



LLU Meža fakultāte

Atskaite

par projektu

**APAĻO KOKMATERIĀLU TILPUMA  
INDIVIDUĀLO UZMĒRĪŠANAS  
METOŽU PRECIZITĀTES  
IZVĒRTĒŠANA**

Metodikas izstrāde

Līguma Nr. 5.5-5.1\_002d\_101\_13\_48

Projekta vadītājs, prof.

/ L. Līpiņš/

2014. gada februāris

## DARBA METODIKA

### Pētījumam „APAĻO KOKMATERIĀLU TILPUMA INDIVIDUĀLO UZMĒRĪŠANAS METOŽU PRECIZITĀTES IZVĒRTĒŠANA”

#### 1. Standartu prasību un citu valstu pieredzes apkopojums

Vispirms tiks analizētas ES normu un Latvijas valsts standarta prasības apaļo kokmateriālu tilpuma noteikšanā, uzmērot individuāli.

Normatīvo materiālu analīze tiks salīdzināta ar citu Rietumeiropas valstu (Vācija, Austrija), kur dominē tilpuma noteikšana pēc vidus caurmēra un Zviedrijas, Somijas pieredzi, kur ir atšķirīga pieeja kokmateriālu individuālajā uzmērīšanā.

Analīzes mērķis ir noskaidrot:

- a) kādus mērīšanas paņēmienus pielieto katrā valstī, to izvēles pamatojums;
- b) kādiem kokmateriāliem miza tiek ievērtēta tilpumā;
- c) kādi ir apaļo kokmateriālu uzmērīšanas nosacījumi, mērīšanas precizitāte, rezultātu noapaļošana;
- d) kāda ir caurmēra mērīšanas vietas izvēle, uzmērīšanas nosacījumi, mērīšanas precizitāte un rezultātu noapaļošana;
- e) kā ievērtē mizas vairumu apaļajiem kokmateriāliem, kuru tilpumu iegūst bez mizas;
- f) kā ievērtē raukumu, ja tilpuma noteikšanā izmanto tievgaļa caurmēru;
- g) ar ko atšķiras katra parametra uzmērīšana un tilpuma noteikšana, strādājot automatiskās uzmērīšanas režīmā (stacionārās uzmērīšanas – šķirošanas līnijās un harvesteros).

#### 2. Individuālo tilpuma noteikšanas metožu precizitātes novērtējums

Pēc izraudzītās apaļo kokmateriālu paraugkopas tiek risināti divi uzdevumi:

1. iegūts visprecīzākais apaļo kokmateriālu tilpums ar mizu (salīdzināmais etalons);
2. novērtēta dažādo individuālo uzmērīšanas metožu (lietojot rokas instrumentus) precizitāte.

##### 2.1. Apaļo kokmateriālu precīza tilpuma novērtēšana

Kontrolsortimentu paraugkopas atlasē tiks ievērtēti šādi faktori:

- a) koku suga – priede, egļe, bērzs, apse;
- b) cirtes veids – galvenā cirte un starpcirte;
- c) taisni, simetriski (apaļi) koki, bez redzamām stumbra formas vainām;
- d) apaļo kokmateriālu vieta stumbrā (stumbra resgaļa, vidus un galotnes sortimenti);
- e) sagatavošanas prasības – perpendikulāri gala zāgējumi, labi atzaroti, bez mizas noplēsumiem un koksnes izrāvumiem.

Tilpuma kontrolei tiks izmantoti apaļie kokmateriāli ar minimālo tievgaļa caurmēru 10 cm un garumu 2,5 m.

Tilpuma precizitātes analīzei tie tiks sagrupēti caurmēra grupās ar soli 5 cm un trīs garuma grupās (skat. 1. tab.).

Kontrolmērījumu izpildi paredzēts veikt divos etapos. Pirmajā etapā katram sortimentu novietojumam stumbrā pie attiecīgās caurmēra un garuma grupas paredzēts uzņēmēt 10 sortimentus (skat. 1. tab.). Ievērojot koku sugu un cirtes veidu kopā jāuzmēra 1500 sortimenti. Tad nepieciešams veikt datu apstrādi un atkarībā no datu izkliedes rādītājiem, aprēķināt nepieciešamo paraugsortimentu skaitu, lai nodrošinātu tilpuma noteikšanas robežklūdu  $\pm 3$  % robežās. Nepieciešamības gadījumā turpināt mērījumu izpildi.

