

Zinātniskā pētījuma

**Koku stumbra formas veidules un sortimentu iznākuma prognožu noteikšana
2014. gada starpatskaite**

Projekta vadītājs: Dr.silv. Dagnis Dubrovskis

Projekta izpildes grupa:

Ziedonis Sarmulis *Dr. sc.ing., LLU asoc. profesors*

Salvis Daģis *Mg.sc.ing., LLU doktorants*

Agris Zimelis *Mg.sc.ing., LLU MF lektors, LLU
doktorants*

Ingus Šmits *Mg.sc.ing., LLU ITF lektors, LLU
doktorants*

Mārtiņš Krūmiņš *Mg.sc.ing., LLU MF maģistrants*

Raivis Baltmanis *Mg.sc.ing., LLU ITF maģistrants*

Saturs

1. Lauka mērījumu datu iegūšana ar harvesteriem izstrādātajās cīsmās saskaņā ar metodiku 3	
2. Zemes lāzerskenera pielietošana precīzu stumbra formas mērījumu veikšanai krājas kopšanas cirtēs.....	10
2.1. Zemes lāzerskenera metodikas pielietošana precīzu stumbra formas mērījumu veikšanai krājas kopšanas cirtēs	10
2.2 Iegūtie rezultāti.....	13
3. Analizēt PRD failus un uzskaitītās vainas un noteikt sakarības starp vainu īpatsvaru un malkas un papīrmalkas īpatsvaru izpētes cīsmās. Noteikt uz paraugkokiem konstatēto vainu ietekmi uz sortimentu kvalitāti un iznākumu no šiem kokiem.	15
3.1. Darba metodika	15
3.2. Darba rezultāti	17
Secinājumi un priekšlikumi.....	22
4. Analizēt LVM 2013.gadā uzkrātos STM failus ar mērķi noteikt precīzākus stumbra formas veidules koeficientus pa LVM mežsaimniecībām un meža tipiēm.	24
5. Ārējās koksnes vainas novērtēšana augošiem kokiem visā cīsmā un koksnes vainu ietekmes novērtējums apaļo kokmateriālu sagatavošanā „testa cīsmā”.....	28

1. Lauka mērījumu datu iegūšana ar harvesteriem izstrādātajās cismās saskaņā ar metodiku

Apsekojot mežizstrādei ar harvesteru paredzētas mežaudzes, lai iegūtu pamatotu informāciju par koku kvalitāti no koksnes izejvielu sagatavošanas viedokļa atbilstoši pētījumu sākumā izvēlētajai metodikai, ir konstatētas ārēji saskatāmas koksnes vainas (vai atsevišķu vainu klātbūtni apliecinošas pazīmes) visām Latvijā vairāk izplatītajām koku sugām. Tā kā apsekoto koku skaits nav vienāds katrai no koku sugām, tāpat atšķirīgs ir kvalitātes vērtēšanai izmantojamo pazīmju sastopamības gadījumu sadalījums, tad pastāv skaitliskas atšķirības starp matemātiskās statistikas rādītājiem, pēc kuriem var spriest par datu apstrādē iegūto rezultātu ticamību un precizitāti. Tālāk sekojošajā pētniecības atskaite izklāstā galvenā vērība veltīta apsekoto koku skaita pietiekamības vērtējumam no iegūto rezultātu ticamības un precizitātes viedokļa.

Pēc stāvokļa uz šā gada jūnija mēnesi kopējais datu apjoma vērtēšanai izmantotais koku skaits 8 koku sugām (priede, egles, bērzs, apse, melnalksnis, baltalksnis, osis un ozols) ir 23909 (sadalījumu pa koku sugām skat. 1.1.tabulā).

1.1.tabula

Apsekoto koku skaita statistiskie rādītāji							
Koku suga	Apsekoto koku skaits	Uz 1000 apsekotiem kokiem:					
		Veselo koku skaita vidējais lielums	Standart-novirze	Standartklāda	Standartklāda relatīvā vērtība, %	Ticamības intervāls (TI)	TI salīdzinājums ar vidējo skaitu, %
Priede	4703	550	497	7	1.3	12	2.2
Egls	9475	703	457	5	0.7	8	1.1
Bērzs	4739	288	453	7	2.3	11	3.8
Apse	1596	256	437	11	4.3	18	7.0
Melnalksnis	2133	450	497	11	2.4	18	3.9
Baltalksnis	594	374	484	20	5.3	33	8.7
Osis	495	107	309	14	13.0	23	21.4
Ozols	174	379	485	37	9.7	61	16.0

Par pirmo kvalitāti apliecinošo pazīmi augošu koku vērtēšanā noteikti var uzskatīt stumbra veselumu tādā nozīmē, vai ir nepārprotami saskatāmas tādas koksnes vainas (vai to pazīmes), ar kurām tas būtu atšķirīgs no citiem šai sugai vidēji raksturīgiem kokiem. Šajā atskaitē, līdzīgi kā tas ir bijis arī iepriekš, par veselu uzskatīts koks, kuram nav ārēji saskatāmu plaisu, stumbra formas, koksnes uzbūves,

bioloģisku bojājumu grupas vai mehānisko un tiem pielīdzināto bojājumu atbilstoši koksnes vainu aprakstiem. Kā neapstrīdami atzīmējama koksnes vaina no zaru grupas ir padēls. Pārējo zaru raksturojums veseliem kokiem vizuāli neatšķiras no tāda, kāds tas parasti ir attiecīgajai koku sugai.

Veselo koku vidējais skaits, to rēķinot uz 1000 kokiem, katrai no koku sugām dots 1.tabulā. Šādā formā koku skaita īpatsvars izteikts kā labāk izprotams no praktiskā viedokļa. Ja, piemēram, cīrsmā ir pavisam 1000 koku, tad par sortimentu iznākumu praktiski neiespaidojošu noteikti var uzskatīt tādu koku skaitu ar kādām atšķirīgām īpatnībām, kas nepārsniedz skaitli 5. Turpretim 50 tāda paša veida koku klātbūtnes ietekme visdrīzāk var izrādīties kā sortimentu iznākumu būtiski ietekmējošs apstāklis.

Katrai sugai aprēķinātais vidējais veselo koku skaits neapšaubāmi ir apaļo kokmateriālu sortimentu iznākuma plānošanai noderīgs un sortimentu faktisko iznākumu būtiski ietekmējošs lielums, tāpēc uzskatāms par svarīgu rezultātu augošu koku kvalitātes vērtēšanā. Pētījumā iegūto lauka datu apstrādē atrastie šā rādītāja skaitliskie lielumi novērtēti ar klasiski pazīstamiem matemātiskās statistikas paņēmieniem, aprēķinot standartnovirzi, standartklūdu, procentos izteiktu standartklūdas relatīvo vērtību un ticamības intervālu (skat. 1.tabulu). Ticamības intervāls parāda, kādās robežās uz empīrisko datu pamata iegūtais vidējais lielums noteiktā ticamības līmenī varētu būt sagaidāms pētījumā izmantotajai izlasei atbilstošā objektu, resp., šajā pētījumā koku, ģenerālkopā. Papildus minētajiem rādītājiem aprēķināta arī procentos izteikta daļa, kura parāda ticamības intervāla skaitliskā lieluma attiecību pret vērtējamo rādītāju, šajā gadījumā veselo koku vidējo skaitu uz 1000 kokiem. Ticamības intervāla procentuālā daļa ļauj spriest par rezultātu precizitāti. Viegli saprast, ka šīs daļas mazāks skaitliskais lielums norāda uz augstāku precizitāti, un tieši otrādi, lielāks daļas skaitliskais lielums liecina par zemāku precizitāti. Piemēram, aprēķinātais ticamības intervāls apsei un melnalkšnim ir skaitliski vienāds (skat. 1.tabulu). Tomēr sagaidāms, ka melnalkšņa koku ģenerālkopā faktiskie vidējo vērtību gadījumi sagaidāmi relatīvi tuvāk uz izlases empīrisko datu pamata aprēķinātajai vidējai vērtībai, jo novirze paredzama tikai 3.9% robežās uz vienu vai otru pusi no vidus stāvokļa. Apses koku ģenerālkopā izkliedes intervāls sagaidāms relatīvi plašāks, resp., neprecīzāks, jo tas aizņem 7.0% uz vienu vai otru pusi no vidus. Relatīvi visplašākais ticamības intervāls ir osim, jo tas līdzinās 21.4% no vidējā lieluma.

Var uzskatīt, ka precizitāte ir pietiekami augsta, ja ticamības intervāla daļa nepārsniedz 5% no raksturojamā rādītāja vidējās vērtības. Lauka datu apstrādes rezultāti par veselo koku skaitu rāda, ka minētajam skaitlim atbilst egles (1.1%), priedes (2.2%), bērza (3.8%) un melnalkšņa (3.9%) koku izlases dati. Pārējām koku sugām rezultātus varētu uzlabot, attiecīgi palielinot izlases apjomu. Izmantojot matemātisko saistību starp aprēķinātajiem matemātiskās statistikas rādītājiem, ir aprēķināts minimālais izlases lielums, lai precizitāti paaugstinātu. Vispirms tas izdarīts, kā robežu ticamības intervāla relatīvajai daļai nosakot 5% (skat. 1.2.tabulu).

1.2.tabula

Apsekoto koku skaita statistiskie rādītāji (TI relatīvā daļa līdz 5%)

Koku suga	Apsekoto koku skaits/ Apsekojamā koku skaits	Uz 1000 apsekotiem kokiem:					
		Veselo koku skaita vidējais lielums	Standart-novirze	Standartklāda	Standartklāda- relatīvā vērtība, %	Ticamības intervāls (TI)	TI salīdzinājums ar vidējo skaitu, %
Apse	1596/ 3143	256	437	11/ 8	4.3/ 3.0	18/ 13	7.0/ 5.0
Baltalksnis	594/ 1815	374	484	20/ 11	5.3/ 3.0	33/ 19	8.7/ 5.0
Osis	495/ 9031	107	309	14/ 3	13.0/ 3.0	23/ 5	21.4/ 5.0
Ozols	174/ 1722	379	485	37/ 12	9.7/ 3.0	61/ 19	16.0/ 5.0

Aprēķini rāda, ka 5% kritērija sasniegšanai papildus izlasē vēl jāapseko liels koku skaits:

Apse	1547 koki
Baltalksnis	1221 koks
Osis	8536 koki
Ozols	1598 koki

Tā kā tas var būt grūti realizējams pētījuma atlikušās daļas ietvaros, it sevišķi attiecībā uz osi un ozolu, ir izdarīti aprēķini, par kritisko robežu izvēloties 10% (skat. 1.3.tabulu).

1.3.tabula

Apsekoto koku skaita statistiskie rādītāji (TI relatīvā daļa līdz 10%)

Koku suga	Apsekoto koku skaits/ Apsekojamo koku skaits	Uz 1000 apsekotiem kokiem:					
		Veselo koku skaita vidējais lielums	Standart-novirze	Standartklāda	Standartklāda- relatīvā vērtība, %	Ticamības intervāls (TI)	TI salīdzinājums ar vidējo skaitu, %
Osis	495/ 2257	107	309	14/ 7	13.0/ 6.10	23/ 11	21.4/ 10.0
Ozols	174/ 444	379	485	37/ 23	9.7/ 6.1	61/ 38	16.0/ 10.0

Apsei un baltalksnim nekādi papildus aprēķini nav nepieciešami, jo 10% netiek pārsniegti jau pie pašreizējā izlase lieluma. Osīm 10% kritērija sasniegšanai papildus izlasē vēl jāapseko ievērojams koku skaits. Ozolam tas ir daudz mazāks:

Osis 1762 koki

Ozols 270 koki

Ņemot vērā, ka Latvijā nav daudz tādu mežaudžu, kurās ar harvesteru sagatavo cieto lapu koku apaļo kokmateriālu sortimentus, ir lietderīgi apsvērt vēl zemākas precizitātes pieļaujamību. Izvēloties par kritisko robežu 15% ticamības intervāla relatīvo daļu, papildus vēl jāiegūst datiem par aptuveni līdzīgu koku skaitu oša koku, kāds tas ir atbilstoši pašreizējam stāvoklim (skat. 1.4.tabulu).

