

PĀRSKATS

PAR MEŽA ATTĪSTĪBAS FONDA PASŪTĪTO PĒTĪJUMU

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS:

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

LĪGUMA NR.: 050911/S82

IZPILDES LAIKS: 05.09.2011– 07.11.2011

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”

PROJEKTA VADĪTĀJS: _____
Jānis Donis

Salaspils, 2011

Satura rādītājs

KOPSAVILKUMS	4
IEVADS	6
1. VISPĀRĒJO AUGSTUMLĪKŅU APROKSIMĀCIJA.....	7
1.1. MATERIĀLS UN METODIKA	7
1.2. REZULTĀTI	9
1.2.1. <i>Audzēs vidējā kvadrātiskā koka augstuma aproksimācija</i>	<i>9</i>
1.2.2. <i>Atsevišķa koka augstuma aproksimācija.....</i>	<i>11</i>
SECINĀJUMI.....	28
2. KOKU KVALITĀTES NOVĒRTĒJUMS BALSTOTIES UZ 2009. UN 2010. GADA PAPILDUS MĒRĪJUMIEM MSI PARAUGLAUKUMOS	30
2.1. MATERIĀLS UN METODIKA	30
2.2. REZULTĀTI	31
2.2.1. <i>Atsevišķu koku kvalitātes novērtējums.....</i>	<i>31</i>
2.2.1. <i>Koku kvalitātes novērtējums audzēm.....</i>	<i>64</i>
2.2.3. <i>Koku kvalitātes vienādojumi audzēm.....</i>	<i>85</i>
SECINĀJUMI.....	90
3. ORTOFOTOATTĒLU (RGB) AR PAPILDUS NIR SLĀNI ATTĒLU IZMANTOŠANAS IESPĒJU IZVĒRTĒJUMS MSI PARAUGLAUKUMU DATU EKSTRAPOĻĒŠANAI.....	91
IEVADS	91
3.1. MATERIĀLS UN METODIKA	91
3.2. REZULTĀTI.....	94
SECINĀJUMI.....	98
4. VĒSTURISKĀ (1990.G.-2010.G.) PIEAUGUMA UN ATMIRUMA APRĒĶINU MODEĻA PILNVEIDOŠANA	99
4.1. TEORĒTISKĀS PAMATNOSTĀDNES PIEAUGUMA UN ATMIRUMA APRĒĶINĀŠANAI	99
4.2. DABISKAIS ZUDUMS ATKARĪBĀ NO KOKU AUGŠANAS APSTĀKĻIEM, VALDOŠĀS SUGAS UN MEŽAUDZES VECUMA	100
4.2.1. <i>Dabiskais zudums</i>	<i>100</i>
4.2.2. <i>Tekošā periodiskā diference</i>	<i>102</i>
4.2.3. <i>Tekošais pilnais periodiskais pieaugums</i>	<i>104</i>
4.2.4. <i>Tekošais faktiskais periodiskais pieaugums</i>	<i>106</i>
SECINĀJUMI.....	107
5. CITU VALSTU IZSTRĀDĀTO LĒMUMPIEŅEMŠANAS ATBALSTA SISTĒMU (MEŽA APSAIMNIEKOŠANAS OPTIMIZĀCIJAS STRATĒGIJU) IZMANTOŠANAS IESPĒJU IZVĒRTĒJUMS	108
5.1. LĒMUMPIEŅEMŠANAS PROCESS	108
5.2. MEŽA APSAIMNIEKOŠANAS LĒMUMA PIEŅEMŠANAS ATBALSTA SISTĒMAS	110
5.2.1. <i>Decision support system Wald und Klimawandel.....</i>	<i>110</i>
5.2.2. <i>EMDS.....</i>	<i>111</i>
5.2.3. <i>Heureka</i>	<i>113</i>
5.2.4. <i>MELA</i>	<i>115</i>
5.2.5. <i>EFISCEN.....</i>	<i>117</i>
5.3. MEŽA NOZARES LĒMUMPIEŅEMŠANAS ATBALSTA SISTĒMAS.....	118
5.3.1. <i>ToSIA.....</i>	<i>118</i>
SECINĀJUMI.....	120
6. LATVIJAS MEŽA NOZARES VAJADZĪBU (PROBLĒMSITUĀCIJU) IDENTIFICĒŠANA UN LĒMUMPIEŅEMŠANAS ATBALSTA SISTĒMAS (MEŽA APSAIMNIEKOŠANAS OPTIMIZĀCIJAS STRATĒGIJAS) MODEĻU IZVĒLE	121
6.1. LĪDZDALĪBAS PROCESI	121
6.2. INFORMĀCIJA PAR KRITĒRIJU UN INDIKATORU IZVĒLES UN IZVĒRTĒŠANAS PRINCIPIEM	125
6.2.1. <i>Ilgspējīgas meža apsaimniekošanas definējums.....</i>	<i>125</i>
6.2.2. <i>Meža apsaimniekošanas mērķu sasniegšanas kritēriji un indikatoru saraksts</i>	<i>126</i>
6.3. KOKSNES IZMANTOŠANAS TENDENCES UN PROGNOZES KOKSNES IZMANTOŠANĀ LATVIJĀ UN PRODUKCIJAS EKSPORTAM ĀRĒJOS TIRGOS	128

6.4. PRIEKŠLIKUMI MEŽA NOZARES NĀKOTNES ATTĪSTĪBAS TENDENCĒM ATBILSTOŠA KOKU CIRŠANAS APJOMA PROGNOZES PILNVEIDOŠANAI	139
6.5. IZVĒRTĒJAMIE ASPEKTI, PAMATPRINCIPI MAKSIMĀLI PIEĻAUJAMO CIRŠANAS APJOMU NOTEIKŠANAI VALSTS MEŽOS, KURI ŅEMTU VĒRĀ GAN EKONOMISKOS, GAN DABAS AIZSARDZĪBAS UN SOCIĀLOS ASPEKTUS.....	142
SECINĀJUMI	144
LITERATŪRA	145

Kopsavilkums

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

Projekta vadītājs J. Donis

Pārējie galvenie izpildītāji (J. Donis, Dr.silv. J. Jansons, Mgr. Biol. J.Zariņš, K. Klauss Mgr. silv. L. Zdors, G. Šņepsts).

MSI darba grupas.

Projekta ilgtermiņa (2008.-2013.g.) mērķis: izstrādāt **lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmu** Latvijas meža resursu ekonomiski pamatotas izmantošanas plānošanai stratēģiskā līmenī.

2011.g. definēti sekojoši darba uzdevumi:

1. Vispārējo augstumlīkņu aproksimācija;
2. Koku kvalitātes novērtējums balstoties uz 2009.g. un 2010.g. papildus mērījumiem MSI parauglaukumos;
3. Ortofotoattēlu (RGB) ar papildus NIR slāni attēlu izmantošanas iespēju izvērtējums MSI parauglaukumu datu ekstrapolēšanai;
4. Vēsturiskā (1990.g.- 2010.g.) pieauguma un atmiruma aprēķinu modeļa pilnveidošana;
5. Citu valstu izstrādāto lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmu (meža apsaimniekošanas optimizācijas stratēģiju) izmantošanas iespēju izvērtējums;
6. Latvijas meža nozares vajadzību (problēmsituāciju) identificēšana un lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas (meža apsaimniekošanas optimizācijas stratēģijas modeļa izvēle).

Galvenie rezultāti

1. Vispārējo augstumlīkņu aproksimācija;

Pārbaudē izmantoti priedes, egles un bērza 15306 koku augstumu mērījumi, kas iegūti 260 dažādos objektos un pārstāv 413 elementus ar vismaz 15 augstumu mērījumiem katram.

Pārbaudītas sekojošas augstumlīknes - vienādsānu hiperbolas (R. Ozoliņš, 2002), parabolas, logaritmiskā, *Chapman-Richards*, un *Kuliešis, Gaffrey, Sloboda, Hui-Gadow* vispārējās augstumlīknes. Secināts, ka vidējā kvadrātiskā augstuma noteikšanai vislabāk izmantot logaritmisko f-ju, bet vispārējo augstumlīkņu veidošanai Gaffrey funkciju, kurai šī projekta ietvaros aprēķināti koeficienti P,E,B.

2. Koku kvalitātes novērtējums balstoties uz 2009.g. un 2010.g. papildus mērījumiem MSI parauglaukumos;

Novērtējumam izmantoti 1345 MSI parauglaukumu dati (30206 koki). Konstatēts, ka priežu audzēs priedēm pirmo 6m nogrieznis vidējas kvalitātes zāģbaļķa kvalitātes prasībām pēc ārējām pazīmēm atbilst ap 68% koku, egļu parauglaukumos ap 65%, bet bērzu parauglaukumos tikai 48%, apsei 42% koku. Izstrādāti vienādojumi kvalitātes pazeminājuma īpatsvara aprēķināšanai atkarībā no koku sugas, H un D grupas, kā arī vienādojumu augstas kvalitātes sortimentu īpatsvara aprēķinam.

3. Ortofotoattēlu (RGB) ar papildus NIR slāni attēlu izmantošanas iespēju izvērtējums MSI parauglaukumu datu ekstrapolēšanai;

Veikta ortofoto attēlu tekstūras analīzes tehnoloģijas piemērotības izpēte, izmantojot 45 LĢIA ortofoto attēlus, kā atbalsta un programmas apmācības datus izmantojot meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu informāciju. Metodes pārbaudei izmantoti 112 MSI tīraudžu parauglaukumi, veicot vadīto un nevadīto klasifikāciju. Izveidota attēlu tekstūras bibliotēka. Konstatēts, ka LĢIA ortofoto attēli ir ar labiem rezultātiem izmantojami meža audžu teritoriju nodalīšanai kā programmas apmācības atbalstu izmantojot meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu datus (paraugkopas Kappa koeficients 0,83 valdošās sugas novērtējumam). Rezultātus būtu iespējams uzlabot, ja tie tiktu apvienoti ar LIDAR datiem.

4. Vēsturiskā (1990.g.- 2010.g.) pieauguma un atmiruma aprēķinu modeļa pilnveidošana;

Veikta meža statistiskās inventarizācijas datu atlase un metodikas aprobācija, tekošās periodiskās diferences, tekošā pilnā periodiskā pieauguma un tekoša faktiskā periodiskā pieauguma, kā arī dabisko zudumu aproksimācijai. Līdzšinējiem modeļiem iegūta informācija par dabiskajiem zudumiem, kas vidēji laika periodā no 2005.-2010.gadam ir bijuši $1,9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ gadā. Tomēr šis skaitlis vērtējams piesardzīgi, jo to ietekmējusi 2005.g. vētra.

5. Citu valstu izstrādāto lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmu (meža apsaimniekošanas optimizācijas stratēģiju) izmantošanas iespēju izvērtējums;

Apkopota informācija par citās valstīs izmantotām lēmumu pieņemšanas atbalsta sistēmām –DSS Wald und Klimawandel, EMDS, Heureka, Mela, EFISCEN, kā arī ToSIA, kas izmantojamas nacionālā līmeņa lēmumu pieņemšanai. Konstatēts, ka ir gan tādas LPAS, kuras ir izmantojamas tikai meža apsaimniekošanas plānošanā, gan tādas LPAS ir gan tādas, kas ir tikai meža apsaimniekošanai, gan tādas, kas meža-koksnes plūsmas modelēšanai. Meža apsaimniekošanas LPAS ir būvētas pēc atšķirīgiem principiem, mērķiem. Meža apsaimniekošanas LPAS ir pielāgotas nacionāliem apstākļiem. Tieši pārņemama nav neviena no apskatītajām LPAS, taču iespējama sadarbība ar piem., ToSIA izstrādātājiem.

6. Latvijas meža nozares vajadzību (problēmsituāciju) identificēšana un lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas (meža apsaimniekošanas optimizācijas stratēģijas modeļa izvēle).

Sagatavots apskats par līdzdalības procesu iespējām meža apsaimniekošanas plānošanā. Plānošanas procesā būtu iekļaujama visas nozīmīgākās interešu grupas, kuras ir pārstāvētas Meža konsultatīvajā padomē. Atkārtoti būtu jāizvērtē Viseiropas kritēriju un indikatoru piemērotību plānošanas procesā. Sagatavots pārskats par koksnes izmantošanas tendencēm un prognozēs koksnes izmantošanai Latvijā un produktu eksportam ārējos tirgos. Darba gaitā radies viedoklis, ka, lai nodrošinātu dažādu ekonomisko, sociālo un ekoloģisko aspektu ievērtēšanu prognozēšanas modelī, tam būtu jānodrošina iespēju izvērtēt ietekmi uz ilgtspējību arī reģionālā līmenī. Darba grupas priekšlikums bez mežsaimniecības, izvērtēt iespējas iekļaut arī citas tautsaimniecības nozares šādā plānošanas rīkā.

Ievads

Nemot vērā meža resursu nozīmību Latvijas tautsaimniecībā, mežsaimnieciskās darbības cikla ilgumu, kā arī meža lomu 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 cirms pēc vecuma, cirms 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., šķērslaukuma 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. Projekta izpildes laiks 2008.-2013.g.** 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.

2011.g. definēti sekojoši darba uzdevumi:

1. Vispārējo augstumlīkņu aproksimācija;
2. Koku kvalitātes novērtējums balstoties uz 2009.g. un 2010.g. papildus mērījumiem MSI parauglaukumos;
3. Ortofotoattēlu (RGB) ar papildus NIR slāni attēlu izmantošanas iespēju izvērtējums MSI parauglaukumu datu ekstrapolēšanai;
4. Vēsturiskā (1990.g.- 2010.g.) pieauguma un atmiruma aprēķinu modeļa pilnveidošana;
5. Citu valstu izstrādāto lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmu (meža apsaimniekošanas optimizācijas stratēģiju) izmantošanas iespēju izvērtējums;
6. Latvijas meža nozares vajadzību (problēmsituāciju) identificēšana un lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas (meža apsaimniekošanas optimizācijas stratēģijas modeļa izvēle).

1. Vispārējo augstumliķņu aproksimācija

1.1. Materiāls un metodika

Augstumliķņu izvērtēšanai izmantoti dati par 413 meža elementiem no 260 objektiem (par atsevišķiem meža elementiem tiek uzskatīti arī viena objekta atkārtoti pārmērītie dati):

- priedes – 203;
- egles – 103;
- bērzi – 107.

Analīzē kā patieso paraugkopas (meža elementa) vidējo kvadrātisko koku augstumu pieņem aritmētiski vidējo augstumu kokiem, kuru caurmērs no vidējā kvadrātiskā caurmēra neatšķiras vairāk kā par 4 cm.

Izvērtēti sekojoši augstumliķņu vienādojumi:

Ozoliņa (Ozoliņš, 2002) vienādojums

$$H_i = 1.3 + \frac{D_i}{k_1 D_i + c_1} \quad (1)$$

H_i – koka augstums, m;

D_i – koka caurmērs, cm;

k_1 un c_1 – koeficienti.

Parabolas vienādojums

$$H_i = 1.3 + aD_i + bD_i^2 \quad (2)$$

H_i – koka augstums, m;

D_i – koka caurmērs, cm;

a un b – koeficienti.

Logaritma vienādojums

$$H_i = a + b \ln D_i \quad (3)$$

H_i – koka augstums, m;

D_i – koka caurmērs, cm;

a un b – koeficienti.

Chapman-Richards (von Gadow, Hui, 1999) vienādojums

$$H_i = 1.3 + a(1 - e^{-bD_i})^c \quad (4)$$

H_i – koka augstums, m;

D_i – koka caurmērs, cm;

a , b un c – koeficienti.

Kuliešis (Kuliešis, 1993) vienādojums

$$R_H = 1 - (a_0 + a_1 D_i + a_2 D_i^2) + \frac{b_0 + b_1 D_i + b_2 D_i^2}{\frac{D_i}{D_g} + d} + \frac{c_0 + c_1 D_i + c_2 D_i^2}{\left(\frac{D_i}{D_g} + d\right)^2} \quad (5)$$

R_H – relatīvais koka augstums ($R_H = H_i / H_g$);

H_i – koka augstums, m;

D_i – koka caurmērs, cm;

H_g – audzes vidējā kvadrātiskā koka augstums, m;

D_g – audzes vidējā kvadrātiskā koka caurmērs, cm;

a_0 , a_1 , a_2 , b_0 , b_1 , b_2 , c_0 , c_1 , c_2 un d – koeficienti.

Gaffrey (van Laar, Akça 1997) vienādojums

$$H_i = 1.3 + (H_g - 1.3) e^{\left[a_1 \left(1 - \frac{D_g}{D_i} \right) + a_2 \left(\frac{1}{D_g} - \frac{1}{D_i} \right) \right]} \quad (6)$$

H_i – koka augstums, m;

D_i – koka caurmērs, cm;

H_g – audzes vidējā kvadrātiskā koka augstums, m;

D_g – audzes vidējā kvadrātiskā koka caurmērs, cm;

a_1 un a_2 – koeficienti.

Sloboda (van Laar, Akça, 1997) vienādojums

$$H_i = 1.3 + (H_g - 1.3)e^{b_0\left(1 - \frac{D_i}{D_g}\right)} e^{b_1\left(\frac{D_i}{D_g} - 1\right)} \quad (7)$$

H_i – koka augstums, m;

D_i – koka caurmērs, cm;

H_g – audzes vidējā kvadrātiskā koka augstums, m;

D_g – audzes vidējā kvadrātiskā koka caurmērs, cm;

b_0 un b_1 – koeficienti.

Hui-Gadow (von Gadow, Hui, 1999) vienādojums

$$H_i = 1.3 + a_1 H_g^{b_1} D_i^{a_2} H_g^{b_2} \quad (8)$$

H_i – koka augstums, m;

D_i – koka caurmērs, cm;

H_g – audzes vidējā kvadrātiskā koka augstums, m;

a_1, a_2, b_1 un b_2 – koeficienti.

Vienādojumu parametri aprēķināti izmantojot datorprogrammu Statistica for Windows vers.10., izmantojot rīku non-linear analysis, izmantojot OLS un *Levenberg-Marquardt* algoritmu. Parametru sākotnējās vērtības pieņemtas, balstoties uz literatūras datiem vai citu pētījumu rezultātiem.

Vienādojumu atbilstības izvērtēšanai izmantoti sekojoši statistiskie rādītāji:

Vidējā novirze (MRES)

$$MRES = \frac{\sum(h_i - \hat{h}_i)^2}{n} \quad (9)$$

h_i – uzmērītais koku augstums, m;

\hat{h}_i – aprēķinātais koku augstums, m;

n – koku skaits.

Vidējā absolūtā novirze (AMRES)

$$AMRES = \frac{\sum|h_i - \hat{h}_i|}{n} \quad (10)$$

h_i – uzmērītais koku augstums, m;

\hat{h}_i – aprēķinātais koku augstums, m;

n – koku skaits.

Standartklūda (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(h_i - \hat{h}_i)^2}{n-1-p}} \quad (11)$$

h_i – uzmērītais koku augstums, m;

\hat{h}_i – aprēķinātais koku augstums, m;

n – koku skaits;

p – vienādojuma parametru skaits.

Vidējā kvadrātiskā klūda (MSE)

$$MSE = \frac{\sum(h_i - \hat{h}_i)^2}{n-p} \quad (12)$$

h_i – uzmērītais koku augstums, m;

\hat{h}_i – aprēķinātais koku augstums, m;

n – koku skaits;

p – vienādojuma parametru skaits.

Modeļa efektivitātes indekss (MEF)

$$MEF = \frac{\sum(h_i - \hat{h}_i)^2}{\sum(h_i - H)^2} \quad (13)$$

h_i – uzmērītais koku augstums, m;

\hat{h}_i – aprēķinātais koku augstums, m;

H – aritmētiski vidējais koku uzmērītais augstums, m;

n – koku skaits.

Dispersijas attiecība (VR)

$$VR = \frac{\sum(\hat{h}_i - \hat{H})^2}{\sum(h_i - H)^2} \quad (14)$$

h_i – uzmērītais koku augstums, m;

\hat{h}_i – aprēķinātais koku augstums, m;

H – aritmētiski vidējais uzmērītais koku augstums, m;

\hat{H} – aritmētiski vidējais aprēķinātais koku augstums, m;

n – koku skaits.

$$\text{Determinācijas indekss } (R^2) \quad R^2 = 1 - \frac{\sum(h_i - \hat{h}_i)^2}{\sum(h_i - H)^2} \quad (15)$$

h_i – uzmērītais koku augstums, m ;

\hat{h}_i – aprēķinātais koku augstums, m ;

H – aritmētiski vidējais uzmērītais koku augstums, m ;

n – koku skaits.

$$\text{Koriģētais determinācijas indekss } (R^2_{adj}) \quad R^2_{adj} = 1 - (1 - R^2) \left(\frac{n-1}{n-p} \right) \quad (16)$$

R^2 – determinācijas indekss;

n – koku skaits;

p – vienādojuma parametru skaits.

1.2. Rezultāti

1.2.1. Audzes vidējā kvadrātiskā koka augstuma aproksimācija

Vidējā kvadrātiskā koka augstuma aprēķināšanai izvērtē četrus vienādojumus:

- Ozoliņa (2002) augstumlīknes vienādojumu (1. formula);
- parabolas vienādojumu (2. formula);
- logaritma vienādojumu (3. formula);
- *Chapman–Richards* vienādojumu (4. formula).

Analīzē izmantoti dati par 413 parauglaukumiem, izņemot Ričardsa-Čapmana vienādojumam, kur izmantoti 283 parauglaukumi, jo pārējiem parauglaukumiem koeficientu vērtības datu kopai pie sākotnējo parametru vērtībām nekonverģēja.

Ozolina (2002) augstumlīknes vienādojums

Pēc Ozoliņa (2002) augstumlīknes aprēķinātais augstums no uzmērītā augstuma neatšķiras vairāk kā par 2 standartnovirzēm ($s=0,6m$) 95,9% no parauglaukumiem. Praktiski vienādi (atšķirība mazāka par 0,1m) aprēķinātie un uzmērītie augstumi konstatēti 12,1% no parauglaukumiem, bet starpība mazāka par pusmetru ir 78,5%. Tomēr aprēķinātie augstumi ir sistemātiski mazāki nekā uzmērītie, jo 55,0% no parauglaukumiem aprēķinātās vērtības ir mazākas par uzmērītajām (1.1. tabula) un aritmētiski vidējā starpība starp uzmērīto un aprēķināto augstumu ir +0,1 (min -4,2m; maks 5,0m). Augstuma starpības starp uzmērīto un aprēķināto vidējo kvadrātisko augstumu 96,9% ir mazākas par 10% no uzmērītā vidējā kvadrātiskā koka augstuma. Starp uzmērīto un aprēķināto augstumu konstatēta cieša lineāra korelācija ($R=+0.997$) (1.1. attēls).

Parabolas vienādojums

Pēc parabolas vienādojuma aprēķinātie augstumi no uzmērītajiem mazāk par divām standartnovirzēm ($s=0,4$) atšķiras 92,7% no parauglaukumiem. Aprēķinātais augstums vienāds ar uzmērīto augstumu ir tikai 7,0% no parauglaukumiem, bet starpības mazākas par 0,5 m ir 71,7%. Aprēķinātie augstumi ir sistemātiski lielāki nekā uzmērītie, jo 77,5% no parauglaukumiem aprēķinātās vērtības ir lielākas par uzmērītajām un aritmētiski vidējā starpība starp uzmērīto un aprēķināto augstumu ir -0,3 m (min -2,4 m; maks 4,0 m). Augstuma starpības starp uzmērīto un aprēķināto vidējo kvadrātisko augstumu 99,0% ir mazākas par 10% no uzmērītā vidējā kvadrātiskā koka augstuma. Starp uzmērīto un aprēķināto augstumu konstatēta cieša lineāra korelācija ($R=+0.998$).

Logaritma vienādojums

Pēc logaritma vienādojuma aprēķinātie augstumi no uzmērītajiem mazāk par divām standartnovirzēm ($s=0,4$) atšķiras 94,9% no parauglaukumiem. Aprēķinātais augstums vienāds ar uzmērīto augstumu ir tikai 12,1% no parauglaukumiem, bet starpības mazākas par 0,5 m ir 78,5%. Aprēķinātajiem augstumiem nav sistemātiskas novirzes no uzmērītajiem, jo 42,6% no parauglaukumiem aprēķinātās vērtības ir mazākas par uzmērītajām, bet 45,3% - lielākas. Aritmētiski vidējā starpība starp uzmērīto un aprēķināto augstumu ir +0,0 m (min -2,0 m; maks +4,0 m). Augstuma starpības starp uzmērīto un aprēķināto vidējo kvadrātisko augstumu visos parauglaukumos ir mazākas par 10% no

uzmērītā vidējā kvadrātiskā koka augstuma. Starp uzmērīto un aprēķināto augstumu konstatēta cieša lineāra korelācija ($R=+0.998$).

Chapman–Richards vienādojums

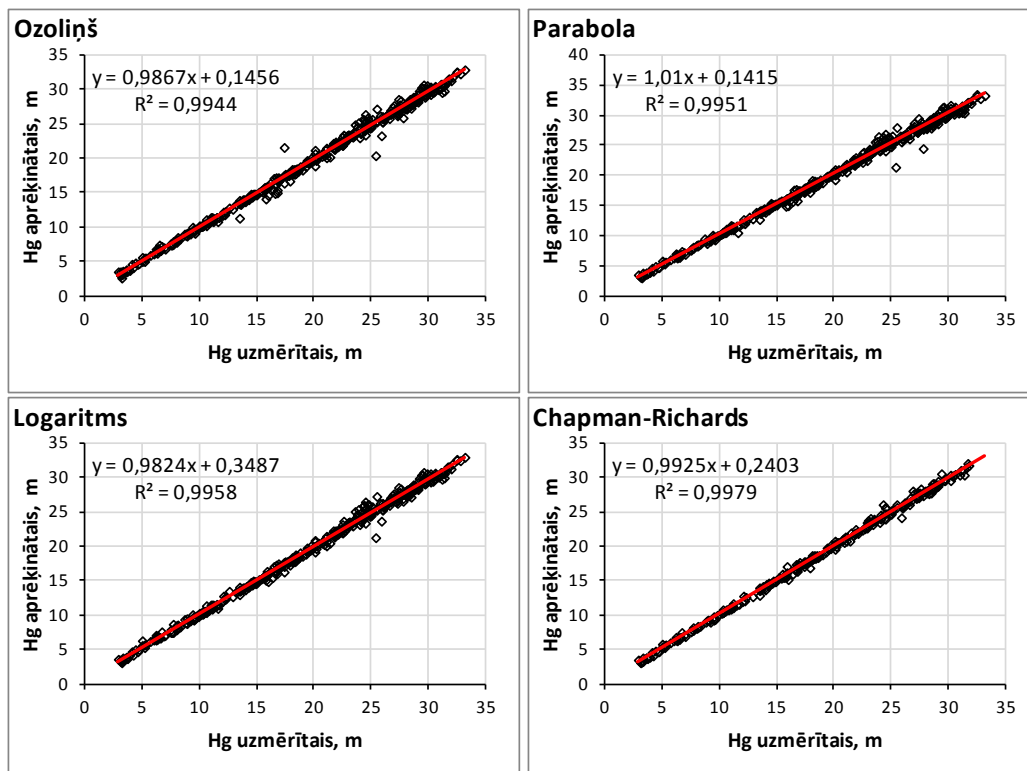
Pēc *Chapman–Richards* vienādojuma aprēķinātie augstumi no uzmērītajiem mazāk par divām standartnovirzēm ($s=0,2$) atšķiras 94,7% no parauglaukumiem. Aprēķinātais augstums vienāds ar uzmērīto augstumu ir 16,3% no parauglaukumiem, bet starpības mazākas par 0,5 m ir 88,3%. Aprēķinātie augstumi ir sistemātiski lielāki nekā uzmērītie, jo 57,2% no parauglaukumiem aprēķinātās vērtības ir lielākas par uzmērītajām un aritmētiski vidējā starpība starp uzmērīto un aprēķināto augstumu ir -0,1 m (min -1,8 m; maks +1,9 m). Augstuma starpības starp uzmērīto un aprēķināto vidējo kvadrātisko augstumu visos parauglaukumos ir mazākas par 10% no uzmērītā vidējā kvadrātiskā koka augstuma. Starp uzmērīto un aprēķināto augstumu konstatēta cieša lineāra korelācija ($R=+0.999$).

1.1. tabula

Parauglaukumu skaits atkarībā no uzmērītā un aprēķinātā vidējā kvadrātiskā caurmēra koka augstuma starpības

Augstumu starpība (Huzm-Hapr)	Ozoliņa (2002) f-ja		Parabolas f-ja		Logaritma f-ja		Chapman-Richards f-ja	
	N	%	N	%	N	%	N	%
0	50	12,1	29	7,0	50	12,1	46	16,3
>0	227	55,0	64	15,5	176	42,6	75	26,5
<0	136	32,9	320	77,5	187	45,3	162	57,2
≤+/-0,5	324	78,5	296	71,7	324	78,5	250	88,3
≤+/-1,0	385	93,2	385	93,2	392	94,9	0	0,0
>+/-1,0	28	6,8	28	6,8	21	5,1	283	100,0
≤s	367	88,9	371	89,8	371	89,8	263	92,9
≤2s	396	95,9	383	92,7	392	94,9	268	94,7
Kopā	413	100,0	413	100,0	413	100,0	283	100,0

s - standartnovirze



1.1. attēls. Aprēķinātais vidējā kvadrātiskā koka augstums pēc Ozoliņa vienādojuma atkarībā no uzmērītā vidējā kvadrātiskā koka augstuma

Visi vienādojumi pietiekami precīzi aproksimē vidējo kvadrātisko augstumu audžu grupai. Tomēr Ozoliņa, parabolas un logaritma vienādojumiem ir atsevišķi parauglaukumi, kuros aproksimētie augstumi atšķiras pat vairāk nekā par 2m. Bet *Chapman-Richards* vienādojums, kura aproksimētajiem augstumiem atšķirība ar uzmērītajiem visos parauglaukumos ir mazāka par vienu metru un par 10% no uzmērītā vidējā kvadrātiskā koka augstuma, nespēj konverģēt koeficientu vērtības visiem parauglaukumiem. Vidējā kvadrātiskā augstuma noteikšanai vispiemērotākā ir logaritmiskā funkcija, jo šai funkcijai nav sistemātiskās kļūdas (elementu īpatsvars, kuriem aprēķinātais augstums ir lielāks par uzmērīto, ir aptuveni vienāds ar elementu īpatsvaru, kuriem aprēķinātais augstums ir mazāks par uzmērīto).

1.2.2. Atsevišķa koka augstuma aproksimācija

Audzēs atsevišķa koka augstuma aprēķināšanai izvērtē astoņi vienādojumus:

- Ozoliņa (2002) augstumlīkni (1. formula);
- parabolas vienādojumu (2. formula);
- logaritma vienādojumu (3. formula);
- *Chapman-Richards* vienādojums (4. formula);
- *Nagel* vienādojums (5. formula);
- *Gaffrey* vienādojums (6. formula);
- *Sloboda* vienādojums (7. formula);
- *Hui-Gadow* vienādojums (8. formula).

Ozoliņa (2002) augstumlīknes vienādojums

Ozoliņa augstumlīknes vienādojums 9 no 413 elementiem nespēj aprēķināt korektus koeficientus un līdz ar to šiem elementiem uzmērītās un aprēķinātās augstuma starpības ir pat vairāku simtu metru robežās, tādēļ šos elementus izslēdz no tālākas analīzes.

Starpība starp uzmērīto augstumu un pēc Ozoliņa augstumlīknes vienādojuma aprēķināto augstumu 54,7% no kokiem ir mazāka par vienu metru, bet 99,1% no kokiem šī starpība ir mazāka par pieciem metriem. Jāatzīmē, ka sešiem kokiem konstatēta starpība starp uzmērīto un aprēķināto augstumu ir lielāka par 10 metriem. Starpība starp uzmērīto un aprēķināto koku augstumu mazāka par 10% no koka uzmērītā augstuma ir 78,3% no visiem kokiem.

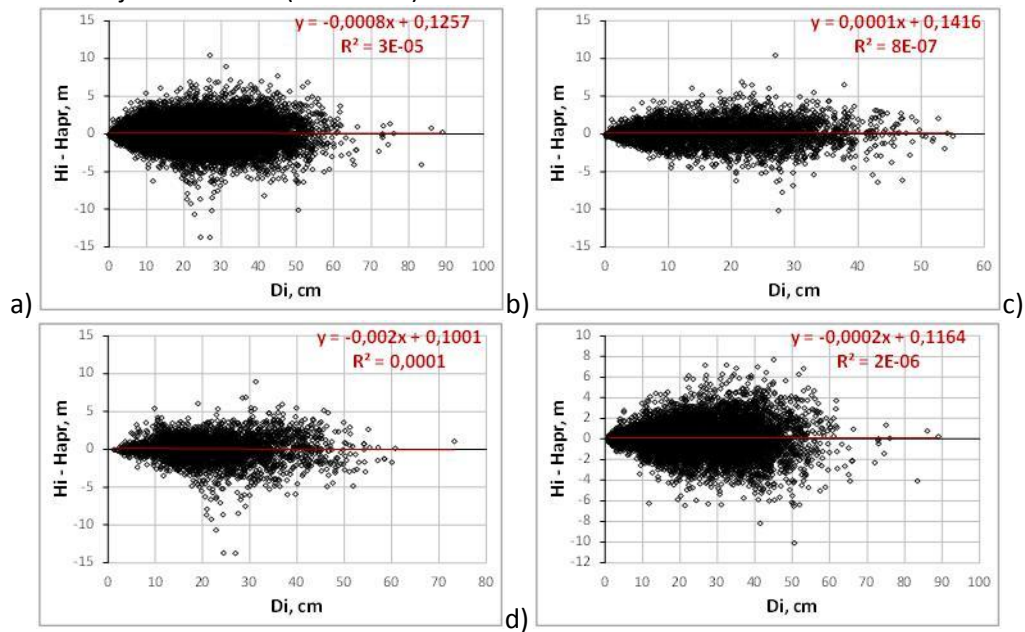
Vidējā novirze Ozoliņa augstumlīknes vienādojumam ir 0,11 metri, bet atkarībā no sugas tā ir robežās no -0,06 līdz -0,14 metriem. Tomēr kopējā standartkļūda ir 1,62 metri (bērziem 1,55; eglēm 1,78; priedēm 1,59), kas ir samērā augsta vērtība, jo pie 95% ticamības (1,96 standartkļūdas) koku augstums ir aprēķināts ar 3,17 metru precizitāti (bērziem 3,03; eglēm 3,49; priedēm 3,12). Starp uzmērītajām un aprēķinātajām vērtībām neatkarīgi no koku sugas konstatēta vidēji cieša lineāra korelācija ($R=0,5-0,8$), jo determinācijas indekss ir robežās no 0,486 līdz 0,624 (1.2. tabula).

1.2. tabula

Ozoliņa augstumlīknes vienādojuma (1. formula) statistiskie rādītāji

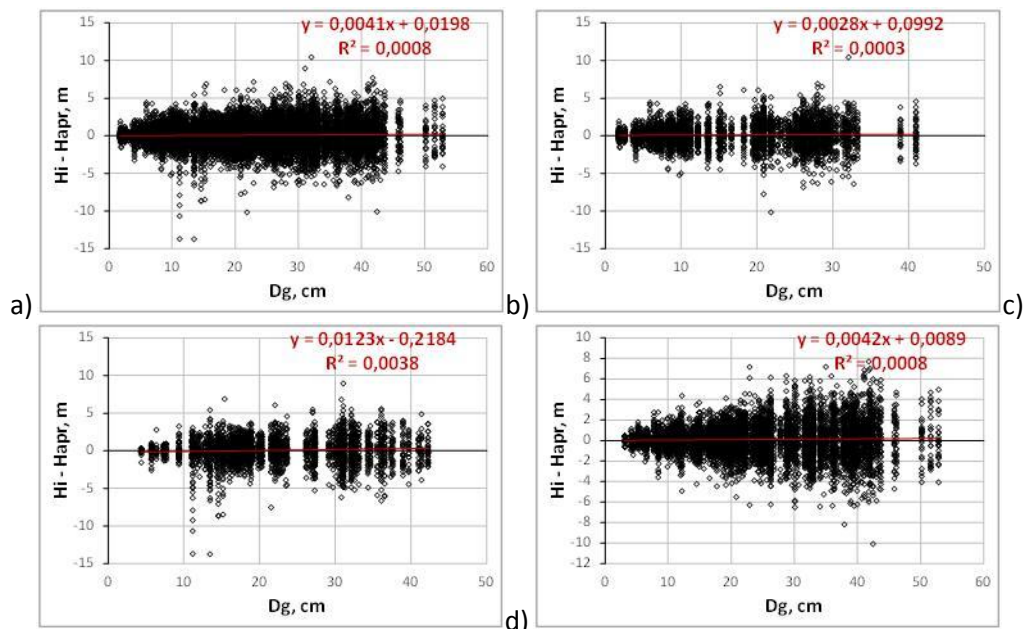
Statistiskie rādītāji	Apzīmējums	Ideālā vērtība	Bērzs (N=4005)	Egle (N=3050)	Priede (N=7609)	Kopā (N=14664)
Vidējā novirze	MRES	0	0,144	0,056	0,112	0,109
Vidējā absolūtā novirze	AMRES	0	1,129	1,300	1,173	1,188
Standartkļūda	RMSE	0	1,547	1,778	1,590	1,619
Vidējā kvadrātiskā kļūda	MSE	0	2,391	3,161	2,529	2,622
Modeļa efektivitātes indekss	MEF	0	0,390	0,376	0,514	0,439
Dispersijas attiecība	VR	1	0,668	0,906	0,558	0,691
Determinācijas indekss	R^2	1	0,610	0,624	0,486	0,561
Koriģētais determinācijas indekss	R^2_{adj}	1	0,610	0,624	0,486	0,561

Visām sugām nav konstatēta būtiska sakarība starp uzmērītā un aprēķinātā koku augstumu starpībām ($H_i - H_{apr}$) ar koku krūšaugstuma caurmēru (D_i), jo lineārās korelācijas koeficienti ir mazāka par korelācijas koeficientu kritiskajām vērtībām (1.2. attēls).



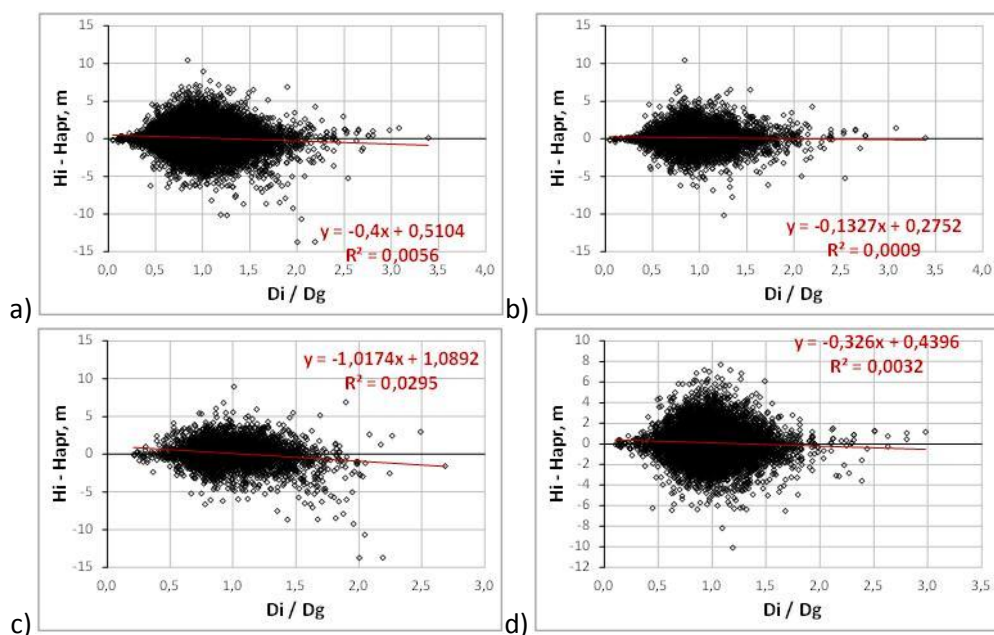
1.2. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un pēc Ozoliņa augstumliknes vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra (D_i)
a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes

Lineārās sakarības starp uzmērīto un aprēķināto koku augstumu ($H_i - H_{apr}$) starpībām un elementa vidējā kvadrātisko krūšaugstuma caurmēru (D_g) arī nav būtiskas nevienai no koku sugām (1.3. attēls). Tas nozīmē, ka Ozoliņa augstumliknes vienādojuma precizitāte pārbaudītajā diapazonā nav atkarīga no audzes dimensijām.



1.3. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un pēc Ozoliņa augstumliknes vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no elementa vidējā kvadrātiskā krūšaugstuma caurmēra (D_g) objektā
a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes

Bērzam un priedei sakarības starp uzmērītā un aprēķinātā koku augstumu starpībām ($H_i - H_{apr}$) ar koku relatīvo krūšaugstuma caurmēru (D_i / D_g) nav būtiskas, bet eglei un visām sugām kopā konstatēta būtiska lineāra korelācija starp šiem rādītājiem, tomēr šī korelācija ir vāja (1.4. attēls).



1.4. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un pēc Ozoliņa augstumlīknes vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no koka relatīvā krūšaugstuma caurmēra (D_i / D_g) objektā a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes

Parabolas vienādojums

Starpība starp uzmērīto koku augstumu un pēc parabolas vienādojuma aprēķināto koku augstumu 55,8% no kokiem ir mazāka par vienu metru, bet 99,1% no kokiem šī starpība ir mazāka par pieciem metriem. Jāatzīmē, ka tikai 2 kokiem konstatētās starpības starp uzmērīto un aprēķināto augstumu ir lielāka par 10 metriem. Starpība starp uzmērīto un aprēķināto koku augstumu mazāka par 10% no koka uzmērītā augstuma ir 77,5% no visiem kokiem.

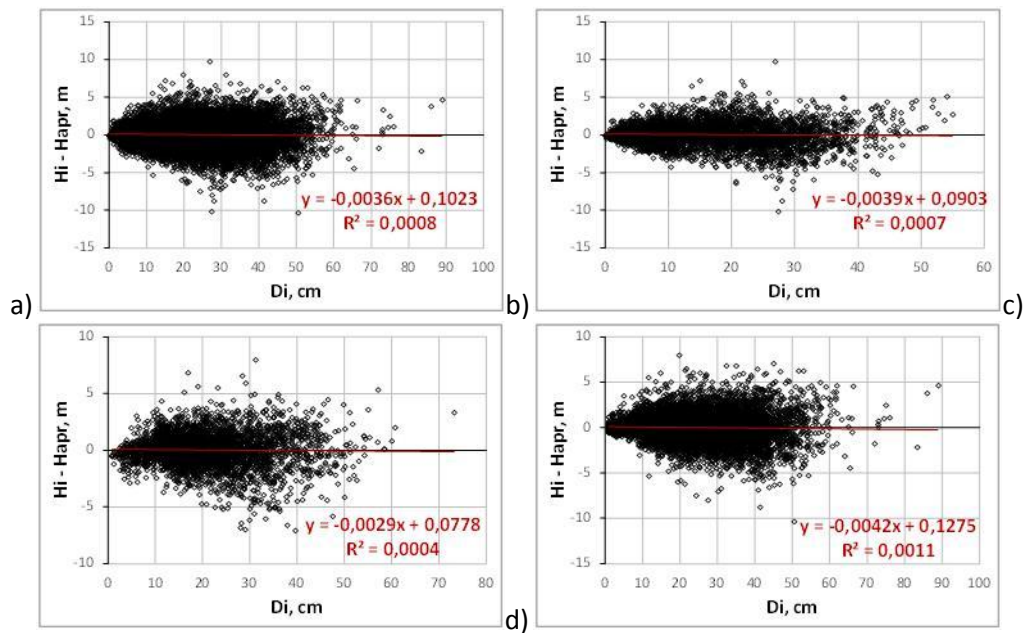
Vidējā novirze parabolas vienādojumam ir 0,03 metri, bet atkarībā no sugas tā ir robežās no 0,02 līdz 0,03 metriem (1.3. tabula). Tomēr kopējā standartkļūda ir 1,59 metri (bērziem 1,58; eglēm 1,59; priedēm 1,60), kas ir samērā augsta vērtība, jo pie 95% ticamības (1,96 standartkļūdas) koku augstums ir aprēķināts ar 3,12 metru precizitāti (bērziem 3,09; eglēm 3,12; priedēm 3,14). Starp uzmērītajām un aprēķinātajām vērtībām bērzam, priedei un visām sugām kopā konstatēta vidēji cieša lineāra korelācija ($R=0,5-0,8$), bet eglei pat cieša lineārā korelācija ($R>0,8$).

1.3. tabula

Parabolas vienādojuma (2. formula) statistiskie rādītāji

Statistiskie rādītāji	Apzīmējums	Ideālā vērtība	Bērzs (N=4142)	Egle (N=3188)	Priede (N=7976)	Kopā (N=15306)
Vidējā novirze	MRES	0	0,030	0,015	0,029	0,026
Vidējā absolūtā novirze	AMRES	0	1,139	1,197	1,169	1,167
Standartkļūda	RMSE	0	1,578	1,589	1,601	1,592
Vidējā kvadrātiskā kļūda	MSE	0	2,491	2,524	2,562	2,534
Modeļa efektivitātes indekss	MEF	0	0,416	0,300	0,543	0,435
Dispersijas attiecība	VR	1	0,791	0,786	0,687	0,746
Determinācijas indekss	R^2	1	0,584	0,700	0,457	0,565
Koriģētais determinācijas indekss	R^2_{adj}	1	0,584	0,700	0,457	0,565

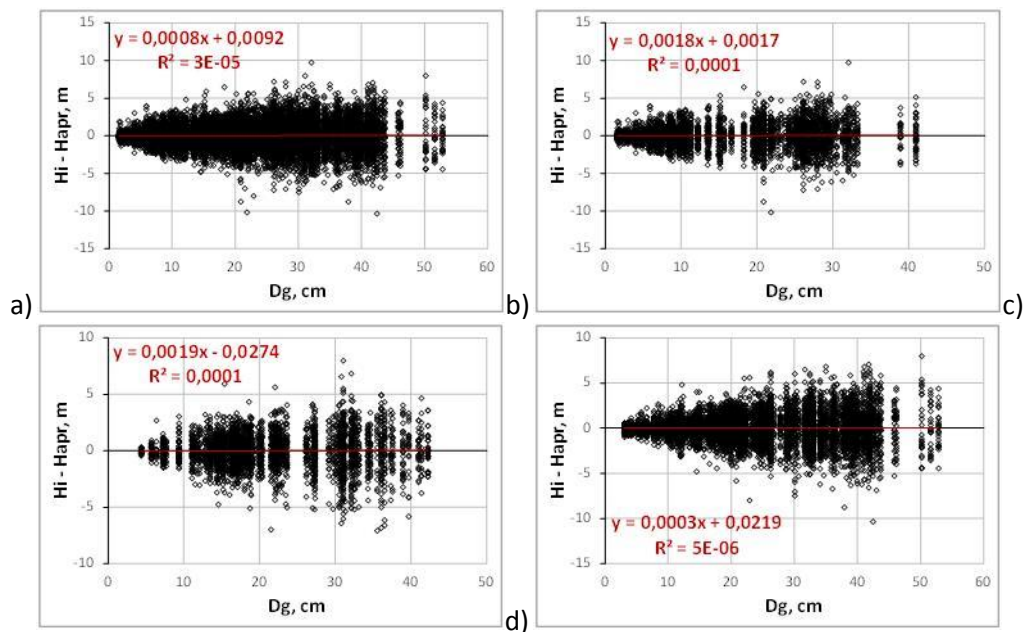
Visām koku sugām nav konstatētas būtiskas sakarības starp uzmērīto un aprēķināto koku augstumu starpībām ar koka krūšaugstuma caurmēru, jo visos gadījumos lineārās korelācijas koeficients ir mazāks par korelācijas koeficienta kritisko vērtību (1.5. attēls).



1.5. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un parabolās vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra (D_i)

a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes

Līdzīgi arī starpībām starp koku uzmērītajiem un aprēķinātajiem augstumiem nav konstatētas būtiska sakarības ar elementa vidējā kvadrātiskā koka krūšaugstuma caurmēru (1.6. attēls).

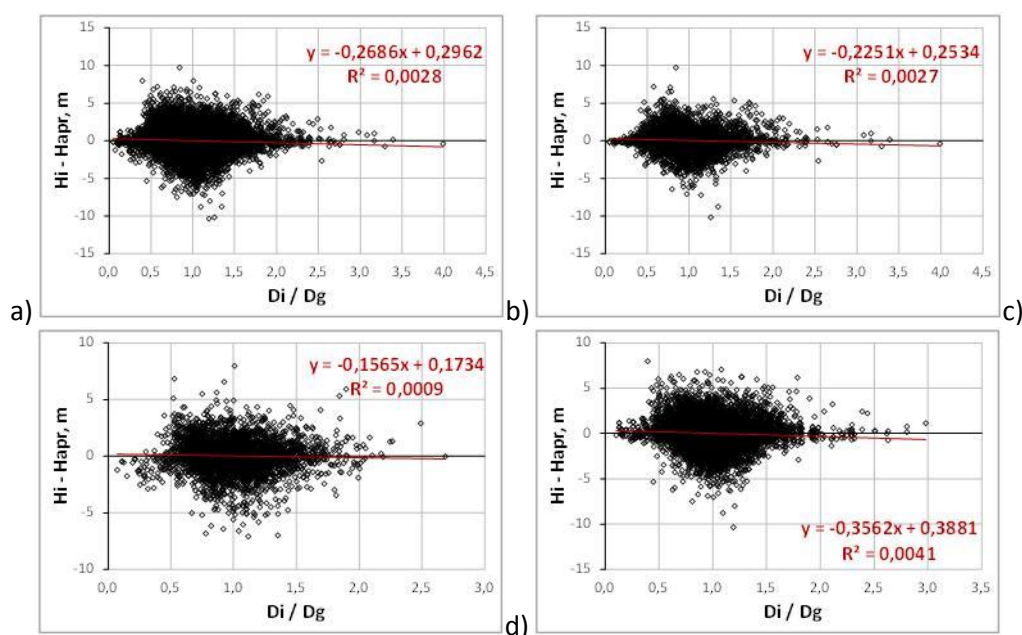


x.6. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un parabolās vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no elementa vidējā kvadrātiskā krūšaugstuma caurmēra (D_g) objektā

a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes

Bērzam konstatēta būtiska lineāra korelācija uzmērītā un aprēķinātā augstuma starpībai ar relatīvo koka caurmēru, tomēr šī korelācija ir vāja, bet pārējām sugām un visām koku sugām kopā šī

sakarība nav būtiska (1.7. attēls). Pie tam novērojama tendence, ka resnākajiem kokiem audzē aprēķinātie augstumi ir sistemātiski mazāki nekā uzmērītie.



1.7. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un parabolās vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no koka relatīvā krūšaugstuma caurmēra (D_i / D_g) objektā
a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes

Logaritma vienādojums

Starpība starp uzmērīto koku augstumu un pēc logaritma vienādojuma aprēķināto koku augstumu 57,5% no kokiem ir mazāka par vienu metru, bet 99,3% no kokiem šī starpība ir mazāka par pieciem metriem. Jāatzīmē, ka tikai 2 kokiem konstatētās starpības starp uzmērīto un aprēķināto augstumu ir lielākas par 10 metriem. Starpība starp uzmērīto un aprēķināto koku augstumu mazāka par 10% no koka uzmērītā augstuma ir 78,4% no visiem kokiem.

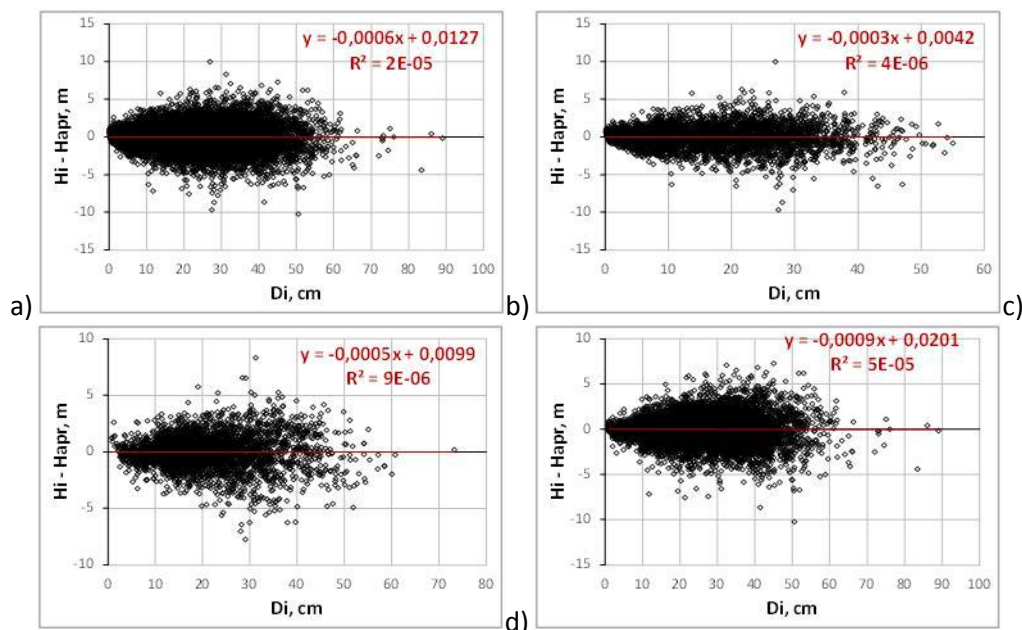
Vidējā novirze logaritma vienādojumam ir 0,00 metri, arī visām sugām tā ir 0,00 metri (1.4. tabula). Tomēr kopējā standartkļūda ir 1,53 metri (bērziem 1,50; eglēm 1,55; priedēm 1,54), kas ir samērā augsta vērtība, jo pie 95% ticamības (1,96 standartkļūdas) koku augstums ir aprēķināts ar 3,001 metru precizitāti (bērziem 2,94; eglēm 3,04; priedēm 3,02). Starp uzmērītajām un aprēķinātajām vērtībām bērzam, priedei un visām sugām kopā konstatēta vidēji cieša lineāra korelācija ($R=0,5-0,8$), bet eglei pat cieša lineāra korelācija ($R>0,8$).

1.4. tabula

Logaritma vienādojuma (3. formula) statistiskie rādītāji

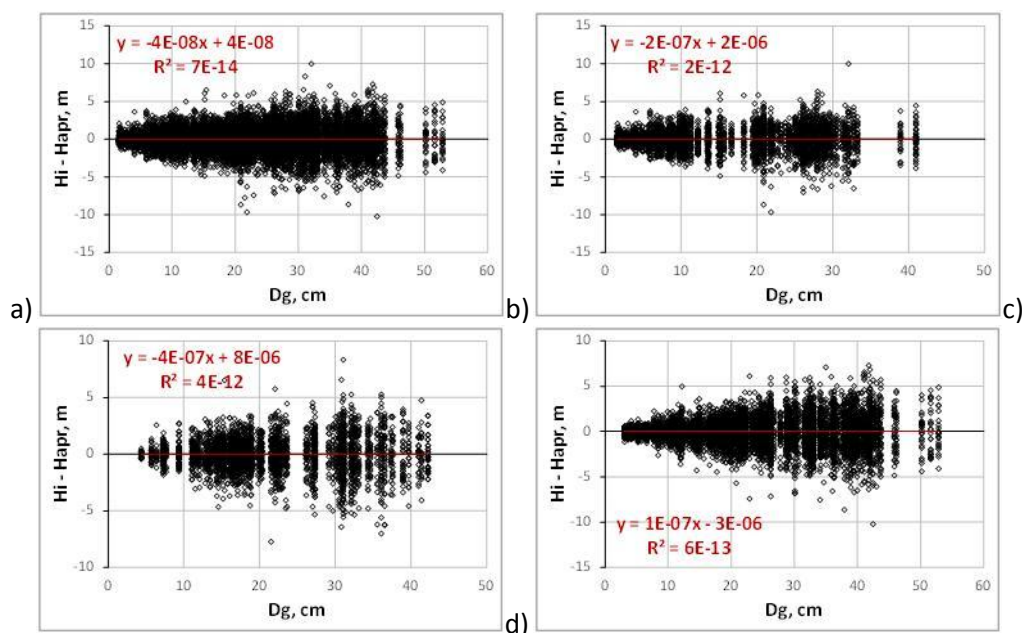
Statistiskie rādītāji	Apzīmējums	Ideālā vērtība	Bērzs (N=4142)	Egle (N=3188)	Priede (N=7976)	Kopā (N=15306)
Vidējā novirze	MRES	0	0,000	0,000	0,000	0,000
Vidējā absolūtā novirze	AMRES	0	1,100	1,166	1,116	1,122
Standartkļūda	RMSE	0	1,502	1,550	1,539	1,531
Vidējā kvadrātiskā kļūda	MSE	0	2,256	2,402	2,368	2,344
Modeļa efektivitātes indekss	MEF	0	0,377	0,285	0,501	0,402
Dispersijas attiecība	VR	1	0,623	0,715	0,499	0,598
Determinācijas indekss	R^2	1	0,623	0,715	0,499	0,598
Koriģētais determinācijas indekss	R^2_{adj}	1	0,623	0,714	0,498	0,598

Ne visām sugām kopā ne atsevišķi pa koku sugām nav konstatētas būtiskas sakarības starp uzmērīto un aprēķināto koku augstumu starpībām ar koka krūšaugstuma caurmēru, vidējo kvadrātisko elementa krūšaugstuma caurmēru un relatīvo koku caurmēru, jo visos gadījumos lineārās korelācijas koeficients ir mazāks par korelācijas koeficienta kritisko vērtību (1.8. –1.10. attēls).



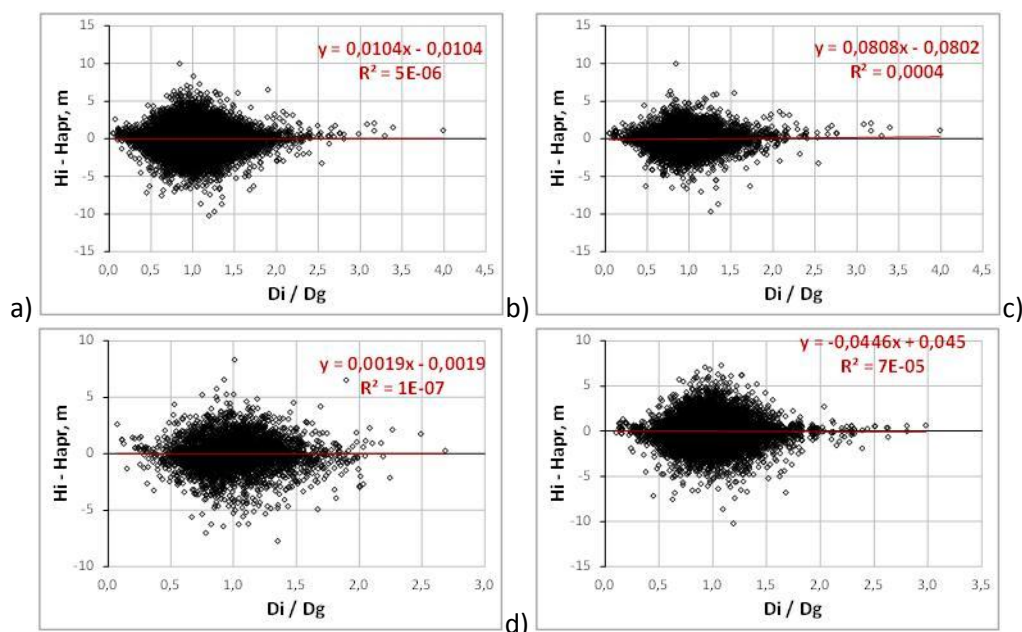
1.8. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un logaritma vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{opr}) atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra (D_i)

a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes



1.9. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un logaritma vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{opr}) atkarībā no elementa vidējā kvadrātiskā krūšaugstuma caurmēra (D_g) objektā

a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes



1.10. attēls. Starpība starp uzņēmīto koku augstumiem (H_i) un logaritma vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no koka relatīvā krūšaugstuma caurmēra (D_i / D_g) objektā
 a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes

Chapman-Richards vienādojums

Starpība starp uzņēmīto koku augstumu un pēc *Chapman-Richards* vienādojuma aprēķināto koku augstumu 62,2% no kokiem ir mazāka par vienu metru, bet 99,5% no kokiem šī starpība ir mazāka par pieciem metriem. Jāatzīmē, ka tikai vienam kokam konstatēta starpība starp uzņēmīto un aprēķināto augstumu ir lielāka par 10 metriem. Starpība starp uzņēmīto un aprēķināto koku augstumu mazāka par 10% no koka uzņēmītā augstuma ir 80,5% no visiem kokiem.

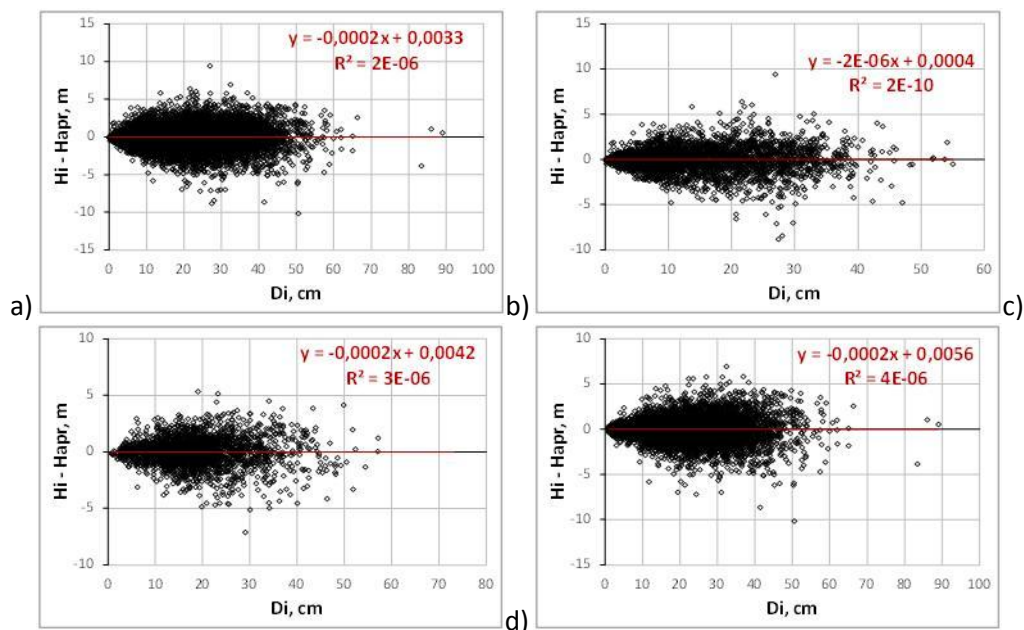
Vidējā novirze *Chapman-Richards* vienādojumam ir 0,00 metri, arī visām sugām tā ir 0,00 metri (1.5. tabula). Tomēr kopējā standartklūda ir 1,40 metri (bērziem 1,42; eglēm 1,31; priedēm 1,42), kas ir samērā augsta vērtība, jo pie 95% ticamības (1,96 standartklūdas) koku augstums ir aprēķināts ar 2,74 metru precizitāti (bērziem 2,77; eglēm 2,57; priedēm 2,79). Starp uzņēmītajām un aprēķinātajām vērtībām bērzam, eglei un visām sugām kopā konstatēta cieša lineāra korelācija ($R > 0,8$), bet priedei vidēji cieša lineāra korelācija ($R = 0,5-0,8$).

x.5. tabula

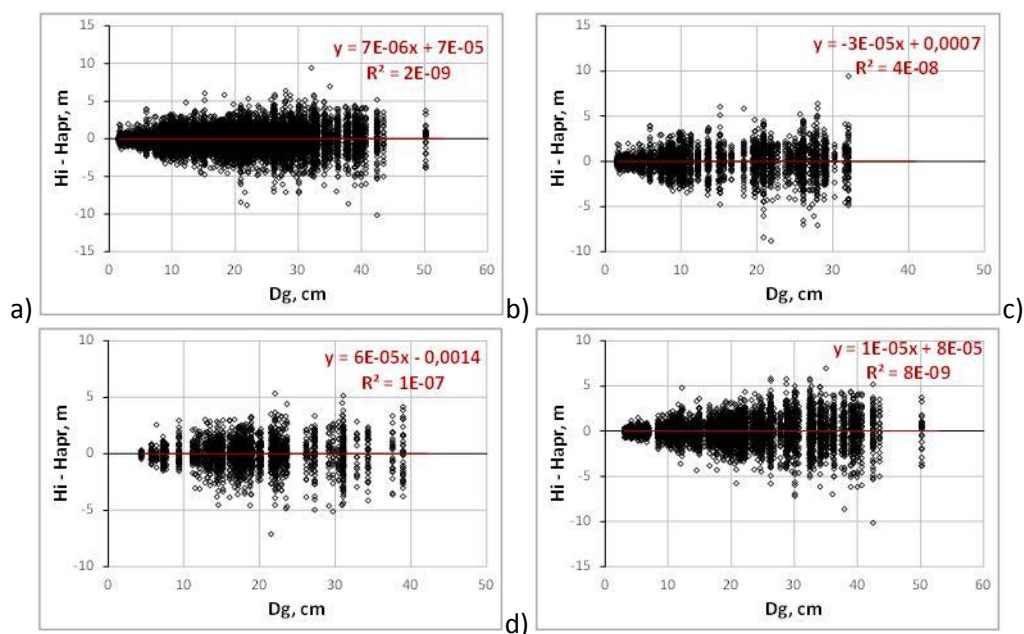
Chapman-Richards vienādojuma (4. formula) statistiskie rādītāji

Statistiskie rādītāji	Apzīmējums	Ideālā vērtība	Bērzs (N=3204)	Egle (N=2175)	Priede (N=5657)	Kopā (N=11036)
Vidējā novirze	MRES	0	0,000	0,000	0,000	0,000
Vidējā absolūtā novirze	AMRES	0	1,005	0,988	1,027	1,013
Standartklūda	RMSE	0	1,415	1,312	1,424	1,400
Vidējā kvadrātiskā klūda	MSE	0	2,001	1,720	2,027	1,959
Modeļa efektivitātes indekss	MEF	0	0,338	0,211	0,451	0,348
Dispersijas attiecība	VR	1	0,663	0,788	0,549	0,652
Determinācijas indekss	R^2	1	0,662	0,789	0,549	0,652
Koriģētais determinācijas indekss	R^2_{adj}	1	0,662	0,789	0,549	0,652

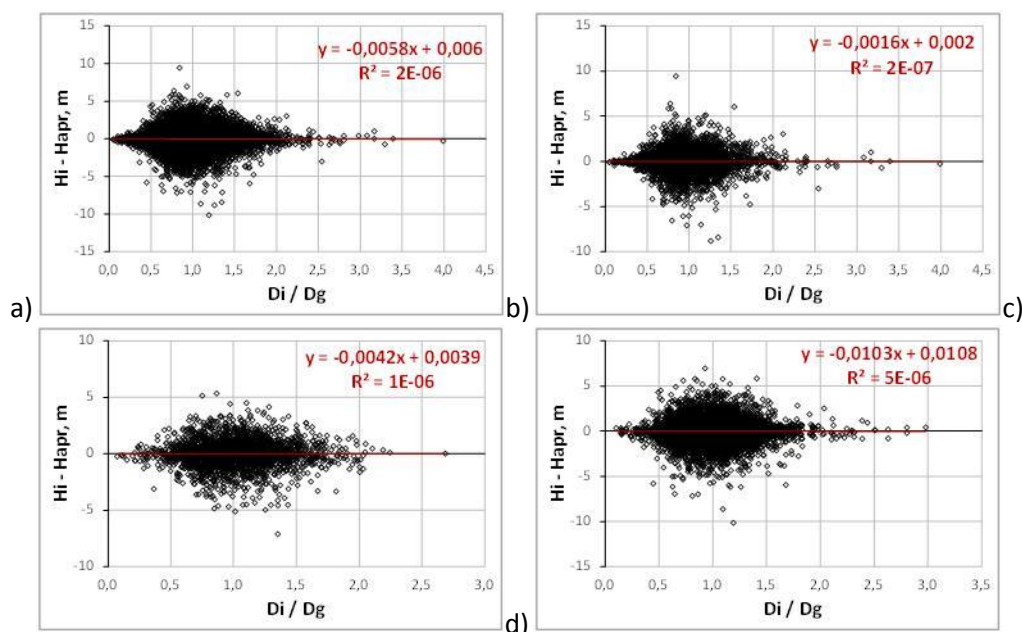
Ne visām sugām kopā ne atsevišķi pa koku sugām nav konstatētas būtiskas sakarības starp uzņēmīto un aprēķināto koku augstumu starpībām ar koka krūšaugstuma caurmēru, vidējo kvadrātisko elementa krūšaugstuma caurmēru un relatīvo koku caurmēru, jo visos gadījumos lineārās korelācijas koeficients ir mazāks par korelācijas koeficienta kritisko vērtību (1.11. –1.13. attēls).



1.11. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un Chapman-Richards vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra (D_i)
a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes



1.12. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un Chapman-Richards vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no elementa vidējā kvadrātiskā krūšaugstuma caurmēra (D_g) objektā
a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes



1.13. attēls. Starpība starp uzņēmīto koku augstumiem (H_i) un Chapman-Richards vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no koka relatīvā krūšaugstuma caurmēra (D_i / D_g) objektā
 a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes

Kuliešis (1993) vienādojums

Starpība starp uzņēmīto koku augstumu un pēc *Kuliešis* vienādojuma aprēķināto koku augstumu 52,1% no kokiem ir mazāka par vienu metru, bet 98,6% no kokiem šī starpība ir mazāka par pieciem metriem. Jāatzīmē, ka tikai diviem kokiem konstatētas starpības starp uzņēmīto un aprēķināto augstumu ir lielākas par 10 metriem. Starpība starp uzņēmīto un aprēķināto koku augstumu mazāka par 10% no koka uzņēmītā augstuma ir 71,9% no visiem kokiem.

Vidējā novirze *Kuliešis* vienādojumam ir 0,33 metri, bet atkarībā no sugas tā ir robežās no 0,23 līdz 0,58 metriem (1.6. tabula), kas nozīmē, ka modelis aprēķina augstuma vērtības sistemātiski mazākas par reālajām. Kopējā standartklūda ir 1.76 metri (bērziem 1,78; eglēm 1,86; priedēm 1,70), kas ir samērā augsta vērtība, jo pie 95% ticamības (1,96 standartklūdas) koku augstums ir aprēķināts ar 3,44 metru precizitāti (bērziem 3,49; eglēm 3,65; priedēm 3,33). Starp uzņēmītajām un aprēķinātajām vērtībām visām sugām konstatēta vidēji cieša lineāra korelācija ($R=0,5-0,8$).

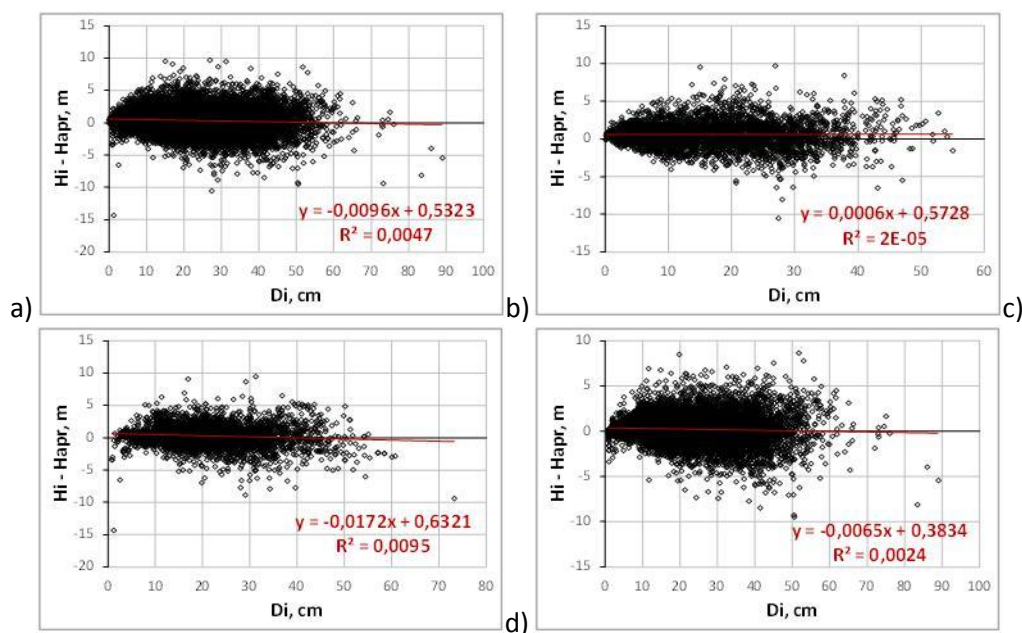
Bērzam un priedei nav konstatēta būtiska sakarība starp uzņēmītā un aprēķinātā koku augstumu starpībām ($H_i - H_{apr}$) ar koku krūšaugstuma caurmēru (D_i), jo lineārās korelācijas koeficienti ir mazāki par korelācijas koeficientu kritiskajām vērtībām. Savukārt visām sugām kopā un eglei šīs sakarības ir būtiskas, tomēr lineārās korelācijas ir vājas (1.11. attēls).

