

**Projekts Nr.2**

**Lapu koku koksnes izmantošana  
mehāniskajā apstrādē jaunas produkcijas  
ieguvei**



**Projekta vadītājs**

**Henn Tuherm, Dr.habil.sc.ing., Dr.h.c.silv.**

# Projekta mērķis

---

**Lapkoku koksnes kvalitatīvais raksturojums un tās potenciāla racionāla izmantošana mehāniskajā apstrādē, ar mērķi iegūt produkciju ar augstu pievienoto vērtību, izmantojot inovatīvas apstrādes tehnoloģijas.**

# Projekta uzdevumi

---

- 1. Mīksto lapkoku sortimentu dimensionālais raksturojums un koksnes fizikāli mehāniskās īpašības, to atbilstība mehāniskās apstrādes produkcijas kvalitātes prasībām un uzlabošanas iespējas.**
- 2. Inovatīva mehāniskās apstrādes produkcija no mīksto lapkoku koksnes un apstrādes tehnoloģijas.**

# Sasniegtie rezultāti

---

Pirmo reizi veikti Latvijā augušo baltalkšņa un apses koksnes kompleksi pētījumi no koksnes zinātnes un meža prečzinības viedokļa, izmantojot mūsdienu pētniecisko metodiku, kas ļauj veikt pētījumus atbilstoši ES normatīviem. Šāda pieeja ļāva iegūt rezultātus, kas ir starptautiski salīdzināmi. Koksnes potenciāla racionālai izmantošanai mehāniskā apstrādē noteiktas šo sugu koksnes mehāniskās īpašības, izstrādāti žāvēšanas režīmi, pētītas iespējas uzlabot ekspluatācijas īpašības, arī virsmas cietību, un kvalitatīvi apstrādāt (izstrādāti zāģēšanas, frēzēšanas, līmēšanas, apdares režīmi). Pierādīta iespēja uzlabot baltalkšņa un apses koksnes ekspluatācijas īpašības termiskās modifikācijas ceļā. Izpētīts tirgus pieprasījums dažādiem baltalkšņa un apses produkcijas veidiem. Novērtētas iespējas mīksto lapu koku koku pielietot būvniecībā un koka izstrādājumu ražošanā.

# Projekta izpildes kopsavilkums

---

1. Pētīta koksnes vainu sastopamība ciršanas vecuma sasniegušās baltalkšņa un apses stumbros, galvenās koksnes vainas, kas ietekmē stumbra kvalitāti, trupes izplatību ietekmējoši faktori, kā arī noskaidrotas lietkoksnis sortimentu iznākuma un ekonomisko rādītāju uzlabošanas iespējas.
2. Noteikti baltalkšņa un apses koksnes mehāniskās īpašības, izstrādāti šo sugu koksnes žāvēšanas režīmi, kā arī izstrādāti priekšlikumi mīksto lapkoku koksnes ekspluatācijas īpašību, arī virsmas cietības, uzlabošanai ar termiskās apstrādes palīdzību.
3. Noskaidroti mīksto lapkoku koksnes ugunsizturības parametri un novērtētas iespējas šos materiālus pielietot būvniecībā un koka izstrādājumu ražošanā.
4. Izstrādāti baltalkšņa un apses koksnes zāģēšanas un frēzēšanas, kā arī līmēšanas un apdares režīmi.
5. Izstrādāti priekšlikumi lietot mīksto lapkoku koksni paliktņu ražošanai.
6. Uzsākti pētījumi par mīksto lapkoku koksnes izmantošanas lietderīgumu enerģētikā.
7. Veikti pētījumi par tirgus pieprasītiem produkcijas veidiem no baltalkšņa un apses koksnes.

# Projekta izpildes rezultatīvie rādītāji laika posmā no 2005. līdz 2008. gadam

<b>R-1</b>	Zinātniskās publikācijas starptautiskos un vietējos izdevumos	12
<b>R-2</b>	Ziņojumi konferencēs	17
<b>R-3</b>	Izstrādātas metodikas	2
<b>R-4</b>	Eksperimentālie paraugi	2
<b>R-6</b>	Tehnoloģiskās shēmas, instrukcijas, tehniskie noteikumi	3
<b>R-7</b>	Laboratorijas pētniecības un eksperimentālās iekārtas	4
<b>R-9</b>	Mācību līdzekļi studentiem	2
<b>R-10</b>	Aizstāvēti promocijas darbi	3

# Mīksto lapkoku sugu koku stumbru kvalitātes rādītāji

---

Baltalkšņa kokmateriālu kvalitāti galvenokārt ietekmē stumbra caurmērs un zarojuma raksturojums. Bezzaru daļa stumbra resgalī aizņem līdz 35 % no stumbra garuma un no šīs daļas var sagatavot 2,5...3,0 m garus apaļos kokmateriālus. No baltalkšņa apaļo kokmateriālu kopējā tilpuma 7,0 % uzskatāmi kā noderīgi galvenokārt siltuma enerģijas ieguvei.