1.4.tabula

Apsekoto koku skaita statistiskie rādītāji (TI relatīvā daļa līdz 15%)

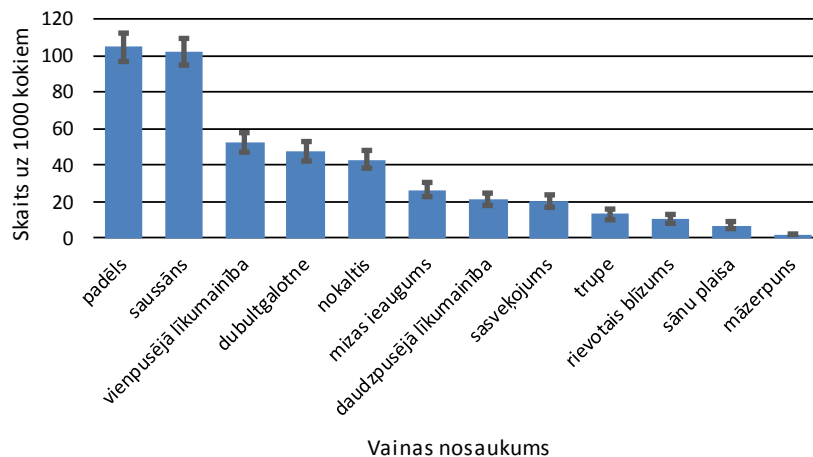
Koku suga	Apsekoto koku skaits/ Apsekojamo koku skaits	Uz 1000 apsekotiem kokiem:					
		Veselo koku skaita vidējais lielums	Standart-novirze	Standartklāda	Standartklāda- relatīvā vērtība, %	Ticamības intervāls (TI)	TI salīdzinājums ar vidējo skaitu, %
Osis	495/ 1004	107	309	14/ 10	13.0/ 9.10	23/ 16	21.4/ 15.0
Ozols	174/ 198	379	485	37/ 34	9.7/ 9.1	61/ 57	16.0/ 15.0

Atbilstoši rezultātiem 1.4.tabulā empīriskā materiāla kopa vēl jāpapildina ar 509 oša un 24 ozola kokiem.

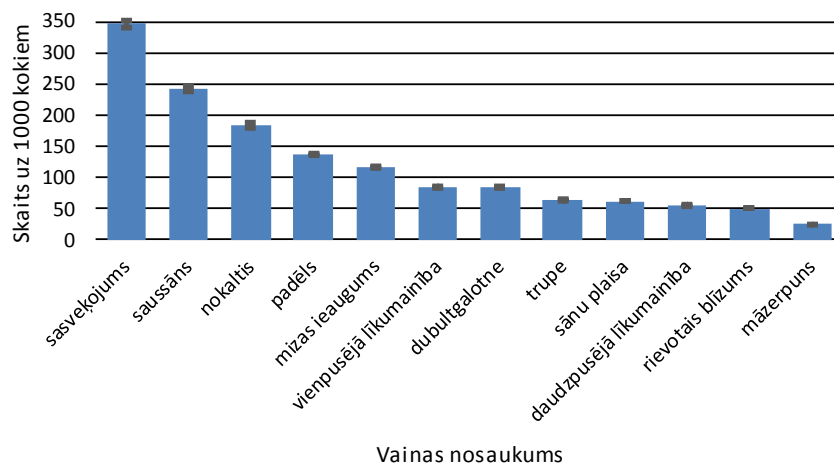
Ticamības intervāla skaitliskais lielums ir atkarīgs arī no vēlamā ticamības līmeņa. Izdarītajos pētījumos ticamības līmenis pieņemts 95%, kas atbilst 0.95 varbūtībai, ka ģenerālkopas vidējie lielumi sagaidāmi aprēķinātā ticamības intervāla robežās. Reizē ar to aprēķinos nepieciešamais būtiskuma līmenis ir: $\alpha=0.05$.

Ārēji saskatāmo koksnes vainu sastopamības novērtējums izdarīts visām 8 iepriekš minētajām koku sugām. Ir aprēķināts katras vainas sastopamības

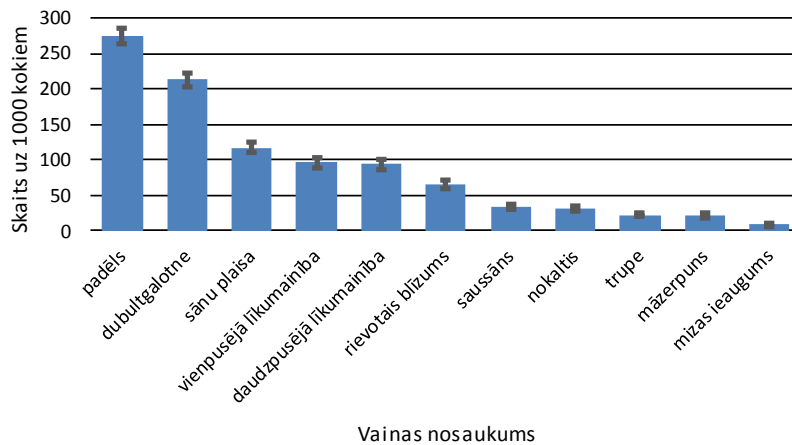
īpatsvars (vainu vidējais skaits uz 1000 apsekotiem kokiem), standartnovirze, standartnovirzes relatīva vērtība (%) un ticamības intervāls. Ticamības intervāls ietverts grafiskajos attēlos, kur katrai koku sugai vainu sastopamības vidējie lielumi sakārtoti dilstošā secībā, sākot ar visbiežāk sastopamo vainu (skat. 1.1., 1.2., 1.3., 1.4., 1.5., 1.6., 1.7. un 1.8.att.).



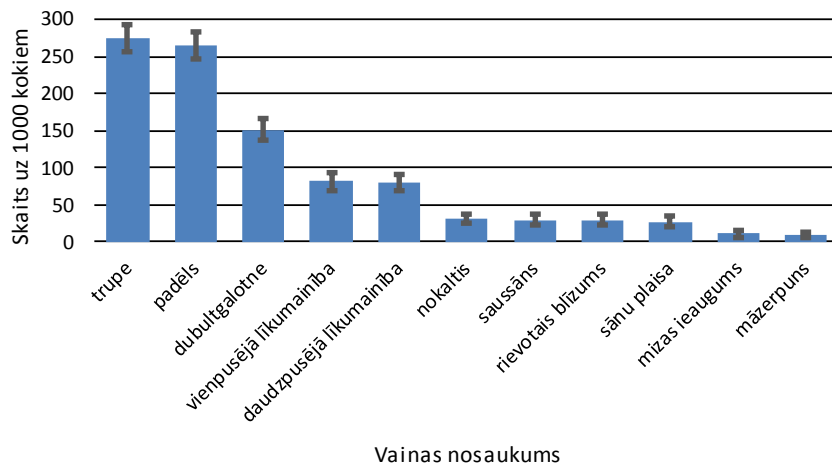
1.1.att. Priedes kokiem ārēji saskatāmo koksnes vainu skaits, norādot ticamības intervālu.



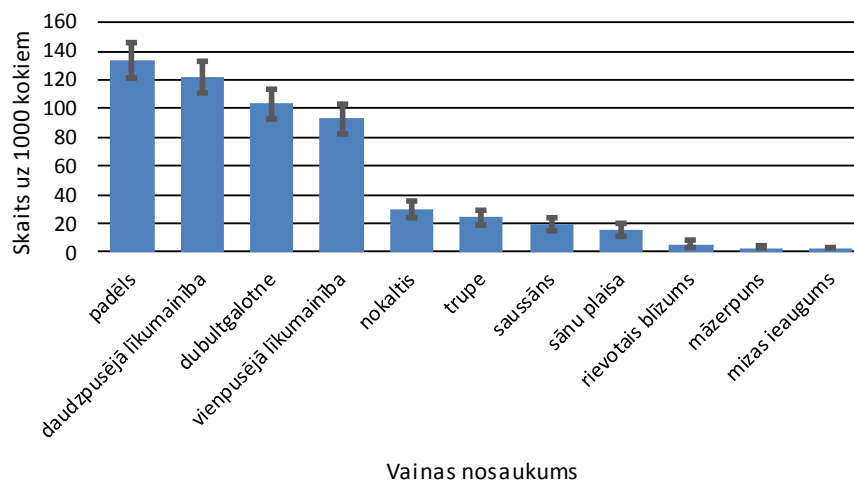
1.2.att. Egles kokiem ārēji saskatāmo koksnes vainu skaits, norādot ticamības intervālu.



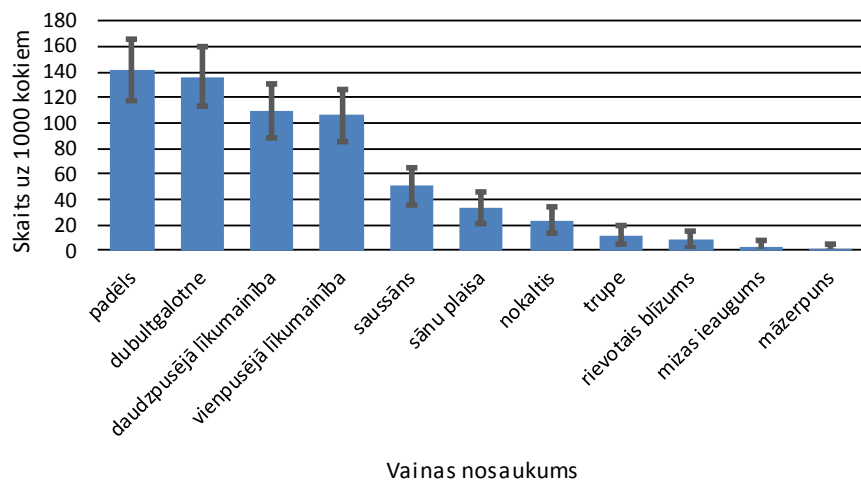
1.3.att. Bērza kokiem ārēji saskatāmo koksnes vainu skaits, norādot ticamības intervālu.



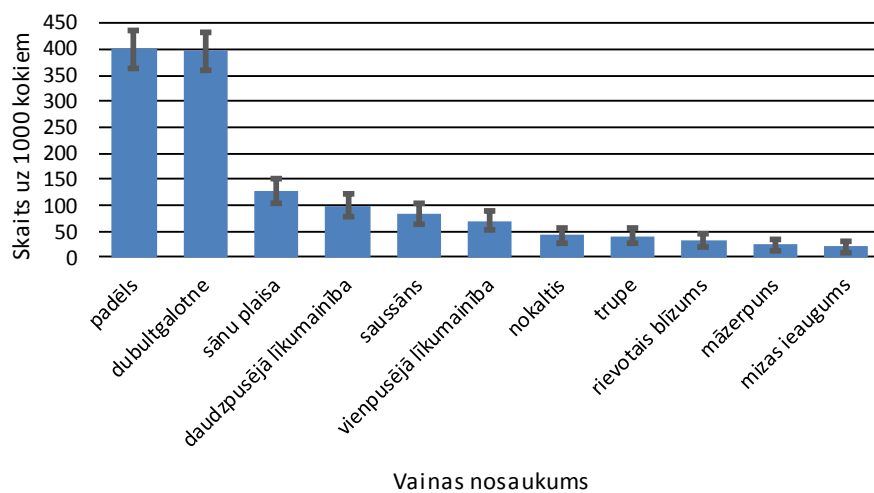
1.4.att. Apses kokiem ārēji saskatāmo koksnes vainu skaits, norādot ticamības intervālu.



