

**RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE**  
Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte  
Polimērmateriālu institūts

**Gunārs Pavlovičs**

**LATVIJAS INOVATĪVĀ MĒBEĻU UN CELTniecības  
MATERIĀLA NO Saldā Ķirša (*PRUNUS AVIUM L.*)  
KOKSNES ĪPAŠĪBU PĒTĪJUMI**

**Promocijas darba kopsavilkums**

**Rīga 2011**

**RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE**  
Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte  
Polimērmateriālu institūts

**Gunārs Pavlovičs**

Doktora studiju programmas „Ķīmijas tehnoloģija” doktorants

**LATVIJAS INOVATĪVĀ MĒBEĻU UN CELTniecības MATERIĀLA NO  
SALDĀ ĶIRŠA (*PRUNUS AVIUM* L.) KOKSNES ĪPAŠĪBU PĒTĪJUMI**

**Promocijas darba kopsavilkums**

Zinātniskie vadītāji  
*Dr. sc. ing.*, vad. pētnieks  
J.Dolacis

*Dr. sc. ing.*, asoc. profesors  
M.Dzenis

**Rīga 2011**

UDK 674.03:54 (043.2 )  
Pa 953 1

Pavlovičs G. Latvijas inovatīvā mēbeļu un celtniecības materiāla no saldā ķirša (*Prunus avium* L.) koksnes īpašību pētījumi. Promocijas darba kopsavilkums.-R.:RTU, 2009.- 26 lpp.

Iespiests saskaņā ar PI 2011.gada 29. jūnija lēmumu, protokols



Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektā «Atbalsts RTU doktora studiju īstenošanai».

ISBN

**PROMOCIJAS DARBS  
IZVIRZĪTS INŽENIERZINĀTŅU DOKTORA GRĀDA IEGŪŠANAI  
RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ**

Promocijas darbs inženierzinātņu doktora grāda iegūšanai tiek publiski aizstāvēts 2011.g. 12.oktobrī Rīgas Tehniskās universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultātē, Āzenes ielā 14/24, 272. auditorijā.

**OFICIĀLIE OPONENTI**

Asoc. profesors, *Dr.sc.ing.* Jānis Kajaks  
Rīgas Tehniskā universitāte

Profesors, *Dr.sc.ing.* Leonards Līpiņš  
Latvijas Lauksaimniecības Universitāte

Vad. pētn., *Dr.sc.ing.* Juris Kravalis  
Latvijas Valsts Mežzinātnes institūts „Silava”

**APSTIPRINĀJUMS**

Apstiprinu, ka esmu izstrādājis doto promocijas darbu, kas iesniegts izskatīšanai Rīgas Tehniskajā universitātē inženierzinātņu doktora grāda iegūšanai. Promocijas darbs nav iesniegts nevienā citā universitātē zinātniskā grāda iegūšanai.

Gunārs Pavlovičs.....(Paraksts)

Datums: .....

Promocijas darbs ir uzrakstīts latviešu valodā, satur ievadu, literatūras apskatu (4 nodaļas), metodisko daļu (5 nodaļas), eksperimentālo daļu (5 nodaļas), salīdzinošo daļu (2 nodaļas), secinājumus un izmantotās literatūras sarakstu.  
Darbs satur 72 attēlus, 22 tabulas un izmantotās literatūras sarakstu, kas ietver 127 literatūras avotus.

## PATEICĪBA

Vēlos izteikt visdziļāko pateicību saviem darba zinātniskajiem vadītājiem - vad. pētn. *Dr.sc.ing.* J.Dolacim un asoc. prof., *Dr.sc.ing.* M.Dzenim. Paldies Jums par pieejamību un prasmi vienmēr atrast laiku, lai izrunātu aktuālos jautājumus un atrisināt svarīgākās problēmas. Paldies par darba kritiku un vērtīgajiem padomiem.

Paldies draugiem, kolēģiem un visiem Koksnes Ķīmijas institūta darbiniekiem par brīvu darba atmosfēru, atvērtību un gatavību dalīties savā pieredzē visdažādāko problēmu risināšanā.

Patiesa pateicība Latvijas Lauksaimniecības universitātes Kokapstrādes katedras prof. *Dr.sc.ing.* U.Spullem par doto iespēju izmantot zinātniski-pētnieciskās iekārtas.

Liels paldies LVMZI „Silava” vadošajai pētniecei, *Dr.sc.ing.* M.Daugavietei par vērtīgajiem padomiem, kā arī LV KĶI *Dr.chem.* A.Tandernakai par palīdzīgas rokas sniegšanu atsevišķos pētījumos.

Vēlos pateikties savai ģimenei - mammai, tēvam un brālim, kā arī manai Ilzei par nepārtraukto atbalstu, ticību un iedvesmu.

Vēlos sirsnīgi pateikties A.Tokmakovam par zinātniskajām diskusijām. Kā arī izsaku pateicību savam kolēģim A.Antonam par dažādu saldā ķirša koka paraugu izgatavošanu.

Darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu Nacionālās programmas “Atbalsts doktorantūras programmu īstenošanai un pēcdoktorantūras pētījumiem” projekta “Atbalsts RTU doktorantūras attīstībai” ietvaros.

G.Pavlovičs

Rīgā, 29.06.2011.

## SATURS

PROBLĒMAS BŪTĪBA UN AKTUALITĀTE.....	6
PROMOCIJAS DARBA ĪSS SATURS .....	10
DARBA REZULTĀTI UN TO IZVĒRTĒJUMS.....	11
SECINĀJUMI.....	24
LITERATŪRA .....	26

## SAĪSINĀJUMI

R	resgalis
$\frac{1}{4}$	viena ceturtdaļa no koka augstuma
$\frac{1}{2}$	viena puse no koka augstuma
$\frac{3}{4}$	trīs ceturtdaļas no koka augstuma
Ra	radiālais virziens
Tg	tangenciālais virziens
Aks	aksiālais virziens
V	tilpums, cm <sup>3</sup>
$\rho_0$	absolūti sausas koksnes blīvums kg/m <sup>3</sup> pie mitruma W=0 %
$\rho_{sv.c.}$	svaigi cirstas koksnes blīvums, kg/m <sup>3</sup>
$\rho_{12}$	koksnes blīvums kg/m <sup>3</sup> pie standarta mitruma 12 %
$\alpha$	koksnes uzbriešana, %
$\beta$	koksnes rukums, %
W	koksnes mitrums, %
$W_{\bar{u}}$	koksnes ūdens uzsūktspēja, %
$\tau_{12}$	cirpes pretestība pie standarta mitruma 12 %
$K_{\alpha}$	uzbriešanas koeficients, %/%
$K_{\beta}$	rukuma koeficients, %/%

## PROBLĒMAS BŪTĪBA UN AKTUALITĀTE

Pateicoties saldā ķirša (*Prunus avium* L.) ātraudzībai, kā arī koksnes izcilajām dekoratīvajām īpašībām (nosacīti to var saukt par Latvijas sarkankoku) un samērā augstajiem fizikāli mehāniskajiem raksturlielumiem, tā pēdējā laikā atzīta Rietumeiropas valstīs par perspektīvu un vērtīgu sugu [1].

Koki visām saldo ķiršu šķirnēm aug ļoti spēcīgi, veido apaļu vai ieapaļu vainagu. Zari veidojas 45° un platākā leņķī, bieži saldo ķiršu stumbri cieš no sala, jo miza ir samērā plāna [2, 3].

Līdz šim trūkst informācijas par Latvijā augošā saldā ķirša koksnes struktūru, tās fizikālajām un mehāniskajām īpašībām. Tāpēc ir svarīgi zināt, kādas ir Latvijas saldā ķirša koksnes priekšrocības un trūkumi salīdzinājumā ar citu sugu un citās valstīs audzēto ķirša koksni. Šāda informācija varētu veicināt saldā ķirša koksnes plašāku pielietojumu.

