

PĀRSKATS

par Meža attīstības fonda atbalstīto pētījumu

Pētījuma
nosaukums:

**Priekšlikumi Latvijas meža resursu
vērtības un apsaimniekošanas efektivitātes
paaugstināšanai ilgtermiņā un atbalsts
mežsaimniecības stratēģiskās ietekmes uz
vidi novērtējumam**

Izpildes laiks:

28.04.2020. – 30.12.2020.

Izpildītājs:

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”

Pētījuma zinātniskais
vadītājs:

Guntars Šņepsts,
LVMI „Silava” meža prognožu sistēmas vadītājs

Saturs

Kopsavilkums	3
1. Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava” meža resursu ilgtermiņa modelēšanas sistēmas pilnveidošana	6
1.1. Augšanas gaitas vienādojumi	6
1.2. Liela apjoma dabisko traucējumu simulācija	6
1.3. Vispārējās augstumlīknes	7
1.3.1. Metodika.....	8
1.3.2. Rezultāti.....	10
1.4. Koku sadalījums pa caurmēra pakāpēm	19
1.4.1. Metodika.....	19
1.4.2. Rezultāti.....	20
1.5. Sortimentu iznākuma korekcija, balstoties uz vēsturisko sortimentāciju	25
1.5.1. Metodika.....	25
1.5.2. Rezultāti.....	26
1.6. Augšanas gaitas izmaiņas pēc grāvju renovācijas un rekonstrukcijas.....	27
1.6.1. Metodika.....	27
1.6.2. Rezultāti.....	31
2. Meža resursu stāvokļa izmaiņas līdz 2120. gadam pie dažādiem mežsaimniecības scenārijiem	34
2.1. Metodika.....	34
2.1.1. Mežsaimniecības scenāriji	34
2.1.2. Modelēšanā izmantotie dati	35
2.1.3. Augšanas gaitas modelēšana	36
2.1.4. Finanšu plūsmas modelēšana.....	44
2.2. Rezultāti.....	48
2.2.1. Mežaudžu vērtība	48
2.2.2. Mežaudžu platība.....	50
2.2.3. Augošu koku krāja.....	51
2.2.4. Mežaudžu vecumstruktūra.....	54
2.2.5. Mežaudžu caurmērs.....	59
2.2.6. Koksnes ieguve un apaļie kokmateriāli	61
2.3. Kopsavilkums	67
3. FAO FRA mežu monitoringa 500 Latvijas PL novērtējums, raksturojot meža izmaiņas no 2000.– 2018. g.	70
3.1. Metodika.....	70
3.2. Rezultāti.....	72
Literatūra	74

Kopsavilkums

Zinātniskais pētījums: **Priekšlikumi Latvijas meža resursu vērtības un apsaimniekošanas efektivitātes paaugstināšanai ilgtermiņā un atbalsts mežsaimniecības stratēģiskās ietekmes uz vidi novērtējumam.**

Izpildes laiks: 28.04.2020. – 30.12.2020.

Izpildītājs: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”.

Galvenie izpildītāji: G. Šnepsts, J. Donis, J. Zariņš.

Pētījuma mērķis:

1. Izstrādāt priekšlikumus meža resursu vērtības un mežsaimniecības efektivitātes paaugstināšanai un normatīvās vides pilnveidošanai, sniegt atbalstu mežsaimniecības stratēģiskās ietekmes uz vidi novērtējumam.
2. Veikt FAO FRA mežu monitoringa 500 Latvijas parauglaukumu novērtējumu, izvērtējot meža teritoriju izmaiņas kopš 2000. gada.

Pētījuma uzdevumi:

1. Pilnveidot Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava” meža resursu ilgtermiņa modelēšanas sistēmu:
 - 1.1. papildināt ar jaunākajiem augšanas gaitas vienādojumiem,
 - 1.2. dabisko traucējumu simulācijas modelī iekļaut liela apjoma dabisko traucējumu simulāciju,
 - 1.3. pilnveidot sortimentācijas modeli, papildinot ar pētījuma laikā izstrādātajām vispārējām augstumlīknēm un koku sadalījumiem, iekļaujot koksnes vainu sortimenta iznākuma korekciju, balstoties uz vēsturisko sortimentāciju.
 - 1.4. pilnveidot augšanas gaitas simulācijas modeli ar pētījuma laikā iegūtajiem rezultātiem par augšanas gaitas izmaiņām pēc grāvju renovācijas un rekonstrukcijas.
2. Modelēt ikdienišķas un mērķtiecīgas mežsaimniecības meža resursu izmaiņas līdz 2120. g. Sagatavot priekšlikumus meža resursu apsaimniekošanas efektivitātes un vērtības paaugstināšanai.
3. FAO FRA mežu monitoringa 500 Latvijas PL novērtējums, raksturojot meža izmaiņas no 2000.– 2018. g.

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava” meža resursu ilgtermiņa modelēšanas sistēma papildināta ar jaunākajiem augšanas gaitas modeļiem, un tajā ir iekļauta arī lielu dabisko traucējumu simulācija.

Aproksimētas vispārīgās Gafreja un Kuliešis augstumlīknes priedei, eglei, bērzam, melnalksnim, apsei, baltalksnim un platlapjiem, pie tam eglei dalījumā pa stāviem. Ne Gafreja, ne Kuliešis augstumlīknei, pārbaudot tās uz neatkarīgiem datiem, nav novērojamas sistemātiskas novirzes atkarībā no meža elementa vidējā augstuma un caurmēra un relatīvā koka caurmēra.

Aproksimētas Veibula (Weibull) sadalījums koku šķērslaukuma sadalījuma modelēšanai pa caurmēra pakāpēm priedei, eglei, bērzam, melnalksnim, apsei, baltalksnim un platlapjiem, pie tam eglei dalījumā pa stāviem. Veibula parametri aproksimēti atkarībā no meža elementa vidējā caurmēra un šķērslaukuma.

Sortimentu iznākuma korekcija veikta salīdzinot teorētisko sortimentu iznākumu (J. Doņa modificētais R. Ozoliņa (Ozolins, 2002) stumbra sortimentācijas modelis) ar vēsturisko sortimentu iznākumu (LVM 2017 – 2020 gada cirsmu dati). Izstrādātas teorētisko sortimentu korekcijas tabulas, kas ņem vērā vēsturiskās koksnes vainas (trupe, dažādi bojājumi utt.).

Tikai priedei pēc grāvju renovācijas konstatētas būtiskas ($p < 0,05$) gan caurmēra, gan šķērslaukuma pieauguma izmaiņas, bet eglei un bērzam šiem rādītājiem nav konstatētas būtiskas izmaiņas. Priedei ietekmētajos parauglaukumos vidējais periodiskais koku

šķērslaukuma pieaugums ir par 15% lielāks nekā kontroles parauglaukumos, eglēm par 6%, bet bērzam par 3%.

Šajā pētījumā izvērtēti trīs mežsaimniecības scenāriji:

1. ikdienišķa mežsaimniecība:
meža resursu modelēšana veikta atbilstoši šī brīža mežsaimniecības praksei un meža īpašnieku uzvedībai un pie līdzšinējā normatīvā regulējuma;
2. pasīva mežsaimniecība;
meža resursu modelēšana veikta atbilstoši šī brīža mežsaimniecības praksei un meža īpašnieku uzvedībai un pie līdzšinējā normatīvā regulējuma, bet neapsaimniekojamo mežu platība palielināta par 160 tūkst. ha, un ir 500 tūkst. ha;
3. intensīvi-mērķtiecīga mežsaimniecība:
meža resursu modelēšana veikta atbilstoši piedāvātajiem normatīvo regulējumu grozījumiem (izmainīts galvenās cirtes caurmērs un izmainīti atjaunošanas noteikumi), pakāpeniski palielināts antropogēnās atjaunošanas īpatsvars par 5% piecgadē, izmainīts kopšanas ciršu algoritms tā, lai jaunībā audzes izkoptu intensīvāk (izkoptu procentuāli vairāk audžu, sāktu laicīgāk, atstātu mazāku koku skaitu), bet tuvojoties galvenās cirtes brīdim kopšanas ciršu intensitāte samazinās, valsts mežos no galvenajā cirtē pēc vecuma aprēķinātā apjoma 20% no priedes, egles un bērza audžu platības tiks nocirsta pēc caurmēra nevis vecuma.

Latvijas mežu finansiālā vērtība pie 4,58% diskonta likmes ir:

- ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā 5,626 miljardi eiro jeb 1712 eiro ha⁻¹;
- pasīvas mežsaimniecības scenārijā 5,259 miljardi eiro jeb 1601 eiro ha⁻¹;
- intensīvi-mērķtiecīgas mežsaimniecības scenārijā 6,313 miljardi eiro jeb 1922 eiro ha⁻¹

Prognozētā augošo koku krāja ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā palielināsies no 680 milj. m³ 2025. gadā līdz 780 milj. m³ 2120. gadā. Pasīvajā mežsaimniecības scenārijā augošo koku krāja tiek prognozēta, ka 100 gadu laikā tā palielināsies no 684 milj. m³ 2025. gadā līdz 803 milj. m³ 2120. gadā. Augošos koku krājas palielinājums tiek prognozēts arī intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā - no 677 milj. m³ 2025. gadā līdz 792 milj. m³ 2120. gadā.

Šajā pētījumā mežsaimnieciskās darbības izvērtēšanai ir izmantots rādītājs izaudzētais apjoms. Ar šo rādītāju apzīmē augošo koku krāju summētu ar nocirsto koku krājas kumulātu – un šis rādītājs, tad arī parāda cik efektīvi tiek izmantota mežu platība. Analizējot šo izaudzēto koku krāju jāsecina, ka visefektīvāk mežu platība tiek izmantota intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā, bet vismazāk efektīvi pasīvajā meža mežsaimniecības scenārijā. Pasīvajā mežsaimniecības scenārijā pirmajos 50 gados izaudzētais apjoms tiek prognozēts par 20 milj. m³ jeb 1,3% mazāks nekā ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā, bet pēc 100 gadiem – par 68 milj. m³ jeb 2,7% mazāks. Savukārt intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā pirmajos 50 gados izaudzētais apjoms tiek prognozēts par 33 milj. m³ jeb 2,1% lielāks nekā ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā, bet pēc 100 gadiem – par 90 milj. m³ jeb 3,6% lielāks.

Pētījums rāda, ka piedāvātās galvenās cirtes caurmēra izmaiņas Ministru kabineta 2012. gada 18. decembra noteikumos Nr. 935 "Noteikumi par koku ciršanu mežā" un ar koku ciršanas izmaiņām saistītās meža atjaunošanas izmaiņas Ministru kabineta 2012. gada 2. maija noteikumos Nr. 308 „Meža atjaunošanas, meža ieaudzēšanas un plantāciju meža noteikumi” apvienojot to ar mērķtiecīgu uz jaunākajām zinātniskajām atziņām balstītu mežsaimniecību var paaugstināt mežu vērtību un tajā pašā laikā neietekmēs negatīvi mežu struktūru. Mežaudžu vidējais vecums un vecumstruktūra tiek prognozēta līdzīga, kā ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā, bet audžu platība, kas vecākas par 100 gadiem nākotnē tiek prognozēta pat lielāka. Tāpat mērķtiecīgi saimniekojot ar laiku mežaudžu vidējais caurmērs tiek prognozēts lielāks nekā ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā, kā arī audžu platība, kur vidējais caurmērs pārsniedz 40 cm, tiek prognozēta līdzīga vai pat nedaudz lielāka mērķtiecīgās mežsaimniecības scenārijā.

Šis pētījums uzrāda vēl vienu tendenci, proti, šī brīža normatīvais regulējums, kas nosaka galvenajā cirtē nocērtamo apjomu valsts mežos ir meža finansiālo vērtības izmaiņu bremsējošs un līdz ar to mērķtiecīgu apsaimniekošanu bremsējošs. Jo salīdzinot intensīvi-mērķtiecīgo mežsaimniecības scenāriju ar ikdienišķo mežsaimniecības scenāriju redzams, ka apsaimniekojamajos mežos valsts mežu vērtība palielinājusies par 3,3%, bet pārējos mežos par 21,6%. Valsts mežos šis normatīvais regulējums var veicināt to, ka apsaimniekotājs var nebūt ieinteresēts pēc iespējas ātrāk izaudzēt zāgbaļķa sortimentus, jo normatīvais regulējums ir tāds, ka galvenās cirtes apjoma aprēķins ir atkarīgs tikai no audžu vecuma. Būtu ieteicams pārskatīt galvenās cirtes maksimāli pieļaujamā apjoma aprēķinu, lai tas sekmētu ražīgāku un augstvērtīgāku audžu veidošanu.

Meža seguma monitorings veikts FAO projekta "Global Forest Resources Assessment" ietvaros, kur, izmantojot tālzipētes datus, noteikts zemes segums, zemes seguma izmaiņas laika posmā no 2000. līdz 2010. gadam un no 2010. līdz 2018. gadam. Kā rezultāti iegūta parauglaukumu (2x500) zemes segumu, izmaiņu karte, kura iesniegta FAO statistiskai novērtēšanai. Novērojumi uzrāda mežu pieaugumu (ieguvums) abos periodos 2%.

1. Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava” meža resursu ilgtermiņa modelēšanas sistēmas pilnveidošana

Latvijas Valsts mežzinātnes institūta „Silava” (LVMI Silava) meža resursu ilgtermiņa prognožu sistēma veidota kā simulāciju modelis un meža resursu modelēšanā izmantojami dati no meža statistiskās inventarizācijas (MSI) datu bāzes. Šī pētījuma ietvaros, LVMI Silava meža resursu ilgtermiņa prognožu sistēmās uzlabošanai, tika izvirzīti četri uzdevumi:

- 1.1. papildināt ar jaunākajiem augšanas gaitas vienādojumiem,
- 1.2. dabisko traucējumu simulācijas modelī iekļaut liela apjoma dabisko traucējumu simulāciju,
- 1.3. pilnveidot sortimentācijas modeli, papildinot ar pētījuma laikā izstrādātajām vispārējām augstumlīknēm un koku sadalījumiem, iekļaujot koksnes vainu sortimenta iznākuma korekciju, balstoties uz vēsturisko sortimentāciju.
- 1.4. pilnveidot augšanas gaitas simulācijas modeli ar pētījuma laikā iegūtajiem rezultātiem par augšanas gaitas izmaiņām pēc grāvju renovācijas un rekonstrukcijas.

1.1. Augšanas gaitas vienādojumi

Kokaudzes izmaiņu modelēšana sistēmā notiek meža elementa līmenī, kur par vienu meža elementu pieņem vienas sugas un vienas paaudzes vienā stāvā esošu koku kopu. Meža resursu izmaiņu modelēšana notiek pa piecgades periodiem.

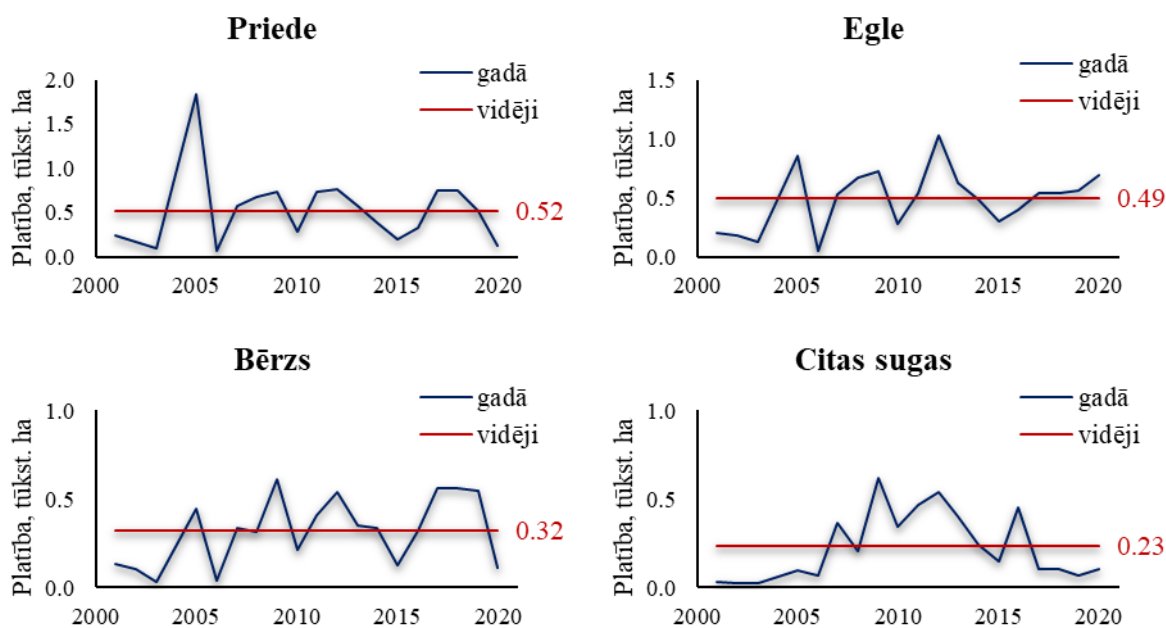
Kokaudžu taksācijas rādītāju (H, D, G vai N) izmaiņu modelēšana sistēmā veidota kā deterministisks process, un sistēmā tiek izmantoti LVMI Silava izstrādātie augšanas gaitas modeļi. Šī pētījuma ietvaros papildināti jeb nomainīti ar jaunākajiem 2019. gadā izstrādātajiem augšanas gaitas vienādojumiem (Donis u.c., 2019).