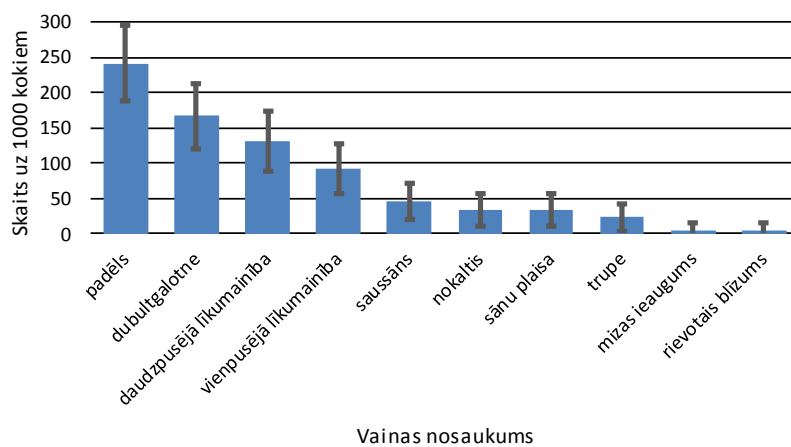
1.5.att. Melnalkšņa kokiem ārēji saskatāmo koksnes vainu skaits, norādot ticamības intervālu.



1.6.att. Baltalkšņa kociem ārēji saskatāmo koksnes vainu skaits, norādot ticamības intervālu.



1.7.att. Oša kociem ārēji saskatāmo koksnes vainu skaits, norādot ticamības intervālu.



1.8.att. Ozola kociem ārēji saskatāmo koksnes vainu skaits, norādot ticamības intervālu.

2. Zemes lāzerskenera pielietošana precīzu stumbra formas mērījumu veikšanai krājas kopšanas cirtēs

2.1. Zemes lāzerskenera metodikas pielietošana precīzu stumbra formas mērījumu veikšanai krājas kopšanas cirtēs

Lai veiktu precīzu koku lāzerskenēšanu, izvēlētajā parauglaukumā ir nepieciešams veikt sagatavošanās darbus;

-jāizvēlas optimālākā parauglaukuma centra atrašanās vieta. Jānosaka piemērota atrašanās vieta, no kura skatupunkta būtu labi saskatāmi pēc iespējas vairāk paraugkoku stumbri. Jāpārlicinās, lai pēc iespējas mazāk paraugkoku atrodas tieši viens aiz otra attiecībā pret parauglaukuma centru. Jāizvairās no slīpiem vai sagāztiem kokiem parauglaukumā, jo tie daļēji aizsedz tālāk esošo koku stumbrus.

-no skenējamajā parauglaukuma ir jāizvāc krājas kopšanas procesā radušies mežizstrādes atlikumi tā, lai tie neaizsedz nevienu paraugkoku. Kā arī jāatbrīvojas no citiem šķēršļiem, kas varētu aizsegst paraugkoka stumbrus, piemēram, krūmi, lakstaugi u.tt.

-ja nepieciešams, ir jāpielīdzina mežizstrādes procesā radušās pievešanas ceļu risas kā arī jānolīdzina ir tajā ieliktais materiāls. Galvenais priekšnosacījums, lai būtu labi saskatāmi paraugkoku maksimāls augstums sākot no zemesdzes pēc iespējas augstāk.

Tehniskā specifikācija nosaka lāzera skenera darbības ierobežojumus, un procesā tas jāņem vērā. Pie būtiskākajiem ierobežojumiem pieskaitāms aizliegums veikt skenēšanu lietū vai kad gaisa relatīvais mitrums pārsniedz 80% kā arī gaisa temperatūra ir zemāka par pieciem grādiem pēc Celsija (Trimble FX Controller rokasgrāmata).

Izmantojot novērojuma metodi (pamatā balstoties uz personīgo pieredzi), konstatēts, ka arī vēja ātrums ietekmē skenēšanas datus lauku darbos, ja vēlamies iegūt informāciju par koka stumbru virs 20% ko kopējā garuma. Precīzu trīsdimensiju attēla datu iegūšanai vēja ātrums skenēšanas laukumā nedrīkst pārsniegt 3 m s^{-1} . Ja vējš pārsniedz noteikto normu, pastāv iespējamība, ka iegūtie rezultāti nav izmantojami tālākos pētnieciskos nolūkos. Stipra vēja gadījumā punktu izkliede (viens stumbra punkts var tik piefiksēt vairakkārt) būs liela un tas ierobežos iespējas precīzi izveidot stumbra veiduli.

Labos laika apstākļos, izmantojot konkrēto skeneri (Trimble FX), punkti tiek iegūti ar ± 2.4 mm precizitāti, ja skenējamā virsma atrodas 50 metru attālumā no lāzerskenera atrašanās vietas, bet skeneris spēj iegūt precīzus datus par objektiem līdz pat 70 metru attālumam visā tā redzeslaukā. Situācijā, kad vidēji koku augstums ir līdz 40 m, parauglaukuma rādiuss nedrīkstētu būt lielāks par 57 m. Lauku darbos ir konstatēts, ka efektīvais parauglaukuma rādiuss, precīzu stumbru caurmēru noteikšanai, ir aptuveni 30 – 35 m. Koku stumbri, kas atrodas tālāk, pārsvarā ir daļēji vai pilnībā aizsegti ar tuvāk esošo koku stumbriem vai zariem. Ja kāda stumbra daļa ir aizsegta, tad par to daļu nav pieejami korekti dati un attiecīgi nav iegūstami caurmēri šajos stumbra apgabalos.

Koku marķēšana un augstuma noteikšana

Lai pie datu apstrādes būtu iespējams identificēt skenētos kokus, tie pirms skenēšanas darbu sākšanas tiek marķēti, uzkrāsojot tiem kārtas skaitli (sk. 2.1.att).

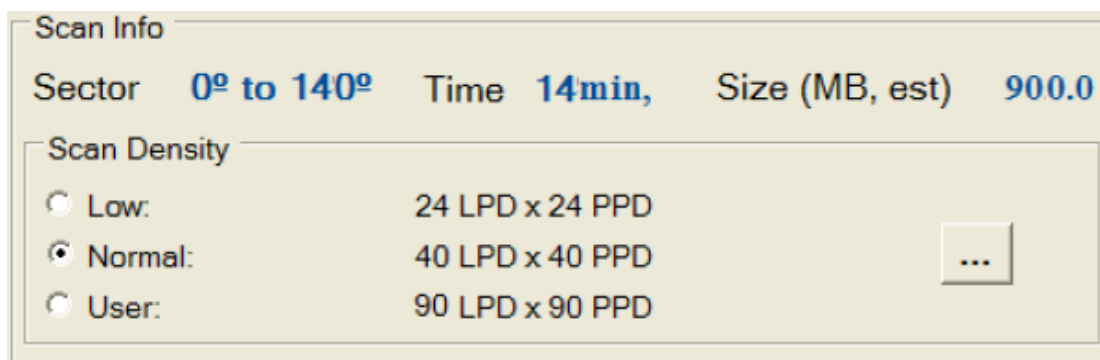


2.1. att. Nomarkēti koki iztīrītā parauglaukumā

Tālākā datu apstrādē nepieciešams savietot lāzerskenēšanas datus ar manuāli veiktajiem augstuma mērījumiem, tāpēc kokus ir nepieciešams identificēt. Koka stumbra augstumu mēra no sakņu kakla līdz galotnei. Paralēli augstumu mērījumu veikšanai, tiek fiksēts arī koka marķētais numurs, kā arī tā suga.

Skenējumu veikšana

Skenēšanas process ir salīdzinoši ātrs un relatīvi vienkāršs. Iepriekš izvēlētajā parauglaukuma centrā, ir jāuzstāda skeneris (2.3.att. atzīmēts ar sarkanu punktu) un jāpalaiž apkārtnes pilnais skenējums, kas izvēlētajā izšķirtspējā norit 14 minūtes. (sk. 2.2.att)



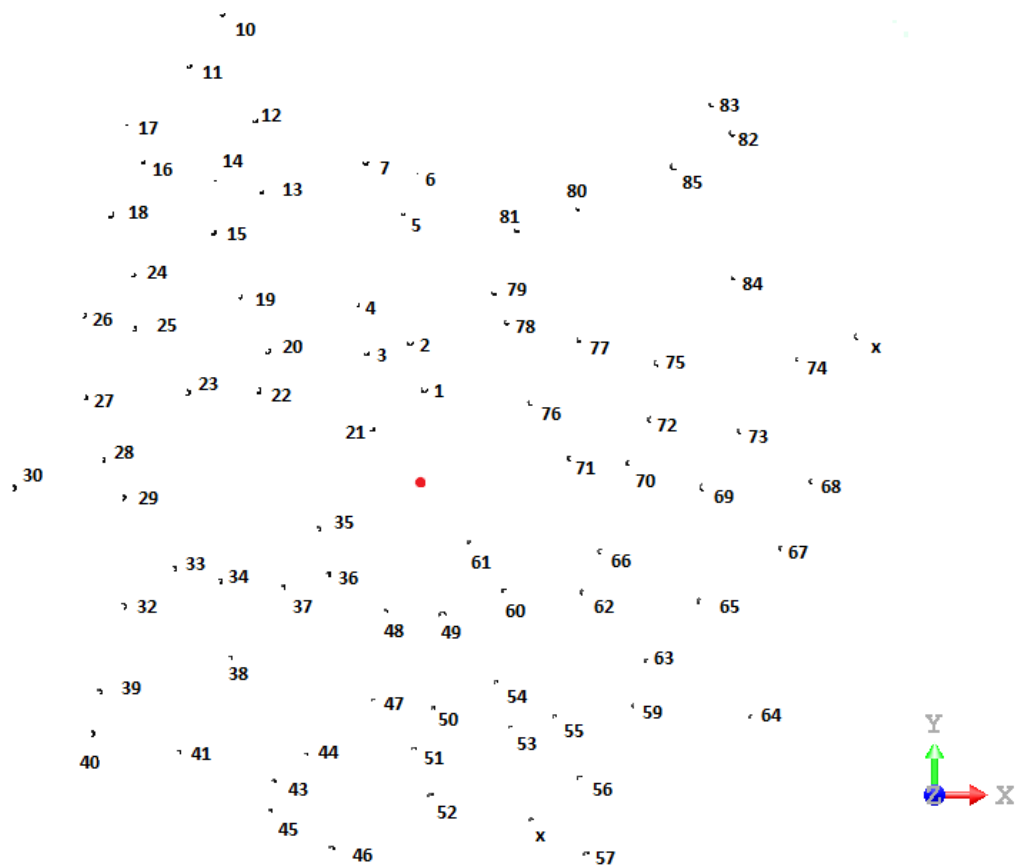
Scan Info	
Sector	0° to 140°
Time	14min,
Size (MB, est)	900.0
Scan Density	
<input type="radio"/> Low:	24 LPD x 24 PPD
<input checked="" type="radio"/> Normal:	40 LPD x 40 PPD
<input type="radio"/> User:	90 LPD x 90 PPD

2.2. att. Skenējuma blīvuma izvēles dialoga logs (Trimble FX Controller)

Koki tiek skenēti tikai no vienas puses, jo izmantojot izstrādātos datu pēcapstrādes algoritmus, ir izdevies panākt, ka no daļējas koka stumbra formas ir iespējams izgūt precīzus stumbra caurmērus nepieciešamajā sadalījumā.