Sakarā ar to, ka saldā ķirša koksne kļūst pieprasīta pasaules tirgū un Latvijā ir sākta tā audzēšana plantācijās koksnes ieguvei, tika veikti pētījumi, lai noskaidrotu Latvijā augošo saldā ķirša koksnes īpašības. Darbā tika izmantoti saldā ķirša koki no dažādām Latvijas audzēm. Pētījumiem izmantoja ķirša kokus no 19 līdz 20,5 m augstus, diametrā no 27,0 līdz 32,0 cm krūšu augstumā (1,3 m), un vecumā no 31 līdz 43 gadiem. Pētījumus veica paraugiem no četriem stumbra augstumiem (resgalis,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ ), kā arī virzienā no serdes uz mizu. Saldā ķirša koksnei veica dažādu īpašību pētījumus, tādus kā – morfoloģiskās, fizikālās, mehāniskās, tehnoloģiskās, optiskās, siltumfizikālās un ķīmiskās. Iegūtie rezultāti ļauj prognozēt, ka Latvijā izaudzēta saldā ķirša koksne ir konkurētspējīga pasaules tirgū.

### Tēmas aktualitāte

Pateicoties Latvijas mežu lielajam potenciālam (mežainums pārsniedz 50%), kokmateriāli, koksne un tās pārstrādes produkti ir viena no galvenajām Latvijas eksportprecēm. Koksnes materiālu izmantošanas nākotni virza tradīcijas, modes tendences, cena un resursu pieejamība.

Saldais ķirsis, kas Eiropā ir samērā izplatīts koku suga un populārs kā koksnes materiāls ar plašu krāsu gammu, arī Latvijas sabiedrībā izraisījis interesi. Taču par Latvijā augošā saldā ķirša koksnes raksturojošajām īpašībām nav nekādas informācijas. Darbā iegūtie rezultāti novērsīs trūkstošās informācijas deficītu.

## **Promocijas darba mērķis**

Veikt Latvijā augošā saldā ķirša (*Prunus avium* L.) koksnes koncentrētu pētījumu un tā īpašību (morfoloģisko, fizikālo, mehānisko, siltumfizikālo un ķīmisko) izpēti un apkopojumu, kā arī salīdzināt ar citām populārākajām koku sugām.

## **Mērķa sasniegšanai darbā izvirzīti sekojoši uzdevumi:**

- pamatojoties uz literatūru un standartiem, izstrādāt darba metodikas, lai varētu iegūt kvantitatīvās šīs koksnes kā izejmateriāla īpašības;
- eksperimentāli noskaidrot morfoloģiskās, fizikālās, mehāniskās, siltumfizikālās un ķīmiskās īpašības;
- noskaidrot koksnes īpašību izmaiņas kā stumbra garumā, kā arī tā šķērsgriezumā;
- veikt iegūto rezultātu apstrādi, interpretāciju un novērtējumu;
- noteikt pielietošanas sfēras.

## **Tēzes aizstāvēšanai:**

- Latvijā augoša saldā ķirša (*Prunus avium* L.) koksnes morfoloģisko īpašību noteikšana (gadskārtu platums, vēlīnās koksnes saturs gadskārtā, porainība agrīnajai un vēlīnajai koksnei);
- Saldā ķirša koksnes fizikālo īpašību noteikšana stumbra garumā un šķērsvirzienā no serdes līdz mizai (blīvums, svaigi cirsta koksnes mitruma saturs, mitrumuzsūkšana, ūdensuzsūkšana, uzbriešana un rukums galvenajos koksnes transversālās anizotropijas virzienos, uzbriešanas un rukuma koeficienti, optiskās īpašības naturālai masīvai koksnei, optisko īpašību noturība UV- starojuma ietekmē, optisko īpašību atmosfērnoturība un to izmaiņas mitruma ietekmē, optiskās īpašības atkarībā no galvenajiem koksnes transversālās anizotropijas virzieniem);
- Saldā ķirša koksnes mehānisko īpašību noteikšana stumbra garumā un šķērsvirzienā no serdes līdz mizai (robežstiprība spiedē, stiepē, liecē, cirpē, bīdē, elastības modulis, cietība pēc Brineļa, triecienlieces pretestība, nodilumizturība, naglu un kokskrūvju izraušanas pretestība);



- Saldā ķirša koksnes ķīmiskās īpašības (celulozes, hemiceluložu, holocelulozes un lignīna saturs, ekstraktvielu un pelnu saturs kā koksne, tā arī mizā);
- Saldā ķirša koksnes sadedzes siltums stumbra centrālajā un perifērijas daļās, kā arī mizai;
- Saldā ķirša koksnes virsmu nodilumizturība dažādām apdares lakām (uz pentaftāla, ūdens un vaišpirta bāzes, poliuretāna laka *UT 123*, gruntslakai *SYNTEKO*);
- Saldā ķirša smalcinātas koksnes presēšanas relaksācijas rādītāja atkarību no granulometriskā sastāva salīdzinājumā ar citu koksnes sugu relaksācijas īpašībām.

### **Darba zinātniskā novitāte**

Pētījuma rezultāti ļauj noskaidrot Latvijā augošā saldā ķirša koksnes īpašības un galvenos morfoloģiskos, anatomiskos, fiziko – mehāniskos, ķīmiskos un siltumtehnikos raksturlielumus, prognozēt tās ekspluatācijas apstākļos, rekomendēt iespējamās pielietojuma jomas.

### **Darba praktiskā nozīmība**

Izejot no darba rezultātiem, kur parādīts, ka saldā ķirša koksnes dažas mehāniskās un fizikālās īpašības ir vienādas kā stumbra centrālajā, tā arī perifērijas daļā, tas dod pamatu izmantot šādu materiālu ekskluzīvu mēbeļu ražošanai, iekšējām apdarēm, parketa un grīdas dēļu izgatavošanā, gan arī dažādu izstrādājumu un suvenīru izgatavošanā. Pateicoties koksnes izcilajām dekoratīvajām īpašībām, to var izmantot ekskluzīvu interjeru (auto, jahtu, utt.) iekšējai apdarei.

## Darba rezultātu aprobācija

Promocijas darba galvenie zinātniskie sasniegumi un rezultāti tika prezentēti un saņēmuši pozitīvu vērtējumu 21 starptautiskajā zinātniskajā konferencē. Par disertācijas tematu ir publicēti 17 drukāti darbi .

1. Dolacis J., Daugaviete M., Alksne A., Hrols J., Pavlovičs G. Some morphological and physical characteristics of wild cherry wood growing in Latvia. – Annals of Warsaw Agricultural University – SGGW, Forest and Wood Technology, No. 55, 2004: 132 – 136.
2. Dolacis J., Daugaviete M., Hrol J., Pavlovič G., Alksne A. Morphological and physiko-mechanical characteristics of wild cherry wood (*Prunus avium* L.) growing in Latvia. – Proceedings of IV International Symposium: “WOOD STRUCTURE, PROPERTIES AND QUALITY’ 04”. St. Petersburg, RUSSIA, October 13 – 16, 2004, Vol. I, 219 – 222 pp.
3. Dolacis J., Daugaviete M., Hrols J., Pavlovičs G., Alksne A., Cīrule D. Dependence of the physico-mechanical and anatomic characteristics on the stem height for wood of wild cherry (*Prunus avium* L.) grown in Latvia. – Annals of Warsaw Agricultural University – SGGW Forestry and Wood Technology No 56, 2005: 174 – 178.
4. Pavlovičs G., Dolacis J., Daugaviete M., Hrols J., Alksne A., Cīrule D. Comparison of physical and mechanical characteristics wild cherry wood (*Prunus avium* L.) and birch wood (*Betula pendula* Roth.) grown in Latvian. – Ann. Warsaw Agricult. Univ.-SGGW, For. And Wood Technol. 59, 2006, 164 – 168
5. Pavlovičs G. , Dolacis J., Alksne A., Cīrule D., Hrols J., Daugaviete M., Blaho J. Saldā ķirša (*Prunus avium* L.) koksnes anatomisko un fizikāli – mehānisko īpašību pētījumi. – LLU Raksti. Jelgava. 18 (313), 2007; 77-80.
6. Павлович Г. Я., Долацис Я. А., Хрол Ю. С., Лавниковича И. Я., Цируле Д. Э., Алксне А. Я., Антонс А. К., Даугавиете М. В. Особенности строения и свойств древесины черешни (*Cerasus avium* (L.) Moench syn. *Prunus avium* L.), произрастающей в Латвии. – Материалы Всероссийской конференции, посвященной 50-летию Сибирского отделения РАН. 2–4 октября 2007. «ДЕНДРОЭКОЛОГИЯ И ЛЕСОВЕДЕНИЕ» г. Красноярск, с. 94-97.
7. Gulbis M., Pavlovichs G., Dolacis J., Alksne A., Hrols J., Zakis G., Neiberte B., Daugaviete M. Some physical and chemical characteristics of wild cherry wood growing in Latvia. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> meeting of the NORDIC-BALTIC NETWORK IN WOOD MATERIAL SCIENCE AND ENGINEERING (WSE). University of Helsinki Department of Forest Resource Management. Publications 40. Edited by Juha Rikala and Marketta Sipi. October 29-30, 2007, Helsinki, Finland. 49-55 pp.
8. Pavlovičs G., Griņevičs G., Antons A., Babiak M., Dolacis J., Cīrule D., Alksne A., Daugaviete M.. Comparative studies of the optical properties of wild cherry and birch wood under the effect of sunlight. – Proc. of 4<sup>th</sup> International Symposium “Interaction of Wood With Various Forms of Energy”. September 9 – 10, 2008. Slovakia. Zvolen. 75-79.p.
9. Pavlovičs G., Griņevičs G., Antons A., Kurjatko S., Babiak M., Dolacis J., Cīrule D., Alksne A. Changes in the optical properties of birch and speckled alder wood under the