1. tabula

### Apaļo kokmateriālu grupēšana

Caurmēra grupa, cm	Vieta stumbrā	Garuma grupas, m		
		2,5 – 3,5	4,5 – 6,0	12 – 14 (Priede)
<b>PRIEDE, EGLE</b>				
10,0 – 13,9	Galotnes daļa			
	Vidusdaļa			
	Resgalis			
14,0 – 17,9	Vidusdaļa			
	Resgalis			
18,0 – 27,9	Vidusdaļa			
	Resgalis			
28 un resnāki	Vidusdaļa			
	Resgalis			
<b>BĒRZS, APSE</b>				
12 – 17,9	Galotnes daļa			
	Vidusdaļa			
	Resgalis			
18 – 23,9	Galotnes daļa			
	Vidusdaļa			
	Resgalis			
24 un resnāki	Vidusdaļa			
	Resgalis			

Apaļo kokmateriālu precīzai tilpuma novērtēšanai jāizmanto lāzerskeneris, kas nodrošina caurmēra uzņēmēšanu ar 1 mm, bet garuma uzņēmēšanu līdz 1 cm precizitātei un to ir viegli pārvietot uz jebkuru uzņēmēšanas vietu.

Izmantojot lāzerskeneri, apaļo kokmateriālu tilpuma noteikšanā sortiments ir jānovieto vertikāli vai horizontāli, paceļot no zemes, un jānoskenē vismaz no 3 pusēm, lai iegūtu precīzus datus par visu tā virsmu.

Lai noteiktu sortimenta tilpumu, tiek izmantota lāzerskenera komplektācijā ietilpstošā programmatūra. Ar to ir iespējams aprēķināt skenēto objektu tilpumu attiecībā pret kādu virtuālu plakni. Lai šo metodi piemērotu apaļā kokmateriāla tilpuma aprēķināšanai, tas tiek pāršķelts garenvirzienā, iegūstot divas atsevišķas daļas, kurām izlīdzina virsmas izvirzījumus.

Pēc sortimenta pāršķelšanas tiek norādīta plakne, attiecībā pret kuru aprēķināt tilpumu. Par sortimenta nošķeltās daļas tilpumu tiek uzskatīta visa telpa starp nedefinēto plakni un skenētajiem datiem.

Pēc plaknes nedefinēšanas iestatījumos iespējams norādīt precizitāti, ar kādu veikt tilpuma noteikšanu. Norādot lielumu 1mm, starp skenētā sortimenta virsmu un iepriekš nedefinēto plakni tiek konstruēti paralēlskaldņi ar 1mm garu pamatnes malu.

Aprakstītās tilpuma noteikšanas darbības veic, izmantojot abas šķeltā sortimenta daļas, un pēc tam nosaka kopējo tilpumu, aprēķinot atsevišķo daļu tilpumu summu.

Pirmajam no stumbra resgaļa sagatavotajam sortimentam tilpumu nosaka ar un bez blīzuma. Lai noteiktu resgaļa caurmēru bez blīzuma daļas, tiks izstrādāts algoritms skenēto resgaļa sortimentu apstrādei. Sagatavotais algoritms, resgaļa caurmēru bez blīzuma, noteiks balstoties uz sortimenta raukumu aiz pirmā metra no resgaļa plaknes.

### **Sagaidāmais rezultāts:**

- a) ar lāzerskeneri uzmērītais apaļo kokmateriālu tilpums ar mizu tiek pieņemts kā 100 %, vai salīdzināmais etalons;
- b) pirmajiem stumbra resgaļa sortimentam tilpums tiek noteikts bez blīzuma un ar blīzumu un aprēķināts blīzuma īpatsvars atkarībā no sortimenta caurmēra un garuma.

## **2.2. Individuālo tilpuma uzmērīšanas metožu precizitātes novērtēšana**

Visi apaļie kokmateriāli, kuru tilpums tiek noteikts ar lāzerskeneri, vienlaicīgi tiek salīdzināti ar šādiem caurmēra uzmērīšanas paņēmieniem (izmantojot rokas instrumentus):

- a) tievgaļa un resgaļa caurmēra uzmērīšana un tilpuma noteikšana pēc Latvijā un Zviedrijā lietotās matemātiskās sakarības;
- b) caurmēra uzmērīšana ar nelieliem intervāliem (solis 0,5 un 1,0 m) – harvestera uzmērīšanas precizitātes kontroles metode;
- c) tievgaļa caurmēra uzmērīšana un tilpuma noteikšana izmantojot LVM un MF raukuma rādītājus;
- d) vidus caurmēra uzmērīšana.

Caurmēri tiek uzmērīti ar un bez mizas (noņemot mizu) divos savstarpēji perpendikulāros virzienos. Mērījumu izpildē jāizmanto kalibrēti un salīdzināti/pārbaudīti mērinstrumenti, kas nodrošina izsekojamību līdz SI mērvienībai.

Uzmērot abu galu caurmērus, tiks pārbaudīta katra caurmēra **mērījumu vietas** un **noapaļošanas** ietekme (izmantojot uzmērīto caurmēru ar 1 mm precizitāti un tilpumu aprēķinot nenoapaļojot caurmēru, kā arī noapaļojot uz pilniem centimetriem ar kompensāciju +5 mm):

- a) uzmērīšana gala plaknē;
- b) uzmērīšana atkāpjoties no gala plaknes 5, 10 un 15 cm, bet tievgalim mazākajā caurmēra vietā;
- c) pirmajam stumbra nogrieznim, resgaļa caurmēra uzmērīšana tiek veikta 50 cm attālumā no zāgējuma plaknes.