Kad skenēšanas process ir beidzies, skenējuma fails ir jāatver datu pirmapstrādes programmā, lai pārliecinātos, ka skenējums ir noritējis veiksmīgi un parauglaukums ir kvalitatīvi noskenēts. Paralēli tam tiek sagatavota skices pamatne.

Pēc skenēšanas veikšanas tiek veidota parauglaukuma skice. Skices pamatā ir fragments no veiktā skenējuma, kur katram stumbram dabā tiek noteikts iepriekš uzkrāsotais kārtas skaitlis un tas tiek atzīmēts shēmā (sk. 2.3.att). Vēlākā datu apstrādē shēma tiek izmantota, lai identificētu katru atsevišķu koku, kas nepieciešams, lai pie no skenējuma izgūtajiem koku stumbru caurmēru datiem, varētu pievienot manuāli noteiktos augstuma mērījumus.



2.3. att. Parauglaukuma shēmas skices piemērs

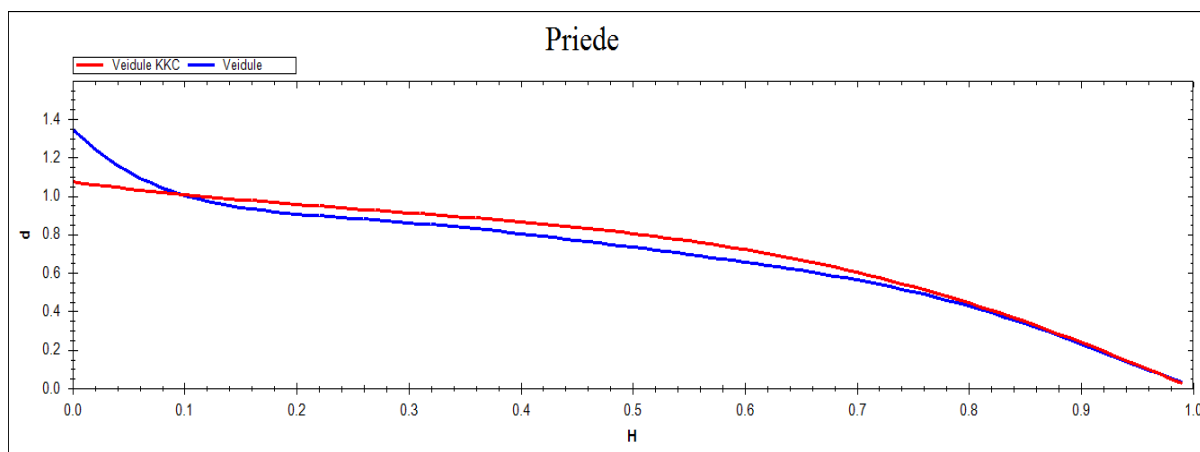
Nākamais solis datu apstrādes procesā ir koku stumbru identificēšana un caurmēru aprēķināšana šim mērķim pielāgotā datorprogrammā, kas izstrādāta šī pētījuma ietvaros. Skenēšanas rezultātā iegūtie dati pēc to ielādēšanas datorprogrammā tiek attēloti skatā no augšas, līdzīgi kā 2.3. attēlā redzamajā shēma. Tas tiek darīts, lai atvieglotu individuālu koku identificēšanas procesu un samazinātu kļūdas iespējamību. Datorprogrammas lietotājam tad jāveic manuālas darbības, lai izvēlētos katru atsevišķo koku un norādītu tam atbilstošo identifikatoru izstrādātajā parauglaukuma shēmā. Pēc tam, lai sagatavotos datus automātiski apvienotu ar manuālajiem augstuma mērījumiem, tika izstrādāta papildus funkcija datu apstrādes programmā. Rezultātā šādā veidā tiek iegūti gan katra koka augstums, gan arī caurmēri, suga un identifikācijas numurs.

2.2 Iegūtie rezultāti

Iepriekšējā pētījuma posmā tika pārbaudīta profesora R.Ozoliņa izvirzītā hipotēze, ka tomēr pastāv atšķirības starp relatīvajiem diametriem dažādu vecumu vienas sugas kokiem. Hipotēzes pārbaude tika veikta, par pamatu ņemot vienas koku

sugas, bērza, datus. Rezultātā tika apstiprināta hipotēze, kā arī pārbaudīti R.Ozoliņa piedāvāto perturbācijas koeficientu rezultāti. Lai nostiprinātu iegūto rezultātu ticamību, šajā pētījuma posmā tika veikta parauglaukumu skenēšana, izmantojot aprakstīto metodiku, lai iegūtu datus par priedēm no krājas kopšanas cirtēm. Apstrādājot datus, tika ņemts vērā ierobežojums, ar kuru jāreķinās pielietojot jauno metodi parauglaukumu skenēšanai krājas kopšanas cirtēs. Proti, no skenera datiem par ticamiem var tikt uzskatīti mērījumi par stumbru, kas ir augstāk par 10% no tā kopējā augstuma. Tas ir zemo krūmu un zem kokiem augošo zālaugu ietekmes dēļ.

Grafikā (sk. 2.4. att) attēlotas divas veidules. Ar zilas krāsas līniju apzīmēta pētījuma gaitā precizētā priedes veidule, savukārt ar sarkanas krāsas līniju – priedes veidule, kas iegūta veicot skenējumus krājas kopšanas cirtē.



2.4. att. Pētījuma gaitā precizētā priedes veidule salīdzinājumā ar krājas kopšanas audzēs augošu priežu veiduli

Arī pēc šo grafiku aplūkošanas, var secināt, ka tomēr pastāv atšķirības starp dažāda augstuma koku relatīvajiem diametriem. Jāpiebilst, ka šāds secinājums izrietēja arī no pētījuma iepriekšējā posmā iegūtajiem rezultātiem, kad tika veikta bērza veiduļu salīdzināšana. Abi gadījumi ir identiski tādā ziņā, ka no krājas kopšanas cirtēs iegūtajiem rezultātiem izveidotā veidule uzrāda slaidāku koka stumbru (citiem vārdiem sakot, krājas kopšanas cirtes veidule atrodas augstāk grafikā). Tādu pašu situāciju saistībā ar egles veidulēm demonstrējis profesors R.Ozoliņš publikācijā (Ozoliņš R., Mathematical form models...).

Šāda veida salīdzināšana jāveic arī pārējām pētījumā aplūkotajām sugām, lai varētu izteikt viennozīmīgus secinājumus. Līdz ar to nepieciešamas turpināt datu ievākšanu, lai palielinātu mērījumu skaitu apses, melnalkšņu un baltalkšņu krājas kopšanas cirtēs.

3. Analizēt PRD failus un uzskaitītās vainas un noteikt sakarības starp vainu īpatsvaru un malkas un papīrmalkas īpatsvaru izpētes cīsmās. Noteikt uz paraugkokiem konstatēto vainu ietekmi uz sortimentu kvalitāti un iznākumu no šiem kokiem.

3.1. Darba metodika

Darba uzdevums ir analizēt PRD failus un uzskaitītās vainas, noteikt sakarības starp vainu īpatsvaru un malkas un papīrmalkas īpatsvaru izpētes cīsmās. Noteikt uz paraugkokiem konstatēto vainu ietekmi uz sortimentu kvalitāti un iznākumu no šiem kokiem.

Augošu koku stumbru kvalitātes novērtēšana un apaļo kokmateriālu iznākuma uzmērīšana veikta saskaņā ar projekta 2013.gada starpatskaitē aprakstīto metodiku. Projekta ietvaros augošiem kokiem tika noteiktas 29 dažādas vainas. Tās apvienotas 5 vainu grupās atbilstoši līdzīgam vainu raksturam (3.1.tabula). Vainām, kas neatstāj ietekmi uz sortimentu iznākumu, nav piešķirts grupas nosaukums.

3.1.tabula.

Vainu grupēšanas nosacījumi.

Nr	Vainas nosaukums	Vainas grupa
1	1. Padēls	Zari
2	2. Padēls	Zari
3	3. Padēls	Zari
4	4. Padēls	Zari
5	Vienpusējs vainags	-
6	1. Dubultgalotne	Stumbra forma
7	2. Dubultgalotne	Stumbra forma
8	3. Dubultgalotne	Stumbra forma
9	Koka sagāzums grādos	-
10	Sasveķojums	-
11	Mizas ieaugums	Koksnes uzbūve
12	Vienpusējā līkumainība	Stumbra forma
13	Nokaltis	-
14	Saussāns	Koksnes uzbūve
15	Divpusējā līkumainība	Stumbra forma
16	1. Piepe	Sēņu bojājumi
17	2. Piepe	Sēņu bojājumi
18	3. Piepe	Sēņu bojājumi
19	4. Piepe	Sēņu bojājumi
20	Sveķu vēzis	-

21	Nolauzta galotne	-
22	Māzers	Koksnes uzbūve
23	Rievotais blīzums, garums, dziļums	Stumbra forma
24	Dobums	Sēņu bojājumi
25	Zaru vieta (cm) apaudzis, nolauzts	Zari
26	Trupe	Sēņu bojājumi
27	Sala plaisas(m)	Plaisas
28	Sānu plaisas (m)	Plaisas
29	Ūsas bērzam	-

Datu analīzē tika lietoti 132 produkcijas (*.prd) faili un 24066 paraugkoku mērījumi. Paraugkokiem tika noteikti koku stumbra parametri un stumbra kvalitāte izvērtējot vainas. Produkcijas fails satur sortimenta iznākumu apjomu pa sugām. Sortimenta apjomi produkcijas failos ir pieejami dažādos apkopojumos, piemēram pa sugām, pa kvalitātes klasēm un dimensijām. Apvienojot produkcijas failu datus un paraugkoku mērījumus, izveidota 501 datu grupa (ADG), kas tika analizēta. Katru ADG raksturo tās suga un vainu grupa.

Katrai ADG tika aprēķināts koku stumbru teorētiskais - optimālais sortimentu iznākums, pieņemot stumbra formas veiduli un pieņemot, ka stumbri ir nevainojamas kvalitātes. Taču, ņemot vērā to, ka dabā sastopami arī koku stumbri ar vairākām vainām no dažādām vainu grupām, (koksnes uzbūve, stumbra forma, zaru, plaisu un sēņu bojājumiem) tad par otru, jeb reālā iznākuma atskaites etalonu tika pieņemta produkcijas failā uzkrātā informācija pa patieso konkrēto stumbru sortimentu iznākumu. Lai novērtētu vainu ietekmi uz sortimentu iznākumu tika aprēķināta vidējā starpība starp teorētisko un reālo sortimenta iznākumu ņemot vērā vainu grupējumu (skat. 3.1. tabula). Teorētiskais sortimenta iznākums ir rēķināts sadalot to pēc caurmēra dimensijām 5 prioritāšu grupās (skat. 3.2. tabula). Reālais iznākums arī apkopots analogās 5 grupās. Reālais sortimentu iznākums dažkārt satur vairāk par 5 sortimenta veidiem – tādos gadījumos tievākie sortimenti tiek apvienoti vienā prioritātē (3.prioritāte) kopā. Ar pirmo prioritāti tiek apzīmēti resnie zāgbaļķi, bet zemāko 5.prioritāti tievie apaļkoki - malka.