1.2. Liela apjoma dabisko traucējumu simulācija

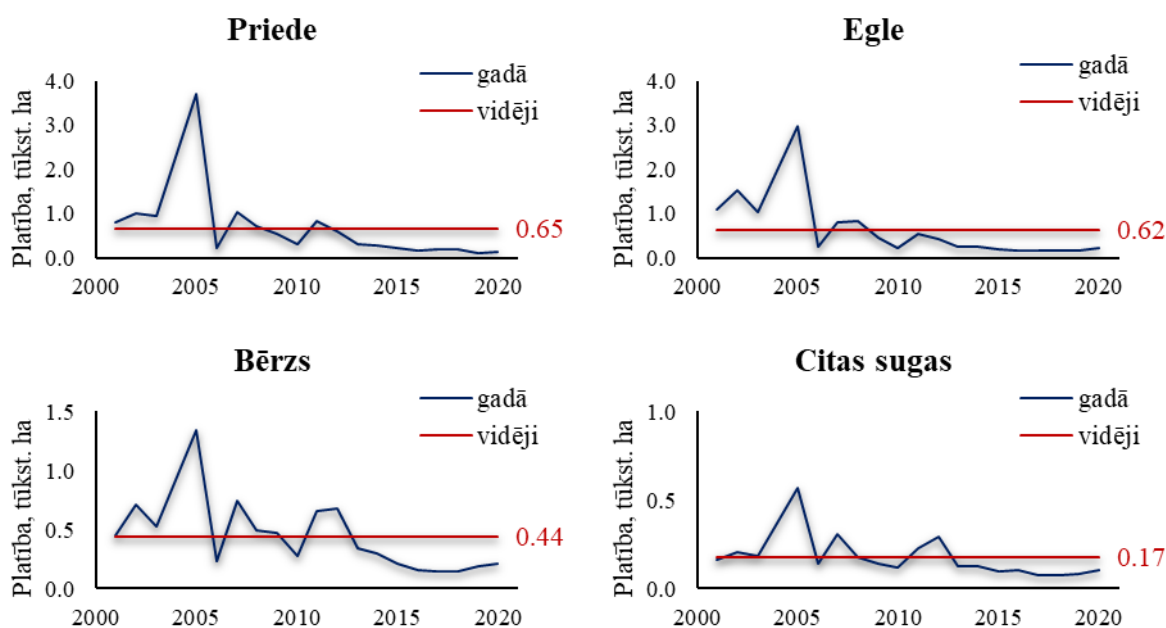
Lielo dabisko traucējumu raksturošanai sistēma izmainīts atjaunošanas cirtes modelis. Galvenajā cirtē nocērtamo audžu algoritms nav mainīts, bet izmainīts ir citās atjaunošanas cirtēs nocērtamo audžu algoritms. Tagad programmā tiek modelēts, ka atjaunošanas cirtē tiks nocirsta papildus platība, atbilstoši tam, kāda platība pēdējos divdesmit gados ir nocirsta citās atjaunošanas cirtēs¹ - sanitārā vienlaidus cirtē, rekonstruktīvā vienlaidus cirtē u.tml. (1.2.1. attēls). Līdz ar to netieši ir iekļauts arī lielo dabisko traucējumu ietekme, jo šajā aprēķinā ietilpst 2005. gada vējgāze, kā arī vēlākos gados lokālākās vējgāzes, kā arī 2019. gada mizgraužu postījumi. Sistēmā šīs cirtes tiek modelētas dalījumā pa meža īpašuma veidiem (valsts un pārējie) un valdošajām koku sugām.

¹ VMD statistikas CD 2000-2020

A



B



1.2.1. attēls. Vēsturiski sanitārajās un rekonstruktīvās cirtēs gadā nocirstā platība un aritmētiski vidējā platība dalījumā pa I stāva valdošajām koku sugām:

A – valsts mežos, B – pārējos mežos

1.3. Vispārējās augstumlīknes

Jau iepriekš LVMI Silava zinātnieki aproksimējuši dažādas vispārējās augstumlīknes priedei, eglei un bērzam, balstoties uz LVMI Silava tajā brīdī pieejamiem zinātniskajiem parauglaukumu datiem (Donis u.c. 2011). Pētījumā par piemērotāko tika atzīta Gafreja (Gaffrey) vispārīgā augstumlīkne. Vēlākos gados zinātnieki, balstoties uz MSI datu bāzi aproksimēja jaunas koeficientu vērtības šai augstumlīknei nu jau vairāk sugām – priedei, eglei,

bērzam, melnalksnim, apsei un baltalksnim (Donis u.c., 2013). Tā kā mums šobrīd ir iegūta informācija par vairāk zinātniskajiem parauglaukumiem, tad ir pieņemts lēmums šīs augstumliknes vēlreiz aproksimēt uz zinātnisko parauglaukumu datiem, bet pārbaudīt uz MSI datiem.

1.3.1. Metodika

Vispārīgo augstumlikņu izstrādē izmantoti LVMI Silava citos pētījumos iepriekšējos gados ievāktie parauglaukumu dati. Kopumā augstumlikņu koeficientu aproksimācijā izmantoti dati par 80216 kokiem no 2751 parauglaukumiem (1.3.1. tabula). Analīzē izmantoti tikai tādi meža elementi, kuriem augstums ir mērīts vismaz deviņiem kokiem.

1.3.1. tabula

Vispārīgo augstumlikņu izstrādē izmantoto datu raksturojums

Sugas grupa	Objektu skaits	Koku skaits	Vidējais caurmērs, cm				Vidējais augstums m			
			vid	min	max	s	vid	min	max	s
Priede	537	20323	25.9	3.5	62.5	12.7	20.8	3.4	35.6	8.0
Egle 1. stāvs	597	23500	22.5	3.7	48.7	7.8	20.7	3.8	37.1	5.9
Bērzs	524	14783	15.0	1.6	44.1	9.1	17.3	3.1	34.9	7.4
Melnalksnis	80	1563	16.9	2.0	42.2	8.7	17.4	3.7	29.7	5.7
Apse	130	3240	24.6	1.9	56.5	15.5	24.6	3.7	39.8	10.0
Baltalksnis	98	1369	11.6	2.9	23.6	5.0	13.9	3.8	25.3	4.9
Egle 2. stāvs	611	12337	11.2	3.1	25.2	5.2	11.3	3.0	23.2	4.8
Platlapji	174	3101	18.9	2.8	67.6	15.4	16.3	4.6	34.9	8.0
Kopā	2751	80216	18.6	1.6	67.6	11.3	17.5	3.0	39.8	7.9

vid - aritmētiski vidējā vērtība, min - minimālā vērtība, max - maksimālā vērtība, s - standartnovirze

Vispārējo augstumlikņu aproksimācijā pārbaudīti divi vienādojumi:

- Gafreja (Gaffrey) vienādojums (van Laar, Akča 1997)

$$H_i = 1,3 + (H_g - 1,3) \cdot e^{\left(a_1 \cdot \left(1 - \frac{D_g}{D_i}\right) + a_2 \cdot \left(\frac{1}{D_g} - \frac{1}{D_i}\right)\right)} \quad (1)$$

kur H_i – koka augstums, m;
 D_i – koka caurmērs, cm;
 H_g – elementa vidējā kvadrātiskā caurmēra kokam atbilstošais augstums, m;
 D_g – audzes vidējā kvadrātiskā koka caurmērs, cm
 a_{1-2} – empīriskie koeficienti, kas atkarīgi no koku sugas.

- Kulieša (Kuliešis) vienādojums (Kuliešis, 1993)

$$R_H = 1 - (a_0 + a_1 D_i + a_2 D_i^2) + \frac{b_0 + b_1 D_i + b_2 D_i^2}{\frac{D_i}{D_g} + d} + \frac{c_0 + c_1 D_i + c_2 D_i^2}{\left(\frac{D_i}{D_g} + d\right)^2} \quad (2)$$

kur R_H – koka relatīvais augstums attiecībā pret elementa vidējā kvadrātiskā caurmēra kokam atbilstošo augstumu;
 D_i – koka caurmērs, cm;
 H_g – elementa vidējā kvadrātiskā caurmēra kokam atbilstošais augstums, m;
 D_g – audzes vidējā kvadrātiskā koka caurmērs, cm
 $a_{0-2}; b_{0-2}; c_{0-2}$ – empīriskie koeficienti, kas atkarīgi no koku sugas.

Vienādojumu koeficienti aproksimēti datorprogrammā SPSS 14.0 for Windows, izmantojot rīku Non-linear regression un bootstrap funkciju.

Abi aproksimētie vienādojumi pārbaudīti uz neatkarīgu datu kopu – uz MSI 3. cikla datiem. Kopumā aproksimēto augstumlīkņu pārbaudē izmantoti dati par 37499 kokiem no 25681 parauglaukumiem (1.3.2. tabula). Pārbaudē izmantoti tikai tādi meža elementi, kuriem augstums ir mērīts vismaz pieciem kokiem.

1.3.2. tabula

Vispārīgo augstumlīkņu pārbaudē izmantoto MSI 3. cikla datu raksturojums

Sugas grupa	Objektu skaits	Koku skaits	Vidējais caurmērs, cm				Vidējais augstums m			
			vid	min	max	s	vid	min	max	s
Priede	6795	10968	24.0	4.0	54.7	8.1	20.1	3.6	33.0	20.1
Egle 1. stāvs	4408	6488	21.0	3.3	53.8	6.9	18.6	3.5	38.3	18.6
Bērzs	6311	8945	17.4	2.7	39.6	7.3	19.3	4.8	34.6	19.3
Melnalksnis	1723	2449	19.2	2.7	41.2	6.6	18.8	4.0	30.1	18.8
Apse	1239	1603	14.8	3.2	48.8	11.2	17.0	4.9	38.7	17.0
Baltalksnis	3156	4547	13.5	2.7	26.8	5.1	15.1	4.6	24.8	15.1
Egle 2. stāvs	1879	2290	15.2	4.1	25.6	4.1	14.8	4.8	26.8	14.8
Platlapji	170	209	19.6	4.2	48.1	11.5	17.0	7.3	29.3	17.0
Kopā	25681	37499	19.1	2.7	54.7	8.1	18.4	3.5	38.7	18.4

vid - aritmētiski vidējā vērtība, min - minimālā vērtība, max - maksimālā vērtība, s - standartnovirze

Vienādojumu atbilstība izvērtēta programmā MS Excel, izmantojot sekojošus statistiskos rādītājus:

Vidējā novirze (Mean Residual)

$$MRES = \frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)}{n} \quad (3)$$

Procentuālā vidējā novirze (Mean Residual as %)

$$MRES\% = \frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)}{\bar{y}_i} 100 \quad (4)$$

Standartnovirze (Root mean square error)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{n - 1 - p}} \quad (5)$$

Variācijas koeficients (Root mean square error as %)

$$RMSE\% = \frac{\sqrt{\frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{n - 1 - p}}}{\bar{y}_i} 100 \quad (6)$$

Vidējā kvadrātiskā kļūda (Mean square error)

$$MSE = \frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{n - p} \quad (7)$$

- kur y_i – uzmērītais rādītājs;
 \hat{y}_i – aprēķinātais rādītājs;
 \bar{y}_i – aritmētiski vidējais uzmērītais rādītājs;
 $\widehat{\bar{y}}_i$ – aritmētiski vidējais aprēķinātais rādītājs;

p – vienādojuma parametru skaits;
 n – novērojumu skaits.

1.3.2. Rezultāti

Aproksimētas vispārīgās Gafreja (1. formula) un Kuliešis (2. formula) augstumlīknes priedei, eglei, bērzam, melnalksnim, apsei, baltalksnim un platlapjiem, pie tam eglei dalījumā pa stāviem (1.3.3. tabula un 1.3.4. tabula). Abām augstumlīknēm, pārbaudot tās uz to izstrādē izmantotajiem datiem, ir augsti un savstarpēji līdzīgi statistiskie rādītāji, lai gan tādi statistiskie rādītāji kā vidējā novirze un relatīvā vidējā novirze tuvāki ideālajai vērtībai (nullei) ir Kuliešis augstumlīknei.

1.3.3. tabula

Aproksimētas Gafreja vienādojuma (1. formula) koeficientu vērtības un statistiskie rādītāji

Sugas grupa	Vienādojuma parametri			Vienādojuma statistiskie rādītāji					
	Parametrs	Vērtība	SE	MRES	MRES %	RMSE	RMSE %	MSE	R ²
Priede	a1	0.1940	0.0088	0.12	0.60	1.56	7.95	2.43	0.961
	a2	2.7266	0.1690						
Egle 1. stāvs	a1	0.2877	0.0116	0.14	0.74	1.45	7.92	2.10	0.950
	a2	2.8263	0.2106						
Bērzs	a1	0.1925	0.0089	0.13	0.79	1.48	9.06	2.20	0.963
	a2	2.8489	0.0923						
Melnalksnis	a1	0.1442	0.0224	0.11	0.58	1.54	8.40	2.38	0.930
	a2	2.8137	0.3488						
Apse	a1	0.1036	0.0120	0.13	0.50	1.78	6.80	3.18	0.965
	a2	3.6036	0.1719						
Baltalksnis	a1	0.2179	0.0504	0.14	0.99	1.54	10.90	2.38	0.919
	a2	2.0435	0.4778						
Egle 2. stāvs	a1	0.3455	0.0102	0.19	1.71	1.41	12.51	2.00	0.924
	a2	4.7345	0.1060						
Platlapji	a1	0.2256	0.0144	0.20	1.29	1.99	12.80	3.97	0.939
	a2	2.4360	0.1852						

SE - standartklūda, m; MRES - vidējā novirze, m; MRES% - procentuālā vidējā novirze; RMSE – standartnovirze, m; RMSE% - variācijas koeficients; MSE - vidējā kvadrātiskā klūda, m; R² - determinācijas koeficients.