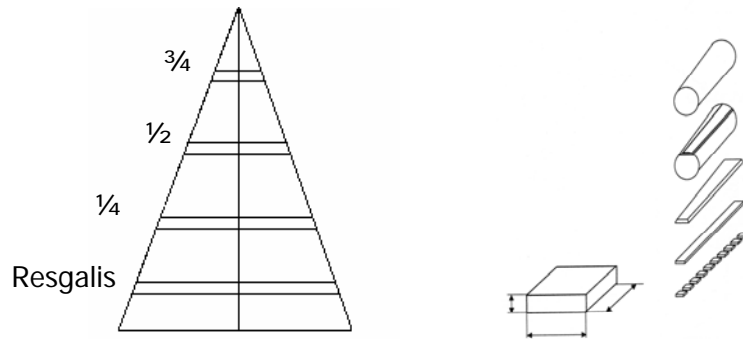
- effect of UV irradiation. – Proc. of 4<sup>th</sup> International Symposium “Interaction of Wood With Various Forms of Energy”. September 9 – 10, 2008. Slovakia. Zvolen. 81.-85.p.
10. Pavlovičs G., Daugavietis M., Daugaviete M., Cīrule D., Alksne A., Lavnikoviča I., Antons A., Dolacis J. Comparison of the anatomical elements and physical properties of wild cherry (*Prunus avium* L.) and alders hybrid wood. – Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Forestry and Wood Technology No 64, 2008: (Ann. WULS-SGGW, For. and Wood Technol. 64, 2008, pp. 166 – 170.
  11. Cīrule D., Alksne A., Lavnikoviča I., Antons A., Pavlovičs G., Dolacis J. Comparison of the physical properties of grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench) and black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) wood in Latvia and elsewhere. – Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Forestry and Wood Technology No 63, 2008: (Ann. WULS-SGGW, For. and Wood Technol. 63, 2008, pp. 129 – 132.
  12. Pavlovičs G., Daugavietis M., Daugaviete M., Cīrule D., Alksne A., Lavnikoviča I., Antons A., Dolacis J. Comparison of the physico-mechanical properties of the wood of wild cherry (*Prunus avium*. L.) and some deciduous tree species – black alder, grey alder, hybrid alder and birch. – Proceedings of the 4<sup>th</sup> meeting of the NORDIC-BALTIC NETWORK IN WOOD MATERIAL SCIENCE AND ENGINEERING (WSE). Latvian State Institute of wood Chemistry. November 13-14, 2008, Riga. Latvia, pp. 108 – 113.
  13. Pavlovics G., Antons A., Alksne A., Lavnikovica I., Cirule D., Dolacis J., Daugavietis M., Daugaviete M. Comparison of the anatomical structure elements and physical properties of the wood of different alder species growing in Latvia. Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW, Forestry and Wood Technology, No. 69, 2009, pp.173-177
  14. Pavlovics G., Dolacis J., Daugaviete M., Cirule D., Alksne A., Lavnikovica I., Antons A. Changes of the physico-mechanical properties in the stem longitudinal and transverse directions for wild cherry wood. Proceedings of the 5th meeting of the Nordic-Baltic network in wood material science and engineering (WSE). Copenhagen, Denmark, 1.-2.10. 2009, pp. 115-120
  15. Pavlovics G., Antons A., Dolacis J., Cirule D., Daugavietis M. Comparison of the anatomical structure elements and mechanical properties of the wood of different alder species growing in Latvia// *Wood Structure and Properties'10*. - Zvolen, Slovakia: Arbora Publishers, 2010, 49-52.p.
  16. Pavlovics G., Dolacis J., Daugaviete M., Cirule D., Antons A. Studies of the mechanical properties of Latvia's innovative construction material from wild cherry (*Prunus avium* L.) wood// *Wood Structure and Properties'10*. - Zvolen, Slovakia: Arbora Publishers, 2010, 155-157.p.
  17. G.Pavlovics, J.Dolacis, A.Antons, D.Cirule. Modelling of the granulations of deciduous wood residues. Управление и устойчиво развитие, 2010 Vol. 26, No 2, pp.109-12

## PROMOCIJAS DARBA ĪSS SATURS

**Ievadā** ir pamatota promocijas darba aktualitāte, formulēts mērķis un uzdevumi, kā arī izklāstīrtas promocijas darba pamatnostādnes.

**Pirmā nodaļa** ir literatūras apskats, kurā aplūkots saldā ķirša sugas vispārējs raksturojums, ksiloloģija, kā arī par šīs koksnes dekoratīvajām īpašībām un pielietojumu.

**Otrā nodaļa** ir metodiskā daļa, kurā izklāstītas eksperimentālajā daļā izmantotās metodes, iekārtas un standarti, kā arī aprakstīta izejmateriāla paraugu sagatavošana.



1. att. Shematisks paraugu izvietojums stumburā

**Trešā nodaļa** ir eksperimentālā daļa, kurā tiek izvērtēti noteikto morfoloģisko, fizikālo, mehānisko, siltumfizikālo un ķīmisko īpašību rezultāti. Tiek veikts rezultātu savstarpējs salīdzinājums gan stumbra augstumos, gan koksnes šķērs griezumos.

**Ceturtnā nodaļā**, pamatojoties uz iepriekšējo nodaļu, veikts iegūtās informācijas apkopojums un rezultātu salīdzinājums ar citām lapu koku un skujkoku sugām.

**Secinājumos** ir formulēti sasniegtie darba rezultāti un definēti būtiskākie atzinumi.

**Literatūras sarakstā** ir uzskaitīti darbā izmantotie literatūras avoti, uz kuriem balstoties tika noteikti pētījuma virzieni un salīdzināti iegūtie rezultāti.

## DARBA REZULTĀTI UN TO IZVĒRTĒJUMS

Darba eksperimentālajā daļā detalizēti izvērtēti saldā ķirša koksnes struktūras raksturojumi (gadskārtas un šūnu dobumi), fizikālo īpašību raksturlielumi, tādi kā blīvums, rukums, uzbriešana, ūdens un mitruma uzsūktspēja. Savukārt, mehāniskās īpašības smalkāk noteiktas cirpes, spiedes, stiepes, lieces un bīdes režīmos, kā arī noteikta kokskrūvju un naglu noturība, cietība un veikti triecienizturības mērījumi. Lai potenciāli izmantotu visu šo salīdzinoši

eksluzīvo materiālu, noteiktas gan siltumfizikālās (sadedzes siltums, pelnu saturs, smalcinātās koksnes presēšanas relaksācija) un ķīmiskās īpašības.

Saldais ķirsis ir nākotnes koks, kas jau šodien sekmīgi aug pašsējas meža nogabalos un plantācijās.

