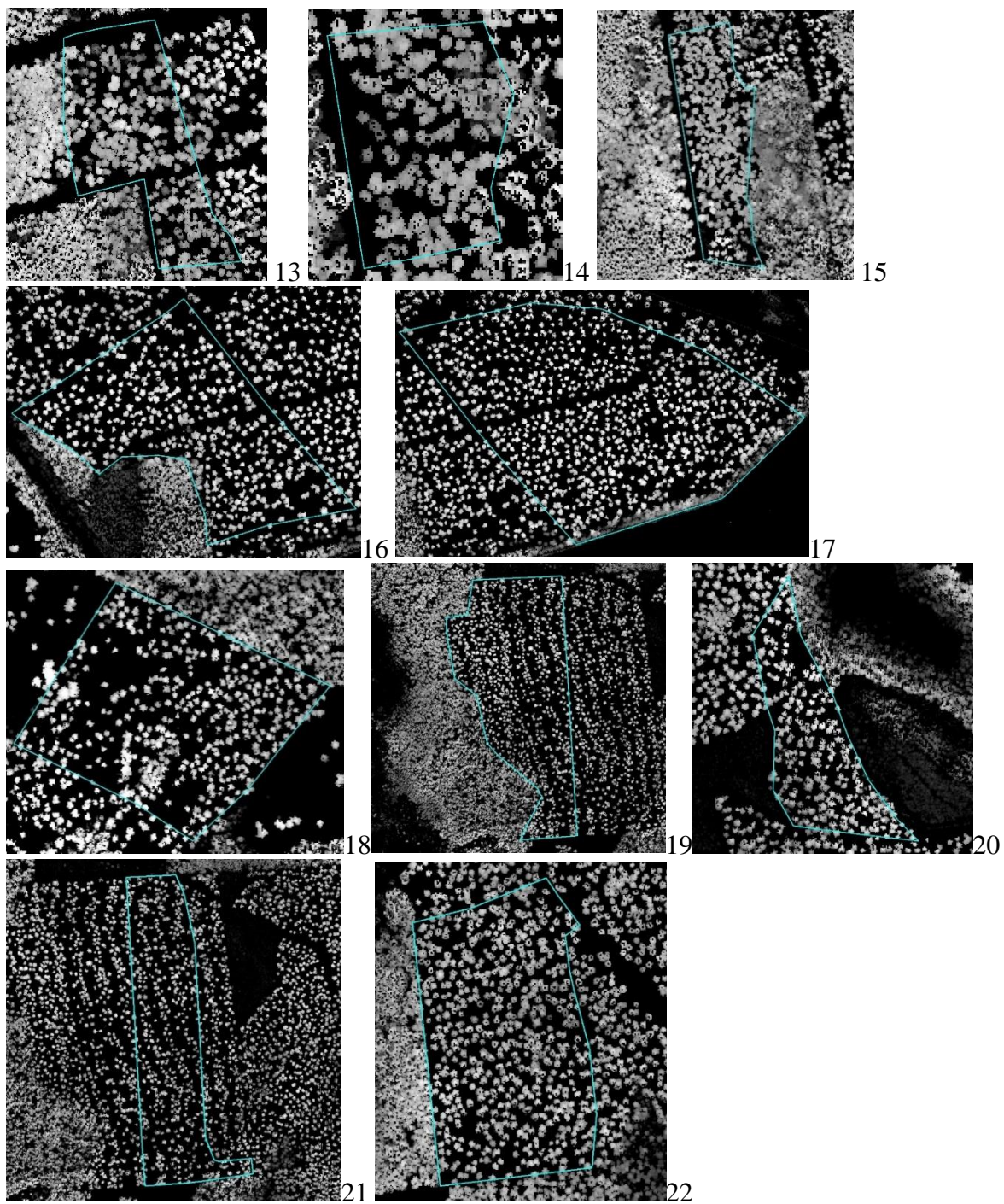
Katram objektam, izmantojot rīku ForestGapR (<https://github.com/carlos-alberto-silva/ForestGapR>) aprēķināti: Atvērumu skaits, atvērumu lielumi, atvērumu telpiskais izvietojums, izmantojot 1m pikseli un 3m pikseli. Kā atvēruma sliekšnis pieņemts 10m agustums, t.i., vietas, kurās koku vainagu nav vai tie zemāki par 10 m, tiek uzskatītas par atvērumiem, un atvēruma lielums 1 (9)m² līdz 5000m². Atvērumu lielumu sadalījuma raksturošanai aprēķināts rādītājs “Maximum likelihood fit to a Zeta distribution” un aprēķināts λ lambda, savukārt atvērumu telpiskā izvietojuma raksturošanai aprēķināts Ripley's K un L funkcijas un Klarka-Evansa indekss R.

Pēc tam tika veikta klasteranalīze, izmantojot datus par atvērumu izmēriem un to skaitu katrā no objektiem. Atvērumi pēc to platības tika iedalīti astoņās grupās: 9 m², 18 m², 27 m², 36 m², 45 m², 54-100 m², 101-200 m² un >200 m². Visiem objektiem aprēķināts atvērumu skaits katrā no platības grupām un šīs vērtības dalītas ar kopējo nogabala platību. Šī datu matrica izmantota klasteranalīzes veikšanai ar “ward” metodi, rezultāti attēloti dendrogrammā. Klasteranalīze un dendrogrammas izveide veikta, izmantojot programmas “R” v.4.2.2. (R Core Team 2022) pakotnes stats, gg dendro, dendextend (Galili 2015, de Vries, Ripley 2022, R Core Team 2022).

Rezultāti

Objektu koku augstumu modeļu (CHM attēli apkopoti 2.3. attēlā. Savukārt 2.4. attēlā un 2.5. attēlā dots atvērumu telpiskā izvietojuma piemērs.

