

## PĀRSKATS

PAR MEŽA ATTĪSTĪBAS FONDA PASŪTĪTO PĒTĪJUMU

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS:

LATVIJAS MEŽA RESURSU ILGTSPĒJĪGAS,  
EKONOMISKI PAMATOTAS IZMANTOŠANAS UN  
PROGNOZĒŠANAS MODEĻU IZSTRĀDE

LĪGUMA NR.: 130712/S95

IZPILDES LAIKS: 13.07.2012– 12.11.2012

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”

PROJEKTA VADĪTĀJS: \_\_\_\_\_  
Jānis Donis

**Salaspils, 2012**



# Satura rādītājs

<b>KOPSAVILKUMS</b> .....	<b>5</b>
<b>IEVADS</b> .....	<b>7</b>
<b>1. KOKAUDŽU KOKU KVALITĀTES NOVĒRTĒJUMA METODES IZSTRĀDE PĒC MSI 2009. - 2011. GADA PAPILDUS MĒRĪJUMU DATIEM</b> .....	<b>9</b>
1.1. MATERIĀLS UN METODIKA .....	9
1.2. REZULTĀTI.....	11
1.2.1. <i>Koku kvalitātes novērtējums atsevišķiem kokiem</i> .....	11
1.2.2. <i>Koku stumbru kvalitātes vienādojumi audzēm</i> .....	12
SECINĀJUMI .....	14
<b>2. OGULĀJU SASTOPAMĪBAS NOVĒRTĒJUMS DAŽĀDOS MEŽA TIPOS BALSTOTIES UZ 2010.-2011. GADĀ PAPILDUS MĒRĪJUMIEM MSI PARAUGLAUKUMOS</b> .....	<b>15</b>
2.1. MATERIĀLS UN METODIKA .....	15
2.2. REZULTĀTI.....	17
SECINĀJUMI .....	18
<b>3. AUDŽU VIZUĀLĀS KVALITĀTES NOVĒRTĒJUMA MODEĻA IZSTRĀDE</b> .....	<b>19</b>
3.1. MATERIĀLS UN METODIKA .....	19
3.2. REZULTĀTI.....	19
SECINĀJUMI .....	20
<b>4. KOKU SADALĪJUMA PA CAURMĒRA PAKĀPĒM APRĒĶINĀŠANAS METODES IZSTRĀDE BALSTOT UZ MSI DATIEM</b> .21	
4.1. MATERIĀLS UN METODIKA .....	21
4.2. REZULTĀTI.....	22
SECINĀJUMI .....	22
<b>5. VISPĀRĒJO AUGSTUMLĪKŅU APROKSIMĀCIJA</b> .....	<b>23</b>
5.1. MATERIĀLS UN METODIKA .....	23
5.2. REZULTĀTI.....	24
SECINĀJUMI .....	27
<b>6.ORTOFOTOATTĒLU (RGB) AR PAPILDUS NIR SLĀNI ATTĒLU UN LIDAR IZMANTOŠANAS IESPĒJU IZVĒRTĒJUMS MSI PARAUGLAUKUMU DATU EKSTRAPOĻĒŠANAI</b> .....	<b>28</b>
6.1.ĪEVADS .....	28
6.2.MATERIĀLS UN METODIKA .....	28
6.3. REZULTĀTI.....	30
SECINĀJUMI .....	33
<b>7.PROGRAMMAS PRAŠĪBU SPECIFIKĀCIJAS IZSTRĀDE</b> .....	<b>35</b>
7.1.ĪLGTSPĒJĪGAS MEŽA APSAIMNIEKOŠANAS DEFINĒJUMS.....	35
7.2. MEŽA APSAIMNIEKOŠANAS MĒRĶU SASNIEGŠANAS KRITĒRIJI UN INDIKATORU SARAKSTS .....	36
7.3.PROGRAMMAS PRAŠĪBU SPECIFIKĀCIJA.....	37
<b>8.ALGORITMU UN MELNRAKSTA STRUKTŪRAS IZSTRĀDE</b> .....	<b>37</b>
<b>9.PROGRAMMĒŠANA UN PROTOTIPA IZSTRĀDE</b> .....	<b>39</b>
<b>10.TESTA VERSIJAS ATRĀDĪŠANA</b> .....	<b>39</b>
<b>11. PRODUKTA IZSTRĀDE</b> .....	<b>39</b>
<b>SECINĀJUMI</b> .....	<b>40</b>
<b>LITERATŪRA</b> .....	<b>41</b>
<b>PIELIKUMI</b> .....	<b>42</b>
<b>LĒMUMA PIENĒMŠANAS ATBALSTA SISTĒMAS PROGRAMMATŪRAS PRAŠĪBU SPECIFIKĀCIJA</b> .....	<b>43</b>



# Kopsavilkums

## Latvijas meža resursu ilgtspējīgas, ekonomiski pamatotas izmantošanas un prognozēšanas modeļu izstrāde

Projekta vadītājs J. Donis

Pārējie galvenie izpildītāji (Dr. Silv. A.Lazdiņš, Dr.silv. J. Jansons, Mgr. biol. J.Zariņš, Mgr. silv. L. Zdors, G. Šņepsts, J. Donis).

Projekta ilgtermiņa (2008.-2013.g.) mērķis: izstrādāt lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmu Latvijas meža resursu ekonomiski pamatotas izmantošanas plānošanai stratēģiskā līmenī.

2012.g. definēti sekojoši darba uzdevumi:

1. Kokaudžu koku kvalitātes novērtējuma metodes izstrāde pēc MSI (2009-2011) papildus mērījumu rezultātiem;
2. Ogulāju sastopamības novērtējums dažādos meža tipos pēc MSI datiem;
3. Audžu vizuālās kvalitātes novērtējuma modeļa izstrāde;
4. Koku sadalījuma pa caurmēra pakāpēm aprēķināšanas metodes izstrāde balstot uz MSI datiem;
5. Vispārējās augstumlīknes izstrāde A, Ma, Ba pēc MSI datiem;
6. Ortofotoattēlu ar papildus NIR slāni attēlu un LiDAR izmantošanas iespēju izvērtējums MSI parauglaukumu datu ekstrapolēšanai.
7. Programmas prasību specifikācijas izstrāde
8. Algoritmu un melnraksta struktūras izstrāde
9. Programmēšana un prototipa izstrāde
10. Testa versijas atrādīšana
11. Produkta izstrāde.

### Galvenie rezultāti

#### 1. Kokaudžu koku kvalitātes novērtējuma metodes izstrāde pēc MSI (2009-2011) papildus mērījumu rezultātiem;

Novērtējumam izmantoti 2334 MSI parauglaukumu dati (48563 koki). Konstatēts, ka priežu audzēs priedēm pirmo 6m nogrieznī vismaz 1 posms atbilst tikai malkas vai papīrmalkas kvalitātes prasībām pēc ārējām pazīmēm atbilst ap 8.8% koku, egļu parauglaukumos ap 16.5%, bet bērzu parauglaukumos 44%, melnalksnim 37%, apsei 47% koku, baltalksnim - 61% koku. Izstrādāti vienādojumi kvalitātes pazeminājuma īpatsvara aprēķināšanai, kā arī augstas kvalitātes sortimentu īpatsvara aprēķinam atkarībā no koku sugas un vecuma.

#### 2. Ogulāju sastopamības novērtējums dažādos meža tipos pēc MSI datiem;

Kopumā kādi no ogulājiem konstatēti ½ no analizētajiem parauglaukumiem. Mellenes konstatētas 28%, brūklenes 20%, bet avenes 14% parauglaukumi. Pārējie ogulāji konstatēti mazāk nekā 5% no parauglaukumiem. Pašreizējais datu apjoms ir nepietiekams ogu ražas prognožu izstrādēm.

#### 3. Audžu vizuālās kvalitātes novērtējuma modeļa izstrāde;

Balstoties uz iepriekšējos pētījumos ievāktajiem socioloģisko pētījumu datiem, izstrādāti audžu vizuālās kvalitātes novērtējuma matrica. Audzes pēc to vizuālās kvalitātes grupētas 5 grupās: 5 - ļoti pievilcīgas, pievilcīgas, drīzāk pievilcīgas, drīzāk nepievilcīgas, nepievilcīgas.

#### 4. Koku sadalījuma pa caurmēra pakāpēm aprēķināšanas metodes izstrāde balstot uz MSI datiem;

Izstrādāti vienādojumi, balstoties uz Veibula sadalījumu, lai aproksimētu koku sadalījumu pa caurmēra pakāpēm atkarībā no vidējā koku caurmēra.

#### 5. Vispārējās augstumlīknes izstrāde A, Ma, Ba pēc MSI datiem;

Pārbaudē izmantoti apses, melnalkšņa, baltalkšņa, kā arī priedes, egles un bērza koku augstumu mērījumi, kas iegūti MSI parauglaukumos, kur elementam augstumi mērīti vismaz 5 kokiem. Vispārējās augstumlīknes aproksimētas izmantojot Gafreja (*Gaffrey*). Aprēķināti koeficienti augstumlīknei sekojošām koku sugām A, Ma, Ba, P, E, B.

6. Ortofotopiltēlu ar papildus NIR slāni attēlu un LiDAR izmantošanas iespēju izvērtējums MSI parauglaukumu datu ekstrapolēšanai.

Konstatēts, ka LiDAR dati, kas iegūti arī ar relatīvi zemu punktu blīvumu (2-3 gabm<sup>2</sup>), ir izmantojami, lai aprakstītu audzes I stāva vidējo augstumu, kā arī, lai identificētu ekoloģiskos kokus, tādējādi uzlabojot informāciju par meža resursiem valstī vai reģionā.

7. Programmas prasību specifikācijas izstrāde

Atbilstoši Zemkopības ministrijas pārstāvju izvirzītajai problēmsituāciju analīzei, izveidoti nepieciešamo vajadzību identificēšana un atbilstoši rīka funkcionalitātes apraksts.

8. Algoritmu un melnraksta struktūras izstrāde

Izstrādāti/ pilnveidoti algoritmi, lai aprakstītu mežsaimniecības procesus un iegūtu informāciju par ZM definētajām problēmsituācijām.

9. Programmēšana un prototipa izstrāde

Programmēšanu un prototipu atbilstoši programmas prasību specifikācijai izstrādāja Silava un LLU darba grupa.

10. Testa versijas atrādīšana

Testa versija atrādīta ZM pārstāvjiem 2012.g. 7. novembrī un atzīta kā kopumā atbilstoša ZM vajadzībām.

11. Produkta izstrāde.

Sadarbībā ar LLU izstrādāta datorprogramma „Mestra”, kas nākamajā gadā pilnveidojama.

## Ievads

Ņemot vērā meža resursu nozīmību Latvijas tautsaimniecībā, mežsaimnieciskās darbības cikla ilgumu, kā arī meža lomu vides stabilizācijā, bioloģiskās daudzveidības saglabāšanā un tā sociālo nozīmību, lēmumpieņemējam nepieciešams instruments vismaz:

- 1) Lēmumu pieņemšanas atbalstam meža politikas/stratēģijas izstrādei;
- 2) Lēmumu pieņemšanas atbalstam visas valsts (reģionālā) līmenī;
- 3) Daudzmērķu meža resursu prognozēšanai;
- 4) Meža nozares (industrijas) ilgtermiņa plānošanai (iespēju prognozēšanai).

Virknē valstu ir izstrādātas programmas, kuras izmantojamās resursu attīstības modelēšanai un stratēģisko lēmumu pieņemšanas atbalstam, piem., Somijā, Mežzinātnes institūts Metla ir izstrādājis MELA programmu, Eiropas meža institūts izstrādājis EFISCEN programmu, Zviedrijā izveidota meža simulāciju sistēma HUGIN utt.. Virknē gadījumu šīs programmas balstītas uz nacionālās meža inventarizācijas gaitā vairākkārt uzmērīto parauglūkumu informāciju.

Latvijā meža resursu ilgtspējīgas apsaimniekošanas nodrošināšanai saimnieciskās vienības vai valsts līmenī izmantotas 1) klasiskās maksimālā galvenajā cirtē pieļaujamā ciršanas apjoma aprēķina metodes (n-tā ciršana pēc vecuma, ciršana pēc stāvokļa u.c.), 2) meža kapitālvērtības aprēķina programma „Meža eksperts” (Dubrovskis, 2007). Līdz 2007.g. augstāk minētās metodes balstītas tikai uz nogabalu līmeņa inventarizācijas datu bāzi.

2007. gadā LVMI „Silava” tika realizēts projekts „Latvijas meža resursu ilgtspējīgas, ekonomiski pamatotas izmantošanas modeļu izstrāde”, kura mērķis bija apkopot ekspertu viedokļus un sniegt priekšlikumus (1) par meža augšanas gaitu raksturojošiem indikatoriem un to izmaiņu prognozi laikā iepriekš saskaņotās plānošanas vienībās; (2) par optimālo modeli mežaudzes likvidācijas vērtības noteikšanai (sortimentācijai) u.c. Meža stāvokli raksturojošā informācija pirmo reizi iegūta izmantojot meža statistiskās inventarizācijas (MSI) jeb meža resursu monitoringa (MRM) 2005., 2006. gada datus. Projekta vadība tika uzticēta zviedru mežzinātniekam P. Wikström. Darba gaitā atklājās virkne nepilnību mūsu zināšanās, un tādējādi modelis tika balstīts uz labāko pieejamo informāciju (piem., šķērslaukuma pieauguma modeļi, kas izstrādāti balstot uz mērījumiem Dienvidzviedrijas mežos) vai ekspertu vērtējumiem, kuru atbilstība projekta īsā izpildes termiņa (3,5 mēneši) dēļ netika pārbaudīta.

Pasūtītājs, 2008. gadā izsludinot konkursu ilgtermiņa pētījumam, definējis sekojošu darba mērķi - **izveidot lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmu Latvijas meža resursu ekonomiski pamatotas izmantošanas plānošanai stratēģiskā līmenī. Projekta izpildes laiks 2008.-2013.g.** Šādas lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmas izveide un attiecīga cilvēkresursu attīstība, ļautu modelēt dažādu politisko lēmumu sekas uz resursu pieejamību u.c. būtiskiem aspektiem, kā arī padarīt lēmuma pieņemšanas procesu caurskatāmāku.

Visa projekta virzība vērsta 3 virzienos: Meža resursu stāvokļa (koksnes un nekoksnes) raksturojama modeļu uzlabojumiem, 2. Resursu (koksnes un nekoksnes) attīstības modeļu uzlabošana un 3. lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas izveidei.

2012.gadā definēti sekojoši darba uzdevumi.

I. Stāvokļa raksturojums:

1. Kokaudžu koku kvalitātes novērtējuma metodes izstrāde pēc MSI (2009-2011) papildus mērījumu rezultātiem;
2. Ogulāju sastopamības novērtējums dažādos meža tipos pēc MSI datiem;
3. Audžu vizuālās kvalitātes novērtējuma modeļa izstrāde;
4. Koku sadalījuma pa caurmēra pakāpēm aprēķināšanas metodes izstrāde balstot uz MSI datiem;
5. Vispārējās augstumlīknes izstrāde A, Ma, Ba pēc MSI datiem;
6. Ortofotoattēlu ar papildus NIR slāni attēlu un LiDAR izmantošanas iespēju izvērtējums MSI parauglūkumu datu ekstrapolēšanai.

II. Lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas izveide

7. Programmas prasību specifikācijas izstrāde
8. Algoritmu un melnraksta struktūras izstrāde
9. Programmēšana un prototipa izstrāde
10. Testa versijas atrādīšana
11. Produkta izstrāde.



# 1. Kokaudžu koku kvalitātes novērtējuma metodes izstrāde pēc MSI 2009. - 2011. gada papildus mērījumu datiem

## 1.1. Materiāls un metodika

Koku stumbra kvalitāte novērtēta atbilstoši iepriekšējā gadā izstrādātajai metodikai. Koku kvalitāti novērtē diviem 3 m gariem stumbra nogriežņiem no sakņu kakla līdz 6, x m augstumam (x – sakņu kakla augstums, cm).

Tā kā augošiem kokiem nav zināma no tiem konkrētā pasūtītāja vajadzībām iegūstamo sortimentu kvalitātes prasības, augošu koku stumbra kvalitātes novērtējuma metodika izstrādāta kompilējot informāciju no LVS 80:1997; LVS 81:1997; LVS 82:1997; Līpiņš, 1999; LVM, 2007 (11. un 1.2. tabulas).

1.1. tabula

**Skuju koku kvalitātes novērtējums**

SKUJU KOKI		Pirmais vai vidus balķis	Galotne vai vidus balķis*	Visu veidu balķi	Visu veidu balķi	Visu veidu balķi		
KODS	Mērvienība	I šķira	II šķira	III šķira	IV šķira	V šķira	P-malka	Malka
		1	2	3	4	5	6	7
1. Zars		Uz balķi		Sliktākajā pusē 1,5 m posmā				
Trupējis/mizā ietverts	skaitis, gab. diametrs, mm	<=1 10<d<20	<=2 10<d<20	<=7 <40	neierobežo <80	neierobežo neierobežo	neierobežo neierobežo	neierobežo neierobežo
Nokaltis nesaaudzis	skaitis, gab. diametrs, mm	<=1 10<d<20	<=7 10<d<40	<=14 10<d<40	neierobežo <80	neierobežo neierobežo	neierobežo neierobežo	neierobežo neierobežo
Valējs, saaudzis	skaitis, gab. diametrs, mm	<=1 15<d<50	<=12 15<d<90	<=20 15<d<90	neierobežo neierobežo	neierobežo neierobežo	neierobežo neierobežo	neierobežo neierobežo
Padēls	diametrs, mm	nepieļauj	nepieļauj	<=50	<=50	neierobežo	neierobežo	neierobežo
Apauguši zari		<=1 gab (h<=5mm)	nepieļauj	pieļauj	pieļauj	pieļauj	pieļauj	pieļauj
2. Plaisas (sānu, caurejošas)		nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	pieļauj	pieļauj
3. Līkumainība (vienpusīga)	cm/m	<=1	<=1	<2	<2	<2	pieļauj	pieļauj
Daudzpusīgā	cm/m	nepieļauj	nepieļauj	<2	<2	<2	pieļauj	pieļauj
4. Saussāns		(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	pieļauj	pieļauj
5. Sēņu bojājums**		nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	pieļauj vecus pārn. bojāj.	pieļauj piepes zaros, vecus pārn. bojāj.	pieļauj piepes zaros, vecus pārn. bojāj.	pieļauj piepes uz stumbra, vecus pārn. bojāj.
6. Kukaiņu bojājumi		<3mm dziļi	<3mm dziļi	<3mm dziļi	<3mm dziļi	<3mm dziļi	pieļauj	pieļauj
7. Metāliski ieslēgumi		nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	pieļauj
8. Apogļojums		nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj	pieļauj

\* zaļajā vainagā; \*\* veci, (5gadi <) pārnadžu radīti stumbra mizas bojājumi ir 1. nogriežņa trapes pazīme

1.2. tabula

**Lapu koku kvalitātes novērtējums**

LAPU KOKI		I šķira	II šķira	III šķira			P-malka	Malka
KODS	Mērvienība	1	2	3			6	7
1. Zars		Uz balķi		Sliktākajā pusē 1,0 m posmā				
Trupējis/mizā ietverts, mm	skaitis, gab. diametrs, mm	nepieļauj 10<d<	nepieļauj 10<d<	neierobežo neierobežo			neierobežo neierobežo	neierobežo neierobežo
Nokaltis nesaaudzis, mm	skaitis, gab. diametrs, mm	nepieļauj 10<d<	<=2 10<d<50	neierobežo neierobežo			neierobežo neierobežo	neierobežo neierobežo
Valējs, saaudzis, mm	skaitis, gab. diametrs, mm	nepieļauj 10<d<	<=2 15<d<100	neierobežo neierobežo			neierobežo neierobežo	neierobežo neierobežo
Padēls, mm		nepieļauj	nepieļauj	neierobežo			neierobežo	neierobežo
Apauguši zari		1 gab (h=5mm)	nepieļauj	pieļauj			pieļauj	pieļauj
2. Plaisas (sānu, caurejošas)		nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj			pieļauj	pieļauj
3. Līkumainība (vienpusīga)	cm/m	<=1	<=1	<=3			pieļauj	pieļauj
Daudzpusīgā	cm/m	<=0,5	<=1	<=1,5			pieļauj	pieļauj
4. Saussāns		(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)			pieļauj	pieļauj
5. Sēņu bojājums**		nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj			pieļauj piepes zaros	pieļauj piepes uz stumbra
6. Kukaiņu bojājumi		<3mm dziļi	<3mm dziļi	<3mm dziļi			pieļauj	pieļauj
7. Metāliski ieslēgumi		nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj			nepieļauj	pieļauj
8. Apogļojums		nepieļauj	nepieļauj	nepieļauj			nepieļauj	pieļauj

\*\* veci, (5gadi <) pārnadžu radīti stumbra mizas bojājumi ir 1. nogriežņa trapes pazīme

Koku stumbra kvalitātes novērtēšanai izmantoti dati pa 2234 (2009.g. – 434; 2010.g. – 910; 2011.g. – 890) MSI parauglaukumiem, kuros koku stumbra kvalitāte novērtēta 48563 kokiem (1.3. – 1.5. tabulas).

1.3. tabula

**Paraugkopas parauglaukumu un koku skaits sadalījumā pa vecuma desmitgadēm**

	Suga	Vecuma 10-gade																		Kopā	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18+		
Parauglaukumu skaits	P	6	8	17	17	48	71	114	123	106	81	59	56	31	22	10	8	2	1	37	817
	E	2	3	43	64	83	41	44	40	36	17	15	9	4	3	3		4	1	6	418
	B	8	27	39	68	116	143	116	45	22	5		1							13	603
	M	1	1	7	13	19	28	17	5	6										2	99
	A	13	13	7	12	20	24	22	12	5		1								6	135
	Ba	3	9	32	39	19	5	1												5	113
	Citas	2	3	3	6	4	3	5	4	4	3	3	1	2	2					4	49
	<b>Kopā</b>	<b>35</b>	<b>64</b>	<b>148</b>	<b>219</b>	<b>309</b>	<b>315</b>	<b>319</b>	<b>229</b>	<b>179</b>	<b>106</b>	<b>78</b>	<b>67</b>	<b>37</b>	<b>27</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>73</b>	<b>2234</b>
Koku skaits	P	1	11	212	300	1254	1658	2302	2342	1829	1365	1008	816	519	341	186	97	36	29	499	14805
	E		4	654	1599	2796	1878	2040	1465	957	517	324	201	75	69	26	10	50	5	1569	14239
	B	3	31	389	1054	2425	2950	2285	785	416	116	26	24	8		3			1	737	11253
	M		17	115	427	714	747	454	141	97										251	2963
	A		20	126	245	322	406	231	141	40		4		1						150	1686
	Ba	1	12	380	1167	682	151	16												287	2696
	Citas	1	6	36	114	114	123	69	48	35	26	15	10	5	2					317	921
	<b>Kopā</b>	<b>6</b>	<b>101</b>	<b>1912</b>	<b>4906</b>	<b>8307</b>	<b>7913</b>	<b>7397</b>	<b>4922</b>	<b>3374</b>	<b>2024</b>	<b>1377</b>	<b>1051</b>	<b>608</b>	<b>412</b>	<b>215</b>	<b>107</b>	<b>86</b>	<b>35</b>	<b>3810</b>	<b>48563</b>

1.4. tabula

**Paraugkopas parauglaukumu un koku skaits sadalījumā pa krūšaugstuma caurmēra grupām**

	Suga	4cm caurmēra pakāpe																Kopā		
		4-	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64		68	72+
Parauglaukumu skaits	P	48	10	55	68	81	124	150	77	133	36	19	9	7						817
	E	9	12	33	53	76	82	53	28	49	13	5	2	2				1		418
	B	20	28	61	93	119	138	71	23	38	3	2	3	2		2				603
	M	2	2	8	10	15	33	17	8	3	1									99
	A	22	7	7	5	12	6	11	11	21	6	14	4	5	2	1				135
	Ba	9	12	26	30	23	12	1												113
	Citas	1	3	4	2	3	4	5	4	4	2	4	4	2	3	2	1	1		49
	<b>Kopā</b>	<b>111</b>	<b>74</b>	<b>194</b>	<b>261</b>	<b>329</b>	<b>399</b>	<b>308</b>	<b>151</b>	<b>248</b>	<b>61</b>	<b>44</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2234</b>
Koku skaits	P			28	2910	2979	2708	2305	1664	1065	575	304	154	63	25	15	9		1	14805
	E			46	5105	3817	2299	1265	803	408	239	129	67	35	10	8	4	1	3	14239
	B			34	3581	2930	2024	1263	689	374	192	86	43	13	14	7	2		1	11253
	M			4	910	809	592	354	168	86	28	5	5	2						2963
	A			3	282	270	264	214	200	144	103	84	60	19	23	11	2	2	5	1686
	Ba			10	1313	877	353	112	25	5		1								2696
	Citas			3	262	217	131	86	76	40	32	14	20	7	9	7	3	3	11	921
	<b>Kopā</b>			<b>128</b>	<b>14363</b>	<b>11899</b>	<b>8371</b>	<b>5599</b>	<b>3625</b>	<b>2122</b>	<b>1169</b>	<b>623</b>	<b>349</b>	<b>139</b>	<b>81</b>	<b>48</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	<b>48563</b>

1.5. tabula

**Paraugkopas parauglaukumu un koku skaits sadalījumā pa augstuma grupām**

	Suga	Augstuma grupas													Kopā
		<3,1	3,1-6,0	6,1-9,0	9,1-12,0	12,1-15,0	15,1-18,0	18,1-21,0	21,1-24,0	24,1-27,0	27,1-30,0	30,1-33,0	33,1-36,0	>36,0	
Parauglaukumu skaits	P	45	6	29	51	56	63	92	158	161	108	41	6	1	817
	E	5	4	7	26	40	58	78	79	66	38	13	3	1	418
	B	5	10	7	22	41	74	110	123	106	71	33	1		603
	M		1	2	2	6	10	30	24	16	8				99
	A	3	11	6	7	7	5	5	11	10	31	22	15	2	135
	Ba	6	1	5	10	16	29	32	12	2					113
	Citas	1		1	3	5	6	6	1	2	6	2	1		34
	<b>Kopā</b>	<b>65</b>	<b>33</b>	<b>57</b>	<b>123</b>	<b>173</b>	<b>245</b>	<b>355</b>	<b>411</b>	<b>364</b>	<b>267</b>	<b>111</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>2234</b>
Koku skaits	P			115	745	1352	1975	2541	3143	2608	1661	547	100	18	14805
	E			22	427	2184	3846	3380	2111	1316	687	189	61	16	14239
	B			38	295	1403	2644	2926	2113	1215	541	76	2		11253
	M			2	32	162	544	924	679	419	179	22			2963
	A				2	14	86	142	307	347	334	272	160	22	1686
	Ba			1	38	206	712	1155	504	70	9	1			2696
	Citas			7	40	126	261	198	142	76	53	15	3		921
	<b>Kopā</b>			<b>147</b>	<b>1322</b>	<b>4339</b>	<b>8827</b>	<b>10984</b>	<b>9812</b>	<b>6949</b>	<b>4138</b>	<b>1587</b>	<b>400</b>	<b>58</b>	<b>48563</b>

Vienādojumu izstrādē izmanto pirmo 6m novērtēto koka stumbra kvalitāti, par kura kvalitāti pieņem zemāk novērtētā 3m nogriežņa kvalitāte.