Lineārās sakarības starp uzņēmīto un aprēķināto koku augstumu ($H_i - H_{apr}$) starpībām un elementa vidējo kvadrātisko krūšaugstuma caurmēru (D_g) nav būtiskas, izņemot bērzam, kuram šī korelācija ir būtiska, bet vāja (1.12. attēls).

Visām sugām starp uzņēmītā un aprēķinātā koku augstumu starpībām ($H_i - H_{apr}$) ar koku relatīvo krūšaugstuma caurmēru (D_i / D_g) konstatētas būtiskas lineāras korelācijas, tomēr šī korelācijas ir vājas (1.13. attēls). Visos gadījumos ir negatīva korelācija, kas nozīmē, ka tievākajiem kokiem aprēķinātais augstums tiek novērtēts, bet audzes resnākajiem kokiem pārvērtēts.

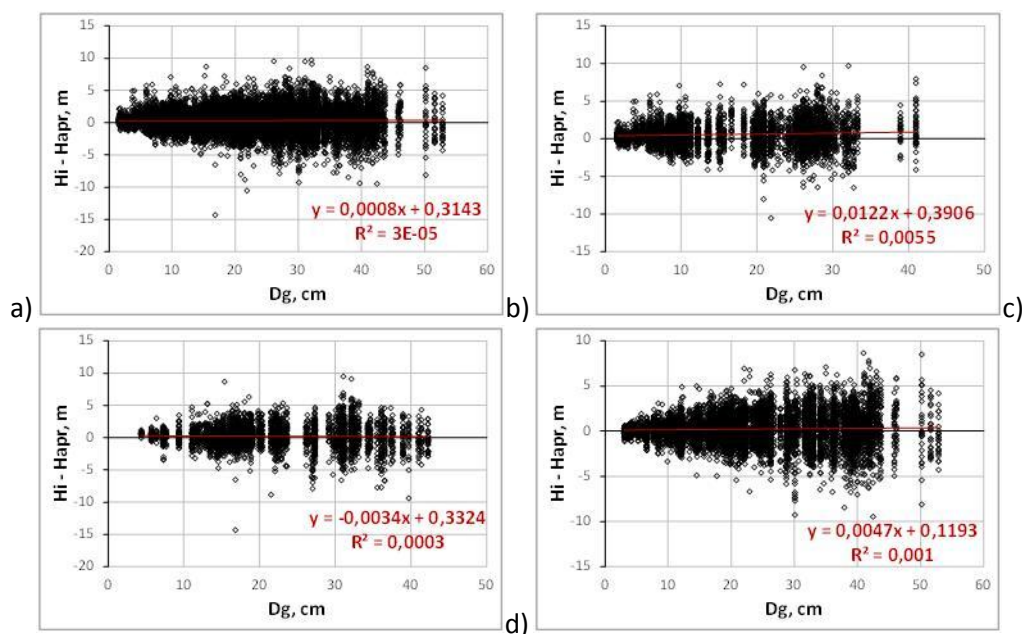
Kuliešis vienādojuma (5. formula) statistiskie rādītāji

Statistiskie rādītāji	Apzīmējums	Ideālā vērtība	Bērzs (N=4142)	Egle (N=3188)	Priede (N=7976)	Kopā (N=15306)
Vidējā novirze	MRES	0	0,582	0,258	0,230	0,331
Vidējā absolūtā novirze	AMRES	0	1,310	1,387	1,244	1,292
Standartkļūda	RMSE	0	1,782	1,864	1,700	1,757
Vidējā kvadrātiskā kļūda	MSE	0	3,175	3,472	2,889	3,087
Modeļa efektivitātes indekss	MEF	0	0,531	0,413	0,612	0,529
Dispersijas attiecība	VR	1	0,784	0,875	0,715	0,782
Determinācijas indekss	R^2	1	0,469	0,587	0,388	0,471
Koriģētais determinācijas indekss	R^2_{adj}	1	0,469	0,587	0,388	0,470

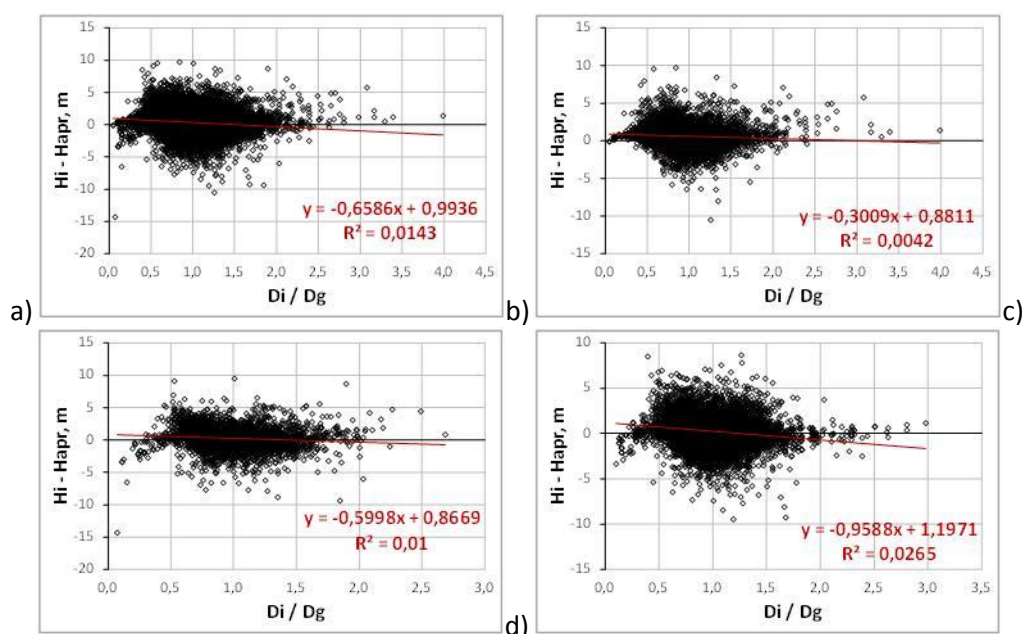


1.11. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un Kuliešis vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{opr}) atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra (D_i)

a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes



1.12. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un Kuliešis vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no elementa vidējā kvadrātiskā krūšaugstuma caurmēra (D_g) objektā a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes



1.13. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un Kuliešis vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no koka relatīvā krūšaugstuma caurmēra (D_i / D_g) objektā a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes

Kuliešis vienādojuma aritmētiski vidējā novirze no visiem elementiem ir 0,35 metri, bet minimālā un maksimālā novirze atsevišķiem elementiem ir -2,87 un +2,48 metri. Novirze mazāka par $\pm 0,5$ metriem ir 64,9% no elementiem, bet mazāka par $\pm 1,0$ metriem ir 89,8% no elementiem.

Gaffrey (1997) vienādojums

Starpība starp uzmērīto koku augstumu un pēc Gaffrey vienādojuma aprēķināto koku augstumu 54,2% no kokiem ir mazāka par vienu metru, bet 98,8% no kokiem šī starpība ir mazāka par pieciem metriem. Jāatzīmē, ka tikai diviem kokiem konstatētas starpības starp uzmērīto un aprēķināto augstumu ir lielākas par 10 metriem. Starpība starp uzmērīto un aprēķināto koku augstumu mazāka par 10% no koka uzmērītā augstuma ir 74,5% no visiem kokiem.

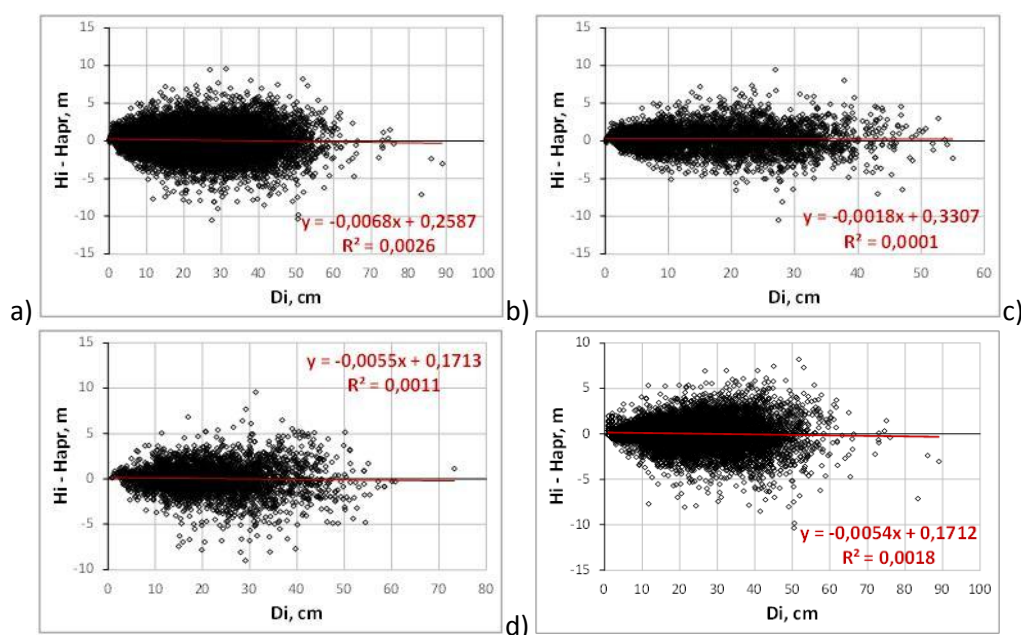
Vidējā novirze *Gaffrey* vienādojumam ir 0,12 metri, bet atkarībā no sugas tā ir robežās no 0,05 līdz 0,30 metriem (1.7. tabula). Kopējā standartkļūda ir 1.66 metri (bērziem 1,66; eglēm 1,73; priedēm 1,63), kas ir samērā augsta vērtība, jo pie 95% ticamības (1,96 standartkļūdas) koku augstums ir aprēķināts ar 3,253 metru precizitāti (bērziem 3,25; eglēm 3,38; priedēm 3,20). Starp uzmērītajām un aprēķinātajām vērtībām visām sugām konstatēta vidēji cieša lineāra korelācija ($R=0,5-0,8$).

1.7. tabula

Gaffrey vienādojuma (6. formula) statistiskie rādītāji

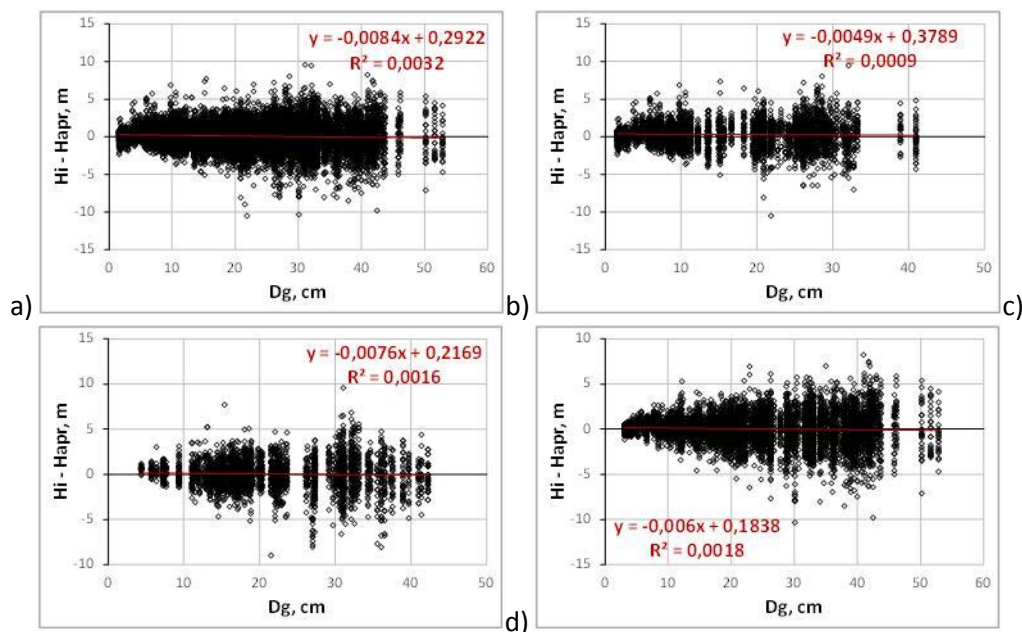
Statistiskie rādītāji	Apzīmējums	Ideālā vērtība	Bērzs (N=4142)	Egle (N=3188)	Priede (N=7976)	Kopā (N=15306)
Vidējā novirze	MRES	0	0,303	0,052	0,043	0,115
Vidējā absolūtā novirze	AMRES	0	1,233	1,283	1,181	1,216
Standartkļūda	RMSE	0	1,660	1,725	1,633	1,659
Vidējā kvadrātiskā kļūda	MSE	0	2,755	2,974	2,666	2,754
Modeļa efektivitātes indekss	MEF	0	0,461	0,353	0,565	0,472
Dispersijas attiecība	VR	1	0,570	0,702	0,470	0,568
Determinācijas indekss	R^2	1	0,539	0,647	0,435	0,528
Koriģētais determinācijas indekss	R^2_{adj}	1	0,539	0,646	0,435	0,528

Nevienu no koku sugām nav konstatētas būtiskas sakarības starp uzmērīto un aprēķināto koku augstumu starpībām ($H_i - H_{apr}$) ar koka krūšaugstuma caurmēru (D_i), vidējo kvadrātisko elementa krūšaugstuma caurmēru (D_g) un relatīvo koku caurmēru (D_i / D_g), jo visos gadījumos lineārās korelācijas koeficients ir mazāks par korelācijas koeficienta kritisko vērtību (1.11. –1.13. attēls).

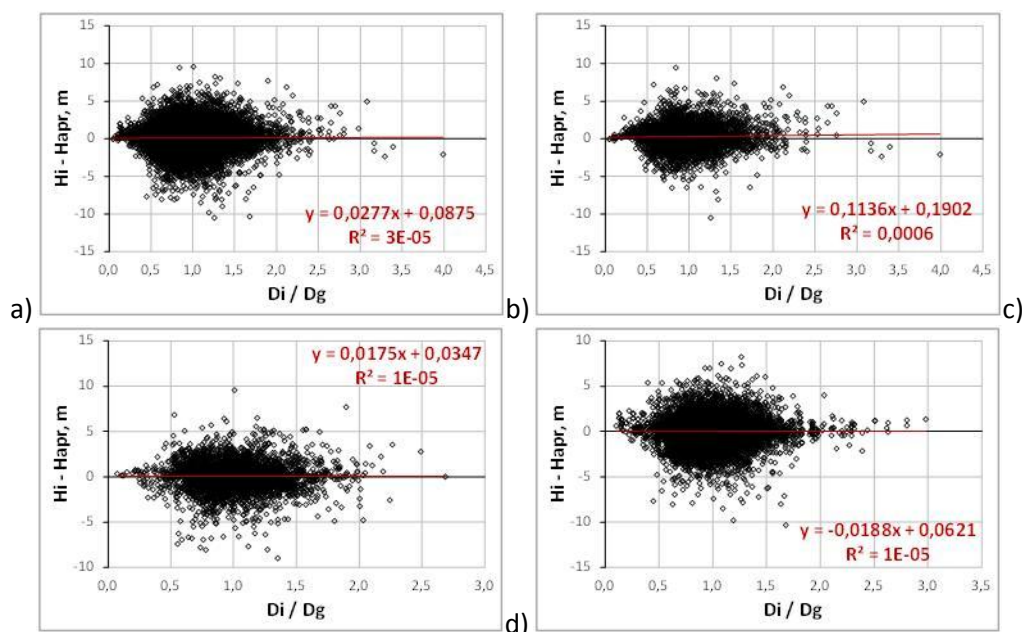


1.14. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un *Gaffrey* vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra (D_i)

a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes



1.15. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un Gaffrey vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no elementa vidējā kvadrātiskā krūšaugstuma caurmēra (D_g) objektā
a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes



1.16. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un Gaffrey vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no koka relatīvā krūšaugstuma caurmēra (D_i / D_g) objektā
a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes

Gaffrey vienādojuma aritmētiski vidējā novirze no visiem elementiem ir 0,12 metri, bet minimālā un maksimālā novirze atsevišķiem elementiem ir -4,01 un +2,12 metri. Novirze mazāka par $\pm 0,5$ metriem ir 74,3% no elementiem, bet mazāka par $\pm 1,0$ metriem ir 88,6% no elementiem.

Sloboda (1997) vienādojums

Starpība starp uzmērīto koku augstumu un pēc Sloboda vienādojuma aprēķināto koku augstumu 50,5% no kokiem ir mazāka par vienu metru, bet 98,2% no kokiem šī starpība ir mazāka par pieciem metriem. Jāatzīmē, ka sešiem kokiem konstatētas starpības starp uzmērīto un aprēķināto augstumu ir lielākas par 10 metriem. Starpība starp uzmērīto un aprēķināto koku augstumu mazāka par 10% no koka uzmērītā augstuma ir 71,4% no visiem kokiem.

Vidējā novirze *Sloboda* vienādojumam ir -0,02 metri, bet atkarībā no sugas tā ir robežās no -0,0 līdz -0,05 metriem (1.7. tabula). Kopējā standartkļūda ir 1.82 metri (bērziem 1,83; eglēm 2,01; priedēm 1,73), kas ir samērā augsta vērtība, jo pie 95% ticamības (1,96 standartkļūdas) koku augstums ir aprēķināts ar 3,56 metru precizitāti (bērziem 3,58; eglēm 3,94; priedēm 3,39). Starp uzmērītajām un aprēķinātajām vērtībām visām sugām konstatēta vidēji cieša lineāra korelācija ($R=0,5-0,8$).

1.8. tabula

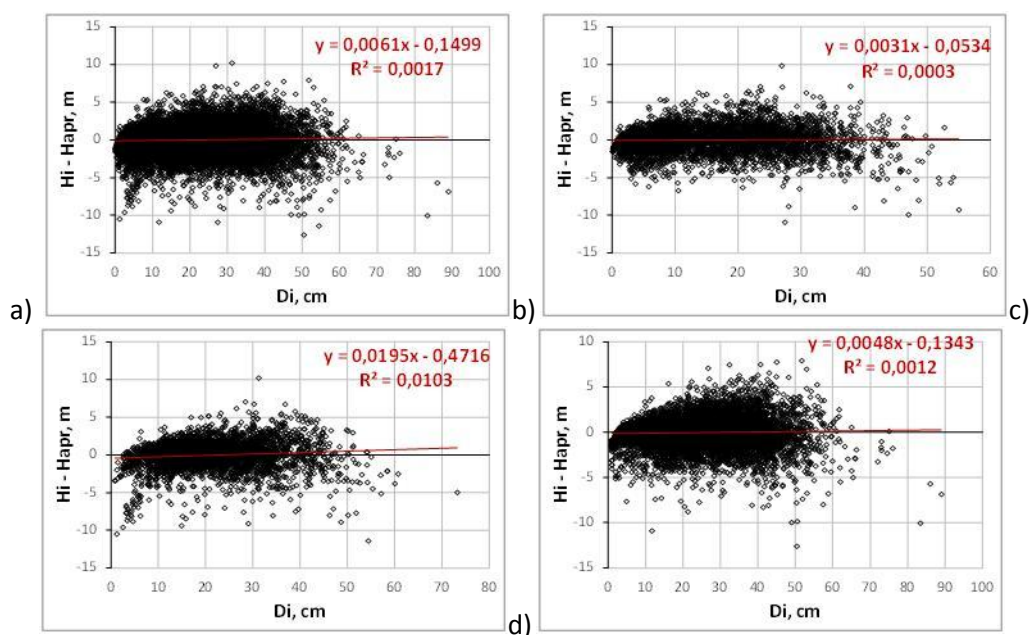
***Sloboda* vienādojuma (7. formula) statistiskie rādītāji**

Statistiskie rādītāji	Apzīmējums	Ideālā vērtība	Bērzs (N=4142)	Egle (N=3188)	Priede (N=7976)	Kopā (N=15306)
Vidējā novirze	MRES	0	-0,006	-0,047	-0,022	-0,023
Vidējā absolūtā novirze	AMRES	0	1,375	1,469	1,259	1,334
Standartkļūda	RMSE	0	1,827	2,011	1,732	1,818
Vidējā kvadrātiskā kļūda	MSE	0	3,336	4,041	2,999	3,306
Modeļa efektivitātes indekss	MEF	0	0,558	0,480	0,635	0,567
Dispersijas attiecība	VR	1	0,468	0,531	0,385	0,452
Determinācijas indekss	R^2	1	0,442	0,520	0,365	0,433
Koriģētais determinācijas indekss	R^2_{adj}	1	0,442	0,520	0,365	0,433

Bērzam un priedei nav konstatēta būtiska sakarība starp uzmērīto un aprēķināto koku augstumu starpībām ($H_i - H_{apr}$) ar koku krūšaugstuma caurmēru (D_i), jo lineārās korelācijas koeficienti ir mazāka par korelācijas koeficientu kritiskajām vērtībām. Savukārt eglei šīs sakarības ir būtiskas, tomēr lineārās korelācijas ir vājas (1.17. attēls).

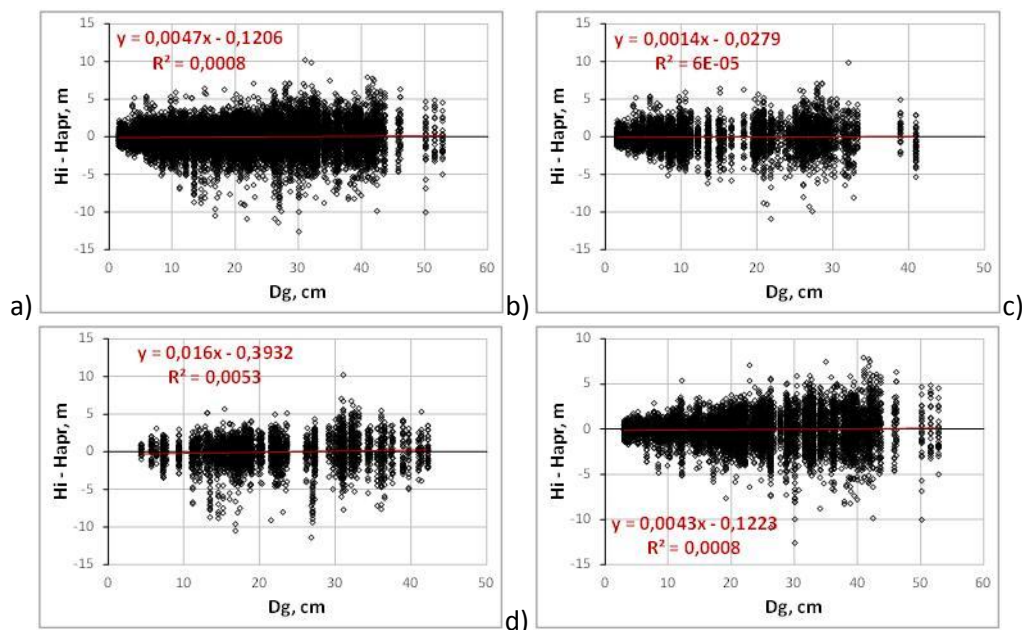
Lineārās sakarības starp uzmērīto un aprēķināto koku augstumu ($H_i - H_{apr}$) starpībām un elementa vidējo kvadrātisko krūšaugstuma caurmēru (D_g) nav būtiskas, izņemot egli, kurai šī korelācija ir būtiska, bet vāja (1.18. attēls).

Visām sugām starp uzmērīto un aprēķināto koku augstumu starpībām ($H_i - H_{apr}$) ar koku relatīvo krūšaugstuma caurmēru (D_i / D_g) konstatētas būtiskas lineāras korelācijas, tomēr šī korelācijas ir vājas (1.19. attēls). Visos gadījumos ir pozitīva korelācija, kas nozīmē, ka tievākajiem kokiem ($D_i/D_g < 0,5$) aprēķinātais augstums tiek pārvērtēts, bet audzes resnākajiem kokiem nenovērtēts.

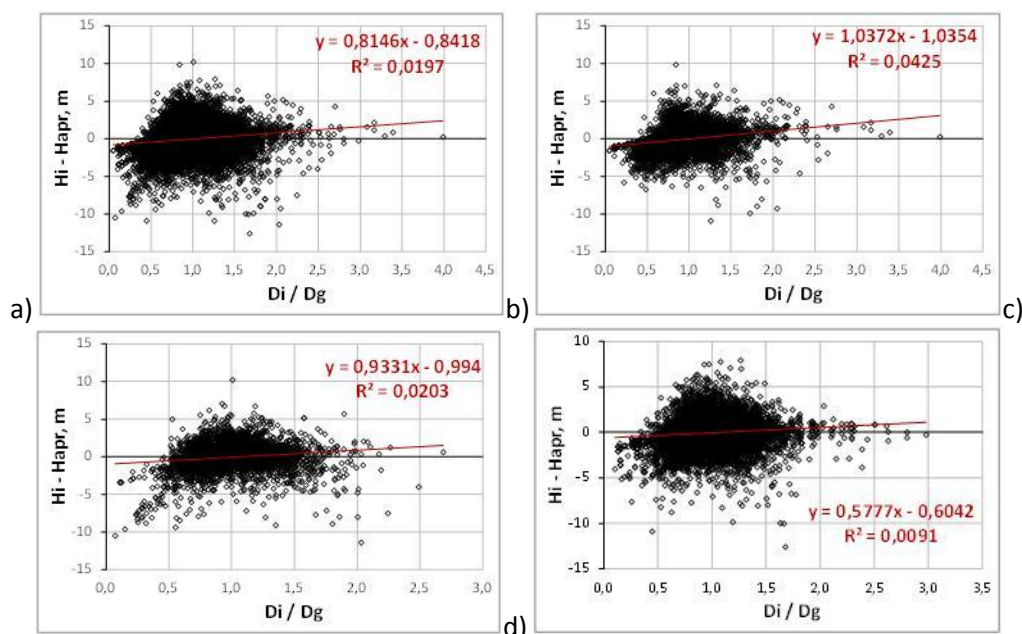


1.17. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un *Sloboda* vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra (D_i)

a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes



1.18. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un Sloboda vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no elementa vidējā kvadrātiskā krūšaugstuma caurmēra (D_g) objektā
a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes



1.19. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un Sloboda vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no koka relatīvā krūšaugstuma caurmēra (D_i / D_g) objektā
a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes

Sloboda vienādojuma aritmētiski vidējā novirze no visiem elementiem ir -0,01 metri, bet minimālā un maksimālā novirze atsevišķiem elementiem ir -5,33 un +2,15 metri. Novirze mazāka par $\pm 0,5$ metriem ir 73,4% no elementiem, bet mazāka par $\pm 1,0$ metriem ir 86,2% no elementiem.

Hui-Gadow (1999) vienādojums

Starpība starp uzmērīto koku augstumu un pēc Hui-Gadow vienādojuma aprēķināto koku augstumu 49,2% no kokiem ir mazāka par vienu metru, bet 98,6% no kokiem šī starpība ir mazāka par pieciem metriem. Jāatzīmē, ka nevienam kokam konstatēta starpība starp uzmērīto un aprēķināto

augstumu nav lielāka par 10 metriem. Starpība starp uzmērīto un aprēķināto koku augstumu mazāka par 10% no koka uzmērītā augstuma ir 70,8% no visiem kokiem.

Vidējā novirze *Hui-Gadow* vienādojumam ir -0,01 metri, bet atkarībā no sugas tā ir robežās no -0,03 līdz +0,03 (bērzam) metriem (1.9. tabula), kas nozīmē, ka modelis aprēķina augstuma vērtības sistemātiski lielākas par reālajām (izņemot bērzam, kur šī sakarība ir pretēja). Kopējā standartkļūda ir 1.80 metri (bērziem 1,75; eglēm 1,90; priedēm 1,79), kas ir samērā augsta vērtība, jo pie 95% ticamības (1,96 standartkļūdas) koku augstums ir aprēķināts ar 3,53 metru precizitāti (bērziem 3,42; eglēm 3,73; priedēm 3,51). Starp uzmērītajām un aprēķinātajām vērtībām visām sugām konstatēta vidēji cieša lineāra korelācija ($R=0,5-0,8$).

1.9. tabula

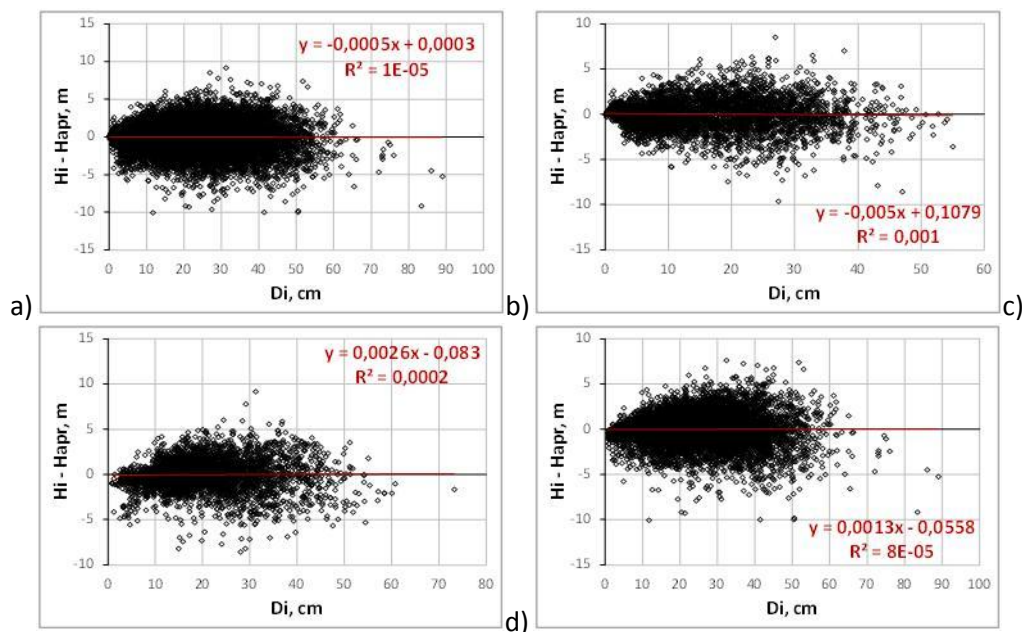
***Hui-Gadow* vienādojuma (7. formula) statistiskie rādītāji**

Statistiskie rādītāji	Apzīmējums	Ideālā vērtība	Bērzs (N=4142)	Egle (N=3188)	Priede (N=7976)	Kopā (N=15306)
Vidējā novirze	MRES	0	0,031	-0,027	-0,026	-0,011
Vidējā absolūtā novirze	AMRES	0	1,303	1,460	1,326	1,348
Standartkļūda	RMSE	0	1,745	1,901	1,789	1,800
Vidējā kvadrātiskā kļūda	MSE	0	3,043	3,613	3,198	3,241
Modeļa efektivitātes indekss	MEF	0	0,508	0,429	0,677	0,556
Dispersijas attiecība	VR	1	0,464	0,540	0,266	0,403
Determinācijas indekss	R^2	1	0,492	0,571	0,323	0,444
Koriģētais determinācijas indekss	R^2_{adj}	1	0,492	0,571	0,323	0,444

Ne vienai sugai nav konstatēta būtiska sakarība starp uzmērītā un aprēķinātā koku augstumu starpībām (H_i-H_{apr}) ar koku krūšaugstuma caurmēru (D_i), jo lineārās korelācijas koeficienti ir mazāki par korelācijas koeficientu kritiskajām vērtībām. (1.20. attēls).

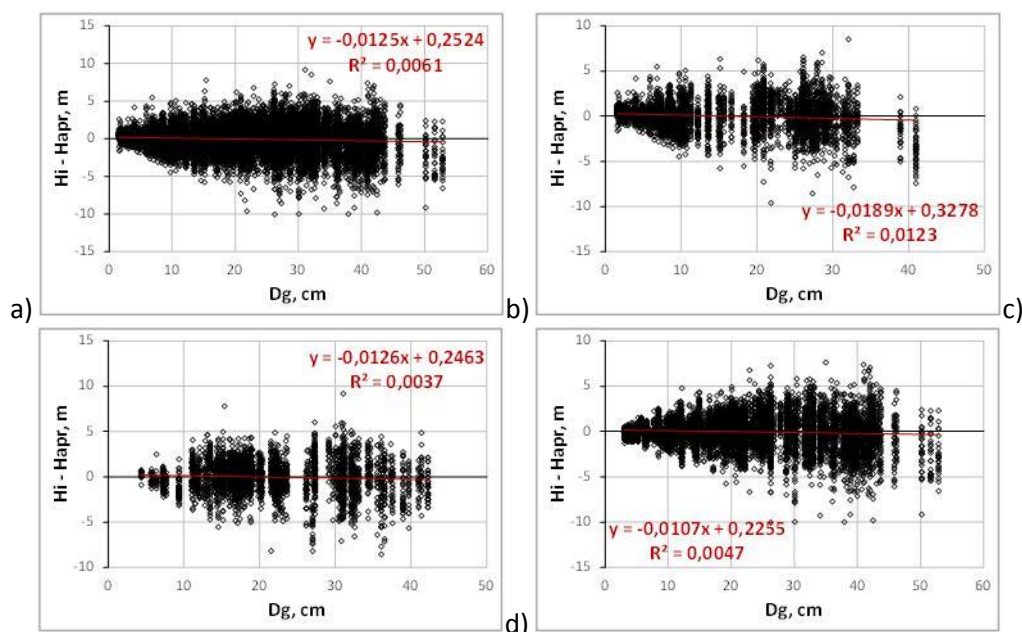
Lineārās sakarības starp uzmērīto un aprēķināto koku augstumu (H_i-H_{apr}) starpībām un elementa vidējo kvadrātisko krūšaugstuma caurmēru (D_g) ir būtiskas, bet vāja (1.21. attēls). Visos gadījumos ir negatīva lineāra korelācija, kas nozīmē, ka tievākas dimensijas audzēs aprēķinātais augstums kokiem tiek nenovērtēts, bet resnākas dimensijas audzēs tas tiek pārvērtēts.

Visām sugām starp uzmērītā un aprēķinātā koku augstumu starpībām (H_i-H_{apr}) ar koku relatīvo krūšaugstuma caurmēru (D_i / D_g) konstatētas būtiskas lineāras korelācijas, tomēr šī korelācijas ir vājas (1.22. attēls). Visos gadījumos ir pozitīva korelācija, kas nozīmē, ka audzes tievākajiem kokiem ($D_i/D_g < 0,5$) aprēķinātais augstums tiek pārvērtēts, bet audzes resnākajiem kokiem nenovērtēts.



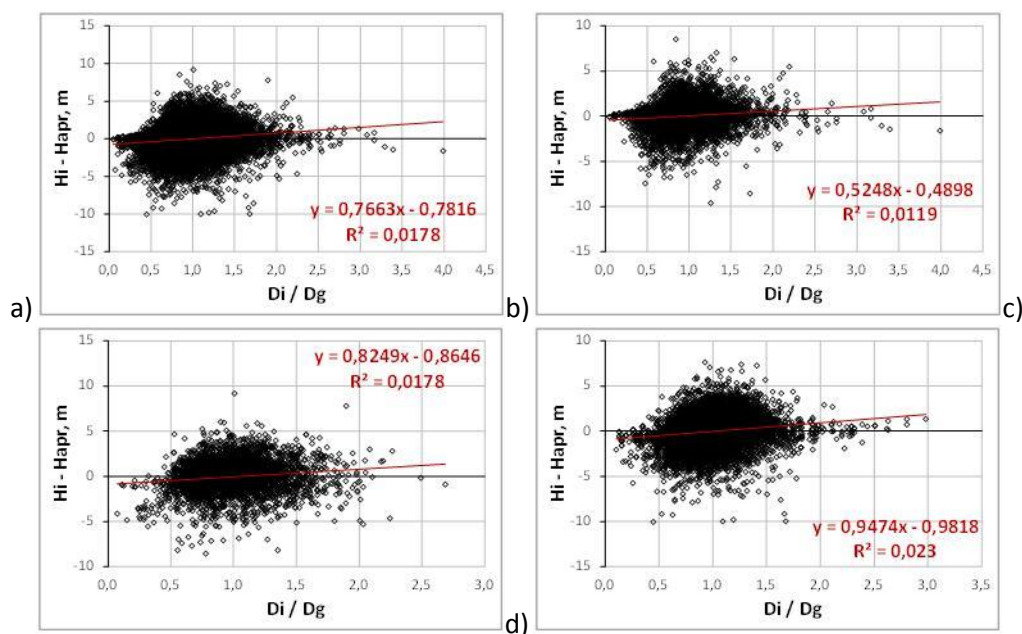
1.20. attēls. Starpība starp uzņēmīto koku augstumiem (H_i) un Hui-Gadow vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra (D_i)

a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes



1.21. attēls. Starpība starp uzņēmīto koku augstumiem (H_i) un Hui-Gadow vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no elementa vidējā kvadrātiskā krūšaugstuma caurmēra (D_g) objektā

a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes



1.22. attēls. Starpība starp uzmērīto koku augstumiem (H_i) un Hui-Gadow vienādojuma aprēķinātajiem augstumiem (H_{apr}) atkarībā no koka relatīvā krūšaugstuma caurmēra (D_i / D_g) objektā

a) visas sugas kopā; b) bērzi; c) egles; d) priedes

Hui-Gadow vienādojuma aritmētiski vidējā novirze no visiem elementiem ir -0,05 metri, bet minimālā un maksimālā novirze atsevišķiem elementiem ir -3,99 un +2,16 metri. Novirze mazāka par $\pm 0,5$ metriem ir 44,3% no elementiem, bet mazāka par $\pm 1,0$ metriem ir 74,3% no elementiem.

Vispārīgie augstumliķņu vienādojumi (*Kuliešis*; *Gaffrey*; *Sloboda* un *Hui-Gadow*) ir samērā precīzi, jo to statistiskie rādītāji ir līdzīgi atsevišķu elementu vienādojumu (*Ozoliņš*, parabola, logaritms un *Chapman-Richards*) statistiskajiem rādītājiem, tomēr vispārīgajiem augstumliķņu vienādojumiem nepieciešami korekcijas koeficienti, kas izslēgtu sistemātiskās kļūdas.

Secinājumi

1. Ozoliņa augstumliķnes, parabolas, logaritma un *Chapman-Richards* vienādojumi pietiekami precīzi aproksimē vidējo kvadrātisko augstumu, jo visiem vienādojumiem 96,7% - 100% no elementiem aprēķinātais vidējais kvadrātiskais augstums no uzmērīta atšķiras mazāk nekā par 10%.
2. Vidējā kvadrātiskā augstuma noteikšanai vispiemērotākā ir logaritmiskā funkcija, jo šai funkcijai nav sistemātiskās kļūdas.
3. Uzmērīto un ar *Kuliešis* vispārīgo augstumliķņu vienādojumu aprēķināto koku augstumu starpības ($H_i - H_{apr}$) vidējā novirze ir tikai +0,33 metri, bet augstumu starpībai ($H_i - H_{apr}$) konstatēta būtiska lineāra negatīva korelācija ar relatīvo koku caurmēru (D_i/D_g), kas nozīmē, ka elementa tievākajiem kokiem aprēķinātais augstums tiek nenovērtēts, bet elementa resnākajiem kokiem pārvērtēts.
4. Uzmērīto un ar *Gaffrey* vispārīgo augstumliķņu vienādojumu aprēķināto koku augstumu starpības ($H_i - H_{apr}$) vidējā novirze ir tikai +0,12 metri, un augstumu starpībai ($H_i - H_{apr}$) nav konstatēta būtiskas korelācija ar relatīvo koku caurmēru (D_i/D_g).
5. Uzmērīto un ar *Sloboda* vispārīgo augstumliķņu vienādojumu aprēķināto koku augstumu starpības ($H_i - H_{apr}$) vidējā novirze ir tikai -0,02 metri, bet augstumu starpībai ($H_i - H_{apr}$) konstatēta būtiska lineāra pozitīva korelācija ar relatīvo koku caurmēru (D_i/D_g), kas nozīmē, ka elementa tievākajiem kokiem aprēķinātais augstums tiek pārvērtēts, bet elementa resnākajiem kokiem nenovērtēts.
6. Uzmērīto un ar *Hui-Gadow* vispārīgo augstumliķņu vienādojumu aprēķināto koku augstumu starpības ($H_i - H_{apr}$) vidējā novirze ir tikai -0,11 metri, bet augstumu starpībai ($H_i - H_{apr}$) konstatēta būtiska lineāra pozitīva korelācija ar relatīvo koku caurmēru (D_i/D_g), kas nozīmē, ka elementa

tievākajiem kokiem aprēķinātais augstums tiek pārvērtēts, bet elementa resnākajiem kokiem nenovērtēts.

2. Koku kvalitātes novērtējums balstoties uz 2009. un 2010. gada papildus mērījumiem MSI parauglaukumos

2.1. Materiāls un metodika

Koku kvalitāte novērtēta atbilstoši iepriekšējā gadā izstrādātajai metodikai. Koku kvalitāti novērtē diviem 3 m gariem stumbra nogriežņiem no sakņu kakla līdz 6, x m augstumam (x – sakņu kakla 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 (2.1. un 2.2. tabulas).

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			
	Mērvienība	I šķira	II šķira	III šķira	IV šķira	V šķira	P-malka	Malka	
KODS		1	2	3	4	5	6	7	
1. Zars		<u>Uz baļķi</u>	Slīktākajā pusē 1,5 m posmā						
Trupējis/mizā ietverts	skaits, gab.	<=1	<=2	<=7	neierobežo	neierobežo	neierobežo	neierobežo	
	diamtrs, mm	10<d<20	10<d<20	<40	<80	neierobežo	neierobežo	neierobežo	
Nokaltis nesaaudzis	skaits, gab.	<=1	<=7	<=14	neierobežo	neierobežo	neierobežo	neierobežo	
	diamtrs, mm	10<d<20	10<d<40	10<d<40	<80	neierobežo	neierobežo	neierobežo	
Vaļējs, saaudzis	skaits, gab.	<=1	<=12	<=20	neierobežo	neierobežo	neierobežo	neierobežo	
	diamtrs, mm	15<d<50	15<d<90	15<d<90	neierobežo	neierobežo	neierobežo	neierobežo	
Padēls	diamtrs, mm	nepieļauj	nepieļauj	<=50	<=50	neierobežo	neierobežo	neierobežo	
Apauguši zari		<=1 gab (h<=5mm)	nepieļauj	pieļauj	pieļauj	pieļauj	pieļauj	pieļauj	
2. Plaisas (sānu, caurejošās)		nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	pieļauj	pieļauj	
3. Līkumainība (vienpusīga)	cm/m	<=1	<=1	<=2	<=2	<=2	pieļauj	pieļauj	
	Daudzpusīgā	cm/m	nepieļauj	nepieļauj	<=2	<=2	pieļauj	pieļauj	
4. Saussāns		(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	pieļauj	pieļauj	
5. Sēņu bojājums**		nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	pieļauj vecus pārn. bojāj.	pieļauj piepes zarus, vecus pārn. bojāj.	pieļauj piepes zarus, vecus pārn. bojāj.	pieļauj piepes uz stumbra, vecus pārn. bojāj.	
6. Kukaiņu bojājumi		<3mm dziļi	<3mm dziļi	<3mm dziļi	<3mm dziļi	<3mm dziļi	pieļauj	pieļauj	
7. Metāliski ieslēgumi		nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	pieļauj	
8. Apogļojums		nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	pieļauj	

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

2.2. tabula

Lapu koku kvalitātes novērtējums

LAPU KOKI								
	Mērvienība	I šķira	II šķira	III šķira			P-malka	Malka
KODS		1	2	3			6	7
1. Zars		<u>Uz baļķi</u>	Slīktākajā pusē 1,0 m posmā					
Trupējis/mizā ietverts, mm	skaits, gab.	nepieļauj	nepieļauj	neierobežo			neierobežo	neierobežo
	diamtrs, mm	10<d<	10<d<	neierobežo			neierobežo	neierobežo
Nokaltis nesaaudzis, mm	skaits, gab.	nepieļauj	<=2	neierobežo			neierobežo	neierobežo
	diamtrs, mm	10<d<	10<d<50	neierobežo			neierobežo	neierobežo
Vaļējs, saaudzis, mm	skaits, gab.	nepieļauj	<=2	neierobežo			neierobežo	neierobežo
	diamtrs, mm	10<d<	15<d<100	neierobežo			neierobežo	neierobežo
Padēls, mm		nepieļauj	nepieļauj	neierobežo			neierobežo	neierobežo
Apauguši zari		1 gab (h=5mm)	nepieļauj	pieļauj			pieļauj	pieļauj
2. Plaisas (sānu, caurejošās)		nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj			pieļauj	pieļauj
3. Līkumainība (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**		nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj			pieļauj piepes zarus	pieļauj piepes uz stumbra
6. Kukaiņu bojājumi		<3mm dziļi	<3mm dziļi	<3mm dziļi			pieļauj	pieļauj
7. Metāliski ieslēgumi		nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj			nepieļauj	pieļauj
8. Apogļojums		nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj			nepieļauj	pieļauj

** veci, (5gadi <) pārnadžu radīti stumbra mizas bojājumi ir 1. nogriežņa trapes pazīme

Koku kvalitātes novērtēšanai izmantoti dati no 1345 (2009. g. – 434; 2010. g. - 911) MSI parauglaukumiem:

- priežu audzēs – 471 (179; 292),
- egļu audzēs – 254 (87; 167),
- bērzu audzēs – 373 (108; 265),
- melnalkšņu audzēs – 59 (17; 42),
- apšu audzēs – 88 (20; 68),
- baltalkšņu audzēs – 72 (17; 55),
- pārējās audzēs – 28 (6; 22).

Analīzē izmantotajos parauglaukumos kvalitāte novērtēta 30206 (2009. g. – 10081; 2010. g. - 20125) kokiem:

- priedes – 9334 (3486; 5848),
- egles – 8834 (3081; 5753),
- bērzi – 7048 (2246; 4802),
- melnalkšņi – 1840 (500; 1340),
- apses – 1017 (227; 790),
- baltalkšņi – 1532 (378; 1154),
- citi – 601 (163; 438).

2.2. Rezultāti

2.2.1. Atsevišķu koku kvalitātes novērtējums

Analīzē izmanto datus par priedi, egli, bērzu, melnalksni, apsi un baltalksni. Analīzē izmanto datus par 29605 kokiem, no 1344 MSI parauglaukumiem. Koku kvalitāte tiek vērtēta kā kombinācija starp diviem pirmajiem 3 m gariem nogriežņiem, kā arī zemākā kvalitāte no šiem abiem nogriežņiem. (pieņemot to par 6 m nogriežņa kvalitāti).

Atsevišķu koku kvalitātes raksturošanai aprēķināts koku skaita īpatsvars katrā kvalitātes grupā un 95% ticamības intervāls.

Aritmētiski vidējais lietkoksnis sortimentu prasībām (skuju kokiem 1.-5. kvalitātes grupa; lapu kokiem 1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku skaita īpatsvars ir $73,7 \pm 0,5\%$ (2.4. tabula). Skuju kokiem ($86,9 \pm 0,5\%$) šis rādītājs ir būtiski lielāks nekā lapu kokiem ($52,7 \pm 0,9\%$).

Aritmētiski vidējais I šķiras zāgļa sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars ir $9,2 \pm 0,3\%$. Visaugstākais šis rādītājs ir priedēm ($13,0 \pm 0,7\%$) un melnalkšņiem ($13,9 \pm 1,6\%$), bet viszemākais baltalkšņiem ($3,2 \pm 0,9\%$).

Skuju kokiem aritmētiski vidējais augstvērtīgu zāgļa sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars ir $79,1 \pm 0,6\%$ (priedēm $82,2 \pm 0,8\%$; eglēm $75,9 \pm 0,9\%$).

Aritmētiski vidējais papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars ir $19,7 \pm 0,5\%$. Skuju kokiem ($7,9 \pm 0,4\%$) šis rādītājs ir būtiski mazāks nekā lapu kokiem ($38,4 \pm 0,9\%$).

Aritmētiski vidējais malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars ir $6,6 \pm 0,3\%$. Ievērojami lielāks nekā pārējām sugām šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars ir apsēm ($28,7 \pm 2,8\%$) un baltalkšņiem ($19,7 \pm 2,0\%$).

Koku skaits un kvalitāte atkarībā no koka sugas

Kvalitātes grupa		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	Kopā	
Koka suga	Priede	Koku skaits	1217	31	6420	7668	673	173	8514	641	179	9334
		Īpatsvars	13,0	0,3	68,8	82,2	7,2	1,9	91,2	6,9	1,9	100,0
		Ticamības intervāls	0,7	0,2	0,9	0,8	0,5	0,3	0,6	0,5	0,3	
	Egle	Koku skaits	640	175	5887	6702	488	76	7266	799	769	8834
		Īpatsvars	7,2	2,0	66,6	75,9	5,5	0,9	82,3	9,0	8,7	100,0
		Ticamības intervāls	0,5	0,3	1,0	0,9	0,5	0,2	0,8	0,6	0,6	
	Skuju koki	Koku skaits	1857	206	12307	14370	1161	249	15780	1440	948	18168
		Īpatsvars	10,2	1,1	67,7	79,1	6,4	1,4	86,9	7,9	5,2	100,0
		Ticamības intervāls	0,4	0,2	0,7	0,6	0,4	0,2	0,5	0,4	0,3	
	Bērzs	Koku skaits	482	11	3304	3797				2970	281	7048
		Īpatsvars	6,8	0,2	46,9	53,9				42,1	4,0	100,0
		Ticamības intervāls	0,6	0,2	1,2	1,2				1,2	0,5	
	Melnalksnis	Koku skaits	256	12	848	1116				582	142	1840
		Īpatsvars	13,9	0,7	46,1	60,7				31,6	7,7	100,0
		Ticamības intervāls	1,6	0,5	2,3	2,2				2,1	1,2	
	Apse	Koku skaits	66	8	447	521				204	292	1017
		Īpatsvars	6,5	0,8	44,0	51,2				20,1	28,7	100,0
		Ticamības intervāls	1,5	0,6	3,1	3,1				2,5	2,8	
	Baltalksnis	Koku skaits	49	2	546	597				633	302	1532
		Īpatsvars	3,2	0,1	35,6	39,0				41,3	19,7	100,0
		Ticamības intervāls	0,9	0,5	2,4	2,4				2,5	2,0	
	Lapu koki	Koku skaits	853	33	5145	6031				4389	1017	11437
		Īpatsvars	7,5	0,3	45,0	52,7				38,4	8,9	100,0
		Ticamības intervāls	0,5	0,2	0,9	0,9				0,9	0,5	
	Kopā	Koku skaits	2710	239	17452	20401	1161	249	21811	5829	1965	29605
		Īpatsvars	9,2	0,8	58,9	68,9	3,9	0,8	73,7	19,7	6,6	100,0
		Ticamības intervāls	0,3	0,1	0,6	0,5	0,2	0,1	0,5	0,5	0,3	

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. Ticamības intervāls aprēķināts pie 95% ticamības.

2.2.1.1. Koku kvalitātes vērtējums pa kombināciju veidiem

Priede. Koku kvalitāte novērtēta 9334 kociem 697 parauglaukumos. No 49 teorētiski iespējamajām kombinācijām priedei ir sastopamas 43 (87,8%). Izplatītākās kombinācijas ir 33 (46,8%); 13 (21,0%) un 11 (13,0%), neviena no pārējām kombinācijām nesastāda vairāk kā 5% no koku skaita īpatsvara. Abi nogriežņi atbilst lietkoksnis sortimentu prasībām (kvalitātes kods 1-5) 91,1%, bet augstvērtīgu zāģbaļķu sortimentu prasībām (kvalitātes kods 1-3) 82,1%. Savukārt koku īpatsvars, kur abi nogriežņi atbilst malkas sortimentu prasībām (kvalitātes kods 7), ir 0,5%, bet vismaz viens nogrieznis malkas prasībām atbilst 1,9%. Tīrās kombinācijas (abi nogriežņi atbilst vienai un tai pašai kvalitātei) ir 65,3% (2.4. tabula).

Egle. Koku kvalitāte novērtēta 8834 kociem 862 parauglaukumos. No 49 teorētiski iespējamajām kombinācijām eglei ir sastopamas 38 (77,6%). Izplatītākās kombinācijas ir 33 (53,8%); 32 (7,7%), 73 (7,4%), 11 (7,2%), 63 (5,4%) un 13 (4,0%), pārējām kombinācijām koku skaita īpatsvars nepārsniedz 1,5%. Eglei abi nogriežņi lietkoksnis sortimentu prasībām (kvalitātes kods 1-5) atbilst 82,3%, augstvērtīgu zāģbaļķu prasībām (kvalitātes kods 1-3) – 75,9%, bet malkas sortimentu prasībām (kvalitātes kods 7) – 0,6%. Vismaz viens nogrieznis malkas sortimentu prasībām atbilst 8,7%, jāatzīmē, ka malkas sortimentu prasībām vienīgi otrais nogrieznis atbilst tikai 4 kociem. Salīdzinoši lielais (salīdzinājumā ar priedi) pirmā nogriežņa malkas sortimentu īpatsvars skaidrojams ar pārnodžu bojājumiem, jo pusei koku (50,2%), kuriem pirmā nogriežņa kvalitātes kods ir 7, ir konstatēts arī dzīvnieku bojājums. Tīrās kombinācijas ir 65,4% (2.4. tabula).

Bērzs. Koku kvalitāte novērtēta 7048 kociem 823 parauglaukumos. No 25 teorētiski iespējamajām kombinācijām bērzam ir sastopamas 21 (84,0%). Izplatītākās kombinācijas ir 33 (36,1%); 66 (21,3%), 36 (12,1%), 13 (9,8%), 63 (7,0%) un 11 (6,8%), pārējām kombinācijām koku skaita īpatsvars nepārsniedz 1,5%. Bērzam abi nogriežņi lietkoksnis sortimentu prasībām (kvalitātes kods 1-3) atbilst 53,9%, papīrmalkas prasībām (kvalitātes kods 6) – 21,3%, bet malkas sortimentu prasībām (kvalitātes kods 7) – 1,3%. Vismaz viens nogrieznis malkas sortimentu prasībām atbilst 4,0%. Tīrās kombinācijas (abi nogriežņi atbilst vienai un tai pašai kvalitātei) ir 65,6% (2.4. tabula).

Melnalksnis. Koku kvalitāte novērtēta 1840 kokiem 229 parauglaukumos. No 25 teorētiski iespējamajām kombinācijām melnalksnim ir sastopamas 21 (84,0%). Izplatītākās kombinācijas ir 33 (32,8%); 66 (15,4%), 11 (13,9%), 13 (11,4%), 63 (9,0%) un 36 (6,6%), pārējām kombinācijām koku skaita īpatsvars nepārsniedz 5%. Melnalksnim abi nogriežņi lietkoksnis sortimentu prasībām (kvalitātes kods 1-3) atbilst 60,7%, papīrmalkas prasībām (kvalitātes kods 6) – 15,4%, bet malkas sortimentu prasībām (kvalitātes kods 7) – 3,4%. Vismaz viens nogrieznis malkas sortimentu prasībām atbilst 7,7%. Tīrās kombinācijas (abi nogriežņi atbilst vienai un tai pašai kvalitātei) ir 65,5% (2.4. tabula).

Apse. Koku kvalitāte novērtēta 1017 kokiem 211 parauglaukumos. No 25 teorētiski iespējamajām kombinācijām apsei ir sastopamas 18 (72,0%). Izplatītākās kombinācijas ir 33 (34,4%); 77 (22,4%), 66 (10,7%), 13 (8,8%), 11 (6,5%) un 36 (5,6%), pārējām kombinācijām koku skaita īpatsvars nepārsniedz 5%. Apsei abi nogriežņi lietkoksnis sortimentu prasībām (kvalitātes kods 1-3) atbilst 51,2%, papīrmalkas prasībām (kvalitātes kods 6) – 10,7%, bet malkas sortimentu prasībām (kvalitātes kods 7) – 22,4%. Vismaz viens nogrieznis malkas sortimentu prasībām atbilst 28,7%. Tīrās kombinācijas (abi nogriežņi atbilst vienai un tai pašai kvalitātei) ir 74,2% (2.4. tabula).

Baltalksnis. Koku kvalitāte novērtēta 1532 kokiem 174 parauglaukumos. No 25 teorētiski iespējamajām kombinācijām baltalksnim ir sastopamas 21 (84,0%). Izplatītākās kombinācijas ir 66 (28,5%); 33 (27,9%), 77 (10,9%), 36 (8,4%), un 13 (7,3%), pārējām kombinācijām koku skaita īpatsvars nepārsniedz 5%. Baltalksnim abi nogriežņi lietkoksnis sortimentu prasībām (kvalitātes kods 1-3) atbilst 39,0%, papīrmalkas prasībām (kvalitātes kods 6) – 28,5%, bet malkas sortimentu prasībām (kvalitātes kods 7) – 10,9%. Vismaz viens nogrieznis malkas sortimentu prasībām atbilst 19,7%. Tīrās kombinācijas (abi nogriežņi atbilst vienai un tai pašai kvalitātei) ir 70,5% (2.4. tabula).

Skuju kokiem lietkoksnis sortimentiem (abi nogriežņi atbilst kvalitātes kodam 1-5) atbilstošo koku skaits pārsniedz 80% (eglei – 82,3%; priedei – 91,1%), bet lapu kokiem tas ir robežās no 39,0% (baltalksnim) līdz 60,7% (melnalksnim). Skuju kokiem ir ievērojami mazāks (P-7,0%; E-9,5%) papīrmalkas sortimentiem atbilstošo koku īpatsvars (koki, kuriem vismaz viens no nogriežņiem ir ar kvalitātes kodu 6) nekā lapu kokiem, kuriem īpatsvars ir no 22,3% (apsei) līdz 43,3% (bērzam). Tikai malkas sortimentiem (vismaz viens nogrieznis ir ar kvalitātes kodu 7) atbilstošo koku skaits vislielākais ir apsēm (28,7%) un baltalkšņiem (19,8%), bet pārējām sugām tas nepārsniedz 10%. Visizplatītākais kombinācijas veids priedei (46,8%), eglei (53,8%), bērzam (36,1%), melnalksnim (32,8%), apsei (34,4%) ir 33, bet baltalksnim – 66 (28,5%), kaut gan baltalksni kombinācija 33 ir konstatēta tikai nedaudz retāk (27,9%).

Koku skaita sadalījums pa koku sugām un kvalitātes kombinācijām

Kvalitāte	PRIEDE		EGLE		BĒRZS		MELNALKSNIS		APSE		BALTALKSNIS	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
11	1217	13,0	640	7,2	482	6,8	256	13,9	66	6,5	49	3,2
12	21	0,2	41	0,5	9	0,1	11	0,6	6	0,6	2	0,1
13	1963	21,0	355	4,0	690	9,8	209	11,4	89	8,8	112	7,3
14	25	0,3										
15	2	0,0										
16	23	0,2	1	0,0	104	1,5	9	0,5	13	1,3	12	0,8
17	9	0,1			3	0,0	8	0,4	2	0,2	18	1,2
21												
22	9	0,1	134	1,5	2	0,0	1	0,1	2	0,2		
23	24	0,3	5	0,1	7	0,1	4	0,2	2	0,2	1	0,1
24												
25												
26			1	0,0			1	0,1			1	0,1
27			1	0,0								
31	42	0,4	91	1,0	40	0,6	24	1,3	3	0,3	1	0,1
32	27	0,3	684	7,7	21	0,3	8	0,4	3	0,3	5	0,3
33	4364	46,8	4752	53,8	2546	36,1	603	32,8	350	34,4	427	27,9
34	324	3,5	123	1,4								
35	53	0,6	2	0,0								
36	124	1,3	24	0,3	855	12,1	122	6,6	57	5,6	129	8,4
37	6	0,1	2	0,0	7	0,1	20	1,1	4	0,4	46	3,0
41	3	0,0	43	0,5								
42	27	0,3	118	1,3								
43	46	0,5	100	1,1								
44	248	2,7	104	1,2								
45	30	0,3	4	0,0								
46	15	0,2	4	0,0								
47	2	0,0	1	0,0								
51	1	0,0	9	0,1								
52	6	0,1	4	0,0								
53	33	0,4	50	0,6								
54	11	0,1	4	0,0								
55	37	0,4	3	0,0								
56	6	0,1										
57	2	0,0										
61	11	0,1	107	1,2	8	0,1	1	0,1			1	0,1
62	8	0,1	72	0,8	7	0,1						
63	254	2,7	474	5,4	493	7,0	166	9,0	25	2,5	53	3,5
64	22	0,2	24	0,3								
65	8	0,1										
66	170	1,8	92	1,0	1503	21,3	283	15,4	109	10,7	437	28,5
67	7	0,1			16	0,2			5	0,5	1	0,1
71	1	0,0	8	0,1	1	0,0	4	0,2			1	0,1
72			3	0,0			1	0,1			3	0,2
73	90	1,0	657	7,4	95	1,3	31	1,7	35	3,4	44	2,9
74	5	0,1	5	0,1								
75	1	0,0										
76	8	0,1	39	0,4	69	1,0	15	0,8	18	1,8	22	1,4
77	48	0,5	53	0,6	90	1,3	63	3,4	228	22,4	167	10,9
Kopā	9334	100,0	8834	100,0	7048	100,0	1840	100,0	1017	100,0	1532	100,0
Kvalitāte - pirmais cipars pirmā 3m nogriežņa kvalitāte, otrais cipars otrā 3m nogriežņa kvalitāte												
teorētiski neiespējamās kombinācijas												

2.2.1.2. Koku kvalitātes izmaiņas atkarībā no koku vecuma

Analīzē izmanto kvalitāti, par 6 metru nogriezni, par kura kvalitāti ir pieņemta zemāk novērtētā 3 metru nogriežņa kvalitāte. Par koka vecumu ir pieņemts kokam atbilstošā meža elementa aritmētiski vidējais vecums. Analīzē izmantoti dati par 25020 kokiem no 1235 MSI parauglaukumiem:

- priedes – 9045,
- egles – 5371,
- bērzi – 6665,
- melnalkšņi – 1684,
- apses – 928,
- baltalkšņi – 1327.

Priede

Analīzē priedes tiek sadalītas sešās vecuma grupās: 1)21-40 gadi, 2)41-60 gadi, 3)61-80 gadi, 4)81-100 gadi, 5)101-120 gadi, 6)121-170 gadi.

Priedēm lietkoksnis sortimentu prasībām (1.-5. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars visaugstākais ir kokiem vecuma grupā 81-100 gadi (94,1±1,1%), bet vismazākais vecuma grupā virs 120 gadiem (87,8±2,5%). Lietkoksnis sortimentu prasībām atbilstošo koku skaita īpatsvara kritums vecākajiem kokiem skaidrojams ar stumbra bojāto koku īpatsvara pieaugumu, jo stumbra bojāto koku īpatsvars vecuma grupās līdz 120 gadiem svārstās robežās no 1,5% līdz 4,0%, bet vecākajiem kokiem tas ir 7,5% (2.6. tabula un 2.1. attēls).

Augstvērtīgu zāgbaļķu sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars visaugstākais ir kokiem vecuma grupā 81-100 gadi (87,5±1,5%), bet vismazākais vecuma grupā līdz 40 gadiem (65,1±4,8%).

I šķiras zāgbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars visaugstākais ir kokiem vecuma grupā virs 120 gadiem (30,5±3,6%), bet vismazākais vecuma grupā līdz 40 gadiem, kur nav konstatēts neviens I šķiras zāgbaļķu prasībām atbilstošs koks. Jāatzīmē, ka I šķiras zāgbaļķu prasībām atbilstošo koku īpatsvars vecuma grupās virs 100 gadiem neatšķiras būtiski, jo starpība ir mazāka par ticamības intervālu (2.5. tabula).

2.5. tabula

Priežu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku vecuma

Vecuma grupa		21-40	41-60	61-80	81-100	101-120	121-170	Kopā	
Koku kvalitātes grupa	1	Īpatsvars	0,0	2,6	8,2	19,2	25,8	30,5	13,1
		Ticamības intervāls	0,0	0,7	1,0	1,8	2,4	3,6	0,7
	2	Īpatsvars	0,0	0,3	0,2	0,2	1,2	0,0	0,3
		Ticamības intervāls	0,0	0,4	0,4	0,4	0,6	0,0	0,2
	3	Īpatsvars	65,1	76,7	75,8	68,1	56,6	49,5	69,3
		Ticamības intervāls	4,8	1,9	1,6	2,1	2,7	3,9	1,0
	4	Īpatsvars	24,7	9,8	5,5	5,1	5,1	6,0	7,1
		Ticamības intervāls	4,4	1,3	0,8	1,0	1,2	1,8	0,5
	5	Īpatsvars	2,7	1,6	2,1	1,5	1,9	1,7	1,8
		Ticamības intervāls	1,7	0,6	0,5	0,5	0,7	1,0	0,3
	1-3	Īpatsvars	65,1	79,6	84,2	87,5	83,5	80,0	82,7
		Ticamības intervāls	4,8	1,8	1,3	1,5	2,0	3,1	0,8
	1-5	Īpatsvars	92,5	91,1	91,8	94,1	90,5	87,8	91,7
		Ticamības intervāls	2,7	1,3	1,0	1,1	1,6	2,5	0,6
6	Īpatsvars	5,9	7,2	6,7	4,1	7,5	8,0	6,4	
	Ticamības intervāls	2,4	1,2	0,9	0,9	1,4	2,1	0,5	
7	Īpatsvars	1,6	1,7	1,5	1,9	2,0	4,2	1,9	
	Ticamības intervāls	1,3	0,6	0,4	0,6	0,8	1,6	0,3	
Koku skaits		372	1940	2872	1921	1294	646	9045	
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. Ticamības intervāls aprēķināts pie 95% ticamības.									

Bojāto priežu skaita īpatsvars atkarībā no koku vecuma un bojājuma vietas

Vecuma grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	4
21-40	97,8	0,0	1,3	0,3	0,5
41-60	97,4	0,9	1,1	0,3	0,3
61-80	96,7	0,3	2,1	0,4	0,5
81-100	95,3	0,3	3,1	0,4	0,9
101-120	96,1	0,0	3,2	0,3	0,4
121-170	91,4	0,5	6,0	1,0	1,0
Kopā	96,2	0,4	2,5	0,4	0,6

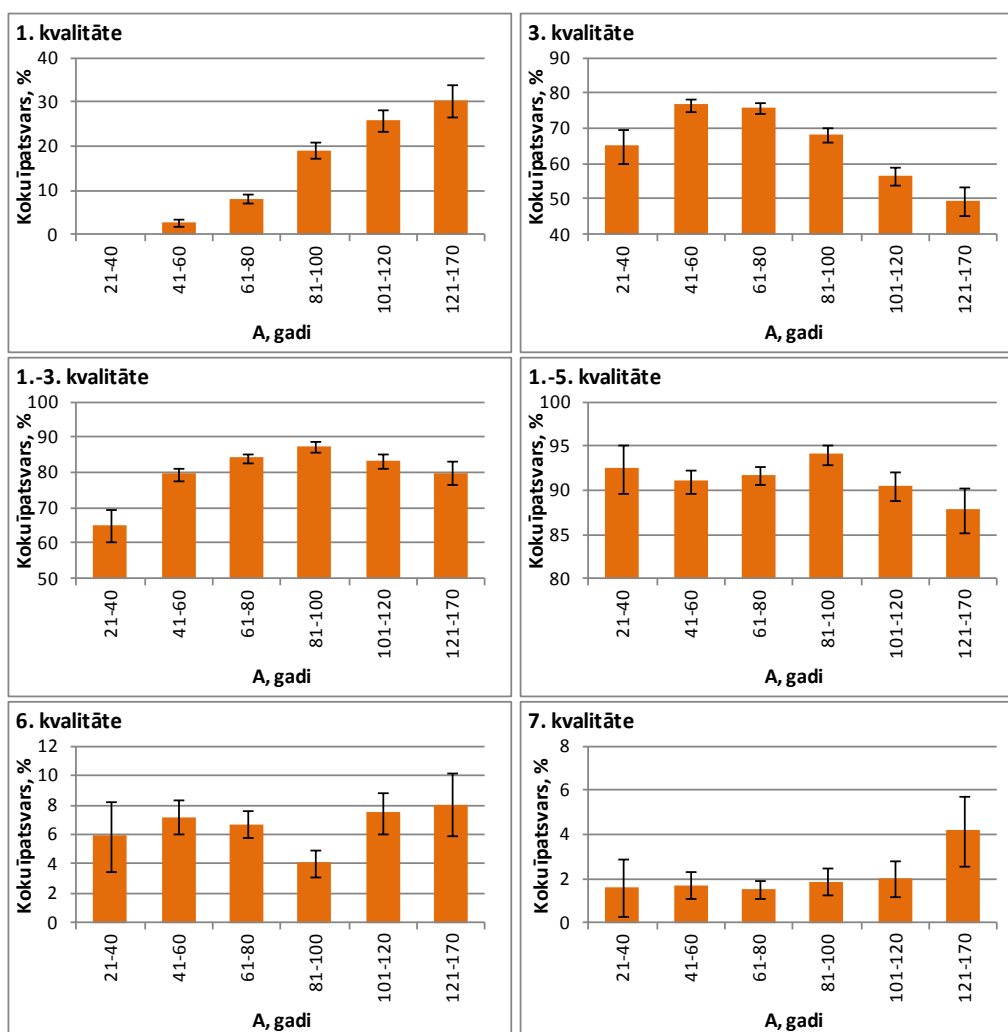
0 - nav bojājumu

1 - sakne un celmi līdz 30 cm virs sakņu kakla

2 - stumbra daļa no celma līdz pirmajam zaļajam zaram

3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei

4 - cits



2.1. attēls. Priedes koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku vecuma grupas
 Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 1-5 – I-V šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Egle

Analīzē egles tiek sadalītas sešās vecuma grupās: 1)21-40 gadi, 2)41-60 gadi, 3)61-80 gadi, 4)81-100 gadi, 5)101-120 gadi, 6)121-170 gadi.

Eglēm lietkoksnēs sortimentu prasībām (1.-5. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars visaugstākais ir kokiem vecuma grupā 101-120 gadi un 121-170 gadi ($88,8 \pm 3,4\%$ un $88,7 \pm 6,0\%$), bet vismazākais vecuma grupā 61-80 gadiem ($81,3 \pm 2,1\%$). Vecuma grupās virs 80 gadiem (pieauguši un pārauguši koki) šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars savstarpēji ir ticamības intervāla

robežās, kas nozīmē, ka atšķirības nav uzskatāmas par būtiskām (2.7. tabula un 2.2. attēls). Vecuma grupās no 40 līdz 100 gadiem ir lietkoksnis sortimentiem atbilstošo koku īpatsvara samazinājums (salīdzinājumā ar citām vecuma grupām), jo šajās vecuma grupās ir lielāks stumbra bojāto koku īpatsvars, kas svārstās robežās no 10% līdz 12%, bet citās vecuma grupās tas ir robežās no 6% līdz 8% (2.8. tabula). Lielāks bojāto koku īpatsvars pieminētajās vecuma grupās saistīts ar dzīvnieku bojājumiem, jo dzīvnieku bojāto koku īpatsvars no visiem bojātajiem kokiem sastāda 76,6%.

Augstvērtīgu zāgbaļķu sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars visaugstākais ir kokiem vecuma grupā virs 120 gadiem (86,8±6,4%), bet vismazākais vecuma grupā 61-80 gadiem (73,8±2,4%). Līdzīgi kā lietkoksnis sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvaram tā arī augstvērtīgu zāgbaļķu sortimentiem atbilstošo koku īpatsvaram vecuma grupās virs 80 gadiem nav būtiskas atšķirības (2.7. tabula). Līdzīgi kā lietkoksnis sortimentiem tā arī augstvērtīgu zāgbaļķu sortimentiem atbilstošo koku īpatsvara samazinājums vecuma grupās no 40 līdz 100 gadiem, skaidrojams ar bojāto koku īpatsvara pieaugumu.

I šķiras zāgbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars visaugstākais ir kokiem vecuma grupā virs 120 gadiem (24,5±8,2%), bet vismazākais vecuma grupā līdz 40 gadiem (1,1±0,6%). Jāatzīmē, ka I šķiras zāgbaļķu prasībām atbilstošo koku īpatsvars vecuma grupās no 41 līdz 120 gadiem svārstās robežās no 10% līdz 12% un tas savstarpēji neatšķiras būtiski, jo starpība ir mazāka par ticamības intervālu (2.7. tabula).

