



NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA

Eiropas Reģionālās
attīstības fonds

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

STARPATSKAITE

PAR MIZAS DUBULTBIEZUMA PĒTĪJUMA GAITU

FAKTISKĀ MIZAS DUBULTBIEZUMA IETEKMĒJOŠO FAKTORU ANALĪZE MEŽĀ UN PĀRSTRĀDES VIETĀS (PRIEDE UN EGLE)

Projekta numurs: 1.2.1.1/18/A/004_P8

Starpatskaiti sagatavoja: Mareks Millers

2020. gada decembris

Saturs

Ievads	3
1. Metodika apaļo kokmateriālu mizas biezuma novērtēšanai mežā.....	4
2. Metodika tilpuma noteikšanas precizitātes novērtēšanai	12
3. Priedes un egles mizas dubultbiezuma analīze	16
3.1. Priedes faktiskā mizas dubultbiezuma analīze stumbra garumā.....	17
3.2. Priedes mizas redukcijas algoritmu analīze	23
3.3. Priedes mizas redukcijas algoritmu ietekme uz tilpuma novirzi.....	28
3.4. Egles mizas dubultbiezuma analīze stumbra garumā	32
3.5. Egles mizas dubultbiezuma izvērtējums	37
Secinājumi.....	39
Izmantoto informācijas avotu saraksts.....	40

Ievads

Apaļo kokmateriālu caurmēru parasti mēra ar mizu, bet koksnes apjoma aprēķinā meža inventarizācijā, apaļo kokmateriālu tirgū un ciršanas optimizācijas algoritmos parasti pieņem caurmēru bez mizas, kuram ir lielāka ekonomiskā nozīme. Šādiem gadījumiem daudzām koku sugām ir izstrādāti, un pielāgoti vietējie vai reģionālie algoritmi mizas dubultbiezuma un tilpuma novērtēšanai. Mizas dubultbiezumu var aprēķināt ar dažādiem vienādojumiem kā funkciju no caurmēra ar mizu. Šādos gadījumos nepieciešams akurāti un precīzi uzmērīts faktiskais caurmērs ar mizu un atbilstošs mizas reducēšanas algoritms. Neprecīza caurmēra bez mizas prognozēšanas dēļ rodas kļūdas tilpuma aprēķinos.

Viensatvēriena harvesteriem un automatizētām uzmērīšanas ierīcēm nepieciešami precīzi mizas dubultbiezuma aprēķini, lai pārietu no caurmēra ar mizu uz caurmēra bez mizas, kas uzlabo apaļo kokmateriālu šķirošanu un tilpuma noteikšanas precizitāti.

Šobrīd Latvijā lielākoties izmanto pielāgotus mizas reducēšanas algoritmus gan harvesteros, gan automatizētās uzmērīšanas ierīcēs, tādēļ tiek īstenots pētījuma projekts "Automatizēto uzmērīšanas ierīču un harvestera programmatūrā ietvertu mizas vienādojumu izpēte", kura mērķis ir izvērtēt esošos mizas reducēšanas algoritmus, novērtējot to ietekmi uz tilpuma noteikšanas precizitāti, un izstrādāt nepieciešamās korekcijas. Tāpat projekta ietvaros tiks izstrādātas jaunas matemātiskas funkcijas mizas dubultbiezuma novērtēšanai, kā rezultātā būs iespējams uzlabot apaļo kokmateriālu tilpuma noteikšanas precizitāti bez mizas.

Šajā starpatskaitē galvenā vērība pievērsta plašāk izplatīto un komerciāli nozīmīgāko skujkoku (priede un egle) faktiskam mizas dubultbiezumam un tā izmaiņām stumbra garumā.

Izmantojot līdz šim pētniecības projektā ievāktos datus, ir izvērtēti faktiski izmatotie un teorētiski iespējamie mizas redukcijas vienādojumi harvesteriem un automatizētām uzmērīšanas ierīcēm. Izstrādāti provizoriski iespējamie harvesteru un automatizēto uzmērīšanas ierīču mizas redukcijas vienādojumi, kas uzlabotu apaļo kokmateriālu šķirošanu un tilpuma noteikšanas precizitāti.

1. Metodika apaļu kokmateriālu mizas biezuma novērtēšanai mežā

Tiks pētītas galvenās Latvijā komerciāli izmantojamās koku sugas – priede, egles, bērzs, melnalksnis, apse, baltalksnis, ozols un osis. Lai novērtu mizas biezuma mainību paredzēts izvērtēt sekojošus ietekmējošos faktorus:

1. koku suga;
2. cirtes veids;
3. krūšaugstuma caurmērs;
4. vieta stumbrā;
5. apaļu kokmateriālu caurmērs;
6. bonitātes klase;
7. augšanas reģions.

Apaļu kokmateriālu caurmērs un koku suga ir galvenie kritēriji, kurus izmanto tilpuma un cenas noteikšanai. Dažāda vecuma audzēs pie dažādiem augšanas apstākļiem apaļiem kokmateriāliem var būt līdzīgs caurmērs un atšķirīgs mizas biezums, tādēļ ņemot vērā vecuma ietekmi, parauglaukumi tiks izveidoti gan galvenās cirtes, gan starpcirtes audzēs.

Priedei, ierīkojot parauglaukumus, plānots atsevišķi izdalīt 1. krājas kopšanas cirti, 2. krājas kopšanas cirti un galveno cirti. Egles un bērzam tiks izdalīta kopšanas cirte un galvenā cirte, bet melnalksnim, apsei, baltalksnim, ozolam un osim parauglaukumi tiks ierīkoti tikai galvenajā cirtē.

Pētījuma gaitā ir paredzēts noskaidrot, vai mizas biezuma rādītājus priedei, egles un bērzam ietekmē augšanas reģions. Lai novērtētu šī faktora būtiskumu Latvija tiks sadalīta rietumu (Kurzeme un Zemgale) un austrumu (Vidzeme un Latgale) reģionos (skat. 1.1. att.). Dati tiks ievākti izvēlētajiem reģioniem vienmērīgā izvietojumā visā Latvijas teritorijā. Iekārtojot parauglaukumus abās Latvijas daļās ar līdzīgiem augšanas apstākļiem, tiks nodrošināts pētījumu atkārtojums un reģionu ietekmes salīdzinājums. Melnalksnim, apsei, baltalksnim, ozolam un osim augšanas reģions netiks izdalīts.



1.1. att. Latvijas teritorijas dalījums rietumu un austrumu reģionos.

Priedei atsevišķi papildus paredzēts izdalīt arī piejūras zemi. Piejūras zeme ir dabas apgabals Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastē. Zeme stiepjas gar visu Latvijas piekrastes joslu 2—20 km platumā gar līča krastu un 6—25 km platumā gar jūras krastu no Igaunijas līdz Lietuvai (skat. 1.2. att.). Par piejūras zemes iekšējo (sauszemes) robežu uzskata Baltijas ledus ezera augstākās stadijas krasta līniju. Atsevišķos posmos šī līnija skaidri iezīmējas ar seno krastu kraujām un krastu vaļņiem, citur tā nemanāmi saplūst ar reljefu.



1.2. att. Latvijas fizioģeogrāfiskie rajoni (piejūras zeme).

Lai novērtētu meža augšanas apstākļu ietekmi uz mizas biezuma rādītājiem, pēc VMD statistikas datiem tika atlasīti visplašāk pārstāvētie meža augšanas apstākļu tipi katrai koku sugai, kurus iespējams sasaistīt ar bonitātes klasēm (skat. 1.1. tab.).

1.1. tabula

Bonitātes klasēm atbilstošie MAAT pa koku sugām

Koku suga	Bonitātes klase	MAAT
Priede	Ia - I	Dm, As, Ks
	II	Ln
	III - IV	Mr, Dms, Nd
Egle	Ia - I	Dm, Vr, As, Ap
	II - III	Dms
Bērzs	Ia - I	Dm, Vr, As, Ap, Ks, Kp
	II - III	Dms, Vrs
Melnalksnis	Ia - III	Vrs, Db, Lk, Ap, Kp
Apse	Ia - I	Dm, Vr, Gr, Ap
Baltalksnis	Ia - III	Dm, Vr, Gr, Vrs, Ap
Ozols	Ia - I	Dm, Vr, Gr,
Osis	Ia - I	Vr, Gr, Ap

Pie katras bonitātes klases katrai koku sugai tiek izvēlēti plašāk pārstāvētie meža augšanas apstākļu tipi pēc Valsts meža dienesta 2018. gada statistikas. Izvēloties meža augšanas apstākļu tipus, tika vērtēts vai konkrētais tips sastāda vismaz 5% no kopējā apjoma un izvēlēto tipu grupa katrai koku sugai sastāda vismaz 80% no kopējā apjoma (skat. 1.2. tab.).

1.2. tabula

Koku sugu sadalījums pa MAAT

MAAT	Rādītājs	Koku suga							
		1 P	3 E	4 B	6 Ma	8 A	9 Ba	10 Oz	11 Os
2 Mr	Apj.(m ³)	20043296	49220	77715	2199	1530	1851	87	670
	Apj.(%)	8,34	0,05	0,05	0,01	0	0,01	0	0,02
3 Ln	Apj.(m ³)	44238747	718496	583796	4553	25074	44122	13469	214
	Apj.(%)	18,4	0,67	0,38	0,02	0,07	0,15	0,56	0,01
4 Dm	Apj.(m ³)	71136239	30131045	27185334	97880	3730496	1802685	489597	86796
	Apj.(%)	29,59	27,94	17,47	0,53	10,37	5,94	20,33	2,25
5 Vr	Apj.(m ³)	879414	37215976	37488434	587480	20141089	18777657	1256889	1105903
	Apj.(%)	0,37	34,51	24,09	3,18	55,97	61,91	52,2	28,64
6 Gr	Apj.(m ³)	42666	2881793	4392370	236031	3865941	1839622	529884	1617258
	Apj.(%)	0,02	2,67	2,82	1,28	10,74	6,07	22	41,88
9 Dms	Apj.(m ³)	12947060	6359818	8700079	527318	682938	346747	6925	15162
	Apj.(%)	5,38	5,9	5,59	2,85	1,9	1,14	0,29	0,39
10 Vrs	Apj.(m ³)	165662	3899779	9278102	2501121	1620756	2496215	22962	130189
	Apj.(%)	0,07	3,62	5,96	13,53	4,5	8,23	0,95	3,37
14 Nd	Apj.(m ³)	13634228	1572459	8306118	212607	52346	24447	627	1951
	Apj.(%)	5,67	1,46	5,34	1,15	0,15	0,08	0,03	0,05
15 Db	Apj.(m ³)	149149	1037519	8597532	5885622	131690	217500	321	47078
	Apj.(%)	0,06	0,96	5,53	31,85	0,37	0,72	0,01	1,22
16 Lk	Apj.(m ³)	3813	66509	416760	958096	10088	38892	40	15169
	Apj.(%)	0	0,06	0,27	5,18	0,03	0,13	0	0,39
19 As	Apj.(m ³)	19346570	9741673	11910744	296857	1324013	715117	21700	13606
	Apj.(%)	8,05	9,03	7,65	1,61	3,68	2,36	0,9	0,35
21 Ap	Apj.(m ³)	205711	5399771	12157162	2217725	3098833	3227049	57259	460490
	Apj.(%)	0,09	5,01	7,81	12	8,61	10,64	2,38	11,92
24 Ks	Apj.(m ³)	15883610	4831989	12039455	236980	289393	94320	1348	7284
	Apj.(%)	6,61	4,48	7,74	1,28	0,8	0,31	0,06	0,19
25 Kp	Apj.(m ³)	185185	2912847	11530485	3938606	550329	403874	1687	129037
	Apj.(%)	0,08	2,7	7,41	21,31	1,53	1,33	0,07	3,34

Lai iegūtu atbilstošus mizas biezuma rādītājus, viens no metodikas uzdevumiem ir noteikt vajadzīgo apaļo kokmateriālu skaitu no dažādām stumbra daļām, lai novērtētu mizas biezuma izmaiņas stumbra garumā gan starpcirtē, gan galvenajā cirtē. Pie atbilstoša mērījuma apjoma katrā parauglaukumā (cīsmā) un reģionā ir iespējams novērtēt esošos mizas biezuma vienādojumus un nepieciešamības gadījumā izstrādāt jaunus precīzākus mizas biezuma prognozēšanas vienādojumus. Parauglaukumā nepieciešamo apaļo kokmateriālu skaitu n katrai koku sugai pa cirtes veidiem un stumbra daļām aprēķina pēc formulas:

$$n = \frac{t_{\alpha;\infty}^2 s\%^2}{\Delta_{\bar{x}} \%^2}, \quad (1.1.)$$

kur:

$t_{\alpha;\infty}$ - t-kritērija kritiskā vērtība atbilstoši būtiskuma līmenim α un brīvības pakāpju skaitam $\infty(1,96)$;

$\Delta_{\bar{x}}$ - robežklūda, %;

$s\%$ - variācijas koeficients:

$$s\% = \frac{100s}{\bar{x}}, \quad (1.2.)$$

kur:

s – standartnovirze mērītās vienībās;

$\bar{x}$ – paraugkopas vidējais aritmētiskais mērītās vienībās.

Formulā robežklūda nosaka, cik lielā mērā paraugkopas vidējais aritmētiskais $\bar{x}$ drīkst atšķirties no ģenerālkopas aritmētiskā vidējā μ . Plānojot n , robežklūdu nosaka pētījuma pasūtītājs.

Pirms pētījuma standartnovirzes s un variācijas koeficienta $s\%$ precīzas vērtības nav zināmas. Tās jāiegūst no zinātniskās literatūras vai pilotpētījuma rezultātā. Šajā gadījumā šie rādītāji iegūti no ERAF finansēta pētījuma projekta „Apaļo kokmateriālu tilpuma individuālās uzmērīšanas metožu precizitātes ietekmējošo faktoru un optimizācijas iespēju izpēte” (P13), kurš īstenots SIA „MNKC” un VA “LIAA” 08.04.2011. noslēgtā līguma Nr. L-KC-11-0004 “Meža Nozares Kompetences centrs” ietvaros.

Balstoties uz iepriekšminētā pētījuma projekta mizas biezuma izkliedes rādītājiem (standartnovirze un variācijas koeficients), ir aprēķināts paraugkopas minimālais apjoms vienā cīsmā, ievērtējot koku sugu, cirtes veidu, vietu stumbrā un iespējami pieļaujamo robežklūdu (skat. 1.3. tab.). Šajā gadījumā ieteicamā pieļaujamā robežklūda būtu 10 – 15 % (uz 10 mm biezas mizas pieļaujamā klūda 1 – 1,5 mm).

1.3. tabula

Apaļo kokmateriālu skaits parauglaukumā (cīrsmā)

Koku suga	Cirtes veids	Vieta stumbrā	Vidējais mizas dubultbiezums, mm	Standartnovirze	Variācijas koeficients	Skaits, gab. pie noteiktas robežklūdas			
						$\Delta x=5\%$	$\Delta x=10\%$	$\Delta x=15\%$	$\Delta x=20\%$
Priede	Starpcirte	Resgalis	11,0	2,2	20	61	15	7	4
		Vidusdaļa	4,5	1,1	24	89	22	10	6
		Galotnes daļa	4,1	0,8	20	61	15	7	4
	Galvenā cirte	Resgalis	18,5	6,9	37	210	53	23	13
		Vidusdaļa	7,7	4,4	57	499	125	55	31
		Galotnes daļa	5,6	1,8	32	157	39	17	10
Egle	Starpcirte	Resgalis	8,2	2,5	30	138	35	15	9
		Vidusdaļa	8,1	2,3	28	120	30	13	8
		Galotnes daļa	7,2	1,2	17	44	11	5	3
	Galvenā cirte	Resgalis	10,9	4,1	38	222	55	25	14
		Vidusdaļa	10,1	3,3	33	167	42	19	10
		Galotnes daļa	8,2	1,5	18	50	12	6	3
Bērzs	Starpcirte	Resgalis	11,7	2,1	18	50	12	6	3
		Vidusdaļa	9,4	2,0	21	68	17	8	4
		Galotnes daļa	8,0	1,9	24	89	22	10	6
	Galvenā cirte	Resgalis	16,2	3,4	21	68	17	8	4
		Vidusdaļa	14,2	3,9	27	112	28	12	7
		Galotnes daļa	13,4	3,5	26	104	26	12	6
Melnalksnis, apse, baltalksnis, ozols, osis	Galvenā cirte	Resgalis	15,8	3,5	22	74	19	8	5
		Vidusdaļa	14,1	3,3	23	81	20	9	5
		Galotnes daļa	12,5	2,5	20	61	15	7	4

Bez paraugkopas minimālā apjoma vienā cirsmā tiek novērtēts arī kopējais cirsmu (parauglaukumu) skaits, ievērtējot koku sugu, cirtes veidu, bonitātes klasi, augšanas reģionu un atkārtojumu skaits (skat. 1.4. tab.).