1.3.4. tabula

Aproksimētas Kuliešis vienādojuma (2. formula) koeficientu vērtības un statistiskie rādītāji

Sugas grupa	Vienādojuma parametri			Vienādojuma statistiskie rādītāji					
	Parametrs	Vērtība	SE	MRES	MRES %	RMSE	RMSE %	MSE	R ²
Priede	a1	-1.3573	0.0858	0.00	-0.02	1.56	7.96	2.43	0.960
	a2	0.0231	0.0051						
	a3	0.0001	0.0001						
	b1	-2.6241	0.2026						
	b2	0.0297	0.0134						
	b3	0.0006	0.0003						
	c1	0.9165	0.1154						
	c2	0.0060	0.0092						
Egle 1. stāvs	a1	-1.6659	0.0568	0.00	-0.03	1.44	7.87	2.07	0.950
	a2	0.0252	0.0030						
	a3	0.0001	0.0001						
	b1	-3.2358	0.1263						
	b2	0.0216	0.0080						
	b3	0.0012	0.0003						
	c1	1.1211	0.0653						

Sugas grupa	Vienādojuma parametri			Vienādojuma statistiskie rādītāji					
	Parametrs	Vērtība	SE	MRES	MRES %	RMSE	RMSE %	MSE	R ²
	c2	0.0242	0.0060						
	c3	-0.0015	0.0002						
Bērzs	a1	-1.4367	0.0381	-0.01	-0.09	1.46	8.92	2.13	0.964
	a2	0.0223	0.0032						
	a3	-0.0002	0.0001						
	b1	-2.8105	0.0891						
	b2	0.0287	0.0085						
	b3	-0.0003	0.0002						
	c1	0.9924	0.0494						
	c2	0.0066	0.0059						
	c3	0.0000	0.0002						
Melnalksnis	a1	-1.3212	0.2234	0.00	-0.01	1.54	8.42	2.38	0.930
	a2	0.0313	0.0194						
	a3	-0.0004	0.0004						
	b1	-2.4927	0.5325						
	b2	0.0421	0.0498						
	b3	-0.0006	0.0013						
	c1	0.8248	0.3020						
	c2	0.0030	0.0318						
	c3	0.0000	0.0010						
Apse	a1	-1.4538	0.1001	-0.02	-0.08	1.75	6.69	3.07	0.966
	a2	0.0364	0.0068						
	a3	-0.0002	0.0001						
	b1	-2.7822	0.2289						
	b2	0.0582	0.0173						
	b3	0.0000	0.0004						
	c1	0.9233	0.1213						
	c2	-0.0049	0.0116						
	c3	-0.0004	0.0003						
Baltalksnis	a1	-1.1515	0.3182	-0.03	-0.22	1.53	10.80	2.34	0.920
	a2	0.0530	0.0404						
	a3	-0.0009	0.0013						
	b1	-1.9956	0.8230						
	b2	0.0975	0.1152						
	b3	-0.0015	0.0042						
	c1	0.3921	0.5218						
	c2	-0.0190	0.0836						
	c3	0.0000	0.0035						
Egle 2. stāvs	a1	-2.8341	0.1029	0.01	0.10	1.39	12.31	1.93	0.925
	a2	0.0517	0.0138						
	a3	0.0007	0.0004						
	b1	-5.7562	0.2496						
	b2	0.0614	0.0367						
	b3	0.0031	0.0015						
	c1	2.4054	0.1445						
	c2	0.0069	0.0249						
	c3	-0.0025	0.0013						
Platlapji	a1	-1.2787	0.1486	0.00	-0.01	1.98	12.69	3.90	0.939
	a2	0.0140	0.0095						
	a3	0.0001	0.0001						
	b1	-2.3888	0.3720						
	b2	0.0113	0.0246						
	b3	0.0005	0.0003						
	c1	0.7554	0.2262						
	c2	0.0121	0.0159						
	c3	-0.0005	0.0003						

SE - standartkļūda, m; MRES - vidējā novirze, m; MRES% - procentuālā vidējā novirze; RMSE – standartnovirze, m; RMSE% - variācijas koeficients; MSE - vidējā kvadrātiskā kļūda, m; R² - determinācijas koeficients.

Vispārīgās augstumlīknes vienādojumi pārbaudīti uz neatkarīgas datu kopas (MSI 3. cikla datiem). Konstatēts, ka arī šajā datu kopā starp uzmērītajiem un aprēķinātajiem koku augstumiem ir cieša lineāri pozitīva sakarība, bet statistiskie rādītāji ir ļoti augsti. Tā piemēram vidējā novirze nepārsniedz 2,5% no uzmērītā augstuma (1.3.5. tabula). Šeit atkal jāatzīmē, ka Kuliešis augstumlīknei statistiskie rādītāji ir tuvāki ideālajai vērtībai (nullei) nekā Gafreja augstumlīknei.

1.3.5. tabula

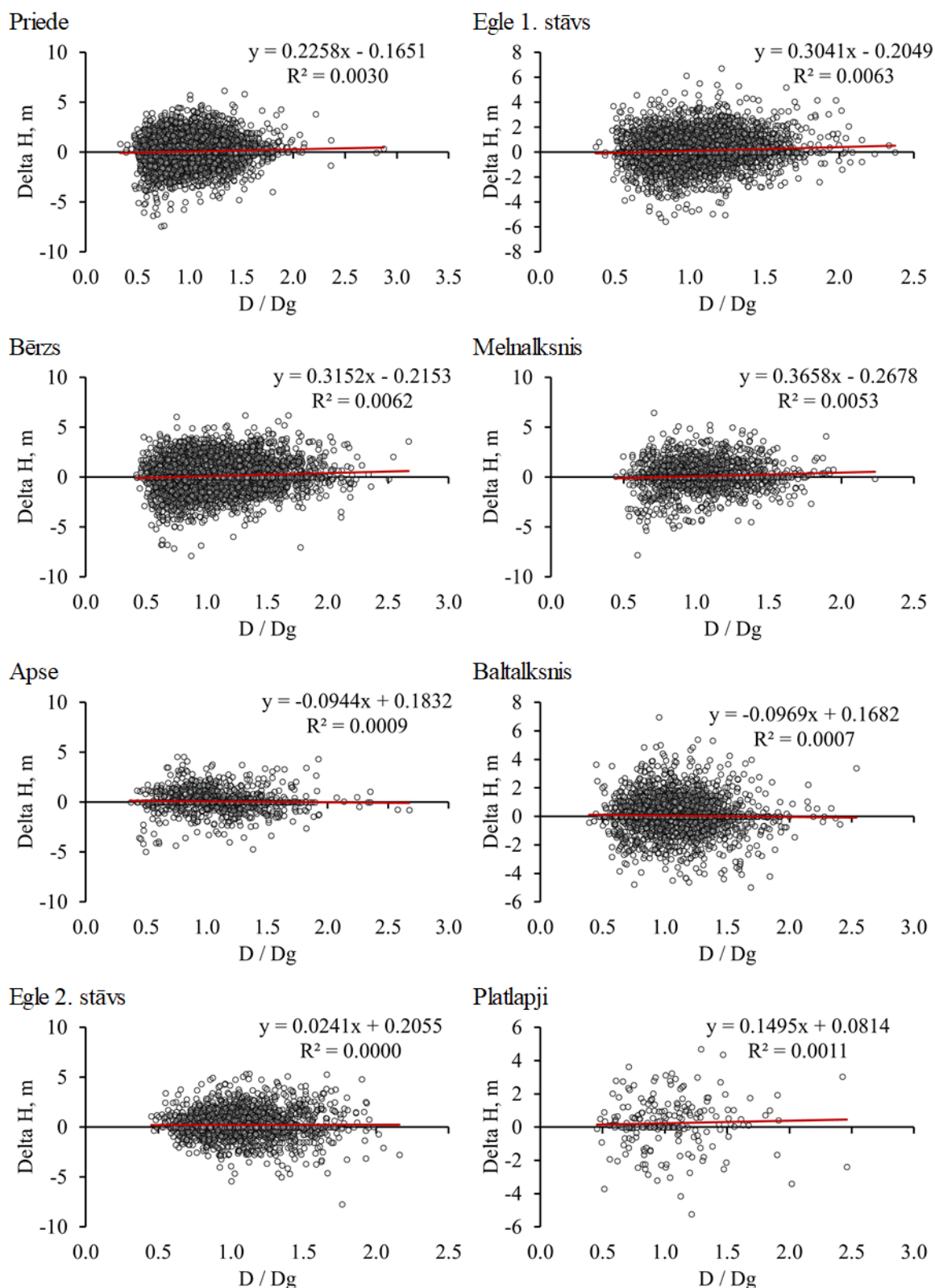
Vispārīgo Gafreja (1. formula) un Kuliešis (2. formula) augstumlīkņu statistiskie rādītāji uz MSI 3. cikla datiem

Sugas grupa	Vienādojums	Vid	MRES	MRES %	RMSE	RMSE %	MSE	R ²
Priede	Gaffrey	20.69	0.15	0.71	1.42	6.87	2.02	0.959
	Kuliešis	20.69	0.05	0.25	1.42	6.88	2.02	0.959
Egle 1. stāvs	Gaffrey	19.58	0.25	1.26	1.44	7.34	2.07	0.945
	Kuliešis	19.58	0.11	0.58	1.43	7.29	2.04	0.944
Bērzs	Gaffrey	19.85	0.22	1.12	1.55	7.82	2.41	0.944
	Kuliešis	19.85	0.08	0.43	1.54	7.78	2.38	0.944
Melnalksnis	Gaffrey	19.19	0.20	1.06	1.57	8.17	2.46	0.906
	Kuliešis	19.22	0.14	0.75	1.67	8.71	2.80	0.894
Apse	Gaffrey	18.81	0.18	0.95	1.29	6.87	1.67	0.981
	Kuliešis	19.37	0.08	0.41	1.33	6.89	1.78	0.980
Baltalksnis	Gaffrey	15.40	0.15	0.97	1.34	8.69	1.79	0.919
	Kuliešis	15.23	-0.01	-0.08	1.45	9.52	2.10	0.905
Egle 2. stāvs	Gaffrey	15.35	0.38	2.49	1.60	10.39	2.54	0.882
	Kuliešis	15.33	0.20	1.33	1.65	10.75	2.71	0.869
Platlapji	Gaffrey	16.67	0.27	1.63	1.66	9.93	2.73	0.939
	Kuliešis	16.95	0.08	0.47	1.69	9.94	2.82	0.938

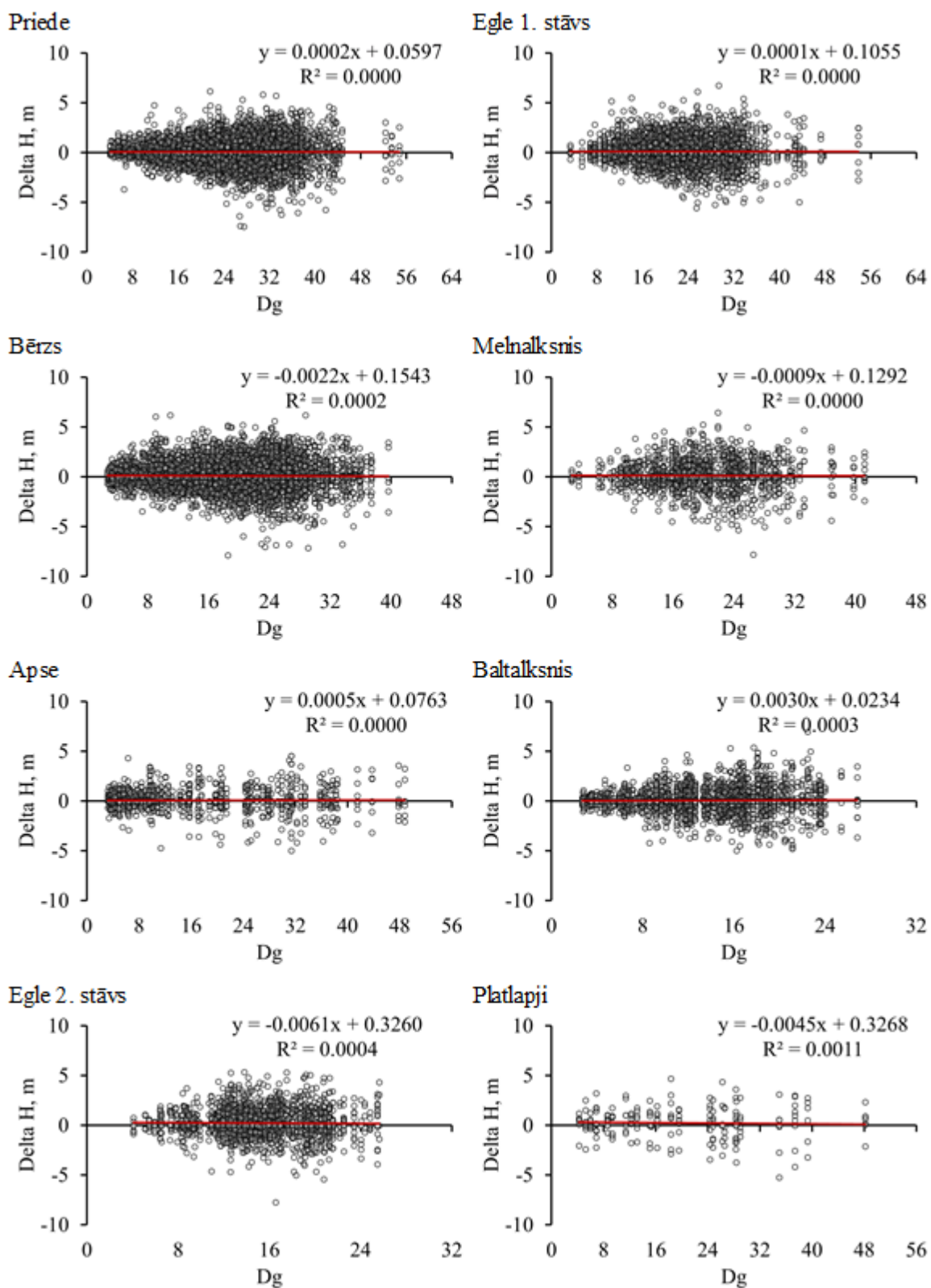
vid - uzmērītā aritmētiski vidējā vērtība m; MRES - vidējā novirze, m; MRES% - procentuālā vidējā novirze; RMSE – standartnovirze, m; RMSE% - variācijas koeficients; MSE - vidējā kvadrātiskā kļūda, m; R² - determinācijas koeficients.

Jāatzīmē, ka ne Gafreja, ne Kuliešis augstumlīknei, pārbaudot tās uz neatkarīgiem datiem, nav novērojamas sistemātiskas novirzes atkarībā no meža elementa vidējā augstuma un caurmēra un relatīvā koka caurmēra (1.3.1. – 1.3.6. attēli). Tātad gan mazākās, gan lielākās audzēs un gan mazākiem, gan lielākiem kokiem ar augstumlīknēm prognozētās vērtības ir vienlīdz precīzas.

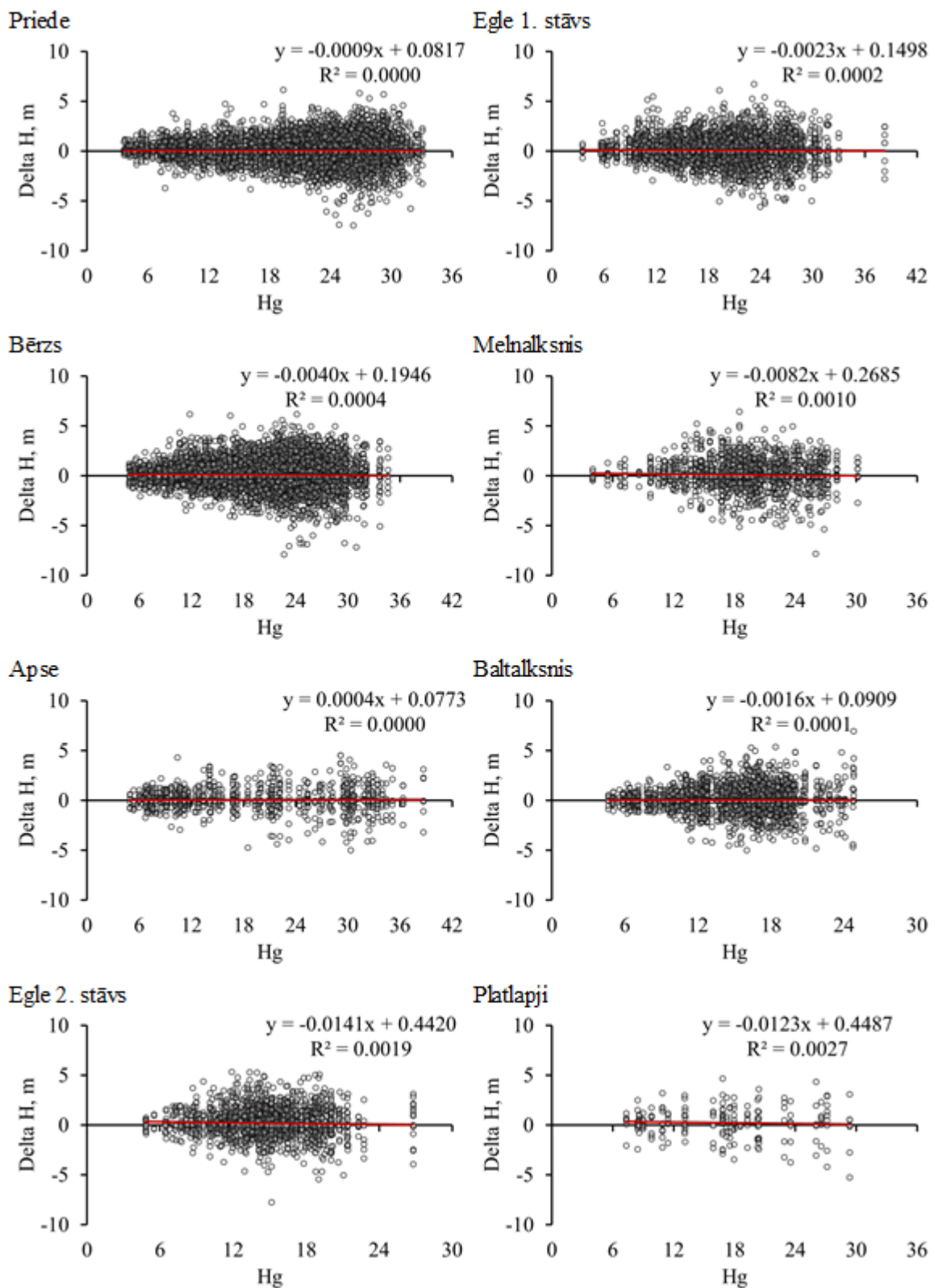
Mēs nevaram viennozīmīgi norādīt jeb ieteikt, kuru augstumlīkni izmantot koku augstuma aproksimācijai. Jo no statistikas viedokļa Kuliešis augstumlīkne ir precīzāka, bet Gafreja augstumlīkne ir vienkāršāka un ērtāk lietojama un tās statistiskie rādītāji arī ir augsti.