2.7. tabula

Egļu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku vecuma

Vecuma grupa		21-40	41-60	61-80	81-100	101-120	121-170	Kopā	
Koku kvalitātes grupa	1	Īpatsvars	1,1	10,6	10,0	11,8	11,6	24,5	8,8
		Ticamības intervāls	0,6	1,4	1,6	2,7	3,5	8,2	0,8
	2	Īpatsvars	3,7	1,6	1,2	0,7	0,0	0,9	1,8
		Ticamības intervāls	1,1	0,6	0,6	0,5	0,0	0,5	0,4
	3	Īpatsvars	74,9	65,3	62,6	65,8	71,7	61,3	67,2
		Ticamības intervāls	2,5	2,1	2,7	3,9	4,9	9,3	1,3
	4	Īpatsvars	6,7	6,1	6,8	5,7	3,3	1,9	6,1
		Ticamības intervāls	1,4	1,1	1,4	1,9	1,9	2,6	0,6
	5	Īpatsvars	0,2	1,1	0,7	1,1	2,1	0,0	0,9
		Ticamības intervāls	0,5	0,5	0,5	0,5	1,6	0,0	0,3
	1-3	Īpatsvars	79,6	77,5	73,8	78,3	83,3	86,8	77,7
		Ticamības intervāls	2,3	1,9	2,4	3,4	4,0	6,4	1,1
	1-5	Īpatsvars	86,5	84,6	81,3	85,1	88,8	88,7	84,6
		Ticamības intervāls	1,9	1,6	2,1	3,0	3,4	6,0	1,0
6	Īpatsvars	4,5	7,1	10,1	9,5	5,5	4,7	7,3	
	Ticamības intervāls	1,2	1,2	1,7	2,4	2,5	4,0	0,7	
7	Īpatsvars	9,0	8,3	8,7	5,4	5,8	6,6	8,0	
	Ticamības intervāls	1,6	1,2	1,5	1,9	2,5	4,7	0,7	
Koku skaits		1201	1895	1282	558	329	106	5371	

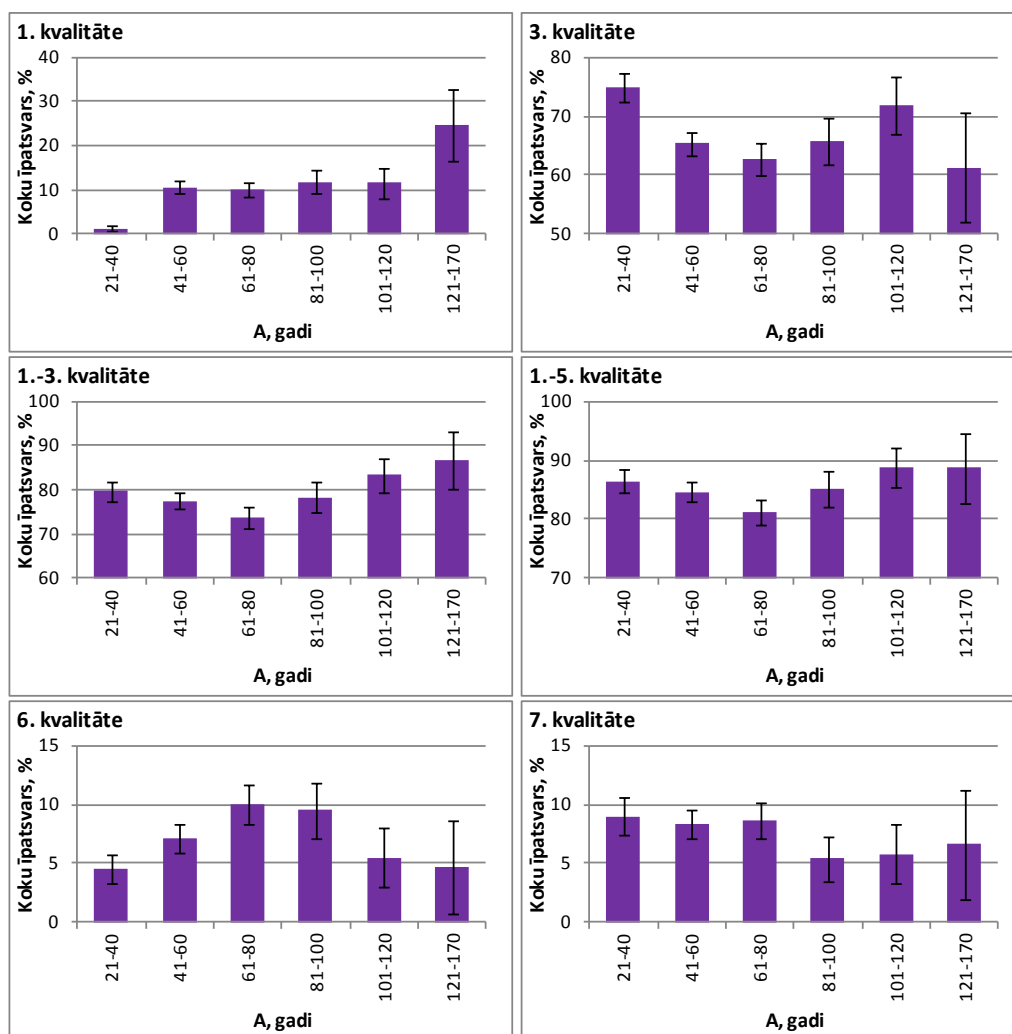
Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāgbaļķis; 2 – II šķiras zāgbaļķis; 3 – III šķiras zāgbaļķis; 4 – IV šķiras zāgbaļķis; 5 – V šķiras zāgbaļķis; 6 – papirmalka; 7 – malka. Ticamības intervāls aprēķināts pie 95% ticamības.

2.8. tabula

Bojāto egļu skaita īpatsvars atkarībā no koku vecuma un bojājuma vietas

Vecuma grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	4
21-40	91,9	0,2	6,7	0,7	0,3
41-60	89,3	0,2	9,3	0,9	0,4
61-80	88,3	0,2	10,5	0,6	0,5
81-100	88,0	0,7	9,7	0,9	0,7
101-120	92,4	0,3	6,7	0,0	0,6
121-170	92,5	0,9	5,7	0,0	0,9
Kopā	89,8	0,3	8,8	0,7	0,4

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



2.2. attēls. Egles koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku vecuma grupas
 Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāgbaļķis; 3 – III šķiras zāgbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāgbaļķi; 1-5 – I-V šķiras zāgbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Bērzs

Analīzē bērzi tiek sadalīti piecās vecuma grupās: 1)21-40 gadi, 2)41-60 gadi, 3)61-70 gadi, 4)71-90 gadi, 5)91-130 gadi.

Bērziem lietkoksnis sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars visaugstākais ir kokiem vecuma grupā 21-40 un 41-60 gadi ($56,2 \pm 3,1\%$ un $56,4 \pm 1,7\%$), bet vismazākais vecuma grupā 91-130 gadiem ($34,0 \pm 9,6\%$). Vecuma grupās līdz 90 gadiem šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars savstarpēji ir ticamības intervāla robežās, kas nozīmē, ka atšķirības nav uzskatāmas par būtiskām (2.9. tabula un 2.3. attēls). Tendence, ka vecākajiem kokiem ir mazāks lietkoksnis sortimentiem atbilstošo koku īpatsvars, skaidrojama ar koku likumainību. Ievērojams kritums pāraugušajiem kokiem (vecuma grupā virs 90 gadiem) saistīts ar lielāku stumbra bojāto koku īpatsvaru (2.10. tabula), kā arī iespējams, ka vecākajiem kokiem ir vairāk parādījušās ārējās trupes pazīmes (piepes).

I šķiras zāgbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars visaugstākais ir kokiem vecuma grupā 71-90 gadiem ($9,2 \pm 2,1\%$), bet vismazākais vecuma grupā līdz 40 gadiem ($5,3 \pm 1,4\%$) un vecuma grupā virs 90 gadiem ($5,3 \pm 4,5\%$).

Bērziem novērojama tendence, ka gan papīrmalkas (6. kvalitātes grupa) gan malkas (7. kvalitātes grupa) sortimentiem atbilstošo koku īpatsvars vecākajiem kokiem ir lielāks nekā jaunākajiem kokiem, lai gan papīrmalkas sortimentiem atšķirības lielākas par vienu ticamības intervālu ir tikai jaunākajai un vecākajai vecuma grupai, bet malkas sortimentiem visas vecuma grupas savstarpēji neatšķiras vairāk par vienu ticamības intervālu (2.8. tabula).

Bērzu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku vecuma

Vecuma grupa		21-40	41-60	61-70	71-90	91-130	kopā	
Koku kvalitātes grupa	1	Īpatsvars	5,3	7,3	7,2	9,2	5,3	7,1
		Ticamības intervāls	1,4	0,9	1,3	2,1	4,5	0,6
	2	Īpatsvars	0,2	0,1	0,2	0,3	0,0	0,2
		Ticamības intervāls	0,6	0,3	0,5	0,7	0,0	0,2
	3	Īpatsvars	50,7	49,0	45,9	42,4	28,7	47,5
		Ticamības intervāls	3,1	1,7	2,5	3,5	9,1	1,2
	1-3	Īpatsvars	56,2	56,4	53,3	51,9	34,0	54,8
		Ticamības intervāls	3,1	1,7	2,5	3,6	9,6	1,2
	6	Īpatsvars	39,4	40,4	42,9	43,0	55,3	41,4
		Ticamības intervāls	3,0	1,7	2,4	3,6	10,1	1,2
	7	Īpatsvars	4,4	3,2	3,8	5,1	10,6	3,9
		Ticamības intervāls	1,3	0,6	0,9	1,6	6,2	0,5
	Koku skaits		997	3238	1589	747	94	6665

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka. Ticamības intervāls aprēķināts pie 95% ticamības.

Bojāto bērzu skaita īpatsvars atkarībā no koku vecuma un bojājuma vietas

Vecuma grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	4
21-40	96,1	0,0	3,7	0,1	0,1
41-60	96,6	0,2	2,7	0,3	0,2
61-70	95,2	0,2	3,3	0,6	0,8
71-90	95,9	0,5	2,4	0,3	0,9
91-130	92,6	0,0	6,4	1,1	0,0
Kopā	96,0	0,2	3,0	0,3	0,4

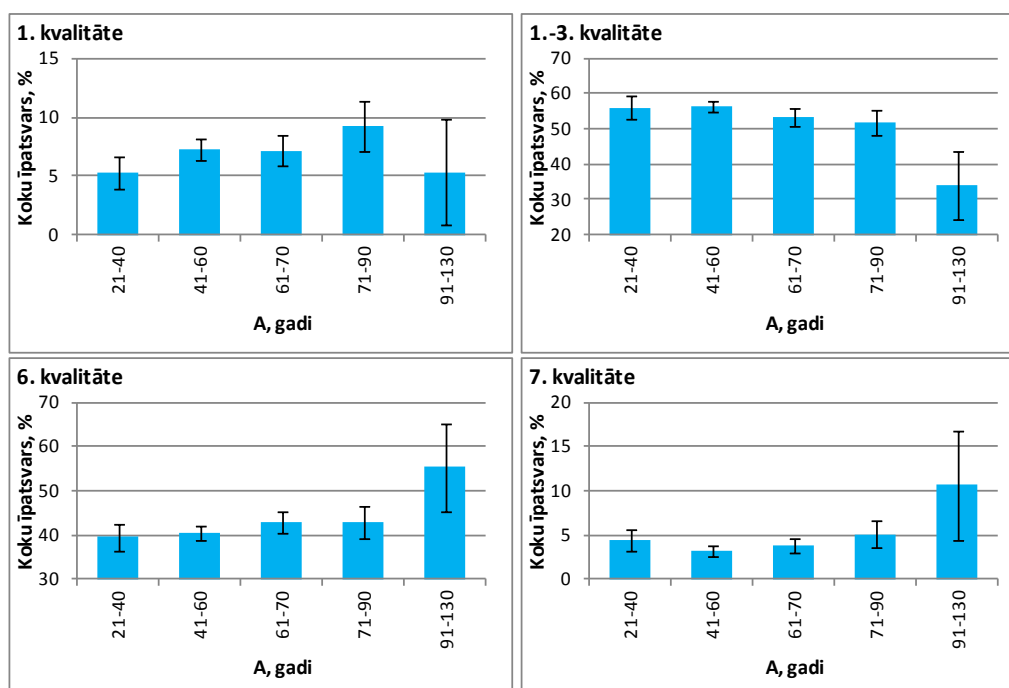
0 - nav bojājumu

1 - sakne un celmi līdz 30 cm virs sakņu kakla

2 - stumbra daļa no celma līdz pirmajam zaļajam zaram

3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei

4 - cits



2.3. attēls. Bērzu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku vecuma grupas

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Melnalksnis

Analīzē melnalkšņi tiek sadalīti četrās vecuma grupās: 1)21-40 gadi, 2)41-60 gadi, 3)61-70 gadi, 4)71-100 gadi.

Visās vecuma grupās lietkoksnis sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars savstarpējās atšķirības ir mazākas par vienu ticamības intervālu, kas nozīmē, ka atšķirības starp vecuma grupām nav būtiskas (2.11. tabula 2.4. attēls).

I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars visaugstākais ir kokiem vecuma grupā 61-70 gadiem (21,7±5,2%), bet vismazākais vecuma grupā līdz 40 gadiem (6,2±2,2%). Vecuma grupās virs 40 gadiem šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars savstarpēji ir ticamības intervāla robežās, kas nozīmē, ka atšķirības nav uzskatāmas par būtiskām (2.11. tabula).

Jāatzīmē, ka stumbra bojāto koku īpatsvars melnalkšņiem visās izdalītajās grupās ir ļoti līdzīgs un tas svārstās 2% līdz 4% robežās (2.12. tabula).

2.11. tabula

Melnalkšņu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku vecuma

Vecuma grupa		21-40	41-60	61-70	71-100	kopā	
Koku kvalitātes grupa	1	Īpatsvars	6,2	16,3	21,7	15,6	14,3
		Ticamības intervāls	2,2	2,5	5,2	5,7	1,7
	2	Īpatsvars	0,7	0,8	0,0	0,0	0,6
		Ticamības intervāls	0,9	0,7	0,0	0,0	0,5
	3	Īpatsvars	57,2	42,8	37,1	46,1	46,1
		Ticamības intervāls	4,6	3,4	6,1	7,9	2,4
	1-3	Īpatsvars	64,1	60,0	58,8	61,7	61,0
		Ticamības intervāls	4,4	3,3	6,2	7,7	2,3
	6	Īpatsvars	25,5	34,9	33,8	29,9	31,8
		Ticamības intervāls	4,0	3,2	6,0	7,2	2,2
	7	Īpatsvars	10,4	5,1	7,5	8,4	7,2
		Ticamības intervāls	2,8	1,5	3,3	4,4	1,2
	Koku skaits		451	839	240	154	1684
	Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka. Ticamības intervāls aprēķināts pie 95% ticamības.						

2.12. tabula

Bojāto melnalkšņu skaita īpatsvars atkarībā no koku vecuma un bojājuma vietas

Vecuma grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	4
21-40	95,6	0,9	3,3	0,0	0,2
41-60	97,4	0,0	1,7	0,6	0,4
61-70	95,4	0,0	2,9	0,0	1,7
71-90	91,6	0,0	3,2	0,0	5,2
Kopā	96,1	0,2	2,4	0,3	1,0

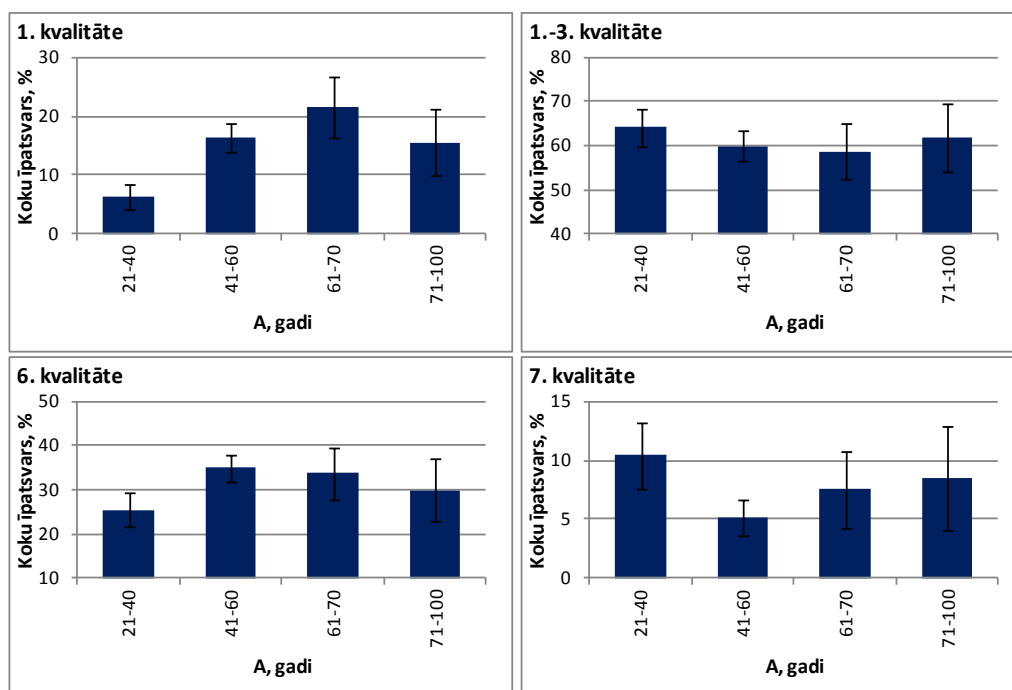
0 - nav bojājumu

1 - sakne un celmi līdz 30 cm virs sakņu kakla

2 - stumbra daļa no celma līdz pirmajam zaļajam zaram

3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei

4 - cits



2.4. attēls. Melnalkšņa koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku vecuma grupas
 Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Apse

Analīzē apses tiek sadalīti četrās vecuma grupās: 1)11-30 gadi, 2)31-40 gadi, 3)41-60 gadi, 4)61-100 gadi.

Vecuma grupās līdz 60 gadiem lietkoksnis sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvara savstarpēji atšķirības ir mazākas par vienu ticamības intervālu, kas nozīmē, ka atšķirības starp vecuma grupām nav būtiskas (2.13. tabula un 2.5. attēls). Lietkoksnis sortimentiem atbilstošo koku skaita īpatsvara kritums vecuma grupā 31-40 gadi salīdzinājumā ar vecumklasēm 11-30 un 41-60 gadiem saistīts ar ievērojami lielāku stumbra bojāto koku īpatsvaru šajā klasē (2.14. tabula). Lietkoksnis sortimentiem atbilstošo mazo koku īpatsvaru pāraugušajās audzēs nevar izskaidrot tikai ar stumbra bojāto koku īpatsvaru, jo tas ir tikai nedaudz lielāks par briestaudzēs esošo stumbra bojāto koku īpatsvaru, kas nozīmē, ka pāraugušās audzēs ir vairāk koku ar uz stumbra redzamām trupes pazīmēm (piepes), par ko liecina arī ievērojamais malkas sortimentiem atbilstošo koku īpatsvars šajā vecuma grupā.

I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars visaugstākais ir kokiem vecuma grupā 61-100 gadiem ($3,5 \pm 5,2\%$), bet vismazākais vecuma grupā līdz 30 gadiem ($0,7 \pm 1,6\%$). Vecuma grupās virs 30 gadiem šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars savstarpēji ir ticamības intervāla robežās, kas nozīmē, ka atšķirības nav uzskatāmas par būtiskām (2.13. tabula).

Apšu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku vecuma

Vecuma grupa		11-30	31-40	41-60	61-100	Kopā	
Koku kvalitātes grupa	1	Īpatsvars	0,7	4,4	8,2	9,0	6,5
		Ticamības intervāls	1,6	3,0	2,9	3,5	1,6
	2	Īpatsvars	0,7	2,2	0,0	0,8	0,8
		Ticamības intervāls	1,6	2,1	0,0	1,2	0,6
	3	Īpatsvars	64,6	45,9	54,2	22,0	45,4
		Ticamības intervāls	7,7	7,2	5,3	5,1	3,2
	1-3	Īpatsvars	66,0	52,5	62,4	31,8	52,6
		Ticamības intervāls	7,7	7,2	5,1	5,7	3,2
	6	Īpatsvars	22,4	21,3	19,0	16,9	19,4
		Ticamības intervāls	6,7	5,9	4,2	4,6	2,5
	7	Īpatsvars	11,6	26,2	18,7	51,4	28,0
		Ticamības intervāls	5,2	6,4	4,1	6,1	2,9
	Koku skaits		147	183	343	255	928

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka. Ticamības intervāls aprēķināts pie 95% ticamības.

Bojāto apšu skaita īpatsvars atkarībā no koku vecuma un bojājuma vietas

Vecuma grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	4
11-30	98,0	0,0	2,0	0,0	0,0
31-40	83,6	1,1	15,3	0,0	0,0
41-60	91,0	0,3	5,5	3,2	0,0
61-100	82,4	0,4	16,9	0,0	0,4
Kopā	88,3	0,4	10,0	1,2	0,1

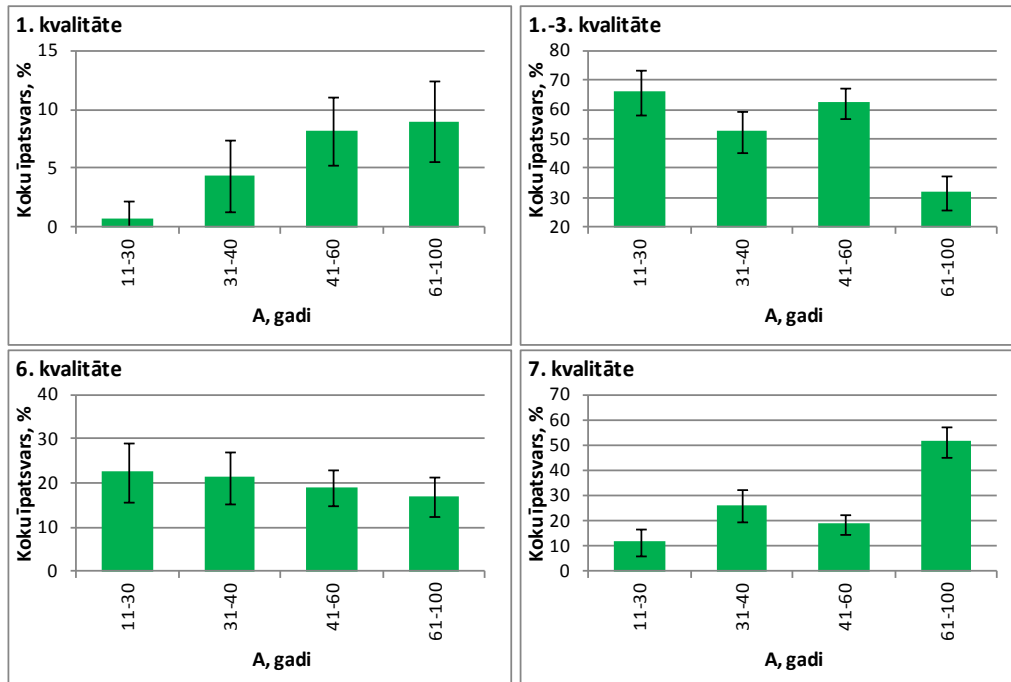
0 - nav bojājumu

1 - sakne un celmi līdz 30 cm virs sakņu kakla

2 - stumbra daļa no celma līdz pirmajam zaļajam zaram

3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei

4 - cits



2.5. attēls. Apes koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku vecuma grupas
Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Baltalksnis

Analīzē baltalkšņi tiek sadalīti trīs vecuma grupās: 1)11-30 gadi, 2)31-40 gadi, 3)41-70 gadi.

Baltalkšņiem lietkoksnis sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars visaugstākais ir kokiem vecuma grupā 11-30 gadi (51,7±6,0%), bet vismazākais vecuma grupā virs 40

gadiem ($34,0 \pm 9,6\%$). Visās vecuma grupās lietkoknes sortimentiem koku īpatsvara savstarpējās atšķirības ir lielākas par ticamības intervālu (2.15. tabula un 2.6. attēls). Lietkoknes sortimentiem atbilstošo koku īpatsvara izmaiņām starp vecuma grupām nav nozīmes stumbra bojājumu īpatsvaram vecuma grupās, jo starp vecuma grupām šie rādītāji ir līdzīgi (2.16. tabula). Lietkoknes sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvara samazinājums palielinoties koku vecumam ir skaidrojams ar līkumainību, jo "papīrmalkas" sortimentu prasībām atbilstošais koku īpatsvars pieaug gandrīz proporcionāli lietkoknes sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvara samazinājumam.

2.15. tabula

Baltalkšņu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku vecuma

Vecuma grupa		11-30	31-40	41-70	Kopā	
Koku kvalitātes grupa	1	Īpatsvars	4,4	3,9	1,7	3,3
		Ticamības intervāls	2,4	1,5	1,2	1,0
	2	Īpatsvars	0,0	0,3	0,0	0,2
		Ticamības intervāls	0,0	0,8	0,0	0,5
	3	Īpatsvars	47,2	39,2	26,5	36,9
		Ticamības intervāls	5,9	3,8	4,3	2,6
	1-3	Īpatsvars	51,7	43,4	28,2	40,3
		Ticamības intervāls	6,0	3,8	4,3	2,6
	6	Īpatsvars	29,5	35,6	57,8	41,3
		Ticamības intervāls	5,4	3,7	4,8	2,7
	7	Īpatsvars	18,8	21,1	14,0	18,4
		Ticamības intervāls	4,7	3,2	3,3	2,1
	Koku skaits		271	641	415	1327

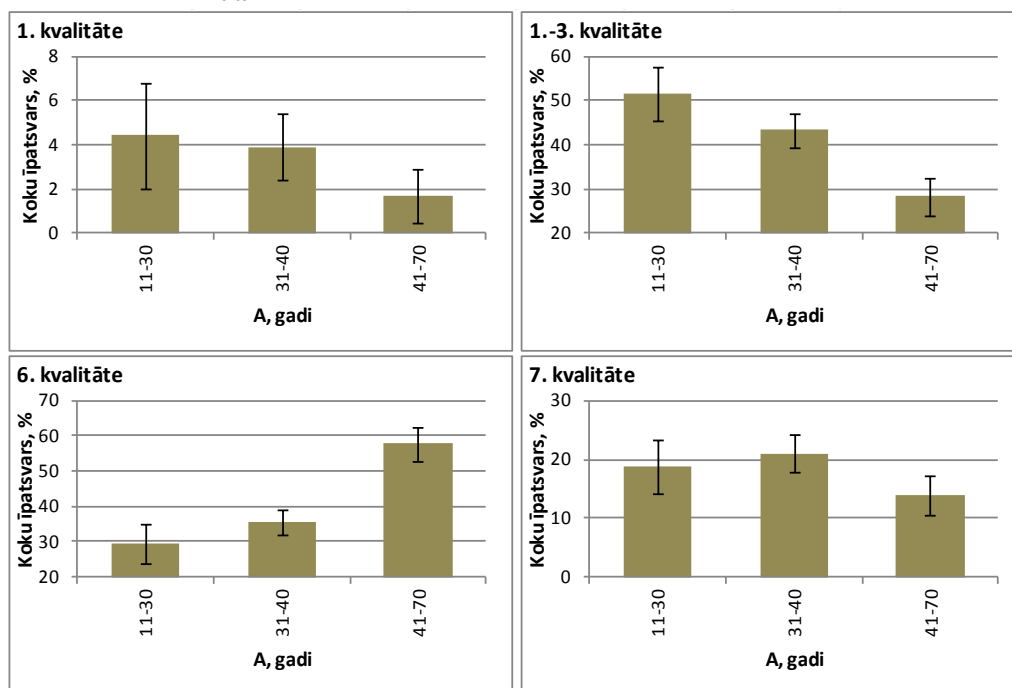
Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka. Ticamības intervāls aprēķināts pie 95% ticamības.

2.16. tabula

Bojāto baltalkšņu koku skaita īpatsvars atkarībā no koku vecuma un bojājuma vietas

Vecuma grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	4
11-30	94,1	1,5	3,7	0,7	0,0
31-40	92,4	0,9	5,0	1,1	0,6
41-70	96,4	0,0	2,2	1,4	0,0
Kopā	94,0	0,8	3,8	1,1	0,3

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



2.6. attēls. Baltalkšņa koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku vecuma grupas
 Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

2.2.1.3. Koku kvalitātes izmaiņas atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra

Analīzē izmanto kvalitāti, par 6 metru nogriezni, par kura kvalitāti ir pieņemta zemāk novērtētā 3 metru nogriežņa kvalitāte. Analīzē izmantoti dati par 29573 kokiem no 1330 MSI parauglaukumiem:

- priedes – 9322,
- egles – 8824,
- bērzi – 7043,
- melnalkšņi – 1840,
- apses – 1016,
- baltalkšņi – 1528.

Priede

Analīzē koki tiek sadalīti astoņās caurmēra grupās: 1) 14,1-18,0 cm; 2) 18,1-22,0 cm; 3) 22,1-26,0 cm; 4) 26,1-30,0 cm; 5) 30,1-34,0 cm; 6) 34,1-38,0 cm; 7) 38,1-42,0 cm; 8) >42,0 cm.

Priedēm ir tendence, ka jo lielāka koku caurmēra grupa jo lielāks koku īpatsvars, kas atbilst I šķiras zāgbaļķu prasībām. Tomēr caurmēra grupās virs 26 cm I šķiras zāgbaļķu prasībām atbilstošo koku īpatsvars svārstās no 16% līdz 20% un savstarpēji ir ticamības intervāla robežās, kas nozīmē, ka atšķirības starp caurmēra grupām nav uzskatāmas par būtiskām (2.17. tabula un 2.7. attēls).

Augstvērtīgu zāgbaļķu sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars vislielākais ir caurmēra grupās no 18,1 cm līdz 38,0 cm un tas svārstās robežās no 80,9±3,1% līdz 86,5±1,7%, pie tam starp šīm grupām starpība ir mazāka par ticamības intervālu. Caurmēra grupā virs 42 cm ir ievērojami lielāks stumbra bojāto koku īpatsvars (6,6%) nekā pārējās caurmēra grupās (2,4-3,6%), kas izskaidro zāgbaļķa sortimentiem atbilstošo koku īpatsvara kritumu šajā caurmēra grupā (61,7±5,1%) (2.18. tabula).

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-5. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvara izmaiņām ir līdzīgas tendences kā iepriekš apskatītajiem augstvērtīgu zāgbaļķu sortimentiem. Vienīgi būtiskas atšķirības nav konstatētas caurmēra grupās no 22,1 cm līdz 38,0 cm, jo šo caurmēru grupu īpatsvari ir viena ticamības intervāla robežās.

Papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars vislielākais ir tievākajā caurmēra grupā (11,0±1,4%). Caurmēra grupās no 18,1 cm līdz 42,0cm šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars ir robežās no 4,7% līdz 7,2%, visām šīm caurmēra grupām atšķirība no tievākās caurmēra grupas ir būtiska, jo starpības ir lielākas par ticamības intervālu. Caurmēra grupā virs 42 cm papīrmalkas sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars ir 8,9±3,0, un tas būtiski neatšķiras ne no vienas citas caurmēra grupas.

Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars caurmēra grupās līdz 42 cm ir robežās no 1,2% līdz 2,1% un starpības starp šīm grupām nav būtiskas. Caurmēra grupā virs 42 cm šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars ir būtiski lielāks (7,2±2,7%), jo stumbra bojāto koku īpatsvars šajā grupā ir aptuveni uz pusi lielāks kā pārējās grupās.

2.17. tabula

Priedes koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra grupas

Caurmēra grupa		14,1-18,0	18,1-22,0	22,1-26,0	26,1-30,0	30,1-34,0	34,1-38,0	38,1-42,0	>42,0	Kopā	
Koku kvalitātes grupa	1	Īpatsvars	7,5	10,2	12,2	16,4	17,7	18,3	19,7	18,2	13,0
		Tīcamības intervāls	1,2	1,4	1,5	1,9	2,4	3,0	4,2	4,1	0,7
	2	Īpatsvars	0,3	0,3	0,1	0,3	0,4	1,1	0,6	0,3	0,3
		Tīcamības intervāls	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,8	1,1	1,1	0,2
	3	Īpatsvars	70,9	72,5	72,3	69,8	67,3	61,5	59,0	43,2	68,8
		Tīcamības intervāls	2,1	2,0	2,1	2,3	2,9	3,7	5,2	5,2	0,9
	4	Īpatsvars	7,7	6,8	6,1	5,8	6,6	9,2	9,5	13,5	7,2
		Tīcamības intervāls	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	2,2	3,1	3,6	0,5
	5	Īpatsvars	1,0	1,0	1,6	1,8	1,6	3,2	4,0	8,6	1,9
		Tīcamības intervāls	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	1,3	2,1	3,0	0,3
	1-3	Īpatsvars	78,6	82,9	84,7	86,5	85,4	80,9	79,2	61,7	82,1
		Tīcamības intervāls	1,9	1,7	1,7	1,7	2,2	3,0	4,3	5,1	0,8
	1-5	Īpatsvars	87,4	90,7	92,3	94,1	93,6	93,3	92,8	83,9	91,2
		Tīcamības intervāls	1,5	1,3	1,3	1,2	1,5	1,9	2,7	3,9	0,6
6	Īpatsvars	11,0	7,2	5,6	4,7	4,7	5,5	5,5	8,9	6,9	
	Tīcamības intervāls	1,4	1,2	1,1	1,1	1,3	1,7	2,4	3,0	0,5	
7	Īpatsvars	1,7	2,1	2,1	1,2	1,7	1,2	1,7	7,2	1,9	
	Tīcamības intervāls	0,6	0,7	0,7	0,6	0,8	0,8	1,4	2,7	0,3	
Koku skaits		1876	1870	1733	1474	1016	660	346	347	9322	

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. Tīcamības intervāls aprēķināts pie 95% tīcamības.

2.18. tabula

Bojāto priežu skaita īpatsvars atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra grupas un bojājuma vietas

Caurmēra grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	4
14,1-18,0	96,0	0,1	2,5	0,6	0,7
18,1-22,0	96,7	0,4	2,0	0,4	0,6
22,1-26,0	95,9	0,5	2,8	0,2	0,6
26,1-30,0	97,0	0,6	1,6	0,3	0,5
30,1-34,0	96,2	0,3	2,6	0,5	0,5
34,1-38,0	96,2	0,3	3,0	0,3	0,2
38,1-42,0	97,1	0,3	1,7	0,6	0,3
>42,0	91,9	0,3	6,1	0,3	1,4
Kopā	96,2	0,4	2,4	0,4	0,6

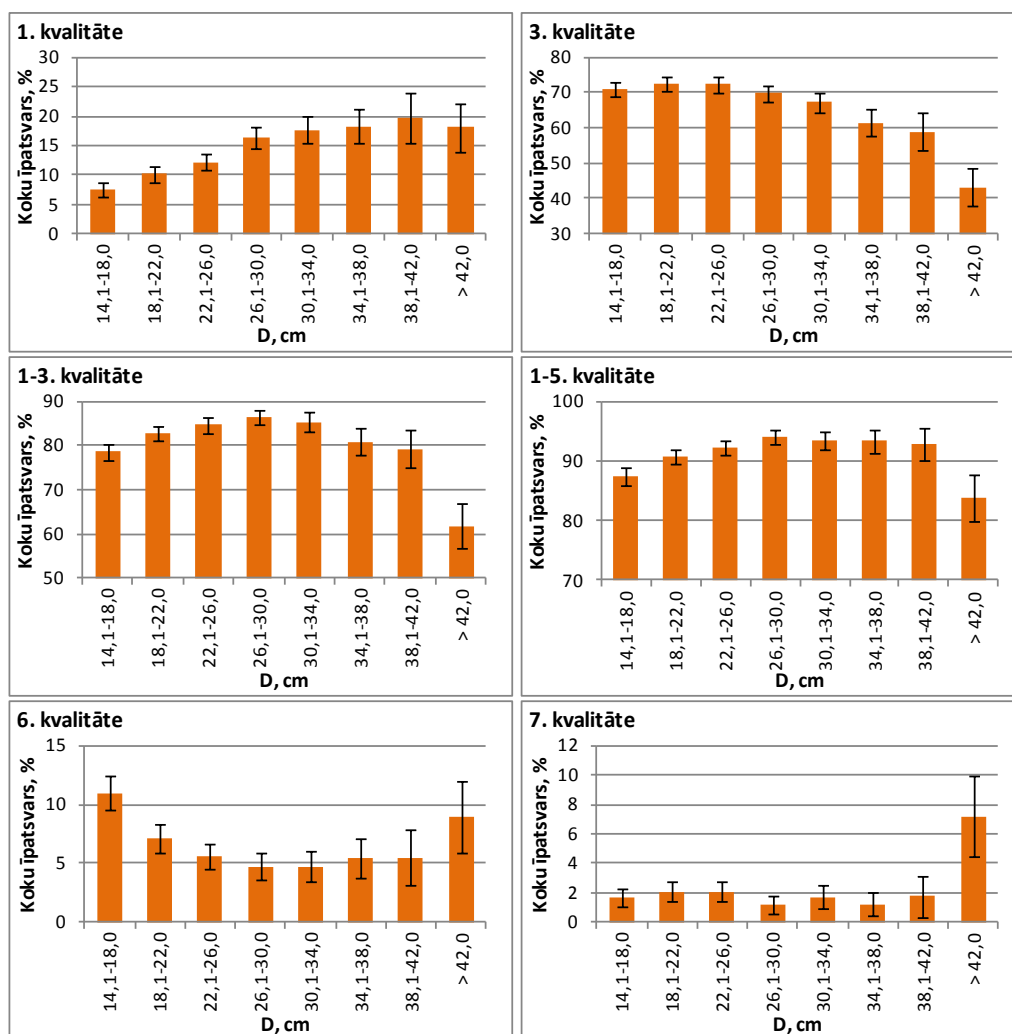
0 - nav bojājumu

1 - sakne un celmi līdz 30 cm virs sakņu kakla

2 - stumbra daļa no celma līdz pirmajam zaļajam zaram

3 - viss stubrs no celma līdz galotnei

4 - cits



2.7. attēls. Priedes koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra grupas

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāgbaļķis; 3 – III šķiras zāgbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāgbaļķi; 1-5 – I-V šķiras zāgbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Egle

Analīzē koki tiek sadalīti astoņās caurmēra grupās: 1) 14,1-18,0 cm; 2) 18,1-22,0 cm; 3) 22,1-26,0 cm; 4) 26,1-30,0 cm; 5) 30,1-34,0 cm; 6) 34,1-38,0 cm; 7) 38,1-42,0 cm; 8) >42,0 cm.

I šķiras zāgbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars nav atkarīgs no koka krūšaugstuma caurmēra, jo starp caurmēra grupām šo koku īpatsvara atšķirības ir mazākas par ticamības intervālu, kas nozīmē, ka atšķirības nav uzskatāmas par būtiskām (2.19. tabula un 2.8. attēls).

Augstvērtīgu zāgbaļķu sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars vislielākais ir caurmēra grupā virs 42 cm (83,2±5,9%), kas izskaidrojams pamatā ar to, ka šajā grupā stumbra bojāto koku īpatsvars ir 6,5% kamēr pārējās caurmēra grupās šis rādītājs ir 9,4-12,6% (2.20. tabula). Augstvērtīgu zāgbaļķu sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars caurmēra grupās līdz 22 cm un virs 30 cm savstarpēji būtiski neatšķiras. Caurmēra grupās no 22,1 cm līdz 30,0 cm augstvērtīgu zāgbaļķu sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars savstarpēji būtiski neatšķiras, bet ir būtiski mazāks nekā caurmēra grupās līdz 22 cm un grupā virs 42 cm.

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-5. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvara izmaiņām ir līdzīgas tendences kā iepriekš apskatītajiem augstvērtīgu zāgbaļķu sortimentiem. Vienīgi par būtiskām atšķirībām starp caurmēra grupām var uzskatīt atšķirības starp caurmēra grupu virs 42 cm ar caurmēra grupām zem 30 cm.

Papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars vismazākais ir caurmēra grupā virs 42 cm (3,2±2,8%) un tas ir būtiski mazāks nekā caurmēra grupās zem 30 cm un

caurmēra grupā 34,1-38,0 cm. Pārējās grupas savstarpēji būtiski neatšķiras un tajās koku īpatsvars ir no 5,0% līdz 11,3%.

Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars starp caurmēra grupām būtiski neatšķiras, izņemot starp caurmēra grupām 22,1-26,0 cm un >42,0 cm. Vidējais šo koku īpatsvars ir 8,7±0,6%.

2.19. tabula

Egles koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra grupas

Caurmēra grupa		14,1-18,0	18,1-22,0	22,1-26,0	26,1-30,0	30,1-34,0	34,1-38,0	38,1-42,0	>42,0	Kopā	
Koku kvalitātes grupa	1	Īpatsvars	6,9	6,8	7,7	8,9	9,8	6,6	5,0	5,2	7,2
		Ticamības intervāls	0,9	1,0	1,4	2,1	2,7	3,1	3,6	3,5	0,5
	2	Īpatsvars	2,8	2,2	1,1	0,7	0,8	0,4	1,4	0,0	2,0
		Ticamības intervāls	0,6	0,6	0,6	0,7	0,9	1,3	1,9	0,0	0,3
	3	Īpatsvars	67,4	68,0	63,5	61,7	66,1	68,5	66,0	78,1	66,6
		Ticamības intervāls	1,6	1,9	2,6	3,5	4,2	5,9	7,8	6,5	1,0
	4	Īpatsvars	4,5	4,7	7,2	8,0	6,2	7,9	7,1	7,7	5,5
		Ticamības intervāls	0,7	0,9	1,4	2,0	2,2	3,4	4,2	4,2	0,5
	5	Īpatsvars	0,6	0,7	0,7	1,6	1,2	2,9	2,1	0,6	0,8
		Ticamības intervāls	0,3	0,4	0,5	0,9	1,0	2,1	2,4	1,6	0,2
	1-3	Īpatsvars	77,2	77,0	72,3	71,3	76,7	75,5	72,3	83,2	75,9
		Ticamības intervāls	1,4	1,7	2,4	3,3	3,8	5,4	7,4	5,9	0,9
	1-5	Īpatsvars	82,3	82,4	80,3	80,9	84,2	86,3	81,6	91,6	82,2
		Ticamības intervāls	1,3	1,6	2,1	2,8	3,3	4,3	6,4	4,4	0,8
	6	Īpatsvars	9,5	8,7	9,3	10,4	7,9	5,0	11,3	3,2	9,0
		Ticamības intervāls	1,0	1,2	1,6	2,2	2,4	2,8	5,2	2,8	0,6
	7	Īpatsvars	8,2	9,0	10,5	8,7	7,9	8,7	7,1	5,2	8,7
		Ticamības intervāls	0,9	1,2	1,6	2,0	2,4	3,6	4,2	3,5	0,6
Koku skaits		3456	2278	1338	734	481	241	141	155	8824	

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. Ticamības intervāls aprēķināts pie 95% ticamības.

2.20. tabula

Bojāto egļu skaita īpatsvars atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra grupas un bojājuma vietas

Caurmēra grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	4
14,1-18,0	89,1	0,2	9,4	0,7	0,7
18,1-22,0	88,1	0,3	10,1	1,0	0,5
22,1-26,0	86,6	0,3	11,7	0,6	0,7
26,1-30,0	87,9	0,5	10,4	0,5	0,7
30,1-34,0	89,8	0,0	8,7	0,6	0,8
34,1-38,0	89,2	0,8	8,3	0,8	0,8
38,1-42,0	87,9	0,0	9,2	2,1	0,7
>42,0	92,9	0,0	5,8	0,6	0,6
Kopā	88,4	0,3	9,9	0,7	0,7

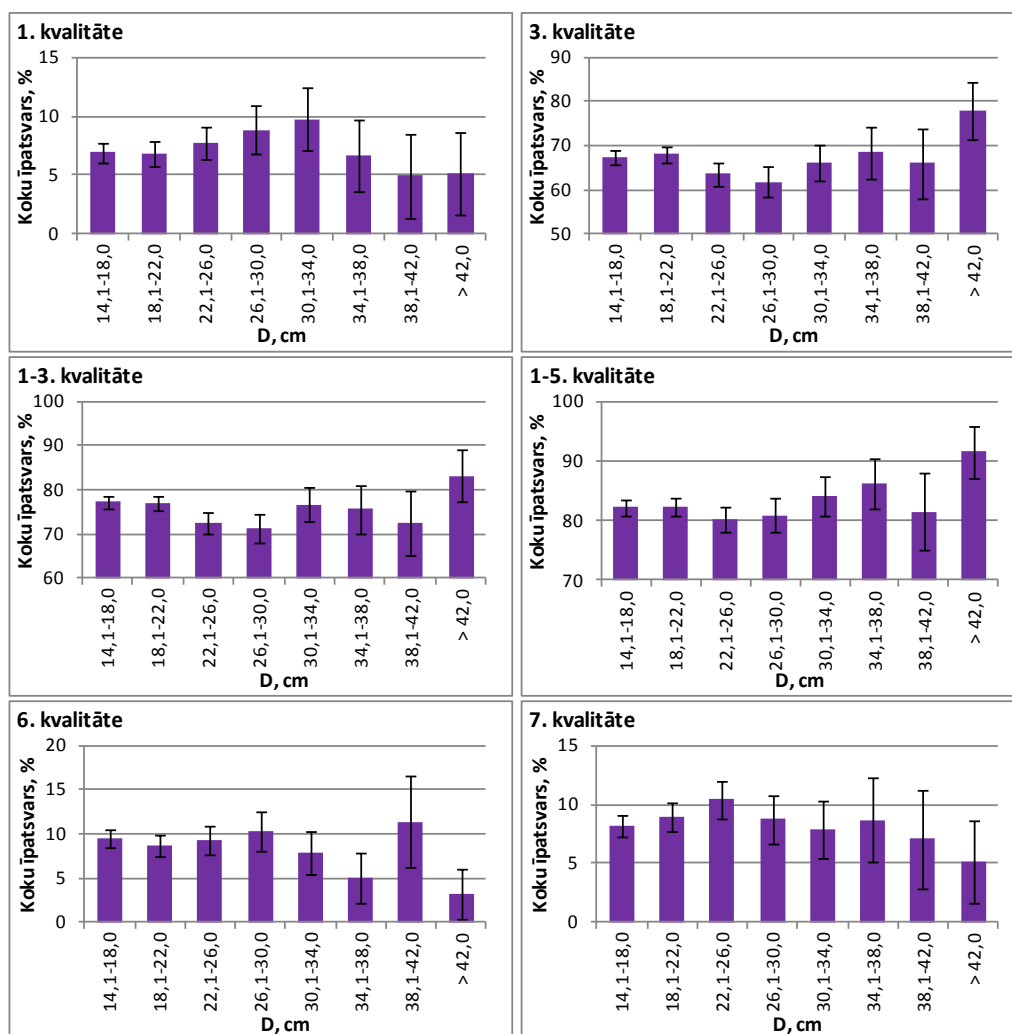
0 - nav bojājumu

1 - sakne un celmi līdz 30 cm virs sakņu kakla

2 - stumbra daļa no celma līdz pirmajam zaļajam zaram

3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei

4 - cits



2.8. attēls. Egles koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra grupas

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāgbaļķis; 3 – III šķiras zāgbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāgbaļķi; 1-5 – I-V šķiras zāgbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Bērzs

Analīzē koki tiek sadalīti septiņās caurmēra grupās: 1) 14,1-18,0 cm; 2) 18,1-22,0 cm; 3) 22,1-26,0 cm; 4) 26,1-30,0 cm; 5) 30,1-34,0 cm; 6) 34,1-38,0 cm; 7) >38,0 cm.

Bērziem pie lielāka koku caurmēra grupas ir lielāks koku īpatsvars, kas atbilst I šķiras zāgbaļķu prasībām. Tomēr caurmēra grupās virs 22 cm I šķiras zāgbaļķu prasībām atbilstošo koku īpatsvars svārstās no 8,7% līdz 13,8% un savstarpēji ir ticamības intervāla robežās, kas nozīmē, ka atšķirības starp caurmēra grupām nav uzskatāmas par būtiskām (2.21. tabula un 2.9. attēls).

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars caurmēra pakāpēs līdz 34 cm palielinās, palielinoties caurmēra grupai, bet caurmēra grupām virs 34 cm samazinās, palielinoties caurmēra grupai. Līdzīgi kā I šķiras zāgbaļķu sortimentiem, tā arī lietkoksnes sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars caurmēra grupās virs 22 cm ir savstarpēji starp grupām viena ticamības intervāla robežās, līdz ar to nav pamata uzskatīt, ka šis rādītājs starp šīm grupām būtiski atšķiras. Lietkoksnes sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvara samazinājums resnākajās caurmēra grupās ir skaidrojams ar koku likumainību, jo stumbra bojāto koku īpatsvars praktiski ir vienāds visās caurmēra grupās (2.22. tabula).

Papīrmalkas sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvaram ir gandrīz proporcionāli pretēja sakarība kā lietkoksnes sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvaram.

Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars caurmēra grupās līdz 34 cm mainās viena procenta robežās (3,1%-4,1%), bet resnākajās caurmēra grupās tas palielinās uz pusi

(8,4% un 10,2%), kas nozīmē, ka resnākajiem kokiem ir lielāks to koku īpatsvars, kuriem uz stumbra ir jau redzamas trupes pazīmes (piepes).

2.21. tabula

Bērza koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra grupas

Caurmēra grupa		14,1-18,0	18,1-22,0	22,1-26,0	26,1-30,0	30,1-34,0	34,1-38,0	>38,0	Kopā	
Koku kvalitātes grupa	1	Īpatsvars	3,6	5,9	8,7	10,8	12,2	13,8	10,8	6,8
		Ticamības intervāls	0,7	1,1	1,6	2,2	3,2	4,5	4,5	0,6
	2	Īpatsvars	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,2
		Ticamības intervāls	0,4	0,5	0,6	0,0	0,0	1,3	0,0	0,2
	3	Īpatsvars	44,7	46,5	49,3	49,6	52,4	44,0	43,5	46,9
		Ticamības intervāls	2,0	2,3	2,8	3,5	4,9	6,5	7,1	1,2
	1-3	Īpatsvars	48,4	52,7	58,3	60,4	64,6	58,2	54,3	53,9
		Ticamības intervāls	2,0	2,3	2,8	3,5	4,7	6,4	7,2	1,2
	6	Īpatsvars	48,5	43,3	37,6	35,5	31,9	33,3	35,5	42,1
		Ticamības intervāls	2,0	2,3	2,7	3,4	4,6	6,2	6,9	1,2
	7	Īpatsvars	3,1	4,0	4,1	4,0	3,5	8,4	10,2	4,0
		Ticamības intervāls	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8	3,6	4,4	0,5
	Koku skaits		2494	1749	1222	766	401	225	186	7043

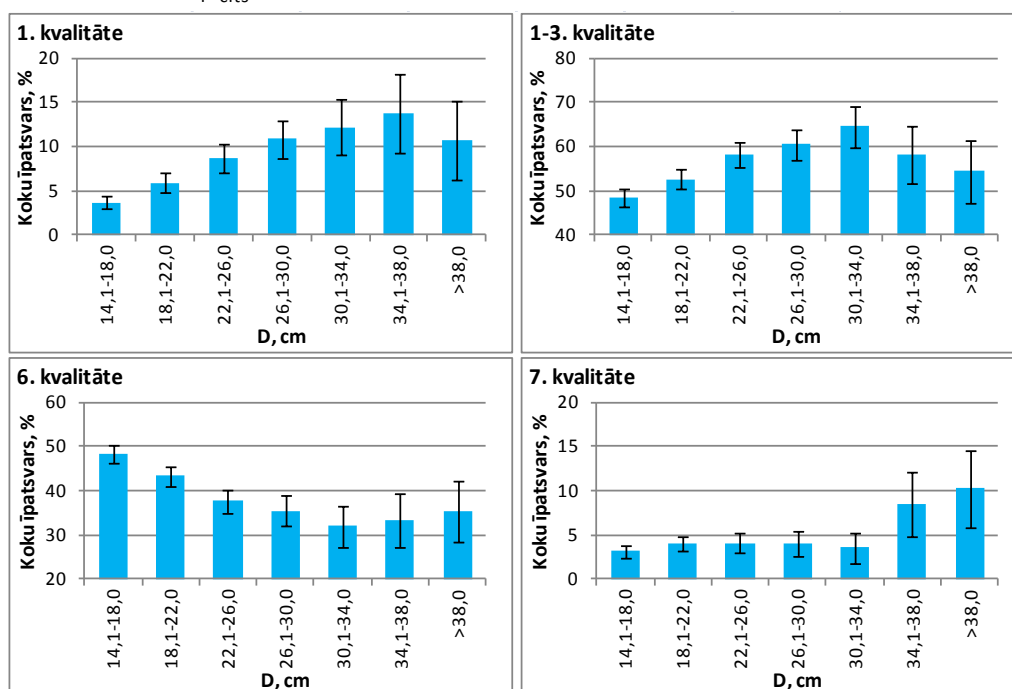
Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka. Ticamības intervāls aprēķināts pie 95% ticamības.

2.22. tabula

Bojāto bērzu skaita īpatsvars atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra grupas un bojājuma vietas

Caurmēra grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	4
14,1-18,0	96,6	0,2	2,5	0,2	0,6
18,1-22,0	96,2	0,2	2,9	0,3	0,4
22,1-26,0	95,7	0,2	3,4	0,2	0,5
26,1-30,0	94,4	0,4	3,8	0,5	0,9
30,1-34,0	95,0	0,5	3,7	0,2	0,5
34,1-38,0	92,4	0,0	5,8	0,9	0,9
>38,0	95,2	0,0	3,8	1,1	0,0
Kopā	95,8	0,2	3,1	0,3	0,5

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



2.9. attēls. Bērza koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra grupas

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Melnalksnis

Analīzē koki tiek sadalīti piecās caurmēra grupās: 1) 14,1-18,0 cm; 2) 18,1-22,0 cm; 3) 22,1-26,0 cm; 4) 26,1-30,0 cm; 5) >30,0 cm.

I šķiras zāģbaļķu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars caurmēra grupās virs 22 cm savstarpēji starp grupām būtiski neatšķiras un ir aptuveni 20%, bet mazākajās caurmēra grupās tas ir būtiski mazāks (2.23. tabula un 2.10. attēls).

Arī lietkoksnis sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars vislielākais ir caurmēra grupās virs 22 cm (63,6-70,7%), bet būtiskas atšķirības (starpība lielāka par ticamības intervālu) ir tikai caurmēra grupai 22,1-26,0 cm ar abām tievākajām caurmēra grupām.

Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvaram novērojams ievērojams kāpums resnākajās audzēs, kas izskaidrojams ar stumbra bojāto koku īpatsvara pieaugumu (2.24. tabula), pie tam lielākajai daļai (78,6%) no bojātajiem kokiem bojājuma izraisītājs ir slimība (trupe).

2.23. tabula

Melnalkšņa koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra grupas

Caurmēra grupa		14,1-18,0	18,1-22,0	22,1-26,0	26,1-30,0	>30,0	Kopā	
Koku kvalitātes grupa	1	Īpatsvars	6,2	12,0	23,8	19,7	20,0	13,9
		Ticamības intervāls	1,9	2,9	4,5	5,2	6,1	1,6
	2	Īpatsvars	1,1	0,0	0,3	1,3	0,6	0,7
		Ticamības intervāls	0,8	0,0	1,1	1,5	1,5	0,5
	3	Īpatsvars	47,4	46,1	46,6	43,9	43,0	46,1
		Ticamības intervāls	4,0	4,4	5,3	6,5	7,6	2,3
	1-3	Īpatsvars	54,8	58,1	70,7	65,0	63,6	60,7
		Ticamības intervāls	4,0	4,3	4,8	6,3	7,3	2,2
	6	Īpatsvars	38,0	33,5	24,6	27,4	22,4	31,6
		Ticamības intervāls	3,9	4,1	4,6	5,9	6,4	2,1
	7	Īpatsvars	7,2	8,4	4,7	7,6	13,9	7,7
		Ticamības intervāls	2,1	2,4	2,3	3,5	5,3	1,2
	Koku skaits		610	501	341	223	165	1840

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka.
Ticamības intervāls aprēķināts pie 95% ticamības.

2.24. tabula

Bojāto melnalkšņu skaita īpatsvars atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra grupas un bojājuma vietas

Caurmēra grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	4
14,1-18,0	96,7	0,3	2,0	0,5	0,5
18,1-22,0	95,6	0,4	2,0	0,2	1,8
22,1-26,0	96,5	0,0	1,2	0,6	1,8
26,1-30,0	96,0	0,4	3,1	0,0	0,4
>30,0	87,9	0,0	7,3	1,2	3,6
Kopā	95,5	0,3	2,4	0,4	1,4

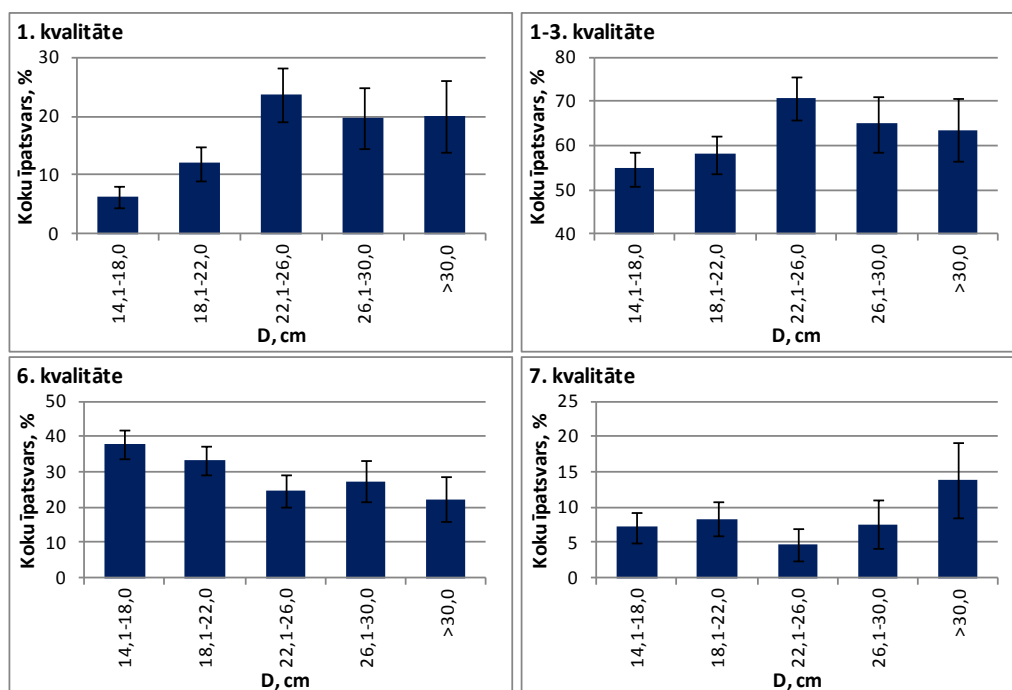
0 - nav bojājumu

1 - sakne un celmi līdz 30 cm virs sakņu kakla

2 - stumbra daļa no celma līdz pirmajam zaļajam zaram

3 - viss stubrs no celma līdz galotnei

4 - cits



2.10. attēls. Melnalkšņa koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra grupas

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāgbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāgbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Apse

Analīzē koki tiek sadalīti četrās caurmēra grupās: 1) 14,1-20,0 cm; 2) 20,1-30,0 cm; 3) 30,1-40,0 cm; 4) >40,0 cm.

I šķiras zāgbaļķu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars pie lielākām caurmēra grupām ir lielāks, tas palielinās no $1,3 \pm 1,3\%$ (D grupa ≤ 20 cm) līdz $13,9 \pm 5,3\%$ ($>40,0$ cm). Mazākā caurmēra grupa atšķiras būtiski no visām pārējām grupām, pie tam šajā grupā koku īpatsvars būtiski neatšķiras no 0 (2.25. tabula un 2.11. attēls).

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars samazinās palielinoties caurmēra grupai no $56,3 \pm 5,5\%$ (D grupa $\leq 20,0$ cm) līdz $36,1 \pm 7,3\%$ ($>40,0$ cm). Šis rādītājs caurmēra grupās līdz 40 cm neatšķiras būtiski, jo ir viena ticamības intervāla robežās. Savukārt caurmēra grupā virs 40 cm šis rādītājs ir būtiski mazāks nekā caurmēra grupās līdz 30 cm, kas izskaidrojams ar lielo stumbra bojāto koku īpatsvaru šajā grupā, kas ir aptuveni uz pusi lielāks nekā pārējās grupās (2.26. tabula).

Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars pie lielākām caurmēra grupām ir lielāks, pie tam šī sakarība ir būtiska, jo starpība mazāka par vienu ticamības intervālu ir tikai blakus esošajām grupām.

2.25. tabula

Apses koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra grupas

Caurmēra grupa		<20,0	20,1-30,0	30,1-40,0	>40,0	Kopā	
Koku kvalitātes grupa	1	Īpatsvars	1,3	5,2	10,5	13,9	6,5
		Ticamības intervāls	1,3	2,4	4,2	5,3	1,5
	2	Īpatsvars	0,3	0,0	1,9	1,8	0,8
		Ticamības intervāls	1,1	0,0	1,9	2,0	0,6
	3	Īpatsvars	54,7	50,3	36,8	20,5	44,0
		Ticamības intervāls	5,5	5,4	6,5	6,1	3,1
	1-3	Īpatsvars	56,3	55,5	49,3	36,1	51,3
		Ticamības intervāls	5,5	5,4	6,8	7,3	3,1
	6	Īpatsvars	26,4	18,8	14,8	17,5	20,1
		Ticamības intervāls	4,9	4,2	4,8	5,8	2,5
	7	Īpatsvars	17,4	25,8	35,9	46,4	28,6
		Ticamības intervāls	4,2	4,7	6,5	7,6	2,8
Koku skaits		311	330	209	166	1016	

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāgbaļķis; 2 – II šķiras zāgbaļķis; 3 – III šķiras zāgbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka. Ticamības intervāls aprēķināts pie 95% ticamības.

Bojāto apšu skaita īpatsvars atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra grupas un bojājuma vietas

Caurmēra grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	4
≤20,0	90,0	0,3	8,0	1,6	0,0
20,1-30,0	87,9	0,0	10,9	0,6	0,6
30,1-40,0	86,6	1,0	11,5	1,0	0,0
>40,0	77,7	0,6	20,5	1,2	0,0
Kopā	86,6	0,4	11,7	1,1	0,2

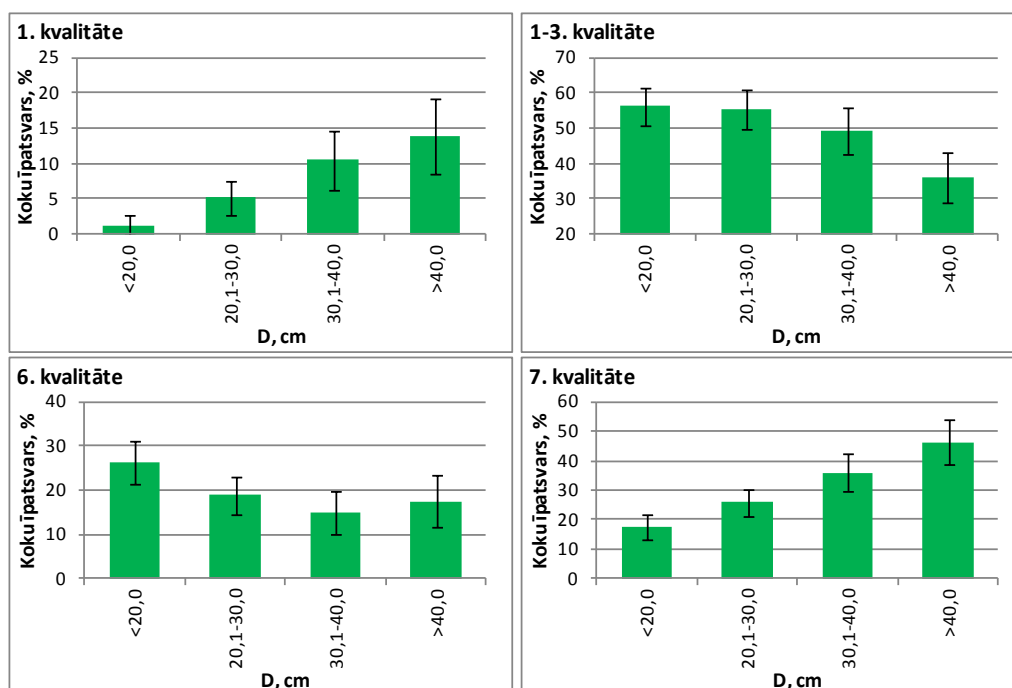
0 - nav bojājumu

1 - sakne un celmi līdz 30 cm virs sakņu kakla

2 - stumbra daļa no celma līdz pirmajam zaļajam zaram

3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei

4 - cits



2.11. attēls. Apšu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra grupas

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Baltalksnis

Analīzē koki tiek sadalīti četrās caurmēra grupās: 1) 14,1-18,0 cm; 2) 18,1-22,0 cm; 3) 22,1-26,0 cm; 4) >26,0 cm.

I šķiras zāģbaļķu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars ir lielāks resnākajām caurmēra grupām, bet atšķirības savstarpēji starp grupām ir vienas ticamības intervāla robežās, kas nozīmē, ka atšķirības nav uzskatāmas par būtiskām (2.27. tabula un 2.12. attēls).

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars visās caurmēra grupās ir līdzīgs un starpības starp caurmēra grupām nav būtiskas.

Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars vismazākais ir kokiem virs 26 cm, kas skaidrojams ar to, ka šajā grupā kokiem ir vismazākais stumbra bojāto koku īpatsvars (2.28. tabula). Tomēr arī malkas sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars starp caurmēra grupām neatšķiras būtiski, jo starpības ir viena ticamības intervāla robežās.

Baltalkšņa koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra grupas

Caurmēra grupa		14,1-18,0	18,1-22,0	22,1-26,0	>26,0	Kopā	
Koku kvalitātes grupa	1	Īpatsvars	2,2	3,5	6,6	6,2	3,2
		Ticamības intervāls	1,0	1,7	3,8	5,9	0,9
	2	Īpatsvars	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1
		Ticamības intervāls	0,7	0,9	0,0	0,0	0,5
	3	Īpatsvars	35,9	37,7	29,3	33,8	35,7
		Ticamības intervāls	3,3	4,4	6,9	11,5	2,4
	1-3	Īpatsvars	38,2	41,4	35,9	40,0	39,0
		Ticamības intervāls	3,3	4,5	7,3	11,9	2,5
	6	Īpatsvars	41,6	38,4	47,3	44,6	41,4
		Ticamības intervāls	3,2	4,4	7,6	12,1	2,5
	7	Īpatsvars	20,2	20,2	16,8	15,4	19,6
		Ticamības intervāls	2,7	3,7	5,7	8,8	2,0
	Koku skaits		835	461	167	65	1528

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka. Ticamības intervāls aprēķināts pie 95% ticamības.

Bojāto baltalkšņu skaita īpatsvars atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra grupas un bojājuma vietas

Caurmēra grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	4
14,1-18,0	93,2	0,6	4,1	1,6	0,6
18,1-22,0	92,8	0,7	3,9	1,5	1,1
22,1-26,0	92,2	1,2	4,8	0,6	1,2
>26,0	95,4	0,0	4,6	0,0	0,0
Kopā	93,1	0,7	4,1	1,4	0,8

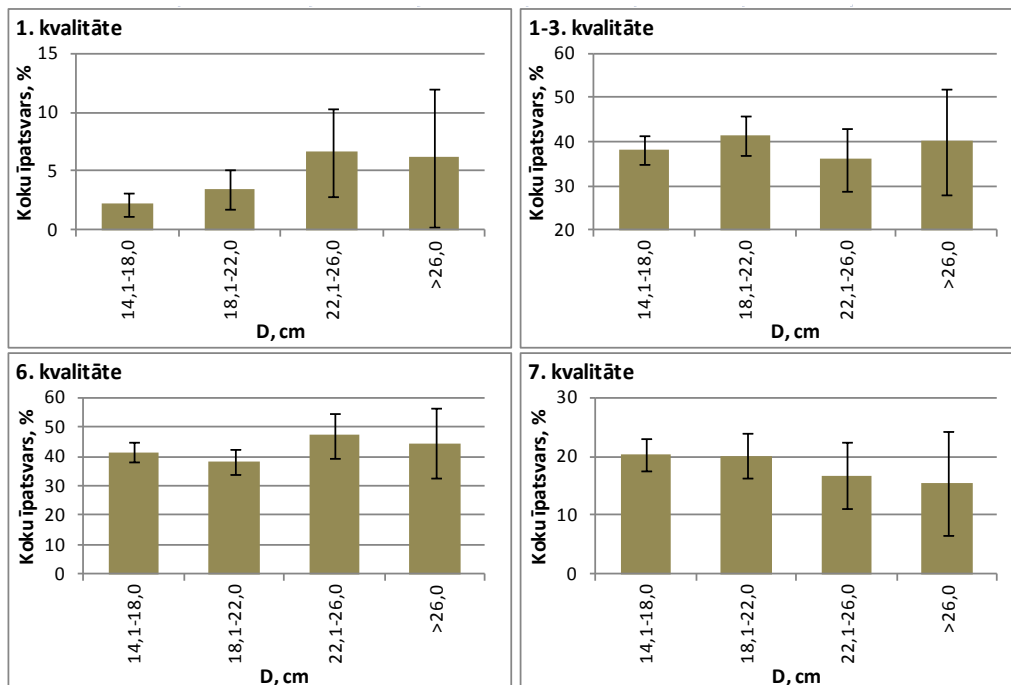
0 - nav bojājumu

1 - sakne un celmi līdz 30 cm virs sakņu kakla

2 - stumbra daļa no celma līdz pirmajam zaļajam zaram

3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei

4 - cits



2.12. attēls. Baltalkšņu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku krūšaugstuma caurmēra grupas

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

2.2.1.4. Koku kvalitātes izmaiņas atkarībā no koku augstuma

Analīzē izmanto kvalitāti, par 6 metru nogriezni, par kura kvalitāti ir pieņemta zemāk novērtētā 3 metru nogriežņa kvalitāte. Analīzē izmantoti dati par 29478 kokiem no 1312 MSI parauglaukumiem:

- priedes – 9298,
- egles – 8797,
- bērzi – 7031,
- melnalkšņi – 1825,
- apses – 1006,
- baltalkšņi – 1521.

Priede

Analīzē koki tiek sadalīti astoņās augstuma grupās: 1) $\leq 12,0$ m; 2) 12,1-15,0 m; 3) 15,1-18,0 m; 4) 18,1-21,0 m; 5) 21,1-24,0 m; 6) 24,1-27,0 m; 7) 27,1-30,0 m; 8) $>30,0$ m.

Priedēm I šķiras zāgbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars augstuma grupās līdz 24 metriem palielinoties augstuma grupai pakāpeniski palielinās (0,2-12,0%), bet augstuma grupās virs 24 metriem novērojams straujš kāpums virs 20%, pie tam starp šīm grupām starpības ir viena ticamības intervāla robežās (2.29. tabula un 2.13. attēls).

Augstvērtīgu zāgbaļķu sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvara pieaugums novērojams grupās līdz 18 metriem augstumam (50,8-78,0%), bet augstuma grupās virs 18 metriem tas stabilizējas un ir aptuveni 85% robežās. Šī tendence ir tādēļ, ka kokiem līdz 18 metru augstumam ir ievērojami lielāks 4. kvalitātes koku skaita īpatsvars (jo šīs kvalitātes atbilstošajiem sortimentiem netiek ierobežots visu veidu zaru skaits). Tātad līdz 18 metru augstumam ir vairāk koku, kuri vēl nav līdz 6 metru augstumam atzarojušies.

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-5. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars augstuma grupās līdz 15 metriem pieaug, bet augstuma grupās virs 15 metriem tas stabilizējas un ir robežās no 91% līdz 94%. Mazajās augstuma grupās (līdz 15 m), lietkoksnes sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars ir mazāks, jo ir ievērojami lielāks papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars. Tātad kokiem līdz 15 metru augstumam ir lielāks to koku īpatsvars, kuriem līkumainība ir lielāka par 2 cm/m.

Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars nav atkarīgs no koku augstuma grupas, jo visās augstuma grupās tas svārstās 1-4% robežās un savstarpēji ir viena ticamības intervāla robežās (izņemot abas mazākās augstuma grupas).

Stumbru bojājumiem nav ietekmes uz koku sadalījumu kvalitātes grupās atkarībā no koku augstuma grupas, jo visās augstuma grupās stumbra bojāto koku īpatsvars ir līdzīgs un tas svārstās robežās no 2% līdz 4% (2.30. tabula).