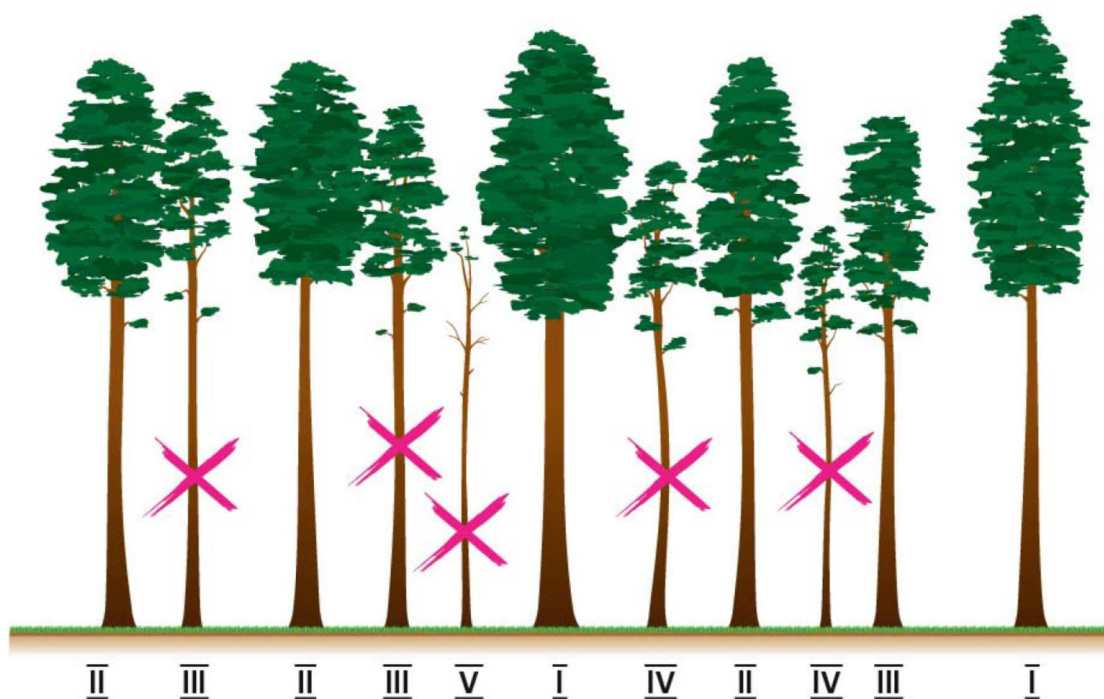
1.4. tabula

Parauglaukumu skaits pa koku sugām

Koku suga	Cirtes veidi	Bonitātes klases intervāli	Reģioni	Atkārtojumi	Parauglaukumu skaits, gab.
Priede	3	3	3	3	81
Egle	2	2	2	5	40
Bērzs	2	2	2	5	40
Melnalksnis	1	1	---	10	10
Apse	1	1	---	10	10
Baltalksnis	1	1	---	10	10
Ozols	1	1	---	10	10
Osis	1	1	---	10	10

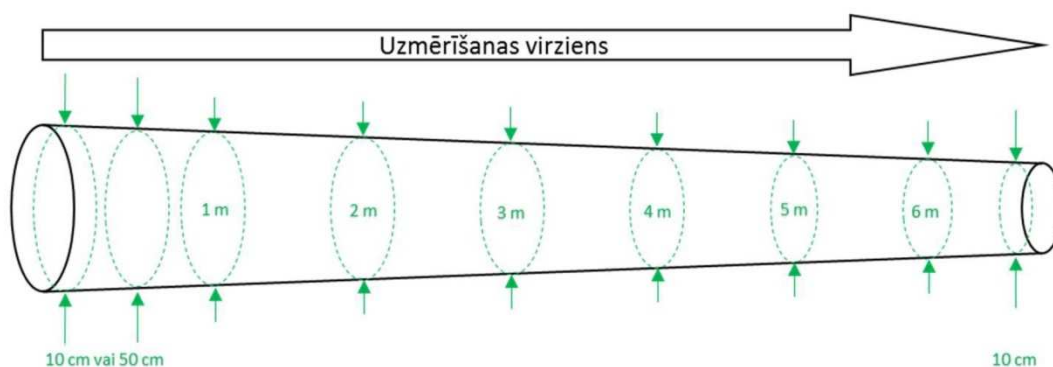
Galvenajā cirtē parauglaukumu iekārto vienā hārvestera izstrādes slejā, kas vislabāk reprezentē visu audzi, un pētāmās koku sugas koku skaits tajā nebūtu mazāks par 100. Nepieciešamības gadījumā koki tiek iezīmēti vairākās slejās. Paraugkoku izvēli iespējams uzsākt tikai pēc visu koku apsekošanas parauglaukumā. Katru atbilstošās koku sugas koku parauglaukumā numurē. Tāpat katram kokam ar dastmēru uzmēra caurmēru krūšu augstumā (pie 1,3 metriem). Pēc tam datus apkopo pa caurmēra grupām ar soli 4 cm. Ierīkotajā parauglaukumā ar noteiktu soli pēc vienmērīga izvietojuma principa izvēlas nepieciešamo koku skaitu, no kuriem tiks sagatavoti apaļie kokmateriāli. Paraugkokus sadala proporcionāli koku skaita sadalījumam caurmēra grupās. Paraugkoki jāizvēlas taisni, simetriski (apaļi), bez redzamām stumbra formas vainām.

Krājas kopšanas cirtēs parauglaukumus izvieto līdzīgi kā galvenā cirtē. Jāņem vērā mežizstrādes norādījumos norādītais kopšanas cirtes izstrāde paņēmieni. Krājas kopšanas cirtē paraugkoki tiek izvēlēti un apaļie kokmateriāli sagatavoti pēc darba uzdevumā atbilstošām caurmēru grupām (no 6 cm līdz ≥ 28 cm). Šajā gadījumā jāievērtē ražošanas apstākļi, kā rezultātā nav iespējams cirst labākos un perspektīvākos kokus. Veicot 1. kopšanas cirti cērt tievākos un augšanā atpalikšos kokus un, ja pieļaujams, arī daļu no tievākajiem vai sliktas kvalitātes valdaudzes kokiem, kā arī valdaudzes kokus uz pievešanas ceļiem (skat 1.3. att.). Attēlā zemāk norādītā izvēle ir aktuāla audzēs, kur pirms tam nav veikta kopšanas cirte. Audzēs, kur pirmā krājas kopšanas cirte jau ir veikta, uz tehnoloģiskā koridora nav koki, kurus nocirst. Papildus krājas kopšanas cirtei var būt nosacījums sugu sastāva maiņai un var veikt kombinēto vai augšējo ciršanas paņēmieni, kad izcērt nevēlamās sugas, neatkarīgi no koku Krafta klases.



**1.3. att. Augšanas gaitu raksturo koku iedalījums Krafsta klasēs
(Kopšanas ciršu rokasgrāmata - LVM).**

Pēc tam, kad pabeigti apaļo kokmateriālu sagatavošanas darbi, ar rokas mērinstrumentiem (elektroniskais dastmērs, mērlente, bīdmērs) tiks izmērīti apaļo kokmateriālu caurmēri ar mizu, garums un mizas biezums visiem no paraugkociem sagatavotiem apaļiem kokmateriāliem. Apaļo kokmateriālu caurmēra un mizas biezuma uzmērīšana tiks īstenota ar kontrolsortimentiem izmantoto uzmērīšanas paņēmieni (solis – 1 m). Resgaļa sortimentiem bez iepriekšminētiem mērījumiem caurmērs un mizas biezums jāuzmēra pie 0,5 m attāluma no resgaļa (skat. 1.4. att.). Visi caurmēru mērījumi ar mizu tiek veikti divos savstarpēji perpendikulāros virzienos. Tāpat tiks uzmērīts arī faktiskais apaļo kokmateriālu garums.



**1.4. att. Apaļo kokmateriālu caurmēra un mizas biezuma mērījuma vietas
(PROCEDŪRA Nr.VKP1/2018).**

Mizas dubultbiezuma noteikšanai nepieciešams reģistrēt šādus datus:

- sortimenta garums, cm;
- resgaļa caurmērs ar mizu, mm;
- mizas biezums resgalī, mm;
- caurmēri ar mizu un mizas biezums ik pēc 1 m no resgaļa gala plaknes, mm;
- tievgaļa caurmērs ar mizu, mm;
- mizas biezums tievgalī, mm;
- vieta stumbrā.

Nominālais sekcijas garums ir 1 m, izņēmums ir pēdējā sekcija, kuras garums var būt no 15 cm līdz 114 cm. Mizas biezumu novērtē, izcērtot 2 rombveida mizas paraugus caurmēra mērīšanas vietā vienā no diviem caurmēra uzmērīšanas virzieniem (skat. 1.5. att.).



1.5. att. Rombveida mizas paraugu sagatavošana mizas biezuma novērtēšanai.

2. Metodika tilpuma noteikšanas precizitātes novērtēšanai

Novērtējot tilpuma noteikšanas precizitāti, tiks izmantoti faktiski izmatotie mizas redukcijas vienādojumi harvesteriem un automatizētām uzmērīšanas ierīcēm. Tāpat tiks izvērtēti teorētiski iespējamie mizas redukcijas vienādojumi un jaunie mizas reducēšanas vienādojumi, kuri tiks iegūti pētniecības projekta laikā. Šādā veidā tiks noteikti vispiemērotākie mizas redukcijas vienādojumi un to koeficienti harvesteriem un automatizētām uzmērīšanas ierīcēm.

Lielākā daļa moderno harvesteru nosaka mizas biezumu, izmantojot četrus iebūvētos StanForD modeļus. Pielietojot dažādus mizas reducēšanas vienādojumus iespējams izmatoto arī atšķirīgus tilpuma noteikšanas algoritmus (skat. 2.1. tab.).

2.1. tabula

Tilpuma noteikšanas un mizas reducēšanas metodes (StanForD 2010)

Name	Description	Swe sub	Swe to	Fin ¹ sob	Nor ² mid	Ger mid	Ger top	Dan mid	Est mid	Fra sub
Old codes (var161_t1)		2	1	130	4	7	6	136	12	2
Country code (var6_t1)		752	752	246	578	276	276	208	233	250
<u>VolumeDiamCategory</u> Diameters used in price volume calculation:	1 = Solid volume 2 = Top 3 = Mid 4 = Calculated Norwegian mid 5 = Calculated Estonian mid	1	2	1	4	3	3	3	5	1
<u>BarkFunctionCategory</u>	1=None 2=Swedish Zacco 3=German 4=Skogforsk 2004, Scots pine 5=Skogforsk 2004, Norway spruce	2/4/5	2/4/5	1	2/4/5	3	3	1	2/4/5	2/4/5

Balstoties uz StanForD 2010 vadlīnijām, mizas biezumu harvesteriem var noteikt ar šādu funkciju palīdzību:

1. mizas funkcija, ko izstrādājis Zacco (1974);
2. mizas funkcija, kuras pamatā ir caurmēra klases ar fiksētiem mizas dubultbiežumiem, pamatojoties uz Vācijā izvirzītām prasībām;
3. mizas funkcija, ko izstrādājis “Skogforsk” 2004. gadā priekš parastās priedes (*Pinus sylvestris*);
4. mizas funkcija, ko izstrādājis “Skogforsk” 2004. gadā priekš parastās egles (*Picea abies*).

Zacco (1974) izstrādātā mizas funkcija un Vācijā izvirzītām prasībām atbilstošā mizas funkcija mizas dubulbiežumu (mm) nosaka balstoties un caurmēru ar mizu (mm). Savukārt “Skogforsk” 2004. gadā izstrādās mizas funkcijas priekš priedes un egles ietver plašāku ietekmējošo faktoru klāstu:

- attālums no stumbra resgaļa līdz vietai kur jāaprēķina mizas biezums;
- koka caurmērs krūšu augstumā
- ģeogrāfiskais platums (skat. 2.2. tab.).

Mizas funkciju apraksts (StanForD)

1) Bark function developed by Zacco (1974).
 Linear function: Double bark thickness = a + b * top diameter ob
 where a is stored as the first parameter in var113_t1 and b as the second parameter.
 For example: "Bark= 3,28+0,0370*diam" is stored as "113 1 328 370~" in a StanForD file.

2) Bark function based on diameterclasses with fixed bark deductions (double), based on German requirements.

Exempel:

Bark deduction, mm Lower diameter ob, mm

30 <=320

20 >320 <=200

10 >200 <=0

is stored as "112 2 3~113 2 320 200 0~113 3 3000 2000 1000~"

3) Function developed by Skogforsk (2004) for Scots pine
 (Pinus Sylvestris)

```
dbh_b=min(dbh,590)    /* DBH maximum 590 mm. */
htg=-ln(0.12/(72.1814+0.0789*dbh_b-0.9868*lat))/(0.0078557-
0.0000132*dbh_b) /* Break point in cm calculated */
db=3.5808+0.0109*dbh_b+(72.1814+0.0789*dbh_b-0.9868*lat)*
exp(-(0.0078557-0.0000132*dbh_b)*h) /* Double bark thickness below break point
calculated, mm */
if h>htg then db=3.5808+0.0109*dbh_b+0.12-0.005*(h-htg)
/* Double barkthickness above break point calculated, mm */
db=max(db, 2) /* Bark thickness minimum 2 mm */
```

4) Function developed by Skogforsk (2004) for Norway spruce(Picea abies)
 db=0.46146+0.01386*dbh+0.03571*dia /* Double bark thickness calculated, mm */
 db=max(db, 2) /* Bark thickness minimum 2 mm */

Db = double bark thickness (mm)

H = height from butt end of stem where bark thickness is to be calculated (cm)

Dbh = breast height diameter (mm)

Dia = diameter on bark where bark thickness is to be calculated (mm)

Lat = latitude (decimal degrees).

Latvijā pašlaik vispiemērotākā un plašāk lietotā apaļo kokmateriālu mizas biezuma lineārā funkcija ir šāda:

$$MDB = b_0 + b_1 \times D_{tam}, \quad (2.1.)$$

kur:

MDB - mizas dubultbiezums (mm);

b_0 un b_1 - lietotāja noteikti koeficienti;

D_{tam} - tievgaļa caurmērs ar mizu (mm).

Šajā gadījumā mizas dubultbiezums ir atkarīgs no tievgaļa caurmēra ar mizu un lietotāja noteiktiem koeficientiem. Latvijā (A/S “LVM”) šādi lietotāja noteikti koeficienti ir norādīti “STUMBRA SAGARUMOŠANAS (APT*) FAILU UZSTĀDĪJUMU STANDARTS”. APT* failos ir noteikti mizas parametri atbilstoši koku sugām:

- PRIEDE – miza 1.97 mm, 3.54%;
- EGLE, MELNALKSNIS, BALTALKSNIS, OSIS, LAPU KOKI – miza 3.08 mm, 4.04%;
- BĒRZS, APSE – miza 3,45 mm, 4,04%.

Automatizētām uzmērīšanas ierīcēm, lai pārietu no caurmēra ar mizu uz caurmēra bez mizas, kas nepieciešams apaļo kokmateriālu šķirošanai un apaļo kokmateriālu tilpuma noteikšanai, arī tiek izmantoti mizas biezuma aprēķinu vienādojumi. Šajā gadījumā mizas biezums tiek aprēķināts balstoties uz tievgaļa caurmēru ar mizu, koku sugu vai koku sugu grupu un mizas tipu (skat. 2.3. tab.).

2.3. tabula

Mizas reducēšanas vienādojumi automatizētām uzmērīšanas ierīcēm

Mizas tips	Priede	Egle u.c. koku sugas	Apse
Plāna miza (1)	$2.07 + 0.0175 * D_{tam}$	---	---
Vidēja miza (2)	$1.97 + 0.0354 * D_{tam}$	$3.08 + 0.0404 * D_{tam}$	$3.45 + 0.0404 * D_{tam}$
Bieza miza (3)	$5.23 + 0.0477 * D_{tam}$	---	---

D_{tam} – tievgaļa caurmērs ar mizu

Bērza finierkluču tilpums bez mizas tiek iegūts pareizinot finierkluča tilpumu ar koksnes īpatsvara koeficientu, kas mainās atkarībā no finierkluča caurmēra. Mizas atskaitījumā izmanto tievgaļa caurmēru un nogriežņa tilpumu ar mizu.

$$V_{bm} = V_{am} \times K_{koksnes}, \quad (2.2.)$$

kur:

V_{bm} – nogriežņa tilpums bez mizas, m³;

V_{am} – nogriežņa tilpums ar mizu, m³;

$K_{koksnes}$ - koksnes īpatsvara koeficients, atbilstoši 2.4. tabulai.

2.4. tabula

Koksnes īpatsvara koeficients bērza finierklučiem

Tievgaļa caurmērs, mm	$K_{koksnes}$	Mizas tilpums, % *
Līdz 190	0.88	12
190 – 229	0.89	11
230 – 389	0.90	10
390 ≤	0.91	9

* resgaļa sortimentiem norēķina dubultu mizas apjomu.

Izvērtējot faktiski izmatotos un teorētiski iespējamās mizas redukcijas vienādojumus harvesteriem un automatizētām uzmērīšanas līnijām, tiks novērtēta arī tilpuma noteikšanas precizitāte.

Novērtējot Mizas dubultbiezuma novērtēšana algoritmu ietekmi uz tilpuma noteikšanas precizitāti, sortimentu tilpums tiek aprēķināts atbilstoši procedūrai Nr.VKP1/2018 “Apaļo kokmateriālu tilpuma noteikšanas precizitātes kontrole (ar automatizētu uzmērīšanas ierīci)”.

Precizitāte tiks novērtēta, salīdzinot caurmēru ar mizu, mizas dubultbiezumus (faktiskos un pēc mizas redukcijas algoritmiem) un iegūto tilpumu, izsakot faktisko un procentuālo rādītāju starpību.

3. Priedes un egles mizas dubultbiezuma analīze

Lai izvērtētu faktisko mizas dubultbiezumu priedes un egles stumbra garumā, izmantoti līdz 2020. gada decembrim uzmērītie dati, kas iegūti no parauglaukumiem visā Latvijas teritorijā. Uz doto brīdi (2020. gada decembris) priedei un eglei ievērtējot cirtes veidu, bonitātes klasi un augšanas reģionu ir uzmērīti 96 parauglaukumi no 121 plānotā (skat. 3.1. tab.). Attiecīgi priedei 60 no 81 plānotā (74 %), bet eglei 36 no 40 plānotiem (90 %).