Vienādojumi izstrādāti izmantojot programmu SPSS14. Vienādojumi izstrādāti, lai aprēķinātu 1. kvalitātes (1. šķiras balķi), 7. kvalitātes (malka) un 4-6. kvalitātes koku īpatsvaru audzē. Vienādojumu izstrādē izmantoti tikai tie parauglaukumi, kuros stumbra kvalitāte novērtēta vismaz 8 kokiem.

## 1.2. Rezultāti

### 1.2.1. Koku kvalitātes novērtējums atsevišķiem kokiem

Kopā no 49 teorētiski iespējamajām koku stumbra kvalitātes kombinācijām konstatētas ir 47 kombinācijas. Izplatītākās koku stumbra kvalitātes kombinācijas ir 33 ( $41,5 \pm 0,2$  koku skaita īpatsvars  $\pm$  īpatsvara reprezentācijas kļūda); 11 ( $10,8 \pm 0,1\%$ ); 13 ( $10,5 \pm 0,1$ ); 66 ( $8,8 \pm 0,1$ ); 63 ( $4,9 \pm 0,1$ ) un 36 ( $4,8 \pm 0,1$ ). Pārējos kombināciju veidos koku skaita īpatsvars no kopējā koku skaita ir mazāks par 3%. Abi stumbra nogriežņi atbilst lietkoksnēs sortimentu prasībām (kvalitātes grupa 1-5)  $72,9 \pm 0,2\%$  no kokiem, bet augstvērtīgas lietkoksnēs prasībām (kvalitātes grupas 1-3) –  $67,6 \pm 0,2\%$  (1.6. tabula).

**Priede.** Priedēm no 49 teorētiski iespējamajām koku stumbra kvalitātes kombinācijām konstatētas ir 46 kombinācijas. Izplatītākās koku stumbra kvalitātes kombinācijas ir 33 ( $45,5 \pm 0,4$ ); 13 ( $18,7 \pm 0,3\%$ ) un 11 ( $15,5 \pm 0,3$ ), pārējos kombināciju veidos koku skaita īpatsvars no kopējā koku skaita ir mazāks par 4%. Abi stumbra nogriežņi atbilst lietkoksnēs sortimentu prasībām  $91,2 \pm 0,2\%$  no kokiem, bet augstvērtīgas lietkoksnēs prasībām –  $82,1 \pm 0,3\%$  (1.6. tabula).

**Egle.** Eglēm no 49 teorētiski iespējamajām koku stumbra kvalitātes kombinācijām konstatētas ir 40 kombinācijas. Izplatītākās koku stumbra kvalitātes kombinācijas ir 33 ( $52,9 \pm 0,4$ ); 11 ( $7,0 \pm 0,2\%$ ); 73 ( $6,5 \pm 0,2\%$ ); 32 ( $6,1 \pm 0,2\%$ ) un 63 ( $5,1 \pm 0,2$ ), pārējos kombināciju veidos koku skaita īpatsvars no kopējā koku skaita ir mazāks par 4%. Abi stumbra nogriežņi atbilst lietkoksnēs sortimentu prasībām  $83,5 \pm 0,3\%$  no kokiem, bet augstvērtīgas lietkoksnēs prasībām –  $75,0 \pm 0,4\%$  (1.6. tabula). Eglēm salīdzinoši lielāks malkas sortimentu prasībām (7. kvalitātes klase) atbilstošo koku skaita īpatsvars ir dēļ lielā stumbra bojāto koku skaita īpatsvara, kas kokiem, kuriem pirmais 3m nogrieznis atbilst malkas sortimentu prasībām, ir 52% (koki ar dzīvnieku radīto stumbra bojājumu ir 40,5%).

**Bērzs.** Bērziem no 25 teorētiski iespējamajām koku stumbra kvalitātes kombinācijām konstatētas ir 23 kombinācijas. Izplatītākās koku stumbra kvalitātes kombinācijas ir 33 ( $32,9 \pm 0,4$ ); 66 ( $20,2 \pm 0,4\%$ ); 36 ( $11,7 \pm 0,3\%$ ); 13 ( $10,0 \pm 0,3\%$ ); 11 ( $9,5 \pm 0,3\%$ ) un 63 ( $7,2 \pm 0,2$ ), pārējos kombināciju veidos koku skaita īpatsvars no kopējā koku skaita ir mazāks par 2%. Abi stumbra nogriežņi atbilst lietkoksnēs sortimentu prasībām  $55,5 \pm 0,5\%$  no kokiem (1.6. tabula). Salīdzinoši lielais papīrmalkas sortimentu prasībām (6. kvalitātes klase) atbilstošo koku skaita īpatsvars skaidrojams ar stumbra līkumainību.

**Melnalksnis.** Melnalkšņiem no 25 teorētiski iespējamajām koku stumbra kvalitātes kombinācijām konstatētas ir 24 kombinācijas. Izplatītākās koku stumbra kvalitātes kombinācijas ir 33 ( $26,9 \pm 0,8$ ); 11 ( $19,8 \pm 0,7\%$ ); 66 ( $14,8 \pm 0,7\%$ ); 13 ( $10,3 \pm 0,6\%$ ); 63 ( $8,3 \pm 0,5\%$ ) un 36 ( $6,6 \pm 0,5$ ), pārējos kombināciju veidos koku skaita īpatsvars no kopējā koku skaita ir mazāks par 4%. Abi stumbra nogriežņi atbilst lietkoksnēs sortimentu prasībām  $62,4 \pm 0,9\%$  no kokiem (1.6. tabula).

**Apsē.** Apsēm no 25 teorētiski iespējamajām koku stumbra kvalitātes kombinācijām konstatētas ir 22 kombinācijas. Izplatītākās koku stumbra kvalitātes kombinācijas ir 33 ( $31,1 \pm 1,1$ ); 77 ( $21,8 \pm 1,0\%$ ); 13 ( $9,9 \pm 0,7\%$ ); 66 ( $9,8 \pm 0,7\%$ ); 11 ( $9,1 \pm 0,7\%$ ) un 36 ( $6,3 \pm 0,6$ ), pārējos kombināciju veidos koku skaita īpatsvars no kopējā koku skaita ir mazāks par 3%. Abi stumbra nogriežņi atbilst lietkoksnēs sortimentu prasībām  $52,7 \pm 1,2\%$  no kokiem (1.6. tabula). Lielais malkas sortimentu prasībām atbilstošo koku skaita īpatsvars skaidrojams ar sēņu bojāto koku īpatsvaru (8,8% no visiem kokiem).

**Baltalksnis.** Apsēm no 25 teorētiski iespējamajām koku stumbra kvalitātes kombinācijām konstatētas ir 24 kombinācijas. Izplatītākās koku stumbra kvalitātes kombinācijas ir 66 ( $27,3 \pm 0,9$ ); 33 ( $26,0 \pm 0,8\%$ ); 36 ( $10,9 \pm 0,6\%$ ); 77 ( $8,0 \pm 0,5\%$ ); 13 ( $6,4 \pm 0,5\%$ ) un 63 ( $5,8 \pm 0,5$ ), pārējos kombināciju veidos koku skaita īpatsvars no kopējā koku skaita ir mazāks par 4%. Abi stumbra nogriežņi atbilst lietkoksnēs sortimentu prasībām  $38,5 \pm 0,9\%$  no kokiem (1.6. tabula). Salīdzinoši lielais papīrmalkas sortimentu prasībām atbilstošo koku skaita īpatsvars skaidrojams ar stumbra līkumainību.

## Koku skaita sadalījums pa koku sugām un novērtētās kvalitātes kombinācijām

Kvalitāte	Priede		Egle		Bērzs		Melnalksnis		Apse		Baltalksnis		Kopā	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
11	2294	15,5	998	7,0	1073	9,5	586	19,8	153	9,1	89	3,3	5223	10,8
12	143	1,0	107	0,8	61	0,5	52	1,8	18	1,1	18	0,7	400	0,8
13	2767	18,7	535	3,8	1120	10,0	305	10,3	167	9,9	172	6,4	5108	10,5
14	35	0,2	4	0,0									39	0,1
15	3	0,0											3	0,0
16	34	0,2	2	0,0	145	1,3	20	0,7	20	1,2	21	0,8	249	0,5
17	12	0,1			8	0,1	12	0,4	2	0,1	22	0,8	61	0,1
21	5	0,0			6	0,1	10	0,3	2	0,1			23	0,0
22	31	0,2	371	2,6	49	0,4	20	0,7	9	0,5	24	0,9	505	1,0
23	42	0,3	97	0,7	63	0,6	8	0,3	3	0,2	18	0,7	231	0,5
24													0	0,0
25													0	0,0
26	1	0,0	2	0,0	16	0,1	1	0,0	2	0,1	6	0,2	29	0,1
27			1	0,0					1	0,1	1	0,0	4	0,0
31	83	0,6	175	1,2	124	1,1	57	1,9	8	0,5	5	0,2	455	0,9
32	51	0,3	871	6,1	46	0,4	12	0,4	4	0,2	11	0,4	1000	2,1
33	6737	45,5	7530	52,9	3699	32,9	798	26,9	524	31,1	700	26,0	20172	41,5
34	594	4,0	223	1,6									817	1,7
35	58	0,4	1	0,0									59	0,1
36	220	1,5	39	0,3	1321	11,7	197	6,6	106	6,3	293	10,9	2312	4,8
37	14	0,1	7	0,0	18	0,2	21	0,7	4	0,2	54	2,0	139	0,3
41	3	0,0	55	0,4									58	0,1
42	50	0,3	296	2,1									346	0,7
43	75	0,5	133	0,9									208	0,4
44	385	2,6	355	2,5									740	1,5
45	38	0,3	15	0,1									53	0,1
46	26	0,2	9	0,1									35	0,1
47	6	0,0	2	0,0									8	0,0
51	5	0,0	10	0,1									15	0,0
52	6	0,0	27	0,2									33	0,1
53	38	0,3	62	0,4									100	0,2
54	14	0,1	12	0,1									26	0,1
55	47	0,3	11	0,1									58	0,1
56	9	0,1											9	0,0
57	3	0,0											3	0,0
61	21	0,1	158	1,1	23	0,2	17	0,6	3	0,2	4	0,1	229	0,5
62	17	0,1	103	0,7	18	0,2	4	0,1			2	0,1	145	0,3
63	376	2,5	725	5,1	808	7,2	245	8,3	48	2,8	157	5,8	2378	4,9
64	42	0,3	50	0,4									92	0,2
65	9	0,1											9	0,0
66	256	1,7	134	0,9	2270	20,2	438	14,8	166	9,8	736	27,3	4254	8,8
67	40	0,3			38	0,3	6	0,2	6	0,4	43	1,6	143	0,3
71	5	0,0	8	0,1	4	0,0	6	0,2			2	0,1	25	0,1
72	2	0,0	28	0,2			2	0,1			3	0,1	36	0,1
73	123	0,8	922	6,5	112	1,0	35	1,2	41	2,4	52	1,9	1294	2,7
74	9	0,1	37	0,3									46	0,1
75	2	0,0	1	0,0									3	0,0
76	16	0,1	55	0,4	103	0,9	19	0,6	32	1,9	48	1,8	285	0,6
77	58	0,4	68	0,5	128	1,1	92	3,1	367	21,8	215	8,0	1103	2,3
Kopā	14805	100,0	14239	100,0	11253	100,0	2963	100,0	1686	100,0	2696	100,0	48563	100,0

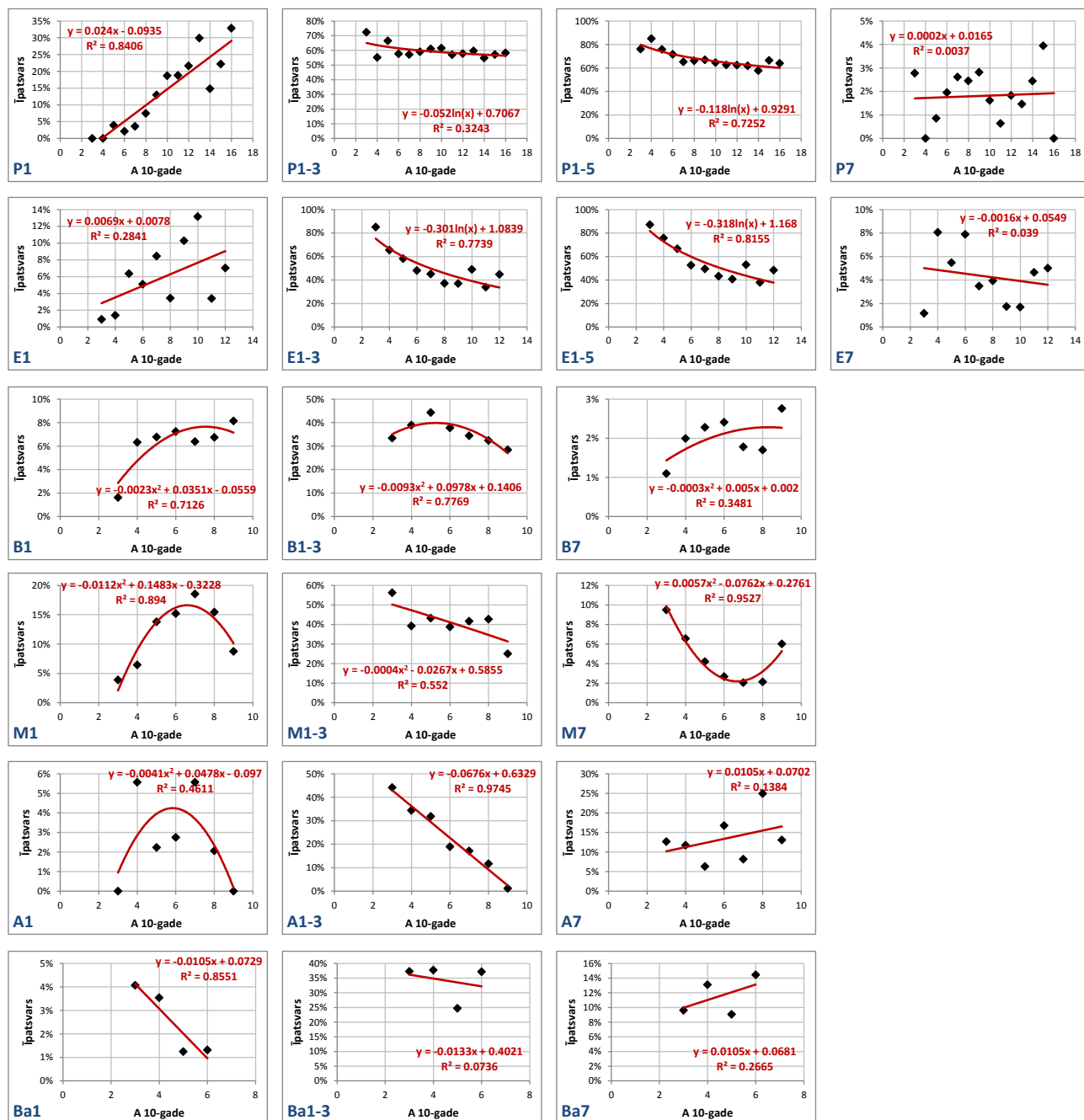
Kvalitāte - pirmais cipars apzīmē pirmā 3m nogriežņa kvalitāti, otrais cipars - otrā 3m nogriežņa kvalitāti

- teorētiski neiespējamās kombinācijas

## 1.2.2. Koku stumbru kvalitātes vienādojumi audzēm

Izvērtējot stumbra kvalitāti atkarībā no vecuma, konstatēts, ka priedei 1-3 šķiras baļķu iznākums nav atkarīgs no vecuma (30-160 gadi) (1.1.attēls) un ir aptuveni 60%, savukārt, malkas koki ir aptuveni 2%, tādējādi var pieņemt, ka aptuveni 40% koku viens no pirmajiem 3 metru posmiem ir atbilstošs papīrmalkas

kvalitātei vai zemas kvalitātes baļķiem. Savukārt eglei 1-3 šķiras baļķu iznākums ar vecumu samazinās no 70% 30gados līdz 40% 80 gados. Malka atbilst aptuveni 4% stumbru pirmo baļķu. Bērziem no 40 gadu vecuma aptuveni 7% koku atbilst 1.šķiras baļķiem, savukārt 30-40% atbilst 1.-3.šķiras baļķiem, malkas kvalitātes prasībām atbilst aptuveni 2% koku. Melnalkšņiem ap 2-9% koku atbilst malkas kvalitātes prasībām, savukārt 1-3 šķirai. Apsei 1.-3. Šķirai atbilstošu koku daudzums samazinās no 40% (30 gados, līdz 10% 80 gados. Savukārt malkas koku īpatsvars pieaug no 10 uz 15%. Baltalkšņim ap 10-15% koku no 30 – 60 gadiem atbilst malkas kvalitātes prasībām.



1.1.attēls. Sortimentu atbilstība dažādām kvalitātes prasībām atkarībā no vecuma.

Jānorāda, ka atbilstība 1.šķirai novērtēta tikai pēc stumbra ārēji redzamām vainām, tādēļ šo sortimentu iznākums noteikti ir pārvērtēts. Mūsu pieredze liecina, ka atsevišķos gadījumos pat 1/3 koku, kas ārēji atbilst 1.šķirai audzēs, kas sasniegušas 160 gadu vecumu, patiesībā jau ir ar kodola trupi.

## Secinājumi

1. Analizētajos datos izplatītākās kvalitātes kombinācijas stumbra pirmajiem 6 metriem (vērtējot katru 3 metru nogriezni atsevišķi priedēm, eglēm, bērziem, melnalkšņiem un apsēm ir 33 (abi 3m nogriežņi atbilst 3 šķiras zāģbaļķu prasībām), kas attiecīgi ir 46,8%, 53,8%, 36,1%, 32,8% un 34,4%, bet baltalkšņiem izplatītākās kombinācijas ir 66 (abi 3m nogriežņi atbilst malkas prasībām) un 33, kas attiecīgi ir 28,5% un 27,9%.
2. No visiem analizē iekļautajiem kokiem stumbra pirmie seši metri zāģbaļķu sortimentu prasībām (skuju kokiem 1.-5. kvalitātes grupa; lapu kokiem 1.-3. kvalitātes grupa) priedēm atbilst  $91,2 \pm 0,6\%$ , eglēm  $82,3 \pm 0,8\%$ , bērziem  $53,9 \pm 1,2\%$ , melnalkšņiem  $60,7 \pm 2,2\%$ , apsēm  $51,2 \pm 3,1\%$  un baltalkšņiem  $39,0 \pm 2,4\%$ .
3. No visiem analizē iekļautajiem kokiem stumbra pirmie seši metri I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām (1. kvalitātes grupa) pēc ārējām pazīmēm priedēm atbilst  $13,0 \pm 0,7\%$ , eglēm  $7,2 \pm 0,5\%$ , bērziem  $6,8 \pm 0,6\%$ , melnalkšņiem  $13,9 \pm 1,6\%$ , apsēm  $6,5 \pm 1,5\%$  un baltalkšņiem  $3,2 \pm 0,9\%$ .
4. Aritmētiski vidējais zāģbaļķu sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars ir 90,8±1,4% priežu parauglaukumos, 82,6±2,6% egļu parauglaukumos, 56,5±3,0% bērzu parauglaukumos, 59,7±7,5% melnalkšņu parauglaukumos, 46,4±8,4% apšu parauglaukumos, 43,8±7,3% baltalkšņu parauglaukumos.
5. Aritmētiski vidējais I šķiras zāģbaļķu sortimentu prasībām atbilstošo koku īpatsvars ir 13,4±1,7% priežu parauglaukumos, 8,8±1,9% egļu parauglaukumos, 8,0±1,6% bērzu parauglaukumos, 13,0±5,1% melnalkšņu parauglaukumos, 4,1±3,4% apšu parauglaukumos, 4,3±3,0% baltalkšņu parauglaukumos.
6. Izstrādāti vienādojumi koku 1. baļķa (6m) dažādu kvalitātes klašu varbūtībai (īpatsvaram) priežu, egļu un bērzu audzēm - 1.kvalitātes klases (1. šķiras baļķu), P, E, B, A, Ma, Ba, 7. kvalitātes klases (malka)

## 2. Ogulāju sastopamības novērtējums dažādos meža tipos balstoties uz 2010.-2011. gadā papildus mērījumiem MSI parauglaukumos

### 2.1. Materiāls un metodika

Lai novērtētu nozīmīgāko nekoksnes produktu - savvaļas ogu, iespējamo medus augu (viršu) sastopamību, analizē izmantoti dati par 1435 MSI parauglaukumiem, kuros 2010.-2011. gadā novērtēts ogulāju projektīvais segums un ogu (vai to pazīmju) esamība (2.1.-2.3. tabulas).

2.1. tabula.

ZKAT	Suga	Valdošās koku sugas vecuma desmitgade																Kopā	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17+
Mežaudze	P	12	25	22	19	38	59	98	83	84	64	44	33	21	16	9	8	5	640
	E	14	18	23	54	39	25	27	34	18	12	8	10		3	1		2	288
	B	62	40	9	24	56	50	39	17	9	3								309
	M	10	3	3	6	5	4	6	2	2									41
	A	19	10	2	3	5	13	11	5	5		1	1						75
	Ba	18	6	6	12	8	1								1				51
	Citas	5		2					3	2	1								14
Izcirtumi																		17	
Kopā		140	102	67	118	151	152	181	144	120	80	53	44	22	19	10	8	7	1435

2.2. tabula.

ZKAT	Suga	Meža tips																				Kopā			
		Sl	Mr	Ln	Dm	Vr	Gr	Gs	Mrs	Dms	Vrs	Grs	Pv	Nd	Db	Lk	Av	Am	As	Ap	Kv		Km	Ks	Kp
Mežaudze	P	14	82	75	115	3			43	29	2		59	32			3	27	48	1	20	51	36	640	
	E	1		8	64	42	2		4	25	8			3	2			4	70	11		9	31	4	288
	B	1	1	3	68	44	4		9	21	3	2	2	16	6	1		2	42	14		8	47	15	309
	M				1	6				1	2				12	1			6	4			4	4	41
	A			1	21	26	4			4	1	1						9	6			1	1		75
	Ba				8	20	5				1	2						4	9				1	1	51
	Citas				3	6	3													1				1	14
Izcirtumi		3		2	2						1						1	5					3	17	
Kopā		16	86	87	282	149	18		56	80	18	5	61	51	20	2	3	34	184	46	20	69	123	25	1435

2.3. tabula.

ZKAT	Suga	Bonitāte							Kopā
		Ia	I	II	III	IV	V	VI	
Mežaudze	P	81	164	169	93	57	41	35	640
	E	84	108	56	29	9	2		288
	B	80	120	51	38	17	1	2	309
	M	5	18	10	6	1		1	41
	A	39	29	4	3				75
	Ba	13	22	10	5		1		51
	Citas	1	8	3	2				14
Izcirtumi								17	
Kopā		303	469	303	176	84	45	38	1435

### Lauku darbu metodika

MSI parauglaukumā C uzskaites laukumā (ja tas netiek dalīts sektoros) ierīko 9m<sup>2</sup> lielu kvadrātveida (3x3m) uzskaites laukumu. Ogulāju novērtējumu veic pēc parauglaukumu un sektoru nosprašanas, bet pirms koku uzskaites veikšanas C parauglaukumā.

Novērtēts sekojošu ogulāju projektīvais segums:

- Brūklenes (*Vaccinium vitis-idaea*);
- Mellenes (*Vaccinium myrtillus*);
- Avenes (*Rubus idaeus*);
- Zilenes (*Vaccinium uliginosum*);
- Lācenes (*Rubus chamaemorus*);
- Dzērvenes (*Oxycoccus palustris*, *O. microcarpus*);
- Melnās vistenes (*Empetrum nigrum*);\*
- Miltenes (*Arctostaphylos uva-ursi*);\*
- Meža zemenes, (*Fragaria vesca*), spradzenes (*Fragaria viridis*);\*
- Klinšu kaulenes (*Rubus saxatilis*);\*
- Kazenes (*Rubus caesius*);\*
- Melnās cūcenes (*Rubus nessensis*), krokainās cūcenes (*Rubus plicatus*), smaržīgās avenes (*Rubus odoratus*);\*
- Virši (*Calluna vulgaris*).\*,\*\*

\*Sugas, kurām noteikts kopējais projektīvais segums.

\*\* virši novērtēti tikai 2010g.

