



PĀRSKATS  
PAR PĒTĪJUMU PROGRAMMAS I ETAPU

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

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”

PASŪTĪTĀJS: AKCIJU SABIEDRĪBA “LATVIJAS valsts meži”  
Līguma Nr. 5-5.9.1\_007s\_101\_21\_81

PĒTĪJUMA ZINĀTNISKAIS

VADĪTĀJS: Jānis Donis, LVMI Silava pētnieks

Salaspils, 2022

## Saturs

Kopsavilkums.....	3
Summary .....	4
Tabulu saraksts.....	5
Attēlu saraksts.....	6
Ziņojumā lietotie simboli un saīsinājumi.....	7
Ievads .....	9
1. Mērķtiecīgi audzētu (jaunaudžu stadijā retu) mežaudžu primārie taksācijas rādītāji un to aktualizācija .....	10
1.1. Parauglaukumu iekārtošana mērķtiecīgi audzētās (jaunaudžu stadijā retās) mežaudzēs .....	10
1.1.1. Agrāk iekārtotu eksperimentu pārmērīšana .....	10
1.1.2. Uzmērīšana pēc LVM veiktām kopšanas cirtēm .....	12
1.1.3. Uzmērīšana LVM objektos, kas jau sākotnēji bijuši ar zemu sākotnējo biežumu .....	12
1.1.4. Pieauguma novērtēšana .....	12
1.1.5. Augšanas gaitas aproksimācija un taksācijas rādītāju aktualizācijas modeļa izstrāde .....	16
2. Augšanas gaitas monitorings pēc pakāpeniskajām/izlases cirtēm (dažādvecuma audžu augšanas gaita).....	18
2.1. Augšanas gaitas novērtēšanas objektu uzmērīšana .....	18
2.1.1. Iepriekšējos gados iekārtotu objektu pārmērīšana.....	18
2.1.2. Jauni parauglaukumi LVM objektos .....	23
2.1.3. Pakāpenisko/izlases ciršu objektu telpiskās struktūras novērtējums .....	27
2.1.4. Dažādu kohortu koku (iepriekšējās paaudzes koku un jaunās paaudzes koku augšanas gaitas aproksimācija) .....	30
2.1.5. Vienlaidus atjaunošanas ciršu, pakāpenisko un izlases ciršu finansiāls salīdzinājums .....	30
3. Koku augšanas gaitas izmaiņas pēc veiktas koku ciršanas briestaudzēs .....	31
3.1. Augšanas gaitas simulāciju modeļa precizēšana .....	31
3.1.1. Augšanas gaitas simulāciju modeļa precizēšana .....	31
3.1.2. Papildus parauglaukumu ierīkošana .....	33
3.1.3. Apsaimniekošanas alternatīvu programmu (dažādas intensitātes starpaudzes izstrādes) finansiāls salīdzinājums .....	33
Literatūra.....	36

## Kopsavilkums

Pētījuma pirmā etapa pirmajā posmā (kopš 2021. g. jūnija) īstenoti sekojoši darba uzdevumi trīs aktivitātēs.

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

Pārmērīti 5 pētījumu objekti, kuros jaunaudžu stadijā veikta kokaudžu retināšana. Veikta uzmērīšana mērķtiecīgi koptos objektos, kuras koptas pirms 8 - 12 gadiem. Kopējā parauglaukumu platība 6,9ha. Veiktas stumbru analīzes un pieaugumu aprēķini paraugkokiem, kas iegūti sākotnēji retā B stādījumā. Konstatēts, ka arī sākotnēji retos stādījumos, bez koku savstarpējās konkurences, notiek diferenciacija augstumu pieaugumos un piem., laiks, lai koki sasniegtu 20m augstumu, var atšķirties pat par vairāk nekā 10 gadiem.

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

Pārmērīti 10 pētījumu objekti (54 parauglaukumi), savukārt no jauna iekārtoti 20 objekti, kuros kopumā uzmērīti 162 parauglaukumi. Aprēķināti iekārtoto objektu kokaudžu taksācijas rādītāji pēc 2021.g. sezonas mērījumiem. Veikta iepriekšējās audzes koku telpiskā izvietojuma analīze, balstot uz LiDAR datiem, aprēķinot GRIDMETRICS 5x5 m kvadrātos. Veicot telpisko analīzi punktiem, kuros ir iepriekšējās paaudzes koki, konstatēts, ka to izvietojums vienlaidus izlases cirtēs ir nejaus vai grupveidā.

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. Balstoties uz MSI datu bāzē esošu priedes, egles, bērza, melnalkšņa un apses briestaudžu taksācijas rādītājiem (672 parauglaukumi) veikta 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 4,58% 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 5 thinning experiments. Measurements of stands thinned 8 to 12 years ago was carried out in total area 6.9 ha. Stem analysis of 30 birches grown at initially low density was carried out. Results revealed that even without intraspecies competition tree differentiation at the growth.

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

Re-measured according to methodology 10 research sites (54 sample plots). Established 20 new research sites with 162 sample plots. The inventory indicators of stands of arranged objects have been calculated according to the measurements of 2021. Spatial layout of the trees of previous generation stand has been analysed using LiDAR data by calculating GRIDMETRICS in 5x5 m squares. It has been found out that trees are to be 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), 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 4.58% or more and thinning is carried out 15 years before the age of the final felling).

## Tabulu saraksts

1.1.tabula. 2021.g. pārmērīto agrāk iekārtoto jaunaudžu stadijā retu pētījumu objektu apraksts .....	10
1.2.tabula. 2021.g. pārmērīto agrāk iekārtoto pētījumu objektu apraksts .....	12
1.3. tabula. Bērzu paraugkoku vidējie raksturojošie taksācijas rādītāji .....	14
1.4.tabula. kokaudžu taksācijas rādītāji pie atšķirīga saglabātās biežības grupas.....	17
1.5.tabula. Kokaudžu taksācijas rādītāju relatīvās vienības, salīdzinot ar kontroles parauglaukumiem atšķirīgas saglabātās biežības grupām.....	17
2.1.tabula. 2021. gadā pārmērīto pakāpenisko/ izlases ciršu objektu saraksts un raksturojums.....	18
2.2.tabula Audzes struktūra pētījuma audzēs, kas pārmērītas 15-17 gadus pēc izlases cirtes .....	20
2.3.tabula. Audzes struktūra pētījuma audzēs, kas pārmērītas 19-20 gadus un 26 gadus pēc izlases cirtes .....	21
2.4.tabula. Atjaunošanās (priede, egles, bērzs) koku skaits pārmērītajos objektos .....	22
2.5.tabula. Atjaunošanās (priede, egles, bērzs) koku vidējais augstums pārmērītajos objektos .....	22
2.6. tabula. 2021. gadā no jauna iekārtoto pakāpenisko/ izlases ciršu objektu saraksts un raksturojums .....	23
2.7.tabula. No jauna iekārtoto pētījuma objektu audžu struktūra 10 gadus pēc izlases cirtes .....	25
2.8.tabula. No jauna ierīkoto pētījuma objektu dabiskās atjaunošanās (priede, egles, bērzs) skaits uzmērītajos objektos 10 gadus pēc izlases cirtes .....	26
2.9.tabula. No jauna iekārtoto pētījuma objektu dabiskās atjaunošanās (priede, egles, bērzs) vidējais augstums uzmērītajos objektos 10 gadus pēc izlases cirtes .....	26
2.10.tabula Izlases ciršu objektu augstāko/ zemāko 95. percentiles punktu klāsterēšanās statistiskais izvērtējums (High/Low Clustering (Getis-Ord General G) .....	29
3.1.tabula. Aprēķinos izmantotās sortimentu dimensijas un cenas patēriņa vietā .....	31
3.2.tabula. Aprēķinos izmantotā sortimentu korekcija .....	32
3.3.tabula. Aprēķinos izmantotās mežizstrādes darbu izmaksas (eiro m <sup>-3</sup> ) .....	32
3.4.tabula. Parauglaukumu sadalījums pa valdošajām sugām un kopšanas laika pirms galvenās cirtes veikšanas .....	34
3.5.tabula. Tīro ienākumu no koksnes realizācijas starpība starp AKKC un BKCC scenārijiem, eiro·ha <sup>-1</sup> .....	34

## Attēlu saraksts

1.1. attēls. Bērza caurmērs ( $\pm$ ticamības intervāls) audzēs ar dažādu biezumu pēc jaunaudzū kopšanas .....	11
1.2.attēls. Bērza augstums ( $\pm$ ticamības intervāls) audzēs ar dažādu biezumu pēc jaunaudzū kopšanas .....	11
1.3.attēls. Bērzu paraugkoku taksācijas rādītāju vidējās vērtības noteiktā vecumā.....	14
1.4. attēls. Bērzu paraugkoku noteiktais vecums sasniedzot 5m, 10m un 20m .....	15
1.5. attēls. Gadskārtu platumu relatīvais papildpieaugums.....	16
2.1.attēls. Izlases ciršu objektu koku vainagu augstumu modeļi (CHM) .....	28
2.2.attēls. Izlases ciršu objektā koku vainagu augstumu modeļi (CHM) un GRIDSTATISTICS Hmax vērtības 5x5m tīkls. Piemērs (1) nejaušs izvietojums (2) grupveida izvietojums.....	29
2.3.attēls. Izlases ciršu objektu GRIDSTATISTICS P95 vērtības 5x5m tīklā. Karsto un auksto punktu izvietojums. Piemērs (1) relatīvi vienmērīgi izvietotiem kokiem “kastajiem punktiem” (2) “ar karstajiem” (sarkani) un “aukstajiem” (zili) punktiem. ....	30

## Ziņojumā lietotie simboli un saīsinājumi

LĢIA – 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 – blīzna  
VAP – vienlaidus atjaunošanas cirte  
Zdvp – vidējā periodiskā caurmēra 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 Silava dibināšanas. Mērījumi periodiski tiek veikti 50 meža objektos, kuros valdošā suga ir priede, egļu vai bērzs. 80 objektos ir veikti jaunaudzes augšanas gaitas novērojumi saistībā 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.
  - a. Iepriekšējos gados iekārtotu objektu pārmērīšana.
  - b. Uzmērīšana pēc LVM veiktām kopšanas cirtēm.
  - c. Pieauguma novērtēšana.
  - d. Augšanas gaitas aproksimācija un taksācijas rādītāju aktualizācijas modeļa izstrāde
2. Augšanas gaitas monitorings pēc pakāpeniskajām/izlases cirtēm (dažādvecuma audžu augšanas gaita).
  - a. Iepriekšējos gados iekārtotu objektu pārmērīšana.
  - b. Jauni parauglaukumi LVM objektos.
  - c. Pakāpenisko/izlases ciršu objektu telpiskās struktūras novērtējums.
3. Koku augšanas gaitas izmaiņas pēc veiktas koku ciršanas briestaudzēs.
  - a. Augšanas gaitas simulāciju modeļa precizēšana.
  - b. Apsaimniekošanas alternatīvu programmu (dažādas intensitātes starpaudzes izstrādes) finansiāls salīdzinājums.