3.1. tabula

Uzmērīto parauglaukumu skaits uz 2020. gada decembri

Koku suga	Plānotais parauglaukumu skaits, gab.	Uzmērīto parauglaukumu skaits pa reģioniem, gab.								Izpilde no plānotā, %
		Rietumvidzeme	Dienvidlatgale	Vidusdaugava	Ziemeļkurzeme	Zemgale	Austrumvidzeme	Dienvidkurzeme	Kopā	
Priede	81	12	10	14	9	5	5	5	60	74
Egle	40	8	11	4	2	5	5	1	36	90

Izvērtējot dubultbiezuma izmaiņas stumbra garumā, paredzēts izvērtēt sekojošus ietekmējošos faktorus:

- koku suga;
- cirtes veids;
- krūšaugstuma caurmērs;
- vieta stumbrā;
- apaļo kokmateriālu caurmērs.

Atvieglot un vienkāršot datu turpmāko apstrādi un analīzi, visi koki sadalīti krūšaugstuma caurmēra pakāpēs – koku resnuma gradācijās ar 4 cm soli. Jebkurā caurmēra pakāpē iekļauti koki, kuru caurmērs ir $\pm 1/2$ no caurmēra pakāpes lieluma (4 cm caurmēra pakāpe – no 2,0 līdz 5,9 cm; 8 cm caurmēra pakāpe – no 6,0 līdz 9,9 cm utt.).

Katrai krūšaugstuma caurmēra pakāpei noteikti sekojoši raksturlielumi stumbra garumā:

- caurmērs ar mizu;
- faktiskais mizas dubultbiezums;
- mizas dubultbiezums pēc ATP* failā norādītiem mizas parametriem;
- mizas dubultbiezums pēc “Skogforsk” 2004. gadā sagatavotā algoritma;
- mizas dubultbiezums pēc VMF MI 07.06 instrukcijas.

3.1. Priedes faktiskā mizas dubultbiezuma analīze stumbra garumā

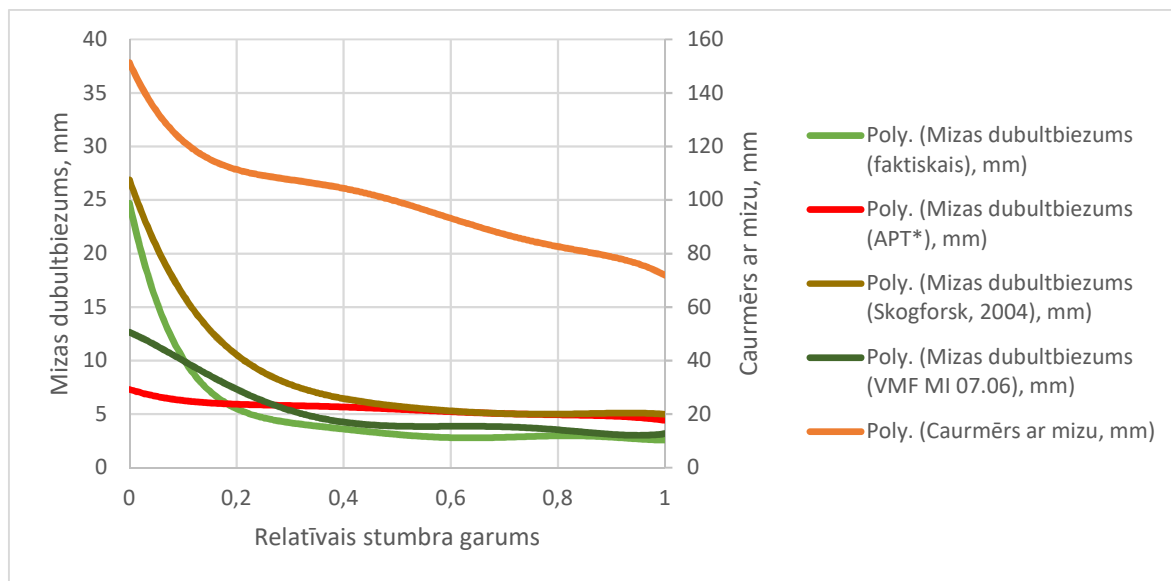
Veicot caurmēra un mizas biezuma mērījumus parauglaukumos (cīrsmās) sagatavotiem priedes stumbru nogriežņiem, ievērtēts arī cirtes veids (krājas kopšanas cirtē un galvenā cirtē).

No 3.1. attēla līdz 3.9. attēlam apkopots faktiskā un pēc dažādiem matemātiskiem algoritmiem aprēķinātā priedes mizas dubultbiezuma izmaiņas stumbra garumā. Vērtējot faktisko mizas dubultbiezumu stumbra garumā dažādās caurmēra pakāpēs neatkarīgi no cirtes veida, biezu mizu novērot līdz 15 % no stumbra garuma. Tālāk no 15 % līdz 30 – 40 % no stumbra garuma novērojama vidēji bieza miza, bet atlikušajā stumbra daļā novēroja plāna miza.

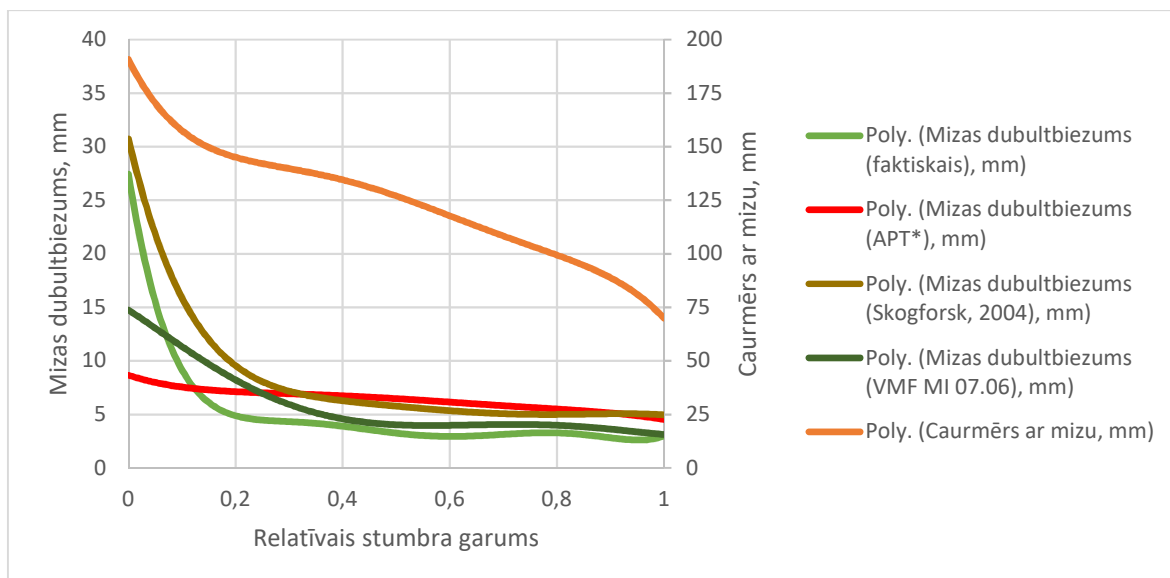
Vērtējot faktisko mizas dubultbiezumu stumbra garumā, izvērtēta arī šobrīd pieejamo un izmatoto mizas redukcijas algoritmu precizitāte. Vispirms analizēti krājas kopšanas cirtēs sagatavotie stumbra nogriežņi (skat. 3.1. – 3.3. att.).

Viena no funkcijām, kas norādīta StanForD 2010 vadlīnijās ir “Skogforsk” 2004. gadā izstrādātā funkcija, kura izmantojama priedes mizas dubultbiezuma novērtēšanai veicot mežizstrādi ar harvesteru. Mizas dubultbiezuma izmaiņu tendenci stumbra garumā funkcija aprēķina, pamatojoties uz koka krūšaugstuma caurmēru, attālumu no stumbra resgaļa un ģeogrāfisko platumu. Šai funkcijai krājas kopšanas cirtē sagatavotiem stumbra nogriežņiem ir novērojama tendence noteikt ievērojami lielāku mizas dubultbiezumu par faktisko, kas izskaidrojams ar to, ka šī funkcija sagatavota Zviedrijas apstākļiem. Atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes, vietas stumburā un mizas tipa novērojamas šādas mizas dubultbiezuma atšķirības:

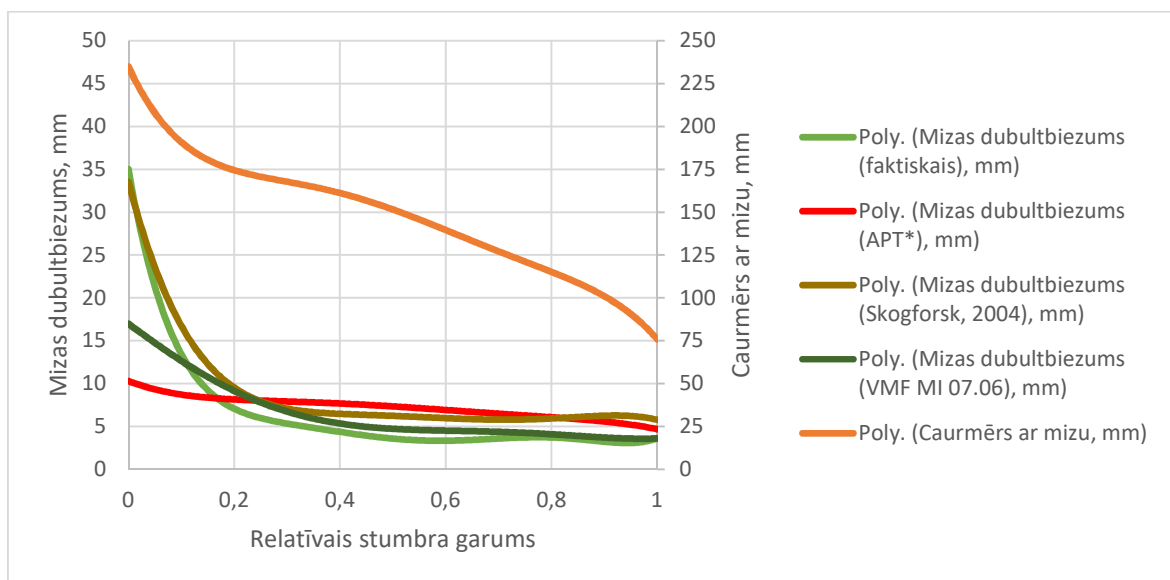
- biežai mizai vidēji no 0 līdz 6 mm;
- vidējai mizai vidēji no 3 līdz 4 mm;
- plānai mizai vidēji no 2 līdz 3 mm.



3.1. att. Vidējā priedes stumbra raksturlielumi 12 cm caurmēra pakāpē.



3.2. att. Vidējā priedes stumbra raksturlielumi 16 cm caurmēra pakāpē.



3.3. att. Vidējā priedes stumbra raksturlielumi 20 cm caurmēra pakāpē.

Šobrīd Latvijā harvesteros izmanto lineāro funkciju, kurā mizas dubultbiezums ir atkarīgs no tievgaļa caurmēra ar mizu un lietotāja noteiktiem koeficientiem. Latvijā (A/S “LVM”) šādi lietotāja noteikti koeficienti ir norādīti “STUMBRA SAGARUMOŠANAS (APT*) FAILU UZSTĀDĪJUMU STANDARTS”.

Izmantojot APT* failā norādītos koeficientus krājas kopšanas cirtēs stumbra resgaļa sortimentiem tiek noteikts vidēji par 3 – 17 mm mazāks mizas dubultbiezums salīdzinot ar faktisko, bet atlikušajā stumbra daļā tiek novērtēts vidēji par 1 – 4 mm lielāks mizas dubultbiezums salīdzinot ar faktisko.

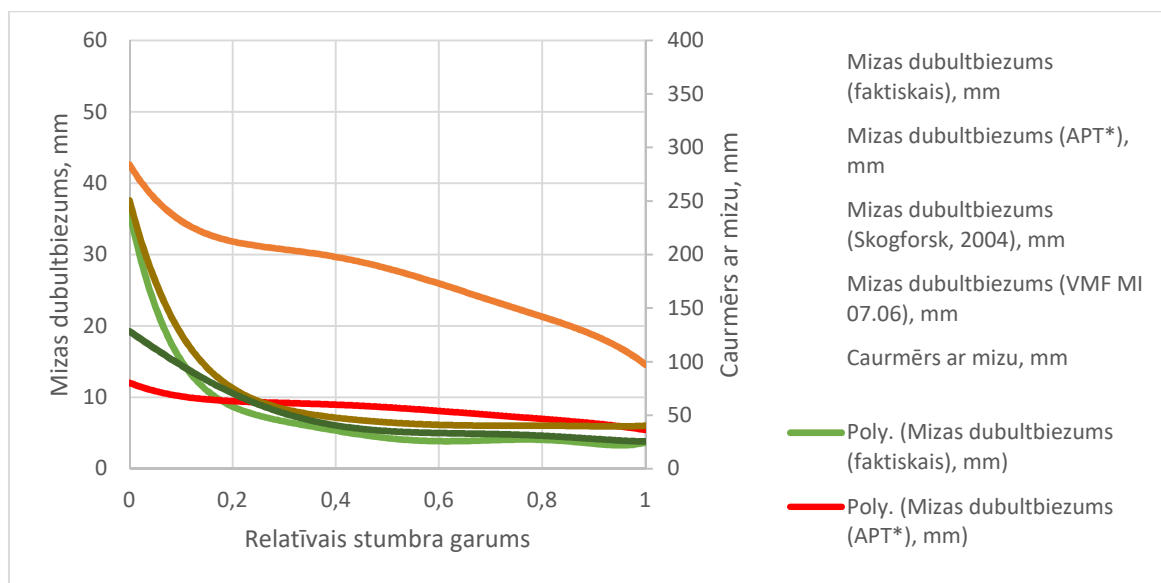
Automatizētām uzmērīšanas ierīcēm, lai pārietu no caurmēra ar mizu uz caurmēra bez mizas, kas nepieciešams apaļo kokmateriālu šķirošanai un apaļo kokmateriālu tilpuma noteikšanai, arī tiek izmantoti mizas dubultbiezuma aprēķinu vienādojumi, kas norādīti

VMF MI 07.06 instrukcijā. Šajā gadījumā mizas dubultbiezums katram mizas tipam tiek rēķināts atsevišķi.

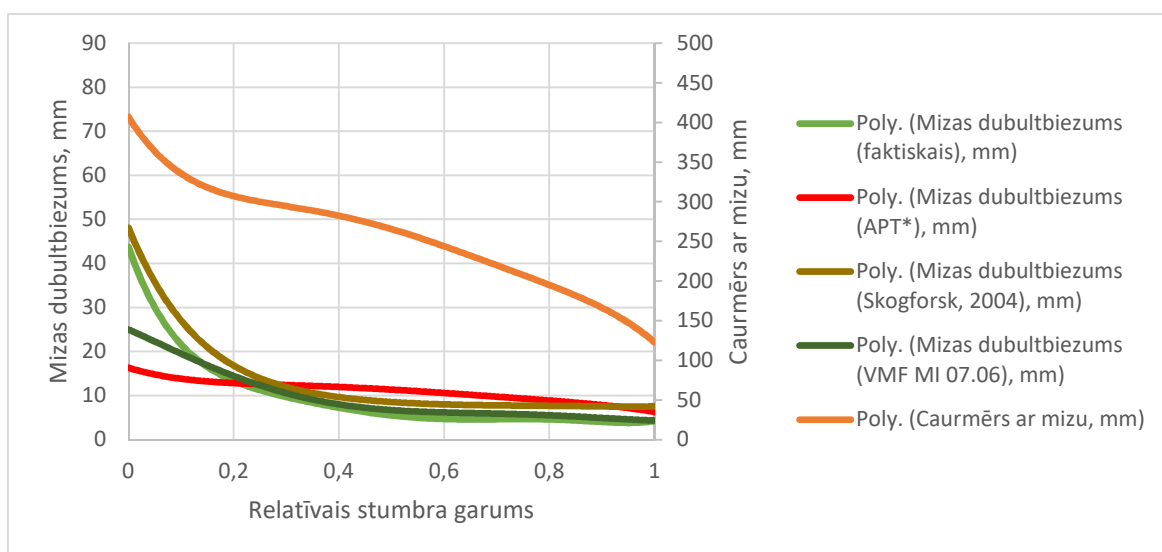
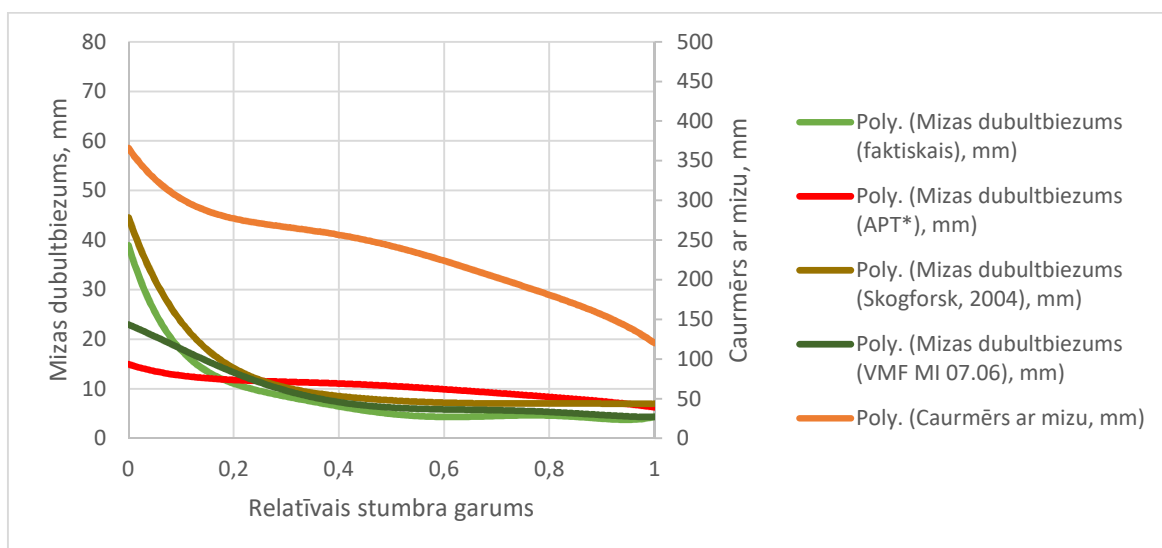
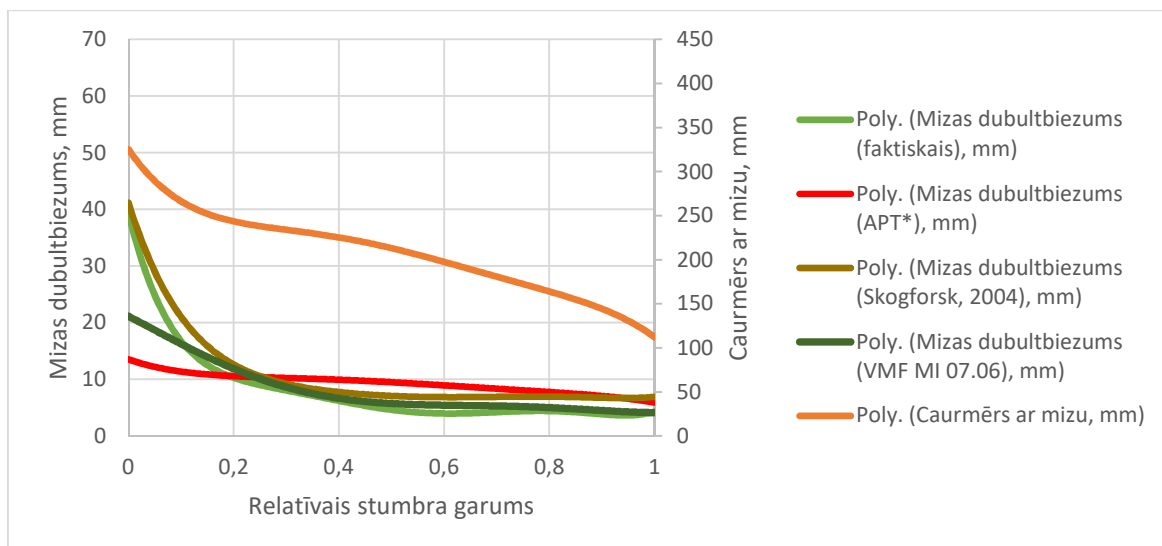
Izmantojot biezas mizas funkciju krājas kopšanas cirtē sagatavotiem resgaļa sortimentiem tievgalī vidēji tiek noteikts par 0 – 3 mm mazāks mizas dubultbiezums salīdzinot ar faktisko, bet ja šo funkciju izmanto resgaļu sortimentu sekciju tipa uzmērīšanā tad šī starpība atsevišķā sekcijā var sasniegt 18 mm.