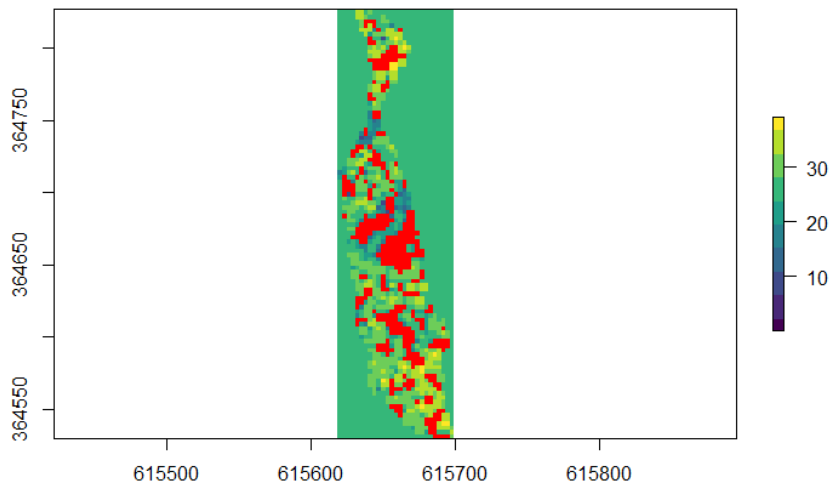




2.3. attēls. Izlases ciršu objektu koku vainagu augstumu modeļi (CHM)

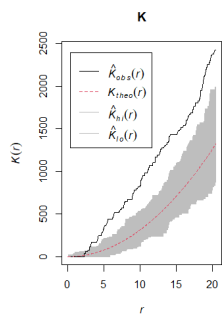


(1)

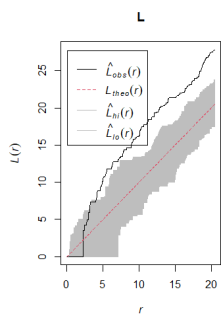


(2)

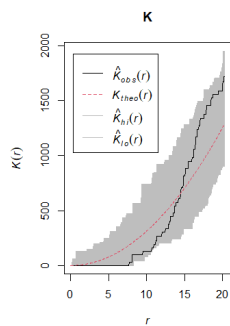
2.4. attēls. Izlases ciršu objektā koku vainagu augstumu modeļi (CHM) un atvērumu analīzes piemērs. (1) atvērumu karte (2) atvērumi un to izvietojums (sarkanā krāsā).



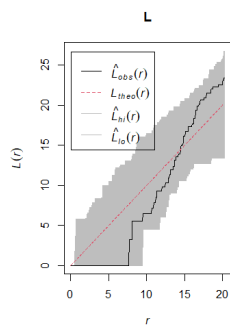
(1)



(2)



(3)



(4)

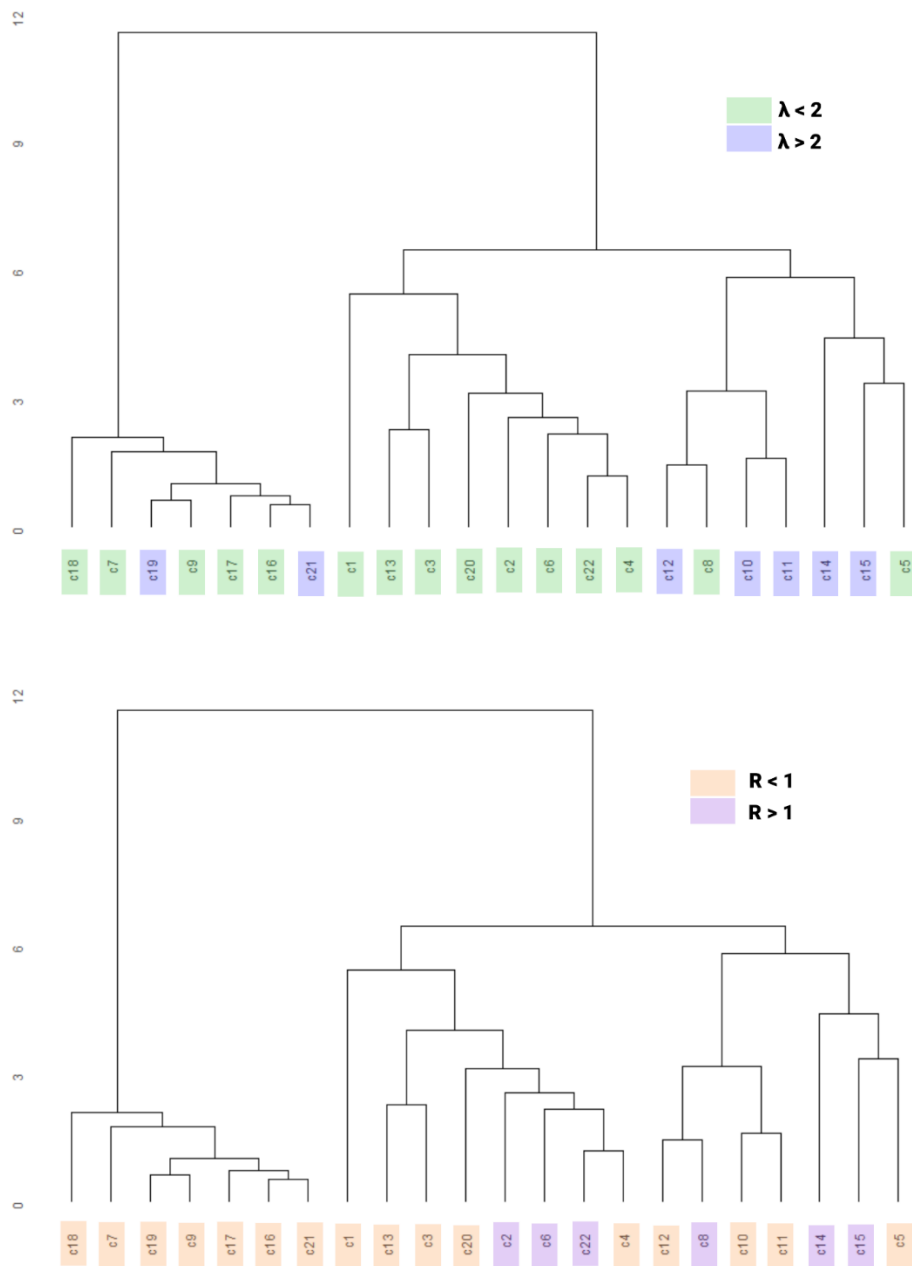
2.5. attēls. Izlases ciršu objektā koku vainagu augstumu modeļi (CHM) telpiskā izvietojuma analīze (1), (2) 1m pikselis, (3),(4) 3m pikselis

Izslases ciršu objektu atvērumu lielumu sadalījuma un to telpiskā izvietojuma raksturojošie rādītāji lamda un R, kā arī tā būtiskums atspoguļots 2.19. tabulā.

