



LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE  
LATVIA UNIVERSITY OF AGRICULTURE

LATVIJAS VALSTS MEŽZINĀTNES INSTITŪTS „SILAVA”  
LATVIAN STATE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE „SILAVA”

Mg. silv. TOMS ZĀLĪTIS

**KĀRPAINĀ BĒRZA (BETULA PENDULA ROTH.)  
AUGŠANĀS GAITU UN STUMBRA KVALITĀTI  
IETEKMĒJOŠIE FAKTORI AUGLĪGAJOS MEŽA TIPOS  
LATVIJĀ**

**THE FACTORS INFLUENCING THE GROWTH AND STEM  
QUALTY OF SILVER BIRCH STANDS ON FERTILE SITE  
TYPES IN LATVIA**

PROMOCIJAS DARBA KOPSAVILKUMS

Dr. silv. zinātniskā grāda iegūšanai

RESUME OF THE PhD PAPER  
for the scientific degree of Dr. silv.

Jelgava 2008

Promocijas darba zinātniskais vadītājs:  
*Academic advisor:*

Imants Baumanis  
Dr. silv.

Darbs izpildīts Latvijas Valsts Mežzinātnes institūtā „Silava” laika posmā no 2005. līdz 2008. gadam.

*The research was carried out at the Latvian State Forestry Research Institute „Silava” in the time period from 2005 to 2008.*

Oficiālie recenzenti/ Official reviewers:

- Prof., Dr. silv. Andrejs Dreimanis, LLU, Latvijas Zinātnes padomes eksperts/ *Professor at LUA, expert of the Scientific Board of Latvia*
- Dr. silv. Kaspars Liepiņš, LVMI „Silava” vadošais pētnieks/ *Leading researcher of LSFRI „Silava”*
- Hardi Tullus, PhD, Igaunijas Dzīvības zinātņu universitātes Mežsaimniecības un lauku inženieru institūta meža ekoloģijas vadošais pētnieks/ *Leading researcher at the Estonian University of Life Sciences*

Darba izstrāde un noformēšana veikta ar ESF grantu atbalstu.

*The doctoral thesis has been worked out by financial support of ESF.*



Promocijas darba aizstāvēšana notiks LLU Mežzinātņu un Materiālzinātņu nozares promocijas padomes atklātā sēdē \_\_\_\_\_, Jelgavā, Dobeles ielā 41, sēžu zālē.

*The promotional paper will be presented for public criticism in an open session of the Promotion Council of Forest Sciences and Material Sciences of Latvia University of Agriculture held on \_\_\_\_\_, in the conference hall of LUA Department of Wood Processing, Jelgava, Dobeles Street 41.*

Ar promocijas darbu un kopsavilkumu var iepazīties LLU Fundamentālajā bibliotēkā Lielā ielā 2, Jelgavā vai <http://llufb.llu.lv/theses.htm>. Atsauksmes sūtīt LLU Mežzinātņu un Materiālzinātņu nozares promocijas padomes sekretāram Dr. sc. ing. A. Drēskam Akadēmijas ielā 11, Jelgavā, LV 3001, Latvija

*The thesis and resume are available at the Fundamental Library of LUA, Lielā ielā 2, Jelgava or <http://llufb.llu.lv/theses.htm>. References should be sent to the secretary of the Promotion Council of Forest Sciences and Material Sciences Dr. sc. ing. A. Drēska, Akadēmijas Street 11, Jelgava, LV 3001, Latvia*

## Satura rādītājs/Table of Contents

1. Darba vispārējs raksturojums .....	4
1.1. Tēmas aktualitāte .....	4
1.2. Pētījuma mērķis .....	4
1.3. Promocijas darba uzdevumi .....	4
1.4. Darba novitāte, zinātniskā un praktiskā nozīmība .....	4
1.5. Zinātniskā darba aprobācija .....	5
1.6. Promocijas darba struktūra un apjoms .....	6
2. Pētījuma materiāls un metodika .....	6
2.1. Mērķtiecīgi izveidotu bērzu audžu attīstības izpēte .....	6
2.2. Bērza stumbru kvalitātes novērtējums bērzu audzēs Latvijā .....	6
2.3. Latvijas bērzu audžu struktūras savdabības .....	7
3. Rezultāti un diskusija .....	8
3.1. Mērķtiecīgi izveidotu bērzu audžu attīstība .....	8
3.2. Bērza stumbru kvalitāte bērzu audzēs Latvijā .....	17
3.3. Latvijas bērza audžu struktūras izvērtējums Meža resursu monitoringa ietvaros .....	24
4. Galvenie secinājumi .....	31
1. The overall description of the thesis .....	33
1.1 Background .....	33
1.2. The aim of the research .....	33
1.3. The objectives of the research .....	33
1.4. Scientific novelty and practical significance of the research .....	33
1.5. The scientific approval of the research .....	34
1.6. The structure of the thesis .....	34
2. Material and methods .....	34
2.1. The analysis of growth and productivity of purposefully created silver birch stands .....	34
2.2. The analysis of the stem quality of birch stands in Latvia .....	34
2.3. The particularities of the structure of the birch stands in Latvia .....	35
3. Results and discussion .....	36
3.1. The analysis of growth and productivity of purposefully created silver birch stands .....	36
3.2. The stem quality of birch stands in Latvia .....	40
3.3. The evaluation of the birch stand structure in the frames of Forest resource monitoring data .....	46
4. Main conclusions .....	50

## **1. Darba vispārējs raksturojums**

### **1.1. Tēmas aktualitāte**

Sākoties Latvijas valstiskajai virzībai uz tirgus ekonomiku 20. gadsimta beigās, kā arī turpinoties finierrūpniecības attīstībai, bērzs kļuva par ļoti pieprasītu koku sugu. Nozīmīgs kļuva ne vien iegūstamo kokmateriālu apjoms, bet arī to kvalitāte. Paralēli tam atklājās patiesība, ka trūkst zināšanu gan par to, kā labāk atjaunot ar bērzu nocirstās meža platības, gan arī - kā bērza jaunaudzēšanas struktūrējas un aug jaunaudzēšanas vecumā. Trūka arī priekšstata par to, kāds jaunaudzēšanas sākotnējais biežums būtu jāizvēlas, lai veidotos labas kvalitātes bērzu audze – ar taisniem stumbriem, kas laika gaitā veiksmīgi atzarojas. Līdzšinējie pētījumi, kas skar šos jautājumus, veikti pārsvarā Somijā. Nebija zināms, vai visi somu pētnieku secinājumi būtu attiecināmi arī uz bērzu audzēm Latvijā. Tajā pašā laikā bērzs jau pēdējos 50 gadus ir kļuvis par otru sastopamāko koku sugu Latvijas mežos. Arī bērzu audžu vecumstruktūras analīze rada nopietnas bažas par to, vai kokapstrādes uzņēmumiem, kas orientējas uz bērzu koksnes pārstrādi, neradīsies izejmateriāla deficīts tuvāko gadu desmitu laikā. Pēdējos gados jautājumi par bērza audzēšanas problemātiku ir izpelnījušies pastiprinātu Latvijas meža nozares zinātnieku ievērību. Notiek sistemātisks darbs pie kārpainā bērza reproduktīvā materiāla ģenētiskās kvalitātes uzlabošanas, veikta virkne pētījumu par bērza mežaudžu ierīkošanu bijušajās lauksaimniecības zemju platībās. Neskatoties uz to, pētījumi par bērza audžu apsaimniekošanas metodēm, kuras virzītas uz augstāzīgu un kvalitatīvu mežaudžu izveidošanu, ir ļoti aktuāli un ar augstu saimniecisko nozīmi.

### **1.2. Pētījuma mērķis**

Noskaidrot, kāda ir augšanas apstākļu, reģionālās lokalizācijas, mistrojuma, audzes izcelsmes, īpašuma formas un kopšanas režīma ietekme uz dažāda vecuma bērzu audžu augšanas gaitu, produktivitāti un ražību auglīgajos meža tipos.

### **1.3. Promocijas darba uzdevumi**

1. Mērķtiecīgi izveidotu bērzu audžu ražības un attīstības izpēti;
2. Bērza stumbru kvalitātes analīze bērzu audzēs Latvijā;
3. Latvijas bērzu audžu struktūras izvērtējums saistībā ar augšanas apstākļiem un audžu lokalizāciju.

### **1.4. Darba novitāte, zinātniskā un praktiskā nozīmība**

Darbā izmantots plašs empīriskais materiāls – ilglaicīgie LVMI Silava parauglaukumi un apjomīgā Mežu resursu monitoringa datu bāze. Autors ir piedalījies gan šo parauglaukumu ierīkošanā, gan datu ievākšanā un apstrādē.

Promocijas darba ietvaros izmantots plašs un daudzveidīgs empīriskais materiāls, kas raksturo bērzu audzes Latvijā. Tie ir regulāri pārmērītu pastāvīgo

parauglaukumu dati, un informācija no Meža resursu monitoringa pirmo četru gadu datu bāzēm, kas izmantotas šādos pētījumos pirmoreiz.

Kā galvenais ieguvums no promocijas darba jāakcentē ieteikumi augstražīgu un kvalitatīvu bērza audžu izveidei, kā arī iespēja cērtama vecuma bērzu audzē aprēķināt augstas kvalitātes zāgmateriālu iznākumu, zinot vien galvenos audzes taksācijas rādītājus.

### ***1.5. Zinātniskā darba aprobācija***

#### Zinātniskās publikācijas par darba tēmu:

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

2. Zālītis P., Špalte E., Zālītis T. (2003) Bērzu finierkluču apjoma un kvalitātes novērtējums atšķirīgos meža augšanas apstākļos. *Mežzinātne*, 13(46), 37.-60. lpp.

3. Zālītis P., Lībiete Z., Zālītis T. (2006) Mērķtiecīgi izveidoto kokaudžu augšanas gaita un strukturēšanās. *Mežzinātne*, 16 (4), 9-29 lpp.

4. Zālītis T., Zālītis P.. (2007) Growth of Young Stands of Silver Birch (*Betula pendula* Roth.) Depending on Pre-Commercial Thinning Intensity. *Baltic Forestry*, 13(1), p. 61-68

5. Zālītis T. (2008) Piemestrojuma ietekme uz ražības un stumbra kvalitātes rādītājiem priedes, bērza un egles audzēs Latvijā. Meža resursu monitoringa datu analīze. *LLU Raksti*, 20 (315), p. 76-83

#### Konferences:

1. SNS Forest growth and yield network meeting; Bergena, Norvēģija, 2005. gada 26.-28. septembris, stenda referāts ar publicētu kopsavilkumu: *Zalitis T., Zalitis P. Growth of purposely managed young silver birch stands in Latvia.*

2. Zinātniski praktiskā konference „Mežzinātne un prakse nozares attīstībai” Jelgava, 2006. gada 15. un 16. marts, referāts: *T.Zālītis. Augstražīgu bērza audžu izveidošanas iespējas Latvijā.*

3. Starptautiskā mežsaimniecības izstāde „Silva Regina”, Brno, Čehija, 2006. gada 2.-6.aprīlis, stenda referāts: *Zalitis T., Zalitis P Growth of purposely managed young silver birch stands in Latvia.*

4. Starptautiskā konference „Education and Development of the Forestry Sector in Northwest Russia”, Sanktpēterburga, Krievija, 2006.gada 22.-26. maijs, stenda referāts: *Zalitis T. Growth and Stem quality of young silver birch stands in Latvia.*

5. EFI 2006 Annual conference and scientific seminar „The Role of Forestry in Integrated Environmental Assessments”; Nīderlande, Kerkrade, 2006. gada 14.-16. septembris, stenda referāts: *Zalitis T., Libiete Z. Regional productivity and quality differences of the main tree species in Latvia.*

6. Latvijas Universitātes 65.zinātniskā konference, vides zinātnes sekcija; Rīga, 2007. gada 1. februāris, stenda referāts: *Lībieta Z., Zālītis T. Priedes, bērza un egles audžu ražības reģionālās atšķirības Latvijā uz meža statistiskās informācijas parauglaukumu bāzes.*

7. 5.starptautiskā jauno zinātnieku konference Kišiņevā, Moldovā, 2007. gada 9. novembris, referāts: *Zalitis T. The impact of different thinning intensities on the growth of young birch stands.*

8. Starptautiskā konference „Zinātne lauku attīstībai”, 2008.gada 21. maijs, referāts: *T.Zālītis. The analysis of silver birch stands in state and private forests in Latvia.*

### **1.6. Promocijas darba struktūra un apjoms**

Promocijas darba struktūra ir pakārtota darba uzdevumiem. Pirmajā nodaļā analizēta literatūra un iepriekš veiktie pētījumi saistībā ar promocijas darba tēmu. Otrās nodaļas trijās apakšnodaļās atbilstoši darba uzdevumiem raksturoti pētījumu objekti, datu ievākšanas un matemātiskās apstrādes metodes. Trešās nodaļas četrās apakšnodaļās atbilstoši izvirzītajiem pētnieciskajiem uzdevumiem izklāstīti iegūtie rezultāti un no tiem izrietošie secinājumi. Darbu noslēdz kopsavilkums, nozīmīgākie secinājumi un priekšlikumi.

Promocijas darba apjoms ir 89 lappuses; informācija apkopota 14 tabulās un 25 attēlos, izmantoti 75 literatūras avoti. Darba noslēgumā formulēti 7 secinājumi.

## **2. Pētījuma materiāls un metodika**

### **2.1. Mērķtiecīgi izveidotu bērzu audžu attīstības izpēte**

Daļa promocijas darbā izmantoto datu iegūti, analizējot sastāva kopšanas ciršu ietekmi auglīgajos meža tipos (Vr, As, Ap). Gulbenes, Ogres un Jumpravas mežniecībā 1991. gadā ierīkoti 17 pastāvīgie parauglaukumi 8, 11 un 18 gadus vecās bērzu tīraudzēs ar vidējo augstumu attiecīgi 3.0 m, 9.2 m un 10.4 m. Sākotnējais koku skaits bija 30 400 gab. ha<sup>-1</sup>, 10 400 gab. ha<sup>-1</sup> un 13 000 gab. ha<sup>-1</sup>, kas, izcērtot tievākos kokus, kopšanas cirtēs samazināts līdz 1000 gab. ha<sup>-1</sup>, 1500 gab. ha<sup>-1</sup>, 2000 gab. ha<sup>-1</sup> un 3000 gab. ha<sup>-1</sup>. Kokaudzes atkārtoti pārmērītas 1993., 1997., 1999., 2002. un 2006. gadā, novērtējot to galvenos taksācijas rādītājus – audzes vidējo caurmēru, audzes vidējo augstumu, stumbra bezzaru daļas garumu.

### **2.2. Bērza stumbru kvalitātes novērtējums bērzu audzēs Latvijā**

Informācija, kas izmantota, lai novērtētu bērza audžu stumbru kvalitāti Latvijā pa reģioniem, iegūta, ievācot izejmateriālu īslaicīgos parauglaukumos Latvijas mežos - 23 cirmās Zemgales un Vidusdaugavas mežsaimniecību 16 Valsts mežniecībās. Ikvienā cirmā pēc nejaušības principa izmantoti 20 nozāģēti bērzu stumbri un visiem 460 kokiem izmērīts stumbra caurmērs 1.3 m

atstatumā no nozāgējuma, kā arī stumbra garums un paaugstinātas kvalitātes (elitāro) finierkluču īpatsvars no stumbra tilpuma kā audzes kvalitātes rādītājs.

Divās paraugkopās: 13 cirsīs (260 stumbri) sausieņu mežos un 10 cirsīs (200 stumbri) nosusinātajos mežos ievāktais materiāls nodrošina iespēju salīdzināt bērza stumbra parametrus – tilpumu, raukumu, kā arī atzāgu apjomu. Katram stumbram izmērīts caurmērs divos stateniskos virzienos: 0.0 m; 0.5 m; 1.0 m; 1.5 m; 2.0 m; 2.5 m; 3.0 m; 5.0 m; 7.0 m; 9.0 m; 11.0 m; 13.0 m; 15.0 m; 17.0 m; 19.0 m atstatumos no nozāgējuma vietas, kamēr stumbra mazākais caurmērs ar mizu  $d > 22$  cm. Veicot tālākus aprēķinus, meklēts rādītājs, kas raksturotu vērtīgākā bērzu zāģbaļķa sortimenta - finierkluča - iznākumu šajās audzēs. Aprēķinu rezultāti izmantoti vērtīgāko bērzu sortimentu iznākuma prognozei Meža resursu monitoringa parauglaukumos.

Atsevišķi analizētas cērtama vecuma audzes (vecums 70 gadi un vairāk) no Mežu resursu monitoringa pirmo četru gadu datu bāzēm. Tā kā datu bāzē šajā vecuma grupā nebija pietiekams datu apjoms, lai datus analizētu paraugkopās atsevišķi pa sausieņu un pārējiem mežiem, analīze veikta tikai pa īpašuma formām un reģioniem – Rietumlatvijā un Austrumlatvijā. Vērā ņemta bērzu krāja attiecīgajās audzēs atkarībā no citu sugu piemistrojuma gradācijas klases, kā arī elitāro finierkluču iznākums, kura aprēķināšanas metodika izriet no iepriekšējiem pētījumiem un aprakstīta turpmāk.

### **2.3. Latvijas bērzu audžu struktūras savdabības**

Trešā pētnieciskā uzdevuma realizācijai veikts bērzu tīraudžu taksācijas rādītāju aprēķins, datus atlasot no Latvijas mežu resursu monitoringa ietvaros ierīkoto un uzmērīto parauglaukumu datu bāzes.

Latvijas meža resursu monitoringa projekts ir uzsākts 2004. gadā, viena uzmērījumu kārtā ilgst 5 gadus, kuru laikā Latvija tiek pārklāta ar vienādmalu trijstūru tīklu, to malas garums 4 km.