Katras sarakstā minētās sugas projektīvais segums novērtēts 10 klasēs:

- 0 – nav
- 1 – -10%
- 2 - 11-20%
- 3 – 21-30%
- 4 – 31-40
- 5 – 41-50%
- 6- 51-60%
- 7 – 61-70%
- 8 – 71-80
- 9 – 81-90%
- 10- 91-100%
- 99 –, ja suga ir sastopama uzskaites laukumā, bet tās projektīvais segums nav vērtēts.

Aveņu, lāceņu, zemeņu, kazeņu, cūceņu, un kaulēņu projektīvais segums novērtēts tikai lapotā stāvoklī.

Vidējais augstums ir novērtēts kā pēc projektīvā seguma modālais (biežāk sastopamais) augstums. Uz ciņiem augošu ogulāju gadījumā augstums tiek noteikts no ciņa virsotnes. Augstums noteikts ar 0.1 m precizitāti.

Ogulājiem tos uzmērot atkarībā no sezonas piefiksē vai ir ziedi, "ogas" vai šajā sezonā ir bijuši "ogas". Precīzāk sakot augstāk minētajiem augiem augļi ir gan ogas (mellenēm, zilēm, brūklenēm, dzērvenēm), gan kaulēņi (miltenēm, vistenēm), gan kaulēņu kopaugļi (avenēm, kaulenēm, kazenēm, cūcenēm), gan sulīgie riekstiņu kopaugļi (zemenēm, spradzenēm). Bet viršiem - augļi ir pogaļas, tādēļ viršiem ziedēšanu un augļus nevērtē. Ogu vai to pazīmju esamība kodēta grupās:

- 1 - ziedi (ziedi vai ziedaizmetņi);
- 2 - ir ogas (ir ogas vai ir redzams, ka bijušas ogas šajā sezonā);
- 3 - nav ogu (nav nedz ziedaizmetņu, nedz ziedu, nedz ogu un nav pazīmju, kas liecinātu, ka ogas šajā sezonā ir bijušas)
- 4 - nav vērtēts (sezonas sākumā pavasarī pirms ziedaizmetņu veidošanās vai sezonas beigās, kad nobirušas lapas un to nav iespējams pateikt).

Sugām, kurām novērtē kopējo projektīvo segumu, ogu ražošanu novērtē ogulājiem ar vislielāko projektīvo segumu, izņemot viršus.



## 2.2. Rezultāti

Analīzē izmantoti tikai dati no 500 m<sup>2</sup> lieliem MSI parauglaukumiem.

Kopumā ogulāji konstatēti 1090 parauglaukumos, kas ir 51,5±1,3% no kopējā MSI pārmērīto parauglaukumu skaita. Mežaudzēs visbiežāk konstatētās ogulāju sugas ir mellenes (28,5±1,2%); brūklenes (20,1±1,1%) un avenes (14,6±0,9%), pārējās ogulāju sugas nepārsniedz 5% robežu (2.4.-2.6. tabulas).

2.4. tabula.

**Parauglaukumu skaits, kuros konstatēti ogulāji, atkarībā no audzes valdošās koku sugas.\***

Ogulāji	Valdošā koku suga														Kopā		
	Priede		Egļe		Bērzs		Melnalksnis		Apse		Baltalksnis		Citas		N	%	p
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%			
Brūklenes	291	43.2	65	17.2	56	9.3	1	1.1	10	6.1	0	0.0	2	3.6	425	20.1	1.1
Mellenes	356	52.9	132	34.8	87	14.4	5	5.3	22	13.4	0	0.0	1	1.8	603	28.5	1.2
Avenes	52	7.7	50	13.2	119	19.7	21	22.1	29	17.7	31	21.4	6	10.7	308	14.6	0.9
Zīlenes	74	11.0	3	0.8	5	0.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	82	3.9	0.5
Lācenes	12	1.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	12	0.6	0.2
Dzērvenes	49	7.3	0	0.0	4	0.7	0	0.0	0	0.0	1	0.7	0	0.0	54	2.6	0.4
Vistenes	8	1.2	0	0.0	2	0.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	10	0.5	0.2
Miltenes	0	0.0	0	0.0	1	0.2	0	0.0	1	0.6	0	0.0	0	0.0	2	0.1	0.1
Zemenes	8	1.2	15	4.0	24	4.0	1	1.1	10	6.1	3	2.1	0	0.0	61	2.9	0.4
Kaulenes	7	1.0	19	5.0	18	3.0	0	0.0	12	7.3	0	0.0	0	0.0	56	2.6	0.4
Kazenes	1	0.1	3	0.8	5	0.8	0	0.0	1	0.6	1	0.7	0	0.0	11	0.5	0.2
Cūcenes	0	0.0	0	0.0	1	0.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.0	0.1
Virši	61	9.1	4	1.1	7	1.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	72	3.4	0.5
Kopā	507	75.3	209	55.1	240	39.7	27	28.4	65	39.6	34	23.4	8	14.3	1090	51.5	1.3
MSI PL	673		379		604		95		164		145		56		2116		

N - parauglaukumu skaits; % - īpatsvars; p - īpatsvara reprezentācijas kļūda

Metodisku problēmu dēļ, (kodēšana) retāk pārstāvēto ogulāju – miltenes, zemenes, kaulenes, kā arī kazenes, cūcenes un viršu - sastopamība ir nenovērtēta.

2.5. tabula.

**Parauglaukumu skaits, kuros konstatēti ogulāji, atkarībā no meža tipa.\***

Ogulāji	Rādītājs	Meža tips																			Kopā					
		Sl	Mr	Ln	Dm	Vr	Gr	Gs	Mrs	Dms	Vrs	Grs	Pv	Nd	Db	Lk	Av	Am	As	Ap		Kv	Km	Ks	Kp	
Brūklenes	N	5	55	37	58	9	0		30	31	3	0	32	22	2	0	3	11	45	1	10	38	33	0	425	
	%	45.5	72.4	43.5	19.5	2.3	0.0		63.8	31.3	4.6	0.0	45.1	40.0	3.1	0.0	100	39.3	14.7	0.9	66.7	73.1	16.5	0.0	20.1	
Mellenes	N	5	49	56	126	37	0		37	41	6	0	17	23	7	0	1	15	84	3	4	39	51	2	603	
	%	45.5	64.5	65.9	42.3	9.5	0.0		78.7	41.4	9.2	0.0	23.9	41.8	10.9	0.0	33.3	53.6	27.4	2.6	26.7	75.0	25.5	3.8	28.5	
Avenes	N	0	0	0	75	58	16		0	16	5	2	0	3	8	1	0	2	39	26	0	3	39	15	308	
	%	0.0	0.0	0.0	25.2	14.8	26.2		0.0	16.2	7.7	11.8	0.0	5.5	12.5	25.0	0.0	7.1	12.7	22.6	0.0	5.8	19.5	28.8	14.6	
Zīlenes	N	0	0	2	1	0	0		17	1	1	0	25	11	0	0	1	3	1	0	5	12	2	0	82	
	%	0.0	0.0	2.4	0.3	0.0	0.0		36.2	1.0	1.5	0.0	35.2	20.0	0.0	0.0	33.3	10.7	0.3	0.0	33.3	23.1	1.0	0.0	3.9	
Lācenes	N	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	12	
	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	3.8	0.5	0.0	0.6	
Dzērvenes	N	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	29	14	0	0	0	0	0	0	1	6	3	1	0	54
	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	40.8	25.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	40.0	5.8	0.5	0.0	2.6
Vistenes	N	1	3	1	1	1	0		0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10
	%	9.1	3.9	1.2	0.3	0.3	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
Miltenes	N	0	0	0	0	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Zemenes	N	0	0	1	23	16	0		0	7	0	0	0	0	1	0	0	1	9	2	0	0	1	0	0	61
	%	0.0	0.0	1.2	7.7	4.1	0.0		0.0	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	3.6	2.9	1.7	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	2.9
Kaulenes	N	0	0	1	13	13	0		0	4	1	0	0	3	1	0	0	0	9	2	0	0	0	8	1	56
	%	0.0	0.0	1.2	4.4	3.3	0.0		0.0	4.0	1.5	0.0	0.0	5.5	1.6	0.0	0.0	2.9	1.7	0.0	0.0	0.0	4.0	1.9	0.0	2.6
Kazenes	N	0	0	0	2	4	0		0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	11
	%	0.0	0.0	0.0	0.7	1.0	0.0		0.0	1.0	0.0	5.9	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
Cūcenes	N	0	0	0	1	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	%	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Virši	N	3	22	7	5	0	0		6	0	0	0	11	6	0	0	1	0	4	0	3	3	1	0	72	
	%	27.3	28.9	8.2	1.7	0.0	0.0		12.8	0.0	0.0	0.0	15.5	10.9	0.0	0.0	33.3	0.0	1.3	0.0	20.0	5.8	0.5	0.0	3.4	
Kopā	N	7	64	64	208	111	16		43	68	14	3	58	44	18	1	3	20	137	34	15	49	95	18	1090	
	%	63.6	84.2	75.3	69.8	28.4	26.2		91.5	68.7	21.5	17.6	81.7	80.0	28.1	25.0	100	71.4	44.6	29.6	100	94.2	47.5	34.6	51.5	
MSI PL		11	76	85	298	391	61		0	47	99	65	17	71	55	64	4	3	28	307	115	15	52	200	52	2116

\*Metodisku problēmu dēļ, (kodēšana) retāk pārstāvēto ogulāju – miltenes, zemenes, kaulenes, kā arī kazenes, cūcenes un viršu - sastopamība ir nenovērtēta.

**Parauglaukumu skaits, kuros konstatēti ogulāji, atkarībā no audzes valdošās koku sugas vecuma desmitgades.\***

Ogulāji	Valdošās koku sugas vecums														Kopā	
	1 - 20		21 - 40		41 - 60		61 - 80		81 - 100		101 - 120		121 un vairāk			
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Brūklenes	41	13.0	57	12.9	89	15.9	103	25.1	67	30.9	37	33.6	31	49.2	<b>425</b>	<b>20.1</b>
Mellenes	44	13.9	51	11.6	120	21.5	158	38.4	118	54.4	62	56.4	50	79.4	<b>603</b>	<b>28.5</b>
Avenes	109	34.5	40	9.1	63	11.3	61	14.8	24	11.1	6	5.5	5	7.9	<b>308</b>	<b>14.6</b>
Zīlenes	9	2.8	10	2.3	14	2.5	19	4.6	12	5.5	7	6.4	11	17.5	<b>82</b>	<b>3.9</b>
Lācenes	0	0.0	0	0.0	0	0.0	7	1.7	2	0.9	2	1.8	1	1.6	<b>12</b>	<b>0.6</b>
Dzērvenes	5	1.6	5	1.1	5	0.9	15	3.6	15	6.9	4	3.6	5	7.9	<b>54</b>	<b>2.6</b>
Vistenes	1	0.3	1	0.2	2	0.4	1	0.2	2	0.9	1	0.9	2	3.2	<b>10</b>	<b>0.5</b>
Miltenes	1	0.3	0	0.0	1	0.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	<b>2</b>	<b>0.1</b>
Zemenes	12	3.8	9	2.0	20	3.6	16	3.9	4	1.8	0	0.0	0	0.0	<b>61</b>	<b>2.9</b>
Kaulenes	6	1.9	13	2.9	13	2.3	15	3.6	8	3.7	1	0.9	0	0.0	<b>56</b>	<b>2.6</b>
Kazenes	2	0.6	2	0.5	5	0.9	1	0.2	0	0.0	0	0.0	1	1.6	<b>11</b>	<b>0.5</b>
Cūcenes	1	0.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	<b>1</b>	<b>0.0</b>
Virši	13	4.1	12	2.7	8	1.4	15	3.6	9	4.1	7	6.4	8	12.7	<b>72</b>	<b>3.4</b>
<b>Kopā</b>	<b>177</b>	<b>56.0</b>	<b>130</b>	<b>29.5</b>	<b>229</b>	<b>41.0</b>	<b>261</b>	<b>63.5</b>	<b>161</b>	<b>74.2</b>	<b>75</b>	<b>68.2</b>	<b>57</b>	<b>90.5</b>	<b>1090</b>	<b>51.5</b>
<b>MSI PL</b>	<b>316</b>		<b>441</b>		<b>558</b>		<b>411</b>		<b>217</b>		<b>110</b>		<b>63</b>		<b>2116</b>	

\*Metodisku problēmu dēļ, (kodēšana) retāk pārstāvēto ogulāju – miltenes, zemenes, kaulenes, kā arī kazenes, cūcenes un viršu - sastopamība ir nenovērtēta.

## Secinājumi

1.Kopumā kādi no ogulājiem konstatēti ½ no 1090 analizētajiem parauglaukumiem. Mellenes, konstatētas 28%, brūklenes 20%, bet avenes 14% parauglaukumi. Pārējo ogulāju sastopamība nepārsniedz 5% no platībām.

### 3. Audžu vizuālās kvalitātes novērtējuma modeļa izstrāde

#### 3.1. Materiāls un metodika

Izmantoti socioloģiskā pētījuma rezultāti par meža vizuālās kvalitātes novērtējumu, kas veikts 2008. gadā. (45 dažādi mežsaimnieciskās darbības vai traucējumu ietekmētu mežu attēli parādīti 9 pāri (katrs pāris apm. 200 cilvēkiem) aptauju realizēja kompānijas TNS Latvija un KPC), Katrs attēls aprakstīts un atbilstoši tajā redzamās mežaudzes taksācijas rādītājiem, valdošā suga, attīstības stadija (izcirtums, kāršaudze, vidēja vecuma audze, pieaugusi audze, pāraugusi audze), I stāva vidējā augstums, koku izvietojums (vienmērīgs vai grupās) un īpatnības. Metodika kalibrēta 2009.gadā (Donis, Straupe, nepublicēti dati), attēlus novērtējot pēc 2 dažādām metodikām. Iegūtie rezultāti, pēc tam aproksimēti izmantojot lineāro optimizācijas metodi, kvalitatīvajiem rādītājiem piešķirot t.s. „dummy variables” vērtības.

#### 3.2. Rezultāti

Vizuālās kvalitātes novērtējums.

Suga	Stadija	H,n	izviet	Izcelsme	caurskatāmī	zemsedze	pieluznojums	vid	vērtējums vārdiski
P	pāraudzis	28	nejauši	dab	vid	zaļš	nav	8.88	loti pievilcīgs
B	pieaudzis	28	grupa	dab	vid	zals	nav	8.00	loti pievilcīgs
P	pieaudzis	28	nejauši	dab	vid	zals	nav	7.98	loti pievilcīgs
P	vid. vecuma	18	vienm	maksl	vid	zals	nav	7.95	loti pievilcīgs
E	pieaudzis	28	nejauši	dab	vid	zals	nav	7.76	loti pievilcīgs
mistr	pieaudzis	28	nejauši	dab	vid	zals	nav	7.70	loti pievilcīgs
P	vid. vecuma	18	vienm	dab	vid	zals	nav	7.69	loti pievilcīgs
P	kāršaudze	12	vienm	maksl	vid	zals	nav	7.42	pievilcīgs
mistr	pieaudzis	28	grupa	dab	vid	zals	nav	7.42	pievilcīgs
mistr	vid. vecuma	18	nejauši	dab	vid	zals	nav	7.34	pievilcīgs
P	pieaudzis	1	grupa	dab	tala	zals	nav	7.33	pievilcīgs
mistr	pieaudzis	28	joslā	dab	tala	zals	ir	7.26	pievilcīgs
E	pieaudzis	28	nejauši	dab	tala	zals	nav	7.24	pievilcīgs
E	vid. vecuma	24	vienm	maksl	vid	zals	nav	7.23	pievilcīgs
B	pieaudzis	28	grupa	dab	vid	zals	nav	7.19	pievilcīgs
P	vid. vecuma	15	vienm	dab	vid	zals	tc	7.12	pievilcīgs
P	jaunaudze	1	grupa	dab	tala	zals	nav	7.05	pievilcīgs
B	vid. vecuma	18	joslā	dab	vid	zals	nav	6.83	drīzāk, ka pievilcīgs
mistr	pāraudzis	28	vienm	dab	vid	zals	nav	6.67	drīzāk, ka pievilcīgs
P	jaunaudze	3	vienm	dab	tuva	zals	nav	6.64	drīzāk, ka pievilcīgs
P	pāraudzis	24	grupa	dab	vid	zals	nav	6.60	drīzāk, ka pievilcīgs
B	vid. vecuma	20	vienm	dab	vid	zals	tc	6.58	drīzāk, ka pievilcīgs
B	jaunaudze	6	vienm	dab	tuva	zals	nav	6.48	drīzāk, ka pievilcīgs
E	kāršaudze	12	vienm	maksl	vid	zals	nav	6.41	drīzāk, ka pievilcīgs
mistr	jaunaudze	3	joslā	maksl	tala	zals	nav	6.39	drīzāk, ka pievilcīgs
P	jaunaudze	3	vienm	dab	vid	zals	nav	6.38	drīzāk, ka pievilcīgs
B	pieaudzis	28	logi	dab	vid	zals	nav	6.32	drīzāk, ka pievilcīgs
E	vid. vecuma	18	vienm	dab	vid	zals	ir	6.31	drīzāk, ka pievilcīgs
P	jaunaudze	3	vienm	dab	tuva	zals	nav	6.24	drīzāk, ka pievilcīgs
E	kāršaudze	12	vienm	maksl	tuva	zals	nav	6.24	drīzāk, ka pievilcīgs
E	jaunaudze	6	vienm	dab	tuva	zals	nav	6.14	drīzāk, ka pievilcīgs
B	kāršaudze	12	vienm	dab	vid	zals	nav	6.13	drīzāk, ka pievilcīgs
P	izcirtums	1	joslā	dab	tuva	bruns	nav	6.02	drīzāk, ka pievilcīgs
B	jaunaudze	3	vienm	dab	vid	bruns	ir	5.69	drīzāk, ka nav pievilcīgs
mistr	jaunaudze	3	vienm	dab	tuva	zals	nav	5.53	drīzāk, ka nav pievilcīgs
P	jaunaudze	6	vienm	dab	tuva	zals	nav	5.52	drīzāk, ka nav pievilcīgs
E	jaunaudze	3	vienm	maksl	tuva	bruns	ir	5.49	drīzāk, ka nav pievilcīgs
mistr	pieaudzis	28	grupa	dab	vid	zals	nav	5.45	drīzāk, ka nav pievilcīgs
P	izcirtums	0	vienm	dab	tala	bruns	nav	5.22	drīzāk, ka nav pievilcīgs
mistr	jaunaudze	6	vienm	dab	tuva	zals	nav	5.12	drīzāk, ka nav pievilcīgs
P	vid. vecuma	18	vienm	dab	vid	zals	ir	4.74	nav pievilcīgs
P	izcirtums	1	grupa	dab	tala	zals	nav	4.65	nav pievilcīgs
P	izcirtums	1	grupa	dab	tuva	zals	nav	4.32	nav pievilcīgs
P	izcirtums	0	vienm	dab	tala	bruns	nav	4.26	nav pievilcīgs
P	izcirtums	0	vienm	dab	tala	bruns	ir	4.20	nav pievilcīgs

## **Secinājumi**

1. Pieaugušas audzes tiek uzskatītas par vizuāli pievilcīgām.
2. Audzes, kurās veikts izlases ciršu pirmais paņēmiens pēc vizuālās kvalitātes pielīdzināmas pieaugušu audžu vizuālajai kvalitātei.
3. Pielūžņojuma esamība, kā arī atmirusi veģētācija (gan koki, gan zemesdzies augi, pazemina vizuālo pievilcību.
4. Visszemākais vērtējums ir svaigiem izcirtumiem, kā arī degušām audzēm, kurās ir liels atmirušo koku daudzums.

## 4. Koku sadalījuma pa caurmēra pakāpēm aprēķināšanas metodes izstrāde balstot uz MSI datiem

### 4.1. Materiāls un metodika

Koku sadalījumam pa caurmēra pakāpēm aproksimācijā izmantoti dati par 2940 meža elementiem no MSI (meža statistiskā inventarizācija) parauglaukumiem, par atsevišķiem meža elementiem ir uzskatīti arī viena un tā paša parauglaukuma pirmā un otrā cikla uzmērītie dati (4.1. tabula).

Analīzē izmantoti dati par I stāva valdošo koku sugu un tikai tie parauglaukumi, kuros:

- valdošā I stāva koku suga ir P; E; B; M; A; Ba;
- valdošās I stāva koku sugas koku skaits parauglaukumā  $\geq 5$ .

4.1. tabula.

Koku sadalījuma pa caurmēra pakāpēm analīzē izmantoto meža elementu (PL) un koku skaits sadalījumā pa caurmēra un biežības grupām

Suga	Biezība	Meža elementa vidējā kvadrātiskā koku krūšaugstuma caurmēra grupa																				Kopā	
		2.1-6.0		6.1-10.0		10.1-14.0		14.1-18.0		18.1-22.0		22.1-26.0		26.1-30.0		30.1-34.0		34.1-38.0		38.0 <			
		PL	Koki	PL	Koki	PL	Koki	PL	Koki	PL	Koki	PL	Koki	PL	Koki	PL	Koki	PL	Koki	PL	Koki		
Priede	0.1-0.4	4	24	16	164	23	251	23	286	19	233	26	253	21	197	18	128	8	50	4	23	162	1609
	0.5-0.7			13	221	46	1047	57	1595	66	1776	109	2199	90	1374	70	796	28	245	22	144	501	9397
	0.8-1.0	2	22	7	107	22	696	53	1995	45	1681	74	2122	92	1909	73	1308	32	407	27	245	427	10492
	>1.0	3	61	1	18	4	174	1	51	3	142	7	224	13	342	23	504	14	227	6	71	75	1814
	<b>Kopā</b>	<b>9</b>	<b>107</b>	<b>37</b>	<b>510</b>	<b>95</b>	<b>2168</b>	<b>134</b>	<b>3927</b>	<b>133</b>	<b>3832</b>	<b>216</b>	<b>4798</b>	<b>216</b>	<b>3822</b>	<b>184</b>	<b>2736</b>	<b>82</b>	<b>929</b>	<b>59</b>	<b>483</b>	<b>1165</b>	<b>23312</b>
Egle	0.1-0.4			8	65	7	59	11	108	10	121	17	150	10	63	6	36	4	25	1	7	74	634
	0.5-0.7	2	12	7	101	23	422	43	892	39	867	45	810	30	359	20	203	13	106	9	72	231	3844
	0.8-1.0	3	23	9	150	16	380	35	1078	50	1444	47	1148	20	314	31	413	16	170	3	27	230	5147
	>1.0			5	88	9	309	10	384	9	359	6	155	2	38	7	141	2	27	2	14	52	1515
	<b>Kopā</b>	<b>5</b>	<b>35</b>	<b>29</b>	<b>404</b>	<b>55</b>	<b>1170</b>	<b>99</b>	<b>2462</b>	<b>108</b>	<b>2791</b>	<b>115</b>	<b>2263</b>	<b>62</b>	<b>774</b>	<b>64</b>	<b>793</b>	<b>35</b>	<b>328</b>	<b>15</b>	<b>120</b>	<b>587</b>	<b>11140</b>
Bērzs	0.1-0.4	1	5	10	67	10	94	16	157	31	345	22	192	9	77	5	32	2	10			106	979
	0.5-0.7	3	20	8	97	30	442	59	1001	71	1272	73	1101	29	326	22	183	3	24			298	4466
	0.8-1.0	15	125	8	136	37	769	48	1122	44	1052	57	1064	31	445	16	191	6	54			262	4958
	>1.0	13	144	16	359	17	433	20	634	21	488	12	252	4	69	2	30					105	2409
	<b>Kopā</b>	<b>32</b>	<b>294</b>	<b>42</b>	<b>659</b>	<b>94</b>	<b>1738</b>	<b>143</b>	<b>2914</b>	<b>167</b>	<b>3157</b>	<b>164</b>	<b>2609</b>	<b>73</b>	<b>917</b>	<b>45</b>	<b>436</b>	<b>11</b>	<b>88</b>			<b>771</b>	<b>12812</b>
Meiņalksnis	0.1-0.4			1	5	1	6	2	18	2	23	4	29	2	13	1	7	1	7			14	108
	0.5-0.7							6	109	3	68	9	140	4	36	3	26	2	15			27	394
	0.8-1.0			1	15	4	67	10	276	12	324	26	606	9	180	2	19					64	1487
	>1.0			2	28	5	91	10	446	1	26	4	108	1	25	4	82					27	806
	<b>Kopā</b>			<b>4</b>	<b>48</b>	<b>10</b>	<b>164</b>	<b>28</b>	<b>849</b>	<b>18</b>	<b>441</b>	<b>43</b>	<b>883</b>	<b>16</b>	<b>254</b>	<b>10</b>	<b>134</b>	<b>3</b>	<b>22</b>			<b>132</b>	<b>2795</b>
Apse	0.1-0.4									2	30	1	9	1	8	1	8					6	60
	0.5-0.7			3	36	2	37	3	37	6	133	10	139	4	45	8	68	7	60	5	36	48	591
	0.8-1.0	3	19	3	48	5	98	4	106	7	202	8	207	5	112	6	111	4	56	10	100	55	1059
	>1.0	10	138	4	60							1	29					1	8			16	235
	<b>Kopā</b>	<b>13</b>	<b>157</b>	<b>10</b>	<b>144</b>	<b>7</b>	<b>135</b>	<b>7</b>	<b>143</b>	<b>15</b>	<b>365</b>	<b>20</b>	<b>384</b>	<b>10</b>	<b>165</b>	<b>15</b>	<b>187</b>	<b>12</b>	<b>124</b>	<b>16</b>	<b>141</b>	<b>125</b>	<b>1945</b>
Baltalksnis	0.1-0.4			3	25	3	22	6	87	5	58											17	192
	0.5-0.7			8	111	11	147	16	322	10	193	4	54	1	10							50	837
	0.8-1.0	3	20	7	143	19	402	15	525	8	276	4	129									56	1495
	>1.0	4	60	8	207	15	493	6	221	3	93	1	21									37	1095
	<b>Kopā</b>	<b>7</b>	<b>80</b>	<b>26</b>	<b>486</b>	<b>48</b>	<b>1064</b>	<b>43</b>	<b>1155</b>	<b>26</b>	<b>620</b>	<b>9</b>	<b>204</b>	<b>1</b>	<b>10</b>							<b>160</b>	<b>3619</b>
<b>Kopā</b>	<b>66</b>	<b>673</b>	<b>148</b>	<b>2251</b>	<b>309</b>	<b>6439</b>	<b>454</b>	<b>11450</b>	<b>467</b>	<b>11206</b>	<b>567</b>	<b>11141</b>	<b>378</b>	<b>5942</b>	<b>318</b>	<b>4286</b>	<b>143</b>	<b>1491</b>	<b>90</b>	<b>744</b>	<b>2940</b>	<b>55623</b>	

Koku sadalījums pa caurmēra pakāpēm ir modelēts izmantojot 3 parametru Veibula (*Weibull*) sadalījumu:

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta} \left[ \left( \frac{x-\gamma}{\beta} \right)^{\alpha-1} \exp \left( - \left( \frac{x-\gamma}{\beta} \right)^{\alpha} \right) \right] \quad (4.1.)$$

$\alpha$  – formas parametrs;

$\beta$  – mēroga parametrs;

$\gamma$  – novietojuma parametrs.