Aprēķinos izmantojot vidējas mizas funkciju, krājas kopšanas cirtē sagatavotiem stumbra vidusdaļas nogriežņiem tiek aprēķināts 1 – 3 mm lielāks mizas dubultbiezums salīdzinot ar faktisko, bet galotnes sortimentiem, izmantojot plānas mizas funkciju, nav novērojamas ievērojamas novirzes no faktiskā mizas dubultbiezuma (starpība nepārsniedz 1 mm).

Tālākajā analīzē apskatīts mizas dubultbiezums priedei galvenā cirtē I – III bonitātes mežaudzēs. Arī šajā gadījumā, vērtējot faktisko mizas dubultbiezumu stumbra garumā, tiks izvērtēta šobrīd pieejamo un izmatoto mizas redukcijas algoritmu precizitāte. Vispirms analizēti galvenā cirtē sagatavotie stumbra nogriežņi 24, 28, 32 un 36 cm krūšaugstuma caurmēra pakāpēs (skat. 3.4. – 3.7. att.).



3.4. att. Vidējā priedes stumbra raksturlielumi 24 cm caurmēra pakāpē.



“Skogforsk” 2004. gadā sagatavotai funkcijai galvenajā cirtē (24, 28, 32 un 36 cm krūšaugstuma caurmēra pakāpēs) ir novērojama tendence noteikt lielāku mizas dubultbiezumu par faktisko, kas izskaidrojams ar to, ka šī funkcija sagatavota Zviedrijas apstākļiem. Atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes, vietas stumbrā un mizas tipa novērojamas šādas mizas dubultbiezuma atšķirības:

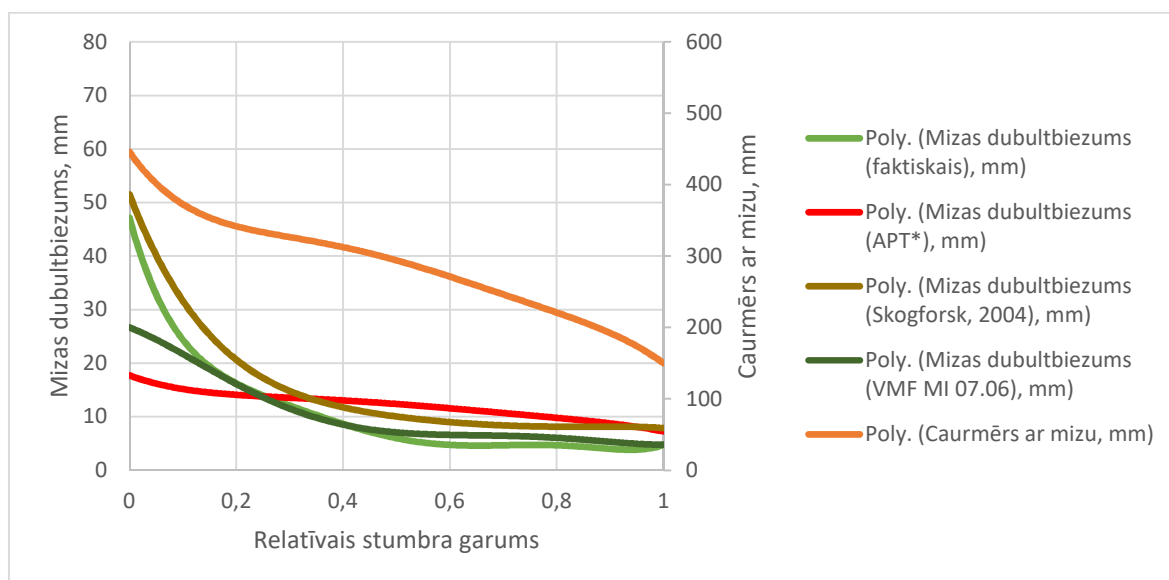
- biežai mizai vidēji no 3 līdz 5 mm;
- vidējai mizai vidēji no 1 līdz 3 mm;
- plānai mizai vidēji no 1 līdz 3 mm.

Izmantojot APT* failā norādītos koeficientus galvenajā cirtē stumbra resgaļa sortimentiem tiek noteikts vidēji par 3 – 19 mm mazāks mizas dubultbiezums salīdzinot ar faktisko, bet atlikušajā stumbra daļā tiek novērtēts vidēji par 1 – 5 mm lielāks mizas dubultbiezums salīdzinot ar faktisko.

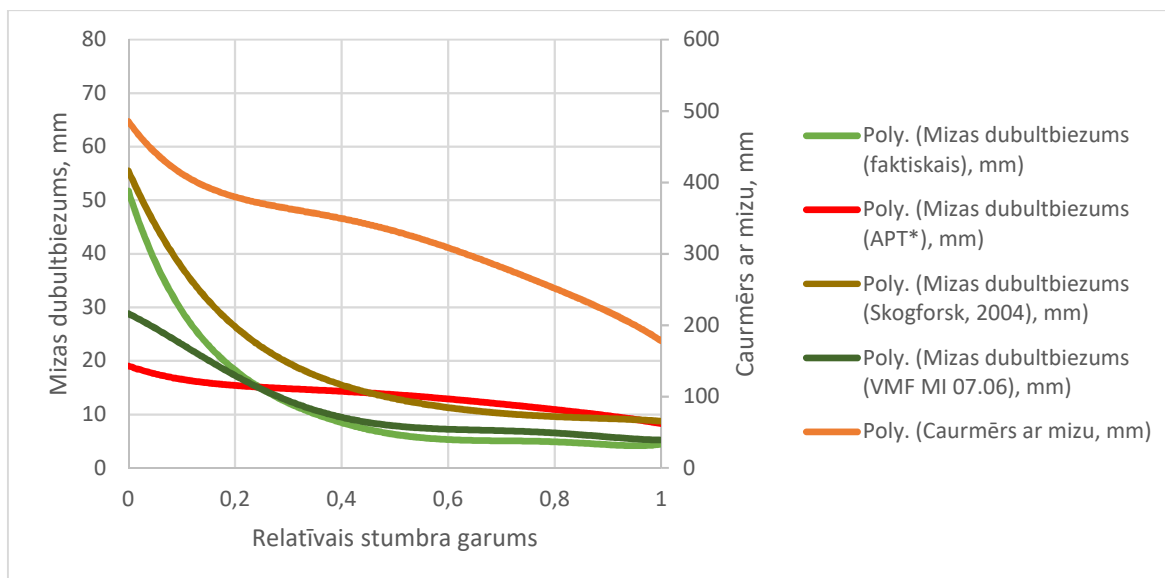
Izmantojot biezas mizas funkciju (VMF MI 07.06) galvenajā cirtē sagatavotiem resgaļa sortimentiem tievgalī vidēji tiek noteikts par 0 – 2 mm lielāks mizas dubultbiezums salīdzinot ar faktisko, bet ja šo funkciju izmanto resgaļu sortimentu sekciju tipa uzmērīšanā tad atsevišķā sekcijā (resgalī) var noteikt līdz 18 mm mazāku mizas dubultbiezumu.

Aprēķinos izmantojot vidējas mizas funkciju (VMF MI 07.06), galvenajā cirtē sagatavotiem stumbra vidusdaļas nogriežņiem tiek aprēķināts 1 – 2 mm lielāks mizas dubultbiezums salīdzinot ar faktisko. Galotnes un vidusdaļas sortimentiem ar plānu mizu, izmantojot plānas mizas funkciju (VMF MI 07.06), arī tiek aprēķināts par 1 – 2 mm lielāks mizas dubultbiezums salīdzinot ar faktisko.

Veicot datu ievākšanu galvenā cirtē uzmanība tika pievērsta arī lielāku dimensiju priedes stumbriem (40 un 44 cm krūšaugstuma caurmēra pakāpēs) I bonitātes mežaudzēs (skat. 3.8. un 3.9. att.).



3.8. att. Vidējā priedes stumbra raksturlielumi 40 cm caurmēra pakāpē.



3.9. att. Vidējā priedes stumbra raksturlielumi 44 cm caurmēra pakāpē.

“Skogforsk” 2004. gadā sagatavotai funkcijai galvenajā cirtē (40 un 44 cm krūšaugstuma caurmēra pakāpēs) ir novērojama tendence noteikt lielāku mizas dubultbiezumu par faktisko. Atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes, vietas stumbkā un mizas tipa novērojamas šādas mizas dubultbiezuma atšķirības:

- biežai mizai vidēji no 5 līdz 8 mm;
- vidējai mizai vidēji no 3 līdz 7 mm;
- plānai mizai vidēji no 3 līdz 5 mm.

Izmantojot APT* failā norādītos koeficientus galvenajā cirtē (40 un 44 cm krūšaugstuma caurmēra pakāpēs) stumbra resgaļa sortimentiem tiek noteikts vidēji par 5 – 25 mm mazāks mizas dubultbiezums salīdzinot ar faktisko, bet atlikušajā stumbra daļa tiek novērtēts vidēji par 2 – 7 mm lielāks mizas dubultbiezums salīdzinot ar faktisko.

Izmantojot biezas mizas funkciju (VMF MI 07.06) galvenajā cirtē (40 un 44 cm krūšaugstuma caurmēra pakāpēs) sagatavotiem resgaļa sortimentiem tievgalī vidēji tiek noteikts par 2 mm mazāks mizas dubultbiezums salīdzinot ar faktisko, bet ja šo funkciju izmanto resgaļu sortimentu sekciju tipa uzmērīšanā tad šī starpība atsevišķā sekcijā var sasniegt 16 mm.

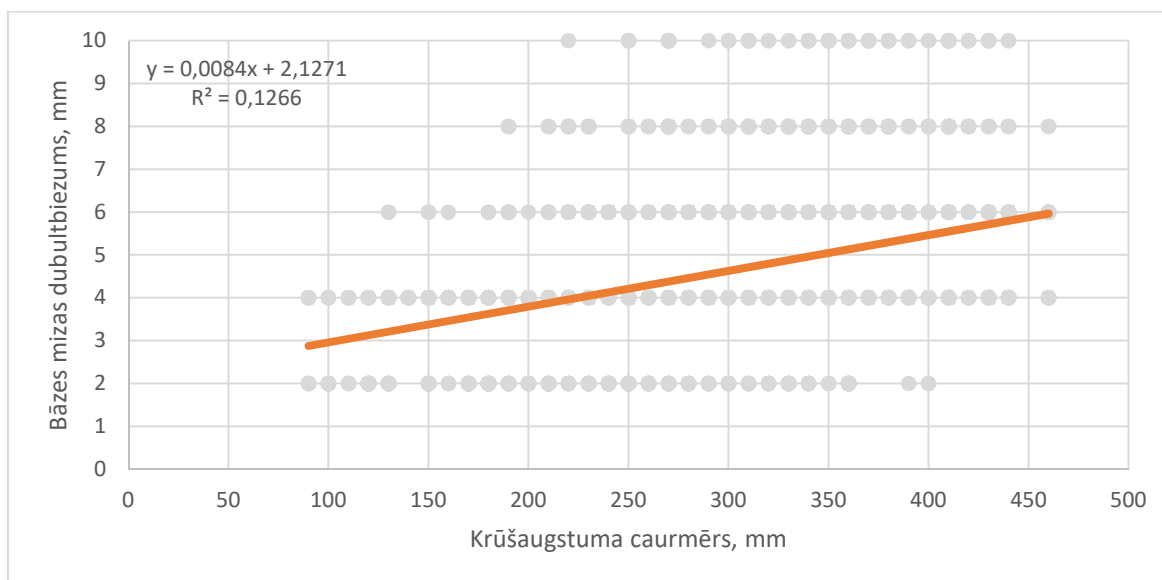
Aprēķinos izmantojot vidējas mizas funkciju (VMF MI 07.06), galvenajā cirtē sagatavotiem stumbra vidusdaļas nogriežņiem nav novērojamas būtiskas novirzes no faktiskā mizas dubultbiezumu (mizas dubultbiezuma starpība nepārsniedz 1 mm).

Galotnes un vidusdaļas sortimentiem ar plānu mizu, izmantojot plānas mizas funkciju (VMF MI 07.06), tiek aprēķināts par 1 – 2 mm lielāks mizas dubultbiezums salīdzinot ar faktisko.

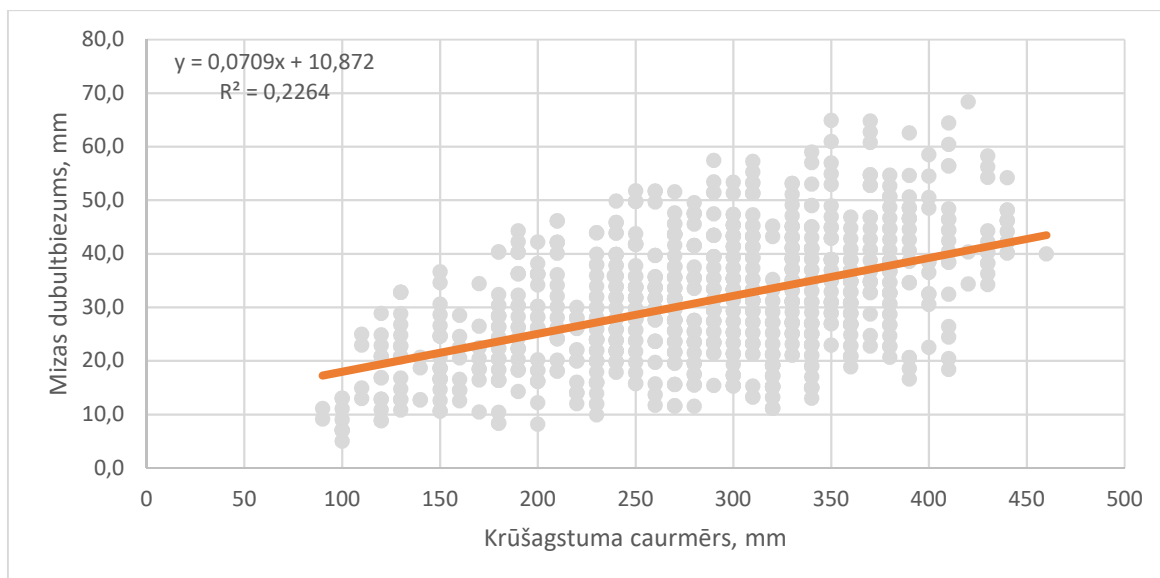
3.2. Priedes mizas redukcijas algoritmu analīze

Latvijā izmantotais algoritms aprēķina ievērojami plānāku mizas dubultbiezumu resgaļa sortimentiem pēc sekciju tipa uzmērīšanas salīdzinot ar faktisko, bet galotnes daļas sortimentiem biežāku mizas dubultbiezumu salīdzinot ar faktisko. “Skogforsk” 2004. gadā izstrādātā funkcija labi raksturo mizas dubultbiezuma izmaiņu tendenci stumbra garumā, bet tā nosaka lielāku mizas dubultbiezumu par faktisko, kas izskaidrojams ar to, ka šī funkcija sagatavota Zviedrijas apstākļiem.

