



## PĀRSKATS

PAR MEŽA ATTĪSTĪBAS FONDA PASŪTĪTO PĒTĪJUMU

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: LATVIJAS MEŽA RESURSU ILGTSPĒJĪGAS,  
EKONOMISKI PAMATOTAS  
IZMANTOŠANAS UN PROGNOZĒŠANAS  
MODEĻU IZSTRĀDE

LĪGUMA NR.: 140510/S55

IZPILDES LAIKS: 14.05.2010 – 08.11.2010

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”

PROJEKTA VADĪTĀJS: \_\_\_\_\_  
Jānis Donis

**Salaspils, 2010**

## Satura rādītājs

Kopsavilkums.....	4
Ievads .....	6
1. Papildus mērījumu veikšana MRM parauglaukumos ( <i>J.Donis, J.Jansons</i> ).....	8
1.1. Problēmas pamatnostādnes .....	8
1.2. Materiāls un metodika .....	8
1.3. Rezultāti .....	10
2. Koku kvalitātes novērtējums balstoties uz 2009. g. papildus mērījumiem MSI parauglaukumos ( <i>G. Šņepsts, J. Donis</i> ).....	11
2.1. Materiāls un metodika .....	11
2.2. Rezultāti .....	12
2.2.1. Koku kvalitātes vērtējums pa kombināciju veidiem .....	12
2.2.2. Atsevišķu koku kvalitātes vērtējums.....	14
2.2.3. Koku kvalitātes vērtējums audzēm .....	24
2.2.4. Koku kvalitātes vienādojumi audzēm .....	33
Secinājumi.....	38
3. Dažādās intensitātēs koptu bērzu audžu augšanas gaitas aproksimācija ( <i>P. Zālītis</i> ) .....	39
3.1. Problēmas pamatnostādnes .....	39
3.1. Materiāls un metodika .....	40
3.2. Rezultāti .....	41
Secinājumi.....	52
4. Neizmanto lauksaimniecības zemju apmežojumu augšanas gaitas aproksimācija ( <i>K. Liepiņš, M. Daugaviete</i> ) .....	53
4.1. Problēmas pamatnostādnes .....	53
4.2. Materiāls un metodika .....	53
4.2.1. Parauglaukumu ierīkošana .....	53
4.2.2. Paraugkoku nozāģēšana un kamerālie darbi .....	54
4.3. Rezultāti .....	55
4.3.1. Stādījumu apraksts .....	55
4.3.2. Koku augstumu aproksimācija bērzu stādījumos lauksaimniecības augsnēs.....	57
4.3.3. Koku augstumu aproksimācija egļu stādījumos lauksaimniecības augsnēs.....	60
4.3.4. Koku augstumu aproksimācija priežu stādījumos lauksaimniecības augsnēs .....	63
Secinājumi.....	66
5. Selekcionētas parastās priedes augšanas gaitas aproksimācija ( <i>J. Donis, L. Zdors</i> ).....	67
5.1. Problēmas pamatnostādnes .....	67
5.2. Materiāls un metodika .....	67
5.3. Rezultāti .....	68
Secinājumi.....	72
6. Dažāda vecuma un apsaimniekošanas režīma audžu koku sadalījuma pa caurmēra pakāpēm aproksimācija ( <i>J. Donis, L. Zdors, G. Šņepsts</i> ) .....	73
6.1. Problēmas pamatnostādnes .....	73
6.2. Materiāls un metodika .....	74
6.2.1 Papildus informācijas ieguve par koku sadalījumu pa caurmēra pakāpēm.....	74
6.2.2 Koku sadalījuma pa caurmēra pakāpēm aproksimācija .....	77
6.3. Rezultāti .....	77
6.3.1. Paraugkopu atbilstība normālajam sadalījumam un 3 parametru normālajam sadalījumam. ....	77
6.3.2. Parametru aproksimācija .....	78

6.3.3. Vienādojumu atbilstības pārbaude .....	79
Secinājumi .....	80
7. Infrasarkanā attēlu izmantošanas iespēju izvērtējums MSI parauglaukumu datu ekstrapolēšanai ( <i>J.Zariņš, J.Donis</i> ) .....	81
7.1. Problēmas pamatnostādnes .....	81
7.2. Materiāls un metodika .....	81
7.2.1. MSI parauglaukumu centru precizēšana .....	81
7.2.2. LĢIA ortofoto, infrasarkanie ortofoto ar 0,5m izšķirtspēju .....	82
7.3. Rezultāti .....	84
7.3.1. MSI parauglaukumu centru precizēšana .....	84
7.3.3. LĢIA ortofoto, infrasarkanie ortofoto ar 0,5m izšķirtspēju .....	84
Secinājumi .....	89
Nobeigums .....	90
Literatūra .....	91

# Kopsavilkums

## Latvijas meža resursu ilgtspējīgas, ekonomiski pamatotas izmantošanas un prognozēšanas modeļu izstrāde

Projekta vadītājs J. Donis

Pārējie galvenie izpildītāji (Dr. silv. K. Liepiņš, Dr. silv. M. Daugaviete, Dr. hab. silv. P. Zālītis, Dr. silv. J. Jansons, Mgr. silv. L. Zdors, J. Zariņš, G. Šņepsts).

MSI darba grupas.

Projekta ilgtermiņa mērķis: izstrādāt **lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmu** Latvijas meža resursu ekonomiski pamatotas izmantošanas plānošanai stratēģiskā līmenī.

Atbilstoši līgumam 2010. gadā definēta sekojoši darba uzdevumi:

1. Papildus mērījumu veikšana MSI (meža statistiskās inventarizācijas) parauglaukumos;
1. Koku kvalitātes novērtējums balstoties uz 2009.g. papildus mērījumiem MSI parauglaukumos
2. Dažādās intensitātēs koptu bērzu audžu augšanas gaitas aproksimācija;
3. Neizmantoto lauksaimniecības zemju apmežojumu augšanas gaitas aproksimācija
4. Selekcionētas parastās priedes augšanas gaitas aproksimācija;
5. Dažāda vecuma un apsaimniekošanas režīma audžu koku sadalījuma pa caurmēra pakāpēm aproksimācija;
6. Infrasarkanā attēlu izmantošanas iespēju izvērtējums MSI parauglaukumu datu ekstrapolēšanai.

1. *Papildus mērījumu veikšana MSI (meža statistiskās inventarizācijas) parauglaukumos.*  
Šī projekta vajadzībām Meža resursu monitoringa parauglaukumos ievākta papildus informācija par saimnieciski nozīmīgāko sugu vainagu platumiem (virszemes biomasas aprēķiniem). P, B, A, M zarojumu, padēlu un dubultgalotņu esamību, koku kvalitātes reģionālam novērtējumam, kā arī veikts stumbra apakšējās daļas (līdz 6 m) kvalitātes novērtējums. Līdz oktobra beigām mērījumi veikti ap 1744 MRM parauglaukumos.
2. *Koku kvalitātes novērtējums balstoties uz 2009.g. papildus mērījumiem MSI parauglaukumos.*

Novērtējumam izmantoti 361 MSI parauglaukuma dati. Konstatēts, ka priežu audzēs zāgbaļķa kvalitātes prasībām pēc ārējām pazīmēm atbilst ap 90% koku, egļu parauglaukumos ap 80%, bet bērzu parauglaukumos tikai 53% koku. Izstrādāti vienādojumi kvalitātes pazeminājuma īpatsvara aprēķināšanai atkarībā no koku sugas, vecuma grupas un dimensijām, kā arī vienādojumu augstas kvalitātes sortimentu īpatsvara aprēķinam.

3. *Dažādās intensitātēs koptu bērzu audžu augšanas gaitas aproksimācija.*

Konstatēts, ka augšanas gaitas aprakstīšanai saistībā ar mežsaimnieciskiem pasākumiem. kā arī audzes ražības salīdzināšanai šo pasākumu ietekmē, lietderīgi izmantot audžu vidējos augstumus, vecumam un bonitātei atvēlot papildus informācijas lomu. Jaunaudzēs, kurās agrīnajās (pie vidējā augstuma 3-10m) sastāva kopšanas cirtēs atstāj 1500-2000 kokus uz 1 ha, valdaudzes koku skaits nemainās līdz 20m augstumam, un visi atstātie koki intensīvi ražo, audzes krājai pieaugot 9-12m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>.

4. *Neizmantoto lauksaimniecības zemju apmežojumu augšanas gaitas aproksimācija.*  
Konstatēts, ka produktīvāko mūsu analizēto bērza stādījumu augšanas temps nedaudz pārsniedz Somijas dienvidu daļai izveidoto bērza stādījumu augšanas gaitas tabulu prognozēto. Atbilstošu vienādojumu trūkuma dēļ, Somijas apstākļiem aprēķinātie augstāko bonitāšu augšanas vienādojumi ir izmantojami bērza stādījumu augšanas gaitas un produktivitātes prognozēšanai Latvijā. Iepriekšējos gados izveidotās augšanas gaitas tabulas pilnas biežības mežaudzēm nav izmantojamas šobrīd ierīkoto stādījumu augšanas gaitas prognozēm.
5. *Selekcionētas parastās priedes augšanas gaitas aproksimācija.*  
Paraugkoku sākotnējā augšanas gaita augstumā kopumā seko G. Ģērķa izstrādātajām priežu jaunaudžu bonitātēm. Salīdzinot augstumus 15 g. vecumā un augstums 30 g. vecumā (krūšaugstuma vecums), konstatējams, ka sākotnēji straujāk augušie varianti saglabā augšanas gaitas atbilstību J. Matuzāņa izstrādātajai virsaugstuma bonitāšu skalai, savukārt, sākotnēji lēnāk augušie koki augšanas tempu palielina. Kontrolēto krustojumu pēcnācēji salīdzinot ar provenienču pēcnācējiem līdz 30 gadu vecumam sasniedz vidēji apm. par 10% lielāku augstumu.
6. *Dažāda vecuma un apsaimniekošanas režīma audžu koku sadalījuma pa caurmēra pakāpēm aproksimācija.*  
Konstatēts, ka hipotēzi par koku sadalījuma atbilstību normālajam sadalījumam nevar noraidīt 63 % gadījumu, bet hipotēzi par atbilstību 3 parametru Veibula sadalījumam – 77% gadījumu. Izstrādāti vienādojumi koku sadalījumam pa caurmēra pakāpēm aproksimācijai izmantojot 3 parametru Veibula sadalījumu, tomēr pagaidām tie ievērojami atpaliek no prof. R. Ozoliņa izstrādāta „kvazinormālā” sadalījuma.
7. *Infrasarkano attēlu izmantošanas iespēju izvērtējums MSI parauglaukumu datu ekstrapolēšanai.*  
Konstatēts, ka pēc parauglaukuma centru koordinātu precizēšanas, uzmērīto koku informācija izmantojama attēlu klasificēšanai. Korektai ortofoto un NIR attēlu izmantošanai LĢIA rīcībā nepieciešams sarkanā spektra korekcijas programmnodrošinājums.

## Ievads

Ņemot vērā meža resursu nozīmību Latvijas tautsaimniecībā, mežsaimnieciskās darbības cikla ilgumu, kā arī meža lomus vides stabilizācijā, bioloģiskās daudzveidības saglabāšanā un tā sociālo nozīmību, lēmumpieņemējam nepieciešams instruments vismaz:

- 1) Lēmumu pieņemšanas atbalstam meža politikas/stratēģijas izstrādei;
- 2) Lēmumu pieņemšanas atbalstam visas valsts (reģionālā) līmenī;
- 3) Daudzmērķu meža resursu prognozēšanai;
- 4) Meža nozares (industrijas) ilgtermiņa plānošanai (iespēju prognozēšanai).

Virknē valstu ir izstrādātas programmas, kuras izmantojamās resursu attīstības modelēšanai un stratēģisko lēmumu pieņemšanas atbalstam, piem., Somijā, Mežzinātnes institūts Metla ir izstrādājis MELA programmu, Eiropas meža institūts izstrādājis EFISCEN programmu, Zviedrijā izveidota meža simulāciju sistēma HUGIN utt.. Virknē gadījumu šīs programmas balstītas uz nacionālās meža inventarizācijas gaitā vairākkārt uzmērīto parauglaukumu informāciju.

Latvijā meža resursu ilgtspējīgas apsaimniekošanas nodrošināšanai saimnieciskās vienības vai valsts līmenī izmantotas 1) klasiskās maksimālā galvenajā cirtē pieļaujamā ciršanas apjoma aprēķina metodes (n-tā ciršana pēc vecuma, ciršana pēc stāvokļa u.c.), 2) meža kapitālvērtības aprēķina programma „Meža eksperts” (Dubrovskis, 2007). Līdz 2007.g. augstāk minētās metodes balstītas tikai uz nogabalu līmeņa inventarizācijas datu bāzi.

2007. gadā LVMI „Silava” tika realizēts projekts „Latvijas meža resursu ilgtspējīgas, ekonomiski pamatotas izmantošanas modeļu izstrāde”, kura mērķis bija apkopot ekspertu viedokļus un sniegt priekšlikumus (1) par meža augšanas gaitu raksturojošiem indikatoriem un to izmaiņu prognozi laikā iepriekš saskaņotās plānošanas vienībās; (2) par optimālo modeli mežaudzes likvidācijas vērtības noteikšanai (sortimentācijai); u.c. Meža stāvokli raksturojošā informācija pirmo reizi iegūta izmantojot meža statistiskās inventarizācijas (MSI) jeb meža resursu monitoringa (MRM) 2005., 2006. gada datus. Projekta vadība tika uzticēta zviedru mežzinātniekam P. Wikström. Darba gaitā atklājās virkne nepilnību mūsu zināšanās, un tādējādi modelis tika balstīts uz labāko pieejamo informāciju (piem., šķerslaukuma pieauguma modeļi, kas izstrādāti balstot uz mērījumiem Dienvidzviedrijas mežos) vai ekspertu vērtējumiem, kuru atbilstība projekta īsā izpildes termiņa (3,5 mēneši) dēļ netika pārbaudīta.

Pasūtītājs, 2008. gadā izsludinot konkursu ilgtermiņa pētījumam, definējis sekojošu darba mērķi - **izveidot lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmu Latvijas meža resursu ekonomiski pamatotas izmantošanas plānošanai stratēģiskā līmenī**. Šādas lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmas izveide un attiecīga cilvēkresursu attīstība, ļautu modelēt dažādu politisko lēmumu sekas uz resursu pieejamību u.c. būtiskiem aspektiem, kā arī padarīt lēmuma pieņemšanas procesu caurskatāmāku.

2009.gadā projekta izstrādes gaitā tika aproksimētas meža statistiskās inventarizācijas vienreiz uzmērīto parauglaukumu augstuma un caurmēra sakarības, kas izmantotas augšanas gaitas simulācijām LLU izstrādātajā datorprogrammā „Meža eksperts”. Izvērtējot pieejamo informāciju, konstatēts, ka, lai uzlabotu modeļu izstrādei izmantojamās informācijas apjomu, nepieciešama gan esošo parauglaukumu pārņemšana, gan jaunu parauglaukumu ierīkošana. Tāpat tika konstatēts, ka informācija modelēšanas vajadzībām par koksnes kvalitāti ir visai ierobežota, kā arī, ka pastāv pamatotas bažas, ka aproksimētie vienādojumi neatspoguļo iespējami korekti augšanas gaitu. Bez tam darba sanāksmēs tika konstatēts, ka retāk pārstāvēto

Balstoties uz 2008.g. pētījuma rezultātiem un 2009.g. paveikto, 2010.g. definēti sekojoši darba uzdevumi:

1. Papildus mērījumu veikšana MSI (meža statistiskās inventarizācijas) parauglaukumos;

2. Koku kvalitātes novērtējums balstoties uz 2009.g. papildus mērījumiem MSI parauglaukumos;
3. Dažādās intensitātēs koptu bērzu audžu augšanas gaitas aproksimācija;
4. Neizmantoto lauksaimniecības zemju apmežojumu augšanas gaitas aproksimācija;
5. Selekcionētas parastās priedes augšanas gaitas aproksimācija;
6. Dažāda vecuma un apsaimniekošanas režīma audžu koku sadalījuma pa caurmēra pakāpēm aproksimācija;
7. Infrasarkanā attēlu izmantošanas iespēju izvērtējums MSI parauglaukumu datu ekstrapolēšanai.

# 1. Papildus mērījumu veikšana MRM parauglaukumos (J.Donis, J.Jansons)

## 1.1. Problēmas pamatnostādnes

Ņemot vērā, ka arvien lielāku lomu iegūst meža lomas novērtējums oglekļa apritē, un līdz ar to būtisks ir pilnas biomasas aprēķins, kā arī to, ka koku vainagu raksturojums ir būtisks rādītājs dažādu attālās izpētes metožu lietošanā (Ustin, 2004), kā arī kokaudzes augšanas gaitas modelēšanā (Hasenhauer 2006), 2009. gadā kā papildus mērāmais rādītājs MRM programmā iekļauts koku vainaga platums. Šī informācija ļaus izstrādāt modeli vainaga platuma aprēķiniem atkarībā no citiem audzi raksturojošiem rādītājiem, kā arī izmantot vainaga platumu kā papildus rādītāju attālās izpētes metožu izmantošanas gadījumā.

Otrs būtisks aspekts ir augošu koku kvalitātes reģionāls novērtējums saimnieciski nozīmīgākajām sugām. Tas ļaus gūt informāciju par „kvalitātes fonu” (stumbra lejas daļas kvalitāte pēc ārēji novērtējamu pazīmju kopas) un iespējām to uzlabot meža selekcijas darba procesā.

No nekoksnes resursiem izvēlēts ogulāju projektīvā seguma novērtējums. Šī informācija var tikt izmantota gan izvērtējot nākotnē potenciāli pieejamo ogu ražu, gan arī novērtējot medijamo dzīvnieku ziemas barības bāzes nozīmīgu komponenti (Siliņš A, 1984).

## 1.2. Materiāls un metodika

### 1. Vainaga platums

Saglabāta pagājušā (2009.) gadā izstrādātā metodika. Vainaga platumu (rādiusu) mēra kokiem, kuriem tiek mērīts augstums. Vainaga platumu mēra no koka stumbra līdz vainaga horizontālās projekcijas ārmalai (zara galam) no tās pašas puses, no kuras mēra augstumu. Nolasa horizontālo attālumu līdz bākai, kas piesprausta pie koka. Veicot mērījumu, mērītājam jāstāv ar sānu paralēli mērāmā zara garenass horizontālajai projekcijai, DME novietojot zem/virs mērāmā zara gala horizontālās projekcijas. Rezultātu pieraksta ar cm noteiktību (DME rādījumu). Ja zars ir ekscesīvi izvirzīts ārpus „normālās” vainaga projekcijas (kuru veido 3 aptuveni tajā pašā virzienā augošu zaru gali), tad mēra vainaga platumu šajā virzienā līdz iedomātai normālā vainaga projekcijas vietai, pierakstā aiz skaitļa pievienojot burtus *ex*.

### 2. Koku kvalitāte

Saglabāta pagājušā (2009.) gadā izstrādātā metodika Koku kvalitāti novērtē tikai P, E, B, A, Ma, Ba, Oz, Os, kuru  $D_{1.3} < 14.0$  cm. Novērtē divus 3 m garus stumbra posmus no sakņu kakla (celmu augstuma) līdz 6,x m, (kur x celma augstums, cm).

Tā kā augošiem kokiem nav zināma no tiem konkrētā pasūtītāja vajadzībām iegūstamo sortimentu kvalitātes prasības, augošu koku kvalitātes novērtējuma metodika izstrādāta kompilējot informāciju no LVS 80:1997, LVS 81:1997, LVS 82:1997, Līpiņš, 1999, LVM, 2007. (atbilstošajam „sortimentam” izvirzītās kvalitātes prasības atspoguļotas 2.1. un 2.2. tabulās

### 3. Ogulāju novērtējums

Ņemot vērā 2009.g. rezultātus ogulāju projektīvā seguma noteikšanai irizmainīta saglabājot 2009.g. metodikas principus, proti, ierīkojams 9 m<sup>2</sup> parauglaukums. 3.0\*3.0m (diagonāle 4.24m) C parauglaukumā, tikai tādā gadījumā, ja C parauglaukums **netiek** dalīts sektoros.



### Novērtējams sekojošu ogulāju projektīvais segums

Brūklenes	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Proj. segums	H,m
Mellenes	<i>Vaccinium myrtillus</i>		
Avenes	<i>Rubus idaeus</i>		
Zilenes	<i>Vaccinium uliginosum</i>		
Lācenes	<i>Rubus chamaemorus</i>		
Dzērvenes	<i>Oxycoccus palustris, O. microcarpus</i>		
Citas*			

\* Kods 1. Melnā vistene (*Empetrum nigrum*),

Kods 2. Miltenes (*Arctostaphylos uva-ursi*),

Kods 3. Meža zemenes, (*Fragaria vesca*), spradzenes (*Fragaria viridis*),

Kods 4. klinšu kaulene (*Rubus saxatilis*),

Kods 5. Kazene (*Rubus caesius*),

Kods 6. Melnā cūcene (*Rubus nessensis*), krokainā cūcene (*Rubus plicatus*), Smaržīgā avene (*Rubus odoratus*).

„Citām” sugām parauglaukumā konstatēto sugu kodu ieraksta h (augstuma) kolonā pirmo rakstot sugu ar lielāko projektīvo segumu, tad nākamo ar 2 lielāko projektīvo segumu utt.

Katras sarakstā minētās sugas projektīvo segumu vērtējot 10 klasēs:

0 – nav

1 – -10%

2- 11-20%

3 – 21-30%

4 – 31-40

5 – 41-50%

6- 51-60%

7 – 61-70%

8 – 71-80

9 – 81-90%

10- 91-100%

99 – , ja suga ir sastopama uzskaites laukumā, bet tās projektīvais segums nav vērtēts

### „Citām” sugām ailē „projektīvais segums” raksta to kopējo projektīvo segumu

Piezīme:

Aveņu, lāceņu, zemeņu, kazeņu, cūceņu, un kaulēņu projektīvo segumu novērtē tikai lapotā stāvoklī.

Mellenēm nosaka projektīvo segumu paturot prātā, ka to lapu garums ir 1-2,5 cm un platums 0,5-1,5 cm.

Zilenēm nosaka projektīvo segumu paturot prātā, ka to lapu garums 3,5-5 cm un platums 0,5- 2,5 cm.

Vidējais augstums tiek novērtēts kā pēc projektīvā seguma modālais (biežāk sastopamais) augstums.

Uz ciņiem augošu ogulāju gadījumā augstums tiek noteikts no ciņa virsotnes.

Augstumu nosaka metros noapaļojot uz 0.1 m precizitāti. 1m raksta 1.0

**Ogulāju novērtējumu veic pēc parauglaukumu un sektoru nospraūšanas, bet pirms koku uzskaites veikšanas C parauglaukumā.**

Ja C parauglaukums tiek dalīts sektoros – tabulu neaizpilda.

### **1.3. Rezultāti**

Līdz 2010.g. 1. novembrim Meža statistiskās inventarizācijas darba grupas ir veikušas mērījumus 1744 parauglaukumos. Tajos atbilstoši metodikai veikti arī papildus mērījumi. (Kopā koku mērījumi 2010.gadā jāveic 1864 laukumos)

Atbilstoši meža statistiskās inventarizācijas (meža resursu monitoringa) metodikai, monitoringa grupu darbinieki lauku darbus veic no maija līdz novembrim, pēc tam tie veic lauku darbu datu ievadi datorā. Pārskats par meža resursiem, kas balstīts uz tekoša gada mērījumiem, tiek sagatavots līdz nākošā gada 1. aprīlim. Tā kā augstāk minētie papildus mērījumi ir saistīti ar pamatinformāciju, to ievade tiks veikta nākamā gada pirmajā ceturksnī.

## 2. Koku kvalitātes novērtējums balstoties uz 2009. g. papildus mērījumiem MSI parauglaukumos (G. Šņepsts, J. Donis)

### 2.1. Materiāls un metodika

Koku kvalitāte novērtēta atbilstoši iepriekš izstrādātajai metodikai (2.1. un 2.2. tabula).

Koku kvalitātes novērtēšanai izmantoti dati no 361 MSI (Meža statistiskās inventarizācijas) parauglaukiem:

- priežu audzēs – 176 parauglaukumi,
- egļu audzēs – 84,
- bērzu audzēs – 101,

Šajos parauglaukumos koku kvalitāte kopā novērtēta 8842 kokiem, no kuriem:

- priedes ir 3463,
- egles – 3071,
- bērzi – 2208,

2.1. tabula

**Skuju koku kvalitātes novērtējums**

SKUJU KOKI	Pirmais vai vidus baļķis	Galotne vai vidus baļķis*	Visu veidu baļķi	Visu veidu baļķi	Visu veidu baļķi		
Kods	I šķira	II šķira	III šķira	IV šķira	V šķira	p-malka	Malka
	1	2	3	4	5	6	7
<b>1. Zars</b>	Sliktākajā pusē 1.5 m posmā						
Trupējis/mizā ietverts, mm	1 gab. uz baļķi	2 gab.	7 gab.	N neierobežo	N neierobežo	N neierobežo	neierobežo
	10<d<20	10<d<20	<40	<80	neierobežo		
Nokaltis nesaaudzis, mm	1 gab. uz baļķi	7 gab.	14 gab. 10<d<40	N neierobežo	N neierobežo	N neierobežo	neierobežo
	10<d<20	10<d<40		<80			
Vaļējs, saaudzis, mm	1 gab. uz baļķi	12 gab. 15<d<90	20 gab. 15<d<90	N neierobežo	N neierobežo	neierobežo	neierobežo
	15<d<50			neierobežo	neierobežo	neierobežo	
Padēls, mm	0	0	50	50	neierobežo	neierobežo	neierobežo
Apauguši zari	1 gab (h=5mm)	nepieļauj	pieļauj	pieļauj	pieļauj	pieļauj	neierobežo
<b>2. plaisas (sānu, caurejošas)</b>	0	0	0	0	0	pieļauj	pieļauj
<b>3. Līkumainība (vienpusīga) cm/m</b>	1	1	<2	<2	<2	pieļauj	pieļauj
<b>Daudzpusīgā cm/m</b>	nepieļauj	nepieļauj	<2	<2	<2	pieļauj	pieļauj
<b>4. Saussāns</b>	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	pieļauj	pieļauj
<b>5. Sēņu bojājums**</b>	0	0	0	pieļauj vecus pārn. bojāj.	pieļauj piepes zaros vecus pārn. bojāj.	pieļauj piepes zaros vecus pārn. bojāj.	pieļauj piepes uz stumbra, vecus pārn. bojājumus
<b>6. Kukaiņu bojājumi</b>	<3mm dziļi	<3mm dziļi	<3mm dziļi	<3mm dziļi	<3mm dziļi	Pieļauj	Pieļauj
<b>7. Metāliski ieslēgumi</b>	0	0	0	0	0	0	Pieļauj
<b>8. Apogļojums</b>	0	0	0	0	0	0	Pieļauj

\* zaļajā vainagā; \*\* veci, (5gadi <) pārnadžu radīti stumbra mizas bojājumi ir 1. nogriežņa trupes pazīme

## Lapu koku kvalitātes novērtējums

LAPU KOKI						
	I šķira	II šķira	III šķira		p-malka	Malka
KODS	1	2	3		6	7
1. Zars	Uz balķi	Sliktākajā pusē	1.0 m posmā			
Trupējis/mizā ietverts, mm	Nepieļauj 10<d<	Nepieļauj 10<d<	neierobežo		neierobežo	neierobežo
Nokaltis nesaaudzis, mm	Nepieļauj 10<d<	2 gab. 10<d<50	neierobežo		neierobežo	neierobežo
Valējs, saaudzis, mm	Nepieļauj 10<d<	2 gab. 15<d<100	neierobežo		neierobežo	neierobežo
Padēls, mm	0	0	neierobežo		neierobežo	neierobežo
Apauguši zari	1 gab (h=5mm)	Nepieļauj	pieļauj		pieļauj	pieļauj
2. plaisas (sānu, caurejošās)	0	0	0		pieļauj	pieļauj
3. Likumainība (vienpusīga) cm/m	1	1	3		pieļauj	pieļauj
Daudzpusīgā cm/m	0.5	1	1.5		pieļauj	pieļauj
4. Saussāns	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)		pieļauj	pieļauj
5. Sēņu bojājums**	0	0	0		pieļauj piepes zaros	pieļauj piepes uz stumbra
6. Kukaiņu bojājumi	<3mm dziļi	<3mm dziļi	<3mm dziļi		pieļauj	pieļauj
7. Metāliski ieslēgumi	0	0	0		0	pieļauj
8. Apogļojums	0	0	0		0	pieļauj

\* zaļajā vainagā; \*\* veci, (5gadi <) pārnadžu radīti stumbra mizas bojājumi ir 1. nogriežņa trupes pazīme

## 2.2. Rezultāti

### 2.2.1. Koku kvalitātes vērtējums pa kombināciju veidiem

**Priede.** Priedei kopumā no 49 teorētiski iespējamajām kombinācijām (pirmā trīs metru nogriežņa kvalitātes un otrā trīs metru nogriežņa kvalitātes novērtējuma kodi) analizētajos datos sastopamas ir 39, bet tikai ir 10 kombinācijas, kuru īpatsvars pārsniedz 1%. Pusei no analizētajiem kokiem (48,8%) konstatēta kvalitātes kombinācija 33, otra izplatītākā kombinācija ir 13 (20,8%) un trešā izplatītākā ir 11(12,2%). Tātad šīs trīs kombinācijas kopā konstatētas aptuveni  $\frac{4}{5}$  no analizētajiem kokiem (2.3. tabula).

Tīrās kombinācijas (abi nogriežņi atbilst vienai un tai pašai kvalitātes prasībai) kopumā ir konstatētas 65,8%.

Otrajam nogriežnim augstāka kvalitāte nekā pirmajam nogriežnim konstatēta ir 224 kokiem, kas ir 6,4%. Lielākajai daļai (76,8%) šiem kokiem pirmais nogrieznis atbilst papīrmalkas prasībām.

**Egle.** Eglei kopumā no 49 teorētiski iespējamajām kombinācijām analizētajos datos sastopamas ir 31. Pusei (55,4%) no analizētajiem kokiem ir konstatēta kombinācija 33, pārējo kombināciju īpatsvars nepārsniedz 10%. Otrā izplatītākā kombinācija ir 73 (9,5%), trešā – 32 (8,1%), vēl kombinācijas, kas ir konstatētas vairāk nekā 100 kokiem ir 11 (6,4%), 13 (4,7%) un 63 (5,5%). Šīs iepriekš pieminētās kombinācijas kopā ir konstatētas 89,7% no analizētajiem kokiem (2.3. tabula).

Tīrās kombinācijas ir konstatētas 64,1 %, jāatzīmē, ka kombinācija 55 konstatēta tikai vienam kokam.

Otrajam nogriežnim augstāka kvalitāte nekā pirmajam nogriežnim konstatēta ir 915 kokiem, kas ir 29,8%. Izplatītākie gadījumi, kad augstāka kvalitāte ir otrajam nogriežnim ir tad, ja pirmā nogriežņa kvalitāte ir 3 (267 koki jeb 29,2%), 6 ( 208; 22,7%) un 7 (326; 35,6%). Vairāk nekā pusei (54,6%) no šiem kokiem ir konstatēti stumbra bojājumi.

**Bērzs.** Bērzam kopā teorētiski iespējamas ir 25 kombinācijas, no kurām analizētajiem kokiem ir konstatētas 20. Līdzīgi kā priedei un eglei izplatītākā kombinācija ir 33, kas konstatēta aptuveni  $\frac{1}{3}$  koku (34,2%). Otrā izplatītākā kombinācija ir 66 (25,6%), trešā – 13(12,1%). Vēl vismaz 5% koku konstatētas kombinācijas 11(5,0%), 36 (9,7%) un 63 (6,7%). Šīs iepriekš pieminētās kombinācijas kopā ir konstatētas 93,3% no analizētajiem kokiem (2.3. tabula).

Tīrās kombinācijas ir konstatētas 66,1 %, jāatzīmē, ka kombinācija 22 konstatēta tikai vienam kokam.

Otrajam nogrieznim augstāka kvalitāte nekā pirmajam nogrieznim konstatēta ir 226 kokiem, kas ir 10,2%. Lielākajai daļai (68,8%) šiem kokiem pirmais nogrieznis atbilst papīrmalkas prasībām.

Tātad visām iepriekš minētajām sugām izplatītākā kombinācija ir 33, bet skuju kokiem šī kombinācija ir aptuveni pusei koku, bet bērzam tikai trešdaļai. Priedei starp trīs populārākajām kombinācijām ir tikai baļķu (abi nogriežņi atbilst baļķu prasībām) kombinācijas, eglei starp trim populārākajām ir arī kombinācija 73 (pirmais nogrieznis atbilst tikai malkas sortimentu prasībām), kas visticamāk izskaidrojams ar dzīvnieku stumbra bojājumiem. Savukārt bērzam ir samērā liels īpatsvars (25%) papīrmalkas sortimentu prasībām atbilstošās kombinācijas (66).

## Koku sadalījums pa koku sugām un koku kvalitātes kombinācijām

kvalitāte	Priede		Egle		Bērzs	
	N	N%	N	N%	N	N%
11	424	12,2	198	6,4	111	5,0
12	5	0,1	13	0,4	2	0,1
13	720	20,8	143	4,7	268	12,1
14	10	0,3				
15	1	0,0				
16	8	0,2			27	1,2
17	6	0,2			2	0,1
21	3	0,1				
22	3	0,1	6	0,2	1	0,0
23	22	0,6	1	0,0	2	0,1
24						
25						
26						
27						
31	12	0,3	17	0,6	17	0,8
32	9	0,3	250	8,1	5	0,2
33	1690	48,8	1700	55,4	756	34,2
34	84	2,4	13	0,4		
35	46	1,3	1	0,0		
36	40	1,2	12	0,4	215	9,7
37			2	0,1	2	0,1
41	1	0,0	31	1,0		
42	2	0,1	4	0,1		
43	17	0,5	57	1,9		
44	65	1,9	11	0,4		
45	8	0,2				
46	7	0,2	3	0,1		
47	1	0,0				
51	1	0,0	1	0,0		
52						
53	10	0,3	21	0,7		
54	4	0,1				
55	19	0,5	1	0,0		
56	1	0,0				
57						
61	3	0,1	27	0,9	4	0,2
62	3	0,1	12	0,4	3	0,1
63	105	3,0	168	5,5	147	6,7
64	6	0,2	1	0,0		
65	7	0,2				
66	48	1,4	26	0,8	565	25,6
67			0	0,0	4	0,2
71			2	0,1		
72			1	0,0		
73	36	1,0	293	9,5	29	1,3
74	2	0,1	3	0,1		
75	1	0,0				
76	2	0,1	27	0,9	21	1,0
77	31	0,9	26	0,8	27	1,2
<b>kopā</b>	<b>3463</b>	<b>100,0</b>	<b>3071</b>	<b>100,0</b>	<b>2208</b>	<b>100,0</b>

Kvalitāte: 1 cipars- pirmā trīs metru nogriežņa kvalitāte; 2 cipars- otrā trīs metru nogriežņa kvalitāte

\* pelēkā krāsā aizkrāsoti laukumi, kuros kvalitātes kombinācija teorētiski nav iespējama

\*\* ar sarkanu krāsu izcelta katras sugas izplatītākā kombinācija

## 2.2.2. Atsevišķu koku kvalitātes vērtējums

Analīzē izmanto kvalitāti par 6m nogriežni, par kura kvalitāti pieņem zemāko kvalitāti no abiem novērtētajiem 3m nogriežņiem. Analīzē izmantotās kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 4 – IV šķiras zāģbaļķis; 5 – V šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka. Analīzē izmantoti 8742 koki no 361 MSI parauglaukumiem.

**Priede.** Kopā 12,2% no analizētajiem kokiem atbilst 1. kvalitātes prasībām, bet 3. kvalitātes prasībām - 70,9%. Zāģbaļķu sortimentu prasībām (1-5. kvalitāte) kopā atbilst 92,1%, papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitāte) – 6,6%, bet malkas sortimentu prasībām (7. kvalitāte) – 2,3%.

**Egle.** Kopā no analizētajiem kokiem 1. kvalitātes prasībām atbilst 6,4% koku, bet 3. kvalitātes prasībām - 68,7%. Zāģbaļķu sortimentu kvalitātes prasībām (1-5. kvalitāte) atbilst 80,4%, papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitāte) – 8,1%, bet malkas sortimentu prasībām (7. kvalitāte) – 11,5%.

**Bērzs.** Kopā no analizētajiem kokiem 1. kvalitātes prasībām atbilst 5,0% koku, bet 3. kvalitātes prasībām - 47,5%. Zāģbaļķu sortimentu kvalitātes prasībām (1-3. kvalitāte) atbilst 52,7%, papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitāte) – 43,5%, bet malkas sortimentu prasībām (7. kvalitāte) – 3,8%.

### 2.2.2.1. Koku kvalitātes izmaiņas atkarībā no audzes vecuma

Ir analizēts koku skaita īpatsvars katrā no kvalitātes grupām atkarībā no audzes vecuma. Analīzē iekļauti dati par 6243 kokiem: 1) priedes – 3194, 2) egles – 1498, 3) bērzi – 1551.

#### Priede

Analīzē izmantoti dati par 3194 kokiem no 176 MSI parauglaukumiem. Analīzē priežu audzes tiek sadalītas 5 vecuma grupās: 1) 1-40 gadi, 2) 41-60 gadi, 3) 61-80 gadi, 4) 81-100 gadi, 5) 101 un vecākas.

Priedēm vecākās audzēs 1. kvalitātes koku īpatsvars ir lielāks nekā jaunākās audzēs, bet 3. kvalitātes koku īpatsvars ir mazāks (2.4. tabula, 2.1. attēls). Līdz 100 gadu vecumam 1-3 kvalitātes koku īpatsvars palielinās no 80,0% (vecumā <40 gadiem) līdz 87,3% (81-100), bet vecuma grupā virs 100 gadiem tas atkal ir mazāks (82,5%), šis samazinājums vairāk izskaidrojams ar bojāto koku (bojāts stumbrs) īpatsvara pieaugumu (2.5. tabula), kas automātiski palielina 6. un 7. kvalitātes (papīrmalkas un malkas sortimentu prasībām atbilstošās kvalitātes) koku īpatsvaru.

2.4. tabula

### Priežu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām\* atkarībā no audzes vecuma grupas

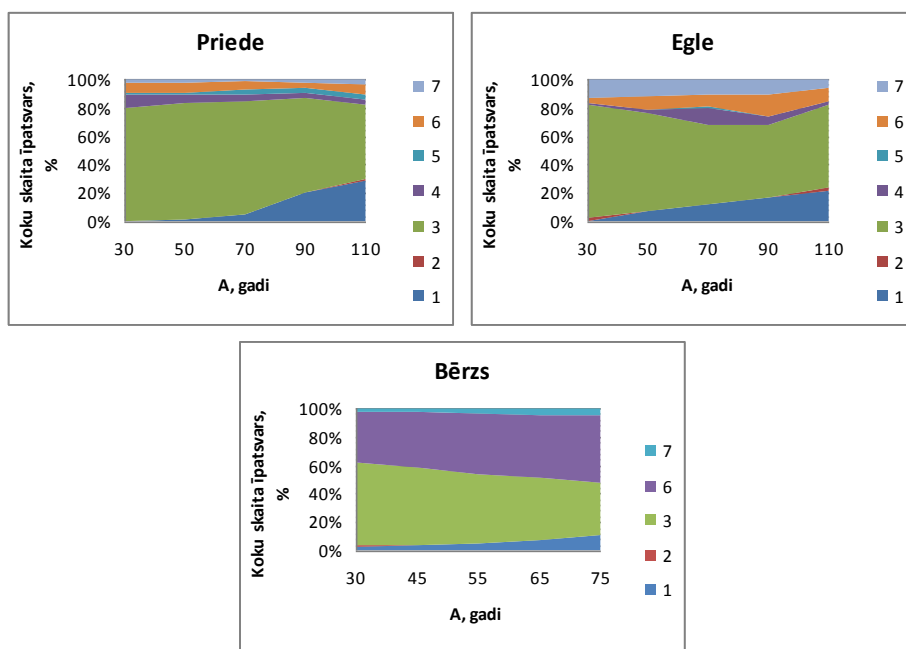
Vecuma grupa	Koku īpatsvars pa kvalitātes grupām, %									Koku skaits
	1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	
1-40	0,0%	0,0%	80,0%	80,0%	9,5%	1,0%	90,5%	6,7%	2,9%	105
41-60	1,7%	0,0%	81,1%	82,8%	6,9%	0,9%	90,6%	6,9%	2,4%	663
61-80	5,1%	0,0%	80,0%	85,1%	4,2%	3,5%	92,8%	6,2%	1,0%	1026
81-100	19,9%	0,0%	67,5%	87,3%	3,7%	3,1%	94,1%	3,7%	2,2%	679
101-160	28,3%	1,4%	52,8%	82,5%	3,3%	3,1%	88,9%	7,8%	3,3%	721
<b>Kopā</b>	<b>12,6%</b>	<b>0,3%</b>	<b>71,4%</b>	<b>84,3%</b>	<b>4,6%</b>	<b>2,7%</b>	<b>91,7%</b>	<b>6,2%</b>	<b>2,1%</b>	<b>3194</b>

\*Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 4 – IV šķiras zāģbaļķis; 5 – V šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

2.5. tabula

### Bojāto priežu īpatsvars atkarībā no audzes vecuma

A	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	cita
1-40	93,3%	0,0%	4,8%	1,0%	1,0%
41-60	96,5%	2,0%	1,2%	0,0%	0,3%
61-80	96,3%	0,1%	2,8%	0,4%	0,4%
81-100	94,3%	0,4%	4,1%	0,6%	0,6%
101-160	92,1%	0,3%	6,2%	0,8%	0,6%
0 - nav bojājumu					
1 - sakne un celmi līdz 30cm virs sakņu kakla					
2 - stumbra daļa no celma līdz 1. zaļajam zaram					
3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei					



2.1. attēls. Koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no audzes vecuma.  
 Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 4 – IV šķiras zāģbaļķis; 5 – V šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

### Egle

Analīzē izmantoti dati par 1498 kokiem no 84 MSI parauglaukumiem. Analīzē egļu audzes tiek sadalītas tādās pašās vecuma grupās kā priežu audzes.