Konstatēts, ka būtiskākās koksnes vainas, kas ietekmē sortimentu iznākumu no apšu stumbriem, ir kodoltrupe un zari. Apses stumbra bezzaru daļas garums ir ap 25...30 % no stumbra garuma, bet zāģbaļķu iznākums no apses stumbriem ir 35...65 % (atlikušais tilpums atbilst papīrmalkas un malkas kvalitātei).

Pētījumu rezultāti ļauj izstrādāt rekomendācijas baltalkšņa un apses stumbru racionālai sagarumošanai, lai iegūtu noteiktās kvalitātes apaļos sortimentus.

# Baltalkšņu un apses koku sugu sugu koksnes mehānisko īpašību pētījumi

---

Precizēti baltalkšņa un apses koksnes un koksnes sagatavju mehānisko īpašību vidējie rādītāji:

- baltalkšņa koksnes rādītāji (meža augšanas apstākļu tipi – vēris un gārša): pie koksnes vidējā blīvuma  $467 \text{ kg/m}^3$  un mitruma  $12,6 \%$  elastības modulis  $E_b = 10,6 \text{ GPa}$ , robežstiprība liecē  $f_b = 81,0 \text{ MPa}$ , robežstiprība spiedē  $f_c = 33,8 \text{ MPa}$ ;
- apses koksnes rādītāji (meža augšanas apstākļu tipi – vēris, gārša un platlapju ārenis): pie koksnes vidējā blīvuma  $466 \text{ kg/m}^3$  un mitruma  $12,1 \%$  elastības modulis  $E_b = 12,5 \text{ GPa}$ , robežstiprība liecē  $f_b = 83,9 \text{ MPa}$ , robežstiprība spiedē  $f_c = 42,1 \text{ MPa}$ .



# Apses un baltalkšņa koksnes termiskās modificēšanas tehnoloģija un režīmi

---

1. Atkarībā no gala produktam izvirzītajām prasībām, noteikti optimālie režīmi dažāda biezuma apses un baltalkšņa koksnes termiskajai modificēšanai slāpekļa vidē, izmantojot gaisa konvekcijas sildīšanas metodi. Katrai koku sugai izstrādāti termiskās apstrādes režīmi pie 180 °C, 195 °C un 210 °C temperatūras.
2. Izstrādātie režīmi nodrošina atšķirīgas termiski modificētās koksnes īpašības, atkarībā no pielietojuma veida, vides apstākļiem ekspluatācijas procesā, kā arī no prasībām fizikālajām, mehāniskajām, lietošanas un vizuālajām īpašībām.
3. Termiskās modificēšanas rezultātā paaugstināsies sagatavju dimensiju stabilitāte, samazinās koksnes higroskopiskums, uzlabojas bioloģiskā noturība, paaugstināsies dažas materiāla mehāniskās īpašības, samazinās materiāla virsmas cietība un nodilumizturība, notiek plaisu un spriegumu veidošanās, zaru izkrišana, bet materiāls iekrāsojas.

# Mīksto lapu koku koksnes ugunsreakcijas parametru noteikšana

---

Veicot pētījumus par mīksto lapkoku koksnes ugunsreakcijas parametriem var secināt, ka apses un baltalkšņa koksnes ugunsreakcijas parametri ir nedaudz sliktāki kā egles koksnei, tomēr visas trīs pārbaudītas koku sugas klasificējamās D ugunsreakcijas klasē. Pētījuma rezultātā arī secināts, ka termiskā modifikācija pasliktina ugunsreakciju un ugunsdrošību, kas atsevišķos gadījumos var pazemināt ugunsreakcijas eiroklasi no D iz E.

# Apses un baltalkšņa zāgmateriālu žāvēšanas režīmu izstrāde

---

Izstrādāti baltalkšņa un apses koksnes žāvēšanas režīmi un veikta to efektivitātes pārbaude ražošanas apstākļos. Noteikta zāgmateriālu žāvēšanas kvalitāte atbilstoši Eiropas žāvēšanas grupas (EDG) metodikai. Žāvējot baltalkšņa un apses zāgmateriālus pēc optimāla žāvēšanas režīma, **mitruma izkliede** atbilst žāvēšanas kvalitātes E (*exclusive*) klases prasībām 90 % gadījumos un Q (*quality*) klases prasībām 10 % gadījumos.