Kritēriji, pēc kuriem atlasītas bērzu audzes no Latvijas mežu resursu monitoringa datu bāzes, ir sekojoši:

- valdošā suga – atlasītas audzes, kurās bērza līdzdalība audzes I stāvā ir vismaz 5 sastāva vienības no krājas; par bērzu tīraudzi uzskatīta mežaudze, ja tās sastāvā ir bērzs ar vismaz astoņām sastāva vienībām no I stāva krājas;
- zemes kategorija, uz kuras izveidojusies bērzu audze – mežs, mežs uz lauksaimniecības zemēm vai aizaugusi lauksaimniecības zeme, lai būtu iespējams gūt priekšstatu par audzēm, kuras izveidojušās uz pamestām lauksaimniecības zemēm;
- mežaudzei jāaizņem vismaz 4/5 no parauglaukuma platības, lai no tālākās datu apstrādes neizslēgtu tādas mežaudzes, kuras robežojas ar meža infrastruktūras objektiem, piemēram, meža grāvjiem vai ceļiem;
- meža tips – lai izslēgtu iespējamo pūkainā bērza (*Betula pubescens* Ehr.) piemistrojumu audzē, atlasītas audzes tādos meža tipos, kuros augšanas apstākļi ir kārpainajam bērzam (*Betula pendula* Roth.)

piemērotākie – damaksnis, vēris, gārša, šaurlapju ārenis un kūdrenis, platlapju ārenis un kūdrenis.

Lai veiktu darba uzdevuma izpildei nepieciešamos aprēķinus, uzmanība pievērsta sekojošiem audžu taksācijas rādītājiem:

- audzes vidējais caurmērs  $D$ , cm;
- audzes vidējais augstums  $H$ , m;
- audzes vecums, gadi;
- koku skaits uz ha  $N$ , gab. ha<sup>-1</sup>;
- audzes krāja  $M$ , m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>;
- tekošais pieaugums, m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> gadā;
- audzes sastāvs.

Atlasot informāciju no Meža resursu monitoringa datu bāzes pēc augstākminētās metodes, tālākos aprēķinos iespējams izmantot datus no 1051 parauglaukuma, kas reprezentē bērzu audzes visas Latvijas teritorijā. Papildus analizētas 148 audzes, kas izveidojušās laika gaitā, aizaugot lauksaimniecības zemēm.

Pazīmju atbilstība normālajam sadalījumam pārbaudīta ar Kolmogorova-Smirnova testu, gadījumos, kad sadalījums atbilst normālajam, datu tālākai analīzei izmantots t-tests neatkarīgu izlašu salīdzināšanai un vienfaktora dispersijas analīze (ANOVA). Gadījumos, kad datu sadalījums neatbilst normālajam, izmantots Manna-Vitneja  $U$  tests un Kruskala-Valisa tests, kas ir alternatīvās neparametriskās metodes t-testam un vienfaktora dispersijas analīzei.

### **3. Rezultāti un diskusija**

#### ***3.1. Mērķtiecīgi izveidotu bērzu audžu attīstība***

Lai būtu iespējams veikt bērzu audžu struktūras izpēti, analizēta vairākkārtējos pārmērījumos iegūtā informācija par audžu taksācijas rādītāju izmaiņām laikā 17 parauglaukumos, kas ierīkoti 1991. gadā. Papildus izmantota informācija, kas iegūta no 34 parauglaukumu datiem, kas ierīkoti vēlāk – 1999. gadā. Arī šie parauglaukumi jau pārmērīti 2002. un 2006. gadā. Visos parauglaukumos (kopā 51) veikti taksācijas rādītāju uzmērījumi – noteikts koku skaits 1 cm caurmēra pakāpēs, audzes vidējais caurmērs, augstums un vainaga sākuma augstums, aprēķināts audzes šķērslaukums un krāja, kā arī viena koka tilpums. Pārmērījumu laikā izvērtēta audzes strukturēšanās – vai veidojas starpaudze. Gadījumos, ja tāda veidojusies, ir noteikti taksācijas rādītāji arī starpaudzei.

Valdaudzes koku skaita samazināšanās tikai daļēji saistīta ar audzes augstuma palielināšanos, un mērķtiecīgi veidotās audzēs skaita izmaiņas krasi atšķiras no Pagaidu augšanas gaitas tabulās (Sarma 1948) uzrādītajām sakarībām. Dati liecina, ka 3.0 m augstā jaunaudzē atstājot 1500 kociņus, 15 gados audzes vidējais augstums palielinājies par aptuveni 10 m, sasniedzot 13 m augstumu, pie tam visi kociņi ir saglabājušies un starpaudze pagaidām neveidojas. Augšanas gaitas tabulās norādīts, ka pilnas biežības audzēs ar šādu augstumu starpību



kociņu skaits sarūk par vairākiem tūkstošiem. Arī šajos objektos, ja pie sākotnējā augstuma  $H_0=3.0$  m jaunaudzē aug, piem., 10 tūkst. kociņu uz 1 ha, 15 gados valdaudzēs kociņu skaits samazinās (atmirst vai pāriet starpaudzē) par 7500 gab. ha<sup>-1</sup>.

Bērzu skaita samazināšanos  $\Delta N$  valdaudzē izsakot matemātiska vienādojuma veidā, iegūst:

$$\Delta N = H_0 + 0.946 N_0 - 1984, \text{ kur} \quad (1)$$

$R^2 = 0.99$  un  $\Delta N$  izmaiņas par 76% ietekmē sākotnējais kociņu skaits  $N_0$  un par 23% - valdaudzēs augstums  $H_0$ .

No šī vienādojuma var izskaitļot, kāds kociņu skaits  $N_0$  atstājams, lai visi saglabātie koki ražotu koksni vismaz turpmākos 15 gadus (tik ilgs ir pastāvīgo novērojumu periods).

$\Delta N = 0$ , ja  $H_0 = 3.0$  m un  $N_0 = 1913$ , t.i.  $\approx 2000$  gab. ha<sup>-1</sup>; un,

ja  $H_0 = 10.0$  m un  $N_0 = 1483$ , t.i.  $\approx 1500$  gab. ha<sup>-1</sup>.

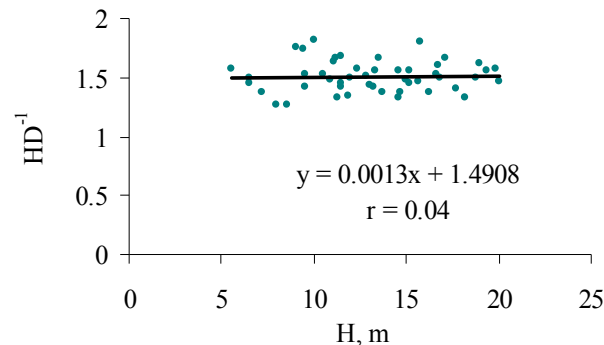
Tātad eksperimenta rezultāti liecina, ka biezu bērzu jaunaudzū izretināšana uzreiz līdz 2.0 tūkst. gab. ha<sup>-1</sup> saistīta ar minimālu, tātad pilnā mērā pieļaujamu risku. Atkārtoti pārmērītajos parauglaukumos, kur pēdējos gados veiktas intensīvas sastāva kopšanas cirtes, neviena audze nav ievērojami cietusi no sniega bojājumiem. Visos parauglaukumos ar kopumā 5 tūkst. atstātajiem kociņiem sniegs nolauzis tikai 6 kociņus – Gulbenes mežniecības objektos 5, Jēkabpils virsmežniecības Leimaņu mežniecībā - 1. Pie tam nav novērotas būtiskas atšķirības starp jaunaudzēm sausieņu augšanas apstākļos un pārējām pētījumā analizētajām bērzu jaunaudzēm. Šī iemesla dēļ pētījuma rezultātus reprezentējošie grafiki nav zīmēti atsevišķi pa augšanas apstākļiem, bet vienoti. Arī mērķtiecīgi izretinātas bērzu audzes vizuālais novērtējums liecina, ka tā ir vitāla, produktīva un ar augstu stumbru kvalitāti (3.1. attēls).



**3.1. att. Mērķtiecīgi izretināta bērzu audze Gulbenes rajonā**  
**Fig.3.1. Purposfully thinned birch stand in Gulbene district**

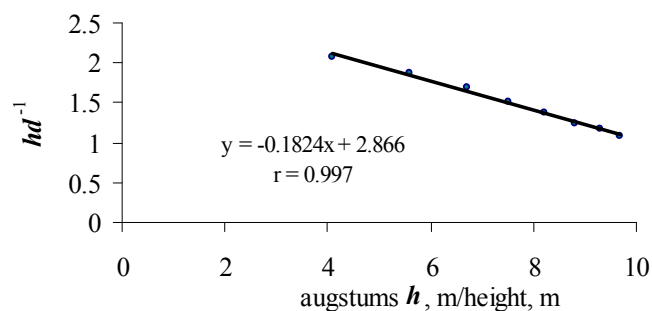
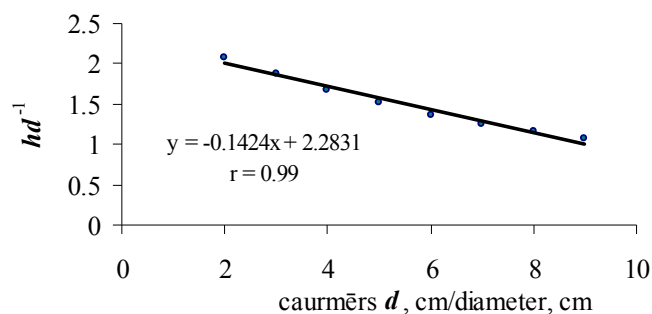
Analizējot iepriekšējā audžu taksācijas rādītāju D un H izmaiņas laikā, var secināt, ka vislielākie vidējā krūšaugstuma caurmēra un augstuma pieaugumi sasniegti tajos parauglaukumos, kuros sākotnējais koku skaits samazināts viskrasāk. Slaiduma koeficientu  $HD^{-1}$  izmaiņas novērojumu periodā ir nebūtiskas, līdz ar to norādot, ka nenorisinās koku stumbru izstīdzēšana. Pretējs secinājums izdarāms parauglaukumos ar lielu atstāto kociņu skaitu nekoņtajās audzēs.

No iepriekšminētā var secināt, ka nereti pārmērīgi tiek akcentēta  $HD^{-1}$  attiecība kā noturību regulējošs rādītājs. Sekojot priekšrakstiem, auglīgajos meža tipos, kur  $HD^{-1}$  attiecība vienmēr ir lielāka par 1.0, bērzu audzēt vispār nebūtu iespējams. Taču pētījuma objektos vitālo bērzu audžu, ar vidējo augstumu  $5\text{ m} < H < 20\text{ m}$ ,  $HD^{-1}$  modālā vērtība ir 1.5 (3.2. attēls).



**3.2. att. Bērza valdaudzes vidējā augstuma un vidējā caurmēra attiecība  $HD^{-1}$  kā H funkcija sniega un vēja nebojātās audzēs**  
**Fig.3.2. The correlation between average slenderness ratio  $HD^{-1}$  and stand height H**

$HD^{-1}$  palielinātu attiecību kā pastiprināta riska indikatoru vienas audzes ietvaros noliedz arī šīs attiecības rādītāji pa Krafta klasēm: augstākiem kokiem (I-II Krafta klase) ar garākiem vainagiem  $HD^{-1}$  attiecība ir mazāka nekā starpaudzes vai III Krafta klases kokiem. Intensīvi izretinātajās jaunaudzēs, līdz 1500 gab.  $ha^{-1}$  pie  $H_0 = 3.0\text{ m}$ , kur kociņu sociālais stāvoklis - Krafta klase - vēl nav fiksējama, iezīmējas strikti negatīva korelācija starp kociņa slaiduma rādītāju  $hd^{-1}$  un caurmēru vai augstumu (3.3.attēls). Ja arī  $hd^{-1}$  attiecība norādītu uz kociņu apdraudētību no snieglauzes, tad visvairāk apdraudētie būtu apakšējie, audzē mazvērtīgākie starpaudzes un III Krafta klases koki. Tātad snieglauze darbotos kopšanas cirtes režīmā.

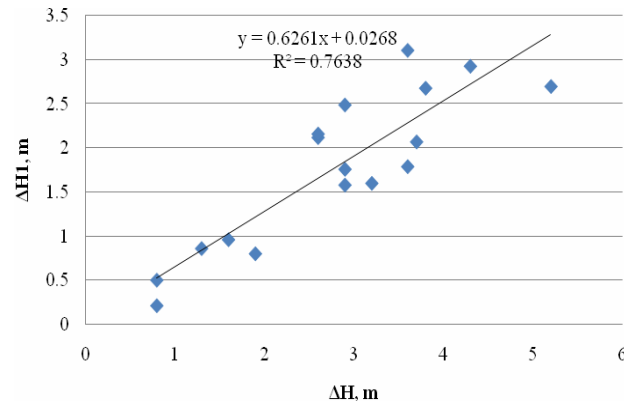


**3.3. att. Bērzu stumbru slaiduma koeficienta  $hd^{-1}$  un caurmēra, kā arī augstuma sakarības pirms 15 gadiem izretinātā jaunaudzē Gulbenes mežniecībā**

**Fig.3.3. The correlation between slenderness ratio  $hd^{-1}$ , diameter and height in the stand thinned 15 years ago**

Sniega noliekti vai nolauzti bērzi samērā bieži redzami pat no lielceļa. Noliektas bērzu biogrupas ziemā nereti vērojamas arī meža iekšienē. Šajos gadījumos izšķirošais faktors ir gaismasprasīgo bērzu atrašanās meža sienas tuvumā. Tiecoties pēc gaismas, bērza stumbrs izliecas vai nu uz ceļa, vai klajuma pusi, kā rezultātā viegli pakļaujas jau nelielam sniega svaram vainagā. Pētījuma dati liecina, ka agrā pavasarī vai vasaras pirmajā pusē arī visai intensīvi izkoptās jaunaudzēs atstātie kociņi veido slaidus stumbrus un simetriskus vainagus, kas veicina kociņu labu saglabāšanos arī turpmākajās ziemās. Literatūrā gan rodama informācija, ka no sniegliecēm un snieglauzēm visvairāk cieš vidēja vecuma audzes, taču šajā vecuma grupā minētais jautājums promocijas darbā nav pētīts.

Ne mazāk nozīmīgs rādītājs ir stumbru kvalitāte, ko 1999. gadā izveidotajās jaunaudzēs vislabāk ilustrē bezzarainā stumbra garuma izmaiņas sakarība ar audzes augstuma izmaiņu (3.4. attēls).



**3.4. att. Sakarība starp audžu augstumu starpību ( $\Delta H$ ) un audžu bezzaru stumbra garuma starpību ( $\Delta H_1$ ) četros gados (2002-2006)**

**Fig.3.4. The correlatoin between the height difference of the stand ( $\Delta H$ ) and the difference of the length of the branchless part of the stem ( $\Delta H_1$ ) in 4 year period (2002-2006)**

Iespējams secināt, ka, pieaugot audzes vidējam augstumam, būtiski palielinās arī atzarojusies stumbra daļa. Tādēļ, lai iegūtu augstākas kvalitātes stumbrus, būtu vēlams veicināt audzes augstuma un caurmēra pieaugumu jau jaunaudzēs.

Vainaga garuma, atzaratā stumbra garuma un krājas differences izmaiņas saistībā ar kopšanas cirtē atstāto kociņu skaitu analizētas atsevišķi divās atšķirīgās paraugkopās: 1)  $3\text{ m} > H_0 > 6\text{ m}$  un 2)  $9\text{ m} > H_0 > 12\text{ m}$ .

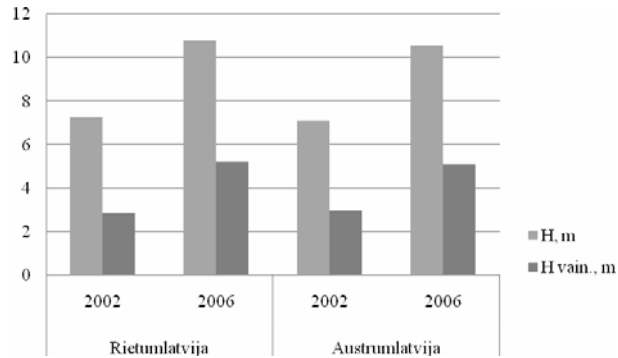
Pirmajā paraugkopā, pie  $1500\text{ gab. ha}^{-1} < N_0 < 5000\text{ gab. ha}^{-1}$ , vainagu garums negatīvi korelē ar atstāto kociņu skaitu:  $r = -0.98$ . Kociņu skaitam palielinoties par 1.0 tūkst. gab. ha<sup>-1</sup>, vainagu vidējais garums samazinājies par 0.9 m. Otrajā paraugkopā, pie  $9\text{ m} > H_0 > 12\text{ m}$ , audzes izretināšana līdz 1000 gab. ha<sup>-1</sup>  $< N_0 < 4500\text{ gab. ha}^{-1}$  vairs būtiski neietekmē koku vainaga garumu:  $r = -0.13$ ; kā pie  $N_0 = 4500\text{ gab. ha}^{-1}$ , tā arī pie  $N_0 = 1000\text{ gab. ha}^{-1}$  valdaudzes vidējais vainagu garums ir 5.4 metri.

Mazāk cieša sakarība ir starp atstāto kociņu skaitu  $N_0$  un bezzaru stumbra daļas garumu:  $r = +0.82$ ; vidēji -  $N_0$  pieaugot par 1.0 tūkst.gab.ha<sup>-1</sup>, bezzaru stumbra daļas garums palielinās tikai par 0.1 m. Īpaši atzīmējams, ka pie  $N_0 = 1500\text{ gab. ha}^{-1}$  bezzaru stumbra garums vidēji ir 8.0 m, bet pie  $N_0 = 5000\text{ gab. ha}^{-1}$  – 8.3 m.

Tas apstiprina svarīgu atziņu, ka viens no bērza stumbru atzarošanās iemesliem ir ģenētiski nosacīta īpašība, bet jaunaudzes biežums to ietekmē visai maz.

Veikto pētījumu rezultāti šajā aspektā sakrīt ar P. Maikes (1952) secinājumu, ka nepastāv cieša sakarība starp koku skaitu audzē un stumbra bezzaru daļas garumu. Neapstiprinās pieņēmums, ka stumbri labāk atzarojas biežākās bērzu audzēs.