## 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

##### Materiāls un metodika

Parauglaukumi iekārtoti 5 objektos (bērzu audzēs), kuros veikta koku retināšana jaunaudžu stadijā, kad koku augstums bija 4 – 5 m. Eksperimentā pārbaudāmo variantu uzskaitījums dots 1.1. tabulā. Katra varianta pārbaudei iezīmēta parcela ar platību 0,16 ha. Vecums uzmērīšanas brīdī 14 – 17 gadi, kopšana veikta pirms 4 pilnām veģetācijas sezonām.

Koptajā daļā:

1. Parcelas centrā izvieta parauglaukuma centru;
2. Mēra 500 m<sup>2</sup> parauglaukumu ar rādiusu 12,62 m, kurā visiem kokiem (ne krūmiem), kas sasnieguši vismaz 1 cm krūšaugsstuma caurmēru, nosaka azimutu, attālumu no centra, caurmēru un augstumu;

Kontroles (nekoptajā) daļā:

1. Izvieta divus 25 m<sup>2</sup> apļveida parauglaukumus ar rādiusu 2,82 m, kuros visiem kokiem, kuri sasnieguši 1,3 m augstumu, nomēra caurmēru.
2. Pēc tam mēra 100 m<sup>2</sup> 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°).

Kopumā uzmērīti 1762 koki.

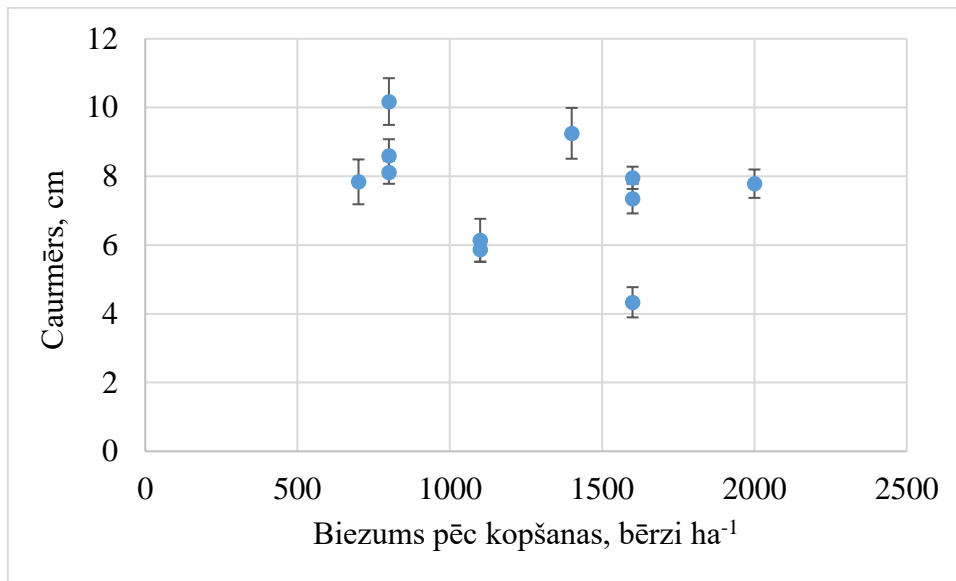
#### 1.1.tabula. 2021.g. pārmērīto agrāk iekārtoto jaunaudžu stadijā retu pētījumu objektu apraksts

Objekts Nr.	Vecums (uzmērījums pēc kopšanas)	Varianti				
		1	2	3	4	5
1140	14	800	1600	K		
1147	14	800	1600	1600	2000	K
1057	15	1100	1100	K		
1045	16	800	1600	K	K	
1065	17	700	700	1100	1400	K

##### Rezultāti

Vairumā gadījumu katra stādījuma ietvaros, palielinoties audzes biezumam, samazinās bērza vidējais caurmērs (1.1.att.). Arī analizējot visus eksperimentus kopā, kopšana nozīmīgi ietekmējusi bērzu caurmēru, kas retākajās audzēs (700-800 bērzi ha<sup>-1</sup>) sasniedz 8.7±0.5cm, kamēr nekoptajās tikai

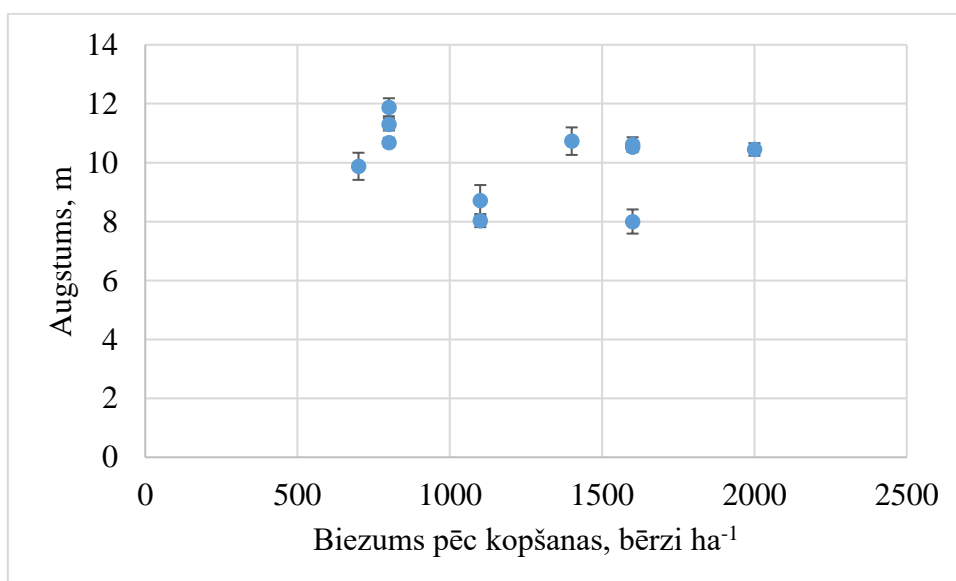
4.7±0.7 cm. Atšķirības starp vidēja biežuma (1100-2000 koki ha<sup>-1</sup>) audzēm un kontroli mazāk izteiktas.



**1.1. attēls. Bērza caurmērs (±ticamības intervāls) audzēs ar dažādu biežumu pēc jaunaudžu kopšanas**

Līdzīga sakarība novērojama koku augstumam, kas zemākā biežuma stādījumos bija 10,9±0,3 m, kamēr kontrolē vidēji 7,6±0,7 m (1.2.attēls). Stādījumu ietvaros vērojama līdzīga, tomēr mazāk izteikta sakarība starp augstumu un biežumu, nekā starp caurmēru un biežumu.

Caurmēra izmaiņas kontrolē vidēji 0,5-1,0 cm gadā, augstuma 0,8-1,1m gadā. Šo pašu parametru izmaiņas (ko ietekmē gan koku skaita samazināšana, gan pieaugums) koptajā daļā ar biežumu, mazāku par 1600 bērzi ha<sup>-1</sup>, ir 1,2-1,6 cm un 0,8-1,6 m un biežumam 800 koki uz ha attiecīgi 1,5-1,8 cm un 1,6-1,7 m. Kopumā konstatēts, ka references periods (4-5 gadi) pēc kopšanas var būt nepietiekams, lai pilnvērtīgi raksturotu koku atbildes reakciju uz šo mežkopības pasākumu, tādēļ eksperimenti saglabājami turpmākiem mērījumiem.



**1.2.attēls. Bērza augstums (±ticamības intervāls) audzēs ar dažādu biežumu pēc jaunaudžu kopšanas**

### 1.1.2. Uzmērīšana pēc LVM veiktām kopšanas cirtēm

#### Materiāls un metodika

Uzmērīšana veikta 9 objektos, kuros samērītas 62 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. Parceļu izmērs atkarībā no objekta un saglabātā šķērslaukuma ir no 0,06 ha līdz 0,23 ha. Kopējā uzmērītā parauglaukumu platība ir 6,76 ha. Parauglaukumos, kuros veikta retināšana (vecums uzmērīšanas brīdī 30 - 63 gadi) katrā parcelē uzmērīts visu koku caurmērs ar 1 cm precizitāti, un izlases veidā arī augstums, pirmā zaļā zara augstums. Kopā uzmērīti 8363 koki, no tiem augstums uzmērīts 2231 kokam. Pētījumu objektu vispārējs raksturojums dots 1.2.tabulā.

1.2.tabula. 2021.g. pārmērīto agrāk iekārtoto pētījumu objektu apraksts

Nr.p .k.	LVM reģions	Objekts	Parcelu skaits	M T	Koku skaits	Sugas	Vid. D, cm	vid. H, m	vid. V, m <sup>3</sup>
1	Austrumvidzeme	103-67-5	6	M r	737	P, E, B	13,4	15,2	0,1
2	Austrumvidzeme	103-68-12	8	M r	960	P, E, B	12,7	14,1	0,1
3	Rietumvidzeme	401-324-7	12	A s	2048	P, E, B, A, Bl	14,4	15,1	0,2
4	Vidusdaugava	508-152-13	6	A s	378	P, E, B, Oz	17,5	17,0	0,2
5	Vidusdaugava	508-284-7	5	D m	546	P, E, Oz	13,4	17,6	0,2
6	Zemgale	601-160-2	6	M r	1410	P, B	12,3	14,6	0,1
7	Zemgale	601-162-7	6	M r	591	P, E, B	18,3	19,6	0,3
8	Kurzeme	705-209-6	6	D m	1208	P, E, B, M, A, Ba, Bl	9,9	16,4	0,1
9	Kurzeme	705-273-20	6	M r	485	P, E, B	20,7	22,7	0,4

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

Šajā etapā nav plānots.

### 1.1.4. Pieauguma novērtēšana

#### Materiāls un metodika

Pētījumā par koku augšanu (radiālo un augstuma pieaugumiem) izmantoti dati par 45 gadus vecu bērzu audzi. Bijušajā Limbažu sēkļu plantācijā nozāģēti 30 paraugkoki, lai iegūtu precīzu informāciju par koka konkrēto vecumu un radiālo augšanu noteiktā augstumā. Katram nozāģējamam

paraugkokam uz stumbra atzīmēts Z, A, D un R virziens. No vietas, ko uzskatīja par celma augstumu, nomērīti trīs (0,5m, 1 m un 1,3m) augstumi, atzīmējot tos uz stumbra. Pēc koku nozāģēšanas stumbriem nomērīts tā garums un ar krāsu visā koka garumā atzīmēti Z un A virzieni. Uz nogāztā koka virsmas ar krāsu izveidotas atzīmes ik pa 1 m, sadalot stumbru viena metra garās sekcijās un no katras sekcijas izzāģējot koksnes ripu.