2.19. tabula. Uzmērīto izslases/pakāpenisko ciršu telpisko struktūru raksturojošie statistiskie rādītāji

Nosaukums	λ	λ_{gr}	GapsSpatPattern_ R	GapsSpatPattern_p	n	R
c1	1.643	LargerGaps	0.99302	0.9275	39	<1
c10	2.429	SmallerGaps	0.79819	0.000123	90	<1
c11	2.581	SmallerGaps	0.8692	0.01235	91	<1
c12	2.087	SmallerGaps	0.7231	9.48E-09	108	<1
c13	1.747	LargerGaps	0.86428	0.0463	52	<1
c14	2.05	SmallerGaps	1.0371	0.6771	29	>1
c15	2.051	SmallerGaps	1.0685	0.2419	71	>1
c16	1.81	LargerGaps	0.88362	0.3164	16	<1
c17	1.726	LargerGaps	0.73487	0.0003596	43	<1
c18	1.76	LargerGaps	0.78254	0.00173	50	<1
c19	2.039	SmallerGaps	0.72079	6.63E-07	78	<1
c2	1.803	LargerGaps	1.1063	0.109	55	>1
c20	1.698	LargerGaps	0.75868	0.001169	43	<1
c21	2.11	SmallerGaps	0.66428	3.62E-05	35	<1
c22	1.625	LargerGaps	1.1639	0.0008345	104	>1
c3	1.896	LargerGaps	0.95751	0.4533	77	<1
c4	1.584	LargerGaps	0.89281	0.1065	55	<1
c5	1.77	LargerGaps	0.99534	0.943	57	<1
c6	1.755	LargerGaps	1.1544	0.02437	51	>1
c7	1.61	LargerGaps	0.95113	0.4284	61	<1
c8	1.961	LargerGaps	1.139	0.02125	67	>1
c9	1.708	LargerGaps	0.79122	0.00668	38	<1

Vairumā gadījumu (15 no 22) izlases ciršu objektos dominē lielāki atvērumi ($\lambda > 2$), kā arī 9 no 22 gadījumiem atvērumi izvietoti klasteros ($R < 1$ un $p < 0,05$) un tikai 3 gadījumos atvērumi izvietoti vienmērīgi. Objektu grupēšanās pēc to savstarpējās līdzības atspoguļots 2.6. attēlā. Klāsteranalīzes rezultāti norāda, ka objekti ar līdzīgu λ vērtību grupējas gan pēc λ vērtības, gan R vērtībām.



2.6. attēls. Izlases ciršu objektu grupēšana klāsteranalīzē (1) pēc to atvērumu lielumu sadalījuma, (2) pēc atvērumu telpiskā izvietojuma

2.1.5. Dažādu kohortu koku (iepriekšējās paaudzes koku un jaunās paaudzes koku augšanas gaitas aproksimācija)

Augšanas gaitas vienādojumi tiek izstrādāti, tos pamatā balstot uz MSI parauglaukumu datu bāzi, pētījuma “Algoritmu izstrāde mežsaimniecības plānošanai” ietvaros. Šī pētījuma ietvaros iegūtie pārmērīto izlases ciršu parauglaukumu dati papildina (paplašina) MSI datu paraugkopu uz kuras pamata tiek veidota vienādojumu sistēma. Koeficientu vērtības, kas iegūtas no apvienotās datu kopas skat. pārskatā “Algoritmu izstrāde mežsaimniecības plānošanai”. Atbilstoši pētījumā bez egļu otrā stāva vidējā augstuma un caurmēra pieauguma, izveidoti arī otrā stāva priežu, bērzu, apšu, melnalkšņu, baltalkšņu augšanas gaitas vienādojumi.

2.1.6. Vienlaidus atjaunošanas ciršu, pakāpenisko un izlases ciršu finansiāls salīdzinājums

Šajā pētījuma posmā nav plānots uzsākt šo darbu.

Secinājumi

Izlases ciršu objektos stādīto priežu augstums 10 gadus pēc cirtes būtiski pārsniedz dabiski atjaunojušos priežu augstumu.

Augsnes sagatavošana būtiski uzlabo priežu audžu atjaunošanās sekmīgumu.

Gan egļu, gan bērzu audzēs atjaunošanās notiek gan ar egli, gan lapu kokiem, t.i., veidojas mistrotas audzes.

Izlases cirtē saglabātie koki vai nu veido papildus radiālo pieaugumu 5-10 gadus pēc cirtes – priedes, atsevišķos gadījumos arī egles, vai arī papildus pieaugumu neveido (egles un bērzi).

Aprēķinot atvērumu sadalījumu lielumu un telpisko izvietojumu, konstatēts, ka pētījumu objektos dominē lielāki atvērumi un tie ir izvietoti klasteros (grupās).

3. Koku augšanas gaitas izmaiņas pēc veiktas koku ciršanas briestaudzēs

3.1. Augšanas gaitas simulāciju modeļa precizēšana

3.1.1. Augšanas gaitas simulāciju modeļa precizēšana

Mežaudžu augšanas gaitas modelēšanai izmantots LVMI Silava meža resursu prognozēšanas un modelēšanas rīks. LVMI Silavas meža resursu ilgtermiņa prognožu modelis veidots kā simulāciju modelis, un meža resursu modelēšanā izmantojami dati no meža statistiskās inventarizācijas datu bāzes.

Kokaudzes izmaiņu modelēšana programmā notiek meža elementa līmenī, kur par vienu meža elementu pieņem vienā parauglaukuma sektorā vienas sugas un vienas paaudzes vienā stāvā esošu koku kopu. Meža resursu izmaiņu modelēšana notiek pa piecgades periodiem.

Kokaudžu augšanas gaitas modelēšana jeb taksācijas rādītāju (H, D, G vai N) izmaiņu modelēšana ir deterministisks process. Kokaudzes augšanas gaitas modelēšanā izmantoti LVMI Silava izstrādātie augšanas gaitas modeļi (Donis u.c., 2015, Donis u.c., 2020, Donis u.c. 2022).