Katra uzmērīšanas paņēmiena precizitāte tiek novērtēta salīdzinot tilpumu ar mizu un ar lāzerskeneri iegūto tilpumu, ievērtējot koku sugu, vietu stumbrā, caurmēra

grupu, garuma grupu un cirtes veidu. Tilpumu bez mizas salīdzina ar precīzākās metodes uzrādīto tilpumu.

### 2.3. Datu matemātiskā apstrāde

Pēc tilpuma noteikšanas, katrai sortimentu grupai, ievērtējot izvēlētos faktorus (koku sugu, vietu stumbrā, caurmēra grupu, garuma grupu un cirtes veidu) tiek veikta deskriptīvā jeb aprakstošā statistika, atsevišķi skenera noteiktam tilpumam un tilpumam pēc citām metodēm. Aprakstošās statistikas ietvaros iespējams noteikt aritmētiski vidējo, standartklūdu, mediānu, modu, standartnovirzi, dispersiju, ekscesa rādītāju, asimetrijas rādītāju, izkliedes intervālu, mazāko vērtību, lielāko vērtību, paraugkopas apjomu un ticamības intervālu.

Datu atbilstību normālam sadalījumam aprakstošās statistikas ietvaros iespējams noteikt ar ekscesa un asimetrijas rādītāju palīdzību. Izmantojot IBM SPSS Statistics datu apstrādes programmu, datu atbilstību normālajam sadalījumam iespējams pārbaudīt ar Kolmogorova-Smirnova testu. Ja izvēlētie dati neatbilst normālam sadalījumam (Kolmogorova-Smirnova testa  $p$ -vērtība  $< 0,05$ ), tad to salīdzināšanai lieto Manna-Vitneja U testu un Kruskala-Valisa testu (neparametriskās metodes), kas ir alternatīvas metodes t-testam un vienfaktora dispersijas analīzei (parametriskās metodes) un var tikt pielietotas neatkarīgi no datu sadalījuma veida.

Atkarībā no rezultātiem, izmantojot parametriskās vai neparametriskās metodes, tiks noteikts vai sortimenta tilpumi pēc dažādām uzmērīšanas un aprēķināšanas metodēm būtiski atšķiras no skenera uzrādītā tilpuma. Pēc šīs analīzes rezultātiem varēs spriest, kura no uzmērīšanas metodēm dod statistiski būtiskus vai mazākus tilpumus.

Sortimenta tilpumu atšķirības pēc dažādām uzmērīšanas un aprēķināšanas metodēm salīdzinot ar skenera uzrādīto tilpuma aprēķinās arī procentuāli. Tiks analizētas arī procentuālo atšķirību izmaiņas atkarībā uzmērīto sortimentu skaita un tilpuma.

#### **Iegūtie dati dos iespēju atrisināt šādus uzdevumus:**

- a) novērtēt ar rokas instrumentiem veikto individuālo uzmērīšanas paņēmieni precizitāti, tos sakārtojot, sākot ar precīzāko;
- b) noskaidrot uzmērīto kokmateriālu vairuma ietekmi un tilpuma noteikšanas precizitāti katram uzmērīšanas paņēmienam;
- c) ievērtēt tilpuma noteikšanas kļūdu uzmērot vienu sortimentu,  $10 \text{ m}^3$  un  $30 \text{ m}^3$ .
- d) kādi uzmērīšanas nosacījumi jāievēro lai sasniegtu visaugstāko tilpuma noteikšanas precizitāti;
- e) izvēlēties kontrolmērījumu metodi, kas nodrošina visaugstāko tilpuma noteikšanas precizitāti pie atbilstoša uzmērāmo kokmateriālu vairuma;
- f) aprakstīt kontrolmērījumu metodes lietošanas nosacījumus.

### **3. Novērtēt stacionāro, elektronisko uzmērīšanas ierīču/ līniju darbību un tilpuma noteikšanas precizitāti**

Tiks apkopota un analizēta informācija par Latvijā lietotām apaļo kokmateriālu stacionārām elektroniskām uzmērīšanas līnijām. Analīzē tiks pievērsta vērība:

- a) caurmēra un garuma uzmērīšanas ierīču tipiem, mērīšanas precizitātei;
- b) izmantotiem mizas vairuma un raukuma (ja nepieciešams) rādītājiem;
- c) lietotiem un iespējamam tilpuma aprēķināšanas algoritmiem;
- d) uzmērīšanas darbu izmaksām.

Pirms uzmērīšanas – šķirošanas līnijas darba precizitātes pārbaudes, jāveic līnijas darbības pārbaude – kalibrēšana.

Katram sortimentu veidam (zāģbaļķi, finierkluči, stabi) un atšķirīgiem līniju tipiem, ilgākā laika posmā sala un bezsala apstākļos, pēc nejaušas izvēles principa tiks atlasīti pārbaudē izmantojamie sortimenti.