Laboratorijā katrai ripai, uzmērot to divos virzienos, noteikts radiālais pieaugums (mm) (bez mizas). Ripām, kas bija bojātas vai “ar nesaskatāmām gadskārtām”, neveica radiālā pieauguma mērījumus, līdz ar to visu paraugkoku pieauguma dati nav pilnīgi.

Lai arī katram kokam ir zināms stumbra garums, pētījumā lietots termins “koka augstums”, lai raksturotu augstuma pieaugumu noteiktā laikā. Datu analīzē izmantoti tie dati, kur noteiktā augstumā ir zināms arī īstais paraugkoka vecums.

Relatīvā ikgadējā papildus pieauguma aprēķināšana veikta ar mērķi noskaidrot, vai pastāv kāds faktors, kas ietekmē kokaudzes radiālo papildus pieaugumu pēc tam, kad paraugkoki sasnieguši 20 gadu vecumu. Sākotnēji gadskārtu datiem veikta ikgadējā papildus pieauguma novērtēšana ar 5 gadu polinomiāli slīdošo izlīdzināto gadskārtu platuma aprēķināšanu jeb konkrēto gadskārtu platums izteikts kā relatīvās izmaiņas pret iepriekšējiem 5 gadiem:

$$\ln w'(i,t,l) = (-3 \ln w(i,t-2,l) + 12 \ln w(i,t-1,l) + 17 \ln w(i,t,l) + 12 \ln w(i,t+1,l) - 3 \ln w(i,t+2,l)) / 35 \quad (1.1.),$$

kur:

w – vidējais gadskārtu platums (mm);

i – paraugkoks;

t – gads;

l – parauglaukums.

Katram kokam kā kontroles jeb retrospekcijas apgabals atlasīts laika periods no 1978. līdz 1988. gadam. Katram kokam noteikts relatīvais ikgadējais papildpieaugums, lai novērstu klimatisko faktoru ietekmi uz ikgadējo radiālo augšanu.

$$d(i,t|\Delta t_c) = w'_{tr}(i,t) - \overline{w_c}(i,\Delta t_c), \quad (1.2.)$$

$$\text{kur } \overline{w_c}(i,\Delta t_c) = \sum_{t=t_1}^{t_2} w'(i,t) / n_c,$$

kur:

d – relatīvais ikgadējais papildpieaugums;

i – koks;

t – gads;

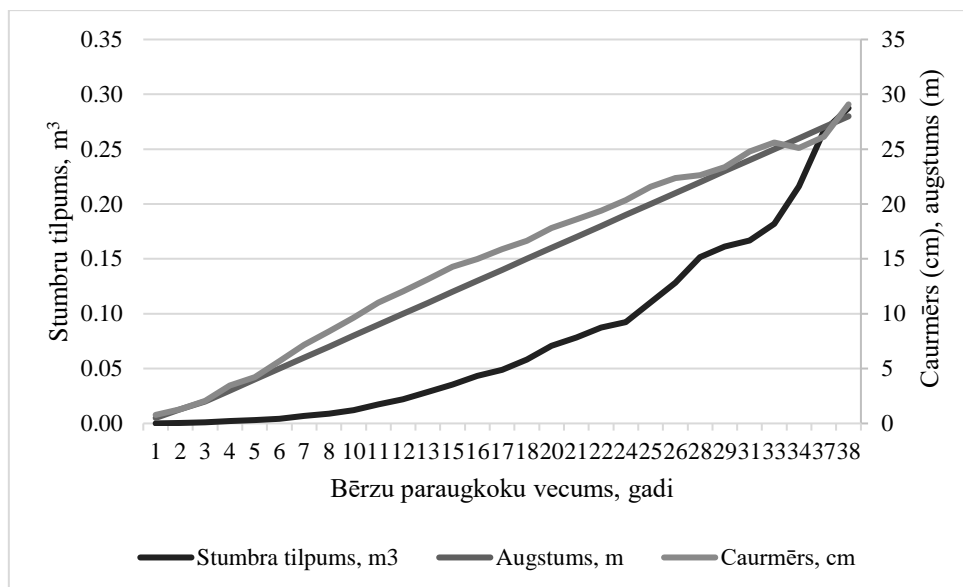
w'\_{tr} – izlīdzinātais gadskārtas platums kokam;

Δt\_c – kontroles periods;

overline{w\_c} – kontroles vidējais gadskārtu platums;

n\_c – kontroles gadskārtu skaits.

Aplūkojot apkopotos datus par kopējām bērzu paraugkoku raksturojošajām taksācijas rādītāju tendencēm, redzams, ka bērzu paraugkoku vidējā caurmēra un augstuma vērtībām ir līdzīgas, tas ir, lineāras tendences attiecībā pret vecuma izmaiņām (1.3 attēls). Savukārt koku stumbrā tilpuma vidējās vērtības (bez mizas) līkne pakāpeniski palielinās.



1.3.attēls. Bērzu paraugkoku taksācijas rādītāju vidējās vērtības noteiktā vecumā

Lai arī bērzu plantācijas vecums bija 45 gadi, savukārt analizē iekļauti dati tikai par 38 gadiem, tas ir, izslēdzot datus par pēdējiem gadiem (1.3. tabula), jo galotnes daļai nebija pieejami pietiekami kvalitatīvi dati.

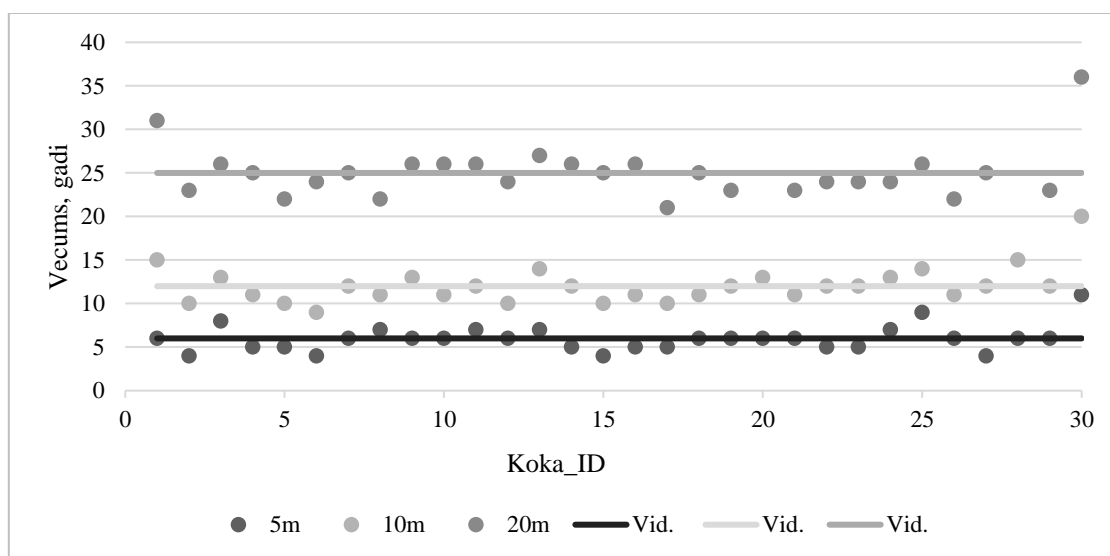
1.3. tabula. Bērzu paraugkoku vidējie raksturojošie taksācijas rādītāji

Augstums, m	Vecums, gadi	Standart-klūda	Caurmērs, cm	Standart-klūda	Šķērs-laukums, m <sup>2</sup>	Standart-klūda	Stumbrā tilpums, m <sup>3</sup>	Standart-klūda
0,5	1	-	0,8	0,1	9,00E-05	2,06E-05	5,06E-05	1,19E-05
1	1	-	1	0,1	2,03E-04	3,90E-05	1,75E-04	3,38E-05
1,3	2	-	1,3	0,2	3,19E-04	6,13E-05	3,50E-04	6,74E-05
2	3	-	2,1	0,2	7,59E-04	1,39E-04	0,0011	0,0002
3	4	-	3,4	0,3	1,18E-03	2,23E-04	0,0022	0,0004
4	5	-	4,2	0,2	1,25E-03	2,32E-04	0,0031	0,0006
5	6	-	5,7	0,3	1,56E-03	2,84E-04	0,0042	0,0008
6	7	-	7,2	0,3	2,12E-03	4,01E-04	0,0068	0,0013
7	8	-	8,4	0,3	2,52E-03	4,67E-04	0,0088	0,0016
8	10	-	9,7	0,4	0,0032	0,0006	0,0122	0,0022
9	11	-	11	0,4	0,0041	0,0008	0,0175	0,0032
10	12	-	12	0,4	0,0050	0,0009	0,0220	0,0040

Augstums, m	Vecums, gadi	Standart-klūda	Caurmērs, cm	Standart-klūda	Šķērs-laukums, m <sup>2</sup>	Standart-klūda	Stumbratilpums, m <sup>3</sup>	Standart-klūda
11	13	-	13,2	0,5	0,0057	0,0010	0,0288	0,0053
12	15	-	14,3	0,5	0,0068	0,0012	0,0354	0,0065
13	16	-	15	0,5	0,0072	0,0013	0,0433	0,0080
14	17	-	15,9	0,6	0,0079	0,0015	0,0490	0,0089
15	18	-	16,6	0,6	0,0090	0,0016	0,0581	0,0106
16	20	-	17,8	0,6	0,0100	0,0019	0,0707	0,0131
17	21	-	18,6	0,6	0,0103	0,0019	0,0785	0,0143
18	22	-	19,4	0,6	0,0109	0,0020	0,0875	0,0162
19	24	1	20,3	0,6	0,0114	0,0021	0,0922	0,0174
20	25	1	21,6	0,7	0,0129	0,0024	0,1105	0,0209
21	26	1	22,4	0,7	0,0144	0,0028	0,1282	0,0251
22	28	1	22,6	0,8	0,0156	0,0031	0,1516	0,0303
23	29	1	23,4	0,8	0,0164	0,0034	0,1613	0,0329
24	31	1	24,8	0,8	0,0160	0,0037	0,1666	0,0393
25	33	1	25,6	0,8	0,0133	0,0030	0,1818	0,0397
26	34	1	25,1	1,2	0,0184	0,0046	0,2161	0,0540
27	37	1	26,1	1,6	0,0220	0,0070	0,2667	0,0843
28	38	1	29,1	2,2	0,0229	0,0103	0,2875	0,1286