Definēts, ka pie audzes biežības 0,85 (faktiskais šķērslaukums pret normatīvos noteikto normālo šķērslaukumu) tiek modelētas krājas kopšanas cirtes. Pēc krājas kopšanas cirtes paliekošais šķērslaukums tiek modelēts kā normatīvos noteiktais minimālais šķērslaukums.

Parauglaukumos, kuros mežaudzes valdošā koku sugas vecums ir sasniedzis pašreiz normatīvos noteikto galvenās cirtes vecumu (priede 101 gads, egle 81 gads, bērzs un melnalksnis 71 gads un apse 41 gads), ir modelēta vienlaidus atjaunošanas cirte.

Finanšu plūsmas modelēšana

Sortimentu dimensijas un to cenas patērīna vietā noteiktas, kompilējot Centrālās statistikas pārvaldes un LVM 2020(II) - 2023(I). gada datus (3.1. tabula).

3.1.tabula. Aprēķinos izmantotās sortimentu dimensijas un cenas patērīna vietā

Suga	Sortimenta veids	L, m	D, cm	2020(II) - 2023(I)
Priede	Resnie zāgbaļķi	4.9	28	105.10
	Vidējie zāgbaļķi	4.9	18	98.80
	Skuju koku tara	3.7	10	74.78
	Skuju koku papīrmalka	3	6	51.15
	Malka	2	3	38.57
Egle, baltegle	Resnie zāgbaļķi	4.9	28	101.17
	Vidējie zāgbaļķi	4.9	18	100.08
	Skuju koku tara	3.7	10	73.31
	Skuju koku papīrmalka	3	6	51.15
	Malka	2	3	38.57
Bērzs	Bērza zāgbaļķi / finieris	2.8	18	100.24
	Lapu koku tara	2.5	12	58.52
	Bērza papīrmalka	3	6	63.25
	Malka	2	3	38.57

Suga	Sortimenta veids	L, m	D, cm	2020(II) - 2023(I)
Melnalksnis	Melnalkšņa zāģbaļķi	2.5	18	74.56
	Lapu koku tara	2.5	12	58.52
	Tehniskā koksne	3	6	38.57
	Malka	2	3	38.57
Apse, papele	Apses zāģbaļķi	2.5	18	72.49
	Lapu koku tara	2.5	12	58.52
	Tehniskā koksne	3	6	38.57
	Malka	2	3	38.57
Baltalksnis un citi mīkstie lapu koki	Lapu koku tara	2.5	12	58.52
	Tehniskā koksne	3	6	38.57
	Malka	2	3	38.57
Ozols, osis, citi cietie lapu koki	Zāģbaļķi	2.5	18	164.33
	Lapu koku tara	2.5	12	58.52
	Malka	2	3	38.57

Koku sortimentu iznākums aprēķināts, izmantojot J. Doņa modificētu R. Ozoliņa (Ozoliņš, 2002) izstrādāto stumbra sortimentācijas modeli. Tā kā ar šo modeli tiek aprēķināts sortimentu iznākums veselīgiem (bez trupes, bez koksnes vainām, bez bojājumiem utt.) kokiem, tad lietkoksnis iznākumu koriģē un šis lietkoksnis samazinājums pieskaitīts papīrmalkas un malkas sortimentiem (3.2. tabula). Šī sortimentu korekcija iegūta, salīdzinot sortimentācijas modeļa prognozēto sortimentu iznākumu ar LVM 2017. – 2020. gada cirsmu datiem jeb reālo sortimentu iznākumu.

Pieņemtās mežizstrādes jeb sortimentu sagatavošanas darbu izmaksas atspoguļotas 3.3. tabulā. Mežizstrādes izmaksas aprēķinātas kā LVM aritmētiski vidējās izmaksas laika posmā no 2020. gada līdz 2022. gadam. Tāpat tiek pieņemts, ka cirsmas plānošanas un citas sortimentu sagatavošanas un pārdošanas izmaksas ir 0,61 eiro par katru sagatavoto sortimenta kubikmetru.

3.2.tabula. Aprēķinos izmantotā sortimentu korekcija

Suga	R LK	V LK	T LK	PM	M
Priede	0.90 no prognozētā	pieskaita 90% samazinājuma	0.60 no prognozētā	pieskaita 10% samazinājuma	nemainās
Egle	0.55 no prognozētā	pieskaita 10% samazinājuma	0.60 no prognozētā	pieskaita 90% samazinājuma	nemainās
Bērzs	0.70 no prognozētā	0.70 no prognozētā	0.70 no prognozētā	pieskaita 60% samazinājuma	pieskaita 40% samazinājuma
Melnalksnis	0.55 no prognozētā		0.55 no prognozētā	pieskaita 60% samazinājuma	pieskaita 40% samazinājuma
Apse	0.30 no prognozētā		0.20 no prognozētā	pieskaita 85% samazinājuma	pieskaita 15% samazinājuma
Baltalksnis			0.20 no prognozētā	pieskaita 60% samazinājuma	pieskaita 40% samazinājuma

Suga	R LK	V LK	T LK	PM	M
Ozols	0.45 no prognozētā		0.30 no prognozētā		pieskaits 100% samazinājuma
Osis	0.45 no prognozētā		0.30 no prognozētā		pieskaits 100% samazinājuma

3.3. tabula. Aprēķinos izmantotās mežizstrādes darbu izmaksas (eiro m⁻³)

Mežizstrādes darbības veids	LVM 2020-2022
Koksnes sagatavošana galvenajā cirtē	7.37
Kokmateriālu pievešana (no cirsmas līdz ceļam) galvenajā cirtē	5.51
Koksnes sagatavošana starpcirtē	10.19
Kokmateriālu pievešana (no cirsmas līdz ceļam) starpcirtē	7.01
Kokmateriālu transportēšana (no ceļa līdz iepirkšanas punktam)	7.08
Galvenā cirte	19.96
Krājas kopšanas cirte	24.48

Administratīvās un citas mežsaimnieciskās izmaksas netiek ņemtas vērā, jo tās starp analizētajiem variantiem neatšķiras.