Sortimentu izvēlē tiks ievērtēta koku suga, vieta stumbrā, mizas biezuma kategorija (priedei, bērzam), vienmērīgs caurmēra un garuma sadalījums.

Pārbaudē izmantojamas divas sortimentu grupas:

1. SIA „VMF Latvia” vajadzībām atšķirotie kontrolsortimenti;
2. papildus no dažādām kravām uzmērīšanas, šķirošanas līnijas darbības laikā atlasītie (katrs 10. sortiments), kuriem uz gala uzpūš kārtas numuru un tos novēl atsevišķā kontrolsortimentu kabatā.

No uzmērīšanas, šķirošanas līnijas datu bāzes tiks iegūta informācija par katra pārbaudāmā sortimenta caurmēru (ar un bez mizas), faktisko garumu un tilpumu.

Pēc pārbaudāmo sortimentu izkliešanas vienā rindā, tie tiks uzmērīti vispirms pēc precīzās kontrolmērījumu metodes, tad pēc standartā paredzētiem un attiecīgā uzmērīšanas līnijā lietotiem uzmērīšanas paņēmieniem:

1. pēc tievgaļa caurmēra un raukuma;
2. pēc vidus caurmēra;
3. uzmērot ar mazu soli (sekciju tipa).

Caurmēru uzmērīšana tiks veikta atbilstoši uzmērīšanas standarta LVS 82 – 2003 nosacījumiem ar mizu un bez mizas (noņemot mizu mērīšanas vietā). Darbus izpilda sertificēts mērītājs.

Caurmēra starpība ir iegūtais mizas dubultais biezums, ko var salīdzināt ar automātiskās uzmērīšanas – šķirošanas līnijās izmantoto algoritmu.

Datu apstrāde tiks veikta pēc katrai koku sugai uzmērītiem 200 sortimentiem. Tiks novērtēta datu izkliešanas variācija un nepieciešamais mērījumu skaits. Vajadzības gadījumā kontrolmērījumu izpilde tiks turpināta.

Datu apstrādes metodika ir analoga 2.3. apakšpunktā aprakstītai. Katrai sortimentu grupai tiek aprēķināta aprakstošā statistika atsevišķi tilpumam pēc kontrolmērījuma metodes un tilpumam pēc līnijas datiem. Izmantojot parametriskās vai neparametriskās metodes, tiks noteikts vai sortimenta tilpums pēc kontrolmērījuma metodes statistiski būtiski atšķiras no līnijas uzrādītā tilpuma.

Automātiskās uzmērīšanas – šķirošanas līnijas darbības precizitāte tiks novērtēta, salīdzinot kontrolmērījumu izpildē iegūtos caurmēra, garuma, mizas dubultbiezuma un tilpuma rādītājus ar līnijas mērījumu rezultātiem, izsakot faktisko rādītāju starpību (skat. 1. – 4. formulu), bet pēc tam šo starpību aprēķinās procentuāli.

$$d_{\Delta} = d_k - d_l \quad , \quad (1.)$$

kur:

$d_{\Delta}$  – caurmēra starpība, cm;

$d_k$  – caurmērs pēc kontrolmērījuma, cm;

$d_l$  – caurmērs pēc uzmērīšanas – šķirošanas līnijas datiem, cm.

$$l_{\Delta} = l_k - l_l, \quad (2.)$$

kur:

$l_{\Delta}$  – garuma starpība, m;  
 $l_k$  – garums pēc kontrolmērījuma, m;  
 $l_l$  – garums pēc uzmērīšanas – šķirošanas līnijas datiem, m.

$$B_{\Delta} = B_k - B_l, \quad (3.)$$

kur:

$B_{\Delta}$  – mizas dubultbiezuma starpība, mm;  
 $B_k$  – mizas dubultbiezums pēc kontrolmērījuma, mm;  
 $B_l$  – mizas dubultbiezums pēc uzmērīšanas – šķirošanas līnijas datiem, mm.

$$V_{\Delta} = V_k - V_l, \quad (4.)$$

kur:

$V_l$  – tilpums pēc uzmērīšanas – šķirošanas līnijas datiem, m<sup>3</sup>.

#### **Sagaidāmie pētījuma rezultāti:**

- noskaidrots, kādu tilpuma noteikšanas precizitāti un pie kāda apjoma spēj nodrošināt katrs uzmērīšanas – šķirošanas līnijas tips un lietotais tilpuma noteikšanas algoritms;
- pamatots, pie kādiem nosacījumiem līnija spēj sasniegt standartā noteikto  $\pm 3$  % tilpuma novirzi vienai autokravai (mainot mizas biežuma, raukuma vai tilpuma aprēķināšanas algoritmu);
- vai ir iespējams sasniegt augstāku tilpuma noteikšanas precizitāti ( $\pm 2$  vai 1%) un kādos gadījumos.

## **4. Harvestra darba precizitātes pārbaude un apaļo kokmateriālu raukuma un mizas dubultbiezuma ietekmējošo faktoru novērtējums**

Abus pētnieciskos uzdevumus paredzēts risināt izmantojot vienus un tos pašus parauglankumus – mežaudzes.