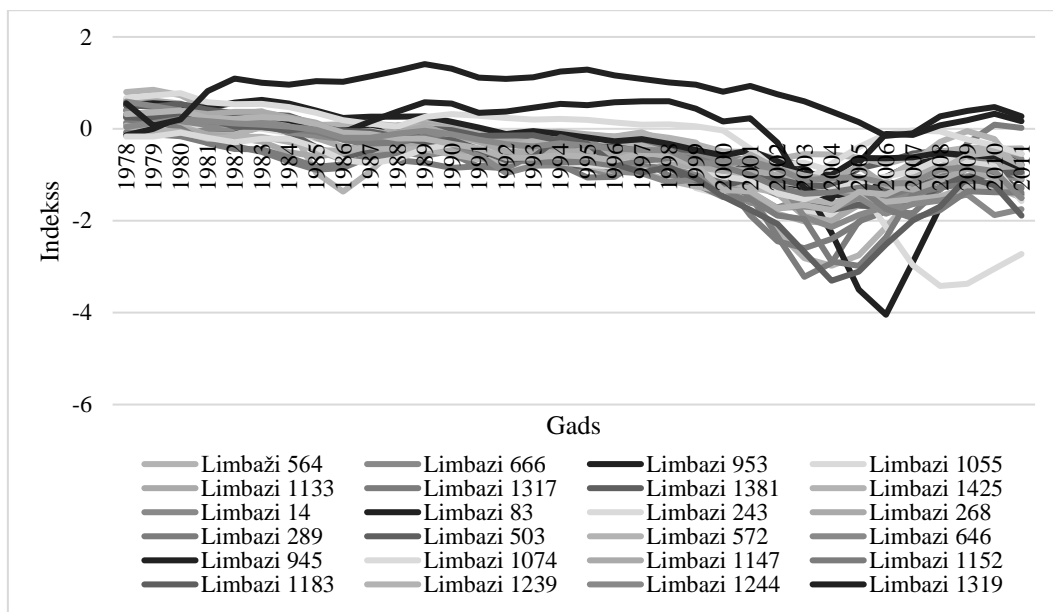
Aplūkojot saistību starp caurmēra un augstuma pieaugumiem, novērojama liela izkliede caurmēra (bez mizas) vērtībās. Piemēram, kokam sasniedzot 23 metrus, vidējais bērzu caurmērs 1,3 m augstumā ir 23,4 cm, bet uzmērītajos datos konstatēts, ka vērtības variē no 15 cm līdz 32 cm.

Koku augšanas gaita augstumā ir relatīvi sinhrona, tomēr 20 m augstumu sasniegšanai kokiem nepieciešami 25 līdz 35 gadi, neskatoties uz to, ka tiem praktiski nav bijusi savstarpējā konkurence – sākotnējais koku skaits 400 bērzi ha<sup>-1</sup>.



1.4. attēls. Bērzu paraugkoku noteiktais vecums sasniedzot 5m, 10m un 20m

Veicot polinomiālo gadskārtu platumu izlīdzināšanu un izrēķinot relatīvo papildpieauguma indeksus, redzams, ka, salīdzinot ar kontroles periodu, vairumam paraugkoku novērojamas negatīvas vērtības, ja kā kontroles periodu izvēlas laika periodu no 1978. līdz 1988. gadam. Aplūkojot visu paraugkoku vidējās gadskārtu vērtības un salīdzinot ar izlīdzinātajām vērtībām, redzams, ka vissliktākais radiālais pieaugums bijis posmā no 2003. līdz 2006. gadam (1.5. attēls), bet pēdējos piecos gados novērojams papildus pieaugums. Izteikti negatīvas papildpieauguma vērtības aprēķinātas periodā no 2001. līdz 2008. gadam (1.5. attēls). Ticamākais, ka tas saistīts ar vides izmaiņām (meteoroloģiskie apstākļi), tomēr tas norāda uz to, ka īslaicīgi pētījumi var novest pie būtiskām kļūdām ilgtermiņa prognozēs.



**1.5. attēls. Gadskārtu platumu relatīvais papildpieaugums**

### 1.1.5. Augšanas gaitas aproksimācija un taksācijas rādītāju aktualizācijas modeļa izstrāde

Veicot atkārtotus mērījumus 9 krājas kopšanas ciršu pētījumā (1.1.2. nodaļa) objektos, secināts, ka kontrolē paliekošo koku vidējais augstums (15,41 m) ir ievērojami mazāks par koku vidējo augstumu pēc krājas kopšanas cirses līdz kritiskajam (17,93 m), kritiskajam minimālajam (17,28 m) un minimālajam (17,38 m) šķērslaukumam (1.4.tabula).

Kontrolēs augošajiem kokiem kopumā novērots vismazākais vidējais tilpums – 0,16 m<sup>3</sup>, savukārt koki ar lielāko vidējo tilpumu – 0,37 m<sup>3</sup>, konstatēti parcelās, kurās šķērslaukums saglabāts līdz kritiskajam. Līdzīga situācija novērota arī, salīdzinot koku vidējos caurmērus, respektīvi mazākais vidējais koka caurmērs (14,54 cm) novērots kontroles parauglaukumos augošajiem kokiem.



#### 1.4.tabula. kokaudžu taksācijas rādītāji pie atšķirīga saglabātās biežības grupas

Biezības grupa	Vid. H, m	Vid. Hzar*, m	Vid. D, cm	Vid. V, m <sup>3</sup>	Vid. V m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Vid. G, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	Vid. skaits, n h <sup>-1</sup>
Kontrole	15,41	9,17	13,54	0,16	270,93	31,30	2034,58
Kritiskais.	17,93	9,40	22,28	0,37	103,55	11,87	309,24
Krit. - min.	17,28	9,35	20,17	0,31	140,03	16,14	516,45
Min.	17,38	10,20	19,05	0,28	174,13	20,06	728,39

\*Hzar -zaļā zara augstums

Veicot krājas kopšanas ciršu izstrādi līdz kritiskajam šķērslaukumam, objektu kokaudžu vidējais šķērslaukums saglabājies 38 % apmērā (pieņemot, ka kontroles parauglaukumos šķērslaukums saglabājies 100%), savukārt, veicot izstrādi līdz kritiskajam minimālajam un minimālajam šķērslaukumam objektu vidējais šķērslaukums saglabājies attiecīgi 52% un 64% apmērā (skat. 1.5.tabula).

#### 1.5.tabula. Kokaudžu taksācijas rādītāju relatīvās vienības, salīdzinot ar kontroles parauglaukumiem atšķirīgas saglabātās biežības grupām

Biezības grupa	Vid. H, m	Vid. Hzar*, m	Vid. D, cm	Vid. V, m <sup>3</sup>	Vid. V m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Vid. G, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	Vid. skaits, n h <sup>-1</sup>
Kontrole	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Kritiskais	116%	103%	164%	228%	38%	38%	15%
Krit. - min.	131%	102%	149%	193%	52%	52%	25%
Min.	147%	111%	141%	176%	64%	64%	36%

\*Hzar -zaļā zara augstums

Ņemot vērā, ka pašreiz ir uzņēmā ~ 1/5 daļa no pētījumā plānotā parauglaukumu daudzuma un ir pieejami dati par 5 pētījuma objektiem (25 parauglaukumiem) bērzu jaunaudzēs un 9 objektiem (61 parauglaukums) 30 - 63 gadus vecās audzēs, datu izkliedes dēļ nav pamatota augšanas gaitas aproksimācija, bet drīzāk šie dati izmantojami, lai, izmantojot tos neatkarīgu datu kopu, pārbaudītu, cik korekti ir modeļi, kas tiek veidoti uz MSI datu kopu pētījuma "Algoritmu izstrāde mežsaimniecības plānošanai" ietvaros. Vienota pieeja (vienādojumu sistēma) arī atvieglotu šo pētījumu rezultātu praktisku izmantošanu LVM plānošanas procesos

## 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. Septiņi no pārmērītajiem objektiem ir priežu audzēs, divi egļu audzēs un viens bērzu audzē. Astoņi no desmit objektiem ir audzēs, kur veikta vienlaidus izlases cirte, bet divi objekti audzēs, kur veikta grupu pakāpeniskā cirte. Vienā no objektiem (Akmensrags3), kur veikta grupu pakāpeniskā cirte, izcirstā atvēruma lielums ir aptuveni 30 m diametrā, bet otrā objektā 711-218-2 atvēruma lielums ir 50×40 m. Cirtes pirmais paņēmieni veikts no 1995. gada līdz 2006. gadam. 711-218-2 objektā 11 gadus pēc pirmā cirtes paņēmiena (2011.gadā) veikts otrais cirtes paņēmieni, izretinot audzes daļu starp atvērumiem, kā arī sagatavota augsne izretinātajā audzes daļā. Olaine86-1 un Olaine86-10 2019. gadā vienlaidus atjaunošanas cirtē nocirsti attiecīgi 2 no 4 iepriekš ierīkotajiem parauglaukumiem un 1 no 4 parauglaukumiem. Objektu saraksts norādīts 2.1.tabulā.

#### 2.1.tabula. 2021. gadā pārmērīto pakāpenisko/ izlases ciršu objektu saraksts un raksturojums

Objekts	Valdošā suga	MT	Cirtes gads	Cirtes veids
601-289-13	Bērzs	Dm	2006	Vienlaidus
711-218-2	Priede	Mr	2000	Grupu
Akmensrags3	Priede	Mr	2003	Grupu
Avotkalns436	Priede	Ln	2005	Vienlaidus
KNP-111-11	Priede	Dm	2001	Vienlaidus
KNP-111-17	Priede	Dm	2001	Vienlaidus
Mezole-74-5	Priede	Ln	1995	Vienlaidus
Olaine86-1	Egle	Ks	2002	Vienlaidus
Olaine86-10	Egle	Ks	2002	Vienlaidus
Olaine86-6	Priede	Ks	2002	Vienlaidus

Objektos iepriekšējās kokaudzes struktūra novērtēta 2 līdz 9 500m<sup>2</sup> (R=12,62 m) parauglaukumos (kopā 54). Katram kokam fiksēta suga, pašreizējā stāvokļa klase (dzīvs, sausoknis, stumbenis, kritala, celms), caurmērs krūšaugstumā (D<sub>1.3</sub>). Visā PL uzmērīti koki, kuru caurmērs krūšaugstumā pārsniedza 6,0 cm. Koki, kuru caurmērs no 2,1 cm līdz 6,0 cm, uzmērīti 3,99 m lielā rādiusā (50 m<sup>2</sup>). Lai raksturotu jauno koku augšanas gaitu grupu pakāpenisko ciršu atvērumu vidus daļā, atvēruma vidū uzmērīti 100 m<sup>2</sup> (R=5,64 m) parauglaukumi, kuros uzmērīti koki ar caurmēru krūšaugstumā, lielāku par 6,0 cm, bet koki, kuru caurmērs no 2,1 cm līdz 6,0 cm, uzmērīti 3,99 m lielā rādiusā (50 m<sup>2</sup>). Koku augstumi uzmērīti izlases veidā, katram meža elementam atsevišķi, vismaz 9 kokiem katrā objektā.