Mežaudžu vērtība aprēķināta kā meža resursu tīrās tagadnes vērtība:

$$TTV = \sum_{y=0}^n \frac{R_y}{(1+r)^y} - \sum_{y=0}^n \frac{C_y}{(1+r)^y} \quad (3.1.)$$

- TTV – tīrā tagadnes vērtība
 R_y – ieņēmumi y gadā
 C_y – izdevumi y gadā
 r – diskonta likme
 y – diskontēšanas perioda garums

3.1.2. Papildus parauglaukumu ierīkošana

Materiāls un metodika

Atbilstoši metodikai uzņēmēti 5 objekti priežu audzēs un 5 objekti apšu audzēs. Objektos kopšanas cirte veikta no 2010. gada līdz 2013.gadam. Audžu vecums cirtes brīdī priedēm – 84-90 gadi, apsēm – 32-39 gadi. Objektu saraksts atspoguļots 3.4.tabulā.

Objektos iepriekšējās kokaudzes struktūra novērtēta 4 gab. 500m² (R=12,62 m) parauglaukumos (kopā 40). Parauglaukumu izvietojums atkarīgs no audzes platības, konfigurācijas, viendabīguma un tehnoloģisko koridoru izvietojuma. Pēc iespējas 2 PL centri izvietoti uz tehnoloģiskajiem koridoriem, bet 2 PL centri pa vidu starp tehnoloģiskajiem

koridoriem (starpjoslās), tā lai starp PL centriem būtu vismaz 26 m. Parauglaukumu centru attālums līdz audzes malai vismaz 25 m. Katram kokam fiksēta – suga, pašreizējā stāvokļa klase (dzīvs, sausoknis, stumbenis, kritala, celms), caurmērs krūšu augstumā (D1.3). Visā PL uzmērīti koki, kuru caurmērs krūšu augstumā pārsniedza 6,0 cm. Koki, kuru caurmērs no 2,1 cm līdz 6,0 cm, uzmērīti 3,99 m lielā rādiusā (50 m²). Koku augstumi uzmērīti izlases veidā, katram meža elementam atsevišķi, valdošajai koku sugai 9 kokiem no PL, pārējiem meža elementiem pa 2 kokiem PL. Ar Preslera pieauguma svārpstu krūšaugstumā iegūti radiālā pieauguma paraugi no 9 valdošās koku sugas uzskaites kokiem katrā no parauglaukumiem (kopumā no 360 kokiem). Urbšanas virziens - virzienā pret PL centru.

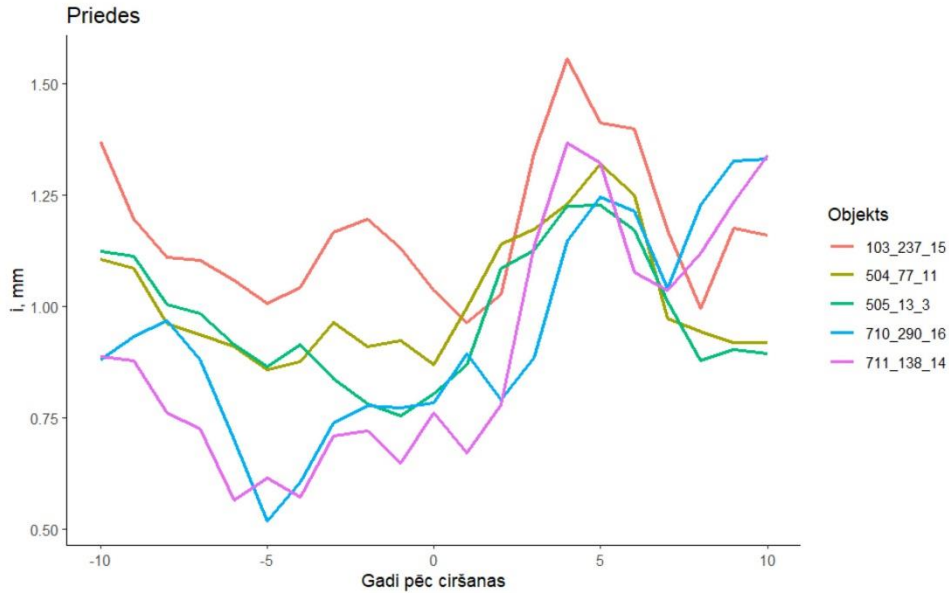
Rezultāti

Objektu taksācijas rādītāji atspoguļoti 3.4.tabulā. Radiālie pieaugumi atspoguļoti 3.1 (priežu briestaudzes) un 3.2 attēlos (apšu briestaudzes). Neskatoties uz to, ka objektos ir veiktas kopšanas cirtes pirms apm. 10 gadiem, tajās ir saglabāti arī koki II stāvā un daļā gadījumu izveidojusies arī paauga vai pamežs (skat.3.4.tabula).

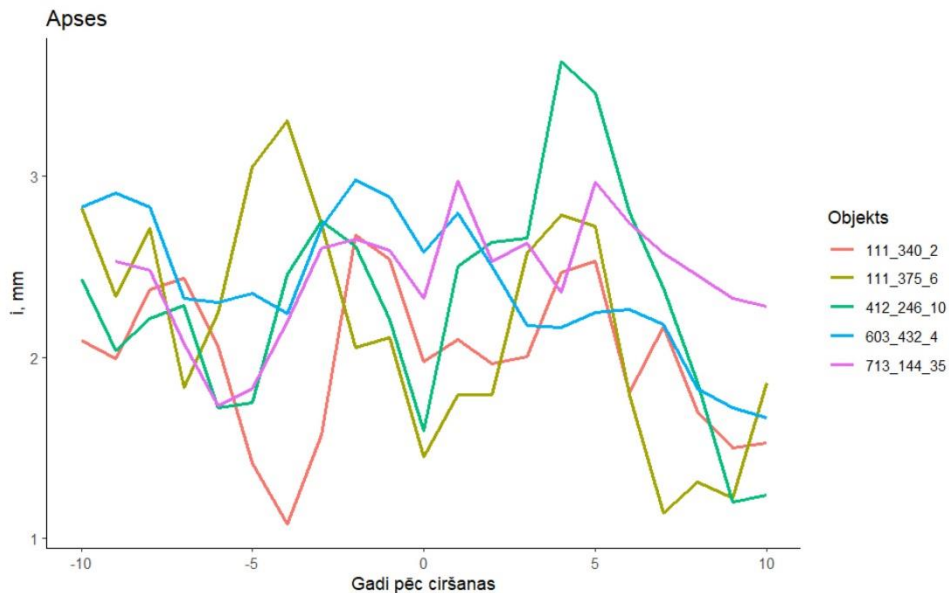
3.4. tabula. Uzmērīto briestaudžu taksācijas rādītāji