Līdzīgi kā priedēm tā arī eglēm 1. kvalitātes koku īpatsvars lielāks ir vecākās audzēs, bet 3. kvalitātes koku īpatsvars lielāks ir jaunākās audzēs (2.5. tabula, 2.1. attēls). Atšķirībā no priedēm eglēm vecuma grupās no 41 līdz 100 gadiem 1.-3. kvalitātes koku īpatsvars ir vismazākais, kas atkal ir skaidrojams ar bojāto koku lielo īpatsvaru šajās vecuma grupās (2.6. tabula). No šajā analīzē izmantotajiem 1498 kokiem 299 (20,0%) kokiem ir konstatēti stumbra bojājumi, no kuriem 256 (85,6%) ir konstatēti dzīvnieku bojājumi.

2.5. tabula

### Egļu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no audzes vecuma grupas

Vecuma grupa	Koku īpatsvars pa kvalitātes grupām, %									Koku skaits
	1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	
1-40	0,0%	2,1%	80,3%	82,4%	1,2%	0,3%	83,8%	2,6%	13,5%	340
41-60	6,8%	0,0%	69,9%	76,7%	2,0%	0,2%	78,9%	9,4%	11,7%	588
61-80	12,5%	0,0%	55,8%	68,3%	11,9%	0,8%	81,0%	8,5%	10,5%	353
81-100	16,2%	0,0%	52,1%	68,4%	5,1%	0,0%	73,5%	16,2%	10,3%	117
101-160	22,0%	2,0%	58,0%	82,0%	2,0%	1,0%	85,0%	9,0%	6,0%	100
<b>Kopā</b>	<b>8,3%</b>	<b>0,6%</b>	<b>66,8%</b>	<b>75,7%</b>	<b>4,4%</b>	<b>0,4%</b>	<b>80,5%</b>	<b>8,1%</b>	<b>11,3%</b>	<b>1498</b>



**Bojāto egļu īpatsvars atkarībā no audzes vecuma**

A	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	cita
1-40	85,9%	0,0%	13,5%	0,6%	0,0%
41-60	78,4%	0,0%	20,9%	0,3%	0,3%
61-80	76,8%	0,3%	21,8%	0,6%	0,6%
81-100	70,1%	0,9%	25,6%	1,7%	1,7%
101-160	87,0%	2,0%	9,0%	0,0%	2,0%
0 - nav bojājumu					
1 - sakne un celmi līdz 30cm virs sakņu kakla					
2 - stumbra daļa no celma līdz 1. zaļajam zaram					
3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei					

**Bērzs**

Analīzē izmantoti dati par 1551 kokiem no 101 MSI parauglaukumiem. Analīzē tiek bērzu audzes sadalītas 5 vecuma grupās: 1)1-40 gadi, 2)41-50 gadi, 3)51-60 gadi, 4)61-70 gadi, 5)71 un vecākas.

Šai sugai arī 1. kvalitātes koku īpatsvars lielāks ir vecākajās audzēs, bet 3. kvalitātes koku īpatsvars lielāks ir jaunākajās audzēs. Bērzam 1-3. kvalitātes koku īpatsvars lielāks ir jaunākās audzēs, kas izskaidrojams ar to, ka vecākās audzēs ir lielāks 6. un 7. kvalitātes koku īpatsvars (2.7. tabula, 2.1. attēls). Vecākajās audzēs zāģbaļķu (1-3 kvalitāte) kvalitātes koku samazinājums pamatā saistīts ar stumbra līkumainību, jo bojāto koku īpatsvars ir praktiski vienāds visās vecuma grupās (2.8. tabula).

**Bērzu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no audzes vecuma grupas**

Vecuma grupa	Koku īpatsvars pa kvalitātes grupām, %						Koku skaits
	1	2	3	1-3	6	7	
1-40	2,8%	0,6%	58,2%	61,6%	35,6%	2,8%	177
41-50	4,0%	0,0%	54,6%	58,6%	39,4%	2,0%	350
51-60	4,9%	0,2%	48,3%	53,5%	43,0%	3,6%	447
61-70	6,9%	0,0%	44,8%	51,7%	43,6%	4,7%	422
71-120	11,0%	0,0%	36,8%	47,7%	47,7%	4,5%	155
<b>Kopā</b>	<b>5,6%</b>	<b>0,1%</b>	<b>48,7%</b>	<b>54,5%</b>	<b>42,0%</b>	<b>3,5%</b>	<b>1551</b>

**Bojāto bērzu īpatsvars atkarībā no audzes vecuma**

A	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	cita
1-40	97,2%	0,0%	2,8%	0,0%	0,0%
41-50	97,1%	0,0%	2,6%	0,3%	0,0%
51-60	94,6%	0,4%	4,0%	0,2%	0,7%
61-70	92,7%	0,0%	5,0%	0,9%	1,4%
71-120	94,2%	1,3%	3,9%	0,0%	0,6%
0 - nav bojājumu					
1 - sakne un celmi līdz 30cm virs sakņu kakla					
2 - stumbra daļa no celma līdz 1. zaļajam zaram					
3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei					

**2.2.2.2. Koku kvalitātes izmaiņas atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra**

Ir analizēts koku skaita īpatsvars katrā no kvalitātes grupām atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra. Analīzē iekļauti dati par 8689 kokiem: 1) priedes – 3459, 2) egles – 3063, 3) bērzi – 2197.

## Priede

Analīzē izmantoti dati par 3459 kokiem no 247 MSI parauglaukumiem. Analīzē tiek koki sadalīti 8 caurmēra grupās: 1)16cm (no 14,1 līdz 18,0cm), 2)20cm (no 18,1 līdz 22,0cm), 3)24cm (no 22,1 līdz 26,0cm), 4)28cm (no 26,1 līdz 30,0cm), 5)32cm (no 30,1 līdz 34,0cm), 6)36cm (no 34,1 līdz 38,0cm), 7)40cm (no 38,1 līdz 42,0cm), 8)44cm (42,1cm un resnāki).

Analizētajiem datiem (Analizētajos datos parādās) ir tendence, ka jo resnāki koki, jo 1. kvalitātes koku īpatsvars ir lielāks, bet 3 kvalitātes koku īpatsvars ir mazāks. Savukārt 1-3. kvalitātes koku īpatsvars caurmēra pakāpēs no 16 līdz 32cm ir praktiski nemainīgs (≈85%), bet resnākās caurmēra pakāpēs tas ir mazāks, kas izskaidrojams ar 4. un 5. kvalitātes koku īpatsvara pieaugumu (2.9. tabula, 2.2. attēls), jo šajās klasēs pieļauj lielāku zaru diametru (virs 4cm) un zaru skaits nav ierobežots. Zāgļa koku kvalitātei (1-5. kvalitāte) atbilstošo koku īpatsvars caurmēra pakāpēs no 16cm līdz 40cm ir ļoti līdzīgs un svārstās robežās no 89% līdz 94%, bet caurmēra grupā virs 42cm šo koku īpatsvars ir tikai 80%, kas izskaidrojams ar to, ka šajā caurmēra grupā bojāto koku īpatsvars ir lielāks (par ≈8%) nekā pārējās caurmēra pakāpēs (2.10. tabula).

2.9. tabula

### Priežu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra

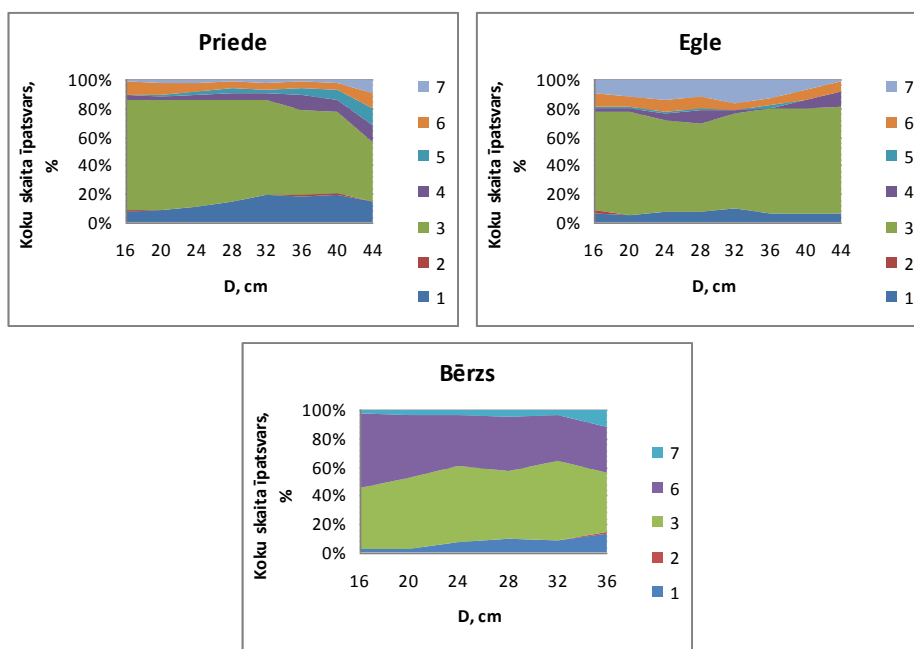
D pak 4cm	Koku īpatsvars pa kvalitātes grupām, %									Koku skaits
	1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	
16	7,6%	0,3%	77,4%	85,4%	3,3%	1,0%	89,7%	9,6%	0,7%	603
20	8,5%	0,2%	76,6%	85,3%	2,7%	1,1%	89,1%	8,0%	2,9%	659
24	10,9%	0,1%	74,2%	85,2%	4,6%	2,3%	92,1%	5,0%	2,9%	697
28	13,9%	0,2%	71,4%	85,4%	5,5%	2,6%	93,6%	5,2%	1,2%	577
32	18,6%	0,2%	66,6%	85,4%	5,5%	2,1%	93,1%	4,3%	2,6%	419
36	17,6%	1,6%	59,8%	78,9%	10,5%	4,7%	94,1%	5,1%	0,8%	256
40	19,3%	0,9%	56,9%	77,1%	9,2%	6,4%	92,7%	4,6%	2,8%	109
≥44	14,4%	0,0%	41,0%	55,4%	12,2%	12,2%	79,9%	10,8%	9,4%	139
<b>Kopā</b>	<b>12,2%</b>	<b>0,3%</b>	<b>70,9%</b>	<b>83,4%</b>	<b>5,2%</b>	<b>2,6%</b>	<b>91,2%</b>	<b>6,6%</b>	<b>2,3%</b>	<b>3459</b>

2.10. tabula

### Bojāto priežu īpatsvars atkarībā no koka caurmēra pakāpes

D pak 4cm	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	cita
16	95,7%	0,2%	3,0%	0,7%	0,5%
20	94,5%	0,6%	3,2%	0,9%	0,8%
24	94,8%	1,0%	3,6%	0,3%	0,3%
28	95,5%	1,0%	2,6%	0,3%	0,5%
32	94,3%	0,7%	3,3%	1,0%	0,7%
36	93,0%	0,8%	5,9%	0,4%	0,0%
40	95,4%	0,0%	3,7%	0,9%	0,0%
≥44	87,1%	0,7%	9,4%	0,7%	2,2%

0 - nav bojājumu  
 1 - sakne un celmi līdz 30cm virs sakņu kakla  
 2 - stumbra daļa no celma līdz 1. zālajam zaram  
 3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei



2.2. attēls. Koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra.

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 4 – IV šķiras zāģbaļķis; 5 – V šķiras zāģbaļķis; 6 – papirmalka; 7 – malka.

### Egle

Analīzē izmantoti dati par 3063 kokiem no 288 MSI parauglaukumiem. Sadalījums pa caurmēra grupām ir tāds pats kā priedēm.

Pirmās kvalitātes prasībām atbilstošo koku īpatsvars visās caurmēra grupās ir līdzīgs un svārstās robežās no 5% līdz 9%. Arī 3. kvalitātei atbilstošo koku īpatsvars nav atkarīgs no koka caurmēra grupas un tas svārstās robežās no 61,4% līdz 74,2% (2.11.tabula, 2.2. attēls). Šāda nenoteiktība izskaidrojama ar to, ka vidējās caurmēra grupās ir lielāks bojāto egļu īpatsvars, kas automātiski samazina 1. – 3. kvalitātes prasībām atbilstošo koku skaitu (2.12. tabula). Pamatā egļu stumbriem ir dzīvnieku radītie bojājumi (80,0%).

2.11. tabula

### Egļu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra

D pak 4cm	Koku īpatsvars pa kvalitātes grupām, %									Koku skaits
	1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	
16	6,5%	1,4%	69,0%	76,9%	3,1%	0,9%	81,0%	9,0%	10,0%	1210
20	5,2%	0,1%	72,3%	77,6%	2,3%	0,5%	80,4%	7,8%	11,8%	795
24	7,2%	0,0%	64,0%	71,3%	5,0%	0,9%	77,2%	8,1%	14,7%	456
28	7,2%	0,4%	61,4%	69,1%	9,3%	1,3%	79,7%	8,5%	11,9%	236
32	9,0%	0,0%	66,9%	75,9%	3,0%	0,0%	78,9%	4,8%	16,3%	166
36	6,0%	0,0%	73,8%	79,8%	0,0%	2,4%	82,1%	4,8%	13,1%	84
40	5,6%	0,0%	74,1%	79,6%	5,6%	0,0%	85,2%	7,4%	7,4%	54
≥44	6,5%	0,0%	74,2%	80,6%	11,3%	0,0%	91,9%	6,5%	1,6%	62
<b>Kopā</b>	<b>6,4%</b>	<b>0,6%</b>	<b>68,8%</b>	<b>75,8%</b>	<b>3,8%</b>	<b>0,8%</b>	<b>80,4%</b>	<b>8,1%</b>	<b>11,5%</b>	<b>3063</b>

**Bojāto egļu īpatsvars atkarībā koka caurmēra pakāpes**

D pak 4cm	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	cita
16	83,0%	0,1%	15,3%	0,7%	0,9%
20	78,1%	0,5%	20,4%	0,5%	0,5%
24	72,6%	0,7%	25,4%	0,7%	0,7%
28	74,6%	1,3%	22,0%	0,8%	1,3%
32	75,9%	0,0%	21,7%	1,2%	1,2%
36	75,0%	2,4%	19,0%	1,2%	2,4%
40	79,6%	0,0%	16,7%	3,7%	0,0%
≥44	91,9%	0,0%	6,5%	1,6%	0,0%
0 - nav bojājumu					
1 - sakne un celmi līdz 30cm virs sakņu kakla					
2 - stumbra daļa no celma līdz 1. zaļajam zaram					
3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei					

**Bērzs**

Analīzē izmantoti dati par 2197 kokiem no 250 MSI parauglaukumiem. Analīzē tiek koki sadalīti 8 caurmēra grupās: 1)16cm (no 14,1 līdz 18,0cm), 2)20cm (no 18,1 līdz 22,0cm), 3)24cm (no 22,1 līdz 26,0cm), 4)28cm (no 26,1 līdz 30,0cm), 5)32cm (no 30,1 līdz 34,0cm), 6)36cm (34,1 un resnāki).

Jo resnāki koki, jo lielāks 1. kvalitātei atbilstošo koku īpatsvars, tas svārstās robežās no 2,2% (16cm caurmēra grupā) līdz 13,0% (≥36cm). Savukārt papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitāte) atbilstošo koku īpatsvars ir lielāks tievākajiem kokiem (16cm – 52,7%), bet mazāks resnākajiem kokiem (≥36cm – 32,5%) (2.13. tabula, 2.2. attēls). Principā koku īpatsvaru sadalījumā pa kvalitātes grupām un caurmēra pakāpēm neietekmē koku stumbru bojājumi, jo bojāto koku īpatsvars visās caurmēra grupās ir līdzīgs (2.14. tabula).

**Bērzu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra**

D pak 4cm	Koku īpatsvars pa kvalitātes grupām, %						Koku skaits
	1	2	3	1-3	6	7	
16	2,2%	0,0%	42,7%	44,9%	52,7%	2,5%	731
20	2,5%	0,2%	49,2%	51,9%	44,1%	4,0%	555
24	7,1%	0,0%	53,1%	60,2%	36,8%	3,0%	397
28	9,7%	0,0%	47,6%	57,3%	37,8%	4,9%	267
32	8,9%	0,0%	55,6%	64,5%	31,5%	4,0%	124
≥36	13,0%	0,8%	42,3%	56,1%	32,5%	11,4%	123
<b>Kopā</b>	<b>5,1%</b>	<b>0,1%</b>	<b>47,5%</b>	<b>52,7%</b>	<b>43,5%</b>	<b>3,8%</b>	<b>2197</b>

**Bojāto bērzu īpatsvars atkarībā koka caurmēra pakāpes**

D pak 4cm	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	cita
16	96,4%	0,3%	2,7%	0,0%	0,5%
20	95,0%	0,0%	4,0%	0,4%	0,7%
24	96,2%	0,3%	3,0%	0,0%	0,5%
28	92,9%	0,7%	5,2%	0,7%	0,4%
32	90,3%	0,0%	7,3%	0,8%	1,6%
≥36	89,4%	0,0%	8,9%	1,6%	0,0%
0 - nav bojājumu					
1 - sakne un celmi līdz 30cm virs sakņu kakla					
2 - stumbra daļa no celma līdz 1. zaļajam zaram					
3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei					

### 2.2.2.3. Koku kvalitātes izmaiņas atkarībā no koku augstuma

Ir analizēts koku skaita īpatsvars katrā no kvalitātes grupām atkarībā no koka augstuma, kas aprēķināts no augstumlīknes. Analīzē iekļauti dati par 8705 kokiem:

- priedes – 3437,
- egles – 3060,
- bērzi – 2208,

#### Priede

Analīzē izmantoti dati par 3437 kokiem no 242 MSI parauglaukumiem. Analīzē tiek koki sadalīti 8 augstuma grupās: 1)no 9,1 līdz 12,0m, 2)no 12,1 līdz 15,0m, 3)no 15,1 līdz 18,0m, 4)no 18,1 līdz 21,0m, 5)no 21,1 līdz 24,0m, 6)no 24,1 līdz 27,0m, 7)no 27,1 līdz 30,0m, 8)30,1m un garāki.

Priedēm 1. kvalitātes koku īpatsvars pie lielākiem koku augstumiem ir lielāks, kas atkarībā no augstuma grupas svārstās no 0% (koku augstums no 9,1m līdz 12,0m) līdz 23,1% (27,1-30,0m). Savukārt 3. kvalitātes koku īpatsvars visaugstākais ir augstuma grupās no 15,1m līdz 24,0m. Zāgbaļķu kvalitātes prasībām (1-5. kvalitāte) atbilstošo koku īpatsvars koku augstumā no 15,1m ir līdzīgs (svārstās robežās starp 80% un 85%), bet zemākajās augstuma grupās tas ir ievērojami mazāks, jo tajās ir lielāks papīrmalkas sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars (2.15. tabula, 2.3. attēls). Veselo koku īpatsvars visās grupās ir līdzīgs, un tas svārstās robežās no 92,5% līdz 95,8% (2.16. tabula).

2.15. tabula

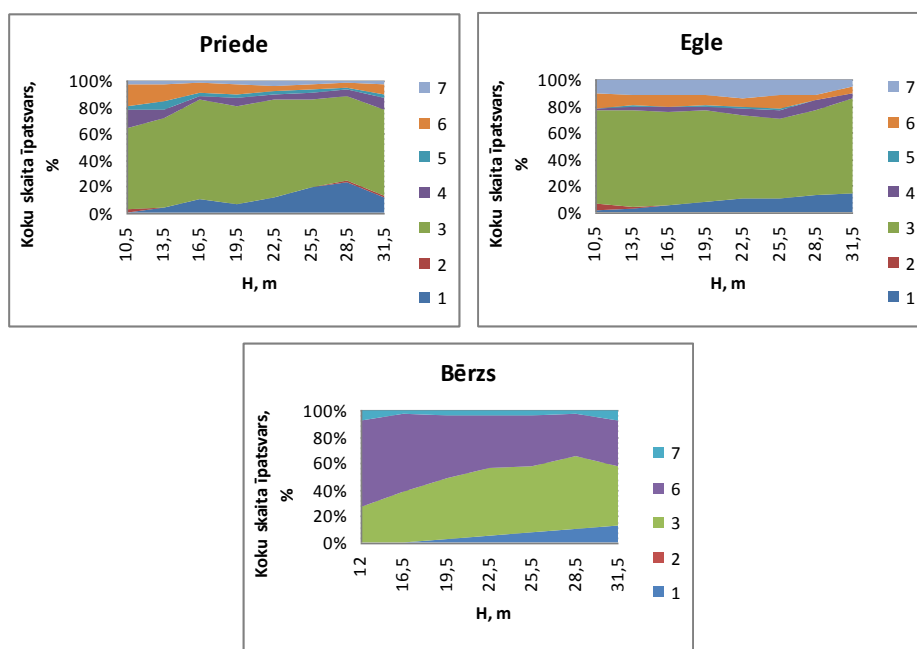
### Priežu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koka augstuma grupas

H grupa	Koku īpatsvars pa kvalitātes grupām, %									Koku skaits
	1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	
9,1-12,0	0,0%	2,9%	60,8%	63,7%	14,7%	2,0%	80,4%	17,6%	2,0%	102
12,1-15,0	3,4%	0,0%	68,5%	72,0%	6,5%	6,0%	84,5%	13,4%	2,2%	232
15,1-18,0	10,1%	0,0%	75,4%	85,5%	3,1%	2,6%	91,2%	8,1%	0,7%	456
18,1-21,0	5,8%	0,0%	75,4%	81,2%	6,2%	2,1%	89,4%	8,4%	2,2%	634
21,1-24,0	12,0%	0,0%	74,3%	86,3%	3,2%	3,3%	92,9%	3,7%	3,4%	841
24,1-27,0	19,3%	0,3%	66,1%	85,8%	5,8%	1,8%	93,4%	3,8%	2,8%	605
27,1-30,0	23,1%	0,9%	64,9%	88,9%	4,6%	1,2%	94,7%	4,2%	1,2%	433
>30,0	11,2%	1,5%	65,7%	78,4%	8,2%	3,0%	89,6%	7,5%	3,0%	134
<b>Kopā</b>	<b>12,3%</b>	<b>0,3%</b>	<b>70,9%</b>	<b>83,6%</b>	<b>5,1%</b>	<b>2,6%</b>	<b>91,3%</b>	<b>6,4%</b>	<b>2,3%</b>	<b>3437</b>

2.16. tabula

### Bojāto priežu īpatsvars atkarībā koka augstuma grupas

H grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	cita
9,1-12,0	95,1%	0,0%	3,9%	1,0%	0,0%
12,1-15,0	95,3%	0,0%	2,6%	1,7%	0,4%
15,1-18,0	95,8%	0,2%	2,0%	0,9%	1,1%
18,1-21,0	94,0%	0,8%	4,6%	0,0%	0,6%
21,1-24,0	94,6%	1,2%	3,4%	0,5%	0,2%
24,1-27,0	94,5%	1,0%	3,3%	0,7%	0,5%
27,1-30,0	94,5%	0,2%	4,2%	0,7%	0,5%
>30,0	92,5%	0,7%	5,2%	0,0%	1,5%
0 - nav bojājumu					
1 - sakne un celmi līdz 30cm virs sakņu kakla					
2 - stumbra daļa no celma līdz 1. zaļajam zaram					
3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei					



2.3. attēls. Koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koka augstuma.  
 Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāgbaļķis; 2 – II šķiras zāgbaļķis; 3 – III šķiras zāgbaļķis; 4 – IV šķiras zāgbaļķis; 5 – V šķiras zāgbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

### Egle

Analīzē izmantoti dati par 3063 kokiem no 288 MSI parauglaukumiem. Sadalījums pa augstuma grupām ir tāds pats kā priedēm.

Eglēm līdzīgi kā priedēm 1. kvalitātes koku īpatsvars pie augstākiem kokiem (augstuma grupām) ir lielāks, bet 3. kvalitātes koku īpatsvaram šī tendence ir apgriezta (izņemot augstuma grupu virs 30m) (2.17. tabula, 2.3. attēls). Pirmās līdz trešās kvalitātes koku īpatsvars cieši korelē ar veselo koku īpatsvaru attiecīgajā augstuma grupā ( $R=+0,897$ ) (2.18. tabula). Analizētajiem kokiem zāgbaļķu sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars augstumā līdz 27,0m svārstās robežās no 78% līdz 81%, bet augstākiem kokiem tas ir lielāks.

2.17. tabula

### Egļu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koka augstuma grupas

H grupa	Koku īpatsvars pa kvalitātes grupām, %									Koku skaits
	1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	
9,1-12,0	0,8%	5,0%	71,1%	76,9%	1,7%	0,0%	78,5%	11,6%	9,9%	121
12,1-15,0	2,5%	1,6%	72,9%	77,0%	2,9%	1,2%	81,1%	7,6%	11,3%	487
15,1-18,0	4,9%	0,3%	70,1%	75,3%	3,6%	0,4%	79,3%	8,7%	11,9%	973
18,1-21,0	7,2%	0,2%	69,7%	77,0%	3,0%	0,9%	81,0%	8,1%	11,0%	657
21,1-24,0	10,0%	0,3%	62,5%	72,8%	5,0%	1,1%	78,9%	7,5%	13,6%	360
24,1-27,0	10,1%	0,0%	60,8%	70,9%	5,7%	1,3%	78,0%	10,6%	11,5%	227
27,1-30,0	13,0%	0,0%	64,5%	77,5%	7,1%	0,6%	85,2%	3,0%	11,8%	169
>30,0	13,6%	0,0%	72,7%	86,4%	3,0%	0,0%	89,4%	6,1%	4,5%	66
<b>Kopā</b>	<b>6,5%</b>	<b>0,6%</b>	<b>68,7%</b>	<b>75,8%</b>	<b>3,8%</b>	<b>0,8%</b>	<b>80,3%</b>	<b>8,1%</b>	<b>11,5%</b>	<b>3060</b>

## Bojāto egļu īpatsvars atkarībā koka augstuma grupas

H grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	cita
9,1-12,0	81,8%	0,0%	16,5%	0,0%	1,7%
12,1-15,0	82,8%	0,0%	15,8%	0,4%	1,0%
15,1-18,0	80,4%	0,1%	18,2%	0,7%	0,6%
18,1-21,0	78,7%	0,3%	19,0%	1,2%	0,8%
21,1-24,0	71,7%	1,7%	24,7%	1,1%	0,8%
24,1-27,0	73,1%	0,4%	26,0%	0,0%	0,4%
27,1-30,0	79,9%	1,2%	16,0%	1,8%	1,2%
>30,0	87,9%	1,5%	10,6%	0,0%	0,0%

0 - nav bojājumu  
1 - sakne un celmi līdz 30cm virs sakņu kakla  
2 - stumbra daļa no celma līdz 1. zaļajam zaram  
3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei

**Bērzs**

Analīzē izmantoti dati par 2208 kokiem no 250 MSI parauglaukumiem. Sadalījums pa augstuma grupām ir tāds pats kā priedēm un eglēm.

Bērzam 1. kvalitātes koku īpatsvars augstākiem kokiem ir lielāks, bet 3. kvalitātes kokiem šī tendence arī ir līdzīga, izņemot augstuma grupu virs 30,0m, kurā 3. kvalitātes koku īpatsvars ir samazinās, jo šajā grupā ir lielākais bojāto koku īpatsvars un vistīcāmāk, ka šajā grupā ietilps vecākie koki (2.19. tabula, 2.3. attēls). Zāģbaļķu sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvara izmaiņas ir līdzīgas kā 3. kvalitātes kokiem. Veselo koku īpatsvars visās augstuma grupās ir līdzīgs (91,2% - 97,1%), bet parādās tendence, ka augstākiem kokiem bojāto koku īpatsvars ir lielāks (2.20. tabula).

## Bērzu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koka augstuma grupas

H grupa	Koku īpatsvars pa kvalitātes grupām, %						Koku skaits
	1	2	3	1-3	6	7	
9,1-15,0	0,0%	0,0%	26,5%	26,5%	66,2%	7,4%	68
15,1-18,0	0,4%	0,0%	38,1%	38,5%	59,3%	2,2%	270
18,1-21,0	2,1%	0,2%	46,7%	49,0%	47,6%	3,3%	569
21,1-24,0	4,9%	0,2%	51,1%	56,2%	39,7%	4,1%	532
24,1-27,0	7,7%	0,2%	50,0%	58,0%	37,9%	4,1%	414
27,1-30,0	10,6%	0,0%	55,0%	65,6%	31,7%	2,8%	218
>30,0	12,4%	0,0%	45,3%	57,7%	35,0%	7,3%	137
<b>Kopā</b>	<b>5,0%</b>	<b>0,1%</b>	<b>47,5%</b>	<b>52,6%</b>	<b>43,5%</b>	<b>3,8%</b>	<b>2208</b>

## Bojāto bērzu īpatsvars atkarībā koka augstuma grupas

H grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	cita
9,1-15,0	97,1%	0,0%	0,0%	0,0%	2,9%
15,1-18,0	95,9%	0,4%	3,0%	0,0%	0,7%
18,1-21,0	96,3%	0,2%	3,0%	0,2%	0,4%
21,1-24,0	93,4%	0,4%	5,5%	0,2%	0,6%
24,1-27,0	94,9%	0,0%	3,9%	0,5%	0,7%
27,1-30,0	95,0%	0,0%	4,1%	0,5%	0,5%
>30,0	91,2%	0,7%	6,6%	1,5%	0,0%

0 - nav bojājumu  
1 - sakne un celmi līdz 30cm virs sakņu kakla  
2 - stumbra daļa no celma līdz 1. zaļajam zaram  
3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei

### 2.2.3. Koku kvalitātes vērtējums audzēm

Analīzē iekļauj tikai tos MSI parauglaukumus, kuros koka kvalitāte novērtēta vismaz 10 valdošās koku sugas kokiem. Vērtējot koku sadalījumu pa kvalitātes klasēm parauglaukumā, tiek izmantoti tikai valdošās koku sugas koki. Analīzē izmanto koka kvalitāti par 6m nogriezni, par kura kvalitāti pieņem zemāko kvalitāti no abiem novērtētajiem 3m nogriežņiem. Kopā analizēti dati par 284 parauglaukiem:

- bērzu audzes – 77,
- egļu audzes – 69,
- priedes – 138.

**Bērzu** audzēs lielākais koku īpatsvars ir 3. kvalitātes (48,1%±5,7) un 6. kvalitātes (42,7%±5,6) kokiem. Pirmās kvalitātes koku īpatsvars ir 5,3±2,6%. Zāgļaļķu (1-3. kvalitātes grupas) kopējais īpatsvars ir 53,5±5,7% (2.21. tabula).

**Egļu** audzēs lielākais koku īpatsvars ir 3. kvalitātes kokiem – 65,3±5,7%. Pirmās kvalitātes koku īpatsvars ir 8,9±3,4%. Zāgļaļķu (1-5. kvalitātes grupas) kopējais īpatsvars ir 79,3±4,9% (2.21. tabula).

**Priedžu** audzēs lielākais koku īpatsvars ir 3. kvalitātes kokiem – 70,9±3,9%. Pirmās kvalitātes koku īpatsvars ir 12,1±2,8%. Zāgļaļķu (1-5. kvalitātes grupas) kopējais īpatsvars ir 91,0±2,4% (2.21. tabula).

Tātad vislielākais zāgļaļķu prasībām atbilstošo koku īpatsvars ir priedēm, bet vismazākais bērziem.

2.21. tabula

#### Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no kvalitātes grupas un valdošās koku sugas.

D, cm	Rādītājs	Kvalitātes grupa									
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	
Bērzs	<b>Average</b>	<b>0,053</b>	<b>0,001</b>	<b>0,481</b>	<b>0,535</b>					<b>0,427</b>	<b>0,038</b>
	Min	0,000	0,000	0,040	0,040					0,000	0,000
	Max	0,526	0,056	1,000	1,000					0,960	0,667
	Count	77	77	77	77					77	77
	StdEr	0,026	0,004	0,057	0,057					0,056	0,022
Egļe	<b>Average</b>	<b>0,089</b>	<b>0,007</b>	<b>0,653</b>	<b>0,749</b>	<b>0,039</b>	<b>0,006</b>	<b>0,793</b>	<b>0,091</b>	<b>0,116</b>	
	Min	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Max	0,600	0,300	1,000	1,000	0,647	0,176	1,000	0,467	1,000	1,000
	Count	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
	StdEr	0,034	0,010	0,057	0,052	0,023	0,009	0,049	0,035	0,038	
Priede	<b>Average</b>	<b>0,121</b>	<b>0,004</b>	<b>0,709</b>	<b>0,833</b>	<b>0,048</b>	<b>0,029</b>	<b>0,910</b>	<b>0,060</b>	<b>0,029</b>	
	Min	0,000	0,000	0,000	0,077	0,000	0,000	0,154	0,000	0,000	0,000
	Max	1,000	0,250	1,000	1,000	0,471	0,318	1,000	0,417	0,846	
	Count	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138
	StdEr	0,028	0,005	0,039	0,032	0,018	0,014	0,024	0,020	0,014	

Average - aritmētiski vidējā vērtība  
 Min - minimālā vērtība  
 Max - maksimālā vērtība  
 Count - parauglaukumu skaits  
 StdEr - īpatsvara reprezentācijas kļūda

#### 2.2.3.1. Koku sadalījums pa kvalitātes grupām atkarībā no audzes vecuma

##### Bērzu audzes

Analīzē bērzu parauglaukumi sadalīti 5. vecuma grupās: 1) 1-40 gadi, 2) 41-50 gadi, 3) 51-60 gadi, 4) 61-70 gadi, 5) 71-120 gadi.

Bērziem ir tendence, ka 1. kvalitātes grupas koku īpatsvars parauglaukumā lielāks ir vecākajās grupu audzēs, bet šo koku īpatsvars starp vecuma grupām savstarpēji statistiski neatšķiras, jo ir vienas reprezentācijas kļūdas robežās. Savukārt 3. kvalitātes koku īpatsvaram



parauglaukumā ir tendence, ka jaunākajās vecuma grupās ir lielāks nekā vecākajās vecuma grupās, bet līdzīgi kā 1. kvalitātei tā arī 3. kvalitātei visās vecuma grupās koku īpatsvars ir savstarpēji vienas reprezentācijas kļūdas robežās (2.22. tabula).

Tā kā lielākais īpatsvars ir 3. kvalitātes kokiem, tad arī 1-3. kvalitātes kopējais koku īpatsvars katrai vecākajai vecuma grupai ir mazāks nekā iepriekšējai, bet atkal visām vecuma grupām šie rādītāji ir vienas reprezentācijas kļūdas robežās.

Papīrmalkas sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars vismazākais ir jaunākajā vecuma grupā (A<41 gadu) un katrā nākamajā vecuma grupā šo koku īpatsvars ir aizvien lielāks, bet atkal šie īpatsvari ir vienas reprezentācijas kļūdas robežās.

2.22. tabula

**Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no kvalitātes grupas un vecuma bērzu audzēs.**

Audzes vecums	Rādītājs	Kvalitātes grupa					
		1	2	3	1-3	6	7
1-40	<b>Average</b>	<b>0,028</b>	<b>0,006</b>	<b>0,542</b>	<b>0,577</b>	<b>0,386</b>	<b>0,037</b>
	Min	0,000	0,000	0,231	0,231	0,091	0,000
	Max	0,136	0,045	0,727	0,909	0,615	0,154
	Count	8	8	8	8	8	8
	StdEr	0,059	0,027	0,176	0,175	0,172	0,067
41-50	<b>Average</b>	<b>0,038</b>	<b>0,000</b>	<b>0,563</b>	<b>0,601</b>	<b>0,387</b>	<b>0,012</b>
	Min	0,000	0,000	0,040	0,040	0,000	0,000
	Max	0,167	0,000	1,000	1,000	0,960	0,115
	Count	17	17	17	17	17	17
	StdEr	0,046	0,000	0,120	0,119	0,118	0,027
51-60	<b>Average</b>	<b>0,053</b>	<b>0,003</b>	<b>0,501</b>	<b>0,556</b>	<b>0,407</b>	<b>0,037</b>
	Min	0,000	0,000	0,063	0,063	0,100	0,000
	Max	0,526	0,056	0,880	0,880	0,906	0,133
	Count	21	21	21	21	21	21
	StdEr	0,049	0,011	0,109	0,108	0,107	0,041
61-70	<b>Average</b>	<b>0,065</b>	<b>0,000</b>	<b>0,418</b>	<b>0,483</b>	<b>0,462</b>	<b>0,055</b>
	Min	0,000	0,000	0,056	0,056	0,095	0,000
	Max	0,333	0,000	0,813	0,905	0,944	0,667
	Count	23	23	23	23	23	23
	StdEr	0,052	0,000	0,103	0,104	0,104	0,048
71-120	<b>Average</b>	<b>0,076</b>	<b>0,000</b>	<b>0,371</b>	<b>0,447</b>	<b>0,508</b>	<b>0,044</b>
	Min	0,000	0,000	0,056	0,056	0,200	0,000
	Max	0,267	0,000	0,643	0,733	0,944	0,250
	Count	8	8	8	8	8	8
	StdEr	0,094	0,000	0,171	0,176	0,177	0,073

Average - aritmētiski vidējā vērtība  
Min - minimālā vērtība  
Max - maksimālā vērtība  
Count - parauglaukumu skaits  
StdEr - īpatsvara reprezentācijas kļūda

**Egļu audzes**

Analīzē egļu parauglaukumi sadalīti 5. vecuma grupās: 1)1-40 gadi, 2)41-60 gadi, 3)61-80 gadi, 4)81-100 gadi, 5)101-160 gadi.

Egļu audzēs līdz 40 gadu vecumam nav konstatēts neviens koks, kura kvalitāte atbilstu 1. kvalitātes prasībām. Līdzīgi kā bērziem tā arī eglēm 1. kvalitātes koku īpatsvars parauglaukumā lielāks ir vecākajās vecuma grupās, taču visās vecuma grupās virs 40 gadiem 1. kvalitātes koku īpatsvars atsevišķos gadījumos (parauglaukumos) ir nulle, un savstarpēji neatšķiras vairāk par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu (2.23. tabula).

Lielākais īpatsvars neatkarīgi no vecuma grupas ir 3. kvalitātes kokiem, pie tam jaunākajā vecuma grupā tas ir vislielākais ( $81,6 \pm 10,4\%$ ), bet katrā nākamajā vecuma grupā tas ir aizvien mazāks, taču atkal savstarpēji starp visām grupām aritmētiski vidējais koku īpatsvars ir īpatsvara reprezentācijas kļūdas robežās. Taču jaunākajās vecuma grupās (līdz 60 gadiem) ir parauglaukumi, kuros šīs kvalitātes koku īpatsvars ir nulle.

Zāģbaļķu sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars atkarībā no audzes vecuma grupas mainās robežās no 73,1±9,8% līdz 85,2±9,5%, papīrmalkas sortimentu – 2,3±4,0% līdz 17,4±14,3% un malkas sortimentu – 8,0±12,1% līdz 12,5±8,8%. Zāģbaļķu sortimentu prasībām atbilstošo koku salīdzinoši zemākais īpatsvars vidējās vecuma grupās lielākoties skaidrojams ar to, ka šajās vecuma grupās ir lielāks pārnadžu bojāto koku īpatsvars.