### Morfoloģiskās īpašības

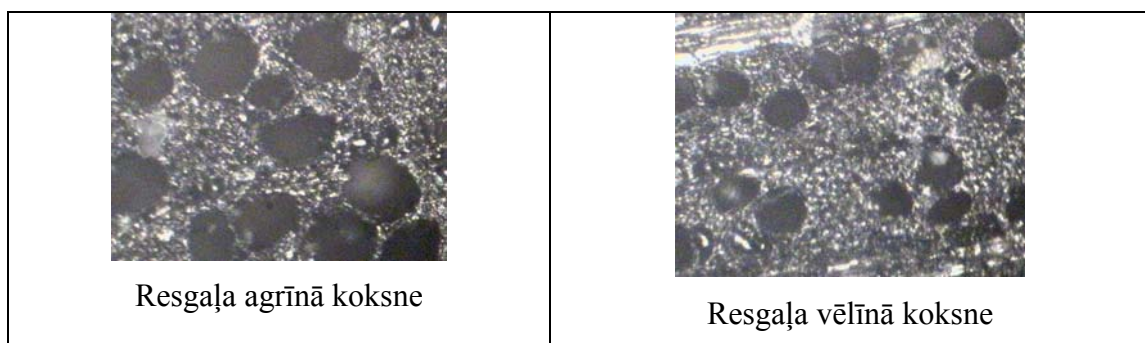
Koksnes struktūra – dabisks raksts koksnes tangenciālajā un radiālajā griezumā, kas veidojas no gadskārtām un anatomiskajiem elementiem. Galvenie anatomiskie elementi, kas veido lapkoku koksnes struktūru, ir gadskārtas, lielie trauki, serdes stari, parenhīma un šķiedras. Anatomisko parametru pētījumus veica ar mikroskopu *MTKF-1* un firmas *JVC* colour video kameru *TK-C721EG* ar *IMAGE-PRO EXPRESS* attēla analīzes programmu atstarotā gaismā. Saldā ķirša un citu koku sugu koksnes gadskārtu platumi parādīti 1. tabulā.

1. tabula

Dažādu lapkoku gadskārtu skaits vienā centimetrā salīdzinājums

Rādītājs	Saldais ķirsis	Baltalksnis	Melnalksnis	Bērzs
Gadskārtu skaits 1 cm	3.0	5.3 [4]	5.8 [5]	5.5 [5]

Katrā gadskārtā izšķir divas daļas – ārējo jeb vēlīno koksni, kas rodas vasaras beigās un iekšējo jeb agrīno koksni, kas rodas pavasarī. Agrīnā un vēlīnā koksne lapu kokiem (tai skaitā arī saldajam ķirsim) maz atšķiras krāsas ziņā, bet atšķirības izpaužas koksnes blīvumā. Agrīnā koksne ir poraināka un, līdz ar to arī mazāk blīva, t.i., trauki ir daudz lielāki, nekā vēlīnai koksnei. Savukārt, vēlīnai koksnei ir lielāks blīvums un labākas mehāniskās īpašības. Agrīnās un vēlīnās koknes atšķirības parādītas 2. attēlā.



2. att. Saldā ķirša koksnes trauku fotouzņēmumi

Saldā ķirša un citu Latvijā izplatītāko koku sugu fizikālās īpašības parādītas 2. tabulā, no kuras var redzēt, ka saldā ķirša koksnei piemīt lielākās blīvuma vērtības, kas, savukārt, ietekmē koksnes mehāniskās īpašības. Koksnes blīvums iespaido arī tās ūdens uzsūcamību, rukumu, uzbriešanu.

2. tabula

Dažādu koku sugu koksnes fizikālo īpašību salīdzinājums

Rādītājs	Saldais ķirsis	Baltalksnis [6]	Melnalksnis [6]	Bērzs [5]	Egle [7]	
Blīvums $\rho_0$ , kg/m <sup>3</sup>	628	444	520	620	502	
Blīvums $\rho_{12}$ , kg/m <sup>3</sup>	657	476	552	640	532	
Ūdens uzsūcamība $W_{max}$ , %	112	184	157	119	164	
Mitruma uzsūcamība $W_{\bar{u}}$ , %	21	19	19	-	21	
Rukums, % /rukuma koeficients $K_{\beta}$ , %/%	Tg	10.7/0.37	10.5/0.35	9.1/0.30	9.40/0.31	8.5/0.28
	Ra	5.1/0.17	4.8/0.16	4.8/0.15	8.2/0.27	3.6/0.12
	V	15.0/0.5	14.5 /0.48	13.3/0.44	16.0/0.53	12.4/0.41
Uzbriešana, % /uzbriešanas koeficients $K_{\alpha}$ , %/%	Tg	12.0/0.4	11.19/0.38	10.3/0.33	10.2/0.34	7.9/0.26
	Ra	5.35/0.18	5.17/0.17	4.8/0.16	8.7/0.29	3.8/0.13
	V	17.6/0.59	17.7/0.59	16.17/0.54	19.5/0.65	11.3/0.38

(Apzīmējumi: Tg - tangenciālais virziens; Ra - radiālais virziens; V - tilpums)

Koksnes blīvumu ietekmē arī gadskārtu platums – jo lielāks vidējais gadskārtu platums vēlinai koksnei, jo lielāks blīvums vienai un tai pašai koksnei. Koku sugas ar lielāku blīvumu lēnāk uzsūc ūdeni.

Koksnes rukums atkarīgs no sugas, blīvuma, kā arī vēlinās koksnes gadskārtu procentuālā sastāva.

## Mehāniskās īpašības

Darbā ir veikti pētījumi par saldā ķirša koksnes cirpes pretestību – 3. tabula.

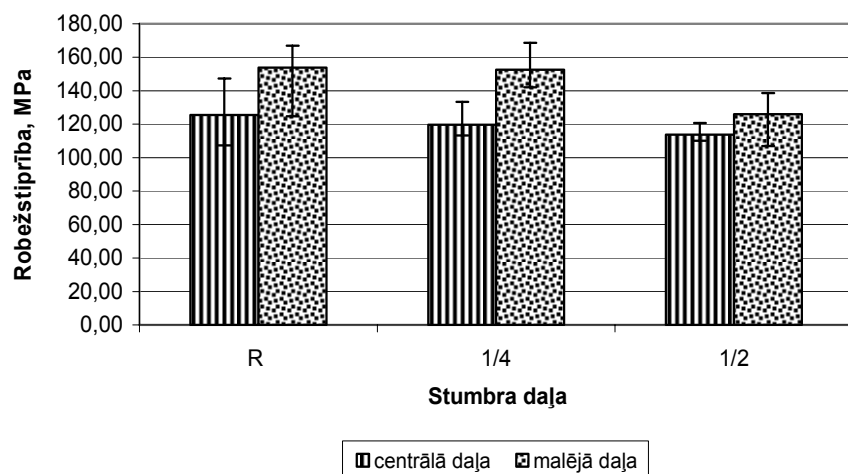
3. tabula

Saldā ķirša koksnes cirpes robežstiprība

Stumbra daļa	Cirpe $\tau_{12}$ , MPa			
	Radiālais virziens		Tangenciālais virziens	
	Centrālā daļa	Malējā daļa	Centrālā daļa	Malējā daļa
R	43.8	44.8	45.6	47.9
¼	38.8	37.9	43.7	44.2
½	39.2	41.2	41.8	37.2
¾	-	39.6	-	44.6
Vidējā vērtība	41.3	40.4	42.2	44.6

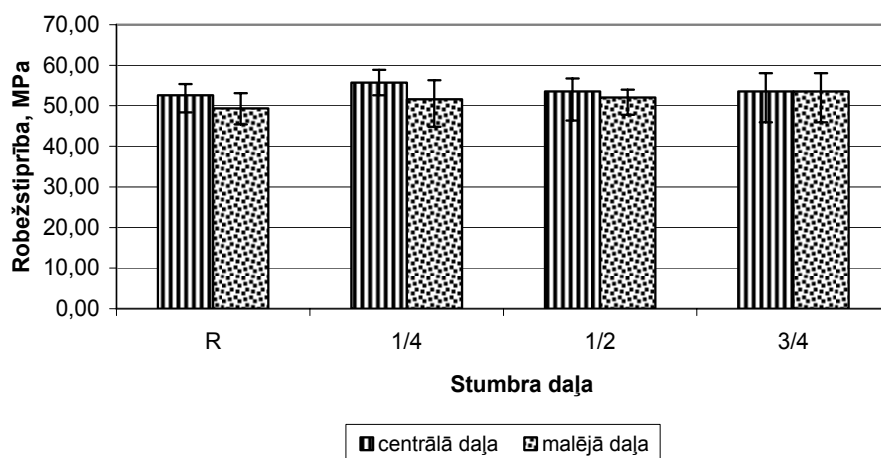
Cirpes pretestība radiālajā virzienā ir viszemākā ¼ stumbra augstumā. Tas korelē ar pētījumiem par koksnes anatomiju, kur tieši ¼ stumbra augstumā gadskārtu platumi ir vislielākie. Tangenciālajā virzienā vērojama cita tendence – cirpes pretestība gan centrālajā, gan malējā daļā no resgaļa līdz ½ stumbra augstumam samazinās, bet ¾ stumbra augstumā tā atkal palielinās. Cirpes pretestība radiālajā un tangenciālajā virzienā samazinās pakāpeniski virzienā no resgaļa uz koka galotni.