2.29. tabula

Priedes koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku augstuma grupas

Augstuma grupa		<12,1	12,1-15,0	15,1-18,0	18,1-21,0	21,1-24,0	24,1-27,0	27,1-30,0	>30,0	Kopā	
Koku kvalitātes grupa	1	Īpatsvars	0,2	4,0	7,7	10,0	12,0	21,6	24,6	18,4	13,0
		Tīcamības intervāls	0,9	1,3	1,5	1,4	1,4	2,0	2,7	4,0	0,7
	2	Īpatsvars	1,0	0,0	0,4	0,1	0,4	0,2	0,6	0,6	0,3
		Tīcamības intervāls	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,5	0,6	1,0	0,2
	3	Īpatsvars	49,6	65,7	69,9	75,3	74,9	65,2	63,2	63,8	68,8
		Tīcamības intervāls	4,5	3,2	2,6	2,1	1,9	2,3	3,0	5,0	0,9
	4	Īpatsvars	16,3	14,3	11,0	4,8	4,3	5,7	4,9	7,0	7,2
		Tīcamības intervāls	3,3	2,4	1,8	1,0	0,9	1,1	1,4	2,6	0,5
	5	Īpatsvars	3,3	2,7	2,2	1,1	2,1	1,2	1,3	2,8	1,8
		Tīcamības intervāls	1,6	1,1	0,8	0,5	0,6	0,5	0,7	1,7	0,3
	1-3	Īpatsvars	50,8	69,7	78,0	85,3	87,3	87,0	88,4	82,7	82,2
		Tīcamības intervāls	4,5	3,1	2,3	1,7	1,4	1,6	2,0	3,9	0,8
	1-5	Īpatsvars	70,5	86,7	91,3	91,3	93,7	94,0	94,6	92,5	91,2
		Tīcamības intervāls	4,1	2,3	1,6	1,3	1,0	1,1	1,4	2,7	0,6
6	Īpatsvars	25,7	12,2	7,0	6,9	4,1	4,4	3,7	5,0	6,9	
	Tīcamības intervāls	3,9	2,2	1,4	1,2	0,9	1,0	1,2	2,3	0,5	
7	Īpatsvars	3,8	1,1	1,7	1,8	2,2	1,7	1,7	2,5	1,9	
	Tīcamības intervāls	1,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	1,6	0,3	
Koku skaits		478	842	1207	1691	2101	1653	967	359	9298	

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. Tīcamības intervāls aprēķināts pie 95% tīcamības.

2.30. tabula

Bojāto priežu skaita īpatsvars atkarībā no koku augstuma grupas un bojājuma vietas

Augstuma grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	4
<12,1	95,8	0,0	2,5	1,0	0,6
12,1-15,0	95,6	0,1	2,9	0,5	1,0
15,1-18,0	97,2	0,1	1,7	0,6	0,5
18,1-21,0	96,1	0,4	2,8	0,1	0,7
21,1-24,0	96,3	0,7	2,2	0,3	0,5
24,1-27,0	96,5	0,4	2,2	0,4	0,5
27,1-30,0	95,4	0,2	3,2	0,5	0,6
>30,0	95,5	0,6	3,1	0,0	0,8
Kopā	96,2	0,4	2,4	0,4	0,6

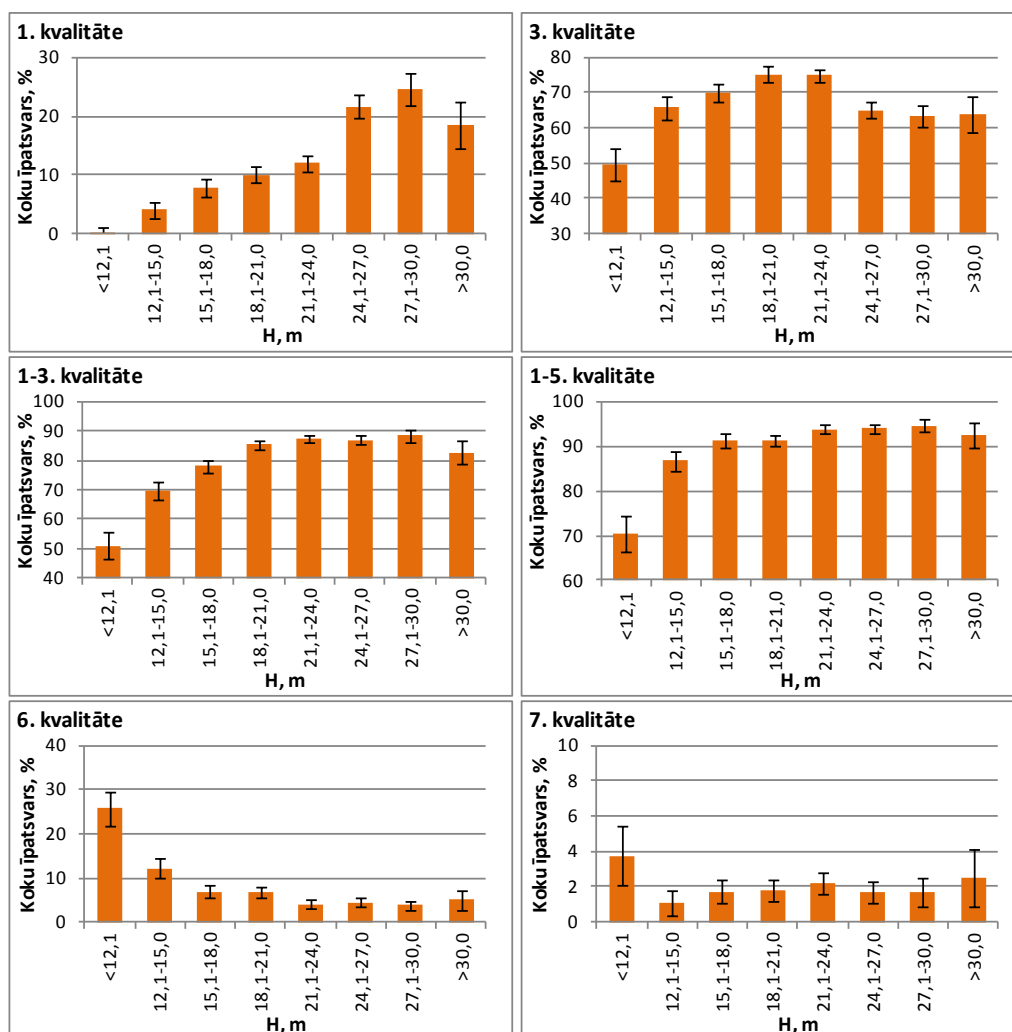
0 - nav bojājumu

1 - sakne un celmi līdz 30 cm virs sakņu kakla

2 - stumbra daļa no celma līdz pirmajam zaļajam zaram

3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei

4 - cits



2.13. attēls. Priedes koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku augstuma grupas
 Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāgbaļķis; 3 – III šķiras zāgbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāgbaļķi; 1-5 – I-V šķiras zāgbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Egle

Analīzē koki tiek sadalīti astoņās augstuma grupās: 1) ≤12,0 m; 2) 12,1-15,0 m; 3) 15,1-18,0 m; 4) 18,1-21,0 m; 5) 21,1-24,0 m; 6) 24,1-27,0 m; 7) 27,1-30,0 m; 8) >30,0 m.

Eglēm I šķiras zāgbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars augstuma grupās līdz 27 metriem palielinoties augstuma grupai pakāpeniski palielinās (0,3-13,9%). Tomēr augstuma grupās virs 18 metriem šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars savstarpēji starp grupām atšķiras mazāk nekā par vienu ticamības intervālu, kas nozīmē, ka atšķirības starp grupām nav uzskatāmas par būtiskām (2.31. tabula un 2.14. attēls).

Augstvērtīgu zāgbaļķu sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars augstuma grupās līdz 30 metriem savstarpēji būtiski neatšķiras, jo starpības starp grupām ir viena ticamības intervāla robežās, bet augstuma grupā virs 30 metriem novērojams šīs kvalitātes īpatsvara kāpums. Līdzīgas tendences ir arī lietkoksnis sortimentu prasībām (1.-5. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvara izmaiņām.

Papīrmalkas (6. kvalitātes grupa) un malkas (7. kvalitātes grupa) sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars visās augstuma grupās ir līdzīgs, pie tam starp augstuma grupām atšķirības ir mazākas par vienu ticamības intervālu (izņemot papīrmalkas sortimentiem starp augstuma grupām <12,1 m un >30,0 m).

Stumbra bojāto koku īpatsvars visās augstuma grupās ir līdzīgs un tas mainās robežās no 8,8% līdz 11,7% (2.32. tabula).

2.31. tabula

Egles koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku augstuma grupas

Augstuma grupa		<12,1	12,1-15,0	15,1-18,0	18,1-21,0	21,1-24,0	24,1-27,0	27,1-30,0	>30,0	Kopā	
Koku kvalitātes grupa	1	Īpatsvars	0,3	2,1	5,5	8,9	10,9	11,2	13,9	14,0	7,3
		Tīcamības intervāls	1,1	0,7	0,9	1,3	1,8	2,2	3,4	5,2	0,5
	2	Īpatsvars	7,1	4,3	2,4	0,9	0,7	0,4	0,0	0,6	2,0
		Tīcamības intervāls	2,7	1,0	0,6	0,4	0,6	0,7	0,0	1,5	0,3
	3	Īpatsvars	71,3	71,1	66,5	66,5	62,8	63,4	62,0	71,9	66,6
		Tīcamības intervāls	4,8	2,3	1,9	2,1	2,7	3,4	4,7	6,7	1,0
	4	Īpatsvars	3,0	4,7	5,8	5,2	5,8	7,1	7,9	3,5	5,5
		Tīcamības intervāls	1,8	1,1	0,9	1,0	1,3	1,8	2,6	2,8	0,5
	5	Īpatsvars	0,6	0,8	0,6	0,6	0,8	1,9	2,0	0,0	0,8
		Tīcamības intervāls	1,1	0,5	0,4	0,4	0,6	1,0	1,4	0,0	0,2
	1-3	Īpatsvars	78,7	77,5	74,3	76,3	74,4	74,9	75,9	86,5	75,9
		Tīcamības intervāls	4,4	2,1	1,7	1,9	2,5	3,1	4,2	5,1	0,9
	1-5	Īpatsvars	82,2	83,0	80,7	82,1	81,0	84,0	85,9	90,1	82,2
		Tīcamības intervāls	4,1	1,9	1,6	1,7	2,2	2,6	3,4	4,5	0,8
6	Īpatsvars	10,9	7,9	9,8	9,1	9,7	9,1	6,9	4,1	9,0	
	Tīcamības intervāls	3,3	1,4	1,2	1,3	1,7	2,0	2,5	3,0	0,6	
7	Īpatsvars	6,8	9,0	9,5	8,8	9,3	6,9	7,2	5,8	8,7	
	Tīcamības intervāls	2,7	1,5	1,2	1,2	1,6	1,8	2,5	3,5	0,6	
Koku skaits		338	1504	2420	1990	1201	770	403	171	8797	

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. Tīcamības intervāls aprēķināts pie 95% tīcamības.

2.32. tabula

Bojāto egļu skaita īpatsvars atkarībā no koku augstuma grupas un bojājuma vietas

Augstuma grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	4
<12,1	87,9	0,0	10,7	0,6	0,9
12,1-15,0	89,0	0,3	9,6	0,7	0,5
15,1-18,0	87,6	0,2	10,7	0,8	0,8
18,1-21,0	89,0	0,3	9,0	1,0	0,7
21,1-24,0	88,1	0,5	10,2	0,6	0,6
24,1-27,0	88,8	0,3	10,1	0,5	0,3
27,1-30,0	89,1	0,5	8,7	0,7	1,0
>30,0	90,6	0,6	8,2	0,0	0,6
Kopā	88,5	0,3	9,9	0,8	0,7

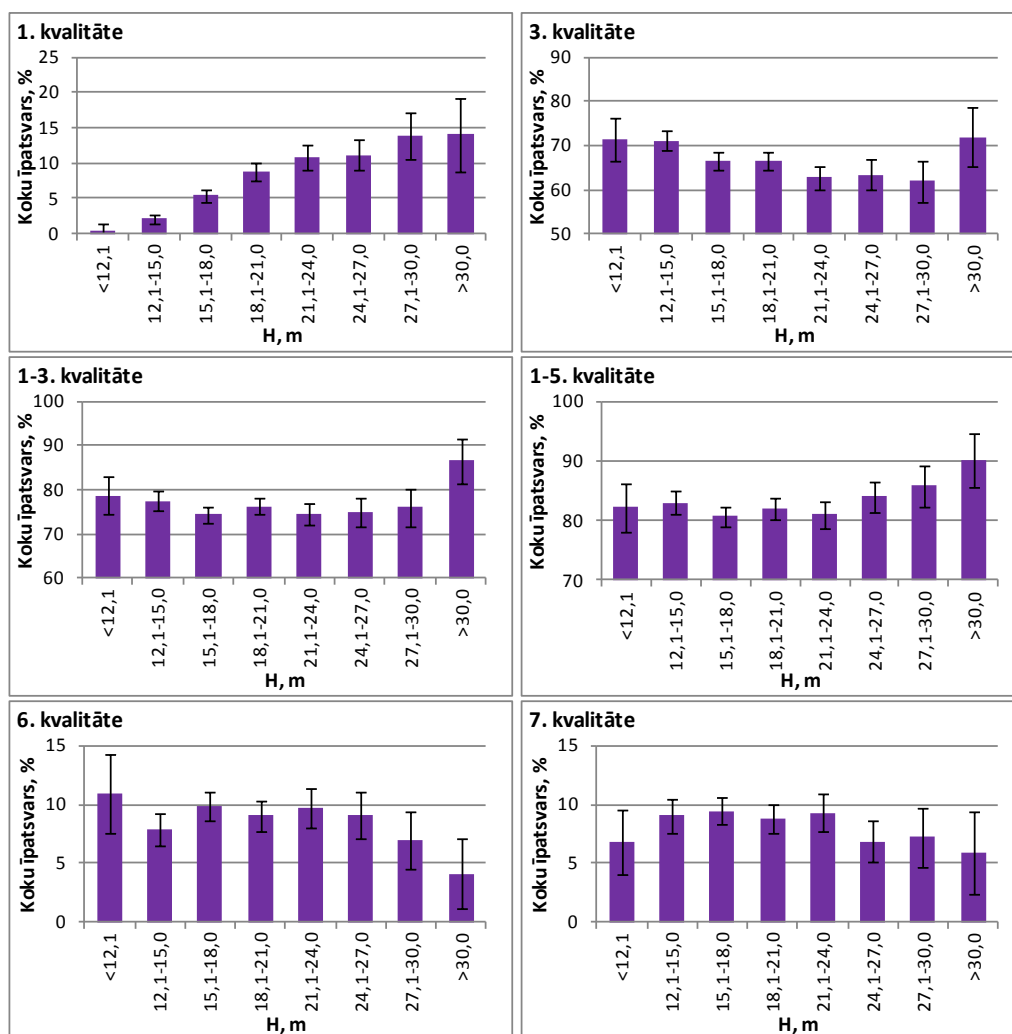
0 - nav bojājumu

1 - sakne un celmi līdz 30 cm virs sakņu kakla

2 - stumbra daļa no celma līdz pirmajam zaļajam zaram

3 - viss stubrs no celma līdz galotnei

4 - cits



2.14. attēls. Egles koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku augstuma grupas
 Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāgbaļķis; 3 – III šķiras zāgbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāgbaļķi; 1-5 – I-V šķiras zāgbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Bērzs

Analīzē koki tiek sadalīti septiņās augstuma grupās: 1) ≤15,0 m; 2) 15,1-18,0 m; 3) 18,1-21,0 m; 4) 21,1-24,0 m; 5) 24,1-27,0 m; 6) 27,1-30,0 m; 7) >30,0 m.

Bērziem I šķiras zāgbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars, palielinoties koku augstuma grupai, palielinās no 0% (augstuma grupa ≤15 m) līdz 15,6±3,9% (augstuma grupa >30 m). Šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars būtiski neatšķiras starp augstuma grupām 15,1-21,0 metri, starp augstuma grupām 21,1-27,0 metri un starp augstuma grupām virs 27,0 metriem (2.33. tabula un 2.15. attēls).

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvara izmaiņām atkarībā no koku augstuma grupas ir līdzīgas tendences kā I šķiras zāgbaļķu sortimentiem. Nelielais šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvara samazinājums augstuma grupā virs 30 metriem saistīts ar to, ka šajā augstuma grupā ir nedaudz lielāks stumbra bojāto koku īpatsvars (2.34. tabula).

Papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars palielinoties augstuma grupai samazinās no 66,3±5,7% (augstuma grupa ≤15 m) līdz 28,1±3,4% (augstuma grupa 27,1-30,0 m).

Savukārt malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars visās augstuma grupās ir līdzīgs, jo atšķirības starp augstuma grupām ir viena ticamības intervāla robežās, un tas svārstās robežās no 3,3±1,4% līdz 6,1±2,9%.

Bērza koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku augstuma grupas

Augstuma grupa		≤15,0	15,1-18,0	18,1-21,0	21,1-24,0	24,1-27,0	27,1-30,0	>30,0	Kopā	
Koku kvalitātes grupa	1	Īpatsvars	0,0	3,2	3,9	6,8	9,6	13,7	15,6	6,9
		Ticamības intervāls	0,0	1,1	0,9	1,2	1,6	1,0	3,9	0,6
	2	Īpatsvars	0,4	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,0	0,2
		Ticamības intervāls	1,2	0,6	0,5	0,5	0,6	0,8	0,0	0,2
	3	Īpatsvars	27,2	42,5	45,5	47,3	52,0	54,6	45,9	46,9
		Ticamības intervāls	5,4	3,1	2,3	2,3	2,8	3,8	5,4	1,2
	1-3	Īpatsvars	27,6	45,8	49,4	54,2	61,8	68,5	61,6	53,9
		Ticamības intervāls	5,4	3,1	2,3	2,3	2,7	3,6	5,2	1,2
	6	Īpatsvars	66,3	49,8	46,6	42,2	34,5	28,1	32,7	42,2
		Ticamības intervāls	5,7	3,1	2,3	2,3	2,6	3,4	5,0	1,2
	7	Īpatsvars	6,1	4,4	4,0	3,5	3,6	3,3	5,7	4,0
		Ticamības intervāls	2,9	1,3	0,9	0,9	1,0	1,4	2,5	0,5
	Koku skaits		261	979	1802	1753	1245	658	333	7031

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāgbaļķis; 2 – II šķiras zāgbaļķis; 3 – III šķiras zāgbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka. Ticamības intervāls aprēķināts pie 95% ticamības.

Bojāto bērzu skaita īpatsvars atkarībā no koku augstuma grupas un bojājuma vietas

Augstuma grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	4
≤15,0	96,2	0,4	0,8	0,0	2,7
15,1-18,0	95,6	0,3	3,3	0,3	0,5
18,1-21,0	96,6	0,1	2,7	0,2	0,4
21,1-24,0	95,5	0,2	3,4	0,5	0,5
24,1-27,0	95,7	0,2	3,4	0,4	0,3
27,1-30,0	96,2	0,2	2,9	0,2	0,6
>30,0	94,3	0,3	4,2	0,6	0,6
Kopā	95,9	0,2	3,1	0,3	0,5

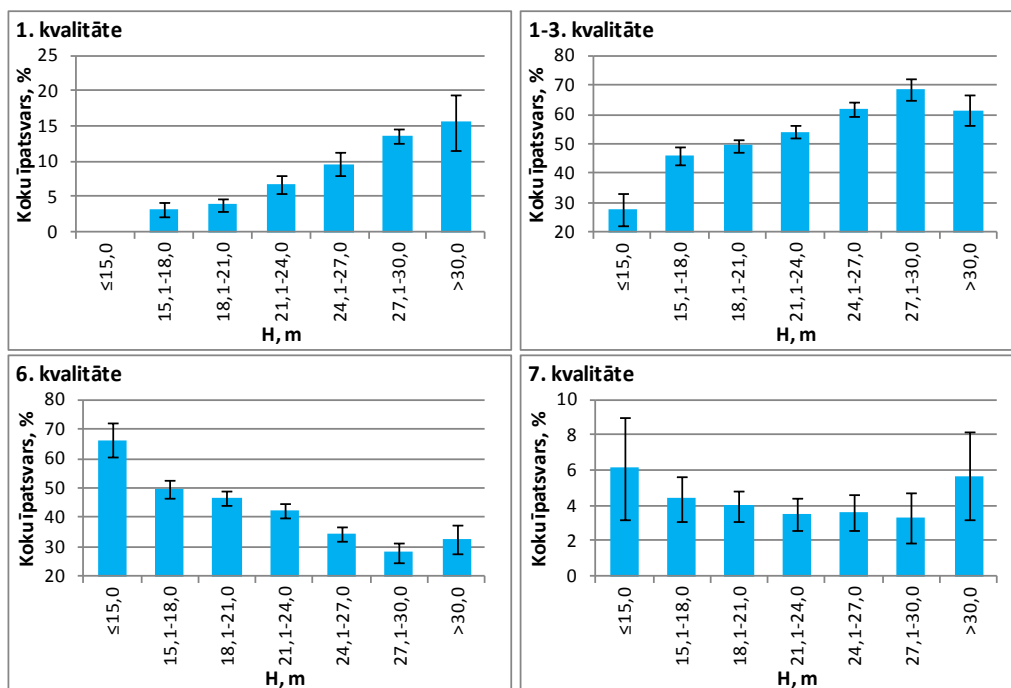
0 - nav bojājumu

1 - sakne un celmi līdz 30 cm virs sakņu kakla

2 - stumbra daļa no celma līdz pirmajam zaļajam zaram

3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei

4 - cits



2.15. attēls. Bērzu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku augstuma grupas
Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāgbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāgbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Melnalksnis

Analīzē koki tiek sadalīti sešās augstuma grupās: 1) ≤15,0 m; 2) 15,1-18,0 m; 3) 18,1-21,0 m; 4) 21,1-24,0 m; 5) 24,1-27,0 m; 6) >27,0 m.

Melnalkšņiem I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars augstuma grupās līdz 24 metriem palielinoties augstuma grupai pakāpeniski palielinās (0,3-30,9%), bet augstuma grupās virs 24 metriem tas ir vienas ticamības intervāla robežās (2.35. tabula un 2.16. attēls). Nelielais šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvara kritums augstuma grupā virs 27 metriem salīdzinājumā ar augstuma grupu 24,1-27,0 metri saistīts ar stumbra bojāto koku īpatsvara pieaugumu (2.36. tabula).

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvara izmaiņām atkarībā no koku augstuma grupas ir līdzīgas tendences kā I šķiras zāģbaļķu sortimentiem. Atkarībā no lietkoksnes sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvara kokus var sadalīt augstuma grupās līdz 21 metram un virs 21 metra, jo šajās lielajās grupās nav konstatētas būtiskas atšķirības starp iepriekš izdalītajām augstuma grupām.

Papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvara sadalījumam pa augstuma grupām ir pretējas tendences kā lietkoksnes sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvara sadalījumam. Arī šeit izdalās divas tādas pašas lielās grupas (līdz 21 metram un virs 21 metra).

Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars starp augstuma grupām neatšķiras būtiski, izņemot starp augstuma grupu zem 15 metriem un augstuma grupu 24,1-27,0 metri. Ievērojami lielākais šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars augstuma grupā līdz 15 metriem saistīts ar lielāku stumbra bojāto koku īpatsvaru šajā augstuma grupā.

2.35. tabula

Melnalkšņa koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku augstuma grupas

Augstuma grupa		≤15,0	15,1-18,0	18,1-21,0	21,1-24,0	24,1-27,0	>27,0	Kopā	
Koku kvalitātes grupa	1	Īpatsvars	1,3	5,7	10,7	16,6	30,9	27,3	13,9
		Ticamības intervāls	1,8	2,3	2,6	4,0	5,6	7,9	1,6
	2	Īpatsvars	1,3	0,5	0,2	1,5	0,8	0,0	0,7
		Ticamības intervāls	1,8	1,0	0,8	1,3	1,2	0,0	0,5
	3	Īpatsvars	45,8	49,9	44,0	48,5	41,3	44,6	45,9
		Ticamības intervāls	7,9	4,9	4,1	5,4	6,0	8,9	2,3
	1-3	Īpatsvars	48,4	56,1	54,9	66,6	73,0	71,9	60,4
		Ticamības intervāls	7,9	4,9	4,1	5,1	5,4	8,0	2,2
	6	Īpatsvars	38,6	34,4	37,4	27,1	23,2	20,7	31,8
		Ticamības intervāls	7,7	4,7	4,0	4,8	5,1	7,2	2,1
	7	Īpatsvars	13,1	9,5	7,7	6,3	3,9	7,4	7,7
		Ticamības intervāls	5,4	2,9	2,2	2,6	2,4	4,7	1,2
	Koku skaits		153	401	559	332	259	121	1825

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka. Ticamības intervāls aprēķināts pie 95% ticamības.

2.36. tabula

Bojāto melnalkšņu skaita īpatsvars atkarībā no koku augstuma grupas un bojājuma vietas

Augstuma grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	4
≤15,0	93,5	1,3	3,3	1,3	0,7
15,1-18,0	97,0	0,5	1,5	0,2	0,7
18,1-21,0	95,5	0,0	2,7	0,2	1,6
21,1-24,0	94,6	0,0	3,3	0,6	1,5
24,1-27,0	96,1	0,0	1,5	0,8	1,5
>27,0	95,0	0,0	3,3	0,0	1,7
Kopā	95,6	0,2	2,5	0,4	1,3

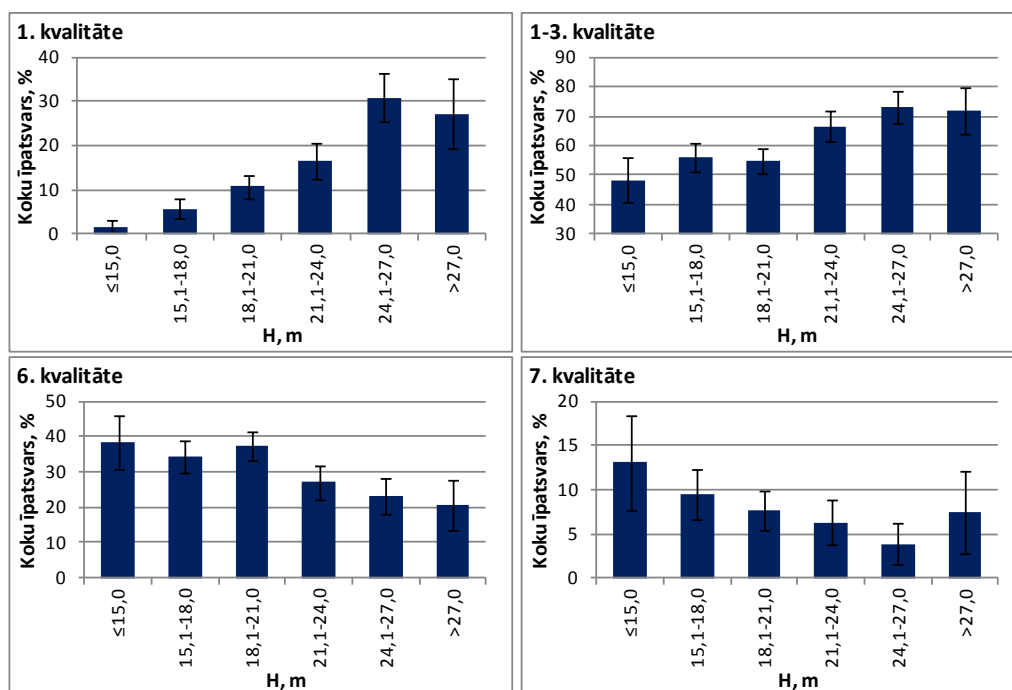
0 - nav bojājumu

1 - sakne un celmi līdz 30 cm virs sakņu kakla

2 - stumbra daļa no celma līdz pirmajam zaļajam zaram

3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei

4 - cits



2.16. attēls. Melnalkšņu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku augstuma grupas
Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Apse

Analīzē koki tiek sadalīti sešās augstuma grupās: 1) ≤18,0 m; 2) 18,1-21,0 m; 3) 21,1-24,0 m; 4) 24,1-27,0 m; 5) 27,1-30,0 m; 6) >30,0 m.

Apsēm I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars palielinoties augstuma grupai pakāpeniski palielinās no 0,0 (augstuma grupa ≤18,0 m) līdz 9,8±3,8% (augstuma grupa virs 30 m). Tomēr augstuma grupās virs 21 metra šo koku īpatsvars savstarpēji starp grupām atšķiras mazāk par vienu ticamības intervālu, līdz ar to atšķirības starp grupām nav uzskatāmas par būtiskām (2.37. tabula un 2.17. attēls).

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) un papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvaram atkarībā no augstuma nav būtisku sakarību, jo lielākā daļa starpību starp grupām ir ticamības intervāla robežās.

Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars palielinoties augstuma grupai palielinās no 2,2±3,0% (augstuma grupā līdz 18 metriem) līdz 47,2±6,4% (augstuma grupā virs 30 metriem). Mazais šo sortimentu prasībām atbilstošais koku īpatsvars augstuma grupā zem 18 metriem saistīts ar to, ka šajā augstuma grupā ir tikai 2,2% koku, kam ir konstatēts stumbra bojājums (2.38. tabula).

2.37. tabula

Augstuma grupa		≤18,0	18,1-21,0	21,1-24,0	24,1-27,0	27,1-30,0	>30,0	Kopā	
Koku kvalitātes grupa	1	Īpatsvars	0,0	1,7	5,5	7,1	8,9	9,8	6,5
		Ticamības intervāls	0,0	2,4	3,2	3,6	4,5	3,8	1,5
	2	Īpatsvars	1,1	0,0	0,0	2,0	0,6	0,9	0,8
		Ticamības intervāls	2,2	0,0	0,0	2,0	1,5	1,3	0,6
	3	Īpatsvars	63,3	53,9	57,2	36,0	51,2	23,0	44,2
		Ticamības intervāls	10,0	9,1	6,8	6,7	7,6	5,4	3,1
	1-3	Īpatsvars	64,4	55,7	62,7	45,2	60,7	33,6	51,5
		Ticamības intervāls	9,9	9,1	6,7	7,0	7,4	6,0	3,1
	6	Īpatsvars	33,3	26,1	18,4	22,3	10,7	19,1	20,3
		Ticamības intervāls	9,7	8,0	5,4	5,8	4,7	5,0	2,5
	7	Īpatsvars	2,2	18,3	18,9	32,5	28,6	47,2	28,2
		Ticamības intervāls	3,0	7,1	5,4	6,5	6,8	6,4	2,8
Koku skaits		90	115	201	197	168	235	1006	

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka. Ticamības intervāls aprēķināts pie 95% ticamības.

Bojāto apšu skaita īpatsvars atkarībā no koku augstuma grupas un bojājuma vietas

Augstuma grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	4
≤18,0	97,8	0,0	2,2	0,0	0,0
18,1-21,0	86,1	0,0	10,4	1,7	1,7
21,1-24,0	92,5	0,5	7,0	0,0	0,0
24,1-27,0	79,2	0,5	17,3	3,0	0,0
27,1-30,0	85,7	0,0	13,1	1,2	0,0
>30,0	86,8	0,9	11,9	0,4	0,0
Kopā	87,2	0,4	11,1	1,1	0,2

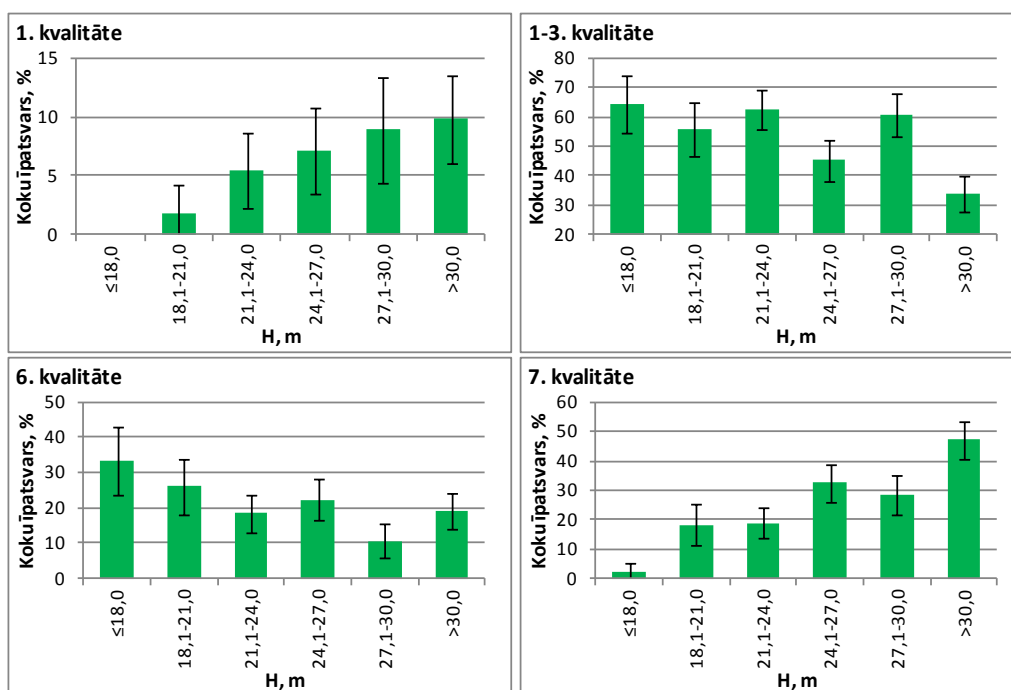
0 - nav bojājumu

1 - sakne un celmi līdz 30 cm virs sakņu kakla

2 - stumbra daļa no celma līdz pirmajam zaļajam zaram

3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei

4 - cits



2.17. attēls. Apšu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku augstuma grupas

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Baltalksnis

Analīzē koki tiek sadalīti četrās augstuma grupās: 1) ≤15,0 m; 2) 15,1-18,0 m; 3) 18,1-21,0 m; 4) >21,0 m.

Baltalkšņiem I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars augstuma grupās līdz 21 metram praktiski nemainās ($2,2 \pm 2,1\%$ - $2,5 \pm 1,2\%$), bet augstuma grupā virs 21 metra tas ir būtiski lielāks ($8,3 \pm 3,7\%$).

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) un papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvaram atkarībā no augstuma nav būtisku sakarību, jo lielākā daļa starpību starp grupām ir ticamības intervāla robežās (2.39. tabula un 2.18. attēls).

Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars palielinoties augstuma grupai samazinās no $25,0 \pm 6,3\%$ (augstuma grupā līdz 15 metriem) līdz $10,6 \pm 4,1\%$ (augstuma grupā virs 21 metriem).

Stumbra bojāto koku īpatsvars augstuma grupā līdz 15 metriem ir 10,9%, bet pārējās grupās tas ir aptuveni uz pusi mazāks, un svārstās robežās no 4,4% līdz 6,0% (2.40. tabula).

Baltalkšņu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku augstuma grupas

Augstuma grupa		≤15,0	15,1-18,0	18,1-21,0	>21,0	Kopā	
Koku kvalitātes grupa	1	Īpatsvars	2,2	2,3	2,5	8,3	3,2
		Ticamības intervāls	2,1	1,4	1,2	3,7	0,9
	2	Īpatsvars	0,0	0,5	0,0	0,0	0,1
		Ticamības intervāls	0,0	0,9	0,0	0,0	0,5
	3	Īpatsvars	30,4	36,9	36,6	35,0	35,7
		Ticamības intervāls	6,7	4,5	3,6	6,4	2,4
	1-3	Īpatsvars	32,6	39,6	39,1	43,3	39,1
		Ticamības intervāls	6,8	4,6	3,7	6,6	2,5
	6	Īpatsvars	42,4	35,0	43,9	46,1	41,5
		Ticamības intervāls	7,1	4,5	3,7	6,6	2,5
	7	Īpatsvars	25,0	25,3	17,1	10,6	19,5
		Ticamības intervāls	6,3	4,1	2,8	4,1	2,0
	Koku skaits		184	434	686	217	1521

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka. Ticamības intervāls aprēķināts pie 95% ticamības.

Bojāto baltalkšņu skaita īpatsvars atkarībā no koku augstuma grupas un bojājuma vietas

Augstuma grupa	Bojājuma vieta				
	0	1	2	3	4
≤15,0	88,0	0,0	8,7	2,2	1,1
15,1-18,0	94,7	0,5	3,2	0,7	0,9
18,1-21,0	93,3	0,6	3,8	1,6	0,7
>21,0	94,0	1,8	2,8	0,9	0,5
Kopā	93,2	0,7	4,1	1,3	0,8

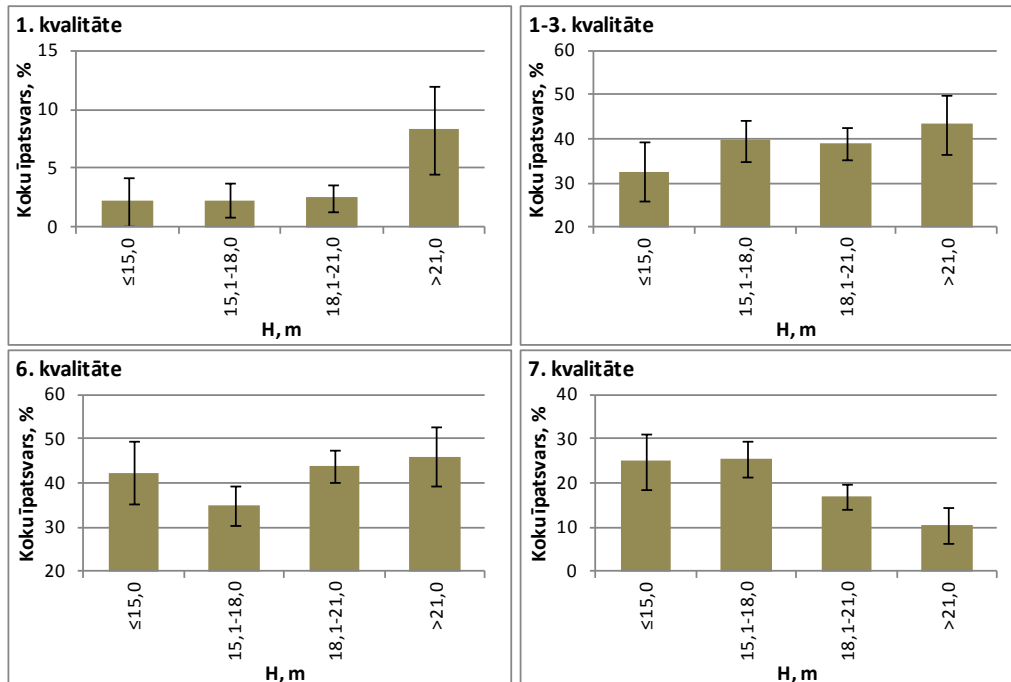
0 - nav bojājumu

1 - sakne un celmi līdz 30 cm virs sakņu kakla

2 - stubra daļa no celma līdz pirmajam zaļajam zaram

3 - viss stumbrs no celma līdz galotnei

4 - cits



2.18. attēls. Baltalkšņu koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no koku augstuma grupas
Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

2.2.1. Koku kvalitātes novērtējums audzēm

Analīzē izmantoti tikai tie MSI parauglaukumi, kuros ir vismaz astoņi koki, kuriem ir novērtēta stumbra kvalitāte. Kopā analīzē izmantoti dati par 1010 MSI parauglaukumiem:

- priežu parauglaukumi – 401,
- egļu parauglaukumi – 212,
- bērzu parauglaukumi – 273,
- melnalkšņu parauglaukumi – 43,
- apšu parauglaukumi – 35,
- baltalkšņu parauglaukumi – 46.

Analīzē pieņem, ka katrs parauglaukums raksturo vienu audzi. Vērtējot koku sadalījumu pa kvalitātes grupām, ir izmantoti dati tikai par valdošās koku sugas kokiem (pārējo koku sugu kvalitāte tiek ignorēta). Analīzē par koka kvalitāti ir izmantota pirmā 6 metrus garā nogriežņa kvalitāte, par kura kvalitāti tika pieņemta no abiem novērtētajiem 3 metrus garajiem nogriežņiem zemāk novērtētā kvalitāte. Koku kvalitātes raksturošanai audzēs izmanto no parauglaukumu datiem iegūto aritmētiski vidējo koku skaita īpatsvaru katrā kvalitātes grupā un īpatsvara reprezentācijas kļūdu.

I šķiras zāgbaļķu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars vislielākais ir priežu (13,4±1,7%) un melnalkšņu (13,0±5,1%) audzēs, bet vismazākais apšu (4,1±3,4%) un baltalkšņu (4,3±3,0%) audzēs. Lietkoksnes sortimentu prasībām (skuju kokiem 1.-5. kvalitātes grupa; lapu kokiem 1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars skuju koku audzēs ir būtiski lielāks nekā lapu koku audzēs. Vislielākais šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars ir priežu audzēs (90,8±1,4%), bet vismazākais atkal apšu (46,4±8,4%) un baltalkšņu (43,8±7,3%) audzēs. Skuju koku audzēs aptuveni $\frac{2}{3}$ no kokiem atbilst 3. kvalitātes prasībām. Lapu koku audzēs 3. kvalitātes prasībām atbilst aptuveni 40-50% koki, jo šajās audzēs ir liels papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars (aptuveni 20-40%), bet apšu audzēs malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilst aptuveni $\frac{1}{3}$ no kokiem (2.41. tabula).

2.41. tabula

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

		Kvalitātes grupa	1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7
Valdošā koku suga parauglaukumā	Priede	Aritmētiski vidējais	13,4	0,4	68,0	81,9	6,8	2,1	90,8	6,8	2,4
		Minimums	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Maksimums	100,0	25,0	100,0	100,0	100,0	50,0	100,0	100,0	100,0
		Parauglaukumu skaits	401	401	401	401	401	401	401	401	401
		Īpatsvara reprezentācijas kļūda	1,7	0,3	2,3	1,9	1,3	0,7	1,4	1,3	0,8
	Egle	Aritmētiski vidējais	8,8	1,5	65,1	75,5	6,4	0,7	82,6	9,0	8,4
		Minimums	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Maksimums	77,4	37,5	100,0	100,0	76,3	25,0	100,0	100,0	100,0
		Parauglaukumu skaits	212	212	212	212	212	212	212	212	212
		Īpatsvara reprezentācijas kļūda	1,9	0,8	3,3	3,0	1,7	0,6	2,6	2,0	1,9
	Bērzs	Aritmētiski vidējais	8,0	0,2	48,3	56,5				39,9	3,6
		Minimums	0,0	0,0	0,0	0,0				0,0	0,0
		Maksimums	88,9	12,5	100,0	100,0				100,0	66,7
		Parauglaukumu skaits	273	273	273	273				273	273
		Īpatsvara reprezentācijas kļūda	1,6	0,3	3,0	3,0				3,0	1,1
	Melnalksnis	Aritmētiski vidējais	13,0	0,0	46,7	59,7				32,9	7,4
		Minimums	0,0	0,0	0,0	0,0				0,0	0,0
		Maksimums	56,0	0,0	82,4	100,0				89,5	50,0
		Parauglaukumu skaits	43	43	43	43				43	43
		Īpatsvara reprezentācijas kļūda	5,1	0,0	7,6	7,5				7,2	4,0
	Apse	Aritmētiski vidējais	4,1	0,0	42,2	46,4				18,4	35,3
		Minimums	0,0	0,0	0,0	0,0				0,0	0,0
		Maksimums	38,9	0,0	100,0	100,0				84,6	100,0
		Parauglaukumu skaits	35	35	35	35				35	35
Īpatsvara reprezentācijas kļūda		3,4	0,0	8,3	8,4				6,5	8,1	
Baltalksnis	Aritmētiski vidējais	4,3	0,1	39,4	43,8				41,5	14,7	
	Minimums	0,0	0,0	0,0	0,0				0,0	0,0	
	Maksimums	33,3	4,0	81,8	100,0				93,3	76,0	
	Parauglaukumu skaits	46	46	46	46				46	46	
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	3,0	0,4	7,2	7,3				7,3	5,2	

2.2.2.1. Koku sadalījums pa kvalitātes grupām atkarībā no audzes valdošās koku sugas vecuma

Analīzē izmantoti dati par 996 MSI parauglaukumiem:

- priežu parauglaukumi – 395,
- egļu parauglaukumi – 209,
- bērzu parauglaukumi – 271,
- melnalkšņu parauglaukumi – 43,
- apšu parauglaukumi – 34,
- baltalkšņu parauglaukumi – 44.

Priežu audzes

Analīzē priežu audzes atkarībā no valdošās koku sugas vecuma sadalītas 5 vecuma grupās: 1) ≤40 gadi; 2) 41-60 gadi; 3) 61-80 gadi; 4) 81-100 gadi; 5) >100 gadi.

I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars priežu audzēs vecākajām audzēm ir lielāks nekā jaunākām audzēm, pie tam audzēs līdz 40 gadiem šāda veida prasībām nav konstatēts neviens koks. I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars audzē palielinoties vecumam mainās no 0% (vecuma grupa ≤40 gadiem) līdz 27,0±4,6% (vecuma grupa >100 gadiem), pie tam starp visām gradācijas klasēm ir būtiskas atšķirības, jo starpības ir lielākas par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu (2.42. tabula un 2.19. attēls).

Augstvērtīgu zāģbaļķu sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars audzē arī ir lielāks vecākajām audzēm, tas palielinās no 66,4±11,8% (vecuma grupa ≤40 gadiem) līdz 86,9±3,5% (vecuma grupa 81-100 gadiem). Tomēr par būtiski mazāku šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvaru audzē var uzskatīt tikai jaunākajās audzēs (≤40 gadiem), bet pārējās vecuma grupās šis īpatsvars ir īpatsvara reprezentācijas kļūdas robežās (izņemot starp vecuma grupām 41-60 gadi un 81-100 gadi).

Savukārt lietkoksnis sortimentu prasībām (1.-5. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars audzē visās vecuma grupās svārstās ap 90% un starp vecuma grupām tas ir vienas reprezentācijas kļūdas robežās.

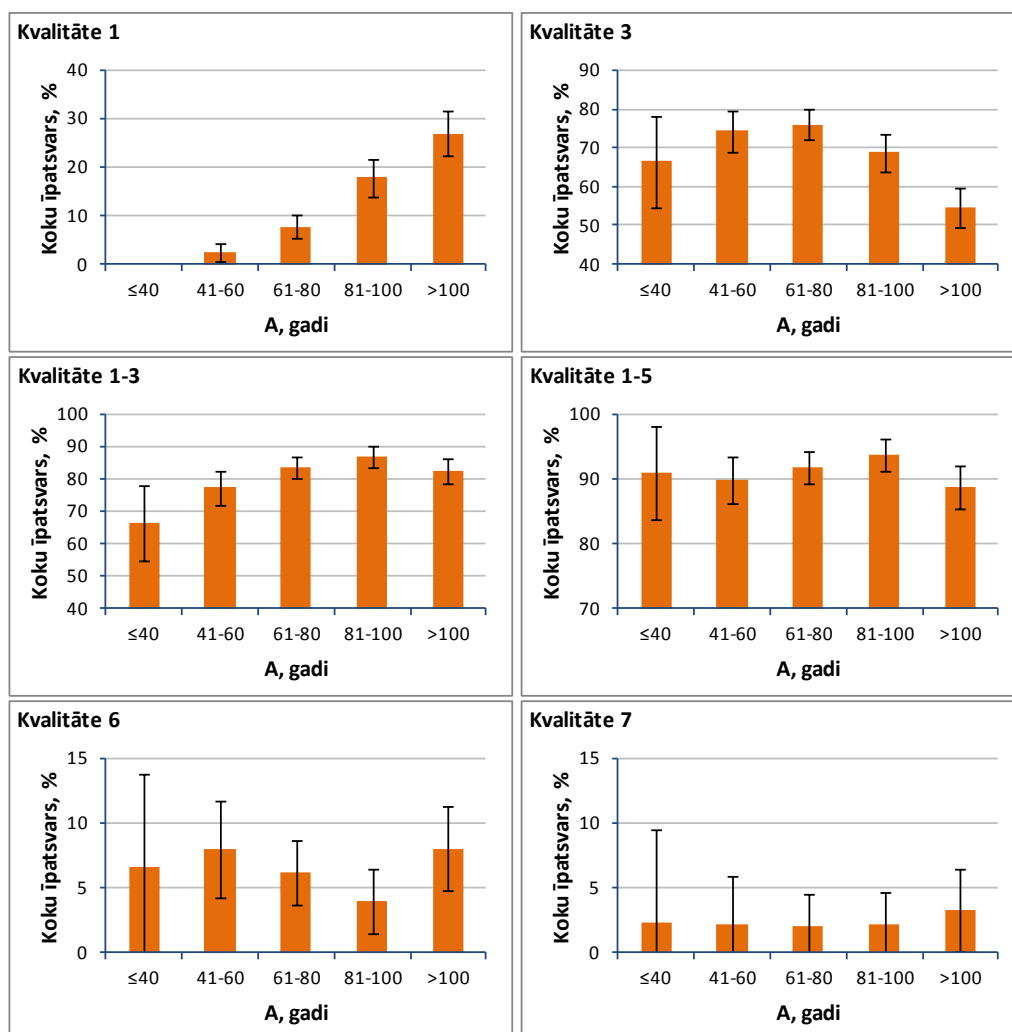
Papīrmalkas (6. kvalitātes grupa) un malkas (7. kvalitātes grupa) sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvaram audzē arī nav konstatētas būtiskas izmaiņas atkarībā no audzes vecuma. Papīrmalkas sortimentu prasībām atbilstošais koku īpatsvars audzē atkarībā no audzes vecuma grupas ir robežās no 4,0±2,0% līdz 8,0±3,3%, bet malkas sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars audzē svārstās robežās no 2,1±1,8% līdz 3,3±1,8%.

2.42. tabula

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

A grupa	Rādītājs	Kvalitātes grupa										PL skaits
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7		
≤40	Aritmētiski vidējais	0,0	0,0	66,4	66,4	22,1	2,4	91,0	6,7	2,4		16
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	0,0	0,0	11,8	11,8	10,4	3,9	7,2	6,2	3,8		
41-60	Aritmētiski vidējais	2,5	0,3	74,4	77,2	10,1	2,5	89,9	8,0	2,1		66
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	1,9	0,7	5,4	5,2	3,7	1,9	3,7	3,3	1,8		
61-80	Aritmētiski vidējais	7,7	0,1	76,0	83,8	5,9	2,0	91,7	6,2	2,1		123
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	2,4	0,3	3,9	3,3	2,1	1,3	2,5	2,2	1,3		
81-100	Aritmētiski vidējais	17,8	0,3	68,7	86,9	4,9	2,0	93,8	4,0	2,2		95
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	3,9	0,5	4,8	3,5	2,2	1,5	2,5	2,0	1,5		
>100	Aritmētiski vidējais	27,0	0,9	54,6	82,5	4,3	1,9	88,7	8,0	3,3		95
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	4,6	1,0	5,1	3,9	2,1	1,4	3,2	2,8	1,8		

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.



2.19. attēls. Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no valdošās koku sugas vecuma grupas priekšu audzēs

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 1-5 – I-V šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Eglu audzes

Analīzē egļu audzes atkarībā no valdošās koku sugas vecuma sadalītas 4 vecuma grupās: 1) ≤40 gadi; 2) 41-60 gadi; 3) 61-80 gadi; 4) >80 gadi.

I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars egļu audzēs vecākajām audzēm ir lielāks nekā jaunākām audzēm, un tas palielinoties vecumam mainās no $1,0 \pm 1,4\%$ (vecuma grupa ≤40 gadiem) līdz $16,8 \pm 5,7\%$ (vecuma grupa >80 gadiem). Lai gan vecuma grupās no 41 gada līdz 80 gadiem šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars audzē ir gandrīz uz pusi mazāks nekā vecuma grupā virs 80 gadiem, šīs atšķirības nav uzskatāmas par būtiskām, jo tās iekļaujas vienas reprezentācijas kļūdas robežās (2.43. tabula un 2.20. attēls).

Augstvērtīgu zāģbaļķu (1.-3. kvalitātes grupa) un lietkoksnis (1.-5. kvalitātes grupa) sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars audzē visās vecuma grupās ir vienas reprezentācijas kļūdas robežās, tādēļ var pieņemt, ka šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars audzē nav atkarīgs no audzes vecuma. Lai gan lietkoksnis sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvaram audzē ir tendence, ka vecākajās audzēs tas ir mazāks nekā jaunākajās audzēs.

Papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars audzē vecākajām audzēm ir lielāks nekā jaunākajām audzēm, un tas palielinās no $3,6 \pm 2,7\%$ (vecuma grupa ≤40 gadiem) līdz $13,0 \pm 5,1\%$ (vecuma grupa >80 gadiem). Tomēr būtiskas atšķirības ir konstatētas tikai vecuma grupai līdz 40 gadiem ar pārējām vecuma grupām, bet vecuma grupās virs 40 gadiem šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars audzē ir vienas īpatsvara reprezentācijas kļūdas robežās.

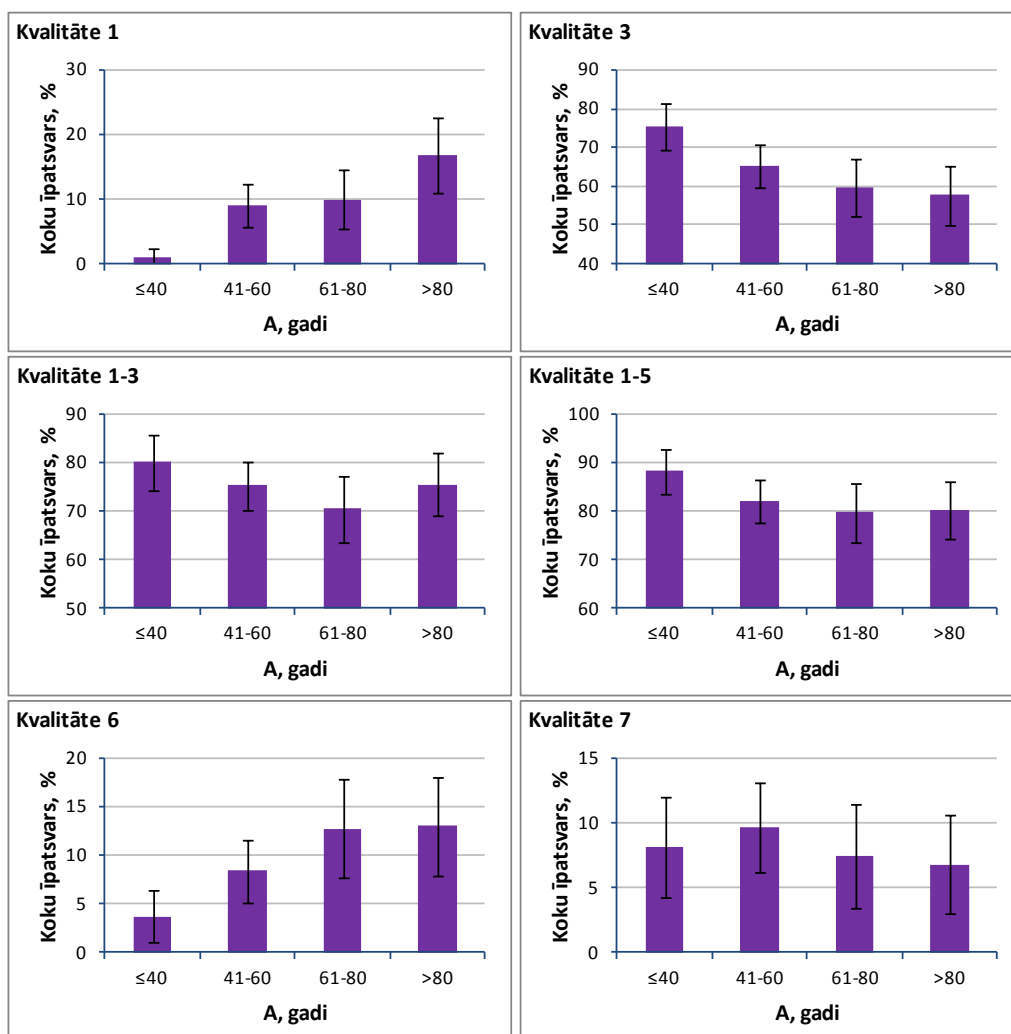
Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars audzē nav atkarīgs no audzes vecuma, jo starp visām gradācijas klasēm tas ir vienas īpatsvara reprezentācijas kļūdas robežās un svārstās no 6,8±3,8% līdz 9,7±3,4%.

2.43. tabula

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

A grupa	Rādītājs	Kvalitātes grupa									PL skaits
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	
≤40	Aritmētiski vidējais	1,0	3,7	75,4	80,0	7,9	0,3	88,2	3,6	8,1	49
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	1,4	2,7	6,2	5,7	3,9	0,7	4,6	2,7	3,9	
41-60	Aritmētiski vidējais	9,0	0,8	65,4	75,2	5,9	0,9	82,0	8,4	9,7	74
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	3,3	1,1	5,5	5,0	2,7	1,1	4,5	3,2	3,4	
61-80	Aritmētiski vidējais	9,9	0,8	59,7	70,4	8,9	0,5	79,8	12,8	7,4	43
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	4,6	1,4	7,5	7,0	4,3	1,1	6,1	5,1	4,0	
>80	Aritmētiski vidējais	16,8	1,1	57,6	75,5	3,6	1,1	80,2	13,0	6,8	43
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	5,7	1,6	7,5	6,6	2,8	1,6	6,1	5,1	3,8	

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.



2.20. attēls. Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no valdošās koku sugas vecuma grupas egļu audzēs

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 1-5 – I-V šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Bērzu audzes

Analīzē bērzu audzes atkarībā no valdošās koku sugas vecuma sadalītas 4 vecuma grupās: 1) ≤40 gadi; 2) 41-60 gadi; 3) 61-70 gadi; 4) >70 gadi.

I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars bērzu audzēs vecākajām audzēm ir lielāks nekā jaunākām audzēm, un tas palielinoties vecumam mainās no 6,1±3,8% (vecuma grupa ≤40 gadiem) līdz 9,0±5,5% (vecuma grupa >70 gadiem). Atšķirības starp vecuma grupām ir vienas īpatsvara reprezentācijas kļūdas robežās, tādēļ nav uzskatāmas par būtiskām (2.44. tabula un 2.21. attēls).

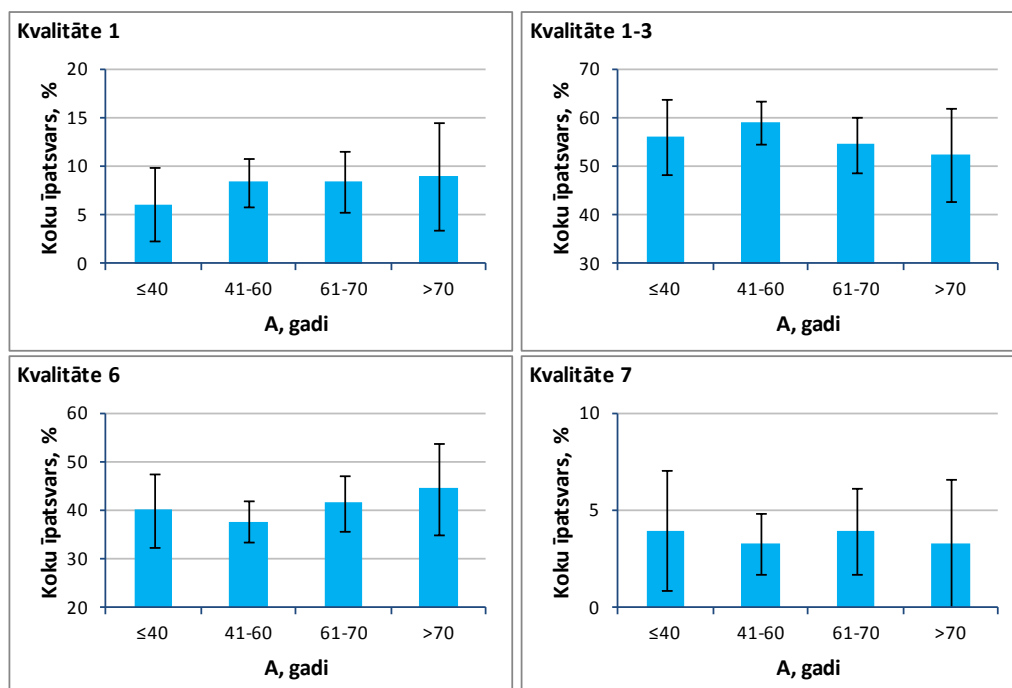
Lietkoksnes (1.-3. kvalitātes grupa), papīrmalkas (6. kvalitātes grupa) un malkas (7. kvalitātes grupa) sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars audzē nav atkarīgs no audzes vecuma, jo visās vecuma grupās visiem šiem sortimentiem koku īpatsvars ir vienas īpatsvara reprezentācijas kļūdas robežās.

2.44. tabula

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

A grupa	Rādītājs	Kvalitātes grupa							PL skaits		
		1	2	3	1-3	4	5	1-5		6	7
≤40	Aritmētiski vidējais	6,1	0,1	49,9	56,0				40,0	4,0	40
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	3,8	0,5	7,9	7,8				7,7	3,1	
41-60	Aritmētiski vidējais	8,3	0,1	50,5	59,0				37,7	3,3	129
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	2,4	0,3	4,4	4,3				4,3	1,6	
61-70	Aritmētiski vidējais	8,4	0,2	45,8	54,5				41,6	3,9	75
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	3,2	0,6	5,8	5,7				5,7	2,2	
>70	Aritmētiski vidējais	9,0	0,5	42,8	52,3				44,5	3,2	27
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	5,5	1,3	9,5	9,6				9,6	3,4	

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka.



2.21. attēls. Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no valdošās koku sugas vecuma grupas bērzu audzēs

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Melnalkšņu audzes

Analīzē melnalkšņu audzes atkarībā no valdošās koku sugas vecuma sadalītas 4 vecuma grupās: 1) ≤40 gadi; 2) 41-60 gadi; 3) 61-70 gadi; 4) >70 gadi.

I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars melnalkšņu audzēs vecākajām audzēm ir lielāks nekā jaunākām audzēm, un tas palielinoties vecumam mainās no $4,0 \pm 5,4\%$ (vecuma grupa ≤ 40 gadiem) līdz $20,1 \pm 15,1\%$ (vecuma grupa 61-70 gadiem). Atšķirības starp vecuma grupām ir vienas īpatsvara reprezentācijas kļūdas robežās, tādēļ nav uzskatāmas par būtiskām (2.45. tabula un 2.22. attēls).

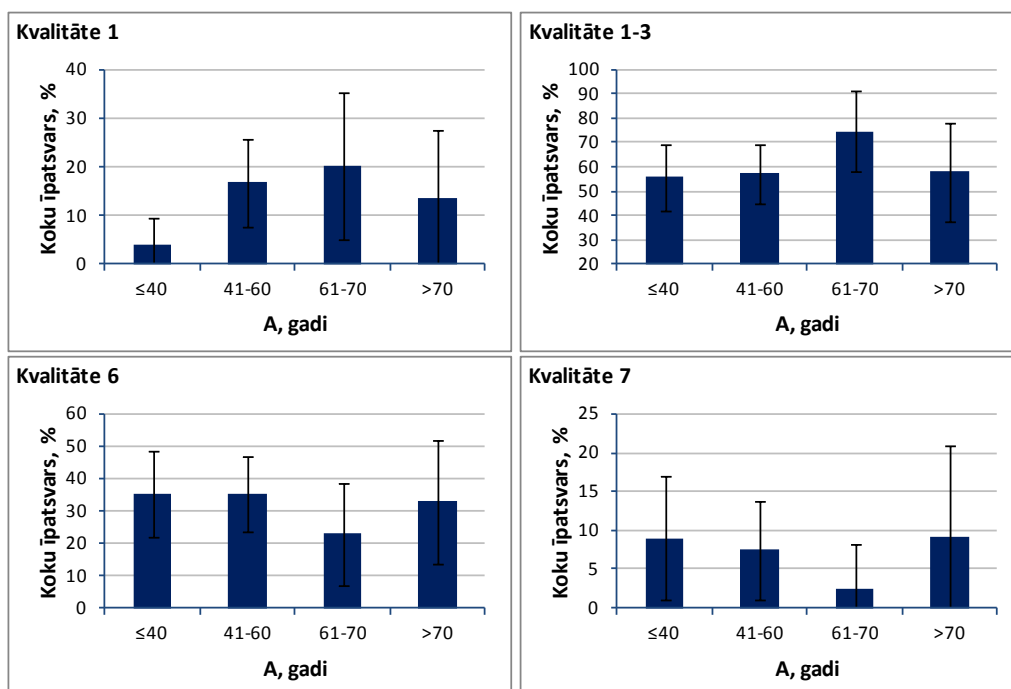
Lietkoksnes (1.-3. kvalitātes grupa), papīrmalkas (6. kvalitātes grupa) un malkas (7. kvalitātes grupa) sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars audzē nav atkarīgs no audzes vecuma, jo visās vecuma grupās visiem šiem sortimentiem koku īpatsvars ir vienas īpatsvara reprezentācijas kļūdas robežās.

2.45. tabula

Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no valdošās koku sugas vecuma grupas un kvalitātes grupas melnalkšņu audzēs

A grupa	Rādītājs	Kvalitātes grupa							PL skaits		
		1	2	3	1-3	4	5	1-5		6	7
≤ 40	Aritmētiski vidējais	4,0	0,0	51,7	55,7				35,3	9,0	13
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	5,4	0,0	13,9	13,8				13,3	7,9	
41-60	Aritmētiski vidējais	16,8	0,0	40,4	57,2				35,3	7,5	17
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	9,1	0,0	11,9	12,0				11,6	6,4	
61-70	Aritmētiski vidējais	20,1	0,0	54,6	74,7				22,8	2,4	7
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	15,1	0,0	18,8	16,4				15,9	5,8	
> 70	Aritmētiski vidējais	13,7	0,0	44,2	57,9				32,9	9,2	6
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	14,0	0,0	20,3	20,2				19,2	11,8	

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka.



2.22. attēls. Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no valdošās koku sugas vecuma grupas melnalkšņu audzēs

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Apšu audzes

Analīzē apšu audzes atkarībā no valdošās koku sugas vecuma sadalītas 4 vecuma grupās: 1) ≤ 30 gadi; 2) 31-40 gadi; 3) 41-60 gadi; 4) > 60 gadi.

I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstoši koki apšu audzēs vecuma grupā līdz 30 gadiem nav konstatēti. Pārējās vecuma grupās atbilstošo koku skaita īpatsvars ir robežās no $2,4 \pm 6,8\%$ līdz $7,8 \pm 7,7\%$ un savstarpēji neatšķiras būtiski (2.46. tabula un 2.23. attēls).

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvaram audzē starp vecuma grupām arī nav konstatētas būtiskas atšķirības, tomēr audzēs virs 60 gadiem ($28,1 \pm 13,6\%$) tas ir aptuveni uz pusi mazāks nekā audzēs līdz 60 gadiem ($\approx 55\%$).

Papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvaram audzē nav atkarīgs no audzes vecuma, jo visās vecuma grupās tas svārstās 20% robežās un starp vecuma grupām nav būtisku atšķirību.

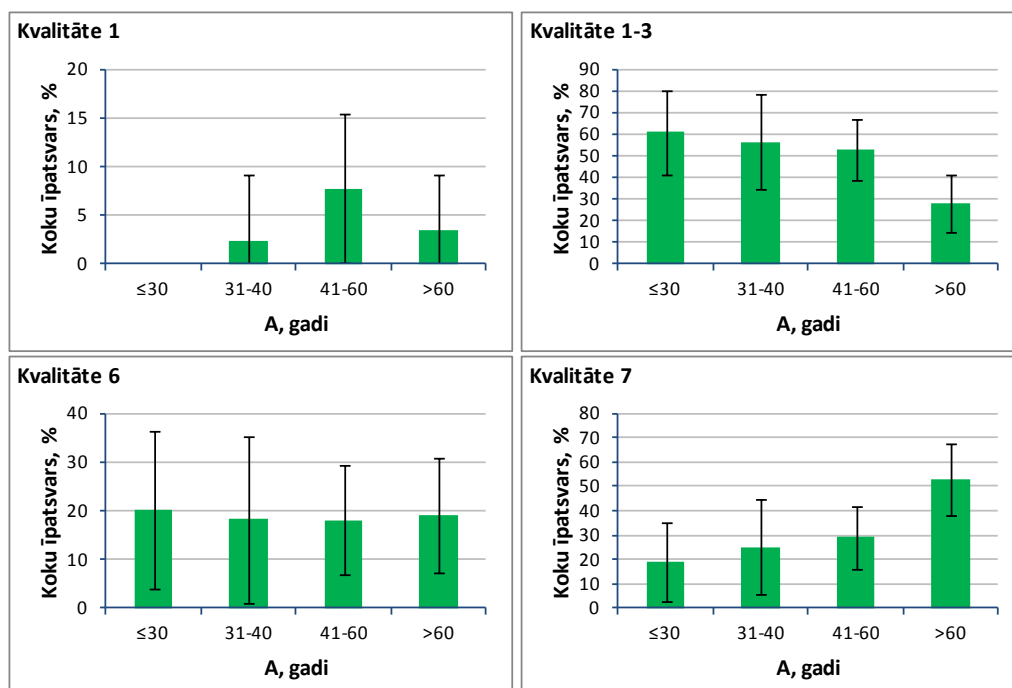
Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvaram audzē vecuma grupā virs 60 gadiem ir aptuveni uz pusi lielāks nekā jaunākajās vecuma grupās ($53,0 \pm 15,0\%$ un $\approx 25\%$). Bet būtiskas starpības ir konstatētas tikai starp vecuma grupu virs 60 gadiem un vecuma grupu līdz 40 gadiem.

2.46. tabula

Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvaram atkarībā no valdošās koku sugas vecuma grupas un kvalitātes grupas apšu audzēs

A grupa	Rādītājs	Kvalitātes grupa								PL skaits	
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6		7
≤30	Aritmētiski vidējais	0,0	0,0	60,8	60,8				20,2	19,0	6
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	0,0	0,0	19,9	19,9				16,4	16,0	
31-40	Aritmētiski vidējais	2,4	0,0	54,3	56,6				18,2	25,2	5
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	6,8	0,0	22,3	22,2				17,3	19,4	
41-60	Aritmētiski vidējais	7,8	0,0	45,0	52,8				18,1	29,0	12
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	7,7	0,0	14,4	14,4				11,1	13,1	
>60	Aritmētiski vidējais	3,5	0,0	24,6	28,1				18,9	53,0	11
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	5,6	0,0	13,0	13,6				11,8	15,0	

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka.



2.23. attēls. Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvaram pa kvalitātes grupām atkarībā no valdošās koku sugas vecuma grupas apšu audzēs

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Baltalkšņu audzes

Analīzē baltalkšņu audzes atkarībā no valdošās koku sugas vecuma sadalītas 3 vecuma grupās: 1) ≤30 gadi; 2) 31-40 gadi; 3) >40 gadi.

I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvaram baltalkšņu audzēs vecākajās audzēs ir mazāks nekā jaunākajās audzēs, bet atšķirības starp vecuma grupām nav būtiskas, jo iekļaujas vienas īpatsvara reprezentācijas kļūdas robežās (2.47. tabula un 2.24. attēls).

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars audzē palielinoties vecumam samazinās no 60,7±15,4% (vecuma grupa ≤30 gadiem) līdz 26,3±12,7% (vecuma grupa >40 gadiem). Lietkoksnes sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvaram audzē starp vecuma grupām līdz 30 gadiem un virs 40 gadiem ir konstatēta arī būtiska atšķirība, jo starpība ir lielāka par īpatsvara reprezentācijas kļūdu.

Papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars audzēs virs 40 gadiem ir aptuveni uz pusi lielāks nekā jaunākajās vecuma grupās (64,4±13.8% un ≈30%), pie tam šī starpība ir lielāka par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu.

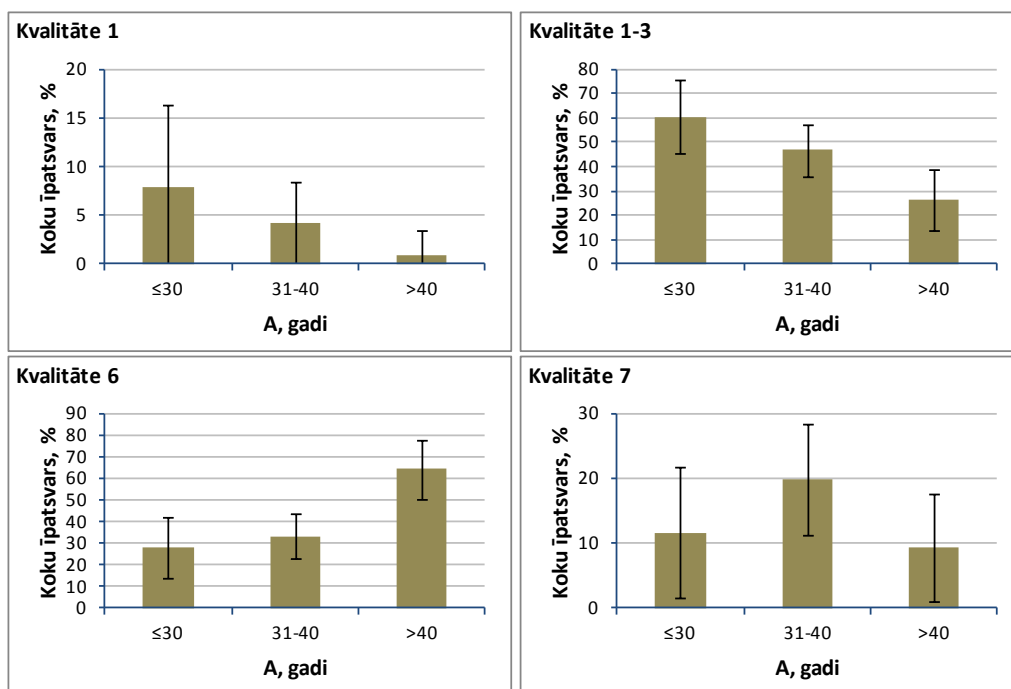
Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars audzē principā nav atkarīgs no audzes vecuma, jo starp visām vecuma grupām nav konstatētas būtiskas starpības.