Sortimenta prioritāšu sadalījuma piemērs (datu paraugs no produkcijas faila)

Prioritātes numurs	Nosaukums	Minimālais caurmērs, cm	Minimālais garums, m
1.prioritāte	Resnie	28.0	3.9
2.prioritāte	Vidējie	18.0	3.3
3.prioritāte	Tievie	14.0	3.3
4.prioritāte	Papīrmalka	10.5	3.3
5.prioritāte	Malka	6.0	2.4

3.2. Darba rezultāti

Rezultāti liecina, ka resno sortimentu reālais iznākums ir mazāks par teorētiski aprēķināto (skatīt 3.3. tabulu), tomēr ne vienmēr tas saistīts ar būtisku kvalitātes samazinājuma ietekmi (brāķētie sortimenti nonāk no 1.prioritātes uz 5.prioritāti), bet pazeminās par vienu vai vairākām prioritātēm. Šī korekcija atspoguļota 3.3. tabulas kolonnā „Sortimenta 2-4. prioritātes korekcijas %”, kas satur starpību starp dabā iegūto un teorētiski aprēķināto sortimenta sadalījumu. Apkopotie rezultāti liecina, ka priedēm visas vainas rada līdzīgu ietekmi uz sortimentu iznākuma struktūru, samazinās resno, vidējo un tievo sortimentu īpatsvars palielinoties papīrmalkas un malkas īpatsvaram. Savukārt eglēm lielākā ietekme ir sēņu un zaru bojājumiem, kas samazina resno sortimentu iznākumu un palielina galvenokārt vidējo un tievo sortimentu iznākumu. Lapu kokiem vainas ietekmē sortimentu iznākumu daudz būtiskāk kā skuju kokus. Bērzam koksnes vainas (stumbra forma, sēņu bojājumi, zari) samazina resno sortimentu iznākumu pat vairāk kā par 20%, savukārt melnalksnim vislielāko ietekmi uz resno dimensiju sortimentiem atstāj stumbra formas koksnes vainas. Apsei visas koksnes vainas līdzīgi samazina resno sortimentu iznākumu un palielina papīrmalkas un malkas relatīvo iznākumu.

3.3.tabula

Stumbra vainu ietekmes novērtējums uz sortimenta iznākumu

Suga	Vainu grupa	Audžu skaits	Koku skaits	Vainu skaits	1.prioritātes korekcija,%	2,3.prioritātes korekcija,%	4.prioritātes korekcija,%	5.prioritātes korekcija,%	1.prioritātes standartnovirze	2,3.prioritātes standartnovirze	4.prioritātes standartnovirze	5.prioritātes standartnovirze
P	Koksnes uzbūve	7	178	26	-3.06	-0.88	0.06	3.88	8.87	8.15	4.26	4.57
P	Stumbra forma	11	128	57	-5.99	-1.49	-0.77	8.25	6.03	9.77	4.89	8.43
P	Zari	24	500	266	-8.29	-4.54	6	6.83	11.21	11.42	17.52	5.81
E	Koksnes uzbūve	44	88	136	-1.83	-10.81	-5.13	17.77	9.15	12.81	10.77	13.63
E	Stumbra forma	7	41	13	-1.91	-5.33	-2.74	9.98	10.01	3.7	4.72	7.18
E	Sēņu bojājumi	1	14	1	-8.49	8.49	0	0				
E	Zari	14	217	89	-7.08	-10.37	4.68	12.77	11.22	14.58	19.15	10.7
B	Koksnes uzbūve	2	109	10	-8.37	8.11	0.25	0	0.15	0.51	0.35	0
B	Plaisas	12	321	38	-15.89	14.78	1.11	0	20.07	19.67	2.61	0
B	Stumbra forma	39	573	227	-22.28	20.92	1.29	0.08	22.98	23.24	5.55	0.47
B	Sēņu bojājumi	1	35	1	-20.44	20.44	0	0				
B	Zari	23	520	107	-21.88	18.81	3.07	0	21.25	20.54	11.31	0
M	Koksnes uzbūve	1	17	1	0	0	0	0				
M	Stumbra forma	12	137	65	-25.66	7.17	18.38	0.1	25.54	35.67	25.71	0.36
M	Zari	3	130	7	-5.31	5.31	0	0	7.41	7.41	0	0
A	Koksnes uzbūve	1	40	2	-39.38	21.73	17.65	0				
A	Stumbra forma	10	185	63	-26.99	1.58	22.73	2.69	19.39	21.29	20.12	6.52
A	Sēņu bojājumi	10	198	72	-28.97	5.56	14.66	8.76	25.55	34.2	27.02	16.99
A	Zari	14	256	91	-37.21	15.33	19.26	2.63	17.85	33.79	26.04	4.37

Veicot sortimentu iznākuma aprēķināšanu un prognozes pēc audzes vai atsevišķu koku uzmērīšanas, lietojot prof. R.Ozoliņa stumbra tilpuma formulu tiek aprēķināts optimālais sortimentu iznākums. Tomēr šāds iznākums var pastāvēt tikai koku stumbriem, kuriem nav konstatējamas koksnes vainas, vai tās nav vērtētas. Lai tuvinātu prognozes reālajam sortimentu iznākumam, tiek piedāvāta tabula stumbru vainu ietekmes novērtējumam uz sortimenta iznākumu visām vainām kopā (skat. tabulu 3.4.), kas parāda vidējās relatīvās sortimentu iznākuma attiecības pret teorētisko.

Stumbra vainu ietekmes novērtējums uz sortimenta iznākumu visām vainām kopā

s	Suga	Audžu skaits	1.prioritātes korekcija,%	2,3.prioritātes korekcija,%	4.prioritātes korekcija,%	5.prioritātes korekcija,%	1.prioritātes standartnovirze	2,3.prioritātes standartnovirze	4.prioritātes standartnovirze	5.prioritātes standartnovirze
1	P	42	-6.82	-3.13	3.23	6.71	9.73	10.44	13.83	6.43
3	E	66	-3.05	-9.84	-2.72	15.61	9.74	12.67	12.96	12.75
4	B	77	-20.78	18.99	1.75	0.04	21.5	21.35	7.36	0.34
6	M	16	-20.24	6.38	13.79	0.08	24.1	30.72	23.5	0.31
8	A	35	-32	8.79	18.89	4.32	20.42	30.12	23.86	10.16

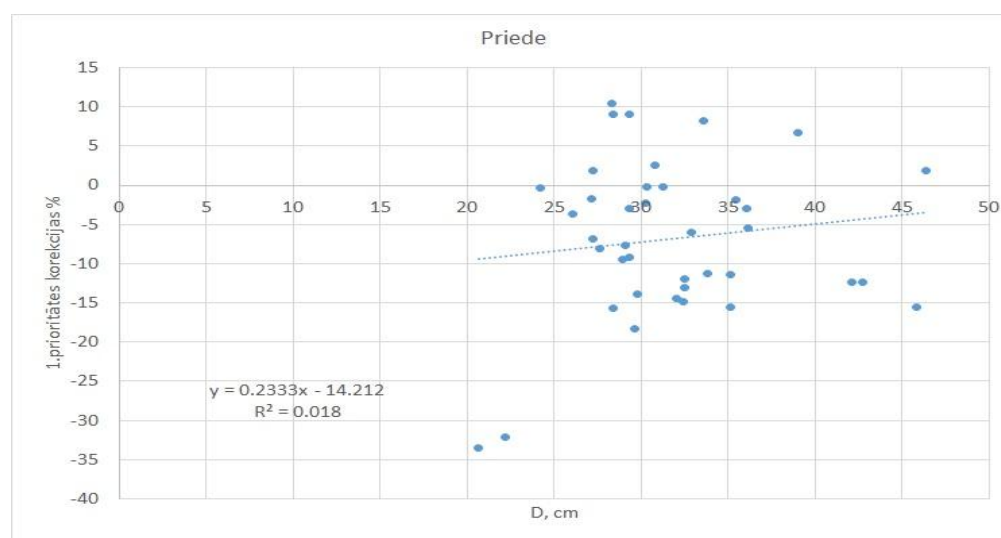
Apkopojot rezultātus par visām sugām kopā, tika konstatēts, ka vislielākā ietekme uz resnajiem sortimentiem ir sēņu bojājumiem (samazina lietderīgo iznākumu par 26.55%), stumbra formai (samazina lietderīgo iznākumu par 19.32%), zariem un plaisām. Koksnes uzbūves vainas minimāli ietekmē resno sortimentu iznākumu (skatīt 3.5.tabulu).

3.5.tabula

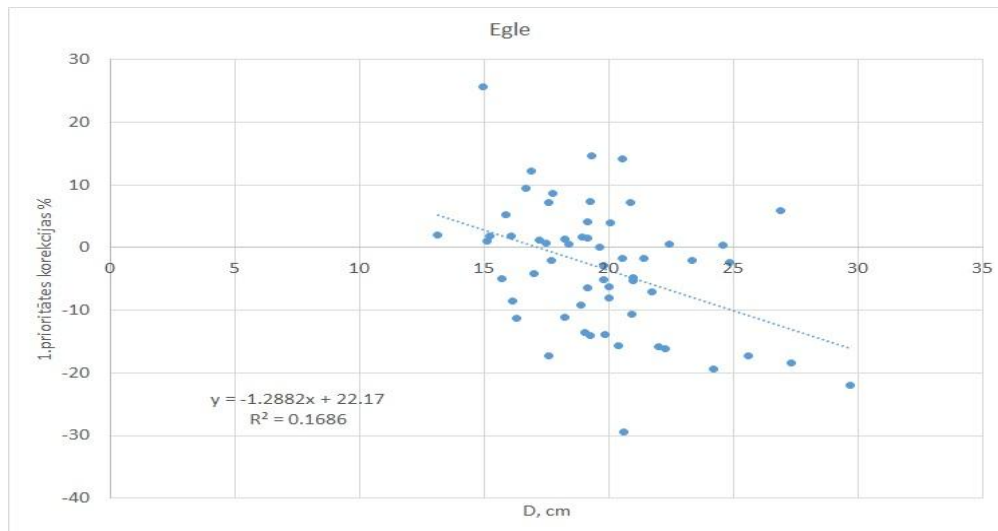
Stumbra vainu ietekmes novērtējums uz sortimenta iznākumu visām sugām kopā

Vainu grupas nosaukums	1.prioritātes korekcija, %
Koksnes uzbūve	-2.87
Stumbra forma	-19.32
Zari	-17.16
Sēņu bojājumi	-26.55
Plaisas	-15.89

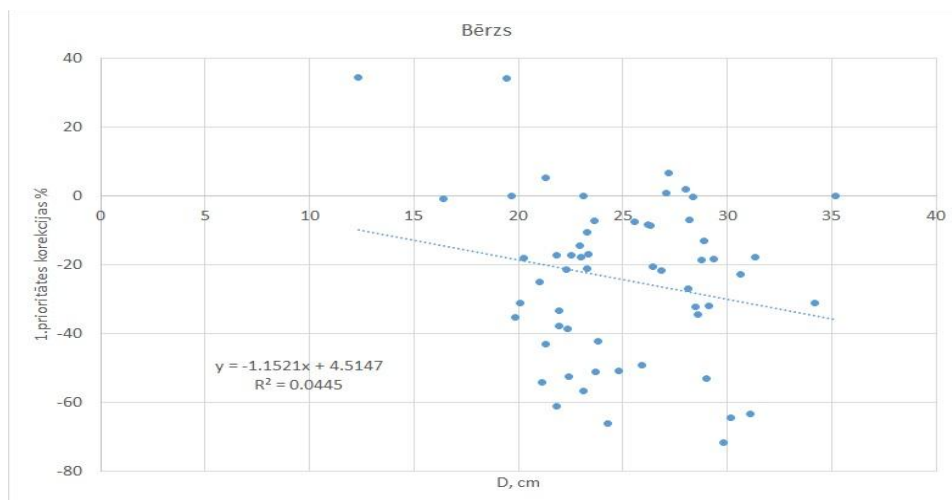
Lai noteiktu, vai stumbra vainu ietekme mainās atkarībā no audzes vidējā koka caurmēra, tika veikta vainu ietekmes statistiskā analīze. Rezultāti liecina, ka vainu ietekmei ir gadījuma raksturs un nepastāv cieša korelācija starp audzes vidējo caurmēru un resno (1.prioritātes) sortimentu relatīvo iznākumu (skatīt attēlu 3.1; 3.2; 3.3.).