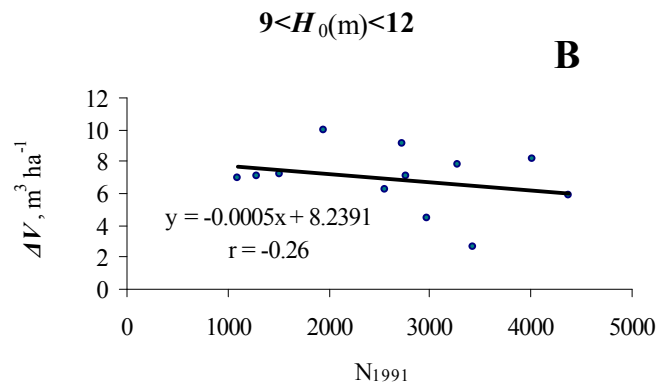
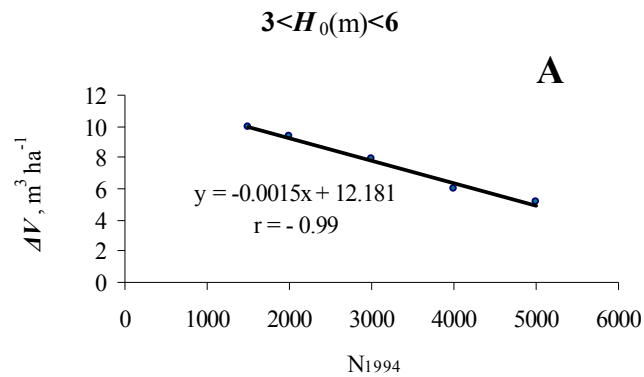
Arī 2002. un 2006. gadā uzņēmīto parauglaukumu dati liecina par to, ka nepastāv būtiska reģionāla atšķirība starp bezzaru stumbra daļas garumu Austrumlatvijā un Rietumlatvijā (3.5. attēls). Tas vēlreiz norāda uz to, ka stumbru atzarošanās, visticamāk, saistīta ar atsevišķu populāciju atšķirīgām ģenētiskām īpatnībām reģiona ietvaros.



**3.5. att. Augstuma un vainaga sākuma augstuma (bezzaru stumbra daļas garuma) salīdzinājums pastāvīgajos parauglaukumos Rietumlatvijā un Austrumlatvijā**

**Fig.3.5. The comparison of the height and the length of the branchless part in 2002 and 2006 in Western (on the left) and Eastern part (on the right) of Latvia**

Novērojot kociņu savstarpējo konkurenci un jaunaudzēs diferencēšanos valdaudzē un starpaudzē, panākams straujš koksnes ražības pieaugums (3.6. attēls., A). Laika periodā no 1994. līdz 2002. gadam valdaudzēs krājas diference  $\Delta V$  ļoti cieši korelē ar sākotnējo kociņu skaitu  $N_0$ :  $r = -0.99$ . Tas nozīmē, ka, valdaudzēs koku skaitam samazinoties par 1.0 tūkst.gab.  $ha^{-1}$  (robežās no 5.0 tūkst. gab.  $ha^{-1}$  līdz 1.5 tūkst.gab.  $ha^{-1}$ ), krājas diference palielinās par 1.5  $m^3 ha^{-1}$  gadā. Novērojumu laikā pie  $N_0 = 5000$  gab.  $ha^{-1}$  krājas diference  $\Delta V$  bijusi 4.68  $m^3 ha^{-1}$  gadā, bet pie  $N_0 = 1500$  gab.  $ha^{-1}$   $\Delta V = 9.93 m^3 ha^{-1}$  gadā. Biežās jaunaudzēs iezīmējamā mežkopībā maz analizēta parādība, kad vairākus gadus valdaudzēs krāja nepalielinās – cik kubikmetru pieaug, tikpat kubikmetru pāriet starpaudzē.



**3.6. att.. Valdaudzes krājas izmaiņas 1 gadā ( $\Delta V$ )**  
**Fig.3.6. The difference of the standing volume in 1 year ( $\Delta V$ )**

Augstuma pieauguma kulminācijas laikā (15-20 gadu vecumā) iezīmējas statistiski būtiska ( $r = +0.65$  pie  $r_{0.05} = 0.58$ ) sakarība starp sākotnējo koku skaitu un augstuma pieaugumu. Tas tomēr nenozīmē, ka biežākās audzēs valdaudzes koki aug straujāk nekā retākās audzēs. Šajā laikā valdaudzes koku skaits biežākās audzēs strauji samazinās un, audzei nemitīgi strukturējoties valdaudzē un starpaudzē, valdaudzes koku vidējais augstums palielinās galvenokārt mehāniski. 1991. gadā atstāto koku lielāks skaits nebūt neveicina valdaudzes koku pastiprinātu augšanu augstumā. Arī Latvijas mežu resursu monitoringa dati apliecina šo sakarību ar nelielu ciešumu  $r=0.39$ .

Iepriekš minēto valdaudzes parametru līdzība vecākās audzēs ( $9 \text{ m} < H_0 < 12 \text{ m}$ ) ar atšķirīgu kopšanas cirtes intensitāti liecina, ka kopšanas

cirtes intensitāte (ko raksturo atstāto koku skaits robežās 1000-4500 gab. ha<sup>-1</sup>) neietekmē arī valdaudzes krājas diferenci. Atstāto koku skaitam palielinoties par 1000 gab. ha<sup>-1</sup>, krājas diference izmainās (samazinās) tikai vidēji par 0.5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> gadā (3.6.attēls, B).

Lēmums par kopšanas cirtes lietderību pieņemams saistībā ar ienākumiem, kādus var iegūt, pārdodot kopšanas cirtē iegūto produkciju. Tas nozīmē, ka audzēs, pie 9 m >  $H_0$  > 12 m, iepriekš iezīmēto t.s. “nākotnes koku” (aptuveni 500 gab. ha<sup>-1</sup>) atbrīvošana no tuvumā esošiem zemāka ranga kokiem var nedot cerētos rezultātus, t.i., “nākotnes koku” reakcija būs neliela un nekompensēs kopšanas cirtē ieguldīto enerģiju. Neizretinātā audzē neizbēgami sāksies konkurence starp kokiem par dzīves telpu.

Analizējot Meža resursu monitoringa datus par bērzu audžu augšanas gaitu, apstiprinās jau iepriekš izteiktais apgalvojums par retu bērzu jaunaudžu veidošanas nepieciešamību. Jaunaudzēs ar sākotnējo koku skaitu līdz 2000 kokiem uz hektāra stumbru koksnes tekošais pieaugums pozitīvi korelē ar pēc kopšanas atstāto kociņu skaitu, bet biežākās jaunaudzēs novērojama šī rādītāja stagnācija.

Arī salīdzinot viena koka tilpuma diferenci četru gadu periodā, novērojama sakarība, ka lielāks šī rādītāja pieaugums konstatējams retākās jaunaudzēs. Var uzskatīt, ka optimālu krājas tekošo pieaugumu un viena koka tilpuma pieaugumu var panākt, sākotnēji audzi izretinot līdz 1500 kokiem uz hektāra, kas sakrīt ar iepriekš gūtajām atziņām.

Tādējādi pieejamie dati akcentē agrīno sastāva kopšanas ciršu izšķirošo nozīmi augstražīgu bērzu kokaudžu veidošanā. Šie rezultāti pilnīgi saskan ar iepriekš gan Latvijā, gan ārvalstīs izdarītajām atziņām, ka 30-50 gadu vecumā bērzu audzes atstātā daļa vairs uz kopšanu pozitīvi nereaģē (Тауринь 1969), savukārt kopšana 9-13 gadus vecā audzē līdz 1000 gab. ha<sup>-1</sup> nodrošina turpmāk visaugstāko krājas pieaugumu (Simard et al. 2004). Agra un intensīva kopšana arī nodrošina spēcīgu vainagu attīstību palikušajiem kokiem (Zerbe, 1996); zināms, ka bērzu audzēs dzīvā vainaga proporcijai jābūt vismaz 50% no koka augstuma (Cameron 1996).

Ne tik viennozīmīgi secinājumi izdarāmi, analizējot no Meža resursu monitoringa datu bāzes atlasītos datus par ar bērzu aizaugušām lauksaimniecības zemju platībām. Audzēs ar biežumu līdz 2000 koki uz hektāra koku skaits neietekmē vidējo caurmēru, tomēr veicina kociņu izstīdzēšanu garumā. Pārsniedzot 2000 koku uz hektāra robežu, sākas audzes taksācijas rādītāju stagnācija, kas gan nav tik strauja kā iepriekš apskatītajās mežaudzēs ilglaicīgajos parauglaukumos. Visticamāk atšķirības starp novērojumiem varētu izskaidrot ar Meža resursu monitoringa parauglaukumu ierīkošanas īpatnībām, proti, pastāvīgo parauglaukumu dati reprezentē novēroto parametru dinamiku laikā, turpretī Meža resursu monitoringā uzmērīto parauglaukumu dati ir statistiski.

Pētījumā pārbaudīta citu sugu piemistrojuma ietekme uz bērzu audžu ražību jaunaudžu un cērtamā vecumā. Pētījuma gaitā analizēti dati no Meža

resursu monitoringa pirmo četru gadu datu bāzēm. Atlasītas 20-40 gadus vecas bērzu audzes atsevišķi pa īpašuma formām, veikta bērzu tekoša pieauguma analīze atkarībā no citu sugu piemistrojuma audzē. Tā kā nepastāv būtiskas atšķirības starp rādītājiem valsts un privātajos mežos, tālāka analīze veikta, apvienojot abas paraugkopas. Dažādu koku sugu piemistrojuma ietekmes uz bērzu krājas tekošo pieaugumu korelācijas koeficienti apkopoti 3.1. tabulā.

3.1. tabula / Table 3.1.

**Korelācijas koeficienti dažādu sugu piemistrojuma ietekmei uz bērzu krājas tekošo pieaugumu (20-40 gadus vecās audzes)**  
**Correlation coefficients of the influence of admixture of different tree species on annual increment (in 20-40 years old stands)**

N.p.k. / Number	Piemistrojuma suga/ Admixture tree species	Korelācijas koeficients r / Correlation coefficient r
1	Priede / Pine	-0.35
2	Egle / Spruce	-0.22
3	Apse / Aspen	-0.16
4	Melnalksnis / Black alder	-0.08
5	Baltalksnis / Grey alder	-0.07
6	Citas sugas / Other species	-0.18

No tabulas redzams, ka citu sugu piemistrojums ietekmē bērzu tekošo pieaugumu negatīvi. Visciešākā ietekme ir priedes piemistrojumam, vismazākā – melnalkšņa un baltalkšņa piemistrojumam. Līdz ar to iespējams izdarīt secinājumu, ka, veidojot bērzu jaunaudzes, ieteicams maksimāli izvairīties no skuju koku sugu piemistrojuma klātbūtnes audzē, jo tas samazina bērzu tekošo pieaugumu. Tas sakrīt ar citu LVMI „Silava” pētnieku iepriekš gūtajām atziņām, ka lielāks audzes tekošais pieaugums panākams, veidojot tīraudzis.

Lai izpētītu cērtama vecuma bērzu audžu taksācijas rādītājus, no „Latvijas mežu resursu monitoringa” datu bāzes atlasītas audzes, kurās bērzs sastāda vismaz 5 sastāva vienības. Par cērtamu uzskatīta audze, kurā valdošās sugas vecums pārsniedz 70 gadus. Pārbaudot datu sadalījumu, secināts, ka, līdzīgi kā iepriekš, nepastāv būtiskas pirmā stāva krājas atšķirības starp privātajiem un valsts mežiem. Līdz ar to piemistrojuma ietekmes analīze veikta, apvienojot abas iepriekš izdalītās paraugkopas. Piemistrojuma ietekmes korelācijas koeficienti apkopoti 3.2. tabulā.



**Dažādu koku sugu ietekmes uz audzes kopkrāju korelācijas koeficienti  
(60-80 gadus vecas audzes)**  
**Correlation coefficients of the influence of admixture of different tree species  
on standing volume (in 60-80 years old stands)**

N.p.k. / Number	Piemistrojuma suga / Admixture tree species	Korelācijas koeficients r / Correlation coefficient r
1	Priede / Pine	0.29
2	Egle / Spruce	0.30
3	Apse / Aspen	0.35
4	Melnalksnis / Black alder	0.37
5	Citas sugas / Other tree species	0.32

Tabulā redzamās vērtības parāda, ka jebkādas sugas piemistrojums cērtama vecuma bērzu audzē palielina audzes krāju. Pastāv uzskats, ka saulmīļu koku sugām piemistrojums samazina audzes I stāva kopkrāju. Acīmredzot, pastāv atšķirības starp saulmīļu skuju koku un saulmīļu lapu koku „uzvedību” cērtamā vecumā.

### 3.2. Bērza stumbru kvalitāte bērzu audzēs Latvijā

Tirgus attiecības nosaka, ka par kvalitatīvāku uzskatāms tāds koksnes kubikmetrs, par kuru pircējs gatavs maksāt vairāk. Tādēļ par bērzu audžu kvalitātes indikatoru pieņemts uzskatīt augstvērtīgo bērzu finierkluču iznākumu, kuram piemīt sekojošas morfoloģiskās īpašības:

- bezzarainums;
- plaisu un rētu neesamība;
- minimālais caurmērs tievgalī bez mizas 20 cm, ar mizu – 22 cm;
- minimālais garums 2 metri;
- raukums līdz 1%;
- ovālums kluča vidū līdz 2cm.

Iepriekšējos pētījumos 38 audzēs tika detāli izmērīti 760 bērzu stumbri īpaši vērtīgo finierkluču apjoma noteikšanai un, datus analizējot, sameklēts veiksmīgs risinājums, lai pēc kokaudzes taksācijas elementiem apzinātu ikvienas bērza audzes kvalitāti. Regresijas vienādojums

$$KV\% = 0.59D + 0.89H - 13.8 \quad (2)$$

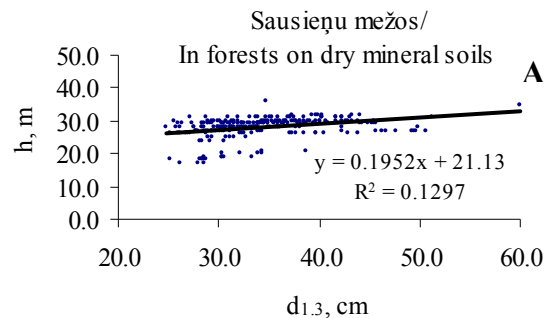
pie 18 cm < *D* < 34 cm un 17 m < *H* < 28 m

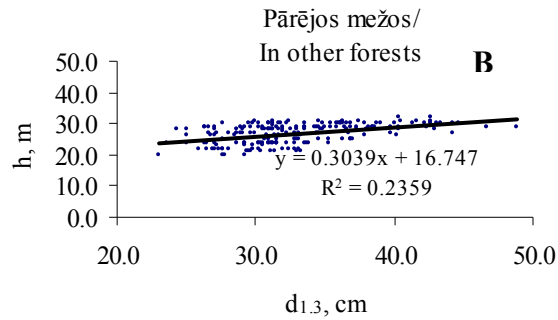
tika izmantots, lai apzinātu labāko un arī sliktāko bērza populāciju lokalizāciju Latvijā. Bērza audžu kvalitātes rādītājs Latvijas mežos svārstās plašās robežās 8 < *KV*% < 45% un elitāro finierkluču apjoms vidēji ir 27.7% no bērza audžu kopkrājas.

Pielietojot aprakstīto elitāro finierkluču iznākuma aprēķināšanas algoritmu, veikta Meža resursu monitoringa datu analīze, ņemot vērā gan reģionus, gan īpašuma formas. Datu matemātiskā apstrāde parāda, ka pastāv būtiskas bērza audžu kvalitātes atšķirības starp Austrumlatviju un Rietumlatviju ( $p=0.034$ ), turpretī  $p=0.41$  norāda, ka nav būtisku atšķirību starp audžu kvalitātes rādītājiem valsts un privātajos mežos. Līdz ar to nav pamatota tālāka šo rādītāju analīze valsts un privātajos mežos atsevišķi.

Vidējais elitāro finierkluču iznākums atbilstoši Meža resursu monitoringa mērījumiem valstī ir  $33\% \pm 0.8$ , vērtības svārstās 20 līdz 43 procentu robežās. Tā kā asimetrija un ekscess ir negatīvi, var secināt, ka rādītāja KV% vērtības atrodas normālsadalījuma labajā pusē – tātad ir plaši pārstāvētas vērtības, kas lielākas par vidējo. Visi aprēķinātie rezultāti iekļaujas to rezultātu robežās, kas iegūti 38 cirsmais, detāli uzmērot 760 bērzu stumbrus. Rietumlatvijā finierkluču iznākums ir ievērojami mazāks, ka atkārtoti apstiprina tēzi, ka sliktākas kvalitātes bērzi atrodami Kurzemē.

Turpmākajos pētījumos ievāktais materiāls nodrošina iespēju salīdzināt bērza stumbra parametrus divās paraugkopās: 13 cirsmais (260 stumbri) sausieņu mežos un 10 cirsmais (200 stumbri) pārējos (pārmitrajos un meliorētajos) mežos. Sausieņu mežos izmērīto stumbru caurmērs krūšaugstumā  $D_{1.3} = 34.7$  cm, pārējos mežos  $D_{1.3} = 32.9$  cm; starpība 1.8 cm uzskatāma kā biometriski būtiska:  $t_{\text{fakt}} = 3.6 > t_{0.05} = 1.96$ . Līdzīga atziņa gūstama arī par bērzu augstumu: pārējos mežos bērzi ir būtiski zemāki nekā sausieņu mežos;  $t_{\text{fakt}} = 3.8 > t_{0.05} = 1.96$ . Augstums kā izmērīto koku caurmēra funkcija aprakstāms ar taisnes vienādojumu (3.7. attēls A un B). Arī vienāda resnuma bērzi sausieņu mežos ir augstāki nekā pārējos mežos. Atrisinot vienādojumu, piemēram, pie  $D_{1.3} = 30$  cm, iegūstams, ka sausieņu mežos  $H=27.0$  m un pārējos mežos  $H=25.9$  m.





**3.7. attēls. Izmērīto bērzu caurmēra un augstuma sakarības sausieņu mežos (A) un pārējās mežos (B)**

**Fig. 3.7. The correlations between diameter and height of the measured stems in forests on dry mineral soils (A) and in other forests (B)**

Stumbra formas atšķirību analīze uzsākta, izvērtējot apakšējā 0.5 m garā kluča parametrus. Sausieņu mežos  $D_0 = 48.2$  cm, pārējās mežos  $D_0 = 45.5$  cm. Mērījumu sadalījums ir diezgan simetrisks un sausieņu mežos  $30.2 \text{ cm} < D_0 < 73.0 \text{ cm}$ , bet pārējās mežos  $26.6 \text{ cm} < D_0 < 63.0 \text{ cm}$ ; pārējās mežos celma griezumi ir būtiski mazāki:  $t_{\text{fakt}} = 5.13 > t_{0.05} = 1.96$ . Kā sausieņu, tā pārējās mežos kluča vidējais caurmērs 0.5 m atstatumā no celma griezumā ir apmēram 10 cm mazāks par caurmēru celma griezumā.