2.23. tabula

**Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no kvalitātes grupas un vecuma egļu audzēs.**

Audzes vecums	Rādītājs	Kvalitātes grupa								
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7
1-40	<b>Average</b>	<b>0,000</b>	<b>0,021</b>	<b>0,816</b>	<b>0,838</b>	<b>0,009</b>	<b>0,005</b>	<b>0,852</b>	<b>0,023</b>	<b>0,125</b>
	Min	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,032	0,000	0,000
	Max	0,000	0,300	1,000	1,000	0,100	0,071	1,000	0,111	0,968
	Count	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	StdEr	0,000	0,039	0,104	0,099	0,026	0,019	0,095	0,040	0,088
41-60	<b>Average</b>	<b>0,058</b>	<b>0,000</b>	<b>0,694</b>	<b>0,752</b>	<b>0,019</b>	<b>0,003</b>	<b>0,774</b>	<b>0,101</b>	<b>0,125</b>
	Min	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Max	0,474	0,000	1,000	1,000	0,091	0,083	1,000	0,429	1,000
	Count	26	26	26	26	26	26	26	26	26
	StdEr	0,046	0,000	0,090	0,085	0,027	0,011	0,082	0,059	0,065
61-80	<b>Average</b>	<b>0,117</b>	<b>0,000</b>	<b>0,569</b>	<b>0,685</b>	<b>0,099</b>	<b>0,010</b>	<b>0,794</b>	<b>0,093</b>	<b>0,113</b>
	Min	0,000	0,000	0,059	0,278	0,000	0,000	0,278	0,000	0,000
	Max	0,526	0,000	0,929	0,966	0,647	0,176	1,000	0,300	0,556
	Count	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	StdEr	0,078	0,000	0,120	0,113	0,072	0,025	0,098	0,070	0,077
81-100	<b>Average</b>	<b>0,203</b>	<b>0,000</b>	<b>0,485</b>	<b>0,688</b>	<b>0,043</b>	<b>0,000</b>	<b>0,731</b>	<b>0,174</b>	<b>0,095</b>
	Min	0,000	0,000	0,200	0,400	0,000	0,000	0,500	0,000	0,000
	Max	0,600	0,000	0,786	1,000	0,133	0,000	1,000	0,467	0,450
	Count	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	StdEr	0,152	0,000	0,189	0,175	0,077	0,000	0,168	0,143	0,111
101-160	<b>Average</b>	<b>0,247</b>	<b>0,037</b>	<b>0,500</b>	<b>0,784</b>	<b>0,013</b>	<b>0,013</b>	<b>0,811</b>	<b>0,109</b>	<b>0,080</b>
	Min	0,000	0,000	0,100	0,533	0,000	0,000	0,600	0,000	0,000
	Max	0,500	0,100	0,667	0,933	0,067	0,067	1,000	0,300	0,400
	Count	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	StdEr	0,193	0,084	0,224	0,184	0,051	0,051	0,175	0,140	0,121

Average - aritmētiski vidējā vērtība  
Min - minimālā vērtība  
Max - maksimālā vērtība  
Count - parauglaukumu skaits  
StdEr - īpatsvara reprezentācijas kļūda

### Priežu audzes

Analīzē priežu parauglaukumi sadalīti 5. vecuma grupās: 1)1-40 gadi, 2)41-60 gadi, 3)61-80 gadi, 4)81-100 gadi, 5)101-160 gadi.

Audzēs, kuru vecums ir 1-40 gadi ir tikai 3 parauglaukumi, tādēļ šīs vecuma grupas rādītājus analīzē neiekļauj.

Līdzīgi kā jau iepriekšējām sugām tā arī priedei 1. kvalitātes koku īpatsvars pie lielāka audzes vecuma ir lielāks. Vecuma grupās no 41 līdz 80 gadiem šīs kvalitātes klases koku īpatsvars ir vienas īpatsvara reprezentācijas kļūdas robežās, bet no vecākajām audzēm (81-160 gadi) atšķiras vairāk nekā par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu. Savukārt abas vecākās grupas savstarpēji atšķiras mazāk par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu (2.24. tabula).

Visās vecuma grupās vislielākais koku īpatsvars ir 3. kvalitātes grupā. Aritmētiski vidējais koku īpatsvars vecuma grupā virs 100 gadiem salīdzinājumā ar vecuma grupām no 41 līdz 80 gadiem atšķiras vairāk nekā par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu, bet visos pārējos gadījumos vecuma grupas savstarpēji atšķiras mazāk par vienu reprezentācijas kļūdu (2.24. tabula).

Zāģbaļķu sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars atkarībā no audzes vecuma grupas mainās robežās no 88,3±6,6% līdz 93,5±3,9%, papīrmalkas sortimentu – 4,3±3,3% līdz 7,7±4,6% un malkas sortimentu – 1,1±1,6% līdz 4,2±4,1%.

**Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no kvalitātes grupas un vecuma priežu audzēs.**

Audzes vecums	Rādītājs	Kvalitātes grupa								
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7
1-40	<b>Average</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,832</b>	<b>0,832</b>	<b>0,029</b>	<b>0,014</b>	<b>0,875</b>	<b>0,077</b>	<b>0,048</b>
	Min	0,000	0,000	0,696	0,696	0,000	0,000	0,800	0,000	0,000
	Max	0,000	0,000	1,000	1,000	0,087	0,043	1,000	0,130	0,100
	Count	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	StdEr	0,000	0,000	0,216	0,216	0,097	0,069	0,191	0,154	0,123
41-60	<b>Average</b>	<b>0,020</b>	<b>0,000</b>	<b>0,764</b>	<b>0,784</b>	<b>0,088</b>	<b>0,011</b>	<b>0,883</b>	<b>0,074</b>	<b>0,042</b>
	Min	0,000	0,000	0,077	0,077	0,000	0,000	0,154	0,000	0,000
	Max	0,222	0,000	0,974	1,000	0,471	0,118	1,000	0,263	0,846
	Count	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	StdEr	0,029	0,000	0,087	0,084	0,058	0,022	0,066	0,054	0,041
61-80	<b>Average</b>	<b>0,046</b>	<b>0,000</b>	<b>0,806</b>	<b>0,852</b>	<b>0,045</b>	<b>0,038</b>	<b>0,935</b>	<b>0,054</b>	<b>0,011</b>
	Min	0,000	0,000	0,364	0,364	0,000	0,000	0,636	0,000	0,000
	Max	0,417	0,000	1,000	1,000	0,273	0,318	1,000	0,364	0,091
	Count	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	StdEr	0,033	0,000	0,063	0,056	0,033	0,030	0,039	0,036	0,016
81-100	<b>Average</b>	<b>0,160</b>	<b>0,000</b>	<b>0,680</b>	<b>0,840</b>	<b>0,045</b>	<b>0,039</b>	<b>0,924</b>	<b>0,043</b>	<b>0,033</b>
	Min	0,000	0,000	0,182	0,182	0,000	0,000	0,182	0,000	0,000
	Max	0,762	0,000	1,000	1,000	0,300	0,300	1,000	0,300	0,727
	Count	38	38	38	38	38	38	38	38	38
	StdEr	0,060	0,000	0,076	0,059	0,034	0,031	0,043	0,033	0,029
101-160	<b>Average</b>	<b>0,249</b>	<b>0,017</b>	<b>0,572</b>	<b>0,837</b>	<b>0,030</b>	<b>0,020</b>	<b>0,887</b>	<b>0,077</b>	<b>0,036</b>
	Min	0,000	0,000	0,000	0,250	0,000	0,000	0,500	0,000	0,000
	Max	1,000	0,250	0,955	1,000	0,316	0,200	1,000	0,417	0,167
	Count	33	33	33	33	33	33	33	33	33
	StdEr	0,075	0,022	0,086	0,064	0,030	0,024	0,055	0,046	0,032

Average - aritmētiski vidējā vērtība  
 Min - minimālā vērtība  
 Max - maksimālā vērtība  
 Count - parauglaukumu skaits  
 StdEr - īpatsvara reprezentācijas kļūda

**2.2.3.2. Koku sadalījums pa kvalitātes grupām atkarībā no audzes valdošās koku sugas caurmēra**

**Bērzu audzes**

Analīzē bērzu parauglaukumi sadalīti 4. caurmēra grupās: 1)10,1-18,0cm, 2)18,1-22,0cm, 3)22,1-26,0cm, 4)>26,0cm.

Bērzu audzēs pie lielāka audzes caurmēra ir lielāks 1. kvalitātes koku īpatsvars (palielinās no 1,6% līdz 7,5%), tomēr starp nevienu no caurmēra grupām aritmētiski vidējā šīs kvalitātes grupas vērtība neatšķiras vairāk nekā par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu. Tāpat visās caurmēra grupās ir parauglaukumi, kuros nav neviena koka, kas atbilstu 1. kvalitātes prasībām. Trešās kvalitātes grupas koku īpatsvars visās grupās ir līdzīgs, un tas svārstās robežās no 45,8±13,8% līdz 50,1±11,2% (2.25. tabula).

Zāģbaļķu sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars atkarībā no audzes caurmēra grupas mainās robežās no 50,9±11,5% līdz 55,9±11,1%, papīrmalkas sortimentu – 37,2±13,4% līdz 46,6±11,4% un malkas sortimentu – 1,4±2,6% līdz 9,6±8,2%.

**Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no kvalitātes grupas un krūšaugstuma caurmēra bērzu audzēs.**

D, cm	Rādītājs	Kvalitātes grupa					
		1	2	3	1-3	6	7
10,1-18,0	Average	0,016	0,002	0,490	0,509	0,466	0,026
	Min	0,000	0,000	0,040	0,040	0,091	0,000
	Max	0,136	0,045	0,880	0,909	0,960	0,154
	Count	19	19	19	19	19	19
	StdEr	0,029	0,011	0,115	0,115	0,114	0,036
18,1-22,0	Average	0,057	0,000	0,501	0,559	0,428	0,014
	Min	0,000	0,000	0,056	0,056	0,083	0,000
	Max	0,333	0,000	0,850	0,917	0,944	0,091
	Count	20	20	20	20	20	20
	StdEr	0,052	0,000	0,112	0,111	0,111	0,026
22,1-26,0	Average	0,067	0,002	0,469	0,538	0,426	0,036
	Min	0,000	0,000	0,083	0,083	0,095	0,000
	Max	0,526	0,056	0,762	0,905	0,917	0,286
	Count	25	25	25	25	25	25
	StdEr	0,050	0,009	0,100	0,100	0,099	0,037
>26,0	Average	0,075	0,000	0,458	0,532	0,372	0,096
	Min	0,000	0,000	0,077	0,077	0,000	0,000
	Max	0,267	0,000	1,000	1,000	0,923	0,667
	Count	13	13	13	13	13	13
	StdEr	0,073	0,000	0,138	0,138	0,134	0,082

Average - aritmētiski vidējā vērtība  
 Min - minimālā vērtība  
 Max - maksimālā vērtība  
 Count - parauglūkumu skaits  
 StdEr - īpatsvara reprezentācijas kļūda

### Egļu audzes

Analīzē egļu parauglūkumi sadalīti 5. caurmēra grupās: 1) 10,1-18,0cm, 2)18,1-22,0cm, 3)22,1-26,0cm, 4)26,1-30,0cm, 5)>30,0cm.

Pirmās kvalitātes koku īpatsvars caurmēra grupās no 10,1cm līdz 30,0cm ir savstarpēji līdzīgs (atšķiras mazāk nekā par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu) un svārstās no  $5,2\pm 5,2\%$  līdz  $8,2\pm 8,3\%$ . Savukārt caurmēra grupā virs 30cm šīs kvalitātes koku aritmētiski vidējais īpatsvars ir  $20,0\pm 10,7\%$ , bet šī vērtība atšķiras vairāk nekā par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu tikai no caurmēra grupas, kurā caurmērs ir 10,1cm līdz 18,0cm (2.26. tabula).

Eglēm 3. kvalitātes koku īpatsvars svārstās no  $51,7\pm 12,9\%$  (26,1-30,0cm) līdz  $87,6\pm 7,8\%$  (10,1-18,0cm). Atšķirības starp grupām ir mazākas par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu, izņemot atšķirības starp caurmēra grupu 10,1-18,0cm ar caurmēra grupām 18,1-22,0cm, 26,1-30,0cm un >30,0cm.

Zāģbaļķu sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars atkarībā no audzes caurmēra grupas mainās robežās no  $67,7\pm 12,1\%$  līdz  $95,7\pm 4,8\%$ , papīrmalkas sortimentu –  $2,4\pm 3,6\%$  līdz  $12,2\pm 9,9\%$  un malkas sortimentu –  $1,9\pm 3,2\%$  līdz  $20,2\pm 10,4\%$ . Zāģbaļķu sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars (1-5. kvalitāte) visaugstākais ir caurmēra grupā 10,1-18,0cm, un šīs grupas aritmētiski vidējā vērtība no pārējām grupām (izņemot >30cm) atšķiras vairāk nekā par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu. Salīdzinoši zemais zāģbaļķu sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars caurmēra grupās no 18,1-30,0cm izskaidrojams ar lielāku stumbra bojāto (lielākoties pārnadžu bojājumi) koku īpatsvaru.

**Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no kvalitātes grupas un krūšaugstuma caurmēra egļu audzēs.**

D, cm	Rādītājs	Kvalitātes grupa								
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7
10,1-18,0	Average	0,052	0,017	0,876	0,945	0,012	0,000	0,957	0,024	0,019
	Min	0,000	0,000	0,526	0,808	0,000	0,000	0,885	0,000	0,000
	Max	0,474	0,300	1,000	1,000	0,100	0,000	1,000	0,115	0,111
	Count	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	StdEr	0,052	0,030	0,078	0,054	0,026	0,000	0,048	0,036	0,032
18,1-22,0	Average	0,082	0,000	0,578	0,660	0,024	0,006	0,691	0,099	0,210
	Min	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,032	0,000	0,000
	Max	0,526	0,000	0,925	0,977	0,105	0,071	1,000	0,429	0,968
	Count	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	StdEr	0,083	0,000	0,149	0,143	0,046	0,024	0,139	0,090	0,123
22,1-26,0	Average	0,053	0,000	0,683	0,736	0,030	0,000	0,766	0,122	0,112
	Min	0,000	0,000	0,120	0,120	0,000	0,000	0,120	0,000	0,000
	Max	0,300	0,000	0,947	0,947	0,143	0,000	1,000	0,360	0,520
	Count	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	StdEr	0,067	0,000	0,140	0,133	0,052	0,000	0,128	0,099	0,095
26,1-30,0	Average	0,062	0,000	0,517	0,579	0,087	0,010	0,677	0,121	0,202
	Min	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Max	0,414	0,000	0,933	0,966	0,647	0,083	0,966	0,467	1,000
	Count	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	StdEr	0,062	0,000	0,129	0,127	0,073	0,026	0,121	0,084	0,104
>30,0	Average	0,200	0,013	0,546	0,759	0,039	0,013	0,810	0,114	0,075
	Min	0,000	0,000	0,100	0,278	0,000	0,000	0,278	0,000	0,000
	Max	0,600	0,100	0,839	1,000	0,200	0,176	1,000	0,300	0,556
	Count	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	StdEr	0,107	0,030	0,133	0,114	0,052	0,030	0,105	0,085	0,071

Average - aritmētiski vidējā vērtība  
Min - minimālā vērtība  
Max - maksimālā vērtība  
Count - parauglūkumu skaits  
StdEr - īpatsvara reprezentācijas kļūda

### Priežu audzes

Analīzē priežu parauglūkumi sadalīti 6. caurmēra grupās: 1)10,1-18,0cm, 2)18,1-22,0cm, 3)22,1-26,0cm, 4)26,1-30,0cm, 5)30,1-34,0cm, 7)>34,0cm.

Priedei 1. kvalitātes koku īpatsvars pie lielāka audzes caurmēra arī ir lielāks, izņemot caurmēra grupu virs 34,0cm. Šīs kvalitātes koku īpatsvars ir no 3,7±5,4% (10,1-18,0cm) līdz 19,9±7,2% (26,1-30,0cm). Aritmētiski vidējais caurmēra grupas koku īpatsvars 1. kvalitātei caurmēra grupās no 10,1cm līdz 26,0cm ir vairāk nekā par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu mazāks nekā caurmēra grupās no 26,1cm līdz 34,0cm (2.27. tabula).

Trešās kvalitātes koku īpatsvars caurmēra pakāpēs no 10,1cm līdz 34,0cm svārstās robežās no 68% līdz 80% un savstarpēji atšķiras mazāk nekā par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu. Savukārt caurmēra grupā virs 34,0cm šīs kvalitātes īpatsvars ir ievērojami mazāks (52,6±13,8%), bet vairāk nekā par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu tas atšķiras tikai no caurmēra grupām, kuru caurmērs ir 18,1-26,0cm.

Zāģbaļķu sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars atkarībā no audzes caurmēra grupas mainās robežās no 74,7±12,0% līdz 95,6±3,6%, papīrmalkas sortimentu – 2,5±2,8% līdz 14,4±9,7% un malkas sortimentu – 0,7±2,0% līdz 10,9±8,6%. Zāģbaļķu sortimentu prasībām atbilstošos koku īpatsvars caurmēra grupās no 10,1cm līdz 34,0cm savstarpēji atšķiras mazāk nekā ar vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu, bet caurmēra grupai virs 34,0cm aritmētiski vidējais zāģbaļķu īpatsvars ir vairāk nekā par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu mazāks nekā caurmēra grupām no 26,1cm līdz 34,0cm (2.27. tabula).

**Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no kvalitātes grupas un krūšaugstuma caurmēra priežu audzēs.**

D, cm	Rādītājs	Kvalitātes grupa								
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7
10,1-18,0	Average	0,037	0,009	0,765	0,811	0,053	0,016	0,881	0,100	0,020
	Min	0,000	0,000	0,579	0,579	0,000	0,000	0,722	0,000	0,000
	Max	0,333	0,111	0,892	1,000	0,316	0,154	1,000	0,278	0,100
	Count	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	StdEr	0,054	0,028	0,122	0,113	0,065	0,037	0,094	0,086	0,040
18,1-22,0	Average	0,057	0,000	0,802	0,860	0,029	0,031	0,919	0,074	0,007
	Min	0,000	0,000	0,262	0,467	0,000	0,000	0,667	0,000	0,000
	Max	0,714	0,000	1,000	1,000	0,160	0,200	1,000	0,333	0,034
	Count	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	StdEr	0,056	0,000	0,097	0,084	0,041	0,042	0,066	0,063	0,020
22,1-26,0	Average	0,067	0,000	0,748	0,815	0,064	0,017	0,895	0,070	0,035
	Min	0,000	0,000	0,077	0,077	0,000	0,000	0,154	0,000	0,000
	Max	0,711	0,000	1,000	1,000	0,471	0,188	1,000	0,364	0,846
	Count	33	33	33	33	33	33	33	33	33
	StdEr	0,044	0,000	0,076	0,068	0,042	0,022	0,053	0,044	0,032
26,1-30,0	Average	0,199	0,000	0,681	0,880	0,045	0,029	0,954	0,025	0,021
	Min	0,000	0,000	0,000	0,679	0,000	0,000	0,846	0,000	0,000
	Max	1,000	0,000	1,000	1,000	0,208	0,231	1,000	0,154	0,133
	Count	31	31	31	31	31	31	31	31	31
	StdEr	0,072	0,000	0,084	0,058	0,037	0,030	0,038	0,028	0,026
30,1-34,0	Average	0,183	0,014	0,698	0,895	0,035	0,025	0,956	0,030	0,015
	Min	0,000	0,000	0,063	0,545	0,000	0,000	0,810	0,000	0,000
	Max	0,929	0,250	1,000	1,000	0,273	0,318	1,000	0,190	0,143
	Count	32	32	32	32	32	32	32	32	32
	StdEr	0,068	0,021	0,081	0,054	0,033	0,028	0,036	0,030	0,021
>34,0	Average	0,073	0,000	0,526	0,599	0,071	0,077	0,747	0,144	0,109
	Min	0,000	0,000	0,182	0,182	0,000	0,000	0,182	0,000	0,000
	Max	0,400	0,000	0,818	0,900	0,316	0,300	1,000	0,417	0,727
	Count	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	StdEr	0,072	0,000	0,138	0,136	0,071	0,074	0,120	0,097	0,086

Average - aritmētiski vidējā vērtība  
 Min - minimālā vērtība  
 Max - maksimālā vērtība  
 Count - parauglūkumu skaits  
 StdEr - īpatsvara reprezentācijas kļūda

**2.2.3.3. Koku sadalījums pa kvalitātes grupām atkarībā no audzes valdošās koku sugas augstuma**

**Bērzu audzes**

Analīzē bērzu parauglūkumi sadalīti 5. augstuma grupās: 1)<18,0m, 2)18,1-21,0m, 3)21,1-24,0m, 4)24,1-27,0m, 5)>27,0cm.

Bērziem parauglūkos, kuros augstums ir mazāks par 18,0m, 1. kvalitātes koku īpatsvars ir nulle pilnīgi visos parauglūkos. Pārējās augstuma grupās šis kvalitātes koku īpatsvars ir robežās no 3,6±4,3% līdz 8,1±6,4%, un starp augstuma grupām atšķirības nav lielākas par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu (2.28. tabula).

Zāgbaļķu sortimentu prasībām (1-3. kvalitāte) atbilstošo koku īpatsvars savstarpēji starp augstuma grupām atšķiras mazāk nekā par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu, un tas mainās robežās no 39,4±14,7% (H≤18,1m) līdz 60,5±11,5% (H 21,1-24,0m).

Papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitāte) atbilstošo koku īpatsvars savstarpēji starp augstuma grupām arī atšķiras mazāk nekā par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu, un tas mainās robežās no 35,6±11,3% (H 21,1-24,0m) līdz 57,4±14,9% (H≤18,0m).

**Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no kvalitātes grupas un augstuma bērzu audzēs.**

H, m	Rādītājs	Kvalitātes grupa					
		1	2	3	1-3	6	7
≤18,0	<b>Average</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,394</b>	<b>0,394</b>	<b>0,574</b>	<b>0,032</b>
	Min	0,000	0,000	0,040	0,040	0,120	0,000
	Max	0,000	0,000	0,880	0,880	0,960	0,154
	Count	11	11	11	11	11	11
	StdEr	0,000	0,000	0,147	0,147	0,149	0,053
18,1-21,0	<b>Average</b>	<b>0,036</b>	<b>0,002</b>	<b>0,498</b>	<b>0,536</b>	<b>0,440</b>	<b>0,024</b>
	Min	0,000	0,000	0,056	0,056	0,091	0,000
	Max	0,200	0,045	0,800	0,909	0,944	0,133
	Count	19	19	19	19	19	19
	StdEr	0,043	0,011	0,115	0,114	0,114	0,035
21,1-24,0	<b>Average</b>	<b>0,081</b>	<b>0,003</b>	<b>0,521</b>	<b>0,605</b>	<b>0,356</b>	<b>0,039</b>
	Min	0,000	0,000	0,133	0,133	0,000	0,000
	Max	0,526	0,056	1,000	1,000	0,867	0,286
	Count	18	18	18	18	18	18
	StdEr	0,064	0,013	0,118	0,115	0,113	0,046
24,1-27,0	<b>Average</b>	<b>0,073</b>	<b>0,000</b>	<b>0,529</b>	<b>0,602</b>	<b>0,385</b>	<b>0,013</b>
	Min	0,000	0,000	0,250	0,250	0,083	0,000
	Max	0,333	0,000	0,850	0,917	0,750	0,133
	Count	17	17	17	17	17	17
	StdEr	0,063	0,000	0,121	0,119	0,118	0,027
>27,0	<b>Average</b>	<b>0,059</b>	<b>0,000</b>	<b>0,404</b>	<b>0,463</b>	<b>0,439</b>	<b>0,098</b>
	Min	0,000	0,000	0,077	0,077	0,100	0,000
	Max	0,222	0,000	0,700	0,800	0,923	0,667
	Count	12	12	12	12	12	12
	StdEr	0,068	0,000	0,142	0,144	0,143	0,086

Average - aritmētiski vidējā vērtība  
 Min - minimālā vērtība  
 Max - maksimālā vērtība  
 Count - parauglūkumu skaits  
 StdEr - īpatsvara reprezentācijas kļūda

### Egļu audzes

Analīzē egļu parauglūkumi sadalīti 6. augstuma grupās: 1) ≤15,0m, 2) 15,1-18,0m, 3) 18,1-21,0m, 4) 21,1-24,0m, 5) 24,1-27,0m, 6) >27,0cm.

Eglēm 1. kvalitātes koku īpatsvars audzē lielāks ir parauglūkumiem, kuriem ir lielāks augstums, bet aritmētiski vidējais šīs kvalitātes īpatsvars starp augstuma grupām atšķiras mazāk nekā par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu (2.29. tabula).

Zāgbaļķu sortimentu prasībām (1-5. kvalitāte) atbilstošo koku īpatsvars savstarpēji starp augstuma grupām atšķiras mazāk nekā par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu (izņemot starp augstuma grupām H ≤15,0m un H 21,1-24,0m), un tas mainās robežās no 67,3±13,5% (H 21,1-24,0m) līdz 96,0±6,9% (H ≤15,0m). Augstuma grupā 21,1-24,0m ievērojami mazākais zāgbaļķu īpatsvars izskaidrojams ar to, ka ir viens parauglūkums, kurā visi novērtētie koki atbilst malkas sortimentu prasībām.

**Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no kvalitātes grupas un augstuma eglu audzēs.**

H, m	Rādītājs	Kvalitātes grupa								
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7
≤15,0	<b>Average</b>	<b>0,059</b>	<b>0,038</b>	<b>0,851</b>	<b>0,948</b>	<b>0,013</b>	<b>0,000</b>	<b>0,960</b>	<b>0,017</b>	<b>0,023</b>
	Min	0,000	0,000	0,526	0,889	0,000	0,000	0,889	0,000	0,000
	Max	0,474	0,300	1,000	1,000	0,100	0,000	1,000	0,111	0,111
	Count	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	StdEr	0,083	0,067	0,126	0,079	0,039	0,000	0,069	0,046	0,053
15,1-18,0	<b>Average</b>	<b>0,029</b>	<b>0,000</b>	<b>0,752</b>	<b>0,781</b>	<b>0,009</b>	<b>0,004</b>	<b>0,795</b>	<b>0,052</b>	<b>0,154</b>
	Min	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,032	0,000	0,000
	Max	0,333	0,000	1,000	1,000	0,077	0,071	1,000	0,364	0,968
	Count	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	StdEr	0,042	0,000	0,108	0,103	0,024	0,017	0,101	0,055	0,090
18,1-21,0	<b>Average</b>	<b>0,061</b>	<b>0,000</b>	<b>0,675</b>	<b>0,736</b>	<b>0,058</b>	<b>0,000</b>	<b>0,794</b>	<b>0,072</b>	<b>0,134</b>
	Min	0,000	0,000	0,120	0,120	0,000	0,000	0,120	0,000	0,000
	Max	0,526	0,000	0,938	0,977	0,308	0,000	1,000	0,360	0,520
	Count	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	StdEr	0,069	0,000	0,135	0,127	0,067	0,000	0,117	0,075	0,098
21,1-24,0	<b>Average</b>	<b>0,083</b>	<b>0,000</b>	<b>0,551</b>	<b>0,633</b>	<b>0,033</b>	<b>0,007</b>	<b>0,673</b>	<b>0,199</b>	<b>0,128</b>
	Min	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Max	0,300	0,000	0,947	0,947	0,133	0,083	1,000	0,467	1,000
	Count	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	StdEr	0,079	0,000	0,144	0,139	0,051	0,024	0,135	0,115	0,096
24,1-27,0	<b>Average</b>	<b>0,133</b>	<b>0,000</b>	<b>0,636</b>	<b>0,768</b>	<b>0,029</b>	<b>0,020</b>	<b>0,817</b>	<b>0,071</b>	<b>0,112</b>
	Min	0,000	0,000	0,412	0,500	0,000	0,000	0,500	0,000	0,000
	Max	0,500	0,000	0,933	1,000	0,143	0,176	1,000	0,190	0,450
	Count	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	StdEr	0,113	0,000	0,160	0,141	0,056	0,046	0,129	0,086	0,105
>27,0	<b>Average</b>	<b>0,191</b>	<b>0,015</b>	<b>0,482</b>	<b>0,688</b>	<b>0,089</b>	<b>0,006</b>	<b>0,783</b>	<b>0,118</b>	<b>0,099</b>
	Min	0,000	0,000	0,059	0,278	0,000	0,000	0,278	0,000	0,000
	Max	0,600	0,100	0,839	0,933	0,647	0,067	1,000	0,300	0,556
	Count	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	StdEr	0,114	0,035	0,144	0,134	0,082	0,021	0,119	0,093	0,086

Average - aritmētiski vidējā vērtība  
 Min - minimālā vērtība  
 Max - maksimālā vērtība  
 Count - parauglūkumu skaits  
 StdEr - īpatsvara reprezentācijas kļūda

### Priežu audzes

Analīzē priežu parauglūkumi sadalīti 6. tādās pašās augstuma grupās kā egle.

Priežu audzēs pirmās kvalitātes koku īpatsvars augstākās audzēs ir lielāks nekā zemākās audzēs, un tas mainās no  $2,8 \pm 4,7\%$  ( $H \leq 15,0m$ ) līdz  $22,6 \pm 7,6\%$  ( $H 24,1-27,0m$ ).

Savukārt 1-5. kvalitātes koku īpatsvars parauglūkumā visās augstuma grupās praktiski ir vienāds ( $\approx 90\%$ ), izņemot pašu mazāko grupu ( $H \leq 15,0m$ ), bet ne starp vienu no augstumu grupām atšķirība nav lielāka par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu (2.30. tabula).

Papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitāte) atbilstošo koku īpatsvars atkarībā no augstumu grupas svārstās robežās no  $3,1 \pm 2,8\%$  ( $H 21,4-24,0m$ ) līdz  $9,1 \pm 9,1\%$  ( $H 15,1-18,0m$ ).



**Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no kvalitātes grupas un augstuma priežu audzēs.**

H, m	Rādītājs	Kvalitātes grupa								
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7
≤15,0	Average	0,028	0,009	0,654	0,691	0,095	0,055	0,840	0,140	0,020
	Min	0,000	0,000	0,294	0,294	0,000	0,000	0,667	0,000	0,000
	Max	0,333	0,111	0,875	1,000	0,471	0,200	1,000	0,333	0,100
	Count	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	StdEr	0,047	0,028	0,137	0,133	0,085	0,066	0,106	0,100	0,040
15,1-18,0	Average	0,071	0,000	0,767	0,838	0,043	0,019	0,900	0,091	0,008
	Min	0,000	0,000	0,262	0,364	0,000	0,000	0,636	0,000	0,000
	Max	0,714	0,000	1,000	1,000	0,273	0,185	1,000	0,364	0,083
	Count	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	StdEr	0,081	0,000	0,134	0,116	0,064	0,043	0,095	0,091	0,029
18,1-21,0	Average	0,037	0,000	0,775	0,812	0,078	0,022	0,912	0,077	0,011
	Min	0,000	0,000	0,536	0,542	0,000	0,000	0,750	0,000	0,000
	Max	0,222	0,000	1,000	1,000	0,417	0,188	1,000	0,250	0,091
	Count	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	StdEr	0,041	0,000	0,091	0,085	0,059	0,032	0,062	0,058	0,023
21,1-24,0	Average	0,087	0,000	0,773	0,860	0,022	0,042	0,923	0,031	0,046
	Min	0,000	0,000	0,182	0,182	0,000	0,000	0,182	0,000	0,000
	Max	0,711	0,000	1,000	1,000	0,167	0,318	1,000	0,154	0,727
	Count	38	38	38	38	38	38	38	38	38
	StdEr	0,046	0,000	0,068	0,056	0,024	0,032	0,043	0,028	0,034
24,1-27,0	Average	0,226	0,000	0,603	0,828	0,066	0,024	0,919	0,043	0,039
	Min	0,000	0,000	0,000	0,077	0,000	0,000	0,154	0,000	0,000
	Max	1,000	0,000	1,000	1,000	0,316	0,300	1,000	0,300	0,846
	Count	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	StdEr	0,076	0,000	0,089	0,069	0,045	0,028	0,050	0,037	0,035
>27,0	Average	0,176	0,016	0,687	0,878	0,025	0,013	0,916	0,062	0,022
	Min	0,000	0,000	0,063	0,250	0,000	0,000	0,500	0,000	0,000
	Max	0,625	0,250	1,000	1,000	0,143	0,167	1,000	0,417	0,167
	Count	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	StdEr	0,073	0,024	0,089	0,063	0,030	0,022	0,053	0,046	0,028

Average - aritmētiski vidējā vērtība  
 Min - minimālā vērtība  
 Max - maksimālā vērtība  
 Count - parauglūkumu skaits  
 StdEr - īpatsvara reprezentācijas kļūda

#### 2.2.4. Koku kvalitātes vienādojumi audzēm

Vienādojumi izstrādāti izmantojot datus par 301 MSI parauglūkumiem, kuros valdošā koku suga ir priede (148 parauglūkumi), egle (73) un bērzs (80). Atlasītajos parauglūkos ir vismaz 9 valdošās koku sugas koki, kuriem ir kvalitātes novērtējums.

Vienādojumi izstrādāti izmantojot programmu SPSS14. Vienādojumi izstrādāti, lai aprēķinātu 1. kvalitātes (1. šķiras baļķi), 7. kvalitātes (malka) un 4-7. kvalitātes (visu veidu sortimentu, kas neatbilst 1-3. šķiras baļķu prasībām) koku īpatsvaru audzē. Vienādojumos kā faktoriālās pazīmes tiek izmantotas audzes I stāva valdošās koku sugas vecuma grupa un augstuma grupa (2.31. tabula).

**Koku kvalitātes novērtēšanas vienādojumos izmantotās vecuma un augstuma grupas.**

Grupas kods	Vecuma grupas (gadi)			Augstuma grupas (metri)		
	Priede	Egle	Bērzs	Priede	Egle	Bērzs
1	21-60	21-40	21-40	<20,1	<18,1	<20,1
2	61-80	41-60	41-50	20,1-25,0	18,1-24,0	20,1-24,0
3	81-100	61-80	51-60	>25,0	>24,0	>24,0
4	>100	>80	61-70			
5			>70			

Iegūtie vienādojumi uzskatāmi par pagaidu variantu, jo balstīti uz samērā nelielu datu apjomu (parauglaikumu skaitu), ko turpmākajos pētījumos paredzēts uzlabot.

### Priede

Pašreizējā variantā vienādojums koku kvalitātes novērtēšanai priežu audzē ir sekojošs:

$$Kvalitatē = i + a1 + a2 + a3 + a4 + h1 + h2 + h3 + a1h1 + a1h2 + a1h3 + a2h1 + a2h2 + a2h3 + a3h1 + a3h2 + a3h3 + a4h1 + a4h2 + a4h3,$$

kur attiecīgo koeficientu vērtības ir redzamas 2.32.-2.34. tabulās.

Vienādojumā jāizmanto tikai tās koeficientu vērtības, kas atbilst konkrētās audzes vecumam un augstumam, pārējās vērtības ir nulle.

### Piemērs.

Audzės vecums 70 gadi, audzės augstums 23 metri.

Tātad kvalitātes īpatsvara noteikšanā izmanto 2. vecuma grupas un 2. augstuma grupas koeficientus (2.32. -2.34. tabula).

Kvalitatē vienādojums ir sekojošs:  $kvalitatē = i + a2 + h2 + a2h2$

$$1. \text{ kvalitāte} = 0,386 - 0,329 - 0,220 + 0,201 = 0,038 = 3,8\%$$

$$4-7. \text{ kvalitāte} = 0,115 + 0,028 + 0,031 - 0,027 = 0,147 = 14,7\%$$

$$7. \text{ kvalitāte} = 0,029 - 0,023 + 0,034 - 0,024 = 0,016 = 1,6\%$$

2.32. tabula

### Koeficienti vienādojumam 1. kvalitātes koku īpatsvara noteikšanai priežu audzēs.

Kods	Parametrs	Vērtība	Standarta kļūda	t vērtība	Būtiskums	95% Ticamības intervāls	
						Min	Max
i	Intercept	0,386	0,046	8,382	0,000	0,295	0,477
a1	Vecuma grupa 1	-0,386	0,128	-3,027	0,003	-0,639	-0,134
a2	Vecuma grupa 2	-0,329	0,072	-4,579	0,000	-0,471	-0,187
a3	Vecuma grupa 3	-0,143	0,069	-2,073	0,040	-0,280	-0,007
a4	Vecuma grupa 4	0	.	.	.	.	.
h1	Augstuma grupa 1	-0,284	0,091	-3,140	0,002	-0,463	-0,105
h2	Augstuma grupa 2	-0,220	0,080	-2,762	0,007	-0,378	-0,063
h3	Augstuma grupa 3	0	.	.	.	.	.
a1h1	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa1	0,288	0,157	1,840	0,068	-0,022	0,599
a1h2	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa2	0,279	0,163	1,710	0,090	-0,044	0,601
a1h3	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa3	0,000	.	.	.	.	.
a2h1	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa1	0,286	0,123	2,332	0,021	0,044	0,529
a2h2	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa2	0,201	0,108	1,861	0,065	-0,013	0,414
a2h3	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a3h1	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa1	0,080	0,147	0,544	0,587	-0,210	0,369
a3h2	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa2	0,091	0,107	0,854	0,394	-0,120	0,302
a3h3	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a4h1	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
a4h2	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
a4h3	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.

Vecuma un augstuma grupas no 2.31. tabulas

2.33. tabula

**Koeficienti vienādojumam 4-7. kvalitātes koku īpatsvara noteikšanai priežu audzēs.**

Kods	Parametrs	Vērtība	Standarta kļūda	t vērtība	Būtiskums	95% Ticamības intervāls	
						Min	Max
i	Intercept	0,115	0,042	2,713	0,008	0,031	0,199
a1	Vecuma grupa 1	0,170	0,117	1,446	0,151	-0,062	0,402
a2	Vecuma grupa 2	0,028	0,066	0,427	0,670	-0,102	0,159
a3	Vecuma grupa 3	0,005	0,064	0,085	0,932	-0,120	0,131
a4	Vecuma grupa 4	0	.	.	.	.	.
h1	Augstuma grupa 1	0,193	0,083	2,320	0,022	0,029	0,358
h2	Augstuma grupa 2	0,031	0,073	0,425	0,672	-0,114	0,176
h3	Augstuma grupa 3	0	.	.	.	.	.
a1h1	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa1	-0,253	0,144	-1,756	0,081	-0,539	0,032
a1h2	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa2	-0,109	0,150	-0,729	0,467	-0,406	0,187
a1h3	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a2h1	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa1	-0,154	0,113	-1,365	0,175	-0,378	0,069
a2h2	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa2	-0,027	0,099	-0,277	0,782	-0,224	0,169
a2h3	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a3h1	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa1	-0,114	0,135	-0,844	0,400	-0,380	0,153
a3h2	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa2	0,034	0,098	0,349	0,728	-0,160	0,228
a3h3	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a4h1	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
a4h2	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
a4h3	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.

Vecuma un augstuma grupas no 2.31. tabulas

2.34. tabula

**Koeficienti vienādojumam 7. kvalitātes koku īpatsvara noteikšanai priežu audzēs.**

Kods	Parametrs	Vērtība	Standarta kļūda	t vērtība	Būtiskums	95% Ticamības intervāls	
						Min	Max
i	Intercept	0,029	0,021	1,379	0,17	-0,013	0,071
a1	Vecuma grupa 1	-0,021	0,059	-0,353	0,725	-0,137	0,096
a2	Vecuma grupa 2	-0,023	0,033	-0,694	0,489	-0,089	0,043
a3	Vecuma grupa 3	-0,024	0,032	-0,741	0,46	-0,087	0,039
a4	Vecuma grupa 4	0	.	.	.	.	.
h1	Augstuma grupa 1	-0,017	0,042	-0,417	0,677	-0,1	0,065
h2	Augstuma grupa 2	0,034	0,037	0,92	0,359	-0,039	0,107
h3	Augstuma grupa 3	0	.	.	.	.	.
a1h1	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa1	0,023	0,072	0,312	0,756	-0,121	0,166
a1h2	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa2	0,083	0,075	1,099	0,274	-0,066	0,232
a1h3	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a2h1	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa1	0,014	0,057	0,251	0,802	-0,098	0,126
a2h2	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa2	-0,024	0,05	-0,48	0,632	-0,122	0,075
a2h3	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a3h1	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa1	0,012	0,068	0,174	0,862	-0,122	0,146
a3h2	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa2	0,026	0,049	0,518	0,605	-0,072	0,123
a3h3	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a4h1	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
a4h2	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
a4h3	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.

Vecuma un augstuma grupas no 2.31. tabulas

**Egle**

Pašreizējā variantā vienādojums koku kvalitātes novērtēšanai egļu audzē ir sekojošs:

$$Kvalitāte = i + a1 + a2 + a3 + a4 + h1 + h2 + h3 + a1h1 + a1h2 + a2h1 + a2h2 + a2h3 + a3h2 + a3h3 + a4h2 + a4h3,$$

kur attiecīgo koeficientu vērtības ir redzamas 2.35.-2.37. tabulās.

2.35. tabula

**Koeficienti vienādojumam 1. kvalitātes koku īpatsvara noteikšanai egļu audzēs.**

Kods	Parametrs	Vērtība	Standarta kļūda	t vērtība	Būtiskums	95% Ticamības intervāls	
						Min	Max
i	Intercept	0,256	0,045	5,742	0,000	0,167	0,345
a1	Vecuma grupa 1	-0,081	0,158	-0,514	0,609	-0,396	0,234
a2	Vecuma grupa 2	-0,256	0,148	-1,731	0,088	-0,551	0,039
a3	Vecuma grupa 3	0	0,060	-2,644	0,010	-0,280	-0,039
a4	Vecuma grupa 4	0,000	.	.	.	.	.
h1	Augstuma grupa 1	0,085	0,147	0,580	0,564	-0,209	0,379
h2	Augstuma grupa 2	-0,175	0,083	-2,098	0,040	-0,341	-0,008
h3	Augstuma grupa 3	0,000	.	.	.	.	.
a1h1	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa1	-0,260	0,223	-1,167	0,248	-0,706	0,185
a1h2	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa2	0,000	.	.	.	.	.
a2h1	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa1	0,000	.	.	.	.	.
a2h2	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa2	0,216	0,168	1,284	0,204	-0,120	0,551
a2h3	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa3	0,000	.	.	.	.	.
a3h2	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa2	0,244	0,112	2,174	0,033	0,020	0,468
a3h3	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa3	0,000	.	.	.	.	.
a4h2	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
a4h3	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.