Novērtējot **spriegumus** optimālā žāvēšanas režīmā žāvētiem zāgmateriāliem, tie ierindojami arī E kvalitātes klasē, izņemot 32 un 50 mm biezus apses zāgmateriālus, kur iekšējās paliekošās deformācijas atbilst vidējam līmenim pēc EDG (Q klase).

Žāvēšanas kvalitāti iespējams paaugstināt, pagarinot sildīšanas laiku un regulējot kondicionēšanas fāzi atbilstoši koksnes beigu mitrumam un zāgmateriālu biezumam.

# Baltalkšņa un apses koksnes līmējuma stiprības pārbaudes mitros pielietošanas apstākļos

---

1. Izstrādāti apses un baltalkšņa koksnes līmēšanas režīmi un novērtēta šo koku sugu koksnes piemērotība līmētu masīvas koksnes plātņu izgatavošanai, kuras ekspluatējamas sausos (relatīvs gaisa mitrums līdz 65 %), mitros (relatīvs gaisa mitrums līdz 85 %), mitros (relatīvs gaisa mitrums 92 %) un āra (ar tiešu atmosfēras apstākļu, tekošā ūdens vai ūdens tvaiku iedarbībā) apstākļos.
2. Viens no tirgū piedāvātājiem nenesošo konstrukciju produktiem no mīksto lapkoku koksnes ir **līmētie pirts lāvas un pirts apšuvumu dēļi**, kas pakļauti īpaši agresīvai mikroklimate ietekmei. Saudzējot garumā ar ķīltaņu savienojumu pirts lāvas dēļus, ražotajam, deklarējot produkta mehāniskās īpašības un nosakot pirts dēļu parametrus, jāreķinās ar būtisku (ap 50 %) robežstiprības liecē samazinājumu, salīdzinājumā ar standarta atmosfērā izturēto paraugu robežstiprību.

# Baltalkšņa un apses koksnes mehāniskās apstrādes tehnoloģijas pētījumi

---

1. Eksperimentāli noskaidrots, ka mīksto lapu koku koksni var mehāniski kvalitatīvi apstrādāt – zāgēt un frēzēt.
2. Noskaidrota griešanas režīma parametru ietekme uz griešanas spēka un patērētas jaudas lielumu, kā arī uz apstrādāto virsmu raupjumu. Apstrādāto virsmu raupjumu visvairāk ietekmē zāga zobu un frēznažu griezējšķautņu asināšanas kvalitāte, griežņu ģeometriskie parametri, zāga korpusa kvalitāte (tā spriegojums), kā arī darbmašīnas tehniskais stāvoklis.
3. Neliels koksnes blīvums un šķiedru nenoteikts izvietojums attiecībā pret apstrādes virsmu apgrūtina iegūt kvalitatīvu apstrādes virsmu, apstrādājot mīkstos lapkokus.
4. Mazākais virsmas raupjums, ko var sasniegt, frēzējot alkšņa un apses koksni ar cietkausējuma frēznažiem, ir  $R_z = 30...35 \mu\text{m}$ .

# Pētījumi par ar mīksto lapkoku koksnes apdari

---

1. Mīksto lapkoku koksnes pielietošana mēbeļrūpniecībā, grīdu un kāpņu segumu izgatavošanā ir apgrūtināta, jo zemā koksnes blīvuma dēļ mīksto lapkoku virsmas cietība ir zema.
2. Mīksto lapkoku koksnes virsmas ir viegli deformējamās mehānisko spēku iedarbībā, kas ir galvenais šķērslis mīksto lapkoku koksnes pielietošanai mēbeļu virsmās, grīdās un kāpnēs.
3. Noskaidrots, lai uzlabotu mīksto lapu koku virsmas īpašības, ir jāpanāk virsmas cietības palielināšana un virsmu raupjuma samazināšana.
4. Piedāvāta baltalkšņa koksnes virsmas blīvināšanas tehnoloģija, kas sastāv no diviem etapiem: *termo-mehāniskā sablīvināšana* karstā presē un *termiskā modificēšana*, lai stabilizētu blīvinātās koksnes izmērus.
5. Termo-mehāniski blīvinātu baltalksni var kvalitatīvi apdarīt (veikti adhēzijas pētījumi starp lakām un blīvinātu koksni) un izmantot mēbeļu virsmu, grīdu virsējo kārtu u.c. izgatavošanai.