Biometriski analizējot izmērītos bērza celma caurmērus, secināms, ka, izstrādājot finierrūpniecībai derīgus sortimentus, ar 99% ticamību, t.i., 2.6 standartnoviržu intervālā, jāreķinās, ka sausieņu mežos  $34.3 \text{ cm} < D_0 < 62.1 \text{ cm}$  un pārējās mežos  $30.3 \text{ cm} < D_0 < 60.7 \text{ cm}$ . Dati apliecina, ka cirmās visai nedaudz (varbūtība mazāka par 1%) ir sastopami bērzi, kuru stumbrs celma augstumā ir resnāks par 62 cm; pētījumā apsekotajos objektos tikai 3 stumbri no 460 bija resnāki par 62 cm.

Pastāv uzskats, ka pirmajam apakšējam pusmetru garajam klucim lietderīgi pievērst pastiprinātu uzmanību tā lielā raukuma un arī prāvā tilpuma sakarā. Šī kluča forma ir visai dažāda: ir sastopami kā gandrīz cilindriski nogriežņi, kur caurmēru starpība  $d_0 - d_{0.5}$  ir pāris milimetru, tā arī nogriežņi, kur caurmēru starpība ir 27 cm. Pirmā 0.5 m garā kluča raukums, kaut arī vāji, tomēr būtiski korelē ar stumbra caurmēru krūšaugstumā un bērza augstumu: sausieņu mežos šī korelācija ir  $r_d = -0.58$  un  $r_h = -0.37$ , pārējās mežos  $r_d = -0.32$  un  $r_h = -0.37$  pie  $r_{0.05} = 0.13$ . Pielīdzinot raukuma ( $d_0 - d_{0.5}$ , cm) saistību ar stumbra caurmēru krūšaugstumā ( $d_{1.3}$ , cm) un koka augstumu ( $h$ , m), iespējams iegūt lineārus regresijas vienādojumus:

1) sausieņu mežos  $d_0-d_{0.5} = 30.95 - 0.387d_{1.3} - 0.269h$ , un multiplās korelācijas koeficients  $R=0.60$  pie  $n=260$ , ar  $d_{1.3}$  svārstībām izskaidrojami 33% no raukuma svārstībām; ar  $h$  svārstībām – tikai 3%;

2) pārējos mežos  $d_0-d_{0.5} = 25.93 - 0.158d_{1.3} - 0.413h$ , kur  $R=0.40$  pie  $n=200$ , un ar  $d_{1.3}$  svārstībām izskaidrojami tikai 10%, bet ar  $h$  svārstībām – tikai 6% no raukuma svārstībām.

Tas norāda, ka:

- apakšējā kluča raukums lielāks ir tievākiem un zemākiem kokiem, tādējādi vēlreiz apstiprinot lietderību veidot audzes ar resnākiem kokiem, jo to stumbri ir cilindriskāki līdz pašai apakšai nekā tievāko koku stumbri;

- pirmā kluča raukums ir samērā zemā ticamības līmenī aprēķināms rādītājs, regresijā izmantojot stumbra caurmēru krūšaugstumā un augstumu. Vēl vājāka lineārā sakarība ( $R=0.42$  pie  $n=23$ ) iezīmējas arī starp audzes apakšējā kluča aritmētisko vidējo raukuma rādītāju ( $D_0-D_{0.5}$ ) un audzes taksācijas elementiem – bērzu audzes vidējo caurmēru  $D$  un vidējo augstumu  $H$ .

Pirmā kluča raukuma raksturošanai lietderīgāk izmantot varbūtības rādītāju: visticamāk, ka pirmā kluča raukums ir 10.0 cm uz 0.5 m, taču 5 klučiem no 100 raukums var būt mazāks par 1.0 cm vai lielāks par 18.0 cm.

Pie vidējiem stumbra caurmēra un augstuma rādītājiem sausieņu mežos  $D=35$  cm un  $H=28$  m, apakšējā pusmetru garā kluča tilpums ir  $0.074 \text{ m}^3$  vai 6.2% no visa stumbra tilpuma. Pārējos mežos, kur  $D=33$  cm un  $H=27$  m, apakšējā kluča tilpums ir  $0.066 \text{ m}^3$  vai 6.3% no visa stumbra tilpuma. Tajā pat laikā apakšējais pusmetru garais klucis sastāda 20% no četrus metrus garā apakšējā kluča kopējā tilpuma.

Šie rādītāji uzskatāmi kā papildus informācija, apsverot resgaļa nozāģēšanas lietderību pirms kluča lobīšanas finiera rūpnīcā.

Pieejamie dati par bērzu stumbru formu sausieņu un pārējos mežos paver iespēju kalkulēt stumbra sagarumošanas lietderīgāko režīmu. Tika izvēlēti trīs varianti: 1) 1.5 m garš stumbra lejasgala klucis; 2) 2.5 m garš stumbra lejasgala klucis; 3) 1.5+2.5 m garu stumbra lejasgala kluču kombinācija līdz 4.0 m atstatumam no celma griezuma. Mērījumos iegūtie dati analizēti divos aspektos: 1) statistika un 2) korelatīvās sakarības un tās aprakstošie regresijas vienādojumi. Jāpiebilst, ka minētās kombinācijas izvēlētas, jo ir visplašāk izmantotās finier rūpniecībā atbilstoši akciju sabiedrības „Latvijas Finieris” speciālistu atziņām.

#### Apakšējais klucis 0.0-1.5 m

Vispirms jāatzīmē, ka bērzu stumbri sausieņu mežos ir būtiski (95% ticamības līmenī) resnāki un augstāki nekā pārējos mežos. Tāpat būtiski lielāki sausieņu mežos ir: 1.5 m garā kluča vidējais tilpums ( $0.179$  un  $0.158 \text{ m}^3$ ), no šī kluča izveidojamais cilindra tilpums ( $0.123$  un  $0.107 \text{ m}^3$ ) un atzāģu apjoms ( $0.056$  un  $0.051 \text{ m}^3$ ); kā nejaušas vērtējamās raukuma  $d_0-d_{1.5}$  atšķirības ( $14.4$  un  $13.8$  cm),

kā arī atzāģu relatīvā apjoma (procentos no kluča tilpuma) atšķirības: 32.4% un 32.9%.

Analizējot iegūto datu sakarības, gūstamas norādes par lietderīgākajiem regresijas vienādojumiem, kas izmantojami viena vai otra vēlamā parametra aprēķināšanai. Korelāciju matrica apstiprina jau it kā pašsaprotamu atziņu, ka analizētā kluča raukumu ( $d_0-d_{1.5}$ ) galvenokārt nosaka apakšējās ( $d_0-d_{0.5}$ ) pusmetrīgās daļas raukums ( $r=0.89$ ). Būtiskas sakarības iezīmējas starp finierkluča svarīgiem parametriem (kluča tilpums, atzāģu apjoms,  $m^3$ , atzāģu procents) un stumbra caurmēru krūšaugstumā. Starp kluča faktisko tilpumu (trīs pusmetrīgo sekciju summa) un stumbra caurmēru krūšaugstumā pastāv gandrīz funkcionāla sakarība ( $r=0.97$  sausieņu mežos un  $r=0.95$  pārējos). Samērā liela izkliede vērojama atzāģu absolūtā apjoma ( $m^3$ ) un relatīvā (%) apjoma sakarībās ar stumbra caurmēru krūšaugstumā. Izveidojot multiplos regresijas vienādojumus, kuros līdztekus stumbra caurmēram iekļauts arī stumbra augstums, modeļa ticamība nedaudz paaugstinās.

Visticamāk, t.i., pie vidējiem stumbra caurmēra un augstuma rādītājiem  $D=35$  cm un  $H=27$  m, sausieņu mežos kluči ir maznozīmīgi – tikai par  $0.006 m^3$  - tilpīgāki nekā pārējos mežos. Tas nozīmē, ka augšanas apstākļi var ietekmēt koku augstumu un caurmēru, taču neietekmē tilpumu finierklučiem, kas nozāģēti no vienāda caurmēra un garuma kokiem.

Pie vidējām vērtībām  $D=35$  cm un  $H=27$  m atzāģu apjoms sausieņu mežos ir  $0.057 m^3$ ; pārējos mežos –  $0.056 m^3$ , kas apliecina, ka, visticamāk, augšanas apstākļu ietekme ir nebūtiska. Tievākiem un zemākiem kokiem ( $d=30$  cm;  $h=26$  m) sausieņu mežos iegūtiem klučiem atzāģos ir  $0.051 m^3$  un pārējos mežos –  $0.046 m^3$ . Resnākiem un augstākiem kokiem ( $d=40$  cm;  $h=29$  m) apakšējais klucis nedaudz cilindriskāks ir sausieņu mežos: atzāģu apjoms attiecīgi ir  $0.063 m^3$  un  $0.065 m^3$ .

Pie  $D=35$  cm un  $H=27$  m atzāģu relatīvais apjoms sausieņu mežos ir 32.6%, pārējos mežos 32.2%. Tas nozīmē, ka atzāģēs, visticamāk, aiziet viena trešdaļa no apakšējā kluča tilpuma, neatkarīgi no tā, kādos apstākļos audzis koks.

#### Apakšējais klucis 0.0-2.5 m:

Finierkluču parametru statistikas aspektā jāatzīmē, ka visiem 460 izmērītajiem kokiem 2.5 m atstatumā no celma griezuma caurmērs ir lielāks par 22 cm, un tāpēc visi koki morfoloģiski piemēroti šāda garuma finierkluču ieguvei. Nedaudz lielāks raukums ( $d_0-d_{2.5}$ ) ir sausieņu mežos augošiem bērziem, taču starpība nav uzskatāma par statistiski būtisku:  $t_{\text{fakt}} = 1.79 < t_{0.05} = 1.96$ .

Tāpat statistiski neatšķiras atzāģu apjoms procentos no kluča tilpuma; sausieņu un pārējos mežos tas ir praktiski vienāds un visai līdzīgs (33%) 0.0-1.5 m garo finierkluču atzāģu procentam. Turpretī sausieņu mežos būtiski lielāks ir vidējā kluča tilpums ( $0.266$  un  $0.234 m^3$ ), iegūstamais cilindrs ( $0.182$  un  $0.157 m^3$ ), kā arī atzāģu apjoms kubikmetros ( $0.084$  un  $0.077 m^3$ ).

Izvērtējot savstarpējās sakarības raksturojošo materiālu, jāatzīmē, ka kluča faktiskā tilpuma un atzāgu apjoma  $m^3$  aprēķiniem noderīgi izmantot izstrādātos atbilstošos regresijas vienādojumus, taču, atšķirībā no 1.5 m garā kluča, atzāgu relatīvo daudzumu jāvērtē tikai kā varbūtīgu rādītāju, jo tas visai vāji korelē ar stumbra caurmēru krūšaugstumā un koka garumu: sausieņu mežos  $r = -0.35$  un  $-0.24$ , pārējos mežos  $r = -0.16$  un  $-0.15$ . Līdzīgi kā iepriekš, abās paraugkopās saglabājas cieša sakarība starp krūšaugstuma caurmēru un kluča tilpumu, kas ļauj izmantot šos rādītājus aprēķinos.

Pie jau iepriekš izmantotajiem vidējiem rādītājiem  $D=35$  cm un  $H=27$  m sausieņu mežos bluķa tilpums ir  $0.259 m^3$ ; pārējos mežos –  $0.264 m^3$ . Tāpat kā pie 1.5 m gara bluķa starpība  $0.005 m^3$  vērtējama kā mazsvarīga, taču tā atspoguļo tendenci, ka sausieņu mežos bērza stumbri 2.5 m atstatumā no celma griezuma var būt nedaudz rauktāki nekā pārējos mežos. Kā minēts iepriekš, pie šādiem vidējiem  $d$  un  $h$  rādītājiem 1.5 m garais klucis nedaudz tilpīgāks ir sausieņu mežos.

Pie  $D=35$  cm un  $H=27$  m atzāgu apjoms sausieņu mežos ir  $0.0867 m^3$  ikvienam klucim, bet pārējos mežos –  $0.0827 m^3$ . Tas apliecina, ka pie šādiem stumbra parametriem sausieņu mežos cirstiem kokiem atzāgi sastāda 33%, bet pārējos mežos – 31% no kluča tilpuma. Samērā augstā empīriskā vienādojumu biometriskā ticamība ļauj izmantot vienādojumus arī citu situāciju izvērtēšanai, ievērojot iepriekš fiksēto  $d$  un  $h$  svārstību pieļaujamo amplitūdu.

#### Divu kluču (0.0-1.5 plus 1.5-4.0 m) kombinācija

No mūsu analizētajiem kokiem sausieņu mežos trīs un pārējos mežos divi koki vairs neiekļaujas izlasē, jo 4 m augstumā to caurmērs ir mazāks par 22 cm.

Statistika apliecina, ka augstāk par 1.5 m virs celma griezuma līdz 4.0 m atstatumam bērza stumbra forma ir tuva cilindram – raukums 2.5 m garam klucim ir tikai nedaudz virs 3 cm, un tas sausieņu mežos būtiski neatšķiras no raukuma pārējos mežos. 1.5-4.0 m kluča faktiskais tilpums sausieņu mežos ir būtiski lielāks nekā pārējos mežos (vidēji  $0.212$  un  $0.179 m^3$ ), kas izskaidrojams ar to, ka resni kluči sausieņu mežos ir biežāk sastopami nekā pārējos mežos.

Atzāgu apjoms ( $m^3$ ) 2.5 m garam klucim virs 1.5 m augstuma virs celma griezuma ir vairāk nekā uz pusi mazāks nekā tikpat garam klucim tieši virs celma – atzāgu apjoms sausieņu mežos ir  $0.039 m^3$  (2.5 m garam apakšējam klucim –  $0.084 m^3$ ); pārējos mežos –  $0.036$  un  $0.077 m^3$ .

Izstrādājot 4 m garu stumbra apakšdaļu, to sagarumojot 1.5 un 2.5 m garos finierklučos, iegūstamo divu cilindru kopējais tilpums sausieņu mežos visticamāk ir būtiski lielāks nekā pārējos mežos ( $0.285$  un  $0.250 m^3$ ). Sausieņu mežos būtiski lielāks ir atzāgu apjoms:  $0.096 m^3$  un  $0.088 m^3$ , taču atzāgu relatīvais apjoms šajos augšanas apstākļos ir gandrīz vienāds: 25.8% un 26.4%.

Novērtējot finierkluču tilpumu pie  $D=35$  cm un  $H=27$  m, iegūstam: sausieņu mežos  $V=0.372 m^3$  un pārējos mežos  $V=0.370 m^3$ .

Sastopoties ar stumbriem, kas tievāki par vidējiem, piemēram,  $d=30$  cm un  $h=26$  m, iegūstam: sausieņu mežos  $V=0.274 m^3$ , pārējos mežos  $V=0.277 m^3$ .

Pie resnākiem stumbriem ar  $d=40$  cm un  $h=29$  m sausieņu mežos  $V=0.469$  m<sup>3</sup>, pārējos mežos  $V=0.462$  m<sup>3</sup>. Tātad, stumbru caurmēriem krūšaugstumā svārstoties robežās no  $d=30$  cm līdz  $d=40$  cm, sausieņu un pārējos mežos stumbra apakšējās daļas tilpums atšķiras tikai par dažām kubikmetra tūkstošdaļām.

Arī šāda (1.5+2.5 m) kluču kombinācija apliecina to pašu atziņu, kas atklājās, atsevišķi analizējot 1.5 m un 2.5 m garos finierklučus – pie vienādiem stumbra parametriem visticamāk, ka sausieņu un pārējos mežos vienāds ir arī stumbra apakšējās daļas tilpums.

Atziņa par apakšējo kluču tilpuma sakritību vienāda augstuma un resnuma bērziem sausieņu un pārējos mežos netieši norāda uz to, ka āra un purva bērzu, kas galvenokārt aug tikai pārējos mežos, stumbra forma ir visai līdzīga.

Pie fiksētiem stumbra vidējiem parametriem  $D=35$  cm un  $H=27$  m sausieņu mežos  $V_a=0.0979$  m<sup>3</sup> un pārējos mežos  $V_a=0.0957$  m<sup>3</sup>. Tas apliecina, ka, apstrādājot vidēja izmēra stumbrus atbilstoši shēmai 1.5+2.5 m, atzāģi sastāda vienu kubikmetru uz katriem 10 stumbriem.

Pie  $D=35$  cm un  $H=27$  m atzāģu relatīvais apjoms sausieņu mežos ir 25.9%, pārējos mežos 25.8%, un tie uzskatāmi par vienādiem. Samērā nelieli, taču nenoliedzami būtiskie multiplās korelācijas koeficienti norāda, ka atzāģu relatīvais apjoms, t.i., atzāģu apjoma m<sup>3</sup> un finierkluču kopējā tilpuma attiecība samērā maz atkarīga no stumbra parametru izmaiņām, proti, stumbra caurmēram krūšaugstumā izmainoties par 10 cm, atzāģu relatīvās izmaiņas sastāda tikai 3%. Tāpat izpaužas arī augstuma izmaiņu ietekme: desmit metrus augstākiem kokiem atzāģu apjoms ir mazāks tikai par 2%.

Noslēgumā lietderīgi atzīmēt, ka promocijas darbā iekļautie regresijas vienādojumi izstrādāti, aprakstot rādītāju savstarpējās sakarības 260 koku stumbriem sausieņu mežos un 200 stumbriem pārējos mežos. Tas, ka sakarības ir lineāras, paver iespējas šos vienādojumus izmantot ne tikai atsevišķu stumbru izvērtēšanai, bet arī aprēķinot šeit ievietotos representus visai bērzu tīraudzei vai bērzu kopai mistraudzes sastāvā, ja ir zināmi audzes vai bērzu kopas vidējie caurmēra un augstuma rādītāji, kā arī koku skaits. Darbā parādīto rezultātu ticamība saglabāsies, ja izvēlētajā audzē vai bērzu kopā stumbru caurmēri un augstumi iekļausies šeit minētajās robežās:  $30 \text{ cm} < d < 62 \text{ cm}$  un  $19 \text{ m} < h < 36 \text{ m}$ .