*Weibull* sadalījuma kumulāta izsakāma ar sakarību:

$$f(x) = 1 - \exp \left[ - \left( \frac{x-\gamma}{\beta} \right)^{\alpha} \right] \quad (4.2.)$$

Koku relatīvo īpatsvaru katrā caurmēra pakāpē aprēķina kā divu blakus esošu caurmēra pakāpju kumulātu starpību, proti, populācijas proporcija ar  $x > L$  un  $x < U$  aprēķina ar vienādojumu (4.3.) (Clutter et al., 1983).

$$P(L < x < U) = \exp\left[-\left(\frac{L-\gamma}{\beta}\right)^\alpha\right] - \exp\left[-\left(\frac{U-\gamma}{\beta}\right)^\alpha\right] \quad (4.3.)$$

Veibulla sadalījuma koeficienti aprēķināti izmantojot datorprogrammu SPSS-14 for Windows izvēlni Non-linear regression. Koeficientu vērtību aprēķināšanai izmantots noklusētais *Levenberg-Marquardt* algoritms. Ja vienādojums nekonverģēja, tad tika izmantots *sequential quadratic programming* algoritms, koeficientiem definējot to vērtību ierobežojumus ņemot vērā iepriekšējo sekmīgi konverģējušo variantus.

Analīzē paraugkopas dati sagrupēti grupās atkarībā no meža elementa sugas, meža elementa koku vidējā kvadrātiskā krūšaugstuma caurmēra (4cm pakāpes grupas) un audzes (parauglaukuma) I stāva biezības (1. grupa – biezība 0,1-0,4; 2. grupa 0,5-0,7; 3. grupa 0,8-1,0; 4. grupa >1,0). Katrai no šīm grupām aprēķināti 3 parametru *Veibula* sadalījuma koeficienti. Tālākajā analīzē aproksimēti iegūtie koeficienti, izmantojot koeficientus tikai par tām caurmēra-biezības grupām, kurās koku skaits ir lielāks par 40.

## 2.2. Rezultāti

Aprēķinātie Veibula sadalījuma a parametri mainās no 0.4 līdz 6.6 vidēji 2.2., beta parametra vērtība no 1.66 līdz 31.0, vidēji 11.6, bet gamma parametra vērtības vidēji 9.8 9 (min 1.1., max 25.8).

Alfa, beta un gamma parametri aproksimēti izmantojot lineāru funkciju, par kā atkarīgo mainīgo izmantojot vidējā koka caurmēru un audzes biezību.

4.2.tabula

Parametru vērtības un būtiskums

	Suga	A	B	Ba	E	M	P
alfa	intercept	2.43123	1.557854*	0.047338	1.448438*	-0.10655	1.777814*
	D	0.07132*	0.028338*	0.084341	0.026256*	0.009497	0.044372*
	biezība	-2.41501	-0.07466	1.684002	0.000657	2.775647*	-0.36725
beta	intercept	0.60897	-3.0986	-3.31382	-2.09013	-13.534*	0.129825
	D	0.6852*	0.64221*	0.50323*	0.56134*	0.668*	0.599899*
	biezība	-3.79781	2.87378	5.72201	2.04747	14.2769*	0.217661
gamma	intercept	-2.46316	3.76267*	4.568	2.71323	13.9662*	-0.79847
	D	0.41797*	0.36969*	0.46207*	0.46682*	0.322*	0.454696*
	biezība	4.19476	-3.21411	-5.90059	-2.75336	-13.6103*	0.48566

•

## Secinājumi

1. Koku sadalījumu pa caurmēra pakāpēm var aproksimēt, zinot saglabātās mežaudzes meža elementu vidējo caurmēru un I stāva kopējo biezību.

## 5. Vispārējo augstumlīkņu aproksimācija

### 5.1. Materiāls un metodika

Vispārējo augstumlīkņu izvērtēšanai izmantoti dati par 2625 meža elementiem (no MSI (meža statistiskā inventarizācija) parauglaukumiem, par atsevišķiem meža elementiem ir uzskatīti arī viena un tā paša parauglaukuma pirmā un otrā cikla uzmērītie dati (5.1. tabula).

Analīzē izmantoti dati par I stāva valdošo koku sugu un tikai tie parauglaukumi, kuros:

- valdošā I stāva koku suga ir P; E; B; M; A; Ba;
- valdošās I stāva koku sugas koku skaits parauglaukumā  $\geq 5$ ;
- valdošās I stāva koku sugas koku skaits, kuriem mērīts augstums,  $\geq 5$ .

5.1. tabula.

Meža elementu raksturojums

Suga	Dq cm		Hq m		PL skaits	Koku skaits
	Min	Max	Min	Max		
Priede	3.7	51.2	2.8	37.5	1085	7706
Egle	4.4	51.6	3.8	37.1	504	3626
Bērzs	2.5	37.1	3.7	34.0	675	4569
Melnalksnis	8.8	36.8	11.1	28.5	112	778
Apse	2.4	46.0	3.8	35.0	113	749
Baltalksnis	2.5	27.4	3.4	23.3	136	952
Kopā	2.4	51.6	2.8	37.5	2625	18380

Vispārējo augstumlīkņu aproksimācijā izmantots Gafreja (*Gaffrey*) (van Laar, Akça 1997) vienādojums:

$$H_i = 1.3 + (H_g - 1.3)e^{\left[ a_1 \left( 1 - \frac{D_g}{D_i} \right) + a_2 \left( \frac{1}{D_g} - \frac{1}{D_i} \right) \right]} \quad (1.1.)$$

$H_i$  – koka augstums, m;

$D_i$  – koka caurmērs, cm;

$H_g$  – audzes vidējā kvadrātiskā koka augstums, m;

$D_g$  – audzes vidējā kvadrātiskā koka caurmērs, cm;

$a_1$  un  $a_2$  – koeficienti.

Vienādojumu parametri aprēķināti izmantojot datorprogrammu Statistica for Windows vers.10., izmantojot rīku non-linear analysis, izmantojot OLS un *Levenberg-Marquardt* algoritmu. Parametru sākotnējās vērtības pieņemtas, balstoties uz iepriekšējā gadā aprēķinātajām vērtībām.

Vienādojumu atbilstības izvērtēšanai izmantoti sekojoši statistiskie rādītāji:

**Vidējā novirze (MRES)** 
$$MRES = \frac{\sum(h_i - \hat{h}_i)}{n} \quad (1.2.)$$

$h_i$  – uzmērītais koku augstums, m;

$\hat{h}_i$  – aprēķinātais koku augstums, m;

$n$  – koku skaits.

**Vidējā absolūtā novirze (AMRES)** 
$$AMRES = \frac{\sum|h_i - \hat{h}_i|}{n} \quad (1.3.)$$

$h_i$  – uzmērītais koku augstums, m;

$\hat{h}_i$  – aprēķinātais koku augstums, m;

$n$  – koku skaits.

**Standartklūda (RMSE)** 
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(h_i - \hat{h}_i)^2}{n-1-p}} \quad (1.4.)$$

$h_i$  – uzmērītais koku augstums, m;

$\hat{h}_i$  – aprēķinātais koku augstums, m;

$n$  – koku skaits;

$p$  – vienādojuma parametru skaits.

**Vidējā kvadrātiskā kļūda (MSE)** 
$$MSE = \frac{\sum(h_i - \hat{h}_i)^2}{n-p} \quad (1.5.)$$

$h_i$  – uzmērītais koku augstums, m;  
 $\hat{h}_i$  – aprēķinātais koku augstums, m;  
 $n$  – koku skaits;  
 $p$  – vienādojuma parametru skaits.

**Modeļa efektivitātes indekss (MEF)** 
$$MEF = \frac{\sum(h_i - \hat{h}_i)^2}{\sum(h_i - H)^2} \quad (1.6.)$$

$h_i$  – uzmērītais koku augstums, m;  
 $\hat{h}_i$  – aprēķinātais koku augstums, m;  
 $H$  – aritmētiski vidējais koku uzmērītais augstums, m;  
 $n$  – koku skaits.

**Dispersijas attiecība (VR)** 
$$VR = \frac{\sum(\hat{h}_i - \hat{H})^2}{\sum(h_i - H)^2} \quad (1.7.)$$

$h_i$  – uzmērītais koku augstums, m;  
 $\hat{h}_i$  – aprēķinātais koku augstums, m;  
 $H$  – aritmētiski vidējais uzmērītais koku augstums, m;  
 $\hat{H}$  – aritmētiski vidējais aprēķinātais koku augstums, m;  
 $n$  – koku skaits.

**Determinācijas indekss ( $R^2$ )** 
$$R^2 = 1 - \frac{\sum(h_i - \hat{h}_i)^2}{\sum(h_i - H)^2} \quad (1.8.)$$

$h_i$  – uzmērītais koku augstums, m;  
 $\hat{h}_i$  – aprēķinātais koku augstums, m;  
 $H$  – aritmētiski vidējais uzmērītais koku augstums, m;  
 $n$  – koku skaits.

**Koriģētais determinācijas indekss ( $R^2_{adj}$ )** 
$$R^2_{adj} = 1 - (1 - R^2) \left( \frac{n-1}{n-p} \right) \quad (1.9.)$$

$R^2$  – determinācijas indekss;  
 $n$  – koku skaits;  
 $p$  – vienādojuma parametru skaits.

## 5.2. Rezultāti

Vispārējo augstumliķņu aproksimācijā izmantotā *Gaffrey* vienādojuma koeficientu vērtības un to statistiskie rādītāji atspoguļoti 5.2. tabulā.

Visām sugām starp uzmērīto un aprēķināto augstumu konstatēta cieša korelācija ( $R > 0,8$ ). Aprēķinātie koku augstumi ir sistemātiski mazāki nekā uzmērītie augstumi, jo vidējā novirze atkarībā no koka sugas mainās robežās no +0,3m līdz +0,7m (5.3. tabula), tomēr visām sugām šī novirze ir mazāka par 5% no aritmētiski vidējā paraugkopas uzmērītā augstuma.

5.2. tabula.

**Gaffrey vienādojuma (1.1. formula) koeficientu aprēķinātās vērtības un to statistiskie rādītāji**

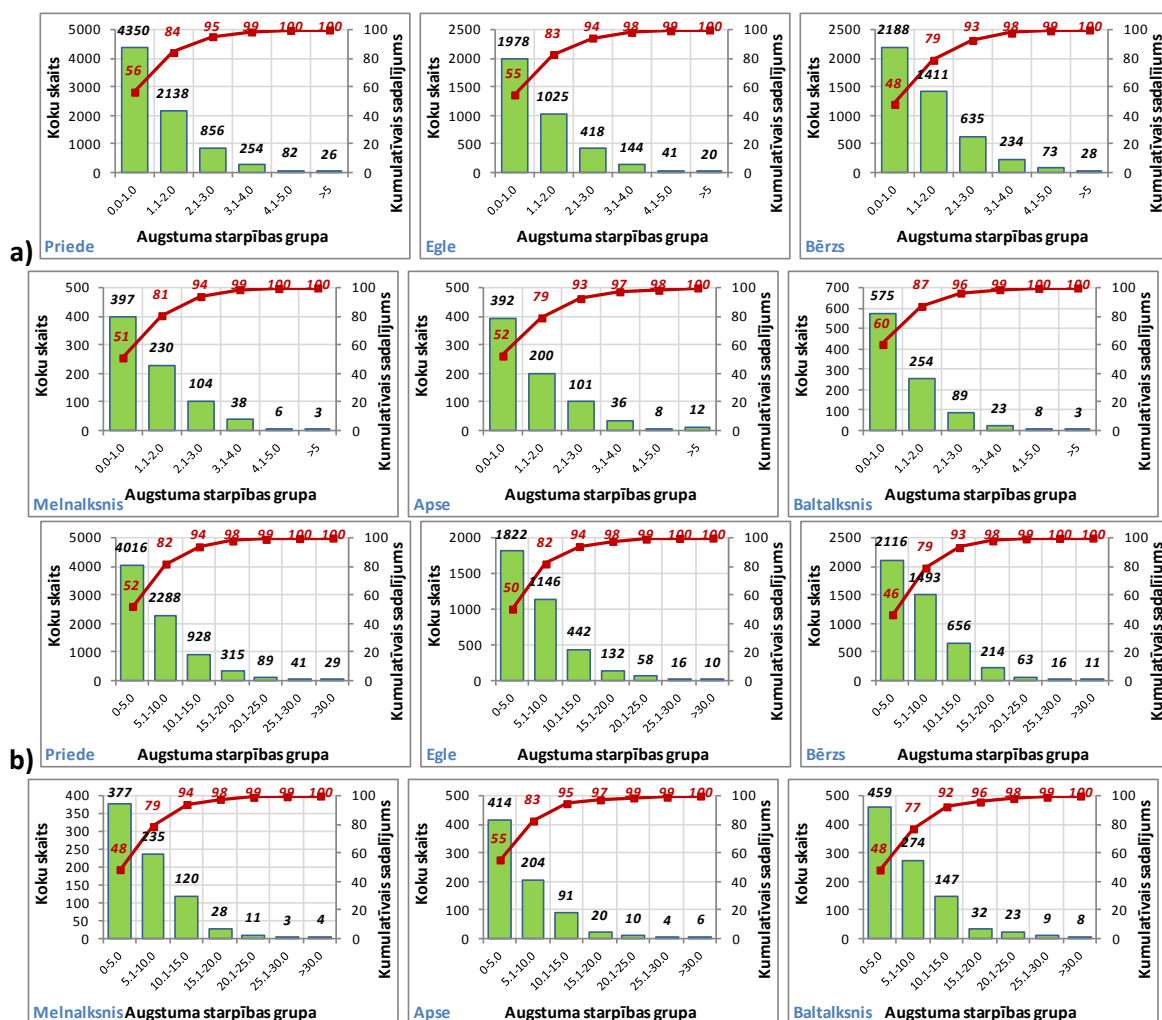
Suga	Koefi- cients	Vērtība	Standart- kļūda	t-vērtība	p-vērtība	Min ( $\alpha=0.05$ )	Max ( $\alpha=0.05$ )
P	a1	0.13778	0.011	12.329	0.000	0.11587	0.15969
	a2	4.75678	0.268	17.729	0.000	4.23083	5.28272
E	a1	0.19929	0.016	12.328	0.000	0.16759	0.23098
	a2	5.48339	0.350	15.647	0.000	4.79631	6.17048
B	a1	0.14961	0.013	11.595	0.000	0.12431	0.17490
	a2	4.31061	0.241	17.852	0.000	3.83722	4.78400
M	a1	0.11317	0.042	2.675	0.008	0.03013	0.19621
	a2	3.50564	0.902	3.888	0.000	1.73559	5.27569
A	a1	0.10399	0.022	4.709	0.000	0.06064	0.14735
	a2	4.10508	0.482	8.523	0.000	3.15954	5.05063
Ba	a1	0.11741	0.045	2.604	0.009	0.02893	0.20588
	a2	3.52344	0.612	5.756	0.000	2.32210	4.72477



## Aproximētā Gaffrey vienādojuma (1. formula) statistiskie rādītāji

Statistiskie rādītāji	Apzīmējums	Ideālā vērtība	Priede	Egle	Bērzs	Meln-alksnis	Apse	Balt-alksnis
Vidējā novirze	MRES	0	0.445	0.574	0.658	0.420	0.444	0.345
Vidējā absolūtā novirze	AMRES	0	1.147	1.187	1.337	1.265	1.317	1.048
Standartklūda	RMSE	0	1.493	1.553	1.709	1.608	1.771	1.378
Vidējā kvadrātiskā kļūda	MSE	0	2.229	2.410	2.919	2.584	3.131	1.896
Modeļa efektivitātes indekss	MEF	0	0.053	0.066	0.091	0.155	0.050	0.097
Dispersijas attiecība	VR	1	0.949	0.930	0.914	0.850	0.961	0.974
Determinācijas indekss	R <sup>2</sup>	1	0.947	0.934	0.909	0.845	0.950	0.903
Koriģētais determinācijas indekss	R <sup>2</sup> adj	1	0.947	0.934	0.909	0.844	0.950	0.903
Koku skaits	N		7706	3626	4569	778	749	952

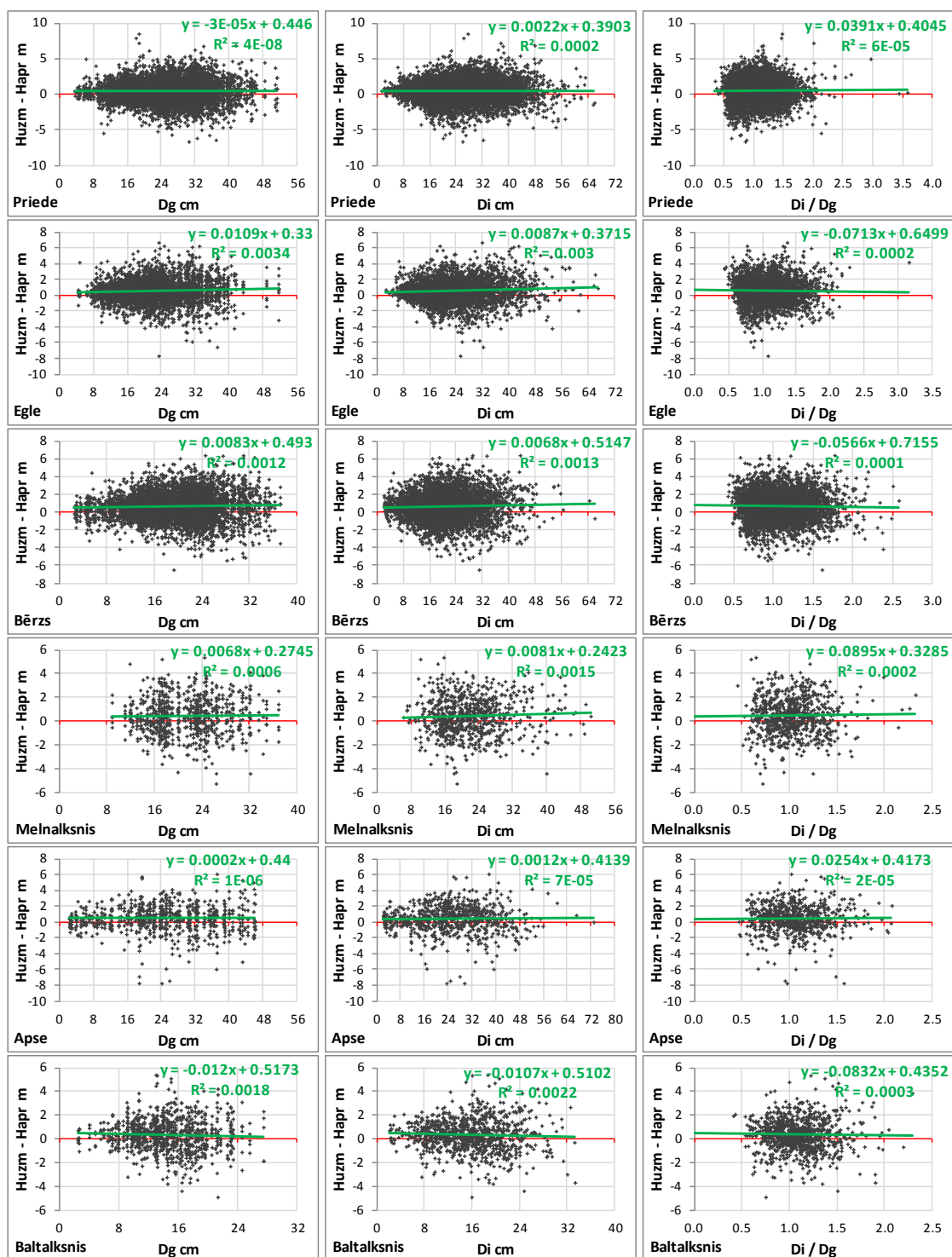
Aptuveni pusei no kokiem starpība starp uzmērīto un aprēķināto augstumu ir mazāka par vienu metru vai par 10% no uzmērītā koka augstuma, bet ¼ no kokiem tā ir mazāka par diviem metriem vai 15% no uzmērītā koka augstuma (5.1. attēls).



5.1. attēls. Koku skaita sadalījums atkarībā no starpības starp uzmērīto un aprēķināto augstumu (a) un relatīvās starpības starp uzmērīto un aprēķināto augstumu (b).

Visām koku sugām starpība starp uzmērīto un aprēķināto augstumu nav atkarīga no meža elementa vidējā kvadrātiskā koka krūšaugstuma caurmēra, koka krūšaugstuma caurmēra un relatīvā koka

krūšaugstuma caurmēra (5.2. attēls), jo lineārās regresijas korelācijas koeficients visos gadījumos ir mazāks par korelācijas koeficienta kritisko vērtību ( $\alpha=0,05$ ).



5.2. attēls. Uzmērītā un aprēķinātā augstuma starpība (Huzm - Hapr) atkarībā no meža elementa vidējā kvadrātiskā koka krūšaugstuma caurmēra (Dg), koka krūšaugstuma caurmēra (Di) un koka relatīvā krūšaugstuma caurmēra (Di / Dg).

## Secinājumi

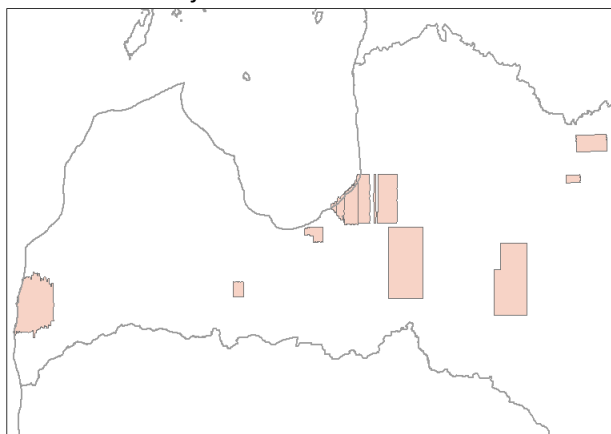
1. Vispārējās augstumlīknes *Gaffrey* funkcijai aprēķinātas koeficientu vērtības P; E; B; M; A; Ba.
2. Visām sugām starp uzmērītajiem un ar *Gaffrey* vienādojumu aprēķinātajiem augstumiem konstatētas ciešas korelācijas ( $R > 0,8$ ), un vidējā novirze starp šiem rādītājiem ir mazāka par 5% no paraugkopas aritmētiski vidējā uzmērītā koka augstuma.
3. Visām koku sugām starpībai starp uzmērīto un aprēķināto koku augstumu nav konstatēta būtiska ( $\alpha = 0,05$ ) korelācija ar meža elementa vidējo kvadrātisko koku krūšaugstuma caurmēru ( $D_g$ ), koka krūšaugstuma caurmēru ( $D_i$ ) un relatīvo koku caurmēru ( $D_i/D_g$ ).

## 6.Ortofotoattēlu (RGB) ar papildus NIR slāni attēlu un LiDAR izmantošanas iespēju izvērtējums MSI parauglaukumu datu ekstrapolēšanai

### 6.1.Ievads

Projekta ietvaros 2011.gadā veiktā LĢIA ortofoto attēlu klasifikācija, izmantojot kombinēto tekstūras un spektra vadītās klasifikācijas metodi, uzrādīja labus rezultātus, lai pieeju varētu izmantot Meža resursu izplatības analīzei ārpus Meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumiem, izmantojot šo pašu parauglaukumu uzmērījumu atbalstu. Lai papildinātu izejas datus audzēm, kas tekstūras analīzē var uzrādīt vienādu rezultātu, tiek izmantoti papildus LIDAR dati (Zhang et al., 2008), kas dod precizējošu audzes horizontālās struktūras atbalsta informāciju.

Turpinot izvērtēt Latvijā publiski pieejamo (arī par valsts budžeta līdzekļiem sagatavoto) materiālu izmantošanas iespējas, kā LIDAR datu avots izvēlēta LĢIA, kas iegūst, sagatavo un atjaunina ģeotelpiskās informācijas pamatdatus. Līdz šim šo materiālu pasūtīšana un sagatavošana, nav pietiekoši finansēta un veikta tikai atsevišķās teritorijās (6.1. attēls) citu projektu ietvaros. Šī iemesla dēļ bija neiespējami iegūt LIDAR datus tieši no tās pašas teritorijas, kurā iepriekšējā gadā veikta ortofoto attēlu klasifikācija izmantojot tekstūras rādītājus.