3.1.attēls. Priedes resno sortimentu relatīvā īpatsvara korekcija atkarībā no audzes vidējā caurmēra



3.2.attēls. Egles resno sortimentu relatīvā īpatsvara korekcija atkarībā no audzes vidējā caurmēra



3.3.attēls. Bērza resno sortimentu relatīvā īpatsvara korekcija atkarībā no audzes vidējā caurmēra

Secinājumi un priekšlikumi

- Pēc teorētiskā un reālā sortimentu iznākuma salīdzinājuma var konstatēt, ka ārēji redzamās vainas atstāj būtisku ietekmi uz sortimenta iznākumu.
- Vainu ietekmes rezultātā augstākās - resnās 1.prioritātes sortimenta samazinājums priedei ir par 6%, eglei 3%, bērzam 20%, melnalksnim 20%, bet apsei 32%
- Vainu ietekmes rezultātā zemākās 5.prioritātes sortimenta palielinājums priedei ir par 8%, eglei 17%, bērzam 6%, melnalksnim 32%, bet apsei 16%
- Visbūtiskāko ietekmi uz sortimenta 1.prioritātes samazinājumu atstāj sēņu bojājumi 26%, bet stumbra forma un zari attiecīgi 19% un 17% (3.5. tabula)

- Visvairāk vainu ietekme novērojama lapukokiem 20-30% resno dimensiju apjoma samazinājums, bet skujukokiem tikai 3-6% (3.4. tabula)
- Koku caurmērs neatstāj būtisku iespaidu uz relatīvo sortimenta iznākuma korekciju.

Priekšlikumi:

- Sortimentu iznākuma prognozēšanā ieteicams izmantot prof. R.Ozoliņa stumbra tilpuma formulu, pēc kuras tiek aprēķināts teorētiski optimālais sortimentu sadalījums. Pēc tam ieteicams veikt sortimentu iznākuma korekciju atbilstoši 3.3. un 3.4. tabulās atspoguļotajiem stumbru vainu ietekmes koeficientiem.

4. Analizēt LVM 2013.gadā uzkrātos STM failus ar mērķi noteikt precīzākus stumbra formas veidules koeficientus pa LVM mežsaimniecībām un meža tipiem.

STM failu uzkrāšanai un praktiskai izmantošanai var izvirzīt vairākus uzdevumus, kas apskatīti šī projekta ietvaros. Kā galvenos no tiem var minēt divus:

Mežizstrādes procesā neuzskaitītās koksnes apjoma noteikšana (celma, stumbra, stumbra galotnes daļas atlikuma noteikšana).

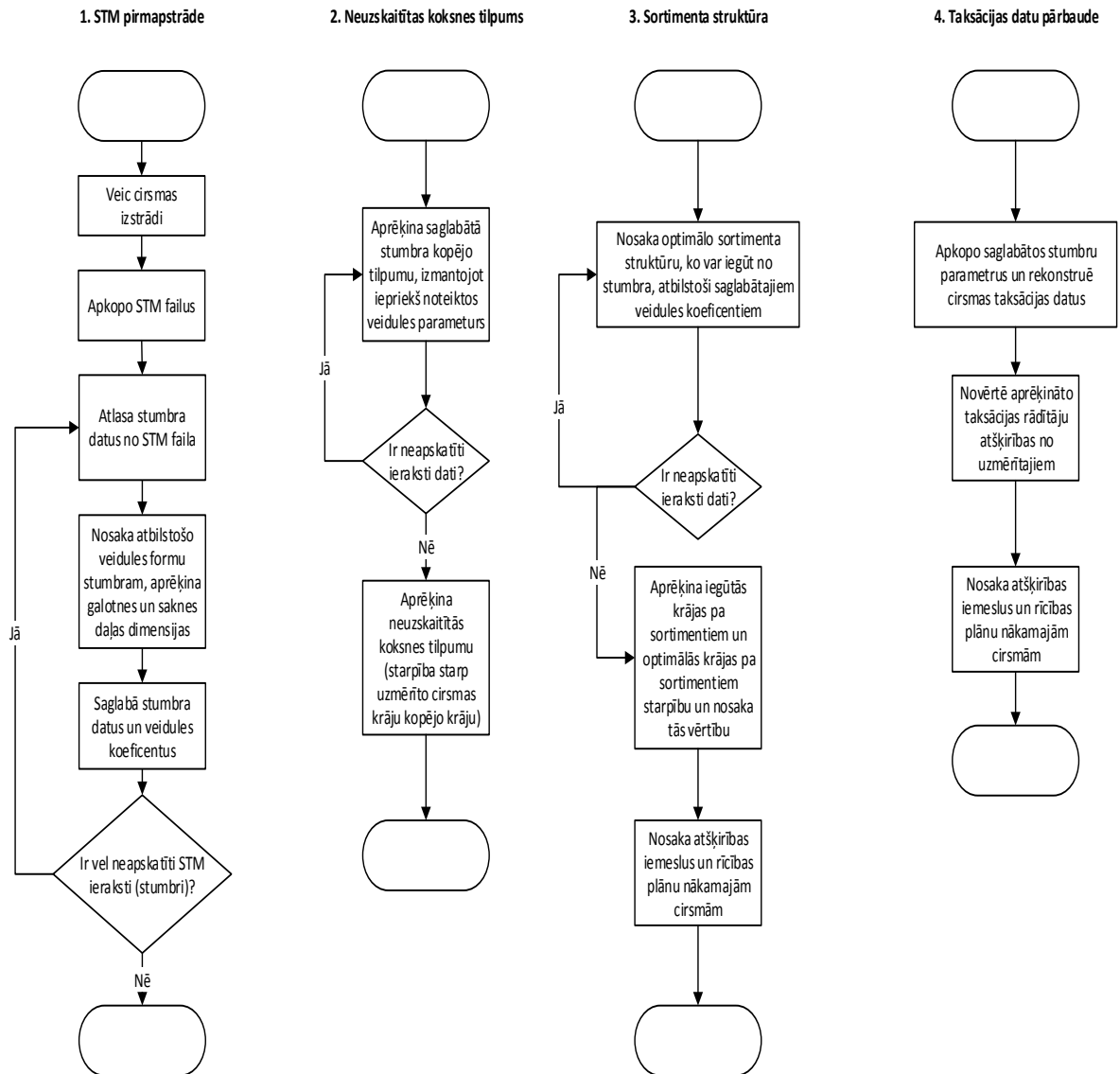
Mežizstrādes procesa kvalitātes kontrole – iegūto sortimentu apjoma un struktūras analīze.

Abu uzdevumu realizēšanai ir nepieciešams veikt STM failos saglabāto datu pirmapstrādi. Tās ietvaros katru STM faila ierakstu, kas apraksta stumbra parametrus izmanto, lai rekonstruētu tam atbilstošo veidules formu. Pēc šādas darbības veikšanas stumbra informācija, kopā ar veidules vienādojuma koeficientiem tiek saglabāta apstrādes sistēmā tālākai izmantošanai. Datus ir nepieciešams apkopot par visu apskatāmo izstrādes vienību (cirsma). Sarežģītākais uzdevums STM pirmapstrādes procesā ir veidules formas rekonstrukcija, jo datu kopa nesatur informāciju par pirmās griezumata atrašanās vietu uz stumbra, kā arī netiek iegūti dati par atlikumiem (galotni un zariem). Tāpēc uzdevuma veikšanai tiek realizēts iteratīvs algoritms, kas no STM mērījumiem iegūtā nogriežņa datus izmanto, lai piemeklētu tiem atbilstošāko veidules formu. Lielākās grūtības ir saistītas ar nepilnīgiem mērījumiem, vai bojātiem stumbriem, kur, piemēram viens sumbris var tikt sadalīts divās daļās un STM failā saglabāts divos atsevišķos ierakstos. Šī iemesla dēļ ir nepieciešams veikt datu filtrēšanu un saglabāt informāciju par nederīgajiem ierakstiem.

Pēc STM pirmapstrādes saglabātos datus var izmantot gan neuzskaitītā koksnes tilpuma noteikšanai, gan iegūtās sortimenta struktūras analīzei (4.1.attēls). Abos gadījumos veidules koeficienti tiek izmantoti, lai noteiktu stumbru tilpumu. Neuzskaitītās koksnes noteikšanai tas tiek salīdzināts ar uzmērīto, bet sortimenta struktūras analīzei tiek aprēķināts katra stumbra optimālās sagarumošanas scenārijs. Apkopojot iegūto informāciju un salīdzinot to ar reāli iegūto sortimentu, var tikt novērtētas izvēlētajā sortimentu sagatavošanas darba uzdevuma efektivitāte, kā arī darbu izpildes kvalitāte. Lai šo procesu būtu iespējams realizēt pilnvērtīgi, papildus būtu nepieciešama informācija par fiksētajām koku vainām. Projekta ietvaros tika

izskatīta iespēja analīzes procesā papildus izmantot datus par stumbra sagarumošanas gadījumiem, kuros operators veic manuālus griezumus, kas varētu norādīt uz koksnes vainu esamību. Tomēr praksē izrādījās, ka manuālie griezumi tiek veikti ļoti bieži un ne tikai situācijās, kad ir konstatēta kāda stumbra kvalitātes neatbilstība konkrētai sortimentu prioritātei.

Bez tam dati var tikt izmantoti arī meža inventarizācijas – taksācijas kvalitātes vērtēšanai. Šī procesa realizēšanai izmantojot iegūtos, veidules koeficientus var izmanto taksācijas rādītāju vērtību atkārtotai noteikšanai un salīdzināšanai ar iepriekš uzmērītajiem. Ja starp abiem datu veidiem tiek konstatētas būtiskas atšķirības, tas var norādīt uz neprecīzu iegūto rezultātu uzskaiti vai arī mērījumu datu trūkumiem. Abos gadījumos šāda informācija norādītu uz nepieciešamību veikt papildus kontroles pasākumus. Šādi iegūtie dati, kombinējot tos ar jaunu meža inventarizācijas tehnoloģiju pielietošanu, nākotnē var ievērojami uzlabot meža inventarizācijas kvalitāti.



4.1.attēls.