Objekts	I stāvs						II stāvs						III stāvs					
	sastāvs	D, cm	H, m	G, m ² ha ⁻¹	M m ³ ha ⁻¹	N gab ha ⁻¹	sastāvs	D, cm	H, m	G m ² ha ⁻¹	M m ³ ha ⁻¹	N gab ha ⁻¹	sastāvs	D, cm	H, m	G m ² ha ⁻¹	M m ³ ha ⁻¹	N gab ha ⁻¹
103-237-15	10P atsB	32	31	32	440	400	10E	18,9	18,9	4,9	47,7	175	10E	4,2	5,1	0,2	1,1	155
111-340-2	10A+B atsOz	19	27	28	365	970	8L1K1E atsA,B,Os,PI	12,4	17,0	7,4	58,8	680	5K4L1E	3,6	8,1	0,4	1,6	600
111-375-6	10A atsUlm,B	24	31	27	402	600	6Ulm2Ba2L atsB	16,0	15,6	3,2	27,2	140	5L4Os1Ba	3,3	5,0	0,6	2,4	810
412-246-10	10A atsB,E	35	33	39	605	410	10E	22,5	19,3	1,2	11,1	30	10L+E	3,8	5,4	1,8	6,4	1620
504-77-11	10P atsE	30	27	31	379	440	10E	13,3	12,5	1,5	11,4	110	10E	5	5	0,6	3,1	340
505-13-3	10P atsE	33	29	27	354	325	10E	17,0	17,3	0,2	2,1	10						
603-432-4	10A+B atsBl	21	26	26	333	795	7B3Os	9,7	12,9	0,2	1,0	65						
710-290-16	10P atsE	30	26	31	356	445	10E	16,2	13,4	0,3	2,1	15						
711-138-14	9P1E	28	26	26	308	410	10E	19,6	18,7	0,5	4,3	15	10E	3,9	3,5	0,1	0,2	55
713-144-35	10A atsB	26	29	30	420	580	5E3A2B	19,0	16,1	3,4	30,4	160						

Izvērtējot vizuāli pirmā stāva valdošās koku sugas radiālos pieaugumus pirms un pēc ciršanas, redzams, ka priežu audzēs ir tendence veidoties pēc ciršanas platākām gadskārtām nekā tās bija pirms ciršanas (3.1.attēls, 3.3.attēls), savukārt apsēm šādas tendences nav (3.2.attēls, 3.4.attēls). Veicot neparametrisko testu.



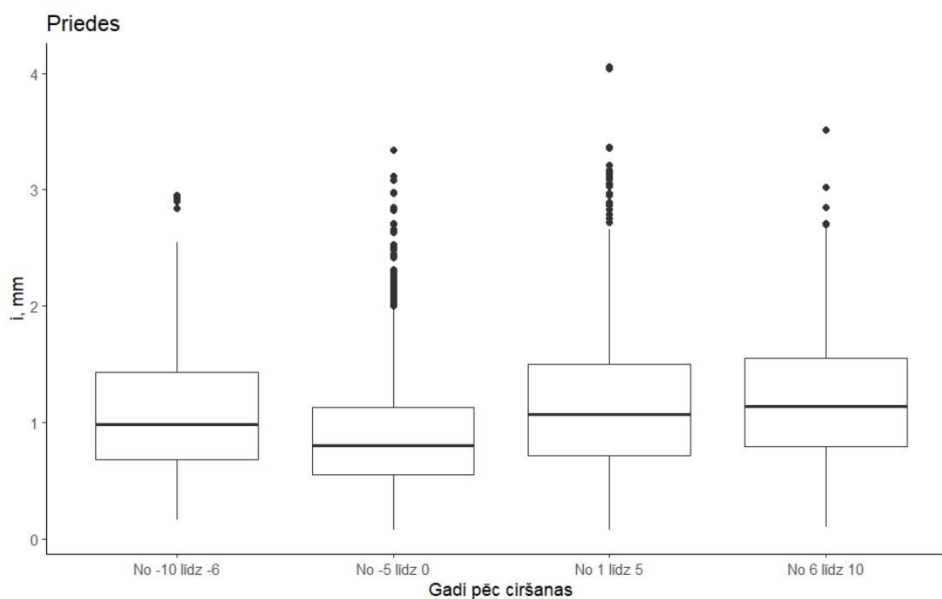
3.1. attēls. Uzmērīto priežu briestaudžu vidējie gadskārtu platumi pirms un pēc kopšanas cirtes (0 gads – kopšanas cirtes gads)



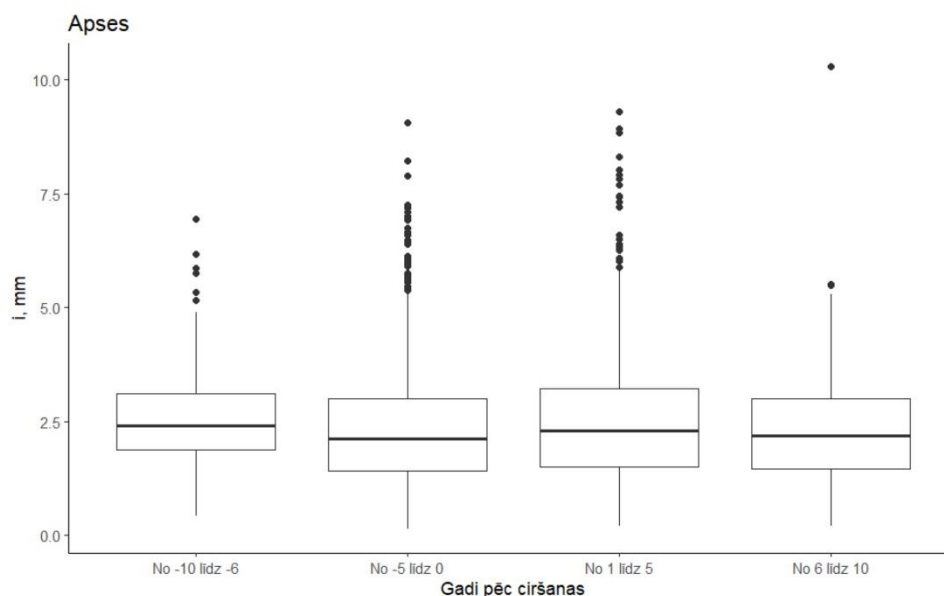
3.2. attēls. Uzmērīto apšu briestaudžu vidējie gadskārtu platumi pirms un pēc kopšanas cirtes (0 gads – kopšanas cirtes gads)