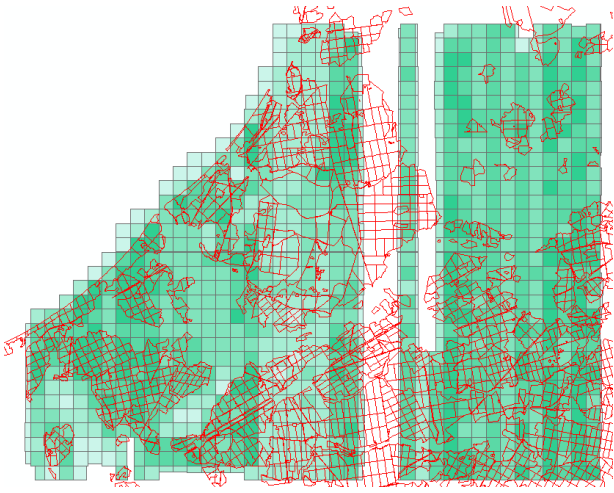
6.1. attēls. LĢIA pieejamās teritorijas ar LIDAR datiem

### 6.2.Materiāls un metodika

Iepriekš sagatavoto kombinēto attālās izpētes materiālu papildināšana ar LĢIA rīcībā esošajiem LIDAR datiem veikta:

- izvērtējot aģentūras rīcībā esošo datu pieejamību;
- izvērtējot projekta rīcībā esošo ortofoto attēlu un atbalsta, kontroles datu – meža nogabalu un meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu datu pieejamību vienā teritorijā.

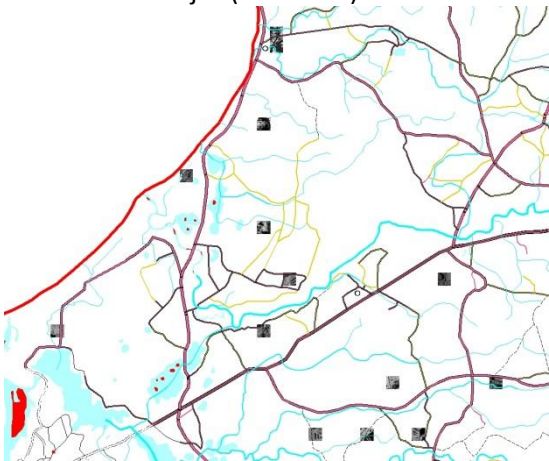
Kā LIDAR datu izmantošanas analīzes testa teritorija izvēlēta ~90 tkst. ha platība Ādažu, Carnikavas, Sējas, Garkalnes, Ropažu, Inčukalna, Krimuldas pagastu teritorijās (6.2. attēls).



6.2. attēls. Testa teritorija

No LĢIA saņemti neapstrādāti LIDAR punktu dati \*.las failu formātā. Dati, apjoma un vieglākas apstrādes nolūkā, sadalīti 1 x 1 km datu blokos. Vidējais LIDAR punktu (pirmās atgriešanās mērījumu) skaits saņemtajos datos ir 2 līdz 3 punkti uz m<sup>2</sup>. Ārvalstu un Latvijas piemēri attiecībā uz meža inventarizācijas datu noteikšanu no LIDAR datiem rāda, ka augstvērtīgākas izmantošanas iespējas ir sākot no 4 un vairāk punktiem uz m<sup>2</sup>.

Atbilstoši pieejamajiem meža nogabalu un meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu datiem, no kuriem teritorijā atlasīti 142 pilnas platības (500m<sup>2</sup>) parauglaukumi, no datu blokiem atlasītas 14 testa teritorijas (6.3.attēls).



6.3.attēls LIDAR bloku teritoriju sagatavotie CHM dati

No izejas \*.las datiem sagatavoti:

- DTM (digital terrain model) – digitālais reljefa modelis ar soli (pikseļa izšķirtspēju) 5m;
- DSM (digital surface model) – digitālais virsmas modelis ar soli (pikseļa izšķirtspēju) 5m;
- CHM (canopy height model) – apauguma augstuma modelis ar soli (pikseļa izšķirtspēju) 5m.

Datu apstrādei izmantoti tikai datorprogrammas ArcGIS 9.3 standarta risinājumi.

Kā papildinošu iepriekš izmantotajiem tekstūras analīzes datu slāņiem, meža raksturlielumu klasifikācijas papildināšanai iekļauts CHM datu slānis. Tam, atbilstoši projekta iepriekšējā perioda secinājumiem, jāpalīdz nodalīt vienas struktūras, biomasas apjoma, bet dažādu augstumu mežaudzes, balstoties uz vertikālās struktūras analīzi (Ali et al., 2008). Vertikālā papildinošā informācija var palīdzēt nodalīt jaunaudzis, vidēja vecuma un briestaudzes, kurās ir izteiktas vidējā augstuma un vecuma sakarības (Donis et al., 2009). Pēc iepriekšējā gada klasifikācijas rezultātiem tādas būtu bērzu un egļu vidēja vecuma un briestaudzes. Papildus LIDAR datus iespējams izmantot, lai noteiktu audzes šķērslaukuma un biežības rādītājus (Andrew et al., 2006).

Pēc CHM datiem meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu un meža nogabalu teritorijās noteiktas:

- augstuma vidējās vērtības;
- augstumu maksimumu summa laukuma vienībā.

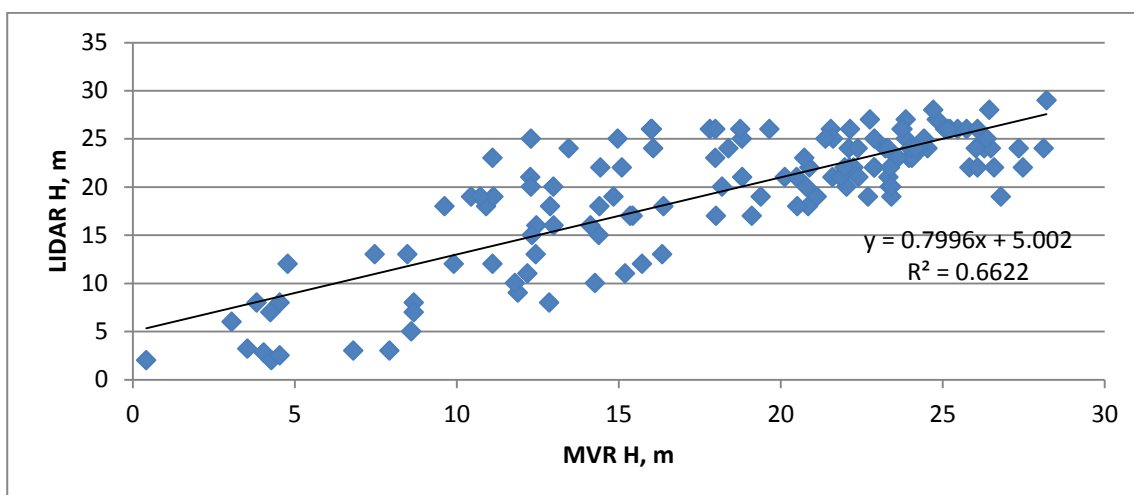
Kā klasifikācijas novērtēšanas atbalsta (kontroles) dati izmantoti:

- meža nogabalu datu slānis ar nogabalu vidējā augstuma informāciju LIDAR augstuma vidējo vērtību salīdzināšanai;
- meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu dati ar audzes vidējo augstuma informāciju LIDAR augstuma vidējo vērtību salīdzināšanai;
- audzes šķērslaukuma informāciju LIDAR augstuma maksimumu (Korpela et al., 2010) summas salīdzināšanai.

### 6.3. Rezultāti

#### CHM modeļa un meža nogabalu datu salīdzinājums

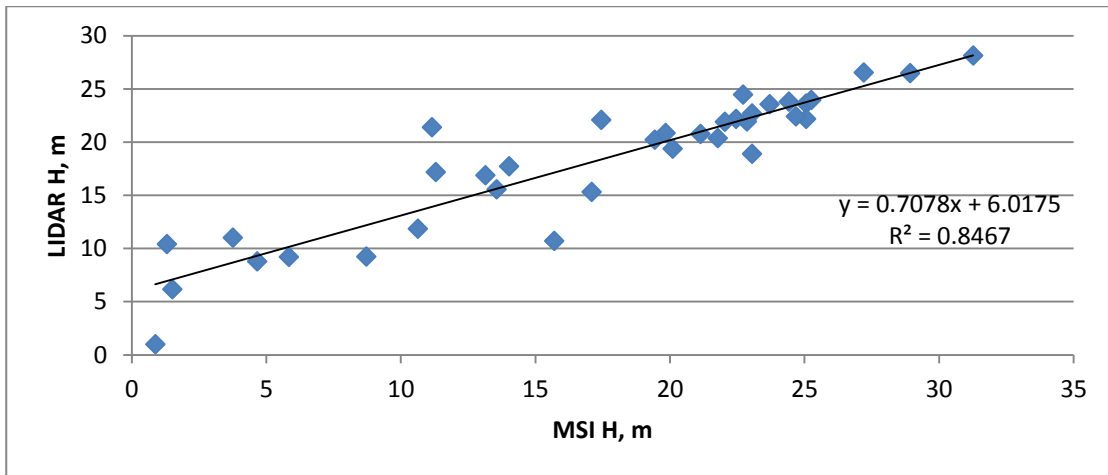
Novērtējot LIDAR datu CHM modeļa vidējos augstumus meža nogabalos, vērojama cieša sakarība ar nogabalu vidējā augstuma rādītājiem (6.4.attēls). Meža valsts reģistra dati ir ar nenozīmīgi augstākām vidējām augstuma vērtībām, kas varētu būt skaidrojams ar LIDAR mērījumu ar nelielu punktu skaitu uz m<sup>2</sup> iespēju iegūt mērījumus tieši no koku galotnēm (Huang et al., 2009).



6.4. attēls. CHM modeļa un meža nogabalu vidējās augstuma vērtības

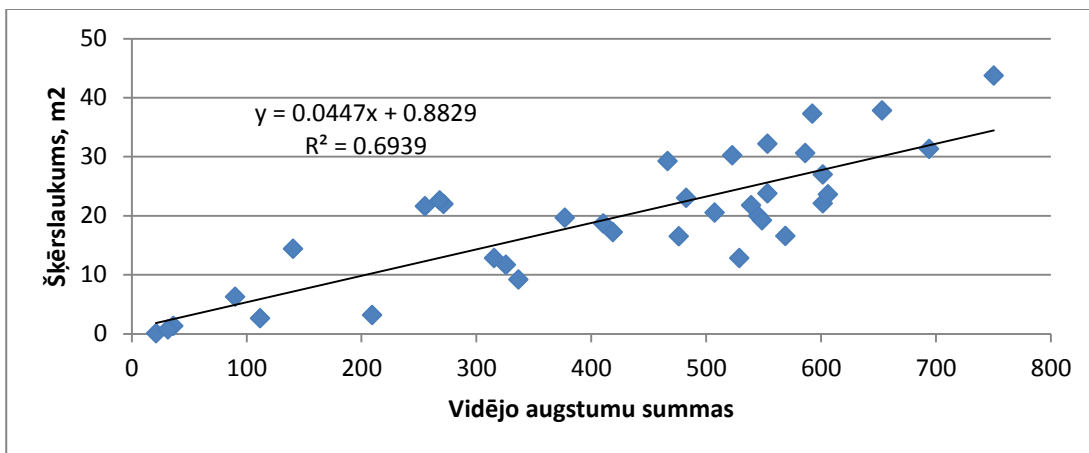
#### CHM modeļa un meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu datu salīdzinājums

Novērtējot LIDAR datu CHM modeļa vidējos augstumus meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumos, vērojama cieša sakarība ar parauglaukumu vidējā augstuma rādītājiem (6.5. attēls). Arī šeit nenozīmīgi lielāki parauglaukumu augstumu mērījumi, salīdzinājumā ar LIDAR datiem.



6.5. attēls. CHM modeļa un parauglaukumu vidējās augstuma vērtības

Novērtējot LIDAR datu CHM modeļa augstuma maksimumu summas rādītājus parauglaukumu teritorijās, vērojama cieša sakarība salīdzinājumā ar audzes šķērslaukuma rādītājiem (6.6.attēls).



6.6. attēls. CHM modeļa vidējo augstumu summas un parauglaukumu šķērslaukums

### **Secinājumi, meža nozares potenciālās izmantošanas piemēri**

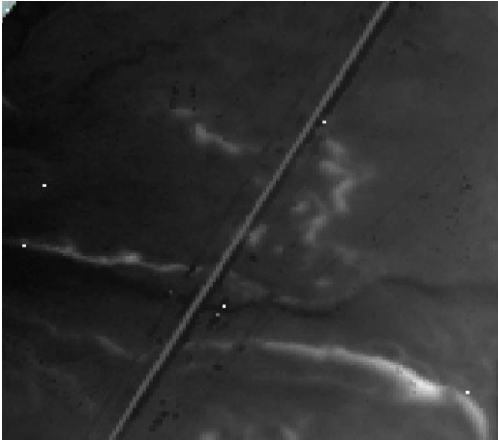
Esošie publiskie LIDAR dati izmantojami kā kvalitatīvs papildus datu avots mežaudžu klasifikācijai.

Publiski pieejamie valsts vajadzībām sagatavotie ortofoto un LIDAR dati ir pietiekami meža rādītāju noteikšanai.

Nepieciešama plašāku teritoriju LIDAR datu iegūšana mežsaimniecības vajadzībām, jo tie potenciāli izmantojami arī:

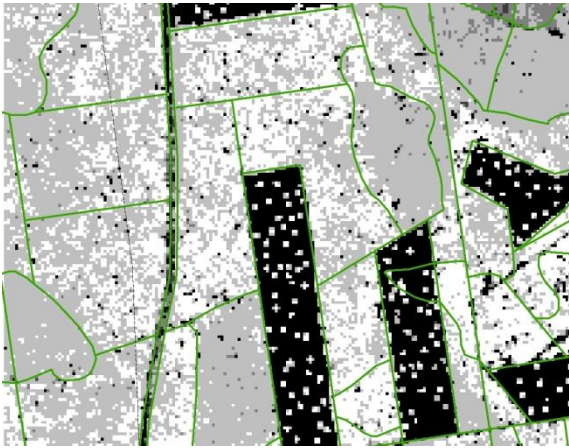
- DTM dati - mežizstrādes treilēšanas ceļu plānošanai, izmantojot topogrāfiskās kartēs nepieejamā mikroreljefa (6.7.attēls) datu analīzi (Sonesson et al., 2012);



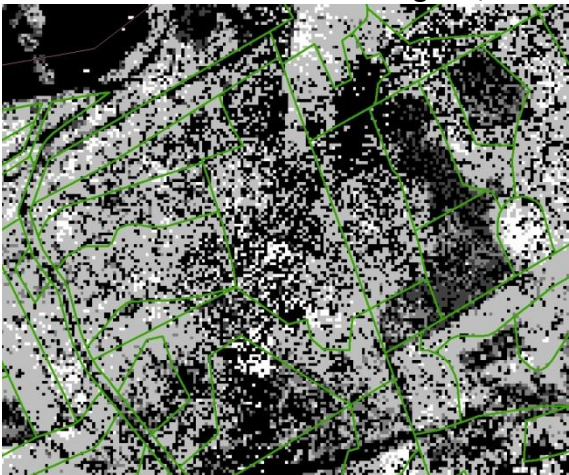


6.7.attēls. Mikroreljefs DTM datu slānī

- DTM dati, lai samazinātu mežizstrādes tehnikas ietekmi uz vidi (Lindeman et al., 2012);
- DTM un DSM dati izmantojami mežizstrādes mašīnu navigācijā (Väättäinen et al., 2012);
- CHM dati – atstāto ekoloģisko/sēklu koku kontrolei (6.8.attēls);



6.8. attēls. Cirsumā atstāto ekoloģisko/sēklu koku CHM



6.9. attēls. Retaines piemērs CHM datos

Salīdzinoši Somijā ar LIDAR dati pieejami lielākajai daļai no valsts teritorijas bez maksas lejuplādei internetā (National Land Survey of Finland, 2012) arī Lielbritānijā attīstot plašāku meža resursu datu sagatavošanu (Suárez, 2012).



## ***Secinājumi***

1.LiDAR (lāzerskanēšanas dati) ir izmantojami, lai iegūtu papildus informāciju par meža resursiem valstī un, lai veiktu MSI datu reģionalizāciju.



## 7. Programmas prasību specifiskācijas izstrāde

### 7.1. Ilgtspējīgas meža apsaimniekošanas definējums

Runājot par ilgtspējību tiek izskatīti vismaz trīs ilgtspējības aspekti – sociālais, ekonomiskais un vides aspekts (Goodland, 1995). Tiek uzskatīts, ka sociālā ilgtspējība var tikt sasniegta tikai ar sistemātisku sabiedrības līdzdalību un spēcīgu pilsonisku sabiedrību, ekonomiskā ilgtspējība izpaužas kā kapitāla stabilitātes uzturēšana, bet vides ilgtspējība izpaužas kā dabas kapitāla saglabāšana, lai nodrošinātu to gan kā avotu, gan izgāztuvi, ievērojot biofizikālās vides ierobežojumus. Emisijas nedrīkst pārsniegt vides asimilācijas spējas, atjaunojamo resursu ieguvei jānotiek to pašatjaunošanās pakāpes ietvaros, bet neatjaunojamo resursu ieguve “šķietami” ilgtspējīgā veidā – to izmantošanas pakāpei jābūt vienādei ar to atjaunojamo aizvietotāju radīšanas pakāpi.

Kā sociālās, tā ekonomiskās ilgtspējības priekšnosacījums ir vides ilgtspējība - spēja saglabāt dzīvību atbalstošās sistēmas (Goodman, 1995). Tādēļ īpaša uzmanība ir tikusi pievērsta atjaunojamo resursu ilgtspējīgai ekspluatācijai (Hilborn et al., 1995).

Citi pētnieki par ilgtspējīgu sistēmu uzskata tādu, kas saglabā vispārējo struktūru, procesus, mijiedarbības un traucējuma raksturu, atsevišķi izdalot sociālo un dabas sistēmas (Chapin, Whiteman, 1998). Tomēr visai būtiskas ir problēmas ar “pareizās” laika un telpisko mērogu skalas izvēli, it īpaši ņemot vērā, ka arī dabas sistēmas laika gaitā mainās (ģeoloģiskie procesi, klimata cikliskie procesi) uz kuru fona notiek sukcesijas, dabisko faktoru radītie stohastiskie traucējumi. Sistēma var būt nestabila vienā mērogā, tai pat laikā relatīvi stabila citā laika un telpas mērogā.

Atbilstoši Ekosistēmu un bioloģiskās daudzveidības ekonomiskās novērtēšanas projekta (TEEB) pieejai (Kumar, 2010) mežam kā ekosistēmas sniegtie pakalpojumu saistība ar cilvēku labklājību tiek izteikta vietējā, reģionālā un globālā līmenī, īstermiņā un ilgtermiņā.

Cilvēka labklājību nosaka: dzīves pamatvajadzību nodrošinājums, veselība, labas sociālās attiecības, drošība un izvēles brīvība. Savukārt mežs sniedz sekojošus pakalpojumus:

- atbalstošos – primārā produkcija, augsnes veidošana;
- kultūras – garīgās, estētiskās, izglītības, atpūtas u.c.;
- regulējošos – klimata, ūdens u.c.;
- nodrošinājuma – pārtika, šķiedra, kurināmais.

Analīzē formāli nodalāmi ekoloģiskie fenomenī (funkcijas) un to tiešā vai netiešā ietekme uz cilvēku labklājību (pakalpojumi) un labklājības ieguvumi, ko tie rada – labumi (benefits).

Ekosistēmu pakalpojumi tiek iedalīti sekojošās grupās:

Nodrošinājuma pakalpojumi:

- Pārtika,
- Ūdens,
- Izejmateriāli (koksne, biomasas, barība),
- Ģenētiskie resursi,
- Medicīnas resursi,
- Ornamentālie resursi.

Regulējošie pakalpojumi:

- Gaisa kvalitātes regulēšana,
- Klimata regulēšana,
- Ekstrēmu notikumu samazināšana,
- Ūdens plūsmas regulēšana,
- Attīrīšana,
- Erozijas novēršana,
- Augsnes auglības saglabāšana un barības vielu aprīte,
- Aputeksnēšana,
- Bioloģiskā kontrole (sēkļu, kaitēkļu un slimību kontrole).

Dzīvotņu pakalpojumi:

- Migrējošo sugu dzīves cikla uzturēšana,
  - Ģenētiskās daudzveidības uzturēšana.
- Kultūras un vizuālās ainavas pakalpojumi:
- Estētiskā informācija,
  - Rekreācijas un tūrisma iespējas,
  - Kultūras, mākslas un dizaina iedvesmošana,
  - Garīgā pieredze,
  - Informācija izziņas attīstībai.

## **7.2. Meža apsaimniekošanas mērķu sasniegšanas kritēriji un indikatoru saraksts**

2011. gadā tika nolemts par pamatu ņemt Viseiropas kritērijus, taču lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmā izmantot tikai tos rādītājus, kurus tieši ietekmē mežsaimnieciskā darbība, vai kuru izmaiņas ir iespējams modelēt.

### **1. kritērijs. MEŽA RESURSU SAGLABĀŠANA UN ATBILSTOŠA PALIELINĀŠANA UN TO IEGULDĪJUMS GLOBĀLĀ OGLEKĻA APRITĒ**

- 1.1. indikators. Meža platība. Meža un citu meža zemju platība sadalījumā pa meža tipiem un meža tipiem un pieejamību koksnes piegādēm. Meža un meža zemju īpatsvars kopējā zemes platībā.
- 1.2. indikators. Augošu koku krāja. Sadalījumā pa meža tipiem un pieejamību koksnes ieguvei.
- 1.3. indikators. Vecumstruktūra/Diametru sadalījums.
- 1.4. indikators. Oglekļa krājums (kokaudzē un augsnē).

### **2. kritērijs MEŽA EKOSISTĒMU VESELĪBAS STĀVOKĻA UN VITALITĀTES SAGLABĀŠANA**

~~Šos indikatorus lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmā neiekļauj.~~

### **3.kritērijs. MEŽA PRODUKTIVITĀTES FUNKCIJU SAGLABĀŠANA UN VEICINĀŠANA (KOKSNES UN NEKOKSNES)**

- 3.1. indikators. Pieaugums un ciršanas apjoms (Līdzsvars starp pieaugumu un ciršanas apjomu ILGTERMIŅĀ).
- 3.2. indikators. Apaļkoksnes (apjoms un vērtība).
- 3.3. indikators. Nekoksnes preces (apjoms un vērtība).
- 3.4. indikators Pakalpojumi.

### **4. kritērijs. MEŽA EKOSISTĒMU BIOĻĢISKĀS DAUDZVEIDĪBAS SAGLABĀŠANA UN ATBILSTOŠA PALIELINĀŠANA**

- 4.1. indikators. Koku sugu kompozīcija (platību sadalījums pa koku sugu skaitu tajās).
- 4.2. indikators. Atjaunošana (dabiskās un mākslīgas atjaunošanas īpatsvars).
- 4.3.indikators. Dabiskums.
- 4.4.indikators. Introducētās sugas.
- 4.5.indikators. Atmirusī koksne (sausokņu un kritalu krāja).
- 4.6.indikators. Ģenētiskie resursi.
- ~~4.7.indikators. Ainavas raksts (patern) un fragmentācija (Pašreiz neiekļauj).~~
- ~~4.8.indikators. Apdraudētās sugas (meža). (Pašreiz neiekļauj)~~
- 4.9.indikators. Aizsargātie meži.

### **5. kritērijs. MEŽA AIZSARDZĪBAS FUNKCIJU SAGLABĀŠANA UN ATBILSTOŠA PALIELINĀŠANA MEŽA APSAIMNIEKOŠANĀ (ĪPAŠI AUGSNES UN ŪDENS).**

- ~~5.1. indikators. Aizsargājošo mežu platības — augsne, ūdens u.c. ekosistēmu funkcijas (pašreiz neiekļauj)~~
- ~~5.2. indikators. Aizsargājošie mežu platības — infrastruktūras un apsaimniekotu dabas resursu aizsardzībai (pašreiz neiekļauj).~~

## 6. kritērijs. CITU MEŽA SOCIĀLI-EKONOMISKO FUNKCIJU UN APSTĀKĻU SAGLABĀŠANA

### ~~6.1.indikators. Meža īpašumi~~

6.2.indikators. Meža sektora ieguldījums IKP

6.3.indikators. Tīrie ieņēmumi (uzņēmuma tīrie ieņēmumi).

6.4.indikators. Izdevumi pakalpojumiem.

6.5.indikators. Meža sektora nodarbinātība.

6.6.indikators. Nodarbināto drošība un veselība.

6.7.indikators. Koksnes patēriņš.

### ~~6.8.indikators. Tirdzniecība ar koksni~~

6.9.indikators. Enerģija no koksnes resursiem

6.10.indikators. Pieejamība rekreācijai.

### ~~6.11.indikators. Kultūras un garīgās vērtības~~

## 7.3.Programmas prasību specifikācija

Programmas prasību specifikācija izstrādāta atbilstoši LVS 68:1996 prasībām un dota 1.pielikumā.

## 8.Algoritmu un melnraksta struktūras izstrāde

Algoritmu un melnraksta struktūras izstrāde veikta LVMI Silava un LLU sadarbības ietvaros.

Sagatavoti sekojoši algoritmi:

Vispārējās augstumlīknes izveidošanai (skat. 5. nodaļa).

Algoritms koku sadalījumam pa caurmēra pakāpēm aprēķināšanai (4. nodaļa).

Algoritms sortimentācijas precizēšanai (1.nodaļa).

Algoritms ogulāju sastopamības novērtējumam dažādos meža tipos pēc MSI datiem (2.nodaļa).

Algoritms audžu vizuālās kvalitātes novērtējumam (3.nodaļa).

Algoritms oglekļa apjoma kokos un augsnē aprēķināšanai (2.pielikums).

Algoritms augšanas gaitas simulēšanai (3. Pielikums).

Algoritms mežsaimniecisko darbu izmaksu aprēķināšanai (3. Pielikums)

Algoritms meža NPV aprēķiniem (3. Pielikums).