No visa šajā nodaļā aprakstītā var secināt:

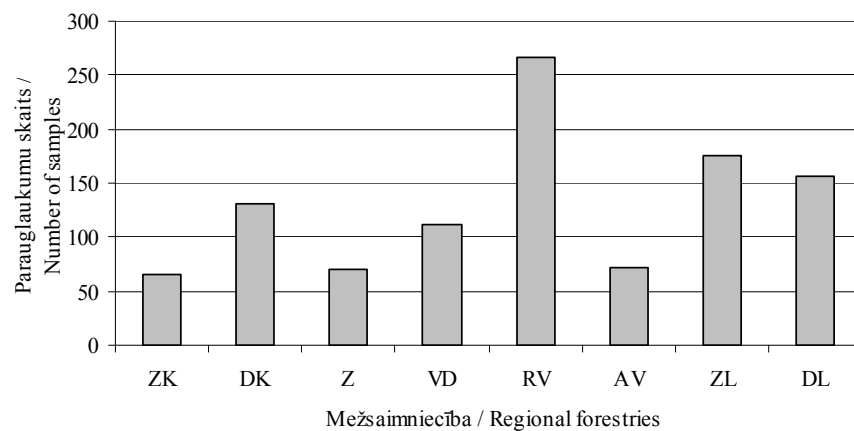
1. Pirmā pusmetru garā bluķa raukums ( $d_{0,0}-d_{0,5}$ ) būtiski neatšķiras stumbriem sausieņu un pārējos mežos; visticamāk tas ir 10 cm uz 0.5 m. Raukums samazinās, pieaugot stumbra caurmēram krūšaugstumā un koka garumam, tādējādi apliecinot resno un augsto bērzu audzēšanas lietderību.

2. Izstrādāti un statistiski novērtēti regresijas vienādojumi, kas ļauj aprēķināt: 1) finierkluču tilpumu, m<sup>3</sup>; 2) atzāģu apjomu, m<sup>3</sup>; 3) atzāģu relatīvo daudzumu, %, saistībā ar stumbra vai audzes vidējo caurmēru un augstumu, izstrādājot sortimentus šādos atstatumos no celma griezumā (m): 0.0-1.5; 0.0-2.5;

0.0-1.5 plus 1.5-4.0. Pie vienādiem koku caurmēriem un augstumiem sausieņu un pārējos mežos minētie rādītāji būtiski neatšķiras.

### 3.3. Latvijas bērza audžu struktūras izvērtējums Meža resursu monitoringa ietvaros

No analizētajiem parauglaukumiem (kopā 1051) 405 atrodas valsts, bet 646 – privātajos mežos. Pa reģioniem bērzu audzes nav izvietotas vienmērīgi. Saisībā ar to vislielākais skaits bērzu parauglaukumu analizēts Rietumvidzemes mežsaimniecībā, vismazākais – Ziemeļkurzemes mežsaimniecībā. Kopumā Latvijas rietumu daļā ir ievērojami mazāk bērzu audžu nekā Latvijas austrumu daļā. Visticamāk tas izskaidrojams ar faktu, ka Kurzemē meži ir relatīvi jaunāki, kā arī, sevišķi piejūras teritorijās, mazāk auglīgi. Literatūrā atrodamas norādes par to, ka savas izplatības maksimuma brīdī bērza īpatsvars Latvijas teritorijā sasniedza pat 60-70%, pie tam pēdējo 1600 gadu laikā tā izplatība izskaidrojama arī ar ugunsgrēkiem, kas cēlušies, veidojot meža līdumus. Vietām Vidzemē šādā veidā bērza izplatība pieaugusi pat par 20% (Zunde, 1999). Ļoti ticams, ka šie vēsturiskie aspekti izskaidro bērzu audžu lielo sastopamību Rietumvidzemes mežsaimniecībā (3.7. attēls).

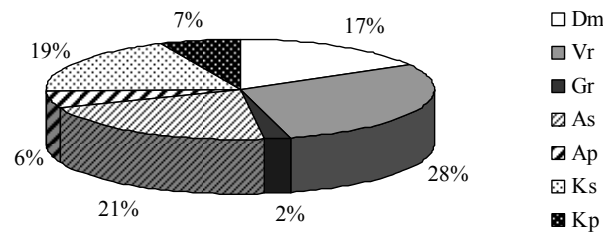


**3.7. att. Analizēto parauglaukumu skaita sadalījums pa mežsaimniecībām**  
**Fig. 3.7. The distribution of the analyzed sample plots by regional forestry**

Kopumā bērzu audžu nosusinātos mežos ir nedaudz vairāk nekā bērzu audžu sausieņu mežos. Vislielākais bērzu audžu īpatsvars ir vērī, tam seko šaurlapju ārenis un šaurlapju kūdrenis. Auglīgākajos meža tipos visos augšanas apstākļos bērza īpatsvars ir relatīvi mazāks, liecinot par to, ka visauglīgākās augsnes pārsvarā aizņem citas sugas (3.8. attēls). Izvērtējot augšanas apstākļu sadalījumu pa īpašuma formām, secināms, ka valsts mežos sausieņi sastāda 38%,

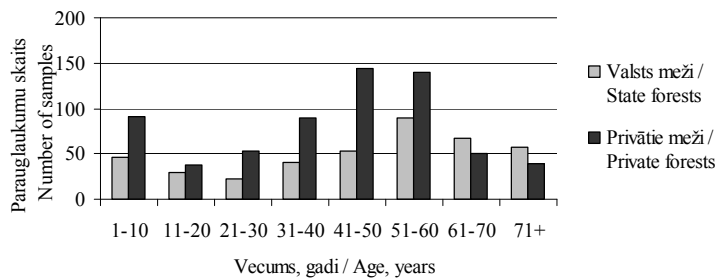


bet privātajos – 55%. Iedziļinoties meža tipu sadalījumā, var secināt, ka sausieņu mežu lielo pārsvaru privātajos mežos galvenokārt izskaidro lielais vēra īpatsvars privātajos mežos – 34% (valsts mežos tikai 21 %), kas veidojies, aizaugot lauksaimniecības zemēm pirms aptuveni 50 gadiem. Audžu vecumstruktūras analīze meža tipa ietvaros apliecina šo sakarību.



**3.8. att. Analizēto parauglaukumu sadalījums pa meža tipiem**  
**Fig. 3.8. The distribution of the analyzed sample plots by site type**

Bērzu audžu vecumstruktūra ir nevienmērīga gan valsts, gan privātajos mežos. Sevišķi privātajos mežos ir salīdzinoši liels vidēja vecuma audžu skaits, taču neliels briestaudžu un pieaugušu audžu skaits. Arī valsts mežos visvairāk ir vidēja vecuma audžu. Liela daļa no pašlaik 50-70 gadus vecām audzēm veidojusies, pēc Otrā pasaules kara aizaugot lauksaimniecības zemēm. Interesanti, ka tieši privātajos mežos ir relatīvi liels līdz 10 gadus vecu audžu skaits, tas, visticamāk, atspoguļo pēdējā laika tendenci pēc kailcirtes izcirtumus atstāt dabiskai apmežošanai, kas bieži norisinās tieši ar bērzu. (3.9. attēls)



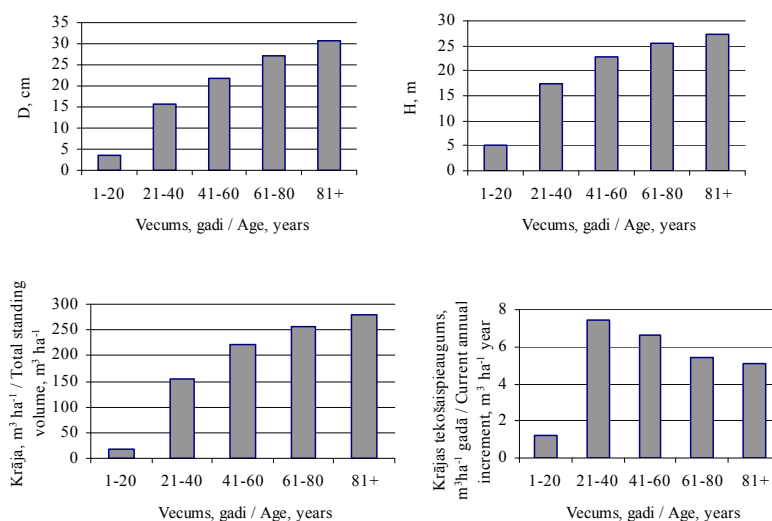
**3.9. att. Bērzu audžu vecumstruktūra valsts un privātajos mežos**  
**Fig. 3.9. The age structure of the birch stands in state and private forests**

Vispārējā gadījumā iepriekšējā attēlā novērotā sadalījuma tendence sakrīt ar Valsts Meža dienesta 2007. gadā publicēto informāciju.

Apkopojot bērzu audžu galveno taksācijas parametrus (audzes vidējais caurmērs, augstums, koku skaits audzē, krāja un krājas tekošais pieaugums), akcentētas izmaiņas saistībā ar audžu sadalījumu pa vecumklasēm (3.10. attēls). Līdz šim augšanas gaitas tabulas mums ir ļāvušas izsekot bērzu audžu augšanas gaitai, sākot no audzes trīsdesmitā dzīves gada. Tomēr, iedziļinoties minētajās tabulās apkopotajā informācijā par audžu taksācijas rādītājiem, secināms, ka tie ir ievērojami atšķirīgi no praksē novērotajiem. Vecumā no 20 līdz 50 gadiem, vadoties pēc tabulas, audzes vidējais caurmērs pirmās bonitātes audzēs pieaug no 6 līdz 21 cm un augstums – no 11 līdz 22 m. Rādītājus salīdzinot, redzams, ka 21-40 gadu vecās audzēs gan vidējais caurmērs un augstums ir vismaz par 40% lielāks nekā tabulās norādītais.

Otrs nozīmīgs secinājums ir, ka cērtamā vecumā viena koka tilpums ir apmēram  $1 \text{ m}^3$ , pie tam katrs šādas audzes hektārs vēl turpina ražot apmēram  $5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  gadā. Rodas jautājums, vai ir lietderīgi nocirst audzi, kura vēl spēj ražot šādā apjomā? Tajā pašā laikā, protams, visās vecumklasēs ir sastopamas arī audzes, kurās krājas tekošais pieaugums ir tuvs nullei. Šādu audžu identifikācija un izslēgšana no turpmākās mežsaimnieciskās aprites uzskatāma par vienu no prioritātēm nākotnē.

Trešais novērojums ir, ka mežsaimniecības praksē lietotās augšanas gaitas tabulas ļoti nepilnīgi apraksta bērzu audžu augšanas gaitu jaunaudžu vecumā. Tas norāda, ka jaunaudžu augšanas gaitas izpēte ir svarīgs pasākums.



**3.10. att. Bērza audžu vidējo taksācijas rādītāju izmaiņas līdz ar vecumu**

**Fig. 3.10. The changes of the birch stand mean parameters with stand age**

Iepriekš aprakstītie taksācijas rādītāji tika salīdzināti arī atkarībā no īpašuma formas. Vecuma grupā līdz 20 gadiem netika konstatētas būtiskas atšķirības starp valsts un privātajiem mežiem. Vislielākās atšķirības starp valsts un privātajiem mežiem konstatētas vecuma grupā no 21 līdz 40 gadiem. Šajā vecuma grupā valdošās sugas vidējais caurmērs un vidējais augstums privātajos mežos izrādījās būtiski lielāks nekā valsts mežos (t-testa p-vērtības attiecīgi 0.000 un 0.020). Taču lielākas koku dimensijas šajā vecuma grupā krāju pozitīvi neietekmē, jo koku skaits privātajos mežos savukārt ir būtiski mazāks nekā valsts mežos (Manna-Vitneja U testa p-vērtība 0.001). Vecuma grupā no 41-60 gadiem būtiskas atšķirības ir starp valdošās sugas krājas tekošo pieaugumu, kas būtiski lielāks privātajos mežos (Manna-Vitneja U testa p-vērtība 0.007). Audzēs, kuru vecums no 61 līdz 80 gadiem, būtiskas atšķirības starp valsts un privātajiem mežiem nav konstatētas, taču par 80 gadiem vecākās audzēs valsts mežos ir būtiski mazāks koku skaits (t-testa  $p=0.027$ ), taču būtiski lielāks koku vidējais augstums (t-testa  $p=0.049$ ). Iespējams, ka tas saistīts ar augšanas apstākļu tipu sadalījumu – valsts mežos ir ievērojami vairāk mežu uz nosusinātām augsnēm.

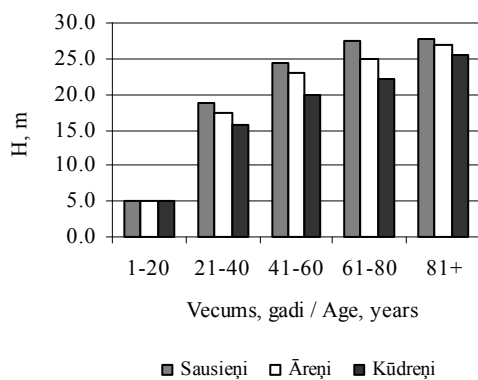
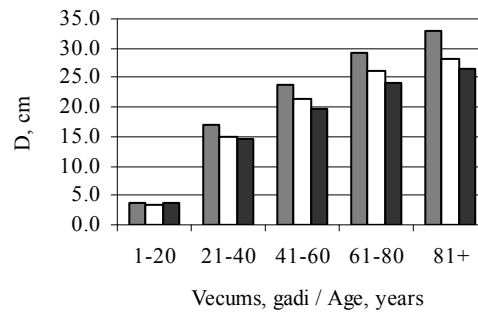
Salīdzinot bērzu audzes pēc izcelsmes, noskaidrots, ka pārsvarā tās atjaunojas dabiski no sēklām. Privātajos mežos ir nedaudz lielāks no atvasēm atjaunojušos audžu īpatsvars, savukārt valsts mežos – lielāks kultūru īpatsvars. Turklāt bērza mākslīgā atjaunošana uzsākta nesen, par to liecina vidējais kultūru vecums: 21 gads valsts mežos un 14 gadi privātajos mežos.

Kultūru ierīkošanasniecīgie apjomi visticamāk būtu jāizskaidro ar augstajām to ierīkošanas izmaksām. Pēc pašreizējās AS „Latvijas valsts meži” informācijas viena hektāra meža atjaunošana ar bērzu izmaksā apmēram 600 latus, ko privātais meža īpašnieks visticamāk nevar atļauties.

Pēc Valsts Meža dienesta 2006. gada datiem, 78% no visām atjaunotajām meža platībām Latvijā atjaunotas ar priedi, egli vai bērzu. Sīkāka iedziļināšanās atklāj, ka platības atjaunotas dabiski 30% gadījumā ar bērzu, 6% - ar priedi, bet 5% - ar egli. Mākslīgi atjaunoto platību sadalījums ir sekojošs: 20% - ar priedi, 15% - ar egli, bet tikai 2% ar bērzu. Arī Meža resursu monitoringa dati apstiprina līdzīgu meža atjaunošanas paņēmieni un koku sugu sadalījumu. Tas norāda uz mežu īpašnieku neieinteresētību atjaunot nocirstās platības ar selekcionētiem bērza stādmateriāliem.

Veicot bērzu audžu struktūras un taksācijas rādītāju analīzi dalīti pa sausieņu, āreņu un kūdreņu augšanas apstākļu tipiem, lielākās taksācijas rādītāju izmaiņas laikā fiksētas 21-40 gadu vecās audzēs, kad audzes caurmērs un augstums vairāk nekā trīskāršojas, bet krāja un tekošais pieaugums palielinās pat 6-7 reizes, salīdzinot ar audzēm, kuru vecums ir līdz 20 gadiem (3.11. attēls). Vecumklasē no 21-40 gadiem audzes vidējais caurmērs un augstums sausieņos ir lielāks nekā kūdreņos ( $p=0.024$  un  $p=0.000$ ). Šie rezultāti saskan ar somu zinātnieku atklāto likumsakarību, ka bērza vitalitāte ir augstāka minerālaugsnēs un zemāka – kūdras augsnēs (Saramäki, Hytönen, 2004). Nākamajās vecumklasēs

manāms abu šo taksācijas rādītāju samazinājums, tomēr bērzu audzes, kas vecākas par 81 gadu, turpina ražot  $4.6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  gadā kūdreņos un  $5.2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  gadā sausieņos (atšķirība ir būtiska,  $p=0.049$ ), kas atkārtoti liek apšaubīt vecuma kā galvenā indikatora, pēc kura izvēlēties cērtamās audzes, lietderīgumu.



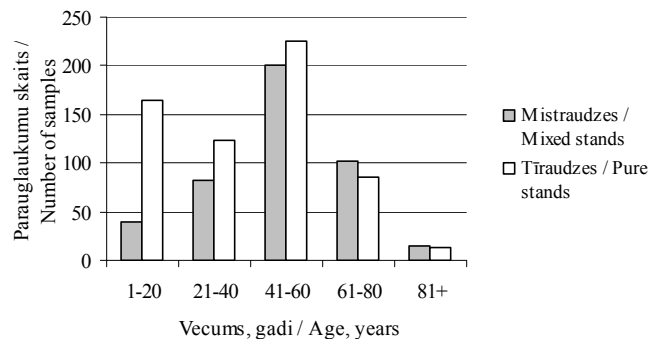
**3.11. att. Vidējā caurmēra un augstuma dinamika bērzu audzēs atkarībā no augšanas apstākļiem un vecuma**

**Fig. 3.11. The dynamics of mean diameter and mean height in the birch stands depending on the growing conditions (sausieņi – forests on dry mineral soils, āreņi – forests on drained mineral soils, kūdreņi – forests on drained peat soils) and age**

Audzū taksācijas rādītāju reģionālā analīze rāda, ka audžu caurmērs un augstums, kā arī krāja un tekošais pieaugums jaunaudžu vecumā Rietumlatvijā un Austrumlatvijā būtiski neatšķiras, toties 21-40 gadus vecās audzēs novērojams, ka Austrumlatvijā vidējais caurmērs ir par 2 cm lielāks ( $p=0.011$ ), bet vidējais

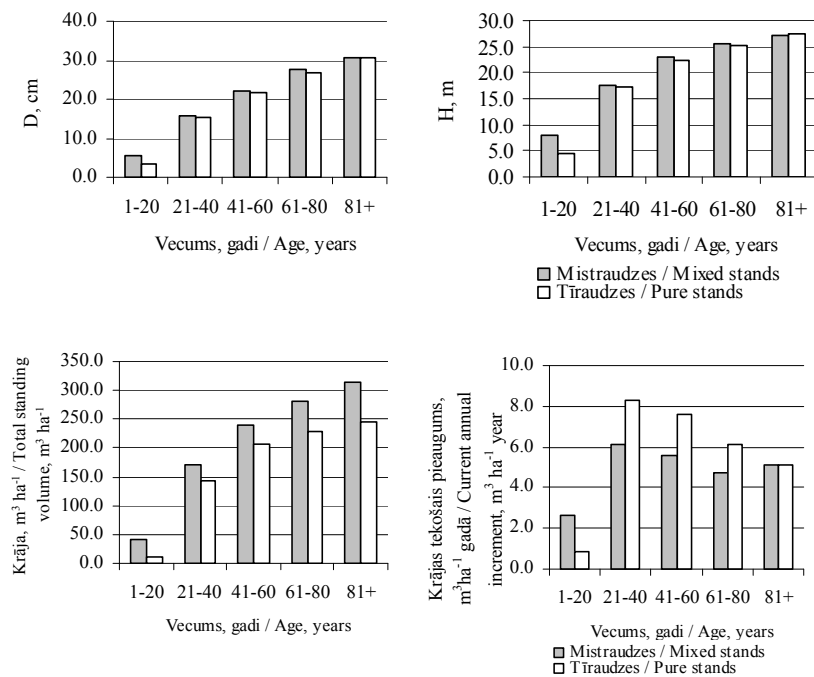
augstums – pat par 3 metriem lielāks nekā Rietumlatvijā ( $p=0.000$ ), arī krāja un krājas tekošais pieaugums mazāks ir Rietumlatvijā ( $p=0.033$  un  $p=0.005$ ). Audzēs ar vecumu 41-80 gadi nav novērojama caurmēra un augstuma atšķirība, tomēr krājas tekošais pieaugums ir būtiski lielāks Austrumlatvijā ( $p=0.000$ ).