Vecuma un augstuma grupas no 2.31. tabulas

2.36. tabula

**Koeficienti vienādojumam 4-7. kvalitātes koku īpatsvara noteikšanai egļu audzēs.**

Kods	Parametrs	Vērtība	Standarta kļūda	t vērtība	Būtiskums	95% Ticamības intervāls	
						Min	Max
i	Intercept	0,200	0,079	2,531	0,014	0,042	0,358
a1	Vecuma grupa 1	-0,170	0,280	-0,609	0,545	-0,729	0,389
a2	Vecuma grupa 2	-0,134	0,262	-0,509	0,613	-0,658	0,391
a3	Vecuma grupa 3	0,131	0,107	1,226	0,225	-0,083	0,345
a4	Vecuma grupa 4	0	.	.	.	.	.
h1	Augstuma grupa 1	0,102	0,261	0,390	0,698	-0,420	0,624
h2	Augstuma grupa 2	0,170	0,148	1,149	0,255	-0,126	0,466
h3	Augstuma grupa 3	0	.	.	.	.	.
a1h1	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa1	0,006	0,396	0,016	0,987	-0,785	0,798
a1h2	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
a2h1	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
a2h2	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa2	0,086	0,298	0,288	0,774	-0,510	0,682
a2h3	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a3h2	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa2	-0,228	0,199	-1,144	0,257	-0,626	0,170
a3h3	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a4h2	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
a4h3	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.

Vecuma un augstuma grupas no 2.31. tabulas

2.37. tabula

**Koeficienti vienādojumam 7. kvalitātes koku īpatsvara noteikšanai egļu audzēs.**

Kods	Parametrs	Vērtība	Standarta kļūda	t vērtība	Būtiskums	95% Ticamības intervāls	
						Min	Max
i	Intercept	0,085	0,072	1,180	0,242	-0,059	0,229
a1	Vecuma grupa 1	0,146	0,255	0,575	0,567	-0,362	0,655
a2	Vecuma grupa 2	-0,085	0,239	-0,356	0,723	-0,562	0,392
a3	Vecuma grupa 3	0,027	0,098	0,273	0,786	-0,168	0,221
a4	Vecuma grupa 4	0	.	.	.	.	.
h1	Augstuma grupa 1	0,099	0,238	0,417	0,678	-0,376	0,575
h2	Augstuma grupa 2	-0,031	0,135	-0,233	0,816	-0,301	0,238
h3	Augstuma grupa 3	0	.	.	.	.	.
a1h1	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa1	-0,227	0,361	-0,630	0,531	-0,948	0,494
a1h2	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
a2h1	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
a2h2	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa2	0,185	0,272	0,681	0,499	-0,358	0,727
a2h3	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a3h2	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa2	0,036	0,181	0,197	0,845	-0,327	0,398
a3h3	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a4h2	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
a4h3	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.

Vecuma un augstuma grupas no 2.31. tabulas

## Bērzs

Pašreizējā variantā vienādojums koku kvalitātes novērtēšanai bērzu audzē ir sekojošs:

$$Kvalitāte = i + a1 + a2 + a3 + a4 + a5 + h1 + h2 + h3 + a1h1 + a1h2 + a2h1 + a2h2 + a2h3 + a3h1 + a3h2 + a3h3 + a4h1 + a4h2 + a4h3 + a5h2 + a5h3,$$

kur attiecīgo koeficientu vērtības ir redzamas 2.38.-2.40. tabulās.

2.38. tabula

### Koeficienti vienādojumam 1. kvalitātes koku īpatsvara noteikšanai bērzu audzēs.

Kods	Parametrs	Vērtība	Standarta kļūda	t vērtība	Būtiskums	95% Ticamības intervāls	
						Min	Max
i	Intercept	0.046	0.057	0.813	0.419	-0.068	0.161
a1	Vecuma grupa 1	-0.093	0.083	-1.127	0.264	-0.259	0.072
a2	Vecuma grupa 2	0.024	0.068	0.358	0.721	-0.112	0.161
a3	Vecuma grupa 3	0.034	0.065	0.518	0.606	-0.096	0.164
a4	Vecuma grupa 4	0	0.065	0.421	0.675	-0.103	0.157
a5	Vecuma grupa 5	0.000	.	.	.	.	.
h1	Augstuma grupa 1	-0.074	0.054	-1.363	0.177	-0.182	0.034
h2	Augstuma grupa 2	0.047	0.072	0.648	0.519	-0.097	0.191
h3	Augstuma grupa 3	0.000	.	.	.	.	.
a1h1	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa1	0.159	0.121	1.309	0.195	-0.083	0.400
a1h2	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa2	0.000	.	.	.	.	.
a2h1	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa1	0.013	0.082	0.153	0.879	-0.152	0.177
a2h2	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa2	-0.099	0.091	-1.092	0.279	-0.281	0.082
a2h3	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa3	0.000	.	.	.	.	.
a3h1	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa1	-0.006	0.074	-0.085	0.933	-0.155	0.142
a3h2	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa2	-0.039	0.089	-0.444	0.658	-0.216	0.137
a3h3	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a4h1	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
a4h2	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa2	-0.044	0.085	-0.522	0.603	-0.213	0.125
a4h3	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a5h2	Vecuma grupa 5*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
a5h3	Vecuma grupa 5*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.

Vecuma un augstuma grupas no 2.31. tabulas

2.39. tabula

### Koeficienti vienādojumam 4-7. kvalitātes koku īpatsvara noteikšanai bērzu audzēs.

Kods	Parametrs	Vērtība	Standarta kļūda	t vērtība	Būtiskums	95% Ticamības intervāls	
						Min	Max
i	Intercept	0,558	0,144	3,876	0,000	0,271	0,845
a1	Vecuma grupa 1	-0,195	0,209	-0,937	0,352	-0,611	0,221
a2	Vecuma grupa 2	-0,174	0,172	-1,011	0,316	-0,517	0,169
a3	Vecuma grupa 3	-0,143	0,164	-0,873	0,386	-0,471	0,184
a4	Vecuma grupa 4	-0,064	0,164	-0,393	0,695	-0,392	0,263
a5	Vecuma grupa 5	0	.	.	.	.	.
h1	Augstuma grupa 1	0,267	0,136	1,958	0,054	-0,005	0,540
h2	Augstuma grupa 2	-0,008	0,182	-0,043	0,966	-0,371	0,355
h3	Augstuma grupa 3	0	.	.	.	.	.
a1h1	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa1	-0,183	0,305	-0,600	0,550	-0,792	0,426
a1h2	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
a2h1	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa1	-0,044	0,207	-0,212	0,833	-0,458	0,370
a2h2	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa2	-0,097	0,229	-0,423	0,674	-0,553	0,360
a2h3	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a3h1	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa1	-0,166	0,188	-0,883	0,380	-0,540	0,209
a3h2	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa2	-0,024	0,223	-0,106	0,916	-0,469	0,421
a3h3	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a4h1	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
a4h2	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa2	-0,015	0,213	-0,069	0,945	-0,441	0,411
a4h3	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a5h2	Vecuma grupa 5*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
a5h3	Vecuma grupa 5*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.

Vecuma un augstuma grupas no 2.31. tabulas

**Koeficienti vienādojumam 7. kvalitātes koku īpatsvara noteikšanai bērzu audzēs.**

Kods	Parametrs	Vērtība	Standarta kļūda	t vērtība	Būtiskums	95% Ticamības intervāls	
						Mīn	Max
i	Intercept	0,096	0,054	1,774	0,081	-0,012	0,204
a1	Vecuma grupa 1	0,009	0,079	0,120	0,905	-0,147	0,166
a2	Vecuma grupa 2	-0,091	0,065	-1,410	0,163	-0,221	0,038
a3	Vecuma grupa 3	-0,068	0,062	-1,097	0,276	-0,191	0,056
a4	Vecuma grupa 4	-0,017	0,062	-0,274	0,785	-0,140	0,106
a5	Vecuma grupa 5	0	.	.	.	.	.
h1	Augstuma grupa 1	-0,079	0,051	-1,540	0,128	-0,182	0,023
h2	Augstuma grupa 2	-0,083	0,069	-1,208	0,231	-0,220	0,054
h3	Augstuma grupa 3	0	.	.	.	.	.
a1h1	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa1	0,016	0,115	0,139	0,890	-0,214	0,246
a1h2	Vecuma grupa 1*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
a2h1	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa1	0,118	0,078	1,510	0,136	-0,038	0,274
a2h2	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa2	0,078	0,086	0,905	0,368	-0,094	0,250
a2h3	Vecuma grupa 2*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a3h1	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa1	0,086	0,071	1,210	0,230	-0,056	0,227
a3h2	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa2	0,102	0,084	1,220	0,227	-0,065	0,270
a3h3	Vecuma grupa 3*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a4h1	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
a4h2	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa2	0,051	0,080	0,638	0,526	-0,109	0,212
a4h3	Vecuma grupa 4*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
a5h2	Vecuma grupa 5*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
a5h3	Vecuma grupa 5*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.

Vecuma un augstuma grupas no 2.31. tabulas

**Secinājumi**

1. Izplatītākā kvalitātes kombinācija pirmajiem stumbra 6m (vērtējot katru 3m nogriežni atsevišķi) priedēm, eglēm un bērziem ir 33 (abi nogriežņi atbilst 3. šķiras baļķa kvalitātei), kas attiecīgi ir 48,8%; 55,4% un 34,2% no visiem attiecīgās koku sugas kokiem, kam ir noteikta kvalitāte.
2. No visiem analīzē iekļautajiem kokiem, kam ir vērtēta kvalitāte, stumbra pirmie 6m zāģbaļķu kvalitātes prasībām (skuju kokiem 1-5. kvalitātes grupa, lapu kokiem 1-3. kvalitātes grupa) priedēm neatbilst 7,9%, eglēm – 19,6% un bērziem – 47,3%.
3. No visiem analīzē iekļautajiem kokiem, kam ir vērtēta kvalitāte, stumbra pirmie 6m I šķiras zāģbaļķu kvalitātes prasībām (visām sugām 1. kvalitāte) priedēm atbilst 12,2%, eglēm – 6,4% un bērziem – 5,0%.
4. Aritmētiski vidējais valdošās koku sugas zāģbaļķu kvalitātes prasībām atbilstošais koku īpatsvars priežu parauglaukumos ir  $91,0 \pm 2,4\%$  (īpatsvara reprezentācijas kļūda), eglu parauglaukumos –  $79,3 \pm 4,9\%$  un bērzu parauglaukumos –  $53,5 \pm 5,7\%$ .
5. Aritmētiski vidējais valdošās koku sugas I šķiras zāģbaļķu kvalitātes prasībām atbilstošais koku īpatsvars priežu parauglaukumos ir  $12,1 \pm 2,8\%$ , eglu parauglaukumos –  $8,9 \pm 3,4\%$  un bērzu parauglaukumos –  $5,3 \pm 2,6\%$ .
6. Izveidoti pagaidu vienādojumi 1. kvalitātes (I šķiras baļķi) 7. kvalitātes (malka) 4-7. kvalitātes (visu veidu sortimenti, kas neatbilst 1-3. šķiras baļķu prasībām) koku īpatsvarā aprēķināšanai priežu, eglu un bērzu audzēs.

### 3. Dažādās intensitātēs koptu bērzu audžu augšanas gaitas aproksimācija (*P. Zālītis*)

#### 3.1. Problēmas pamatnostādnes

Lai Latvijas mežsaimnieki meža galvenās izmantošanas laikā varētu iegūt iecerētos 400-500 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> koksnes, ekosistēmā laicīgi un pārdomāti jāievada papildus enerģija. Tas paveicams ar meža selekcijas, augšanas apstākļu pareizas izvēles un uzlabošanas, jaunaudžu kopšanas un citus pasākumu palīdzību. Šo pasākumu optimizācija un pilnveidošana būtu uzskatāma par Latvijas mežsaimniecības galveno mērķi.

Lai gan iepriekšminētajiem līdzīgi mežsaimniecības mērķi ir tikuši noformulēti jau aizpagājušajā gadsimtā, daudzas jau gadiem ilgi praksē ieviestās patiesības ir pārņemtas nereti nepārdomāti un nostiprinājušās mežsaimnieku prātos kā dogmas, kuras ilgstoši neviens neuzdrīkstas apstrīdēt. Uzskatāms piemērs ir stādvieta skaita izvēle izcirtumā. Līdz 20. gadsimta septiņdesmitajiem gadiem gan priežu, gan egļu kultūras tika ierīkotas pēc vienota principa - jo vairāk koki tiek iestādīti, jo plašākas vēlāk ir iespējas veidot mežaudzi jaunaudžu kopšanas ciršu laikā. Platības, kuras bez īpašiem darbaspēka un finanšu ieguldījumiem būtu dabiski atjaunojušās ar mūsdienās tautsaimnieciski tik svarīgu koku sugu kā bērzs, tika atjaunotas visbiežāk ar pārbiezinātām skuju koku kultūrām. Plānveidīgās saimniekošanas rezultātā bērzs kā koku suga tika nepamatoti piemirsts.

Sākoties Latvijas valstiskajai virzībai uz tirgus ekonomiku 20. gadsimta beigās, kā arī finier rūpniecības attīstībai, bērzs kļuva par ļoti pieprasītu koku sugu. Paralēli tam atklājās patiesība, ka trūkst zināšanu gan par to, kā labāk atjaunot ar bērzu nocirstās meža platības, gan kā bērza jaunaudzes strukturējas un aug jaunaudžu vecumā. Trūka arī priekšstata par to, kāds jaunaudžu sākotnējais biežums būtu jāizvēlas, lai veidotos labas kvalitātes bērzu audze - ar taisniem stumbriem, kas laika gaitā veiksmīgi atzarojas. Līdzšinējie pētījumi, kas skar šos jautājumus, veikti pārsvarā Somijā. Nebija zināms, vai visi somu pētnieku secinājumi būtu attiecināmi arī uz bērzu audzēm Latvijā.

Stādījumu sākotnējam biežumam ir paliekošs iespaids uz koku kvalitāti -zarainību, stumbru raukumu, lai gan, ierīkojot stādījumu ar mazāku kociņu skaitu, iespējams samazināt ierīkošanas izmaksas. Pārbiezinātās audzēs salīdzinoši ātrāk jāveic retināšana, kas finansiāli izdevīgāka ir audzēs ar lielāku koku augstumu., Sākoties zaru atmiršanas procesam, pārbiezinātās bērzu audzēs notiek arī koku vainagu dzīvo zaru daļas proporcionāla samazināšanās. Ņemot vērā visu iepriekšminēto, somu zinātnieki kā optimālo stādīšanas biežumu bērzam iesaka 1600 kokus ha<sup>-1</sup> (*Niemisto, 1995*).

Bērza kā gaismas prasīgas koku sugas audžu attīstībā savlaicīgiem un intensīviem kopšanas pasākumiem, kuru mērķis ir attīstīt spēcīgus koku vainagus, ir izšķiroša nozīme produktīvas mežaudzes izveidē, kas tiek atzīmēts vairāku autoru publikācijās (*Cameron, 1996; Цирулис, 1952; Evans, 1984; Niemisto, 1995; Zālītis P., Zālītis T., 2002; Zerbe, 1996*). Kā gaismas prasīga suga mežaudzēs bērzs arī labi atzarojas. Izšķiroša nozīme ir tam, lai koka dzīvais vainags proporcionāli pret kopējo koka augstumu nebūtu mazāks par 50%; ja šī attiecība netiek saglabāta, tad augšanas stagnācija ir neizbēgama, audzes attīstība tiek aizkavēta un augšanas ātrums nelabojami zaudēts (*Meijere, 1995*). Veicot savlaicīgus kopšanas pasākumus un atzarošanu, iespējams palielināt arī bērza koksnes kvalitāti (*Zālītis, 1994; Cameron, 1996*).

### 3.1. Materiāls un metodika

Darbā izmantotie dati iegūti, analizējot sastāva kopšanas ciršu ietekmi aptuveni 3 m un 10 m augstās bērzu tīraudzēs Latvijas austrumdaļas auglīgajos meliorētajos meža tipos Gulbenes, Ogres un Jumpravas mežniecībās. 16 parauglaukumi ierīkoti 1991. gadā; 8 parauglaukumi – 1999. gadā.

Parauglaukumos atstāto kociņu skaits ir atšķirīgs – sākot no 1000gab.ha<sup>-1</sup> līdz 30400gab.ha<sup>-1</sup>. Kokaudzes pārmērītas 1993., 1997., 2002., 2006. un 2010. gados. Pārmērīšanas laikā ikvienā parauglaukumā noteikts kociņu skaits 1 cm caurmēra pakāpēs, audzes augstums, vainaga sākuma augstums; no tiem aprēķināti audzes vidējais caurmērs, šķērslaukums, krāja, kā arī viena vidējā koka tilpums. Pārmērījumu laikā novērtēta audzes strukturēšanās – vai veidojas starpaudze. Gadījumos, ja tāda veidojas, noteikti taksācijas rādītāji arī starpaudzei.

Analizējot iegūtos datus, ievērotas divas savdabības. Pirmā – parauglaukumi sagrupēti trīs daļās atbilstoši sākotnējam koku skaitam: 1) kociņu skaits 1000-2000gab.ha<sup>-1</sup> (11 parauglaukumi); 2) kociņu skaits 3000-4000 gab.ha<sup>-1</sup> (8 parauglaukumi); 3) kociņu skaits lielāks par 4000gab.ha<sup>-1</sup> (kontrolē) – 5 parauglaukumi. Parauglaukumi dastoti 112 reizes, un mērījumu rezultāti apvienoti paraugkopās atbilstoši sākotnējam kociņu skaitam (3.1.-3.6. attēli).

Otra savdabība ir, ka taksācijas rādītāju izmaiņas analizētas kā valdaudzes vidējā augstuma funkcijas, audzes vecumu vērtējot kā papildus informāciju. Mūsu parauglaukumos audžu vecumi ir zināmi. Uzsākot eksperimentus, tās izretinot, audžu vecumi nosacīti bija 5, 10 un 15 gadi, un 2010. gadā tie ir par 20 gadiem lielāki. Tomēr citās audzēs to augstumu var izmērīt samērā vienkārši, bet bērzu audzēs to vecuma noteikšana vienmēr ir riskanta.

2010. gadā atkārtoti uzmērīti 4 pastāvīgo parauglaukumu objekti (kopā 18 parauglaukumi) ar kopējo platību 1,16 ha (3.1. tabula). Katrā parauglaukumā veikta paraugkoku dastošana, tos iedalot valdaudzes kokos un starpaudzes kokos. Augstums mērīts 5-7 vidēju dimensiju valdaudzes un 3-5 vidēju dimensiju starpaudzes kokiem Kopā uzmērīti 2194 koki.

3.1. tabula

2010. gadā atkārtoti uzmērītie pastāvīgie parauglaukumi

Objekts	Objekta ierīkošanas gads	PL	PL platība ha	Kopā					Valdaudze					Starpaudze				
				D cm	H m	G m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	N ha <sup>-1</sup>	V m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Dcm	Hm	G m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	N ha <sup>-1</sup>	V m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Dcm	Hm	G m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	N ha <sup>-1</sup>	V m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
Gulbene-184-11	1991	1	0,08	15,4	23,7	27,6	1488	287,6	17,1	24,3	25,1	1100	269,0	9,0	14,9	2,5	388	18,5
		2	0,08	14,2	21,9	24,8	1563	250,4	16,1	23,2	21,2	1038	223,4	9,3	15,0	3,6	525	27,0
		3	0,08	12,1	19,6	22,7	1963	209,5	14,8	21,3	17,7	1025	175,0	8,2	13,9	4,9	938	34,5
		4	0,08	11,9	18,5	18,8	1700	171,9	14,2	20,7	14,0	888	137,0	8,6	14,9	4,8	813	34,9
Gulbene-204-8	1991	1	0,08	10,3	18,2	21,5	2563	188,5	11,5	19,1	18,5	1775	167,7	6,9	14,1	3,0	788	20,8
		2	0,08	12,6	21,5	23,1	1863	227,8	13,3	21,7	21,6	1550	217,4	7,6	14,6	1,4	313	10,3
		3	0,01	8,3	16,3	24,8	4600	203,8	10,6	18,9	19,3	2200	172,9	5,4	10,3	5,6	2400	31,0
		4	0,08	14,1	20,2	23,2	1488	218,8	14,7	20,4	22,2	1313	210,3	8,7	17,1	1,0	175	8,5
Gulbene-2-sērija	1999	1	0,06	9,8	14,3	9,9	1317	70,0	10,4	14,8	9,0	1050	64,5	6,6	11,3	0,9	267	5,4
		2	0,06	10,1	14,2	15,0	1867	106,0	10,6	14,7	14,1	1600	100,6	6,6	11,3	0,9	267	5,4
		3	0,06	9,5	13,9	13,2	1850	93,4	10,3	14,9	12,1	1450	87,3	6,1	10,0	1,2	400	6,1
		4	0,01	8,0	13,4	22,0	4400	146,9	9,0	14,1	17,9	2800	124,1	5,7	10,7	4,1	1600	22,9
		5	0,06	9,6	14,0	16,1	2233	112,8	10,4	14,6	14,5	1700	103,8	6,1	11,0	1,6	533	9,0
		6	0,06	10,3	14,3	11,6	1400	82,6	10,8	14,9	10,6	1150	76,6	7,1	11,7	1,0	250	6,0
		7	0,01	7,7	13,7	24,2	5200	167,7	8,6	13,8	18,0	3100	123,8	6,1	13,9	6,2	2100	43,9
		8	0,06	8,8	13,7	16,9	2750	116,2	9,0	14,1	16,0	2483	110,8	6,6	11,3	0,9	267	5,4
Ogre-265-7	1991	1	0,105	13,9	18,4	19,9	1305	174,2	14,6	18,8	19,0	1143	167,3	8,5	15,4	0,9	162	7,0
		2	0,105	10,6	16,5	18,5	2095	152,2	11,8	17,7	16,0	1457	135,7	7,1	12,9	2,5	638	16,5



### 3.2. Rezultāti

#### Valdaudzes koku skaits

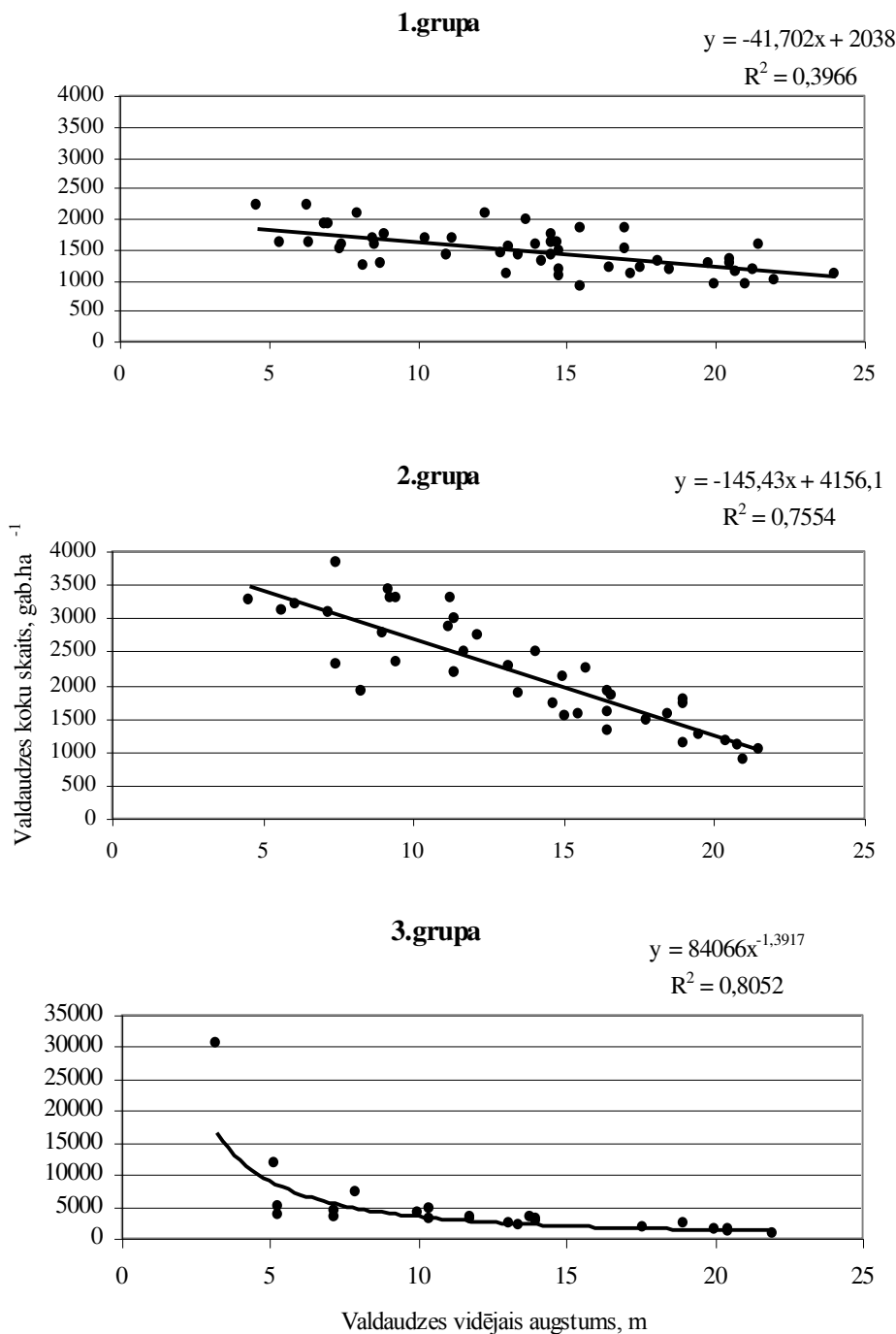
Valdaudzes, tātad koksni ražojošo stumbru skaita izmaiņas laikā labi raksturo audzes veselību: jo lielāks un laikā nemainīgāks ir valdaudzes koku skaits, jo audzes uzskatāma par mežsaimnieciski vērtīgāku. Audzē ierīkotajos pastāvīgajos parauglaukumos koku skaita izmaiņas uzskatāmi raksturo koeficientu izmaiņas regresijas vienādojumos (3.1. attēls).

Pirmajā, intensīvi izretinātajā audžu grupā visticamākais kociņu skaits 5m augstos bērzos ir  $1830\text{gab.ha}^{-1}$ , bet 22m augstumā –  $1120\text{gab.ha}^{-1}$ ; starpība  $610\text{gab.ha}^{-1}$ , kur skaita sarūkšana vidēji sastāda 42 kociņi uz vienu hektāru, audzei pieaugot augstumā par vienu metru. Saglabāto kociņu skaits par apmēram  $300\text{gab.ha}^{-1}$  pārsniedz augšanas gaitas tabulās doto rādītāju I<sup>a</sup> bonitātes pilnas biežības audzei.

Otrajā grupā kociņu skaita sarūkšanas gaitu raksturo  $145\text{gab.ha}^{-1}$ , kur 5m augstās jaunaudzēs visticamākais kociņu skaits ir  $3430\text{gab.ha}^{-1}$ , bet 22m augstumā –  $960\text{gab.ha}^{-1}$ ; starpība ir 2470, kas ir četrkārt lielāka nekā pirmās grupas audzēs.

Trešajā grupā (kontroles) kociņu skaita samazināšanās nav raksturojama ar lineāru vienādojumu, un 5m augstās jaunaudzēs visticamākais kociņu skaits ir  $9000\text{gab.ha}^{-1}$ , kaut gan vienā mūsu izvēlētajā audzē 3,5m augstumā bija 30400 koku uz vienu ha. 22 m augstās audzēs visticamākais koku skaits ir  $1100\text{gab.ha}^{-1}$ ; starpība  $7900\text{gab.ha}^{-1}$ , tātad aptuveni 13 reizes vairāk nekā pirmās grupas audzēs.

Kociņu skaita samazināšanās bērzu jaunaudzēs ir apmēram divkārt straujāka nekā egļu audzēs, kur 4-17 metru augstuma intervālā kociņu skaits samazinās vidēji par  $20\text{gab.ha}^{-1}$  uz vienu augstuma metru pie sākotnējā audzes biežuma  $1500\text{-}2000\text{gab.ha}^{-1}$ , bet līdz  $4000\text{gab.ha}^{-1}$  biežās audzēs – par  $70\text{gab.ha}^{-1}$  (Zālītis, 2006).



### 3.1. attēls. Valdaudzes koku skaits.

#### Starpaudzes krāja un koku skaits

Analizētajās audzēs valdaudzes koki 20 gadu laikā nav nokaltuši. Nokaltušie starpaudzes koki sadalās samērā ātri, intensīvas kokaudzes veidošanās laikā piecos gados pēc pārmērīšanas kritušie bērzi jau ir sadrupuši. Augstākajās (vecākajās) audzēs atmirstošo kociņu skaits ir tikai nedaudz mazāks nekā zemākajās audzēs, tomēr tie ir resnāki, un starpaudzes krāja palielinās; 22m augstās audzēs pa grupām starpaudze vidēji uzrāda šādus krājas apjomus:  $15\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ ,  $25\text{m}^3\text{ha}^{-1}$  un  $29\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ .

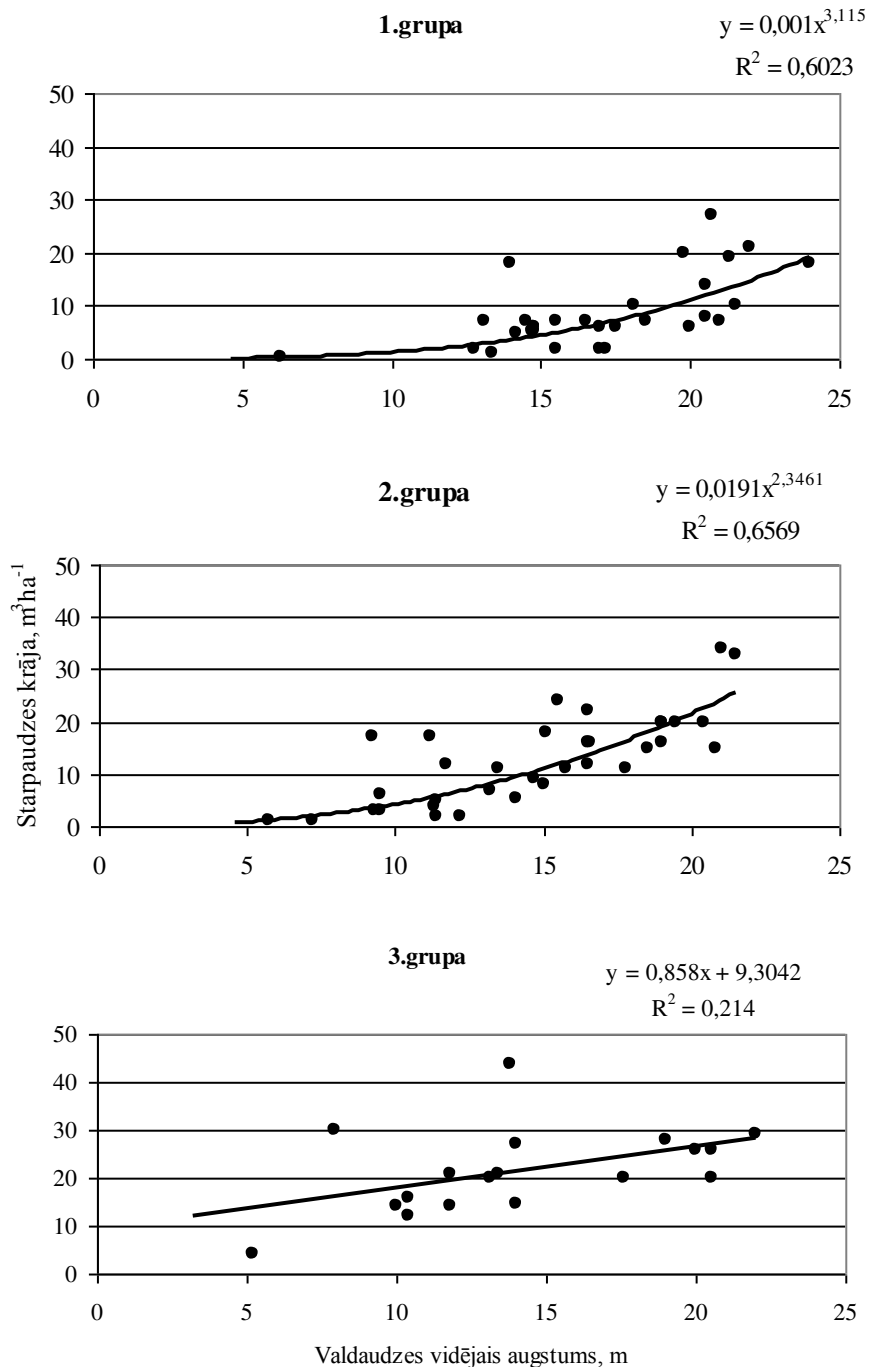
Atšķirības starp sākotnējo koku skaitu spilgtāk izpaužas, salīdzinot divus parauglaukumus vienas audzes ietvaros (3.2. tabula).

## Starpaudzes koku skaits un krāja

Paraugl. Nr.	Mērīšanas laiks		15.06.91	09.08.93	20.05.97.	16.08.02.	09.05.06.	17.08.10
	3.	Lapu koku kopskaits,	gab.ha <sup>-1</sup>	30400	20800	14500	6000	5200
t.sk. valdaudzē,		gab.ha <sup>-1</sup>	30400	11700	7100	3000	2700	2200
starpaudzē,		gab.ha <sup>-1</sup>	–	9100	7400	3000	2500	2400
Starpaudzes krāja,		m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	–	4	30	21	27	28
4.	Lapu koku kopskaits,	gab.ha <sup>-1</sup>	1600	1600	1600	1600	1550	1490
	t.sk. valdaudzē,	gab.ha <sup>-1</sup>	1600	1600	1600	1600	1490	1310
	starpaudzē,	gab.ha <sup>-1</sup>	–	–	–	–	60	180
	Starpaudzes krāja,	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	–	–	–	–	2	8

Trešajā parauglaukumā 2010. gadā valdaudzēs vidējais augstums ir 19,0 m un starpaudzēi – 10,0 m, bet ceturtajā parauglaukumā vidējais augstums valdaudzēi ir 20,5 m un starpaudzēi – 13,5 m.

Apvienotajā paraugkopā 20 m augstās kokaudzēs pirmajā grupā starpaudzēs kopkrāja ir aptuveni 10m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, otrajā grupā – 20m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, bet kontroles parauglaukumos – 26m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>. Kontroles audzēs starpaudzēs krāja pa augstumiem svārstās visjucekļīgāk: R<sup>2</sup>=0,2, kamēr abās pārējās grupās R<sup>2</sup>=0,6 (3.2. attēls). Retās izkoptās jaunaudzēs 15 m augstumā starpaudzēs tikpat kā nav (4 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>) un tā ir par niecīgu, lai tur izvērstu krājas kopšanas cirtes. Pārējās audžu grupās starpaudzēs krāja ir 10m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> un 22m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>. Tās izciršana kopšanas cirtēs 15% no bērzu tīraudzēm vairs pozitīvi neietekmēs paliekošās valdaudzēs augšanu.



### 3.2. attēls. Starpaudzes krāja.

#### Valdaudzes krāja

Desmit metrus augstās jaunaudzēs, kad koksnes krāja iegūst arī ekonomisku vērtību, krājas apjoms jaunaudzēs pa grupām vidēji ir 40m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, 54m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> un 61m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, tādējādi it kā apstiprinot populāro atziņu, ka biezas audzes ir ražīgākas. Savukārt 22m augstās kokaudzēs pa grupām valdaudzes krāja ir 190m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, 170m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> un 140 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>. Grupās apvienoto audžu vecums ir 15, 25 un 35 gadi. Pārliciecinot nekā paraugkopu vidējie aritmētiskie, krājas atšķirības, līdzīgi kā tas bija starpaudzes struktūras analīzē, parādās, salīdzinot divu vienā nogabalā ierīkotu parauglaukumu rādītājus: 3. parauglaukumā sākotnējais kociņu skaits bija

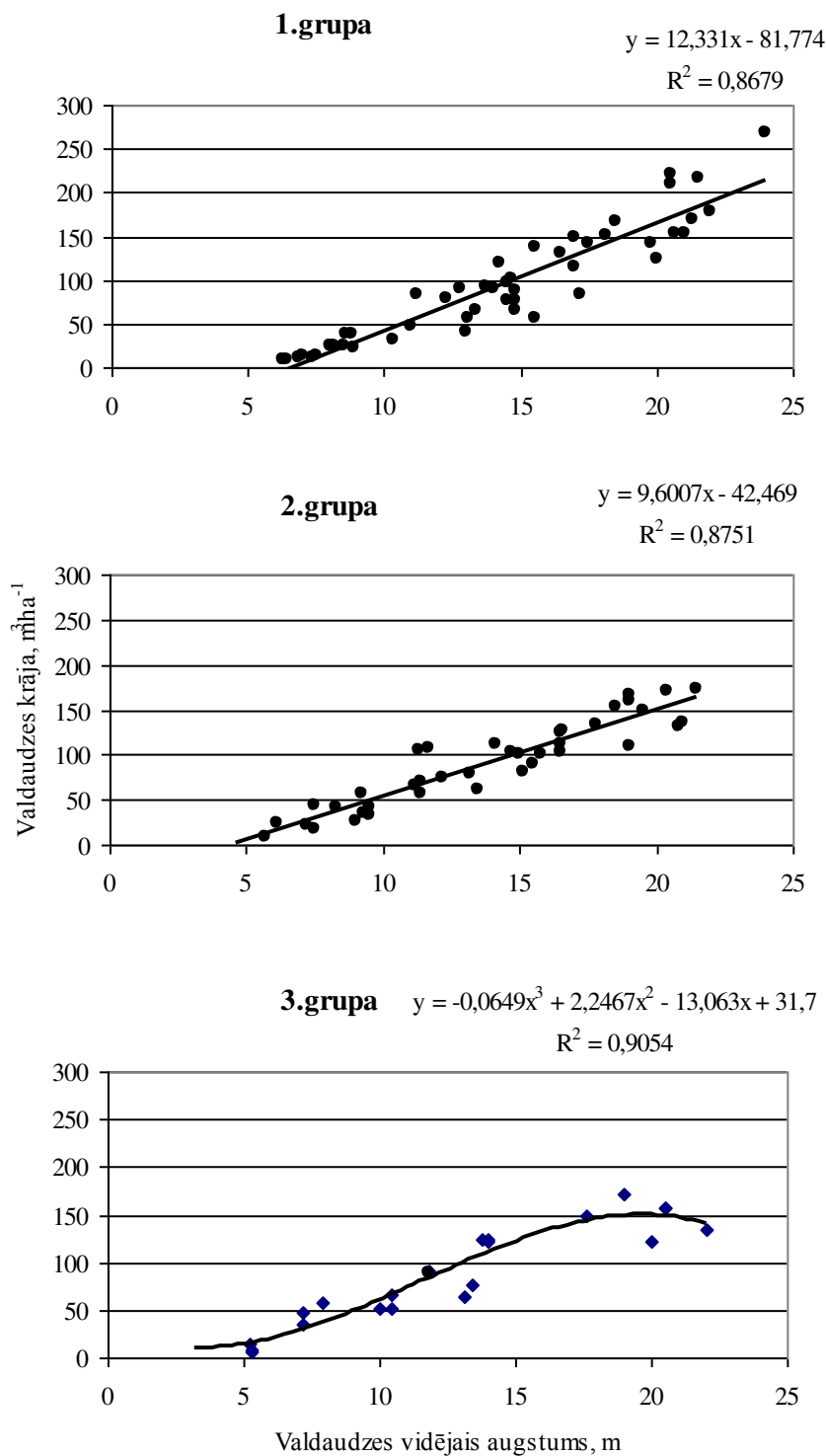
30400gab.ha<sup>-1</sup>, 4. parauglaukumā šis skaits samazināts līdz 1600gab.ha<sup>-1</sup> (3.3. tabula). Šo audžu pašreizējais vecums ir 25 gadi.

3.3. tabula

**Koksnes krāja**

Mērīšanas laiks	15.06.91	09.08.93.	20.05.97.	16.08.02.	09.05.06.	17.08.10.
Vidējais valdaudzes augstums, m						
3. parauglaukums	3,2	5,2	7,9	11,8	14,0	19,0
4. parauglaukums	5,4	6,4	8,5	14,5	17,0	20,5
Koksnes krāja valdaudzē plus starpaudze, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>						
3. parauglaukums	–	18	88	110	149	199
4. parauglaukums	–	8	24	98	148	218

Atšķirīga ir kokaudžu reakcija uz audžu izretināšanu, izcērtot tievākos kokus 10m augstās bērzu audzēs, kuru pašreizējais vecums ir 35 gadi. Audzēs, kur valdaudzes vidējais augstums ir vismaz 18m un koku skaits kopšanas laikā pārsniedz 4000gab.ha<sup>-1</sup> (3. grupa), vērojama valdaudzes koku krājas uzkrāšanās tempa samazināšanās (3.3. attēls). Vai tai ir gadījuma raksturs, vai tā ir likumsakarība, rādīs nākamie audzes dastojumi pēc 5 gadiem. Summējot valdaudzes un starpaudzes koksnes krājas apjomus pie audžu vidējā augstuma 22m, iegūstam pa grupām šādus vidējos rezultātus: 205m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, 195m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> un 169m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>. Šie dati ir tuvi Pāvela Maikes (1952.) ievāktajiem mērījumu rezultātiem par 32 gadu vecumā veikto kopšanas ciršu ietekmi uz audzes ražību pēc 20 gadiem.