Algoritms meža rekreācijas vērtības aprēķināšanai

### 8.1. Meža rekreācijas vērtība

Nogabala rekreācijas vērtība ( $V_R$  - recreational value) tiek aprēķināta pēc sekojošas formulas:

$$V_R = (V_S * k_W * k_S + V_A) * k_p * k_d \quad (8.1.)$$

kur:

$V_S$  - nogabala piemērotības vērtība rekreācijai, (skat. 8.1 tabula)

$k_W$  - koeficients, atkarīgs no ūdens baseina tuvuma,

$k_S$  - koeficients, atkarīgs no pilsētu tuvuma,

$V_A$  - papildus vērtība, kas atkarīga no objekta pievilcības,

$k_p$  - koeficients, atkarīgs no apkārtējās vides piesārņojuma.

Šis vērtējums papildināts ar vēl vienu korekcijas koeficientu  $k_d$ , kas atkarīgs no pielūzņojuma.

$k_W = 1$ , ja ūdens baseins ir 0.5 km attālumā, 0.5, ja nogabals ir 0.5 līdz 2 km attālumā un koeficients 0.1, ja nogabals vairāk kā 2 km.

$k_S$  - attālums no pilsētas tiek novērtēts ar koeficientu 1.0, ja līdz 30 km no pilsētas, 0.5, ja attālums 31-80 km, un 0.1, ja attālums vairāk par 80 km.

$V_A$  - papildus 25 punkti, vieta atrodas līdz 500m attālumā no dzīvojamā masīva malas, vai 10 punkti 500 m attālumā no organizētas atpūtas vietas vietām, 15 punkti, ja nogabals, atrodas īpaši aizsargājamā dabas teritorijā, kas paredzēta atpūtas organizēšanai.

$k_p$  1.0, ja piesārņojuma līmenis nepārsniedz 0.5 no maksimāli pieļaujamās piesārņojuma normas.

$K_d$  1.0, ja pielūžņojums mazāk par  $5m^3ha^{-1}$ , 0.75, ja pielūžņojums  $5-10m^3ha^{-1}$ , 0.5, ja pielūžņojums  $11-30m^3ha^{-1}$ , 0.25, ja pielūžņojums  $31-50m^3ha^{-1}$ , 0.1, ja pielūžņojums vairāk par  $50m^3ha^{-1}$ . Modelēšanā pieņem, ka pielūžņojums sadalās 20 gadu laikā.

Grupējums pēc rekreatīvās vērtības atspoguļots 8.2. tabulā.

8.1. tabula

Mežaudzes rekreatīvā vērtība J.Donis (modificētā E. Riepšas metode)

Valdošā suga	AAT rinda	Vecuma grupa					
		>=III		II		I	
		3<B<9	citādi	3<B<9	citādi	3<B<9	citādi
P, Le	Sausieņi	100	57	60	35	20	11
	Āreņi, Kūdreņi	61	35	37	21	12	7
	Mitraiņi, purvaiņi	19	11	11	7	4	2
Ozols	Sausieņi	80	46	48	28	16	9
	Āreņi, Kūdreņi	48	28	29	17	10	5
	Mitraiņi, purvaiņi	16	9	10	6	3	2
Bērzs	Sausieņi	70	40	42	24	14	8
	Āreņi, Kūdreņi	42	24	25	14	8	5
	Mitraiņi, purvaiņi	14	8	8	5	3	1
Egle	Sausieņi	50	28	30	17	10	5
	Āreņi, kūdreņi	30	17	18	10	6	3
	Mitraiņi, purvaiņi	10	5	5	3	2	1
Osis	Sausieņi	50	28	30	17	10	5
	Āreņi, kūdreņi	30	17	18	10	6	3
	Mitraiņi, purvaiņi	10	5	5	3	2	1
Apse	Sausieņi	40	23	24	14	8	4
	Āreņi, kūdreņi	24	14	15	8	5	3
	Mitraiņi, purvaiņi	8	4	4	3	2	1
Ma	Sausieņi	30	17	18	10	6	3
	Āreņi, kūdreņi	21	12	13	7	4	2
	Mitraiņi, purvaiņi	6	3	4	2	1	1
Ba	Sausieņi	20	11	12	7	4	2
	Āreņi, kūdreņi	14	8	8	5	3	1
	Mitraiņi, purvaiņi	4	2	2	1	1	0

Citas egles pielīdzinātas eglei, citas priedes pielīdzinātas priedei; papele, vītols apsei. Platlapju koki (kļava, liepa) - osim.

Vecuma grupas atbilstoši:

	III*	II	I
P, Le, Oz	81<	41-80	līdz 40
E, Os	61<	41-60	līdz 40
B, A, M	41<	21-40	līdz 20
Ba	21<	11-20	līdz 10

\*Dažādvecuma audzes, kurās I stāvā saglabājušies iepriekšējās paaudzes koki ar biežību vismaz 0.3, pieskaita III vecumgrupai.

Ja I stāvā esošo koku biežība mazāka par 0.3, tad atbilstošo audzi uzskata par II stāvā esošu audzi, vai, ja tādas nav, tad paaugas biežībai atbilstošu audzi.

Svaigiem izcirtumiem meža rekreācijas vērtība - 1 punkts.

Atkarībā no vērtējuma audzes iedalītas piecās grupās

Grupa	Rekreācijas vērtība	nogabala pievilcīgums
1	0 - 25	nepievilcīgs
2	26 -50	maz pievilcīgs
3	51-75	vidēji pievilcīgs
4	76-100	pievilcīgs
5	101-125	ļoti pievilcīgs

## 9.Programmēšana un prototipa izstrāde

Programmēšanu veica LLU sadarbībā ar LVMI Silava pētniekiem.

## 10.Testa versijas atrādīšana

Testa versija Lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmai izstrādāta un atrādīta ZM pārstāvjiem 2012.g. 07. novembrī.

## 11. Produkta izstrāde

Meža resursu ilgtspējīgas apsaimniekošanas lēmumu pieņemšanas atbalsta sistēmas (MESTRA) apraksts (3. Pielikums).

Meža resursu ilgtspējīgas apsaimniekošanas lēmumu pieņemšanas atbalsta sistēmas (MESTRA) lietotāja instrukcija (4. Pielikums).

Izstrādāta programma Meža resursu ilgtspējīgas apsaimniekošanas lēmumu pieņemšanas atbalsta sistēma (MESTRA). (atsevišķs fails).

## Secinājumi

1. Konstatēts, ka priežu audzēs priedēm pirmo 6m nogrieznī vismaz 1 posms atbilst tikai malkas vai papīrmalkas kvalitātes prasībām pēc ārējām pazīmēm atbilst ap 8.8% koku, egļu parauglaukumos ap 16.5%, bet bērzu parauglaukumos 44%, melnalksnim 37%, apsei 47% koku, baltalksnim - 61% koku. Izstrādāti vienādojumi kvalitātes pazeminājuma īpatsvara aprēķināšanai, kā arī augstas kvalitātes sortimentu īpatsvara aprēķinam atkarībā no koku sugas un vecuma.
2. Ogulāju sastopamība. Kopumā kādi no ogulājiem konstatēti  $\frac{1}{2}$  no analizētajiem parauglaukumiem. Mellenes konstatētas 28%, brūklenes 20%, bet avenes 14% parauglaukumi. Pārējie ogulāji konstatēti mazāk nekā 5% no parauglaukumiem.
3. Balstoties uz iepriekšējos pētījumos ievāktajiem socioloģisko pētījumu datiem, izstrādāti audžu vizuālās kvalitātes novērtējuma matrica. Audzes pēc to vizuālās kvalitātes grupētas 5 grupās: 5 - ļoti pievilcīgas, pievilcīgas, drīzāk pievilcīgas, drīzāk nepievilcīgas, nepievilcīgas.
4. Izstrādāti vienādojumi, balstoties uz Veibula sadalījumu, lai aproksimētu koku sadalījumu pa caurmēra pakāpēm atkarībā no vidējā koku caurmēra.
5. Vispārējās augstumlīknes aproksimētas izmantojot Gafreja (*Gaffrey*). Aprēķināti koeficienti augstumlīknei sekojošām koku sugām A, Ma, Ba, P, E, B.
6. Konstatēts, ka LiDAR dati, kas iegūti arī ar relatīvi zemu punktu blīvumu (2-3 gabm<sup>2</sup>), ir izmantojami, lai aprakstītu audzes I stāva vidējo augstumu, kā arī, lai identificētu ekoloģiskos, kokus, tādējādi uzlabojot informāciju par meža resursiem valstī vai reģionā.
7. Programmas prasību specifikācija, ņemot vērā ZM definētās vajadzības un uzstādījumus.
8. Izstrādāti nepieciešamie algoritmi vai funkciju apraksti.
9. Izstrādāta programmas testa versija un tā atrādīta ZM.
10. Izveidots lēmumpieņemšanas atbalsta rīks (beta versija), kas iesniegts pasūtītājam.



## Literatūra

- Ali S., Dare P., Jones S. D., 2008, Fusion of remotely sensed multispectral imagery and LIDAR data for Forest structure assessment at the tree level, ISPRS 2008 Proceedings, Beijing, China.
- Clutter, J.L., Fortson, J.S., Pienaar, L.V., Brister, G.H., Bailey, R.L. (1983) Timber management. A quantitative approach. New York/ Chichester/ Brisbane/ Toronto/ Singapore, John Wiley & Sons, 333 p.
- Donis J. (projekta vad.), 2009, Latvijas meža resursu ilgtspējīgas, ekonomiski pamatotas izmantošanas un prognozēšanas modeļu izstrāde. Pārskats. 90 lpp:
- Enache A., Pertlik E., Ciobanu V., 2012, Developing And Implementing A Concept For Qualitative And Quantitative Assessment Of Forest Infrastructure Using Geographic Information Systems, OSCAR 2012.
- Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne. Referātu tēzes. Rīga: Latvijas Universitāte, 2011.  
[http://www.zm.gov.lv/doc\\_upl/2009\\_12.pdf](http://www.zm.gov.lv/doc_upl/2009_12.pdf)
- Huang H., Gong P., Cheng X., Clinton N., Li Z., 2009, Improving Measurement of Forest Structural Parameters by Co-Registering of High Resolution Aerial Imagery and Low Density LiDAR Data, Sensors 2009, 9, 1541-1558.
- Hudak A., Crookston N., Evans J., Falkowski M., Smith A., Gessler P., Morgan P., 2006, Regression modeling and mapping of coniferous forest basal area and tree density from discrete-return lidar and multispectral satellite data, Can. J. Remote Sensing, Vol. 32, No. 2, pp. 126–138.
- Korpela I., Ørka H.O., Maltamo M., Tokola T., Hyypä J., 2010, Tree Species Classification Using Airborne LiDAR – Effects of Stand and Tree Parameters, Downsizing of Training Set, Intensity Normalization, and Sensor Type, Silva Fennica 44(2).
- Lang S., Tiede D., Maier B., Blaschke T., 2006, 3D forest structure analysis from optical and Lidar data, Revista Ambiente, Guarapuava, v.2 Edição Especial 1, 95-110, 2006.
- Lindeman H., Ala-Illomäki J., Siren M., Uusitalo J., 2012, Airborne Laser Scanning For Prediction Of Bearing Capacity Of Peatlands, OSCAR 2012.
- Līpiņš, L. (1999) Stumbru racionāla sagarumošana. Rīga, Liesma, 76 lpp.
- LVM,(2007). Hārvestera un forvardera operatora rokasgrāmata. Palīgs stumbra un apaļo kokmateriālu sortimentu kvalitātes novērtēšanā. 78.lpp.
- LVS 80:1997. Kokmateriālu sortimenti mežizstrādē. Latvijas nacionālais standartizācijas un meteoroloģijas centrs, 1997, 43 lpp.
- LVS 81:1997. Koksnes vainas kokmateriālu sortimentiem mežizstrādē. Latvijas nacionālais standartizācijas un meteoroloģijas centrs, 1997, 23 lpp
- LVS 82:1997. Kokmateriālu uzmērīšanas un tilpuma noteikšanas noteikumi mežizstrādē. Latvijas nacionālais standartizācijas un meteoroloģijas centrs, 1997, 23 lpp
- National Land Survey of Finland, 2012, <http://www.maanmittauslaitos.fi/en/opendata>
- Ozoliņš R., (2002) Forest stand assortment structure analysis using mathematical modeling. – Metsanduslikud uurimused XXXVII, 33-42. ISSN 1406-9954
- Sonesson J., Bergkvist I., Mohtashami S., 2012, Find The Smartest Roads In The Terrain During Forest Operations Using GIS, OSCAR 2012.
- Suárez J., Fonweban J., Gardiner B., 2012, Supporting Precision Forestry in Great Britain, <http://www.earthzine.org/2012/06/22/supporting-precision-forestry-in-great-britain>
- Väätäinen K., Lamminen S., Sirén M., Ala-Illomäki J., Asikainen A., 2012, More Efficiency With Intelligent Operator-Tutoring Systems In Wood Harvesting, OSCAR 2012.
- Van Laar A., Akça A, (1997) Forest mensuration. Cuvillier Verlag Gottingen. 418 pp.
- Zhang W., Hu B., Jing L., Woods M., Courville P.; 2008, Automatic Forest Species Classification using Combined LIDAR Data and Optical Imagery, 2008 IEEE International Geoscience & Remote Sensing Symposium.

## **Pielikumi**

## Lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmas programmatūras prasību specifikācija

### 1. Ievads

Dokuments nosaka prasības programmatūrai, kas izmantojot datu pierakstu/aktualizāciju atbilstoši Meža valsts reģistra datu bāzes struktūrai, kā arī izstrādātāja definētiem augšanas gaitas modeļiem, kritērijiem un indikatoriem, lietotāja definētiem iespējamiem attīstības scenārijiem, sniedz atbalstu stratēģisko lēmumu pieņemšanā nacionālā līmenī mežsaimniecības ilgtspējības ietekmes novērtēšanai.

### 1.1. Nolūks

Programmatūras prasību specifikācijas nolūks ir aprakstīt katru no būtiskām programmatūras un ārējo saskarņu prasībām (funkcijas, veikspēju, projektēšanas ierobežojumus un atribūtus) tā, lai prasību apmierināšanu būtu iespējams verificēt un validēt pēc iepriekš aprakstītas metodes palīdzību.

Izmantojot informāciju par mežiem, kas iegūta no meža statistiskās inventarizācijas, meža valsts reģistra vai citiem informācijas avotiem, kā arī informāciju

- 1) par audžu (meža elementu) augšanas gaitu dabas apstākļu un mežsaimnieciskās darbības rezultātā,
- 2) par mežsaimnieciskā procesa darbietilpību,
- 3) sakarības starp kokaudzes struktūru un oglekļa piesaisti,
- 4) sakarības starp mežaudžu struktūru un to vizuālo kvalitāti,
- 5) bioloģiskās daudzveidības nozīmību,

izstrādāt programmatūru, kas ļauj modelēt dažādu meža attīstības (apsaimniekošanas) scenārijus un aprēķināt attiecīgās izmaiņas no meža iegūstamo labumu (produktu, pakalpojumu apjomu), un ietekmi uz ilgtspējību, lai sniegtu atbalstu stratēģisko lēmumu pieņemšanā nacionālā līmenī.

PPS paredzēta izstrādātāja un pasūtītāja viedokļu saskaņošanai Meža apsaimniekošanas stratēģisko lēmumu pieņemšanas atbalsta sistēmas izstrādē.

### 1.2. Darbības sfēra

Programmatūras produkts „**Meža** resursu ilgtspējīgas apsaimniekošanas **stratēģisko** lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmas” – LPAS „MeStra”.

Programmatūras produktam jānodrošina lēmuma pieņemšanas atbalstu daudzērķu meža apsaimniekošanas plānošanai stratēģiskā līmenī.

LPAS izmantojama, lai noteiktu meža resursu apsaimniekošanas alternatīvu ietekmi uz ilgtspējību nacionālā mērogā atbilstoši Latvijas Meža politikā definētiem principiem un makroekonomiskajiem rādītājiem:

- nodarbinātība;
- bruto darba samaksa;
- rūpniecības produkcijas apjoms salīdzināmās cenās;
- nodokļu ieņēmumi (VSAI (Valsts sociālās apdrošināšanas iemaksas), PVN, IIN, akcīzes nodoklis, uzņēmuma ienākuma nodoklis, nekustamā īpašuma nodoklis).

### 1.3. Definīcijas, akronīmi un saīsinājumi

Saīsinājums	Skaidrojums
A	bioloģiskais jeb hronoloģiskais vecums – laiks no sēklas dīgšanas vai atvašu pumpura saplaukšanas
A <sub>1.3</sub>	krūšaugstuma vecums - laiks no brīža, kad tika sasniegts augstums 1.3 m virs sakņu kakla vai augsnes virsmas.
ATVK	Administratīvi teritoriālā iedalījuma klasifikators.
Augstuma līkne	Grafiks izzīmēts pēc pilnībā (augstums, diametrs) uzmērītiem kokiem, kas palīdz noteikt daļēji uzmērīto (nav uzmērīts augstums) koku augstumu meža elementā.
Bonitāte	iedalījuma vienība mežaudzes ražīguma raksturošanai, ko nosaka pēc koku augstuma noteiktā vecumā.
CSV	Comma-separated values (standarta faila <i>formāts</i> pārlūkošanai un datubāzēm)
d <sub>1.3</sub>	Atsevišķa koka caurmērs 1.3m virs sakņu kakla (bāzes punkta).
d <sub>i</sub>	Atsevišķa koka caurmērs augstumā <i>i</i> virs sakņu kakla (bāzes punkta).
DB	Datu bāze
DBVS	Datu bāzu vadības sistēmas
D <sub>dom</sub>	Kokaudzes I stāva valdošās koku sugas 100 resnāko koku uz ha koku vidējais kvadrātiskais caurmērs
D <sub>g</sub>	Vidējais kvadrātiskais caurmērs
D <sub>vald</sub>	Valdaudzes koku vidējais kvadrātiskais caurmērs
D <sub>vid</sub>	Meža elementa vidējais caurmērs
G	Meža elementa šķērslaukums
H <sub>dom</sub>	virsaugstums, kas aprēķināts kā 100 resnāko koku ha <sup>-1</sup> vidējā kvadrātiskā caurmēra kokam atbilstošs augstums
H <sub>g</sub>	I stāva valdošās koku sugas vidējā kvadrātiskā caurmēra kokam atbilstošs augstums
H <sub>vald</sub>	valdaudzes vidējā kvadrātiskā caurmēra kokam atbilstošs augstums
H <sub>vid</sub>	Meža elementa vidējais augstums
IS	Informācijas sistēma
Koka virszemes daļa un pazemes daļa	Iedalījums pēc augsnes/grunts virskārtas līnijas. Koka virszemes daļu veido stumbrs, laterālā daļa un lapotne
Kokaudze (audze)	ir mežaudzes koku kopa
Kokaudzes biežība	faktiskā koku skaita attiecība pret normālo koku skaitu vai faktiskā šķērslaukuma attiecība pret normālo šķērslaukumu.
Kokaudzes biezums	koku skaits uz ha
Kokaudzes sastāvs	tīras (tīraudzes) un mistrotas (mistraudzes): tīraudze – audze, kuras valdošās sugas krāja veido vairāk par 95% no kopējās krājas; mistraudze – audze, kuras valdošās sugas krāja veido 95% vai mazāk.
Kokaudzes veids – vienkārša vai salikta	vienkārša audze – audze, kuras koki izvietoti vienā stāvā (augstuma atšķirība no vidējā nepārsniedz 20%); salikta audze – audze, kuras koki izvietoti divos vai vairāk stāvos.
Koks	Daudzgadīgs augs, kas parasti veido vienu pārkoksnējušos stumbru un skaidri noteiktu vainagu. Koks sastāv no sekojošām daļām: stumbrs, laterālā daļa -zari, lapotne, saknes un sīksaknes

Krafta klases	<p>Koku klasifikācija Krafta klasēs (Kraft, 1884 citēts pēc <i>Skudra, Dreimanis, 1993</i>):</p> <p>I klase - virsvalkoki – audzes garākie un resnākie koki, kam ir labi attīstīts vainags un kuru galvenā daļa ir virs vainaga.</p> <p>II klase- valdkoki - veido galveno audzes vainaga klāju, to stumbriem ir nedaudz mazākas dimensijas.</p> <p>III klase - līdzvaldkoki – koku vainagi relatīvi vājāk attīstīti, šaurāki, iespiesti starp I un II klases koku vainagiem.</p> <p>IV klase - nomāktie koki – vainagi ir īsāki un šaurāki nekā III klases kokiem. Ar galotnēm tie iespiesti starp II un III klases kokiem, kam vienpusīgs vainags vai kas atrodas zem audzes vainagu klāja un kuriem vainaga apakšējā daļa ir zem audzes vainaga.</p> <p>V klase -stipri nomāktie koki – atrodas zem valdošā audzes vainagu klāja. Va klasē ieskaita kokus, kas ir nomākti.</p>
LKS-92	1992. gada Latvijas ģeodēziskā koordinātu sistēma
LLU	Latvijas Lauksaimniecības universitāte
LR	Latvijas republika
LVMI Silava	Latvijas Valsts mežzinātnes institūts Silava
Meža elements	līdzīgos augšanas apstākļos, augšanā un attīstībā savstarpēji mijiedarbojušos vienas sugas, vienas paaudzes, vienādas izcelsmes un vienlīdz attīstītu koku kopums. Pie vienas paaudzes pieskaita kokus, kuru vecums atšķiras ne vairāk kā par 2 vecumklasēm.
Mežaudze	meža platība ar viendabīgiem kokaudzes augšanas apstākļiem, līdzīgu koku sugu sastāvu un vecumu struktūru, kas ievērojami atšķiras no blakus esoša meža platībām
Mežaudzes stāvs	koku kopa, kuras augstumu atšķirības no koku vidējā augstuma nepārsniedz 20 %. Meža inventarizācijā otro stāvu izdala, ja tā koku vidējais augstums ir vismaz par 21 % mazāks nekā pirmā stāva koku vidējais augstums, bet nav mazāks par sešiem metriem.
Miza	koka stumbra un laterālās daļas, kā arī pazemes daļas audi, kas atrodas starp ksilēmu (koksni) un fellēmas (korķa kārta) epidermu
MK	Ministru kabinets
MT	Meža tips
MVR	Meža valsts reģistrs
MSI	Meža statistiskā inventarizācija
Normālas biežības audze	tāda audze, kuras šķērslaukums ir vienāds ar normālo šķērslaukumu.
PPS	Programmatūras prasību specifikācija
SDF	Strukturāli satdalīts datu bāzes faila formāts (structure data file).
SHP	ArcGIS vektordatu formāts
SQL	Strukturētā pieprasījumu valoda (Structured Query Language)
S	Koka suga
Stumbrs	(angļu val. stem) – koka galvenā dzinuma virszemes daļa ar apikālo dominanci. Stumbrs tiek iedalīts: celma daļa (stump), stumbra vidusdaļa (bole), galotnes daļa (stem top).
Šķērslaukums	viena hektāra platībā augošo koku stumbru šķērslaukumu summa (kvadrātmetros) 1,3 metru augstumā no sakņu kakla.
Valdaudze	mežaudzes koki ar lielāko koksnes krāju, kuru augstums neatšķiras vairāk par 10 procentiem no to vidējā augstuma.
Valdošā koku suga	koku suga, kurai mežaudzes I stāvā ir vislielākā koksnes krāja.
Virsaugstuma bonitāte	iedalījuma vienība mežaudzes ražīguma raksturošanai, ko nosaka pēc I stāva valdošās koku sugas virsaugstuma noteiktā vecumā.
XML	eXtensible Markup Language (Paplašināmā iezīmēšanas valoda)
ZM	Zemkopības ministrija

## **1.4.Saistība ar citiem dokumentiem**

MK noteikumi [Nr.590 "Meža inventarizācijas un Meža valsts reģistra informācijas aprites noteikumi"](#), pieņemti 28.08.2007;

Meža likums, pieņemts 13.10.2011.

Meža politika

Balstoties uz PPS tiks izstrādāts:

- 1) algoritmu apraksts;
- 2) lietotāja dokumentācija.

## **1.5.Pārskats**

Šis dokuments sastāv no ievada, 3 nodaļām un pielikuma.

1. nodaļā ir dots izstrādājamās programmas vispārīgs apraksts, esošās situācijas un nākotnes mērķu izklāsts.
2. nodaļā ir norādītas detalizētas tehniskās prasības, kas jāievēro, izstrādājot programmatūru. Nodaļa ir sadalīta apakšnodaļās, kuras iedalījums noteikts atbilstoši rādītāju aprēķināšanas procesu kārtībai. Nodaļā minētās prasības numurētas, lai programmatūras izstrādes laikā būtu iespējama šo prasību trasējamība realizācijas, testēšanas un apmācību dokumentācijā. Šajā nodaļā ir arī norādītas izstrādājamās programmatūras veiktspējas prasības, kas jāievēro projekta realizācijas laikā, kā arī ir minētas datu drošības prasības, kas ievērojamas, izstrādājot datu bāzi, lietotāju piekļuves mehānismus, labošanu, kā arī veicot analīzi.

Pielikums sastāv no nodaļu papildinošas informācijas, kas nepieciešama Meža inventarizācijas izpratnei. Pielikumā ievietotās informācijas pielietojumam ir atsauces nodaļās aprakstošajā informācijā.

## **2.Vispārējais apraksts**

### **2.1.Produkta perspektīva**

LPAS pašreizējā tā izveides stadijā tiek veidota kā atsevišķs lēmumpieņemšanas atbalsta rīks, taču nākotnē tā var tikt paplašināta, lai atbalstītu lēmumu pieņemšanu:

- 1) par meža nozari kopumā,
- 2) par zemes lietojumu veidu lauku apvidos.

Programmatūra izmantojama uz galda datoriem, papildus perifērās iekārtas, izņemot printeri, nav vajadzīgas.

### **2.2.Produkta funkcijas**

Atbilstoši normatīvajam regulējumam (1.4) nodrošināt MVR formātam atbilstošu datu ievades, uzkrāšanas, pārbaudes un datu labošanas funkcijas.

Papildus parametru, kuri atkarīgi no mežaudzes taksācijas apraksta un mežaudzes novietojuma, aprēķināšana.