Lai uzlabotu mizas dubultbiezuma ievērtēšanu, šī projekta ietvaros strādāts arī pie mizas redukcijas algoritma sagatavošanas harvesteram. Algoritmā kā ietekmējošie faktori ietverti koka krūšaugstuma caurmērs un attālums no stumbra resgaļa. Lai sagatavotu šādu mizas dubultbiezuma aprēķina algoritmu, vispirms jānovērtē mizas bāzes (pamata) dubultbiezuma izmaiņas atkarībā no krūšaugstuma caurmēra un mizas dubultbiezuma svārstību amplitūda stumbra resgalī atkarībā no krūšaugstuma caurmēra (skat. 3.11. un 3.12 att.).



3.11. att. Priedes mizas dubultbiezuma bāzes (pamata) biezuma izmaiņas atkarībā no krūšaugstuma caurmēra.



3.12. att. Priedes mizas dubultbiezuma svārstību amplitūda stumbra resgalī atkarībā no krūšaugstuma caurmēra.

Šajā gadījumā mizas bāzes (pamata) dubultbiezums palielinās, palielinoties koka stumbra krūšaugstuma caurmēram. Līdzīga izmaiņu tendence novērojama arī mizas dubultbiezuma svārstību amplitūdai stumbra resgalī.

Izmatojot 3.11. un 3.12. attēlā minētās lineārās funkcijas izveidots matemātisks algoritms priedes mizas dubultbiezuma novērtēšanai harvesteros. Šāds algoritms spēj objektivāk raksturot kreves mizas dubultbiezumu stumbra resgalī (skat. 3.1. formulu).

$$MDB = 0,0084 * D_{KA} + 2,1271 + \left(\frac{0,0709 * D_{KA} + 10,872}{1,4^{(h * 0,01)}} \right), \quad (3.1.)$$

kur

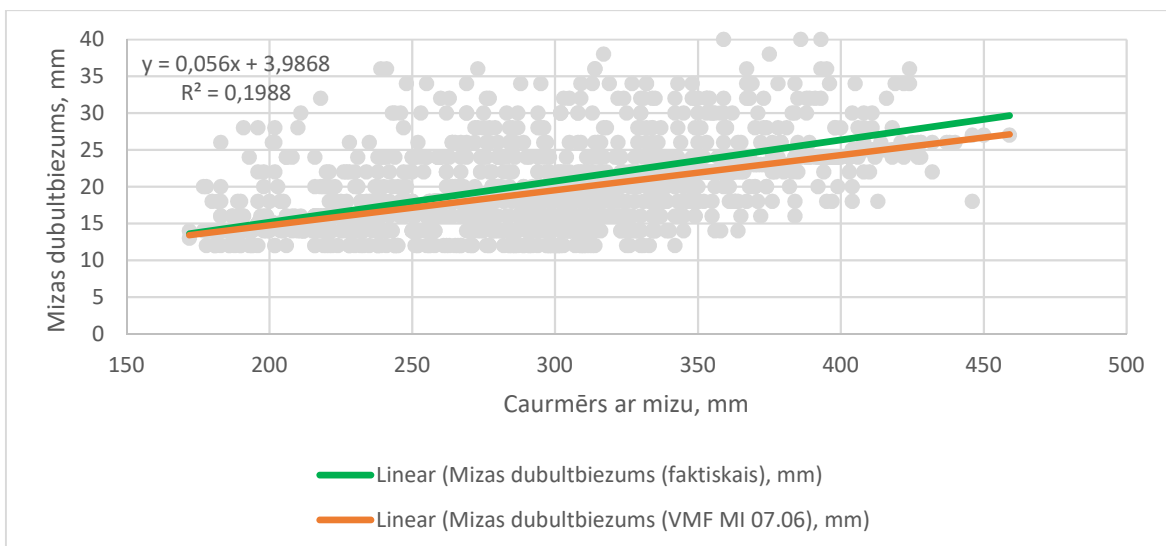
MDB – mizas dubultbiezums, mm;

D_{KA} – koka diametrs krūšu augstumā, mm;

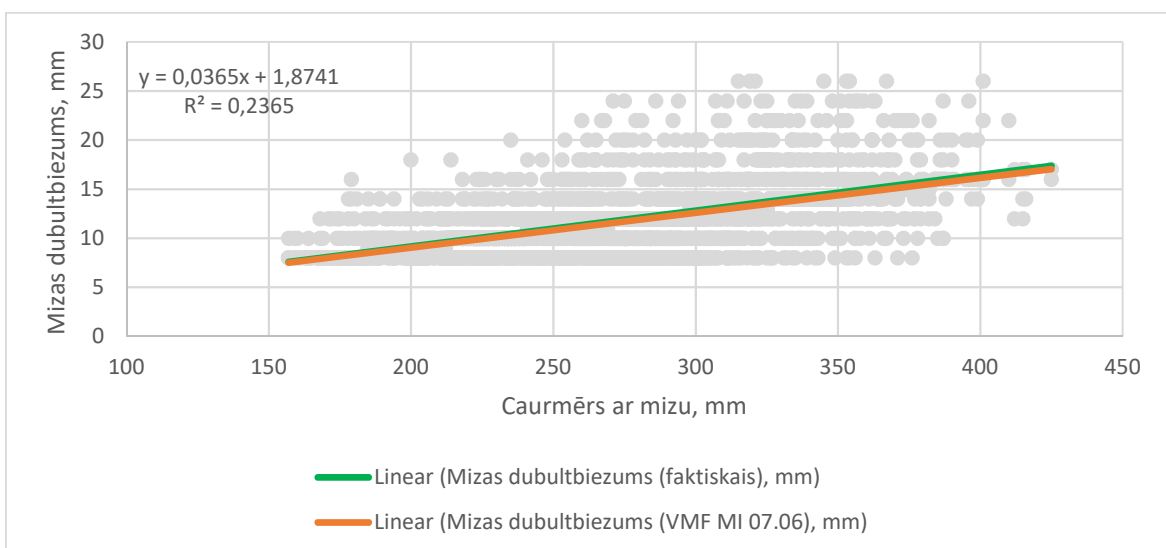
h – attālums no stumbra resgaļa, cm.

Automatizētām uzmērīšanas ierīcēm pārstrādes vietās, lai pārietu no caurmēra ar mizu uz caurmēra bez mizas, kas nepieciešams apaļo kokmateriālu šķirošanai un apaļo kokmateriālu tilpuma noteikšanai, arī tiek izmantoti mizas dubultbiezuma aprēķinu vienādojumi katram mizas tipam, kas norādīti VMF MI 07.06 instrukcijā. Šīs lineārās funkcijas pamatā paredzētas mizas dubultbiezuma aprēķināšanai sortimenta tievgalī.

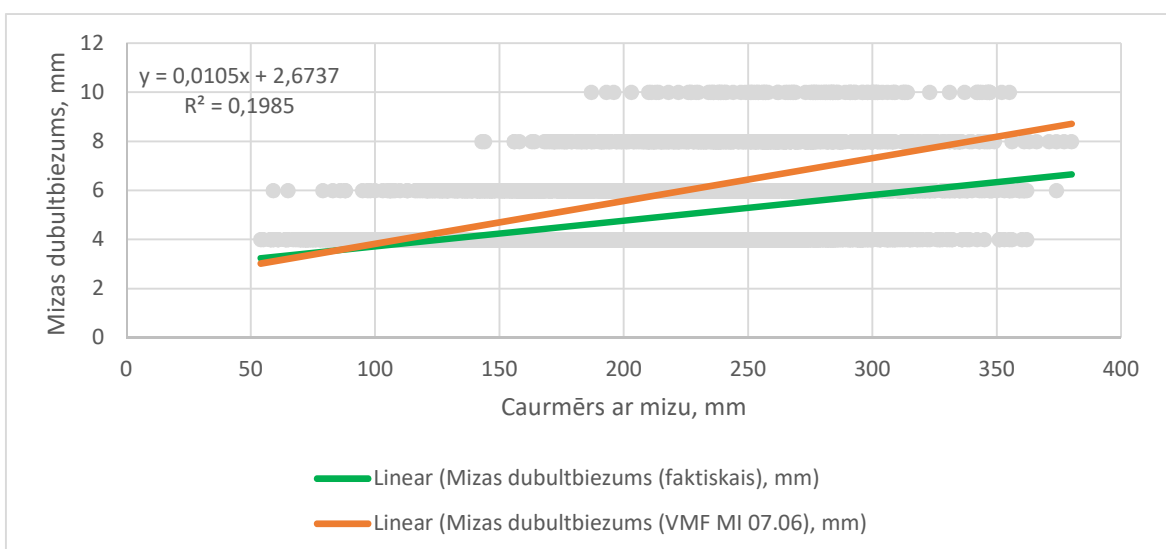
Izvērtējot mizas dubultbiezuma izmaiņas, stumbra garumā dažāda krūšaugstuma caurmēra pakāpes kokiem, vislielākās atšķirības var novērot stumbra resgalī pirmajiem nogriežņiem starp faktisko un pēc lineārās funkcijas aprēķināto mizas dubultbiezumu. Stumbra resgaļa nogriežņiem tievgalī atšķirības nepārsniedz 3 mm, bet resgalī sasniedz 18 mm. Šī starpība ir aktuāla vietās, kur apaļo kokmateriālu uzmērīšanā tiek izmantota sekciju tipa uzmērīšana. Bez atšķirībām resgaļa sortimentiem novērojamas arī mizas dubultbiezuma atšķirības pārējā stumbra daļā (līdz 3 mm). Lai risinātu šo novirzi nepieciešams pārskatīt lineārās funkcijas koeficientus (skat. 3.13. – 3.15. att.).



3.13. att. Priedes biezas mizas dubultbiezuma izmaiņas atkarībā no caurmēra.



3.14. att. Priedes vidējas mizas dubultbiezuma izmaiņas atkarībā no caurmēra.



3.15. att. Priedes plānas mizas dubultbiezuma izmaiņas atkarībā no caurmēra.

Kā redzams no 3.2. tabulas, biezas mizas dubultbiezuma starpība palielinās palielinoties caurmēram. Pie caurmēra ar mizu 150 mm mizas dubultbiezums pēc projektā pārstrādātās funkcijas ir vienāds ar VMF MI 07.06 instrukcijā norādīto funkcijas rezultātu, bet pie caurmēra 500 mm pēc projektā pārstrādātās funkcijas ir lielāks par 3 mm. Vidējas mizas dubultbiezums pēc projektā pārstrādātās funkcijas ir vienāds ar VMF MI 07.06 instrukcijā norādītās funkcijas rezultātiem pie visiem caurmēriem. Plānai mizai dubultbiezuma rādītāji 100 mm caurmēram sakrīt, bet tālāk palielinoties caurmēram mizas dubultbiezums pēc projektā pārstrādātās funkcijas ir mazāks.

3.2. tabula

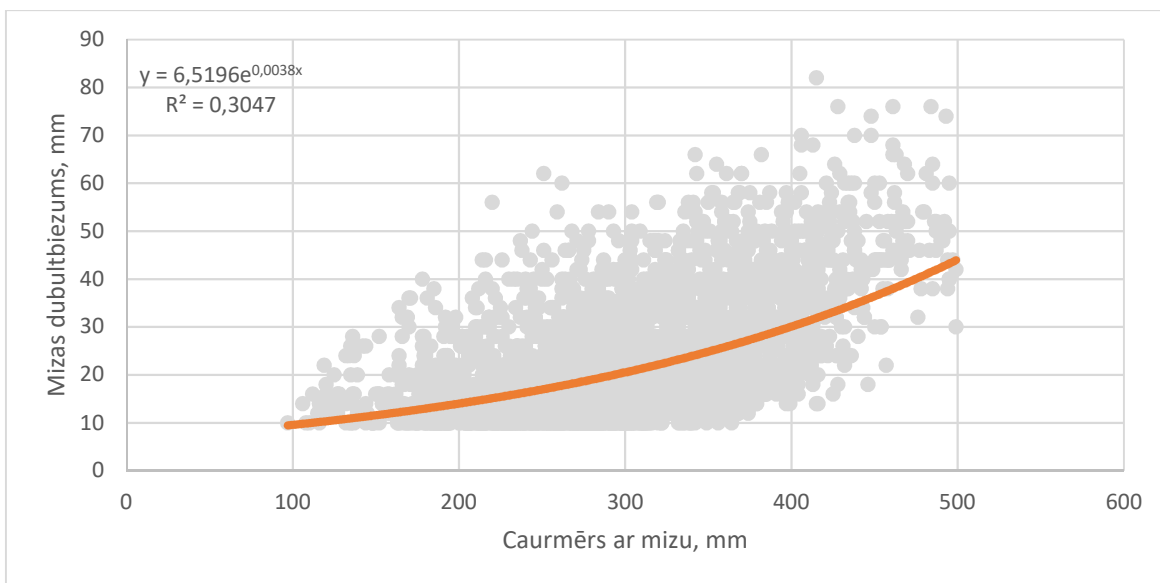
Priedes mizas dubultbiezumi

Caurmērs ar mizu mērīšanas vietā, mm	Mizas dubultbiezumi dažādiem tipiem, mm					
	Bieza miza		Vidēja miza		Plāna miza	
	Projekts P8	VMF MI 07.06	Projekts P8	VMF MI 07.06	Projekts P8	VMF MI 07.06
50	---	---	---	---	3	3
100	---	---	6	6	4	4
150	12	12	7	7	4	5
200	15	15	9	9	5	6
250	18	17	11	11	5	6
300	21	20	13	13	6	7
350	24	22	15	14	6	8
400	26	24	16	16	---	---
450	29	27	18	18	---	---
500	32	29	---	---	---	---

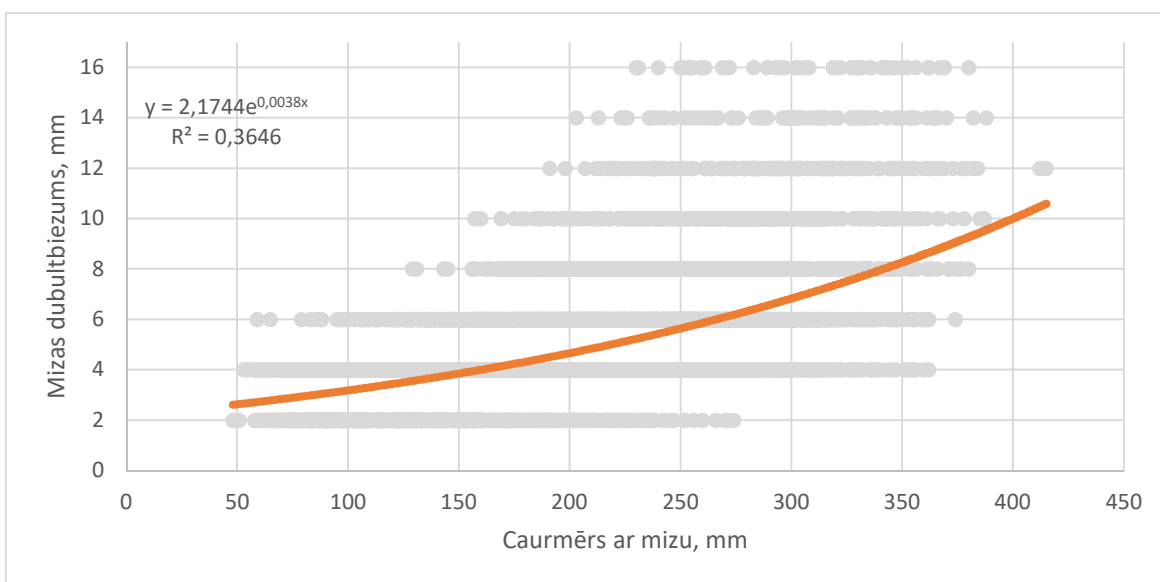
Lai iegūtu augstāku uzmērīšanas precizitāti priedes sortimentiem no dažādām stumbra daļām ar dažādiem mizas tipiem, būtu ieteicams izmantot projekta ietvaros pārstrādātās biezas un plānas mizas funkcijas, kā rezultātā tilpuma novirze dēļ mizas redukcijas tiektos uz 0 %. Šajā gadījumā mizas dubultbiezuma noteikšanas precizitāti iespējams uzlabot, veicot sortimenta caurmēra uzmērīšanu tievgalī.

Lai uzlabotu mizas dubultbiezuma novērtēšanu pēc sekciju tipa uzmērīšanas, projekta ietvaros sagatavotas jaunas eksponentu funkcijas, ar kuru palīdzību var novērtēt mizas biežumu visa sortimenta garumā katrā caurmēra mērījuma vietā.

Vērtējot mizas biežumu pēc eksponentu funkcijām tiek izdalīti 2 mizas tipi – plāna miza un bieža miza. Vidēju mizu neizdala, jo tā pamatā sastopama tikai uz 1 nogriezni (2. vai 3. nogrieznis galvenā cirtē) un ar eksponenta funkcijas palīdzību šo pāreju no biezas mizas uz plānu mizu iespējams ievērtēt (skat. 3.16. un 3.17. att.).



3.16. att. Priedes biezas mizas dubultbiezuma izmaiņas atkarībā no caurmēra pēc eksponentu funkcijas.



3.17. att. Priedes plānas mizas dubultbiezuma izmaiņas atkarībā no caurmēra pēc eksponentu funkcijas.