Saldā ķirša koksnei robežstiprība stiepē lielāka ir stumbra resgalim un ¼ daļā no stumbra garuma (3. attēlā), un tā samazinās uz galotnes daļu. Atšķirībā no spiedes pretestības rādītājiem, centrālajai daļai stiepes robežstiprība ir apmēram par 8,5 ÷ 26,6 % mazāka, nekā malējai daļai. Šī novērotā likumsakarība pastāv visiem kokiem.



3. att. Saldā ķirša koksnei robežstiprība stiepē

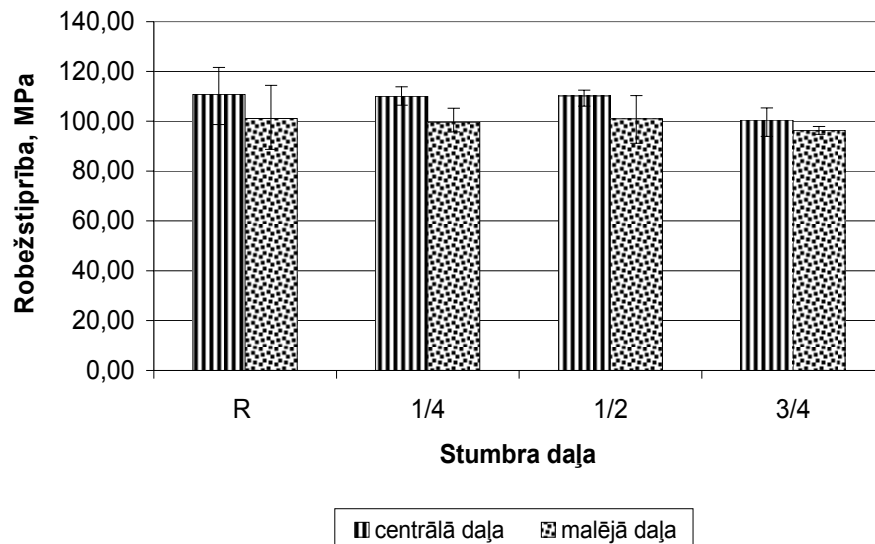
Spiedes pretestības robežvērtībai (skat. 4. att.) ir neliela tendence palielināties uz galotni, bet tā nav būtiska. Raksturīgi ir tas, ka robežstiprība spiedē centrālajā daļā ir nedaudz augstāka, vai vienāda, nekā malējā daļā, kas nav raksturīgi citām koku sugām. Lai gan spiedes robežstiprība atkarīga gan no koksnes blīvuma un atrašanās vietas stumbra augstuma, tad grafiks parāda, ka saldā ķirša koksnei spiedes pretestība no koka pamatnes galotnes virzienā nemainās.



4. att. Saldā ķirša koksnes spiedes robežstiprība šķiedru virzienā stumbra garumā

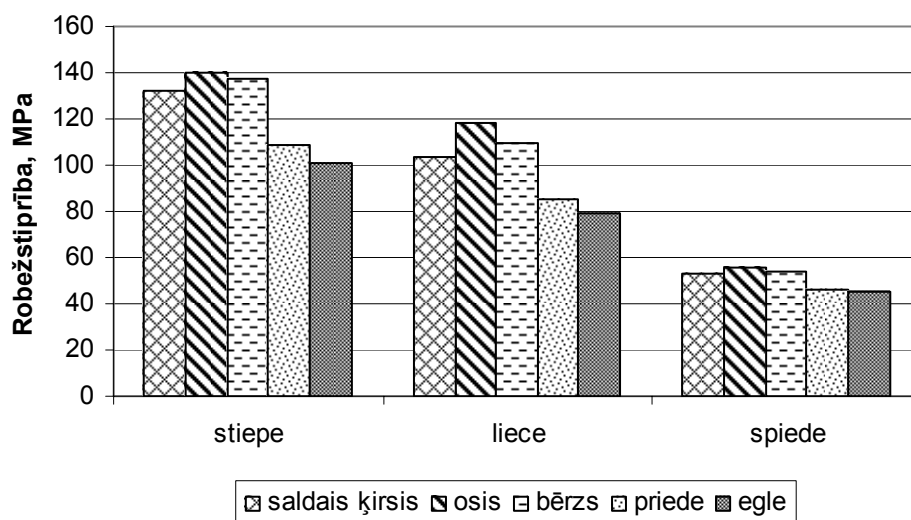


Saldā ķirša koksnei malējā un centrālā daļā robežstiprība liecē (skat. 5. att.) praktiski vienāda no resgaļa līdz 1/2 no stumbra augstuma, 3/4 no stumbra augstumā tā samazinās par 9 % centrālajā un par 4 % malējā daļā.

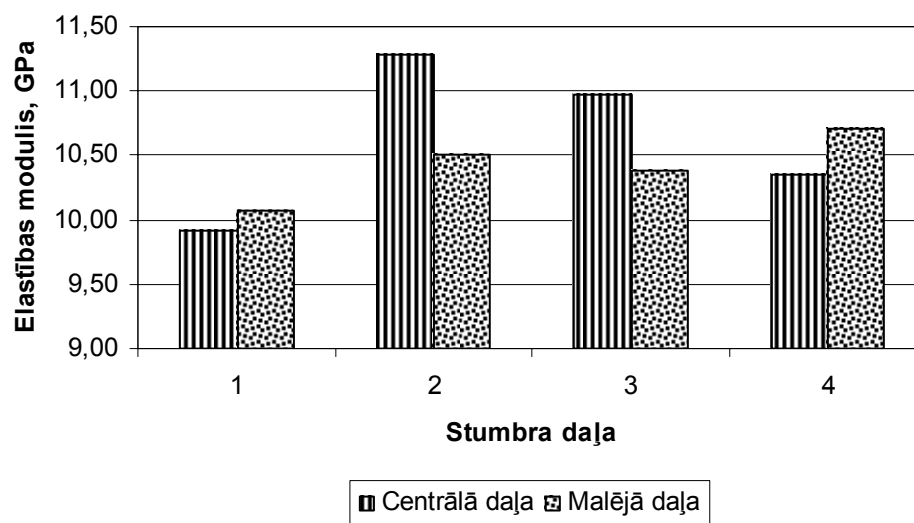


5. att. Saldā ķirša koksnes statistiskās lieces robežstiprība

Saldā ķirša koksnes statistiskās lieces, stiepes un spiedes robežspriegums caurmērā ir salīdzināms ar oša koksnes stiprību (atšķirību sastāda 3,7÷12,2 %) – 6. att. Pēc salīdzinošā grafika, saldā ķirša koksne pēc stiprības ietilpst vienā kategorijā ar osi un bērzu.