2.47. tabula

Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no valdošās koku sugas vecuma grupas un kvalitātes grupas baltalkšņu audzēs

A grupa	Rādītājs	Kvalitātes grupa									PL skaits
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	
≤30	Aritmētiski vidējais	7,9	0,0	52,8	60,7				27,7	11,6	10
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	8,5	0,0	15,8	15,4				14,1	10,1	
31-40	Aritmētiski vidējais	4,2	0,2	42,5	46,8				33,3	19,8	22
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	4,3	0,9	10,5	10,6				10,0	8,5	
>40	Aritmētiski vidējais	0,8	0,0	25,5	26,3				64,4	9,3	12
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	2,6	0,0	12,6	12,7				13,8	8,4	

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka.



2.24. attēls. Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no valdošās koku sugas vecuma grupas baltalkšņu audzēs

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

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

Analīzē izmantoti dati par 1010 MSI parauglaurumiem:

- priežu parauglaurumi – 401,
- egļu parauglaurumi – 212,
- bērzu parauglaurumi – 273,
- melnalkšņu parauglaurumi – 43,
- apšu parauglaurumi – 35,
- baltalkšņu parauglaurumi – 46.

Priežu audzes

Analīzē priežu audzes atkarībā no valdošās koku sugas caurmēra sadalītas 4 caurmēra grupās: 1) 10,1-18,0 cm; 2) 18,1-26,0 cm; 3) 26,1-34,0 cm; 4) >34,0 cm.

I šķiras zāgbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars priežu audzēs palielinoties caurmēra grupai palielinās no 3,9±2,5% līdz 19,4±5,7%, pie tam caurmēra grupās virs 26 cm tas ir būtiski lielāks nekā mazākajās caurmēra grupās (2.48. tabula un 2.25. attēls).

Augstvērtīgu zāgbaļķu sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars priežu audzēs palielinoties caurmēra grupai līdz 34 cm palielinās no 70,4±5,9% līdz 87,9±2,5%, bet caurmēra grupā virs 34 cm tas ir 72,8±6,4%, kas ir būtiski zemāks nekā caurmēra grupās 18,1-34,0 cm.

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-5. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars priežu audzēs palielinoties caurmēra grupai līdz 34 cm palielinās no 83,3±4,9% līdz 94,7±1,7%, bet caurmēra grupā virs 34 cm tas ir 82,9±5,4%, kas ir būtiski zemāks nekā caurmēra grupās 18,1-34,0 cm.

Papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars priežu audzēs palielinoties caurmēra grupai līdz 34 cm samazinās no 13,4±4,4% līdz 3,5±1,4%, bet caurmēra grupā virs 34 cm tas ir 11,6±4,6%, kas ir būtiski augstāks nekā caurmēra grupā 26,1-34,0 cm, bet neatšķiras būtiski no pārējām caurmēra grupām.

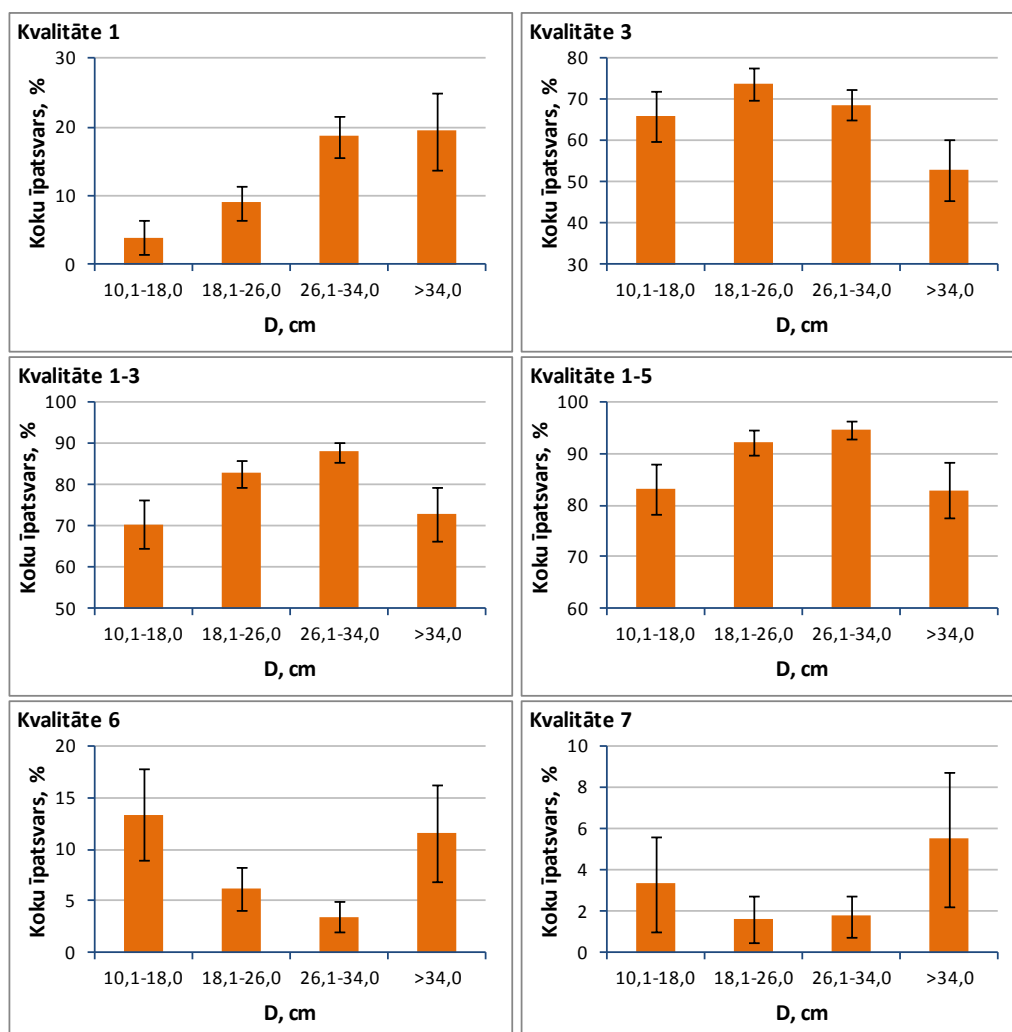
Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars audzē starp caurmēra grupām neatšķiras būtiski un tas svārstās robežās no 1,6±1,1% līdz 5,5±3,3%.

2.48. tabula

Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no valdošās koku sugas caurmēra grupas un kvalitātes grupas priežu audzēs

D grupa	Rādītājs	Kvalitātes grupa									PL skaits
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	
10,1-18,0	Aritmētiski vidējais	3,9	0,4	66,1	70,4	10,9	2,0	83,3	13,4	3,3	59
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	2,5	0,8	6,2	5,9	4,1	1,8	4,9	4,4	2,3	
18,1-26,0	Aritmētiski vidējais	8,9	0,1	73,7	82,8	7,7	1,7	92,2	6,2	1,6	129
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	2,5	0,3	3,9	3,3	2,3	1,1	2,4	2,1	1,1	
26,1-34,0	Aritmētiski vidējais	18,6	0,6	68,7	87,9	4,8	2,0	94,7	3,5	1,8	165
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	3,0	0,6	3,6	2,5	1,7	1,1	1,7	1,4	1,0	
>34,0	Aritmētiski vidējais	19,4	0,6	52,9	72,8	6,4	3,6	82,9	11,6	5,5	48
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	5,7	1,1	7,2	6,4	3,5	2,7	5,4	4,6	3,3	

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.



2.25. attēls. Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no valdošās koku sugas caurmēra grupas priežu audzēs

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāgbaļķis; 3 – III šķiras zāgbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāgbaļķi; 1-5 – I-V šķiras zāgbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Eglu audzes

Analīzē egļu audzes atkarībā no valdošās koku sugas caurmēra sadalītas 4 caurmēra grupās: 1) 10,1-18,0 cm; 2) 18,1-26,0 cm; 3) 26,1-34,0 cm; 4) >34,0 cm.

I šķiras zāgbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars egļu audzēs palielinoties caurmēra grupai palielinās no 4,6±3,0% līdz 11,9,4±6,8%, bet starp visām caurmēra grupām atšķirības ir mazākas par īpatsvara reprezentācijas kļūdu (2.49. tabula un 2.26. attēls).

Augstvērtīgu zāgbaļķu sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars egļu audzēs palielinoties caurmēra grupai līdz 34 cm samazinās no 85,5±5,1% līdz 67,9±6,5%, bet caurmēra grupā virs 34 cm tas atkal ir nedaudz lielāks (73,0±9,3%). Šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvaram audzē atšķirība lielāka par īpatsvara reprezentācijas kļūdu ir tikai starp gradācijas klasēm 10,1-18,0 cm un 26,1-34,0 cm.

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-5. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars egļu audzēs palielinoties caurmēra grupai samazinās no 93,0±3,7% līdz 77,2±5,9%. Caurmēra grupā 10,1-18,0 cm ir būtiski lielāks šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars audzē nekā pārējās caurmēra grupās, kurās šis rādītājs savstarpēji būtiski neatšķiras.

Papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars egļu audzēs palielinoties caurmēra grupai palielinās no 2,7±2,4% līdz 14,4±7,3%. Caurmēra grupā 10,1-18,0 cm ir būtiski mazāks šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars audzē nekā pārējās caurmēra grupās, kurās šis rādītājs savstarpēji būtiski neatšķiras.

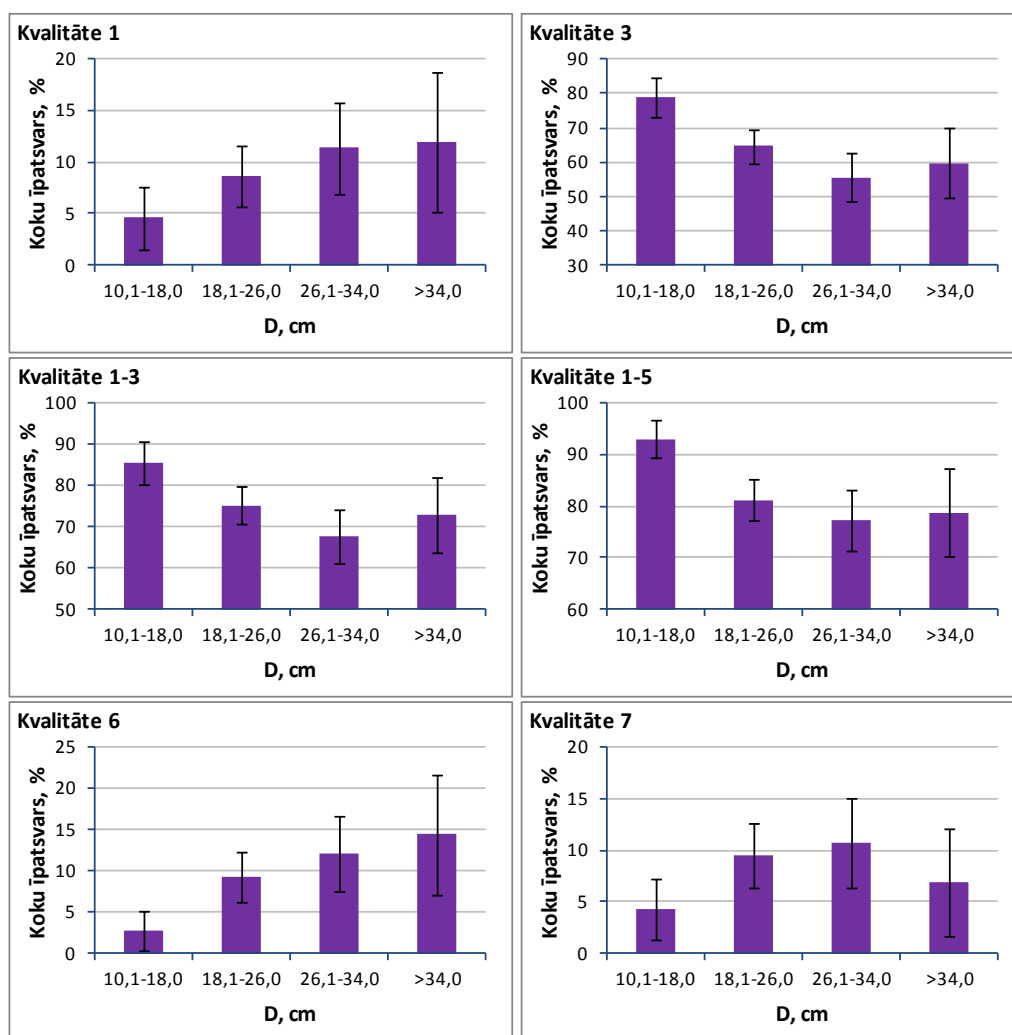
Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošais koku īpatsvars audzē starp caurmēra grupām būtiski nemainās un tas svārstās robežās no $4,3 \pm 2,9\%$ līdz $10,7 \pm 4,3\%$.

2.49. tabula

Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no valdošās koku sugas caurmēra grupas un kvalitātes grupas egļu audzēs

D grupa	Rādītājs	Kvalitātes grupa									PL skaits
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	
10,1-18,0	Aritmētiski vidējais	4,6	2,0	78,9	85,5	7,5	0,1	93,0	2,7	4,3	47
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	3,0	2,0	6,0	5,1	3,8	0,4	3,7	2,4	2,9	
18,1-26,0	Aritmētiski vidējais	8,7	1,7	64,7	75,2	5,3	0,7	81,2	9,3	9,5	91
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	3,0	1,4	5,0	4,5	2,3	0,9	4,1	3,0	3,1	
26,1-34,0	Aritmētiski vidējais	11,4	0,9	55,6	67,9	8,3	1,0	77,2	12,0	10,7	51
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	4,4	1,3	7,0	6,5	3,9	1,4	5,9	4,6	4,3	
>34,0	Aritmētiski vidējais	11,9	1,3	59,8	73,0	4,7	1,1	78,7	14,4	6,9	23
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	6,8	2,3	10,2	9,3	4,4	2,2	8,5	7,3	5,3	

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.



2.26. attēls. Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no valdošās koku sugas caurmēra grupas egļu audzēs

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 1-5 – I-V šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Bērzu audzes

Analīzē bērzu audzes atkarībā no valdošās koku sugas caurmēra sadalītas 4 caurmēra grupās: 1) 10,1-18,0 cm; 2) 18,1-26,0 cm; 3) 26,1-34,0 cm; 4) >34,0 cm. Caurmēra grupā virs 34,0 centimetriem ir tikai 3 parauglaukumi, tādēļ šīs grupas rādītājus analīzē neņem vērā.

I šķiras zāgbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars bērzu audzēs caurmēra grupā 10,1-18,0 cm ir $3,4 \pm 2,0\%$ un tas ir būtiski mazāks nekā caurmēra grupās 18,1-34,0 cm, kurās tas ir $9,4 \pm 2,5\%$ un $9,9 \pm 4,2\%$ (2.50. tabula un 2.27. attēls).

Arī lietkoksnis sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars audzē vismazākais ir caurmēra grupā 10,1-18,0 cm ($50,7 \pm 5,6\%$), bet tas neatšķiras būtiski no pārējām caurmēra grupām ($58,6 \pm 4,2\%$ un $59,4 \pm 6,9\%$).

Papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošais koku īpatsvars audzē palielinoties caurmēra grupai samazinās no $47,0 \pm 5,6\%$ līdz $34,5 \pm 6,7\%$.

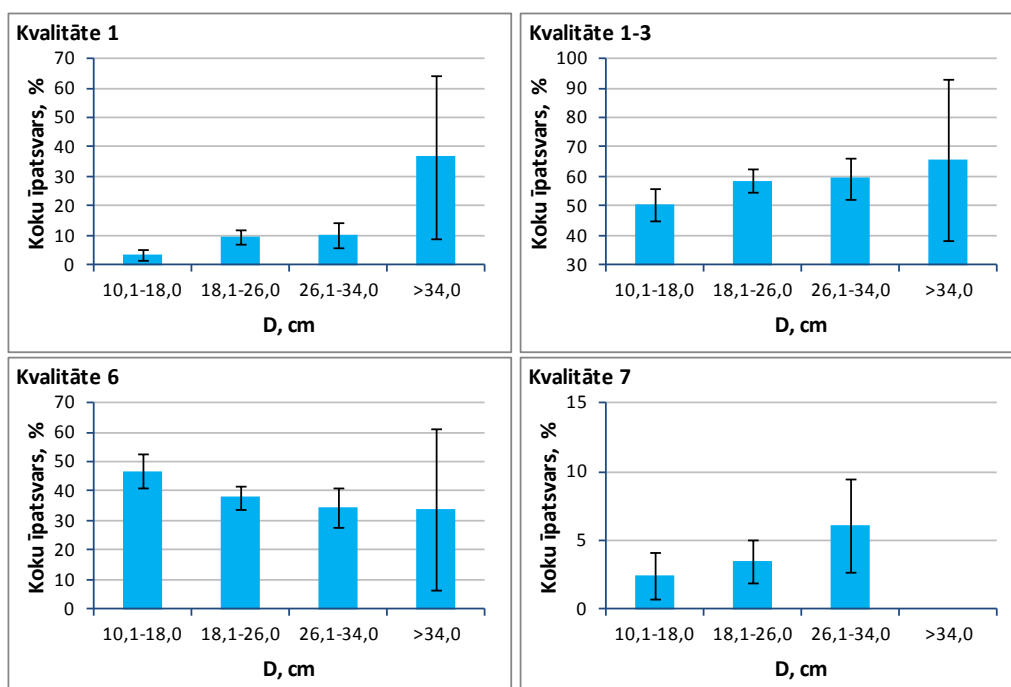
Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošais koku īpatsvars audzē palielinoties caurmēra grupai palielinās no $2,4 \pm 1,7\%$ līdz $6,1 \pm 3,4\%$, bet atšķirības starp caurmēra grupām ir mazākas par īpatsvara reprezentācijas kļūdu.

2.50. tabula

Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no valdošās koku sugas caurmēra grupas un kvalitātes grupas bērzu audzēs

D grupa	Rādītājs	Kvalitātes grupa									PL skaits
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	
10,1-18,0	Aritmētiski vidējais	3,4	0,1	47,1	50,7				47,0	2,4	80
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	2,0	0,4	5,6	5,6				5,6	1,7	
18,1-26,0	Aritmētiski vidējais	9,4	0,1	49,1	58,6				37,9	3,5	140
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	2,5	0,3	4,2	4,2				4,1	1,5	
26,1-34,0	Aritmētiski vidējais	9,9	0,5	49,0	59,4				34,5	6,1	50
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	4,2	1,0	7,1	6,9				6,7	3,4	
>34,0	Aritmētiski vidējais	36,8	0,0	29,1	65,9				34,1	0,0	3
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	27,8	0,0	26,2	27,4				27,4	0,0	

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāgbaļķis; 2 – II šķiras zāgbaļķis; 3 – III šķiras zāgbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka.



2.27. attēls. Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no valdošās koku sugas caurmēra grupas bērzu audzēs

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāgbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāgbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Melnalkšņu audzes

Analīzē melnalkšņu audzes atkarībā no valdošās koku sugas caurmēra sadalītas 3 caurmēra grupās: 1) 10,1-18,0 cm; 2) 18,1-26,0 cm; 3) 26,1-34,0 cm.

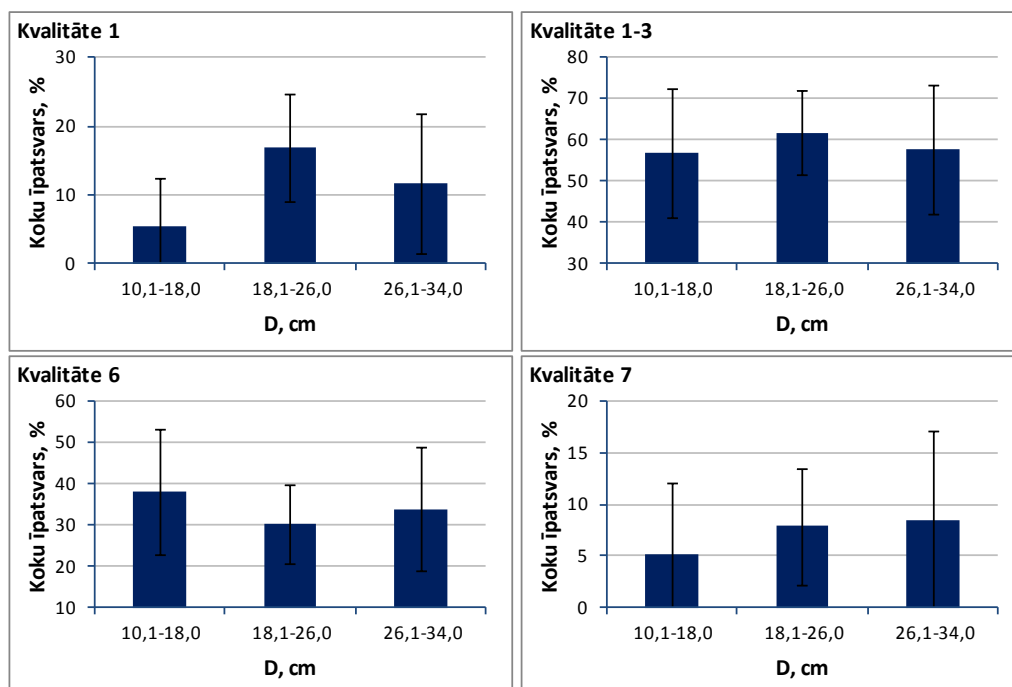
Melnalkšņu audzēs neviena veida sortimenta prasībām atbilstošo koku īpatsvaram audzē nav konstatēta būtiska atkarība no caurmēra grupas, jo visās kvalitātes grupās starpības starp caurmēra grupām ir mazākas par īpatsvara reprezentācijas kļūdu (2.51. tabula un 2.28. attēls).

2.51. tabula

Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no valdošās koku sugas caurmēra grupas un kvalitātes grupas melnalkšņu audzēs

D grupa	Rādītājs	Kvalitātes grupa									PL skaits
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	
10,1-18,0	Aritmētiski vidējais	5,3	0,0	51,5	56,8				38,1	5,1	10
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	7,1	0,0	15,8	15,7				15,4	7,0	
18,1-26,0	Aritmētiski vidējais	17,0	0,0	44,8	61,8				30,3	7,9	23
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	7,8	0,0	10,4	10,1				9,6	5,6	
26,1-34,0	Aritmētiski vidējais	11,6	0,0	46,0	57,6				34,0	8,4	10
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	10,1	0,0	15,8	15,6				15,0	8,8	

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka.



2.28. attēls. Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no valdošās koku sugas caurmēra grupas melnalkšņu audzēs

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Apšu audzes

Analīzē apšu audzes atkarībā no valdošās koku sugas caurmēra sadalītas 4 caurmēra grupās: 1) 10,1-18,0 cm; 2) 18,1-26,0 cm; 3) 26,1-34,0 cm; 4) >34,0 cm.

I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvaram apšu audzēs visās caurmēra grupās ir īpatsvara reprezentācijas kļūdas robežās, un tas mainās no $1,4 \pm 3,9\%$ līdz $8,3 \pm 8,7\%$ (2.52. tabula un 2.29. attēls).

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvaram audzē palielinoties caurmēra grupai samazinās no $66,6 \pm 19,3\%$ līdz $17,2 \pm 12,6\%$. Resnākajā caurmēra grupā šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvaram audzē ir būtiski zemāks nekā pārējās caurmēra grupās, kuras savstarpēji būtiski neatšķiras.

Papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars audzē nav atkarīgs no audzes caurmēra grupas, jo atšķirības starp caurmēra grupām nav lielākas par īpatsvara reprezentācijas kļūdu.

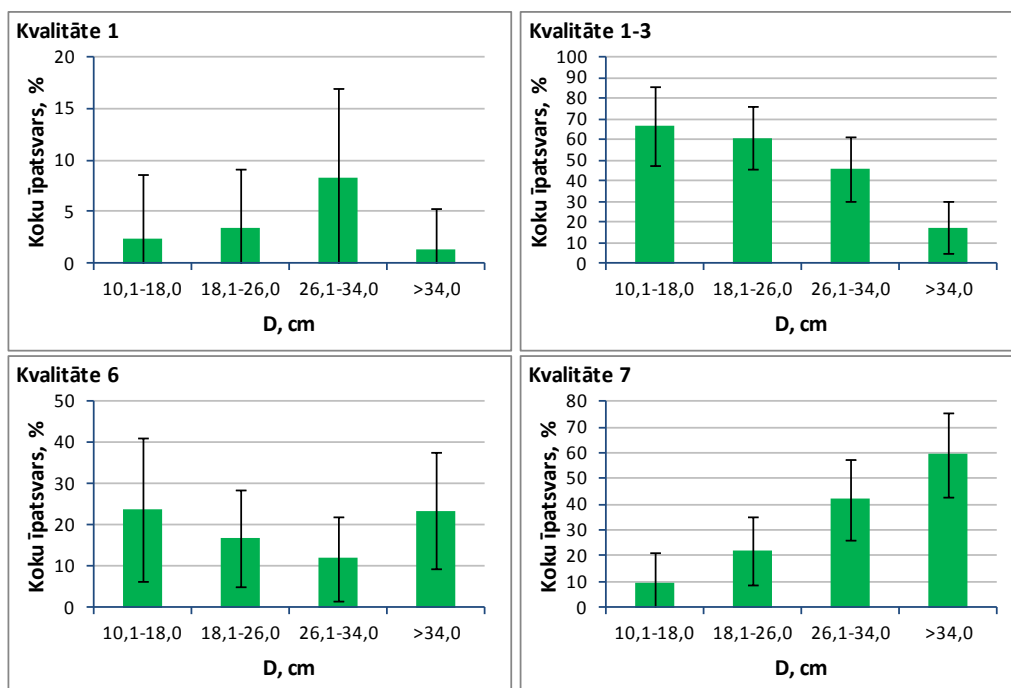
Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars audzē palielinoties caurmēra grupai palielinās no 9,5±12,0% līdz 59,3±16,4%. Šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars audzē mazāk nekā par īpatsvara reprezentācijas kļūdu atšķiras tikai starp blakus esošajām caurmēra grupām.

2.52. tabula

Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no valdošās koku sugas caurmēra grupas un kvalitātes grupas apšu audzēs

D grupa	Rādītājs	Kvalitātes grupa									PL skaits
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	
10,1-18,0	Aritmētiski vidējais	2,4	0,0	64,2	66,6				23,9	9,5	6
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	6,3	0,0	19,6	19,3				17,4	12,0	
18,1-26,0	Aritmētiski vidējais	3,4	0,0	57,4	60,9				16,9	22,2	10
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	5,8	0,0	15,6	15,4				11,9	13,1	
26,1-34,0	Aritmētiski vidējais	8,3	0,0	37,7	46,0				11,9	42,1	10
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	8,7	0,0	15,3	15,8				10,2	15,6	
>34,0	Aritmētiski vidējais	1,4	0,0	15,8	17,2				23,5	59,3	9
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	3,9	0,0	12,2	12,6				14,1	16,4	

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka.



2.29. attēls. Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no valdošās koku sugas caurmēra grupas apšu audzēs

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Baltalkšņu audzes

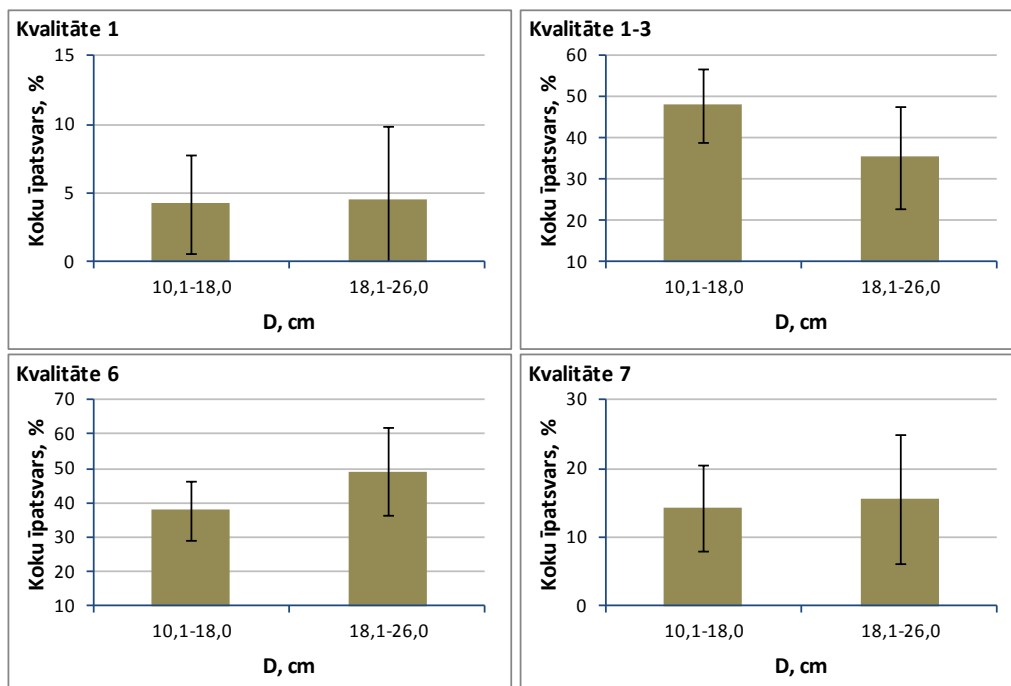
Analīzē melnalkšņu audzes atkarībā no valdošās koku sugas caurmēra sadalītas divās caurmēra grupās: 1) 10,1-18,0 cm; 2) 18,1-26,0 cm.

Baltalkšņu audzēs nevienam no sortimentu veidiem nav būtisku atšķirību starp abām caurmēra grupām, jo visos gadījumos starpība ir mazāka par īpatsvara reprezentācijas kļūdu. (2.53. tabula un 2.30. attēls).

Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no valdošās koku sugas caurmēra grupas un kvalitātes grupas baltalkšņu audzēs

D grupa	Rādītājs	Kvalitātes grupa									PL skaits	
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7		
10,1-18,0	Aritmētiski vidējais	4,2	0,1	43,6	48,0					37,8	14,2	31
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	3,6	0,6	8,9	9,0					8,7	6,3	
18,1-26,0	Aritmētiski vidējais	4,6	0,0	30,8	35,3					49,1	15,6	15
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	5,4	0,0	11,9	12,3					12,9	9,4	

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka.



2.30. attēls. Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no valdošās koku sugas caurmēra grupas baltalkšņu audzēs

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

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

Analīzē izmantoti dati par 1010 MSI parauglaukumiem:

- priežu parauglaukumi – 401,
- egļu parauglaukumi – 212,
- bērzu parauglaukumi – 273,
- melnalkšņu parauglaukumi – 43,
- apšu parauglaukumi – 35,
- baltalkšņu parauglaukumi – 46.

Priežu audzes

Analīzē priežu audzes atkarībā no valdošās koku sugas augstuma sadalītas 5 augstuma grupās: 1) 6,1-12,0 metri; 2) 12,1-18,0 metri; 3) 18,1-24,0 metri; 4) 24,1-30,0 metri; 5) 30,1-36,0 metri.

I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars priežu audzēs grupās līdz 30 metru augstumam palielinoties augstuma grupai būtiski palielinās no $0,2 \pm 0,8\%$ līdz $23,3 \pm 3,5\%$. Augstuma grupā virs 30 metriem tas ir mazāks par augstuma grupu 24,1-30,0 metri, bet abas šīs augstuma grupas atšķiras mazāk par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu, līdz ar to nevar uzskatīt, ka šīs augstuma grupas atšķiras būtiski (2.54. tabula un 2.31. attēls).

Augstvērtīgu zāģbaļķu (1.-3. kvalitātes grupa) sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars audzē līdz 24 metru augstumam palielinoties augstuma grupai būtiski palielinās no 53,5±9,6% līdz 87,0±2,8%, bet augstuma grupās virs 18 metriem tas svārstās vienas īpatsvara reprezentācijas kļūdas robežās.

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-5. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars priežu audzēs būtiski palielinās līdz 18 metru augstumam (no 73,6±8,5% līdz 88,7±3,9%), bet augstuma grupās virs 18 metriem tas savstarpēji būtiski neatšķiras un svārstās robežās no 89,0±7,8 līdz 93,0±2,1%.

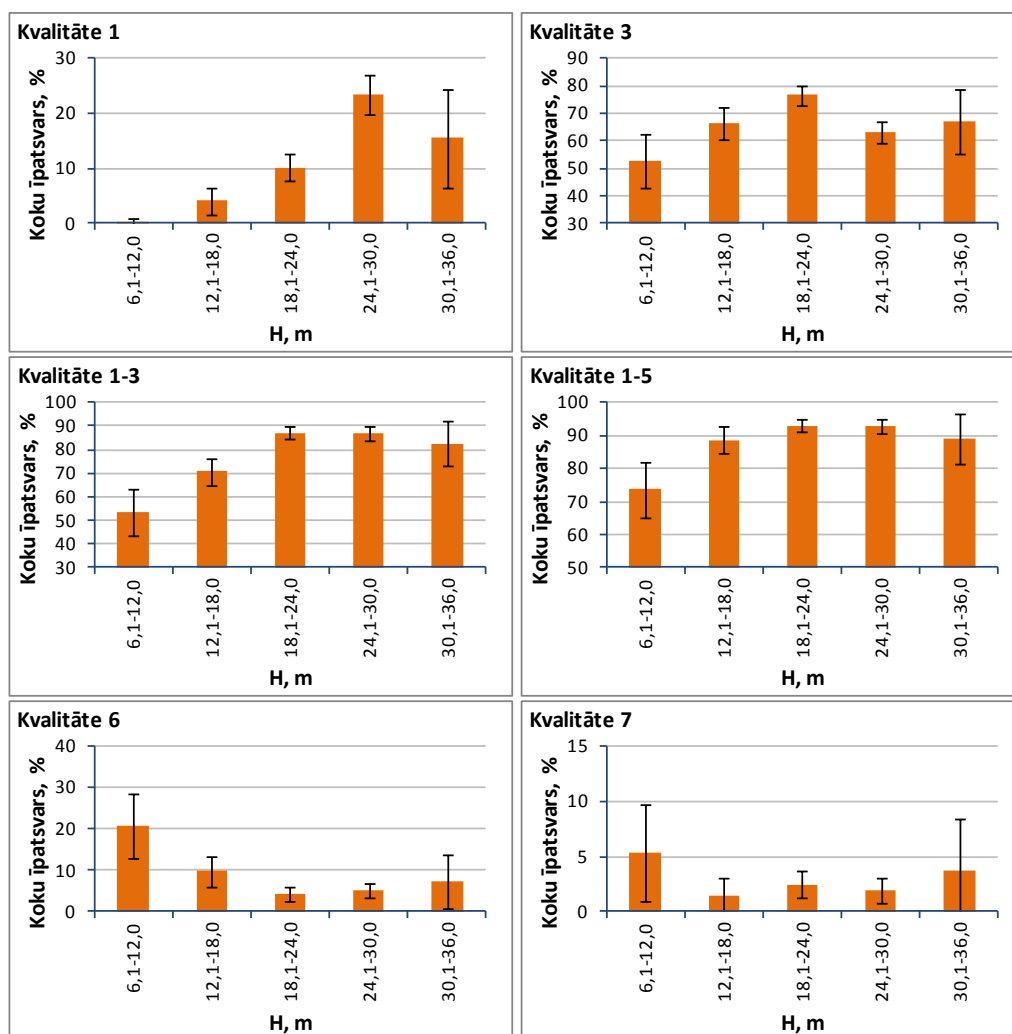
Papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars audzē vislielākais ir augstuma grupā līdz 12 metriem (21,0±7,8%), bet pārējās augstuma grupās tas ir no 4,5±1,7 līdz 9,8±3,7%. Lai gan augstuma grupā līdz 12 metriem šis rādītājs ir ievērojami lielāks nekā pārējās augstuma grupās, tas būtiski atšķiras tikai no augstuma grupām 18,1-30,0 metri, bet ar pārējām augstuma grupām starpība ir mazāka par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu.

Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars audzē visās augstuma grupās būtiski neatšķiras un tas svārstās no 1,5±1,5% līdz 5,4±4,3%.

2.54. tabula

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

H grupa	Rādītājs	Kvalitātes grupa										PL skaits
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7		
6,1-12,0	Aritmētiski vidējais	0,2	0,8	52,6	53,5	15,7	4,4	73,6	21,0	5,4	27	
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	0,8	1,7	9,6	9,6	7,0	3,9	8,5	7,8	4,3		
12,1-18,0	Aritmētiski vidējais	4,1	0,3	66,1	70,6	14,8	3,3	88,7	9,8	1,5	66	
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	2,5	0,7	5,8	5,6	4,4	2,2	3,9	3,7	1,5		
18,1-24,0	Aritmētiski vidējais	10,2	0,3	76,6	87,0	4,0	2,0	93,0	4,5	2,5	148	
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	2,5	0,4	3,5	2,8	1,6	1,1	2,1	1,7	1,3		
24,1-30,0	Aritmētiski vidējais	23,3	0,5	63,1	87,0	4,7	1,3	92,9	5,1	1,9	144	
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	3,5	0,6	4,0	2,8	1,8	0,9	2,1	1,8	1,2		
30,1-36,0	Aritmētiski vidējais	15,5	0,0	67,1	82,6	3,8	2,7	89,0	7,3	3,7	16	
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	9,0	0,0	11,7	9,5	4,8	4,0	7,8	6,5	4,7		
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.												



2.31. attēls. Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no valdošās koku sugas augstuma grupas priēžu audzēs

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 1-5 – I-V šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Eglu audzes

Analīzē egļu audzes atkarībā no valdošās koku sugas augstuma sadalītas 5 augstuma grupās: 1) 6,1-12,0 metri; 2) 12,1-18,0 metri; 3) 18,1-24,0 metri; 4) 24,1-30,0 metri; 5) 30,1-36,0 metri.

I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars egļu audzēs grupās līdz 30 metru augstumam palielinoties augstuma grupai palielinās no 0% līdz 16,5±5,5%. Augstuma grupās virs 18 metriem šis rādītājs starp grupām atšķiras mazāk nekā par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu (2.55. tabula un 2.31. attēls).

Augstvērtīgu zāģbaļķu (1.-3. kvalitātes grupa) sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars audzē palielinoties augstuma grupai samazinās no 89,5±10,8% līdz 72,4±13,5%. Vienīgā šī rādītāja starpība, kas ir lielāka par īpatsvara reprezentācijas kļūdu, ir starp grupām 6,1-12,0 metri un 18,1-24,0 metri.

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-5. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars egļu audzēs palielinoties augstuma grupai samazinās no 98,6±4,1% līdz 75,9±12,9%. Šis rādītājs augstuma grupās virs 12 metriem savstarpēji ir vienas īpatsvara reprezentācijas kļūdas robežās, kas nozīmē, ka nav pamata uzskatīt, ka šīs grupas atšķiras būtiski. Augstuma grupa 6,1-12,0 metri no visām pārējām grupām atšķiras būtiski, bet jāņem vērā, ka šajā grupā ir tikai 8 parauglaukumi.

Papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars audzē palielinoties augstuma grupai palielinās no 1,4±4,1% līdz 15,6±11,0%, tomēr atšķirības starp grupām nav uzskatāmas par būtiskām.

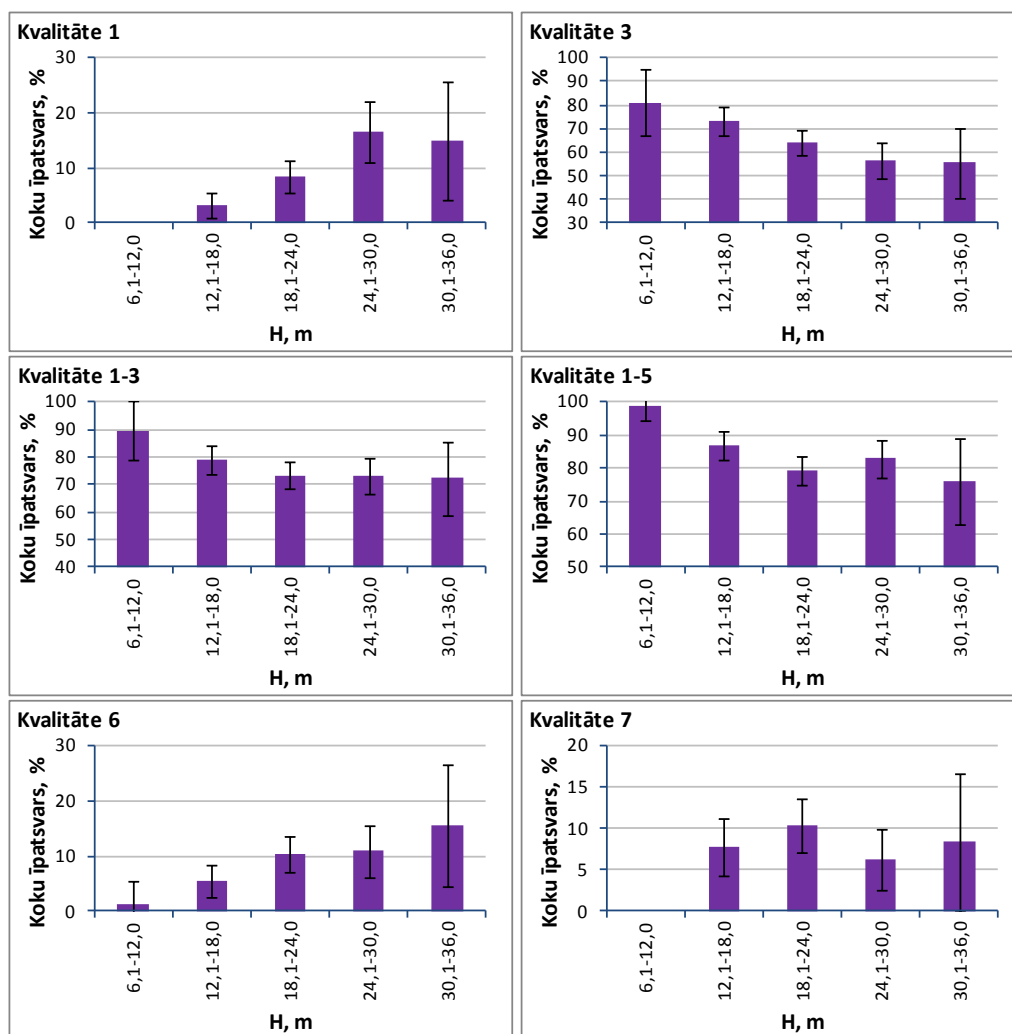
Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstoši koki egļu audzēs augstuma grupā 6,1-12,0 metri nav konstatēti. Pārējās augstuma grupās atbilstošo koku skaita īpatsvars neatšķiras būtiski un ir robežās no 6,3±3,6% līdz 10,5±3,2%.

2.55. tabula

Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no valdošās koku sugas augstuma grupas un kvalitātes grupas egļu audzēs

H grupa	Rādītājs	Kvalitātes grupa									PL skaits
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	
6,1-12,0	Aritmētiski vidējais	0,0	8,4	81,1	89,5	9,1	0,0	98,6	1,4	0,0	8
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	0,0	9,8	13,8	10,8	10,1	0,0	4,1	4,1	0,0	
12,1-18,0	Aritmētiski vidējais	3,2	2,6	73,1	79,0	7,5	0,3	86,7	5,4	7,8	58
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	2,3	2,1	5,8	5,3	3,4	0,7	4,5	3,0	3,5	
18,1-24,0	Aritmētiski vidējais	8,5	0,9	64,0	73,4	5,2	0,6	79,2	10,3	10,5	90
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	2,9	1,0	5,1	4,7	2,3	0,8	4,3	3,2	3,2	
24,1-30,0	Aritmētiski vidējais	16,5	0,2	56,6	73,3	7,9	1,6	82,8	10,9	6,3	45
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	5,5	0,6	7,4	6,6	4,0	1,9	5,6	4,6	3,6	
30,1-36,0	Aritmētiski vidējais	14,9	1,9	55,5	72,4	3,6	0,0	75,9	15,6	8,4	11
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	10,7	4,1	15,0	13,5	5,6	0,0	12,9	11,0	8,4	

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.



2.32. attēls. Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no valdošās koku sugas augstuma grupas egļu audzēs

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 1-5 – I-V šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Bērzu audzes

Analīzē bērzu audzes atkarībā no valdošās koku sugas augstuma sadalītas 5 augstuma grupās: 1) 6,1-12,0 metri; 2) 12,1-18,0 metri; 3) 18,1-24,0 metri; 4) 24,1-30,0 metri; 5) 30,1-36,0 metri. Augstuma grupā līdz 12,0 metriem ir tikai 3 parauglaukumi, tādēļ šīs grupas rādītājus analīzē neņem vērā.

I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars bērzu audzēs palielinoties augstuma grupai palielinās no $3,2 \pm 2,7\%$ līdz $17,0 \pm 11,3\%$, bet starp visām augstuma grupām nav konstatētas būtiskas atšķirības, jo starp visām augstuma grupām starpības ir mazākas par vienu īpatsvara reprezentācijas kļūdu (2.56. tabula un 2.33. attēls).

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars bērzu audzēs palielinoties augstuma grupai palielinās no $43,0 \pm 7,6\%$ līdz $63,3 \pm 5,2\%$. Augstuma grupās virs 18 metriem šis rādītājs starp grupām neatšķiras būtiski, jo ir vienas īpatsvara reprezentācijas kļūdas robežās.

Papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars bērzu audzēs palielinoties augstuma grupai samazinās no $53,5 \pm 7,7\%$ līdz $32,9 \pm 5,1\%$. Arī šo sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars audzē augstuma grupās virs 18 metriem ir vienas īpatsvara reprezentācijas kļūdas robežās.

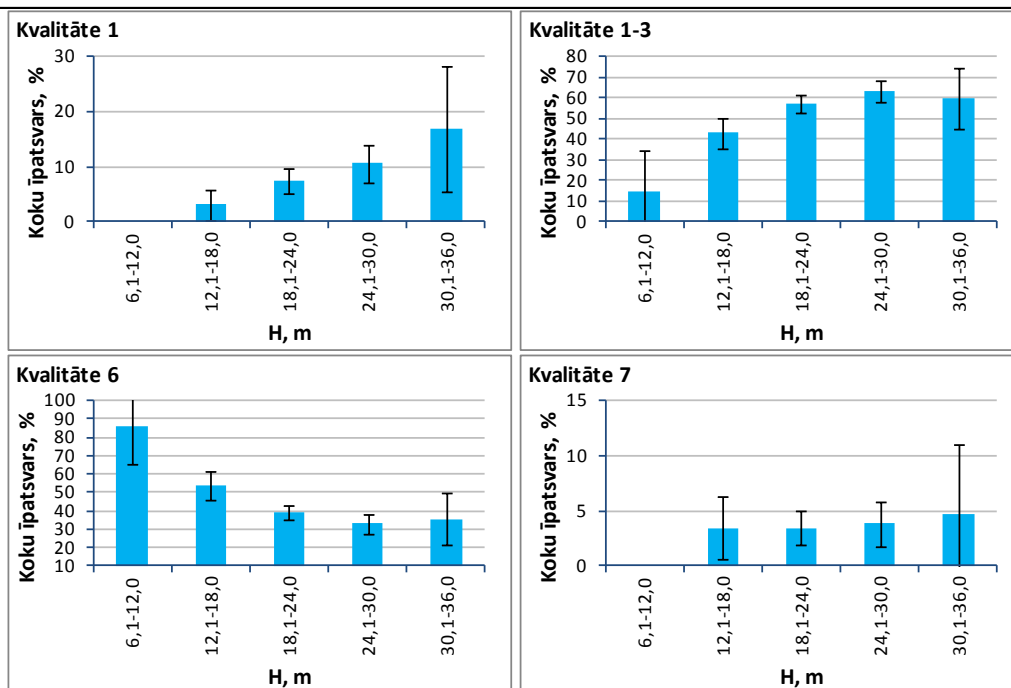
Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars audzē nav atkarīgs no augstuma grupas, jo starp visām augstuma grupām atšķirības ir mazākas par īpatsvara reprezentācijas kļūdu.

2.56. tabula

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

H grupa	Rādītājs	Kvalitātes grupa									PL skaits
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	
6,1-12,0	Aritmētiski vidējais	0,0	0,0	14,4	14,4				85,6	0,0	3
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	0,0	0,0	20,3	20,3				20,3	0,0	
12,1-18,0	Aritmētiski vidējais	3,2	0,1	39,7	43,0				53,5	3,5	42
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	2,7	0,5	7,5	7,6				7,7	2,8	
18,1-24,0	Aritmētiski vidējais	7,4	0,2	49,6	57,2				39,3	3,5	132
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	2,3	0,4	4,4	4,3				4,3	1,6	
24,1-30,0	Aritmētiski vidējais	10,6	0,3	52,4	63,3				32,9	3,8	85
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	3,3	0,6	5,4	5,2				5,1	2,1	
30,1-36,0	Aritmētiski vidējais	17,0	0,0	42,6	59,6				35,7	4,7	11
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	11,3	0,0	14,9	14,8				14,4	6,4	

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka.



2.33. attēls. Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no valdošās koku sugas augstuma grupas bērzu audzēs

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Melnalkšņu audzes

Analīzē melnalkšņu audzes atkarībā no valdošās koku sugas augstuma sadalītas 3 augstuma grupās: 1) 12,1-18,0 metri; 2) 18,1-24,0 metri; 3) 24,1-30,0 metri.

I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars melnalkšņu audzēs palielinoties augstuma grupai palielinās no $2,7 \pm 5,4\%$ līdz $26,9 \pm 11,8\%$, bet augstuma grupā virs 24 metriem ir būtiski lielāks nekā abās mazākajās augstuma grupās (2.57. tabula un 2.34. attēls).

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars melnalkšņu audzēs nav atkarīgs no audzes augstuma grupas, jo starp augstuma grupām atšķirības ir mazākas par īpatsvara reprezentācijas kļūdu. Šis rādītājs atkarībā no augstuma grupas mainās no $51,4 \pm 11,2\%$ līdz $72,6 \pm 11,9\%$.

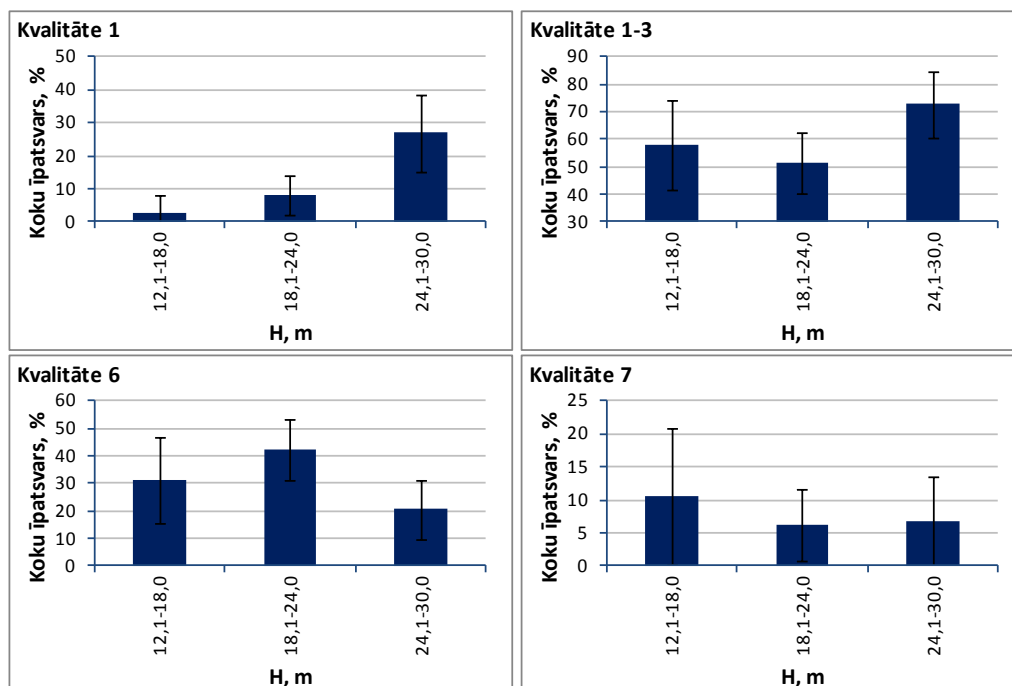
Papīrmalkas (6. kvalitātes grupa) un malkas (7. kvalitātes grupa) sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars melnalkšņu audzēs arī nav atkarīgs no audzes augstuma grupas, jo starp augstuma grupām atšķirības ir mazākas par īpatsvara reprezentācijas kļūdu. Šie rādītāji atkarībā no augstuma grupas mainās no $20,5 \pm 10,8\%$ līdz $42,3 \pm 11,0\%$ papīrmalkas sortimentiem un $6,3 \pm 5,4\%$ līdz $10,6 \pm 10,2\%$ malkas sortimentiem.

2.57. tabula

Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no valdošās koku sugas augstuma grupas un kvalitātes grupas melnalkšņu audzēs

H grupa	Rādītājs	Kvalitātes grupa									PL skaits
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	
12,1-18,0	Aritmētiski vidējais	2,7	0,0	55,4	58,1				31,4	10,6	9
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	5,4	0,0	16,6	16,4				15,5	10,2	
18,1-24,0	Aritmētiski vidējais	8,0	0,0	43,4	51,4				42,3	6,3	20
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	6,1	0,0	11,1	11,2				11,0	5,4	
24,1-30,0	Aritmētiski vidējais	26,9	0,0	45,8	72,6				20,5	6,9	14
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	11,8	0,0	13,3	11,9				10,8	6,8	

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka.



2.34. attēls. Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no valdošās koku sugas augstuma grupas melnalkšņu audzēs

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Apšu audzes

Analīzē apšu audzes atkarībā no valdošās koku sugas augstuma sadalītas 4 augstuma grupās: 1) 12,1-18,0 metri; 2) 18,1-24,0 metri; 3) 24,1-30,0 metri; 4) 30,1-36,0 metri. Augstuma grupā līdz 12,0 metriem ir tikai 4 parauglaukumi, tādēļ šīs grupas rādītājus analīzē neņem vērā.

I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars apšu audzēs nav atkarīgs no audzes augstuma grupas, jo starp augstuma grupām atšķirības ir mazākas par īpatsvara reprezentācijas kļūdu. Šis rādītājs atkarībā no augstuma grupas mainās no 3,2±5,3% līdz 5,6±6,4% (2.58. tabula un 2.35. attēls).

Lietkoksnes sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars apšu audzēs palielinoties augstuma grupai samazinās no 68,5±17,6% līdz 24,7±13,0%.

Papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars apšu audzēs nav atkarīgs no audzes augstuma grupas, jo starp augstuma grupām atšķirības ir mazākas par īpatsvara reprezentācijas kļūdu. Šis rādītājs atkarībā no augstuma grupas mainās no 14,0±13,1% līdz 24,0±12,9%.

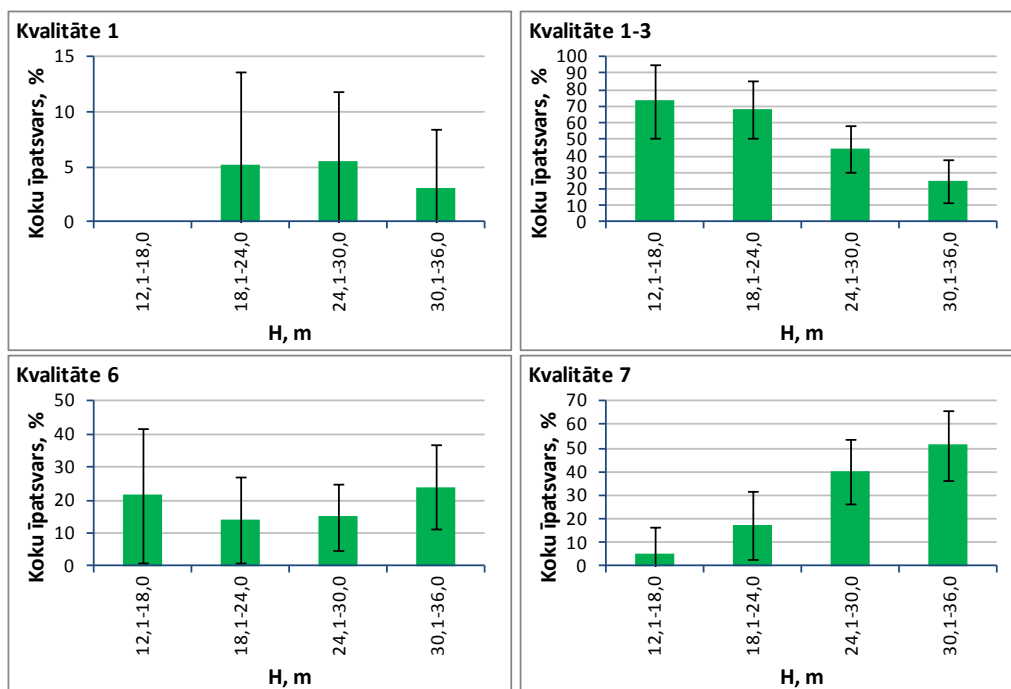
Malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars apšu audzēs palielinoties augstuma grupai palielinās no 17,5±14,4% līdz 51,3±15,1%.

2.58. tabula

Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no valdošās koku sugas augstuma grupas un kvalitātes grupas apšu audzēs

H grupa	Rādītājs	Kvalitātes grupa									PL skaits
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7	
12,1-18,0	Aritmētiski vidējais	0,0	0,0	73,2	73,2				21,4	5,4	4
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	0,0	0,0	22,1	22,1				20,5	11,3	
18,1-24,0	Aritmētiski vidējais	5,3	0,0	63,3	68,5				14,0	17,5	7
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	8,4	0,0	18,2	17,6				13,1	14,4	
24,1-30,0	Aritmētiski vidējais	5,6	0,0	38,9	44,5				15,0	40,4	13
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	6,4	0,0	13,5	13,8				9,9	13,6	
30,1-36,0	Aritmētiski vidējais	3,2	0,0	21,5	24,7				24,0	51,3	11
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	5,3	0,0	12,4	13,0				12,9	15,1	

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka.



2.35. attēls. Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no valdošās koku sugas augstuma grupas apšu audzēs

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

Baltalkšņu audzes

Analīzē baltalkšņu audzes atkarībā no valdošās koku sugas augstuma sadalītas divās augstuma grupās: 1) 12,1-18,0 metri; 2) 18,1-24,0 metri.

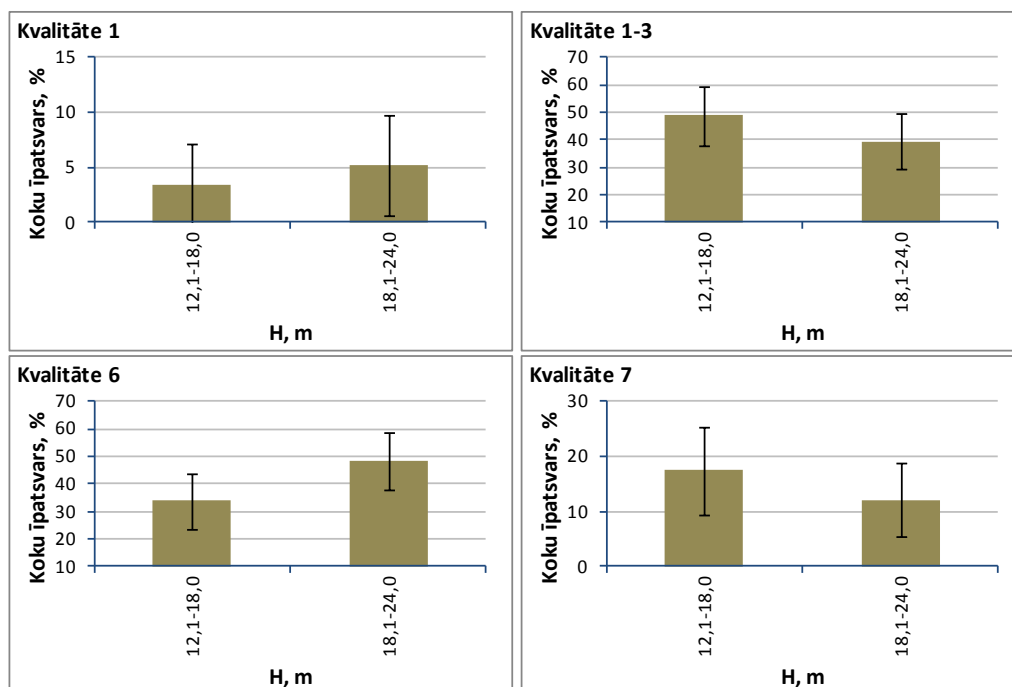
Baltalkšņu audzēs nevienam no sortimentu veidiem nav būtisku atšķirību starp abām augstuma grupām, jo visos gadījumos starpība ir mazāka par īpatsvara reprezentācijas kļūdu. Tomēr jāatzīmē, ka mazākajā augstuma grupā ir lielāks lietkoksnis sortimentu prasībām (1.-3. kvalitātes grupa) un malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes grupa) atbilstošo koku īpatsvars audzē (2.59. tabula un 2.36. attēls).

2.59. tabula

Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars atkarībā no valdošās koku sugas augstuma grupas un kvalitātes grupas baltalkšņu audzēs

H grupa	Rādītājs	Kvalitātes grupa									PL skaits	
		1	2	3	1-3	4	5	1-5	6	7		
12,1-18,0	Aritmētiski vidējais	3,4	0,2	45,2	48,7					33,9	17,4	22
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	3,8	0,9	10,6	10,7					10,1	8,1	
18,1-24,0	Aritmētiski vidējais	5,2	0,0	34,2	39,4					48,4	12,2	24
	Īpatsvara reprezentācijas kļūda	4,5	0,0	9,7	10,0					10,2	6,7	

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 2 – II šķiras zāģbaļķis; 3 – III šķiras zāģbaļķis; 6 – papīrmalka; 7 – malka.



2.36. attēls. Valdošās koku sugas koku skaita īpatsvars pa kvalitātes grupām atkarībā no valdošās koku sugas augstuma grupas baltalkšņu audzēs

Kvalitātes grupas: 1 – I šķiras zāģbaļķis; 1-3 – I-III šķiras zāģbaļķi; 6 – papīrmalka; 7 – malka.

2.2.3. Koku kvalitātes vienādojumi audzēm

Vienādojumi izstrādāti izmantojot datus par 875 MSI parauglaukumiem, kuros valdošā koku suga ir priede (395 parauglaukumi), egle (209) un bērzs (271). Atlasītajos parauglaukumos ir vismaz 8 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 4-6. kvalitātes koku īpatsvaru audzē. Vienādojumos kā faktoriālās pazīmes tiek izmantotas audzes I stāva valdošās koku sugas diametra un augstuma grupa (2.60. tabula).

Koku kvalitātes novērtēšanas vienādojumos izmantotās diametru un augstuma grupas

Grupās kods	Diametru grupas (cm)	Augstuma grupas (metri)		
	Priede, Egle, Bērzs	Priede	Egle	Bērzs
1	10,1-18,0	<20,1	<18,1	<20,1
2	18,1-26,0	20,1-25,0	18,1-24,0	20,1-24,0
3	26,1-34,0	>25,0	>24,0	>24,0
4	>34,0			

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

Priede

Pašreizējā variantā vienādojums koku kvalitātes novērtēšanai priežu audzē ir sekojošs:

$Kvalitāte=i+d1+d2+d3+d4+h1+h2+h3+d1h1+d1h2+d1h3+d2h1+d2h2+d2h3+d3h1+d3h2+d3h3+d4h1+d4h2+d4h3$,

kur attiecīgo koeficientu vērtības ir redzamas 2.61.-2.63. tabulās.

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

Piemērs.

Audzēs diametrs 25 cm, audzes augstums 23 metri.

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

Kvalitātes vienādojums ir sekojošs: $kvalitāte=i+d2+h2+d2h2$

1. kvalitāte=12,1-0,5+0+0=12,6%

4-6. kvalitāte=11,8-5,2+0+0=6,6%

7. kvalitāte=2,6-0,03+0+0=2,57%

Koeficienti vienādojumam 1. kvalitātes koku īpatsvara noteikšanai priežu audzēs.

Kods	Parametrs	Vērtība	Standarta kļūda	t vērtība	Būtiskums	95% Ticamības intervāls	
						Min	Max
i	Intercept	12,1	2,6	4,723	0,000	7,1	17,2
d1	Diametra grupa 1	-2,8	10,4	-0,264	0,792	-23,3	17,8
d2	Diametra grupa 2	-0,5	3,8	-0,127	0,899	-8,0	7,0
d3	Diametra grupa 3	0	.	.	.	.	.
d4	Diametra grupa 4	-4,7	6,9	-0,679	0,498	-18,4	8,9
h1	Augstuma grupa 1	-5,4	10,3	-0,523	0,601	-25,7	14,9
h2	Augstuma grupa 2	0	.	.	.	.	.
h3	Augstuma grupa 3	13,1	3,5	3,712	0,000	6,2	20,1
d1h1	Diametra grupa 1*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
d2h1	Diametra grupa 2*Augstuma grupa1	0,4	11,1	0,037	0,970	-21,4	22,2
d2h2	Diametra grupa 2*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d2h3	Diametra grupa 2*Augstuma grupa3	-19,2	10,2	-1,881	0,061	-39,2	0,9
d3h1	Diametra grupa 3*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
d3h2	Diametra grupa 3*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d3h3	Diametra grupa 3*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
d4h2	Diametra grupa 4*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d4h3	Diametra grupa 4*Augstuma grupa3	2,8	8,3	0,340	0,734	-13,4	19,0

2.62. tabula

Koeficienti vienādojumam 4-6. kvalitātes koku īpatsvara noteikšanai priežu audzēs.

Kods	Parametrs	Vērtība	Standarta kļūda	t vērtība	Būtiskums	95% Ticamības intervāls	
						Min	Max
i	Intercept	11,8	2,2	5,297	0,000	7,4	16,1
d1	Diametra grupa 1	-16,6	9,0	-1,837	0,067	-34,4	1,2
d2	Diametra grupa 2	-5,2	3,3	-1,581	0,115	-11,7	1,3
d3	Diametra grupa 3	0	.	.	.	.	.
d4	Diametra grupa 4	17,5	6,0	2,917	0,004	5,7	29,3
h1	Augstuma grupa 1	29,0	8,9	3,249	0,001	11,5	46,6
h2	Augstuma grupa 2	0	.	.	.	.	.
h3	Augstuma grupa 3	-4,5	3,1	-1,483	0,139	-10,6	1,5
d1h1	Diametra grupa 1*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
d2h1	Diametra grupa 2*Augstuma grupa1	-10,7	9,6	-1,117	0,265	-29,6	8,1
d2h2	Diametra grupa 2*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d2h3	Diametra grupa 2*Augstuma grupa3	5,6	8,8	0,631	0,529	-11,8	22,9
d3h1	Diametra grupa 3*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
d3h2	Diametra grupa 3*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d3h3	Diametra grupa 3*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
d4h2	Diametra grupa 4*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d4h3	Diametra grupa 4*Augstuma grupa3	-5,6	7,1	-0,786	0,432	-19,6	8,4

2.63. 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	2,6	0,9	2,694	0,007	0,7	4,4
d1	Diametra grupa 1	-2,2	3,9	-0,559	0,576	-9,8	5,4
d2	Diametra grupa 2	-0,03	1,4	-0,018	0,985	-2,8	2,8
d3	Diametra grupa 3	0	.	.	.	.	.
d4	Diametra grupa 4	10,2	2,6	3,966	0,000	5,1	15,2
h1	Augstuma grupa 1	3,2	3,8	0,830	0,407	-4,3	10,7
h2	Augstuma grupa 2	0	.	.	.	.	.
h3	Augstuma grupa 3	-1,8	1,3	-1,340	0,181	-4,3	0,8
d1h1	Diametra grupa 1*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
d2h1	Diametra grupa 2*Augstuma grupa1	-4,9	4,1	-1,191	0,234	-13,0	3,2
d2h2	Diametra grupa 2*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d2h3	Diametra grupa 2*Augstuma grupa3	-0,3	3,8	-0,092	0,927	-7,8	7,1
d3h1	Diametra grupa 3*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
d3h2	Diametra grupa 3*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d3h3	Diametra grupa 3*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
d4h2	Diametra grupa 4*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d4h3	Diametra grupa 4*Augstuma grupa3	-7,9	3,1	-2,588	0,010	-13,9	-1,9

Egle

Pašreizējā variantā vienādojums koku kvalitātes novērtēšanai egļu audzē ir sekojošs:

$$Kvalitāte = i + d1 + d2 + d3 + d4 + h1 + h2 + h3 + d1h1 + d1h2 + d1h3 + d2h1 + d2h2 + d2h3 + d3h1 + d3h2 + d3h3 + d4h1 + d4h2 + d4h3,$$

kur attiecīgo koeficientu vērtības ir redzamas 2.64.-2.66. tabulās.

2.64. 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	4,8	3,1	1,571	0,118	-1,2	10,9
d1	Diametra grupa 1	8,6	10,6	0,811	0,418	-12,4	29,6
d2	Diametra grupa 2	4,9	3,6	1,378	0,170	-2,1	11,9
d3	Diametra grupa 3	0	.	.	.	.	.
d4	Diametra grupa 4	-4,8	14,7	-0,328	0,744	-33,9	24,2
h1	Augstuma grupa 1	-9,7	3,8	-2,588	0,010	-17,1	-2,3
h2	Augstuma grupa 2	0	.	.	.	.	.
h3	Augstuma grupa 3	11,5	4,1	2,824	0,005	3,5	19,5
d1h1	Diametra grupa 1*Augstuma grupa1	0,6	11,1	0,050	0,960	-21,3	22,4
d1h2	Diametra grupa 1*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d2h1	Diametra grupa 2*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
d2h2	Diametra grupa 2*Augstuma grupa2	0,0	.	.	.	.	.
d2h3	Diametra grupa 2*Augstuma grupa3	10,5	7,8	1,345	0,180	-4,9	26,0
d3h2	Diametra grupa 3*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d3h3	Diametra grupa 3*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
d4h2	Diametra grupa 4*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d4h3	Diametra grupa 4*Augstuma grupa3	1,0	15,3	0,063	0,950	-29,2	31,1

2.65. tabula

Koeficienti vienādojumam 4-6. kvalitātes koku īpatsvara noteikšanai egļu audzēs.

Kods	Parametrs	Vērtība	Standarta kļūda	t vērtība	Būtiskums	95% Ticamības intervāls	
						Min	Max
i	Intercept	24,3	4,2	5,847	0,000	16,1	32,5
d1	Diametra grupa 1	23,6	14,4	1,634	0,104	-4,9	52,0
d2	Diametra grupa 2	-11,7	4,8	-2,426	0,016	-21,2	-2,2
d3	Diametra grupa 3	0	.	.	.	.	.
d4	Diametra grupa 4	-24,3	20,0	-1,219	0,224	-63,7	15,0
h1	Augstuma grupa 1	11,6	5,1	2,287	0,023	1,6	21,7
h2	Augstuma grupa 2	0	.	.	.	.	.
h3	Augstuma grupa 3	-5,1	5,5	-0,929	0,354	-16,0	5,8
d1h1	Diametra grupa 1*Augstuma grupa1	-51,1	15,0	-3,410	0,001	-80,7	-21,6
d1h2	Diametra grupa 1*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d2h1	Diametra grupa 2*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
d2h2	Diametra grupa 2*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d2h3	Diametra grupa 2*Augstuma grupa3	14,4	10,6	1,354	0,177	-6,5	35,3
d3h2	Diametra grupa 3*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d3h3	Diametra grupa 3*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
d4h2	Diametra grupa 4*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d4h3	Diametra grupa 4*Augstuma grupa3	26,2	20,7	1,266	0,207	-14,6	67,0

2.66. 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	15,4	3,7	4,117	0,000	8,0	22,8
d1	Diametra grupa 1	-15,4	13,0	-1,188	0,236	-41,0	10,2
d2	Diametra grupa 2	-6,1	4,3	-1,418	0,158	-14,7	2,4
d3	Diametra grupa 3	0	.	.	.	.	.
d4	Diametra grupa 4	-15,4	18,0	-0,858	0,392	-50,8	20,0
h1	Augstuma grupa 1	3,1	4,6	0,678	0,499	-5,9	12,1
h2	Augstuma grupa 2	0	.	.	.	.	.
h3	Augstuma grupa 3	-8,3	5,0	-1,663	0,098	-18,1	1,5
d1h1	Diametra grupa 1*Augstuma grupa1	0,8	13,5	0,061	0,951	-25,8	27,4
d1h2	Diametra grupa 1*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d2h1	Diametra grupa 2*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
d2h2	Diametra grupa 2*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d2h3	Diametra grupa 2*Augstuma grupa3	0,8	9,5	0,080	0,936	-18,1	19,6
d3h2	Diametra grupa 3*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d3h3	Diametra grupa 3*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
d4h2	Diametra grupa 4*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d4h3	Diametra grupa 4*Augstuma grupa3	15,4	18,6	0,828	0,408	-21,3	52,2

Bērzs

Pašreizējā variantā vienādojums koku kvalitātes novērtēšanai bērzu audzē ir sekojošs:

$$\text{Kvalitāte} = i + d1 + d2 + d3 + d4 + h1 + h2 + h3 + d1h1 + d1h2 + d1h3 + d2h1 + d2h2 + d2h3 + d3h1 + d3h2 + d3h3 + d4h1 + d4h2 + d4h3,$$

kur attiecīgo koeficientu vērtības ir redzamas 2.67.-2.69. tabulās.