Koku atjaunošanās (t.sk. dabiskās) uzskaitē veikta 25 m<sup>2</sup> (R=1,82 m) lielos apļveida uzskaites laukumos. Atjaunojušies skuju koki uzskaitīti visi, neatkarīgi no to savstarpējā attāluma, bet lapu kokiem katrai sugai uzskaitīts atbilstoši viens augstākais koks 0,25 m<sup>2</sup>. Uzskaitīti koki, kas sasnieguši 5 cm augstumu. Uzskaitītie koki grupēti pa sugām un 0,1 m augstumu grupām, atsevišķi izdalot bojātos kokus. Audzēs, kur veikta vienlaidus izlases cirte, katrā parauglaukumā ierīkoti 3 uzskaites laukumi – viens parauglaukuma centrā un divi 6 m attālumā uz Z un D no parauglaukuma centra. Savukārt audzēs, kur veikta grupu pakāpeniskā cirte, uzskaites laukumu skaits atkarīgs no atvēruma lieluma. Audzē ar atvēruma lielumu aptuveni 30 m diametrā, uzskaites laukumi izvietoti atvērumu centrā un 6 m, 12 m un 18 m attālumā no atvērumu centra četros debespūšu virzienos (Z, D, A, R).

Audzē ar atvēruma lielumu 50×40 m, uzskaites laukumi izvietoti atvērumu centrā un 6 m, 12 m, 18 m, 24 m un 30 m attālumā no atvērumu centra Z un D debespušu virzienos, bet A un R debespušu virzienos 6 m, 12 m, 18 m, 24 m attālumā no atvērumu centra. Kopumā atjaunošanās uzskaitē veikta 176 atjaunošanās uzskaites laukumos.

## Rezultāti

Uz lauku datu mērījumu pamata izveidotie taksācijas rādītāju kopsavilkumi (2021.g.) pa stāviem objektos, kas pārmērīti 15-17 gadus pēc pirmā izlases cirtes paņēmiena veikšanas, atspoguļoti 2.2. tabulā, par objektiem, kas pārmērīti 19-20 gadus pēc pirmās cirtes vai 26 gadus pēc pirmās cirtes – 2.3. tabulā. Savukārt atjaunošanās uzskaites rezultāti atspoguļoti 2.4. tabulā (vidējais skaits) un 2.5. tabulā – vidējais augstums.

Pārmērītajā bērzu audzē (60-289-13) Dm 16 gadus pēc cirtes pirmā paņēmiena konstatēts rets (682 koki ha<sup>-1</sup>), nevienmērīga izvietojuma egles trešais stāvs ar vidējo caurmēru 6,4 cm un vidējo augstumu 6,8 m (2.2. tabula). Izveidojusies arī egles paauga 2385±638 koki ha<sup>-1</sup>, ar vidējo augstumu 0,61±0,07m (2.4; 2.5. tabula), kuras augšanu ietekmē nevienmērīga izvietojuma lazdas ar vidējo augstumu 8 m.

Pārmērītajās egļu audzēs Ks 19 gadus pēc cirtes pirmā paņēmiena atjaunojušos egļu vidējais augstums nepārsniedz 1,08±0.39 m (2.4; 2.5. tabula). Iespējams, ka tas saistīts ar iepriekšējās audzes saglabājušos koku skaitu (200 koki ha<sup>-1</sup> un 207 koki ha<sup>-1</sup>) un šķērslaukumu (30,5 un 38,2 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) (2.3. tabula).

Pārmērītajās priežu audzēs Dm 20 gadus pēc cirtes pirmā paņēmiena iepriekšējās paaudzes saglabājušos koku skaits ir 135 koki ha<sup>-1</sup> un 165 koki ha<sup>-1</sup>, ar šķērslaukumu 28,5m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> un 31,1 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (2.3. tabula). Vienā no audzēm (KNP-111-11) zem iepriekšējās audzes kokiem ir izveidojusies bērzu mistraudze ar egli ar vidējo caurmēru 3,9 cm, vidējo augstumu 7,5 m, šķērslaukumu 6,8 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> un koku skaitu 5595 koki ha<sup>-1</sup>. Otrajā audzē (KNP-111-17) ir izveidojusies bērzu-blīgznu otrais stāvs ar vidējo caurmēru 7,3 cm, vidējo augstumu 12,3 m, šķērslaukumu 2,2 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> un koku skaitu 415 koki ha<sup>-1</sup>. Šajā audzē ir izveidojusies arī trešais stāvs (605 koki ha<sup>-1</sup>), kurā dominē pīlādži. Vietām audzē ir arī lazdas, kuru augstums pārsniedz 9 m. Jāatzīmē, ka šajā audzē nav veikta saimnieciskā darbība pēc audzes pirmā paņēmiena nociršanas. Iespējams, ka nākotnē audzes otro un trešo stāvu varētu veidot egles 3333±937 koki ha<sup>-1</sup>, kuras vidējais augstums 0,97±0.14m (2.4; 2.5. tabula).

Vienā no pārmērītajiem objektiem (711-218-2) grupu cirtēs 20 gadus pēc cirtes pirmā paņēmiena, kur izcirsto atvērumu lielums ir 50×40 m, atvērumu vidusdaļā ir izveidojusies priežu jaunaudze vidējo caurmēru 6,7 cm, vidējo augstumu 6,7 m, šķērslaukumu 10,4 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> un koku skaitu 2900 koki ha<sup>-1</sup> (2.3. tabula). Savukārt atvērumu malās priežu jaunaudzes vidējais caurmērs 5,4 cm, vidējais augstums 5,5 m, šķērslaukums 3,8 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> un koku skaitu 1453 koki ha<sup>-1</sup>. Jāatzīmē, ka audzē veiktas vairākkārtējas jaunaudžu kopšanas cirtes, pēdējā no tām izretinot arī atjaunojušās priedes.

Ilgākais laiks (26 gadi) pēc cirtes pirmā paņēmiena no pārmērītajiem objektiem pagājis Mezole74-9. Iepriekšējās paaudzes koku skaitam saglabājoties 60 koki ha<sup>-1</sup> un šķērslaukumam 9,95 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, zem iepriekšējās audzes izveidojusies priežu mistraudze ar vidējo caurmēru 8,2 cm, vidējo augstumu 8,8 m, šķērslaukumu 8,1 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> un koku skaitu 1465 koki ha<sup>-1</sup> (2.3. tabula). Jāatzīmē, ka audzē veiktas vairākkārtējas jaunaudžu kopšanas cirtes, pēdējā no tām izretinot arī atjaunojušās priedes.

2.2.tabula Audzes struktūra pētījuma audzēs, kas pārmērītas 15-17 gadus pēc izlases cirtes

Objekts		Akmensrags3	Avotkalns436	601_289_13
Gadi pēc cirtes		15-17		
I stāvs	sastāvs	9P1E	10P	4B2P2E1M1A
	D, cm	41,6	41,8	37,5
	H, m	23,8	27,0	26,4
	G, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	26,37	14,76	18,40
	M, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	283,8	179,5	217,6
	N, ha <sup>-1</sup>	205	108	167
II stāvs	sastāvs	-	7P2B1E	5E5M+B
	D, cm	15,8	15,5	19,3
	H, m	13,6	15,3	15,2
	G, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	4,37	2,00	3,43
	M, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	31,5	14,8	26,9
	N, ha <sup>-1</sup>	223	128	180
III stāvs	sastāvs	10E	4P4E2B	9E1M ats.B
	D, cm	6,1	4,5	6,4
	H, m	6,0	4,8	6,8
	G, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	2,90	2,71	1,88
	M, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	14,2	13,2	10,1
	N, ha <sup>-1</sup>	1008	1143	682

**2.3.tabula. Audzes struktūra pētījuma audzēs, kas pārmērītas 19-20 gadus un 26 gadus pēc izlases cirtes**

Objekts	711_218_2	KNP_111_11	KNP_111_17	Olaine86_1	Olaine86_10	Olaine86_6	Mezole_74_5	
Gadi pēc cirtes	19-20							26
I stāvs	sastāvs	10P	10P	8P2E	7E3P ats.B	9E1P	6P3E1B	10P
	D, cm	36,5	51,9	47,3	50,7	43,4	45,8	45,9
	H, m	25,4	32,3	32,5	31,7	31,7	30,1	28,7
	G, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	6,79	28,54	31,10	38,20	30,47	21,91	9,95
	M, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	78,5	408,9	442,0	523,7	432,3	305,8	127,3
	N, ha <sup>-1</sup>	65	135	165	200	207	130	60
II stāvs	sastāvs	10P	-	5B5B1+Oz ats.E	-	-	10B	-
	D, cm	21,3	-	7,3	-	-	14,4	-
	H, m	14,7	-	12,3	-	-	18,0	-
	G, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	0,18	-	2,19	-	-	0,41	-
	M, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	1,3	-	13,7	-	-	3,4	-
	N, ha <sup>-1</sup>	5	-	415	-	-	25	-
III stāvs	sastāvs	8P2E ats.B	7B3E ats.P,A	9Pi1B+E	9E1B	10E	8B2E ats.Oz	7P2B1E
	D, cm	5,4	3,9	3,6	4,3	9,3	5,2	8,2
	H, m	5,5	7,5	5,5	4,7	7,4	10,8	8,8
	G, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	3,77	6,78	0,55	0,97	0,22	8,49	8,10
	M, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	16,1	30,4	1,9	4,2	1,0	48,1	46,0
	N, ha <sup>-1</sup>	1453	5595	605	720	33	4825	1465

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

Objekts	Gadi pēc cirtes	Priede		Egle		Bērzs	
		N, gab. ha <sup>-1</sup>	±SE	N, gab. ha <sup>-1</sup>	±SE	N, gab. ha <sup>-1</sup>	±SE
Akmensrags3	15-17	1262	339	2585	983	569	192
Avotkalns436		2667	942	1450	329	1100	451
601_289_13		133	83	2385	638	207	69
711_218_2	19-20	3308	285	168	49	411	202
KNP_111_11		867	311	1633	422	14767	1846
KNP_111_17		500	226	3333	937	800	265
Olaine86_1		400	327	6067	1754	1800	626
Olaine86_10		133	67	5911	1646	2000	973
Olaine86_6		200	144	8633	2102	5000	984
Mezole_74_5	26	1120	150	1140	204	3000	497

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

Objekts	Gadi pēc cirtes	Priede		Egle		Bērzs	
		H, m	±SE	H, m	±SE	H, m	±SE
Akmensrags3	15-17	1,42	0,21	0,43	0,06	2,24	0,41
Avotkalns436		0,85	0,09	0,77	0,11	1,91	0,41
601_289_13		0,53	0,01	0,61	0,07	1,75	0,20
711_218_2	19-20	4,00	0,41	2,66	0,36	2,70	0,58
KNP_111_11		1,83	0,48	3,24	0,28	3,63	0,61
KNP_111_17		0,91	0,10	0,97	0,14	6,51	1,37
Olaine86_1		0,19	0,05	1,08	0,39	1,41	0,22
Olaine86_10		0,37	0,02	0,42	0,06	1,40	0,11
Olaine86_6		0,33	0,05	1,90	0,29	5,25	0,86
Mezole_74_5	26	8,18	0,39	1,05	0,22	1,70	0,39

## 2.1.2. Jauni parauglaukumi LVM objektos

### Materiāls un metodika

Atbilstoši metodikai uzmērīti 20 objekti priežu audzēs. Visos objektos galvenā cirte veikta 2011.gadā, daļā no objektiem ir veikta augsnes sagatavošana. Objektu saraksts pievienots 2.6.tabulā.