# Mīksto lapkoku koksnes izmantošana

---

Novērtējot aktuālo tirgus situāciju, analizētas lapkoku koksnes konkurētspējas izmaiņas. Pārskata periodā:

- veikta lapu koku plūsmas modelēšana, novērtēta alkšņa un apses koksnes resursu pieejamība, identificētas pielietojumu sfēras, kurās mīkstie lapkoki var konkurēt ar savām īpašībām, nevis cenu (izmantošanai jau esošajās citu koku sugu tirgus nišās);
- veikti pētījumi par mīksto lapu koku koksnes izmantošanu paliktņu koka konstrukcijās, izstrādāta datorprogramma paliktņu nestspējas prognozēšanai, kā arī nesagraujošā pārbaudes metode paliktņu šķirošanai pēc to nestspējas;
- uzsākti pētījumi par mīksto lapu koku koksnes izmantošanas lietderīgumu enerģētikā.

# Rezultātu zinātniskā un tautsaimnieciskā nozīme

---

- 1. Izmantojot mūsdienu pētniecisko metodiku, kas ļauj veikt pētījumus atbilstoši ES normatīviem, iegūti starptautiski salīdzināmi rezultāti.**
- 2. Pierādīta iespēja uzlabot baltalkšņa un apses koksnis ekspluatācijas īpašības termiskās modifikācijas ceļā.**
- 3. Veicot mīksto lapu koku kvalitatīvu apstrādāti tiks radīti priekšnosacījumi ievērojami paplašināt mīksto lapu koku koksnis lietošanas iespējas dažādās konstrukcijās.**



# Iegūtie pētījumu rezultāti liecina, ka:

---

- 1. Mīksto lapkoku koksni var izmantot produkcijas ar augstu pievienoto vērtību ražošanai.**
- 2. Gan iekšzemē, gan arī eksporta tirgos ir pieprasījums pēc koksnes izstrādājumiem, kuri ražoti no mīksto lapkoku koksnes.**
- 3. Rezultāti ir svarīgi Latvijas tautsaimniecībai kopumā un sevišķi mežrūpniecības nozarei, kuras produkcija tiek galvenokārt eksportēta.**

# Projekta turpināšanas pamatojums

---

Analizējot iegūtos rezultātus, noskaidrots, ka, lietojot progresīvās, inovatīvas apstrādes tehnoloģijas, ir iespējas vēl paplašināt mīksto lapkoku koksnes izmantošanu tautsaimniecībā (nesošajās konstrukcijās, specifisko sadzīves priekšmetu ražošanā u.c.). Projekta izpildes gaitā, saskaņā ar uzdevumu, izpētītas tikai divas mīksto lapkoku sugas; noskaidrota nepieciešamība izstrādāt priekšlikumus arī melnalkšņa un hibrīdas apses potenciāla izmantošanai tautsaimniecībā.

# Projekta turpināšanas pamatojums

---

Šobrīd ir iezīmējušies pētnieciskie virzieni, kuros 2009.gadā būtu jāturpina darbs pie jaunu **lapkoku koksnes pielietojuma virzienu** attīstīšanas.

1. Iepriekš veiktie pētījumi apstiprina lapkoku koksnes izmantošanas iespēju nesošajās konstrukcijās. Šajā virzienā nepieciešams veikt papildus pētījumus ar mērķi izstrādāt nesošo konstrukciju elementus, kuru pamatā izmantota mīksto lapkoku koksne.
2. Jauna koksnes produkta ar uzlabotām fizikāli mehāniskajām īpašībām izstrāde. Mērķa pielietojums šim produktam ir grīdu segumu ražošana. Tieši uz grīdu segumiem izvirzītajām prasībām nepieciešams pievērst īpašu uzmanību izstrādājot pētnieciskos virzienus jaunā produkta īpašību izpētei.
3. Iepriekšējos gados veikta teorētiskā un eksperimentālā izpēte mīksto lapkoku koksnes ugunsreakcijas parametru izpētei. Lai paplašinātu koksnes materiālu pielietojuma sfēru būvizstrādājumu ražošanā ir jāizmanto apstrādes tehnoloģijas ugunsreakcijas un ugunsdrošības uzlabošanai. Turpmāk nepieciešams veikt pētījumus par ugunsdrošības uzlabošanas iespējām un izstrādāt praksē pielietojamas apstrādes tehnoloģijas.