### **4.1. Harvestera tilpuma noteikšanas precizitātes pārbaude**

Sākumā tiks apkopota informācija par Latvijā lietoto harvesteru mērierīču tipiem un tilpuma noteikšanas algoritmiem.

Harvestera mērījumu precizitātes pārbaudi jāveic katrai koku sugai (P, E, B, A) gan sala, gan bezsala apstākļos atsevišķi izdalot atšķirīgos harvestera mērierīču tipus un tilpuma iegūšanas algoritmus.

Pirms mērījumu izpildes jāpārlicinās vai harvestera mērīšanas sistēma ir darba kārtībā. Šīm vajadzībām mērījumi iegūstami divos veidos:

- no „VMF Latvia” veiktiem kontrolmērījumiem 30 sortimentiem katrā pārbaudāmā audzē, iekļaujot dažādas koku sugas;
- no 20 paraugkoku mērījumiem izraudzītajos galvenās cirtes un starpcirtes parauglankumos.

Šajā gadījumā būtu iespējams parbaudīt apmēram 120 sortimentus katrā parauglaukumā kailcirtē un apmēram 80 sortimentus krājas kopšanas cirtē. Sagatavotie sortimenti uzmērāmi atbilstoši precīzākai kontrolmērījumu metodei.

Lai veiktu uzmērāmo parametru un iegūtā tilpuma precizitātes pārbaudi pēc 20 paraugkoku nogāšanas un sagarumošanas, harvestera operators datus par iegūto sortimentu garumu, caurmēriem un tilpumiem ar un bez mizas izprintē vai nosūta elektroniski.

Datu apstrādes metodika ir analoga 2.3. apakšpunktā aprakstītai. Katrai sortimentu grupai tiek aprēķināta aprakstošā statistika atsevišķi tilpumam pēc kontrolmērījuma metodes un tilpumam pēc harvestera uzmērīšanas sistēmas datiem. Izmantojot parametriskās vai neparametriskās metodes, tiks noteikts vai sortimenta tilpums pēc kontrolmērījuma metodes statistiski būtiski atšķiras no harvestera uzmērīšanas sistēmas uzrādītā tilpuma.

Harvestera uzmērīšanas sistēmas dati tiek salīdzināti ar kontrolmērījumos iegūtiem mērījumiem, izsakot faktisko rādītāju starpību (skat. 5. – 8. formulu), bet pēc tam šo starpību aprēķina procentuāli.

$$d_{\Delta} = d_k - d_h , \quad (5.)$$

kur:

$d_h$  – caurmērs pēc harvestera datiem, cm.

$$l_{\Delta} = l_k - l_h , \quad (6.)$$

kur:

$l_h$  – garums pēc harvestera datiem, m.

$$B_{\Delta} = B_k - B_h , \quad (7.)$$

kur:

$B_h$  – mizas dubultbiezums pēc harvestera datiem, mm.

$$V_{\Delta} = V_k - V_h , \quad (8.)$$

kur:

$V_h$  – tilpums pēc harvestera datiem, m<sup>3</sup>.

Harvestera darba pārbaude nav jāveic visos parauglaukumos, bet tikai izlases veidā. Nepieciešamais parauglaukumu skaits tiks novērtēts veicot datu apstrādi.

#### **Sagaidāmie rezultāti:**

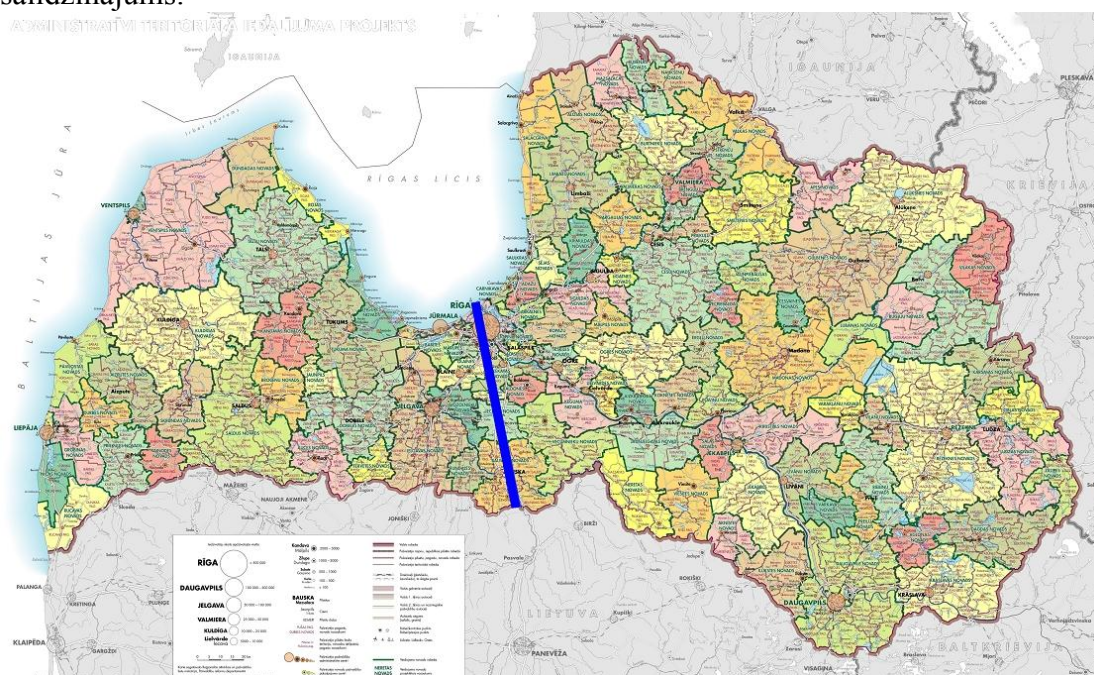
- a) noskaidrots kāda ir caurmēra un garuma uzmērīšanas novirze katram harvestera mērierīču tipam un tilpuma noteikšanas algoritma ietekme uz precizitāti;
- b) noskaidrota uzmērīšanas vairuma ietekme uz nepieciešamo ( $\pm 3\%$ ) tilpuma noteikšanas precizitāti;
- c) noskaidroti galvenie tilpuma noviržu iemesli.