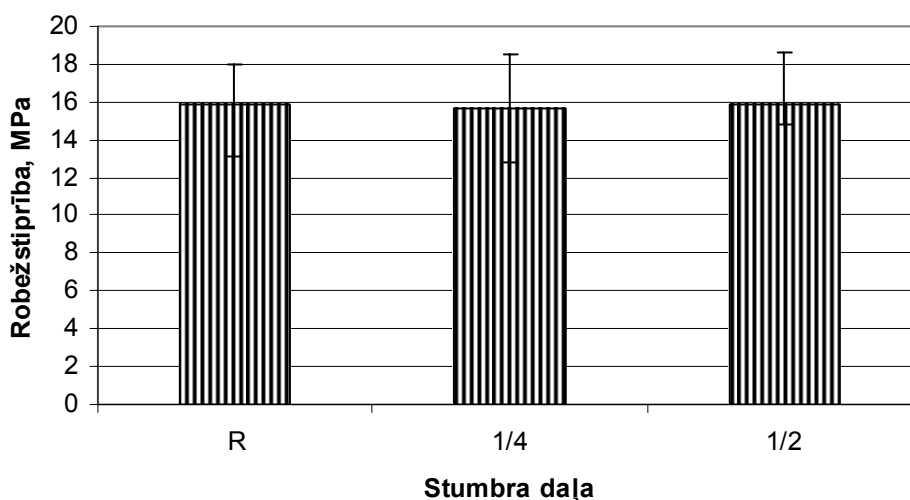
6. att. Dažādām koku sugām stiepes, lieces un spiedes robežstiprību vērtību salīdzinājums



7. att. Saldā ķirša koksnes elastības modulis liecē dažādos stumbra augstumos

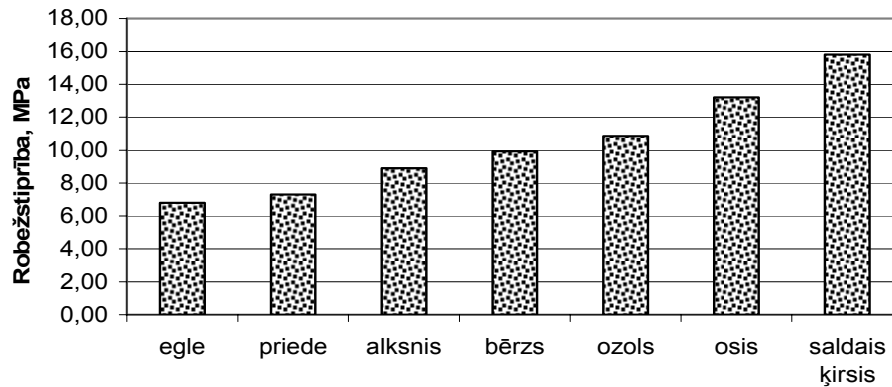
Koksnes elastības moduli ietekmē parauga vieta stumbūrā - vismazākais elastības modulis (skat. 7.att.) vērojams stumbra resgaļa daļā, savukārt, visaugstākās vērtības piemīt  $\frac{1}{4}$  stumbra augstuma, t.i., centrālās daļas elastības modulis pārsniedz 11 GPa.

Saldā ķirša koksnes bīdes robežstiprība tangenciālajā virzienā vienāda ar stiprību resgalī, tā arī stumbra un  $\frac{1}{4}$  un  $\frac{1}{2}$  daļās un sastāda apmēram 16 MPa – 8.att..



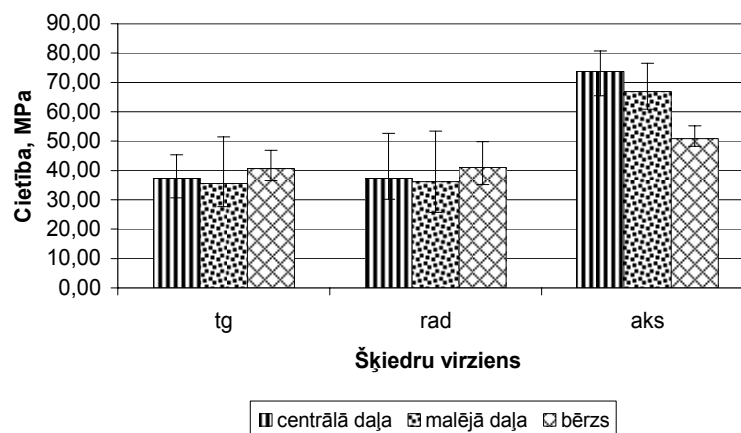
8. att. Saldā ķirša koksnes bīdes robežstiprība tangenciālajā virzienā

No salīdzinātajām koku sugām (9. att.), saldā ķirša koksnei bīdes pretestība tangenciālajā virzienā ir visaugstākā. Piemēram, tuvāko oša koksnes paraugu tā pārsniedz par 23 %. No tā var secināt, ka Latvijā augušajai saldā ķirša koksnei šī vērtība gandrīz tāda pati un daudz neatpaliek – starpība ap 1,8 %.



9. att. Saldā ķirša un dažādu citu sugu koksnes [8] robežstiprības bīdes rādītāji tangenciālajā virzienā

Saldā ķirša koksnes cietība aksiālajā virzienā ir par 32 % lielāka, nekā bērza koksnei, bet radiālajā un tangenciālajā virzienos bērza koksnes cietība nedaudz ir lielāka par ķirša koksnes cietību - 10.att.



10. att. Saldā ķirša un bērza koksnes cietības rādītāji galvenajos koksnes transversālās anizotropijas virzienos

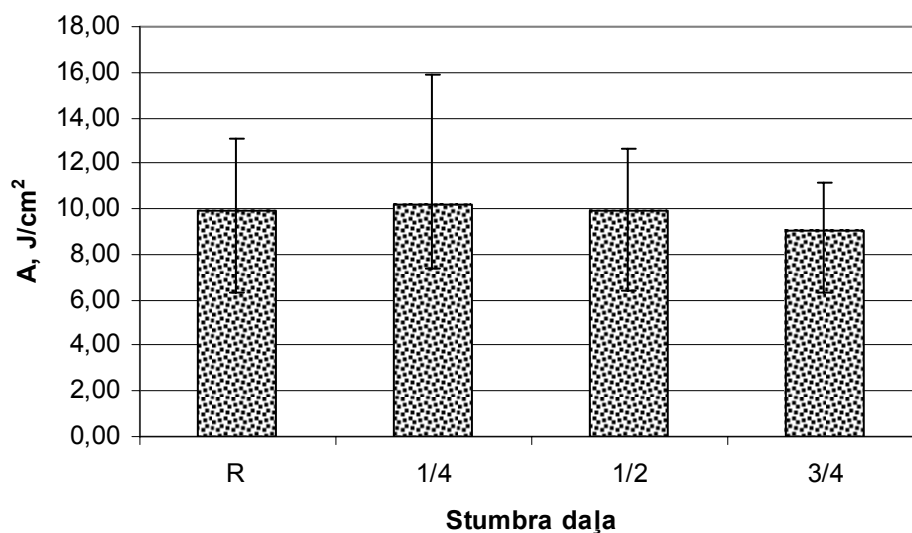
Kokskrūvju un naglu izraušanas pretestība saldā ķirša un citu koku sugu koksnei parādīta 4. tabulā. Saldā ķirša koksnei, kā arī bērza koksnei, tangenciālajā un radiālajā virzienos naglu noturība ir lielāka, nekā aksiālajā virzienā. Savukārt, saldā ķirša, kā arī bērza koksnei kokskrūvju izraušanas pretestība aksiālajā virziena ir apmēram 1,5 reizes zemāka, nekā tangenciālajā un radiālajā virzienos.

4. tabula

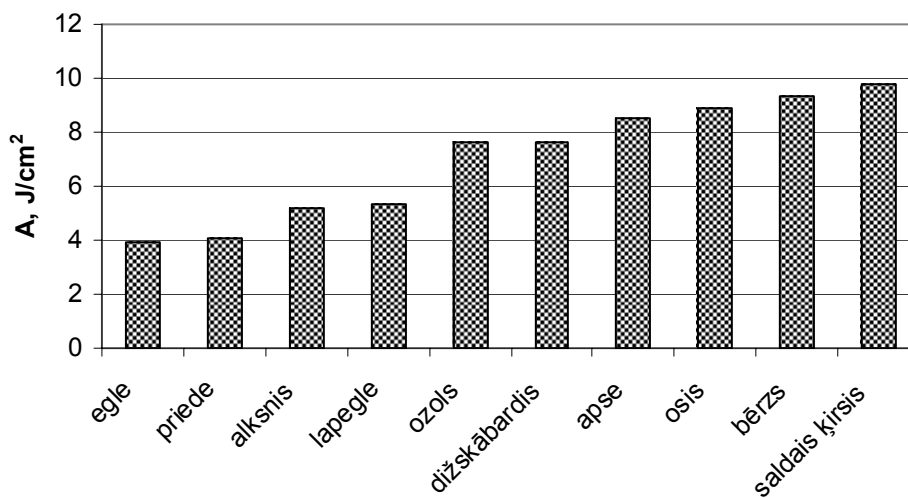
Kokskrūvju un naglu izraušanas pretestība

Suga	Kokskrūvju un naglu izraušanas pretestība, MPa					
	Kokskrūves			Naglas		
	Virziens					
	Rad.	Tang.	Aks.	Rad.	Tang.	Aks.
<b>Bērzs</b>	130,16	130,62	101,56	16,40	19,36	9,85
<b>Egle</b>	126,2	120,5	50,2	89	81	43
<b>Ciedrs</b>	81,0	104,2	65,9	88	89	58
<b>Lapegle</b>	236,8	231,1	124,3	127	120	90
<b>Baltegle</b>	116,2	106,8	66,6	63	65	36
<b>Priede</b>	124,9	126,2	72,8	76	77	50
<b>Saldais ķirsis</b>						
<b>Centrālā daļa</b>	157,16	155,49	125,84	21,49	21,38	15,15
<b>Malējā daļa</b>	152,00	151,27	131,53	22,53	23,20	14,95

Koksnes triecienlieces pretestība raksturo parauga sagrāvei izlietotā darba daudzumu, kas ir jo lielāks, jo sīkstāka koksne. Saldā ķirša koksnei triecienliece palielinās no resgaļa uz vienu ceturto daļu augstuma un tad samazinās uz galotni (11. att.).