# Projekta turpināšanas pamatojums

---

4. Veikt iepriekš izstrādātās koksnes termiskās modifikācijas tehnoloģijas pilnveidošanu (izstrādāt apstrādes tehnoloģiju pārkarsēta tvaika vidē), noteikt termiskās apstrādes rezultātā iegūto produktu īpašības un pielietojamību.
5. Pēc Zemkopības ministrijas Meža sektora informācijas nākotnē lielas perspektīvas tiek prognozētas arī *hibrīdas apses* audzēšanai lauksaimniecībā neizmantotās zemēs; šī suga reizi 25 gados no hektāra ļauj iegūt pat 400 m<sup>3</sup> koksnes. Tā, pēc LVMI „Silava” informācijas, ir ideāli izmantojama ne vien kā enerģētiskā koksne, bet arī zāģmateriālu ražošanai. Arī par trešo nozīmīgāko mīksto lapkoku sugu – *melnalksni* (kopkrāja 14 milj.m<sup>3</sup>) nav veikti kompleksi pētījumi par koksnes īpašībām un pielietojamību. Līdz ar to svarīgs virziens, kurā būtu veicami pētījumi 2009.gadā, ir **melnalkšņa un hibrīdas apses īpašību** noteikšana.
  - pētīt ciršanas vecumu sasniegušu melnalkšņa un hibrīdas apses stumbru dimensionālo un kvalitatīvu vērtējumu (koksnes vainu izplatība un ietekme uz stumbra kvalitāti, lietkoksnis iznākums);
  - pētīt melnalkšņa un hibrīdas apses koksnes mehāniskās un ekspluatācijas īpašības, izstrādāt priekšlikumus par šo koku sugu koksnes racionālo izmantošanu.

# Projekta turpināšanas pamatojums

---

Līdz ar to ir nepieciešami papildus pētījumi lapkoku koksnes izmantošanas problēmas pilnīgākai risināšana. Analizējot nepieciešamo papildus pētījumu uzdevumus un apjomu, ieteicams projekta Nr.2 izpildes termiņu pagarināt par vienu gadu, kurā laikā ir iespējams izpildīt pētījumus, kas dod iespējas izstrādāt jaunus priekšlikumus mīksto lapkoku potenciāla izmantošanai tautsaimniecībā.

# Projekta izpildes posmā 2009.gadā realizējamas aktivitātes

---

1. Noskaidrot ciršanas vecumu sasniegušu melnalkšņa un hibrīdas apses stumbru dimensionālo un kvalitatīvu vērtējumu (koksnes vainu izplatība un ietekme uz stumbra kvalitāti, lietkoksnes iznākums).
2. Noteikt melnalkšņa un hibrīdas apses koksnes mehāniskās un ekspluatācijas īpašības.
3. Izstrādāt priekšlikumus par mīksto lapkoku koksnes izmantošanas iespējām nesošajās konstrukcijās un šo konstrukciju elementos.
4. Izstrādāt mīksto lapkoku koksnes termiskās modifikācijas tehnoloģiju pārkarsēta tvaika vidē, lai iegūtu inovatīvo produktu ar uzlabotām fizikāli mehāniskajām un ekspluatācijas īpašībām.

# Projekta izpildes posmā 2009.gadā realizējamas aktivitātes

---

5. Izstrādāt optimālu lapkoku koksnes blīvināšanas un stabilizēšanas tehnoloģiju, ar mērķi izmantot jauno koksnes produktu grīdu segumu ražošanā.
6. Veikt pētījumus un izstrādāt tehnoloģijas par mīksto lapkoku koksnes ugunsdrošības uzlabošanas iespējām, lai paplašinātu šo materiālu pielietojuma sfēru būvizstrādājumu un tirgus pieprasītās produkcijas ražošanā.
7. Turpināt pētījumus par mīksto lapkoku koksnes izmantošanas lietderīgumu enerģētikā, kontekstā ar šo sortimentu loģistikas problēmām.
8. Izstrādāt priekšlikumus par tirgus pieprasītās produkcijas veidiem no melnalkšņa un hibrīdas apses koksnes.

# Plānotie projekta rezultāti 2009.gadā

<b>R-1</b>	Zinātniskās publikācijas starptautiskos un vietējos izdevumos	11
<b>R-2</b>	Ziņojumi konferencēs	11
<b>R-3</b>	Izstrādātas metodikas	6
<b>R-4</b>	Eksperimentālie paraugi	7
<b>R-6</b>	Tehnoloģiskās shēmas, instrukcijas, tehniskie noteikumi	4
<b>R-7</b>	Laboratorijas pētniecības un eksperimentālās iekārtas	3
<b>R-9</b>	Mācību līdzekļi studentiem	2
<b>R-10</b>	Aizstāvēti promocijas darbi	2



---

**Paldies par uzmanību!**