Uzdevumos, kuru ietvaros nepieciešams noteikt dažādus stumbra rakstura lielumus tiek pieņemts, ka tas ģeometriski atbilst nošķeltam konusam un tiek lietotas šādai figūrai piemērotas sakarības. Šādā gadījumā ir būtiski zināt konusa veiduli, kas pēc definīcijas ir nogrieznis, kas savieno tā virsotni ar kādu pamata riņķa līnijas punktu. Aprēķinos praksē veidules formu apraksta ar sestās kārtas polinomu, kuram lietotie koeficienti ir atkarīga no koka sugas un iegūto rezultātu mērogo atbilstoši koka caurmēram 1.3 metru augstumā un koka augstumam. Projekta mērķis ir veiduli aprakstošā polinoma koeficientu precizēšana, ko ir iespējams izdarīt, gadījumā, ja ir pieejama precīzi stumbra caurmēra mērījumi sākot ar saknes daļu un beidzot ar tā galotni, kā arī ir zināma koka suga. Šādu datu iegūšana ir ļoti laikietilpīga un projekta ietvaros tikai apskatīta iespēja izmantot alternatīvu datu avotu – Harvestera STM failus. Diemžēl uzkrāto STM failu tieša izmantošana veidules koeficientu precizēšanai

nav iespējama, jo tajos apkopotie dati nesatur informāciju par stumbra pirmā griezuma augstumu un galotnes daļu (nav saknes un galotnes daļas mērījumu, kā arī nav informācijas par pirmā griezuma augstumu). Tas tomēr neizslēdz STM failos uzkrātās informācijas izmantošanu citiem uzdevumiem.

5. Ārējās koksnes vainas novērtēšana augošiem kokiem visā cīsmā un koksnes vainu ietekmes novērtējums apaļo kokmateriālu sagatavošanā „testa cīsmā”.

Cirtes izmantošanas veids: Kailcirte

AAT: Šaurlapju ārenis

BON: II

Platība: 0.9 ha

Sugu sastāvs: 5B1M2P₉₂ 2E₁₁₂
10E₉₂

Ārējo koksnes vainu novērtēšanas metodika

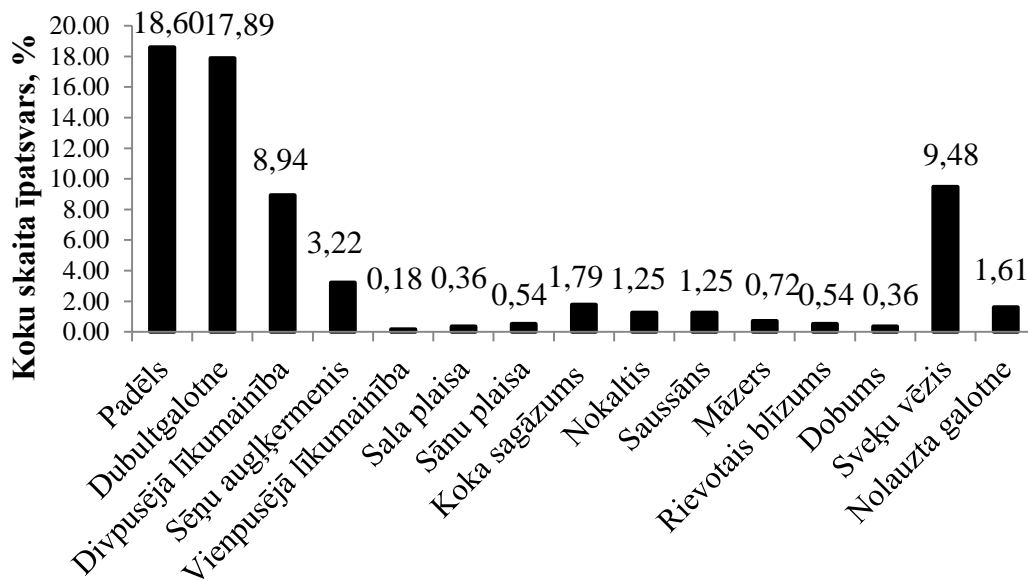
Koksnes vainu novērtēšanā par pamatu tika izmantota projektā „Koku stumbra formas un sortimentu iznākuma prognožu noteikšanas, pētījumu programmas izstrāde” izstrādātā metodika. Uzmērīti un nomarkēti visi cīsmas koki.

Koksnes vainu ietekmes novērtējuma metodika apaļo kokmateriālu sagatavošanā

Koksnes vainu ietekmes novērtējums apaļo kokmateriālu sagatavošanā tika iegūts veicot harvesteru operatora darba novērošanu. Tika piefiksēts, kuri apaļā kokmateriāla nogriežņi sagatavoti manuāli un kādas vainas ietekmē. Darbi veikti visas cīsmas izstrādes gaitā.

Ārējās koksnes vainas novērtēšana augošiem kokiem

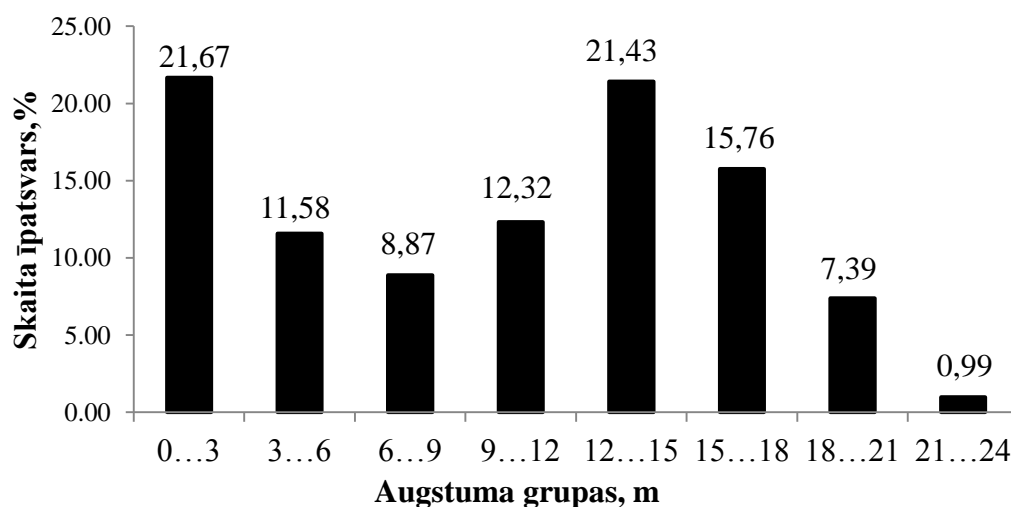
Vainu skaita procentuālajai aprēķināšanai tika apkopots uzmērītais vainu skaits visiem kokiem. Lielāko konstatēto vainu skaitu veido padēls un dubultgalotne (5.1. att.), kas kopā veido 36,49 % no kopējā uzmērīto koku skaita. Tālāk vairāk sastopamās koksnes vainas ir divpusējā līkumainība un sveķu vēzis, kas veido attiecīgi 8,94 un 9,48 % no kopējā uzmērīto koku skaita. Sēņu auglķermeņi tika konstatēti 3,22 %. Pārējās vainas veido ļoti mazu daļu – zem 1 procenta no uzmērītajām kokiem.



Koksnes vainas

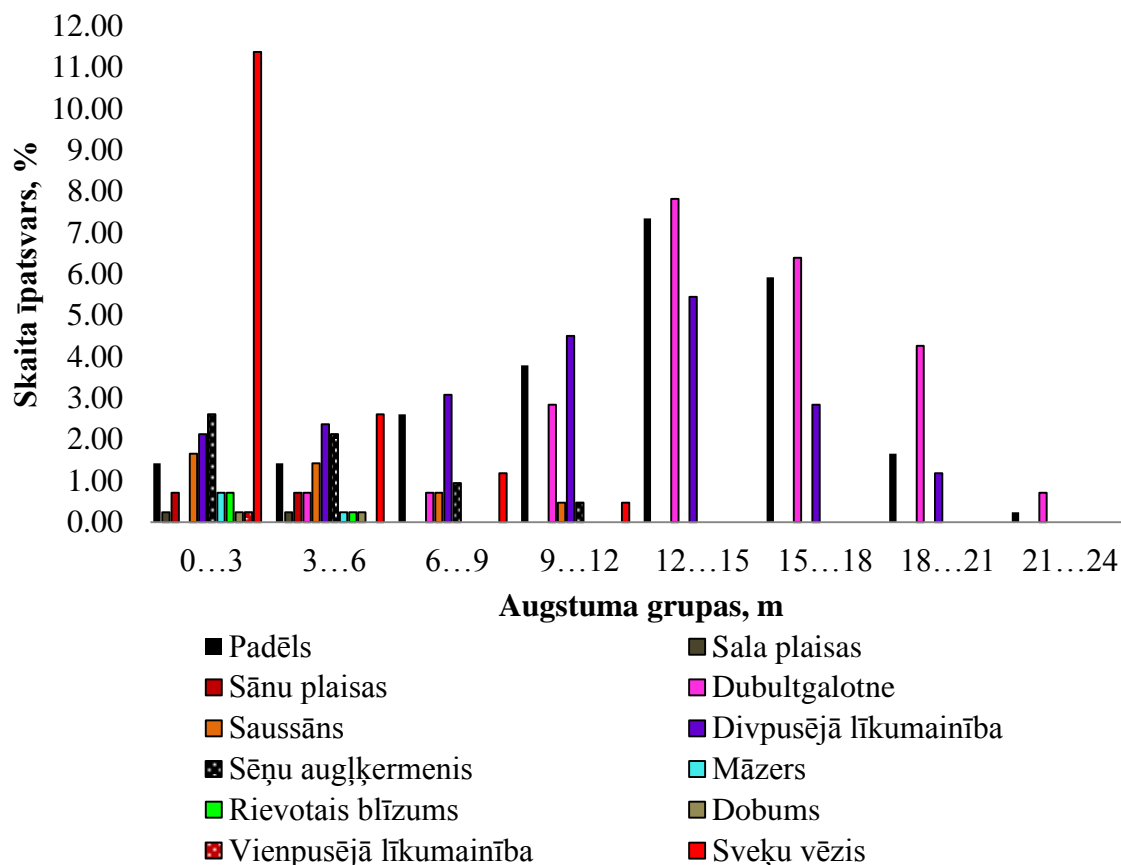
5.1.att. Koku skaita un koksnes vainu veida sadalījums

Lai noteiktu koku skaita sadalījumu pa augstuma grupām, tika apkopots vainu skaits katrā augstuma grupā, kas tika izvēlēts ik pa 3 metriem. Kopējais vainu skaits katrā augstuma grupā tika attiecināts uz kopējo konstatēto vainu skaitu mežaudzē. Apskatot visus kokus kopā (5.2 att.), lielākais vainu skaits konstatēs 0...3 m un 12...15 m augstuma grupā, attiecīgi 21,67 % un 21,43 % no kopējā konstatētā vainu skaita. 15...18 m augstuma grupā konstatētas 15,76 % vainas no kopējā uzmērīto vainu skaita. 3...6, 6...9, 9...12 m augstuma grupās konstatētas attiecīgi 11,58 %, 8,87 % un 12,32 % vainu no kopējā skaita. 18...21 m augstuma grupā konstatēts 7,39 % vainu, bet vismazāk 21...24 m augstuma grupā – 0,99 % vainu no kopējā konstatētā vainu skaita.



5.2.att. Kopejais vainu skaits pa augstuma grupām

Kopējā mežaudzē 0...3 m augstuma grupā sastopamākā koksnes vaina tika konstatēta sveķu vēzis (3.att.), kas sastāda 11,37 % no kopējā vainu skaita. 12..15 m un 15...18 m augstuma grupā vairāk tika konstatētas tādas koksnes vainas kā padēls, dubultgalotne un divpusējā līkumainība. Pārējās augstuma grupās tika konstatēts mazāks koksnes vainu apjoms.