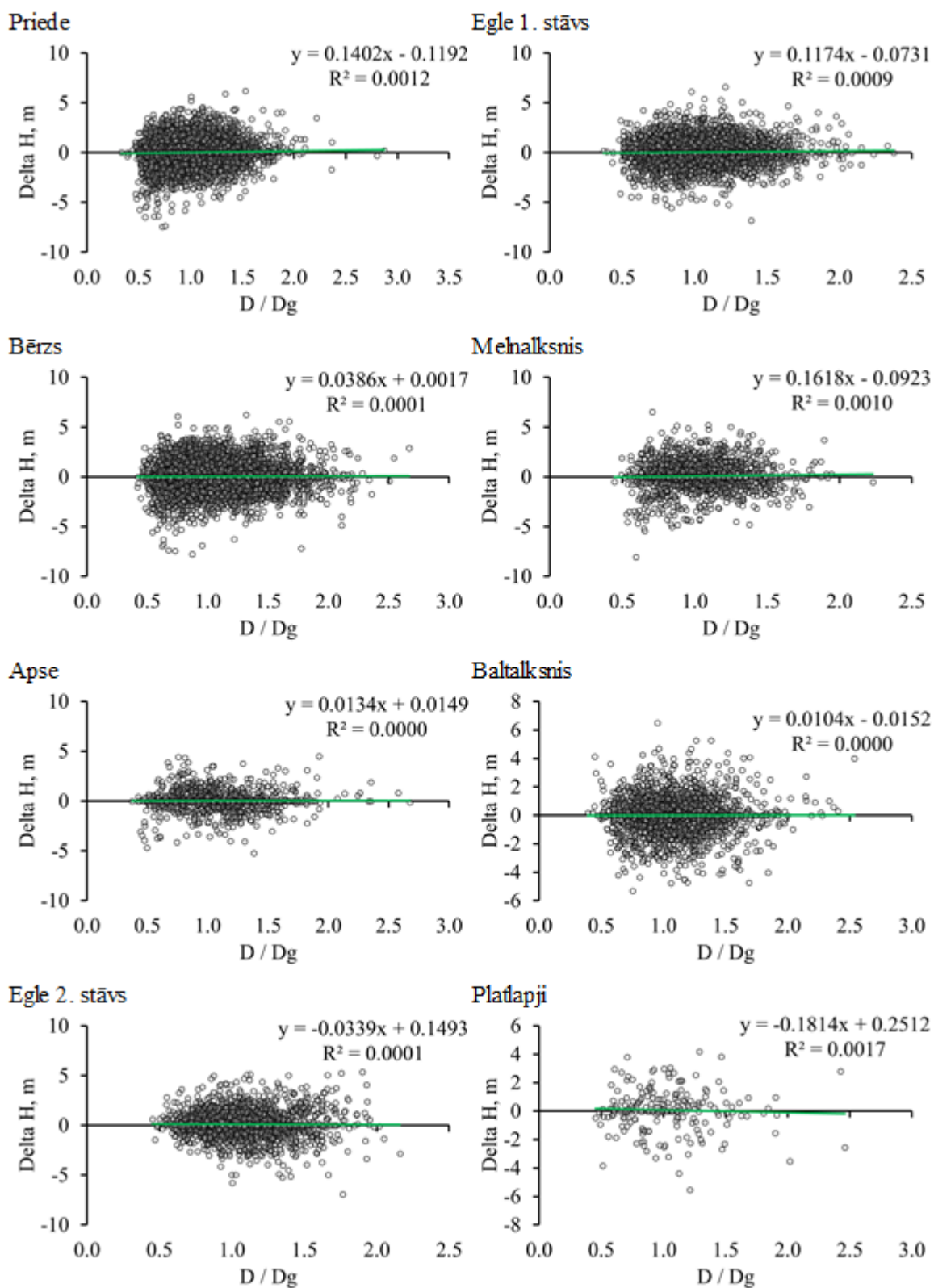
1.3.1. attēls. MSI 3. cikla datos uzmērītā un ar Gafreja augstumlīkni (1. formula) aprēķinātā koku augstumu starpība (ΔH) atkarībā no elementa relatīvā koku krūšaugstuma caurmēra (D_i/D_g).



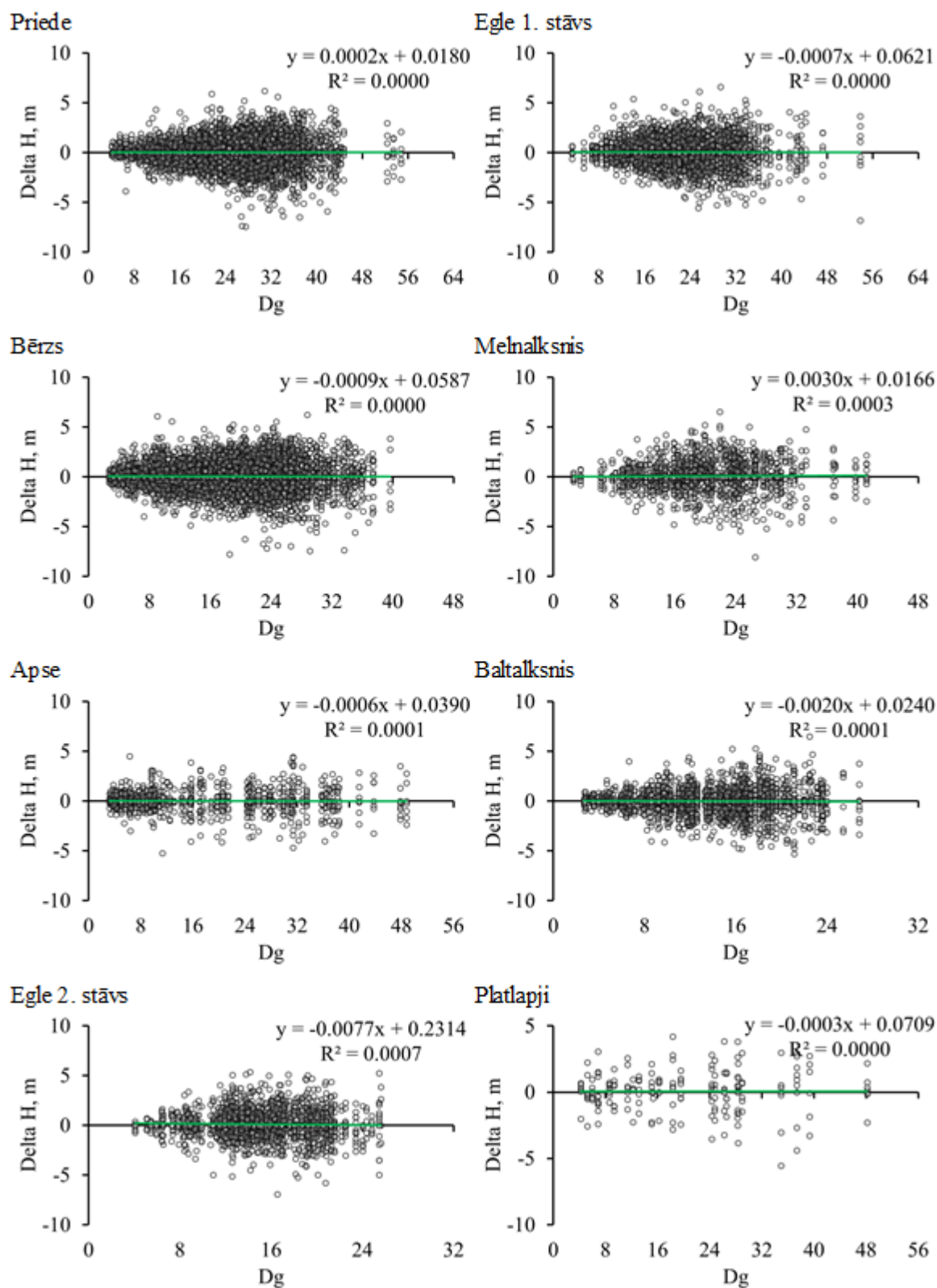
1.3.2. attēls. MSI 3. cikla datos uzņēmētā un ar Gafreja augstumlīkni (1. formula) aprēķinātā koku augstumu starpība (ΔH) atkarībā no elementa vidējā krūšaugstuma caurmēra (D_g).



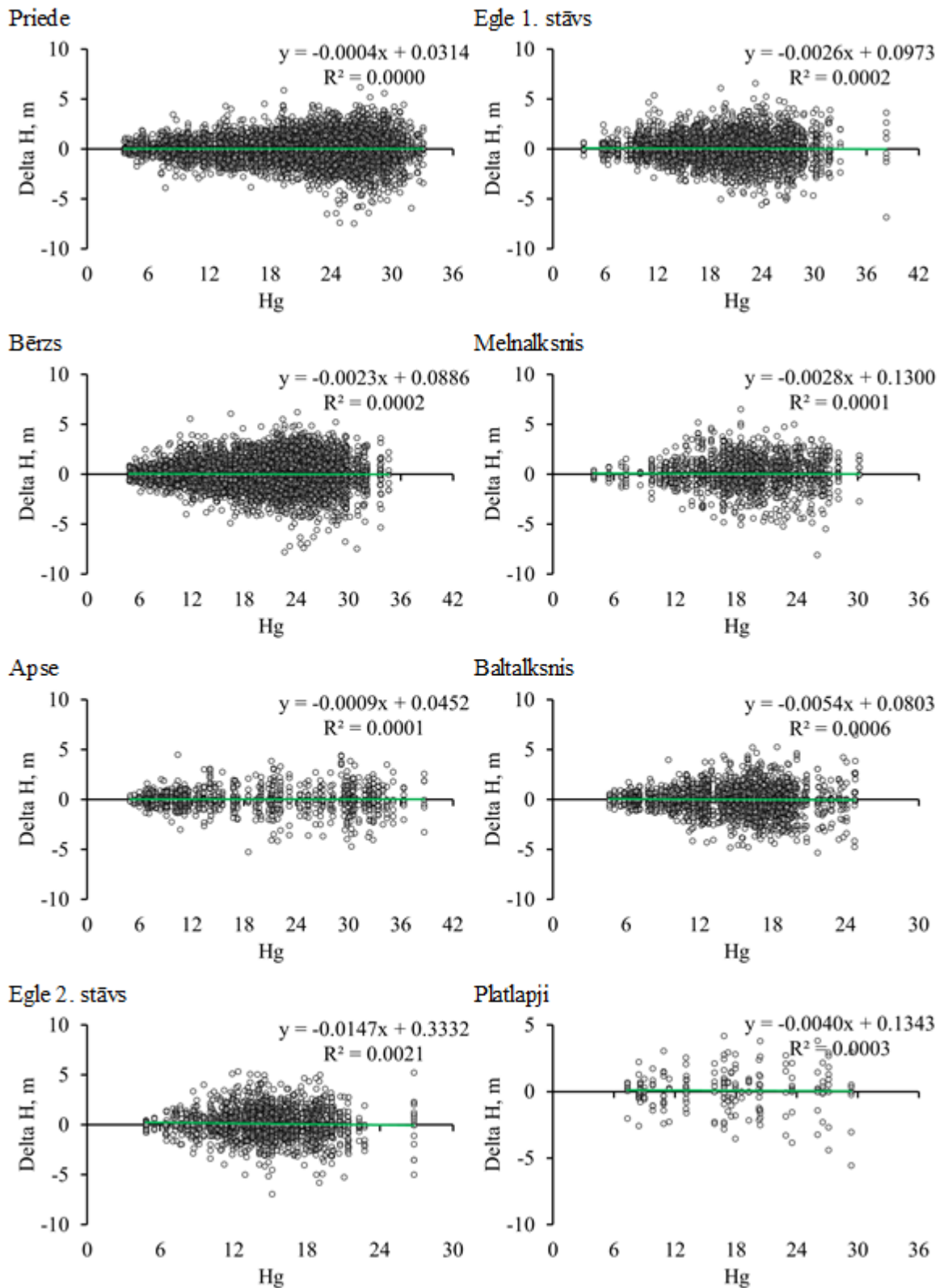
1.3.3. attēls. MSI 3. cikla datos uzmērītā un ar Gafreja augstumlīkni (1. formula) aprēķinātā koku augstumu starpība (DeltaH) atkarībā no elementa vidējā krūšaugstuma caurmēra (Hg.).



1.3.4. attēls. MSI 3. cikla datos uzmērītā un ar Kuliešis augstumlīkni (2. formula) aprēķinātā koku augstumu starpība (ΔH) atkarībā no elementa relatīvā koku krūšaugstuma caurmēra (D_i/D_g).



1.3.5. attēls. MSI 3. cikla datos uzņēmētā un ar Kuliešis augstumlīkni (2. formula) aprēķinātā koku augstumu starpība (ΔH) atkarībā no elementa vidējā krūšaugstuma caurmēra (D_g).



1.3.6. attēls. MSI 3. cikla datos uzmērītā un ar Kuliešis augstumlīkni (2. formula) aprēķinātā koku augstumu starpība (ΔH) atkarībā no elementa vidējā krūšaugstuma caurmēra (H_g).

1.4. Koku sadalījums pa caurmēra pakāpēm

1.4.1. Metodika

Aproksimācijā koku sadalījumam pa caurmēra pakāpēm izmantoti LVMI Silava citos pētījumos iepriekšējos gados ievāktie parauglaukumu dati. Kopumā izmantoti dati par 1135 parauglaukumiem (1.4.1. tabula). Analīzē izmantoti tikai tādi meža elementi, kuriem uzņēmīti vismaz 50 koki.

1.4.1. tabula

Aproksimācijā koku sadalījumam pa caurmēra pakāpēm izmantoto datu raksturojums

Sugas grupa	Objektu skaits	Vidējais caurmērs, cm				Šķērslaukums, m ³ ha ⁻¹			
		vid	min	max	s	vid	min	max	s
Priede	258	20.6	4.6	37.8	7.2	23.3	0.3	46.4	8.0
Egle 1. stāvs	343	19.4	4.6	38.8	5.6	25.4	1.6	51.2	10.5
Bērzs	210	13.2	4.0	31.0	6.3	12.4	0.1	34.6	8.3
Melnalksnis	23	17.8	6.4	35.2	7.3	10.4	0.2	36.2	9.2
Apse	57	19.8	6.1	48.2	9.3	23.8	0.3	45.7	11.8
Baltalksnis	34	13.2	5.2	21.4	4.3	26.8	0.2	50.0	12.8
Egle 2. stāvs	188	11.9	4.4	24.6	4.8	4.6	0.2	21.3	3.9
Platlapji	22	10.2	4.4	20.1	4.3	6.6	0.2	35.9	9.2
Kopā	1135	16.9	4.0	48.2	7.2	18.4	0.1	51.2	12.0

vid - aritmētiski vidējā vērtība, min - minimālā vērtība, max - maksimālā vērtība, s - standartnovirze

Šajā pētījumā aproksimēts koku šķērslaukuma sadalījums pa caurmēra grupām.

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

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta} \left[\left(\frac{x - \gamma}{\beta} \right)^{\alpha-1} \exp \left(- \left(\frac{x - \gamma}{\beta} \right)^{\alpha} \right) \right] \quad (8)$$

kur x – caurmēra grupa, cm;
 α – formas parametrs;
 β – mēroga parametrs;
 γ – novietojuma parametrs.