11. att. Saldā ķirša koksnes triecienlieces rādītāji dažādos stumbra augstumos  
 Pēc triecienlieces rādītāja saldā ķirša koksne pārspēj kā lapkoku, tā arī skujkoku attiecīgo rādītāju – 12. att.



12. att. Saldā ķirša un citu koku sugu koksnes [8] triecienlieces rādītāju salīdzinājums  
 Pēc sasmalcinātas koksnes presēšanas pie spiediena 150 MPa, saldā ķirša koksnei ir trešais labākais rādītājs (relaksācijas lielums) pēc oša un ozola koksnes – 5.tab.

Dažādu sugu zāģskaidu (smalcināta koksne, izsijāta caur sietu ar acs izmēru Ø 2,0 mm) granulu

blīvuma relaksācija

Suga	Blīvuma izmaiņas laikā pēc slodzes noņemšanas, g/cm <sup>3</sup>		Blīvuma relaksācija, %
	1 min	5 min	
Baltalksnis	0,8607	0,7710	11,5
Bērzs	0,9289	0,8539	8,78
Melnalksnis	0,9539	0,8784	8,60
Apse	0,9759	0,8836	10,45
Egle	0,9781	0,9076	7,78
Priede	0,9967	0,9191	8,46
Osis	0,9982	0,9323	7,06
Saldais ķirsis	1,0086	0,9393	7,38
Ozols	1,0304	0,9656	6,71

Šo sugu koksne pārspēj uzskatītās par klasiski piemērotām granulēšanai skujkoku sugas – egli un priedi. Vislielākā relaksācija ir baltalksnim, pēc kura seko apse, bērzs un melnalksnis

### Īpašības, kas nosaka siltumfizikālos rādītājus

Bez organiskajām vielām koksnes sastāvā vēl ir minerālvielas, kas koksnei sadegot, veido pelnus. Pelnu daudzums vienai un tai pašai sugai var mainīties atkarībā no koka daļas, vecuma, augšanas apstākļiem. Mizās un lapās ir vairāk pelnu nekā koksnē.

Sadedzes siltums, mitrums pārbaudes brīdī un pelnu daudzums saldā ķirša koksnē un mizā parādīts 6. tabulā.

Sadedzes siltums, mitrums un pelnu daudzums saldā ķirša koksnē un mizā

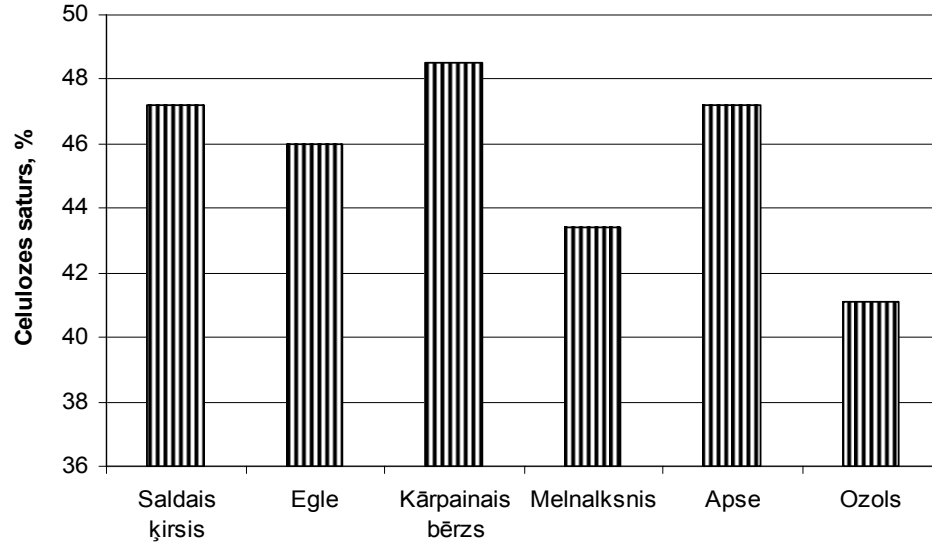
Nosakāmais rādītājs	Mērvienība	Testēšanas rezultāti		
		Miza	Malējā daļa	Centrālā daļa
Mitrums, $W_{abs}$	%	8,33	8,30	8,59
Sadedzes siltums, $Q_z$	kJ/kg	21787	17154	17570
Pelnu daudzums, A	%	1,87	0,20	0,23

Sadedzes siltuma un pelnu noteikšanai izmantoja saldā ķirša koksnes malējo un centrālo daļas, kā arī mizu. No tabulas 6. redzams, ka mitrums pārbaudes brīdī svārstās no 8,3 līdz 8,6 % robežās. Salīdzinot saldā ķirša koka centrālo daļu ar malējo, sadedzes siltums centrālajai daļai ir augstāks par 2,4 %. Pelnu daudzums centrālajā daļā ir 0,23 %. Toties, mizas sadedzes siltums ir par 24 % lielāks, nekā kodolkoksnei, bet pelnu saturs lielāks 8,7 reizes.

Pelnu daudzums koksnei ar mizu, bez mizas un mizā mazāks ir saldā ķirša koksnei, salīdzinot ar kārklū sugām. Literatūras avotā [9] norādīts pelnu saturs Japānas ķirsim – apmēram 0,2 %.

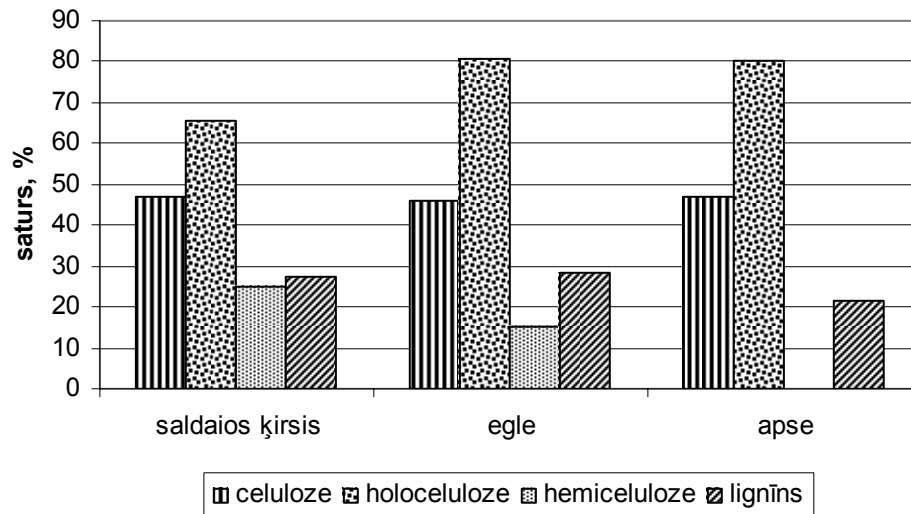
### Ķīmiskās īpašības

Ar Kiršnera metodi iegūstamā celulozē ir iespējami hemiceluložu piemaisījumi, tādēļ tā uzrāda vislielāko celulozes saturu koksnē, bet tā ir klasiska celulozes noteikšanas metode, tādēļ ar to iegūto lielumu var uzskatīt par vispareizāko.- 13.att.



13. att. Celulozes saturs, kas iegūts pēc Kiršnera metodes, dažādām koku sugām.