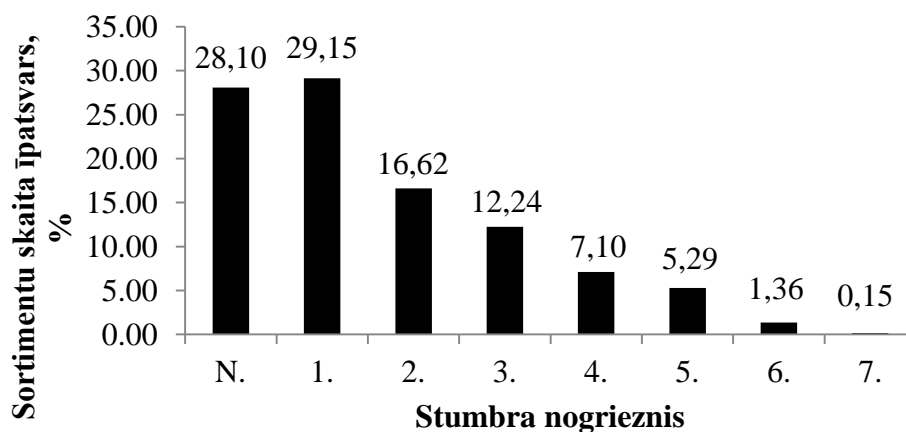


5.3.att. Audzes koksnes vainu veidi un skaits pa augstuma grupām

Koksnes vainu ietekmes novērtējums apaļo kokmateriālu sagatavošanā

Manuāla iejaukšanās tika veikta 354 no 544 kokiem, jeb 65,07 % no kopējā reģistrētā nozāgēto koku skaita. Lai apkopotu kopējo manuāli sagatavoto apaļo kokmateriālu skaitu, tika apkopots manuālo griezumu un manuāli sagatavoto apaļo kokmateriālu skaits, kas attiecināts uz kopējo manuāli sagatavoto apaļo kokmateriālu skaitu. Ar „N” tiek apzīmēts nelikvīds.

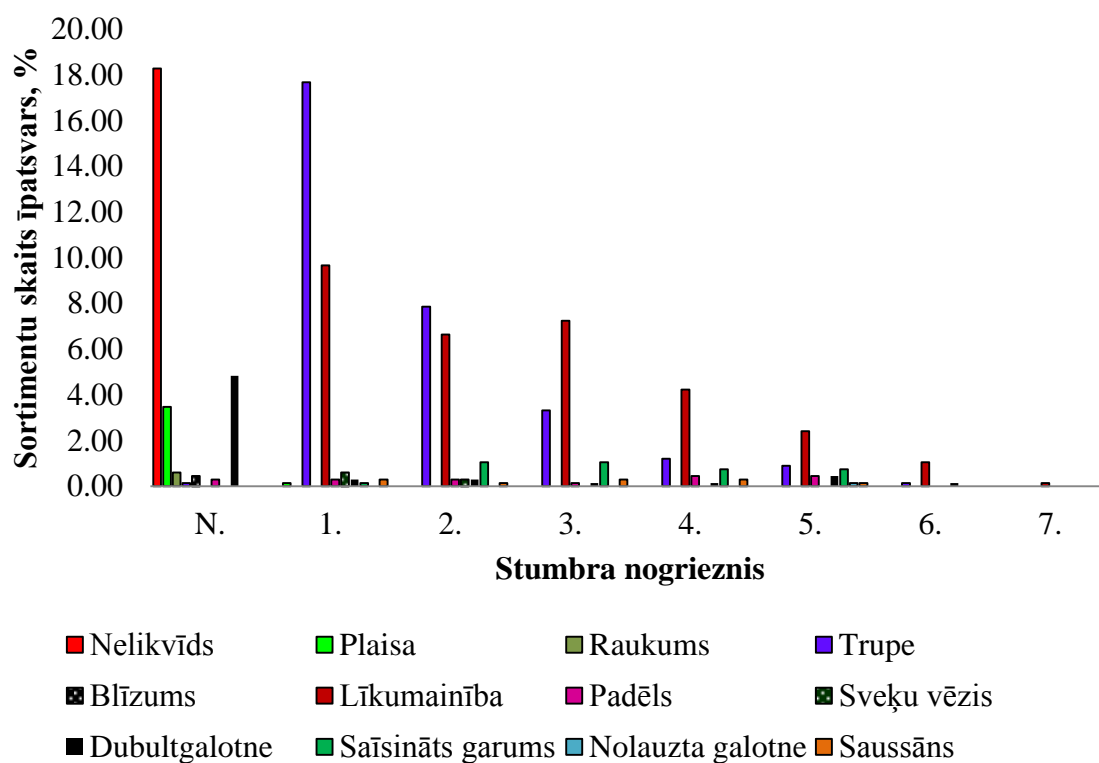
Koka stumbram tika nozāgēta ripa 28,10 % gadījumu no kopējā manuālo iejaukšanos skaita (5.4.att.). Pirmais stumbra nogrieznis manuāli tika sagatavots 29,15 % gadījumu, bet otrais stumbra nogrieznis manuāli tika sagatavots 16,62 % gadījumos. Ar katru nākamo stumbra nogriezni manuālo iejaukšanos skaits pakāpeniski samazinās.



5.4.att. Kopējie manuāli sagatavotie apaļie kokmateriāli

Lai apkopotu manuāli sagatavoto sortimentu skaitu vainu ietekmē, tika apkopots vainu skaits, katrā stumbra nogrieznī, kuras kļuva par iemeslu apaļā kokmateriāla kvalitātes samazināšanai un attiecinātas uz kopēju konstatēto vainu skaitu katram manuāli sagatavotajam apaļajam kokmateriālam un katrai sugai atsevišķi.

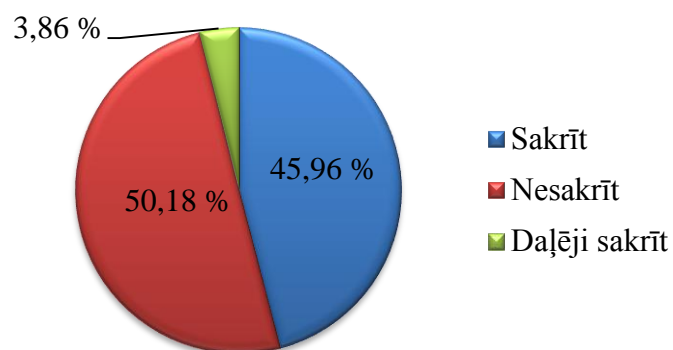
No kopējo nozāgēto koku skaita, ripa (5.5.att.), ievērojami vairāk, tika nozāgēta kā nelikvīds (18,28 %). Galvenie divi iemesli manuālai apaļo kokmateriālu sagatavošanai tika konstatēta trupe un līkumainība. Trupe ievērojami vairāk tika fiksēta pirmajā manuāli sagatavotajā apaļajā kokmateriālā (17,67 %), bet līkumainība vairāk tika konstatēta pirmajā, otrajā un trešajā apaļajā kokmateriālā, attiecīgi 9,67 %, 6,65 % un 7,25 % no kopējā konstatētā.



5.5.att. Manuāli sagatavoto apaļo kokmateriālu skaits dažādu faktoru ietekmē

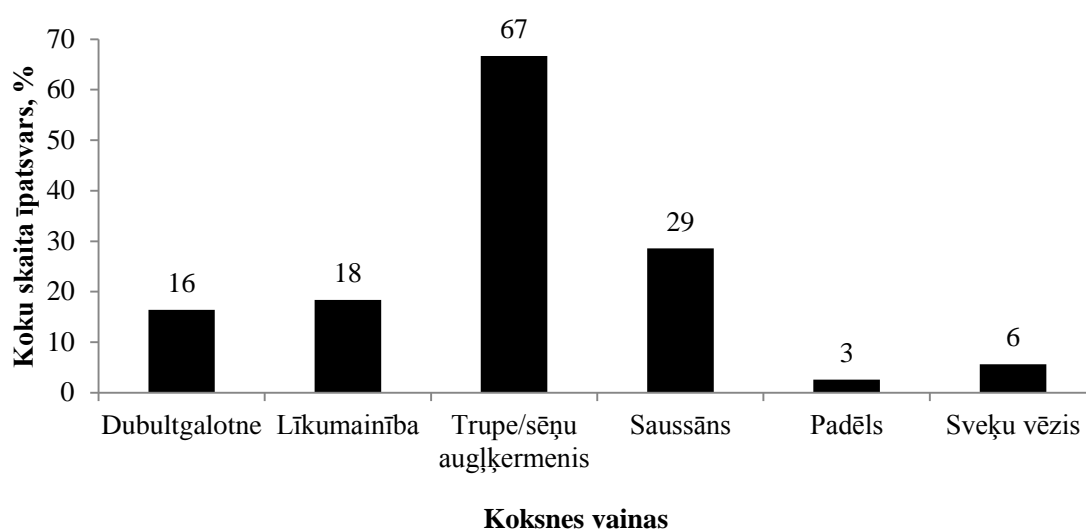
Lielāko neatbilstību mežaudzes vērtējumā ar harvestera operatora vērtējumu radīja trupes esamība. Lai gan trupes indikatori kokam ir sēņu augļķermeņi, tomēr tie, mežaudzes vērtēšanas procesā, tika konstatēti tikai 1,65 % no visiem kokiem. Mežaudzes zāģēšanas laikā, trupe tika konstatēta 23,81 % no kopējā zāģēto koku skaita.

Tika salīdzināti visi uzmērītie koksnes vainu dati augošiem kokiem ar harvestera operatora konstatētajām koksnes vainām, kuru rezultātā tika samazināta apaļā kokmateriāla kvalitāte. Ja harvestera operators un augoša koka vērtētājs tika konstatējis koksnes vainu, tad tā tika apkopota kā „sagrīt”, ja atšķīrās, tad „nesagrīt”, bet ja vizuāli konstatētā koksnes vaina sagrīt abiem vērtētājiem, bet tika konstatēta arī trupe, kuru no ārpuses nevar pamanīt, tad tas tika konstatēts kā „daļēji sagrīt”. Visi apkopotie dati tika attiecināti uz kopējo nozāģēto reģistrēto koku skaitu un iegūts procentuālais sadalījums, skat.5. 6.att. Nedaudz vairāk par pusi – 50,55 % vērtējumu nesagrīt, 45,77 % sagrīt, bet 3,68 %, no kopējā reģistrēto koku skaita, daļēji sagrīt.



5.6.att. Harvestera operatora un augoša koka vērtētāja konstatēto koksnes vainu sakrītība

Harvestera operatora un augoša koka vērtētāja konstatēto koksnes vainu sakrītība pa koksnes vainām attēlota 5.7.attēlā.



5.7. att. Harvestera operatora un augoša koka vērtētāja konstatēto koksnes vainu sakrītība pa koksnes vainām

Liela daļa ārēji konstatēto koksnes vainu neietekmē apaļo kokmateriālu sagatavošanu atbilstoši kvalitātes prasībām. Kas skaidrojams ar to, ka koksnes vainas atrodas dažādos augstumos, ir dažāda rakstura, kā arī vairākas koksnes vainas atrodas vienā stumbra nogrieznī, t.i. gadījumos, ja tiek konstatēta arī trupe.