3.3. Priedes mizas redukcijas algoritmu ietekme uz tilpuma novirzi

Izmantojot šobrīd praksē izmantotos mizas redukcijas algoritmus un projekta ietvaros uz šo brīdi sagatavotos matemātiskos algoritmus, novērtēta mizas redukcijas algoritmu ietekme uz tilpuma noteikšanas precizitāti gan krājas kopšanas cirtē sagatavotiem sortimentiem (skat. 3.3. tab.), gan galvenajā cirtē sagatavotiem sortimentiem (skat. 3.4. tab.). Novērtējot mizas dubultbiezuma redukcijas algoritmu ietekmi uz tilpuma noteikšanas precizitāti, sortimentu tilpums aprēķināts atbilstoši procedūrai Nr.VKP1/2018 “Apaļo kokmateriālu tilpuma noteikšanas precizitātes kontrole (ar automatizētu uzmērīšanas ierīci)”.

Izmantojot APT* failā norādītos lineārās funkcijas koeficientus, krājas kopšanas cirtē stumbra resgaļa sortimentiem noteikts mazāks mizas dubultbiezums, salīdzinot ar faktisko, līdz ar to tilpuma starpība svārstās robežās no 4,8 līdz 13,0 %. Stumbra daļā ar vidēju mizu tiek novērtēts tāds pats vai nedaudz lielāks mizas dubultbiezums, salīdzinot ar faktisko līdz ar to, tilpuma starpība svārstās robežās no 0,0 līdz -2,2 %. Atlikušajā stumbra daļā ar plānu mizu novērtēts lielāks mizas dubultbiezums salīdzinot ar faktisko līdz ar to tilpuma starpība svārstās robežās no -4,7 līdz -8,5 %.

3.3. tabula

Tilpuma novirze krājas kopšanas cirtēs

Krūš- augstuma caurmēra pakāpe	Mizas tips /stumbra daļa	Tilpuma novirze, %					
		Harvesters			Automatizētā uzmērīšanas ierīce		
		Pēc APT* faila	Pēc Skogforsk, 2004	Pēc P8 Priede (HARV)	Pēc VMF MI 07.06 (tievg. + raukums)	Pēc VMF MI 07.06 (sekcija)	Pēc P8 Priede (AUT)
12 cm	Kopā	-2,5	-8,8	-7,5	-5,0	-3,8	-2,5
	Bieza miza	4,8	-9,5	-14,3	-9,5	-4,8	-4,8
	Vidēja miza	0,0	-5,9	-5,9	-5,9	-5,9	-5,9
	Plāna miza	-7,1	-9,5	-4,8	-2,4	-2,4	0,0
16 cm	Kopā	-2,9	-6,3	-4,0	-1,7	-1,1	-0,6
	Bieza miza	8,3	-8,3	-5,6	-2,8	0,0	2,8
	Vidēja miza	0,0	-4,4	-8,9	-4,4	-4,4	-4,4
	Plāna miza	-8,5	-6,4	-1,1	0,0	0,0	0,0
20 cm	Kopā	-1,0	-2,9	-1,9	-0,6	0,6	0,3
	Bieza miza	13,0	-1,9	-1,9	1,9	7,4	7,4
	Vidēja miza	-2,2	-3,4	-4,5	-2,2	-1,1	-3,4
	Plāna miza	-4,7	-2,9	-0,6	-0,6	-0,6	0,0

Izvērtējot Zviedrijas institūta "Skogforsk" 2004. gadā izstrādāto priedes mizas funkciju, harvesteriem ir novērojama tendence noteikt lielāku mizas dubultbiezumu par faktisko, un līdz ar to tilpuma noteikšanas precizitāte atkarībā no krūšaugstuma caurmēra pakāpes un mizas tipa svārstās robežās no -1,9 līdz -9,5%. Izmantojot "Skogforsk" 2004. gadā sagatavoto mizas funkciju, kopējā stumbra tilpuma novirze atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes krājas kopšanas cirtē svārstās robežās no -2,9 līdz -8,8 %.

Vērtējot projekta ietvaros sagatavoto mizas redukcijas algoritmu harvesteriem (P8 Priede (HARV)), novērojama tendence noteikt lielāku mizas dubultbiezumu par faktisko, un līdz ar to tilpuma noteikšanas precizitāte atkarībā no krūšaugstuma caurmēra pakāpes un mizas tipa svārstās robežās no -0,6 līdz -14,3%. Izmantojot projekta ietvaros sagatavoto mizas redukcijas algoritmu, kopējā stumbra tilpuma novirze atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes krājas kopšanas cirtē svārstās robežās no -1,9 līdz -7,5 %.

Izvērtējot VMF MI 07.06 instrukcijā norādīto mizas funkciju ietekmi uz tilpuma noteikšanas precizitāti pēc sekciju tipa (1 m) uzmērīšanas paņēmiena, var novērot, ka resgaļa sortimentiem ar biezu mizu tā svārstās robežās no -4,8 līdz 7,4 %, bet pēc tievgaļa un raukuma uzmērīšanas paņēmiena tilpuma uzmērīšanas precizitāte svārstās robežās no -9,5 līdz 1,9 %. Sortimentiem ar vidēji biezu mizu un plānu mizu neatkarīgi no uzmērīšanas paņēmiena tilpuma novirze svārstās robežās no 0 līdz -5,9 %. Izmantojot VMF MI 07.06 instrukcijā norādītās mizas funkcijas katram mizas tipam, kopējā stumbra tilpuma novirze pēc tievgaļa caurmēra un raukuma atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes krājas kopšanas cirtē svārstās robežās no -0,6 līdz -5 %. Savukārt kopējā stumbra tilpuma novirze pēc sekciju tipa uzmērīšanas atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes krājas kopšanas cirtē svārstās robežās no -3,8 līdz 0,6 %.

Vērtējot projekta ietvaros sagatavoto mizas redukcijas algoritmu (P8 Priede (AUI)) ietekmi uz tilpuma noteikšanas precizitāti, var novērot, ka resgaļa sortimentiem ar biezu mizu tā svārstās robežās no -4,8 līdz 7,4 %. Tālākā stumbra daļā sortimentiem ar vidēji biezu mizu tilpuma novirze svārstās robežās no -5,9 līdz -3,4 %, bet sortimentiem ar plānu mizu tilpuma novirze ir 0 %. Izmantojot projekta ietvaros sagatavotos mizas redukcijas algoritmus 2 mizas tipiem, kopējā stumbra tilpuma novirze atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes krājas kopšanas cirtē svārstās robežās no -2,5 līdz 0,3 %.

Izmantojot APT* failā norādītos lineārās funkcijas koeficientus stumbra resgaļa sortimentiem galvenajā cirtē (skat. 3.4. tab.) noteikts mazāks mizas dubultbiezums, salīdzinot ar faktisko, līdz ar to tilpuma starpība svārstās robežās no 7,2 līdz 8,9 %. Stumbra daļā ar vidēju mizu tilpuma starpība svārstās robežās no 0,0 līdz -1,5 %, bet atlikušajā stumbra daļā ar plānu mizu tilpuma starpība svārstās robežās no -3,9 līdz -4,8 %, tātad tiek norēķināts lielāks mizas dubultbiezums par faktisko. Kopējā visa stumbra tilpuma novirze atkarība no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes svārstās robežās no -1,1 līdz 0,1 %. Tātad ja vērtē katru stumbra daļu atsevišķi tilpuma novirze ir būtiska (pārsniedz 3 %), bet vērtējot stumbru kopumā tilpuma novirzes ar harvesteros izmanto mizas funkciju ir nebūtiskas.

Tilpuma novirze galvenajā cirtē

Krūš- augstuma caurmēra pakāpe	Mizas tips /stumbra daļa	Tilpuma novirze, %					
		Harvesters			Automatizētā uzmērīšanas ierīce		
		Pēc APT* faila	Pēc Skogforsk, 2004	Pēc P8 Priede HARV	Pēc VMF MI 07.06 (tievg. + raukums)	Pēc VMF MI 07.06 (sekcija)	Pēc P8 Priede AUI
24 cm	Kopā	-0,2	-2,2	-1,4	-1,0	-0,2	0,8
	Bieza miza	8,5	-2,6	-1,7	0,0	3,4	3,4
	Vidēja miza	0,0	-2,1	-2,1	-1,0	-1,0	-1,0
	Plāna miza	-3,9	-2,1	-1,1	-1,4	-1,4	0,4
28 cm	Kopā	-0,7	-1,9	-0,6	-0,4	0,4	0,3
	Bieza miza	8,9	-2,5	-0,6	0,0	3,8	2,5
	Vidēja miza	0,0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-1,8
	Plāna miza	-4,8	-2,3	-0,5	-0,5	-0,5	0,3
32 cm	Kopā	-1,1	-2,8	-0,7	-1,2	-0,8	-0,4
	Bieza miza	7,2	-4,3	-1,0	0,0	2,4	1,0
	Vidēja miza	-1,5	-2,2	-0,4	-1,5	-1,8	-2,2
	Plāna miza	-4,5	-2,5	-0,8	-1,6	-1,6	0,0
36 cm	Kopā	-0,3	-2,8	0,2	-0,3	0,2	-0,1
	Bieza miza	8,6	-3,1	0,4	2,0	4,3	1,6
	Vidēja miza	-0,3	-2,4	0,3	-0,9	-0,9	-1,2
	Plāna miza	-4,0	-2,9	0,0	-1,0	-1,0	-0,2
40 cm	Kopā	0,1	-2,8	0,7	0,2	0,5	0,2
	Bieza miza	7,5	-4,0	0,5	1,5	3,0	-0,2
	Vidēja miza	0,0	-1,8	2,0	0,3	0,0	0,8
	Plāna miza	-4,0	-2,7	0,0	-0,6	-0,6	0,1
44 cm	Kopā	-0,1	-4,0	0,7	0,2	0,8	-0,3
	Bieza miza	8,7	-3,7	2,5	2,9	4,8	0,2
	Vidēja miza	-0,2	-4,5	1,6	-0,2	0,2	0,0
	Plāna miza	-4,7	-3,9	-0,7	-1,1	-1,0	-0,8

Izvērtējot Zviedrijas institūta "Skogforsk" 2004. gadā izstrādāto priedes mizas funkciju, harvesteriem ir novērojama tendence galvenā cirtē noteikt lielāku mizas dubultbiezumu par faktisko, un līdz ar to tilpuma noteikšanas precizitāte atkarībā no krūšaugstuma caurmēra pakāpes un mizas tipa svārstās robežās no -0,6 līdz -4,5%. Izmantojot "Skogforsk" 2004. gadā sagatavoto mizas funkciju, kopējā stumbra tilpuma novirze atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes svārstās robežās no -1,9 līdz -4%. Lai arī šai mizas funkcijai ir lielāka tilpuma novirze, salīdzinot ar Latvijā izmantotiem ATP* failā norādītiem lineārās funkcijas koeficientiem, bet vērtīgāko resgaļu sortimentu tilpuma novirzes ir ievērojami mazākas. Līdz ar to Latvijā no šobrīd pieejamām mizas redukcijas funkcijām harvesteriem būtu rekomendējama Zviedrijas institūta "Skogforsk" 2004. gadā izstrādātā priedes mizas funkcija.

Vērtējot projekta ietvaros sagatavoto mizas redukcijas algoritmu harvesteriem (P8 Priede (HARV)), galvenā cirtē novērojama tendence noteikt lielāku mizas dubultbiezumu par faktisko krūšaugstuma caurmēra pakāpi intervālā no 24 līdz 32 cm, un līdz ar to tilpuma noteikšanas precizitāte svārstās robežās no -0,4 līdz -2,1%. Savukārt krūšaugstuma caurmēra pakāpi intervālā no 36 līdz 44 cm novērojama tendence vairumā gadījumu noteikt mazāku mizas dubultbiezumu par faktisko, un līdz ar to tilpuma noteikšanas precizitāte svārstās robežās no -0,7 līdz 2,5%. Izmantojot projekta ietvaros sagatavoto mizas redukcijas algoritmu, kopējā stumbra tilpuma novirze atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes galvenajā cirtē svārstās robežās no -1,4 līdz 0,7 %. Turpmākajā projekta gaitā pilnveidojot projekta ietvaros izveidoto mizas redukcijas algoritmu, tas būtu rekomendējams harvesteriem Latvijā mizas dubultbiezuma novērtēšanai.

Izvērtējot VMF MI 07.06 instrukcijā norādīto mizas funkciju ietekmi uz tilpuma noteikšanas precizitāti pēc sekciju tipa (1 m) uzmērīšanas paņēmiena, var novērot, ka galvenā cirtē sagatavotiem resgaļu sortimentiem ar biezu mizu tā svārstās robežās no 2,4 līdz 4,8%, bet pēc tievgaļa un raukuma uzmērīšanas paņēmiena tilpuma uzmērīšanas precizitāte svārstās robežās no 0 līdz 2,9 %. Sortimentiem ar vidēji biezu mizu un plānu mizu neatkarīgi no uzmērīšanas paņēmiena tilpuma novirze svārstās robežās no -1,8 līdz 0,3 %. Izmantojot VMF MI 07.06 instrukcijā norādītās mizas funkcijas katram mizas tipam, kopējā stumbra tilpuma novirze pēc tievgaļa caurmēra un raukuma atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes galvenajā cirtē svārstās robežās no -1,2 līdz 0,2 %. Savukārt kopējā stumbra tilpuma novirze pēc sekciju tipa uzmērīšanas atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes galvenajā cirtē svārstās robežās no -0,8 līdz 0,8 %.

Vērtējot projekta ietvaros sagatavoto mizas redukcijas algoritmu (P8 Priede (AUD)) ietekmi uz tilpuma noteikšanas precizitāti, var novērot, ka galvenajā cirtē sagatavotiem resgaļu sortimentiem ar biezu mizu tā svārstās robežās no -0,2 līdz 3,4 %. Tālākā stumbra daļā sortimentiem ar vidēji biezu mizu tilpuma novirze svārstās robežās no -2,2 līdz 0,8 %, bet sortimentiem ar plānu mizu tilpuma novirze svārstās robežās no -0,8 līdz 0,4 %. Izmantojot projekta ietvaros sagatavotos mizas redukcijas algoritmus 2 mizas tipiem, kopējā stumbra tilpuma novirze atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes krājas kopšanas cirtē svārstās robežās no -0,4 līdz 0,8 %.

3.4. Egles mizas dubultbiezuma analīze stumbra garumā

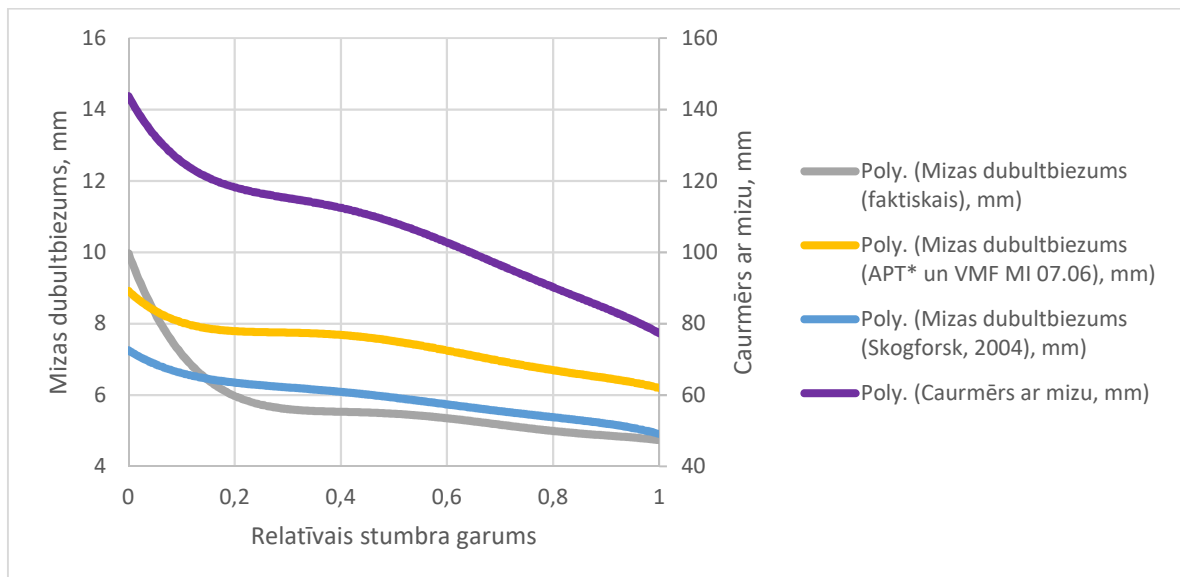
Analizējot mizas dubultbiezumu eglei, datu analīzē izmantotas plašāk pārstāvētās krūšaugsstuma caurmēra pakāpes krājas kopšanas cirtē un galvenajā cirtē. Izvēlētās krūšaugsstuma caurmēru pakāpes tiek sadalītas 3 grupās:

- krājas kopšanas cirtē – 12 un 16 cm;
- galvenā cirtē II stāva koki – 20 un 24 cm;
- galvenā cirtē I stāva koki – 28, 32, 40, 44, un 48 cm.