Veibula sadalījuma kumulāta izsakāma ar sakarību:

$$f(x) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{x - \gamma}{\beta} \right)^{\alpha} \right] \quad (9)$$

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 (Clutter et al., 1983):

$$P(L < x < U) = \exp \left[- \left(\frac{L - \gamma}{\beta} \right)^{\alpha} \right] - \exp \left[- \left(\frac{U - \gamma}{\beta} \right)^{\alpha} \right] \quad (10)$$

Alfa, beta un gamma parametri kā arī maksimālais elementa caurmērs aproksimēti kā atkarīgo mainīgo izmantojot vidējā koka caurmēru un elementa šķērslaukumu:

$$\alpha = a_0 + a_1 \cdot \beta + a_3 \cdot D_g \quad (11)$$

$$\beta = b_0 + D_g^{b_1} + G^{b_2} \quad (12)$$

$$\gamma = c_0 + \frac{c_1 \cdot D_g^{c_2}}{c_3 c_2 + D_g^{c_2}} + \rho \quad (13)$$

$$D_{max} = d_1 \cdot D_g^{d_2} + \sigma \quad (14)$$

- kur D_g – meža elementa vidējais kvadrātiskais caurmērs, cm;
 G – meža elementa šķērslaukums, $m^2 ha^{-1}$;
 D_{max} – maksimālais caurmērs, cm;
 α – Veibula vienādojuma formas parametrs;
 β – Veibula vienādojuma mēroga parametrs;
 γ – Veibula vienādojuma novietojuma parametrs;
 $a_i, b_i, c_i, d_i, \rho, \sigma$ – empīriskie koeficienti, kas atkarīgi no koku sugas.

Katra atsevišķa elementa Veibulla sadalījuma koeficienti un Veibula koeficientu aproksimācija atkarībā no meža elementa taksācijas rādītājiem veikta izmantojot datorprogrammu SPSS-14 for Windows un CurveExpert Professional 2.6.4.

1.4.2. Rezultāti

Katram meža elementam koku šķērslaukuma sadalījumam caurmēra grupās aprēķināti Veibula vienādojuma parametri. Iegūtos parametrus aproksimēja ar meža elementa taksācijas rādītājiem.

Veibula vienādojuma formas parametrs alfa aproksimēts atkarībā no Veibula vienādojuma mēroga parametra beta un meža elementa vidējā caurmēra (1.4.2. tabula).

1.4.2. tabula

Meža elementa caurmēru sadalījuma Veibula formulas formas parametra aproksimācijas vienādojuma (11. formula) koeficienti

Elements	Vienādojuma parametri			Vienādojuma statistiskie rādītāji	
	Koeficients	Koeficienta vērtība	Koeficienta standartkļūda	Standartkļūda	Determinācijas indekss
Priede	a_0	2.1275	0.1455	0.706	0.619
	a_1	0.2103	0.0103		
	a_2	-0.0985	0.0080		
Egle 1. stāvs	a_0	2.3887	0.1555	0.728	0.654
	a_1	0.2248	0.0090		
	a_2	-0.1321	0.0081		
Egle 2. stāvs	a_0	3.3388	0.2237	1.146	0.605
	a_1	0.3054	0.0180		
	a_2	-0.2644	0.0244		
Lapu koki	a_0	2.2274	0.1259	1.025	0.585
	a_1	0.2496	0.0115		
	a_2	-0.1499	0.0111		

Veibula vienādojuma mēroga parametrs beta aproksimēts atkarībā no meža elementa vidējā caurmēra un meža elementa šķērslaukuma (1.4.3. tabula).

**Meža elementa caurmēru sadalījuma Veibula formulas mēroga parametra
aproximācijas vienādojuma (12. formula) koeficienti**

Elements	Vienādojuma parametri			Vienādojuma statistiskie rādītāji	
	Koeficients	Koeficienta vērtība	Koeficienta standartklūda	Standartklūda	Determinācijas indekss
Priede	b_0	1.0708	1.0032	4.243	0.429
	b_1	0.8118	0.0215		
	b_2	0.3867	0.1030		
Egle 1. stāvs	b_0	0.3449	0.8666	4.143	0.328
	b_1	0.7706	0.0246		
	b_2	0.5426	0.0330		
Egle 2. stāvs	b_0	-1.5194	0.7445	4.578	0.507
	b_1	0.9285	0.0354		
	b_2	0.5556	0.1188		
Lapu koki	b_0	-0.4117	0.5081	4.720	0.547
	b_1	0.8730	0.0182		
	b_2	0.4091	0.0641		

Veibula vienādojuma novietojuma parametrs gamma jeb meža elementa minimālais caurmērs aproksimēts atkarībā no meža elementa vidējā caurmēra (1.4.4. tabula). Lai samazinātu meža elementa šķērslaukuma summas nesaisti šim parametram modelējot koku šķērslaukuma sadalījumu pa caurmēra grupām lietojams korekcijas koeficients ρ , kas priedei un eglei 1. stāvā ir 2,5, eglei 2. stāvā 3,0, bērzam un melnalksnim 2,0, bet citiem lapu kokiem 3,0.

**Meža elementa caurmēru sadalījuma Veibula formulas novietojuma parametra
aproximācijas vienādojuma (13. formula) koeficienti**

Elements	Vienādojuma parametri			Vienādojuma statistiskie rādītāji	
	Koeficients	Koeficienta vērtība	Koeficienta standartklūda	Standartklūda	Determinācijas indekss
Priede	c_0	0.8521	0.9300	2.137	0.882
	c_1	38.6289	8.1971		
	c_2	1.9854	0.3262		
	c_3	36.1884	6.4883		
Egle 1. stāvs	c_0	0.2142	0.9124	1.754	0.853
	c_1	40.4624	9.4712		
	c_2	1.9733	0.3023		
	c_3	34.6705	6.7965		
Egle 2. stāvs	c_0	-0.3423	1.1172	1.176	0.864
	c_1	16.1928	3.2989		
	c_2	1.7686	0.3986		
	c_3	12.6400	1.6610		
Lapu koki	c_0	1.1492	0.3179	1.498	0.925
	c_1	49.2012	8.1459		
	c_2	1.6884	0.1399		
	c_3	47.4583	8.2180		

Aprēķinot Veibula sadalījumu ε koeficients priedei un eglei 1. stāvā ir 2.5, eglei 2. stāvā 3.0, bērzam un melnalksnim 2.0, bet citiem lapu kokiem 3.0

Modelējot koku šķērslaukuma sadalījumi aproksimēts ir arī meža elementa maksimālais caurmērs, kas atkarīgs no meža elementa vidējā caurmēra (1.4.5. tabula). Lai samazinātu meža elementa šķērslaukuma summas nesaisti šim parametram modelējot koku šķērslaukuma

sadalījumu pa caurmēra grupām lietojams korekcijas koeficients σ , kas priedei un eglei 1. stāvā ir 1,0, eglei 2. stāvā 3,0 un lapu kokiem 0,5.

1.4.5. tabula

Meža elementa maksimālā caurmēra vienādojuma (14. formula) koeficienti

Elements	Vienādojuma parametri			Vienādojuma statistiskie rādītāji	
	Koeficients	Koeficienta vērtība	Koeficienta standartklūda	Standartklūda	Determinācijas indekss
Priede	d_1	3.0047	0.1474	3.6286	0.9192
	d_2	0.8022	0.0148		
Egle 1. stāvs	d_1	2.6165	0.1818	4.2631	0.8098
	d_2	0.8586	0.0224		
Egle 2. stāvs	d_1	2.1765	0.1488	3.1408	0.8530
	d_2	0.8880	0.0252		
Lapu koki	d_1	2.7006	0.1002	3.9028	0.9221
	d_2	0.8449	0.0119		

Aprēķinot Veibula sadalījumu ϵ koeficients priedei un eglei 1. stāvā ir 1.0, eglei 2. stāvā 3.0 un lapu kokiem 0.5

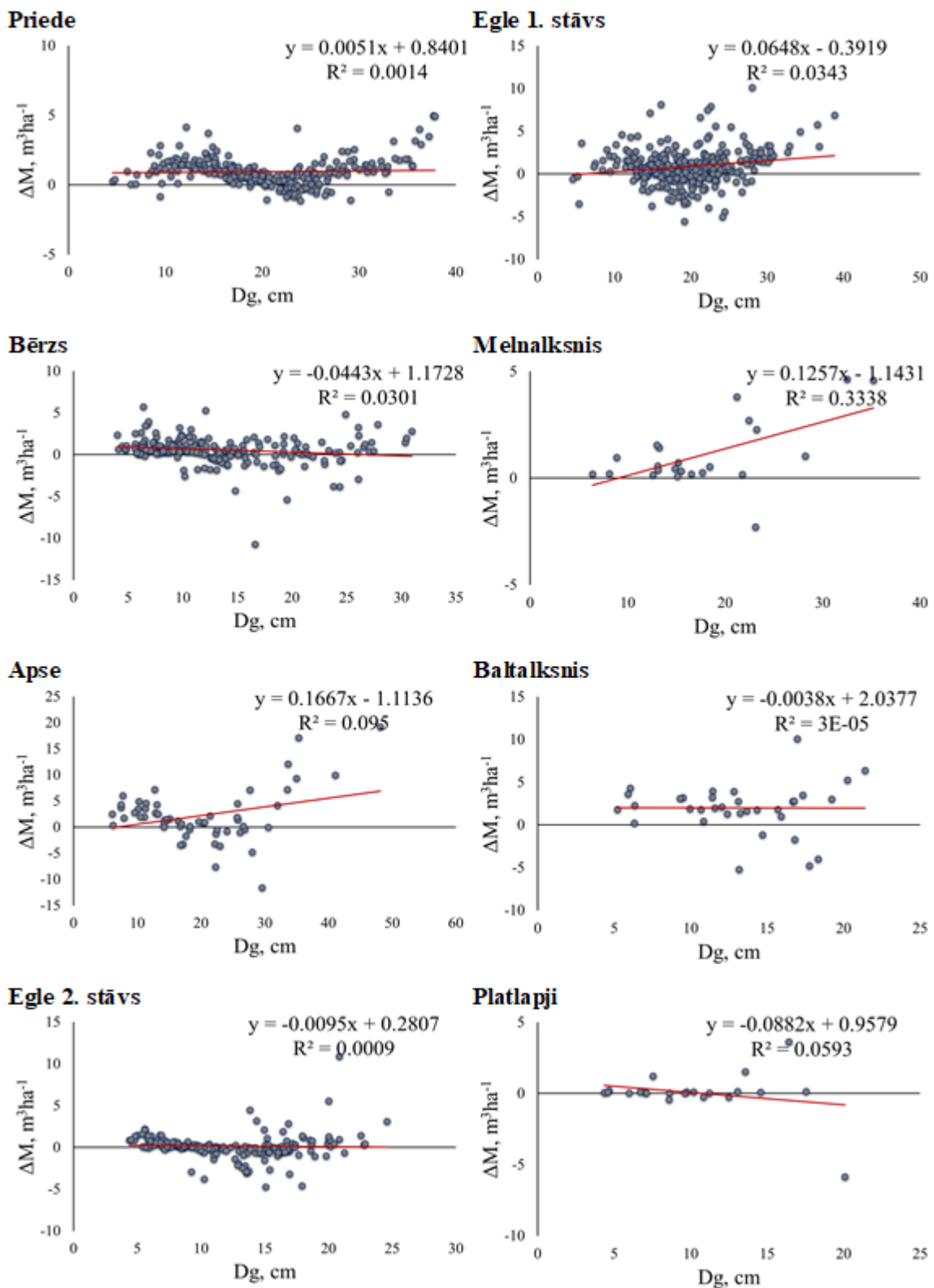
Katram meža elementam aproksimēts meža elementa šķērslaukuma sadalījums pa caurmēra grupām ar Veibula trīs parametru vienādojumu, kur parametri aprēķināti ar 11. – 14. formulu. Izmantojot katra elementa augstumlīkni, aprēķināta krāja un tā salīdzināta ar uzmērīto jeb faktisko krāju. Veicot šādas manipulācijas konstatēts, ka izmantojot Veibula sadalījumu nevis faktisko meža elementiem sistemātiski tiek prognozēta mazāka krāja nekā faktiskā, bet šī novirze ir neliela un procentuāli tā nepārsniedz 1% (1.4.6. tabula). Starpība starp faktisko krāju un aprēķināto tikai 8 gadījumos no 1135 pārsniedz $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, bet nevienā gadījumā nav lielāka par $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Tāpat meža elementiem, kam pietiekami liels novērojumu skaits (priede, egle, bērzs), šī novirze nav atkarīga no faktiskās krājas un meža elementa caurmēra. Kas liecina, ka izstrādātie vienādojumu vienlīdz labi strādā gan pie maziem caurmēriem, gan lieliem un gan pie mazām krājām jeb maza apjoma, gan lielām jeb liela apjoma (1.4.1. – 1.4.2. attēls).

1.4.6. tabula

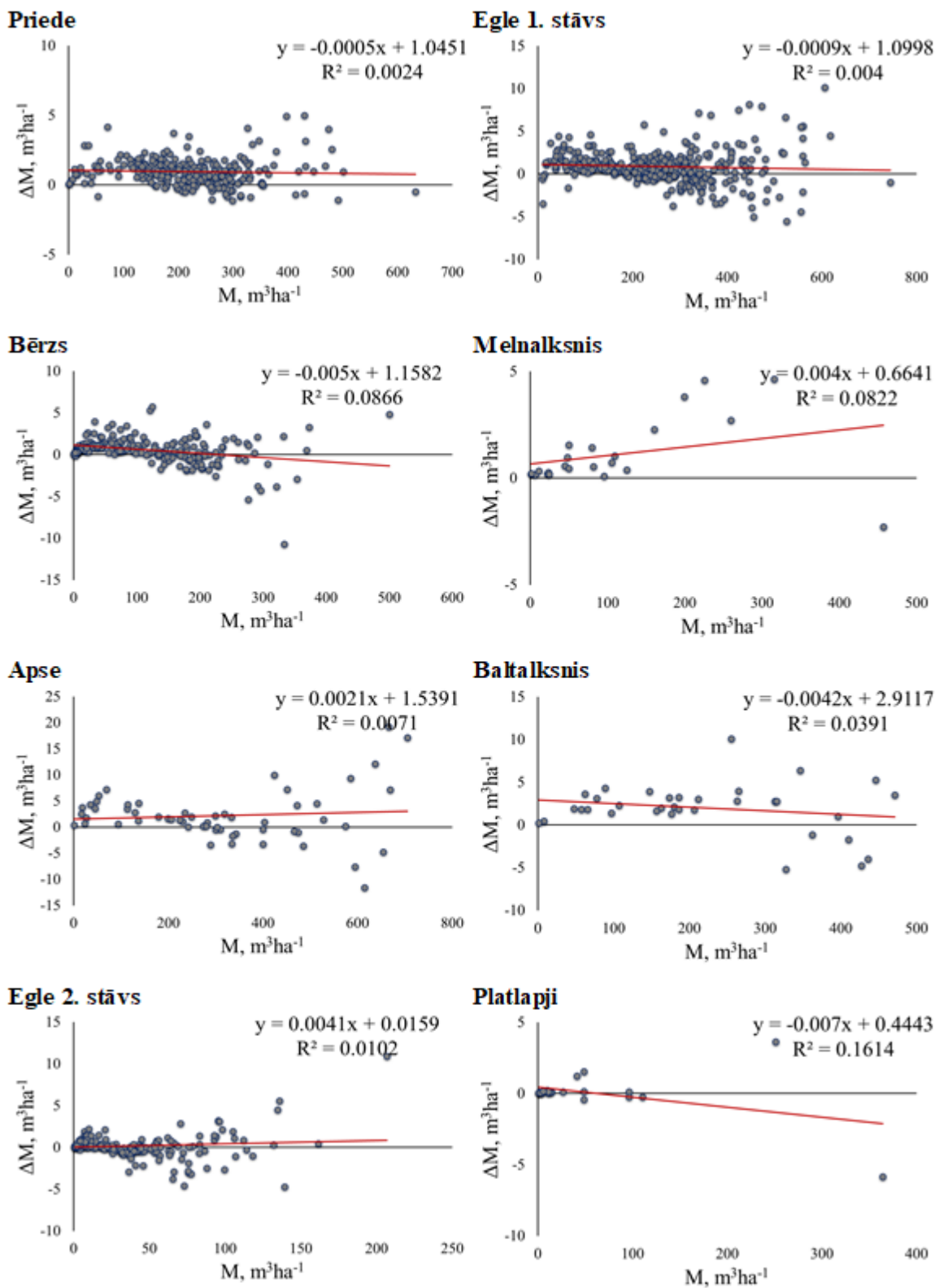
Aproksimētās (pēc Veibula aproksimētā koku sadalījuma caurmēra grupās) atsevišķa meža elementa krājas statistiskie rādītāji

Sugas grupa	Vid	MRES	MRES %	RMSE	RMSE %	MSE	R ²
Priede	217.83	0.95	0.43	1.37	0.63	1.86	1.000
Egle 1. stāvs	255.69	0.87	0.34	2.14	0.84	4.58	1.000
Bērzs	115.17	0.59	0.51	1.74	1.51	3.01	1.000
Melnalksnis	108.69	1.09	1.01	2.10	1.93	4.18	1.000
Apse	308.06	2.19	0.71	5.65	1.83	31.28	0.999
Baltalksnis	218.78	1.99	0.91	3.74	1.71	13.54	1.000
Egle 2. stāvs	37.37	0.17	0.45	1.50	4.01	2.24	0.998
Platlapji	55.09	0.06	0.11	1.70	3.08	2.73	1.000

vid - uzmērītā aritmētiski vidējā vērtība m; MRES - vidējā novirze, m; MRES% - procentuālā vidējā novirze; RMSE – standartnovirze, m; RMSE% - variācijas koeficients; MSE - vidējā kvadrātiskā klūda, m; R² - determinācijas koeficients.