#### **4.2. Parauglaukumu izvēle, paraugkoku atlase un mērījumu izpilde**



Tiks pētītas galvenās Latvijā komerciāli izmantojamās **koku sugas** – priede, egļe, bērzs, apse.

Pētījuma gaitā ir paredzēts noskaidrot, vai raukuma un mizas biežuma rādītājus ietekmē **augšanas reģions**. Lai novērtētu šī faktora būtiskumu Latvija tiks sadalīta rietumu un austrumu reģionos pa Rīgas – Bauskas robežlīniju (skat. 5. att.). Dati tiks ievākti katru mēnesi no izvēlētajiem reģioniem vienmērīgā izvietojumā visā Latvijas teritorijā. Iekārtojot parauglaukumus abās Latvijas daļās ar līdzīgiem augšanas apstākļiem, tiks nodrošināts pētījumu atkārtojums un reģionu ietekmes salīdzinājums.



### 5. att. Latvijas teritorijas dalījums rietumu un austrumu reģionos pa Rīgas – Bauskas robežlīniju.

Dažāda vecuma audzēs pie dažādiem augšanas apstākļiem apaļiem kokmateriāliem var būt līdzīgs caurmērs. Lai izvērtētu **vecuma** ietekmi, parauglaukumi katru mēnesi tiks izveidoti gan kailcirtē, gan krājas kopšanas cirtē.

Lai novērtētu meža augšanas apstākļu tipu ietekmi uz raukuma un mizas biežuma rādītājiem pēc VMD statistikas datiem tika atlasīti visplašāk pārstāvētie meža augšanas apstākļu tipi katrai koku sugai (skat. 2. tab.).

## Koku sugu krājas sadalījums pa meža augšanas apstākļu tiem

MAAT	Koku suga							
	Priede		Egle		Bērzs		Apse	
	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%
Sausieņi								
Sils	5537301	2.3	14513	0.02	40252	0.03	704	0.00
Mētrājs	<b>20847612</b>	<b>8.57</b>	20344	0.02	92221	0.06	1786	0.01
Lāns	<b>46138389</b>	<b>18.96</b>	441357	0.49	737416	0.46	16667	0.07
Damaksnis	<b>74702215</b>	<b>30.70</b>	<b>26586451</b>	<b>29.72</b>	<b>27931450</b>	<b>17.42</b>	<b>2194632</b>	<b>8.99</b>
Vēris	952680	0.39	<b>32570317</b>	<b>36.40</b>	<b>38773886</b>	<b>24.18</b>	<b>13738958</b>	<b>56.27</b>
Gārša	47105	0.02	2054352	2.30	5536491	3.45	<b>3651110</b>	<b>14.95</b>
Slapjaini								
Grīnis	450701	0.19	1919	0.00	15573	0.01	287	0.00
Slapjais mētrājs	7498509	3.08	55784	0.06	151510	0.09	1597	0.01
Slapjais damaksnis	12977962	5.33	4723298	5.28	8952791	5.58	365538	1.50
Slapjais vēris	110261	0.05	2849617	3.18	9096443	5.67	946489	3.88
Slapjā gārša	21423	0.01	349740	0.39	1802543	1.12	287461	1.18
Purvaini								
Purvājs	6381963	2.62	3950	0.00	131270	0.08	439	0.00
Niedrājs	14249479	5.86	1044462	1.17	8419433	5.25	14292	0.06
Dumbrājs	92850	0.04	764525	0.85	9721938	6.06	29025	0.12
Liekņa	3137	0.00	56661	0.06	578048	0.36	5833	0.02
Āreņi								
Viršu ārenis	694500	0.29	2211	0.00	19869	0.01		0.00
Mētru ārenis	9053619	3.72	116227	0.13	235149	0.15	1816	0.01
Šaurlapu ārenis	<b>18172516</b>	<b>7.47</b>	<b>7269354</b>	<b>8.12</b>	<b>11709328</b>	<b>7.30</b>	787984	3.23
Platlapju ārenis	182078	0.07	4107510	4.59	<b>12222257</b>	<b>7.62</b>	<b>2021110</b>	<b>8.28</b>
Kūdreni								
Viršu kūdrenis	3096518	1.27	4410	0.00	119504	0.07	29	0.00
Mētru kūdrenis	5999662	2.47	88192	0.10	725729	0.45	3854	0.02
Šaurlapu kūdrenis	<b>15926075</b>	<b>6.55</b>	3805163	4.25	<b>11100431</b>	<b>6.92</b>	111590	0.46
Platlapju kūdrenis	160017	0.07	2540736	2.84	<b>12224183</b>	<b>7.62</b>	233262	0.96