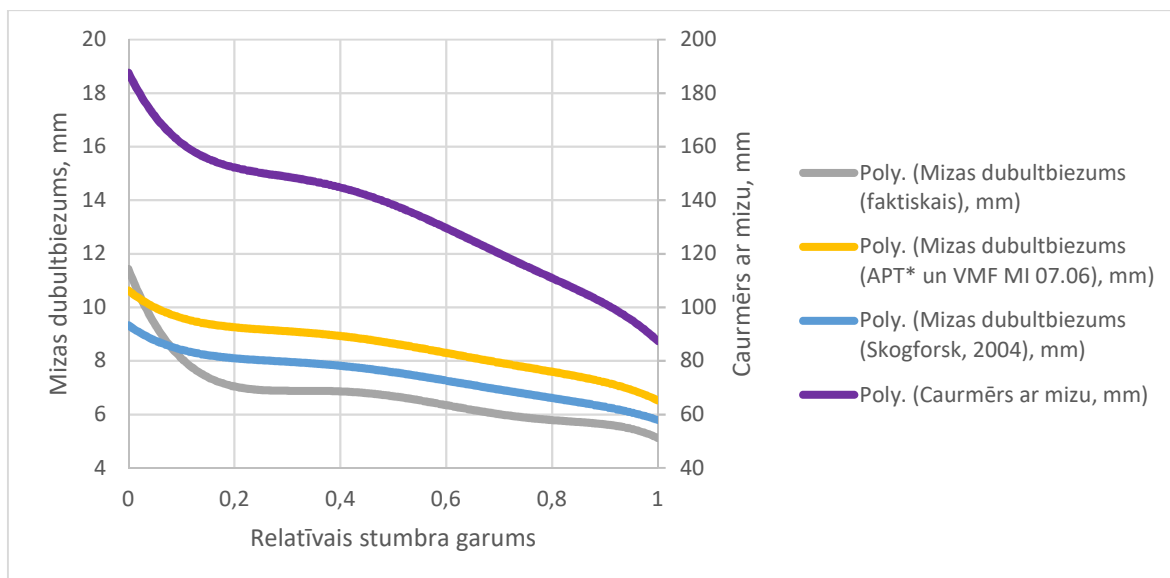
Eglei mizas redukcijas lineārās funkcijas koeficienti ir identiski ATP* failā un VMF MI 07.06 instrukcijā tādēļ turpmākā datu analīze tie netiks izdalīti atsevišķi. No 3.18. attēla līdz 3.27. attēlam apkopota faktiskā un pēc dažādiem matemātiskiem algoritmiem aprēķinātā egles mizas dubultbiezuma izmaiņas stumbra garumā. Vērtējot faktisko mizas dubultbiezumu stumbra garumā, var novērot tā pakāpenisku samazināšanos stumbra garenvirzienā.

Krājas kopšanas cirtēs sagatavotiem egļu stumbra nogriežņiem (skat. 3.18. un 3.19. att.), izmantojot ATP* failā un VMF MI 07.06 instrukcijā norādītos lineārās funkcijas koeficientus tiek aprēķināts vidēji par nepilniem 2 mm lielāks mizas dubultbiezums nekāds tas ir faktiski.

Izmantojot “Skogforsk” 2004. gadā sagatavoto funkciju, krājas kopšanas cirtē sagatavotiem egļu stumbra nogriežņiem arī ir novērojama tendence noteikt lielāku mizas dubultbiezumu par faktisko, bet šī starpība nepārsniedz 1 mm.



3.18. att. Vidējā egles stumbra raksturlielumi 12 cm caurmēra pakāpē.

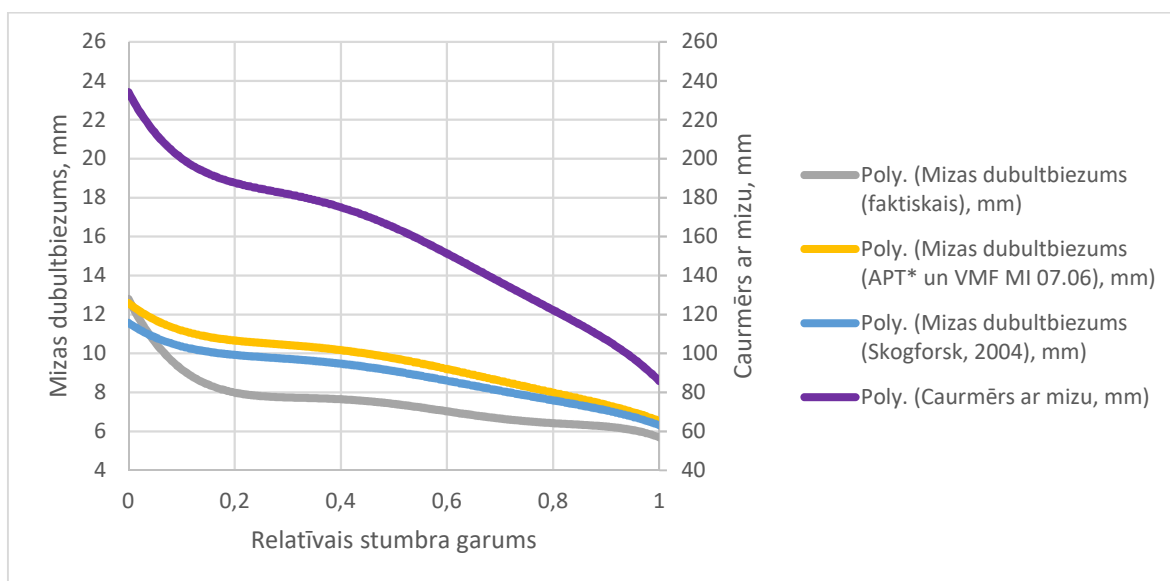


3.19. att. Vidējā egles stumbra raksturlielumi 16 cm caurmēra pakāpē.

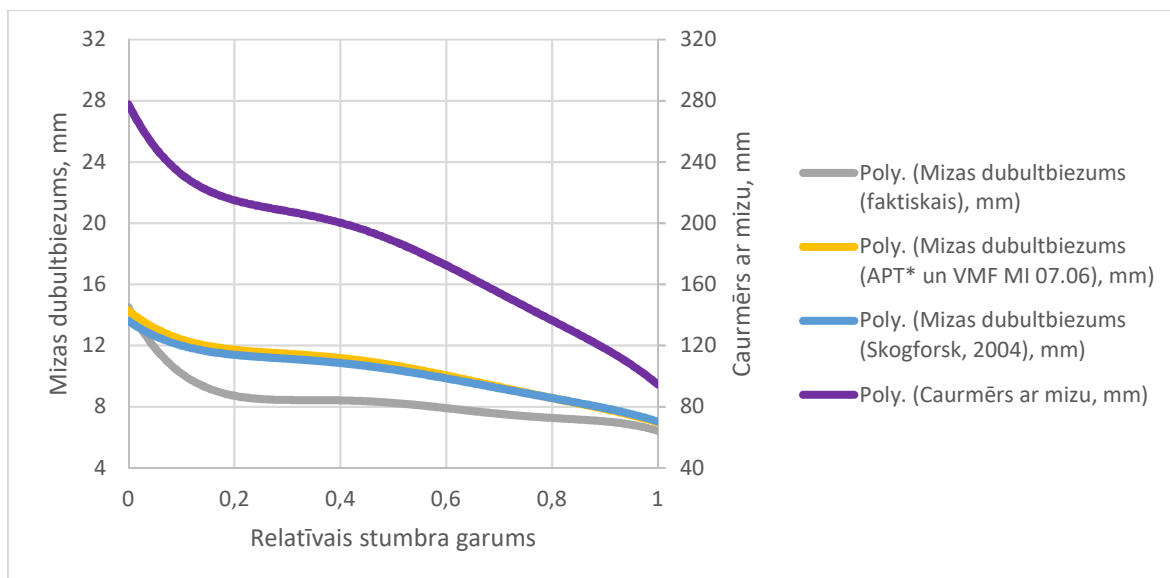
Galvenajā cirtē sagatavotiem egļu audžu II stāva koku stumbra nogriežņiem (skat. 3.20. un 3.21. att.), izmantojot APT* failā un VMF MI 07.06 instrukcijā norādītos lineārās funkcijas koeficientus mizas dubultbiezuma starpība stumbra garumā nepārsniedz 3 mm, salīdzinot ar faktisko mizas dubultbiezumu.

Izmantojot “Skogforsk” 2004. gadā sagatavoto funkciju, galvenajā cirtē sagatavotiem audzes II stāva koku stumbra nogriežņiem arī ir novērojama tendence noteikt lielāku mizas dubultbiezumu par faktisko, bet šī starpība nepārsniedz 3 mm.

Izvērtējot pašreiz izmantotās, APT* failā un VMF MI 07.06 instrukcijā norādītās lineārās funkcijas un teorētiski iespējamo “Skogforsk” 2004. gadā sagatavoto funkciju var secināt, ka šīm funkcijām ir tendence noteikt lielāku mizas dubultbiezumu (līdz 3 mm) stumbra nogriežņiem, kas sagatavoti galvenajā cirtē no II stāva kokiem.



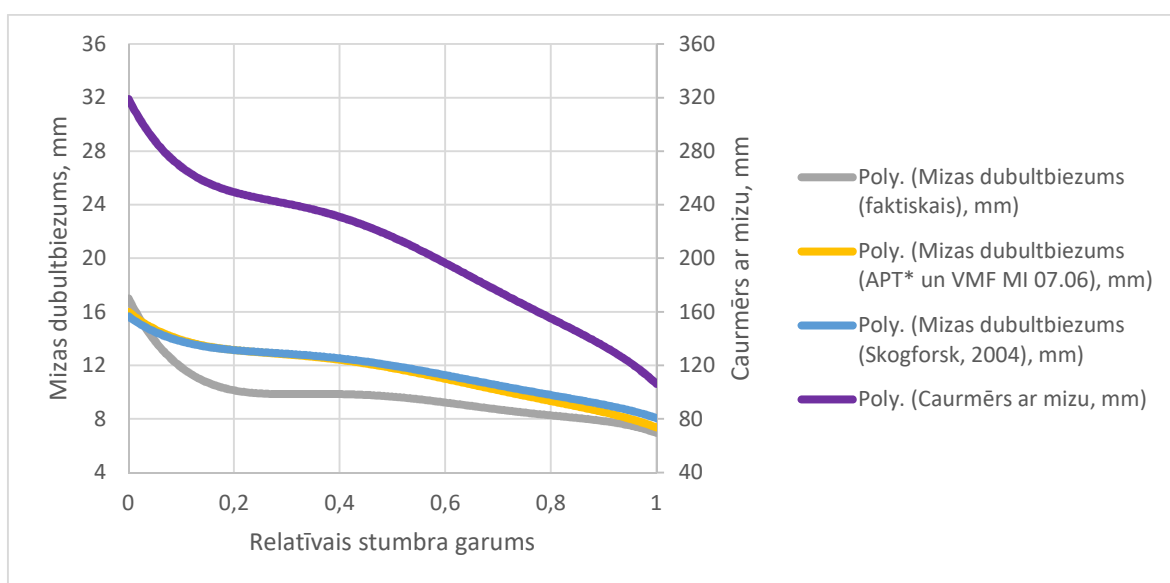
3.20. att. Vidējā egles stumbra raksturlielumi 20 cm caurmēra pakāpē.



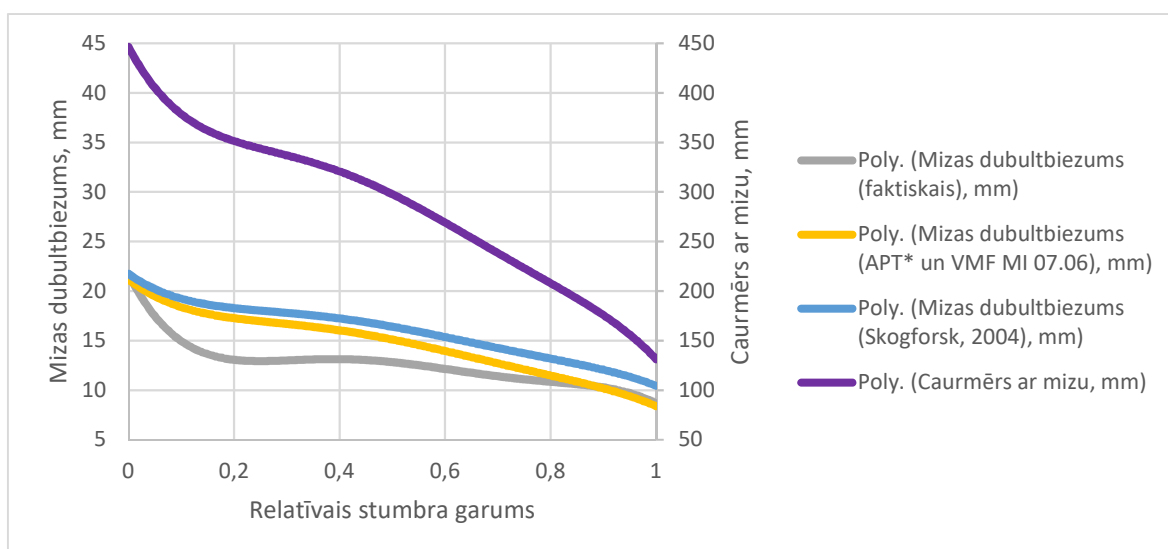
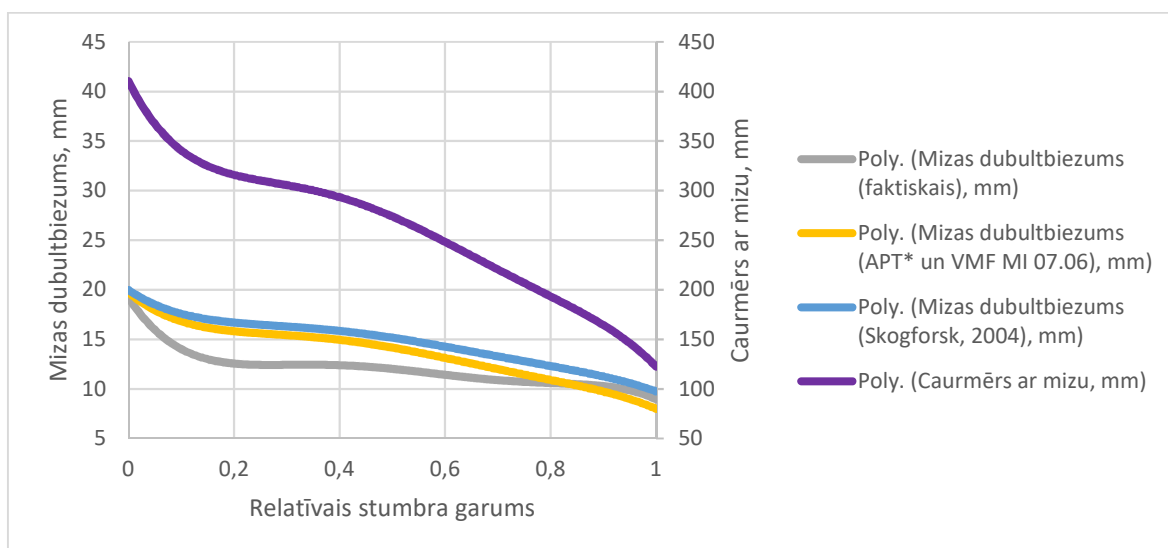
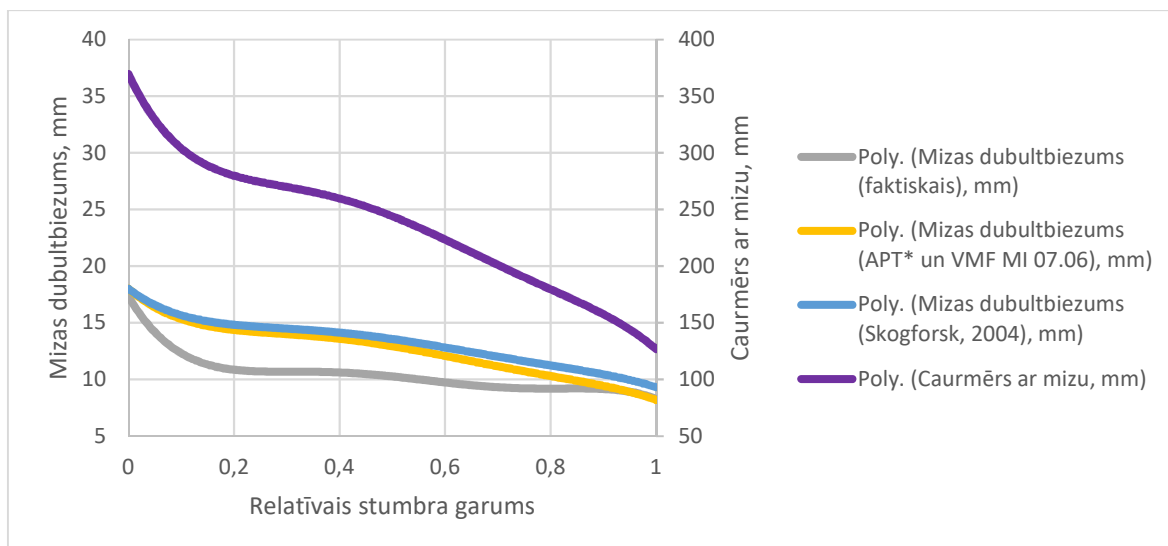
3.21. att. Vidējā egles stumbra raksturlielumi 24 cm caurmēra pakāpē.