Tīraudžu un mītraudzju attiecība līdz ar audzes vecumu mainās. Jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs pārsvarā ir tīraudzes, taču, audzes vecumam pieaugot, palielinās mītraudzju īpatsvars, un, sākot no 61 gada vecuma, mītraudzju skaits pārsniedz tīraudžu skaitu. (3.12. attēls). Droši vien mītraudzju veidošanās izskaidrojama ar audžu pašizretināšanos, kā arī saimniecisko darbību, kas atbrīvo audzē telpu citām koku sugām. Jāatzīmē, ka mītraudzju īpatsvara analīze pa īpašuma formām būtiskas atšķirības neuzrāda. Tas ir pretrunā ar sabiedrībā populāru atziņu, ka privātie meži Latvijā tiek apsaimniekoti bezmērķīgāk nekā valsts meži un ka skuju koki no bērzu mītraudzēm privātajos mežos tiek izcirsti intensīvāk nekā valsts mežos.



**3.12. att. Tīraudžu un mītraudzju skaita attiecība atkarībā no audzes vecuma**  
**Fig. 3.12. The proportion of pure-mixed stands depending on the age**

Analizējot audzes parametrus – vidējo caurmēru, augstumu, krāju un krājas tekošo pieaugumu – pa vecumklasēm atsevišķi tīraudzēs un mītraudzēs, noskaidrots, ka vecumklasē līdz 20 gadiem visi parametri ir lielāki mītraudzēs. Vecumklasēs no 21 gada vecuma līdz pieaugušām audzēm novērojums ir līdzīgs, tomēr bērzu tekošais pieaugums tīraudzēs ir apmēram par  $2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ gadā}$  lielāks (3.13. attēls), pie tam atšķirība ir būtiska ( $p=0.000$ ). Tas ļauj secināt, ka ražīgāku bērzu audžu izveidei nevēlama ir citu koku sugu klātbūtne audzē, pie tam, ja tāda ir sastopama, tad tā būtu jāsamazina ne vēlāk kā 20-25 gadu vecumā, kad novērojama bērzu tekošā pieauguma kulminācija. Tādējādi pētījuma rezultāti saskan ar literatūrā atrodamo atziņu, ka bērzi jāaudzē tīraudzēs. Vairāki zinātnieki savos pētījumos norāda, ka gaismasprasīgu koku sugu, konkrēti priedes un bērza savstarpējs mistrojums neveicina ne audzes rezistenci pret dažādu ekoloģisko faktoru ietekmi, ne arī krājas tekošo pieaugumu.



**3.13. att. Caurmēra, augstuma, krājas un krājas tekošā pieauguma dinamika bērzu audzēs atkarībā no mistrojuma pakāpes un vecuma**  
**Fig. 3.13. The dynamics of the mean diameter, height, standing volume and current annual volume increment depending on the mixture degree and stand age**

To, ka audzes I stāva krāja mistraudzēs pārsniedz krāju tīraudzēs, var samērā vienkārši izskaidrot, jo metodiski bērzu krājai tiek pieskaitīta piemistrojuma esošo koku sugu krāja. Lai noskaidrotu, kādas koku sugas veido piemistrojumu bērzu audzēs Latvijā un kādā mērā tās ietekmē audzes pirmā stāva krāju, veikta padziļināta piemistrojuma analīze pa vecumklasēm.

1-20 gadus vecās audzēs piemistrojuma vidējā krāja sastāda  $8.9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Piemistrojuma esošās egles vidējā krāja ir  $6.5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , piemistrojuma esošā baltalkšņa vidējā krāja -  $10.6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , piemistrojuma esošā melnalkšņa vidējā krāja -  $7.9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  un piemistrojuma esošās apses vidējā krāja -  $3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Egles lielo sastopamību visticamāk var izskaidrot ar faktu, ka bērzu jaunuzdes nereti veidojas iznīkušu egļu kultūru vietā – neveiksmīga stādījuma gadījumā brīvā vietas audzē aizņem pioniersugas.

21-40 gadus vecās audzēs piemistrojuma vidējā krāja ir  $44.3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Līdzīgi kā iepriekš, piemistrojumu veido galvenokārt egle (55 audzēs

vidējā krāja  $24.7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) un citas pioniersugas. Interesanti, ka šajā vecumklasē piemistrojumu veido arī priede – 29 audzēs, pie tam vidējā krāja ir ievērojama –  $51.1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Tā kā līdzīga tendence saglabājas arī nākamajā vecumklasē – 41-60 gadi -, tad iespējams izdarīt secinājumu, ka bērzu mistraudzes visticamāk veidojušās arī meža dzīvnieku postījumu rezultātā, kas pagājušā gadsimta septiņdesmitajos gados bija ievērojami tieši priežu kultūrās. Skaidrs, ka neviens mežkopis tanī laikā labprātīgi nebūtu ļāvis izveidoties bērzu jaunaudzēm, tās veidojušās dažādu ārēju faktoru ietekmē.

Pieaugušās un pāraugušās bērzu audzēs piemistrojumu galvenokārt veido priede un egļe. Pārējās sugas ir vai nu jau atmirušas audzes pašizretināšanās rezultātā, vai arī izzudušas retināšanas gaitā. Tāpat iespējama arī situācija, ka ātraudzīgās sugas, piemēram, apse spēj veidot divas paaudzes vienas valdošās sugas paaudzes laikā.

Viss šajā nodaļā aprakstītais liek izdarīt secinājumu, ka bērzu audzēs piemistrojums ir nevēlama parādība. Tomēr gadījumā, ja jāapsaimnieko neliela meža platība, piemēram, 5-10 hektāri, no piemistrojuma sugām iespējams gūt regulāru materiālu labumu, kas var nebūt tikai malka, bet arī vērtīgāki kokmateriāli.

#### 4. Galvenie secinājumi

1. Bērzu jaunaudzes Latvijā vēsturiski veidojušās dažādu iemeslu dēļ iznīkušu vai novājinātu egļu vai priežu kultūru vietā vai kā to apakšnogabali.

2. Iepriekšējā laika periodā ierīkoto parauglaukumu atkārtota pārmērīšana un iegūto datu analīze apstiprina faktu, ka augstāka audžu ražība un labāka stumbru kvalitāte panākama, jaunaudzes izkopjot līdz optimālajam (1500 – 2000 gab.) koku skaitam uz hektāra uzreiz vienā piegājienā, pirms tās sasniegušas 12 m augstumu. Arī Meža resursu monitoringa datu analīze apliecina, ka krājas tekošais pieaugums jaunaudzēs ir vislielākais, ja tās jau sākotnēji veidotas ar šādu biežumu.

3. Piemistrojums bērzu audžu augšanas gaitu ietekmē negatīvi, tomēr ir pieļaujams citu pioniersugu, kā arī egles līdzdalība audzē līdz 60 gadu vecumam. Audžu kopkrāja visās vecumklasēs ir lielāka mistraudzēs, turpretī bērzu koksnes tekošais pieaugums tīraudzēs ir būtiski lielāks.

4. Latvijā sastopamas pieaugušas un pāraugušas audzes, kuras nereti turpina ražot aptuveni  $5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  gadā un vidējais koka tilpums audzē sastāda  $1 \text{ m}^3$ . Tajā pašā laikā sastopamas arī mazražīgas audzes. Tas rosina rūpīgi apsvērt audžu vecuma un mērķa caurmēra kā vienīgo indikatoru cirtmeta noteikšanai izvēli un censties padziļināti izprast audžu augšanas gaitas savdabības.

5. Aprakstot elitāro finierkluču iznākumu bērzu audzēs Latvijā, iegūts vienādojums, kas ar augstu ticamību ļauj prognozēt cērtama vecuma audžu kvalitāti. Vidējais elitāro finierkluču iznākums valstī ir  $33\% \pm 0.8$ , vērtības svārstās 20 līdz 43 procentu robežās.

6. Izstrādāti un statistiski novērtēti regresijas vienādojumi, kas ļauj aprēķināt: 1) finierkluču tilpumu, m<sup>3</sup>; 2) atzāģu apjomu, m<sup>3</sup>; 3) atzāģu relatīvo daudzumu, %, saistībā ar stumbra vai audzes vidējo caurmēru un augstumu, izstrādājot sortimentus šādos atstatumos no celma griezuma (m): 0.0-1.5; 0.0-2.5; 0.0-1.5 plus 1.5-4.0. Pie vienādiem koku caurmēriem un augstumiem sausieņu un pārējos mežos minētie rādītāji būtiski neatšķiras.

7. Elitāro finierkluču iznākums Rietumlatvijā ir mazāks nekā Austrumlatvijā, apliecinot to, ka Kurzemē bērzu audzes ir zemākas kvalitātes.



## **1. The overall description of the thesis**

### ***1.1 Background***

After regaining the independence at the end of 20<sup>th</sup> century, Latvia started to move towards the market economic. Silver birch became a much demanded tree species because of impressive development of veneer industry, which still continues. At the same time, the understanding appeared that our knowledge about increasing the productivity and stem quality of the birch stands in Latvia was very insufficient. There was also no information available how to regenerate the stands with birch correctly to achieve the basic goal of the forestry –high productivity and good stem quality at the end of the rotation period. Previously, the research concerning these silviculture problems was carried out by Finnish researchers, but there were no suggestions, if the results could be implemented in Latvia. Despite of that, birch has become the second most widespread tree species in Latvia, mainly because of very intense self-regeneration on abandoned agriculture lands after WWII. The analysis of the age structure of the birch stands shows that there probably will be a shortage of birch timber resources within few decades. Factories which are orientated to birch timber processing are aware of this problem. They also start demanding not only quantity of timber resources, but also quality. During the last decade, several research projects regarding different problems connected with forest regeneration with silver birch were started. The planting material, regeneration method, density of the stand at the regeneration moment and the outcome of sawtimber were studied by researchers of Forest sector in Latvia. All these research projects have high economical importance and are stated as priority in timber market development in Latvia.

### ***1.2. The aim of the research***

To study the correlations between the growth and quality of the birch stands in different age classes and such factors as site types, regional localisation, admixture degree, ownership and management regimes on fertile soil types in Latvia.

### ***1.3. The objectives of the research***

To achieve the aim of the research, three objectives were stated:

1. To analyze the growth and productivity of young silver birch stands after the thinnings of different intensity;
2. To analyze the timber quality in the birch stands at the end of the rotation period;
3. To analyze the overall birch stand structure on different site types and in different regions of Latvia.

### ***1.4. Scientific novelty and practical significance of the research***

The empirical material used in this research is very extensive – data from permanent sample plots of Latvian State Forestry Research Institute “Silava” and

voluminous data basis of Forest resource monitoring. The author of this thesis has taken part in establishment of these sample plots and in sampling and processing of the data. The use of these data is unique because Forest resource monitoring was launched only recently – in 2004.

As the main benefits of this research the recommendations for establishment and management of high-productive birch stands are to be mentioned. The method of estimation of the outcome of high-quality veneer logs using the main parameters of the stand is also a gain of this study.

#### ***1.5. The scientific approval of the research***

The results of the thesis have been described in five scientific publications. The results were presented in eight conferences.

#### ***1.6. The structure of the thesis***

The structure of the thesis is created according to the objectives of the study. In the first chapter the literature and former research about the topics related to the thesis have been studied. The second chapter is divided in three sub-chapters; each sub-chapter is devoted to one objective of the research and contains information about research objects and the methodology of sampling and analysing data. In the third chapter the results of above-mentioned studies are presented and discussed. The thesis concludes with seven conclusions

The thesis consists of 89 pages, 14 tables, 25 figures. The author has studied 75 literature sources.

## **2. Material and methods**

### ***2.1. The analysis of growth and productivity of purposefully created silver birch stands***

The main part of the data analysed in this chapter are collected in 17 permanent sample plots established on fertile site types in Gulbene, Ogre and Jumprava forestries in 1991. Pure birch stands with age 8, 11, and 18 years and initial height 3.0 m, 9.2 m, and 10.4 m respectively were chosen for these sample plots. The stands were thinned during the experiment with different intensity – from 30 400 trees per ha, 10 400 trees per ha and 13 000 trees per ha to 1000, 1500, 2000 and 3000 trees per ha by removing the thinnest trees in the stand. The basic stand parameters – mean diameter, mean height, length of the branchless part of the stem - were recorded in 1993, 1997, 2002 and 2006.

### ***2.2. The analysis of the stem quality of birch stands in Latvia***

The data gathered in short-term sample plots – 23 clear-cut areas in 16 state forestries – was used to study the regional differences of the stem quality of birch stands. 20 randomly selected birch stems were selected for this study in each clear-cut area. Following parameters of all 460 stems were recorded: the diameter 1.3 meters from the cut, the length of the stem and the relative amount of the

vener logs with elevated quality. The last parameter was used as indicator for the stand quality.

The material from two samples – 13 clear-cuts (260 stems) in forests on dry mineral soils and 10 clear-cuts (200 stems) in forests on wet mineral and drained soils – provided the opportunity to analyse the parameters of each stem – volume, taper and the amount of the cutting residues. The diameters of each single stem in following distances from the stump cut were recorded: 0.0 m; 0.5 m; 1.0 m; 1.5 m; 2.0 m; 2.5 m; 3.0 m; 5.0 m; 7.0 m; 9.0 m; 11.0 m; 13.0 m; 15.0 m; 17.0 m; 19.0 m. During the further studies, the parameter that would describe the amount of the most valuable saw timber – veneer log – was prospected. The results of these calculations were used for the prognosis of the outcome of the veneer logs in sample plots established for Forest resource monitoring.

The stands with age 70 years and more from the data base of Forest resource monitoring were studied in order to analyse the correlations between the standing volume of the main storey and the admixture degree of other tree species. Such factors as ownership and region were also takes into account.

### **2.3. The particularities of the structure of the birch stands in Latvia**

To achieve the third objective of this thesis, the calculation of stand parameters in pure birch stands selected from the data basis of Forest resource monitoring was performed.

Forest resource monitoring was launched in 2004, one cycle of measurements lasts five years. During this period the net of sample plots combined in equilateral triangles is established. The length of the sides of the triangle is 4 km.

Criteria used for the stand selection from the data bases were following:

1. Land category. Only sample plots on the forest land were selected;
2. Tree species. Only stands with main tree species birch were selected;
3. The area of the sample plot. At least 75% of the area of the sample plot had to be on the forest land;
4. Number of the trees in the stand. At least 100 trees per hectare had to be in the sample plot;
5. Site type. In order to exclude from the further study stands dominated by the downy birch (*Betula pubescens* Ehrh.) only site types suitable for silver birch (*Betula pubescens* Roth.) were selected: *Hylocomiosa*, *Oxalidosa*, *Aegopodiosa*, *Myrtillosa mel.*, *Mercurialiosa mel.*, *Myrtillosa turf. mel.* and *Oxalidosa turf. mel.*

Following stand parameters were used in calculations to achieve the goal:

- the mean diameter of the stand  $D$ , cm;
- the mean height of the stand  $H$ , m;
- age of the stand;
- number of trees per ha  $N$ ;
- total standing volume of the main storey  $M$ ,  $m^3 ha^{-1}$ ;

- current annual increment,  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$  per year;
- mixture degree.

According to the above-mentioned criteria 1051 sample plot from the data base were selected representing the birch stands in Latvia. Additionally the analysis of 148 stands established on abandoned agriculture land was done.

The normality of the data was tested with Kolmogorov-Smirnov test. In cases when the data distribution was normal, independent samples' t-test and one-way ANOVA were used in further studies. Mann-Whitney U test and Cruscal-Wallis test were used as alternative non-parametric methods in cases when the data distribution was not normal.

### 3. Results and discussion

#### *3.1. The analysis of growth and productivity of purposefully created silver birch stands*

The information about the stand parameters gathered during several re-measurements of 17 sample plots established in 1991 was used to study the structure of the birch stands. Additional information from 34 sample plot established later – in 1999 – was also used. The records of the stand parameters of these sample plots are available as well. The stand parameters have been re-measured twice – in 2002 and 2006. Following measurements were recorded in all 51 stands:

- number of trees in 1 cm diameter class;
- mean diameter of the stand, cm;
- mean height of the stand, m;
- the height of the crown, m.

The basal area and the total standing volume of the stand were calculated. The establishment of understorey was used as a criterion to analyse the structure of the stand over the time.

The reduction of the number of trees in the main storey only partially could be explained with the increase of the mean height and differed significantly from the numbers shown in the yield tables. The data shows that in stand with initial height 3.0 m an 1500 trees per ha the mean height increases by 10 meters during next 12 years and reaches 13 meters. Besides that, no trees have perished during this period. No understorey was observed, too. Yield tables that are widely used show that the number of trees per ha reduces by several thousands of trees per ha, if the height is as mentioned above and the density of the stand is full. Accordingly to our observation the reduction of the number of trees is significant in stands with 10 000 trees per ha and with mean stand height 3.0 meters and can reach even 7500 trees per ha that perish during 15 year period.