1.4.1. attēls. Uzmērītā un ar Veibula vienādojuma aproksimētā šķērslaukuma aprēķinātā krājas starpība (ΔM) atkarībā no elementa vidējā krūšaugstuma caurmēra (D_g).



1.4.2. attēls. Uzmērītā un ar Veibula vienādojuma aproksimētā šķērslaukuma aprēķinātā krājas starpība (ΔM) atkarībā no elementa uzmērītās krājas (M).

1.5. Sortimentu iznākuma korekcija, balstoties uz vēsturisko sortimentāciju

1.5.1. Metodika

Sortimentu iznākuma korekcija veikta salīdzinot teorētisko sortimentu iznākumu ar vēsturisko sortimentu iznākumu.

Koku sortimentu teorētiskais iznākums jeb sortimentu iznākums bez koksnes vainām aprēķināts, izmantojot J. Doņa modificētu R. Ozoliņa (Ozolins, 2002) izstrādāto stumbra sortimentācijas modeli.

Vēsturiskais sortimentu iznākums iegūts no LVM 2017. – 2020. gada cirsmu datiem. Sortimentācijas korekcijas analīzē kopumā izmantoti dati par 71438 meža elementiem no 33193 cirmām (1.5.1. tabula). Izmantoti dati tikai no tām cirmām, kuras ir viena nogabala robežās un kuros veikta kailcirte vai kopšanas cirte. Tāpat analīzē iekļauj tikai tos elementus, kuru norādītais sagatavotais apjoms ir vismaz 30 m³.

1.5.1. tabula

Sortimentācijas korekcijai izmantotais meža elementu skaits dalījumā pa cirtes veidiem

Suga	Elementu skaits		
	Galvenā cirte	Kopšanas cirte	Kopā
Priede	11881	1825	13706
Egle	18472	4286	22758
Bērzs	19636	4362	23998
Melnalksnis	3601	137	3738
Apse	6099	190	6289
Baltalksnis	368	78	446
Ozols, Osis	496	7	503
Kopā	60553	10885	71438

Modelējot teorētisko sortimentāciju katrai sugai ir modelēti ne vairāk kā pieci sortimentu veidi. Tā kā LVM vēsturiskajā sortimentācijā atsevišķām sugām ir vairāk sortimentu veidi, tie ir pielīdzināti teorētiskās sortimentācijas modeļa sortimentiem (1.5.2. tabula).

1.5.2. tabula

Sortimentācijas korekcijā izmantotās sortimentu dimensijas un pielīdzinātie LVM sortimentu veidi

Suga	Sortimenta veids	Sortimentu grupa	L, m	D, cm	Pielīdzinātie LVM sortimentu veidi
Priede	Resnie zāģbaļķi	RLK	4.9	28	Visu veidu baļķi virs 28 cm
	Vidējie zāģbaļķi	VLK	4.9	18	Visu veidu baļķi no 18 līdz 28 cm
	Skuju koku tara	TLK	3.7	10	Tara un sīkbaļķi līdz 18 cm.
	Skuju koku papīrmalka	PM	3	6	Papīrmalka, tehniskā koksne, mieta
	Malka	M	2	3	Malka
Egle	Resnie zāģbaļķi	RLK	4.9	28	Visu veidu baļķi virs 28 cm
	Vidējie zāģbaļķi	VLK	4.9	18	Visu veidu baļķi no 18 līdz 28 cm
	Skuju koku tara	TLK	3.7	10	Tara un sīkbaļķi līdz 18 cm.
	Skuju koku papīrmalka	PM	3	6	Papīrmalka, tehniskā koksne, mieta
	Malka	M	2	3	Malka
Bērzs	Bērza zāģbaļķi / finieris	RLK	2.8	18	Finieris un baļķi virs 18 cm
	Lapu koku tara	TLK	2.5	12	Tara un sīkbaļķi līdz 18 cm.
	Bērza papīrmalka	PM	3	6	Papīrmalka, tehniskā koksne
	Malka	M	2	3	Malka, kamīnmalka
Melnalksnis	Melnalkšņa zāģbaļķi	RLK	2.5	24	Baļķi virs 24 cm
	Lapu koku tara	TLK	2.5	12	Tara līdz 24 cm.
	Tehniskā koksne	PM	3	6	Tehniskā koksne
	Malka	M	2	3	Malka, kamīnmalka

Suga	Sortimenta veids	Sortimentu grupa	L, m	D, cm	Pielīdzinātie LVM sortimenti
Apse	Apses zāgbaļķi	RLK	2.5	24	Baļķi virs 24 cm
	Lapu koku tara	TLK	2.5	12	Tara līdz 24 cm.
	Tehniskā koksne	PM	3	6	Papīrmalka, tehniskā koksne
	Malka	M	2	3	Malka
Baltalksnis	Lapu koku tara	TLK	2.5	12	Tara līdz 24 cm.
	Tehniskā koksne	PM	3	6	Tehniskā koksne
	Malka	M	2	3	Malka, kamīnmalka
Ozols, osis	Zāgbaļķi	RLK	2.5	18	Baļķi virs 18 cm
	Lapu koku tara	PM	2.5	12	Tara līdz 24 cm.
	Malka	M	2	3	Malka, kamīnmalka

1.5.2. Rezultāti

Koku sortimentu iznākums aprēķināts, izmantojot J. Doņa modificētu R. Ozoliņa (Ozolins, 2002) izstrādāto stumbra sortimentācijas modeli. Tā kā ar šo modeli tiek aprēķināts sortimentu iznākums veselīgiem (bez trapes, bez koksnes vainām, bez bojājumiem utt.) kokiem, tad lietkoksnis iznākumu koriģē un šis lietkoksnis (zāgbaļķu iznākuma) samazinājums pieskaitīts papīrmalkas un malkas sortimentiem (1.5.1. tabula). Šī sortimentu korekcija iegūta salīdzinot sortimentācijas modeļa prognozēto sortimentu iznākumu ar LVM 2017. – 2020. gada cirsma datiem jeb reālo sortimentu iznākumu.

1.5.1. tabula

Sortimenta iznākuma korekcija, balstoties uz vēsturisko sortimentāciju

Suga	Cirtes veids	RLK	VLK	TLK	PM	M
Priede	Galvcirte	0.90 no prognozētā	pieskaita 90% samazinājuma	0.60 no prognozētā	pieskaita 10% samazinājuma	nemainās
	Starpcirte	0.60 no prognozētā	0.6 no prognozētā	nemainās	pieskaita 90% samazinājuma	pieskaita 10% samazinājuma
Egle	Galvcirte	0.55 no prognozētā	pieskaita 10% samazinājuma	0.60 no prognozētā	pieskaita 90% samazinājuma	nemainās
	Starpcirte	0.05 no prognozētā	0.35 no prognozētā	0.80 no prognozētā	pieskaita 80% samazinājuma	pieskaita 20% samazinājuma
Bērzs	Galvcirte	0.70 no prognozētā		0.70 no prognozētā	pieskaita 60% samazinājuma	pieskaita 40% samazinājuma
	Starpcirte	0.10 no prognozētā		0.35 no prognozētā	pieskaita 85% samazinājuma	pieskaita 15% samazinājuma
Melnalksnis	Galvcirte	0.55 no prognozētā		0.55 no prognozētā	pieskaita 60% samazinājuma	pieskaita 40% samazinājuma
	Starpcirte	0.05 no prognozētā		0.45 no prognozētā	0.75 no prognozētā	pieskaita 100% samazinājuma
Apse	Galvcirte	0.30 no prognozētā		0.20 no prognozētā	pieskaita 85% samazinājuma	pieskaita 15% samazinājuma
	Starpcirte	0.01 no prognozētā		0.30 no prognozētā	pieskaita 60% samazinājuma	pieskaita 40% samazinājuma

Suga	Cirtes veids	RLK	VLK	TLK	PM	M
Baltalksnis	GalvCirte			0.20 no prognozētā	pieskaita 60% samazinājuma	pieskaita 40% samazinājuma
	Starpcirte			0.10 no prognozētā	pieskaita 40% samazinājuma	pieskaita 60% samazinājuma
Ozols	GalvCirte	0.45 no prognozētā		0.30 no prognozētā		pieskaita 100% samazinājuma
	Starpcirte	0.05 no prognozētā		0.05 no prognozētā		pieskaita 100% samazinājuma
Osis	GalvCirte	0.45 no prognozētā		0.30 no prognozētā		pieskaita 100% samazinājuma
	Starpcirte	0.05 no prognozētā		0.05 no prognozētā		pieskaita 100% samazinājuma

RLK – resnie zāgbaļķi, VLK – vidējie zāgbaļķi, TLK – tievie zāgbaļķi un taras kluči, PM – papīrmalka un tehniskā koksne, M – malka (sortimentācijas dimensijas 1.5.2. tabulā).

1.6. Augšanas gaitas izmaiņas pēc grāvju renovācijas un rekonstrukcijas

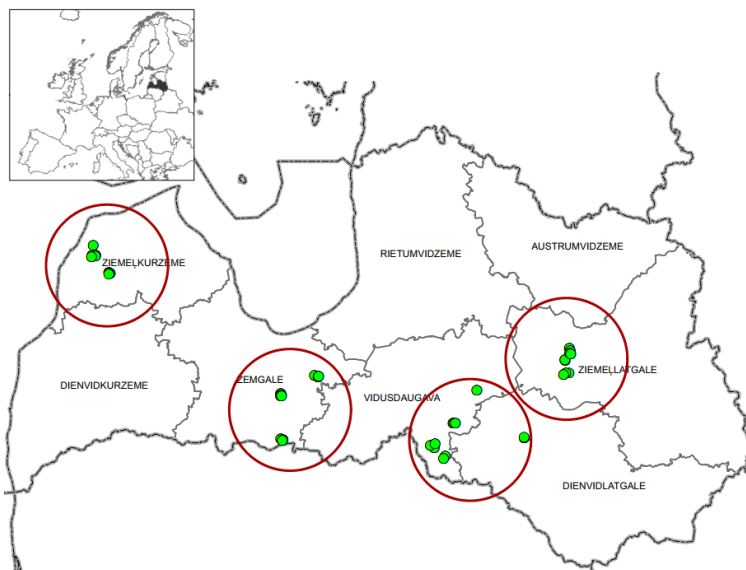
1.6.1. Metodika

1.6.1.1. Lauku darbu metodika

Objektu atlase

Objektus izvēlējās centrālās Latvijas vietās (1.6.1. attēls). Katrā vietā ierīkoti deviņi objekti. Objekti ierīkoti priedes, egles un bērza audzēs, un trīs vecuma grupās:

- priedei 1) 21-50 gadi, 2) 51-80 gadi, 3) 81-100 gadi;
- eglei un bērzam 1) 21-40 gadi, 2) 41-60 gadi, 3) 61-100 gadi.



1.6.1. attēls. Objekti grāvju renovācijas un rekonstrukcijas ietekmes izvērtēšanai.

Parauglaukumu vietas izvēle

Objekti ierīkoti audzēs, kurās I stāva valdošās koku sugas īpatsvars ir vismaz 60%. Katrā objektā kokaudzes uzmērīšana veikta trīs 500 m² lielos parauglaukumos (PL). PL ierīkoti uz transektas, kas perpendikulāra grāvim. Viens PL ierīkots 15 m attālumā no audzes malas, otrs PL ierīkots 45 m attālumā no audzes malas, bet trešais PL ierīkots 75 m attālumā no audzes malas. Tā kā šajā pētījumā pieņemts, ka šis trešais parauglaukums ir kā kontroles parauglaukums, tad parauglaukumu transektas izvēlēts tā, lai šī trešā parauglaukuma centrs neatrastos no neviena grāvja tuvāk par 75 m.

Fiksēts attālums no audzes malas līdz grāvja malai, grāvja platums (ar 1 m soli) un grāvja ass virziens.

Kokaudzes uzmērīšana

Visā parauglaukuma platībā (R=12,62 m) uzmērīti dzīvie koki, kuru krūšaugstuma caurmērs ir vismaz 6,1 cm, bet koki, kuru krūšaugstuma caurmērs ir 2,1-6,0 cm uzmērīti 100m² lielā laukumā (R=5,64 m).

Kokiem fiksēts:

- ✓ azimuts no parauglaukuma centra līdz koka sakņu kakla vidum (0,5° precizitāte);
- ✓ attālums no parauglaukuma centra līdz koka sakņu kakla vidum (1,0 cm precizitāte);
- ✓ suga;
- ✓ krūšaugstuma caurmērs ar 0,1 cm precizitāti;
- ✓ stāvs;
- ✓ Krafta klase;
- ✓ koka augstums mērīts dažādas dimensijas (caurmēra) kokiem – I stāva valdošās koku sugas elementam 10 kokiem, bet pārējiem meža elementiem pa 3 kokiem, tāpat augstumu mērīts visiem sausokņiem un stumbeņiem;
- ✓ koka vainaga sākuma augstumu mēra tiem kokiem, kam mēra augstumu un tikai tādā gadījumā, ja tas ir skaidri saskatāms.

Papildus katram parauglaukumam fiksēts:

- ✓ meža tips;
- ✓ kūdras slāņa biezums (vidējais no 6-10 vietām ar 5 cm soli);
- ✓ attālums no grāvja līdz audzes malai;
- ✓ grāvja platums (ar 1 m soli);
- ✓ grāvja ass virziens.

Koksnes paraugu ieguve radiālā pieauguma un vecuma noteikšanai

Tiem kokiem, kuriem mērīts augstums un kuri resnāki par 6 cm, ar Preslera svārpstu 1,25 m augstumā (5 cm zem caurmēra mērīšanas vietas) iegūts koksnes paraugus radiālā pieauguma un vecuma noteikšanai. Tātad PL urbti 10 koki no I stāva valdošā elementa un pa 3 no citiem elementiem.

1.6.1.2. Ierīkoto objektu raksturojums

Kopā ierīkoti 36 objekti priedes, egles un bērza audzēs, katrā pa 12 objektiem (1.6.1. tabula). Kopā uzmērīta informācija par 6143 dzīvajiem kokiem.

Kopā izurbti un radiālā pieauguma mērījumi veikti 1036 I stāva valdošās koku sugas kokiem: 346 priedēm, 385 eglēm un 305 bērziem.

Pamatā paraugļaukumi ierīkoti audzēs pie grāvjiem, kur renovācija veikta 2012. gadā – 29 objekti, bet pārējie 7 objekti ierīkoti audzēs, kur grāvju renovācija veikta 2006. vai 2010. gadā.