### 3.3. attēls. Valdaudzes krāja.

#### Viena stumbra tilpums valdaudzē

Saglabājoties mežsaimniecības mērķim veidot nākotnes mežus ražīgākus, veselīgākus un kvalitatīvākus, ir pamats šīs īpašības integrējoši raksturot ar valdaudzes krāju un viena koka tilpumu. Desmit gadu laikā pēc audžu izretināšanas ir būtiski uzlabojušies koksnes kopkrājas rādītāji. Tanī pat laikā tie ir zaudējuši savu ciešo pozitīvo korelāciju ar koku skaitu – ne vienmēr biezākās audzēs ir lielāka koksnes krāja. Taču valdaudzes viena koka stumbra vidējais tilpums visu laiku prāvāks ir bijis retākajās audzēs. Visu laiku augstuma intervālā no

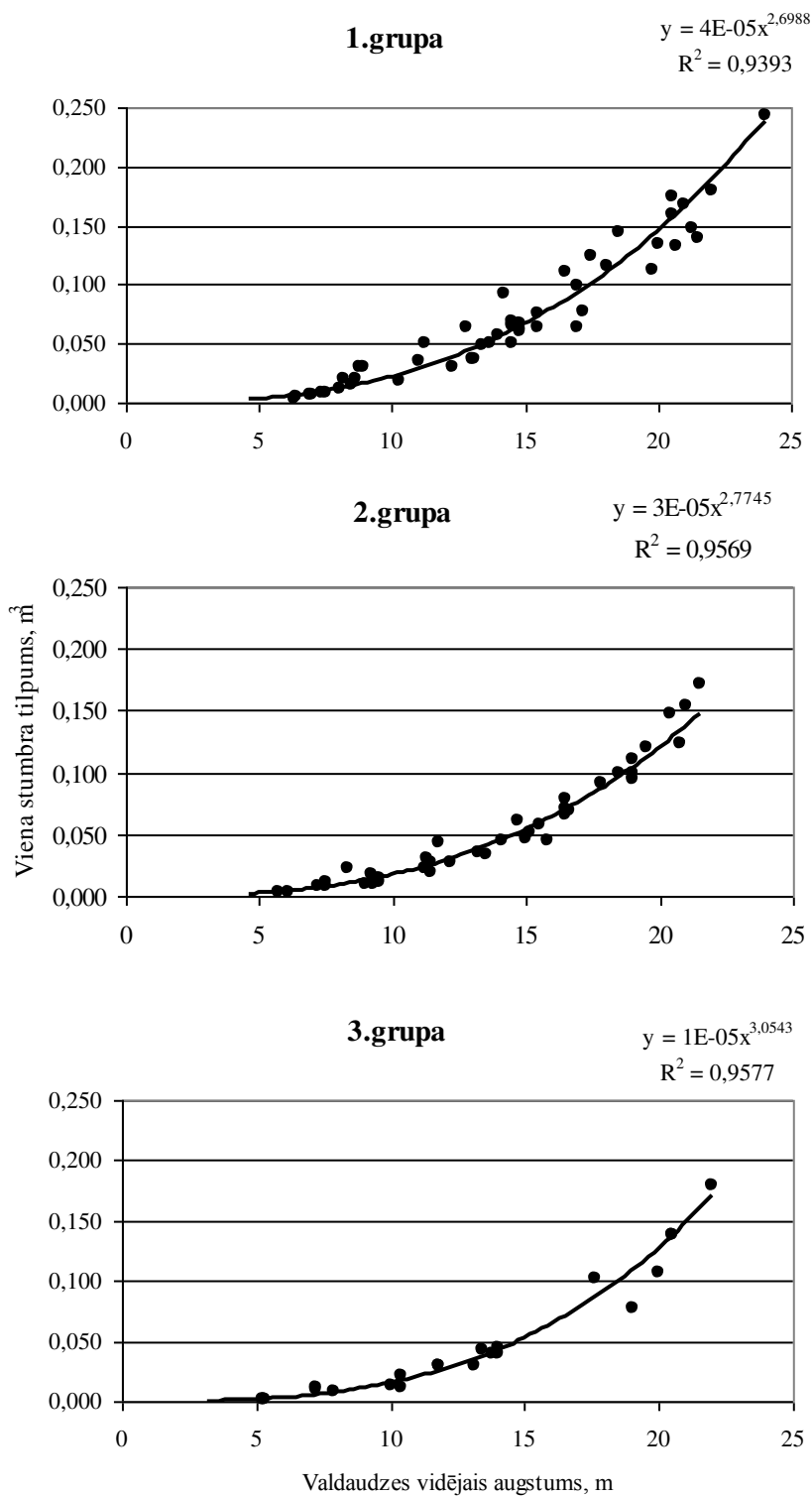
3,2m līdz 22m vidējais aritmētiskais stumbra tilpums atšķīries pa grupām: 0,073m<sup>3</sup>, 0,055m<sup>3</sup> un 0,049m<sup>3</sup>.

Izmantojot līdzīgi kā iepriekš izmantotos rādītājus par 3. un 4. parauglaukumiem, intensīvi izretinātajā 4. parauglaukumā stumbra vidējais tilpums ir aptuveni divkārt lielāks nekā sākumā pārbiezinātajā kontroles 3. parauglaukumā (3.4. tabula).

3.4. tabula

Mērīšanas laiks	Atsevišķa koka tilums				
	09.08.93.	25.05.97.	06.08.02.	09.05.06.	17.08.10.
Viena stumbra tilpums, m <sup>3</sup>					
3. parauglaukums	0,001	0,008	0,030	0,045	0,078
4. parauglaukums	0,005	0,015	0,065	0,099	0,160

Visās audžu grupās (3.4. attēls) stumbru tilpums palielinās eksponenciāli, un atbilstoši grafiskajam attēlam varam droši prognozēt, ka saglabājušies nākotnes koki nākotnē atšķīrsies vēl vairāk. Vizuāli vērtējot divus blakus esošus parauglaukumus, redzam, ka jau patlaban nekoptajā audzē paši resnākie koki ir tievāki par tievākajiem kokiem intensīvi izretinātajā audzes daļā.



#### 3.4. attēls. Viena koka tilpums valdaudzē.

##### Valdaudzes koku vainagi

Populārs ir uzskats, ka retās bērzu jaunaudzēs veidojas ļoti plati koku vainagi, atzarošanās norisinās lēnām, un ilgi saglabājas zaraina kokaudzē. Taču tā ir tikai daļēja patiesība, kas radusies, ierīkojot kultūras ar zemas kvalitātes stādiem vai arī dabiski atjaunojot jaunaudzes no sliktām izcirtumam pieguļošām audzēm. Uzskatām, ka, pieļaujot izcirtumam



apmežoties dabiskā ceļā, pastiprināta vērība jāpievērš blakus esošām kokaudzēm, to kvalitātei. Jaunaudžu stumbru kvalitāte nebūs labāka par sēklu izcelsmes audžu kvalitāti.

Ja visās jaunaudžu grupās 5m augstiem kokiem vainags sākas 2,5m augstumā, tad 20m augstās audzēs visās grupās brīvi no vainagiem bija stumbri 13m augstumā (3.5. attēls). Bezzaru stumbri pieaug par 0,75m uz koka ikvienu pieauguma metru augstumā, un lineārā korelācija starp šiem rādītājiem ir visai augsta –  $R^2=0,9$ .

Veikto pētījumu rezultāti šajā aspektā sakrīt ar Pāvela Maikes (1952.) secinājumiem, ka nepastāv cieša sakarība starp koku skaitu audzē un stumbra bezzaru daļas garumu.

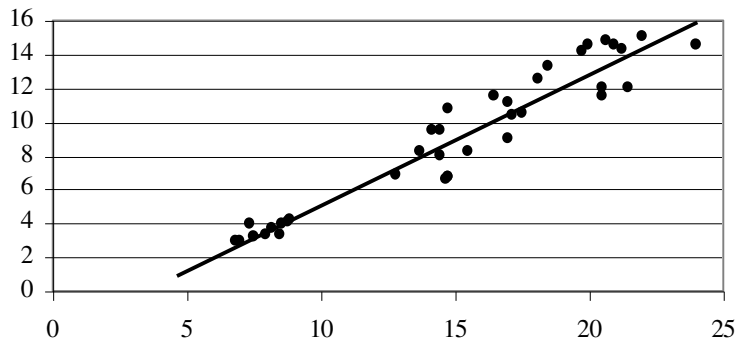
Analizējot mūsu eksperimentālos objektus, arī meža selekcionāri atzina, ka stumbru atzarošanās te nav saistīta ar jaunaudzes biežumu.

Arī vainaga garums ir biometriski līdzīgs visai atšķirīgas biežības audzēs (3.6. attēls). Pie valdaudzes vidējā augstuma 10m vainagu garums ir tieši puse no koka augstuma, taču tālākajā augšanas gaitā šī attiecība vairs nesaglabājas – 20m augstās audzēs visās grupās vainagu garums ir 7m. Augot kokiem, vainagu garums palielinās, taču lineārā regresija starp šiem rādītājiem ir samērā vāja ( $R^2=0,4\div 0,7$ ), un vainags pagarinās tikai par 0,25m uz koka augstuma ikvienu pieauguma metru.

**1.grupa**

$$y = 0,7745x - 2,7113$$

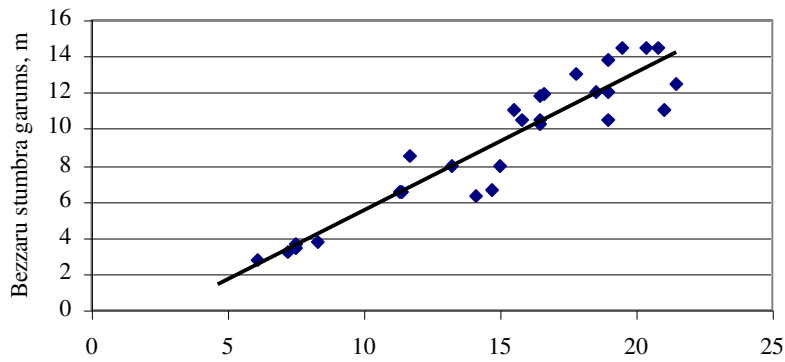
$$R^2 = 0,9194$$



**2.grupa**

$$y = 0,7557x - 2,0468$$

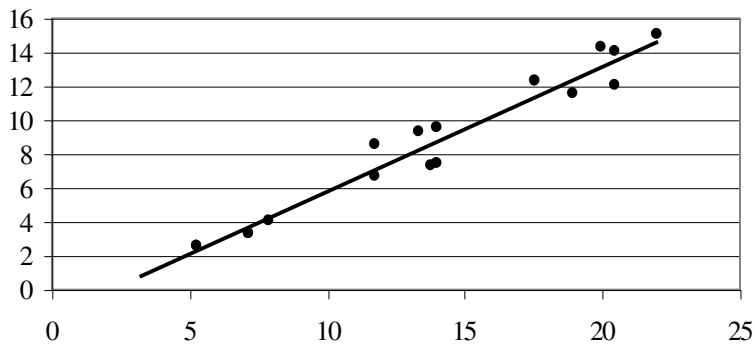
$$R^2 = 0,8764$$



**3.grupa**

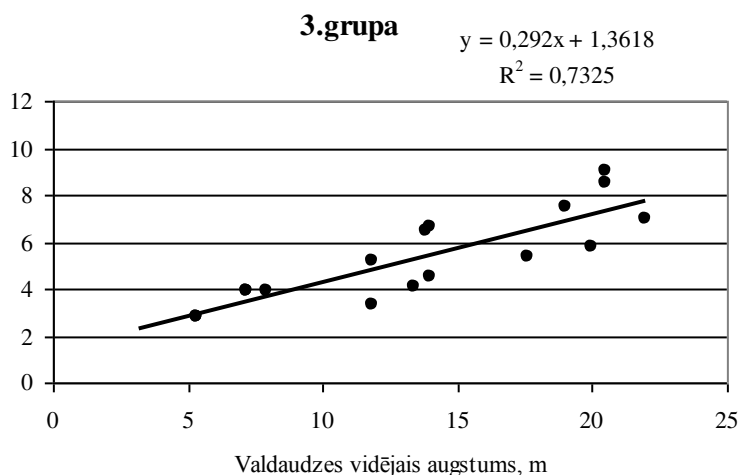
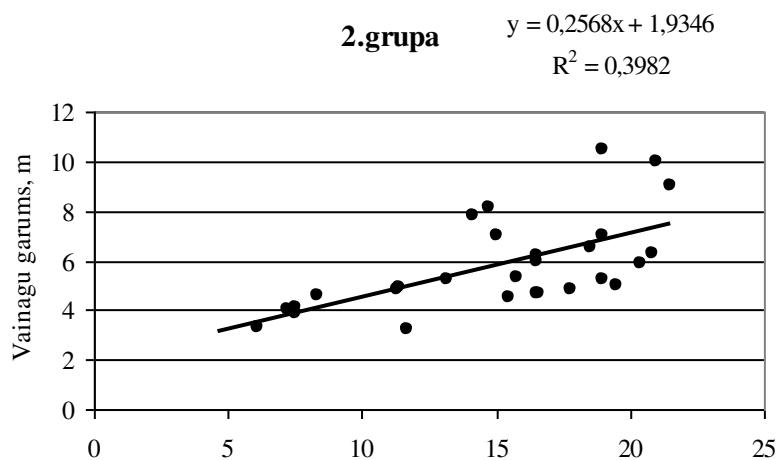
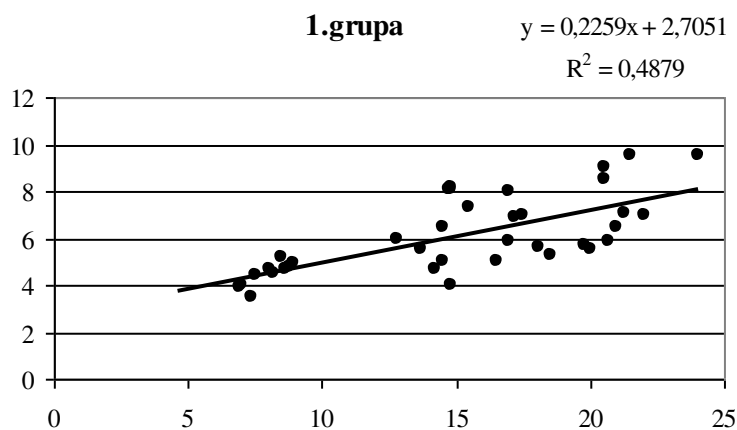
$$y = 0,7417x - 1,6736$$

$$R^2 = 0,9559$$



Valdaudzes vidējais augstums, m

3.5. attēls. Bezzaru stumbra garums valdaudzē.



3.6. attēls. Vainagu garums valdaudzē.

Kopšanas cirtes bērzu tīraudzēs līdz šim bija veiktas sākot ar 30 gadu vecumu, kad vidējais augstums sasniedzis 21-25m, un koku kopskaits pirms kopšanas cirtes ir apmēram  $1000\text{gab. ha}^{-1}$ . Novērtējot kopšanas cirtes mežkopisko ietekmi uz saglabātās audzes daļu, pētnieki to atzīmē kā nenozīmīgu (Maïke, 1952; Тауринь, 1969; Matuzānis, 1983).

Mūsu eksperimentos, izretinot 3-10m augstas bērzu jaunaudzēs, pēc 20 gadiem valdaudzēs koku skaits ir saglabājies arī  $1000\text{gab}\cdot\text{ha}^{-1}$  pie audzes vidējā augstuma 22-24m. Tas ir neatkarīgi no sākotnējā koku skaita  $1000\text{-}4000\text{gab}\cdot\text{ha}^{-1}$  robežās. Toties koksnes krāja šāda biežuma audzēs ik gadu palielinās par  $9\text{-}12\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ , un pagaidām nekas neliecina, ka audžu ražība samazināsies vismaz tuvākajā nākotnē. Uzskatām, ka mūsu eksperiments apstiprina Pentti Niemistö (1995.) atziņu par vēlamo kociņu skaitu  $1600\text{gab}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Tas ir ļoti svarīgi, veicot gan agrīnās kopšanas cirtes pat ļoti pārbiezinātās bērzu jaunaudzēs, gan vēl jo vairāk, ierīkojot jaunus bērzu stādījumus ar selekcionētiem stādiem.

## **Secinājumi**

1. Augšanas gaitas aprakstīšanai saistībā ar mežsaimnieciskiem pasākumiem, kā arī audzes ražības salīdzināšanai šo pasākumu ietekmē, lietderīgi izmantot audžu vidējos augstumus, vecumam un bonitātei atvēlot papildus informācijas lomu.
2. Jaunaudzēs, kurās agrīnajās (pie vidējā augstuma 3-10m) sastāva kopšanas cirtēs atstāj 1500-2000 kokus uz 1 ha, valdaudzēs koku skaits nemainās līdz 20m augstumam, un visi atstātie koki intensīvi ražo, audzes krājam pieaugot  $9\text{-}12\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ .
3. Visās jaunaudzēs grupās stumbru bezzaru daļas pieaugums ir 0,75m uz ikvienu valdaudzēs pieauguma metru, bet vainaga garums vidēji tikai par 0,25m uz koku augstuma pieauguma metru 5-22m ietvaros. Šie rādītāji nav atkarīgi no koku skaita uz 1ha.
4. Kokaudzēs relatīvais skaits, kurās starpaudzēs krāja pārsniedz  $15\text{m}^3\text{ha}^{-1}$  un tiek uzskatīts, ka tās izvākšana bērzu mežā ir ekonomiski izdevīga, aizņem 15% no bērzu tīraudzēs ar izcērtamo daļu vidēji  $20,6\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ .

## 4. Neizmantoto lauksaimniecības zemju apmežojumu augšanas gaitas aproksimācija (*K. Liepiņš, M. Daugaviete*)

### 4.1. Problēmas pamatnostādnes

Pētījumi par mežaudžu kvalitāti un augšanas gaitu apmežojumos uz bijušajām lauksaimniecības augsnēm Latvijā veikti jau pagājušā gadsimta vidū. Šajos darbos konstatēts, ka pastāv zināmas atšķirības augšanas gaitā starp dabiskas izcelsmes mežaudzēm un apmežojumiem. Pētījumus par priežu un egļu audžu augšanas gaitu tīrumu augsnēs pagājušā gadsimta četrdesmito gadu beigās veicis P. Sarma. Pētījumā (Sarma, 1949) apstiprinājies, ka, salīdzinot ar dabiskām audzēm meža augsnēs, mākslīgi radītas un dabiskas audzes bijušo tīrumu augsnēs attīstās daudz straujāk. Eglei tekošais augstuma pieaugums kulminē I vecumklasē, masas pieaugums II vecumklasē. Audzes tīrumu augsnēs sasniedz ļoti augstu bonitāti. Gan egļu, gan priežu mežaudzes nav raksturojamas ar augšanas gaitas tabulām, jo ievērojami pārsniedz dabisko audžu augšanas gaitu.

Pagājušā gadsimta sešdesmito gadu vidū Latvijā veikts pētījums, lai skaidrotu tīrumos augošo egļu audžu ekonomiski izdevīgos apsaimniekošanas veidus (Sacenieks, Gaross, 1961). Darba gaitā konstatēts, ka egļu audzes uz bijušajām lauksaimniecības augsnēm sasniedz ievērojami labākas bonitātes kā dabiskās audzes meža zemēs. Egļu audzes uz tīruma audzēm lielākoties sasniedz I<sup>a</sup> - I<sup>b</sup> un pat I<sup>c</sup> bonitāti, sasniedzot vidējo koksnes krāju III un IV vecuma klasē ap 500 m<sup>3</sup>/ha.

Pētījumi par bērza stādījumu augšanas gaitu un kvalitāti bijušajās nemeža platībās veikti audzēs Latvijas dienvidu daļā – Bauskas, Elejas un Jelgavas apkārtnē (Maike, 1953). Konstatēts, ka pirmajos gados bērza stādījumi aug lēnāk par attiecīgās bonitātes dabiskām audzēm, bet, pieaugumiem kāpjot, jau 8-15 gadu vecumā tās pārsniedz dabiskās audzes kā augstuma tā caurmēra pieaugumā, pēc tam noslīdot zem dabisko audžu pieauguma. Atzīmēts, ka I<sup>a</sup>-I<sup>b</sup> bonitātes audzēs 50 gadu vecumā bērza stādījuma krāja bijusi līdz 439 m<sup>3</sup>/ha. Vidējais krājas pieaugums I<sup>a</sup>-I<sup>b</sup> bonitātes audzēs IV vecumklasē sasniedzis 6,6 līdz 8,8 m<sup>3</sup>/ha, kas ir augstāks rādītājs, kā dabiskajās audzēs.

Arī pētījumos Zviedrijā konstatēts, ka bērza stādījumi bijušajās lauksaimniecības zemēs ir produktīvāki nekā dabiskas izcelsmes mežaudzes – produktīvākā audzes sasniedz vidējo krājas pieaugumu 11,4 m<sup>3</sup>/ha. (Karlsson *et al.*, 1997).

Mūsu pētījuma mērķis ir pārbaudīt hipotēzi, ka koku produktivitāte apmežojumos ir augstāka nekā tās pašas sugas mežaudzēs, kā arī novērtēt priedes, egles un bērza augšanas gaitu stādījumos lauksaimniecības augsnēs salīdzinājumā ar mežaudzēm.

### 4.2. Materiāls un metodika

#### 4.2.1. Parauglaukumu ierīkošana

Parauglaukumu ierīkošanai izvēlētas bijušajās lauksaimniecības augsnēs ieaudzētas (stādītas) priedes, bērza, egles mežaudzes, kuru vecums pārsniedz 10 gadus. Par katru mežaudzi apkopota pieejamā informācija:

- audzes vecums (ierīkošanas gads);
- platība;
- meža tips;
- augsnes sagatavošanas veids;

- reproduktīvā materiāla veids;
- ierīkošanas biežums (stādvieta skaits);
- līdz šim veiktie kopšanas pasākumi.

Daļa no audzēm, kurās ierīkoti parauglaukumi, nav transformētas par meža zemi un šajās platībās nav veikta ne platības precīzā uzmērīšana, ne meža ierīcība, kas apgrūtināja precīzas informācijas iegūvi par audzes izveidi.

Katrā jaunaudzē tika ierīkoti 4 apļveida parauglaukumi (500 m<sup>2</sup>, R=12,62 cm). Parauglaukumu izvietoējums mežaudzē – subjektīvs, parauglaukumus ierīkojot audzei raksturīgākās vietās. Parauglaukuma centrs dabā tika apzīmēts ar mietiņu. Visiem parauglaukumiem ar GPS uztvērēju noteiktas ģeogrāfiskās koordinātas.

Katrā parauglaukumā:

- ar pagaidu numerāciju numurēti visi koki;
- visiem kokiem tiek uzmērīts krūšaugstuma diametrs (preciz. 1 cm) un noteikta Krafta klase;
- 15 kokiem (9 vidējās, 3 mazajās, 3 lielajās diametru klasēs) tiek mērīts koka augstums, zaļā zara, sausā zara augstums (preciz. 10 cm);
- kokiem, kuriem uzmērīti koku augstumi, tiek noteiktas polārās koordinātes no parauglaukuma centra;
- jaunaudzēs, kur vēl iespējams noteikt stādīšanas shēmu, fiksēts izkritušo koku skaits.

#### 4.2.2. Paraugkoku nozāģēšana un kamerālie darbi

Katrā audzē par paraugkokiem izvēlēti trīs valdaudzes koki (1-2 Krafta klase). Pirms koka nociršanas ar augstummēru kokam izmērīts koka augstums un ar kompasu noteikts un uz stumbra virsas atzīmēts ziemeļu virziens. Uz stumbra tika atzīmēts celma augstums – 1% augstumā no koka kopējā augstuma (piem., ja koks 15 m augsts, tad celms - 15 cm no zemes virsmas).

Pēc koka nozāģēšanas ar krāsu atzīmētas stumbra sagarumošanas vietas un ar mērlenti nomērīts precīzs stumbra garums. Ja koka augstums nepārsniedz 20m, tad stumbri sagarumoti metru garās sekcijās (šķērsriezuma ripas 0m, 0,5m, 1m, 1,3m, 2m, 3m utt.). Garākiem kokiem stumbri sagarumoti divu metru sekcijās (0m, 1m, 1,3m, 3m, 5m utt.). Uz katras ripas atzīmēts paraugkoka numurs, zāģēšanas augstums un ziemeļu virziens. Informācija par nozāģētajiem paraugkokiem apkopota kopējā reģistrā.

Pēc nozāģēšanas koka ripām noslīpēta virsma un tās ieskanētas digitālā formātā ar izšķirtspēju 1200 dpi. Digitālie attēli apstrādāti un uzmērīti ar datorprogrammas Windendro 2009b palīdzību. Stumbru analīžu vajadzībām šķērsriezuma ripām uzmērīti visu gadskārtu platumi un ripas rādiusi četros virzienos– ziemeļu, dienvidu, rietumu, austrumu. Stumbru analīzes veiktas pielietojot datorprogrammu WinStem 2005a. Katra atsevišķa gada augstuma pieauguma ekstrapolācijai pielietota Karmena metode, kura tiek uzskatīta par precīzāko metodi šāda veida aprēķiniem (Dyer, Bailey, 1987).

Mežaudžu taksācijas rādītāji aprēķināti no parauglaukumos iegūtajiem datiem, pielietojot vispārpieņemtās taksācijas metodes. Koku stumbru tilpumi aprēķināti pēc Liepas metodes (Liepa, 1996).

Audzju augšanas gaitas aproksimācijai pielietota Ričardsa – Čapmaņa (*Richards – Chapman*) funkcija:

$$Y=a(1-\exp(-bA))^c, \quad (4.1.)$$

kur

Y – augšanas parametrs (augstums, krūšaugstuma diametrs vai tilpums);

A – vecums;

a, b, c – koeficienti.

Vienādojumu koeficienti aprēķināti izmantojot datorprogrammu SPSS 16 for Windows paketi *Non-linear regression*.

### 4.3. Rezultāti

#### 4.3.1. Stādījumu apraksts

Uzmērīto mežaudžu dati apkopoti 4.1 tabulā. Audzes vecums noteikts pēc nozāģēto paraugkoku vecuma.

Pētījumā uzmērīto priežu stādījumu vecums svārstās no 14 līdz 49 gadiem un mežaudžu krāja – no 92,2 līdz 361,0 m<sup>3</sup>/ha. Egļu stādījumu vecums svārstās no 15 līdz 30 gadiem un krāja no 46,7 līdz 369,7 m<sup>3</sup>/ha. Bērzu stādījumu vecums svārstās no 11 līdz 16 gadiem un krāja no 59,9 līdz 143,5 m<sup>3</sup>/ha.

Priežu stādījums Ozolnieku novada Salgalē. Audzes sastāvs – 10P, vecums – 14 gadi. Augsnes sagatavošanas veids – vagas. Stādmateriāls – kailsakņu stādi (Iecavas kokaudzētava); materiāla izcelsme nezināma. Aptuvenais stādīšanas biežums – 3000 koki/ha. Meža tips – vēris. Mežsaimnieciski pasākumi līdz šim nav veikti. Audze viendabīga, koku stumbru kvalitāte vērtējama kā apmierinoša. Koku dabiskā atzarošanās vēl nav uzsākusies. Audzes sanitārais stāvoklis ļoti labs.

Priežu stādījums Iecavas novadā autoceļa Iecava-Embarga malā. Audzes sastāvs – 10P, vecums 27. gadi. Augsnes sagatavošanas veids nav nosakāms, stādmateriāla veids nezināms. Stādīšanas biežums – aptuveni 5000 koki/ha. Meža tips – damaksnis. Audzē 2009. gadā veikta krājas kopšana. Stumbru kvalitāte laba, koki labi atzarojušies. Audzē vērojamas sakņu trupes pazīmes – kalstoši koki un trupējuši celmi.

Priežu stādījums Kuldīgas novada Riežupē. Audzes sastāvs – 10P, vecums – 49 gadi. Ļoti biezs pamežs (ievas, pīlādži). Stādīšanas biežums nav nosakāms. Meža tips – damaksnis. Audze intensīvi retināta un kopta – izzāģēti nokaltušie koki. Audzes sanitārais stāvoklis slikts – daudz kaltošo un kalstošo koku. Nozāģētajiem paraugkokiem vērojamas trupes pazīmes.

Priežu stādījums Ozolnieku novada Garozas pagastā. Stādījums ierīkots 1997. gadā. Augsnes sagatavošanas veids – vagas. Stādmateriāla izcelsme un veids nezināms, ierīkošanas biežums – 4000 koki/ha. Meža tips – damaksnis. Audzes sanitārais stāvoklis ļoti labs, koku stumbru kvalitāte – apmierinoša.

Egļu stādījums Ozolnieku novada Salgalē. Audzes sastāvs – 10E, vecums – 16 gadi. Augsnes sagatavošanas veids – vagas. Stādmateriāls – kailsakņu stādi; materiāla izcelsme nezināma. Stādīšanas biežums – aptuveni 3000 koki/ha. Meža tips – vēris. Mežsaimnieciski pasākumi līdz šim nav veikti. Koku augstums ļoti nevienmērīgs.

Egļu stādījums Ventpils novada Rāpatos. Audzes sastāvs – 10E, atsevišķas P, A. Aptuvenais stādīšanas biežums – 5000 koki/ha. Meža tips – damaksnis. 2009. gadā veikta krājas kopšana. Audzes sanitārais stāvoklis – slikts. Lielai daļai koku stumbrus bojājuši meža dzīvnieki, vērojamas sakņu trupes pazīmes.

Egļu stādījums Kandavas novada Rūmenē. Sastāvs – 10 E, vecums 15 gadi. Augsne pirms stādīšanas nav gatavota. Stādmateriāls – kailsakņu stādi. Biezība un koku augstums ļoti

nevienmērīgs. Aptuvenais stādīšanas biežums – 2000 koki/ ha. Meža tips – vēris. Mežsaimnieciskie pasākumi nav veikti. Audzes sanitārais stāvoklis labs.

Egļu stādījums Ozolnieku pagasta Sidrabenes pagastā. Sastāvs – 10E, vecums 30 gadi. Meža tips – vēris. Stādmateriāla veids un izcelsme nezināma. Ierīkošanas biežums – 4000 koki/ha. Audze retināta un atzarota. Sanitārais stāvoklis labs – perspektīva audze.

Egļu stādījums Madonas novada Kalsnavas pagastā. Sastāvs – 10 E, Ierīkošanas gads - 1984. Reproductīvā materiāla izcelsme nezināma. Stādmateriāls – kailsakņi (Kalsnavas kokaudzētava). Ierīkošanas biežums – 13000 koki/ha. Audze retināta. Koku augstums ļoti nevienmērīgs. Audze vitāla, sanitārais stāvoklis labs.

4.1. tabula

#### *Uzmērīto mežaudžu taksācijas dati*

<i>N.P.K.</i>	<i>Novads</i>	<i>Vieta</i>	<i>Suga</i>	<i>Vecums</i>	<i>N (gab./ha)</i>	<i>D (cm)</i>	<i>H (m)</i>	<i>G (m<sup>2</sup>)</i>	<i>V (m<sup>3</sup>/ha)</i>
1.	Ozolnieku	Salgale	Priede	14	2925	10,3	8,2	24,3	115,4
2.	Iecavas	Iecava	Priede	27	1800	14,5	15,4	29,6	228,0
3.	Kuldīgas	Riežupe	Priede	49	610	25,6	25,0	31,3	361,0
4.	Ozolnieku	Garozā	Priede	14	2145	11,2	7,7	21	92,2
5.	Ozolnieku	Salgale	Egle	16	2640	7,2	6,7	10,8	50,9
6.	Ventspils	Rāpati	Egle	26	930	14,4	14,2	15,0	114,7
7.	Kandavas	Rūmene	Egle	15	1630	9,3	6,8	11,1	46,7
8.	Ozolnieku	Sidrabene	Egle	30	2070	18,3	17,3	41,8	369,7
9.	Madonas	Kalsnava	Egle	26	3475	15,3	14,6	29,9	235,7
10.	Kocēnu	Dikļi	Bērzs	12	1840	8,9	10,4	11,5	61,0
11.	Mālpils	Bukas	Bērzs	12	1515	9,4	11,2	10,6	59,9
12.	Ozolnieku	Salgale (1)	Bērzs	16	3635	8,5	13,7	20,5	143,5
13.	Ozolnieku	Salgale (2)	Bērzs	16	1480	12,2	14,7	17,3	121,9
14.	Rēzeknes	Stružāni	Bērzs	11	2700	8,4	9,9	15,0	76,1

Bērzu stādījums Kocēnu novada Dikļos. Sastāvs – 10 B. Augsnes sagatavošanas veids – vagas. Stādmateriāls – ietvarstādi (Strenču kokaudzētava); materiāla izcelsme nezināma. Aptuvenais stādīšanas biežums – 2000 koki/ ha. Meža tips – vēris. 2009. gadā audze atzarota. Audzes sanitārais stāvoklis labs.

Bērzu stādījums Mālpils novada Bukās. Sastāvs – 10 B. Augsnes sagatavošanas veids – vagas. Stādmateriāls – ietvarstādi (Kalsnavas kokaudzētava); materiāla izcelsme nezināma. Aptuvenais stādīšanas biežums – 2000 koki/ ha. Meža tips – vēris. 2009. gadā audze atzarota un veikta pirmā krājas kopšana. Audzes sanitārais stāvoklis labs.

Bērzu stādījums Ozolnieku novada Salgalē (Salgale1). Sastāvs – 10 B. Augsnes sagatavošanas veids – vagas. Stādmateriāls – mežeņi. Aptuvenais stādīšanas biežums – 3600 koki/ ha. Meža tips – vēris. Audzes sanitārais stāvoklis labs. Stumbri zemas kvalitātes – līkumaini, daudz zarojuma vainu (padēli, dakšas). Koki intensīvi atzarojušies. Mežsaimnieciskie pasākumi nav veikti.

Bērzu stādījums Ozolnieku novada Salgalē (Salgale2). Sastāvs – 10 B. Augsnes sagatavošanas veids – vagas. Stādmateriāls – mežeņi. Aptuvenais stādīšanas biežums – 1600 koki/ ha. Meža tips – vēris. Audzes sanitārais stāvoklis labs. Stumbri sliktas kvalitātes – līkumaini, daudz zarojuma vainu (padēli, dakšas). Koki labi atzarojušies. Mežsaimnieciskie pasākumi nav veikti.



Bērzu stādījums Rēzeknes novada Gaigalavas pagastā. Sastāvs – 10 B. Augšnes sagatavošanas veids – vagas. Stādmateriāls – viengadīgi ietvarstādi. Aptuvenais stādīšanas biežums – 2700 koki/ ha. Meža tips – vēris. Audzes sanitārais stāvoklis labs. Koki labi atzarojušies. Mežsaimnieciskie pasākumi nav veikti.

#### 4.3.2. Koku augstumu aproksimācija bērzu stādījumos lauksaimniecības augsnēs

Koku augstumu aproksimācijai pielietotās Ričardsa – Čapmaņa funkcijas koeficienti apkopoti 4.2. tabulā. Izveidotie vienādojumi raksturojas ar augstiem determinācijas koeficientiem, kuru vērtības ir robežās no 0,965 līdz 0,988.

Grafiskajos attēlos vienādojumu līknes uzskatāmi salīdzinātas ar līknēm, kuras iegūta no augšanas gaitas tabulām (4.1. att.- 4.5. att.) Tā kā Latvijā nav pieejamas augšanas gaitas tabulas bērzu stādījumiem, salīdzinājumam pielietotas Somijas bērzu stādījumu augšanas gaitas tabulas virsaugstuma bonitātei  $H_{50}=30$ , kas atbilst koku augšanas gaitai stādījumos auglīgākajās lauksaimniecības augsnēs. Minētās tabulas konstruētas bērzu stādījumu augšanas gaitas prognozēšanai Somijas dienvidu daļā un paredz, ka stādījumu ierīkošanas biežums ir 2500 koki/ha (Oikarinen, 1983).

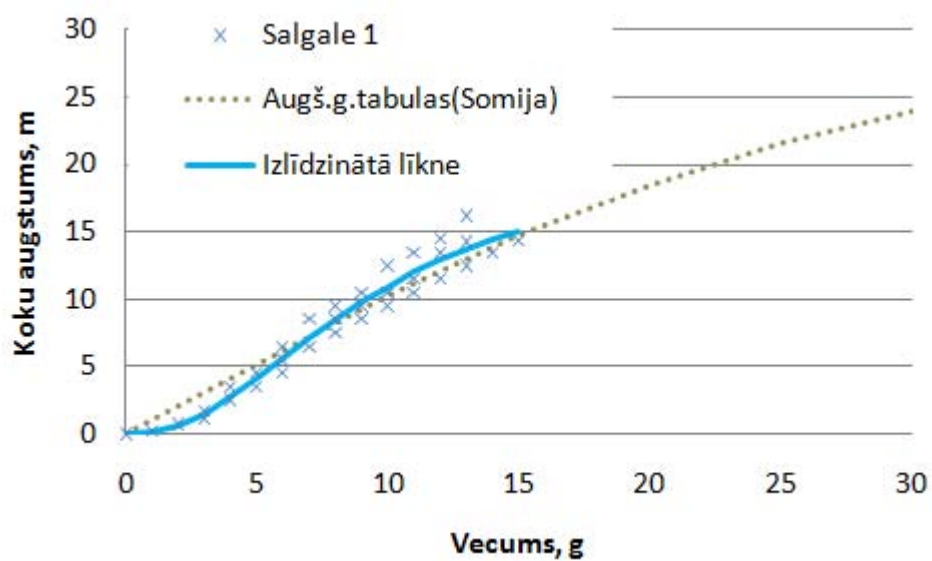
4.1. tabula

#### *Bērzu audžu augstuma aproksimācijas vienādojuma koeficienti*

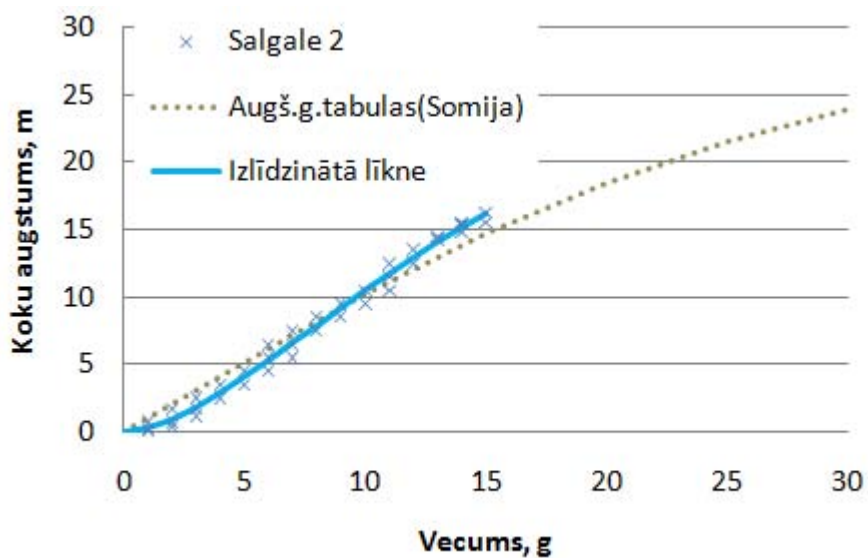
<i>Audze</i>	<i>Koeficienti</i>			<i>R<sup>2</sup></i>
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	
Salgale 1	18.430	-0.177	2.795	0.965
Salgale 2	30.668	-0.082	1.852	0.988
Mālpils	93.787	-0.025	1.441	0.971
Dikļi	23.433	-0.099	2.113	0.970
Gaigalava	23.355	-0.111	2.300	0.969

Visos mūsu vērtētajos bērzu stādījumos raksturīgs, ka koku augšana tūlīt pēc iestādīšanas ir lēnāka, nekā to apraksta augšanas gaitas tabulās. Koku augšanu tūlīt pēc augšanas lielā mērā nosaka faktori, kas saistīti ar stādījuma augšanu – gan pielietotais stādmateriāls, gan tas, kā gatavota augsne un cik efektīvi novērsta nezāļu konkurence. Abos stādījumos Ozolnieku pagasta Salgalē ierīkošanai pielietoti mežeņi, bet pārējos stādījumos konteinerstādi. Laikā, kad tika ierīkoti stādījumi Latvijā, bērzu konteinerstādi tika audzēti tikai Rootainers Sherwood konteineru kasetēs neliela tilpuma šūnās, kuras pēc savām īpašībām nav piemērotas kvalitatīva bērzu stādmateriāla audzēšanai. Sliktas kvalitātes stādmateriāls ir viens no iespējamiem iemesliem, kādēļ koku augstumi pirmajos gados pēc ierīkošanas ir mazāki nekā augšanas gaitas tabulās.