Objektos iepriekšējās kokaudzes struktūra novērtēta 6 vai 9 gab. 500m<sup>2</sup> (R=12,62 m) parauglaukumos (kopā 162). Parauglaukumu skaits un izvietojums atkarīgs no audzes platības un konfigurācijas. Parauglaukumi izvietoti regulārā tīklā ar attālumu starp PL centriem 30 m. Parauglaukumu centru attālums līdz audzes malai vismaz 25 m. Katram kokam fiksēta suga, pašreizējā stāvokļa klase (dzīvs, sausoknis, stumbeņis, kritala, celms), caurmērs krūšaugstumā (D1.3). Visā PL uzmērīti koki, kuru caurmērs krūšaugstumā pārsniedza 6,0 cm. Koki, kuru caurmērs no 2,1 cm līdz 6,0 cm, uzmērīti 3,99 m lielā rādiusā (50 m<sup>2</sup>). Koku augstumi uzmērīti izlases veidā, katram meža elementam atsevišķi, valdošajai koku sugai vismaz 18 kokiem katrā objektā.

Atjaunošanās uzskaitē veikta 25 m<sup>2</sup> (R=1,82 m) lielos apļveida uzskaites laukumus. Atjaunojušie skuju koki uzskaitīti visi, neatkarīgi no to savstarpējā attāluma, bet lapu kokiem katrai sugai uzskaitīts atbilstoši viens augstākais koks 0,25 m<sup>2</sup>. Uzskaitīti koki, kas sasnieguši 5 cm augstumu. Uzskaitītie koki grupēti pa sugām un 0,1 m augstumu grupām, atsevišķi izdalot bojātos kokus. Katrā parauglaukumā ierīkoti 3 uzskaites laukumi – viens parauglaukuma centrā un divi 6 m attālumā uz Z un D no parauglaukuma centra. Kopumā atjaunošanās uzskaitē veikta 486 atjaunošanās uzskaites laukumus.

### 2.6. tabula. 2021. gadā no jauna iekārtoto pakāpenisko/ izlases ciršu objektu saraksts un raksturojums

Reģions	Objekts	MT	Augsnes gatavošana
Austrumvidzeme	105-125-7-1	Mr	nav
Austrumvidzeme	110-152-10	Ln	nav
Austrumvidzeme	110-220-7	Mr	ir
Dienvidkurzeme	202-170-17	Ln	nav
Dienvidkurzeme	202-170-23	Mr	nav
Rietumvidzeme	405-178-23	Mr	nav
Rietumvidzeme	405-203-24	Mr	nav
Rietumvidzeme	405-210-16	Mr	nav
Rietumvidzeme	405-66-19	Mr	nav
Rietumvidzeme	408-115-21	Mr	nav
Zemgale	601-50-2	Mr	ir
Zemgale	601-51-1	Mr	ir
Zemgale	601-51-12	Ln	ir
Zemgale	603-138-1	Mr	ir
Zemgale	603-148-10	Ln	ir
Ziemeļkurzeme	701-167-4	Ln	ir
Ziemeļkurzeme	701-296-38	Mr	ir
Ziemeļkurzeme	701-296-39	Mr	ir
Ziemeļkurzeme	711-209-2	Ln	ir
Ziemeļkurzeme	711-231-16	Ln	ir

## Rezultāti

Kokaudžu struktūru raksturojoši taksācijas rādītāji 10 gadus pēc izlases cirtes pirmā paņēmiena veikšanas atspoguļoti 2.7. tabulā. Informācija par atjaunošanos atspoguļota 2.8. tabulā (skaits), bet augstums - 2.9.tabulā.

Iepriekšējās paaudzes koku skaits uzmērītajos objektos Mr un Ln vidēji 146 koki ha<sup>-1</sup> (89 - 276 koki ha<sup>-1</sup>) (2.7.tabula). Iepriekšējās paaudzes koku šķērslaukums vidēji 17 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (9 - 28,8 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>). Gandrīz visas (19) audzes ir priežu tīraudzes, izņemot vienu, kurā ir egles piemistrojums. Atjaunojušos priežu skaits vidēji 7056 koki ha<sup>-1</sup> (2148 - 13689 koki ha<sup>-1</sup>) (2.8.tabula). Atjaunojušos bērzu skaits vidēji 9591 koki ha<sup>-1</sup> (785 - 24904 koki ha<sup>-1</sup>). Atjaunojušos priežu vidējais augstums 0,7 m, trijos no objektiem priežu vidējam augstumam pārsniedzot 1 m augstumu (2.9.tabula). Lielākajā daļā audžu vismaz vienu reizi veikta jaunaudžu kopšana.



2.7.tabula. No jauna iekārtoto pētījuma objektu audžu struktūra 10 gadus pēc izlases cirtes

Objekts	I stāvs						III stāvs					
	sastāvs	D, cm	H, m	G, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	M, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	N, ha <sup>-1</sup>	sastāvs	D, cm	H, m	G, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	M, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	N, ha <sup>-1</sup>
105_125_7_1	10P	40,2	29,7	20,06	267,6	158	7B3E	3,5	6,6	0,46	2,0	491
110_152_10	10P ats.E	29,4	26,8	18,72	228,0	276	9E1Oz	9,3	8,4	0,24	1,3	38
110_220_7	10P	32,4	25,0	8,97	101,6	109	6B4P	2,1	2,5	0,02	0,1	24
202_170_17	10P	41,6	28,0	18,61	233,2	137	6P2E2B	3,1	2,6	0,07	0,2	133
202_170_23	10P	37,6	25,6	15,33	176,2	138	10E	2,9	2,1	0,01	0,0	22
405_178_23	10P	34,0	26,7	13,91	167,2	153						
405_203_24	10P	46,5	29,3	18,10	236,5	107						
405_210_16	10P	41,9	27,3	15,63	190,6	113						
405_66_19	10P	39,3	25,9	19,63	228,4	162	8B2E	2,5	4,8	0,05	0,2	91
408_115_21	10P	39,3	28,1	14,31	180,2	118						
601_50_2	10P	42,6	31,8	28,77	408,0	202						
601_51_1	10P	41,0	29,3	21,69	285,2	164						
601_51_12	10P	40,4	28,8	16,80	217,0	131	10P	2,6	2,9	0,09	0,3	156
603_138_1	10P	44,5	28,7	13,84	177,7	89	10P	2,6	2,8	0,17	0,5	333
603_148_10	8P1B+atsA,E	35,9	28,5	15,44	197,3	149	6Oz4P+E	17,1	14,1	0,45	2,0	518
701_167_4	10P	36,6	22,9	13,71	142,2	130						
701_296_38	10P	42,0	25,6	25,39	291,5	183	10P	6,5	4,5	0,02	0,1	7
701_296_39	10P	38,8	26,0	16,95	198,1	143	10E	3,6	3,3	0,03	0,1	33
711_209_2	8P2E+B	34,6	26,8	15,19	183,3	157	9E1P	2,5	3,0	0,28	1,2	200
711_231_16	7P3E	41,0	26,9	13,28	162,6	107	9E1P	3,0	2,8	0,84	4,0	356

**2.8.tabula. No jauna ierīkoto pētījuma objektu dabiskās atjaunošanās (priede, egle, bērzs) skaits uzmērītajos objektos 10 gadus pēc izlases cirtes**

Objekts	Priede		Egle		Bērzs	
	N, gab. ha <sup>-1</sup>	±SE	N, gab. ha <sup>-1</sup>	±SE	N, gab. ha <sup>-1</sup>	±SE
105_125_7_1	2148	349	119	51	874	262
110_152_10	4904	799	44	25	2444	511
110_220_7	8844	895	59	28	18593	2205
202_170_17	8822	1321	244	80	3333	631
202_170_23	5481	856	370	93	785	350
405_178_23	6563	1180	74	37	830	256
405_203_24	13689	1475	74	37	6030	1151
405_210_16	6444	1192	689	212	7911	2755
405_66_19	11748	1614	563	147	5052	1653
408_115_21	5052	826	0	0	1496	606
601_50_2	10785	832	15	15	13970	1644
601_51_1	10978	697	0	0	16296	1657
601_51_12	8000	516	0	0	16370	2049
603_138_1	8519	664	326	57	16756	1893
603_148_10	4815	658	874	109	8385	1853
701_167_4	5489	1141	733	220	13978	2689
701_296_38	5600	1200	0	0	1978	694
701_296_39	4622	944	289	106	12556	1887
711_209_2	4378	794	1622	445	19289	2413
711_231_16	4237	471	533	140	24904	1486

**2.9.tabula. No jauna iekārtoto pētījuma objektu dabiskās atjaunošanās (priede, egle, bērzs) vidējais augstums uzmērītajos objektos 10 gadus pēc izlases cirtes**

Objekts	Priede		Egle		Bērzs	
	H, m	±SE	H, m	±SE	H, m	±SE
105_125_7_1	0,60	0,06	0,60	0,04	2,55	0,20
110_152_10	0,50	0,03	1,00	0,20	0,67	0,07
110_220_7	0,70	0,04	0,63	0,11	0,59	0,05
202_170_17	1,11	0,09	1,01	0,11	1,31	0,14
202_170_23	0,32	0,01	0,27	0,02	0,36	0,03
405_178_23	0,46	0,03	0,23	0,02	0,43	0,05
405_203_24	0,83	0,05	0,41	0,06	0,74	0,07
405_210_16	0,48	0,04	0,27	0,02	0,55	0,12
405_66_19	0,56	0,05	0,31	0,02	0,62	0,09
408_115_21	0,56	0,05	-	-	0,96	0,15
601_50_2	0,65	0,04	0,30	-	0,66	0,04
601_51_1	0,54	0,03	-	-	0,46	0,02
601_51_12	0,97	0,08	-	-	0,81	0,08
603_138_1	0,96	0,08	0,32	0,02	0,44	0,03
603_148_10	1,24	0,10	0,97	0,11	0,74	0,05
701_167_4	0,79	0,06	0,90	0,08	1,21	0,06

Objekts	Priede		Egle		Bērzs	
	H, m	±SE	H, m	±SE	H, m	±SE
701_296_38	0,28	0,04	-	-	0,43	0,05
701_296_39	0,61	0,06	0,34	0,04	0,96	0,14
711_209_2	0,78	0,07	0,49	0,05	0,83	0,05
711_231_16	1,10	0,09	0,53	0,07	0,71	0,03