The reduction of the number of trees in the stand can be described with following equation:

$$\Delta N = H_0 + 0.946 N_0 - 1984, \quad (1)$$

where  $R^2 = 0.99$   $N_0$  – initial number of trees in the stand and  $H_0$  – mean height of the main stand at the beginning of experiment.

With this equation it is possible to calculate the optimal initial number of trees per hectare to avoid any dieback or loss in productivity of the remaining stand at least for the next 15 years:

$$\Delta N = 0, \text{ if } H_0 = 3.0 \text{ m and } N_0 = 1913, \text{ i.e. } \approx 2000 \text{ trees. ha}^{-1}; \text{ and}$$

$$\text{if } H_0 = 10.0 \text{ m and } N_0 = 1483, \text{ i.e. } \approx 1500 \text{ trees. ha}^{-1}.$$

The results of the experiment show that thinning of dense young birch stands with intensity 2000 trees  $\text{ha}^{-1}$  after the thinning is not connected with any significant risk of snow or wind break. Only 12 trees in all permanent sample plots have suffered from this threat and there is no correlation between this figure and site type. For the same reason the analysis of the data is also done in one sample (Fig. 3.1.).

The analysis of the stand parameters D and H during the experiment shows that the highest height and diameter increments are in those stands where the most intensive thinnings were carried out. Slenderness ratio  $HD^{-1}$  does not change significantly in these sample plots during the observation period, i.e., no spindling of the trees is to be mentioned. The opposite observation can be made in the stands where the initial number of the trees was high.

According to the results, the  $HD^{-1}$  ratio as an indicator for stand stability has often been overemphasized. In fertile site types, where the  $HD^{-1}$  ratio is invariably above 1.0, it would be impossible to manage the birch stands as prescribed by the existing regulations. In the sample plots the average height of vital birch stands is between 5 and 20 m at the modal value of  $HD^{-1}$  ratio 1.5 (Fig. 3.2).

In different Kraft classes the  $HD^{-1}$  ratio argues also against the significance of higher  $HD^{-1}$  values as an indicator of increased risk. Taller trees (Kraft class I-II) with longer crowns have lower  $HD^{-1}$  values than the trees of Kraft class III.

The biometrical analysis of the data shows the differences among the modal values of  $HD^{-1}$  ratio to be significant even for the trees in proximal Kraft classes. There is a pronounced negative correlation between  $hd^{-1}$  and the diameter or height of a single tree in heavily thinned stands (to 1500 trees  $\text{ha}^{-1}$  at  $H_0 = 3.0$  m) where the social status (Kraft class) of the trees cannot as yet be determined. Even if the  $hd^{-1}$  ratio showed imminent threat of snow damage, (Fig. 3.3.) suppressed and less valuable trees or those of Kraft class III would be the ones most likely to suffer from snow damage. In such a case the snow would simply assist in thinning of the stand.

Next to highways one can often see birches damaged by snow. Quite often snow-damaged birches are also found in some bio-groups inside the stand. In similar case closeness to the forest edge is the major factor responsible for snow damage. As light-demanding species, the birch stems lean towards an open

space, and the crowns lose symmetry and can easily suffer damage even in a light snowfall. The results of the research show that also the trees in heavily thinned stands can develop slender stems and symmetrical crowns over the season of early spring or the beginning of summer. It contributes also to the survival of trees during the winters to come. Thus, the assumption that heavily thinned birch stands are more susceptible to snow damage is believed to be groundless.

The major objective of pre-commercial thinning is to provide a maximal volume growth of the dominant stand. However, the stem quality is of no less importance. In the young and medium aged stands the self-pruned portion of the stem is an indicator of its quality. The correlation between self-pruned part of the stem and the mean height of the stands thinned in 1999 is displayed in Figure 3.4. The figure shows that in order to get more stems with high quality the diameter and height increment already in young stands should be favoured.

The interdependence between the crown length, the self-pruned stem portion, and the standing volume were analysed for two different samples: 1)  $3 \text{ m} < \mathbf{H}_0 < 6 \text{ m}$ ; 2)  $9 \text{ m} < \mathbf{H}_0 < 12 \text{ m}$ .

In the first sample ( $1500 \text{ trees ha}^{-1} < \mathbf{N}_0 < 5000 \text{ trees ha}^{-1}$ ), there is a negative correlation ( $r = -0.98$ ) between the crown length and the number of remaining trees after thinning. Increasing the number of trees by  $1000 \text{ trees ha}^{-1}$  reduces the crown length by 1.0 m. In the second sample, the reduction of the number of the trees has no significant influence on crown length ( $r = -0.13$ ). The mean crown length within this sample is 5.4 m.

The correlation between the number of trees  $\mathbf{N}_0$  and the length of the self-pruned stem portion is less regular:  $r = +0.82$ . Increasing the number of trees by 1000 increases the self-pruned portion of the stem by 0.1 m only. It is worth mentioning that at  $\mathbf{N}_0 = 1500 \text{ trees ha}^{-1}$  the mean length of the self-pruned stem portion is as high as 9.0 m, and 9.5 m at  $\mathbf{N}_0 = 5000 \text{ trees ha}^{-1}$ . Thus, it confirms the assumption that self-pruning is a genetic and regional particularity and to a lesser extent affected by the stand density. It confirms also the assumption stated by Maiké P. (1952) – there is no correlation between the number of the trees in the stand and the length of the self-pruned part of the stem.

The data from the sample plots recorded in 2002 and 2006 show that there are no regional differences in stand parameters – mean height and length of branchless part of the stem (Fig. 3.5.). Most likely, self-pruning is a process influenced by different particularities of the populations within the region.

Preventing the competition among the trees within the stand and the formation of understorey can increase the total standing volume (Fig. 3.6., A). In the period between 1994 and 2002 the volume difference  $\Delta V$  has a strong correlation with initial number of the trees  $\mathbf{N}_0$ :  $r = -0.99$ . It means that reducing the number of the trees in the main storey by 1000 ( $1500 \text{ trees ha}^{-1} < \mathbf{N}_0 < 5000 \text{ trees ha}^{-1}$ ) increases the volume difference by  $1.5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  per year. During the observation period the volume difference was  $4.68 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  per year ( $\mathbf{N}_0 = 5000 \text{ trees ha}^{-1}$ ) and  $9.93 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  per year ( $\mathbf{N}_0 = 1500 \text{ trees ha}^{-1}$ ). Stands

with a high initial density show a very seldom analysed paradox – the volume difference does not change for several years – the annual increment “disappears” in formation of the understorey.

At the moment of height increment culmination (age 15-20 years) a statistically significant correlation ( $r = +0.65$  at  $r_{0.05} = 0.58$ ) between the initial number of the trees and the height increment is observed. Though, it does not mean that trees in a denser stand grow better than in sparser stands. At that time, the number of the trees in the main storey decreases rapidly. Leaving larger number of the trees after the thinning in 1991 has not made the stand growing better, but the formation of understorey has been significant. The analysis of Forest resource monitoring also confirms this assumption.

The fact, that the stand parameters do not differ significantly in older stands ( $9 < H_0$  (m)  $< 12$ ), irrespectively from the thinning intensity, allows concluding that thinning can not influence the volume difference in these stands. Reducing the number of the initial number of trees by 1000 the volume difference increases only by  $0.5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  per year (Fig. 3.6., B).

The decision of the advisability of thinning of the stand should be made in connection with the possible income from this silvicultural treatment. It means that thinning in a stand with  $N_0$  from 9-12 meters will be possibly non-profitable because the volume difference of the trees left after the thinning will not cover the investments for the thinning. From the other side, the competition between the trees in an unthinned stand is also not advisable.

The analysis of the data from Forest resource monitoring regarding the growth of the birch stands confirms the above stated assumption about the necessity of formation of sparse birch stands. The current annual increment correlates positively with initial number of the trees. In the stands with density of 2000 trees per ha and more, stagnation of this parameter is observed.

The volume difference of a single tree during four years' observation period is significantly larger in stands with density about 1500 trees per ha, which is advisable initial stand density.

All the conclusions drawn in this chapter fully confirm the hypothesis stated by several researchers before. Thinning of the birch stand at the age of 30-50 years gives no positive influence on the residual stand, but thinning down to 1000 trees per ha will ensure the largest current annual increment. Early and intensive thinnings ensure the formation of strong crowns in the residual stand.

Not so equivocal conclusions can be made based on the analysis of data gained from stands established on abandoned agriculture lands. Stand density does not influence the mean diameter, even if the stand is sparse. The explanation could be that these stands are selected from the data basis of Forest resource monitoring. Data available in these data bases are static do not represent any growth dynamics because no re-measurements are made yet.

Data from the Forest resource monitoring was analysed to study the influence of other tree species' admixture in birch stands on growth of these

stands. During this study, 20-40 years old birch stands were selected from the data base. No significant differences between the stand parameters in private and state forests were found. The impact of the admixture of different tree species on the current annual increment of birch is shown in table 3.1. All tree species influence the current annual increment of the birch negatively. The correlation coefficients show that pine has the most negative influence on the current annual increment of 20-40 years old birch ( $r = -0.35$ ). This means that the formation of birch-pine stands should be avoided, if the optimal current annual increment is to be reached. This confirms the assumption stated by researchers of LSFRI “Silava”, that larger annual increment is observed in pure stands.

To analyse the stand parameters of birch stand at the end of rotation period (age 70 years and more), birch stands of this age were selected from Forest resource monitoring data bases. The difference of the parameters was not significant between state and private forests. The correlations between the admixture tree species and the total standing volume of the main storey (Table 3.2.) show that any admixture influences the total standing volume positively, which is opposite observation to others published before. Obviously, there are different reactions of sun-demanding conifers and sun-demanding deciduous tree species to the admixture of other tree species.

### ***3.2. The stem quality of birch stands in Latvia***

The market relations define a following rule – the demand and price is higher for a better quality timber. The indicators of high quality birch veneer log are following:

- absence of branches;
- absence of scars;
- minimal diameter without bark – 20 cm;
- minimal length – 2 m;
- maximal taper – 1%;
- maximal deviation from a regular circle in the middle of the log – 2 cm.

During former studies, 760 birch stems in 38 temporal sample plots were exactly measured with the aim to estimate the amount of high quality birch veneer logs in the stand. The analysis of these data provided the opportunity to estimate the quality of each birch stand in Latvia using simple parameters in a following equation:

$$\mathbf{KV\%} = 0.59 \mathbf{D} + 0.89 \mathbf{H} - 13.8 \quad (2),$$

where  $18 \text{ cm} < \mathbf{D} < 34 \text{ cm}$  and  $17 \text{ m} < \mathbf{H} < 28 \text{ m}$ .

This equation can be used to define the localisations of the birch stands with highest and lowest quality. The results show that quality index KV% varies from 8-45 % and the mean outcome of high quality veneer log is 27.7 % from the total standing volume of the birch stand.

The equation presented before is used also to estimate the outcome of the veneer logs in the stands selected from the data bases of Forest resource



monitoring. The analysis show that there is a significant difference between stands in eastern and western part of Latvia ( $p=0.034$ ), but there is no difference in the outcome of high quality veneer between state and private forests ( $p=0.41$ ).

According to the results of Forest resource monitoring data analysis, the average outcome of high quality veneer logs is  $33 \% \pm 0.8$ , the parameter varies between 20 and 43 percent. This result corresponds with the results gained from analysis of 760 birch stems. The outcome of high quality veneer is higher in eastern part of Latvia. That confirms the overall assumption that the quality of birch stands is lower in western part of Latvia.

In further analysis the data from 760 birch stems in two samples – 260 stems from stands on dry mineral soils and 200 stems from stands on wet mineral and drained soils – was used. The mean breast height diameter  $D_{1,3}$  in first sample was significantly larger than in second sample, 34.7 cm and 32.9 cm respectively. Similar relation was also observed regarding the mean height in both samples. The relations between breast height diameter and height in both samples are shown in Fig. 3.7. Trees with equal diameter are significantly shorter and more taper in forests on wet mineral and drained soils.

The analysis of the stem form includes the study of the parameters of the lower log 0.0-0.5 m.  $30.2 \text{ cm} < D_0 < 73.0 \text{ cm}$  in the forests on dry mineral soils (average  $D_0 = 48.2 \text{ cm}$ ) and  $26.6 \text{ cm} < D_0 < 63.0 \text{ cm}$  (average  $D_0 = 45.5 \text{ cm}$ ) in the other forests (on wet mineral and drained soils). The difference is significant between the groups. The biometrical analysis of the diameters of the cut shows that only 1 % of the trees are having  $D_0 > 62 \text{ cm}$ .

There is an opinion that it is necessary to analyse the lower log more precisely because of its taper and relatively large volume. In this study, the difference between diameters  $d_0$  and  $d_{0,5}$  varies a lot – from 2 mm to 27 cm. The taper of this log has but a weak correlation with breast height diameter and height;  $r_d = -0.58$  and  $r_h = -0.37$  in forests on dry mineral soils and  $r_d = -0.32$  and  $r_h = -0.37$  in other forests ( $r_{0.05} = 0.13$ ). The taper of the lower log can be calculated with simple regressions:

1) in the forests on dry mineral soils:  $d_0 - d_{0,5} = 30.95 - 0.387 d_{1,3} - 0.269 h$  ( $R = 0.60$  and  $n = 260$ );

2) in the other forests:  $d_0 - d_{0,5} = 25.93 - 0.158 d_{1,3} - 0.413 h$  ( $R = 0.40$  and  $n = 200$ ).

It means that:

- the taper of the lower log is larger for shorter and thinner trees, i.e., it is advisable to have birch stands with thicker stems, because the taper will be smaller in these stands;
- the taper of the lower log is a parameter calculable on low credibility level, if the breast height diameter and height are used as parameters; the credibility is even lower, if the mean taper of the log using mean parameters of the stand is calculated ( $R = 0.42$ ,  $n = 23$ ).

- it is advisable to use the probability to estimate the taper of the lower log; more likely, it is 10.0 cm on 0.5 m, but 5 logs from 100 may have taper smaller than 1.0 cm or larger than 18.0 cm.

The average volume of the lower log is 0.074 m<sup>3</sup>, or 6.2% of the volume of the stem in the forests on dry mineral soils and 0.066 m<sup>3</sup> or 6.3% in the other forests. At the same time, the volume of the lower log is 20% of the volume of the first 4 meters long log.

The data available from this study provides an opportunity to calculate the optimal length of the logs before peeling them in veneer factory. Three variants of cutting the log were chosen for further analysis: 1) 1.5 m long log from the lower part of the stem; 2) 2.5 m long log from the lower part of the stem; 3) a combination of 1.5 and 2.5 m long logs from the lower part of the stem. Statistical and correlative analysis of the data from all three variants was performed. It should be mentioned that the length of the log in all three variants was chosen according to the cognitions of the experts of veneer factory "Latvijas Finieris".

#### Lower log 0.0-1.5 m

There are significant differences between following parameters of the log: the volume of the log in forests on dry mineral soils and other forests (0.179 and 0.158 m<sup>3</sup>); the total volume of the cylinder created from the log (0.123 and 0.107 m<sup>3</sup>) and the amount of the cutting residuals (0.056 and 0.051 m<sup>3</sup>). The differences between relative amount of cutting residuals an taper in both samples were not significant (32.4 and 32.9% ; and 14.4 and 13.8 cm).

Analyzing the data correlations, it is possible to draw conclusions about most appropriate regression equations that could be used to calculate one or another necessary parameter. The correlation matrix confirms a quasi self-evident fact that the taper of the analyzed log ( $d_0-d_{1.5}$ ) is determined mainly by the taper of the lowest ( $d_0-d_{0.5}$ ) half meter long part of the log. There are significant correlations between important parameters of the veneer log (log volume, volume of the cutting residuals, m<sup>3</sup>, percentage of the cutting residuals, %) and breast height diameter of the stem. There is almost functional relationship between the actual volume of the log (sum of the three half meter long sections) and the breast height diameter of the stem ( $r=0.97$  in the forests on dry mineral soils and  $r=0.95$  in the other forests). There is a comparatively large dispersion in the correlation between the total volume of cutting residuals (m<sup>3</sup>), as well as the relative volume of the cutting residuals (%) and the breast height diameter of the stem. Developing multiple regression equations and including there also the stem diameter the credibility of the model is somewhat increased.

Most likely, e.g., at the mean tree diameter  $d=0.35$  cm and mean tree height  $h=27$  m, the logs in the forests on dry mineral soils are insignificantly (only by 0.006 m<sup>3</sup>) more voluminous than in the other forests. It means that the growing

conditions can affect tree height and diameter but do not have impact on the volume of veneer logs that are cut from the trees of the same diameter and height.

At the mean values  $d=35$  cm and  $h=27$  m the volume of the cutting residuals in the forests on dry mineral soils is  $0.057$  m<sup>3</sup>, in the other forests –  $0.056$  m<sup>3</sup>, the impact of the growing conditions is most likely insignificant. For the trees of smaller dimensions ( $d=30$  cm,  $h=26$  m) the volume of the cutting residuals in the forests on dry mineral soils is  $0.051$  m<sup>3</sup> but in the other forests –  $0.046$  m<sup>3</sup>. For the trees of greater dimensions ( $d=40$  cm,  $h=29$  m) the lower log is a little more cylindrical in the forests on dry mineral soils: the volume of the cutting residuals is  $0.063$  m<sup>3</sup> and  $0.065$  m<sup>3</sup>, respectively.

At  $d=35$  cm and  $h=27$  m the relative amount of the cutting residuals in the forests on dry mineral soils is 32.6% but in the other forests – 32.2%. It means that one third of the volume of the lower log is cutting residuals, irrespectively of the growing conditions.

#### Lower log 0.0-2.5 m

In the aspect of veneer log statistics it must be mentioned that for all 460 trees 2.5 m from the stump cut diameter is greater than 22 cm, consequently all trees are morphologically suitable for the veneer logs of this length. Birches from the forests on dry mineral soils have slightly larger taper ( $d_0-d_{2.5}$ ) but the difference is not statistically significant:  $t_{\text{fakt.}} = 1.79 < t_{0.05} = 1.96$ .

Also the relative amount of the cutting residuals does not differ significantly. It is almost equal in the forests on dry mineral soils and the other forests (33%) and rather similar to the cutting residuals' percentage of the 0.0-1.5 m long log. However, in the forests on dry mineral soils the mean volume of the log is significantly greater ( $0.266$  and  $0.234$  m<sup>3</sup>), the same is true for the cylinder volume ( $0.183$  and  $0.157$  m<sup>3</sup>) and the volume of the cutting residuals ( $0.084$  and  $0.077$  m<sup>3</sup>).