1.6.1. tabula

Augšanas gaitas izmaiņu raksturošanai pēc grāvju renovācijas un rekonstrukcijas paraugļaukumu taksācijas rādītāji

Objekts	PL	MT	s10	D s10	H s10	G 1st	G kopa	M 1st	M kopa	N 1st	N kopa
305_150_11	1	Ks	E	26.8	26.9	34	37	449	471	600	860
305_150_11	2	Ks	E	29.8	27.6	40	44	523	560	680	1080
305_150_11	3	Ks	E	29.1	27.1	35	41	453	492	580	1100
503_381_24	1	Ks	E	25.3	23.0	31	32	352	357	560	640
503_381_24	2	Ks	E	30.5	23.0	23	25	232	244	460	640
503_381_24	3	Ks	E	26.2	22.1	20	20	203	206	320	360
507_80_18	1	Ks	E	22.2	18.1	37	37	313	317	1000	1120
507_80_18	2	Ks	E	20.1	16.5	28	28	222	226	1040	1140
507_80_18	3	Ks	E	24.9	16.6	22	22	160	161	560	600
507_80_8	1	Ks	B	21.8	24.0	16	26	181	250	420	1680
507_80_8	2	Ks	B	25.7	25.6	18	27	204	272	320	1400
507_80_8	3	Ks	B	25.6	25.6	16	30	194	280	320	1080
507_82_4	1	Am	P	11.1	8.1	14	15	67	67	1480	1680
507_82_4	2	Am	P	10.8	8.9	10	10	53	53	1140	1140
507_82_4	3	Am	P	10.1	8.6	12	12	59	60	1520	1820
511_125_50	1	Ks	P	33.7	25.1	25	25	280	280	340	740
511_125_50	2	Ks	P	34.8	26.1	30	31	350	357	380	560
511_125_50	3	Ks	P	26.1	25.6	21	23	252	261	360	940
511_177_9	1	As	E	23.5	21.6	24	27	254	273	560	920
511_177_9	2	As	E	24.2	22.1	28	30	294	305	640	1300
511_177_9	3	Ap	E	26.9	23.5	32	34	350	365	820	1140
511_189_18	1	Kv	P	15.4	10.5	18	18	98	98	960	1060
511_189_18	2	Kv	P	15.7	10.9	19	19	107	107	980	1080
511_189_18	3	Kv	P	14.3	10.8	15	15	85	86	920	1120
511_83_22	1	Ks	B	10.8	14.0	11	15	79	91	1100	3920
511_83_22	2	Ks	B	11.5	14.8	13	15	98	104	1280	2640
511_83_22	3	Ks	B	11.1	15.8	18	19	139	141	1840	2940
511_87_2	1	Ap	B	14.8	18.0	21	23	182	189	1180	2360
511_87_2	2	Ap	B	13.0	14.8	16	17	120	124	960	1480
511_87_2	3	Ap	B	12.4	13.9	17	17	117	118	1100	1600
608_277_23	1	As	B	27.8	29.0	26	30	342	363	420	2320
608_277_23	2	As	B	25.1	27.7	29	32	364	383	580	1760
608_277_23	3	As	B	24.4	26.3	29	31	352	366	640	1020
608_287_3	1	As	P	33.9	33.1	52	62	780	844	580	2760
608_287_3	2	As	P	34.4	30.5	36	46	497	560	400	2560
608_287_3	3	As	P	31.3	30.9	30	35	424	459	340	2080
608_288_1	1	Am	P	13.6	11.9	16	17	102	103	1140	1740
608_288_1	2	Am	P	12.7	11.5	20	20	119	120	1560	1680
608_288_1	3	Am	P	11.8	10.0	13	13	72	72	1200	1200
609_289_18	1	As	P	31.0	33.4	43	53	650	753	560	1260
609_289_18	2	Ks	P	33.9	35.8	41	44	645	666	440	1000
609_289_18	3	Ks	P	32.1	31.0	32	42	450	528	400	2000
610_234_26	1	As	B	16.4	19.2	21	22	185	189	920	2160
610_234_26	2	As	B	16.1	18.9	18	18	155	159	860	1260
610_234_26	3	As	B	17.8	19.3	21	22	191	193	780	1100
610_235_9	1	As	E	30.4	26.1	35	36	425	431	480	520
610_235_9	2	As	E	27.1	26.5	45	45	585	585	780	780
610_235_9	3	As	E	26.2	27.0	37	37	495	498	660	700
611_242_12	1	As	E	22.4	22.3	42	42	463	464	1060	1080
611_242_12	2	As	E	20.8	21.6	35	35	391	391	1040	1040
611_242_12	3	As	E	22.5	22.1	40	40	443	444	1000	1040
611_245_9	1	As	E	16.3	14.6	24	25	185	190	1200	1540
611_245_9	2	As	E	15.0	14.6	21	24	162	177	1160	2000
611_245_9	3	As	E	15.3	14.0	23	24	167	172	1240	1920

**Augšanas gaitas izmaiņu raksturošanai pēc grāvju renovācijas un rekonstrukcijas
parauglaukumu taksācijas rādītāji**

Objekts	PL	MT	s10	D s10	H s10	G 1st	G kopa	M 1st	M kopa	N 1st	N kopa
611_252_10	1	As	B	17.6	23.4	24	33	258	320	980	2760
611_252_10	2	As	B	17.5	24.4	30	34	332	363	1240	1740
611_252_10	3	As	B	15.4	23.5	27	29	294	303	1440	1780
701_429_25	1	Am	B	25.5	24.1	31	42	345	425	680	1480
701_429_25	2	Am	B	21.3	23.1	31	41	341	411	760	1560
704_162_39	1	Am	E	30.9	27.7	41	43	542	556	540	660
704_162_39	2	Am	E	36.3	30.8	41	43	584	599	420	820
704_162_39	3	Am	E	33.6	27.3	33	34	419	420	380	980
704_165_16	1	As	E	16.5	16.0	25	27	210	219	1180	1420
704_165_16	2	As	E	15.6	15.1	24	26	194	207	1280	2820
704_165_16	3	As	E	15.1	14.8	22	23	173	183	1320	1760
704_166_29	1	As	B	8.8	10.6	13	13	73	73	1920	1920
704_166_29	2	As	B	11.5	12.3	9	12	56	72	860	1540
704_166_29	3	As	B	12.0	12.7	10	11	60	64	820	1260
704_172_34	1	Am	E	16.7	14.0	21	22	152	152	1040	1140
704_172_34	2	Am	E	15.5	14.1	20	20	146	147	1100	1160
704_172_34	3	Am	E	15.2	13.5	20	20	137	138	1220	1280
704_174_04	1	As	B	23.7	22.7	26	35	266	337	580	1220
704_174_04	2	As	B	22.2	21.7	22	28	221	259	520	900
704_174_04	3	As	B	23.9	22.2	21	28	214	256	480	880
710_180_3	1	As	P	24.7	23.2	33	36	354	370	680	940
710_180_3	2	As	P	26.1	25.6	38	39	438	444	740	800
710_180_3	3	As	P	29.7	27.0	43	43	521	521	760	760
710_181_32	1	Am	P	27.0	25.2	38	42	439	466	720	1080
710_181_32	2	Am	P	25.5	25.1	26	31	289	323	560	1120
710_181_32	3	Am	P	27.0	25.1	40	45	449	489	720	1240
710_188_9	1	Am	P	25.2	21.3	32	33	312	320	620	920
710_188_9	2	Am	P	27.7	22.6	26	29	269	282	440	740
710_188_9	3	Am	P	25.5	21.7	31	31	309	310	580	780
801_190_16	1	Ap	E	17.4	16.0	26	28	214	222	1520	2460
801_190_16	2	As	E	15.4	14.4	27	29	208	219	1820	3020
801_190_16	3	As	E	14.9	14.3	27	28	207	210	1600	2100
801_193_18	1	Km	P	17.7	15.0	20	21	149	150	880	1180
801_193_18	2	Am	P	15.3	15.0	25	25	189	189	1260	1260
801_193_18	3	Am	P	14.3	13.9	17	17	124	124	1000	1020
801_246_17	1	Ks	B	27.3	30.0	27	44	415	569	300	1000
801_246_17	2	Ks	B	24.6	29.1	26	43	360	521	440	960
801_246_17	3	Ks	B	25.6	28.9	17	32	229	367	340	1020
801_249_12	1	Ks	B	16.1	20.2	32	33	308	310	1600	1700
801_249_12	2	Ks	B	15.7	19.9	25	26	242	246	1300	1660
801_249_12	3	Ks	B	16.3	21.2	22	23	217	224	1060	1240
802_560_10	1	As	E	17.1	19.8	39	41	419	433	1700	2400
802_560_10	2	As	E	14.9	16.3	27	29	244	256	1560	2320
802_560_10	3	As	E	14.4	15.9	30	33	270	288	1860	2980
802_583_11	1	Km	P	28.2	23.6	33	39	360	391	620	1280
802_583_11	2	Km	P	27.8	24.9	29	33	319	344	620	1480
802_583_11	3	Km	P	31.5	24.0	23	31	255	304	300	1400
802_627_1	1	As	B	12.4	16.8	16	18	139	146	1160	3220
802_627_1	2	As	B	12.3	16.3	11	15	84	103	900	4480
802_627_1	3	As	B	11.5	15.7	12	14	89	99	1120	4060
802_639_7	1	Am	P	30.6	28.3	31	46	404	524	480	1660
802_639_7	2	Km	P	30.2	26.3	22	31	258	329	340	1720
802_639_7	3	As	P	28.1	28.0	29	36	364	424	580	1420

MT - meža tips; s10 - valdošā I stāva koku suga; D s10 - valdošās I stāva koku sugas vidējais caurmērs, cm; H s10 - valdošās I stāva koku sugas vidējais augstums, m; G 1st - kokaudzes I stāva šķērslaukums, m²ha⁻¹; G kopa - kokaudzes šķērslaukums, m²ha⁻¹; M 1st - kokaudzes I stāva krāja, m³ha⁻¹; M kopa - kokaudzes krāja, m³ha⁻¹; N 1st - kokaudzes I stāva koku skaits, gab. ha⁻¹; N kopa - kokaudzes koku skaits, gab. ha⁻¹

1.6.1.3. Kamerālo darbu metodika

Audzis un koka raksturojošie taksācijas rādītāji aprēķināti programmā MS Excel. Koku radiālais pieaugums uzmērīts, izmantojot gadskārtu platumu mērīšanas ierīci LINTAB-IV un datorprogrammu TSAP-Win™ Scientific.

Izvērtējot grāvju renovācijas ietekmi uz pieauguma izmaiņām šajā pētījumā pieņēma, ka trešais parauglaukums 75 m attālumā no grāvja nav ietekmēts un tas kalpo par kontroli. Ietekmes izvērtējums veikts tikai pirmā stāva valdošajai koku sugai.

Lai novērtētu grāvju renovācijas ietekmi uz pieauguma izmaiņām, izmantoti jaukti lineārie modeļi (linear mixed effect models), kur objekts izmantots kā nejaušais (random) faktors, jo katrā objektā ierīkoti trīs parauglaukumi (divi ietekmēti un viens kontroles) un ir skaidrs, ka vienā vietā ņemtie paraugi ir līdzīgāki nekā no dažādām vietām ņemtie. Analīzē kā ietekmējošais faktori izmantoti audzes vecums un ietekme (ietekmēts vai kontrole), bet kā atkarīgais mainīgais izmantots koku caurmēra un šķērslaukuma vidējais periodiskais pieaugums pēc grāvja renovācijas un pirms grāvja renovācijas (abos gadījumos perioda garums 8 gadi). Tā kā ir zināms vienīgi renovācijas gads, bet nav zināms precīzs laiks (pirms veģetācijas perioda sākuma, veģetācijas perioda laikā vai pēc veģetācijas perioda beigām), tad no aprēķiniem šo gadu izslēdz. Aprēķini veikti programmā SPSS for Windows 14.0.

1.6.2. Rezultāti

Augšanas gaitas izmaiņu raksturošanai pēc grāvju renovācijas pārbaudīti koku caurmēra un šķērslaukuma pieaugums. Tikai priedei pēc grāvju renovācijas konstatētas būtiskas ($p < 0,05$) gan caurmēra, gan šķērslaukuma pieauguma izmaiņas, bet eglei un bērzam šiem rādītājiem nav konstatētas būtiskas izmaiņas (1.6.2. tabula). Sākotnēji šie rezultāti šķiet pārsteidzoši, bet tie saskan ar profesora P. Zālīša atziņu, ka grāvju deformēšanās nav būtiski samazinājusi koku šķērslaukuma pieaugumu (Zālītis u.c., 2010). Tāpat šajā pētījumā P. Zālītis norāda, ka augšanas gaitas samazinājums deformētu grāvju tuvumā vērojams tikai priedēm. Iespējams tādēļ tikai priedēm mūsu pētījumā arī parādās būtiskas pieauguma izmaiņas.

1.6.2. tabula

Grāvju renovācijas ietekmes izvērtēšanai uz koku pieaugumu pārbaudīto faktoru statistiskie rādītāji

Suga	Parametrs	N	Zdvp pēc renovācijas		Zdvp pirms renovācijas		Zgvp pēc renovācijas		Zgvp pirms renovācijas	
			F	p	F	p	F	p	F	p
Priede	Intercept	346	1137.6	0.000	593.3	0.000	186.7	0.000	94.5	0.000
	Ietekme		18.5	0.000	1.7	0.191	8.6	0.004	2.9	0.092
	Vecums		444.6	0.000	153.9	0.000	19.6	0.000	0.5	0.466
	Ietekme x Vecums		14.4	0.000	1.3	0.246	5.9	0.015	1.6	0.211
Egle	Intercept	385	356.9	0.000	649.0	0.000	73.7	0.000	121.3	0.000
	Ietekme		0.4	0.521	0.0	0.843	0.1	0.714	0.1	0.766
	Vecums		79.2	0.000	184.6	0.000	0.0	0.902	5.2	0.023
	Ietekme x Vecums		0.7	0.391	0.1	0.758	0.4	0.519	0.0	0.888
Bērzs	Intercept	305	507.2	0.000	479.7	0.000	130.3	0.000	127.6	0.000
	Ietekme		1.1	0.297	0.6	0.425	0.0	0.935	0.2	0.649
	Vecums		100.3	0.000	86.5	0.000	1.1	0.294	1.4	0.233
	Ietekme x Vecums		0.8	0.384	1.0	0.313	0.1	0.792	0.4	0.544

Zdvp - vidējais periodiskais atsevišķa koka caurmēra pieaugums, cm; Zgvp - vidējais periodiskais atsevišķa koka šķērslaukuma pieaugums, cm²; F – Fišera kritērijs; p – faktora p vērtība

Vēl viens apliecinājums tam, ka grāvju deformācija nav samazinājusi audzes ražību ir pētījumā iekļauto objektu (parauglaukumu) audžu bonitāte. Priedēm vidēji parauglaukumos ir I bonitāte, eglēm Ia un bērziem I bonitāte (1.6.3. tabula). Līdz ar to iespējams, ka šis deformējies grāvis nemaz nav bijis limitējošais faktors, kas ietekmējis koku augšanu pirms renovācijas un līdz ar to arī pēc renovācijas. Tāpat mums nav pieejami informācija cik ilgstoši grāvis ir bijis sliktā stāvoklī un cik ļoti grāvis bija deformējies vai aizsērējis (izvēlēti grāvji, kur ir norāde, ka veikta atjaunošana vai pārbūve).

1.6.3. tabula

Pētījumā izmantoto audžu bonitāte parauglaukumos

Suga	Veids	Vidēji	Standartnovirze	Minimums	Maksimums
Priede	ietekme	0.78	1.79	-1.19	5.70
	kontrolē	0.94	1.65	-0.44	5.62
	kopā	0.83	1.73	-1.19	5.70
Egle	ietekme	0.29	1.04	-1.52	1.93
	kontrolē	0.49	1.12	-1.68	2.07
	kopā	0.36	1.05	-1.68	2.07
Bērzs	ietekme	0.85	1.37	-1.47	3.16
	kontrolē	0.91	1.14	-1.21	2.88
	kopā	0.87	1.28	-1.47	3.16

Lai arī tikai priedei ir konstatētas būtiskas pieauguma izmaiņas pēc grāvju renovācijas, tomēr koku vidējam periodiskajam šķērslaukuma pieaugumam vērojama pozitīva tendence visām sugām. Priedei ietekmētajos parauglaukumos vidējais periodiskais šķērslaukuma pieaugums ir par 15% lielāks nekā kontroles parauglaukumos, eglēm par 6%, bet bērzam par 3% (1.6.4. tabula).

1.6.4. tabula

Koku vidējais caurmēra un šķērslaukuma pieaugums

Parametrs	Suga	Ietekme		Kontrolē		Ietekme vs Kontrolē
		vid	se	vid	se	
Zdvp pēc renovācijas	Priede	0.37	0.02	0.34	0.02	1.10
	Egle	0.39	0.02	0.38	0.02	1.03
	Bērzs	0.41	0.02	0.43	0.03	0.94
Zgvp pēc renovācijas	Priede	90.75	4.51	78.87	5.31	1.15
	Egle	100.23	5.11	94.77	5.83	1.06
	Bērzs	82.31	4.29	80.15	5.47	1.03

Zdvp - vidējais periodiskais atsevišķa koka caurmēra pieaugums, cm; Zgvp - vidējais periodiskais atsevišķa koka šķērslaukuma pieaugums, cm²; vid - aritmētiski vidējā vērtība, se - standartklūda

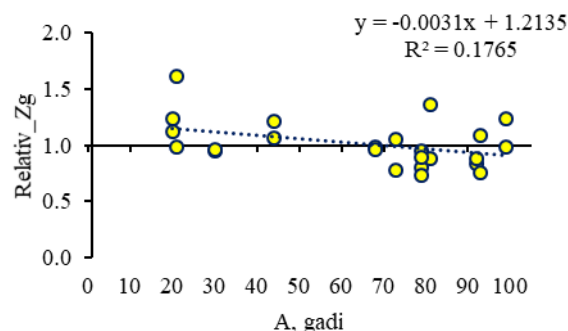
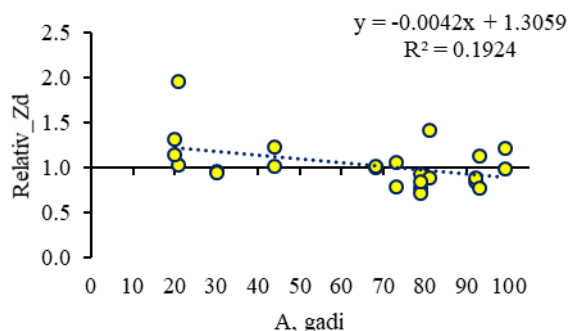
Aprēķināts arī katra parauglaukuma vidējais vidējā periodiskā caurmēra un šķērslaukuma pieaugums. Šis vidējais pieaugums katrā audzē ietekmētajiem parauglaukumiem attiecināts pret kontroles parauglaukumu, iegūstot relatīvo caurmēra un šķērslaukuma pieaugumu.