2.67. tabula

Koeficienti vienādojumam 1. kvalitātes koku īpatsvara noteikšanai bērzu audzēs.

Kods	Parametrs	Vērtība	Standarta klūda	t vērtība	Būtiskums	95% Ticamības intervāls	
						Min	Max
i	Intercept	5,4	4,7	1,146	0,253	-3,9	14,7
d1	Diametra grupa 1	-2,3	5,5	-0,409	0,683	-13,2	8,7
d2	Diametra grupa 2	4,8	4,9	0,966	0,335	-5,0	14,5
d3	Diametra grupa 3	0	.	.	.	.	.
d4	Diametra grupa 4	26,6	7,4	3,577	0,000	12,0	41,3
h1	Augstuma grupa 1	27,9	13,3	2,098	0,037	1,7	54,2
h2	Augstuma grupa 2	0	.	.	.	.	.
h3	Augstuma grupa 3	4,7	5,1	0,933	0,352	-5,3	14,8
d1h1	Diametra grupa 1*Augstuma grupa1	-27,6	13,7	-2,008	0,046	-54,6	-0,5
d1h2	Diametra grupa 1*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d1h3	Diametra grupa 1*Augstuma grupa3	-2,9	13,8	-0,209	0,835	-30,0	24,2
d2h1	Diametra grupa 2*Augstuma grupa1	-34,8	13,7	-2,543	0,012	-61,8	-7,9
d2h2	Diametra grupa 2*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d2h3	Diametra grupa 2*Augstuma grupa3	-4,0	5,6	-0,721	0,471	-15,0	7,0
d3h1	Diametra grupa 3*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
d3h2	Diametra grupa 3*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d3h3	Diametra grupa 3*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
d4h3	Diametra grupa 4*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.

2.68. tabula

Koeficienti vienādojumam 6. kvalitātes koku īpatsvara noteikšanai bērzu audzēs.

Kods	Parametrs	Vērtība	Standarta klūda	t vērtība	Būtiskums	95% Ticamības intervāls	
						Min	Max
i	Intercept	37,7	8,9	4,210	0,000	20,1	55,3
d1	Diametra grupa 1	-3,1	10,5	-0,295	0,768	-23,9	17,7
d2	Diametra grupa 2	0,4	9,4	0,044	0,965	-18,1	18,9
d3	Diametra grupa 3	0	.	.	.	.	.
d4	Diametra grupa 4	-0,6	14,1	-0,044	0,965	-28,5	27,2
h1	Augstuma grupa 1	-37,7	25,3	-1,489	0,138	-87,5	12,2
h2	Augstuma grupa 2	0	.	.	.	.	.
h3	Augstuma grupa 3	-2,9	9,7	-0,303	0,762	-22,0	16,1
d1h1	Diametra grupa 1*Augstuma grupa1	53,7	26,1	2,059	0,040	2,4	105,1
d1h2	Diametra grupa 1*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d1h3	Diametra grupa 1*Augstuma grupa3	-6,6	26,2	-0,253	0,800	-58,2	44,9
d2h1	Diametra grupa 2*Augstuma grupa1	52,0	26,0	1,998	0,047	0,8	103,3
d2h2	Diametra grupa 2*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d2h3	Diametra grupa 2*Augstuma grupa3	-3,1	10,6	-0,292	0,771	-24,0	17,8
d3h1	Diametra grupa 3*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
d3h2	Diametra grupa 3*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d3h3	Diametra grupa 3*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
d4h3	Diametra grupa 4*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.

2.69. tabula

Koeficienti vienādojumam 7. kvalitātes koku īpatsvara noteikšanai bērzu audzēs.

Kods	Parametrs	Vērtība	Standarta klūda	t vērtība	Būtiskums	95% Ticamības intervāls	
						Min	Max
i	Intercept	6,7	2,9	2,320	0,021	1,0	12,5
d1	Diametra grupa 1	-5,3	3,4	-1,547	0,123	-12,0	1,4
d2	Diametra grupa 2	-2,8	3,0	-0,918	0,359	-8,8	3,2
d3	Diametra grupa 3	0	.	.	.	.	.
d4	Diametra grupa 4	-5,4	4,6	-1,176	0,241	-14,4	3,6
h1	Augstuma grupa 1	26,6	8,2	3,239	0,001	10,4	42,8
h2	Augstuma grupa 2	0	.	.	.	.	.
h3	Augstuma grupa 3	-1,3	3,1	-0,426	0,670	-7,5	4,8
d1h1	Diametra grupa 1*Augstuma grupa1	-25,3	8,5	-2,988	0,003	-42,0	-8,6
d1h2	Diametra grupa 1*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d1h3	Diametra grupa 1*Augstuma grupa3	-0,1	8,5	-0,012	0,990	-16,8	16,6
d2h1	Diametra grupa 2*Augstuma grupa1	-28,2	8,4	-3,339	0,001	-44,8	-11,6
d2h2	Diametra grupa 2*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d2h3	Diametra grupa 2*Augstuma grupa3	0,4	3,4	0,118	0,906	-6,4	7,2
d3h1	Diametra grupa 3*Augstuma grupa1	0	.	.	.	.	.
d3h2	Diametra grupa 3*Augstuma grupa2	0	.	.	.	.	.
d3h3	Diametra grupa 3*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.
d4h3	Diametra grupa 4*Augstuma grupa3	0	.	.	.	.	.

Apse

Ņemot vērā nelielo apšu parauglukumumu skaitu paraugkopā datu statistiskā apstrāde nav lietderīga.

Secinājumi

1. Analizētajos datos izplatītākās kvalitātes kombinācijas stumbra pirmajiem 6 metriem (vērtējot katru 3 metru nogriežni atsevišķi priedēm, eglēm, bērziem, melnalkšņiem un apsēm ir 33 (abi 3m nogriežņi atbilst 3 šķiras zāģbaļķu prasībām), kas attiecīgi ir 46,8%, 53,8%, 36,1%, 32,8% un 34,4%, bet baltalkšņiem izplatītākās kombinācijas ir 66 (abi 3m nogriežņi atbilst malkas prasībām) un 33, kas attiecīgi ir 28,5% un 27,9%.
2. No visiem analizē iekļautajiem kokiem stumbra pirmie seši metri zāģbaļķu sortimentu prasībām (skuju kokiem 1.-5. kvalitātes grupa; lapu kokiem 1.-3. kvalitātes grupa) priedēm atbilst $91,2 \pm 0,6\%$, eglēm $82,3 \pm 0,8\%$, bērziem $53,9 \pm 1,2\%$, melnalkšņiem $60,7 \pm 2,2\%$, apsēm $51,2 \pm 3,1\%$ un baltalkšņiem $39,0 \pm 2,4\%$.
3. No visiem analizē iekļautajiem kokiem stumbra pirmie seši metri I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) priedēm atbilst $13,0 \pm 0,7\%$, eglēm $7,2 \pm 0,5\%$, bērziem $6,8 \pm 0,6\%$, melnalkšņiem $13,9 \pm 1,6\%$, apsēm $6,5 \pm 1,5\%$ un baltalkšņiem $3,2 \pm 0,9\%$.
4. Aritmētiski vidējais zāģbaļķu sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars ir $90,8 \pm 1,4\%$ priežu parauglukumos, $82,6 \pm 2,6\%$ egļu parauglukumos, $56,5 \pm 3,0\%$ bērzu parauglukumos, $59,7 \pm 7,5\%$ melnalkšņu parauglukumos, $46,4 \pm 8,4\%$ apšu parauglukumos, $43,8 \pm 7,3\%$ baltalkšņu parauglukumos.
5. Aritmētiski vidējais I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars ir $13,4 \pm 1,7\%$ priežu parauglukumos, $8,8 \pm 1,9\%$ egļu parauglukumos, $8,0 \pm 1,6\%$ bērzu parauglukumos, $13,0 \pm 5,1\%$ melnalkšņu parauglukumos, $4,1 \pm 3,4\%$ apšu parauglukumos, $4,3 \pm 3,0\%$ baltalkšņu parauglukumos.
6. Izstrādāti vienādojumi koku 1. baļķa (6m) dažādu kvalitātes klašu varbūtībai (īpatsvaram) priežu, egļu un bērzu audzēm - 1.kvalitātes klases (1. šķiras baļķu), 7. kvalitātes klases (malka), 4-6. kv. klases – skujkokiem un 6.kvalitātes klases bērzam (zemas kvalitātes zāģbaļķi, papīrmalka)

3.Ortofotattēlu (RGB) ar papildus NIR slāni attēlu izmantošanas iespēju izvērtējums MSI parauglaukumu datu ekstrapolēšanai

levads

Projekta ievaros iepriekš veikts Latvijā publiski (par visu valsts teritoriju) pieejamo attālās izpētes materiālu pieejamības apskats. Meža resursu izplatības analīzei ārpus Meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumiem, izmantojot šo pašu parauglaukumu uzmērījumu atbalstu, analizēti Landsat satelītu un LĢIA ortofoto attēli.

Landsat attēli:

- Izmantojami zemes seguma klasifikācijai (mežs, lauksaimniecības teritorijas, pļavas). Tas jau tiek izmantots meža teritoriju atzīmēšanai (vēlāk izmantojama kā citu attēlu klasifikācijas „maska”), oglekļa bilances aprēķināšanas atbalstam;
- Katru gadu iegūstams (lielākoties bez maksas) informācijas avots teritoriju zemes seguma operatīvai izmaiņu konstatēšanai;
- Pietiekama - 75 līdz 92% (MAF, 2007) precizitāte meža klasifikācijai skuju, lapu koku meža iedalījumam.

LĢIA attēli:

- Neapstrādātā formātā izmantojami, iegūstot mežu, atvērtu teritoriju informāciju;
- Izmantojami spektrālai klasifikācijai izdalot meža teritorijas (izmantojot iepriekš no Landsat iegūtu meža „masku”) pēc valdošās sugas;
- Pēc nevadītās klasifikācijas rezultātiem oriģinālajos attēlos (0,5m izšķirtspēja) nav izšķiramas atsevišķas sugas katra koka līmenī, kas skaidrojams ar katra koka dažādu attēla pikseļu vērtībām saules vai ēnas pusēs;
- Sapludinātā attēla klasifikācijas rezultāti jau ļauj iegūt mikroaudžu līmeņa informāciju. Audžu viendabīgumu (mazāk iekļautie atsevišķi attēla pikseļi) iso data klasifikācijas procesā panāk nosakot minimālo klasificēšanas sliekšni;
- Mikroaudžu, nogabalu līmeņa klasifikācijai nepieciešama ortofoto attēlu pikseļu sapludināšana vismaz 5m izšķirtspējas līmenī.

Atbilstoši iepriekš veiktajiem pētījumiem, satelītu attēli nav pietiekams informācijas avots, lai izmantotu audžu krājas noteikšanai pēc veģetācijas indeksiem (MAF, 2007. LVM, 2008). Kur bieži vienāds biomasas rādītājs jaunaudzēm un vidēja vecuma audzēm (LVM, 2008).

Blakus uz attēla pikseli orientētai attēlu klasifikācijai, pasaulē tiek izmantota attēla tekstūras analīze (So-Ra Kim et al., 2011). Projekta 2011.gada perioda uzdevums – ortofoto attēlu tekstūras analīzes tehnoloģijas piemērotības izpēte, izmantojot LĢIA ortofoto attēlus, kā atbalsta un programmas apmācības datus izmantojot meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu informāciju.

3.1.Materiāls un metodika

LVMi Silava ir pilnībā pabeigusi meža statistiskās inventarizācijas pirmā cikla (2004. līdz 2008. gads) parauglaukumu uzmērīšanu. Pēc uzmērīšanas izpildes laika, tas sakrīt ar LĢIA sagatavoto ortofoto attēlu 3.uzlidojumā (2007. līdz 2008. gads) iegūtajiem datiem – ortofoto attēliem. No šī uzlidojuma materiāliem LVMi Silava rīcībā ir 45 ortofoto 25x25 km attēli (atbilstoši TKS-93 1:50000 karšu lapu nomenklatūrai) MrSID datu formātā. Atbilstoši šo ortofoto attēlu pārklātai teritorijai atlasīti 595 2007.un 2008.gadu parauglaukumi, kas atrodas ~200 traktos.

Kopā veikta 45 lielo ortofoto attēlu, 200 traktus pārklājošo ortofoto attēlu, viena Landsat satelītu attēla un šiem materiāliem atbilstošo 595 meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu datu bāzes datu apstrāde un analīze.

Klasifikācijai izmantoti LĢIA ortofoto attēli, kas, atkārtot 2010.gada klasifikācijas uzdevumu, papildināti ar infrasarkanā (IR) spektra joslu (RGB + IR). Tas nepieciešams, jo IR spektra josla ir vērtīgs informācijas avots, kas ļauj labāk nodalīt mežaudzes (3.1. attēls).



3.1. attēls. Salīdzinājums RGB un IR ortofoto attēliem

Meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu datu bāze klasifikācijas vajadzībām grupēta pēc valdošās sugas (atlasot tīraudzes) un vecuma grupām. Tekstūras klasifikācijai no sākotnēji atlasītajiem izmantota 112 parauglaukumu (tīraudžu) informācija.


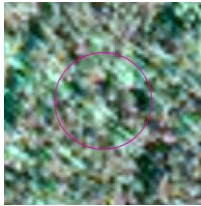
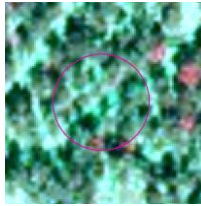

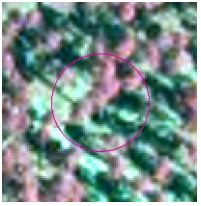
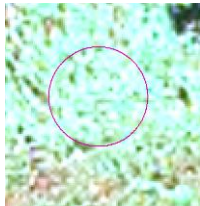
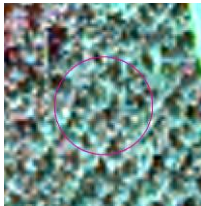


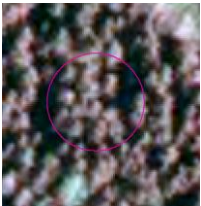

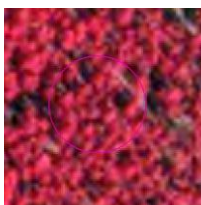


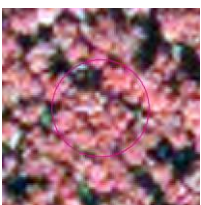
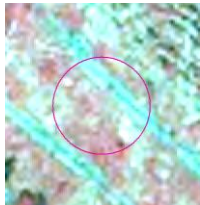


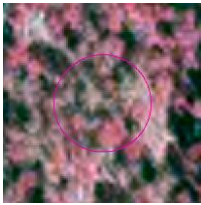
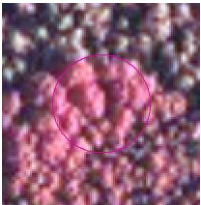
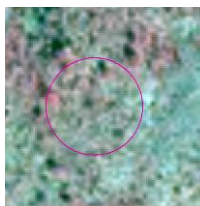





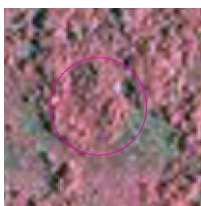


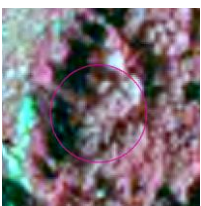
Sākotnējie tekstūras klasifikācijas testi norādīja uz lielas dator tehnikas jaudas un laika nepieciešamību, lai apstrādātu vienu 25x25 km ortofoto attēlu (~2 dienas uz tekstūras viena nevadītā vai vienas klases vadītās klasifikācijas pieprasījuma izpildi). Klasifikācijas kontrolei izmantojami citi meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumi. Šo iemeslu dēļ klasifikācijai no ortofoto attēliem izgriezti meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu traktus pārklājošas teritorijas 1x1 km platībā (klasifikācijas teritoriju piemēri).

Lai novērtētu labākos klasifikācijas iestatījumus tekstūras klasifikācijas testiem izmantotas šādas klasifikācijas metodes:

- Nevadītā klasifikācija pēc tekstūras;
- Nevadītā klasifikācija pēc tekstūras ar spektra datu (LĢIA infrasarkanā un ortofoto attēla joslas) papildus informāciju;
- Vadītā klasifikācija pēc tekstūras;
- Vadītā klasifikācija pēc tekstūras ar spektra datu (LĢIA infrasarkanā un ortofoto attēla joslas) papildus informāciju;
- Vadītā klasifikācija, izmantojot programmas apmācību, kas norāda iespējamus labākos iestatījumus.

Vienā ortofoto 25x25 km attēlā no meža statistiskās inventarizācijas atlasītajiem datiem telpiski iekrīt vidēji 6 trakti, kas nenodrošina visu iespējamo sugu un vecuma grupu kombināciju šī attēla robežās. Citu attēla parauglaukumos nepārstāvētu audžu atpazīšanai sagatavota tekstūras bibliotēka (3.2. attēls), kā atbalsta datus izmantojot meža statistiskās inventarizācijas apsekošanas informāciju. Informācija nepieciešama, lai atpazītu un identificētu attēlos raksturīgās dažādu sugu un vecumu audzes vadītās klasifikācijas programmatūras apmācībai.

„No meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu datu bāzes caurskatīti 503 parauglaukumi ar valdošās sugas īpatsvaru virs 50% sagatavotajos attēlu izgriezumos, no kuriem 168 tīraudzes izmantotas kā tekstūras bibliotēkas izejas datu avots. No tām 60 priežu, 24 egļu, 49 bērzu, 8 apšu, 10 melnalkšņu un 17 baltalkšņu audzes.”

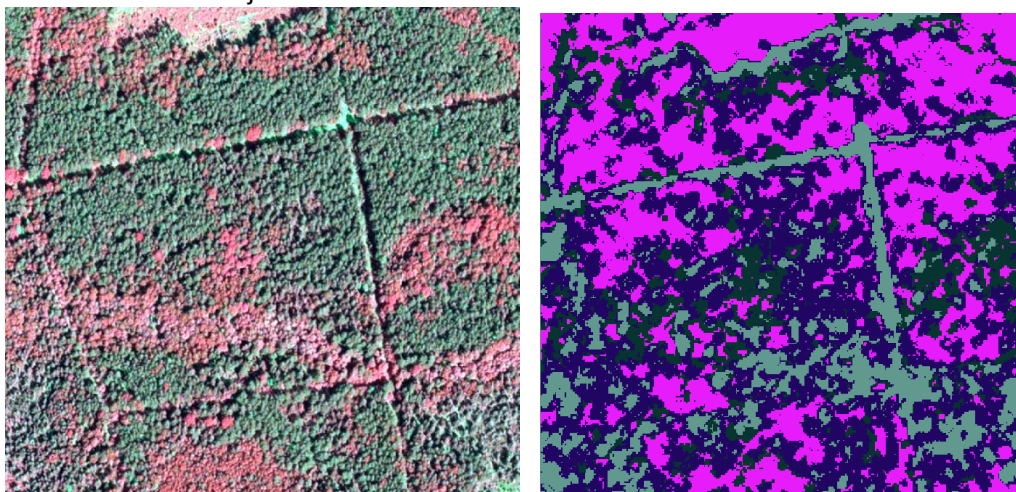
Suga	Jaunaudze	Vidēja vecuma	Briestaudze	Pieaugusi	Pāraugusi
Priede					
Egle					
Bērzs					
Apse					
Melnalksnis					
Baltaksnis					

3.2. attēls. Tekstūras bibliotēkas piemēri

3.2. Rezultāti

Nevadītā klasifikācija pēc tekstūras

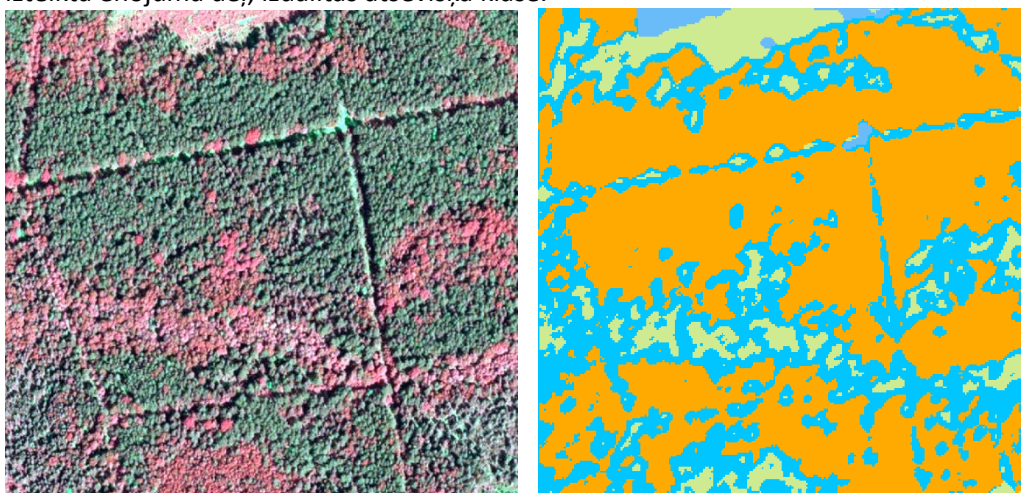
Ortofoto attēlos, kas nesatur tiešu reljefa (dem) vai augstuma modeļu (dsm) informāciju, nevadītās tekstūras klasifikācijas (bez atbalsta datiem) rezultātos (3.3. attēls) iegūstams attēla teritoriju struktūras sadalījums. Šī attēlu analīzes pieeja vairāk izmantota cilvēka veidotu objektu izdalīšanai (Hayit K et al., 1992). Tomēr meža attēlu gadījumā, blakus grāvju trašu, ceļu atpazīšanai, izmantojama mikroaudžu vainagu struktūras analīzei. Tikai ar tekstūras analīzi iegūtie rezultāti koksnes resursu tiešai analīzei nav izmantojami.



3.3. attēls. Nevadītā klasifikācija pēc tekstūras

Nevadītā klasifikācija pēc tekstūras ar spektra informāciju

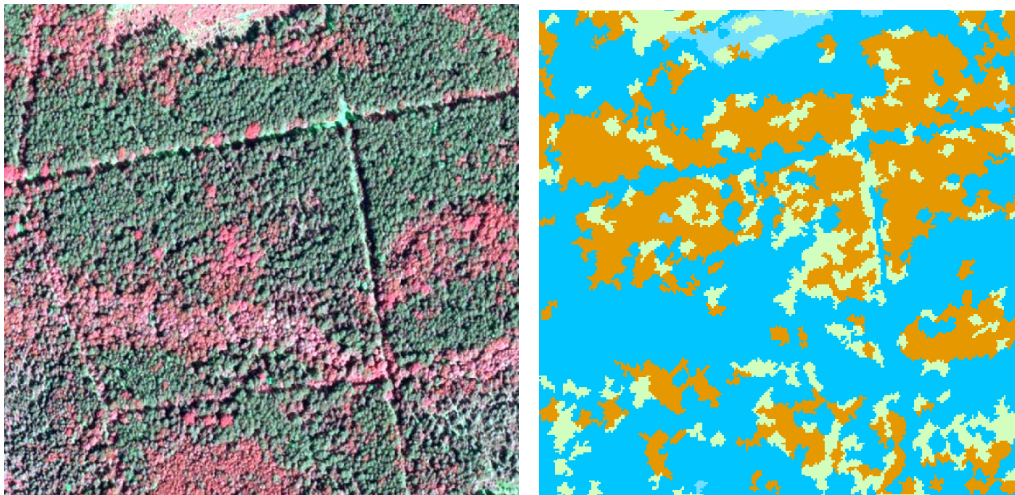
Tekstūras klasifikāciju papildinot ar ortofoto attēla spektra datiem, rezultāti (bez atbalsta datiem) jau ir salīdzināmi ar reālo meža teritoriju iedalījumu (3.4. attēls). Tomēr atsevišķas teritorijas, kam vizuāli būtu jāiekļaujas blakus esošajās cita klasifikācijas iedalījuma audzēs, iespējams, vainagu izteiktā ēnojuma dēļ, izdalītas atsevišķā klasē.



3.4. attēls. Nevadītā klasifikācija pēc tekstūras ar spektra informāciju

Vadītā klasifikācija pēc tekstūras

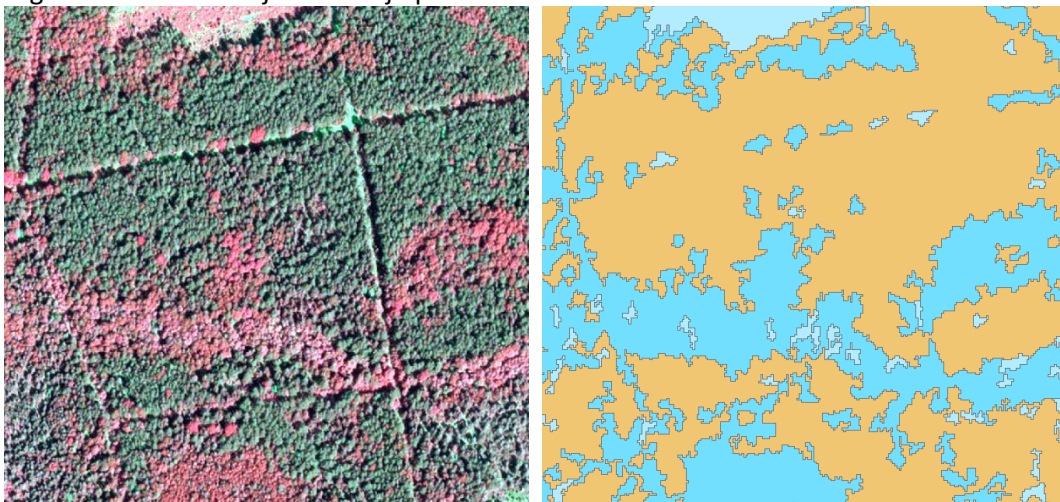
Vadītā klasifikācija pēc tekstūras uzrāda vizuāli labākus rezultātus salīdzinoši ar vienkāršu nevadīto tekstūras klasifikāciju. Tomēr klasifikācijas rezultātos nav izdalāmas materiāla attēlā labi atpazīstamas audžu robežas (3.5. attēls).



3.5. attēls. Vadītā klasifikācija pēc tekstūras

Vadītā klasifikācija pēc tekstūras ar spektra informāciju

Vislabākos rezultātus parāda vadītā klasifikācija, kad ar atbalsta datu (meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu) palīdzību veicot ortofoto klasifikāciju, tiek analizēta vienlaicīgi tekstūras un attēla spektra informācija (3.6. attēls). Atbilstoši šai pieejai tālāk novērtēti no ortofoto attēliem sagatavotie klasifikācijas teritoriju piemēri.



3.6. attēls. Vadītā klasifikācija pēc tekstūras ar spektra informāciju

Teritoriju piemēru klasifikācijas rezultāti novērtēti ar kļūdu matricas palīdzību. Katrā teritorijas piemērā norādīta klasificējamā vienība atbilstoši iepriekš iedalītam meža statistiskā inventarizācijas datu bāzes iedalījumam pa koku sugām un vecuma grupām. Atbilstoši P1 – priežu jaunaudze, E2 – egļu vidēja vecuma audze. Pēc rezultātu ieguves tie pārbaudīti ar pārējo attiecīgās teritorijas piemērā esošo meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu datu palīdzību. Klasifikācijas rezultāti gan pa vecuma grupām (3.1. tabula), gan izsakot šos rezultātus tikai sugu līmenī (3.2. tabula), uzrāda labus rezultātus.

3.1. tabula

Klasifikācijas kļūdu matrica pa sugām un vecuma grupām

	P 1	P 2	P 3	P 4	E 1	E 2	B 1	B 2	B 3	M 1	M 2	A 1	Ba 1	Ba 2	Ba 3	Ba 4
P 1	7															
P 2		5														
P 3			16	3												
P 4				11												
E 1	1				7		1									
E 2			1			4										
E 3			1			1										
E 4				1		1										
B 1					2		22				1					
B 2								5	1			2				
B 3								1	2							
B 4																
M 1										1						
M 2											2					
M 3																
M 4																
A 1							2					4				
A 2																
A 3								1								
A 4																
Ba 1													1			
Ba 2														3		
Ba 3															1	
Ba 4																1
Kopā	8	5	18	15	9	6	25	7	3	1	3	6	1	3	1	1
%	87,5	100,0	88,9	73,3	77,8	66,7	88,0	71,4	66,7	100,0	66,7	66,7	100,0	100,0	100,0	100,0

Ortofoto attēlu klasifikācijas rezultāti nosakot meža teritorijas pēc valdošās sugas, salīdzinoši labāki, kā izmantojot tikai spektrālo klasifikāciju pēc satelītu attēliem (MAF, 2007).

3.2. tabula.

Klasifikācijas kļūdu matrica pa sugām

	P	E	B	M	A	Ba
P	42					
E	4	13	1			
B		2	31	1	2	
M				3		
A			3		4	
Ba						6
Kopā	46	15	35	4	6	6
%	91,3	86,7	88,6	75,0	66,7	100,0

Datu ticamība

Attālās izpētes klasifikācijas rezultātu novērtēšanai, izejot no kļūdu matricas datiem, parasti papildus izmanto Kappa koeficientu. Tas izsaka attiecīgās novērtēšanas metodes kopējo

kvalitāti. Piemēram, valdošās sugas klasifikācijas gadījumā tas ir 0,83, kas ir augsts rādītājs. Tomēr, lai korekti novērtētu rezultātus atkarībā no klasifikācijas novērojumu skaita, aprēķināta klasifikācijas datu ticamība sugām un vecuma grupām (3.3 tabula), kā arī tikai valdošajām sugām (3.4. tabula).

3.3. tabula.

Datu ticamības novērtējums pa sugām un vecuma grupām

Grupa	N	Ipatsvars%	Korekti klasif.	Std. novirze	Reprezent.kļūda	95%
P1	8	88	7	33.1	11.7	22.9
P2	5	100	5	0.0	0.0	0.0
P3	18	89	16	31.4	7.4	14.5
P4	15	73	11	44.2	11.4	22.4
E1	9	78	7	41.6	13.9	27.2
E2	6	67	4	47.1	19.2	37.7
B1	25	88	22	32.5	6.5	12.7
B2	7	71	5	45.2	17.1	33.5
B3	3	67	2	47.1	27.2	53.3
M1	1	100	1	0.0	0.0	0.0
M2	3	67	2	47.1	27.2	53.3
A1	6	67	4	47.1	19.2	37.7
Ba1	1	100	1	0.0	0.0	0.0
Ba2	3	100	3	0.0	0.0	0.0
Ba3	1	100	1	0.0	0.0	0.0
Ba4	1	100	1	0.0	0.0	0.0

Šādi izvērtējot pie pašreizējā klasifikācijas novērojumu skaita labi rezultāti ir priedes, egles, bērza teritoriju klasifikācijai. Pa vecuma grupām priežu, egļu, bērzu jaunaudzēm, priežu vidēja vecuma un pieaugušām audzēm.

3.4 tabula.

Datu ticamības novērtējums pa sugām

Grupa	N	Ipatsvars%	Korekti klasif.	Std. novirze	Reprezent.kļūda	95%
P	46	91.3	42	28.2	4.2	8.1
E	15	86.7	13	34.0	8.8	17.2
B	35	88.6	31	31.8	5.4	10.5
M	4	75	3	43.3	21.7	42.4
A	6	66.7	4	47.1	19.2	37.7
Ba	6	100	6	0.0	0.0	0.0

Novērotās klasifikācijas kļūdas

Atsevišķos gadījumos tekstūras analīze vienādi novērtē pieaugušas lapu koku (galvenokārt bērzu) audzes ar vidēja vecuma lapu koku audzēm. Vizuāli novērtējot attēlus, tas skaidrojams ar pieauguša koka vainaga struktūru, kas līdzīga ar koku grupas vainagu tekstūru pārbiezinātā lapu koku audzē.

Secinājumi

LĢIA ortofoto attēli ir ar labiem rezultātiem izmantojami meža audžu teritoriju nodalīšanai kā programmas apmācības atbalstu izmantojot meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu datus.

Klasifikācijas kvalitāte novērtējums ir augsts (Kappa koeficients 0,83 valdošās sugas novērtējumam), tomēr, lai paaugstinātu datu ticamību, nepieciešams klasifikācijas atkārtojums ar lielāku novērojumu skaitu valdošās sugas un vecuma grupu klasifikācijas klasēs.

Lai droši nodalītu dažādu vecumu audzes, kas tekstūras analīzē var uzrādīt vienādu rezultātu, jāveicina LIDAR izejas datu (*.las datnes formātā) sagatavoša līdztekus LĢIA sagatavojamajiem ortofoto attēliem.

LIDAR datu sākotnējā analīze, izveidojot papildus attēlu klasifikācijas slāņus, dotu precizējošu audzes horizontālās struktūras atbalsta informāciju.

4. Vēsturiskā (1990.g.-2010.g.) pieauguma un atmiruma aprēķinu modeļa pilnveidošana

4.1. Teorētiskās pamatnostādnes pieauguma un atmiruma aprēķināšanai

Oglekļa piesaistes aprēķiniem nepieciešama informācija par Latvijas meža resursu stāvokli no 1990.gada līdz 2010.g. Parasti modeļus izstrādā iespējamo nākotnes stāvokļu prognozēšanai, balstot uz vēsturiskajiem (empīriskajiem) vai procesu modeļu datiem. 1990. gadā datu bāzē „Meža fonds” bija iekļauta informācija par valsts mežiem, taču par kolektīvo saimniecību un padomju saimniecību mežiem informācija ir nepilnīga. Bez tam, pēc neatkarības atgūšanas ir mainījusies arī lauksaimniecības zemju apsaimniekošanas intensitāte, kā rezultātā ir aizaugušas lauksaimniecības zemes un uz tām izveidojušās mežaudzes. Virkne pētījumu liecina par atšķirībām starp statistiskās inventarizācijas datiem un mežaudžu inventarizācijas datiem. Pēdējie parasti ir ar mazākām vērtībām nekā MSI dati (A.Kuļiešis, pers. komunikācija). Zemes lietojuma maiņas ietekmes novērtējums nav šī pētījuma uzdevums, bet tam noteikti ir ietekme uz mežu krāju laika gaitā.

Platībām, kurās ir mežs, vēsturiskā pilnā pieauguma un atmiruma noteikšanai vai retrospekcijai nepieciešama informācija par koku skaitu, caurmēru un augstumu jebkurā retrospekcijas perioda gadā. Šādas informācijas mūsu rīcībā nav, tādēļ nepieciešams atrast metodi, kā tos varētu aprēķināt. Prof. I. Liepa (Liepa, 2009) ir izstrādājis kamerālo metodi, kas izmantojama krājas tekošā pieauguma potenciāla noteikšanai. Metode 2010.g. pārbaudīta uz MSI datiem P, E, B (reāli mērītu radiālo pieaugumu) un konstatēts, ka rezultāti kopumā ir pietiekami labi, lai šo metodi varētu izmantot lielām audžu grupām. Taču pašreiz nav izstrādāta un pieejama metode dabisko zudumu noteikšanai.

Kokaudzēm vai to veidojošajiem meža elementiem var mainīties gan koku skaits, gan dimensijas. Koku atmiršanas varbūtība pašizretināšanas dēļ ir atkarīga no audzes koku skaita, vidējām dimensijām, koka relatīvajām dimensijām u.c. parametriem. Visbiežāk tiek aprēķināta pašizretināšanās līnija, piem., izmantojot Reinekes aprakstīto sakarību starp koku skaitu N un vidējo kvadrātisko caurmēru D_g (von Gadow, Hui, 1999). Relatīvi sarežģītāka situācija ir ar koku skaita atbilstošajā meža elementā skaita samazināšanos, ja to skaits (kopā ar citiem meža elementiem) ir mazāks par maksimālo. Šajā gadījumā koku atmiršanu galvenokārt nosaka nejauši faktori – abiotiskie, abiotiskie vai antropogēnie traucējumi. Atbilstoši starptautiski pieņemtiem definējumiem tiek nodalīta dabiskā atmiršana (natural mortality), kas notiek pašizretināšanās dēļ, un ir daļa no dabiskā zuduma (natural losses), kas sevī bez dabiska atmiruma ietver arī to atmiruma daļu, kuru radījuši piem., kukaiņu bojājumi, slimības, vējgāzes utt. Dabiskais zudums sevī neietver cilvēka nocirstu koku krāju.

Arī izdzīvojušo koku pieaugumu nosaka ļoti daudzi faktori un to mijiedarbība, tādēļ pieaugumu vērtības pa gadiem atšķiras.

Pieaugumu noteikšanai MSI parauglaukumos 2004.-2008. gadā ir veikti radiālā pieauguma mērījumi, nosakot koku 5 un 10 gadu radiālo pieaugumu, kurš pēc tam izmantots faktiskās audzes krājas tekošā potenciālā pieauguma vērtības (ar mizu) noteikšanai. Lai noteiktu atbilstošā pieauguma vērtību bez mizas, nepieciešams iegūto vērtību dalīt ar mizas tilpīguma koeficientu (Liepa, 1996, 2009).

2009. gadā tika uzsākts MSI otrais cikls, kurš sniedz informāciju par pastāvīgajos parauglaukumos augošo koku statusa (dzīvs, atmiris, nocirsts utt.), kā arī dimensiju ($d_{1.3}$ un h) izmaiņām 5 gadu periodā. Šie dati ļauj aprēķināt tekošos pilno periodiskos pieaugumu un tekošo pilno vidēji periodisko pieaugumu, kā arī tekošo periodisko, vidēji periodisko diferenci, kā arī tekošo faktisko periodisko pieaugumu.

Lai noskaidrotu augstāk minētās pieaugumu vērtības un atmiruma vērtības izmantoti 2005. un 2010.g. MSI pastāvīgo parauglaukumu dati. No datu bāzes atlasīti parauglaukumi, kuros ir 1 sektors un tie atbilst zemes kategorijai mežs (ZKAT 10) vai „mežs lauksaimniecības zemē” – (ZKAT 62).

Katram parauglaukumam aprēķināti sekojoši rādītāji:

- Tekošā periodiskā diference;
- Tekošais pilnais periodiskais pieaugums;
- Tekošais faktiskais periodiskais pieaugums;
- Dabiskie zudumi.

Tekošā periodiskā diference

$$\Delta_M^p = M_A - M_{A-n}, \quad (1)$$

M_A - audzes krāja vecumā A (augušo koku krāja);

M_{A-n} - audzes krāja pirms n gadiem (pirms n gadiem augušo koku krāja).

Tekošā vidēji periodiskā diference

$$\Delta_M^{vp} = \frac{M_A - M_{A-n}}{n} \quad (2)$$

Tekošais pilnais periodiskais pieaugums

$$Z_{Mp}^p = M_A - M_{A-n} + M_n^a \quad (3)$$

M_n^a - atmiruma krāja (n gadu laikā atmirušo koku krāja perioda beigās).

Tekošais pilnais vidēji periodiskais pieaugums

$$Z_{Mp}^{vp} = \frac{M_A - M_{A-n} + M_n^a}{n} \quad (4)$$

Tekošais faktiskais periodiskais pieaugums

$$Z_{Mf}^p = M_A - m_{A-n} \quad (5)$$

m_{A-n} - intervāla n beigās audzē augušo koku krāja $A-n$ gadu vecumā.

Tekošais faktiskais vidēji periodiskais pieaugums

$$Z_{Mf}^{vp} = \frac{M_A - m_{A-n}}{n} \quad (6)$$

Faktiskās (audzes) tekošais potenciālais vidēji periodiskais pieaugums

$$Z_M = 12732.4 \psi G H^\alpha D^{\beta \lg H + \varphi - 2} \left[\frac{Z_H (\alpha + \beta \lg D)}{H} + \frac{Z_D (\varphi + \beta \lg H)}{10D} \right] \quad (7)$$

$\psi; \alpha; \beta; \varphi$ – koeficienti;

G – audzes krūšaugstuma šķērslaukums;

H – vidējā kvadrātiskā caurmēra kokam atbilstošs augstums;

D – vidējais kvadrātiskais caurmērs;

Z_H – vidējā kvadrātiskā caurmēra kokam atbilstošā augstuma periodiskais pieaugums;

Z_D – vidējā kvadrātiskā caurmēra periodiskais pieaugums.

Detāls pieaugumu veidu uzskaitījums dots prof. I. Liepas grāmatā „Pieauguma mācība” (Liepa, 1996).

Tā kā datu izkliede šai paraugkopai ir parāk liela statistiki ticamu rezultātu ieguvei no viena gada mērījumiem, aprēķinātās pieauguma vērtības pēc tam aproksimētas kā funkcija no sugas, vecuma grupas. 2004. gada dati nav izmantojami, jo tie ietver atmirumu, kas radies 2005. g. vētras ietekmē, tādēļ nav vispārināmi.

4.2. Dabiskais zudums atkarībā no koku augšanas apstākļiem, valdošās sugas un mežaudzes vecuma

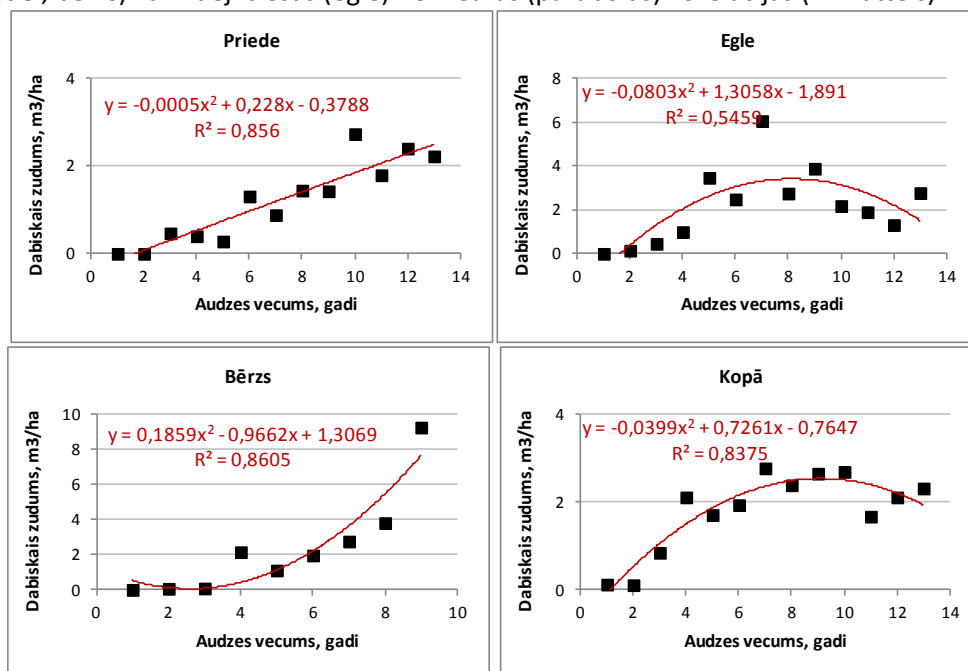
4.2.1. Dabiskais zudums

Dabiskais zudums aprēķināts parauglaukumiem, kuros starpinventarizācijas periodā nav cirsti koki. Pašreizējais laukumu skaits ir nepietiekams, lai izvērstu atmiruma aprēķinus sadalījuma pa biežībām, bonitātēm u.c. rādītājiem, kas bez vecumu un sugas īpašībām varētu ietekmēt atmiruma intensitāti. Vidējais periodiskais dabiskais zudums pa sugām mainās no $1,46 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ gadā (priedei) līdz $2,80 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ gadā (baltalksnim) (4.1. tabula). Šos rādītājus var pieņemt kā vidējos, jo ņemot vērā, ka vismaz egļu atmiršanu ir ietekmējusi 2005.g. vētras, bet no otras puses, laukumos, kuros ir veikta ciršana varēja tikt izcirsti arī vētras bojāti vai novājināti koki, tādēļ daļa no izcirstajiem kokiem, noteikti ir pieskaitāmi pēc savas būtības dabisko zaudējumu samazinājumam.

Vidējais periodiskais dabiskais zudums atkarībā no audžu vecuma m^3ha^{-1} gadā

Vecuma desmit gade	Suga							Suga						
	Priede	Egle	Bērzs	Melnalknis	Apse	Baltalknis	Kopā	Priede	Egle	Bērzs	Melnalknis	Apse	Baltalknis	Kopā
	PL skaits							Vidējais periodiskais dabiskais zudums, m^3ha^{-1} gadā						
1	1	2	3	1	4	1	12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,48	0,12
2	5	5	17		8	5	40	0,00	0,14	0,07		0,05	0,42	0,11
3	6	14	7	2	2	13	44	0,47	0,46	0,08	0,25	1,99	1,78	0,85
4	4	16	20	7	1	12	60	0,40	1,00	2,16	2,32	6,36	3,63	2,12
5	7	15	26	4	3	4	59	0,28	3,47	1,11	0,58	1,14	3,08	1,71
6	16	13	36	7	4	1	77	1,31	2,49	1,97	2,07	2,42		1,94
7	20	4	36	4	4	1	69	0,89	6,07	2,77	3,86	5,24		2,78
8	22	10	7		3	1	43	1,45	2,76	3,82		2,55		2,39
9	18	4	3		3		28	1,43	3,89	9,28		1,77		2,66
10	13	1					14	2,74	2,19					2,70
11	12	1			1		14	1,80	1,90			0,00		1,68
12	11	4					15	2,41	1,32					2,12
13	15	3					18	2,23	2,78					2,32
Kopā	150	92	155	25	33	38	493	1,46	2,09	1,93	1,96	1,75	2,80	1,88

Starp absolūto vidējo periodisko dabisko zudumu un audzes vecuma desmitgadi konstatētas ciešas (priedei, bērzs) vai vidēji ciešas (egle) nelineāras (parabolas) korelācijas (4.1. attēls).



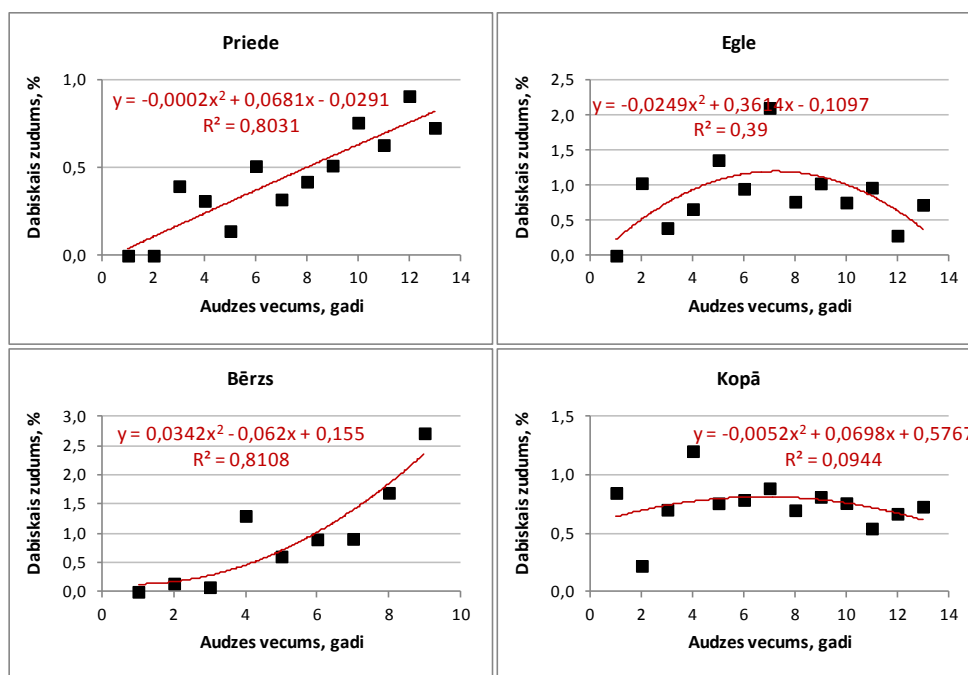
4.1. attēls. Vidējais periodiskais dabiskais zudums atkarībā no audžu vecuma m^3ha^{-1} gadā

Relatīvais (dabiskais zudums % no perioda beigās dzīvo koku krājas) vidējais periodiskais dabiskais zudums pa sugām mainās no 0,5% gadā (priedei) līdz 1,7% gadā (baltalksnim) (4.2. tabula).

Vidējais periodiskais dabiskais zudums, % no perioda beigās dzīvo koku krājas

Vecuma desmit gade	Suga							Suga						
	Priede	Egle	Bērzs	Melnalknis	Apse	Baltalknis	Kopā	Priede	Egle	Bērzs	Melnalknis	Apse	Baltalknis	Kopā
	skaits							Vidējais periodiskais dabiskais zudums, %						
1	4	7	16	1	15	7	50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,8
2	6	7	13	1	4	11	42	0,0	1,0	0,1		0,1	0,5	0,2
3	8	17	10	6	2	12	55	0,4	0,4	0,1	0,2	1,3	1,4	0,7
4	5	20	26	4	2	8	65	0,3	0,7	1,3	1,0	2,1	1,9	1,2
5	11	12	31	7	7	3	71	0,1	1,4	0,6	0,2	0,3	1,2	0,8
6	15	7	36	5	2		65	0,5	1,0	0,9	0,7	0,7		0,8
7	28	5	24	2	4		63	0,3	2,1	0,9	1,0	1,0		0,9
8	17	11	4		2		34	0,4	0,8	1,7		0,4		0,7
9	18	2	1		2		23	0,5	1,0	2,7		0,3		0,8
10	13	2					15	0,8	0,8					0,8
11	10	4			1		15	0,6	1,0			0,0		0,5
12	12	1					13	0,9	0,3					0,7
13	8	3					11	0,7	0,7					0,7
Kopā	155	98	161	26	41	41	522	0,5	0,9	1,0	0,8	0,6	1,7	0,8

Arī starp relatīvo vidējo periodisko dabisko zudumu un audzes vecuma desmitgadi konstatētas ciešas (priedei, bērzs) vai vidēji ciešas (egle) nelineāras (parabolas) korelācijas (4.2. attēls).



4.2. attēls. Vidējais periodiskais dabiskais zudums atkarībā no audžu vecuma, % no perioda beigās audzē dzīvo koku krājas

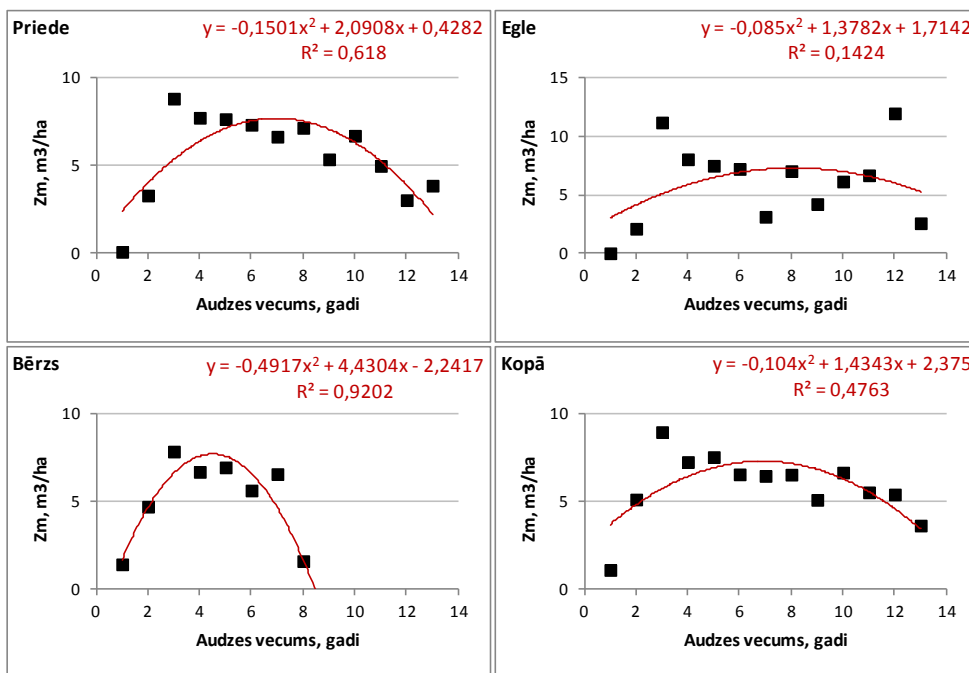
4.2.2. Tekošā periodiskā diference

Aprēķināta tekošā krājas diference parauglaukumiem, kuros starpinventarizācijas periodā nav cirsti koki. Pašreizējais laukumu skaits ir nepietiekams, lai izvērstu krājas diferences aprēķinus sadalījuma pa biežībām, bonitātēm u.c. rādītājiem, kas bez vecumu un sugas īpašībām varētu ietekmēt krājas diferences intensitāti. Tekošā vidēji periodiskā krājas diference pa sugām mainās no $+5,66 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ gadā (baltalksnim) līdz $+9,41 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ gadā (apsei) (4.3. tabula).

Tekošā vidēji periodiskā krājas difference atkarībā no audzes vecuma, m^3ha^{-1} gadā

Vecuma desmitgade	Suga							Suga						
	Priede	Egle	Bērzs	Melnalknis	Apse	Baltalknis	Kopā	Priede	Egle	Bērzs	Melnalknis	Apse	Baltalknis	Kopā
	PL skaits							Tekošā vidēji periodiskā krājas difference, m^3ha^{-1} gadā						
1	1	2	3	1	4	1	12	0,09	0,02	1,44	0,02	0,95	5,17	1,12
2	5	5	17		8	5	40	3,31	2,12	4,74	0,00	7,58	7,52	5,15
3	6	14	7	2	2	13	44	8,85	11,23	7,89	7,62	10,80	7,21	9,00
4	4	16	20	7	1	12	60	7,76	8,07	6,73	10,92	15,04	4,28	7,29
5	7	15	26	4	3	4	59	7,68	7,52	6,98	7,90	14,31	6,05	7,57
6	16	13	36	7	4	1	77	7,35	7,24	5,66	6,62	8,69		6,59
7	20	4	36	4	4	1	69	6,67	3,14	6,60	7,81	8,72		6,50
8	22	10	7		3	1	43	7,18	7,06	1,63		16,02		6,57
9	18	4	3		3		28	5,38	4,24	-2,61		12,55		5,13
10	13	1					14	6,73	6,17					6,69
11	12	1			1		14	5,00	6,70			11,09		5,56
12	11	4					15	3,05	12,01					5,44
13	15	3					18	3,87	2,59					3,66
Kopā	150	92	155	25	33	38	493	6,00	7,31	5,82	8,04	9,41	5,66	6,49

Starp absolūto tekošo vidēji periodisko krājas diferenci un audzes vecuma desmitgadi konstatētas ciešas (bērzs), vidēji ciešas (priede) un vājas (egle) nelineāras (parabolas) korelācijas (4.3. attēls).



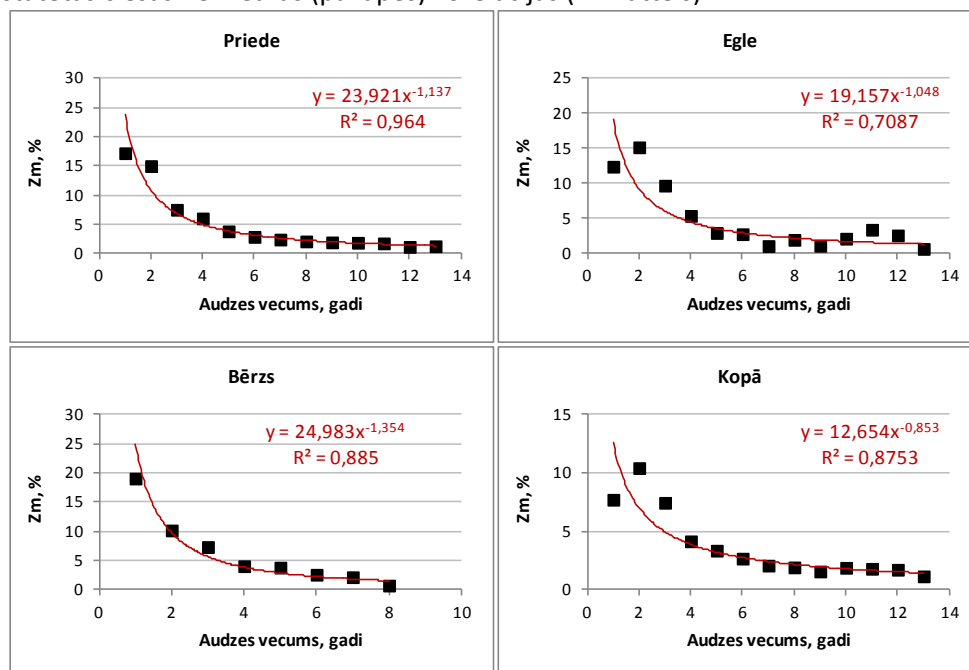
4.3. attēls. Tekošā vidēji periodiskā krājas difference atkarībā no audžu vecuma m^3ha^{-1} gadā

Relatīvā (krājas difference % no perioda beigās dzīvo koku krājas) tekošā vidēji periodiskā krājas difference pa sugām mainās no +2,2% gadā (priedei) līdz +3,5% gadā (baltalksnim) (4.4. tabula).

Tekošā vidēji periodiskā krājas diference atkarībā no audzes vecuma, % no perioda beigās dzīvo koku krājas

Vecuma desmitgade	Suga							Suga						
	Priede	Egle	Bērzs	Melnalknis	Apse	Baltalknis	Kopā	Priede	Egle	Bērzs	Melnalknis	Apse	Baltalknis	Kopā
	PL skaits							Tekošā vidēji periodiskā krājas diference, %						
1	1	2	3	1	4	1	12	17,2	12,4	19,1	18,0	3,5	12,3	7,7
2	5	5	17		8	5	40	15,0	15,2	10,2		10,4	9,0	10,4
3	6	14	7	2	2	13	44	7,5	9,7	7,3	6,5	7,0	5,5	7,5
4	4	16	20	7	1	12	60	6,0	5,4	4,0	4,6	4,9	2,2	4,2
5	7	15	26	4	3	4	59	3,8	3,0	3,8	3,2	3,2	2,4	3,4
6	16	13	36	7	4	1	77	2,9	2,8	2,6	2,4	2,4		2,7
7	20	4	36	4	4	1	69	2,4	1,1	2,2	2,1	1,6		2,1
8	22	10	7		3	1	43	2,1	2,0	0,7		2,5		1,9
9	18	4	3		3		28	1,9	1,1	-0,8		2,3		1,6
10	13	1					14	1,9	2,1					1,9
11	12	1			1		14	1,8	3,4			1,5		1,8
12	11	4					15	1,2	2,6					1,7
13	15	3					18	1,3	0,7					1,2
Kopā	150	92	155	25	33	38	493	2,2	3,2	2,9	3,2	3,0	3,5	2,8

Starp relatīvo tekošo vidēji periodisko krājas diferenci un audzes vecuma desmitgadi visām sugām konstatētas ciešas nelineāras (pakāpes) korelācijas (4.4. attēls).



4.4. attēls. Tekošā vidēji periodiskā krājas diference atkarībā no audžu vecuma, % no perioda beigās audzē dzīvo koku krājas

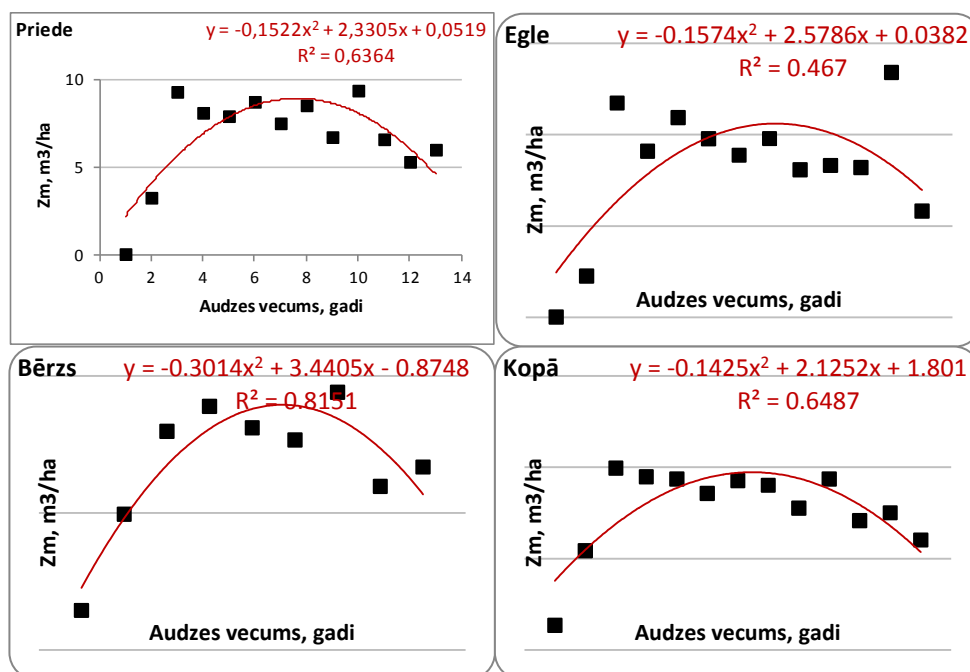
4.2.3. Tekošais pilnais periodiskais pieaugums

Aprēķināta tekošais pilnais periodiskais krājas pieaugums parauglaukumiem, kuros starpinventarizācijas periodā nav cirsti koki. Pašreizējais laukumu skaits ir nepietiekams, lai izvērstu pilnā periodiskā krājas pieauguma aprēķinus sadalījuma pa biežībām, bonitātēm u.c. rādītājiem, kas bez vecumu un sugas īpašībām varētu ietekmēt krājas pieauguma intensitāti. Tekošais vidēji periodiskais krājas pilnais pieaugums pa sugām mainās no $+7,44 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ gadā (priedei) līdz $+11,21 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ gadā (apsei) (4.5. tabula).

Tekošais pilnais vidēji periodiskais krājas pieaugums atkarībā no audzes vecuma, m^3ha^{-1} gadā

Vecuma desmitgade	Suga							Suga						
	Priede	Egle	Bērzs	Melnalknis	Apse	Baltalknis	Kopā	Priede	Egle	Bērzs	Melnalknis	Apse	Baltalknis	Kopā
	PL skaits							Vidējais periodiskais dabiskais zudums, m^3ha^{-1} gadā						
1	1	2	3	1	4	1	12	0,09	0,02	1,44	0,02	1,26	6,65	1,35
2	5	5	17		8	5	40	3,31	2,26	4,95	0,00	7,86	8,47	5,43
3	6	14	7	2	2	13	44	9,36	11,73	7,97	7,87	12,77	9,27	9,95
4	4	16	20	7	1	12	60	8,16	9,10	8,89	13,98	21,25	7,81	9,48
5	7	15	26	4	3	4	59	7,97	10,93	8,10	8,65	15,52	10,15	9,36
6	16	13	36	7	4	1	77	8,79	9,77	7,66	8,69	10,95		8,56
7	20	4	36	4	4	1	69	7,56	8,87	9,40	11,67	13,97		9,27
8	22	10	7		3	1	43	8,59	9,78	5,97		18,35		9,01
9	18	4	3		3		28	6,78	8,08	6,67		14,33		7,76
10	13	1					14	9,43	8,31					9,35
11	12	1			1		14	6,65	8,19			11,09		7,08
12	11	4					15	5,36	13,40					7,51
13	15	3					18	6,06	5,82					6,02
Kopā	150	92	155	25	33	38	493	7,44	9,40	7,80	10,23	11,21	8,71	8,41

Starp absolūto tekošo vidēji periodisko pilno krājas pieaugumu un audzes vecuma desmitgadi konstatētas ciešas (bērzs), un vidēji ciešas (priede, egle) nelineāras (parabolas) korelācijas (4.5. attēls).



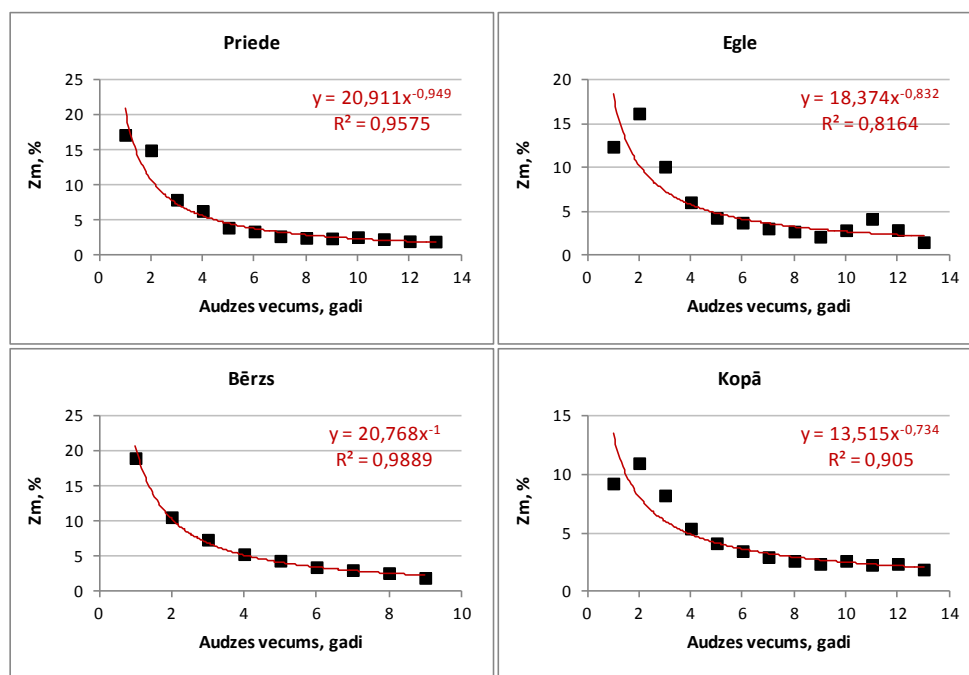
4.5. attēls. Tekošais vidēji periodiskais pilnais krājas pieaugums atkarībā no audžu vecuma m^3ha^{-1} gadā

Relatīvais (pilnais krājas pieaugums % no perioda beigās dzīvo koku krājas) tekošais vidēji periodiskais pilnais krājas pieaugums pa sugām mainās no +2,8% gadā (priedei) līdz +5,4% gadā (baltalksnim) (4.6. tabula).

Tekošais pilnais vidēji periodiskais krājas pieaugums atkarībā no audzes vecuma, % no perioda beigās dzīvo koku krājas

Vecuma desmitgade	Suga							Suga						
	Priede	Egle	Bērzs	Melnalknis	Apse	Baltalknis	Kopā	Priede	Egle	Bērzs	Melnalknis	Apse	Baltalknis	Kopā
	PL skaits							Tekošā vidēji periodiskā krājas diference, %						
1	1	2	3	1	4	1	12	17,2	12,4	19,1	18,0	4,6	15,9	9,3
2	5	5	17		8	5	40	15,0	16,2	10,6		10,8	10,2	11,0
3	6	14	7	2	2	13	44	8,0	10,1	7,4	6,7	8,3	7,1	8,2
4	4	16	20	7	1	12	60	6,4	6,1	5,3	5,9	7,0	4,0	5,4
5	7	15	26	4	3	4	59	4,0	4,3	4,4	3,5	3,5	4,0	4,1
6	16	13	36	7	4	1	77	3,4	3,8	3,5	3,1	3,1		3,5
7	20	4	36	4	4	1	69	2,7	3,1	3,1	3,2	2,6		3,0
8	22	10	7		3	1	43	2,5	2,7	2,6		2,9		2,6
9	18	4	3		3		28	2,4	2,1	2,0		2,7		2,4
10	13	1					14	2,6	2,9					2,6
11	12	1			1		14	2,3	4,2			1,5		2,3
12	11	4					15	2,0	2,9					2,4
13	15	3					18	2,0	1,5					1,9
Kopā	150	92	155	25	33	38	493	2,8	4,1	3,9	4,0	3,5	5,4	3,6

Starp relatīvo tekošo vidēji periodisko pilno krājas pieaugumu un audzes vecuma desmitgadi visām sugām konstatētas ciešas nelineāras (pakāpes) korelācijas (4.6. attēls).



4.6. attēls. Tekošais vidēji periodiskais pilnais krājas pieaugums atkarībā no audžu vecuma, % no perioda beigās audzē dzīvo koku krājas

4.2.4. Tekošais faktiskais periodiskais pieaugums

Aprēķināta tekošais faktiskais periodiskais krājas pieaugums parauglaukumiem, kuros starpinventarizācijas periodā nav cirsti koki. Pašreizējais laukumu skaits ir nepietiekams, lai izvērstu faktiskā periodiskā krājas pieauguma aprēķinus sadalījuma pa biežībām, bonitātēm u.c. rādītājiem, kas bez vecumu un sugas īpašībām varētu ietekmēt krājas pieauguma intensitāti. Tekošais vidēji periodiskais faktiskais krājas pieaugums pa sugām mainās no +7,48 m³ha⁻¹ gadā (priedei) līdz +11,25 m³ha⁻¹ gadā (apsei) (4.5. tabula).

4.7.tabula

Tekošais faktiskais vidēji periodiskais krājas pieaugums atkarībā no audzes vecuma, m³ha⁻¹ gadā

Vecuma desmitgade	Suga							Suga						
	Priede	Egle	Bērzs	Melnalknis	Apse	Baltalknis	Kopā	Priede	Egle	Bērzs	Melnalknis	Apse	Baltalknis	Kopā
	PL skaits							Vidējais periodiskais dabiskais zudums, m ³ ha ⁻¹ gadā						
1	1	2	3	1	4	1	12	0,09	0,02	1,44	0,02	1,26	6,65	1,35
2	5	5	17		8	5	40	3,31	2,26	4,95	0,00	7,86	8,45	5,43
3	6	14	7	2	2	13	44	9,32	11,72	7,97	7,87	12,79	9,25	9,94
4	4	16	20	7	1	12	60	8,16	9,07	8,89	13,94	21,40	7,91	9,49
5	7	15	26	4	3	4	59	7,96	10,97	8,10	8,67	15,46	10,15	9,36
6	16	13	36	7	4	1	77	8,85	9,73	7,70	8,69	11,11		8,59
7	20	4	36	4	4	1	69	7,56	9,22	9,37	11,67	13,95		9,28
8	22	10	7		3	1	43	8,62	9,82	5,96		18,58		9,05
9	18	4	3		3		28	6,81	8,13	6,67		14,31		7,79
10	13	1					14	9,46	8,36					9,39
11	12	1			1		14	6,80	8,60			11,09		7,23
12	11	4					15	5,45	13,32					7,55
13	15	3					18	6,10	5,80					6,05
Kopā	150	92	155	25	33	38	493	7,48	9,42	7,80	10,22	11,25	8,73	8,43

Starp absolūto tekošo vidēji periodisko pilno krājas pieaugumu un audzes vecuma desmitgadi konstatētas ciešas (bērzs), un vidēji ciešas (priede, egle) nelineāras (parabolas) korelācijas.

Relatīvais (faktiskais krājas pieaugums % no perioda beigās dzīvo koku krājas) tekošais vidēji periodiskais faktiskais krājas pieaugums pa sugām mainās no +2,8% gadā (priedei) līdz +5,4% gadā (baltalksnim) (4.8. tabula).