Iespējamo mežaudzes attīstības scenāriju modelēšana (taksācijas parametru maiņa) atbilstoši augšanas gaitas modeļiem un sekundārajiem parametriem, kas aprēķināti balstoties uz mežaudzes parametriem, kā arī modelētajiem darbu veidiem un apjomiem.

Generēto alternatīvu (apsaimniekošanas programmu) raksturojošo kritēriju un indikatoru apraksts.

Generēto alternatīvu izvērtēšanas atbalsta rīks daudzmerķu lēmumpieņemšanai, balstot uz SMART (Simple multi-attribute rating technique).

### **2.3.Lietotāja raksturiezīmes**

Valsts pārvaldes vai sabiedriskās organizācijas darbinieks ar augstāko mežsaimniecisko izglītību un profesionālu pieredzi, kas saistīta, pirmkārt, ar meža nozari. Ir apguvis meža inventarizācijas informācijas

ievākšanas, koku dimensiju (caurmēra, augstuma, vecuma) mērījumu veikšanu. Ir priekšzināšanas meža ekonomikā, daudzērķu lēmumpieņemšanas procesā. Ikdienas darbā lieto datoru.

#### ***2.4. Pieņēmumi un atkarības***

Pieņēmumi – pieņemts, ka datoram, kurā tiek instalēta programmatūra, ir Windows XP vai Windows 7 operētājsistēma.

Specifikācija izstrādāta, pamatojoties uz spēkā esošo normatīvo vidi, ar mērķi izstrādāt programmnodrošinājumu lēmumpieņemšanas atbalstam stratēģiskā līmenī.

Funkcionālās prasības, kas uzstādītas prasību specifikācijā, iespējams mainīt vai papildināt, labojot esošo dokumentu, gadījumos, ja:

- tiek mainīti esošie normatīvie akti;
- jaunu tehnoloģisku risinājumu ieviešanai nepieciešamie resursi (ieviešanas laiks, papildus nepieciešamā programmatūra) nav adekvāti iegūtajam rezultātam vai projekta izstrādei paredzētajam laikam;
- programmatūras sākotnējās testēšanas rezultātā, plānotais funkcionālais risinājums nav īstenojams.

### 3. Specifiskās prasības

#### 3.1. Funkcionālās kopējās prasības

ID	Prasība	Nozīmīgums	Piezīmes
KP.001	Centrālā datu bāze viegli uzstādāmā bezmaksas formātā.	Obligāts	
KP.002	Iespēja importēt MVR datu bāzes struktūru (I.Pielikums).	Obligāts	
KP.003	Ģeoreferencētas fona kartes izmantošana (jpg, tif datu formātos vai bezmaksas interneta pārlūkkartes cache formātā).	Vēlams	
KP.004	Nogabalu poligonu attēlošana (shp datu formātā).	Vēlams	
KP.005	Kartes informācijas attēlošanai jāatbilst Latvijas koordinātu sistēmai LKS-92.	Vēlams	Ja tiek izveidota nogabalu poligonu attēlošana, tad obligāts
KP.006	Programmatūra darbināma uz Windows XP, Windows 7 operacionālās sistēmas pamata.	Obligāts	

#### 3.1.1. Programmatūras funkcionālā prasība 1 - MVR datu „struktūras” pārvaldības „aplikācija”

Datu pārvaldības ietver sevī MVR datu (MVR formāta datu) ievadi (manuālu vai importēšanu), datu labošana, rezerves kopijas veidošanu, saglabāšanu). Tajā iespējams importēt no MVR formātā esošus (reālus vai anonimizētus) meža īpašuma datu failus, ievadīt meža inventarizācijas datus no jauna, sagatavot telpiskos datus.

ID	Prasība	Nozīmīgums	Piezīmes
FP.101	dbf / sdf datnes imports no MVR datiem.	Obligāts	
FP.102	Shp kartes datu lietošanas/importa iespējas.	Vēlams	
FP.103	Importēto/ievadīto datu, loģiskās kontroles iespēja:	Obligāts	
FP.104	Datu bāzes datu eksports CSV, DBF formātos	Obligāts	
FP.105	Datu bāzes klasifikatoru uzturēšanas iespējas viegli labojamas/papildināmas.	Obligāts	
FP.106	Sekundāro aprēķinu veikšana pēc ievadītajiem datiem.	Obligāts	
FP.107	Datu imports no MVR	Vēlams	
FP.108	Datu rezerves kopijas izveide	Obligāts	
FP.109	Datu dzēšana	Obligāts	

#### 3.1.2. Programmatūras funkcionālā prasība 2 – klasifikatoru izveide un labošana

ID	Prasība	Nozīmīgums	Piezīmes
FP.201	Jaunu klasifikatoru izveide	Obligāts	
FP.202	Klasifikatoru apskate	Obligāts	
FP.203	Klasifikatoru manuāla labošana	Obligāts	
FP.204	Klasifikatoru saglabāšana	Obligāts	



#### Klasifikatori

- Atjaunošanas veids
- Apmežošanas veids
- Meža tipi
- Bojājuma veids
- Bonitāte
- Ierobežojumi (saimnieciskās darbības ierobežojumi)
- Izvietojums
- Īpatnības
- Pagasti
- Novadi
- Pameža biežība
- Pameža sugas
- Plānošanas parametri
- Prioritātes
- Saimnieciskie rīkojumi
- Koku sugas
- Zemes kategorijas

#### ***3.1.3. Programmatūras funkcionālā prasība 3 - inventarizācijas datu apskatīšana un labošana***

ID	Prasība	Nozīmīgums	Piezīmes
FP.301	Taksācijas aprakstu apskate	Obligāts	
FP.302	Taksācijas aprakstu manuāla labošanas un saglabāšanas iespējas	Obligāts	
FP.303	Nepilnīgo taksācijas aprakstu identificēšana un saraksta (atlases izveide)	Obligāts	
FP.304	Daļēji automatizēta labošana un labojumu saglabāšana	Obligāts	
FP.305	Sortimentācijas atspoguļojums nogabalam / parauglaukumam tabulas grafika formā	Obligāts	

#### ***3.1.4. Programmatūras funkcionālā prasība 4 – sortimentu cenu alternatīvu pievienošana***

ID	Prasība	Nozīmīgums	Piezīmes
FP.401	Sortimentu cenu grupu pievienošanas iespējas	Obligāts	
FP.402	Sortimentu cenu grupu kopijas veidošanas iespējas	Obligāts	
FP.403	Sortimentu cenu grupu dzēšanas iespēja	Obligāts	

### **3.1.5. Programmatūras funkcionālā prasība 5 – Bojāto koku īpatsvara un veida aprēķināšana**

ID	Prasība	Nozīmīgums	Piezīmes
FP.501	Bojāto koku īpatsvara manuālas definēšanas iespējas, un kvalitātes pazeminājuma aprēķināšana manuālas noteikšanas iespēju noteikšana)	Vēlams	
FP.502	Bojāto koku īpatsvara automātiskas definēšanas iespējas, un kvalitātes pazeminājuma aprēķināšanas iespēja)	Obligāts	

### **3.1.6. Programmatūras funkcionālā prasība 6 – sortimentu sagatavošanas izmaksu pievienošana**

ID	Prasība	Nozīmīgums	Piezīmes
FP.601	Sortimentu sagatavošanas izmaksu atkarības no vidējām dimensijām, izmantotās tehnoloģijas un cirtes veida, kā arī attāluma līdz pārstrādes objektiem	Vēlams	
FP.602	Sortimentu sagatavošanas izmaksu noteikšana atkarībā cirtes veida	Obligāts	

### **3.1.7. Programmatūras funkcionālā prasība 7 – datu loģiskās kontroles, aprēķini**

Pēc parauglaukumu mērījumu ievades datu bāzē, programma veic datu korektuma, loģiskās kontroles, kā arī aprēķina sekundāros mežaudzes rādītājus, kas izsakāmi no uzmērītās koku informācijas.

ID	Prasība	Nozīmīgums	Piezīmes
FP.701	Datu korektuma pārbaude.	Obligāts	
FP.702	Ievadīto datu korektuma pārbaude pēc divu datu bāzes lauku atbilstības/saistības klasifikatoriem (Piemēram, H D attiecība).	Vēlams	
FP.703	Citu rādītāju aprēķins kā koku skaits, šķērslaukums, krāja, koku skaita sadalījums pa caurmēra pakāpēm, stumbra veidules, vispārējā augstumlīkne.	Obligāts	

### **3.1.8. Programmatūras funkcionālā prasība 8 – taksācijas datu aktualizēšana**

Pēc parauglaukumu mērījumu ievades datu bāzē programma veic datu korektuma loģiskās kontroles, kā arī aprēķina sekundāros mežaudzes rādītājus, kas izsakāmi no uzmērītās koku informācijas.

ID	Prasība	Nozīmīgums	Piezīmes
FP.801	Nepilnīgu vai kļūdainu taksācijas datu aizvietošana ar aprēķinātiem.	Obligāts	

### 3.1.9. Programmatūras funkcionālā prasība 9 – normatīvu definēšana

ID	Prasība	Nozīmīgums	Piezīmes
FP.901	Zemes kadastrālās vērtības ievade.	Vēlams	
FP.902	Zemes kvalitātes novērtējums.	Vēlams	
FP.903	Medību saimniecības ieņēmumu definēšana.	Vēlams	
FP.904	Plānošanas parametru definēšana.	Obligāts	
FP.905	Galvenās cirtes parametri, kas atkarīgi no S, A, MT, bonitātes, D.	Obligāts	
FP.906	Šķērslaukuma ierobežojumi KKC, kas atkarīgi no S, H <sub>g</sub>	Obligāts	
FP.907	Atjaunošanas sugu prioritātes atkarībā no MT	Obligāts	
FP.908	Koku augšanas gaita (modificēšana) atkarībā no sugas, izcelsmes, atjaunošanas veida u.c. saimnieciskās darbības	Obligāts	
FP.909	Galvenās cirtes parametru ģeotelpiskie ierobežojumi	Vēlams	
FP.910	Audzēs vizuālās kvalitātes novērtēšana	Vēlams	
FP.911	Audzēs nekoksnes resursu daudzuma novērtēšana	Obligāts	
FP.912	CO <sub>2</sub> piesaistes aprēķināšana	Obligāts	
FP.913	Nodarbinātības aprēķināšana atkarībā no izvēlētās tehnoloģijas	Obligāts	
FP.914	Energopatēriņš (degviela)	Vēlams	
FP.915	Nodokļu likmes un apjoms	Vēlams	

#### Plānošanas parametri

- Plānošanas solis
- Plānošanas periodu skaits
- Kapitālvērtības % likme
- Administratīvās izmaksas
- Infrastruktūras izmaksas
- Krājas kopšanas cirtes izcērtamās krājas šķērslaukums
- Peļņas procentu likme
- Mežsaimniecības ražošanas izmaksas un darbietilpība
- Apaļo kokmateriālu struktūra un cenas;
- Tīro ienākumu profils
- Apaļo kokmateriālu plūsmas dinamika
- Meža atjaunošanas nosacījumi
- Kopšanas ciršu nosacījumi (saglabājamais šķērslaukums pēc cirtes, cirtes intensitāte)
- Galvenās cirtes nosacījumi (vecums, galvenās cirtes caurmērs)
- Aizsargājamo platību īpatsvars (koksnes ieguvei pieejamā platība);
- Saglabājamo (ekoloģisko) koku skaits/ īpatsvars.

#### Augšanas gaitas modificēšana

- Atkarībā no atjaunojamās sugas, atjaunošanas veida, reproduktīvā materiāla veida
- Plānošanas perioda sākumā „esošo” koku pieaugums, augšana
- Plānošanas perioda sākumā „esošo” koku atmirums
- leaugšanās un otrā stāva augšanas gaita.

### 3.1.10. Programmatūras funkcionālā prasība 10 – Plānošana

ID	Prasība	Nozīmīgums	Piezīmes
FP.1001	N –tās cirsma pēc vecuma aprēķināšana	Vēlams	
FP.1002	Cirsma pēc gatavuma aprēķināšana	Obligāts	
FP.1003	Lineārās optimizācijas parametru definēšana	Obligāts	
FP.1004	Heiristiskās optimizācijas plānu aprēķināšana	Vēlams	

### 3.1.11. Programmatūras funkcionālā prasība 11 – Pārskatu (atskaīšu) sagatavošana

ID	Prasība	Nozīmīgums	Piezīmes
FP.1101	Platību sadalījums pa valdošajām sugām sākotnējais un katrā plānošanas periodā	Obligāts	
FP.1102	Platību sadalījums pa vecuma desmitgadēm sākotnējais un katrā plānošanas periodā	Obligāts	
FP.1103	Paliekošā koksnes krāja sadalījumā pa koku sugām un kopā sākotnējais un katrā plānošanas periodā	Obligāts	
FP.1104	Pieaugums un tā izmaiņas sākotnējais un katrā plānošanas periodā	Obligāts	
FP.1105	Realizējamās koksnes apjomi dalījumā pa sortimentiem un kopā katrā plānošanas periodā	Obligāts	
FP.1106	Mežaudžu ekonomiskā vērtība kopā katrā plānošanas periodā	Obligāts	
FP.1107	Kokmateriālu kvalitāte = „sortimenti” pa sugām, dimensijām	Obligāts	
FP.1108	Platības vērtība bioloģiskai daudzveidībai	Vēlams	
FP.1109	Oglekļa uzkrājums (kokaudzē un augsnē)	Obligāts	
FP.1109	Ainavas kompozīcija	Vēlams	
FP.1110	Rekreācijas vērtība	Obligāts	
FP.1111	Kopējie ienākumi no meža resursu (koksnes un nekoksnes realizācijas)	Obligāts	
FP.1112	Sortimentu piegādes stabilitāte	Obligāts	
FP.1113	Koksnes ieguvei pieejamā platība	Obligāts	
FP.1114	Nodarbinātība	Obligāts	
FP.1115	Bruto darba samaksa	Obligāts	
FP.1116	Rūpniecības produkcijas apjoms salīdzināmās cenās	Obligāts	
FP.1117	Nodokļu ieņēmumi (VSAI (Valsts sociālās apdrošināšanas iemaksas), PVN, IIN, akcīzes nodoklis, uzņēmuma ienākuma nodoklis, nekustāmā īpašuma nodoklis)	Obligāts	

### 3.1.12. Programmatūras funkcionālā prasība 12 – alternatīvu salīdzināšana

ID	Prasība	Nozīmīgums	Piezīmes
FP.1201	Kritēriju un indikatoru matricas izveide	Vēlams	
FP.1202	Kritēriju un indikatoru nozīmības novērtējums	Vēlams	
FP.1203	Alternatīvu salīdzināšana izmantojot SMART	Vēlams	
FP.1204	Rezultātu saglabāšana	Vēlams	

### **3.2. Ārējās saskarnes prasības**

#### **3.2.1. Lietotāja saskarne**

Lietotāja saskarnes prasības programmas izstrādes laikā nepieciešams izveidot, saskaņojot ar interešu grupām (meža inventarizācijas veicējiem), lai izstrādātu ergonomiski un tehniski vispiemērotāko risinājumu.

ID	Prasība	Nozīmīgums	Piezīmes
LS.001	Jānodrošina latviešu valodas atbalsts lietotāja saskarnēs un datu ievades formās.	Obligāts	
LS.002	Izveidojama īsa lietotāja pamācība	Obligāts	
LS.003	Programma nedrīkst pieļaut jaunu procesu izpildīšanu, formu atvēršanu iepriekš nesaglabātu datu gadījumā.	Vēlams	

#### **3.2.2. Programmatūras saskarne**

ID	Prasība	Nozīmīgums	Piezīmes
PRS.001	Programma darbojas Microsoft Windows XP, Windows 7.	Obligāts	
PRS.002	Programmatūra nodrošina datu masīva eksportu/sagatavošanu csv veidā, atbilstoši MVR datu bāzes struktūrai.	Obligāts	

#### **3.2.3. Sakaru saskarne**

ID	Prasība	Nozīmīgums	Piezīmes
SAS.001			

Nav aktuāls

### **3.4. Veiktspējas prasības**

#### **3.4.1. Projekta ierobežojumi**

##### **3.5.1. Atbilstība standartiem**

##### **3.5.2. Aparatūras ierobežojumi**

ID	Prasība	Nozīmīgums	Piezīmes
VP.201	Programmatūra darbojas uz iekārtas ar procesora veiktspēju vismaz 1000 MHz.	Obligāts	
VP.202	Programmatūra darbojas uz iekārtas ar operatīvo atmiņu vismaz 1 GB	Obligāts	

### **3.5. Atribūti**

#### **3.5.1. Drošība**

Meža valsts reģistra informācija atbilstoši Meža likuma noteikumiem ir ierobežotas pieejamības informācija. Izstrādājamajai programmatūrai, datu bāzes risinājumam jānodrošina ievākto, importēto datu rediģēšana, piekļuve tikai ar datu bāzē noteikta lietotāja tiesībām, vai izmantojami „anonimizēti” dati.

ID	Prasība	Nozīmīgums	Piezīmes
DR.001	Datu bāzei jāspēj strādāt ar „fiktīvām” kadastra vienībām		

#### **3.5.2. Uzturamība**

Datu bāzes uzturēšana notiek neizmantojot ārpalpojumu vai informācijas tehnoloģijās, datu bāzu uzturēšanā izglītotu personālu. Izstrādājot programmatūru nepieciešama pilnīga to lietu, procedūru dokumentēšana, kas ir saistīta ar vēlāku programmas darbināšanu, konfigurēšanu, uzturēšanu. Dokumentētā informācija pēc izstrādes tiks iestrādāta šādos dokumentos:

- Programmatūras apmācību dokumentācijā.

### **3.6. Citas prasības**

#### **3.6.1. Datu bāze**

Nav definēts.

#### **3.6.2. Operācijas**

Nav definēts.

#### **3.6.3. Vietas adaptācija**

Nav definēts.

Atsauces

Programmatūras prasību specifikācijas ceļvedis, LATVIJAS STANDARTS, LVS 68:1996

# Algoritms oglekļa piesaistes kokos un augsnē aprēķināšanai

(Siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju novērtēšanas metodika.)

## Saturs

### SATURS1

<b>SILTUMNĪCEFĒKTA GĀZU (SEG) EMISIJU NOVĒRTĒŠANAS METODIKA</b>	<b>1</b>
OGLEKĻA UZKRĀJUMA IZMAIŅAS DZĪVAJĀ UN NEDZĪVAJĀ KOKSNES BIOMASĀ	1
EMISIJAS NO AUGSNĒM	4
MEŽA UGUNSGRĒKU RADĪTĀS EMISIJAS	6
MEŽIZSTRĀDE PĀRSKATA PERIODĀ	6
MEŽIZSTRĀDES ATLIEKU DEDZINĀŠANAS RADĪTĀS EMISIJAS	8
CIRSMĀ ATSTĀTO MEŽIZSTRĀDES ATLIEKU SADALĪŠANĀS RADĪTĀS EMISIJAS	9
PAZEMES BIOMASAS SADALĪŠANĀS RADĪTĀS EMISIJAS	9
KOKSNES PRODUKTU RADĪTĀS EMISIJAS	10
ATMEŽOŠANAS RADĪTO EMISIJU APRĒĶINS	10
NETO SEG EMISIJAS PĀRSKATA PERIODĀ	12
<b>LITERATŪRA</b>	<b>12</b>

### *Siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju novērtēšanas metodika*

Aprēķini balstīti uz oglekļa uzkrājuma izmaiņu metodi, t.i. tiek SEG emisijas un CO<sub>2</sub> piesaisti nosaka, salīdzinot oglekļa uzkrājumu dzīvajā un nedzīvajā koksnes biomasā pārskata perioda sākumā un beigās. SEG emisijas no augsnes rēķina susinātajām augsnēm, pieņemot konstantus emisiju faktoros visā pārskata periodā. Nedzīvā zemsega nav iekļauta oglekļa uzkrājuma izmaiņu aprēķinā, izņemot neatgriezenisku zemes lietojuma maiņu.

Modelis rēķina arī SEG emisijas, kas saistītas ar neatgriezenisku zemes lietojuma veida maiņu (atmežošanu), mežizstrādi un meža ugunsgrēkiem. Šis emisijas modelis rēķina konkrētai platībai, kurā veiktas attiecīgās darbības; pārējās emisijas tiek rēķinātas vispirms uz 1 ha un tad uz visu platību. Modelī ir ņemta vērā meža tipa maiņas iespēja – no susinātas ekosistēmas uz dabiski mitru un otrādi.

Aprēķinos netiek ņemtas vērā pirms perioda sākuma iniciētas izmaiņas, piemēram, mežizstrādes radītās emisijas, ja tā notikusi pirms aprēķinu perioda sākuma.

### *Oglekļa uzkrājuma izmaiņas dzīvajā un nedzīvajā koksnes biomasā*

Audzes elements aprēķinu izpratnē ir koku suga.

**Tab. 1** Vispārīgs mežaudzes raksturojums perioda sākumā

12.	Meža tips
13.	Platība, ha
14.	Perioda ilgums gados
15.	Nedzīvās koksnes krāja, $D < 6$ cm, $m^3 ha^{-1}$

**Tab. 2** Audzes elementa raksturojums perioda sākumā

16.	Krāja ar mizu, $m^3 ha^{-1}$
17.	Koku caurmērs, $D_{[0,2]}$ , cm
18.	Koku augstums, H, m

**Tab. 3 Vispārīgs mežaudzes raksturojums perioda beigās**

19.	Meža tips
20.	Nedzīvās koksnes krāja, $D \leq 6$ cm, $m^3 ha^{-1}$
21.	Meža ugunsgrēkos izdegusī platība periodā, ha
22.	Par aramzemēm un zālājiem transformētā platība, ha
23.	Par infrastruktūru transformētā platība, ha

**Tab. 4 Audzes elementi pārskata perioda beigās**

24.	Krāja ar mizu, $m^3 ha^{-1}$
25.	Koku caurmērs, $D_{[0,2]}$ , cm
26.	Koku augstums, H, m

**Tab. 5 Kopīgo mežaudzes elementu izmaiņas pārskata periodā**

27.	Meža tipa izmaiņas	Sauss → pārmitrs; pārmitrs → sauss
28.	Nedzīvās koksnes krāja, $D \leq 6$ cm, $m^3 ha^{-1}$	20-15

**Tab. 6 Audzes elementu izmaiņas pārskata periodā**

29.	Krāja ar mizu, $m^3 ha^{-1}$	24-16
30.	Koku caurmērs, $D_{[0,2]}$ , cm	25-17
31.	Koku augstums, H, m	26-18

**Tab. 7 Koksnes nosacītais blīvums, tonnas  $m^{-3}$  (Penman, 2003)**

32.	Apse	0,35
33.	Baltalksnis	0,45
34.	Bērzs	0,50
35.	Egle	0,40
36.	Melnalksnis	0,45
37.	Osis	0,58
38.	Ozols	0,58
39.	Priede	0,42
40.	Pārējās sugas	0,50

**Tab. 8 Stumbra biomasas izmaiņas mežaudzē, biomasa ar mizu**

41.	Stumbra biomasa, tonnas $ha^{-1}$	29 * audzes elementa vērtība no Tab. 7
-----	-----------------------------------	--

**Tab. 9 Koeficienti virszemes biomasas ekspansijas faktoru aprēķināšanai**

Nr.	Koku suga	a	b	c	d
42.	Apse	1,3	0,0	0,0	0,0
43.	Baltalksnis	1,3	0,0	0,0	0,0



44.	Bērzs	1,3	0,0	0,0	0,0
45.	Egle	1,4	0,0	0,0	0,0
46.	Melnalksnis	1,3	0,0	0,0	0,0
47.	Osis	1,3	0,0	0,0	0,0
48.	Ozols	1,3	0,0	0,0	0,0
49.	Priede	1,4	0,0	0,0	0,0
50.	Pārējās sugas	1,3	0,0	0,0	0,0

**Tab. 10 Virszemes dzīvās biomasas izmaiņas mežaudzē**

51. Biomasa ar mizu, tonnas  $41 * a * 25^{b * 26 + c} * 26^d$  (a, b, c un d no Tab. 9)  
 $ha^{-1}$

**Tab. 11 Koeficienti pazemes biomasas ekspansijas faktoru aprēķināšanai**

<i>Nr.</i>	<i>Koku suga</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
52.	Apse	0,3	0,0	0,0	0,0
53.	Baltalksnis	0,3	0,0	0,0	0,0
54.	Bērzs	0,3	0,0	0,0	0,0
55.	Egle	0,3	0,0	0,0	0,0
56.	Melnalksnis	0,3	0,0	0,0	0,0
57.	Osis	0,3	0,0	0,0	0,0
58.	Ozols	0,3	0,0	0,0	0,0
59.	Priede	0,3	0,0	0,0	0,0
60.	Pārējās sugas	0,3	0,0	0,0	0,0

**Tab. 12 Pazemes dzīvās biomasas izmaiņas mežaudzē**

61. Biomasa, tonnas  $51 * a * 25^{b * 26 + c} * 26^d$  (a, b, c un d no Tab. 11)  
 $ha^{-1}$

**Tab. 13 Pazemes un virszemes dzīvās biomasas izmaiņas mežaudzē**

62. Biomasa, tonnas  $51 + 61$   
 $ha^{-1}$

Pēc visu audzes elementu pazemes un virszemes biomasas aprēķināšanas aprēķina vidējo svērto nosacīto koksnes blīvumu (Tab. 14), ko izmanto nedzīvās koksnes biomasas raksturošanai audzē, pieņemot, ka nedzīvās koksnes biomasas nosacītais blīvums ir vienāds ar audzes svērto vidējo nosacīto koksnes blīvumu.