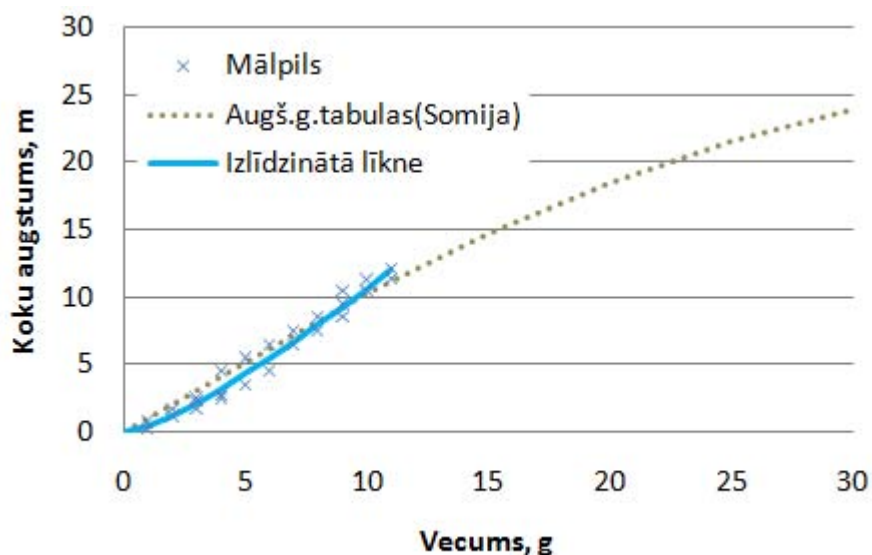
Ozolnieku pagastā ierīkotie stādījumi (Salgale1 un Salgale2) atrodas blakus praktiski vienādos augšanas apstākļos un ierīkoti vienā gadā, pielietojot identisku agrotehniku un stādmateriālu. Stādījuma Salgale2 ierīkošanas biežums ir aptuveni 1500 koki/ha, bet Salgale1 – 3650 koki/ha. Atšķirīgais ierīkošanas biežums ir ietekmējis koku augšanas gaitu (4.1. att. un 4.2 att.). Koku augstumi stādījumā Salgale1 8-14 gadu vecumā pārsniedz augšanas gaitas tabulās prognozēto, tomēr pēdējos divos gados redzams, ka koku augšanas temps ir samazinājies. Tas skaidrojams ar pastiprinātu koku savstarpējo konkurenci. Koku augstumu attīstības līkne uzskatāmi parāda, ka, augšanas tempa saglabāšanai, pirms diviem, trim gadiem



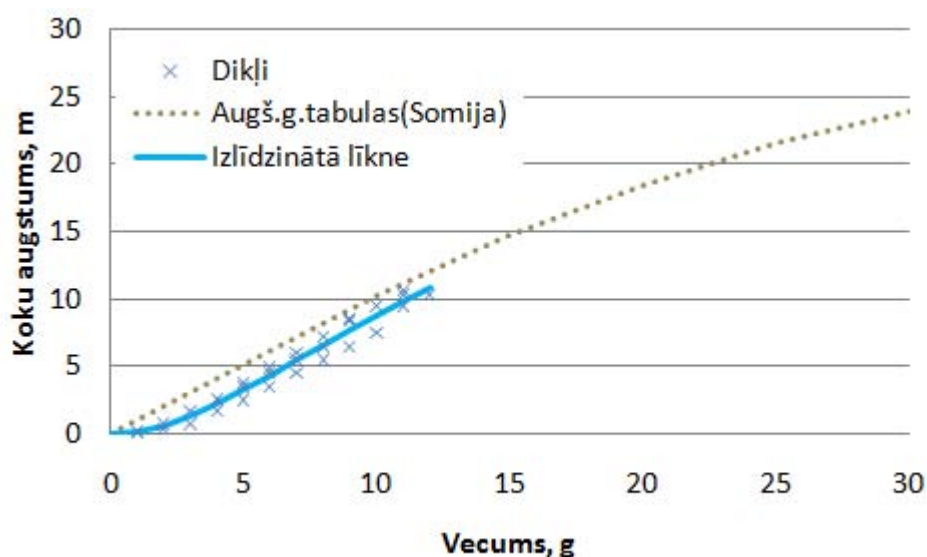
4.1. att. Koku augšanas gaita bērza stādījumā Ozolnieku novada Salgalē (Salgale1).



4.2. Koku augšanas gaita bērza stādījumā Ozolnieku novada Salgalē (Salgale2).



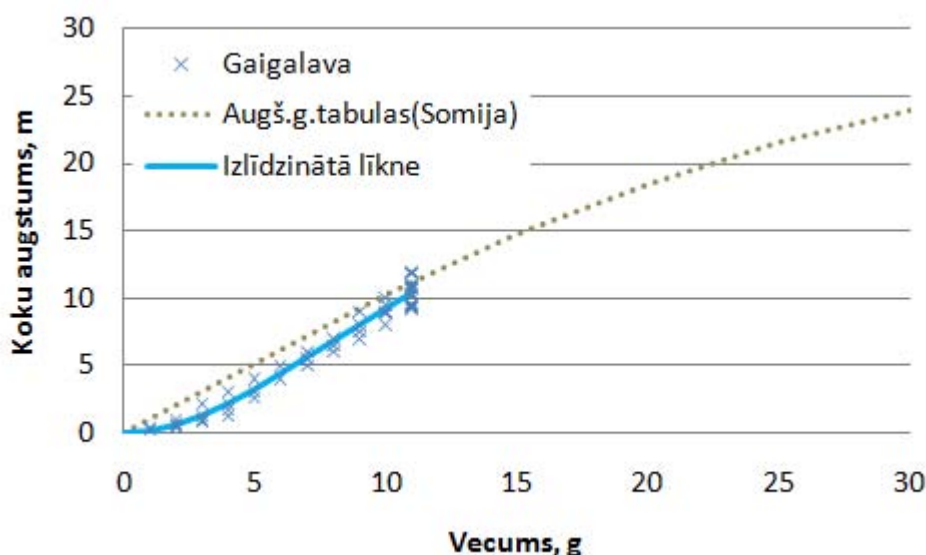
4.3. Koku augšanas gaita bērza stādījumā Mālpils novadā.



4.4. Koku augšanas gaita bērza stādījumā Kocēnu novada Dikļos.

bija nepieciešama koku skaita reducēšana. Stādījumā ar ierīkošanas biežumu 1500 koki/ha koku augšanas temps nav samazinājies un pārsniedz augšanas gaitas tabulās prognozēto.

No mūsu pētījumā analizētajām audzēm arī bērzu stādījumā Mālpilī koku augšanas temps nedaudz pārsniedz augšanas gaitas tabulas. Stādījums ir savlaicīgi izretināts un koku augšanu raksturojošā līkne uzrāda pieauguma tendenci. Koku augšanas temps stādījumos Rēzeknes un Kocēnu novados atpaliek no references līknes (4.4. un 4.5. att.).



#### 4.5. Koku augšanas gaita bērza stādījumā Rēzeknes novada Gaigalavā.

Bērza stādījumu ierīkošana lielākos apjomos Latvijā uzsākta salīdzinoši nesen un stādījumi, kuru vecums pārsniedz 15...16 gadus analīzes vajadzībām nav pieejami. Mūsu iegūtie dati par bērza stādījumu agrīno augšanu apliecina, ka produktīvākās audzes nedaudz pārsniedz augšanas rādītājus, kuri prognozēti Somijas augšanas gaitas tabulās. Lai arī pētījums uzrāda, ka stādīto bērza jaunaudžu augšanas gaita Latvijā nedaudz atšķiras no references materiālam izmantotajām Somijas dienviddaļas bērza stādījumu augšanas gaitas tabulā, tomēr šobrīd, kamēr nav izstrādāti bērzu augšanas gaitu raksturojoši vienādojumi, kuri būtu balstīti uz Latvijā iegūtu empīrisku materiālu, minētās tabulas ir izmantojamas aptuvenai bērza stādījumu augšanas gaitas un produktivitātes prognozēšanai. Bērza stādījumu lauksaimniecības zemēs augšanas gaitas prognozēšanai izmantojamas virsaugstuma bonitātes  $H_{50}=30$  un  $H_{50}=28$ .

#### 4.3.3. Koku augstumu aproksimācija egļu stādījumos lauksaimniecības augsnēs

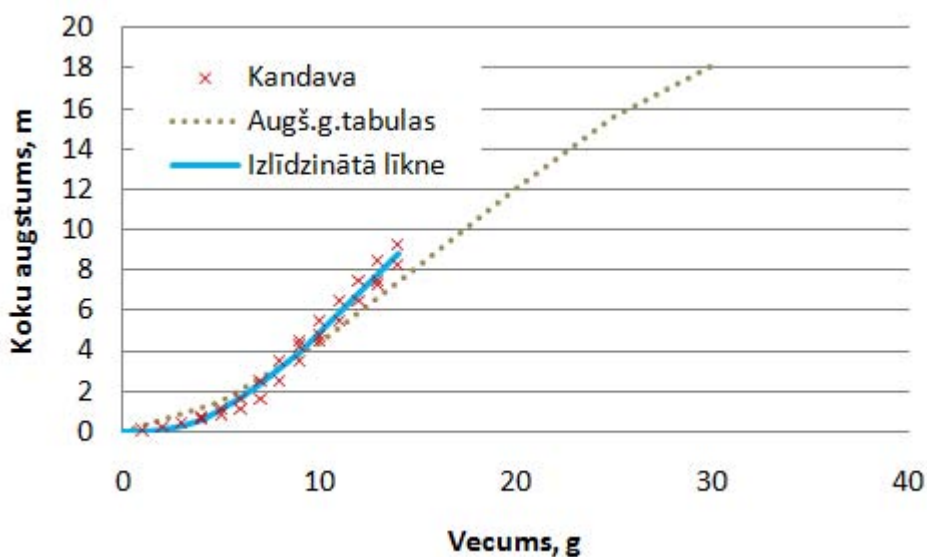
Koku augstumu aproksimācijai pielietotās Ričardsa – Čapmaņa funkcijas koeficienti apkopoti 4.2. tabulā. Izveidoto vienādojumu determinācijas koeficientu vērtības ir robežās no 0,950 līdz 0,998.

Grafiskajos attēlos vienādojumu līknes uzskatāmi salīdzinātas ar līknēm, kuras iegūta no augšanas gaitas tabulām (4.6. - 4.10. att.). Kā references materiāls izmantotas egļu jaunaudžu augšanas gaita (virsaugstuma bonitāte  $H_{20}=12m$ ) no 1986. gadā izdotajiem Latvijas mežu taksācijas normatīviem (Матузанис, 1986).

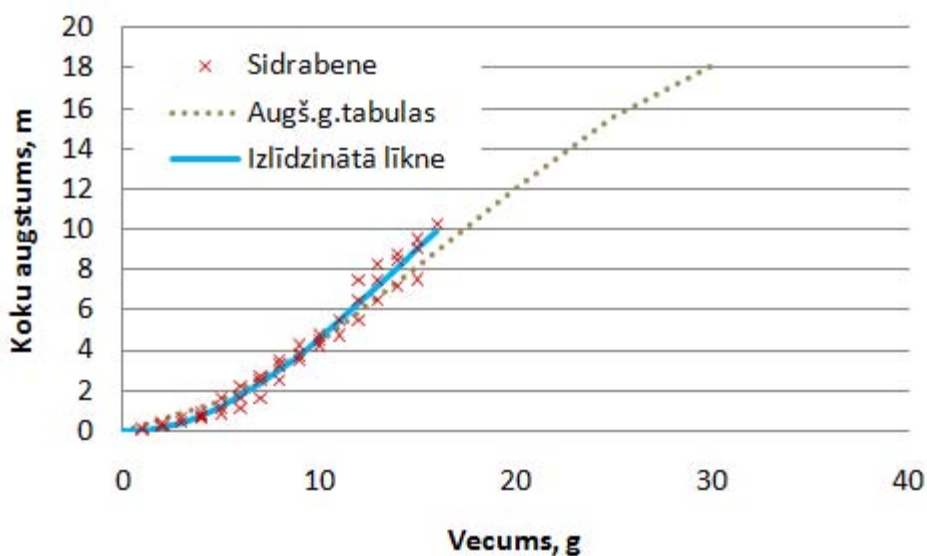
Koku augšanas gaita mūsu analizētajos stādījumos Kandavas novada Rūmenē un Ozolnieku novada Sidrabenē pārsniedz augšanas gaitas tabulās prognozēto. Analizēto koku augstums egļu stādījumā Kandavā 15 gados atbilstoši izlīdzinātajai līknei par 1,6 m, bet stādījumā Sidrabenē par 0,9 m pārsniedz references materiālu (4.6. att. un 4.7. att.). Tas norāda uz to, ka produktīvākie egļu stādījumi uz lauksaimniecības audzēm raksturojas ar augstāku augšanas tempu nekā prognozēts augšanas gaitas tabulās. Pārējo trīs analizēto egļu stādījumu augšanas gaitu raksturojošās līknes visumā precīzi seko references līknēm.

## Egļu audžu augstuma aproksimācijas vienādojuma koeficienti

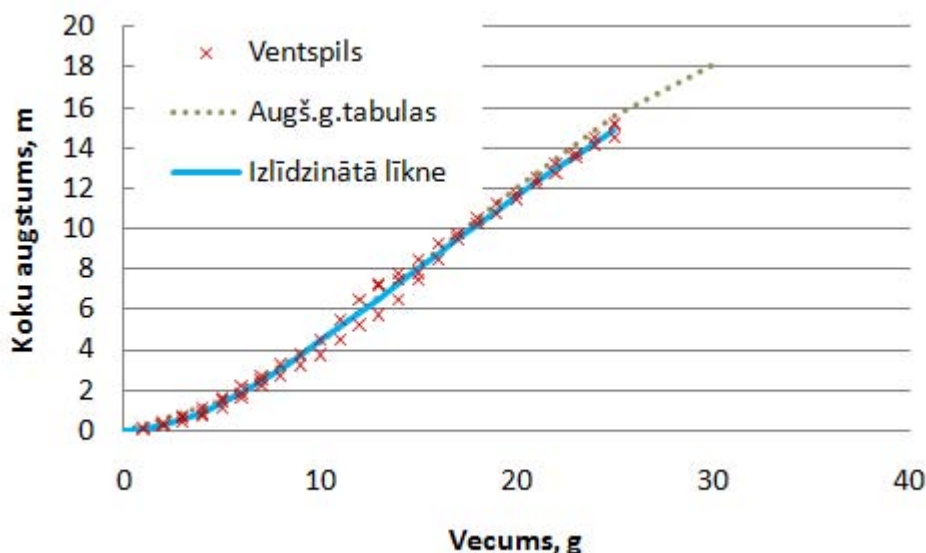
Audze	Koeficienti			$R^2$
	$a$	$b$	$c$	
Kandava	25.758	-0.086	3.029	0.984
Sidrabene	34.738	-0.056	2.384	0.975
Ventspils	30.520	-0.048	1.999	0.996
Salgale	23.889	-0.080	3.168	0.950
Kalsnava	28.381	-0.0566	2.297	0,998



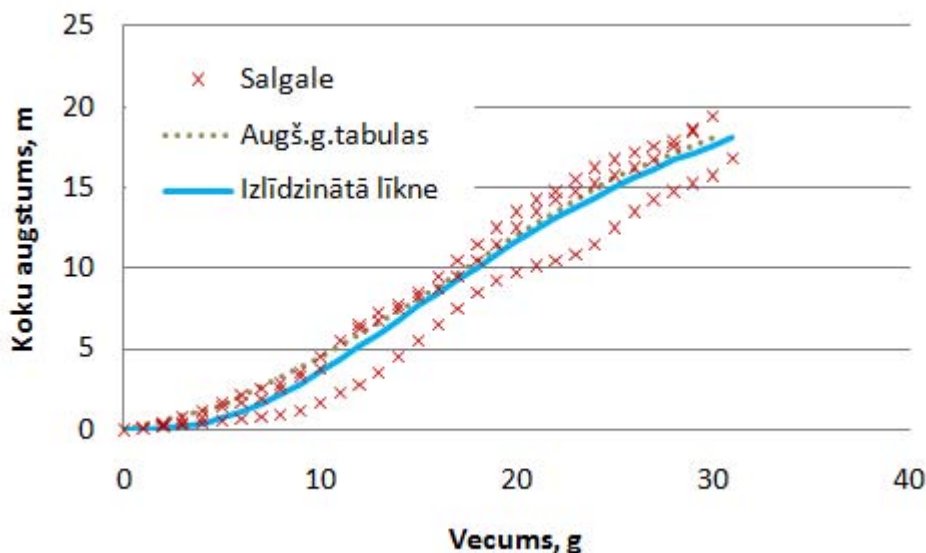
4.6. att. Koku augšanas gaita egles stādījumā Kandavas novada Rūmenē.



4.7. att. Koku augšanas gaita egles stādījumā Ozolnieku novada Sidrabenē.



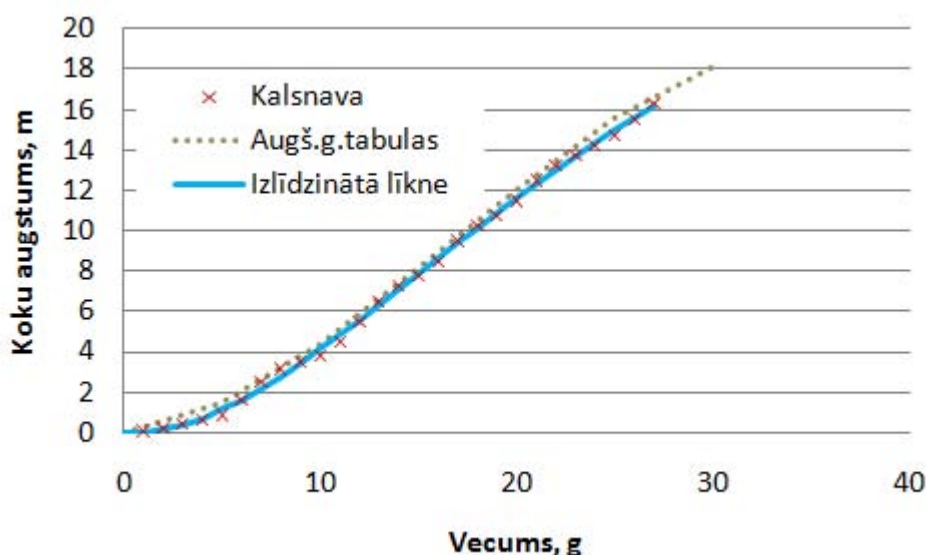
4.8. att. Koku augšanas gaita egles stādījumā Ventspils novada Rāpatos.



4.9. att. Koku augšanas gaita egles stādījumā Ozolnieku novada Salgalē.

Faktors, kurš varēja iespaidot analizēto egļu stādījumu augšanas gaitu ir ierīkošanas biežums. Abās produktīvākajās audzēs ierīkošanas biežums ir bijis mazāks nekā pārējos stādījumos – 2000 koki/ha un 3000 koki/ha attiecīgi Kandavā un Sidrabenē. Šis ierīkošanas biežums aptuveni atbilst koku skaitam, kurš šobrīd praksē visbiežāk tiek pielietots ierīkojot mežaudzes un meža plantācijas – 2500 koki/ha. Pārējos analizētajos stādījumos ierīkošanas biežums ir bijis lielāks - 4000, 5000 un 13000 koki/ha attiecīgi Salgalē, Ventspilī un Kalsnavā.

Augšanas gaitas tabulas ir konstruētas pilnas biežības egļu audzēm, kurās koku skaits 10 gadu vecumā sasniedz 5010 līdz 4394 koki/ha. Visticamāk tieši ierīkošanas biežums, nevis augtene (meža zeme vai lauksaimniecības augsne), ir bijis faktors, kurš stādījumos Kandavā un Sidrabenē noteicis koku augstāku augšanas tempu. Tas apstiprina to, ka agrāk konstruētās augšanas gaitas tabulas pilnas biežības mežaudzēm nav izmantojamas šobrīd ierīkoto stādījumu augšanas gaitas prognozei.



4.10. att. Koku augšanas gaita egles stādījumā Madonas novada Kalsnavā.

#### 4.3.4. Koku augstumu aproksimācija priežu stādījumos lauksaimniecības augsnēs

Koku augstumu aproksimācijai pielietotās Ričardsa – Čapmaņa funkcijas koeficienti apkopoti 4.3. tabulā. Izveidoto vienādojumu determinācijas koeficientu vērtības ir robežās no 0,980 līdz 0,995.

Grafiskajos attēlos vienādojumu līknes uzskatāmi salīdzinātas ar līknēm, kuras iegūta no augšanas gaitas tabulām (4.6. att. - 4.10. att.). Līdzīgi kā egļu stādījumiem, arī prieži kā references materiāls izmantotas jaunaudzņu augšanas gaita (virsaugstuma bonitāte  $H_{20}=12m$ ) no 1986. gadā izdotajiem Latvijas mežu taksācijas normatīviem (Матузанис, 1986).

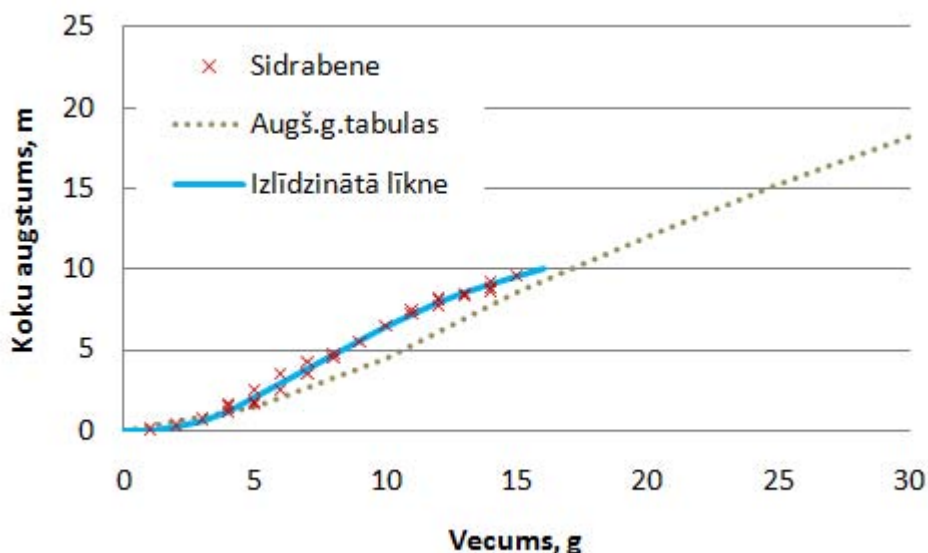
4.3. tabula

#### *Priežu audžu augstuma aproksimācijas vienādojuma koeficienti*

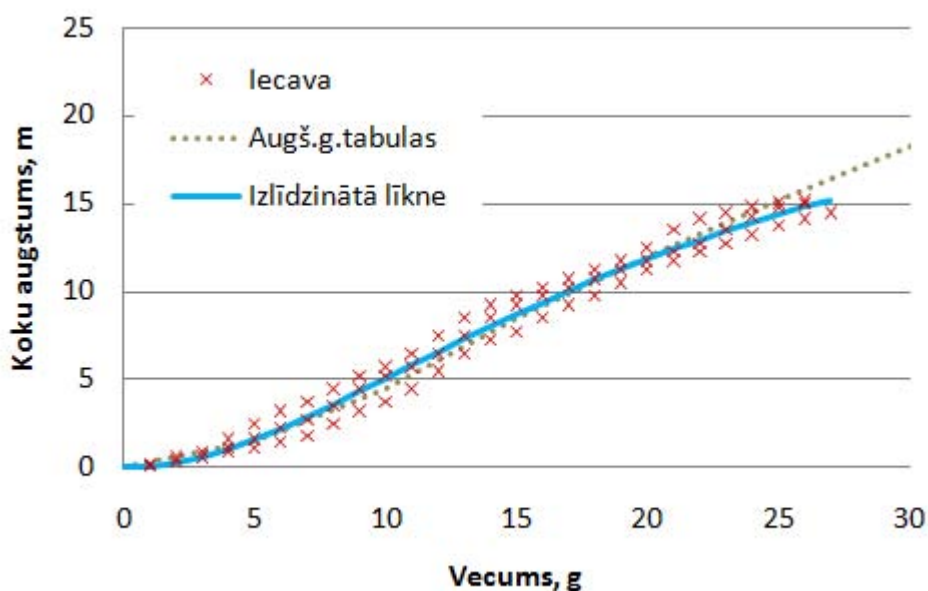
<i>Audze</i>	<i>Koeficienti</i>			<i>R<sup>2</sup></i>
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	
Sidrabene	12.833	-0.159	3.055	0.994
Iecava	20.927	-0.073	2.151	0.980
Kuldīga	41.659	-0.025	1.427	0.995
Garozā	19.194	-0.082	2.166	0.992

Mūsu dati apliecina, ka priežu stādījumi lauksaimniecības augsnēs ir ļoti produktīvi un atbilst augstākajai virsaugstuma bonitātei. Tikai vienā no analizētajiem stādījumiem Sidrabenē koku augšanas gaita ievērojami pārsniedz augšanas tabulās prognozēto – par 2,0 m. Tomēr turpmākajos gados arī šajā stādījumā augšanas temps krasi samazinās (4.11. att.).





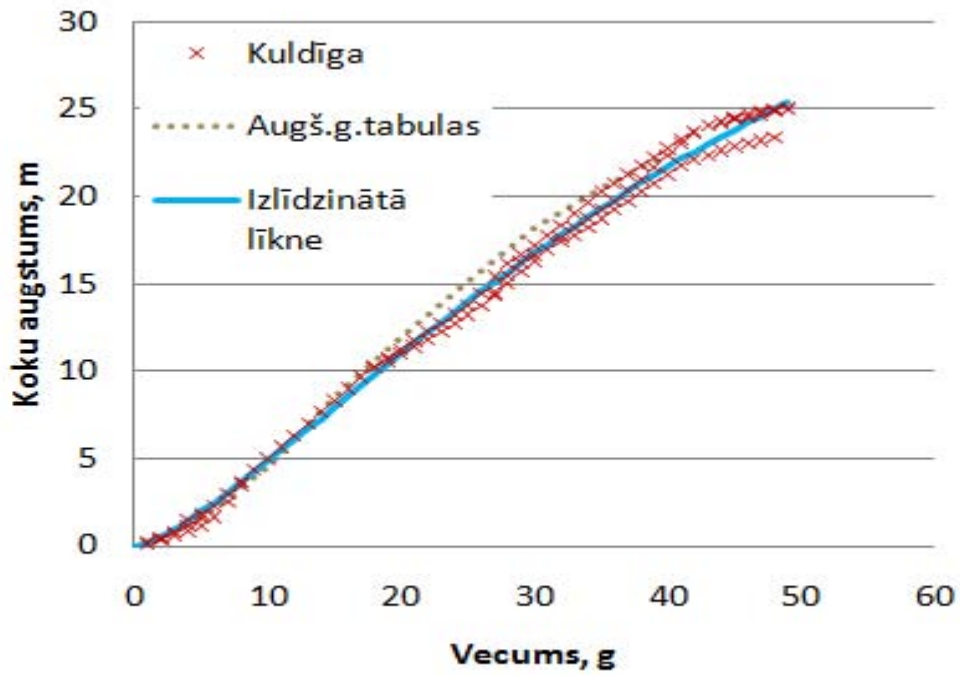
4.11. att. Koku augšanas gaita priedes stādījumā Ozolnieku novada Sidrabenē.



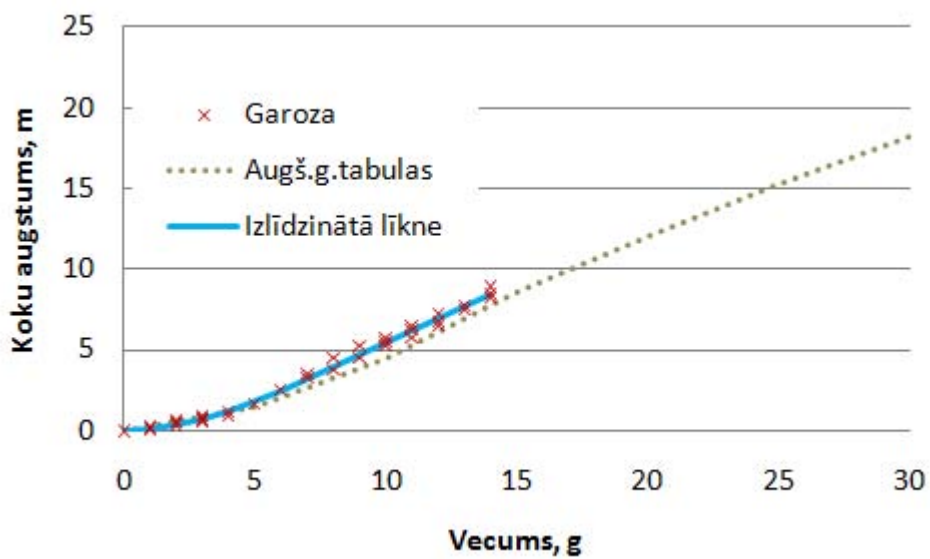
0.12. att. Koku augšanas gaita priedes stādījumā Iecavas novadā.

Divos no analizētajiem stādījumiem, kuros koku vecums pārsniedz 25 gadus vērojama tendence, ka pēc divdesmit gadu vecuma koku augšanas temps samazinās un ir mazāks nekā augšanas gaitas tabulās (0.12. att. un 4.13. att.). Šī tendence varētu apstiprināt iepriekšējā gadsimta vidū veikto pētījumu atziņu, ka lauksaimniecības augsnēs augušām priežu un egļu audzēm pēc pirmajos gadu desmitos raksturīgās straujās augšanas iestājas zināms apsīkums (Sarma, 1949). Kopumā tomēr mūsu pētījums neapstiprina atziņu, ka priežu un arī egļu stādījumu augšanas gaita uz bijušajām lauksaimniecības augsnēm ievērojami pārsniedz dabiskās un mākslīgās mežaudzes meža zemēs.





4.13. att. Koku augšanas gaita priedes stādījumā Kuldīgas novada Riežupē.



4.14. att. Koku augšanas gaita priedes stādījumā Ozolnieku novada Garozā.

## **Secinājumi**

1. Produktīvāko mūsu analizēto bērza stādījumu augšanas temps nedaudz pārsniedz Somijas dienvidu daļai izveidoto bērza stādījumu augšanas gaitas tabulu prognozēto. Atbilstošu vienādojumu trūkuma dēļ, Somijas apstākļiem aprēķinātie augstāko bonitāšu augšanas vienādojumi ir izmantojami bērza stādījumu augšanas gaitas un produktivitātes prognozēšanai Latvijā.
2. Lai arī analizētie skuju koku stādījumi ir ļoti produktīvi, tomēr nav gūts apstiprinājums, ka egļu un priežu stādījumu produktivitāte lauksaimniecības augsnēs ir ievērojami augstāka nekā meža zemēs. Divu analizēto egļu audžu augstais augšanas temps drīzāk skaidrojams ar mazāku stādījumu ierīkošanas biežumu nevis augteni – lauksaimniecības augsni.
3. Mūsu analizētajos priežu stādījumos lauksaimniecības augsnēs vērojama tendence, ka pēc divdesmit gadu vecuma augšanas temps samazinās. Lai gūtu pārliecinošu apstiprinājumu šim novērojumam, nepieciešams palielināt analizēto audžu skaitu.
4. Iepriekšējos gados izveidotās augšanas gaitas tabulas pilnas biežības mežaudzēm nav izmantojamas šobrīd ierīkoto stādījumu augšanas gaitas prognozēm.

## 5. Selekcionētas parastās priedes augšanas gaitas aproksimācija (*J. Donis, L. Zdors*)

### 5.1. Problēmas pamatnostādnes

Ā. Jansons (2008) savos pētījumos konstatējis, ka atkārtotā atlasē katrā ciklā tiek paaugstināts ģenētiskais ieguvums gan selekcijas populācijā, gan sēklu plantācijās. Eksperimentāli rezultāti vairāk kā par 1. selekcijas ciklu Baltijas jūras reģionā nav. Taču koku augšanai labvēlīgākā klimatā, kur tie ātri sasniedz pēcnācēju pārbaužu novērtēšanai vajadzīgās dimensijas, atsevišķām *Pinus* sugām jau uzsākts 3. selekcijas cikls (*White et al., 2003, McKeand, Bridgwater, 1998*). Līdz ar to ir pieejami eksperimentāli (tiešu mērījumu) dati par pirmajos 2 ciklos sasniegto krājas pieaugumu (salīdzinot ar mežaudžu krāju) rotācijas vecumā (20 gadi). Šie rezultāti, vērtējot pirmo selekcijas ciklu, ir saskaņā ar Latvijā parastajai priedei 21 gada vecumā konstatēto (*Baumanis u.c., 2002*). Pieaugot pēcnācēju pārbaužu vecumam, sasniegtās selekcijas starpības absolūtā vērtība (tātad no mežaudzes iegūstamais papildus koksnes apjoms) palielinās, taču procentuālā starpība samazinās matemātisku iemeslu dēļ – koku vidējās dimensijas, pret kurām aprēķina selekcijas starpību, palielinās (*Дрейманис, 1990*).

Latvijā ir veikti aprēķini pieņemot, ka selekcijas efekts ciršanas vecumā ir no pirmās pakāpes sēklu plantācijas bērzam 10% krājai un 10% augstuma pieaugumam, bet no otrās pakāpes sēklu plantācijas attiecīgi 25% krājai un 25% augstumam salīdzinājumā ar dabisku mežaudzi un diferenciālie ieguvumi aprēķināti ņemot vērā konstantu krājas ieguvumu salīdzinājumā ar Meža statistiskās inventarizācijas (MSI) 2005.-2006. gada parauglaukumos konstatētajiem taksācijas rādītājiem- proti, palielinot V un H vērtības salīdzinot ar (MSI vidējie dati) 1.1 un 1.25 reizes, savukārt vidējā diametra palielinājums aprēķināts pieņemot, ka tas palielinās abos gadījumos 1.1 reizi (*Donis, Jansons, 2007*). Otra pieeja ir konstanta proporcionālā priekšrocība, t.i., pieņemtas izmaiņas gan ciršanas laikos, gan krājās, atbilstoši kad tiek sasniegts galvenās cirtes mērķa caurmērs.

Dienvidsomijā veiktajos pētījumos konstatēts, ka krāja selekcionētam bērza reproduktīvajam materiālam 8-12 gadu vecumā ir par 29%, bet diametrs par 10.8 % lielāks nekā kontroles reproduktīvajam materiālam (*Hagqvist, Hahl, 1998*).

Pašreiz tiek turpināts darbs pie ilglaicīgo parauglaukumu datu izvērtēšanas. Pēc visai piesardzīgām prognozēm pēc LVMI Meža selekcijas daļas vadošā pētnieka Dr. silv. Ā. Jansona domām, var paredzēt, ka selekcionēta reproduktīvā materiāla izmantošana dod D un H vērtībām papildus 1,1 reizes lielāku diametra un augstuma pieaugumu gan priedei, gan bērzam, savukārt eglei un melnalksnim attiecīgi 1,06. Meža selekcijas parauglaukumu dati ir izmantojami ne tikai lai aprēķinātu selekcijas efektu, bet arī lai pārbaudītu vai agrāk izstrādātajām virsaugstuma bonitāšu funkcijas pietiekami korekti atspoguļo selekcionētu koku augšanas gaitu.

### 5.2. Materiāls un metodika

Šī projekta ietvaros pagājušajā (2009.) gadā tika iegūts lauku materiāls augšanas gaitas analīzei un salīdzinājumam starp provenienču un pluskoku kontrolēto krustojumu pēcnācējiem 1975. gadā ierīkotos parauglaukumos (stādīšanas attālums 2 x 1 m, iežogotā teritorijā, meža tips - lāns). Kā paraugkoki izvēlēti 113 koki ar vienu galoni un bez citiem acīmredzamiem stumbra defektiem. Paraugkokam atzīmētas koordinātes eksperimentā (variants, atkārtojums, koks), pēc nozāģēšanas ievāktas ripas no 0 (iespējami tuvu zemes virskārtai), 0,5; 1; 1,3; m augstuma un tālāk ir pa metram. Tāpat uzmērīti redzamo zaru

mieturu atrašanās augstumi. Datu apstrāde (skanēto ripu attēlu) uzmērīšana un stumbra analīzi sagatavošana, izmantojot datorprogrammu WinDendro, veikta ESF finansēta projekta „Ģenētisko faktoru nozīme adaptēties spējīgu un pēc koksnes īpašībām kvalitatīvu mežaudžu izveidē”(ESF) ietvaros (projekta vadītājs Dr. silv. Ā. Jansons), taču stumbra analīzi rezultāti nodoti arī šī (S55) projekta rīcībā.

Datu matemātiska apstrāde

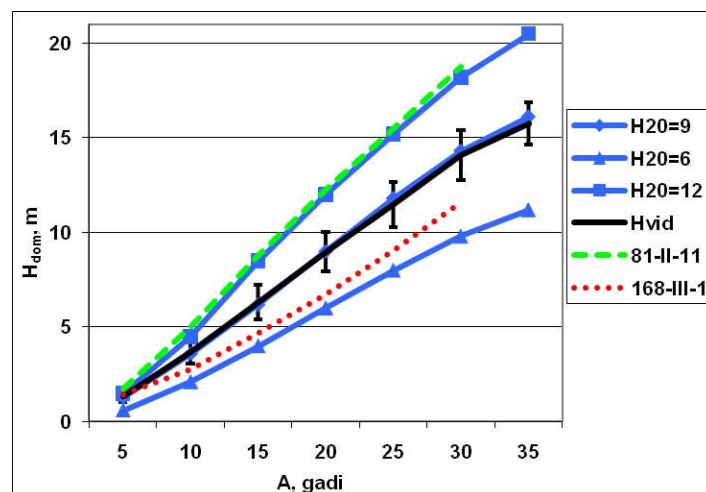
Kopumā izmantotas stumbra analīzes no 113 kokiem. No katra varianta tālākajā analīzē iekļauts konkrētajā atkārtojumā augstākais uzmērītais koks, pieņemot tā augstumu par  $H_{dom}$ , kopumā atlasot 43 kokus - 15 kokus no kontrolēto krustojumu izmēģinājuma un 28 kokus no provenienču izmēģinājuma.

Analīze veikta:

1. salīdzinot pārbaudes izmēģinājuma vidējo dominējošo augstumu ar Ģ. Ģērķa (Нормативы для таксации...,1988., 3.8.tab.) priežu jaunaudžu augšanas gaitas tabulētajām dominējošā augstuma vērtībām pa virsausgustuma bonitātēm 20 gadu vecumā ( $H_{20}=6m$ ;  $H_{20}=9m$ ;  $H_{20}=12m$ );
2. aprēķinot virsausgustuma bonitātes 100 gadu vecumā (pēc J.Matuzāņa sakarības (Нормативы для таксации...,1988., 3.2.tab.)) sākot no krūsausgustuma vecuma 15 gadi.

### 5.3. Rezultāti

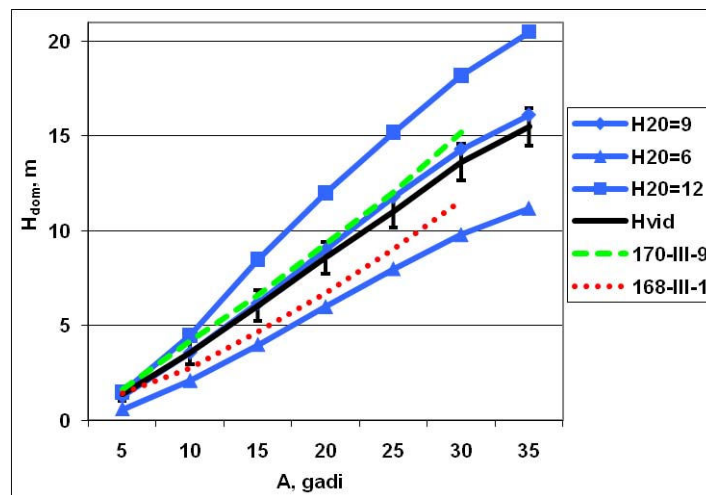
Pārbaudes izmēģinājumā iekļauto priežu augšana objektā praktiski sakrīt ar Ģ. Ģērķa izveidotajām priežu jaunaudžu augšanas gaitas tabulētajām vērtībām virsausgustuma bonitātei  $H_{20}=9m$  (5.1.att.). Labāka varianta (81-II-11) augšanas gaita sakrīt ar augstākās virsausgustuma bonitātes  $H_{20}=12m$  tabulētajām vērtībām, bet sliktākā varianta (176-III-22) augšanas gaita, ir tuvāka virsausgustuma bonitātes  $H_{20}=6m$  augšanas gaitai (labākā un sliktākā varianta augtākā koka augstuma atšķirība 30 gadu vecumā ir 7,1 m).



5.1.attēls. Pārbaudes izmēģinājumā iekļauto priežu vidējā dominējošā augstuma ( $H_{vid}$ ), kā arī sliktākā (176-III-22) un labākā (81-II-11) varianta dominējošā augstuma salīdzinājums ar Ģ.Ģērķa (Нормативы для таксации...,1988., 3.8.tab.) priežu jaunaudžu augšanas gaitas tabulām ( $H_{20}=6m$ ;  $H_{20}=9m$ ;  $H_{20}=12m$ ).

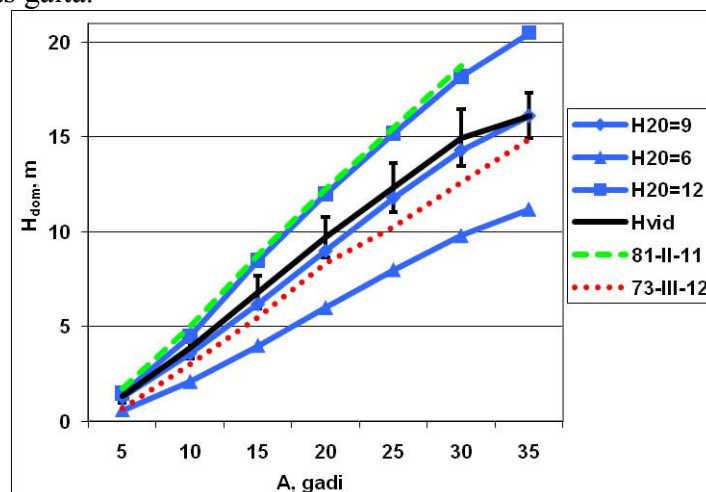
Priežu provenienču augšanas gaita pārbaudes izmēģinājumā ir lēnāka nekā to apraksta  $H_{20}=9m$  virsausgustuma bonitāte, tomēr iekļaujas vienas standartnovirzes robežās (5.2.att.), lai arī 20, 25 un 30 gadu vecumam aprēķinātās augstumu vidējas vērtības ir vairāk nekā 2

standarkļūdas mazākas nekā  $H_{20}=9\text{m}$  tabulētie rādītāji. Labākā pārbaudītā provenienču varianta augšanas gaita (170-III-9) ir tikai nedaudz ātrāka par  $H_{20}=9\text{m}$  virsaugstuma bonitātes tabulētajām vērtībām.