3.5.tabula. Uzmērīto briestaudžu vidējie gadskārtu platumi 10 gadus pirms (i_{pirms}) un 10* gadus pēc ($i_{\text{pēc}}$) kopšanas cirtes

Objekts	Koka suga	MT	Cirtes gads	A cirtes, gadi	i_{pirms} , mm	$i_{\text{pēc}}$, mm	p-vert (Wilcoxon-test)
111_340_2	Apse	Gr	2013	33	2.012±0.07	1.976±0.08	0.232
111_375_6	Apse	Gr	2010	32	2.384±0.06	1.899±0.07	0.944
412_246_10	Apse	Vr	2013	36	2.163±0.06	2.438±0.09	0.003*
603_432_4	Apse	Gr	2011	32	2.613±0.06	2.155±0.05	0.000*
713_144_35	Apse	Vr	2011	39	2.301±0.06	2.583±0.08	0.192
103_237_15	Priede	Dm	2012	85	1.105±0.03	1.221±0.03	0.012*
504_77_11	Priede	Ln	2010	84	0.930±0.03	1.087±0.04	<0.001*
505_13_3	Priede	Dm	2011	84	0.898±0.03	1.040±0.03	<0.001*
710_290_16	Priede	Ln	2012	90	0.768±0.02	1.111±0.03	<0.001*
711_138_14	Priede	Ln	2013	89	0.696±0.02	1.109±0.03	<0.001*



3.3. attēls. Uzmērīto priežu briestaudžu vidējie gadskārtu platumi 10 gadus pirms un 10 gadus pēc kopšanas cirtes pa 5 gadu periodiem



3.4. attēls. Uzmērīto apšu briestaudžu vidējie gadskārtu platumi 10 gadus pirms un 10 gadus pēc kopšanas ciršanas pa 5 gadu periodiem

3.1.3. Apsaimniekošanas alternatīvu programmu (dažādas intensitātes starpaudzēs izstrādes) finansiāls salīdzinājums

Materiāls un metodika

Izmantotie dati

Izmantoti MSI mežaudžu dati. No MSI datiem atlasa tikai tos parauglaukumus (PL), kuros zemju kategorija ir mežaudze, valdošās koku sugas Orlova bonitāte nav zemāka par III un valdošās koku sugas vecums priedēm ir 81 līdz 100 gadi, eglēm 61 līdz 80 gadi, bērziem un melnalkšņiem 61 līdz 70 gadi, apsēm 31 līdz 40 gadi. Tāpat modelēšanā izmanto tikai tos PL, kuriem platība ir 500 m², jo pieņemam, ka šādas platības sektoros ir pieejams adekvāts koku sadalījums, kas nav mazākos sektoros. Tāpat analizē izmanto tikai tos parauglaukumus, kuros modelēšanas laikā ir iespējams modelēt krājas kopšanas cirti, proti, I stāva audzes biezība vai nu ir vai līdz galvenās ciršanas brīdim sasniedz vismaz 0,85. Šiem kritērijiem MSI datu bāzē atbilst attiecīgi 672 PL.

Modelētie scenāriji

Augšanas gaita modelēta un finanšu plūsma aprēķināta diviem scenārijiem:

BKKC – scenārijā nemodelē krājas kopšanas ciršanas briestaudzēs;

AKKC – scenārijā modelē krājas kopšanas ciršanas briestaudzēs.

Lapu koku audzēs AKKC scenārijā kopšanas ciršanas tiek modelētas 5 gadus pirms galvenās ciršanas veikšanas, bet skuju koku audzēs - 5, 10 un 15 gadus pirms galvenās ciršanas veikšanas (3.6. tabula).

3.6. tabula. Parauglaukumu sadalījums pa valdošajām sugām un kopšanas laiku pirms galvenās ciršanas veikšanas

Suga	Kopšanas laiks pirms GC ciršanas, gadi			Kopā
	5	10	15	
Priede	127	114	109	350

Egle	58	56	52	166
Bērzs	110	-	-	110
Melnalksnis	37	-	-	37
Apse	9	-	-	9
Visas sugas	341	170	161	672

Rezultāti

Modelētie rezultāti liecina, ka kopšanas cirtes lapu koku briestaudzēs, pie aprēķinos pieņemtās sortimentācijas un to cenu līmeņa un pieņēmumiem par darbu izmaksām, nav finansiāli izdevīgi veikt, bet skuju koku audzēs, ja līdz galvenās cirtes vecumam ir mazāk par 10 gadiem. Jo tikai pie 4,72% un 5% diskonta likmes priežu un egļu audzēs 15 gadus pirms galvenās cirtes veikšanas finansiāli izdevīgi ir veikt kopšanas cirti briestaudzē (3.7. tabula).

Pie interešu procentu likmes 4,72% tikai 4 parauglaukumos no 341 modelētā, kur būtu izdevīgi veikt kopšanas cirti piecus gadus pirms galvenās cirtes veikšanas, bet desmit gadus pirms galvenās cirtes veikšanas kopšanas cirti ir izdevīgi veikt tikai 40% priežu audzēs, un 12% egļu audzēs. Pie šīs pašas procentu likmes priedes audzēs 15 gadus pirms galvenās cirtes veikšanas kopšanas cirti ir izdevīgi veikt 58,2%, un 71,2% egļu audžu.