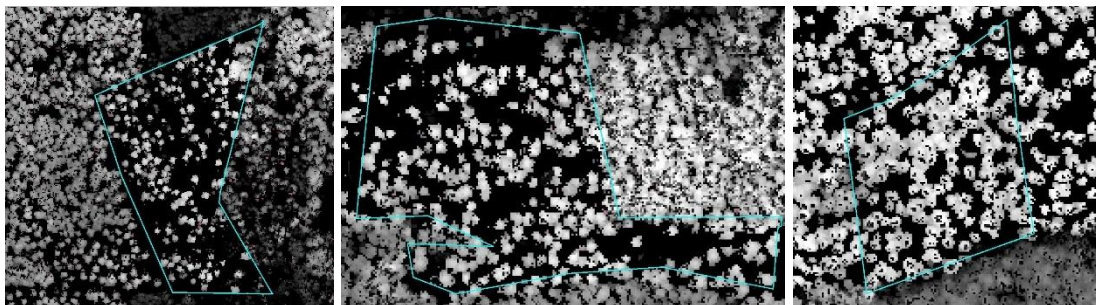
### 2.1.3. Pakāpenisko/izlases ciršu objektu telpiskās struktūras novērtējums

#### 2.1.3.1. Materiāls un metodika

No LVM sniegtās datu bāzes atlasīti 2.1.6.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) 1m<sup>2</sup> lielam pikselim. Izmantojot rīku GRIDMETRICS, katram 5x5m pikselim (25m<sup>2</sup>), kuri ietilpst nogabala poligonā, aprēķināti augstumu statistiskie rādītāji. Pēc tam aprēķināts pikseļu īpatsvars, kuros koku vainagu augstums pārsniedz 50 procentus no maksimālā augstuma (iepriekšējās paaudzes koki). Ģenerētie punkti pēc tam izmantojot ArcGIS 10.5 rīku Spatial analyst Spatial Statistics toolbox aprēķināti High/Low Clustering (Getis-Ord General G) katra pikseļa augstuma 95.procentilei.

#### 2.1.3.2. Rezultāti

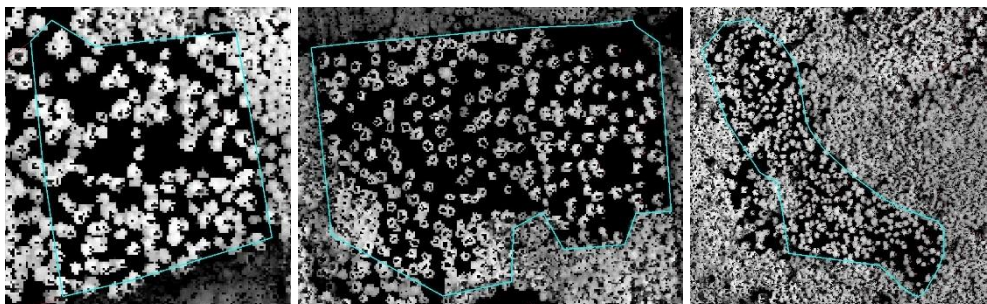
Objektu koku augstumu modeļu (CHM) attēli apkopoti 2.1.attēlā.



1.

2.

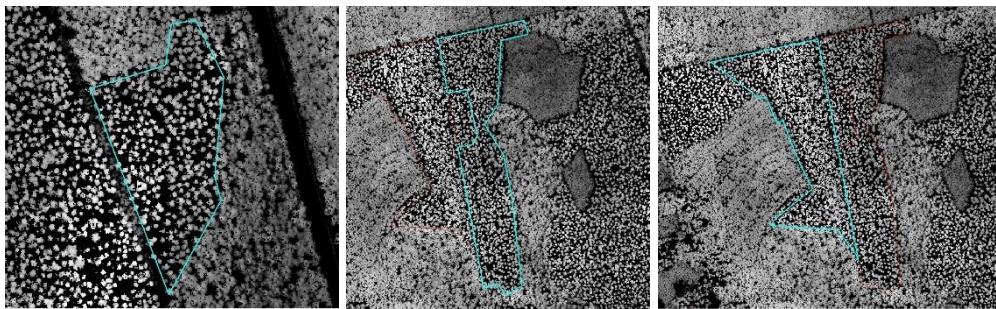
3.



4

5.

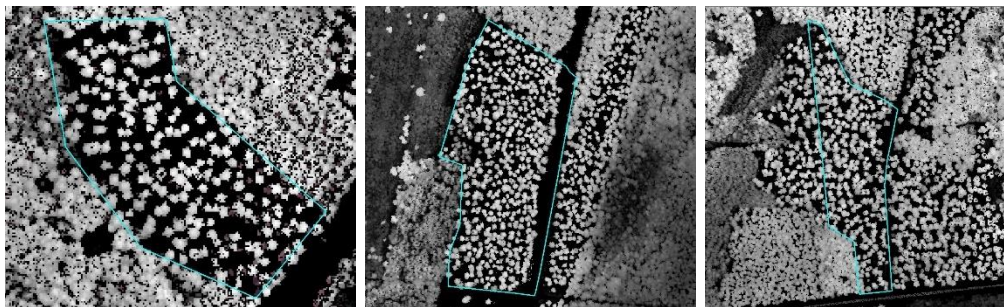
6.



7

8

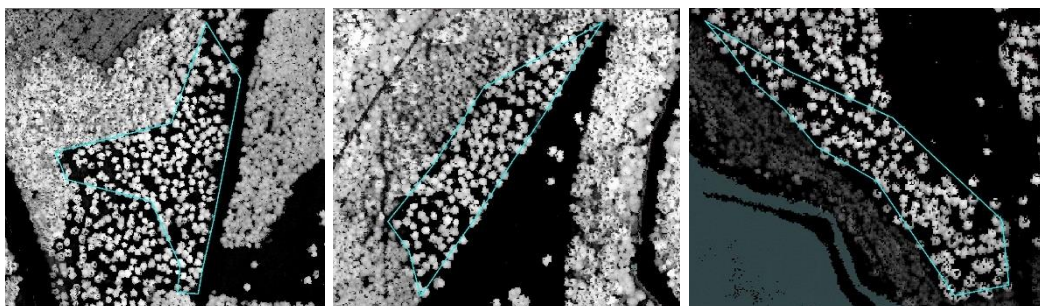
9



10

11

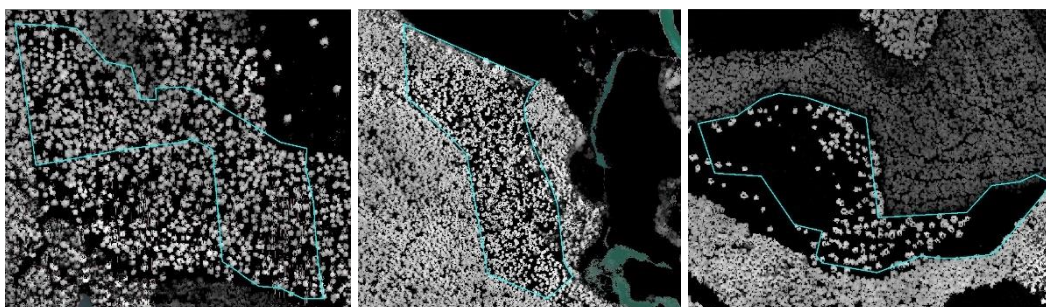
12



13

14

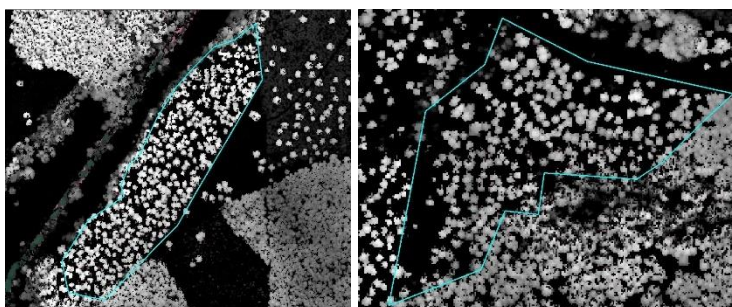
15



16

17

18

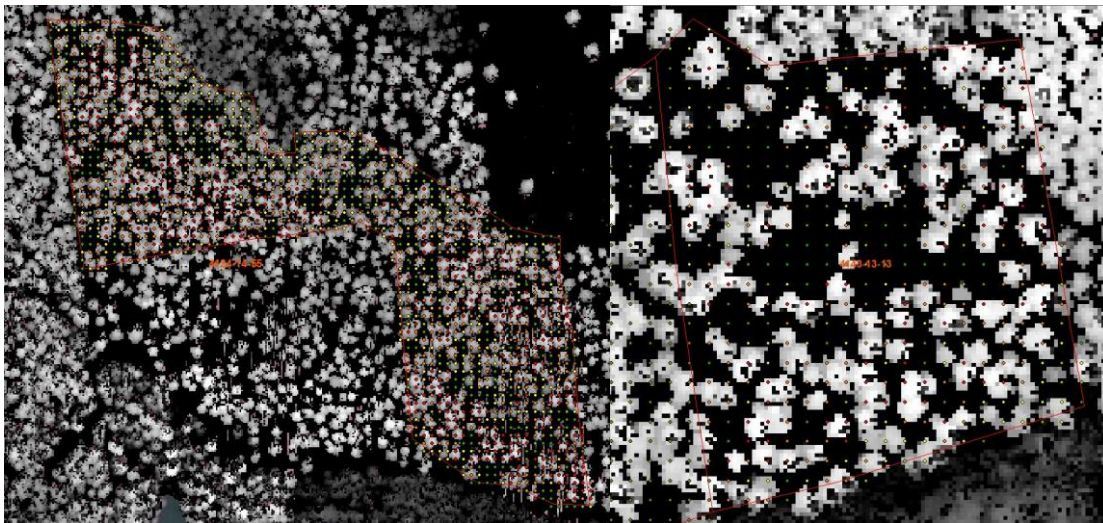


19

20

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

Viziāli izvērtējot datus redzams, ka daļā objektu, koki ir saglabājušies nejausā izvietojumā bet citos veido atvērumus (skat. 2.2. attēlu).