4.8.tabula

Tekošais faktiskais vidēji periodiskais krājas pieaugums atkarībā no audzes vecuma, % no perioda beigās dzīvo koku krājas

Vecuma desmitgade	Suga							Suga						
	Priede	Egle	Bērzs	Melnalknis	Apse	Baltalknis	Kopā	Priede	Egle	Bērzs	Melnalknis	Apse	Baltalknis	Kopā
	PL skaits							Tekošā vidēji periodiskā krājas diference, %						
1	1	2	3	1	4	1	12	17,2	12,4	19,1	18,0	4,6	15,9	9,3
2	5	5	17		8	5	40	15,0	16,2	10,6		10,7	10,1	11,0
3	6	14	7	2	2	13	44	7,9	10,1	7,4	6,7	8,3	7,1	8,2
4	4	16	20	7	1	12	60	6,4	6,1	5,3	5,9	7,0	4,1	5,4
5	7	15	26	4	3	4	59	4,0	4,3	4,4	3,5	3,5	4,0	4,1
6	16	13	36	7	4	1	77	3,5	3,7	3,5	3,1	3,1		3,5
7	20	4	36	4	4	1	69	2,7	3,2	3,1	3,2	2,6		3,0
8	22	10	7		3	1	43	2,5	2,7	2,6		2,9		2,6
9	18	4	3		3		28	2,5	2,2	2,0		2,7		2,4
10	13	1					14	2,6	2,9					2,6
11	12	1			1		14	2,4	4,4			1,5		2,3
12	11	4					15	2,1	2,9					2,4
13	15	3					18	2,0	1,5					1,9
Kopā	150	92	155	25	33	38	493	2,8	4,1	3,9	4,0	3,5	5,4	3,6

Starp relatīvo tekošo vidēji periodisko faktisko krājas pieaugumu un audzes vecuma desmitgadi visām sugām konstatētas ciešas nelineāras (pakāpes) korelācijas.

Secinājumi

1. Datu kopā ir pārāk liela datu izkliede, lai izdarītu statistiski nozīmīgus slēdzienus no viena gada pārmērījumu datiem, bet kopējās tendences saistībā ar koku vecumu šie dati rāda.
2. Pašreizējā posmā faktiskā potenciālā pieauguma aproksimācijai izmantojama I. Liepas ieteiktā kamerālā metode (Liepa, 2009). Savukārt dabisko zudumu vērtībai izmantojami šī pētījuma rezultāti, bet ciršanas apjomi balstāmi uz VMD datiem.

5. Citu valstu izstrādāto lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmu (meža apsaimniekošanas optimizācijas stratēģiju) izmantošanas iespēju izvērtējums

5.1. Lēmumpieņemšanas process

Lēmums ir izvēle starp vismaz 2 atšķirīgām alternatīvām. Lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas (decision support system) (turpmāk tekstā saīsināti LPAS) ir datorbalstītas informācijas sistēmas, kas atbalsta biznesa vai organizācijas lēmumpieņemšanas darbības.

LPAS ir interaktīva uz datorprogrammu balstīta sistēma, kas paredzēta lēmumpieņēmējiem apkopot vērtīgu informāciju no neapstrādātiem datiem, personīgās pieredzes, biznesa modeļiem, lai identificētu un atrisinātu problēmas un pieņemtu lēmumus.

Labums no LPAS:

1. Uzlabota personāla ražība/ efektivitāte;
2. Paātrināts lēmumpieņemšanas process;
3. Palielināta organizācijas kontrole;
4. Iedrošina lēmumpieņēmējus uz izpēti un atklājumiem;
5. Paātrina problēmu risināšanu organizācijā;
6. Sekmē starppersonu komunikāciju;
7. Veicina mācīšanos vai trenēšanos;
8. Ģenerē jaunus pierādījumus lēmuma pieņemšanas atbalstam;
9. Rada konkurences priekšrocību;
10. Atklāj jaunas pieejas domāšanā par problēmu;
11. Palīdz automatizēt pārvaldības procesu.

Pašreiz nepastāv vienoti akceptētas LPAS taksanomijas. Dažādi autori izmanto dažādas klasifikācijas. LPAS iedalījums pēc to vadības tiek iedalītas:

- komunikācijas vadītas (Communication driven),
- datu vadītas (data driven),
- dokumentu vadītas (Document driven),
- zināšanu vadītas (knowledge driven)
- modeļu vadītas (model driven) (http://en.wikipedia.org/wiki/Decision_support_system#cite_note-Power_2002-5).

Komunikācijas vadītas LPAS atbalsta vairāku personu darbošanos ar dalītiem uzdevumiem.

Datu vadītas LPAS uzsver pieeju un manipulāciju ar datu laika sērijām.

Dokumentu vadītas LPAS pārvalda, atjauno un manipulē ar nestrukturētu informāciju dažādos elektroniskos formātos.

Zināšanu vadītas LPAS nodrošina specializētas problēmu risināšanas ekspertīzes, kas saglabātas kā fakti, noteikumi, procedūras vai līdzīgās struktūrās.

Modeļu vadītas LPAS uzsver pieeju un manipulāciju ar statistiskiem, finansiāliem, optimizācijas vai simulāciju modeļiem. Modeļu vadītas LPAS lieto datus un parametrus, kurus dod lietotājs, lai palīdzētu lēmumpieņēmējiem analizēt situāciju.

Holsapple and Whinston (http://en.wikipedia.org/wiki/Decision_support_system#cite_note-Holsapple_Whinston_1996-12) klasificē LPAS sekojošos ietvaros:

- Teksta orientēta LPAS,
- Datu bāzu orientēta LPAS,
- Izklājtabulu orientēta LPAS (spreadsheet oriented),
- Risinātāja orientēta LPAS (solver-oriented),
- Noteikumu orientēta LPAS (rule-oriented),
- Jaukta LPAS (compound).

Jauktā PLAS iekļauj divas vai vairāk no 5 pamatstruktūrām, kuras aprakstījis Holsapple and Whinston (http://en.wikipedia.org/wiki/Decision_support_system#cite_note-Holsapple_Whinston_1996-12).

Atbilstoši vērienam LPAS ir atsevišķa datora (desktop) vai organizācijas līmeņa, kas paredzētas personālā, grupas, organizācijas atbalstam.

Lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas komponentes

LPAS arhitektūrā ir 3 fundamentālas komponentes:

1. Datu bāze (vai zināšanu bāze);
2. Modelis (piem., lēmuma konteksta, lietotāja kritēriju);
3. Lietotāja interfeiss.

Arī paši lietotāji ir būtiska komponente LPAS-ā.

LPAS komponentes var tikt klasificētas arī kā:

1. Ievade (input): faktori, skaitļi un pazīmes, kas jāanalizē;
2. Lietotāja zināšanas un ekspertīze: ievades, kas prasa manuālu lietotāja analīzi;
3. Izvade (output): transformēti dati no kuriem LPAS „lēmums” tiek ģenerēts;
4. Lēmums: LPAS ģenerēts rezultāts, kas balstīts uz lietotāja noteiktiem kritērijiem.

LPAS, kuras veic izvēlētas kognitīvās (izziņas) lēmumpieņemšanas funkcijas un ir balstītas uz mākslīgā intelekta tehnoloģijām, tiek sauktas par inteligentajām LPAS.

Attīstības ietvars

LPAS tehnoloģiskajā līmenī (dators un datorprogrammas) var ietvert:

Aktuālo aplikāciju, kuru izmantos lietotājs. Tā ir daļa no aplikācijas, kas atļauj lēmumpieņēmējam pieņemt lēmumu attiecīgajā problēmu lokā.

Ģenerators veido datora/ programmas vidi, kas atļauj cilvēkiem attīstīt specifisku LPAS aplikāciju. Šajā līmenī lieto lietojumrīkus vai sistēmas kā AIMMS, Crystal utt.

Rīki, kas iekļauj zemāka līmeņa datora/ programmas (speciālas valodas, funkciju bibliotēkas un saistītos moduļus).

Lēmumpieņemšanas programmatūra http://en.wikipedia.org/wiki/Decision_support_system

Lēmumpieņemšanas programmatūra (LPP) ir termins, kas integrē lēmuma analīzes rīkus, lai atvieglotu personas lēmuma pieņemšanas procesu, kas rezultējas darbības virziena izvēlē vai piemērotākā varianta izvēlē starp vairākām alternatīvām. LPP pieder LPAS klasei, kuru izmanto informācijas strukturēšanai, problēmu identificēšanai un lēmumam pieņemšanai.

Pamatprincipi

LPP ir balstīts uz daudzkritēriju lēmumu analīzi (multi-criteria decision analysis (MCDA)) un tā variantiem kā Analītisko hierarhisko procesu (Analytic Hierarchy Process (AHP)), analītisko tīkla procesu (analytic network process (ANP — AHP paplašinājums)), PROMETHEE, daudzatribūtu vērtību teoriju (multi-attribute value theory (MAVT)), daudzatribūtu derīguma teoriju (multi-attribute utility theory (MAUT)), u.c.

Lēmuma problēma vispirms tiek sadalīta vieglāk aptveramā apakšproblēmu hierarhijā, kur katra to tām tiek analizēta neatkarīgi. Hierarhijas elementi var būt saistīti ar ikvienu no lēmuma problēmas aspektiem – taustāms vai netaustāms, rūpīgi uzmērīts vai aptuveni pieņemts, labi vai slikti izprasts.

Tiklīdz kā lēmuma koks ir uzbūvēts, lēmumpieņēmējs novērtē dažādus elementus, lietojot paša spriedumus par elementu relatīvo nozīmi un svarīgumu. Procesa pēdējā posmā katrai alternatīvai tiek aprēķinātas skaitliska prioritāte.

Papildus iezīme

Bez alternatīvu novērtēšanas un labākā risinājuma atrašanas LPP bieži iekļauj papildus rīkus, kas uzlabo lēmumpieņemšanas un analīzes efektivitāti:

- Pāru salīdzinājums (Pairwise comparison);
- Laika analīze un laika optimizācija;
- Jutīguma analīze un neskaidrās loģikas (fuzzy logic) aprēķini;
- Riska nepatikas mērījumi;
- Grupu novērtējums;

- Grafiskā vai vizuālās prezentācijas rīki;
- Web-balstītas versijas.

Lēmuma pieņemšanas atbalsta pieejai tiek izmantots:

- Analītiskais hierarhiskais process;
- Lineārā programmēšana;
- Pozitīvā matemātiskā programmēšana;
- Dinamiskā programmēšana;
- MIP (mixed integer programming) optimizācija;
- Multikritēriju lēmumu analīze;
- Fazilōģika (neskaidrā loģika) (Fuzzy logic);
- Scenāriju analīze;
- Simulācija;
- Nelineārā programmēšana;
- Mērķa programmēšana (goal programming);
- Mērķa vadīta DSS.

5.2.Meža apsaimniekošanas lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmas

LPAS meža apsaimniekošanā tiek izmantotas visdažādākajos tās posmos sākot no kokmateriālu transportēšanas, izstrādes grafika sagatavošanas, beidzot ar ilgtspējības un ekosistēmu aizsardzību plānošanu. Plašs meža apsaimniekošanas LPAS saraksts un apraksts ir apkopots COST_action [Forsys mājas lapā \(http://fp0804.emu.ee\)](http://fp0804.emu.ee)

(http://fp0804.emu.ee/wiki/index.php/Category:Decision_support_system)

Kopā aprakstītas 62 lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas.

Tās izmantojamas dažādos telpiskajos līmeņos:

- Globālais (1)
- Nacionālais (6)
- Reģionālais (15)
- Meža (15)
- Audzes (22)
- Inventarizācijas parauglaukums (1)

Plānošanas līmenis:

- Stratēģiskais (16)
- Taktiskais (11)
- Operatīvais (12)

Zemāk aplūkotas nacionāla līmeņa lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmas

5.2.1.Decision support system Wald und Klimawandel

Akronīms: DSS-WuK

Īss apskats

Sistēmas mērķis - palīdzēt izveidot stratēģijas ilgtspējīgas meža apsaimniekošanas adaptācijai klimata izmaiņām.

Sistēmas pirmssākumi

- To attīstīja Meža ekosistēmu izpētes centrs (Forschungszentrum Waldökosysteme of the Georg-August-Universität Göttingen), the Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, un Vācijas federālais pētniecības institūts "Johann Heinrich von Thünen-Institut".
- Tas tika attīstīts ar interešu grupu forumu, apsekojumu un interviju atbalstu.
- Vēl joprojām tiek attīstīts.

Atbalsts specifiskās jomās

DSS-WuK palīdzēs analizēt klimata izmaiņu scenāriju ietekmi uz dažādu koku sugu vēja bojājumu, sausuma stresa, barības vielu pieejamību, augšanu, kaitēkļu bojājumu, ekonomisku pieejamību.

Dati un datu modeļi

Nav pieejama informācija

Tipisks telpiskais mērogs

Nacionālais un reģionālais līmenis.

Meža datu ievade

Topogrāfija, augsne, meteoapstākļi, krāja – tie ir dati, kas ir par pamatu citiem moduļiem. Lietotājs komunicē ar sistēmu caur interfeisu, kurā tas var formulēt jautājumu.

Meža modeļi

Informācija nav pieejama

Lēmumu atbalsts

Meža apsaimniekošanas darbību definīcijas

Lietotājs varēs mainīt meža apsaimniekošanas alternatīvas, lai varētu minimizēt riskus un zaudējumus, kas var rasties klimata izmaiņu rezultātā.

Tipiskais laika mērogs

Stratēģiskais līmenis. Nākotnes klimata scenāriji trīs 30 gadu periodiem.

Izvade

Telpiskās analīzes iespējas

Tas nodrošina lietotājus ar tematiskajām kartēm visas Vācijas Federatīvās Republikas līmenī.

Sistēmas prasības

- Plānots kā tīkla rīks.
- Pašreiz izveidotas 3 testa sistēmas.

References

<http://www.dss-wuk.de/index/>

5.2.2.EMDS

Vispārējs sistēmas apraksts

Sistēmas nosaukums: Ekosistēmu apsaimniekošanas lēmumu atbalsts (Ecosystem Management Decision Support)

Akronīms: EMDS

Īss apskats

Ecosystem Management Decision Support (EMDS) sistēma ir vispārēju risinājumu ietvars uz zināšanām balstītu lēmumu atbalstam un ekoloģiskam novērtējumam jebkurā ģeogrāfiskā mērogā.

Sistēmas mērķis

Sistēma nodrošina lēmumpieņemšanas atbalstu ainavas līmeņa analīzē, izmantojot loģiskos un lēmuma pieņemšanas rīkus.

Sistēmas pirmsākumi

- EMDS sākotnēji attīstīja ASV Lauksaimniecības departamenta Meža dienests (US Department of Agriculture, Forest Service) Dr. Keith M Reynolds (Pacific Northwest Research Station) vadībā.
- Līdz 3 versijai sistēma tika attīstīta ESRI (Environmental Systems Research Institute) pēc federālās valdības kontrakta.
- EMDS attīsta privāta, bezpeļņas konsorcijs, kuru vada [Redlands Institute](http://www.redlandsinstitute.com). EMDS pamats paliek publiski pieejams, bet komerciāli ir produkti ar kuriem kopā tas tiek lietots.

Atbalsts specifiskās jomās

EMDS ir vispārēja risinājuma ietvars, kas radīts, lai atbalstītu plaša loka aplikācijas dažādos telpiskajos mērogos.

Atbalsts specifiskiem tematiem vai problēmu tiem

Tipiskas jomas, kurās šo programmatūru lieto, bet nav ierobežota ar tām, ir sekojošas:

- Mežkopība
- Sertifikācija
- Dabas aizsardzība
- Atjaunošana (restoration)
- Transportēšana
- Attīstības izvēles/ zemes lietojuma zonēšana
- Politikas/ intervences alternatīvas
- Ilgtspējības ietekmes novērtējums (Sustainability Impact Assessment)

Spēja atblastīt lēmuma pieņemšanu sekojošās fāzēs

- Dizains. Lietotāja izveidoti loģiskie modeļi sistēmas stāvokļa aprakstam.
- Izvēle. Lietotāja izveidoti lēmuma modeļi prioritāšu noteikšanai.
- Novērtēšana. Monitoringa prasības lēmuma pieņemšanas atbalstam.
- Atkārtoti loģiskā modeļa izmantošana "laikā" var tikt izmantota, lai atbalstītu izmaiņu noteikšanas un plānu realizācijas sekmīgumu.

Saistītās sistēmas

EMDS ir paplašinājums [ArcMap](#), un ir pieejams arī kā patstāvīgs (stand-alone) rīks ArcEngine.

Sistēma lieto loģisko rīku [NetWeaver Developer](#), kas ir zināšanu bāzēta (knowledge based) LPAS.

Sistēma lieto lēmuma rīku [Criterium DecisionPlus](#), kas realizē AHP (Analytic Hierarchy Process) un SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique) metodes, lai atbalstītu lēmumus par resursu izmantošanu.

Projekts tiek saglabāts Microsoft Access SQL Server datubāzē, bet telpiskie dati ArcGIS ģeodatubāzēs.

Tipisks telpiskais mērogs

EMDS aplikāciju telpisko mērogu definē lietotājs. Iespējams izmantot ar vairākmērogu mijiedarbību novērtējumam.

Meža datu ievade

Datu ievadi var definēt lietotājs. Tie var būt gan biofizikālie, sociālie, ekonomiskie vai politiskie ainavas vienību atribūti. Ainavas vienības var būt gan audzes, gan punkti (atsevišķi koki), gan līnijas (ceļi, straumes u.c.) vai citas Ģeogrāfiskās informācijas sistēmās GIS (vektoru) pazīmju klases. Rastra dati netiek atbalstīti.

Lietotājs nosaka GIS slāņus, kuri iekļaujami konkrētajā novērtējumā un kuru loģiskie vai lēmuma modeļi izmantojami attiecībā pret konkrēto slāni.

Modeļi

Visus loģiskos un lēmuma modeļus, kurus izmanto sistēma define lietotājs.

Loģiskos modeļus veido [NetWeaver Developer](#).

Lēmuma modeļus veido [Criterium DecisionPlus](#).

Lēmuma atbalsts

Tipiskais laika mērogs

- Operatīvā plānošana (visretāk)
- Taktiskā plānošana
- Stratēģiskā plānošana (visbiežāk)

Atbalstītie lēmumu tipi

- Pārvaldības līmenis (Management level)
- Stratēģiskie lēmumi
- Administratīvie lēmumi
- Operatīvās kontroles lēmumi
- Pārvaldības funkcijas (Management function)
- Plānošanas lēmumi
- Organizēšanas lēmumi

- Komandu lēmumi
- Kontroles lēmumi
- Koordinācijas lēmumi
- Lēmum pieņemšanas situācijas
- vienusēji
- koleģiāli
- kaulēšanās/ līdzdalības lēmumu pieņemšana (Bargaining / participative decision making)

Lēmuma pieņemšanas process un modeļi

- loģiskā modelēšana
- daudzkritēriju/ ranžēšana

Izvade

Izvides tipi

- kartes
- grafiki
- tabulas

Telpiskās analīzes iespējas

- ArcMap pilnas ģeodatu apstrādes iespējas ArcMap papildinājumam.
- Ierobežotas ģeodatu apstrādes iespējas EMDS savrupajai (stand-alone) sistēmai.

Iespējas izmantot starpdisciplināram, vairākmērogu un politiskajiem aspektiem

- Novērtē mijiedarību starp dažādām jomām (biofizikālo, ekonomisko un sociālo).
- Rada koordinētus rezultātus lēmuma pieņemējam, kurš darbojas dažādos telpiskajos mērogos.
- Veicina sociālo vienošanos un mācīšanos.

Sistēma

Sistēmas prasības

- OS: Windows (XP, Vista, un Win7)
- Cita vajadzīgā programmatūra
- ArcMap versijai vai ArcEngine savrupajai versijai.
- NetWeaver Developer
- Criterium DecisionPlus

Lietojums

- Federālais un universitāšu pētniecība
- Federālās, provinču un vietējas valdības
- Nevalstiskās organizācijas

Skaitļošanas ierobežojumi

Izvides tabulas no loģiskajiem modeļiem ir ierobežotas līdz 4096 laukiem.

Ierakstu skaits ierobežots tikai ar lietotāja datora jaudu.

Lietotāja interfeiss

Intuitīvs līdzīgi kā Microsoft Windows darba plūsmas paradigmā.

Dokumentācija un atbalsts

Sistēmā ir tiešsaistes palīdzības sistēma.

EMDS pamats ir pagaidām par brīvu. NetWeaver Developer un Criterium DecisionPlus ir komerciāli produkti. Pilnai funkcionalitātei nepieciešams ArcMap (komerciāls produkts).

References

1. REYNOLDS, K.M., M. TWERY, M.J. LEXER, H. VACIK, D. RAY, G. SHAO et J.G. BORGES (2008): Decision Support Systems in Forest Management. In BURSTEIN, F. et C. W. HOLSAPPLE (Eds.): *Handbook on Decision Support Systems 2: Variations*. Springer Berlin Heidelberg. pp 499-533.

Ārējie resursi

[EMDS web site](http://www.institute.redlands.edu/emds) <http://www.institute.redlands.edu/emds>

5.2.3.Heureka

Vispārējs sistēmas apraksts

Sistēmas nosaukums: Heureka

Īss apskats

[Heureka DSS](#) ir sistēma daudzņēmēju meža apsaimniekošanas plānošanai un analīzei. Tā sastāv no brīvi pieejamu programmu kopas. To attīstījusi Zviedrijas lauksaimniecības zinātņu universitāte [Swedish University of Agricultural Sciences \(SLU\)](#).

Pirmā LPAS versija izdota 2009.g. septembrī un to turpina uzlabot.

Sistēmas mērķis

Sistēma aptver visu lēmuma pieņemšanas procesu no datu inventarizācijas rīka līdz alternatīvas izvēlei ar daudzņēmēju lēmumpieņemšanas atbalsta rīkiem.

Sistēma izmantojama gan maza, gan liela mēroga mežsaimniecībai.

Pašreiz tā iekļauj sekojošus aspektus:

- Koksnes un biodegvielas ražošana,
- Oglekļa piesaiste,
- Bioloģiskā daudzveidība,
- Rekreācija.

Sistēma sastāv no:

- [StandWise](#) – mežkopības pasākumu un audzes līmeņa attīstības analīzei
- [PlanWise](#) – meža plānošanas līmeņa analīzei
- [PlanEval](#) – ar PlanWise ģenerēto plānu daudzkritēriju lēmumu analīze
- [RegWise](#) – reģionālā un nacionālā līmeņa scenāriju analīze
- [Ivent](#) – lauku datu ievākšanai
- [PlanStart](#) – projekta uzsākšanai un datu importam
- ArcGIS rīks dzīvotņu piemērotības līmeņa modelēšanai izvēlētajām indikatorsugām.

Sistēmas pirmsākumi

- Sistēmu izveidoja kā [SLU](#) un [Skogforsk](#) realizētā pētījumu projekta Heureka centrālo produktu. Projekta izstrāde ilga no 2001.-2009.g.. Sistēmu uztur un attīsta SLU ([dedicated unit at SLU](#)).
- Sistēmu izveidoja 4-5 profesionālu attīstītāju komanda.

Saistītās sistēmas

Heureka mērķis ir aizvietot divas iepriekšējās zviedru LPAS:

- [Hugin](#) sistēmu, un
- [Forest Management Planning Package](#).

Platforma

- Windows XP vai vēlāks
- SQL Server kā datu bāzes serveris (SQL Server Express kā brīvā programma)
- Attīstīts Visual Studio 2010, .NET 4.0, programming language C#
- Trešo pušu programmas: ZIMPL, LPSOLVE

Pieejamība

- Sistēma brīvi pieejama un var tikt lejuplādēta internetā, taču tā nav atvērta koda programma.
- Pašreiz ir 300 reģistrētu „lejuplādētāju”. Viena kompānija un meža īpašnieku asociācija ir uzsākusi sistēmas ieviešanu.

References

Ārējie resursi

- Mājas lapa: <http://heureka.slu.se/wiki>.

LPAS Heureka programmu šī projekta ietvaros, detālāk izpētījām no 2011.g. 15. augusta līdz 20. augustam apmeklējot Zviedrijas lauksaimniecības universitātes Meža resursu apsaimniekošanas katedru, kur 16. augustā tikos ar pētniekiem Pederu Vikstromu (Peder Wikstrom) un Tomasu Lamas (Tomas Lämås). Tikšanās laikā iepazīnos ar SLU izstrādātajām datorprogrammām Standwise, Planwise un Regwise, un to funkcionālajām iespējām. Programmas pēc savas būtības ir universāls ietvars visu līmeņu plānošanai, taču pielāgots Zviedrijas vajadzībām – augšanas gaitas simulatorā ir izmantoti vietējās koordinātu sistēma, vietējās mežu tipu un bonitāšu skalas. Protams, ir iespējams piemeklēt reģionus Zviedrijā, kas pēc klimatiskajiem apstākļiem būtu atbilstoši Latvijai.

Lai arī pašreiz tā ir bezmaksas programma, par tās turpmāko attīstību nav skaidrības, atbilstoši attīstītāju viedoklim, tā varētu tikt attīstīta gan kā brīvā koda programma, gan arī tikt komercializēta. Konstatēts, ka tās iespējams izmantot Latvijas gadījumam balstot to uz Latvijas MSI datiem izņemot Regwise, kurš ir paredzēts Zviedrijas MSI datu formātam un nav paredzēts citu formātu datu ievadei. Konceptuālā atšķirība starp PLANWISE un REGWISE ir tā, ka saimnieciskās vienības līmeņa plānošanas programmai ir izstrādāts arī optimizācijas rīks, savukārt REGWISE ir paredzēts tikai izvēlēto stratēģiju alternīvu simulēšanai.

Pēc tam no 17. līdz 19. augustam piedalījos **SNS darba grupas „Meža inventarizācija un apsaimniekošanas plānošana un modelēšana” sanāksmē** Likselē (Lykseele).

Darba sanāksmē piedalījās pārstāvji no:

- Dānijas (Forest & Landscape), Islandes (Agricultural University of Iceland), Somijas (Metla), Latvijas ('Silava'), Norvēģijas (Bioforsk), Zviedrijas (SLU Alnarp, SLU Umeo), Lietuvas valsts meža dienesta.

Darba sanāksmē apriestas sekojošas tēmas:1) meža modelēšana 2) Nacionālā meža inventarizācija 3) Meža plānošana 4) Valstu ziņojumi par NMI 5) attālā izpēte.

NMI datu izmantošana reģionālai plānošanai, kā arī atskaitēm par oglekļa piesaisti un bioloģisko daudzveidību ir viena no aktualitātēm praktiski visu valstu NMI. Meža plānošanā ar vien lielāka loma tiek ierādīta optimizācijai un daudzņēmīgu mežsaimniecībai. Valstu ziņojumi par NMI rāda, ka praktiski visās valstīs šiem datiem ir ar vien pieaugoša loma politisko dokumentu izstrādē un valsts resursu izvērtējumā. Latvijai aktuāli temati bija par attālās izpētes datu (LIDAR un ortofoto, kā arī LANDSAT satelītattēlu) izmantošana NMI papildināšanai un reģionālo datu analīzei.

5.2.4.MELA

Vispārējs sistēmas apraksts

Sistēmas nosaukums: MELA

Īss apskats

MELA ir operacionāla lēmumu pieņemšanas atbalsta sistēma, kuru attīsta un uztur Metla (Finnish Forest Research Institute) un balstīta uz tās pētījumiem.

Šī sistēma Somijā tiek lietota kopš 1980.gada koksnes ražošanas iespēju un dažādu ciršanas līmeņu analīzei nacionālā un reģionālā mērogā (http://fp0804.emu.ee/wiki/index.php/MELA#cite_note-0).

Sistēmas mērķis

MELA ir vispārējās analīzes rīks meža apsaimniekošanas plānošanai. To var lietot gan piem., meža resursu datu aktualizācijai un efektīvāko vai optimālāko apsaimniekošanas programmu atrašanai meža platībās (īpašumā vai kompānijā). Saistībā ar gala lietotāja meža plānošanas programmām MELA programmatūra atbalsta interaktīvu plānošanu. Piem., tekošā versija nodrošina dažādotu un detālu informāciju, kas ņem vērā dažādas kļūdas un riskus. MELA atļauj elastīgas dažādu datu avotu kombinācijas, kas ļauj uzlabot meža inventarizācijas un plānošanas izmaksu efektivitāti.

MELA sastāv no divām atsevišķām programmām, kas komunicē viena ar otru caur MELA sistēmas failiem:

1. MELASIM, automātisks audzes simulators, kas balstīts uz atsevišķu koku augšanu.
2. MELAOPT, optimizācijas pakotne, kas balstīta uz lineārās optimizācijas programmu pakotni, [JLP](#).

Sistēmas pirmsākumi

- MELA attīstījusi „MELA Team”, kas darbojas METLA).
- Jaunākā MELA versija ir MELA2007, izlaista 2007.g. decembrī. Pirmā MELA versija ir izdota 1983. g. Kopš tā laika tai ir 8 uzlabotas versijas (MELA96, MELA98, MELA99, MELA2000, MELA2002, MELA2004, MELA2005 and MELA2007)
- MELA sistēma ir instalēta virknei klientu (valsts, privātie).

Atbalsts speciskās jomās

MELA modelis nodrošina lielu skaitu kontrolējamu (manipulāciju iespējas) kā bioloģiskajiem tā ekonomiskajiem parametriem (http://fp0804.emu.ee/wiki/index.php/MELA#cite_note-1)

Saistītās sistēmas

- [DemoMELA](#)

- [NettiMELA](#)
- [GAYA-JLP](#)

Dati un datu modeļi

Tipisks telpiskas mērogs

Lai arī plaši lietots nacionālā un reģionālā līmeņa plānošanai, MELA tiek lietots arī īpašuma līmeņa plānošanā.

Meža datu ievade

Galvenais simulēšanas mainīgais kokiem pašreizējā versijā ir koku skaits uz ha (ko katrs koks reprezentē), koku suga, diametrs, augstums un vecums. MELASIM ievades failā jānorāda arī simulācijas instrukcijas. Ievade MELAOPT sastāv no sākotnējiem meža resursu datiem, apsaimniekošanas programmām, optimizācijas programmas definējuma.

Pieejama informācija par sekojošām sugām:

- Parastā priede (*Pinus sylvestris*)
- Parastā egle (*Picea abies*)
- Āra bērzs (*Betula pendula*)
- Purva bērzs (*Betula pubescens*)
- Apse (*Populus tremula*)
- Alkšņi (*Alnus incana*, *Alnus glutinosa*)
- Citi skuju koki
- Citi lapu koki

Meža modeļi

MELA automātiski atbilstoši dotajām simulāciju instrukcijām simulē apsaimniekošanas vienībām galīga skaita iespējamu alternatīvu apsaimniekošanas programmu izvēlētajā aprēķinu periodā.

Apsaimniekošanas programmas atšķirās piem., ar kopšanas ciršu režīmu. Pēc simulācijas MELA var tikt izmantota, lai no šīm opcijām vienlaicīgi varētu izvēlēties ražošanas programmu visam mežam un katrai atsevišķai apsaimniekošanas vienībai atbilstoši lietotāja definētajiem optimizācijas mērķiem un ierobežojumiem.

Lēmumpieņemšanas atbalsts

Meža apsaimniekošanas darbību definīcijas

MELA sistēmā lēmums kad un kā un cik cirst individuālā apsaimniešanas vienībā ir balstīts uz lietotāja definētiem mērķiem un ierobežojumiem, kas attiecas uz ražošanu vai stāvokli visā mežā plānošanas periodā. Analīzes rezultāts ir augšanas, ciršanas režīma un krājas attīstības modelis.

Tipiskais laika mērogs

MELA tipiski tiek izmantota stratēģiskai plānošanai. Tomēr aprēķiniem, kas garāki par 50 gadiem, to nevar izmantot tās pašreizējo modeļu struktūras dēļ (NABUURS, PÄIVINEN, 1996).

Lēmuma pieņemšanas process un modeļi

- Lineārā programmēšana

Izvades tipi

Pašreizējā MELA dod rezultātus kā tabulu veidā, tā failu formā, lai tos varētu apstrādāt ar citām programmām, lai radītu tabulas, grafikus un kartes.

Izvades faili no MELASIM ir gatavi, lai tos lietotu MELAOPT. Bet MELAOPT izvades informācija var būt meža līmeņa risinājumu pārskati, apsaimniekošanas alternatīvas (audzes līmeņa risinājumi) pārskati, izmaksu izmaiņu pārskati, vai meža līmeņa kopsavilkumi tālākai izmantošanai.

Telpiskās analīzes iespējas

Sistēma neļauj aprēķināt pieslēšanās ierobežojumus, lai arī ir iespējama savietojamība ar GIS. Rezultātus var atspoguļot liela mēroga kartēs.

Sistēma

Sistēmas prasības

MELA programmatūra ir pieejama Windows NT, Windows 2000, Windows XP and Windows Vista OS.

Arhitektūra un galvenās LPAS komponentes

Tā ir programmēta FORTRAN, ir pārvietojama uz DOS, Windows, OS/2, VMS, atsevišķām UNIX vidēm.

Divi galvenie komponenti MELA programmatūrā ir MELASIM un MELAOPT moduļi. Taču ir pieejami arī citi paplašinājumi.

Lietošanas joma

MELA programmatūra var tikt lietota kā meža apsaimniekošanas plānošanas rīks valsts, privātiem vai industriāliem mežiem.

Skaitļošanas ierobežojumi

MELASIM un MELAOPT kapacitāte ir aktrīgā no programmas versijas.

Lietotāja interfeiss

MELA programmai ir komandu līniju lietotāja interfeiss, kas nav lietotājam draudzīgs.

Dokumentācija un atbalsts

Rokasgrāmatas ir ļoti plašas un pilnīgas. Tās var brīvi lejuplādēt kopā ar iepriekšējo versiju rokasgrāmatām MELA mājaslapā.

Instalācija

- Demo: Demo versija ir brīvi lejuplādējama pēc iepriekšējas reģistrēšanās [DemoMELA](#).

References

Citētās atsauces

1. GADOW, K.v., T. NUUTINEN et S. KELLOMÄKI (2008): *Adaptative Design of Forested Landscapes*. In GADOW, K.v. et T. PUKKALA (Eds.): *Designing Green Landscapes*. Springer, New York, pp 3-30.
2. EID, T. et K. HOBELSTAD (2000): *AVVIRK-2000: A Large-scale Forestry Scenario Model for Long-term Investment, Income and Harvest Analyses* "Scand. J. For. Res." 15: 472-482.

Ārējie resursi

- [MELA website \(in Finnish\)](#)
- REDSVEN, V., H. HIRVELÄ, K. HÄRKÖNEN, O. SALMINEN et M. SIITONEN (2007): "MELA2007 Reference Manual". Metsäntutkimuslaitos - The Finnish Forest Research Institute. 642 p.
- NABUURS G.J., PÄIVINEN, R. (1996): *Large Scale Forestry Scenario Models - a compilation and review*. European Forest Institute Working Paper No. 10. Joensuu, Finland.

5.2.5. EFISCEN

Sistēmas nosaukums: EFISCEN

Īss apskats

EFISCEN izstrādāts EFI un Alterra.

Balstīts uz platību balstītiem matricu modeļiem. Katram meža tipam, kas izdalīts ievades datos (suga, reģions, īpašnieka grupa, bonitāte vai cits) izveido atsevišķu matricu. Katra matrica sastāv no 60 vecuma klasēm un 10 krājas klasēm. Novēcošanu simulē, ka pārvietošanos uz augstāku vecuma klasi, bet pieaugums tiek modelēts, kā pārvietošanās uz augstāku krājas klasi. Šīs pārejas varbūtības tiek iegūtas no pieauguma skaitļiem ievades datos. Šīs pārejas var mainīt laikā simulējot izmaiņas augšanas apstākļos, piem., klimata izmaiņas. Kopšana tiek simulēta pārvietojot platību uz zemāku krājas klasi. Lietotājs var definēt kopšanas vecumus un to īpatsvaru, intensitāti, kā arī pieauguma izmaiņas pēc kopšanas. Galvenā cirtes varbūtība tiek modelēta kā funkcija no vecuma un krājas klases. Izcirstā krāja ir funkcija no pieprasījuma. Atmiršanas varbūtību nosaka kā procentu no krājas.

„Izcirstajai” platībai tiek modelēts atjaunošanas veids un tā tiek iekļauta kādā no matricām.

Sistēmas pirmsākumi

Sistēmas principi balstīti uz modeli, ko 1980. gados izstrādāja Salnas (SLU). Pašreiz ir EFISCEN 3.x versija.

Atbalsts specifiskās jomās

Sistēma izmaiņu modelēšanai, kas rodas koksnes pieprasījuma izmaiņu, meža platību vai pieauguma izmaiņu gadījumā. Vienvecuma apsaimniekotām audzēm.

Saistītās sistēmas

Yasso

Dati un modeļi

Somijas statistikas meža inventarizācijas dati un KNN dati.

Tipisks telpiskais mērogs

EFISCEN izmantojama reģionālā vai nacionālā mērogā laika periodam līdz 50 gadi

Meža datu ievads

Datus ievada matricā sadalījumā pa stratiem, 60 vecumgrupām un 10 krājas grupām

Meža modeļi

Programma tiek aprēķināts pārejas varbūtības no vienas matricas šūnas uz citu, modelējot kopšanas ciršu varbūtības un kailcirtes varbūtības. Atjaunošana/-ās tiek modelēta, paredzot pāreju no vienas matricas uz citu.

Lēmuma atbalsts

Tipiskais laika mērogs < 50-60 gadiem

Lēmuma pieņemšanas process un modeļi

- Simulācija, matricu modeļi

Izvides tipi

Pamata izvades ir plātību, krājas un pieauguma, cirtes intensitātes līmeņu un vecumklašu sadalījums laikā gaitā. Modelis var nodrošināt informāciju par oglekļa krājumiem biomasā. Datus var vizualizēt internetā

Telpiskās analīzes iespējas

Nav telpisks, bet var atspoguļot informāciju reģionu līmenī

Sistēma

Sistēmas prasības

Nav pieejama informācija

Skaitļošanas ierobežojumi

Nav informācijas

Lietojuma interfeiss

Dokumentācija un atbalsts

Instalācija

Nav pieejams

References

Ārējie avoti

www.efi.int

5.3. Meža nozares lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas

5.3.1. ToSIA

Sistēmas nosaukums: ToSIA Tool for sustainability assessment

Īss apskats

EFISCEN izstrādāts EFORWOOD projekta ietvaros. Paredzēta meža produktu ķēžu izmaiņu seku novērtēšanai. Izmantojama gan produktu, gan reģionu ražošanas potenciālu analīzei.

Sistēmas nolūks

palīdzēt analizēt meža – koksnes ķēdes izmaiņu vides, ekonomisko un sociālo ietekmi harmonizētā ietvarā no meža līdz gala produkta dzīves cikla beigām

Sistēmas pirmsākumi

Sistēma izstrādāta ES 6. ietvara programmas EFORWOOD projekta ietvaros.

Atbalsts speciskās jomās

ToSIA rīks izstrādāts 3 dažādiem mērogiem:

Atsevišķa Meža-koksnes (M-K) ķēdes aplikācija

M-K Ķēžu analīze ar reģionālu fokusu

- Ieskaitot importu, eksportu
- Uzskaitot vietējo patēriņu
- Meža vadītu
- Produkta vadītu

Eiropas MKĶ analīze

Saistītās sistēmas

Mežsaimniecības modelēšanai var izmantot EFISCEN vai jebkuru citu mežsaimniecības LPAS.

Dati un modeļi

Tipisks telpiskas mērogs

Var izmantot, atsevišķu reģionu vai pat Eiroas līmeņa koksnes plūsmu un to ietekmes novērtēšanai uz izvēlētajiem vides, ekonomiskajiem un sociālajiem rādītājiem.

Meža datu ievads

Meža datus var modelēt faktiski jebkurā simulatorā, kura rezultātus izmanto, kā ievades datus atbilstošo scenāriju izvērtējumam

Modeļi

Pētījumos parasti tiek izmantota sekojoša darbu plūsma:

Pētījuma dizains

Mērķu un nolūku noteikšana

Sistēmas robežu izvēle

Meža-koksnes ķēdes (MKĶ) struktūra

Ķēdes tipoloģijas radīšana

Procesu un produktu noteikšana

Materiālu plūsma

Materiālu plūsmas kalkulācijas uzsākšana

Materiālu plūsmas kalkulācija

Indikatoru kalkulācija

Indikatoru izvēle

Procesu indikatoru vērtību kalkulācija, MKĶ segmentiem un MKĶ kopumā

MKĶ salīdzinājums

MKĶ ilgtspējības ietekmes salīdzinājums

Rezultātu novērtējums B/C analīze, MCDA

ToSIA paredzēts 2011. gadā izdot jaunu versiju, kura izstrādāta jau pēc EFORWOOD projekta beigām, uzlabojot ziņojumu gatavošanas rīku, kas ļauj ziņojumus par indikatoriem, plūsmām un produktiem. Rezultātus var salīdzinot summējot pa produktiem/ uz vienībām.

Produktu plūsmā iespējams iekļaut arī citus sektorus, ja tie saistīti ar oglekļa plūsmu. EFI pēc pieprasījuma var iekļaut pēc pieprasījuma arī citus produktus, scenārijus indikatorus

ToSIA ir balstīts uz 3 konceptiem:

1. Alternatīvu procesa ķēdes Alternative process chains

(baseline and scenarios)

2. Materiālu plūsma pa ķēdi (piem., koksne, koksnes produkti - oglekļa tonnu ekvivalentos)

3. Atbistoši indikatori katram procesam, ņemot vērā materiālu plūsmu.

ToSIA no vērtē ilgtspējības ietekmi alternatīvām piegādes ķēdēm.

ToSIA ir izmantojama sākot ar vietēju, novada, reģiona, nacionālu vai kontinenta līmeni.

Risināmi starpsektoru, patērētāju, industrijas, meža definētu uzdevumi.

Secinājumi

1. Ir izveidotas virkne lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas, kuras izmantojamas nacionālā līmeņa lēmumu pieņemšanai.
2. Šīs LPAS ir gan tādas, kas ir tikai meža apsaimniekošanas plānošanai, gan tādas, kas meža-koksnes plūsmas modelēšanai.
3. Meža apsaimniekošanas LPAS ir būvētas pēc atšķirīgiem principiem, mērķiem
4. Meža apsaimniekošanas LPAS ir pielāgotas nacionāliem apstākļiem
5. Tieši pārņemama nav neviens no apskatītajām LPAS, taču iespējama sadarbība ar piem., ToSIA izstrādātājiem.

6. Latvijas meža nozares vajadzību (problēmsituāciju) identificēšana un lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas (meža apsaimniekošanas optimizācijas stratēģijas) modeļu izvēle

Meža un saistīto nozaru attīstības pamatnostādnes (Ministru kabineta 2006.gada 18.aprīļa rīkojums Nr.273) noteikts, ka:

1. Meža nozare Meža nozare apvieno mežu, meža resursu apsaimniekošanu un meža produktu ražošanu, tirdzniecību un patēriņu vienotā sistēmā, kurā tās sastāvdaļas ir savstarpēji saistītas. To veido mežsaimniecība, mežrūpniecība un meža produktu – gan koksnes, gan nekoksnes, - ķīmiskā pārstrāde.
2. Mežsaimniecība ietver meža zemes apsaimniekošanu pilnā meža audzēšanas ciklā, meža produkcijas sagatavošanu un tirdzniecību. Meža produkcija ir materiāla (kokmateriāli (koksne kā izejviela), sēnes, ogas, u.c.) un nemateriāla (meža bioloģiskā daudzveidība, rekreācijas iespējas un pakalpojumi, galvenokārt meža aizsargājošās funkcijas, u.c.). No ekonomiskā viedokļa meža galvenā produkcija ir kokmateriāli. Apaļie kokmateriāli ir mežsaimnieciskās ražošanas produkts un pamats mežrūpniecībai, tāpēc mežsaimniecību bieži definē šaurākā nozīmē – mežsaimniecība ietver mežkopību (meža atjaunošana un apsaimniekošana), mežizstrādi (koksnes sagatavošana un pievešana) un apaļo kokmateriālu tirdzniecību.
3. Mežrūpniecība apstrādā mežā iegūtos izejmateriālus - apaļkoksni, papīrmalku, cirsmu atliekas, iegūstot pirmapstrādes (zāģmateriāli, koksnes plātnes, celuloze, u.c.) un tālākapstrādes (amatniecības izstrādājumi (koka durvis, logi, rāmji), mēbeles, u.c.), jeb pievienotās vērtības produkciju.
4. Meža un saistīto nozaru attīstības pamatnostādnes balstās uz Latvijas Meža politikas (akceptēta MK 1998.gada 28.aprīlī) Vienotās tautsaimniecības attīstības stratēģijas pamatprincipiem, ievērojot Latvijas Republikas ratificētās starptautiskās konvencijas un starptautiskos līgumus, valdības parakstītas starptautiskās vienošanās, zinātniski pamatotas Latvijas dabas, sociālās un ekonomiskās likumsakarības un nacionālās meža apsaimniekošanas tradīcijas un pieredzi.

Mežsaimnieciskās darbības plānošanas procesa soļi (Kangas et al.,2008.)

- (I) Meža datu ieguve un pašreizējā stāvokļa novērtējums
- (II) Lēmumpieņemēja (u.c.) kritēriju un preferenču noteikšana
- (III) Apsaimniekošanas programmu ģenerēšana
- (IV) Efektīvu ražošanas programmu izveide
- (V) Labākās ražošanas programmas izvēle pamatojoties uz kritērijiem un preferencēm.

Apskats par LPAS mežsaimniecībā un meža nozarē izmantotajām LPAS iekļauts 5.nodaļā. Šajā nodaļā aprakstītas:

1. Līdzdalības procesu pamatnostādnes
2. Izvērtējamie aspekti, pamatprincipi maksimāli pieļaujamo ciršanas apjomu noteikšanai valsts mežos, kuri ņemtu vērā gan ekonomiskos, gan dabas aizsardzības un sociālos aspektus.
3. Informācija par kritēriju un indikatoru izvēles un izvērtēšanas principiem.
4. Koksnes izmantošanas tendences un prognozes koksnes izmantošanā Latvijā un produkcijas eksportam ārējos tirgos.
5. Priekšlikumi meža nozares nākotnes attīstības tendencēm atbilstoša koku ciršanas apjoma prognozes pilnveidošanai

6.1.Līdzdalības procesi

(kompilācija no (<http://fp0804.emu.ee>))

Sabiedrības līdzdalība nozīmē, ka iedzīvotāji ir iesaistīti vides vai dabas resursu lēmumpieņemšanā. Sabiedrības līdzdalība ir arī daļa no ilgtspējīgas attīstības, kā arī tā var veicināt sabiedrisko mācīšanos. Var pieņemt, ka gala lēmums ir ar lielāku kompetenci, ja ir iekļautas vietējās zināšanas, un ekspertu zināšanas ir sabiedrības pārbaudītas (Webler et al. 2001). Vēl vairāk, gala lēmuma leģimitāte var būt labāka, ja lēmumpieņemšanas procesā ir iekļauti dažādi partneri (stakeholders).

Iemesli līdzdalībai

Saistība ar mežsaimniecību, ILO (2000) ir identificējis 7 iemeslus:

1. Paaugstināta mežsaimniecības jautājumu apzināšanās un savstarpēja interešu izpratne
2. Apkopot informāciju un uzlabot zināšanas par mežiem un to lietošanu.
3. Uzlabot nodrošinājumu ar daudzām meža precēm un pakalpojumiem.
4. Stimulēt iesaistīšanos lēmumpieņemšanā un/ vai ieviešanas procesā.
5. Paaugstināt meža politikas, plānu un darbu atbalstīšanu.
6. Palielināt lēmumpieņemšanas caurskatāmību un izkontrolējamību.
7. Identificēt un pārvaldīt konfliktus un problēmas kopā, taisnīgā un godīgā veidā.

Līdzdalības līmeņi

Germain et al. (2001) iedala procesu 6 līmeņos:

1. Informēšana;
2. Manipulēšana;
3. Konsultācijas;
4. Kopēja lēmumu pieņemšana;
5. Deleģēta vara;
6. Totāla dalībnieku kontrole.

Līdzdalības organizēšana

Aktīvas līdzdalības gadījumā partneri var strādāt piem., darba grupās vai pilsoņu žūrijās. Šāds darbības līmenis ir piemērots ne vairāk kā 3 līmeņu līdzdalības procesā. Ja līdzdalība ir mazāk aktīva, dalībnieku viedokli var uzzināt intervijās, apsekojumos, aptaujās un sabiedriskās apspriedēs. Šīs metodes ir īpaši piemērotas konsultāciju līmenim.

Sabiedrības līdzdalības procesa sekmīgums

Līdzdalības procesa sekmīgums var būt atkarīgs gan no procesa iznākuma, gan paša procesa. Sabiedriskai līdzdalībai ir trīs loģiskie pamatojumi.

Demokrātiskais pamatojums, t.i., ideja, ka sabiedrībai ir tiesības būt iesaistītiem lēmumu pieņemšanā, kas tos ietekmēs.

Instrumentārais pamatojums, t.i., līdzdalība dos ieguldījumu politikas procesa efektivitātes palielināšanā.

Sociālās mācīšanās pamatojums, t.i., līdzdalība palīdzēs dalībniekiem pārdomāt to viedokļus, mācīties no citiem un veidot uzticību un darba attiecības.

Atbilstoši Suskind and Cruickshank (1987) labs līdzdalības process var tikt definēts kā tāds, kurš ir godīgs, gudrs, efektīvs un ved pie stabiliem risinājumiem.

Godīgums (Fairness)

- Process ir atvērts sabiedriskai pārbaudei;
- Visiem cilvēkiem un grupām, kuras grib piedalīties procesā ir dota iespēja to darīt;
- Informācija (ieskaitot informāciju par alternatīvām un to sekām) ir pieejama un pilnība dalīta ar dalībniekiem;
- Visiem dalībniekiem ir vienādas iespējas būt dzirdētiem un izteikt savu viedokli;
- Dalībnieki ir atbildīgi to pārstāvētajiem vēlētājiem (t.i., tie reprezentē to deleģējušo institūciju viedokli, ne tikai personīgo viedokli).
- Piedāvājums piedalīties nāk laicīgi (t.i., pirms galvenie lēmumi ir pieņemti);
- Process atļauj konstruktīvu dialogu.

Efektivitāte (eficiency)

- Process neprasa neproporcionāli daudz laika un resursus.
- Līdzdalība paātrinās plānošanas procesu un samazinās sūdzības un protestus.

Gudrība (Wisdom)

- Procesā izmanto visu būtisko informāciju ieskaitot vietējās zināšanas;
- Procesā ņem vērā konkurēšo zināšanu pretenzijas un faktu interpretācijas
- Process ģenerē inovatīvus risinājumus
- Process palielina citu pasaules uzskatu apzināšanu un akceptēšanu

Stabilitāte (Stability)

- Process palīdz mazināt konfliktus;
- Process rada risinājums, kurus var ieviest;
- Process būvēts uz lielāku uzticēšanos starp dalībniekiem

Empīriskie pētījumi tomēr rāda, ka dalībniekiem ir dažādas cerības un tieksmes līdzdalībai; daži sagaida, ka līdzdalības process veicinās ieviešanu un saskaņu ar lēmumiem, kamēr citi cer gūt lielāku ietekmi lēmumpieņemšanā (Webler et al., 2001, Kangas et al., 2010). Vēl vairāk, dažu dalībnieku mērķis ir konfliktēšana, t.i., konstruktīvs dialogs var būt apgrūtināts procesā, kurā iekļauts ļoti plašs interešu grupu loks.

Sabiedriskās līdzdalības procesa fāzes

Katrā fāzē, un katram uzdevumam var būt izmantoti dažādi rīki. Daži rīki ir vispārēji, un tie var tikt izmantoti dažādās jomās ne tikai mežsaimniecībā. Daži ir specifiski mežsaimniecībai, piem., augšanas modeļi dažādām koku sugām. Daudzi meža LPAS iekļauj rīkus dažādiem uzdevumiem un tie var tikt kombinēti ar vispārējiem rīkiem.

1. Problēmas definēšana.
2. Iespēju izpēte.
3. Iespēju novērtēšana.
4. Procesu monitorings un novērtēšana.
5. Iznākumu monitorings un novērtēšana.

1. Problēmas definēšana

Uzdevumi šajā fāzē:

1. Dalībnieku (stakeholders) identificēšana. Tas nozīmē, ka ir jāatrod tie, kurus šie lēmumi var ietekmēt un tādējādi tos vajadzētu iesaistīt.

2. Zināšanu ievākšana un dalīšana koplietošanai

Tas nozīmē vietējo vai ekspertu zināšanu ievākšanu un to dalīšanu koplietošanai ar citiem dalībniekiem. Piem., tas var nozīmēt noteiktu (sociāli, kulturāli vai ekoloģiski) nozīmīgu vietu norādīšanu (piem., Hytönen et al., 2002; Tyrväinen et al., 2007), noteiktās alternatīvas efekta novērtēšanu balstot uz noteikto kritēriju un indikatoru pamata (piem., Kangas et al., 2000, Mustajoki et al., 2011). LPAS iekļauj piem., līdzdalības GIS rīkus (http://en.wikipedia.org/wiki/Participatory_GIS), piem., MCA rīku tādu kā AHP (http://en.wikipedia.org/wiki/Analytic_Hierarchy_Process) un SMART, un KM metodes (http://fp0804.emu.ee/wiki/index.php/Knowledge_Management_process), piem., Delfi metode (http://en.wikipedia.org/wiki/Delphi_method).

3. Kritēriju formulēšana

Tas nozīmē dalībnieku mērķu noskaidrošanu (piem., Tikkanen et al. 2006). Piemērotie rīki iekļaujot piem., kognitīvo kartēšanu (cognitive mapping) (http://en.wikipedia.org/wiki/Cognitive_map), prāta vētra (brainstorming methods) (<http://en.wikipedia.org/wiki/Brainstorming>), vai citas grupas darba metodes.

4. Kritēriju definēšana

Tas nozīmē, ka kritērijiem ir definējami mērāmi (skaitliski) indikatori. Piemēroti rīki iekļauj piem., MCA rīki tādi kā AHP.

5. Preferenču izdibināšana

Tas nozīmē informācijas ievākšanu par dalībnieku preferencēm par dažādām darbību alternatīvām un par kritērijiem un indikatoriem. Piemēroti rīki iekļauj piem., MCA rīkus vai dažādas balsošanas metodes (voting methods).

2. Iespēju izpēte (Exploring options)

Šīs fāzes uzdevumi:

1. Izveidot alternatīvas

Tas nozīmē, ka iespējams definēt vairākas alternatīvas apsaimniekošanai, piem., dažādus apsaimniekošanas režīmus audzēm vai dažādu resursu piešķiršanu. Parasti vajag specifiskus mežsaimniecības LPAS ar augšanas gaitas simulatoriem (pirmā opcija) vai optimizācijas rīkus (otra opcija).

2. Darbību seku paredzēšana

Tas nozīmē, ka jābūt spējīgiem paredzēt plānoto darbību nākotnes efektu katram kritērijam un katram indikatoram, kurus dalībnieki uzskata par būtiskiem. Tie var iekļaut gan tirgojamas (piem., koksne), gan netirgojamas (piem., ainava) preces un pakalpojumus. Parasti vajag specifisku mežsaimniecības LPAS ar augšanas gaitas simulatoru un, iespējams, ekspertu viedokļa modelēšanu un/ vai līdzdalības modelēšanu.

3. Darbību seku ilustrēšana

Tas nozīmē, ka darbību sekas jāilustrē kā tabulas vai grafiki vai 2D tematiskās kartes.

4. Darbību seku vizuālizācija

Tas nozīmē darbību seku attēlošana ainavās līmenī 3D grafikā.

3. Izvēlu novērtējums (Evaluating options)

Uzdevumi šajā fāzē ietver:

1. Labākās alternatīvas izvēle

Nepārtraukta gadījumā (Malczewski, 1999), labākā alternatīva var tikt izvēlēta izmantojot optimizācijas rīkus, diskrētu alternatīvu gadījumā ar daudzkritēriju analīzes (MCA) rīkiem vai balsošanas metodēm. Optimizācijas rīki var iekļaut lineāro vai nelineāras programmēšanas rīkus vai heuristiskās optimizācijas rīkus (http://fp0804.emu.ee/wiki/index.php/Methods_and_Models).

2. Alternatīvu ranžēšana

Ja nav pietiekami izvēlēties labāko alternatīvu, alternatīvas var tikt saranžētas no labākās uz sliktāko.

3. Sakopot preferences (Aggregating preferences)

Vairāku dalībnieku/ lēmumpieņēmēju gadījumā preferences jāgrupē, lai izvēlētos labāko alternatīvu.

4. Procesu monitorings un novērtējums

Tas nozīmē, ka nepieciešami sekojoši papildus pētījumi, piem., aptaujas, lai novērtētu kā dalībnieki vērtē procesu.

5. Iznākuma monitorings un novērtējums

Tas nozīmē, ka ja gadījumā plāns tiek ieviests, jānovērtē vai vēlamie iznākumi ir iegūti.

Ņemot vērā augstāk minēto acīmredzot par nozīmīgākajām interešu grupām stratēģisko lēmumu pieņemšanā, būtu uzskatāmas Meža konsultatīvā padome, kurā iekļautas virkne interešu grupu:

- pārstāvji no publisko mežu (valsts un pašvaldību) īpašnieku vai pārvaldītāju interešu grupas;
- pārstāvji no privāto mežu īpašnieku vai pārvaldītāju interešu grupas;
- pārstāvji no kokrūpniecības interešu grupas;
- viens pārstāvis no meža nekoksnes vērtību apsaimniekotāju interešu grupas;
- pārstāvji no meža apsaimniekošanas pakalpojumu sniedzēju interešu grupas;
- pārstāvji no vides un dabas aizsardzības interešu grupas;
- viens pārstāvis no darba ņēmēju interešu grupas.

Bez tam pārstāvis no meža un meža produktu zinātniskās izpētes organizācijām

(turpmāk – zinātniskās izpētes grupa);

pārstāvis no profesionālās un augstākās izglītības organizācijām (turpmāk – izglītības grupa);

Latvijas Pašvaldību savienības pilnvarots pārstāvis;

Zemkopības ministrijas un Valsts meža dienesta pārstāvji.

Normatīvi paredzētais maksimāli pieļaujama galvenās cirtes apjoms valsts mežos pēc savas būtības ir taktikas jautājums. Taču izvērtējot arī šo aspektu būtu jābalstās uz sabiedrības iesaistīšanas principiem un attiecīgi izvērtējot kritērijus un indikatorus.

Šajā pārskatā atspoguļoti tikai indikatori, kas būtu tālāk izvērtējami darba grupās, ja Zemkopības ministrija izvēlas konsultāciju, kopēja lēmuma pieņemšanas vai augstāka līmeņa līdzdalības procesu.

6.2. Informācija par kritēriju un indikatoru izvēles un izvērtēšanas principiem

6.2.1. Ilgtspējīgas meža apsaimniekošanas definējums

Termins ilgtspējīgs, nenoplicinošs (angļu valodā *sustainable*) mūsdienu politikas dienas kārtībā ienāca reizē ar Gro Harlem Brundtland vadītās Apvienotās Nāciju komisijas 1987. gada ziņojumu "Our common future". Tomēr vēl līdz šim brīdim pastāv uzskatu dažādība, par to, ko tas nozīmē, un kā tas novērtējams (Goodland, 1995). Runājot par ilgtspējību tiek izskatīti vismaz trīs ilgtspējības aspekti – sociālais, ekonomiskais un vides aspekts (Goodland, 1995).

Tiek uzskatīts, ka sociālā ilgtspējība var tikt sasniegta tikai ar sistemātisku sabiedrības līdzdalību un spēcīgu pilsonisku sabiedrību, ekonomiskā ilgtspējība izpaužas kā kapitāla stabilitātes uzturēšana, bet vides ilgtspējība izpaužas kā dabas kapitāla saglabāšana, lai nodrošinātu to gan kā avotu, gan izgāztuvi, ievērojot biofizikālās vides ierobežojumus. Emisijas nedrīkst pārsniegt vides asimilācijas spējas, atjaunojamo resursu ieguvei jānotiek to pašatjaunošanās pakāpes ietvaros, bet neatjaunojamo resursu ieguve "šķietami" ilgtspējīgā veidā – to izmantošanas pakāpei jābūt vienādai ar to atjaunojamo aizvietotāju radīšanas pakāpi.

Kā sociālās, tā ekonomiskās ilgtspējības priekšnosacījums ir vides ilgtspējība - spēja saglabāt dzīvību atbalstošās sistēmas (Goodman, 1995). Tādēļ īpaša uzmanība ir tikusi pievērsta atjaunojamo resursu ilgtspējīgai ekspluatācijai (Hilborn et al., 1995).

Citi pētnieki par ilgtspējīgu sistēmu uzskata tādu, kas saglabā vispārējo struktūru, procesu, mijiedarbības un traucējuma raksturu, atsevišķi izdalot sociālo un dabas sistēmas (Chapin, Whiteman, 1998). Tomēr visai būtiskas ir problēmas ar "pareizās" laika un telpisko mērogu skalas izvēli, it īpaši ņemot vērā, ka arī dabas sistēmas laika gaitā mainās (ģeoloģiskie procesi, klimata cikliskie procesi) uz kuru fona notiek sukcesijas, dabisko faktoru radītie stohastiskie traucējumi. Sistēma var būt nestabila vienā mērogā, tai pat laikā relatīvi stabila citā laika un telpas mērogā.

Pasaulē pašreiz norit 9 nozīmīgas starptautiskās iniciatīvas ilgtspējīgas meža apsaimniekošanas kritēriju un indikatoru izstrādē (Buck et al. 2000, <http://www.fao.org/forestry/ci@45047@45098@45119/en/>). Attiecībā uz mērenās un boreālās zonas mežu ilgtspējīgu apsaimniekošanu bez „Viseiropas meža procesa” vērsta vēl viena iniciatīva - Monreālas process. Ja pirmais aptver Eiropas mežus (boreālos, mērenās zonas un Vidusjūras mežu), tad otrs process vērts uz boreālo un mērenās zonas mežu aizsardzību ārpus Eiropas. Monreālas procesam pievienojušās 12 valstis (Buck, 2000), tomēr jānorāda, ka Monreālas procesa valstīs atrodas vairāk kā 90 no pasaules boreālajiem un mērenās zonas mežiem. Pārējie procesi (ITTO iniciatīva, Tarapoto priekšlikumi u.c.) galvenokārt vērsti uz tropu un sauso zonu mežu aizsardzību un ilgtspējīgu apsaimniekošanu.

Bez tam sakarā ar sertifikācijas procesu tiek attīstītas virkne starptautisko un nacionālo kritēriju un indikatoru shēmas mežsaimniecības ilgtspējības novērtēšanai meža apsaimniekošanas vienības līmenī (Cullum, 2001). Latvijā kā svarīgākās atzīmējamās FSC un PEFC sertifikācijas shēmas. FSC balstīta uz 10 principiem un tiem atbilstošu kritēriju izstrādes (http://www.fsc.lv/fsc_standarts.html), savukārt PEFC balstīta uz Viseiropas kritēriju un indikatoru sistēmu (http://www.pefc.lv/wp-content/uploads/2010/09/PEFC_MA_standarts_2010-1.pdf).

Atbilstoši Ekosistēmu un bioloģiskās daudzveidības ekonomiskās novērtēšanas projekta (TEEB) pieejai (Kumar, 2010) mežam kā ekosistēmas sniegtie pakalpojumu saistība ar cilvēku labklājību tiek izteikta vietējā, reģionālā un globālā līmenī, īstermiņā un ilgtermiņā.

Cilvēka labklājību nosaka: dzīves pamatvajadzību nodrošinājums, veselība, labas sociālās attiecības, drošība un izvēles brīvība. Savukārt mežs sniedz sekojošus pakalpojumus:

- atbalstošos – primārā produkcija, augsnes veidošana;
- kultūras – garīgās, estētiskās, izglītības, atpūtas u.c.;
- regulējošos – klimata, ūdens u.c.;
- nodrošinājuma – pārtika, šķiedra, kurināmais.

Analīzē formāli nodalāmi ekoloģiskie fenomeni (funkcijas) un to tiešā vai netiešā ietekme uz cilvēku labklājību (pakalpojumi) un labklājības ieguvumi, ko tie rada – labumi (benefits).

Ekosistēmu pakalpojumi tiek iedalīti sekojošās grupās:

Nodrošinājuma pakalpojumi:

- Pārtika,
- Ūdens,
- Izejmateriāli (koksne, biomasas, barība),
- Ģenētiskie resursi,
- Medicīnas resursi,
- Ornamentālie resursi.

Regulējošie pakalpojumi:

- Gaisa kvalitātes regulēšana,
- Klimata regulēšana,
- Ekstrēmu notikumu samazināšana,
- Ūdens plūsmas regulēšana,
- Attīrīšana,
- Erozijas novēršana,
- Augsnes auglības saglabāšana un barības vielu aprīte,
- Aputeksnēšana,
- Bioloģiskā kontrole (sēklu, kaitēkļu un slimību kontrole).

Dzīvotņu pakalpojumi:

- Migrējošo sugu dzīves cikla uzturēšana,
- Ģenētiskās daudzveidības uzturēšana.

Kultūras un vizuālās ainavas pakalpojumi:

- Estētiskā informācija,
- Rekreācijas un tūrisma iespējas,
- Kultūras, mākslas un dizaina iedvesmošana,
- Garīgā pieredze,
- Informācija izziņas attīstībai.

6.2.2. Meža apsaimniekošanas mērķu sasniegšanas kritēriji un indikatoru saraksts

Eiropas līmeņa kritērijiem un indikatoriem noteiktas sekojošas iezīmes (MCPFE, 1998):

Vienveidīgi. Kritēriji ir vieni un tie paši visai Eiropai. Indikatori ir balstīti uz zinātnisku informāciju, mērāmi, tehniski iespējami, nepārprotami, pieejami sabiedrībai un atvērti diskusijām;

Nacionāli. Kritēriji un indikatori paredzēti izmaiņu novērtējumam nacionālā līmenī, bet ne vietējā vai operacionālā līmenī;

Saistīti. Kritēriji ir tieši saistīti ar H1 un H2 rezolūcijām un katrs indikators norāda uz saskaņu ar atbilstošo kritēriju;

Plaši un vienkārši. Kopā ņemot kritēriji nosedz visus svarīgākos ilgtspējīgas meža apsaimniekošanas aspektus, vienlaicīgi ir pietiekami vienkārši, lai parādītu rezolūciju pielietojumā. Kvantitatīvie un aprakstošie indikatori ir savstarpēji mijiedarbojoties kopā nodrošina vispārēju ainu par izmaiņām meža apsaimniekošanā valstī;

Ziņojami. Kvantitatīvie indikatori ir veidoti, lai varētu novērtēt izmaiņas un progresu katra kritērija sasniegšanā harmonizētā veidā, atbalstot ziņošanas procesu, un palielinot starptautiskā ziņojuma ticamību;

Korigējami. Tā kā indikatori nav visaptveroši, tie nodrošina sākotnējo soli indikatoru izvēlē, kas ir zinātniski ticami, tehniski iespējami un efektīvi izmaksu ziņā. Kā kvantitatīvie tā aprakstošie indikatori

nākotnē būs jāuzlabo, jo arī ilgtspējības koncepcija pati par sevi ir dinamiska un var tikt pārskatīta. Pēc Starptautiskā meža pētījumu centra (CIFOR) (Prabhu et al. 1999) ieteikumiem, izstrādājot kritērijus un indikatorus ilgtspējīgas meža apsaimniekošanas novērtēšanai, izmantojami tādi indikatori, kas raksturojami ar šādām īpašībām:

- Svarīgi attiecībā pret novērtējamo jomu;
- Loģiskajā aspektā cieši un nepārprotami saistīts ar novērtējamo jomu (bez pastarpinājumiem);
- Precīzi definēti (vienkāršos un vienozīmīgos vārdos);
- Diagnostiski specifiski;
- Viegli nosakāmi, aprakstāmi un interpretējami;
- Ticami;
- Adekvāti visos meža apsaimniekošanas, ekoloģiskās vai ekonomiskās sistēmas stresa līmeņa izmaiņās;
- Nodrošina kopsavilkumu vai integrētu mēru laikā un / vai telpā;
- Pievilcīgs lietotājiem.

Priekšlikums diskusijām sagatavots ņemot Viseiropas kritērijus un modificēti indikatorus kā pamatu turpmākajām diskusijām.

1. kritērijs. **MEŽA RESURSU SAGLABĀŠANA UN ATBILSTOŠA PALIELINĀŠANA UN TO IEGULDĪJUMS GLOBĀLĀ OGLEKĻA APRITĒ**

- 1.1. indikators. Meža platība. Meža un citu meža zemju platība sadalījumā pa meža tipi un meža tipi un pieejamību koksnes piegādēm. Meža un meža zemju īpatsvars kopējā zemes platībā.
- 1.2. indikators. Augošu koku krāja. Sadalījumā pa meža tipi un pieejamību koksnes ieguvei.
- 1.3. indikators. Vecumstruktūra/Diametru sadalījums.
- 1.4. indikators. Oglekļa krājums (kokaudzē un augsnē).

2. kritērijs **MEŽA EKOSISTĒMU VESELĪBAS STĀVOKĻA UN VITALITĀTES SAGLABĀŠANA**

- 2.1. indikators. Piesārņojuma depozīti.
- 2.2. Augsnes stāvoklis. (Augsnes stāvoklis (pH, CEC, C/N attiecība, organiskais C, bāzu piesātinājums) augšņu bojājuma pakāpe).
- 2.3. indikators. Defoliācija
- 2.4. indikators. Meža bojājumi (klasificēti pa primāro bojājuma aģentu (abiotiskie, abiotiskie un cilvēku radītie))

3. kritērijs. **MEŽA PRODUKTIVITĀTES FUNKCIJU SAGLABĀŠANA UN VEICINĀŠANA (KOKSNES UN NEKOKSNES)**

- 3.1. indikators. Pieaugums un ciršanas apjoms (Līdzsvars starp pieaugumu un ciršanas apjomu ILGTERMIŅĀ).
- 3.2. indikators. Apaļkoksnes (apjoms un vērtība).
- 3.3. indikators. Nekoksnes preces (apjoms un vērtība).
- 3.4. indikators. Pakalpojumi.
- 3.5. Meži, kuriem ir apsaimniekošanas plāni.

4. kritērijs. **MEŽA EKOSISTĒMU BIOĻOGISKĀS DAUDZVEIDĪBAS SAGLABĀŠANA UN ATBILSTOŠA PALIELINĀŠANA**

- 4.1. indikators. Koku sugu kompozīcija (platību sadalījums pa koku sugu skaitu tajās).
- 4.2. indikators. Atjaunošana (dabiskās un mākslīgas atjaunošanas īpatsvars).
- 4.3. indikators. Dabiskums.
- 4.4. indikators. Introducētās sugas.
- 4.5. indikators. Atmirusī koksne (sausokņu un kritalu krāja).
- 4.6. indikators. Ģenētiskie resursi.
- 4.7. indikators. Ainavas raksts (patern) un fragmentācija.
- 4.8. indikators. Apdraudētās sugas (meža).
- 4.9. indikators. Aizsargātie meži.

5. kritērijs. **MEŽA AIZSARDZĪBAS FUNKCIJU SAGLABĀŠANA UN ATBILSTOŠA PALIELINĀŠANA MEŽA APSAIMNIEKOŠANĀ (ĪPAŠI AUGSNES UN ŪDENS).**

5.1. indikators. Aizsargājošo mežu platības – augsne, ūdens u.c. ekosistēmu funkcijas

5.2. indikators. Aizsargājošie mežu platības – infrastruktūras un apsaimniekotu dabas resursu aizsardzībai.

6. kritērijs. **CITU MEŽA SOCIĀLI-EKONOMISKO FUNKCIJU UN APSTĀKĻU SAGLABĀŠANA**

6.1.indikators. Meža īpašumi

6.2.indikators. Meža sektora ieguldījums IKP

6.3.indikators. Tīrie ieņēmumi (uzņēmuma tīrie ieņēmumi).

6.4.indikators. Izdevumi pakalpojumiem.

6.5.indikators. Meža sektora nodarbinātība.

6.6.indikators. Nodarbināto drošība un veselība.

6.7.indikators. Koksnes patēriņš.

6.8.indikators. Tirdzniecība ar koksni.

6.9.indikators. Enerģija no koksnes resursiem

6.10.indikators. Pieejamība rekreācijai.

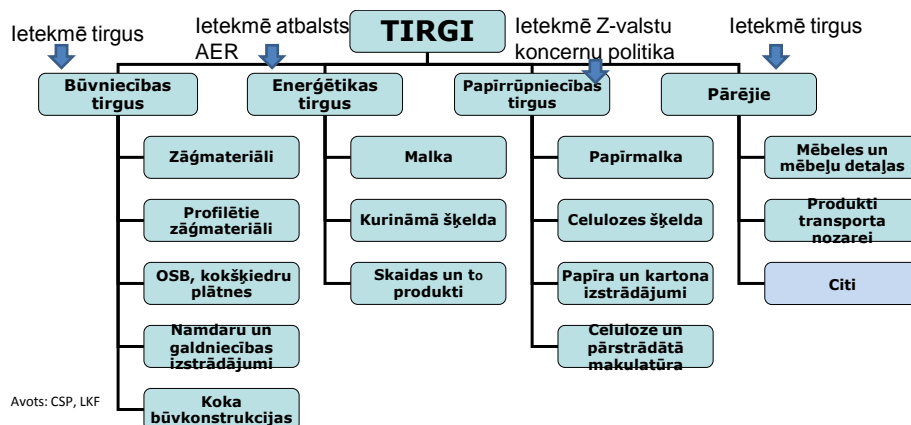
6.11.indikators. Kultūras un garīgās v ērtības.