Vadoties pēc Valsts meža dienesta datiem parastajai priedei raksturīgākie augšanas apstākļu tipi ir: mētrājs, lāns, damaksnis, šaurlapu ārenis un šaurlapu kūdrenis. Parastajai eglei plašāk pārstāvētie meža augšanas apstākļu tipi ir: damaksnis, vēris un šaurlapu ārenis. Bērzs ir plašāk pārstāvēts divos meža augšanas apstākļu tipos: damaksnī un vērī, bet tā kā bērzs ir paši izplatīta suga, parauglaukumi

tiks ierīkoti arī šaurlapu ārenī, platlapju ārenī, šaurlapu kūdrenī un platlapju kūdrenī. Apse plašāk izplatīta vēri, gāršā, damaksnī un platlapju ārenī .

Katrā meža tipā kā papildus faktors paredzēts izdalīt bonitāti (divas) un audzes biežību (trīs biežības pakāpes – liela, vidēja, maza).

Ievērojot šos nosacījumus, katrai koku sugai jāiekārto 65 parauglaukumi audzēs, kur notiek krājas kopšana vai galvenā cirte. Parauglaukumus numurē un iegūst informāciju par audzes taksācijas rādītājiem.

Izvēlētajās audzēs parauglaukumu iekārto vismaz divās harvesteru izstrādes slejās, kas vislabāk raksturo audzes vidējos rādītājus. Ja izstrādi veic ar motorzāģi, paraulaukumu izvietojumu pa audzes diagonāli, tā platumu izvēloties tādu, lai tiktu ietverti vismaz 100 attiecīgās koku sugas koki.

Sākumā visus kokus numurē, uzmēra to caurmēru krūšu augstumā un reģistrē 3. tabulā. Precīzai uzmērīšanai izvēlas 20 kokus. Uzmērāmos paraugkokus sadala pa caurmēra grupām proporcionāli uzskaitīto koku sadalījumam. Tos uzmeklē izstrādes slejā un iezīmē.

3. tabula

### Parauglaukuma koku sadalījums pa caurmēra grupām centimetros

10 – 15 cm		16 - 20 cm		21 - 25 cm		26 - 30 cm		31 - 35 cm		36 - 40 cm		40 - ..... cm	
Koka nr.	Ø, cm	Koka nr.	Ø, cm	Koka nr.	Ø, cm	Koka nr.	Ø, cm	Koka nr.	Ø, cm	Koka nr.	Ø, cm	Koka nr.	Ø, cm

Harvestera operatoram tiks dots norādījums (nepieciešams LVM atbalsts) izstrādāt sleju un atstāt iezīmētos kokus. Kad būs atbrīvoti visi atzīmētie koki, tad operators nozāgēs, un sagarumos visus paraugkokus, kā arī izvietos sortimentus brīvā vietā, lai tos varētu uzmērīt pēc individuālās uzmērīšanas metodes.

Lai novērtētu **mizas biezuma** un **raukuma** ietekmējošos faktorus, katram paraugkokam jāuzmēra caurmēri ar un bez mizas divos savstarpēji perpendikulāros virzienos ar mm precizitāti, izmantojot kontrolmērījumu metodi.

#### Sagaidāmie rezultāti:

- noskaidrots, vai cirtes veids un kāds no augšanas apstākļus raksturojošiem rādītājiem būtiski ietekmē mizas biezumu un raukuma rādītājus;
- piedāvāti mizas biezuma novērtēšanas nosacījumi, kas dod vismazāko tilpuma kļūdu;
- precizēti raukuma aprēķina vienādojumi un sastādītas raukuma tabulas;
- izvērtētas priekšrocības un trūkumi, ja lietkoksnes sortimentiem tilpumu nosaka ar mizu un sniegti ieteikumi.