3.7. tabula. Tīro ienākumu no koksnes realizācijas starpība starp AKKC un BKCC scenārijiem, eiro·ha⁻¹

Diskonta likme	Suga	Kopšanas laiks pirms GC cirtes, gadi					
		5		10		15	
		vid	se	vid	se	vid	se
0	Priede	-3763	163	-4608	182	-5257	218
	Egle	-3060	171	-3451	168	-3773	164
	Bērzs	-3387	133	-	-	-	-
	Melnalksnis	-2384	139	-	-	-	-
	Apse	-2220	344	-	-	-	-
	Visas sugas	-3332	-180	-4227	140	-4777	166
1	Priede	-3027	138	-3277	136	-3309	153
	Egle	-2521	148	-2568	133	-2496	122
	Bērzs	-2820	113	-	-	-	-
	Melnalksnis	-1984	116	-	-	-	-
	Apse	-1848	296	-	-	-	-
	Visas sugas	-2730	-148	-3043	104	-3046	115
2	Priede	-2399	116	-2184	98	-1774	105
	Egle	-2060	129	-1840	104	-1488	95
	Bērzs	-2323	95	-	-	-	-
	Melnalksnis	-1637	97	-	-	-	-
	Apse	-1522	254	-	-	-	-
	Visas sugas	-2211	-120	-2071	75	-1682	78
3	Priede	-1862	95	-1288	68	-570	74
	Egle	-1666	111	-1241	81	-695	81
	Bērzs	-1890	80	-	-	-	-
	Melnalksnis	-1334	83	-	-	-	-
	Apse	-1237	218	-	-	-	-
	Visas sugas	-1764	-96	-1273	53	-610	56
4	Priede	-1402	78	-556	47	370	61
	Egle	-1329	95	-749	62	-72	77

Diskonta likme	Suga	Kopšanas laiks pirms GC cirtes, gadi					
		5		10		15	
		vid	se	vid	se	vid	se
	Bērzs	-1511	67	-	-	-	-
	Melnalksnis	-1071	72	-	-	-	-
	Apse	-988	186	-	-	-	-
	Visas sugas	-1378	-75	-620	38	227	51
5	Priede	-1010	62	40	37	1100	62
	Egle	-1040	81	-346	49	413	80
	Bērzs	-1181	55	-	-	-	-
	Melnalksnis	-842	62	-	-	-	-
	Apse	-769	159	-	-	-	-
	Visas sugas	-1045	-57	-87	33	878	55
4.72	Priede	-1114	66	-115	38	914	61
	Egle	-1116	85	-451	52	290	79
	Bērzs	-1269	58	-	-	-	-
	Melnalksnis	-903	65	-	-	-	-
	Apse	-828	166	-	-	-	-
	Visas sugas	-1134	-61	-225	33	712	53

vid – aritmētiski vidējā vērtība, ±SE – standartklūda;

Negatīva vidējā vērtība norāda, ka AKKC scenārijs ir finansiāli neizdevīgāks.

Mūsu rezultāti parāda, ka pie interešu likmes līdz 5% kopšanas cirtes egles, bērza, melnalkšņa un apses briestaudzēs samazina ne tikai galvenajā cirtē iegūstamos ienākumus, bet arī ienākumus kopumā. Protams, paaugstinot interešu likmi, rezultāti var arī mainīties, jo pie augstākas interešu likmes starpība starp scenārijiem samazinās. Priedes audzēs, ja interešu likme ir 4,72% vai 5%, kopšanas cirtes briestaudzēs ir izdevīgi veikt (vai vismaz tās nenes zaudējumus) 15 gadus pirms galvenās cirtes veikšanas, bet 5 un 10 gadus pirms galvenās cirtes veikšanas kopšanas cirtes veikt nav izdevīgi. Šī gada rezultāti ievērojami atšķiras no pētījuma 2021.g. rezultātiem, kad, izmantojot tā brīža aktuālās cenas, tika konstatēts, ka pie uzņēmuma izvēlētajā interešu likmes (4,58%) nevienai no sugām nav neviens parauglaukums, kur būtu izdevīgi veikt kopšanas cirti piecus gadus pirms galvenās cirtes veikšanas, bet desmit gadus pirms galvenās cirtes veikšanas kopšanas cirti ir izdevīgi veikt tikai vienā priedes audzē, kas ir 0,9%, bet no 56 egles audzēm nevienā. Pie šīs pašas procentu likmes priedes audzēs 15 gadus pirms galvenās cirtes veikšanas kopšanas cirti ir izdevīgi veikt 63 audzēs jeb 57,8%, un 6 egles audzēs jeb 11,5%.

Šeit gan būtiski norādīt, ka aprēķinos nav ņemts vērā, ka virknē gadījumu pēc krājas kopšanas cirtes, it īpaši egļu audzēs, nepieciešams veikt sanitāro izlases cirti.

Secinājumi

Konstatēts, ka priežu audzēs koki 5 gadus pēc kopšanas cirtes veido papildus radiālo pieaugumu, savukārt apšu audzēs tās netika konstatēts.

Modeli, kurā izmantoti jaunākie vienādojumu koeficienti, papildinot ar jaunākajām cenām un izmaksām, secināts, ka finansiālais kopšanas ciršu izdevīgums ir atkarīgs no apsaimniekojamās koku sugas un laika līdz galvenās cirtes vecumam. Atšķirībā no 2021.g. aprēķiniem, kad finansiāli izdevīgi bija veikt kopšanas cirti tikai priežu audzēs, ja līdz galvenās cirtes vecumam ir vismaz 15 gadi, tad pie šajos aprēķinos izmantotajām cenām, tas atsevišķos gadījumos (10% gadījumu) ir izdevīgi arī egļu audzēs un priežu audzēs vai atsevišķos gadījumos 10 gadi.

Literatūra

1. Donis J., Šņepsts G., Zdors L. (2015) Mežaudžu augšanas gaitas un pieauguma noteikšana, izmantojot pārmērītos meža statistiskās inventarizācijas datus” Pētījuma pārskats.
2. Donis J., Šņepsts G., Zdors L. (2020) Augšanas gaitas modeļu pilnveidošana. Pētījuma pārskats.
3. Ozoliņš R. (2002) Forest stand assortment structure analysis using mathematical modelling. *Forestry Studies, Metsanduslikud Uurimused*, Vol. 37, p. 33–42.