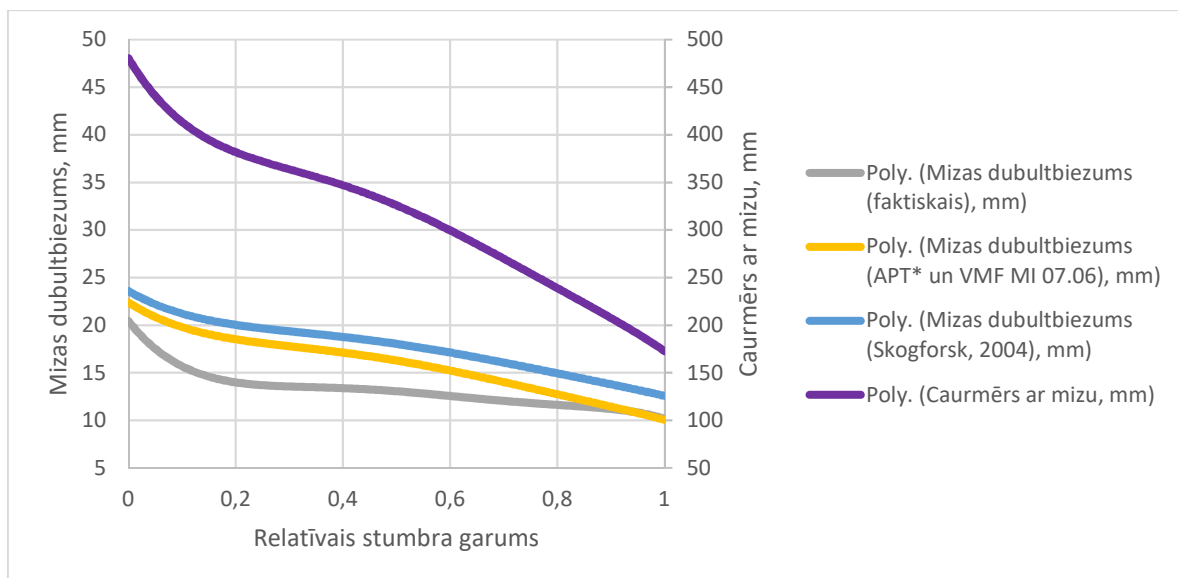
Galvenajā cirtē sagatavotiem egļu audžu I stāva koku stumbra nogriežņiem (skat. No 3.22. līdz 3.27. att.), izmantojot APT* failā un VMF MI 07.06 instrukcijā norādītos lineārās funkcijas koeficientus, vidēji aprēķinātais mizas dubultbiezums stumbra garumā atkarībā no krūšaugstuma caurmēra pakāpes ir lielāks par 2 – 3 mm. Lielākās mizas dubultbiezuma starpības novērojamas stumbra otrajiem nogriežņiem, kur starpība starp aprēķināto un faktisko mizas dubultbiezumu sasniedz 3 – 5 mm.

Izmantojot “Skogforsk” 2004. gadā sagatavoto funkciju, galvenajā cirtē sagatavotiem audzes I stāva koku stumbra nogriežņiem arī ir novērojama tendence noteikt lielāku mizas dubultbiezumu par faktisko. Šī starpība stumbra garumā atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes svārstās robežās no 1 – 3 mm (28 cm) līdz 2 – 7 mm (48 cm). Tātad palielinoties koka krūšaugstuma caurmēra pakāpei palielināsies arī mizas dubultbiezuma starpība starp aprēķināto un faktisko mizas dubultbiezumu.

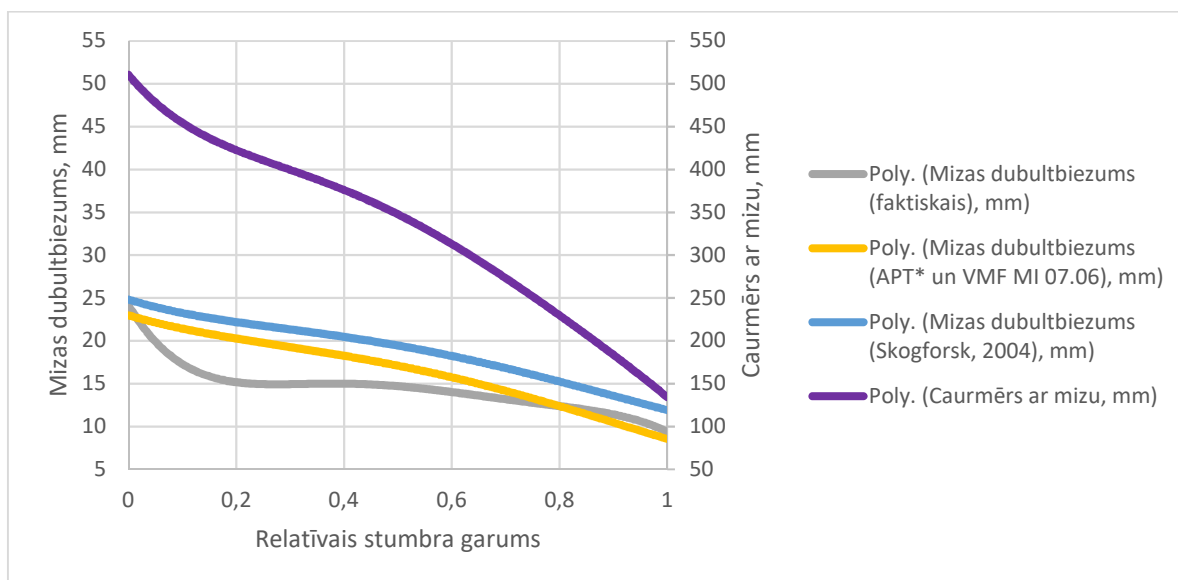


3.22. att. Vidējā egles stumbra raksturlielumi 28 cm caurmēra pakāpē.





3.26. att. Vidējā egles stumbra raksturlielumi 44 cm caurmēra pakāpē.

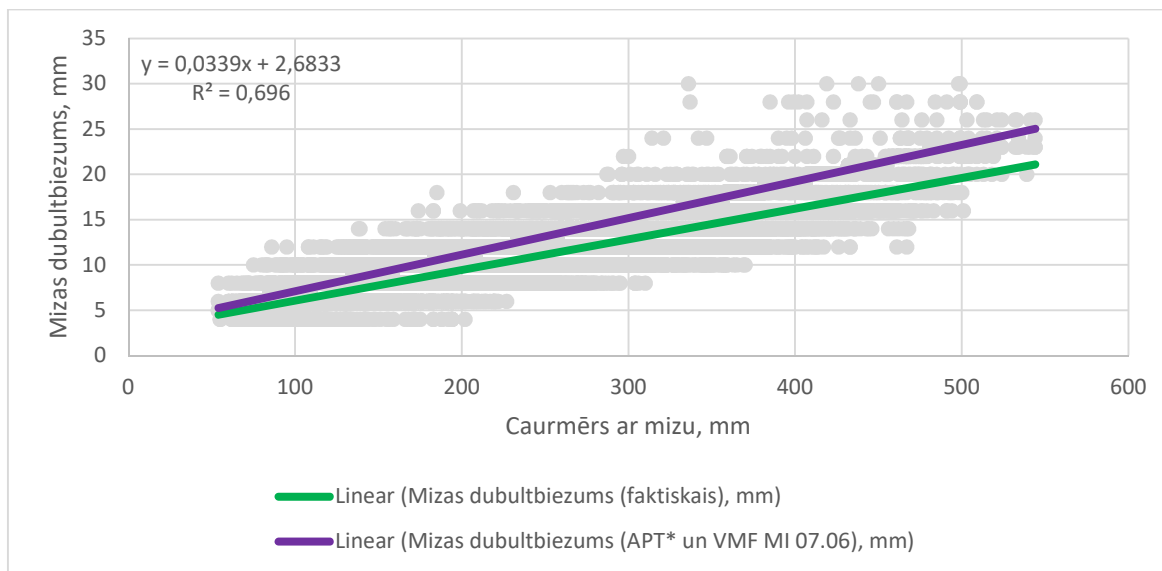


3.27. att. Vidējā egles stumbra raksturlielumi 48 cm caurmēra pakāpē.

Izvērtējot pašreiz izmantotās, APT* failā un VMF MI 07.06 instrukcijā norādītās lineārās funkcijas un teorētiski iespējamo “Skogforsk” 2004. gadā sagatavoto funkciju var secināt, ka šīm funkcijām galvenā cirtē sagatavotiem stumbra nogriežņiem ir tendence noteikt lielāku mizas dubultbiezumu par faktisko (īpaši stumbra vidusdaļas nogriežņiem). “Skogforsk” 2004. gadā sagatavotai funkcijai priekš parastās egles (*Picea abies*) tendence noteikt lielāku mizas dubultbiezumu par faktisko skaidrojams ar to ka šī funkcija sagatavota Zviedrijas apstākļiem.

3.5. Egles mizas dubultbiezuma izvērtējums

Izvērtējot iepriekš apskatītās egles mizas dubultbiezuma izmaiņas stumbra garumā, var novērot tendenci noteikt lielāku mizas dubultbiezumu par faktisko, izmantojot APT* failā un VMF MI 07.06 instrukcijā norādītās lineārās funkcijas. Lai mazinātu iespējamo tilpuma novirzi dēļ mizas redukcijas, būtu jāveic lineārās funkcijas koeficientu korekcija, kuras rezultātā novērtētu mazāku mizas dubultbiezumu – atbilstošāku faktiskajam (skat.3.28. att.).



3.28. att. Egles mizas dubultbiezuma izmaiņas atkarībā no caurmēra.

Šajā gadījumā vērtējot mizas dubultbiezuma izmaiņas atkarībā no apaļo kokmateriāla caurmēra, ir novērojamas būtiskas atšķirības starp esošo lineāro funkciju un pārstrādāto funkciju lielāku dimensiju egļu apaļiem kokmateriāliem (skat. 3.5. tab.).

3.5. tabula

Egles mizas dubultbiezumi

Caurmērs ar mizu, mm	Mizas dubultbiezums, mm	
	Projekts P8	VMF MI 07.06
50	4	5
100	6	7
150	8	9
200	9	11
250	11	13
300	13	15
350	15	17
400	16	19
450	18	21
500	20	23
550	21	25

Kā redzams no 3.5. tabulas, mizas dubultbiezuma starpība palielinās, palielinoties caurmēram. Pie caurmēra ar mizu 50 mm mizas dubultbiezuma starpība ar VMF MI 07.06 instrukcijā norādīto funkciju nepārsniedz 1 mm, bet pie caurmēra 550 mm pēc projektā pārstrādātās funkcijas mizas dubultbiezums ir mazāks par 4 mm.

Izmantojot šobrīd praksē izmantoto APT* failā un VMF MI 07.06 instrukcijā norādīto lineāro funkciju, teorētiski iespējamo "Skogforsk" 2004. gadā sagatavoto funkciju un projekta ietvaros uz šo brīdi pārstrādāto lineāro funkciju, tiek novērtēta mizas redukcijas algoritmu ietekme uz tilpuma noteikšanas precizitāti (skat. 3.6. tab.).

3.6. tabula

Tilpuma novirze pēc egles mizas redukcijas algoritmiem

Krūšaugstuma caurmēra pakāpe, cm	Tilpuma novirze, %		
	APT* fails un VMF MI 07.06	Skogforsk, 2004	P8 Egle (HARV un AUI)
Kājas kopšanas cirte			
12	-2,5	-1,3	-2,5
16	-2,4	-1,2	0,6
Galvenā cirte II stāva koki			
20	-3,6	-2,6	-1,3
24	-2,3	-2,0	-0,7
Galvenā cirte I stāva koki			
28	-1,5	-1,8	0,3
32	-2,0	-2,6	-0,3
36	-1,4	-2,2	0,2
40	-1,6	-2,5	0,0
44	-2,1	-3,3	-0,5
48	-1,5	-2,9	-0,1

Izmantoto APT* failā un VMF MI 07.06 instrukcijā norādīto lineāro funkciju tilpuma novirze atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes svārstās robežās no -1,4 līdz -3,6 %. Lielākās tilpuma novirzes pēc šīs lineāras funkcijas veidojas galvenajā cirtē II stāva koku stumbru nogriežņiem. Galvenās cirtes I stāva koku stumbru nogriežņiem tilpuma novirze svārstās robežās no -1,4 līdz -2,1%, kas pamato nepieciešamību pārstrādāt šobrīd pielietotās lineārās funkcijas koeficientus.

Arī "Skogforsk" 2004. gadā sagatavotai funkcijai ir novērojama tendence noteikt lielākus mizas dubultbiezumus par faktiskajiem. Līdz ar to tilpuma novirze atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes svārstās robežās no -1,2 līdz -3,3%.

Egles apaļo kokmateriālu mizas redukcijai izmantojot projekta ietvaros pārstrādāto lineāro funkciju (P8 Egle (HARV un AUI)), tilpuma novirze atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes svārstās robežās no -2,5 līdz 0,3%. Galvenās cirtes I stāva koku stumbru nogriežņiem tilpuma novirze svārstās robežās no -0,5 līdz 0,3%. Lai iegūtu atbilstošu mizas dubultbiezumu un mazākas tilpuma novirzes dēļ mizas redukcijas, turpmāk būtu jāizmanto projekta ietvaros pārstrādātā lineārā mizas funkcija.

Secinājumi

1. Izmantojot APT* failā norādītos lineārās funkcijas koeficientus, priedes stumbra resgaļa sortimentiem galvenajā cirtē tiek noteikts mazāks mizas dubultbiezums, salīdzinot ar faktisko līdz ar to, tilpuma starpība svārstās robežās no 7,2 līdz 8,9 %. Stumbra daļā ar vidēju mizu tilpuma starpība svārstās robežās no 0,0 līdz -1,5 %, bet atlikušajā stumbra daļā ar plānu mizu tilpuma starpība svārstās robežās no -3,9 līdz -4,8 %.
2. Izvērtējot Zviedrijas institūta “Skogforsk” 2004. gadā izstrādāto priedes mizas funkciju, harvesteriem ir novērojama tendence galvenā cirtē noteikt lielāku mizas dubultbiezumu par faktisko, un līdz ar to tilpuma noteikšanas precizitāte atkarībā no krūšaugstuma caurmēra pakāpes un mizas tipa svārstās robežās no -0,6 līdz -4,5 %. Izmantojot “Skogforsk” 2004. gadā sagatavoto mizas funkciju, vērtīgāko resgaļu sortimentu tilpuma novirzes ir ievērojami mazākas. Līdz ar to Latvijā no šobrīd pieejamām mizas redukcijas funkcijām harvesteriem būtu rekomendējama Zviedrijas institūta “Skogforsk” 2004. gadā izstrādātā priedes mizas funkcija.
3. VMF MI 07.06 instrukcijā norādītie lineārie vienādojumi katram priedes mizas tipam piemēroti automatizētām uzmērīšanas ierīcēm pārstrādes vietās, kur tilpuma aprēķināšanai izmanto tievgaļa caurmēru un raukumu. Sekciju tipa uzmērīšanas gadījumā nepilnīgi tiek novērtēts mizas dubultbiezums (mazāks) stumbra resgaļa sortimentiem.
4. Izvērtējot VMF MI 07.06 instrukcijā norādīto priedes mizas funkciju ietekmi uz tilpuma noteikšanas precizitāti pēc sekciju tipa (1 m) uzmērīšanas paņēmiena, var novērot, ka galvenā cirtē sagatavotiem resgaļa sortimentiem ar biezu mizu tā svārstās robežās no 2,4 līdz 4,8 %, bet pēc tievgaļa un raukuma uzmērīšanas paņēmiena tilpuma uzmērīšanas precizitāte svārstās robežās no 0 līdz 2,9 %. Sortimentiem ar vidēji biezu mizu un plānu mizu neatkarīgi no uzmērīšanas paņēmiena tilpuma novirze svārstās robežās no -1,8 līdz 0,3 %.
5. Izmantojot APT* failā un VMF MI 07.06 instrukcijā norādīto lineāro funkciju egles mizas dubultbiezuma aprēķināšanai, tilpuma novirze atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes galvenajā cirtē svārstās robežās no -1,4 līdz -2,1 %, kas pamato nepieciešamību pārstrādāt šobrīd pielietotās lineārās funkcijas koeficientus.
6. Egles apaļo kokmateriālu mizas redukcijai, izmantojot projekta ietvaros pārstrādāto lineāro funkciju (P8 Egle (HARV un AUD)), tilpuma novirze atkarībā no koka krūšaugstuma caurmēra pakāpes galvenajā cirtē svārstās robežās no -0,5 līdz 0,3 %. Lai iegūtu atbilstošāku mizas dubultbiezumu un mazākas tilpuma novirzes dēļ mizas redukcijas, turpmāk būtu jāizmanto projekta ietvaros pārstrādātā lineārā mizas funkcija.

Izmantoto informācijas avotu saraksts

1. Hannrup, B., 2004. Funktioner för skattning av barkens tjocklek hos tall och gran vid avverkning med skördare. Arbetsrapport från Skogforsk nr 575, 2004, Uppsala
2. Introduction to StanForD 2010. Pieejams: <https://www.skogforsk.se/contentassets/1a68cdce4af1462ead048b7a5ef1cc06/stanford-2010-introduction-150826.pdf>
3. Kopšanas ciršu rokasgrāmata - Latvijas valsts meži. Pieejams: https://www.lvm.lv/images/lvm/Petijumi_un_publicijas/KC-rokasgramata.pdf
4. PROCEDŪRA Nr. VKP1/2018 "Apaļo kokmateriālu tilpuma noteikšanas precizitātes kontrole (ar automatizētu uzmērīšanas ierīci)". Pieejams: http://site-417100.mozfiles.com/files/417100/Procedura_Nr_VKP1_2018_LV_ar_izmainam_18_03_2020.pdf
5. Procedūras Nr. VKP1/2018 1. Pielikums. Pieejams: http://site-417100.mozfiles.com/files/417100/1_Pielikums_Procedurai_Nr_VKP1_2018-1.pdf
6. Standard for Forest Data and Communication Appendix: Definitions of variables - General and country specific. Pieejams: https://www.skogforsk.se/contentassets/b063db555a664ff8b515ce121f4a42d1/appendix1_eng_120418.pdf
7. Stumbra sagarumošanas (APT*) failu uzstādījumu standarts. Pieejams: https://www.lvm.lv/images/lvm/Profesionaliemi/Me%C5%BEizstr%C4%81de/Pielikumi/lvm-apt-standarts_15.pdf
8. VMF MI 07.06 instrukcija. Mizas aprēķina sakarība pēc mizas tipa.