5.2.attēls. Pārbaudes izmēģinājuma lānā iekļauto priežu provenienču vidējā dominējošā augstuma ( $H_{vid}$ ) ar standartnovirzi, kā arī sliktākā (168-III-1) un labākā (170-III-9) varianta dominējošā augstuma salīdzinājums ar Ģ.Ģērķa (Нормативы для максауу...,1988., 3.8.tab.) priežu jaunaudžu augšanas gaitas tabulām ( $H_{20}=6\text{m}$ ;  $H_{20}=9\text{m}$ ;  $H_{20}=12\text{m}$ ).

Izmēģinājuma iekļauto gaita kontrolēto krustojumu augšanas ir ātrāka nekā to apraksta  $H_{20}=9\text{m}$  virsaugstuma bonitāte, tomēr iekļaujas vienas standartnovirzes robežās (5.3.att.), lai arī 10, 15 un 20 gadu vecumā to augstumu vidējais ir par vairāk nekā 2 standarkļūdas lielāks par  $H_{20}=9\text{m}$  tabulētajām vērtībām. Labākā varianta augšanas gaita (73-III-12) ir nedaudz ātrāka par augstākās virsaugstuma bonitātes  $H_{20}=12\text{m}$  tabulētajām vērtībām. Kopumā var secināt, ka kontrolētā krustojuma izmēģinājuma augšanas gaita ir staujāka nekā provenienču izmēģinājuma augšanas gaita.



5.3.attēls. Priežu kontrolēto krustojumu pārbaudes izmēģinājuma lānā vidējā dominējošā augstuma ( $H_{vid}$ ) ar standartnovirzi, kā arī sliktākā (73-III-12) un labākā (8-II-11) varianta dominējošā augstuma salīdzinājums ar Ģ.Ģērķa (Нормативы для максауу...,1988., 3.8.tab.) priežu jaunaudžu augšanas gaitas tabulām ( $H_{20}=6\text{m}$ ;  $H_{20}=9\text{m}$ ;  $H_{20}=12\text{m}$ ).

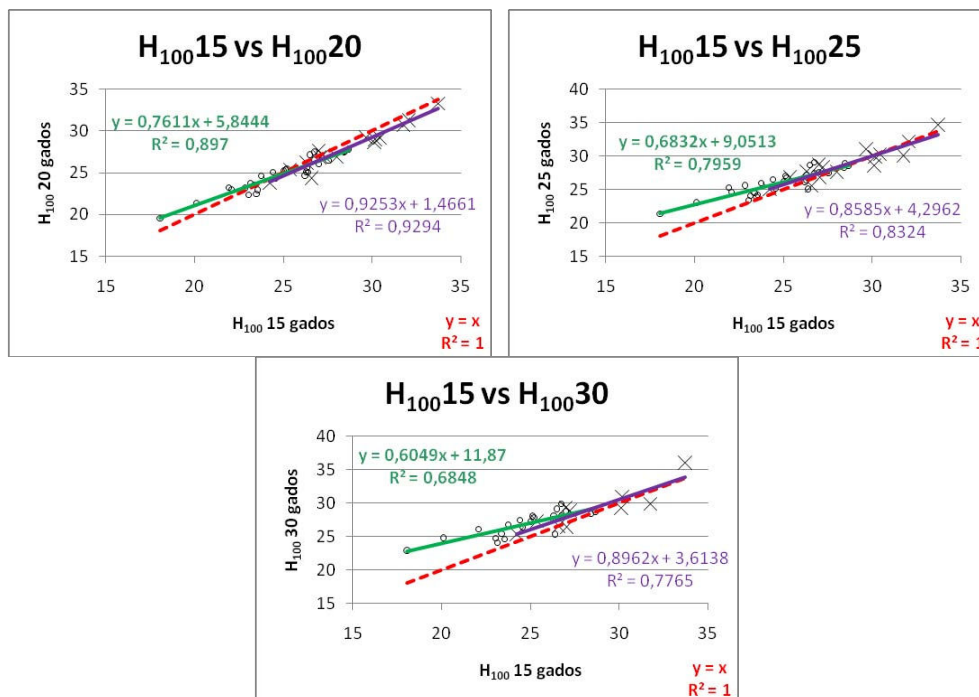
Pārbaudes izmēģinājumā iekļautajām priedēm dominējošais augstums un atbilstošā virsaugstuma bonitāte mainās attiecīgi no  $H_{dom}=8,7\text{m}$  un  $H_{100}=26,2\text{m}$  15 gadu vecumā uz  $H_{dom}=15,8\text{m}$  un  $H_{100}=27,5\text{m}$  30 gadu vecumā (30 gadu vecumā atbilstot aptuveni II bonitātei (virsaugstuma bonitāte  $H_{100}=27\text{m}$  )) (5.1.tab). Vienlaikus kontrolētā krustojuma izmēģinājuma augšanas gaita ir ātrāka un 30 gadu krūšaugstuma vecumā ir tuvāka I bonitātei (virsaugstuma bonitāte  $H_{100}=30\text{m}$ ). Provenienču izmēģinājuma augšanas gaita ir lēnāka un 30 gadu krūšaugstuma vecumā ir tuvāka II bonitātei.

5.1. tabula

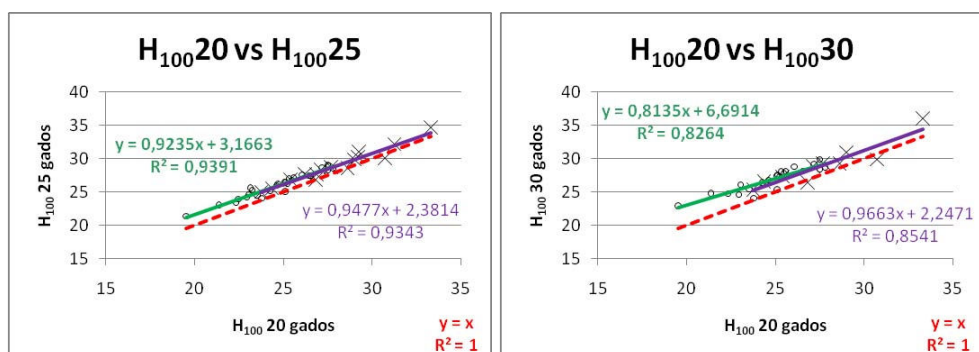
**Pārbaudes izmēģinājumā iekļauto priežu vidējā dominējošā augstuma ( $H_{dom}$ ) un virsaugstuma bonitātes 100 gadu vecumā ( $H_{100}$ ) attīstība pētījuma objektā**

Pārbaudes izmēģinājums	Rādītājs	$A_{1,3}$ , gadi			
		15	20	25	30
Izmēģinājuma vidējais	$H_{dom}$ , m	8,7	11,2	13,8	15,8
	$H_{100}$ , m	26,2	25,9	27,0	27,5
Provenience	$H_{dom}$ , m	8,3	10,7	13,3	15,4
	$H_{100}$ , m	24,8	24,7	26,0	26,8
Kontrolētais krustojums	$H_{dom}$ , m	9,4	12,0	14,7	16,6
	$H_{100}$ , m	28,6	28,0	28,9	29,0

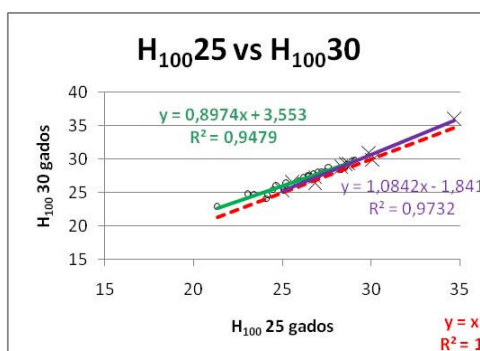
Audzis turpmākās augšanas gaitas prognozēšanai ir iespējams izmantot priežu virsaugstumu bonitāti sākot no krūšaugstuma vecuma 15 gadi (5.4.,5.5.,5.6.att). Pie tam kontrolēto krustojumu gadījumā augšanas gaita ir „stabilāka”, t.i., vairāk atbilstoša vienai virsaugstuma bonitātei, savukārt provenienču variantu augšanas gaita ir mazāk „stabila”. Lai arī pašlaik pieejamajiem datiem ir pārāk īss novērtēšanas periods (30 gadi), lai izteiktu vispārējus secinājumus, tomēr tie nav pretrunā iepriekš gūtajām atziņām, ka kontrolētu krustojumu augšanas gaita līdzīgos apstākļos pārsniedz vidējos rādītājus par 10% .



5.4.att. Provinienču (◊) un kontrolēto krustojumu (×) pārbaudes izmēģinājuma priežu virsaugstuma pie krūšaugstuma vecuma 15 gadi ( $H_{100}15$ ) sakarība ar virsaugstumu pie krūšaugstuma vecuma 20 ( $H_{100}20$ ); 25 ( $H_{100}25$ ) un 30 gadi ( $H_{100}30$ ).



5.5.att. Provinienču (◊) un kontrolēto krustojumu (×) pārbaudes izmēģinājuma priežu virsaugstuma pie krūšaugstuma vecuma 20 gadi ( $H_{100}20$ ) sakarība ar virsaugstumu pie krūšaugstuma vecuma 25 ( $H_{100}25$ ) un 30 gadi ( $H_{100}30$ ).



5.6.att. Provinienču (◊) un kontrolēto krustojumu (×) pārbaudes izmēģinājuma priežu virsaugstuma pie krūšaugstuma 25 gadi ( $H_{100}25$ ) sakarība ar virsaugstumu pie krūšaugstuma vecuma 30 gadi ( $H_{100}30$ ).

## *Secinājumi*

1. Paraugkoku sākotnējā augšanas gaita augstumā kopumā seko G. Ģērķa izstrādātajām priežu jaunaudžu bonitātēm.
2. Salīdzinot augstumus 15 g. vecumā un augstums 30 g. vecumā (krūšaugstuma vecums), konstatējams, ka sākotnēji straujāk augušie varianti saglabā augšanas gaitas atbilstību J. Matuzāņa izstrādātajai virsaugstuma bonitāšu skalai, savukārt, sākotnēji lēnāk augušie koki augšanas tempu palielina.
3. izpētes objektā kontrolēto krustojumu augstums ir vidēji par 10% lielāks nekā provenienču augstums.



## 6. Dažāda vecuma un apsaimniekošanas režīma audžu koku sadalījuma pa caurmēra pakāpēm aproksimācija (*J. Donis, L. Zdors, G. Šņepsts*)

### 6.1. Problēmas pamatnostādnes

Latvijā pagājušā gadsimta 60., 70. un 80.-tajos gados izstrādāti virkne vienādojumu, kas izmantojami atsevišķa koka tilpuma un audzes krājas aprēķināšanai (*Liepa, 1968, Luena, 1980, Ozoliņš 1981, 1997, Matuzānis 1983*), gan arī dažāda veida pieaugumu aprēķināšanai (*Liepa, 1968, 1975, Luena, 1980, Luena et al. 1980, Matuzānis 1975, 1983, 1984, 1985*). Tā kā ilgtermiņa plānošanai izmantotas tikai audžu vidējās vērtības, mazāka uzmanība pievērsta taksācijas rādītāju sadalījuma gradācijas klasēs (koku sadalījums pa caurmēra pakāpēm un augstumiem) izpētei un aproksimācijai. Audžu sortimentācijai izmantotas preču tabulas (priem., Анучин, 1968).

Koku skaita sadalījums caurmēra pakāpēs pēc virknes zinātnieku uzskatiem vienas koku sugas ietvaros atkarīgs tikai no nogabala vidējā koka diametra (*Dubrovskis, 2004*). Koku sadalījuma raksturošanai daži autori iesaka izmantot vispārinātu normālā sadalījuma līkni – t.s. Šarlē līkni (*Luena, 1980*). Atbilstoši I. Liepas ieteikumiem koku sadalījums pa dabiskajām caurmēra pakāpēm Latvijā būtu nosakāms atkarībā no vecuma (A), vidējā diametra (D) un augstuma (H), audzes šķērslaukuma (G), minimālās un maksimālās dabiskās caurmēra pakāpes ( $d_{\min}$  un  $d_{\max}$ ) un atbilstošās koku sugas īpatsvara audzē (*Luena, 1980*).

Detālu koku sortimentācijas un mežaudzes koku sadalījuma pa caurmēra pakāpēm noteikšanas algoritmu (virtuālā dastlapa) izstrādājis LLU Prof. R. Ozoliņš, kurš audzes sortimentācijas aprēķinus balstījis uz pieņēmumu par koku skaitu pa caurmēra pakāpēm atbilstību normālajam sadalījumam ar „nošķeltu kreiso pusi” to nodēvējot par kvazinormālo sadalījumu. Par pamatu ņemot audzes elementa vidējo caurmēru, ( $D_{\text{kvadr}}$ ), vidējo koka augstumu, Hvid (m), šķērslaukumu  $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$  un krāju  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ , izmantojot fotorobota principu, tiek aprēķināts koku skaits, to sadalījums pa caurmēra pakāpēm, augstumlīkne, bet pēc tam izmantojot stumbra veidules, aprēķināts katras caurmēra pakāpes un pēc tam visa meža elementa sortimentācija (*Ozoliņš, 2002*). Šī pieeja izmantota arī datorprogrammā „Meža eksperts” (*Dubrovskis, 2007*). Programmā iestrādāts algoritms, ka kopšanas cirtes rezultātā, H un D nemainās, bet tiek izmainīts palikušo koku skaits, tā, lai tas atbilstu izvēlētajam palikušās audzes šķērslaukumam.

Uz R. Ozoliņa izstrādātās metodes trūkumiem norādījusi I. Arhipova ar kolēģiem (*Arhipova et al. 2007*). Kā vienu no ierobežojumiem minēta normālā sadalījuma izkliedes S vērtības robežas, kuras pēc šī algoritma pat izmantojot visas 3 rekomendētās perturbācijas (*Ozoliņš, 2002*) nevar būt mazāka par 3.5 un lielāka par 15, bet skatoties S vērtību no reālajiem datiem tā ir robežās no 2 – 19. (*Arhipova et al. 2007*), tādēļ kvazinormālā sadalījuma vietā tiek piedāvāts izmantot šķībnormālo sadalījumu, kura asimetrijas rādītāju apraksta kā logaritmisko funkciju no D vidējā. Taču līdz šim šķībnormālā sadalījuma aprēķināšanas algoritms nav publicēts.

Koku skaita sadalījumu pa caurmēra pakāpēm atkarībā no meža elementa vidējā diametra (D) tabulējuši A. Kuļiešis, I. Kenstavičus, L. Arlauskas (*Нормативы для таксации леса Латвийской ССР. - Пуза, 1988. - с. 176:115-118*).

Citas alternatīvas ir koku sadalījumu pa caurmēra pakāpēm modelēt izmantojot 2 parametru vai 3 parametru Veibula (Weibull), beta, gamma, Džonsona (Johnson's  $S_B$ ) vai samazinošos sadalījumus (*van Laar, Akca, 1997*).

Veibula sadalījums (6.1.) atkarībā no formas parametra var mainīties no negatīva eksponenciālā, sadalījuma ar kreiso (pozitīvu) asimetriju līdz simetriskam sadalījumam vai sadalījumam ar labo (negatīvu) asimetriju.

$$f(x) = \frac{\beta}{\eta} \left( \frac{x-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} \exp \left( - \left( \frac{x-\gamma}{\eta} \right)^{\beta} \right), \text{ kur} \quad (6.1.)$$

$\eta$  = mēroga parametrs.

$\beta$  = formas parametrs

$\gamma$  = novietojuma parametrs.

Veibula sadalījuma kumulāta izsakāma ar sakarību

$$F(x) = 1 - \exp \left( - \left( \frac{x-\gamma}{\eta} \right)^{\beta} \right) \quad (6.2.)$$

Koku relatīvo īpatsvaru katrā caurmēra pakāpē aprēķina kā divu blakus esošu caurmēra pakāpju kumulātu starpību, proti, populācijas proporcija ar  $x > L$  un  $x < U$  aprēķina ar vienādojumu (6.3) (*Clutter et al., 1983*).

$$P(L < x < U) = \exp \left( - \left( \frac{L-\gamma}{\eta} \right)^{\beta} \right) - \exp \left( - \left( \frac{U-\gamma}{\eta} \right)^{\beta} \right) \quad (6.3.)$$

## 6.2. Materiāls un metodika

### 6.2.1 Papildus informācijas ieguve par koku sadalījumu pa caurmēra pakāpēm

Izvērtējot mūsu rīcībā esošo parauglaukumu datus, lai nodrošinātu iespējami dažādu apsaimniekošanas režīmu un vecumu audžu iekļaušanu modeļa izveidē 2010. gadā tika uzmērīti parauglaukumi papildus 70 objektos izmantojot 100-500m<sup>2</sup> apļveida laukumus ar nolūku iegūt vismaz 80 līdz 100 kokus objektā. Parauglaukumā koku augstumus (ar 0,1m precizitāti) uzmēra vismaz 10 I stāva valdošās koku sugas kokiem un pārējiem meža elementiem (par vienu meža elementu uzskata vienas sugas kokus, kas atrodas vienā mežaudzes stāvā) 1-5 kokiem. Ierīkoto objektu saraksts 6.1. tabulā un 6.2. tabulās.

## Matrica CP analizē izmantotie objekti

Suga	Bon	Vecums, gadi												Kopā		
		<20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-110	111-120	120<		nav A	
Priede	la	1	4	8	2	2		1								18
	I	20	6	14	1	1	2	2	3	2	3	1	2			57
	II	9	3	6	1	3	1	4	5	1	1		2			36
	III	9		5			1	1	1		2					19
	IV	1		1						1						3
	V												2			2
	nav Bon														100	100
	kopā	40	13	34	4	6	4	8	9	4	6	1	6	100	235	
Egle	la	1	4	7	2			1	1	1					17	
	I	4	5	9	3	1	1	2	3						28	
	II	6	4	1	1				2						14	
	III										1				1	
	IV						1			2			1		4	
	nav Bon													146	146	
	kopā	11	13	17	6	1	2	3	6	3	1	0	1	146	210	
Bērzs	la	18	9	7	4	5	1	2							46	
	I	5	7	3	2	3	1	1							22	
	II	2	1		1	1	1	1	1						8	
	III	1				1			1						3	
	IV								1						1	
	nav Bon													163	163	
	kopā	26	17	10	7	10	3	4	3	0	0	0	0	163	243	
Apse	la	4	3	5	3	2		1		2					20	
	I			1		1									2	
	II	1	1												2	
	III														0	
	nav Bon													9	9	
		kopā	5	4	6	3	3	0	1	0	2	0	0	0	9	33

6.2. tabula

## 2010. gadā ierīkoto objektu saraksts

Nr.p.k.	Objekts	MT	A	Bon	S10	I stāvs					Kopā			Uzmērītā platība m <sup>2</sup>	Uzmērīto koku N	
						D cm	H m	G m <sup>2</sup> *ha <sup>-1</sup>	N ha <sup>-1</sup>	V m <sup>3</sup> *ha <sup>-1</sup>	G m <sup>2</sup> *ha <sup>-1</sup>	N ha <sup>-1</sup>	V m <sup>3</sup> *ha <sup>-1</sup>		I stāvs	Kopā
1	207-340-1	Vr	96	0	A	35,3	32,7	45,1	460	707,5	56,7	984	813,7	2500	115	246
2	207-359-10	Vr	41	0	A	17,2	24,6	33,1	1420	408,8	36,7	2030	431,1	1000	142	203
3	207-365-4	Vr	34	0	A	16,8	21,6	27,7	1250	301,0	29,0	1450	310,9	1000	125	145
4	207-95-10	Vr	21	0	A	11,1	15,4	22,3	2300	178,8	22,7	2540	180,5	500	115	127
5	208-149-17	Vr	71	0	A	32,0	29,7	32,8	408	474,0	34,2	468	485,8	2500	102	117
6	208-150-9	Vr	50	0	A	28,0	29,4	46,6	767	668,5	50,8	1147	699,9	1500	115	172
7	208-244-1	Vrs	14	3	A	6,1	6,6	5,3	2340	21,4	5,3	2390	21,6	1000	234	239
8	211-174-4	Vr	17	0	A	14,2	13,7	14,1	900	98,0	15,9	1680	106,7	1500	135	252
9	211-346-23	Vr	56	1	A	22,5	24,1	32,6	827	381,2	44,1	1793	471,9	1500	124	269
10	212-127-6	Vrs	30	2	A	10,2	13,9	18,8	2020	138,6	19,2	2100	140,4	500	101	105
11	212-292-5	Vr	23	1	A	9,6	14,6	20,0	2660	151,8	25,0	5660	176,2	500	133	283
12	212-293-12	Vrs	31	0	A	16,4	19,7	15,0	720	148,1	18,9	1160	172,5	1500	108	174
13	301-148-3	Gr	50	0	A	23,0	28,3	35,7	860	499,7	41,2	1480	540,0	1500	129	222
14	301-189-7	Vr	31	1	A	10,5	17,0	30,1	3360	269,6	30,2	3400	270,5	500	168	170
15	303-166-14	Ap	32	0	A	14,6	19,9	22,1	1310	222,8	37,1	3370	324,2	1000	131	337
16	303-306-14	Gr	58	0	A	27,7	31,8	43,2	720	676,9	58,5	1947	800,7	1500	108	292
17	304-22-21	Vr	39	0	A	18,2	22,3	31,0	1170	347,2	33,5	1460	365,1	1000	117	146
18	305-127-13	Vr	55	0	A	26,6	31,3	37,8	680	575,1	43,5	1053	621,1	1500	102	158
19	305-194-9	Gr	15	0	A	9,5	11,9	13,9	1960	96,6	17,3	6040	109,5	500	98	302
20	305-195-17	Gr	26	0	A	14,2	20,4	24,2	1530	250,0	30,1	2640	292,8	1000	153	264
21	305-263-33	Vr	11	0	A	7,9	9,8	6,6	1620	33,8	6,7	1760	34,1	1000	162	176
22	305-51-10	Gr	95	0	A	43,3	34,7	27,2	195	450,3	39,1	511	570,5	7500	134	213
23	511-139-23	Gr	19	0	A	13,2	20,7	31,9	2280	338,1	34,9	3020	359,7	500	114	151
24	606-341-14	Gr	34	0	A	17,6	21,5	31,9	1310	347,1	32,9	1470	354,5	1000	131	147
25	Lilaste_181	Mr		0	P	17,1	16,5	29,9	1300	248,1	31,9	1860	259,8	1000	130	166
26	Ogre_197_5-1	Ks		1	E	13,8	13,4	21,2	1420	156,8	22,9	1955	166,2	2000	284	351
27	Ogre_197_5-2	Ks		1	E	14,9	14,0	22,9	1305	172,6	24,1	1655	179,7	2000	261	307
28	Ogre_198_3	Vr		1	E	21,1	21,7	42,5	1213	462,2	48,2	1947	505,0	1500	182	293
29	Ogre_198_4	Gr		0	B	12,8	18,1	22,6	1750	201,3	33,1	4220	271,7	1000	175	366
30	Ogre_198_9	Gr		0	M	12,9	16,7	23,0	1750	193,2	27,0	2570	217,0	1000	175	285
31	Slate_234_12	Gr		1	E	15,3	16,7	34,3	1865	304,5	37,0	2750	322,5	2000	373	478
32	Slate_234_17	Gr		0	E	16,6	18,0	36,9	1700	354,7	37,9	1950	361,2	1000	170	187
33	7204-609-13	Dms	76	1	P	26,7	23,9	30,2	545	334,0	37,2	1190	386,3	2000	109	225
34	7204-611-14	Dm	118	1	P	39,7	29,6	26,3	250	340,5	35,9	823	430,0	4000	100	308
35	7204-617-10	Dms	33	1	E	16,7	14,8	15,3	960	114,4	18,0	1850	128,4	1000	96	184
36	7204-617-11	Vr	38	0	E	18,9	18,5	31,7	1150	302,1	36,4	1870	334,5	1000	115	171
37	7308-233-15	As	41	1	B	19,2	20,9	18,5	570	178,6	21,4	795	198,3	2000	114	155
38	7308-234-18	As	27	0	P	18,5	16,2	38,5	1430	304,9	45,5	2530	351,0	1000	143	207
39	7308-234-20	As	27	0	P	20,2	19,2	39,4	1220	360,9	43,4	1720	385,4	1000	122	156
40	7308-235-18	As	52	2	B	20,9	20,9	24,4	605	235,3	32,0	1220	287,6	2000	121	224
41	7308-251-4	As	37	0	B	21,5	23,0	29,4	720	311,9	40,2	1650	387,4	2000	144	295
42	7308-252-1	As	32	0	P	22,2	17,0	25,4	660	207,1	25,9	695	210,4	2000	132	137
43	7308-252-7	As	40	1	B	20,4	19,0	20,9	605	182,9	22,3	710	191,0	2000	121	140
44	7308-253-14	Kp	37	1	B	21,9	20,3	21,8	575	207,3	22,9	650	214,9	2000	115	125
45	8102-309-4	Vr	47	1	E	20,1	19,5	31,8	1080	312,5	37,1	1730	350,6	1000	108	159
46	8102-310-11	Vr	61	2	B	19,9	22,4	22,1	570	248,4	26,6	945	280,4	2000	114	185
47	8102-310-8	Vr	46	1	E	20,3	18,3	23,4	745	212,3	30,3	1655	260,5	2000	149	295
48	8102-316-1	Vr	52	0	B	26,0	24,9	12,0	226	135,8	16,0	442	166,6	5000	113	221
49	8103-289-39	Dm	86	1	E	29,1	28,3	38,3	520	526,2	50,4	1084	658,2	2500	130	221
50	8103-293-23	Dm	81	1	E	30,4	24,9	21,4	297	249,9	25,8	590	287,1	3000	89	168
51	8103-294-11	As	56	0	B	24,3	26,7	28,6	505	353,2	37,3	1095	413,3	2000	101	215
52	8103-294-9	Dm	61	0	B	26,1	27,5	41,1	670	515,4	55,1	1705	631,4	2000	134	309
53	8204-124-4	Nd	106	3	P	24,5	21,9	26,0	600	264,0	29,4	1030	286,9	2000	120	189
54	8204-124-7	Mr	91	1	P	30,6	28,9	33,0	452	435,9	40,9	1044	507,0	2500	113	253
55	8204-208-1	Ln	44	0	P	24,9	23,2	30,6	635	329,9	36,5	1225	368,6	2000	127	229
56	8306-350-4	Ap	23	0	B	14,9	17,7	20,0	1090	166,0	21,9	1450	176,2	1000	109	140
57	8306-352-6	Dm	58	1	B	27,3	23,6	19,7	338	205,8	22,4	553	221,0	4000	135	211
58	8607-410-18	As	52	0	P	24,6	22,0	23,0	490	235,0	25,6	725	253,3	2000	98	127
59	8607-411-21	Dms	87	3	P	25,8	21,5	25,9	540	257,1	32,0	1043	303,1	3000	162	262
60	8607-427-13	Dms	31	0	E	16,3	16,4	26,8	1350	229,4	33,4	2500	272,5	1000	135	222
61	8607-428-11	Mr	28	1	P	15,6	11,2	13,6	705	80,1	14,0	785	82,2	2000	141	156
62	8607-429-8	Vrs	82	2	E	30,5	23,4	35,9	520	390,1	46,2	1327	464,8	3000	156	351
63	Olaine-118-23	Ks	48	0	E	27,3	22,5	30,8	525	333,0	31,9	620	342,4	2000	105	124
64	Olaine-126-12	Ks	33	0	E	18,1	17,1	26,8	1040	238,5	25,3	1060	221,1	1000	104	120
65	Olaine-126-4	Ks	29	0	E	17,0	15,4	19,9	880	161,8	30,7	1340	272,1	1500	132	146
66	Olaine-13-14	Ks	34	1	E	16,8	14,9	27,9	1260	217,2	28,0	1200	246,6	1000	126	227
67	Olaine-13-16	Ks	34	1	E	15,6	14,8	27,0	1410	208,8	16,8	840	135,6	1000	141	233
68	Olaine-18-24	Ks	50	1	E	18,7	18,2	31,8	1160	303,1	22,7	1100	183,0	1500	174	185
69	Olaine-18-39	Ks	47	2	E	18,6	16,8	25,2	933	216,3	21,9	980	177,1	1500	140	176
70	Tireji-232-10	Ks	42	0	E	21,6	19,8	28,1	767	282,7	20,5	973	165,2	1500	115	119
													<b>kopā:</b>	<b>120500</b>	<b>9549</b>	<b>14913</b>

## 6.2.2 Koku sadalījuma pa caurmēra pakāpēm aproksimācija

Vienādojumu koeficienti aprēķināti izmantojot datorprogrammu SPSS-14 for Windows izvēlni Non-linear regression. Koeficientu vērtību aprēķināšanai izmantots noklusētais *Levenberg-Marquardt* algoritms. Ja vienādojums nekonverģēja, tad tika izmantots *sequential quadratic programming* algoritms, koeficientiem definējot to vērtību ierobežojumus ņemot vērā iepriekšējo sekmīgi konverģējušo variantus. Testa variantā parametru aprēķināšanai izmantota datorprogrammas Statistica for Windows 9, kā arī Weibull++. Jānorāda, ka pēdējā programma ļauj aprēķināt 3 parametru Veibula sadalījumu parametrus izmantojot kā mazāko kvadrātu metodi tā arī MLE (maximum likelihood estimate) metodi, kas uzskatāma par piemērotāku parametru atrašanai.

Aprēķināta arī koku sadalījuma atbilstība statistiskie rādītāji (vidējais, standartnovirze, asimetrijas rādītājs un ekscesa rādītāji). Datu kopas (koku sadalījuma pa caurmēra pakāpēm) atbilstība normālajam un Veibula sadalījumam ar aprēķinātajiem parametriem novērtēta izmantojot Andersona-Darlinga testu.

3 parametru Veibula sadalījuma parametrus raksturojošie taksācijas rādītāji aprēķināti izmantojot SPSS 14 linear regression rīku. Multikolinearitāte novērtēta pārbaudot korelācijas matricu un pieņemot, ka multikolinearitātes nav, ja korelācijas koeficienti ir mazāki par 0,9, un dispersijas ietekmes faktors (Variance inflation factor VIF) ir mazāks par 10. Kļūdu neatkarība (autokorelācijas neesamība) novērtēta izmantojot Durbina-Vatsona (Durbin-Watson) testu un pieņemot, ka autokorelācija nepastāv, ja  $1 < DW < 3$  (Field, 2005).

## 6.3. Rezultāti

### 6.3.1. Paraugkopu atbilstība normālajam sadalījumam un 3 parametru normālajam sadalījumam.

No 721 meža elementa, par kuriem ir mums pieejama informācija, 660 ir zināms arī citi parametri, piem., koku augstums, koku iedalījums valdaudzē un starpaudzē. Aprēķinot koku sadalījumu pa 1 cm caurmēra pakāpēm, konstatēts, ka balstoties uz Andersona-Darlinga testu hipotēzi pa atbilstību normālajam sadalījumam ar 95% būtiskuma līmeni nevar noraidīt 50-80 procentos gadījumu, bet atbilstību Veibula sadalījumam – 69- 93% gadījumu (skat. 6.3. tabula). Acīmredzot pieņemums, ka koku sadalījumu var modelēt un iegūt apmierinošus rezultātus balstot uz 80 koku objektā (van Laar, Akca, 1997) šajā gadījumā nav atbilstošs.

6.3. tabula

Koku sadalījuma pa caurmēra pakāpēm atbilstība normālajam un 3 parametru Veibula sadalījumam

Suga	Atbilstība normālajam sadalījumam	Atbilstība 3 parametru Veibula sadalījumam	N
Priede	67,8	78,0	214
Egle	68,9	79,6	206
Bērzs	50,5	69,7	208
Apse	81,3	93,8	32
Visas sugas	63,3	76,7	660

### 6.3.2. Parametru aproksimācija

Katra meža elementa koku sadalījumam pa caurmēra pakāpēm audzē iegūtie 3 parametru Veibula funkcijas parametri (beta; eta; gamma) aproksimēti izmantojot lineārās regresijas analīzi programmā SPSS14. Vienādojumos kā faktoriālās pazīmes pārbaudītas meža elementa koku skaits  $\text{gab.ha}^{-1}$ , vidējais kvadrātiskais caurmērs ( $\text{cm}^2$ ), vidējā kvadrātiskā koka augstums (m), šķērslaukums ( $\text{m}^2\text{ha}^{-1}$ ), kā arī atbilstošo rādītāju transformētās vērtības ( $\ln(n)$ ,  $\ln(d)$ ,  $\ln(h)$ ,  $\ln(G)$ ).

Aprēķināto daudzfaktoru lineāro vienādojumu koeficienti un to raksturojošie rādītāji atspoguļoti 6.3. tabula.

Suga	Atkarīgais mainīgais	R	R <sup>2</sup>	Adj. R <sup>2</sup>	S.E.	df1	df2	Durbin-Watson
Priede	Eta	0,8269	0,6838	0,6780	2,7866	2	110	1,5778
	Beta	0,8468	0,7171	0,7140	0,1421	2	178	1,8824
	Gamma	0,7526	0,5665	0,5586	2,9397	2	110	1,2615
Egle	Gamma	0,7325	0,5366	0,5269	3,1935	2	95	1,1720
	Eta	0,5708	0,3258	0,3116	3,3036	2	95	1,0109
Bērzs	Beta	0,7370	0,5431	0,5376	0,3050	2	164	1,6835
	Gamma	0,8528	0,7272	0,7210	2,1422	2	87	0,9454
	Eta	0,8903	0,7926	0,7878	2,4286	2	87	1,2161
Apse	Beta	0,7828	0,6129	0,6086	0,2041	2	184	1,8705
	Gamma	0,8917	0,7952	0,7747	2,3345	2	20	1,8115
	Eta	0,9160	0,8390	0,8229	2,4713	2	20	1,6039
	Beta	0,7390	0,5462	0,5138	0,2147	2	28	1,9487

Lineāro vienādojumu parametri sadalījuma pa caurmēra pakāpēm aproksimācijai

Suga	Atkarīgais mainīgais	Neatkarīgais mainīgais	Nestandardizētais koeficients B	Standartklūda	Standartizētais koeficients (Beta)	t- vērtība	Būtiskums	Kolinearitātes statistika VIF
Priede	Gamma	(Konstante)	14,6792	6,3433		2,31	0,023	
		ln(h)	2,9601	0,9159	0,35	3,23	0,002	3,02
		ln(n)	-2,3673	0,5916	-0,44	-4,00	0,000	3,02
	Eta	(Konstante)	9,8156	6,9287		1,42	0,159	
		ln(n)	-1,6463	0,6414	-0,27	-2,57	0,012	3,95
		ln(d)	5,1792	0,9531	0,58	5,43	0,000	3,95
	Beta	(Konstante)	0,4096	0,0650		6,30	0,000	
		ln(h)	-0,5161	0,0381	-0,90	-13,54	0,000	2,78
		ln ETA	0,8154	0,0395	1,37	20,65	0,000	2,78
Egle	Gamma	(Konstante)	32,8519	8,0126		4,10	0,000	
		ln(h)	4,3229	1,3772	0,25	3,14	0,002	1,31
		ln(n)	-5,3477	0,7386	-0,58	-7,24	0,000	1,31
	Eta	(Konstante)	-48,3096	10,4592		-4,62	0,000	
		ln(n)	3,7898	0,9127	0,48	4,15	0,000	1,86
		ln(d)	11,3983	1,6889	0,78	6,75	0,000	1,86
	Beta	(Konstante)	0,1919	0,2777		0,69	0,490	
		ln(h)	-0,5603	0,1175	-0,32	-4,77	0,000	1,58
		ln ETA	0,8387	0,0629	0,88	13,34	0,000	1,58
Bērzs	Gamma	(Konstante)	14,2567	4,0665		3,51	0,001	
		ln(h)	2,6104	0,7215	0,32	3,62	0,000	2,48
		ln(n)	-2,1873	0,3316	-0,58	-6,60	0,000	2,48
	Eta	(Konstante)	11,0343	5,9225		1,86	0,066	
		ln(n)	-1,8460	0,5486	-0,38	-3,37	0,001	5,28
		ln(d)	4,2733	0,8967	0,53	4,77	0,000	5,28
	Beta	(Konstante)	1,7635	0,1455		12,12	0,000	
		ln(h)	-0,9450	0,0783	-1,13	-12,06	0,000	4,19
		ln ETA	0,7742	0,0471	1,54	16,42	0,000	4,19
Apse	Gamma	(Konstante)	2,6413	10,9354		0,24	0,812	
		ln(h)	8,0859	1,7413	0,62	4,64	0,000	1,72
		ln(n)	-2,6225	0,9653	-0,36	-2,72	0,013	1,72
	Eta	(Konstante)	22,5232	15,5574		1,45	0,163	
		ln(n)	-4,0909	1,4826	-0,47	-2,76	0,012	3,61
		ln(d)	5,8007	2,0536	0,48	2,82	0,010	3,61
	Beta	(Konstante)	0,4187	0,3902		1,07	0,292	
		ln(h)	-0,3141	0,1726	-0,33	-1,82	0,079	2,06
		ln ETA	0,5630	0,1095	0,94	5,14	0,000	2,06

### 6.3.3. Vienādojumu atbilstības pārbaude

Ievietojot aproksimētās beta, eta un gamma vērtības un aprēķinot katra meža elementa koku atbilstību 10%, 25% 50% 75%, 90% kumulātai, konstatēts, ka, lai arī atsevišķu parametru aproksimācija ir pietiekami augsta (skat. 6.3. tabula), tomēr ņemot vērā dizaina nevienmērīgumu un kļūdu uzkrāšanos tikai 34 gadījumos no 390 gadījumiem, visas procentiles iekļāvās +5, -5% robežās. Acīmredzot ir nepieciešama visu parametru vienlaicīga aprēķināšana. Atsevišķos gadījumos, it īpaši mazāku vidējo caurmēru gadījumā 1 cm caurmēra pakāpe radījā pārāk lielas kļūdas. Acīmredzot pagaidām ir jā saglabā R. Ozoliņa kvazinormālā sadalījuma funkcija, aprēķiniem.

## ***Secinājumi***

Konstatēts, ka hipotēzi par koku sadalījuma atbilstību normālajam sadalījumam nevar noraidīt 63 % gadījumā, bet hipotēzi par atbilstību 3 parametru Veibula sadalījumam – 77% gadījumā. Aprēķināti parametri, kas ļauj aprēķināt 3 parametra Veibula sadalījuma parametri, taču pagaidām tie nav pietiekami precīzi, lai varētu aizstāt pašreiz izstrādāto R. Ozoliņa „kvazinormālā” sadalījuma funkciju.



## **7. Infrasarkano attēlu izmantošanas iespēju izvērtējums MSI parauglaukumu datu ekstrapolēšanai (J.Zariņš, J.Donis)**

### **7.1. Problēmas pamatnostādnes**

Pētījuma projekta iepriekšējā periodā tika veikta meža statistiskās inventarizācijas (MSI) parauglaukumu koku mērījumu savietošanas testēšana ar LIDAR skenēšanas rezultātā iegūto atsevišķo koku telpiskajiem datiem un vienlaicīgi iegūto aerofoto attēlu informāciju. Izejas dati sagatavoti no MSI pamata koku mērījumu datu bāzes, kur koku novietojums no zināma parauglaukuma centra (izteikts LKS-92 koordinātēs) tiek veidots aprēķinot koordinātu nobīdi no šī centra pēc attāluma un azimuta vērtībām. Rezultāts – koku novietojuma (1,3m augstumā) telpiskie dati LKS-92 koordinātu sistēmā.

Pētījuma laika 2009.gadā tika konstatētas problēmas koka novietojuma pret LIDAR izteikto mērījumu (single tree) savietošanā, kā arī nebija iespējams identificēt atsevišķu koku mežaudzē. Kā viens no iemesliem secinātas parauglaukumu novietojuma centra koordinātu noteikšanas precizitātes problēmas, kas saistīts ar GPS autonomā mērījuma kvalitāti zem koku vainagiem. MSI parauglaukumu atrašana pēc esošās metodikas šādi nav apgrūtināta, jo centrs ar GPS tiek atrasts aptuveni, tālāk identificējot centru pēc dzelzs armatūras stieņa, naglām koku saknēs, kas tiek atrasti ar metāla detektoru.