(1)

(2)

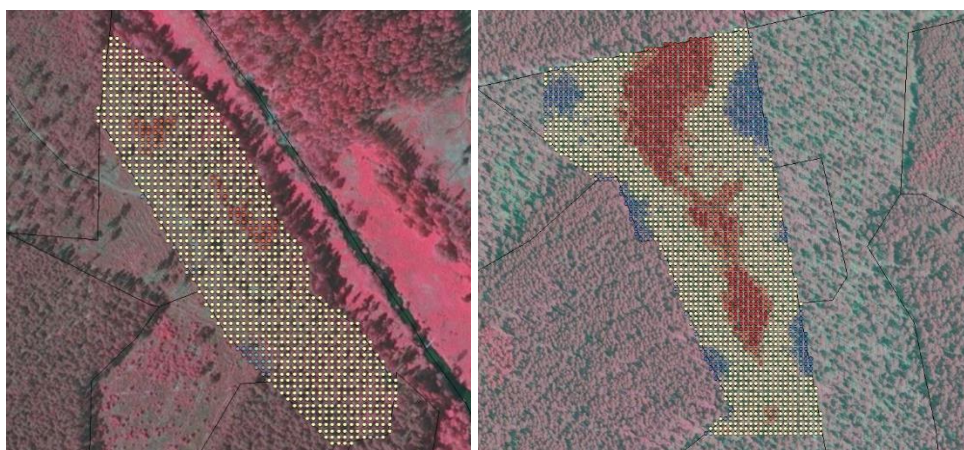
**2.2.attēls. Izlases ciršu objektā koku vainagu augstumu modeļi (CHM) un GRIDSTATISTICS Hmax vērtības 5x5m tīkls. Piemērs (1) nejausā izvietojums (2) grupveida izvietojums**

Analizējot, High/Low Clustering (Getis-Ord General G), konstatēts, ka piskeļi pēc to 95 procentiles augstuma (P95) punkti ar augstākajām vērtībām praktiski visos gadījumos veido t.s. karstos punktus (skat. 2.10. tabula).

**2.10.tabula Izlases ciršu objektu augstāko/ zemāko 95. procentiles punktu klāsterēšanās statistiskais izvērtējums (High/Low Clustering (Getis-Ord General G))**

Objekts ID	Novērotais General G:	Sagaidāmais General G:	z-score:	p-value:
I408-115-21gm	0,000229	0,000215	6,229157	0
I601-50-2gm	0,000068	0,000065	17,17408	0
I601-51-1gm	0,00008	0,000076	14,82895	0
I601-51-12gm	0,000133	0,000125	9,557918	0
I603-138-1gm	0,000132	0,000117	15,67244	0
I701-167-4gm	0,000228	0,000193	13,9691	0
I701-167-4gm	0,000228	0,000193	13,9691	0
I701-296-38gm	0,000373	0,00035	8,462961	0
I711-209-2gm	0,000192	0,000162	16,43127	0
I711-231-16gm	0,000311	0,00026	10,3824	0
I701-296-39gm	0,00038	0,000338	8,938925	0
I405-66-19gm	0,000226	0,000202	14,328	0
I405-210-16gm	0,000359	0,000337	7,57977	0
I405-203-24gm	0,001735	0,001593	2,388932	0,02
I405-178-23gm	0,000108	0,000092	30,10985	0
I202-170-23gm	0,000097	0,000091	14,99771	0
I202-170-17gm	0,000327	0,000282	10,67137	0
I105-125-7gm	0,00014	0,000131	12,99304	0

Atbilstošie rezultāti vizualizēti 2.4.attēlā. Vietās, kurās ir t.s. karstie punkti pikseļu 95. procentiles vērtības ir lielākas par vidējām, bet aukstajos punktos – būtiski zemākas nekā vidēji.



(1)

(2)

**2.3.attēls. Izlases ciršu objektu GRIDSTATISTICS P95 vērtības 5x5m tīklā. Karsto un auksto punktu izvietojums. Piemērs (1) relatīvi vienmērīgi izvietotiem kokiem “kastajiem punktiem” (2) “ar karstajiem” (sarkani) un “aukstajiem” (zili) punktiem.**

#### **2.1.4. Dažādu kohortu koku (iepriekšējās paaudzes koku un jaunās paaudzes koku augšanas gaitas aproksimācija)**

Šajā pētījuma posmā nebija plānots uzsākt šo darbu.

#### **2.1.5. Vienlaidus atjaunošanas ciršu, pakāpenisko un izlases ciršu finansiāls salīdzinājums**

Šajā pētījuma posmā nebija plānots uzsākt šo darbu.

### 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 Silava 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).

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 valdošās 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 patēriņa vietā noteiktas, kompilējot Centrālās statistikas pārvaldes 2018. – 2021. gada un LVM 2016. – 2020. gada datus (3.1. tabula).

##### 3.1.tabula. Aprēķinos izmantotās sortimentu dimensijas un cenas patēriņa vietā

Suga	Sortimenta veids	L, m	D, cm	Cena, euro·m <sup>-3</sup>
Priede	Resnie zāģbaļķi	4.9	28	73.97
	Vidējie zāģbaļķi	4.9	18	70.18
	Skuju koku tara	3.7	10	59.27
	Skuju koku papīrmalka	3	6	40.23
	Malka	2	3	25.35
Egle, baltegle	Resnie zāģbaļķi	4.9	28	75.14
	Vidējie zāģbaļķi	4.9	18	72.64
	Skuju koku tara	3.7	10	59.27
	Skuju koku papīrmalka	3	6	40.23
	Malka	2	3	25.35
Bērzs	Bērza zāģbaļķi / finieris	2.8	18	63.19
	Lapu koku tara	2.5	12	40.87
	Bērza papīrmalka	3	6	38.68
	Malka	2	3	25.35
Melnalksnis	Melnalkšņa zāģbaļķi	2.5	24	41.32
	Lapu koku tara	2.5	12	40.87
	Tehniskā koksne	3	6	32.63
	Malka	2	3	25.35
Apse, papele	Apses zāģbaļķi	2.5	24	43.65
	Lapu koku tara	2.5	12	40.87
	Tehniskā koksne	3	6	32.63

Suga	Sortimenta veids	L, m	D, cm	Cena, euro·m <sup>-3</sup>
	Malka	2	3	25.35
Baltalksnis un citi mīkstie lapu koki	Lapu koku tara	2.5	12	40.87
	Tehniskā koksne	3	6	32.63
	Malka	2	3	25.35
Ozols, osis, citi cietie lapu koki	Zāģbaļķi	2.5	18	105.13
	Lapu koku tara	2.5	12	40.87
	Malka	2	3	25.35

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 veseliem (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 2015. gada līdz 2019. gadam. Tāpat tiek pieņemts, ka cirsmas plānošanas un citas sortimentu sagatavošanas un pārdošanas izmaksas ir 0,61 eiro par katru sagatavoto sortimenta kubikmetru (LVM vidējās izmaksas par 2015.-2019. gadu).

**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
Ozols	0.45 no prognozētā		0.30 no prognozētā		pieskaita 100% samazinājuma
Osis	0.45 no prognozētā		0.30 no prognozētā		pieskaita 100% samazinājuma

**3.3.tabula. Aprēķinos izmantotās mežizstrādes darbu izmaksas (eiro m<sup>-3</sup>)**

Mežizstrādes darbības veids	LVM 2015-2019
Koksnes sagatavošana galvenajā cirtē	4.33
Kokmateriālu pievešana (no cirsmas līdz ceļam) galvenajā cirtē	4.04
Koksnes sagatavošana starpcirtē	8.88
Kokmateriālu pievešana (no cirsmas līdz ceļam) starpcirtē	6.50
Kokmateriālu transportēšana (no ceļa līdz iepirkšanas punktam)	5.85



Mežizstrādes darbības veids	LVM 2015-2019
Galvenā cirte	14.22
Krājas kopšanas cirte	21.23
Sanitārā izlases cirte	25.08

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

Šajā pētījuma posmā nebija plānots uzsākt šo darbu.

### 3.1.3. Apsaimniekošanas alternatīvu programmu (dažādas intensitātes starpaudzes 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 m<sup>2</sup>, 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 biežība vai nu ir vai līdz galvenās cirtes 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 cirtes briestaudzēs;

AKKC – scenārijā modelē krājas kopšanas cirtes briestaudzēs.

Lapu koku audzēs AKKC scenārijā kopšanas cirtes tiek modelētas 5 gadus pirms galvenās cirtes veikšanas, bet skuju koku audzēs - 5, 10 un 15 gadus pirms galvenās cirtes veikšanas (3.4. tabula).

**3.4.tabula. Parauglaukumu sadalījums pa valdošajām sugām un kopšanas laika pirms galvenās cirtes veikšanas**

Suga	Kopšanas laiks pirms GC cirtes, 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 briestaudzēs, pie aprēķinos pieņemtās sortimentācijas un to cenu līmeņa un pieņēmumiem par darbu izmaksām, nav finansiāli izdevīgi veikt. Jo tikai pie 4,58% un 5% diskonta likmes priedes audzēs 15 gadus pirms galvenās cirtes veikšanas finansiāli izdevīgi ir veikt kopšanas cirti briestaudzē (3.5. tabula), pie tam pie 4,58% likmes starpības starp scenārijiem nav būtiskas (tātad ar 95% ticamību nevar apgalvot, ka kāds no variantiem ir finansiāli izdevīgāks).

Pie interešu procentu 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%.

**3.5.tabula. Tīro ienākumu no koksnes realizācijas starpība starp AKKC un BKCC scenārijiem, eiro·ha<sup>-1</sup>**

Diskonta likme	Suga	Kopšanas cirtes laiks pirms galvenās cirtes, gadi					
		5		10		15	
		vid	±SE	vid	±SE	vid	±SE
0	Priede	-3440	133	-4110	150	-4647	173
	Egle	-2919	144	-3275	139	-3653	133
	Bērzs	-3274	111				
	Melnalksnis	-2872	114				
	Apse	-2844	284				
	Visas sugas	-3221	-174	-3835	114	-4326	130
1	Priede	-2850	116	-3079	115	-3152	124
	Egle	-2466	126	-2553	112	-2612	98
	Bērzs	-2837	95				
	Melnalksnis	-2520	96				
	Apse	-2485	247				
	Visas sugas	-2735	-148	-2906	87	-2978	91
2	Priede	-2344	99	-2228	86	-1970	86
	Egle	-2077	111	-1955	90	-1784	73
	Bērzs	-2452	82				
	Melnalksnis	-2210	82				
	Apse	-2167	214				

	Visas sugas	-2314	-125	-2138	66	-1910	63
3	Priede	-1909	85	-1527	63	-1036	59
	Egle	-1742	98	-1460	71	-1127	57
	Bērzs	-2112	70				
	Melnalksnis	-1936	70				
	Apse	-1886	185				
	Visas sugas	-1948	-106	-1505	48	-1066	44
4	Priede	-1535	71	-951	45	-303	43
	Egle	-1454	86	-1051	56	-608	51
	Bērzs	-1813	60				
	Melnalksnis	-1695	62				
	Apse	-1637	159				
	Visas sugas	-1631	-88	-984	35	-401	35
5	Priede	-1214	59	-478	32	271	39
	Egle	-1205	75	-712	44	-198	51
	Bērzs	-1549	51				
	Melnalksnis	-1482	54				
	Apse	-1416	136				
	Visas sugas	-1355	-73	-555	27	119	35
4.58	Priede	-1343	64	-665	36	47	40
	Egle	-1305	79	-846	49	-359	50
	Bērzs	-1656	55				
	Melnalksnis	-1568	57				
	Apse	-1506	146				
	Visas sugas	-1466	-79	-725	30	-84	35

vid – aritmētiski vidējā vērtība,  $\pm$ SE – standartkļūda;

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 4,58% 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.

## 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.