**Tab. 14 Audzes vidējais nosacītais koksnes blīvums**

63. Tonnas  $m^{-3}$   
 $\frac{62 \text{ (visu audzes elementu summa)}}{29 \text{ (visu audzes elementu summa)}}$

Lai nenotiktu pārklāšanās ar mežizstrādes atlieku frakciju, kuras radītās emisijas rēķina atsevišķi, nedzīvās koksnes biomasu nepārrēķina uz virszemes biomasu, bet uzkrājuma izmaiņās iekļauj tikai stumbra biomasu (Tab. 15). Šāda pieeja nodrošina, ka netiek pārvērtēta CO<sub>2</sub> piesaiste nedzīvajā koksnes biomasā.

**Tab. 15 Nedzīvās koksnes biomasas uzkrājuma izmaiņas periodā**

64.  $D \leq 6 \text{ cm}$ , tonnas  $63 * 29$   
 $ha^{-1}$

**Tab. 16 Oglekļa saturs koksnē**

65.	Tonnas C koksnes sausnas tonnā	0,5
-----	--------------------------------	-----

**Tab. 17 Emisiju pārrēķinu koeficienti**

66.	Pārrēķinu koeficients C ➤ CO <sub>2</sub>	3,67
67.	SEG ekvivalents CH <sub>4</sub> ➤ CO <sub>2</sub> ekv.	21,0
68.	SEG ekvivalents N <sub>2</sub> O ➤ CO <sub>2</sub> ekv.	310,0

**Tab. 18 Oglekļa (C) uzkrājuma izmaiņas dzīvajā koksnes biomasā**

69.	C, tonnas ha <sup>-1</sup>	65 * 62
-----	----------------------------	---------

**Tab. 19 Oglekļa (C) uzkrājuma izmaiņas nedzīvajā koksnes biomasā**

70.	C, tonnas ha <sup>-1</sup>	65 * 64
-----	----------------------------	---------

**Emisijas no augsnēm****Tab. 20 Augsnes emisiju koeficienti**

<b>Nr.</b>	<b>Meža tips</b>	<b>ID</b>	<b>Tonnas CO<sub>2</sub>-C ha<sup>-1</sup> gadā</b>	<b>Kg N<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> gadā</b>
71.	Sils	1		
72.	Mētrājs	2		
73.	Lāns	3		
74.	Damaksnis	4		
75.	Vēris	5		
76.	Gārša	6		
77.	Grīnis	7		
78.	Slapjais mētrājs	8		
79.	Slapjais damaksnis	9		
80.	Slapjais vēris	10		
81.	Slapjā gārša	11		
82.	Purvājs	12		
83.	Niedrājs	13		
84.	Dumbrājs	14		
85.	Liekņa	15		
86.	Viršu ārenis	16		0,09
87.	Mētru ārenis	17		0,09
88.	Šaurlapju ārenis	18		0,09
89.	Platlapju ārenis	19		0,09
90.	Viršu kūdrenis	20	0,68	0,94
91.	Mētru kūdrenis	21	0,68	0,94

<b>Nr.</b>	<b>Meža tips</b>	<b>ID</b>	<b>Tonnas C<sub>2</sub>O-C ha<sup>-1</sup> gadā</b>	<b>Kg N<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> gadā</b>
92.	Šaurlapju kūdrenis	22	0,68	0,94
93.	Platlapju kūdrenis	23	0,68	0,94

**Tab. 21 Augšanas apstākļu grupas**

<b>Nr.</b>	<b>Meža tips</b>	<b>ID</b>	<b>Mitruma režīms</b>	<b>Augsne</b>
94.	Sils	1	Sauss	Minerālaugsne
95.	Mētrājs	2	Sauss	Minerālaugsne
96.	Lāns	3	Sauss	Minerālaugsne
97.	Damaksnis	4	Sauss	Minerālaugsne
98.	Vēris	5	Sauss	Minerālaugsne
99.	Gārša	6	Sauss	Minerālaugsne
100.	Grīnis	7	Pārmitrs	Minerālaugsne
101.	Slapjais mētrājs	8	Pārmitrs	Minerālaugsne
102.	Slapjais damaksnis	9	Pārmitrs	Minerālaugsne
103.	Slapjais vēris	10	Pārmitrs	Minerālaugsne
104.	Slapjā gārša	11	Pārmitrs	Minerālaugsne
105.	Purvājs	12	Pārmitrs	Organiska augsne
106.	Niedrājs	13	Pārmitrs	Organiska augsne
107.	Dumbrājs	14	Pārmitrs	Organiska augsne
108.	Liekņa	15	Pārmitrs	Organiska augsne
109.	Viršu ārenis	16	Sauss	Minerālaugsne
110.	Mētru ārenis	17	Sauss	Minerālaugsne
111.	Šaurlapju ārenis	18	Sauss	Minerālaugsne
112.	Platlapju ārenis	19	Sauss	Minerālaugsne
113.	Viršu kūdrenis	20	Sauss	Organiska augsne
114.	Mētru kūdrenis	21	Sauss	Organiska augsne
115.	Šaurlapju kūdrenis	22	Sauss	Organiska augsne
116.	Platlapju kūdrenis	23	Sauss	Organiska augsne

**Tab. 22 Oglekļa emisijas no augsnes**

117.	Tonnas C ha <sup>-1</sup> gadā	Atbilstoša vērtība no Tab. 21 kolonnas 'Tonnas C <sub>2</sub> O-C ha <sup>-1</sup> gadā'
------	--------------------------------	--

**Tab. 23 N<sub>2</sub>O emisijas no augsnes**

118.	Tonnas N <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> gadā	Atbilstoša vērtība no Tab. 21 kolonnas 'Kg N <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> gadā' / 1000,0
------	---	---

**Tab. 24 Neto emisijas no augsnes CO<sub>2</sub> ekvivalentos**

119.	Tonnas CO <sub>2</sub> ha <sup>-1</sup> gadā	117 * 66
120.	Tonnas N <sub>2</sub> O CO <sub>2</sub> ekv. ha <sup>-1</sup> gadā	118 * 68
121.	Tonnas CO <sub>2</sub> ekv. ha <sup>-1</sup> gadā	119 + 120

Ja pārskata periodā notikušas meža tipa izmaiņas *sauss* → *pārmitrs vai pārmitrs* → *sauss* (27, Tab. 21), tad Tab. 25 iegūto rezultātu reizina ar 0,5, pieņemot, ka izmaiņas notikušas perioda vidū.

**Tab. 25 Neto emisijas no augsnes CO<sub>2</sub> ekvivalentos pārskata periodā**

122.	Tonnas CO <sub>2</sub> ha <sup>-1</sup>	119 * 14
123.	Tonnas N <sub>2</sub> O CO <sub>2</sub> ekv. ha <sup>-1</sup>	120 * 14
124.	Tonnas CO <sub>2</sub> ekv. ha <sup>-1</sup>	121 * 14

**Meža ugunsgrēku radītās emisijas****Tab. 26 Emisiju koeficienti meža ugunsgrēku radīto bojājumu raksturošanai (Penman, 2003)**

125.	CO <sub>2</sub> , g kg <sup>-1</sup> faktiski sadedzinātās biomasas (128 * 129)	1580,0
126.	CH <sub>4</sub> , g kg <sup>-1</sup> faktiski sadedzinātās biomasas (128 * 129)	9,0
127.	N <sub>2</sub> O, g kg <sup>-1</sup> faktiski sadedzinātās biomasas (128 * 129)	0,11
128.	Sadedzinātā biomasas meža ugunsgrēkos, tonnas sausas ha <sup>-1</sup>	19,8
129.	Faktiski sadedzinātās biomasas īpatsvars meža ugunsgrēkos no sadedzinātās biomasas	45%

**Tab. 27 Meža ugunsgrēku rezultātā radušos emisiju novērtējums**

<b>Nr.</b>	<b>Emisiju veids</b>	<b>tonnas pārskata periodā</b>
130.	Faktiski sadedzinātā biomasas, tonnas	21 * 128 * 129
131.	CO <sub>2</sub>	130 * 125
132.	CH <sub>4</sub>	130 * 126
133.	N <sub>2</sub> O	130 * 127

**Tab. 28 Meža ugunsgrēku rezultātā radušās emisijas CO<sub>2</sub> ekv. izteiksmē**

<b>134.</b>	<b>Emisiju veids</b>	<b>tonnas CO<sub>2</sub> ekv. pārskata periodā</b>
135.	CO <sub>2</sub>	131
136.	CH <sub>4</sub>	132 * 67
137.	N <sub>2</sub> O	133 * 68
138.	Kopā	135 * 136 * 137

**Mežizstrāde pārskata periodā**

Mežizstrādē ietilpst arī atmežošanas nolūkā veikta koku zāģēšana. Tas ir pretrunā ar Kioto protokola uzstādījumiem (United Nations, 1998), bet atbilst normālas mežsaimnieciskās darbības principiem, jo nav iespējams prognozēt, vai iepriekšējā pārskata periodā veiktai mežizstrādei nākošajā pārskata periodā sekos atmežošana.

**Tab. 29 Izstrādātais koksnes apjoms**

139.	Audzes elements	Kokmateriāli, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Papīrmalka, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Malka, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
------	-----------------	---	---	--

Par mežizstrādes atliekām uzskata resgali par 6 cm tievāku stumbra vai zaru koksni, kas veidojusies komerciālas koksnes ieguves rezultātā.

**Tab. 30 Mežizstrādes atlieku izmantošanas veids**

140.	Mežizstrādes atlieku izmantošanas veids	Ieklātas ceļos Sadedzinātas Izvestas
141.	Celmu biokurināmā ieguve pārskata periodā	Ir veikta Nav veikta

**Tab. 31 Izstrādātā stumbra biomasa mežaudzē**

142. Biomasa ar mizu, tonnas ha<sup>-1</sup> 139 \* audzes elementa vērtība no Tab. 7  
Aprēķinos pieņem, ka mežizstrāde veikta pārskata perioda vidū un koku taksācijas rādītāji atbilst vidējiem rādītājiem starp pārskata perioda sākumu un beigām (Tab. 32 un Tab. 33).

**Tab. 32 Izstrādāto koku virszemes biomasa**

143. Biomasa ar mizu, tonnas ha<sup>-1</sup>  $142 * a * (25 - 30 / 2)^b * (26 - 31 / 2,0)^{c * d} * (26 - 31 / 2,0)^d$  (a, b, c un d no Tab. 9)

**Tab. 33 Izstrādāto koku pazemes biomasa**

144. Biomasa ar mizu, tonnas ha<sup>-1</sup>  $143 * a * (25 - 30 / 2)^b * (26 - 31 / 2,0)^{c * d} * (26 - 31 / 2,0)^d$  (a, b, c un d no Tab. 11)

**Tab. 34 Izstrādāto koku kopējā biomasa mežaudzē**

145. Biomasa ar mizu, tonnas ha<sup>-1</sup> 143 + 144

Nosacīto koksnes blīvumu aprēķina visiem audzes elementiem kopā, summējot visu koku sugu stumbra biomasu un izstrādāto krāju (Tab. 33).

**Tab. 35 Izstrādāto koku nosacītais koksnes blīvums**

146. Tonnas m<sup>-3</sup> 142 / 139

**Tab. 36 Izstrādāto koku oglekļa uzkrājums**

147. C tonnas ha<sup>-1</sup> 145 \* 65

**Tab. 37 Koeficienti mežizstrādes atlieku izmantošanas raksturošanai**

Nr.	Rādītājs	Koeficients	Skaidrojums
148.	Cirsmā atstātās atliekas	40%	Mežizstrādes atliekas, izvēloties atlieku izmantošanai izvešanu biokurināmā sagatavošanai (Tab. 30) pēc Thor et al., 2006
149.	Cirsmā atstāto atlieku sadalīšanās laiks	20,0	Mežizstrādes atlieku (zaru un galotņu), kas atstātas cirsmā, tajā skaitā veicot atlieku vākšanu biokurināmā gatavošanai, sadalīšanās ilgums gados
150.	Sadedzināto mežizstrādes atlieku īpatsvars	33%	Faktiski sadedzināto mežizstrādes atlieku īpatsvars, ja Tab. 30 izvēlētais atlieku izmantošanas veids ir sadedzināšana (Penman, 2003)

Celmu un pazemes biomasas tehnoloģiski pieejamā daļa, kas izvākta no mežaudzes celmu biokurināmā ieguves laikā, ja izraudzīta apstiprinoša atbilde par celmu izstrādi Tab. 30, parādīta Tab. 38.

**Tab. 38 Tehnoloģiski pieejamā celmu un pazemes biomasa (Lazdiņš, 2012)**

<i>Nr.</i>	<i>Koku suga</i>	<i>Biomosas īpatsvars</i>
151.	Apse	62%
152.	Baltalksnis	0%
153.	Bērzs	62%
154.	Egle	62%
155.	Melnalksnis	0%
156.	Osis	62%
157.	Ozols	0%
158.	Priede	62%
159.	Pārējās sugas	0%

**Tab. 39 Biokurināmā frakcija dažādos koksnes sortimentos**

<i>Nr.</i>	<i>Koku suga</i>	<i>Kokmateriāli</i>	<i>Papīrmalka</i>	<i>Malka</i>
160.	Apse	50%	30%	100%
161.	Baltalksnis	50%	30%	100%
162.	Bērzs	50%	30%	100%
163.	Egle	50%	30%	100%
164.	Melnalksnis	50%	30%	100%
165.	Osis	50%	30%	100%
166.	Ozols	50%	30%	100%
167.	Priede	50%	30%	100%
168.	Pārējās sugas	50%	30%	100%

Ja Tab. 30 (140. rinda) izraudzīta mežizstrādes atlieku izvešana biokurināmā sagatavošanai, rēķina mežizstrādes atlieku biokurināmā biomasu (Tab. 40).

**Tab. 40 Mežizstrādes atlieku biokurināmā sagatavošana pārskata periodā**

169. Mežizstrādes atliekas, biomasas tonnas ha<sup>-1</sup> (143 - 142) \* (1,0 - 148)

**Tab. 41 Pazemes biomasas biokurināmā sagatavošana pārskata periodā**

170. Pazemes biokurināmais, biomasas tonnas ha<sup>-1</sup> 144 \* atbilstošs koeficients no Tab. 39

**Tab. 42 Kokrūpniecības atlieku biokurināmā sagatavošana**

<i>Nr.</i>	<i>Kokrūpniecības atliekas</i>	<i>Kokmateriāli</i>	<i>Papīrmalka</i>	<i>Malka</i>
171.	Biomasa, tonnas ha <sup>-1</sup>	Atbilstošās vērtības Tab. 29 *	Tab. 39 *	Tab. 7

**Tab. 43 Biokurināmā ieguve kopā**

172. Biomasa, tonnas ha<sup>-1</sup> 169 + 170 + Tab. 42

**Tab. 44 Biokurināmā ieguve kopā C izteiksmē**

173. C, tonnas ha<sup>-1</sup> 172 \* 65

**Tab. 45 Biokurināmā ieguve kopā CO<sub>2</sub> izteiksmē**

174. CO<sub>2</sub>, tonnas ha<sup>-1</sup> 173 \* 66

### Mežizstrādes atlieku dedzināšanas radītās emisijas

Tab. 46 Emisiju koeficienti mežizstrādes atlieku sadedzināšanas raksturošanai

Nr.	SEG gāze	kg kg <sup>-1</sup> C faktiski sadedzinātajā koksnē
175.	CH <sub>4</sub>	0,01200
176.	N <sub>2</sub> O	0,00700
177.	Ogleklis sadedzinātajās atliekās, tonnas ha <sup>-1</sup>	(143 - 142) * 150 * 65
178.	C/N attiecība atliekās	0,01000

Tab. 47 Mežizstrādes atlieku sadedzināšanas radītās emisijas

Nr.	Gāze	tonnas ha <sup>-1</sup>
179.	CH <sub>4</sub>	175 * 177 * 16,0 / 12,0
180.	N <sub>2</sub> O	175 * 177 * 178 * 44,0 / 28,0

Tab. 48 Mežizstrādes atlieku sadedzināšanas radītās emisijas CO<sub>2</sub> ekvivalentos

Nr.	SEG gāze	tonnas CO <sub>2</sub> ekv. ha <sup>-1</sup>
181.	CO <sub>2</sub>	177 * 66
182.	CH <sub>4</sub>	179 * 67
183.	N <sub>2</sub> O	180 * 68
184.	Kopā	181 + 182 + 183

### Cirsmā atstāto mežizstrādes atlieku sadalīšanās radītās emisijas

Tab. 49 Cirsmā atstātās mežizstrādes atliekas

185. Tonnas ha<sup>-1</sup> 143 - 142 - 169 - 177

Ja pārskata periods (14) ir garāks par mežizstrādes atlieku mineralizācijas periodu (149), aprēķinā pieņem, ka pārskata periodā sadalās visas mežizstrādes atliekas.

Tab. 50 Kopējās emisijas pārskata periodā, mineralizējoties cirsmā atstātajām mežizstrādes atliekām

186. tonnas CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> 185 \* 66 \* 149 / 14 vai, ja 14 > 149, tad 185 \* 66

### Pazemes biomasas sadalīšanās radītās emisijas

Tab. 51 Pazemes biomasas sadalīšanās ilgums gados

Nr.	Koku suga	Sadalīšanās periods, gadi
187.	Apse	20,0
188.	Baltalksnis	20,0
189.	Bērzs	20,0
190.	Egle	20,0
191.	Melnalksnis	20,0
192.	Osīs	20,0
193.	Ozols	20,0
194.	Priede	20,0
195.	Pārējās sugas	20,0

**Tab. 52 Cīrsmā pēc mežizstrādes atstātā pazemes biomasas**

196.	Biomasa, tonnas ha <sup>-1</sup>	144 - 170
------	----------------------------------	-----------

**Tab. 53 Emisijas pazemes biomasas mineralizācijas rezultātā pārskata periodā**

197.	Tonnas CO <sub>2</sub> ha <sup>-1</sup>	Ja atbilstošā vērtība Tab. 51 ir lielāka par 14, tad 196 * 66 * 14 / atbilstošā vērtība no Tab. 51, ja atbilstošā vērtība Tab. 51 ir mazāka par 14, tad 196 * 66
------	---	--

**Koksnes produktu radītās emisijas****Tab. 54 Koksnes produktu izmantošanas ilgums gados**

Nr.	Koku suga	Kokmateriāli	Papīrmalka
198.	Apse	60,0	4,0
199.	Baltalksnis	60,0	4,0
200.	Bērzs	60,0	4,0
201.	Egle	60,0	4,0
202.	Melnalksnis	60,0	4,0
203.	Osis	60,0	4,0
204.	Ozols	60,0	4,0
205.	Priede	60,0	4,0
206.	Pārējās sugas	60,0	4,0

**Tab. 55 Koksnes produkti**

Nr.	Koksnes produkti	Kokmateriāli	Papīrmalka
207.	tonnas ha <sup>-1</sup>	atbilstošā vērtība rindā Nr. 139 * (1,0 – atbilstošā vērtība Tab. 39) * atbilstošā vērtība Tab. 7	

**Tab. 56 Emisijas koksnes produktu mineralizācijas rezultātā pārskata periodā**

Nr.	Emisijas	Kokmateriāli	Papīrmalka
208.	Emisijas	Ja atbilstošās vērtības Tab. 54 ir lielākas par 14, tad atbilstošā vērtība no Tab. 55 * 14 * 66/	
209.	tonnas CO <sub>2</sub> ha <sup>-1</sup>	atbilstošā vērtība Tab. 54, ja atbilstošās vērtības Tab. 54 ir mazākas par 14, tad atbilstošās vērtības no Tab. 55 * 66	

**Atmežošanas radīto emisiju aprēķins****Tab. 57 Augsnes emisiju koeficienti transformācijai par aramzemēm un infrastruktūru**

Nr.	Koeficients	Skaitliskā vērtība	Skaidrojums
210.	Corg. augsnē meža zemēs minerālaugsnes, tonnas ha <sup>-1</sup>	124,0	0-30 cm dziļumā, BioSoil projekta rezultāti (A. Bārdule et al., 2009)
211.	Corg. augsnē meža zemēs org. augsnēs, tonnas ha <sup>-1</sup>	224,1	0-30 cm dziļumā, BioSoil projekta rezultāti, izmanto meža zemju transformācijas par infrastruktūru ietekmes novērtēšanai (A. Bārdule et al., 2009)
212.	Corg. aramzemēs, tonnas ha <sup>-1</sup> (eq. 3.3.3)	88,0	0-30 cm dziļumā IPCC GPG LULUCF Equation 3.3.3 (Penman, 2003)



213.	FLU – apsaimniekošanas veids	0,7	TABLE 3.3.4, Long-term cultivated, Temperate wet (Penman, 2003)
214.	FMG – apstrādes intensitāte	1,0	TABLE 3.3.4, Full tillage, Temperate dry and wet (Penman, 2003)
215.	FI – mēslojums	1,0	TABLE 3.3.4, Medium input, Temperate dry and wet (Penman, 2003)
216.	Corg. emisijas, tonnas ha <sup>-1</sup>	210 - 212	oglekļa uzkrājuma izmaiņas augsnē, transformējot meža zemi uz minerālaugsnes par aramzemi vai daudzgadīgo zālāju
217.	Pārejas periods, gados	20,0	visiem transformācijas veidiem
218.	Corg. emisijas, tonnas ha <sup>-1</sup> gadā	216 / 217	
219.	Corg. emisijas no org. augsnēm, tonnas ha <sup>-1</sup> gadā	1,0	

**Tab. 58 Ar meža zemju transformāciju saistīto CO<sub>2</sub> emisiju no augsnes aprēķins**

220.	Emisijas no augsnēm, transformējot meža zemi par aramzemi, tonnas C gadā	Ja Tab. 21 atbilstošā vērtība ir organiskā augsne, tad 22 * 219, pretējā gadījumā 22 * 218
221.	Emisijas no augsnēm, transformējot meža zemi par infrastruktūru, tonnas C gadā	Ja Tab. 21 atbilstošā vērtība ir organiskā augsne, tad 23 * 211 / 217, pretējā gadījumā 23 * 210 / 217

**Tab. 59 Ar transformāciju par aramzemēm saistīto N<sub>2</sub>O emisiju no augsnes aprēķins (Penman, 2003)**

222.	Tonnas N <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> gadā	224 * 44,0 / 28,0
223.	Tonnas CO <sub>2</sub> ekv. gadā	222 * 68
224.	Kopā N <sub>2</sub> O-Nkonv.	225
225.	N <sub>2</sub> O <sub>net</sub> -min -N	226 * 227
226.	EF1	0,0125
227.	N <sub>net</sub> -min	220 / 22 * 1,0 / 228
228.	C:N attiecība	15,0
229.	Tonnas N <sub>2</sub> O gadā	222 * 22
230.	Tonnas CO <sub>2</sub> ekv. gadā	229 * 68

**Tab. 60 Ar transformāciju saistītās emisijas no augsnes pārskata periodā**

Nr.	SEG gāze	Tonnas CO <sub>2</sub> ekv.
231.	CO <sub>2</sub>	Ja 14 ir mazāks par 217, tad 220 * 14 * 66 + 221 * 14 * 66, Ja 14 ir lielāks par 217, tad tad 220 * 217 * 66 + 221 * 217 * 66
232.	N <sub>2</sub> O	Ja 14 ir mazāks par 217, tad 230 * 14, Ja 14 ir lielāks par 217, tad tad 230 * 217
233.	Kopā	231 + 232

**Tab. 61 Emisijas no nedzīvās zemsegas raksturojošie koeficienti**

234.	Corg. uzkrājums zemsegā, tonnas ha <sup>-1</sup>	21,2	BioSoil dati par oglekļa uzkrājumu nedzīvajā zemsegā (A. Bārdule et al., 2009)
235.	Pārejas periods, gados	20,0	visiem transformācijas veidiem

**Tab. 62 Ar meža zemju transformāciju saistīto emisiju no zemsegas aprēķins**

236.	Emisijas no zemsegas, tonnas C gadā	Ja 234 / 235
------	-------------------------------------	--------------

237.	Emisijas no zemsegas pārskata periodā, tonnas C	Ja $235 > 14$ , tad $236 * 14$ , pārējos gadījumos 234
238.	CO <sub>2</sub> emisijas no zemsegas pārskata periodā, tonnas	$237 * 66$

**Tab. 63 Ar transformāciju saistīto emisiju kopsavilkums**

239.	CO <sub>2</sub> ekv. tonnas pārskata periodā	$238 + 233$
------	--	-------------

**Neto SEG emisijas pārskata periodā**

**Tab. 64 Emisiju un piesaistes kopsavilkums**

<b>Nr.</b>	<b>Emisiju avots</b>	<b>tonnas CO<sub>2</sub> ekv.</b>
240.	Dzīvā koksnes biomasa	$69 * 66 * 13$
241.	Nedzīvā koksnes biomasa	$70 * 66 * 13$
242.	Augsne	124
243.	Meža ugunsgrēki	138
244.	Mežizstrāde	$(174 + 184 + 186 + 197 + 209) * 13$
245.	Atmežošana	239
246.	Kopā	$240 + 241 + 242 + 243 + 244 + 245$

**Literatūra**

- Bārdule, A., Bāders, E., Stola, J., Lazdiņš, A., 2009. Forest soil characteristic in Latvia according results of the demonstration project BioSoil (Latvijas meža augsņu īpašību raksturojums demonstrācijas projekta BioSoil rezultātu skatījumā). Forest Science 20 (53), 105–124.
- Lazdiņš, A., 2012. Mežizstrādes tehnikas, meža kopšanas un atjaunošanas darba ražīguma pētījumi biokurināmā sagatavošanas un meža atjaunošanas izmaksu novērtēšanai (Pārskats par līgumpētījuma pirmajā etapā paredzēto darbu izpildi) ( No. 2010/0255/2DP/2.1.1.1.0/APIA/VIAA/174 (2012.R01)). LVMI Silava, Salaspils.
- Penman, J. (Ed.), 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), 2108 -11, Kamiyamaguchi, Hayama, Kanagawa, Japan.
- Thor, M., Von Hofsten, H., Lundström, H., Lazdāns, V., Lazdiņš, A., 2006. Extraction of logging residues at LVM. AS Latvijas valsts meži, Uppsala.
- United Nations, 1998. Kyoto protocol to the United Nations framework convention on climate change.