## 5. Novērojuma skaita aprēķināšana

Paraugkopas (pētījuma) novērojumu skaitu  $n$  aprēķināšanai lieto formulu:

$$n = \frac{t_{\alpha;\infty}^2 s^2}{\Delta_{\bar{x}}^2}, \quad (9)$$

kur:

$t_{\alpha;\infty}$  - t-kritērija kritiskā vērtība atbilstoši būtiskuma līmenim  $\alpha$  un brīvības pakāpju skaitam  $\infty$ ;

$s$  – standartnovirze, mērītās vienībās;

$\Delta_{\bar{x}}$  - robežklūda, mērītās vienībās.

$$\Delta_{\bar{x}} = \frac{t_{\alpha;\infty} s}{\sqrt{n}}, \quad (10)$$

Formulā (9) robežklūda nosaka, cik lielā mērā paraugkopas vidējais aritmētiskais  $\bar{x}$  drīkst atšķirties no ģenerālkopas (galapunktā nogādājamais skaits  $N$ ) aritmētiskā vidējā  $\mu$ . Plānojot  $n$ , robežklūdu nosaka pētījuma pasūtītājs.

Gadījumos, kad pasūtītājam robežklūdu ērtāk norādīt %, formulas (9) vietā lieto formulu (11):

$$n = \frac{t_{\alpha;\infty}^2 s\%^2}{\Delta_{\bar{x}}^2 \%}, \quad (11)$$

kur

$s\%^2$  - variācijas koeficients:

$$s\%^2 = \frac{100s}{\bar{x}}, \quad (12)$$

Ja ģenerālkopa paredzama ar ierobežotu apjomu (daži simti vienību), lieto formulas (13) un (14):

$$n = \frac{t_{\alpha;\infty}^2 s^2 N}{t_{\alpha;\infty}^2 s^2 + \Delta_{\bar{x}}^2 N}, \quad (13)$$

$$n = \frac{t_{\alpha;\infty}^2 s\%^2 N}{t_{\alpha;\infty}^2 s\%^2 + \Delta_{\bar{x}}^2 \% N}, \quad (14)$$

**Piemērs.** Noteikt  $n$ , ja galapunktā jānogādā 100 vienību, kuru variācijas koeficients ir 20% un robežklūda 3%.

$$n = \frac{1,96^2 * 20^2 * 100}{1,96^2 * 20^2 + 3^2 * 100} = 63,1 \approx 64 \text{ (vienības)}$$

**Atbilde.** Pētījumā jāapmēra 64 vienības.

**Piezīme.** Pirms pētījuma standartnovirzes  $s$  un vai variācijas koeficienta  $s\%$  precīzas vērtības nav zināmas. Tās jāieģūst no *zinātniskās literatūras* vai *pilotpētījuma* rezultātā.

## 6. Veicamie uzdevumi un kalendārais plāns 2014. - 2015. gadam

Nr. p. k.	Uzdevumi	Izpildes termiņš no pētījuma sākuma	Punkts metodikā
1.	Normatīvo materiālu analīze un citu valstu pieredzes apkopošana.	3 mēneši	1.
2.	Informācijas apkopošana un analīze par harvesteros un stacionārās uzmērīšanas līnijās izmantotiem mērierīču tipiem un tilpuma aprēķināšanas algoritmiem.	3 mēneši	3.
3.	Individuālo tilpuma uzmērīšanas metožu precizitātes novērtēšana un kontrolmērījumu metodes izvēle.	5 mēneši	2.
4.	Pirmās starpatskaites sagatavošana.	6 mēneši	
5.	Stacionāro uzmērīšanas – šķirošanas līniju precizitātes novērtēšana.	12 mēneši pēc starpatskaites	3.
6.	Parauglaukumu izvēle un paraugkoku uzmērīšana, mizas biežuma un raukums novērtēšana (ieskaitot harvestera darba precizitātes kontroli).	12 mēneši pēc starpatskaites	4.
7.	Visu pētījuma datu apkopošana un matemātiskā apstrāde.	5 mēneši pēc datu ievākšanas	
8.	Gala pārskata sagatavošana	1 mēneši pēc datu apkopošanas	

### Sagaidāmie pētījuma rezultāti (priekšlikumi uzmērīšanas standarta pilnveidošanai):

- a) pamatots **precīzākais uzmērīšanas paņēmiens**, kuru izmantot darījumos ar apaļajiem kokmateriāliem (izmantojot harvesterus, uzmērīšanas – šķirošanas līnijas un rokas instrumentus);
- b) aprakstīti uzmērīšanas paņēmienu lietošanas nosacījumi (garuma un caurmēra uzmērīšana, rezultātu izteikšana, mērīšanas līdzekļu precizitāte);
- c) pamatota **kontrolmērījumu metode** un tās lietošanas nosacījumi;
- d) aprakstīti mizas ievērtēšanas nosacījumi un dotas to vērtības;
- e) definēti raukuma rādītāji un to ietekmējošie faktori;
- f) pamatota individuālo kontroles mērījumu pieļaujamā tilpuma novirze vienai kravai vai periodam (uzrādīti aprēķināšanas algoritmi, ģenerālkopas un paraugkopas izvēles nosacījumi);
- g) sagatavoti priekšlikumi individuālo tilpuma uzmērīšanas paņēmienu tālākai pilnveidei.