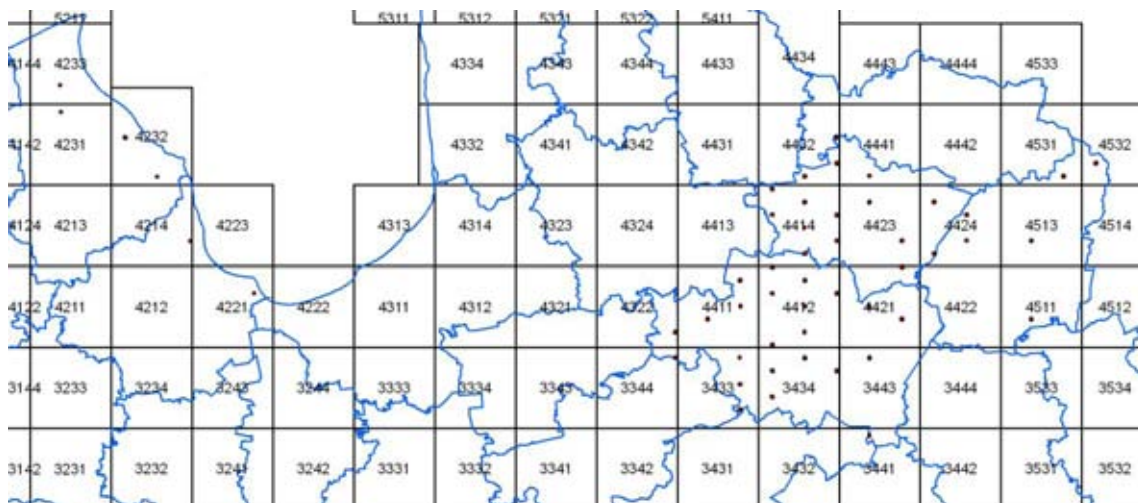
Kā ieteikums, lai pētītu citu attālās izpētes materiālu izmantošanas iespējas MSI parauglaukumu datu interpolācijā (meža kartes sagatavošanā pēc parauglaukumu sistēmas apmācības datiem), bija parauglaukumu centru iespējamā precizēšana veicot kvalitatīvāku uzmērījumu, nosakot patiesās centra koordinātes.

### **7.2. Materiāls un metodika**

#### **7.2.1. MSI parauglaukumu centru precizēšana**

Parauglaukumu centru precīzā uzmērīšana pie esošā parauglaukumu grupu tehniskā nodrošinājuma noteikta kā ilgstošu, vairāku mērījumu vidējās vērtības noteikšana, kas nepārtraukti notiek laikā, kad tiek veikti parauglaukumā esošo koku mērījumi. Reālā laika korekcija no LĢIA Latpos bāzes stacijām pagaidām nav pieejama, tāpēc minētā metodika pagaidām ir vienīgā iespējamā.

Parauglaukumu centru uzmērīšanai sagatavoti divi metodiskie norādījumi Trimble ProXT un Magellan Promark 3 GPS uztvērējiem. Parauglaukumu uzmērīšanas uzdevums tika dots piecām MSI lauku darba grupām. Dati par vismaz vienu parauglaukumu saņemti no četrām grupām. Atlikušajai piektajai un arī mērījumus veikušajām galvenās problēmas mērījumu neveikšanai bijušas GPS aparātu nolietojums (2004. gada tehnika), GPS signāla pieejamība precizitātes režīmā zem vainagu klāja. Mērījumi kopā veikti 150 parauglaukumos (7.1. att.).

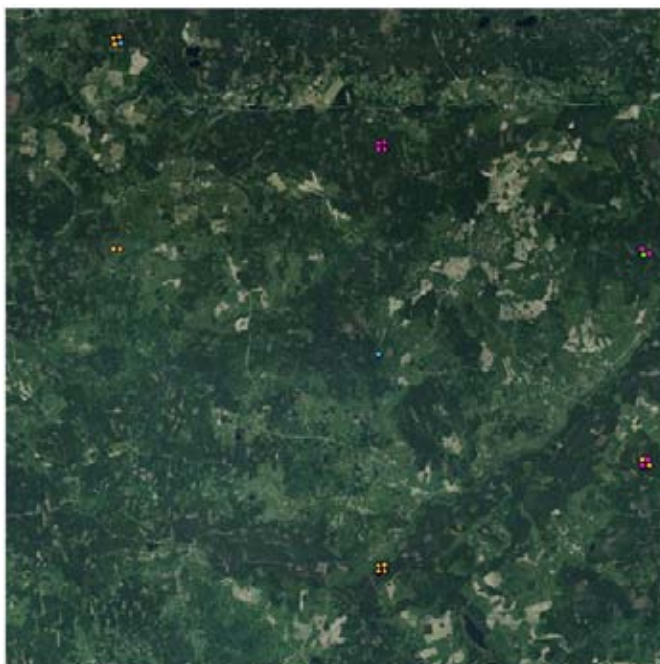


7.1. attēls. MSI parauglaukumu, kuros veikta centru precīzā uzmērīšana ģeogrāfiskais izvietojums.

### 7.2.2. LĢIA ortofoto, infrasarkanie ortofoto ar 0,5m izšķirtspēju

Latvijā pieejamo attālās izpētes materiālu apkopojums tika minēts projekta iepriekšējā perioda izpildes atskaitē. Attiecībā uz par visu Latvijas teritoriju pieejamajiem materiāliem, LĢIA ortofoto materiāli ir vienīgi pieejamie. Attēlu infrasarkanā josla izmantojama veģetācijas, biomasas daudzuma pētījumiem, kopā ar sarkano attēla joslu izmantojami veģetācijas indeksu NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), EVI (Enhanced Vegetation Index)([http:// earthobservatory. nasa. Gov / Features/ MeasuringVegetation/](http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/)) aprēķiniem.

Attēlu izmantošanas novērtēšanai izvēlēta TKS-93 1:50000 karšu lapa ar numuru 4414, kurā pieejami visvairāk (n-21) precizētie parauglaukumu punkti ( 7.2. att.). Vienas lapas izvēle pamatota ar apsvērumu par attēla analīzei nepieciešamajām dator tehnikas jaudām (1:50000 kompresēts attēls aizņem ~ 320 MB, nekompresēts ~ 7 GB).



7.2. attēls. Attēlu izmantošanas novērtēšanai izvēlēta TKS-93 1:50000 karšu lapa ar numuru 4414, kurā pieejami visvairāk ( $n=21$ ) precizētie parauglaukumu punkti.

No karšu lapā esošo parauglaukumu datu bāzes izdalīti 703 koku uzmērījumi un sagatavoti pēc iepriekšējā pētījumu perioda metodikas telpisko punktveida datu formātā. Pamatprincips datu sagatavošanai ir parauglaukuma centra koordinātām pievienot pēc azimuta un attāluma līdz kokam izteikto koordinātu nobīdi. Rezultāta koordinātu tabulu pievieno ĢIS programmā, kā punktveida objektus. Šoreiz kā atskaites parauglaukumu centra koordinātes lietotas no jauna uzmērīto (precizēto) parauglaukumu centru koordinātes.

Sagatavoto koku datu un attēlu savietošanai un salīdzināšanai, kā arī, lai kombinētu LĢIA ortofoto un infrasarkanā atsevišķu attēlu spektra joslas), izmantota ERDAS IMAGINE profesionālā attēlu apstrādes programma. Dažādu attēlu joslu kombinēšana, sagatavojot analizējamo attēlu, notiek virtuāli norādot kādu attēlu kādas joslas tiek parādītas vai tiek izmantotas klasifikācijas procesā. Reāla jaunu kombinētu attēlu sagatavošana netiek veikta.

Ortofoto satur redzamās gaismas sarkano, zaļo un zilo spektru, infrasarkanais attēls – papildus neredzamo tuvu infrasarkanā (NIR- near infra red) spektru (800 līdz 2500nm).

Kombinēto attēlu klasifikācijai izmantoti nevadītās klasifikācijas principi. Vadītā klasifikācija nav izmantota nelielā atbalsta (apmācību) parauglaukumu dēļ. Esošie parauglaukumi izmantoti klasifikācijas rezultātu kontrolei. Nevadītā klasifikācija (iso data) sāka ar neapstrādātu RGB un NIR kombinētā attēla klasifikāciju (izšķirtspēja 0,5m). Lai samazinātu attēla apstrādes laiku, no attēla sagatavota analīzei nepieciešamā meža teritorija ar ERDAS IMAGINE funkciju „mask”. Kā „mask” izejas attēla sagatavošanas atbalsta dati izmantots meža digitālās kartes nogabalu poligonu slānis.

Izvērtējot rezultātus izejas attēliem veikta izlīdzināšana (resample - cubic) sagatavojot 5m izšķirtspējas attēlu, kuram veikta atkārtota nevadītā klasifikācija.

## 7.3. Rezultāti

### 7.3.1. MSI parauglaukumu centru precizēšana

Pēc uzmērīšanas iegūta detalizēta koordinātu noteikšanas informācija, kas satur GPS signāla kvalitātes, mērīšanas laika, nobīdes no reālā parauglaukuma centra, fiksēto mērījumu uz vienu punktu skaitu un citi dati (piemērs 7.1.tabulā).

7.1.tabula

**Detalizēto koordinātu noteikšanas informācijas tabulas fragments**

Comment	GPS_Date	GPS_Time	Unfilt_Pos	GPS_Height	NEAR_DIST
2_punkts	2010.09.09	07:15:27am	606	90.701	2.14474095213
1_punkts	2010.09.09	08:33:27am	633	88.643	8.45865940428
4_punkts	2010.09.09	10:03:52am	200	89.366	1.18383359858
1_punkts	2010.09.09	12:15:02pm	369	125.633	2.95774471593
4_punkts	2010.09.09	01:01:22pm	269	127.811	0.52742259962
3_punkts	2010.09.09	01:46:32pm	730	126.527	13.34986223440
2_punkts	2010.09.09	03:06:22pm	210	121.248	1.00696761458
1_punkts	2010.09.10	07:42:12am	645	93.122	1.70119433124
4_punkts	2010.09.10	08:55:47am	1169	94.661	3.89135290181
3_punkts	2010.09.10	11:08:22am	703	97.369	0.60318607066
4_punkts	2010.09.10	01:45:47pm	565	108.897	2.12710903079
1_punkts	2010.09.10	03:03:27pm	465	102.687	2.36209021578
2_punkts	2010.09.10	03:55:27pm	297	102.711	2.10907866324

Mērījumu statistiskie radītāji:

PDOP (Position Dilution of Precision) – 3 līdz 20.

Mērījumu skaits vienā parauglaukumā – 20 līdz 1895. Vidējais mērījumu skaits – 401 un standartnovirze 306. Mērījumu skaits saistīts ar konkrētā brīža uztveršanas kvalitāti (iespējām). Pēc metodikas uztvērējs veic mērījumus ik sekundi (labos apstākļos) kamēr tiek veikti citi mērīšanas darbi parauglaukumā.

Mērīto punktu izkliede vienā mērījumu vietā – 0,3 līdz 10 m. Vidējā novirze 3,86m un standartnovirze – 2,31. Attiecībā pret nominālajiem parauglaukumu centriem no jauna uzmērīto punktu nobīde uzmērītajā paraugkopā ir no 0,08 m līdz 17,6 metriem. Vidēji - 3,4 m un standartnovirze - 2,7 m.

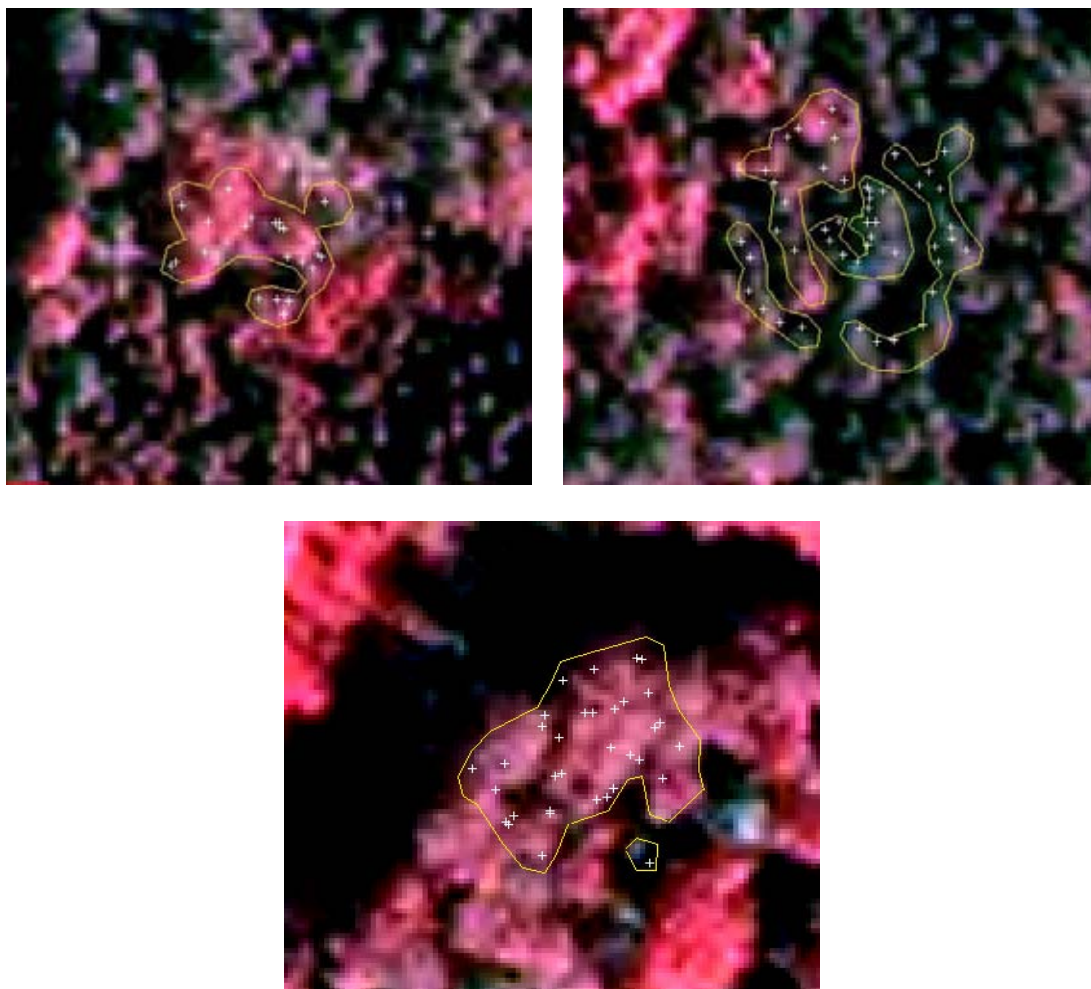
Rezultāti ļauj secināt, ka reālo centra koordinātu nobīdes ir pietiekami nelielas, lai no jauna uzmērīto koku novietojuma informāciju varētu izmantot augstas precizitātes attēlu dešifrēšanai. Lai veiktu attēlu analīzi pēc parauglaukuma valdošās sugas, izmantojami ir vidējas izšķirtspējas satelītu attēli ar attēla pikseli ne mazāku par 10m, kur minētās nobīdes nevar dot vērā ņemamas kļūdas.

### 7.2.3. LĢIA ortofoto, infrasarkanie ortofoto ar 0,5m izšķirtspēju

*MSI koku informācija un LĢIA attēli*

Savietojot koku mērījumus jau iespējama atsevišķu koku mērījumu identificēšana attēlos, tomēr koka vainaga centrs atšķiras no koka mērījuma 1,3m augstumā. MSI koku

mērījumi apskatītajos parauglaukumos labi identificē mikroaudzes, koku grupas, koku līnijas arī atsevišķus kokus (7.3.att.).



7.3.attēls. MSI parauglaukumu koku grupu un atsevišķu koku mērījumu identificēšana LĢIA attēlos.

Audzū robežas, kas identificējamas LĢIA attēlos sakrīt ar MSI koku mērījumu informāciju (7.4. att.).

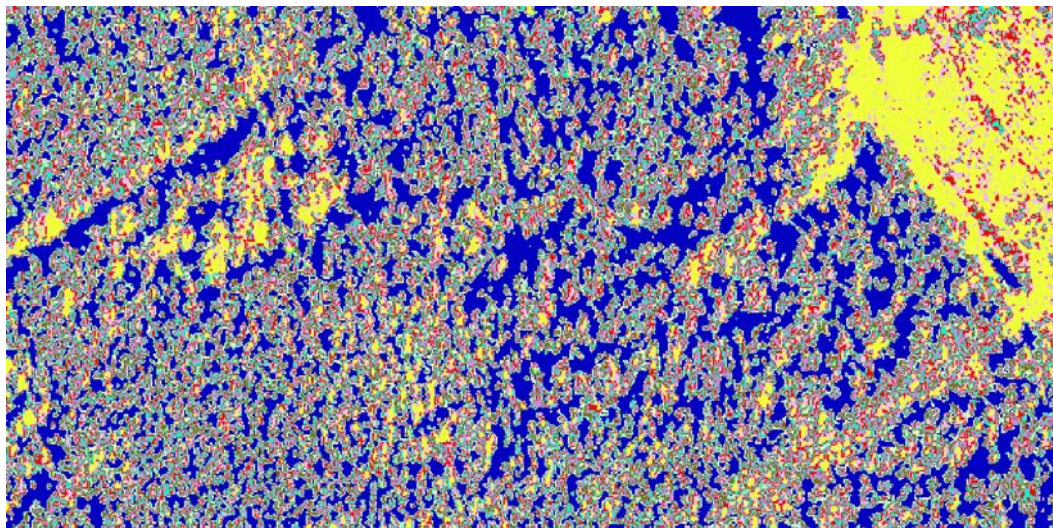


7.4.attēls. Audžu robežu identificēšana LĢIA attēlos.



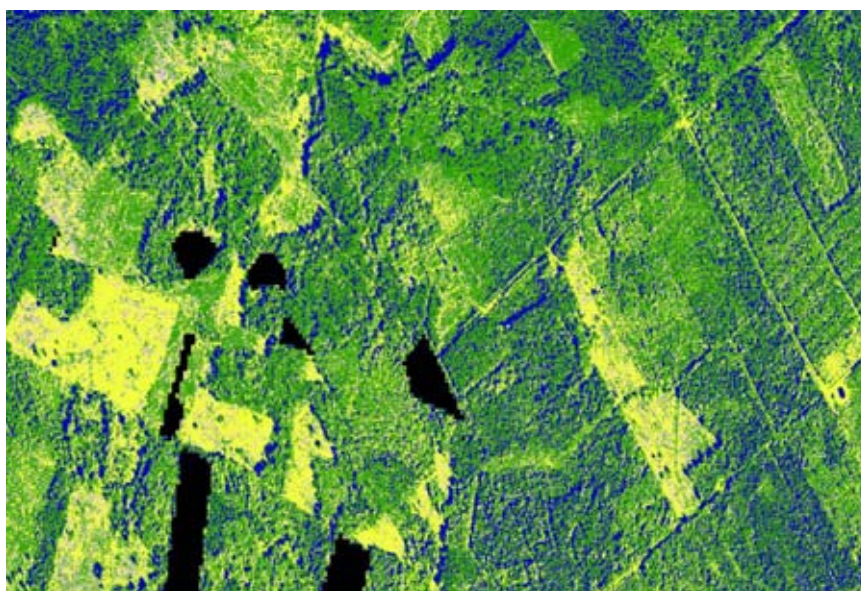
### *ISO klasifikācija ar neapstrādātiem LĢIA attēliem*

Pēc nevadītās klasifikācijas rezultātiem LĢIA oriģinālajos attēlos (0,5m izšķirtspēja) nav izšķiramas atsevišķas sugas, kas skaidrojams ar katra koka dažādu attēla pikseļu vērtībām saules vai ēnas pusēs (7.5 att.).



*7.5.attēls. Koku dažādu attēla pikseļu vērtības saules un ēnas pusēs LĢIA attēlos.*

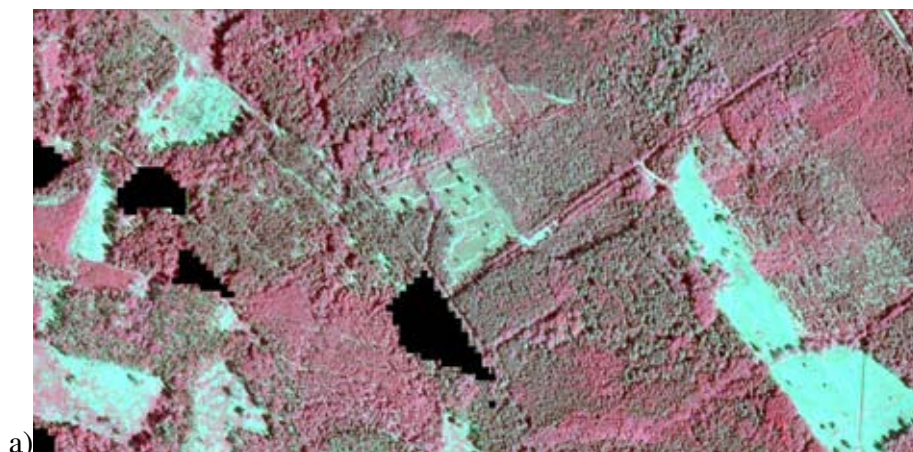
Tomēr klasifikācija pietiekama, lai izdalītu atvērtas teritorijas, meža klājumu un attēla ēnas (7.6.att.), kas izmantojams, piemēram, izcirstu (retinātu) teritoriju identificēšanai (meža, atvērtu teritoriju, noēnojuma savstarpējais īpatsvars).



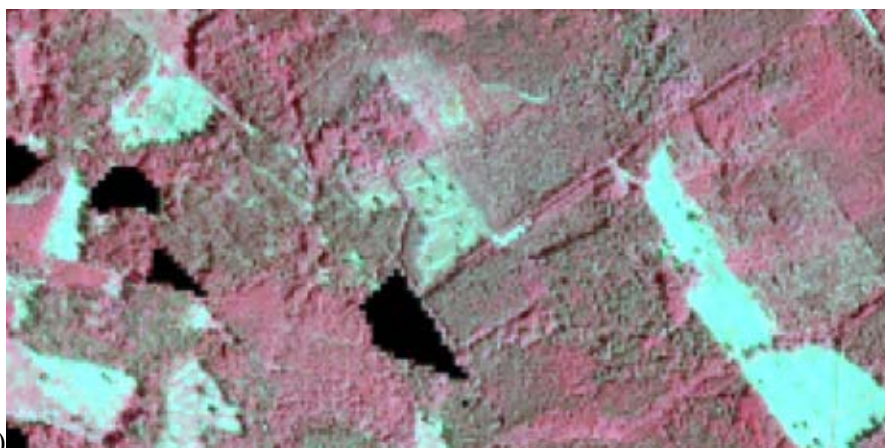
*7.6.attēls. Atvērto teritoriju, meža klājumu un attēla ēnu izdalīšana izcirstu (retinātu) teritoriju identificēšanai LĢIA attēlos.*

Izejas attēlus sagatavojot ar 5m izšķirtspēju, atsevišķu koku attēla pikseļu informācija tiek sapludināta veidojot mikroaudžu līmeņa attēla informāciju, saglabājot iepriekš izvēlēto spektra joslu sadalījumu.





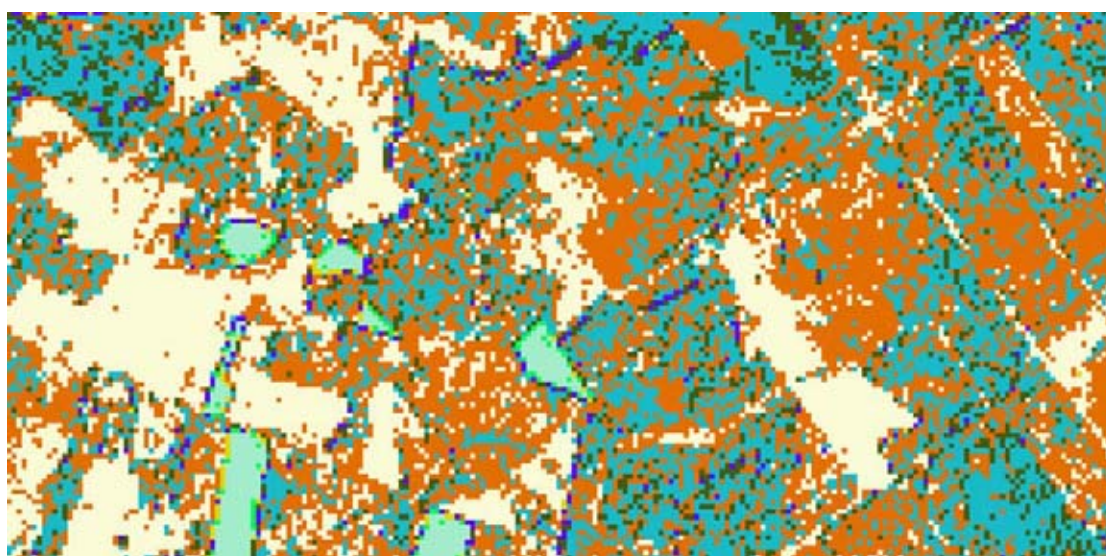
a)



b)

7.7.attēls. Ortofoto pirms (a) un pēc (b) pikseļu sapludināšanas.

Sapludinātā attēla klasifikācijas rezultāti jau ļauj iegūt mikroaudžu līmeņa informāciju. Audžu viendabīgumu (mazāk iekļautie atsevišķo pikseļi) *iso data* klasifikācijas procesā panāk nosakot minimālo klasificēšanas sliekšni. Tomēr to nenosakot tiek iegūta atstāto sēklu un ekoloģisko koku informācija izcirtumos.

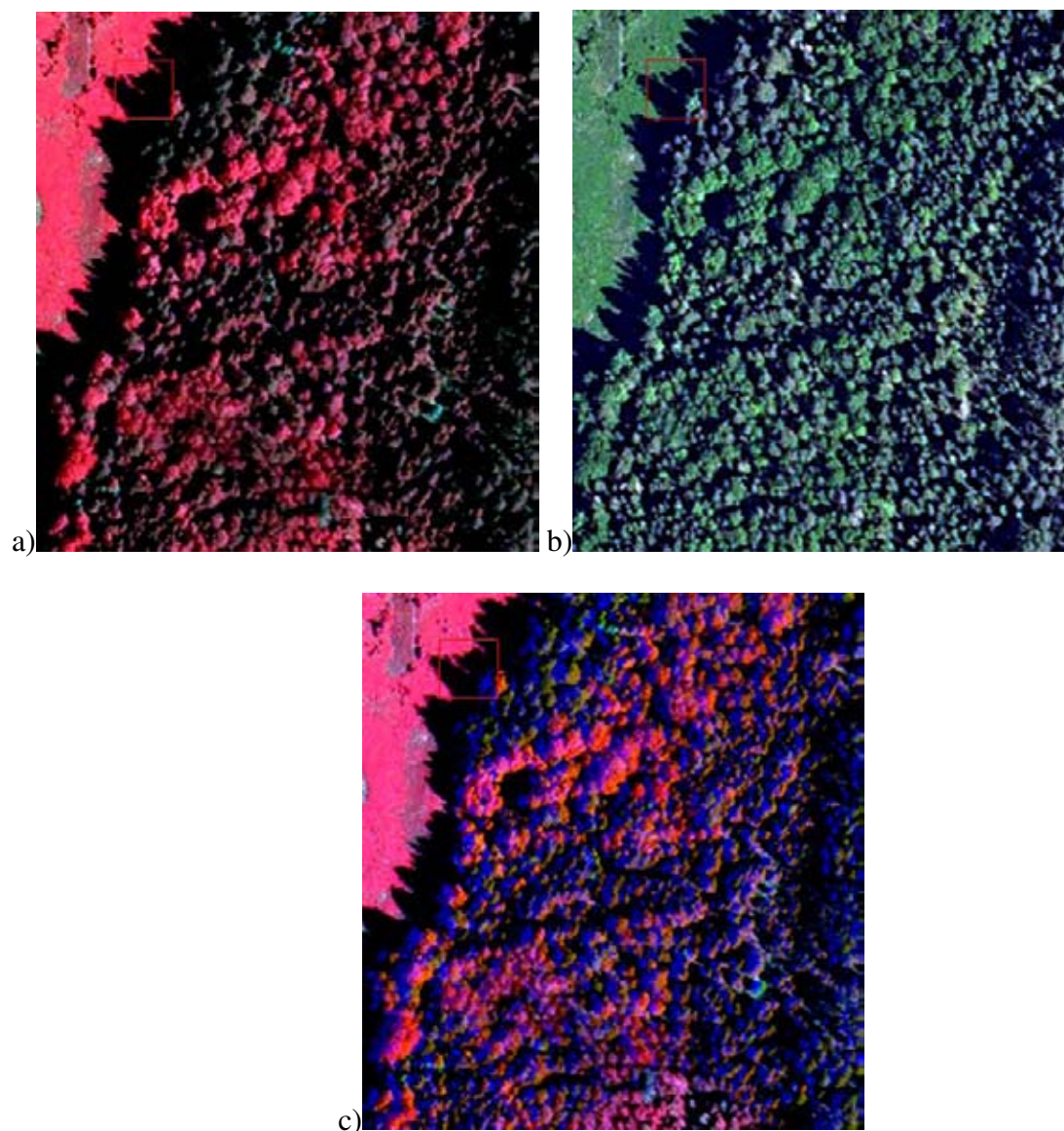


7.8.attēls. Sapludinātā attēla klasifikācijas rezultāti



### *Izejas datu kvalitātes problēmas*

Kombinējot ortofoto un infrasarkanos attēlus konstatētas spektra slāņu telpiskās nobīdes atsevišķos attēlu laukumos. Ja infrasarkanajā un standarta ortofoto attēlos (7.9.att.,(a);(b)) nobīdes nav konstatējamas, tad apvienojot, piemēram, sarkano, zaļo un infrasarkanā joslu (7.9.att.(c)), tas vizuāli redzams.



*7.9.attēls. Infrasarkanā (a) un standarta (b) ortofoto attēli, kuros spektra slāņu telpiskās nobīdes atsevišķos attēlu laukumos nobīdes nav novērojama un kombinētais(c) (apvienota sarkanā, zaļā un infrasarkanā josla), kurā spektra slāņu telpiskās nobīdes atsevišķos attēlu laukumos nobīde ir konstatējamas.*

Minētā problēma saistīta ar dažādo spektru dažādo atstarošanās leņķi. Pētījuma rīcībā esošie attēli ir sagatavoti LĢIA. Pēc aģentūras speciālistu atzinuma to rīcībā nav speciālās programmatūras, kas spēj koriģēt sarkanās joslas nobīdes.



## **Secinājumi**

1. Pēc parauglaukuma centru koordinātu precizēšanas, uzmērīto koku informācija izmantojama attēlu klasificēšanai.
2. LĢIA ortofoto attēlu izmantošana iespējama oriģinālajā formātā, iegūstot mežu un atvērta teritoriju informāciju.
3. Mikroaudžu, nogabalu līmeņa klasifikācijai nepieciešama ortofoto attēlu pikseļu sapludināšana vismaz 5m izšķirtspējas līmenī.
4. Korektai ortofoto un NIR attēlu izmantošanai LĢIA rīcībā nepieciešams sarkanā spektra korekcijas programmnodrošinājums.

## Nobeigums

Projekts „Latvijas Meža resursu ilgtspējīgas, ekonomiski pamatotas izmantošanas un prognozēšanas modeļu izstrāde” uzsākts 2008.g. septembrī un plānots kā ilglaicīgs pētījums. Citu valstu pieredze liecina, ka pietiekami precīza prognozēšanas modeļa izstrādei ir nepieciešami ilglaicīgie parauglūkumi vai kā minimums intervālu parauglūkumi, kuri uzmērīti ar pietiekami lielu (vismaz 5 gadu) intervālu. Kā viens no piemērotākajiem informācijas avotiem tiek uzskatīts Meža resursu monitoringa dati. Latvijā 2009.g. ir uzsākts otrais inventarizācijas cikls, t.i., šogad tiek pārmērīti 2005.g. parauglūkumi. Pašreiz datu elektroniskā formā ir ievadīti tikai daļa no parauglūkiem, bet jau tuvākajā nākotnē būs pieejama informācijai par vairākiem tūkstošiem divreiz uzmērītu parauglūkumu. Tomēr būtiski atgādināt, ka 2005. g. janvāra vētra nav tipisks dabisks traucējums (iepriekšējā šāda mēroga vētra Latvijā bija 1969.g.), tādēļ atmiruma modeļu izveidei faktiski pilnībā varēs izmantot tikai 2006.- 2008. g. mērīto parauglūkumu pārmērījumu datus, kuri tiks iegūti ne ātrāk kā 2011.gadā. Šādu mērījumu nepieciešamība ir objektīva. Tādēļ meža augšanas gaitas modeļu izstrāde nevar būt 1 vai 2 gadu pētījums. Pēc pasūtītāja iniciatīvas 2009. g. veikta augšanas gaitas modeļu izstrāde, balstot tos uz vienreizēji uzmērītu parauglūkumu datiem. Šie vienādojumi var tikt izmantoti kā labākie pieejami, bet darba izstrādes gaitā konstatēts, ka viena meža tipa ietvaros, virknē gadījumu jaunaudzū bonitātes ir augstākas nekā pieaugušo audžu bonitātes, kam varētu būt divi skaidrojumi, vai nu pašreiz izmantotā bonitāšu skala neatspoguļo reālo augšanas gaitu, vai nu tiešām ir vērojamas izmaiņas audžu augšanas gaitā, kas, iespējams, saistītas ar klimata izmaiņām. Gan Dr. silv. K. Liepiņa, gan Dr. hab. Silv. P. Zālīša veiktie pētījumi vēlreiz apliecina cik nozīmīgas koku augšanas gaitai ir intensīvas agrīnās kopšanas. Šī gada pētījuma rezultāti norāda, ka vispār pieņemtās sortimentācijas programmas pārvērtē iespējamo vidējas un augstas kvalitātes sortimentu iznākumu it īpaši egļu un bērzu audzēs. Koku sadalījumam pa caurmēra pakāpēm izstrādāti vienādojumi, kas balstīti uz 3 parametru Veibula sadalījumu, taču kas nav labāki par pašreiz lietoto kvazinormālo sadalījumu, tādēļ nepieciešams turpināt darbu šajā virzienā. Savukārt lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas izveide, kas ir šī projekta galvenais uzdevums, prototipa stadijā ir uzsākama, vienlaikus vai pēc tam, kad pasūtītājs ir definējis viņaprāt svarīgākos kritērijus un indikatorus, kuru vērtības būtu aprēķināmas modeļa ietvaros. Šajā gadā ievākts ievērojams informācijas apjoms, kura apstrāde ir turpmāko pētījuma periodu darba uzdevums.

## Literatūra

- Arhipova (2007) Meža apsaimniekošanas plānošanas procesa informācijas sistēmas objektu modeļa aprobācija. [http://www.zm.gov.lv/doc\\_upl/41.pdf](http://www.zm.gov.lv/doc_upl/41.pdf)
- Bisenieks (1997) Mežsaimniecisko pasākumu un meža struktūras prognozēšana. *Mežzinātne* (7(40), 3.-16. lpp.
- Dubrovskis D., (2007) Bilancspējīgas mežierīcības metodes teorētiskais pamatojums un ieviešanas modeļi. Zinātniskā darba kopsavilkums Dr. Silv. Zinātniskā grāda iegūšanai. Jelgava. LLU 55 lpp.
- Dubrovskis D., 2004. Meža inventarizācijas datu precizitāte, datu izmantošanas iespējas Latvijas meža resursu apsaimniekošanas stratēģijas plānošanā. MAF pārskats.
- Hasenauer (ed) 2006. Sustainable forest management. Growth models for Europe. Springer. 398p.
- Field, A. 2005. Discovering Statistics using SPSS. Sage Publications. 2nd edition. 779 pages.
- Kuliesis A. 1993. Lietuvos medinu prieaugio ir jo panaudojimo normatyvai. Lietuvos mišku institutas. Kaunas 383 l.
- Liepa, I. (1968) Jauna metode audzes masas tekošā pieauguma noteikšanai. Jaunākais mežsaimniecībā, X, Rīga., 59-66 lpp.
- Liepa, I. (1975) Latvijas PSR mežaudžu krājas tekošā pieauguma tabulas. Rīga, LatRZTIZPI, 9 lpp.
- Līpiņš, L. Stumbru racionāla sagarumošana. Rīga, Liesma, 1999, 76 lpp.
- LVS 80:1997. Kokmateriālu sortimenti mežizstrādē. Latvijas nacionālais standartizācijas un meteoroloģijas centrs, 1997, 43 lpp.
- LVS 81:1997. Koksnes vainas kokmateriālu sortimentiem mežizstrādē. Latvijas nacionālais standartizācijas un meteoroloģijas centrs, 1997, 23 lpp
- LVS 82:1997. Kokmateriālu uzmērīšanas un tilpuma noteikšanas noteikumi mežizstrādē. Latvijas nacionālais standartizācijas un meteoroloģijas centrs, 1997, 23 lpp
- Matuzānis J. (1983) Audžu augšanas gaitas un produktivitātes modeļi. Apskats, Rīga, LatZTIZPI, 1983. 32 lpp
- Matuzānis J. (1985) Audžu augšanas gaitas un produktivitātes modeļi. Jaunākais mežsaimniecībā. Rīga, Zinātne. 17-24 lpp
- Matuzānis J., (1984). Audžu taksācijas rādītāju aktualizācijas modeļi: Latvijas PSR Mežsaimniecības un Mežrūpniecības ministrijas nozares automatizētās vadības sistēmas apakšsistēmas „Meža resursu inventarizācija, kontrole un plānošana” normatīvi. Latvijas PSR MMM Latvijas mežierīcības uzņēmums. 56.-67.lpp.
- Matuzānis, J. (1975). Egļu audžu augšanas gaita. Apskats. Rīga, LRZTIPI, 1975, 64 lpp.
- Ozoliņš R., (1997) Priedes stumbru tilpuma tabulas. Valsts mežu dienests
- Ozoliņš R., 2002 Forest stand assortment structure analysis using mathematical modeling. – *Metsanduslikud uurimused XXXVII*, 33-42. ISSN 1406-9954
- Ozoliņš, R. (1981) Lietkoku stumbru sortimentu struktūras analīze. Apskats. Rīga, LatZTIZPI, 1981, 28 lpp.
- Ozoliņš, R. Lietkoku stumbru sortimentu struktūras analīze. Apskats. Rīga, LatZTIZPI, 1981, 28 lpp.
- Siliņš A. (sast.) 1984. Medības Latvijas PSR. Rīga: Avots, 327 lpp
- Ustin S. (Ed) 2004. Remote sensing for natural resource management and environmental monitoring. John Wiley & sons, Inc. 736p.
- van Laar, A., Akça A. (1997). Forest mensuration. Cuvillier Verlag. Göttingen. 418p.

Vanclay J.K., Skovsgaard, J.P., 1997. Evaluating forest growth models. *Ecological modeling* 98 (1997) 1-12.

Dyer, M.E., Bailey, R.L. (1987) A test of six methods for estimating true heights from stem analysis data. *Forest Science*, 33, pp. 3-13.

Karlsson, A., Albrektson, A., Sonesson, J. (1997) Site index and productivity of artificially regenerated *Betula pendula* and *Betula pubescens* stands on former farmland in southern and central Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 12, pp. 256 - 263.

Liepa, I. (1996) Pieauguma mēcība LLU, Jelgava, pp. 123.

Maike, P. (1953) Bērza kultūru augšanas gaita tīruma augsnēs. *Mežsaimniec. probl. instit. raksti*, 4, pp. 43-73.

Oikarinen, M. (1983) Growth and yield models for silver birch (*Betula pendula*) plantations in southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae*, 113, pp. 1-75.

Saceniņš, R., Gaross, V. (1961) Tīrumu augsnēs augošo egļu audžu ekonomiski izdevīgākais apsaimniekošanas veids, LZA Mežsaimniecības problēmu un koksnes ķīmijas institūts. pp. 54.

Sarma, P. (1949) Pētījumi par priežu un egļu audžu augšanas gaitu tīrumu augsnēs. *Latvijas PSR Zināņu Akadēmijas Vēstis*, 24, pp. 31-42.

Cameron A. D. (1996) *Managing Birch Woodlands for the production of Quality Timber*. *Forestry*, 69(4), pp. 357 – 371.

Evans J. (1984) Silviculture of Broadleaved Woodland. *Forest Commission Bulletin*, 62, pp. 12-210.

Maike P. (1952) Bērza kultūru augšanas gaita tīrumu augsnēs. Mežsaimniecības problēmu institūta raksti, IV, 42.-74.lpp.

Meijere A. (1995) Bērza audžu ražība un to telpiskā struktūra. *Meža nozares augstākās izglītības 75.gadu jubilejai veltītās zinātniski praktiskās konferences materiāli*. Jelgava: LLU, 75-79 lpp.

Niemistõ P. (1995) Influence of Initial Spacing and Row-to-Row Distance on the Growth and Yield of Silver Birch. *Scand. J. Of Forest Res.*, 10, pp.235-244.

Zālītis P. (1994) Ekoloģiskās likumsakarības un meža atjaunošanās Latvijā. *Meža dzīve*, 12(217), 12.-14. lpp.

Zālītis P., Zālītis T. (2002) Bērzu jaunaudžu kopšana. *Mežzinātne*, 12(45): 3.-16.lpp.

Zālītis P. (2006) Mežkopības priekšnosacījumi. Rīga, izdevniecība “et cetera”, 217 lpp.

Zerbe A. (1996) Birkennaturverjüngung. *Forstwirtschaft und wir*, S. 23-30.

Тауринь Я. К. (1969) Динамика прироста и теоретические основы рубок ухода в березовых древостоях Латвийской ССР. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Елгава, 28 с.

Цирулис Я.М. (1952) Распространение и хозяйственное значение березы в Латвийской ССР. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук, Рига, 15 с.

Анучин Н. П. Лесная таксация. М.: Лесн. пром-сть, 1977. - 512 с.

Анучин Н. П. Сортиментные и товарные таблицы. М.: Лесн. пром-сть, 1968. - 480 с.

Лиeпа, И.Я., Бутенас, Ю. К., Матузанис, Я. К. Таблицы текущего прироста древостоев прибалтики. Рига, ЛатНИИНТИ, 1980, 52 с.

Матузанис, Я.К. (1986) Нормативы для таксации леса Латвийской ССР, Рига. pp. 176.

Нормативы для таксации леса Латвийской ССР. Ред. Я.К. Матузанис. Рига, 1988 г.