The material characterizing mutual correlations shows that it would be useful to develop appropriate regression equations for the calculations of the actual volume of the log and the volume of the cutting residuals, %, but, unlike to the 1.5 m long log, the relative amount of the cutting residuals should be evaluated only as a probability for there is but a weak correlation between this indicator and the breast height diameter and tree height: in the forests on dry mineral soils  $r = -0.35$  and  $-0.24$ , but in the other forests  $r = -0.16$  and  $r = -0.15$ . Like before, in both samples there is a strong correlation between the breast height diameter and the log volume, which allows using these indicators in the calculations.

At already before used mean parameters  $d=35$  cm and  $h=27$  m in the forests on dry mineral soils the volume of the log is  $0.259$  m<sup>3</sup>, in the other forests –  $0.264$  m<sup>3</sup>.

Like before the difference  $0.005$  m<sup>3</sup> is insignificant, yet it reflects the trend that in the forests on dry mineral soils the taper of the birch stems 2.5 m from the stump cut can be slightly larger than in the other forests. As mentioned before, with these

mean  $d$  and  $h$  parameters 1.5 m long log was slightly more voluminous in the forests on dry mineral soils.

At  $d=35$  cm and  $h=27$  m the volume of the cutting residuals in the forests on dry mineral soils is  $0.0867 \text{ m}^3$  for every log but in the other forests –  $0.0827 \text{ m}^3$ . It confirms that with these stem parameters the cutting residuals constitute 33% of the log volume for the trees cut in the forests on dry mineral soils and 31% of the log volume in the other forests. A comparatively high biometrical credibility of the equations allows using them also in the evaluation of other situations considering the limitations for  $d$  and  $h$  stated before.

#### Combination of two logs (0.0-1.5 plus 1.5-4.0 m)

From all the analyzed trees three in the forests on dry mineral soils and two in the other forests no longer could be included in the analysis because their diameter at the height of 4 m was less than 22 cm.

The statistics shows that the form of the birch stem between 1.5 m above the stump cut and the height of 4 m is close to cylindrical - the taper of 2.5 m long log is only slightly above 3 cm and the differences between the forests on dry mineral soils and other forests are not significant. The actual volume of 1.5-4.0 m log in the forests on dry mineral soils is significantly greater than in the other forests (mean values  $0.212$  and  $0.179 \text{ m}^3$ ). Thick logs in the forests on dry mineral soils are found more often than in the other forests.

The volume of the cutting residuals ( $\text{m}^3$ ) for 2.5 m long log which starts 1.5 m above the stump cut is more than a half less than the volume of the cutting residuals for the log of the same length which starts exactly above the stump – the volume of the cutting residuals in the forests on dry mineral soils is  $0.039 \text{ m}^3$  (for 2.5 m long lower log –  $0.084 \text{ m}^3$ ; in the other forests –  $0.036$  and  $0.077 \text{ m}^3$ , respectively).

If 4 m long lower part of the stem is processed and cut into two veneer logs (1.5 and 2.5 m long) the total volume of the obtained cylinders in the forests on dry mineral soils will most likely be significantly greater than in the other forests ( $0.285$  and  $0.250 \text{ m}^3$ ). The volume of the cutting residuals is greater in the forests on dry mineral soils ( $0.096 \text{ m}^3$  and  $0.088 \text{ m}^3$ ) but the relative amount in all growing conditions is almost equal: 25.8% and 26.4%.

The volume of the veneer logs at  $d=35$  cm and  $h=27$  m in the forests on dry mineral soils  $V=0.372 \text{ m}^3$  and in the other forests  $V=0.370 \text{ m}^3$ .

If the stem dimensions are smaller than the average, for example,  $d=30$  cm and  $h=26$  m, in the forests on dry mineral soils  $V=0.273 \text{ m}^3$ , in the other forests  $V=0.277 \text{ m}^3$ . If the stem dimensions are larger –  $d=40$  cm and  $h=29$  m – in the forests on dry mineral soils  $V=0.469 \text{ m}^3$  and in the other forests  $V=0.462 \text{ m}^3$ . Consequently, if the stem breast height diameter is between  $d=30$  cm and  $d=40$  cm, both in the forests on dry mineral soils and in the other forests the volume of the lower part of the stem differs only by some millesimals of the cubic meter.

Also this log combination (1.5 + 2.5 m) confirms the results obtained analyzing 1.5 and 2.5 m long veneer logs separately - at the same stem parameters the volume of the lower part of the stem is most likely similar.

The results that the volume of the lower log in the forests on dry mineral soils conforms to the volume of the lower log in the other forests implies that the stem form of silver birch and downy birch, mainly growing in the other forests is rather similar.

At the mean stem parameters  $D=35$  cm and  $H=27$  m in the forests on dry mineral soils  $V_a=0.0979$  m<sup>3</sup> and in the other forests  $V_a=0.0957$  m<sup>3</sup>. it allows to conclude that processing the logs of average dimensions according to the schema: 1.5+2.5 the cutting residuals give one cubic meter for every ten trees.

At the  $d=35$  cm and  $h=27$  m the relative amount of the cutting residuals is 25.9% in the forests on dry mineral soils and 25.8% in the other forests, there is no significant difference between them. Rather small but significant coefficients of the multiple correlation show that the relative amount of the cutting residuals, e.g., the proportion between the volume of the cutting residuals, m<sup>3</sup>, and the total volume of the veneer logs, has only a small dependence on the changes of the stand parameters. If the breast height diameter changes by 10 cm, the change of the relative volume of the cutting residuals is only 3%. The impact of the tree height change is similar: for 10 m higher trees the relative amount of the cutting residuals is only by 2% less.

The equations used in this chapter are acquired by describing the parameters of 260 stems in the forests on dry mineral soils and 200 stems in the other forests. The correlations are linear and this gives an opportunity to use them not only for single stem analysis, but also to estimate the average quality parameters, if the mean diameter, height and number of the trees per ha in the stand are known. The results will remain true, if the equations will be used in the stands with  $30 \text{ cm} < D < 62 \text{ cm}$  and  $19 \text{ m} < H < 36 \text{ m}$ .

From all above mentioned in this chapter following conclusions can be drawn:

1. The taper of the lower log 0.0-0.5 m does not differ significantly in the forests on dry mineral soils and in the forests on wet mineral and drained soils; more likely it is 10 cm on 0.5 m. The taper decreases, if the diameter at breast height and height increase. Therefore it is advisable to create stands with long and thick tree stems;

2. The regression equations developed in this chapter can be used to calculate following parameters: 1) the volume of the veneer log, m<sup>3</sup>; 2) the amount of the cutting residuals, m<sup>3</sup>; 3) the relative amount of cutting residuals, %. The mean diameter and height are used as parameters in these equations.

### **3.3. The evaluation of the birch stand structure in the frames of Forest resource monitoring data**

From the analyzed sample plots (1051 in total) 405 are located in the state forests but 646 – in the private forests. Regional distribution of the birch stands is uneven: the highest amount of the sample plots is found in Western Vidzeme but the lowest – in Northern Kurzeme regional forestry. In general, there are considerably less birch stands in the western part of Latvia than in the eastern part. Most likely it can be explained by the fact that forests in Kurzeme are relatively younger and, especially in the coastal regions, less fertile. There is information that at the moment of their maximal distribution the share of birch forests in Latvia reached even 60-70%, besides during last 1600 years the distribution of birch can be explained also with the forest fires that occurred clearing woodland for tillage. In some places in Vidzeme the share of birch had thus increased even by 20% (Zunde, 1999). It is very likely that these historical aspects explain the high share of the birch stands in Western Vidzeme regional forestry (Fig. 3.7.).

Generally there are slightly more birch stands on the drained sites than on the dry sites. The highest share of the birch stands is in the *Oxalidosa* site type, followed by *Myrtillosa mel.* and *Myrtillosa turf. mel.* site type. On the most fertile site types in all growing conditions the share of birch is relatively smaller indicating that the most fertile sites are occupied by other tree species (Fig. 3.8.). The evaluation of the growing conditions' distribution by ownership shows that in the state forests birch stands on dry mineral soils take up 38% but in the private forests – 55%. The dominance of the stands on dry mineral soils is mainly explained by the high percentage of *Oxalidosa* site type in the private forests – 34% (in the state forests only 21%), resulting from the overgrowing of the agriculture lands approximately 50 years ago. The age structure analysis within the site types confirms this connection.

The age structure of the birch stands is uneven both in the state and in the private forests. Especially in the private forests there is a very high amount of middle-aged stands but small amount of pre-mature and mature stands. Also in the state forests middle-aged birch stands dominate. Large part of presently 50-70 years old stands is originated after WWII when many agriculture lands were left to overgrow with the forest. It is interesting that there is relatively large amount of young birch stands (till 10 years of age) in the private forests which most likely reflects the trend to leave the clearings to the natural regeneration, often with the birch (Fig. 3.9.).

In general, the trend of the age distribution of the birch stands corresponds well with the information provided by the State Forest service in 2007.

Summarizing the main stand parameters of the birch stands (mean diameter, mean height, number of trees, standing volume and current annual volume increment), their changes depending to the age distribution were

emphasized (Fig. 3.10.). Until now the yield tables described the growth of 30 years old and older birch stands. However, going into detail into the information presented by these tables it must be concluded that there are considerable differences from the stand parameters observed in practice. According to the yield tables, at the age from 20 to 50 years the mean diameter in the stands of the first site quality class increases from 6 to 21 cm and the height – from 11 to 22 m. It can be seen from the figure that in 21-40 years old stands both mean diameter and mean height are at least by 40% greater than the values stated in the tables.

The second important conclusion is that at the end of the rotation age the volume of one birch stem is approximately  $1 \text{ m}^3$ , besides every hectare of such stand still produces around  $5 \text{ m}^3$  wood a year. A question occurs: is it profitable to cut down a stand still able to produce this quantity? At the same time in all age classes there are stands where the current annual volume increment is close to zero. Identification of these stands and their exclusion from the further forestry cycle is one of the priorities in the future.

The third observation shows that the yield tables used in the forestry practice very imperfectly describe the growth of young birch stands. Therefore the research on the growth of the young stands is an important activity.

The stand parameters described above were compared also by the ownership. In the age group below 20 years there were no significant differences between state and private forests detected. The largest differences between state and private birch forests were detected in the age group from 21-40 years. In this age group the mean diameter and the mean height of birch was significantly greater in the private forests than in the state forests (p-values of the independent samples' t-test 0.000 and 0.020, respectively). However, greater tree dimensions have no positive impact on the standing volume, as the number of trees in the private forests is significantly smaller than in the state forests (p-value of Mann-Whitney U-test 0.001). In the age group of 41-60 years the current annual volume increment of birch is significantly greater in the private forests (p-value of Mann-Whitney U-test 0.007). In 61-80 years old stands there were no differences between the state and private forests but in the state forests with age above 80 years the number of trees is considerably smaller than in the private forests ( p-value of independent samples' t-test 0.027) but the mean height – considerably greater – (p-value 0.049). It can probably be explained by the site type distribution – in the state forests there are considerably more birch stands on the drained soils.

Comparing the origin of the stands, it was found out that birch stands generally regenerate naturally from seed. In the private forests there is a slightly higher share of the stands that have regenerated naturally from coppice but in the state forests – a higher share of the planted birch stands. The artificial regeneration of birch has started only recently, it is confirmed by the age of the planted stands: 21 year in the state forests and 14 years in the private forests.

The negligible quantity of the planted stands is most likely explained with the high establishment costs. According to the current information from joint stock company “Latvijas valsts meži” the artificial regeneration of one hectare with birch plants costs approximately 600 LVL; this sum is most likely too high for the private forest owner.

The analysis of the structure and stand parameters of the birch stands by growing conditions was carried out. The most rapid changes in the stand parameters were observed in the age group of 21-40 years when the diameter and height of the stand is almost tripled but the standing volume and current annual volume increment increase even 6-7 times compared with the stands with the age to 20 years (Fig. 3.11.). In the age class from 21-40 years the mean diameter and mean height of the stand in the forests on dry mineral soils are significantly greater than in the forests on drained peat soils ( $p=0.024$  and  $p=0.000$ , respectively). The results correspond with the conclusions drawn by Finnish researchers: the vitality of birch stands is higher on the mineral soils and lower on the peat soils (*Saramäki, Hytönen, 2004*). In the following age classes the increase is no more so rapid but even birch stands older than 81 year still produce  $4.6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  a year in the forests on drained peat soils and  $5.2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  a year in the forests on dry mineral soils (the difference is statistically significant,  $p=0.049$ ). This repeatedly casts doubt on the stand age and the target diameter as the only indicators for the final felling.

The regional analysis of the stand parameters shows that there are no significant differences in the stand diameter and height, as well as the standing volume and current annual volume increment between the regions in 1-20 years old stands. In 21-40 years old stands the mean stand diameter in the Eastern Latvia is by 2 cm greater ( $p=0.011$ ) but the mean height – even by 3 m greater ( $p=0.000$ ) than in the western Latvia, also the standing volume and the current annual volume increment is greater in Eastern Latvia ( $p=0.033$  and  $p=0.005$ , respectively). In 41-60 years old stands the mean stand diameter and mean height do not differ significantly but the current annual volume increment is greater in eastern Latvia ( $p=0.000$ ).

The proportion of pure and mixed stands changes with age. In young and middle-aged stands pure stands prevail but the percentage of mixed stands increases with age and, starting from the age of 61 year the number of mixed stands exceeds that of the pure stands (Fig. 3.12.). The formation of the mixed stands is most likely explained by the self-thinning, as well as by thinnings giving space to the other tree species. It must be mentioned that there were no differences in the proportion of mixed stands between the state and private forests. It contradicts with a popular opinion that private forests are managed less carefully and more valuable conifers are removed from the mixed birch stands more intensely than in the state forests.

Analyzing the stand parameters – mean diameter, mean height, standing volume and current annual volume increment – by the age classes separately in



pure and mixed stands, it was found out that in the age class to 20 years all parameters are greater in the mixed stands. In the following age classes up to mature stands the observation is similar, however the current annual volume increment of birch is by approximately  $2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  a year greater in the pure birch stands (Fig. 3.13.) besides the difference is significant ( $p=0.000$ ). This allows concluding that the presence of other tree species in the birch stand is not desirable if the aim is to create a birch stand of maximal productivity. The admixture trees should be removed not later than at the age of 20-25 years when the culmination of the current annual volume increment of birch takes place. Thus the results of the research correspond with the conclusions found in the literature that birch should be grown in pure stands. Several researchers have stated that the mixture of light-demanding (e.g. birch and pine) tree species does not improve the stand resistance against the impact of various ecological factors, nor the current annual volume increment of both species.

The fact that the standing volume in the mixed stands exceeds that in the pure stands can be easily explained: according to the method the volume of the admixture species is added to the volume of birch. To find out what tree species form the admixture in the birch stands and how they affect the standing volume of the dominant stand, a more detailed admixture analysis by the age classes was carried out.

In 1-20 years old stands the average volume of the admixture is  $8.9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . The average volume of spruce is  $6.5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , the average volume of grey alder –  $10.6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , the average volume of black alder –  $7.9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  and the average volume of aspen –  $3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Spruce is the most frequent admixture species; most likely it can be explained by the fact that young birch stands often form in unsuccessful spruce plantations – free space in the stand is soon taken by the pioneer species.

In 21-40 years old stands the average admixture volume is  $44.3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Like before, the admixture is formed mainly by spruce (in 55 stands the average volume of spruce  $24.7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ). It is interesting that in 29 stands in this age group admixture is formed by pine, besides the pine volume is considerable –  $51.1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . As a similar trend can be observed also in the next age class (41-60 years), it can be concluded that mixed birch stands have originated also as a result of the browsing that was a large problem in the pine plantations in the sixties of the previous century. It is clear that the formation of young birch stands at that time was not a result of intentional forestry practices, the birch stands have formed as a result of various natural factors.

In the mature and older birch stands the admixture mainly consists of pine and spruce. The other species have disappeared as a result of the self-thinning of the stand or removed in the thinnings. It is also possible that fast-growing species, for example, aspen, can form two generations in one rotation period of birch.

The results described in this chapter confirm that the admixture in the birch stands is undesirable. However, in the case when a small forest property is managed admixture species can give a regular economical benefit.

#### **4. Main conclusions**

1. Young birch stands in Latvia have mainly formed in the place of unsuccessful spruce or pine plantations or as sub-compartments of these stands.

2. The re-measurement and analysis of previously established permanent sample plots confirms the fact that higher productivity and better stem quality is attained if the birch stands are thinned down to the optimal number of trees (1500-2000 trees ha<sup>-1</sup>) in one thinning before the stand has reached mean height of 12 m. Also the analysis of Forest resource inventory data confirm that the current annual volume increment in the birch stands is the highest if these stands are initially formed with the density mentioned above.

3. The admixture in the birch stands has a negative impact on the growth of the birch; however admixture of other pioneer species and spruce is admissible in the stand until the age of 60 years. The standing volume is greater in the mixed stands but the current annual increment of birch is higher in pure stands.

4. In Latvia, there are mature and older stands where the current annual volume increment is still about 5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> a year. Mean stem volume in such stand is 1 m<sup>3</sup>. At the same time in all age classes there are also stands of very low productivity. It casts doubt on the rotation age and target diameter as the only indicators for the final felling and motivates to study the regularities of the growth more in detail.

5. Describing the outcome of high-quality veneer logs in the birch stands of Latvia, an equation was developed which allows forecasting the quality of the stands in the rotation age. The average outcome of high-quality veneer logs in Latvia is 33%±0.8%, the range is from 20 to 43%.

6. Regression equations have been developed and statistically evaluated allowing to calculate 1) the volume of the veneer logs, m<sup>3</sup>; 2) the volume of the cutting residuals, m<sup>3</sup>; 3) the relative amount of the cutting residuals, %. These values are calculated using the mean diameter and height of the stem or the stand if the timber in following distances from the cut are processed: 0.0-1.5 m, 0.0-2.5 m, 0.0-1.5 plus 1.5-4.0 m. At equal tree diameter and height these parameters do not differ significantly in forests on dry mineral soils and other forests.

7. The outcome of high-quality veneer logs is lower in Western Latvia than in Eastern Latvia, confirming the lower quality of birch stands in Kurzeme.