Gan celuloze, hemi- un holo- celulozes, gan lignīns ir koksnes galvenās sastāvdaļas, kas veido 96% no sausas koksnes masas. 14. att. Lignīna saturs gan saldā ķiršā, gan egles koksnei ir līdzīgās robežās, savukārt holocelulozes saturs līdzīgs ir egles un apses koksnei.



14. att. Koksnes galveno sastāvdaļu ( celuloze, holoceluloze, hemicelulozes un lignīns) saturs dažādām koku sugām (%)



## SECINĀJUMI

Darbā atspoguļotie Latvijā augošās saldā ķirša koksnes raksturlielumi ir pirmais koncentrētais šīs koksnes īpašību izvērtējums. Pēdējā laikā šīs koksnes popularitāte, īpašību augstie rādītāji un ekonomiskie aspekti veicinājuši plašu plantāciju veidošanu no Latvijā iegūta pamatmateriāla, kas, savukārt, rūpīgi atlasīts, selekcionēts ar izvēlētu labāko provenienci LVMI “Silava”.

1. Viens no galvenajiem koka augšanas ātruma raksturlielumiem - gadskārtas platums, saldā ķirša kokam vidēji ir 3,3 mm.
2. Stumbra malējās daļas vidējie poru šķērsriezumu laukumi gan vēlinai, gan agrīnai koksnei ir lielāki nekā stumbra centrālajā daļā. Vidējā porainība sastāda 59 % un vidējais poru aizņemtais laukums ir  $1510,8 \mu\text{m}^2$ .
3. Fizikālie rādītāji – blīvums, uzbriešana un rukums nedaudz lielāki ir stumbra malējā daļā, nekā centrālajā daļā. Var secināt, ka Latvijā augošā saldā ķirša koksne pieskaitāma vidēji blīvas un vidējas cietības koksnes grupai ar sekojošiem raksturlielumiem: blīvums absolūti sausai koksnei  $\rho_0 = 628 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{12} = 657 \text{ kg/m}^3$ , svaigi cirstas koksnes mitrums  $W_{\text{svc}} = 53 \%$ , tilpuma rukuma koeficients  $K_\beta = 0,50 \text{ \%/}\%$ , rukuma koeficients radiālajā virzienā  $K_\beta = 0,17 \text{ \%/}\%$ , rukuma koeficients tangenciālajā virzienā  $K_\beta = 0,36 \text{ \%/}\%$ , tilpuma uzbriešanas koeficients  $K_\alpha = 0,58 \text{ \%/}\%$ , uzbriešanas koeficients radiālajā virzienā  $K_\alpha = 0,18 \text{ \%/}\%$ , uzbriešanas koeficients tangenciālajā virzienā  $K_\alpha = 0,40 \text{ \%/}\%$ , ūdens uzsūktspēja  $W_{\bar{u}} = 112,0 \%$ , mitrumzsūktspēja  $W_m = 21,0 \%$ ,
4. Noteikts, ka saldā ķirša koksnes mehānisko īpašību raksturlielumiem starp stumbra šķērsriezuma centrālo un malējo perifērijas daļu ir nelielas atšķirības: cirpes robežstiprība tangenciālajā virzienā  $\tau_{12} = 43,4 \text{ MPa}$ , un radiālajā virzienā  $\tau_{12} = 40,8 \text{ MPa}$ , robežstiprība stiepē  $\sigma_{\text{st},12} = 136,3 \text{ MPa}$ , robežstiprība spiedē  $\sigma_{\text{sp},12} = 52,5 \text{ MPa}$ , robežstiprība liecē  $\sigma_{1,12} = 104,7 \text{ MPa}$ , Elastības modulis  $10,5 \text{ GPa}$ , robežstiprība bīdē  $\sigma_{\text{b,tg}12} = 15,7 \text{ MPa}$ , cietība aksiālajā virzienā  $H_B = 70,3 \text{ MPa}$ . Kokskrūvju noturība saldā ķirša koksnei radiālajā, tangenciālajā un aksiālajā virzienos ir augstāka par priedes, egles, baltegles, ciedra un bērza koksnes kokskrūvju noturību.

5. Saldā ķirša koksnei triecienlieces vērtības palielinās no resgaļa uz 1/4 augstuma un tad samazinās virzienā uz galotni. Tā ir visaugstākā, salīdzinot ar plašāk izmantotām koku sugām (piem., ozolu, osi, egli, priedi u.c.).
6. Vislabākie smalcinātas koksnes ( $\emptyset = \leq 2,0\text{mm}$ ) presēšanas rezultāti pie spiediena 150 MPa (vismazākā izmēru relaksācija un attiecīgi blīvuma samazināšanās pēc slodzes noņemšanas) ir sekojošām lapkoku sugām: ozolam, osim un saldajam ķirsim, kas pārspēj uzskatītās par klasiski piemērotām granulēšanai, skujkoku sugas – egli un priedi.
7. Sadedzes siltums ķirša koksnei sastāda 17362 kJ/kg, ekstraktvielu daudzums 3,95 % un pelnu daudzums ir 0,21 % bez mizas. Salīdzinot saldā ķirša koka centrālo daļu ar malējo, sadedzes siltums centrālajai daļai ir augstāks par 2,4 % . Toties mizas sadedzes siltums ir par 24 % lielāks, nekā koksnei bez mizas, bet pelnu saturs attiecīgi lielāks 8,7 reizes.
8. Saldā ķirša koksnei celulozes saturs ir 47,2 %, līdzīgi kā apses koksnei. Hemiceluložu saturs saldā ķirša koksne ir 24,8 %, holocelulozes saturs - 65,5 %, egles koksnei – 80,9 %, bet apses koksnei – 80,3 %. Saldā ķirša koksne ir augsts lignīna saturs, salīdzinot ar citām lapkoku sugām, kurās tā saturs ir robežās 19 – 28 %. Var secināt, ka saldā ķirša koksnes lignīna saturs 27,6 % ir tuvs maksimālajam lignīna saturam lapkoku koksne.
9. No iegūtajiem rezultātiem, var secināt, saldā ķirša koksni var izmantot gan mēbeļu ražošanā, telpu iekšējai apdarei, parketa un grīdas dēļu izgatavošanā, gan arī dažādu izstrādājumu un suvenīru izgatavošanā. Pateicoties koksnes izcilajām dekoratīvajām īpašībām, to var izmantot ekskluzīvu interjeru (auto, jahtu, utt.) iekšējai apdarei.

## LITERATŪRA

1. Daugaviete M., Krūmiņa M., Dolacis J., Hrolis J., Bērziņa A. Saldais ķirsis (*Cerasus avium* (L.) moench syn. *Prunus avium* L.) koksnes ražošanai: pētījumi par ķirša izplatību, reprodiktīvo materiālu, tā agrīno augšanu izmēģinājumu stādījumos un dažādi fizikāli mehāniskie raksturlielumi// *Mežzinātne*. – Salaspils: LVMI “Silava”, 2003. – Nr. 12(45), 60.-86. lpp.
2. Ābalnieks P. Saldie ķirši. - Rīga: LVI, 1956.- 74 lpp.
3. Koch G. Kirschbaum – Trendholz und Klassiker// *Kernholz*. – 2007. – Ausgabe 4, Oktober, 12.-14. S.
4. Daugavietis M. Baltalksnis Latvijā// Latvijas Valsts Mežzinātnes institūts “Silava” - 2006, 108.-110. lpp.
5. ГСССД 69-84.Таблицы стандартных справочных данных. Древесина. Показатели физико-механических свойств малых чистых образцов. М., Госстандарт СССР. -29 с.
6. Pavlovičs G., Antons A., Alksne A., Lavnikoviča I., Cīrule D., Dolacis J., Daugavietis M., Daugaviete M. Comparison of the anatomical structure elements and physical properties of the wood of different alder species growing in Latvia.– *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Forestry and Wood Technology* No 69, 2009: (Ann. WULS-SGGW, For. And Wood Technol. 69, 2009, pp. 173-177.
7. Hrolis J., Alksne A., Cīrule D., Dolacis J., Balode V. Egle koksnes (*Picea abies* L. Karst.) anatomiskā uzbūve un fizikālās īpašības Latvijā// *LLU Raksti – Jelgava: Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, 2005, Nr. 14(309), 65.-71.lpp.*
8. Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение. Изд. 5 – е, перераб. и доп. – Москва: Издательство Московского государственного университета леса, 2007. –351. с.
9. Wagenführ R. *Holzatlas*. 6., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 2007. – 816 S.