6.3.Koksnes izmantošanas tendences un prognozes koksnes izmantošanā Latvijā un produkcijas eksportam ārējos tirgos

Latvijas kokrūpniecību ietekmē ļoti daudzi faktori, no kuriem galvenie ir:

- apaļkoksnes un citu izejvielu pieejamība pārstrādei;
- izejvielu un citu izmaksu atbilstība gatavā produkta tirgus cenai;
- attīstības tendences gan noieta tirgos, gan konkurentu valstīs;
- spēja sniegt pakalpojumu, kas tieši nav saistīts ar produkta fiziskajām īpašībām, piemēram, pēcmaksas termiņi, garantijas, „zaļie” sertifikāti, uzticamība gan ražotājam, gan valstij, kurā tas atrodas utt.

Tomēr katra šī faktora nozīmības īpatsvars var strauji mainīties pat īsākos periodos kā gads. Tāpat ir jānošķir koksnes izmantošanas tendences Latvijā no ārējās tirdzniecības tirgiem. Vietējais tirgus Latvijā kokrūpniecības uzņēmumiem galvenokārt izpaužas kā savu produktu realizācija starpniekiem, kas to eksportē, vai arī citiem Latvijas kokrūpniecības uzņēmumiem, kas tam pievieno to tālāko vērtību un tad to eksportē. Kaut cik nozīmīgs vietējais tirgus ir tikai enerģētiskajai koksnei, būvgaldniecības izstrādājumiem un mēbelēm.

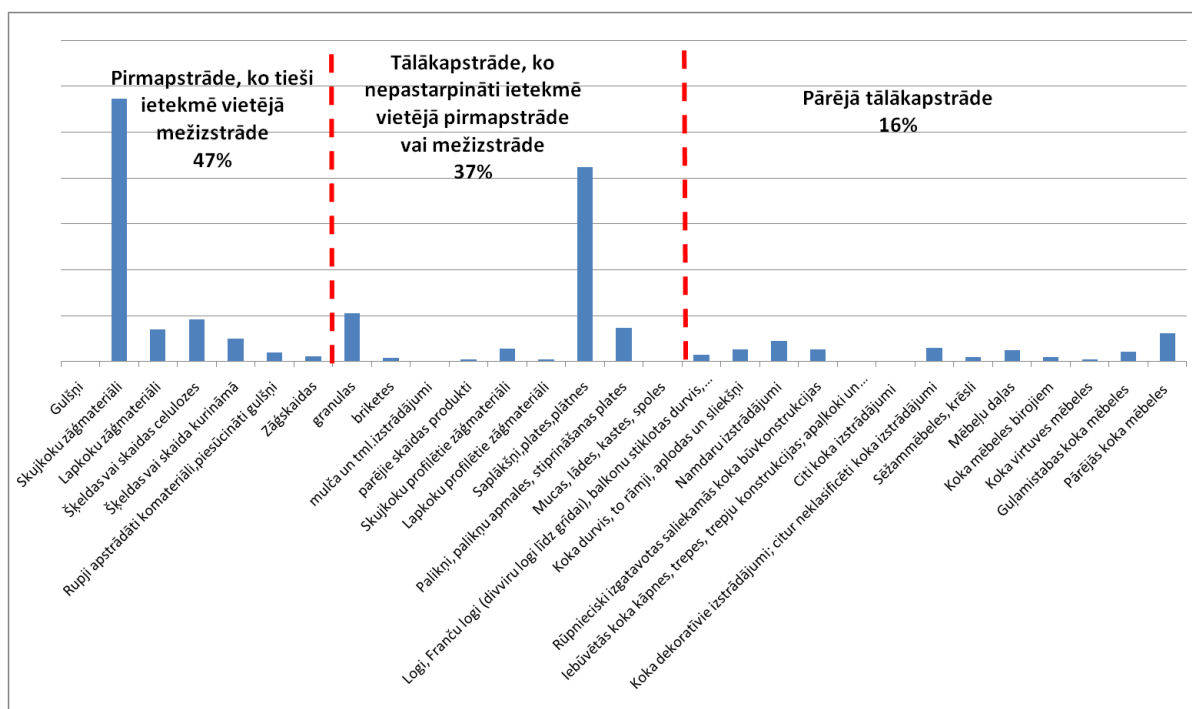


2007. g.	1528 milj. Ls =	602 milj. Ls	+210 milj. Ls	+270 milj. Ls	+446 milj. Ls
<i>t.sk. eksp.</i>	1054 milj. Ls=	372 milj. Ls	+76 milj. Ls	+248 milj. Ls	+358 milj. Ls
2010.g.	1222 milj. Ls=	404 milj. Ls	+208 milj. Ls	+210 milj. Ls	+400 milj. Ls
<i>t.sk. eksp.</i>	1051 milj. Ls=	380 milj. Ls	+115 milj. Ls	+196 milj. Ls	+360 milj. Ls
2011.g. P	1340 milj. Ls =	470 milj. Ls	+230 milj. Ls	+230 milj. Ls	+410 milj. Ls
<i>t.sk. eksp.</i>	1162 milj. Ls=	455 milj. Ls	+120 milj. Ls	+215 milj. Ls	+370 milj. Ls
2012.g.* P	1285 milj. Ls=	445 milj. Ls	+230 milj. Ls	+200 milj. Ls	+410 milj. Ls
<i>t.sk. eksp.</i>	1100 milj. Ls=	425 milj. Ls	+120 milj. Ls	+185 milj. Ls	+370 milj. Ls

* Ciršanas apjomi ir samazināti par 2 milj. m3

6.1. attēls. Koksnes produktu tirgi sadalījumā pēc to pielietojuma¹

Tāpat Latvijas kokrūpniecība ir vērtējama kā ļoti tieši vai netieši atkarīga no apaļkoksnes pieejamības pārstrādei, jo tikai 16% līdz 20% ir tādi produkti, kurus var ekonomiski pamatoti ražot neatrodoties saprātīgā transporta attālumā no mežizstrādes vietas vai attiecīgā pirmapstrādes uzņēmuma.

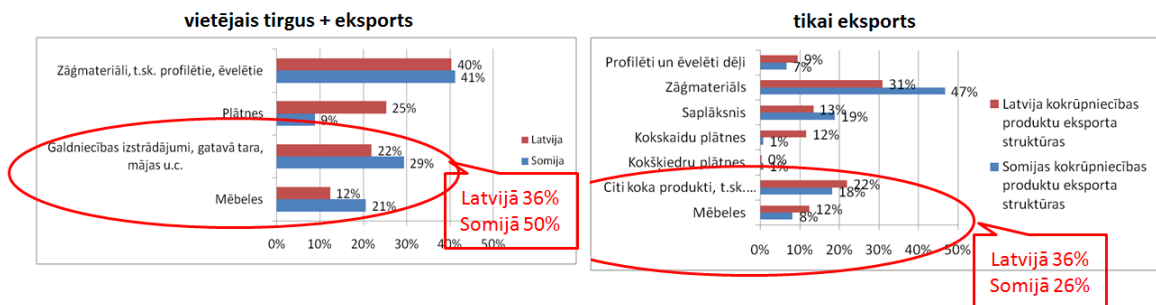


6.2. attēls. Provizoriskie dati par Latvijas ražotāju realizētajiem produktiem 2010. gadā²

¹ LR Centrālā statistikas pārvalde; Zemkopības ministrija; Latvijas kokrūpniecības federācija

² LR Centrālā statistikas pārvalde; Latvijas Kokrūpniecības federācija

Saprātīgais transporta attālums no noieta tirgiem arī ir viens no galvenajiem iemesliem, kādēļ Latvijā nav attīstījusies tālākapstrāde, kas nav atkarīga no pirmapstrādes. To ļoti labi parāda arī Latvijas un Somijas kokrūpniecības salīdzinājums. Ja salīdzina Latvijas un Somijas 2009. gadā kokrūpniecībā saražoto pamatproduktu (neskaitot skaidu, šķeldu un tamlīdzīgu) struktūru vietējais tirgus + eksports un ienākumus uz vienu m³ izmantotās lietkoksnas produktu saražošanai, tad Latvija ievērojami atpaliek pievienotajā vērtībā (skat. zīmējumu zemāk). Tomēr aplūkojot atsevišķi tikai eksporta struktūru, var redzēt, ka tādus gala produktus kā mēbeles un gatavās koka būvkonstrukcijas somi pārsvarā realizē vietējā tirgū. Tāpat somiem dēļ vietējā tirgus gala patēriņa ir iespējams ražot daudz sarežģītākas, līdz ar to vērtīgākus, koka produktus.



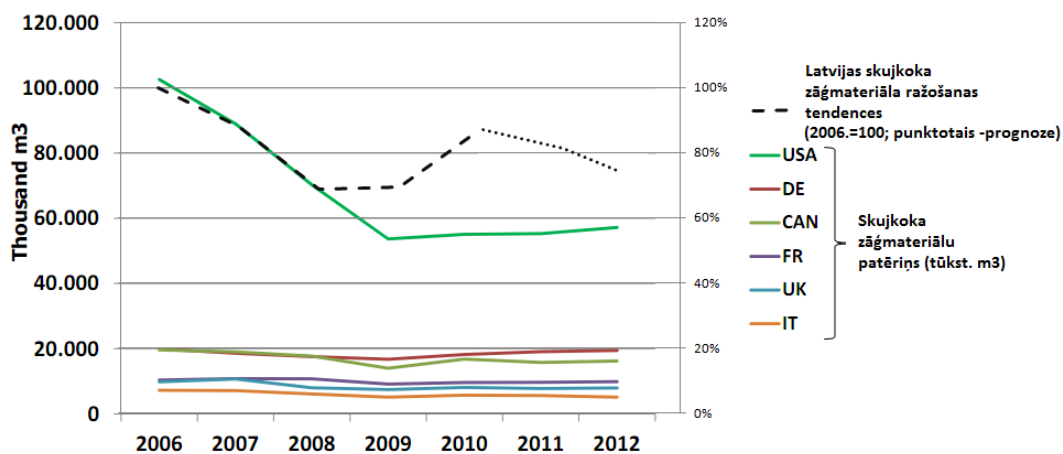
6.3. attēls. Latvijas un Somijas kokrūpniecības nozares salīdzinājums³

Pēc ekspertu vērtējuma tradicionālo virzienu attīstības iespējas Latvijā praktiski ir izsmeltas. Attīstības iespējas vēl ir dažādu kurināmo produktu (piem., granulas, briketes) ražošanā un apsēs un baltalkšņa pārstrādē. Liels potenciāls slēpjas tālākā papīrmalkas un zāgmateriālu pārstrādē. Ja papildīsies prognozes⁴, ka papīrmalkas cena tuvākajos gados samazināsies un stabili turēsies vai ilgstoši nepārsniegs 25 Ls/m³ cenu līmeni, tad turpināsies granulu ražošanas jaudu pieaugums Latvijā. Savukārt par zāgmateriālu pārstrādāšanu augstākas pievienotas vērtības produktos ekspertu prognozes nav tik optimistiskas. Apskatot visticamāko scenāriju, kurā netiek paredzēts būtisks vietējās pirkspējas pieaugums, jaunu „komplektējošo” rūpnīcu ienākšana, vietējas būvniecības strauja izaugsme, valsts un pašvaldību iepirkuma politikas izmaiņas par labu koksnas produktiem vai citas būtiskas izmaiņas, netiek paredzēts būtisks Latvijas tālākapstrādes pieaugums.

Lai arī tiek uzskatīts, ka pieprasījums pēc konkrētiem produktiem (neatkarīgi no to izcelsmes valsts) globālajos tirgos ietekmē kopējos ražošanas apjomus, tomēr nevar apgalvot, ka tā tieši ietekmēs Latvijas ražošanas apjomus (zīmējums zemāk).

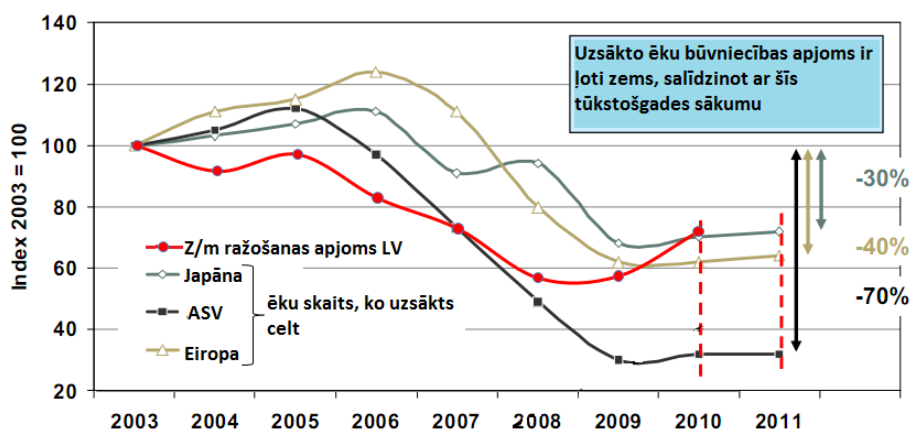
3 Avots: Centrālā statistikas pārvalde; Latvijas Kokrūpniecības federācija, Statistics Finland, The European Organisation of the Sawmill Industry

4 Avots: Dienas bizness; Granulas – alternatīva papīrmalkas pieprasījuma kritumam; 7.lpp; 2011.gada 28.oktobris



6.4. attēls. Lielāko R-valstu skujkoka zāģmateriāla patēriņtāju valstu patēriņa salīdzinājums ar zāģmateriālu ražošanas apjomiem Latvijā⁵

Arī aplūkojot atsevišķi galveno Latvijā ražoto zāģmateriālu pielietojuma vietu – būvniecība, nevar apgalvot, ka starp tiem pastāv korelācija.

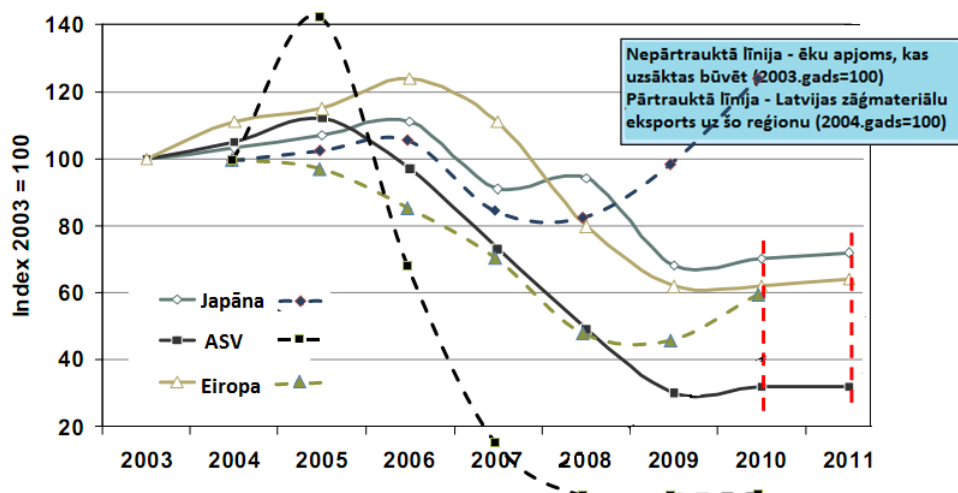


6.5.attēls. Būvniecības apjoms pasaulē salīdzinājumā ar zāģmateriālu ražošanas apjomu Latvijā⁶

Lielāka saikne parādās, ja aplūko Latvijas skujkoku zāģmateriāla eksportu uz konkrēto valstu tirgiem, tomēr arī tur nevar apgalvot, ka valsts vai valstu grupas patēriņš būs galvenais iemesls, kas noteiks Latvijas eksporta apjoma tendences uz šo reģionu.

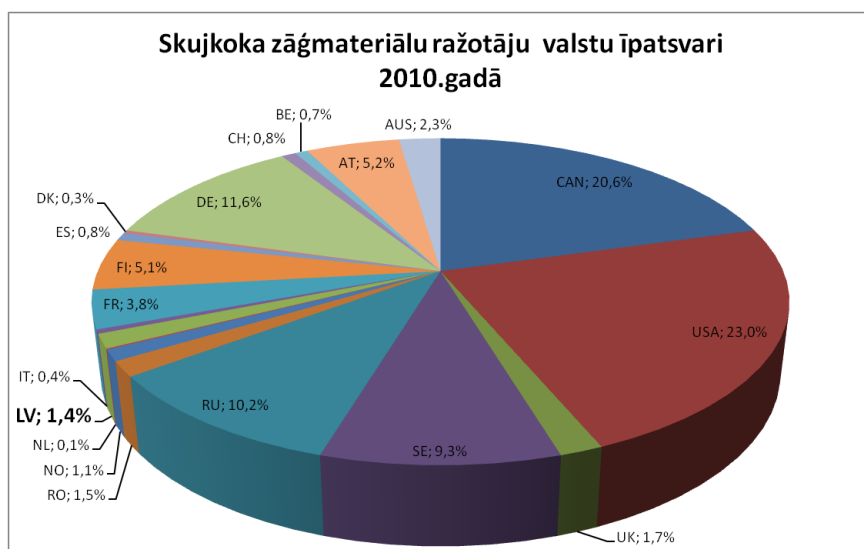
5 Avots: LR Centrālā statistikas pārvalde; Euroconstruct; Concensus Forecast; Stora Enso; Latvijas Kokrūpniecības federācija

6 Avots: LR Centrālā statistikas pārvalde; Euroconstruct; Concensus Forecast; Stora Enso; Latvijas kokrūpniecības federācija



6.6. attēls. Būvniecības apjoms reģionā salīdzinājumā ar Latvijas zāgmateriālu eksportu uz to.

Viens no iemesliem, kādēļ Latvijas ražošanas vai eksporta apjomu tendences nesakrīt ar patēriņa tendencēm konkrētā valstī vai reģionā, ir Latvijas ražotāju tirgus daļa kopējā skujkoka zāgmateriālu tirgū. Diemžēl grafikā zemāk ticamu datu trūkuma dēļ nebija iespējams iekļaut Ķīnas devumu, tomēr secinājumu tas nemainītu.

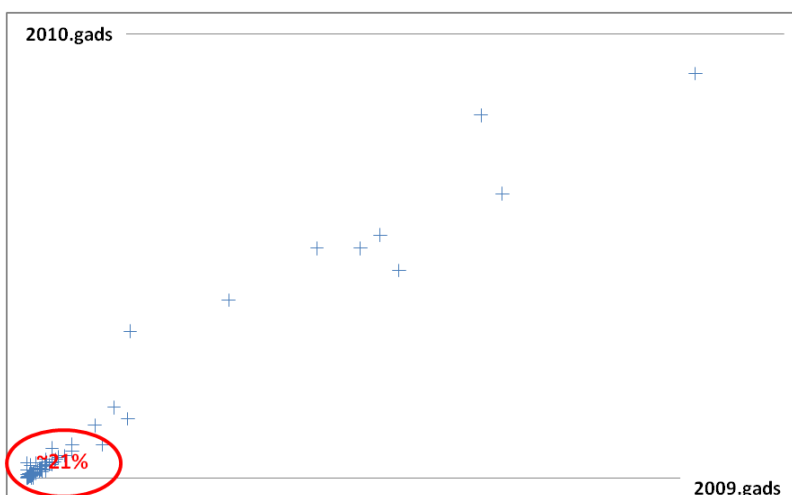


6.7 attēls. Skujkoku zāgmateriālu ražotāju valstu īpatsvars 2010.gadā.

Tāpat nozīmīgs iemesls, kādēļ Latvijas ražošanas vai eksporta apjomu tendences nesakrīt ar patēriņa tendencēm konkrētā valstī vai reģionā, ir tas, ka ievērojami vairāk par pusi no Latvijas zāgmateriālu ražošanas un eksporta apjomu paņem neliels skaits dalībnieku, kuru individuālie lēmumi par ieiešanu/iziešanu no tirgiem, risku un iespēju izvērtējums, attiecības ar ilgtermiņa sadarbības partneriem, īpašnieku lēmumiem utt. tieši ietekmē Latvijas zāgmateriālu eksporta struktūru.



6.8. attēls. Ražotāji sadalījumā pēc to pārstrādāto zāģbaļķu/finierkluču (uz asīm nosacītais pārstrādes apjoms gadā m^3 ; % - cik šī uzņēmuma kopa pārstrādā no kopējiem apjomiem) apjoma⁷



6.9. attēls. Ražotāji sadalījumā pēc to pārstrādātā skujkoku zāģbaļķu (uz asīm nosacītais pārstrādes apjoms gadā m^3 ; % - cik šī uzņēmuma kopa pārstrādā no kopējiem apjomiem) apjoma⁸

Galvenais faktors, kas šobrīd ietekmē Latvijas kokrūpniecības kopējos ražošanas apjomus, ir lietkoksnas pieejamība pārstrādei. Lai arī ārējo tirgu fiziskais patēriņa apjoms tieši neietekmē Latvijas zāģētavu ražošanas apjomus, tomēr ir liela netiešā ietekme caur zāģmateriālu cenu tendencēm. Kritisks pieprasījums, tiek nojaukts balanss starp piedāvājumu un pieprasījumu, kā rezultātā parasti, vismaz īstermiņā, krītas zāģmateriālu cenas. Ņemot vērā, ka lielākais īpatsvars zāģmateriālu ražošanas pašizmaksā ir izmaksām par zāģbaļķu iegādi (aptuveni 60% līdz 70% no pašizmaksas), ražotāji cenšas zāģmateriālu cenas kritumu kompensēt ar zāģbaļķu iepirkuma cenas samazinājumu. Tādos gadījumos par izšķirošu faktoru kļūst privāto mežu īpašnieku reakcija. Ja privātie mežu īpašnieki uzskatīs, ka jaunās cenas neatbilst viņu interesēm, un viņiem būs iespējams atlikt mežizstrādes darbus, tad kritīsies zāģbaļķu un finierkluču piedāvājums tirgū. Tas neizbēgami izraisīs samazinājumu arī kopējos pirmapstrādes uzņēmumu ražošanas apjomus.

⁷ Avots: Valsts pētījumu programmas projekts „Jauni produkti un inovatīvas meža apsaimniekošanas, meža koksnas un nekoksnes produktu ražošanas tehnoloģijas, racionāli izmantojot meža resursus un būtiski palielinot produkcijas pievienoto vērtību”; Latvijas Kokrūpniecības federācija

⁸ Avots: Valsts pētījumu programmas projekts „Jauni produkti un inovatīvas meža apsaimniekošanas, meža koksnas un nekoksnes produktu ražošanas tehnoloģijas, racionāli izmantojot meža resursus un būtiski palielinot produkcijas pievienoto vērtību”; Latvijas Kokrūpniecības federācija

Tomēr nevar apgalvot, ka privāto mežu īpašnieku piedāvājumu var mērīt atkarībā no baļķu cenu līmeņiem, jo, ja vien tās nav zemākas par mežizstrādes pašizmaksu, privātais meža īpašnieks baļķu cenu tirgū vairāk „mēra” nevis pēc tā absolūtā lieluma, bet pēc savām „gaidām” un īstermiņa cenu prognozēm. Kā piemērs šim secinājumam kalpo 2008. un 2010. gada salīdzinājums, kuros apaļkoku cenu līmeņi bija ļoti līdzīgi vai pat 2010. gadā daudzos sortimentos zemākas. Lielā atšķirība slēpjas tajā, ka 2008. gadā cenas bija kritušās no ļoti augstiem līmeņiem 2007. gadā, savukārt 2010. gadā meža īpašniekiem jau bija gūta pieredze ar 2009. I pusgada tirgus situāciju, kad ne tikai cenas bija zemas, bet arī pastāvēja lielas noieta problēmas papīrmalkai.

6.1.tabula.

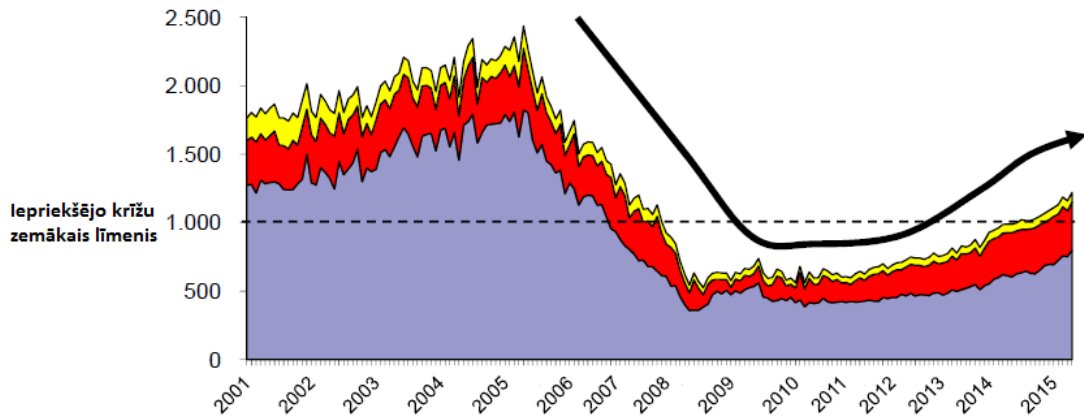
2008. un 2010. gada apaļkoksnes cenu salīdzinājums⁹

Sortimenti		2008.gads	2010.gads	Atšķirība (2010.g.-2008.g.)
Zāģbaļķi	<i>Egle 10-13,9</i>	LVL 31	LVL 29	-LVL 2
	<i>Egle 14-18,9</i>	LVL 37	LVL 34	-LVL 3
	<i>Egle 19-27,9</i>	LVL 43	LVL 39	-LVL 4
	<i>Egle 28+</i>	LVL 44	LVL 41	-LVL 3
	<i>Priede 10-13,9</i>	LVL 33	LVL 29	-LVL 4
	<i>Priede 14-18,9</i>	LVL 39	LVL 32	-LVL 7
	<i>Priede 19-27,9</i>	LVL 44	LVL 37	-LVL 7
	<i>Priede 28+</i>	LVL 45	LVL 38	-LVL 7
	<i>Apse, 18</i>	LVL 24	LVL 23	-LVL 1
	<i>Apse, 22</i>	LVL 33	LVL 26	-LVL 7
	<i>Apse, A</i>	LVL 40	LVL 32	-LVL 7
	Papīrmalka	<i>Priede</i>	LVL 26	LVL 28	LVL 2
<i>Egle</i>		LVL 26	LVL 28	LVL 2
<i>Bērzs</i>		LVL 25	LVL 28	LVL 3
<i>Apse</i>		LVL 21	LVL 17	-LVL 3
Finierkluči (B kat.)	<i>Bērzs, 22cm</i>	LVL 54	LVL 33	-LVL 21
Privāto mežu ciršanas apjomi		3,4 milj. m3	5,4 milj. m3	

Ja raugās no zāgmateriāla pieprasījuma viedokļa, līdz 2020. gadam netiek prognozētas straujas izmaiņas to galvenajā noieta tirgū - būvniecībā. Faktiski visos galvenajos tirgos, izņemot Ķīnu un Tuvo austrumu/Ziemeļāfrikas tirgos, tiek prognozēta stagnācija vai nelieli pieaugumi. EUROCONSTRUCT prognozē¹⁰, ka līdz 2020. gadam būvniecība Rietumeiropā pieaugs par mazāk nekā diviem procentiem gadā. Labākas perspektīvas ir jaunajās ES valstīs Austrumeiropā, kur pieaugums tiek prognozēts par 4,5-5 procentiem gadā. Ziemeļvalstīs būvniecība pieaugs straujāk nekā vidēji Eiropā. Bagātajās Rietumeiropas valstīs būvniecība augs lēni (1,5 procenti gadā), koncentrējoties uz renovāciju un jaunu mājokļu būvniecību. Dienvideiropas valstīs 2020. gadā būvniecība būs tikai nedaudz virs 2010. gada līmeņa. Lai arī ASV tirgū tiek prognozēta lēna atkopšanās, tomēr jāņem vērā, ka šobrīd būvniecības apjomi ir nebijuši mazi.

⁹ Avots: Meža nozares informācijas centrs, Valsts meža dienests

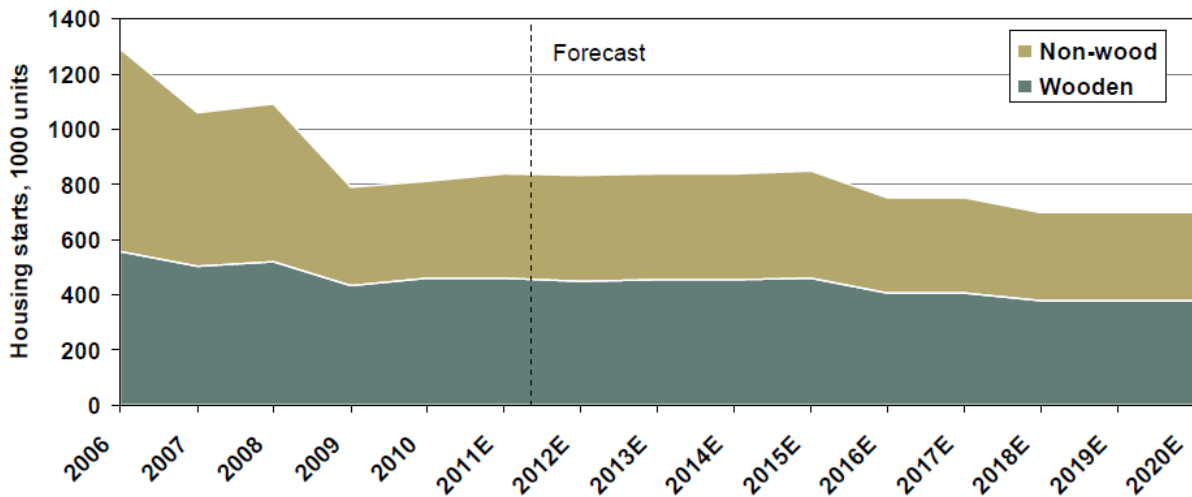
¹⁰ <http://www.euroconstruct.org/pressinfo/pressinfo.php>



Avots : U.S. Census, WWPA ■ Vienģimeņu mājas ■ Daudzģvokļu mājas ■ Mobilģs mājas

6.10. attģls. ASV bģvniecģbas tendences¹¹

Arģ Japģnģ nesenģs dabas katastrofas ietekme drģzģk stabilģzģs bģvniecģbas apjomu vidģjģ termiņģ, nevis izraisģs strauju bģvniecģbas pieaugumu ģstermiņģ. Turklģt sakarģ ar nģcijas strauju novecoģanos un citiem negģtģvajiem demogrģfģskajiem rģdģtģjiem tiek sagaidģts, ka sģkot ar 2016. gadu apjomi samazinģsģs vģl par 10%.



Source: Historical numbers Ministry of Land, Infrastructure, Transportation; forecast SEWP

6.11. attģls. Japģnas bģvniecģbas tendences¹²

Savukģrt par Ķģnu nav pieejamas nopietnas ilgtermiņa prognozes. Aprģģini liecina, ka Ķģna ņobrģd ģr otrs lielģkģis skujģoku zģģmateriģlu patģrģtģjs pasaulģ, turklģt ģkgadģjģis importa pieaugums tuvģkajos gados tiek prognozģts 15%-20%¹³. Tomģr nav skaidrs, vai Ķģnģ nav nekustamģ ģpaģuma „burbulis” un, ja ģr, tad, kad tas „plģģģs”.

Tģpat ekspertu rģģģbģ nav arģ pietiekama informģcija par Tuvo austrumu/ Ziemeļģfrikas tirģu izaugsmes prognozģm, ģt ģpaģģ ņemot vģrģ politģsko nestabilitģte, kas valda daļģ no ņģm valstģm. Viens no ģemesliem, kas varģtu izraisģt bģvniecģbas tirģu augģšanu ģr demogrģfģskģe rģdģtģģi.

11 Avots: Stora Enso pģrstģvģja Olle Berg prezentģcija Starptautģskajģ skujģkoka konferencģ 2011. gada oktobrģ.

12 Avots: Stora Enso pģrstģvģja Olle Berg prezentģcija Starptautģskajģ skujģkoka konferencģ 2011. gada oktobrģ.

13 Avots: Stora Enso; http://www.dktimber.dk/images/stories/ISC2011/presentations/07_olle%20berg_japan.pdf

Tuvo Austrumu un Ziemeļāfrikas valstis – iespējas un riski¹⁴

Country	Population	Aver. age	Pop. growth	Life exp.	Jobless rate <25 yrs	GDP / PPP	GDP growth
Morocco	34,7 mio	27 yrs	1,2%	71	16%	4.160 \$	4,3%
Algeria	34,1 mio	27 yrs	1,5%	72	46%	6.200 \$	0,5%
Tunisia	10,4 mio	30 yrs	1,0%	74	27%	7.500 \$	4,6%
Lybia	6,3 mio	24 yrs	2,0%	74	27%	12.050 \$	
Egypt	82,9 mio	24 yrs	1,8%	70	26%	5.900 \$	5,2%
Jordan	6,3 mio	22 yrs	3,2%	72	39%	5.100 \$	4,5%
Lebanon	4,0 mio	29 yrs	0,8%	72	21%	12.750 \$	7,7%
Syria	20,1 mio	22 yrs	2,5%	74	20%	4.400 \$	2,6%
Iraq	28,9 mio	19 yrs	2,5%	68		3.500 \$	
Saudi	28,6 mio	25 yrs	2,0%	72	26%	21.100 \$	2,4%
Yemen	24,0 mio	18 yrs	2,9%	62	29%	2.300 \$	1,0%
Kuwait	2,8 mio	26 yrs	2,4%	77	23%	51.700 \$	2,6%
Bahrain	0,7 mio	29 yrs	2,1%	75		24.200 \$	4,1%
Qatar	0,9 mio	30 yrs	12,0%	75		74.100 \$	
Oman	3,4 mio	24 yrs	2,1%	75		22.800 \$	
U.A.E	2,7 mio	31 yrs	2,7%	77		33.750 \$	5,7%
	290,8 mio	24 yrs	2,0%	70		8.000 \$	

Lai arī zāgmateriālu noieta tirgos netiek prognozētas straujas izmaiņas, tomēr nevar uzskatīt, ka pieprasījuma/piedāvājuma balanss netiks izjaukts. Faktiski visās zāgmateriālu ražotāju valstīs potenciālās jaudas būtiski pārsniedz šodienas ražošanas apjomus. Arī bankroti manāmi nemazina jaudas, jo banku pārņemtās zāgētavas tiek pārdotas jauniem īpašniekiem, piemēram, arī Latvijā maksātnespējīgā Nelss Aizkraukles zāgētava tika pārdota AKZ, kas turpina ražošanas procesu, vai arī bankas pašas mēģina ražošanu atjaunot, Latvijas piemērs – Cord. Tādēļ arī Latvijas ražotājiem ir jāērēķinās, ka nestabilitāte tirgos saglabāsies, jo dēļ Eiropas kopējo zāgmateriālu ražošanas apjomu nepārdomāta pieauguma, ik pa laikam tiks nojaukts pieprasījuma/piedāvājuma balanss, kas izraisīs cenu svārstības.

Vēl vairāk šo nestabilitāti palielinās tas, ka privāto meža īpašnieku motivācija veikt mežizstrādi mainās ne tikai no zāgbaļķu, bet arī pārējo sortimentu cenu tendencēm.

Sortimentu iznākums atkarībā no sugas galvenajā cirtē¹⁵

sortiments	suga				
	priede	egle	bērzs	apse	melnalksnis
zāgbaļķis	83%	63%	2%	29%	39%
finierklucis			46%	0%	0%
tehnoloģiskā koksne (galvenokārt papīrmalka)	15%	31%	49%	56%	33%
malka	2%	6%	3%	15%	28%

Vidējā, ja ne pat īsā, termiņā tiek sagaidīts, ka malkas cenas augs, savukārt papīrmalkas cenas samazināsies. Tādēļ, visticamāk, uz neilgu laiku atkal samazināsies piedāvājums no privātajiem mežu īpašniekiem, jo tiem būs jāaprod ar jauno situāciju. Tomēr šādas cenu izmaiņas var izsaukt arī pozitīvu efektu, jo izlīdzinoties papīrmalkas un malkas cenai, abi šie sortimenti aizvien vairāk tiks izmantoti kurināmo produktu (piemēram, granulu) ražošanai, kas ir daudz stabilāks un prognozējamāks tirgus nekā Latvijas atrašanās Ziemeļvalstu celulozes rūpnīcu „buferzonā”. Tāpat pie šādiem tirgus apstākļiem labāk jutīsies arī taras un kokskaidu plātņu ražotāji.

14 Avots: Meža nozares informācijas centrs, Valsts meža dienests

15 Avots: Latvijas Kokrūpniecības federācija

Apalkoksnes pieejamību nākotnē var ierobežot ne tikai iekšējie faktori, t.i. – normatīvajos aktos iestrādātie aprobežojumi, meži īpašnieku mērķi, tā brīža cenas atbilstība meža īpašnieka gaidām utt., bet arī Latvijas uzņemtās starptautiskās saistības. Šobrīd noris darbs pie Kioto protokola 2. saistību perioda (2013. - 2020. gads) nosacījumu izstrādes. Šī procesa ietvaros tiek izstrādāta emisiju uzskaites metodika meža apsaimniekošanā, kas uzskaita emisijas un piesaisti no starpības, kas rodas no dinamikas, proti, visu mežā uzkrāto piesaistes apjomu neņem vērā. Valstīm, t.sk. Latvijai, kurām nav savu nacionālo pētījumu par meža nozares prognozēto piesaisti līdz 2020. gadam, prognozes aprēķināja Eiropas Komisijas Kopīgais pētniecības centrs sadarbībā ar EFI/IIASA. Emisiju uzskaites metodikā ir grūti atspoguļot visus nepieciešamos aspektus (mežaudžu vecumstruktūra, cilvēka vai dabas ieguldījums, cik lielā mērā jāsniedz iniciatīvas, datu precizitātes problēma) un ņemt vērā visu valstu intereses.¹⁶ „Pieļaujamās maksimālās” mežizstrādes apjomus aprēķināja, ņemot vērā gan mežsaimniecības radītājus (vēsturiskais ciršanas apjoms, vecumstruktūra utt.), gan ekonomikas attīstības prognozes (IKP, demogrāfiskie rādītāji utt.). Turklāt scenārijs tika modelēts pēc „business as usual” principa. Rezultātā, pēc Latvijas ekspertu vērtējuma, Latvijai attiecībā uz pieļaujamo mežizstrādes apjomu periodam 2013. - 2020. gads ir aprēķināts tautsaimniecības attīstību ierobežojošs rādītājs.

Lai arī Latvijai teorētiski ir dotas lielākas iespējas palielināt ciršanas apjomus nekā vidēji pārējām valstīm (salīdzinot ar periodu 2003.-2007.gads Latvijai par 10%, vidēji pārējām par 6%), tomēr vēlreiz nepieciešams pievērst uzmanību faktam, ka šai metodoloģijai nav pievienojušās tādas meža lielvalstis kā Vācija, Austrija, Somija un Zviedrija.

6.4.tabula.

„Pieļaujamie” ciršanas apjomi sadalījumā pa valstīm¹⁷

	Vidējais (1998-2002)	Vidējais (2003-2007)	Aprēķinātais (2008-2012)	Aprēķinātais (2013-2017)	Aprēķinātais (2018-2022)	salīdzinājums (vid. 2013-2020)/(vid. 1998-2002)	salīdzinājums (vid. 2013-2020)/(vid. 2003-2007)	Vēsturisko datu avots
Beļģija	3 457	4 104	4 066	4 028	3 990	1,16	0,98	country data
Bulgārija	4 798	6 427	6 194	5 961	5 727	1,23	0,92	FAO
Čehija	15 710	18 147	18 989	19 831	20 673	1,28	1,11	FAO
Igaunija	9 664	7 455	8 602	9 749	10 895	1,04	1,35	FAO
Francija	63 637	57 498	59 425	61 352	63 279	0,97	1,08	EU subm Barcelona
Grieķija	2 183	1 855	2 229	2 602	2 976	1,24	1,46	FAO
Itālija	14 271	14 489	15 972	17 454	18 937	1,25	1,24	FAO
Latvija	11 040	10 864	11 356	11 848	12 341	1,09	1,10	EU subm Barcelona
Lietuva	6 165	6 943	6 715	6 487	6 259	1,04	0,92	FAO
Nīderlande	1 096	1 209	1 193	1 177	1 162	1,07	0,97	FAO
Polija	28 689	37 431	36 501	35 571	34 640	1,23	0,94	FAO
Rumānija	14 758	17 019	16 844	16 670	16 495	1,13	0,98	FAO
Slovākija	6 606	8 862	9 141	9 419	9 698	1,44	1,07	FAO
Spānija	17 061	17 781	18 278	18 776	19 273	1,11	1,06	FAO
Kopā	199 136	210 085	215 505	220 925	226 345	1,12	1,06	

Galvenās bažas, kas radās ekspertiem, apskatot aprēķinātās nākotne prognozes, ir:

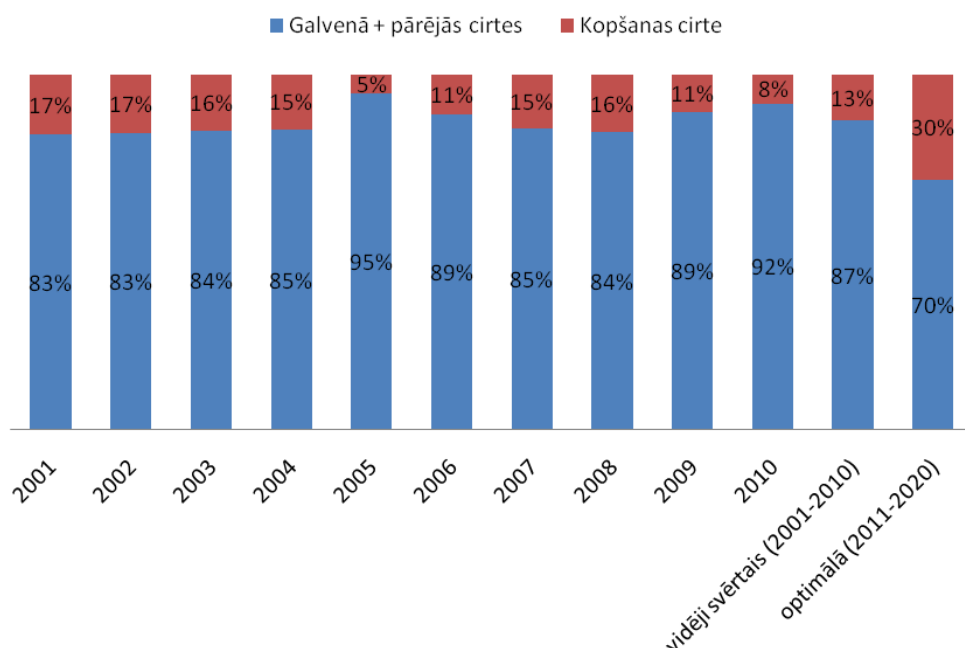
- aprēķinos ņemti vērā Valsts meža dienesta dati, kas dažādu objektīvu apstākļu dēļ ir zemāki nekā tie, ko uzrāda Latvijas integrēto vides un meža ekonomisko kontu sistēmas un potenciālie Meža statistiskā inventarizācijas dati. Ja Kioto protokola 2.saistību perioda laikā emisiju aprēķinos tiks mainīti

¹⁶ Avots: Daiga Zute, LR Zemkopības ministrijas Meža stratēģijas un atbalsta nodaļa

¹⁷ Avots: Daiga Zute, LR Zemkopības ministrijas Meža stratēģijas un atbalsta nodaļa

datu avoti, Latvija var vairs neizpildīt rādītājus pat situācijā, kurā mežizstrādes apjomi nebūs pieauguši vai pat būs samazinājušies salīdzinot ar vidējiem vēsturiskajiem;

- pielietotajā metodikā netika ņemtas vērā citas būtiskas starptautiskas saistības un valstu mērķi atjaunojamās enerģētikas jomā. Lai sasniegtu 20/20/20 mērķus, būtisku pienesumu dos tieši koksne kā kurināmais. Mākslīgi nepieļaujot palielināt mežizstrādes apjomus, tiks saasināta destruktīva konkurence starp tradicionālo pārstrādi un enerģētikas nozari;
- pielietotajā metodikā netiek šķirota koksnes ieguves apjomi sadalījumā par ciršanas veidiem, t.i. m³, kas iegūts kailcirtē, rada tikpat lielu emisiju kā m³, kas iegūts kopšanas vai izlases cirtē. Tieši šī pieeja vai nu radīs destruktīvo konkurenci starp tradicionālo pārstrādi un enerģētikas nozari, vai arī mākslīgi samazinās koksnes kurināmo apjomu, ko varētu iegūt kopšanas cirtēs, tādējādi aprūtinot sasniegt atjaunojamās enerģijas mērķus;
- pielietotā metodika, nostādot vienādā līmenī krājas kopšanas cirtes un galveno cirti, var apdraudēt Latvijas meža politikā noteiktā mērķa „[...]meža vērtības saglabāšana, vairošana [...]”¹⁸ sasniegšanu (zīmējums zemāk);



6.12.attēls. Kopšanas cirtes īpatsvars koksnes ieguvē (% no ciršanas apjoma m³)¹⁹

- pēc šīs metodikas netiek aprēķināti pieļaujamie ciršanas apjomi tādām meža lielvalstīm kā Vācija, Austrija, Somija un Zviedrija. Arī Igaunijai, kam gan ir aprēķināti apjomi pēc tās pašas metodikas kā Latvijai, pieaugums gan %, gan absolūtajās vienībās ir atļauts lielāks. Faktiski Latvijas meža nozare rezultātā būs nekonkurētspējīgāka nekā tās galvenās konkurentes. Jāatzīmē, ka Latvijai ir dota iespēja izstrādāt pašai savu nacionālo pētījumu par meža nozares prognozēto piesaisti līdz 2020.gadam, tādējādi neapdraudot tautsaimniecības attīstību. Latvijas Lauksaimniecības universitātes Meža fakultātes dekāns Dagnis Dubrovskis, izmantojot Meža statistiskās inventarizācijas datus, ir aprēķinājis, ka potenciālie maksimālie ciršanas apjomi, kas nodrošina ilgtspējīgu resursu izmantošanu, var būt ievērojami lielāki nekā šobrīd esošie. Galvenais pieaugums nav tik daudz galvenajā cirtē, bet gan kopšanas cirtē, kas tieši palīdz palielināt meža vērtību un veicina CO₂ papildus piesaisti.

¹⁸ LATVIJAS MEŽA POLITIKA, http://www.zm.gov.lv/doc_upl/mezu_politika.pdf

¹⁹ Avots: Valsts meža dienests; DAGNIS DUBROVSKIS, disertācijas tēma "Balancspējīgas mežierīcības metodes teorētiskais pamatojums un ieviešanas modelis" 2007.gads

Potenciālie maksimālie ciršanas apjomi, kas nodrošina ilgtspējīgu resursu izmantošanu²⁰

Perioda Nr	Periods, gadi	Paliekošā krāja ₃ , m	Izcērtamā krāja ₃ , m	KKC krāja ₃ , m	GC krāja ₃ , m	GC platība, ha
1	2011-2020	459 669 856	188 138 383	56 095 829	132 042 555	607 515
2	2021-2030	450 187 841	156 021 403	25 380 245	130 641 159	446 211
3	2031-2040	431 346 938	157 855 333	29 376 131	128 479 203	428 796
4	2041-2050	410 707 299	176 666 036	49 170 228	127 495 808	398 982
5	2051-2060	400 182 404	172 922 334	46 028 666	126 893 668	418 903
6	2061-2070	397 853 038	176 423 072	49 496 133	126 926 939	367 147
7	2071-2080	403 320 962	181 445 272	64 159 293	117 285 979	309 742
8	2081-2090	425 402 316	180 910 570	68 377 153	112 533 418	318 497
9	2091-2100	451 306 271	181 055 564	64 334 262	116 721 302	372 384
10	2101-2110	477 585 670	180 232 364	69 258 273	110 974 091	328 818
11	2111-2120	489 534 783	180 362 538	63 191 426	117 171 113	353 624

6.4.Priekšlikumi meža nozares nākotnes attīstības tendencēm atbilstoša koku ciršanas apjoma prognozes pilnveidošanai

Gan starptautiskās saistības, gan dažādi Latvijas normatīvie akti, gan meža nozares un sabiedrības viedoklis uzliek par pienākumu Latvijā veikt ilgtspējīgu mežsaimniecību. Tādēļ arī mežsaimniecības politikas nākotnes perspektīvas ir galvenokārt saistītas ar ilgtspējīgu mežsaimniecību, ko var raksturot šādi:

- tirdzniecības ekonomika un brīva konkurence mežsaimniecībā, kas ir balstīta uz atbilstošu likumdošanu un pēc iespējas mazāku valsts iejaukšanos mežu apsaimniekošanā;
- tirdzniecības vadīta naudas plūsma, lai tādējādi nodrošinātu ilgtspējīgu mežsaimniecību;
- liela bioloģiskā daudzveidība, kas panākta saglabājot biotopus, saimniekošanas metodes pielāgojot dabas procesiem, veicot ietekmes uz vidi novērtējumu un vides stāvokli, kā arī veicot uzturēšanas pasākumus;
- darba drošība un augsta kvalifikācija, ko stimulē ilgtspējīga un labvēlīga uzņēmējdarbības vide;
- augsta koksnes izmantošanas efektivitāte, ieviešot vidi saudzējošas materiālu izmantošanu, kokapstrādes atlikumu turpmāku izmantošanu plātņu, celulozes, enerģijas ražošanā, kā arī atbilstošu nodokļu politiku un citus motivēšanas veidus;
- meža platību palielināšana, apmežojot lauksaimniecības zemes, kas netiek izmantotas lauksaimniecībai vai citiem mērķiem.²¹

Lielākais izaicinājums parasti ir ilgtspējīgās mežsaimniecības raksturojumu pārvērst mērāmos rādītājos. Arī Latvijas meža politikā ir definēti mērķi un principi, nenosakot izmērāmus rādītājus. Turklāt tiek dažādi interpretēti Latvijas meža politikas ekonomiskie mērķi, uz valstij piederošajiem mežiem attiecinot tikai divus:

- kapitāla (meža) vērtība nedrīkst samazināties, tai vēlams pieaugt;
- īpašnieks (valsts) vēlas gūt peļņu no kapitāla (meža).

Lai gan tikai vienu rindkopu augstāk ir skaidri definēts, ka „Meža politikas ekonomiskais mērķis ir nodrošināt **meža nozares ilgtspējīgu attīstību un rentabilitāti**, ievērojot ekoloģiskos un sociālos nosacījumus, un dot maksimāli iespējamo pievienotās vērtības pieaugumu.”²² Jāatzīmē, ka

²⁰ Avots: DAGNIS DUBROVSKIS, disertācijas tēma “Balancspējīgas mežierīcības metodes teorētiskais pamatojums un ieviešanas modeļi” 2007.gads

²¹ Avots: Zemkopības ministrija, <http://www.zm.gov.lv/?sadala=75>

²² Avots: Latvijas meža politika, 2.lpp, http://www.zm.gov.lv/doc_upl/mezu_politika.pdf

iepriekšminētās divas valsts kā šī kapitāla (meža) īpašnieka pamatinterese nevis sašaurina ekonomisko mērķi, bet gan precīzē atsevišķu tās daļu.

Dažādi tiek interpretēti arī pārējie, piemēram, ekoloģiskie un sociālie jautājumi, kas apgrūtina tādu koku ciršanas apjoma prognožu izstrādi, kuru kā atbilstošu uztvertu gan ekonomisko, gan sociālo, gan vides interešu pārstāvji. Tāpat bieži diskusijas notiek ne tik daudz par ciršanas apjomiem, bet gan par mežsaimniecības metodēm, kā tie tiek izstrādāti.

Darbs pie Eiropas līmeņa ilgtspējīgas meža apsaimniekošanas kritēriju - indikatoru sistēmas izstrādes tika uzsākts otrajā Ministru konferencē par Eiropas mežu aizsardzību (MCPFE) (Helsinki, 1993.) - pieņemta Rezolūcija H1 "Vispārīgas pamatnostādnes Eiropas mežu ilgtspējīgai apsaimniekošanai" un Rezolūcija H2 "Vispārīgas pamatnostādnes Eiropas mežu bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai". Trešajā MCPFE, 1998 (Lisabona) tika apstiprināti kritēriju –indikatoru sistēmas aprakstošie rādītāji, pamatnostādnes mežu ilgtspējīgai apsaimniekošanai un deklarēta apņemšanās pieņemt sešus Eiropas kritērijus mežu ilgtspējīgai apsaimniekošanai, apstiprinot, īstenojot un vienlaikus pastāvīgi uzlabojot ilgtspējīgas mežu apsaimniekošanas Eiropas rādītājus un apstiprinot brīvprātīgās "Eiropas pamatnostādnes mežu ilgtspējīgai apsaimniekošanai". Ceturtajā Ministru konferencē par mežu aizsardzību Eiropā (Vīne, 2003.) kritēriji un indikatori tika pārskatīti un precizēti. Šie kritēriji un indikatori tiek izmantoti, lai salīdzināmā formā iegūtu informāciju par situāciju Eiropā. Tie tiek izmantoti par pamatu nacionālā līmeņa kritērijiem un indikatoriem.²³ 2011.gadā Tautsaimniecības, agrārās, vides un reģionālās politikas komisijas izveidotā darba grupa par likumprojektu "Grozījumi Meža likumā" izskatīja priekšlikumu, ka likumam jāregulē „Kritērijus pēc kuriem novērtē meža apsaimniekošanas atbilstību meža ilgtspējīgas apsaimniekošanas principiem visos mežos, kā arī šo kritēriju monitoringa kārtību nosaka Ministru kabinets.” Šī priekšlikuma izskatīšanā darba grupa nonāca pie secinājuma, ka Latvijā par piemērotākiem ir atzīstami Ministru konferencē par Eiropas mežu aizsardzību izstrādātie kritēriji. Tomēr arī šie kritēriji vairāk raksturo tendences un salīdzina valstis, nevis nosaka konkrētus rādītājus, kas jāsasniedz. 2010. un 2011. gadā Zemkopības ministrijas, Ekonomikas ministrijas un Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas, izmantojot par pamatu MCPFE kritēriju - indikatoru sistēmu, apkopoja Latvijas meža nozares attīstības dinamiku pēdējos 20 gados. Viens no lielākajiem izaicinājumiem bija datu dažāda aptvēruma vai trūkums. Arī 2011.gada 25. februāra konferencē „Meža nozare 20 Latvijas neatkarības gados” daudzkārt izskanēja doma, ka katrs atsevišķais rādītājs nav vērtējams atrauti no konteksta. Ņemot vērā visu šo pieredzi, jāsecina, ka ārkārtīgi sarežģīti, ja ne pat neiespējami, piešķirt konkrētus rādītājus sasniedzamajiem kritērijiem – indikatoriem, jo ir jāvērtē to tendences.

Ja ilgtspējības kritērijus – indikatorus vēlas izmantot lēmumu pieņemšanas atbalsta sistēmās, tad kā labs piemērs var kalpot projektā EFORWOOD izstrādātais rīks "ToSIA—A tool for sustainability impact assessment of forest-wood-chains"²⁴, kas palīdz analizēt meža – koksnes ķēdes izmaiņas vides, ekonomisko un sociālo ietekmi harmonizētā ietvarā no meža līdz gala produkta dzīves cikla beigām. Attiecīgi pielāgojot šo rīku, varētu analizēt dažādus attīstības scenārijus, kā, piemēram:

- Kā kokrūpniecību ietekmēs aizsargājamo platību īpatsvara palielināšana?
- Kā tūrisma industriju ietekmēs aizsargājamo meža platību palielināšana?
- Kā kokrūpniecību ietekmēs lielas zāģētavas slēgšana?

Šī projekta uzdevums ir arī sniegt priekšlikumus meža nozares nākotnes attīstības tendencēm atbilstoša koku ciršanas apjoma prognozes pilnveidošanai. Lai to sasniegtu, „meža nozare” tiek sašaurināta līdz „Latvijas mežos iegūtās koksnes pārstrādātājs”.

Latvijas mežos iegūtās koksnes pārstrādātājiem ir svarīgi, lai:

- Prognozēšanas modelis saturētu šādus ierobežojumus:
 - ir iespējami liels, stabils un prognozējams pieejamo koksnes resursu apjoms, ko raksturo šādi rādītāji:

²³ Avots: Zemkopības ministrijas priekšlikumi likumprojekta „Grozījumi Meža likumā” normu precizējumiem un to pamatojumi pēc 10.08.2011. darba grupas sēdes

²⁴ Plašāka informācija www.eforwood.com

- kopējais koksnes piegāžu apjoma lielākais pieļaujamais samazinājums/ palielinājums starp gadiem nepārsniedz 20%, kā arī koksnes piegāžu apjoma lielākais pieļaujamais samazinājums/ palielinājums starp piecu gadu periodiem meža apsaimniekošanas ciklā nepārsniedz 20%;
- priedes, egles zāgbaļķu un bērza finierkluču (zāgbaļķu) piegāžu apjoma lielākais pieļaujamais samazinājums starp gadiem nepārsniedz 15%, kā arī šo sortimentu koksnes piegāžu apjoma lielākais pieļaujamais samazinājums starp piecu gadu periodiem meža apsaimniekošanas ciklā nepārsniedz 15%.
 - prognozētie ciršanas apjomi ir ar augstu ticamības līmeni tuvākajiem 5 līdz 10 gadiem;
 - prognozētie ciršanas apjomi tuvākajiem 5 līdz 10 gadiem nedrīkst tikt maksimizēti, apdraudot stabilas koksnes piegādes turpmākajos gados;
 - prognozētie ciršanas apjomi paredz pieaugumu koksnes produktiem, kas tiek tieši (piem., katlumājas) vai netieši (piemēram, granulu ražotāji) paredzēti enerģētikas sektoram. Šis pieaugums nedrīkst būt uz zāgbaļķu vai finierkluču piedāvājuma samazinājuma rēķina. Visvēlamākais risinājums ir palielināt nevis galveno, bet gan krājas kopšanas cirtes;
 - prognozētie ciršanas apjomi nebūtu pretrunā ar Latvijas meža politiku.
 - prognozēšanas modelis spētu sniegt šādu informāciju:
 - prognozētiem ciršanas apjomu izvietošanu telpā (raupjš reģionāls līmenis);
 - būtu zināms, cik prognozētie ciršanas apjomi ir attiecināmi uz valsti, cik pārējo īpašnieku mežiem;
 - prognozētie ciršanas apjomi ir sadalāmi pēc ieguves veida, t.i. galvenās cirtes, krājas kopšanas cirtes, pārējās cirtes.

6.5. Izvērtējamie aspekti, pamatprincipi maksimāli pieļaujamo ciršanas apjomu noteikšanai valsts mežos, kuri ņemtu vērā gan ekonomiskos, gan dabas aizsardzības un sociālos aspektus

Galvenās cirtes maksimāli pieļaujamie apjomi 5 gadu periodam pēc savas būtības ir meža apsaimniekošanas taktiskā (5 gadu) līmeņa lēmums, kurš izriet no ilgtermiņa stratēģijā paustajiem mērķiem un uzdevumiem.

Šeit vietā atgādināt, ka izpratne par meža apsaimniekošanas ilgspējību laika gaitā ir ievērojami mainījusies, ja sākotnēji koksnes ieguve notika nekontrolēti, tad ap 1750-tajiem gadiem sāka koksnes ražas ievākšanu veikt telpā un laikā organizējot mežu. 1826. gadā Hundeshagens izvirzīja normālā meža koncepciju (Hundeshagen 1826). 19.gs. vidū ciršanas vecumu noteikšana sāka dominēt monetārie kritēriji (no ~1870) (Faustman 1849). Latvijā ciršanas apjomus regulējuma teorētiskos priekšnosacījumus īpašuma apsaimniekošanā izveidoja E. Ostvalds ar savu relatīvās meža rentes teoriju (Ostwald, 1931). Taču jānorāda, ka Mežaizsardzības likums (1923) maksimāli pieļaujamo ciršanas apjomu regulēja tikai lielākiem īpašumiem un tāpat tika reglamentēti ciršanas vecumi, cirtes cirzieni utt. Īpašs regulējums bija t.s. aizsargu mežiem. Faktiski par daudzņēmēju mežu apsaimniekošanu sāka runāt kopš 1960. gadiem, kad uzsvārs tika likts uz **Daudzņēmēju pakalpojumi, dabas resursu saglabāšana, optimāla zemes izmantošana.**

Ciršanas apjoma aprēķins Latvijā tradicionāli galvenai cirtei balstīts uz „normālā” meža ideju.

Pamatprincipi

- Nepārtraukta
- Vienmērīga
- Nesamazinošās.

Metožu grupas cirsmu aprēķināšanai:

- Pēc platības (n-tās ierobežojošās cirsmas, n-tā cirsmas pēc vecuma utt.)
- Pēc krājas (Landolta)
- Pēc pieauguma (Latvijā praktiski nav lietotas).

Ciršanas vecums tradicionāli balstīts uz t.s. gatavības vecumiem:

- Dabiskā gatavība,
- Atjaunošanās jeb (fiziskā) gatavība
- Kvantitatīvā gatavība
- Tehniskās gatavība
- Kvalitātes gatavība
- Saimnieciskā gatavība (meža rente)
- Finansiālā gatavība (zemes rente)

Ciršu organizēšanai telpā un laikā klasiski ņemts vērā:

Cirtes virziens

Cirsmas virziens

Cirsmas platums, platība

Piesliešanās veids

Piesliešanās laiks

Mūsdienās iespējamā alternatīva ir ainavu ekoloģiskā plānošana.

Šīm metodēm bija jānodrošina koksnes resursu vienmērīgu pieejamību un efektīvu izmantošanu.

Starpizmantošanas apjoma noteikšana agrāk tika balstīta uz taksatora rīkojumiem, kā arī izstrādātajiem prioritāšu algoritmiem.

Arī pašreiz maksimāli pieļaujamā cirtes apjoma aprēķināšanai tiek izmantots mežu iedalījums pēc tautsaimnieciskās nozīmes, t.i., vai tajos ir pieļauta kailcirte cirte vai nav, nosakot maksimāli pieļaujamo ciršanas apjomu pārvaldītājam nacionālā līmenī (agrāk pa rajoniem).

Pašreiz pastāv arī vairākas alternatīvas pieejas:

- E. Ostvalda relatīvās meža rentes teorija.
- Vairākcēju (Multiple path) koncepcija (von Gadow, Pukkala, 2008).

Vienlaicīgi nedrīkst aizmirst arī saimnieciskās darbības ietekmi uz vidi un sociālajiem aspektiem.

Nosakot šo apjomu būtu jāņem vērā visu nozīmīgāko ekonomisko, ekoloģisko un sociālo aspektu izvērtējums, par pamatu ņemot tos 6.2. nodaļā iekļautos indikatorus, kuri tieši ietekmē resursu stāvokli un attīstību nākotnē. Taču šie kritēriji būtu jāizvērtē interešu grupām, nepieciešamības gadījumā papildinot ar jauniem indikatoriem, kuri atbilst raksturojami ar šādām īpašībām:

- Svarīgi attiecībā pret novērtējamo jomu;
- Loģiskajā aspektā cieši un nepārprotami saistīts ar novērtējamo jomu (bez pastarpinājumiem);
- Precīzi definēti (vienkāršos un vienozīmīgos vārdos);
- Diagnostiski specifiski;
- Viegli nosakāmi, aprakstāmi un interpretējami;
- Ticami;
- Adekvāti visos meža apsaimniekošanas, ekoloģiskās vai ekonomiskās sistēmas stresa līmeņa izmaiņās;
- Nodrošina kopsavilkumu vai integrētu mēru laikā un / vai telpā;
- Pievilcīgs lietotājiem

Savukārt lēmuma pieņemšanā būtu iespējams izmantot kādu no daudzvērtīgu lēmumpieņemšanas procedūrām, jo arī pašreiz galvenās cirtes apjoms tiek aprēķināts ar vairākām metodēm, un tad tiek pieņemts lēmums par kādas no šo metožu rezultātu izvēli par pamatokāko.

Taču līdzīgi kā daudzviet pasaulē pēcindustriālajā sabiedrībā no mežkopības viedokļa ilgtspējīga meža apsaimniekošana nespēj nodrošināt plaša apjoma bioloģiskās daudzveidības, estētisko un garīgo vajadzības nodrošinājumu, kuras sniedz neapsaimniekots mežs ir attīstījusies mežsaimniecības stadija, kas nosaukta par *sociālo mežsaimniecības posmu*, kas ir ekoloģiski un bioloģiski nenoplicinoša, un nodrošina meža ainavu plašu sociālo un vides vērtību klāstu sabiedrībai (Kimmins, 1997)

Secinājumi

1. Ozoliņa augstumlīknes, parabolas, logaritma un *Chapman-Richards* vienādojumi pietiekami precīzi aproksimē vidējo kvadrātisko augstumu, jo visiem vienādojumiem 96,7% - 100% no elementiem aprēķinātais vidējais kvadrātiskais augstums no uzmērīta atšķiras mazāk nekā par 10%.
2. Vidējā kvadrātiskā augstuma noteikšanai vispiemērotākā ir logaritmiskā funkcija, jo šai funkcijai nav sistemātiskās kļūdas.
3. No pārbaudītajām vispārējām augstumlīknēm vispiemērotākās ir *Gaffrey* vispārīgo augstumlīkņu vienādojumu aprēķināto koku augstumu starpības ($H_i - H_{apr}$) vidējā novirze ir tikai +0,12 metri, un augstumu starpībai ($H_i - H_{apr}$) nav konstatēta būtiskas korelācija ar relatīvo koku caurmēru (D_i/D_g). un uzmērīto un *Kuliešis* vispārīgo augstumlīkņu vienādojumi.
4. No visiem analizē iekļautajiem kokiem stumbra pirmie seši metri zāģbaļķu sortimentu prasībām (skuju kokiem 1.-5. kvalitātes grupa; lapu kokiem 1.-3. kvalitātes grupa) priedēm atbilst $91,2 \pm 0,6\%$, eglēm $82,3 \pm 0,8\%$, bērziem $53,9 \pm 1,2\%$, melnalkšņiem $60,7 \pm 2,2\%$, apsēm $51,2 \pm 3,1\%$ un baltalkšņiem $39,0 \pm 2,4\%$.
4. Izstrādāti vienādojumi koku 1. baļķa (6m) dažādu kvalitātes klašu varbūtībai (īpatsvaram) priežu, egļu un bērzu audzēm - 1.kvalitātes klases (1. šķiras baļķu), 7. kvalitātes klases (malka), 4-6. kv. klases – skujkokiem un 6.kvalitātes klases bērzam (zemas kvalitātes zāģbaļķi, papīrmalka)
5. LĢIA ortofoto attēli ir ar labiem rezultātiem izmantojami meža audžu teritoriju nodalīšanai kā programmas apmācības atbalstu izmantojot meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu datus. Klasifikācijas kvalitāte novērtējums ir augsts (Kappa koeficients 0,83 valdošās sugas novērtējumam), tomēr, lai paaugstinātu datu ticamību, nepieciešams klasifikācijas atkārtojums ar lielāku novērojumu skaitu valdošās sugas un vecuma grupu klasifikācijas klasēs.
6. Datu kopā ir pārāk liela datu izkliede, lai izdarītu statistiski nozīmīgus slēdzienus no viena gada pārņēmējmu datiem, bet kopējās tendences saistībā ar koku vecumu šie dati rāda.
7. Pašreizējā posmā faktiskā potenciālā pieauguma aproksimācijai izmantojama I. Liepas ieteiktā kamerālā metode (Liepa, 2009). Savukārt dabisko zudumu vērtībai izmantojami šī pētījuma rezultāti, bet ciršanas apjomi balstāmi uz VMD datiem.
8. Meža apsaimniekošanas Lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmas pamatā ir pielāgotas nacionāliem apstākļiem.
9. Tieši pārņemama nav neviena no apskatītajām LPAS, taču iespējama sadarbība ar piem., ToSIA izstrādātājiem.
10. Lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmā iekļaujama mežsaimniecības lēmumu pieņemšanas atbalsta risinājumi, taču tiem jānodrošina arī citu interešu grupu viedokļu iekļaušana un izvērtēšana.

Literatūra

- AKRN Ranasinghe, 2008, „Multi scale segmentation techniques in object oriented image analysis”, Asian Conference on Remote Sensing.
- Gebhard Banko, 1998, „A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data and of Methods Including Remote Sensing Data in Forest Inventory”, Report. International Institute for Applied Systems Analysis, 42.
- Germain, R.H., Floyd, D.W. and Stehman, S.V. 2001. Public perceptions of the USDA Forest Service public participation process. *Forest Policy and Economics* 3: 113-124.
- Hayit K. Greenspan, Rodney Goodman, 1992, „Remote Sensing Image Analysis via a Texture Classification Neural Network”, *Advances in Neural Information Processing Systems*.
- Hytönen, L.A., Leskinen, P. & Store, R. 2002. A spatial approach to participatory planning in forestry decision making. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17:62-71.
- International Labour Office 2000. Public participation in forestry in Europe and North America. Report of the FAO/ECE/ILO Joint Committee Team of Specialists on participation in Forestry. International Labour Office, Geneva.
- Kangas, A., Saarinen, N., Saarikoski, H., Leskinen, L.A., Hujala, T. & Tikkanen, J.. 2010. Stakeholder perspectives about proper participation for Regional Forest Programmes in Finland. *Forest Policy and Economics* 12:213-222.
- Kangas, J., Store, R., Leskinen, P. & Mehtätalo, L. 2000. Improving the quality of landscape ecological forest planning by utilizing advanced decision-support tools. *Forest Ecology and Management* 132:157-171.
- Kuliešis A. 1993. Lietuvos medinu prieaugio ir jo panaudojimo normatyvai. Lietuvos mišku institutas. Kaunas 383 l.
- Latvijas Valsts meži (LVM), 2008, „Attālās zondēšanas metožu, multispektrālo un termālo aerofoto un satelītuzņēmumu praktiskās pielietojšanas iespēju izpēti meža resursu uzskaitē un apsaimniekošanā”. Projekta atskaite. http://www.lvm.lv/files/text/satatskaitegala_2008_11_11a.pdf.
- Līpiņš, L. (1999) Stumbru racionāla sazarumošana. Rīga, Liesma, 76 lpp.
- LVM,(2007). Hārvestera un forvardera operatora rokasgrāmata. Palīgs stumbra un apaļo kokmateriālu sortimentu kvalitātes novērtēšanā. 78.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
- Malczewski, J. 1999. GIS and Multicriteria decision analysis. Wiley. 392 p.
- Meža attīstības fonds (MAF), 2007, „Meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu mērījumu interpolācijas projekts, izmantojot satelītu uzņēmumu analīzes iespējas”. Projekta atskaite. <http://www.zm.gov.lv/index.php?sadala=1396&id=7415>.
- Miren Josune Gallego Merino, 2011, „Contributions to the Analysis and Segmentation of Remote Sensing Hyperspectral Images”, Dr.disertācija. The University of the Basque Country, 142.
- Mustajoki J., Saarikoski H., Marttunen M., Ahtikoski A., Hallikainen V., Helle T., Hyppönen M., Jokinen M., Naskali A., Tuulentie S., Varmola M., Vatanen E., Ylisirniö A.L. 2011. Use of decision analysis interviews to support the sustainable use of the forests in Finnish Upper Lapland. *Journal of Environmental Management* 92: 1550-1563.
- Ozoliņš R., (2002) Forest stand assortment structure analysis using mathematical modeling. – *Metsanduslikud uurimused XXXVII*, 33-42. ISSN 1406-9954
- So-Ra Kim, Woo-Kyun Lee, Doo-Ahn Kwak, Greg S. Biging, Peng Gong, Jun-Hak Lee and Hyun-Kook Cho, 2011, „Forest Cover Classification by Optimal Segmentation of High Resolution Satellite Imagery”, *Sensors* 2011, 11, 1943-1958.

- Susskind, L. & Cruikshank, J. 1987. Breaking the Impasse. Consensual Approaches to Resolving Public Disputes. Basic Books.
- Tikkanen, J., Isokääntä, T. Pykäläinen, J. and Leskinen, P. 2006. Applying cognitive mapping approach to explore the objective structure of forest owners in a Northern Finnish case area. *Forest Policy and Economics* 9: 139-152.
- Tyrväinen, L., Mäkinen, K. & Schipperijn, J. 2007. Tools for mapping social values of urban woodlands and other green areas. *Landscape and Urban Planning* 79:5-19.
- Van Laar A., Akça A, (1997) Forest mensuration. Cuvillier Verlag Gottingen. 418 pp.
- Von Gadow, K., Hui, G. (1999) Modelling forest development. Kluwer academic publishers. 213 pp.
- Von Gadow, K., Pukkala, T. (2008) Designing green landscapes. Managing forest ecosystems. Volume 15.
- Webler, T., Tuler, S. & Krueger, R. 2001. What is good participation process? Five perspectives from the public. *Environmental Management* 27(3), 435-450