Pirmā tendence, kas parādās datos, ir tā, ka parauglaukumiem, kas ir 15 m attālumā no grāvja, un parauglaukumiem, kas ir 45 m attālumā no grāvja, šis relatīvais caurmēra un šķērslaukuma pieaugums neatšķiras būtiski (dispersijas analīzē p vērtība visos gadījumos >0,05). Tātad kokiem pieauguma izmaiņas pēc grāvja renovācijas ir līdzīgas gan 15 m attālumā no grāvja, gan arī 45 m attālumā no grāvja.

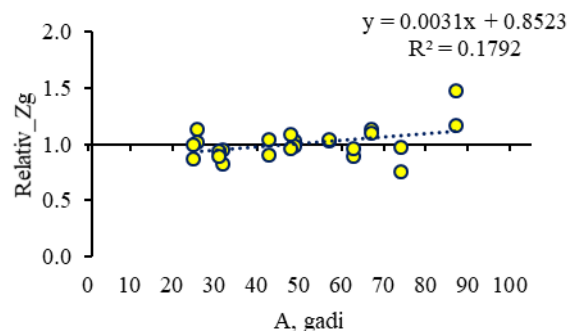
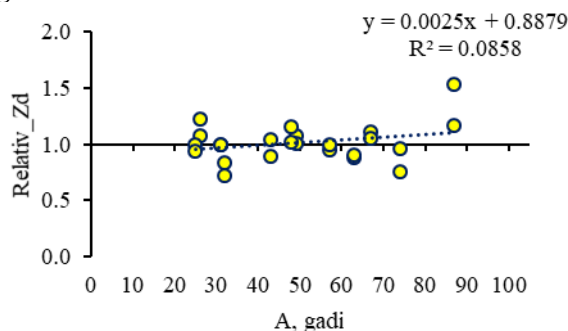
Otra tendence, priedēm audzēs līdz 50-60 gadu vecumam vērojama izteikti pozitīvas relatīvā caurmēra un šķērslaukuma izmaiņas (>1), bet vecākās audzēs relatīvās vērtības ir izkliedētas apus vērtībai 1 (1.6.2. attēls). Tas nozīmē, ka tikai šīs jaunākās priedes audzes pozitīvi reaģē uz grāvju renovāciju, bet vecākās audzes vairs nē. Pārējām koku sugām nav

vērojamas šāda veida tendences, kas visticamāk skaidrojamas ar labo augšanu pirms grāvju renovācijas.

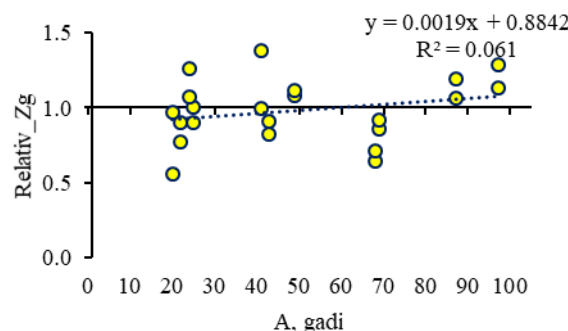
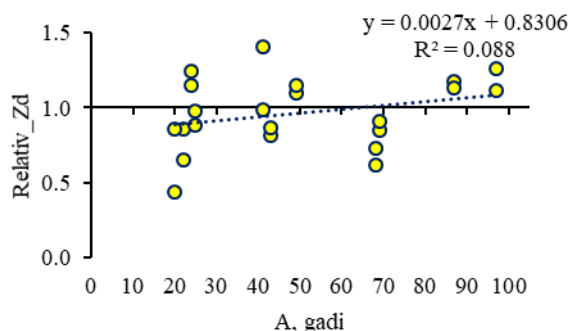
Priede



Egle



Bērzs



1.6.2. attēls. Relatīvais vidējais periodiskais caurmēra un šķērslaukuma pieaugums ietekmētajiem parauglaukumiem attiecībā pret kontroles parauglaukumiem atkarībā no kokaudzes vecuma.

Jāatzīmē, ka pieauguma izmaiņas izvērtētas astoņu gadu periodā pēc renovācijas. Iespējams, ka ilgākā laika periodā pieauguma izmaiņas būtu būtiskas arī egles un bērza audzēm. Tāpat pētījumā ir izvēlētas tikai tās audzes, kur pirms (10 gadus) un pēc grāvju renovācijas nav veikta cita saimnieciskā darbība. Iespējams, ka grāvju renovācijai papildus efekts būtu lielāks, ja līdz ar grāvja renovāciju tiktu veiktas arī kopšanas cirtes, tādā veidā samazinot koku savstarpējo konkurenci.

Nākotnē būtu ieteicams veikt fundamentālāks pētījumu ar plašāku datu bāzi un iespējams ierīkojot nevis novērojumu parauglaukumus, bet gan veikt eksperimentus.

2. Meža resursu stāvokļa izmaiņas līdz 2120. gadam pie dažādiem mežsaimniecības scenārijiem

2.1. Metodika

2.1.1. Mežsaimniecības scenāriji

Šajā pētījumā izvērtēti trīs mežsaimniecības scenāriji:

1. ikdienišķa mežsaimniecība,
2. pasīva mežsaimniecība;
3. intensīvi-mērķtiecīga mežsaimniecība.

Detālāka katra scenārija mežsaimniecība aprakstīta nodaļā par saimnieciskās darbības modelēšanu, bet šeit īss apraksts, lai izprastu mežsaimniecības scenāriju atšķirības.

Ikdienišķa mežsaimniecība. Šajā scenārijā meža resursu modelēšana veikta atbilstoši šī brīža mežsaimniecības praksei un meža īpašnieku uzvedībai un pie līdzšinējā normatīvā regulējuma.

Pasīva mežsaimniecība. Šajā scenārijā mežsaimniecība modelēta atbilstoši ikdienišķas mežsaimniecības scenārijam, vienīgi no mežiem, kuros ir atļauta mežsaimniecība, 160 tūkst. ha “pārliet” uz mežiem, kuros nav atļauta mežsaimniecība. Tādā veidā mežu platība bez mežsaimniecības šajā scenārijā ir 500 tūkst. ha.

Intensīvi-mērķtiecīga mežsaimniecība. Šajā scenārijā modelēta intensīvāka un mērķtiecīgāka mežsaimniecība. Meža resursu modelēšanā ņemtas vērā piedāvātās galvenās cirtes caurmēra izmaiņas Ministru kabineta 2012. gada 18. decembra noteikumos Nr. 935 "Noteikumi par koku ciršanu mežā" (2.1.1. tabula) un ar koku ciršanas izmaiņām saistītās meža atjaunošanas izmaiņas Ministru kabineta 2012. gada 2. maija noteikumos Nr. 308 „Meža atjaunošanas, meža ieaudzēšanas un plantāciju meža noteikumi” (2.1.2. tabula).

2.1.1. tabula

Esošie un piedāvātie galvenās cirtes caurmēri (cm) pēc valdošās koku sugas un bonitātes

Valdošā koku suga	GC minimālais caurmērs	Bonitāte			
		Ia	I	II	III, IV un V
Priede	Esošais	39	35	31	27
	Piedāvātais	30	30	30	30
Egle	Esošais	31	29	29	27
	Piedāvātais	26	26	26	26
Bērzs	Esošais	31	27	25	22
	Piedāvātais	25	25	25	25

2.1.2. tabula

Atjaunotajā platībā esošais un piedāvātais minimālais nepieciešamais kopējais ieaugušo koku skaits ($\text{gab} \cdot \text{ha}^{-1}$) atkarībā no valdošās koku sugas

Valdošā koku suga	Esošais	Piedāvātais
Priede	3000	2000
Ozols, osis, vīksna, goba, kļava, dižskābardis un skābardis	1500	1500
Pārējās sugas	2000	1500

Tāpat šajā scenārijā ievēroti mērķtiecīgi audzētu jaunaudzju augšanas gaitas principi, proti, pēc audzes nociršanas tā tiek atjaunota ar samazinātu koku skaitu un intensīvi kopta

(Zālītis et al., 2017). Vēl šajā scenārijā atjaunošana modelēta pa meža tipiem, pakāpeniski palielinot antropogēno atjaunošanu par 5% piecgadē, tomēr antropogēnās atjaunošanas īpatsvars nepārsniedz valsts mežos 2 reizes no sākotnējā (ši brīža) īpatsvara, pārējos mežos – 3 reizes. Pēc šāda algoritma nākotnē (pēc 100 gadiem) meža antropogēnā atjaunošana sasniegs aptuveni 70% (valsts mežos nedaudz virs 80%, bet pārējos mežos ap 60%) no atjaunotās platības. Salīdzinājumā šobrīd antropogēni atjaunoto platību īpatsvars ir aptuveni 35%. Tāpat šajā scenārijā kopšanas cirtēs mainīts algoritms tā, lai jaunaudzū stadijā audzes izkoptu intensīvāk (izkoptu procentuāli vairāk audžu, sāktu laicīgāk, atstātu mazāku koku skaitu), bet tuvojoties galvenās cirtes brīdim kopšanas ciršu intensitāte samazinās, tā veicinot pēc iespējas lielākas krājas iegūšanu galvenās cirtes brīdī. Intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā atšķirībā no pārējiem scenārijiem tiek modelēts, ka valsts mežos no galvenajā cirtē pēc vecuma aprēķinātā apjoma 20% no priedes, egles un bērza audžu platības tiks nocirstas “pēc caurmēra” nevis “pēc vecuma”. Tas nozīmē, ka kopējā galvenajā cirtē nocirstā platība valsts mežos nemainās.

2.1.2. Modelēšanā izmantotie dati

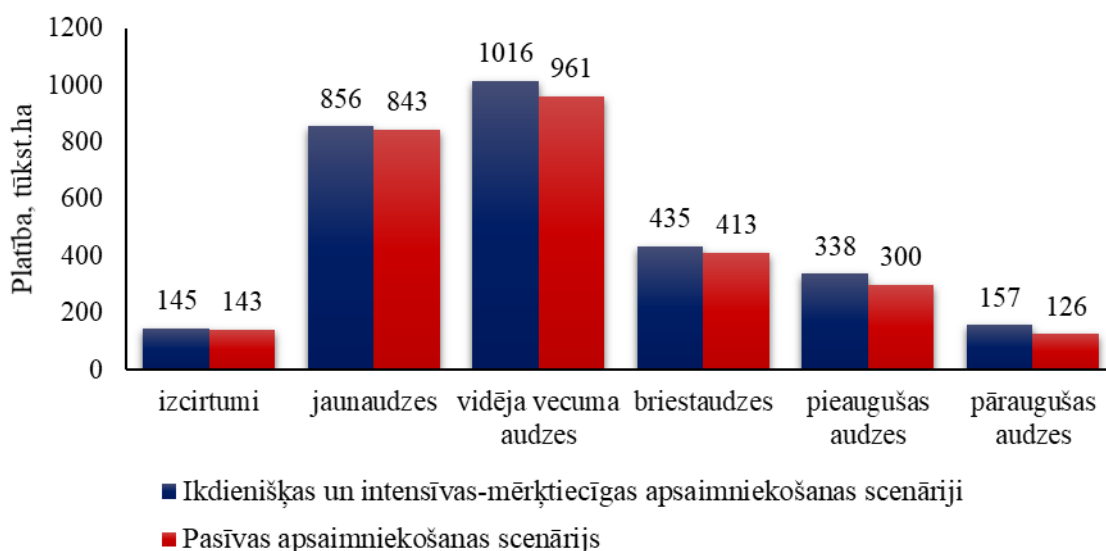
Izmantoti Latvijas meža statistiskās inventarizācijas (MSI) III cikla uzmērīto mežaudžu dati. No MSI datiem atlasīti tikai tie parauglaukumus (PL) un PL sektori, kuros zemju kategorija ir mežaudze, iznīkusi audze, vējgāze, izcirtums vai mežs lauksaimniecības zemē. Tāpat modelēšanā izmantoti tikai tie PL un PL sektori, kuru platība ir vismaz 400 m², jo pieņemam, ka šādas platības sektoros ir pieejams adekvāts koku sadalījums. Šiem kritērijiem MSI III cikla datu bāzē atbilst 6656 PL un PL sektori (3221 valsts, 3435 pārējie). Modelēšanā izmantotajiem sektoriem 1 m² reprezentatīvo platību mainīta tā, lai kopējā reprezentatīvā platība sakristu ar MSI III ciklā šajās zemju kategorijās uzmērīto reprezentatīvo platību (3285 tūkst. ha). Kopējā meža platība visā simulācijas procesā ir konstanta (netiek paredzēta ne atmežošana, ne apmežošana).

Pasīvajā mežsaimniecības scenārijā 2020. gadā samazina apsaimniekojamo mežu platības par 160 tūkst. ha. Šis scenārijs būvēts atsaucoties uz šī brīža Eiropas vides politikas tendencēm.

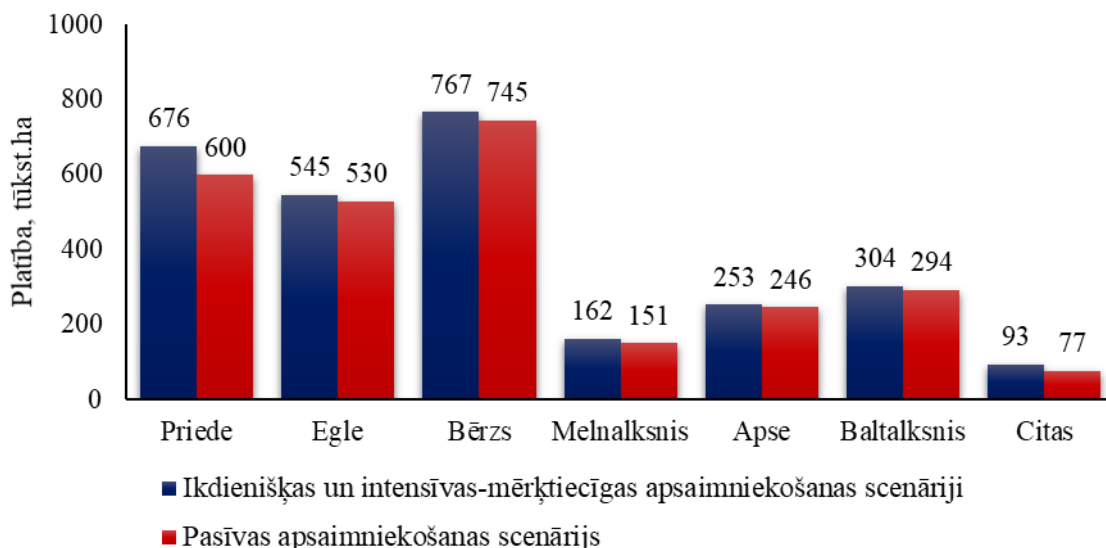
Apsaimniekojamo mežu platība samazināta jeb no apsaimniekojamiem mežiem izņem sekojošas platības (MSI PL vai PL sektorus) pēc sekojoša algoritma:

- izņem vecās audzes (P>160 gadi, E>120 gadi, B,M,A>100 gadi, Ba>60 gadi, platlapji >80 gadi);
- izņem Pv un Lk esošas audzes;
- izņem Gr, Grs, Nd, Db, Ap, Kp esošas audzes, kas vecākas par 80 gadiem;
- atlikušo platību ģenerē nejauši.

Šādas datu kopas manipulācijas šajā mežsaimniecības variantā ievērojami samazina pieaugušu un pāraugušu mežaudžu platības apsaimniekojamajos mežos (2.1.1. attēls). Tāpat gandrīz puse no platības, kas tiek izņemta no apsaimniekojamiem mežiem ir priežu audzes (2.1.2. attēls).



2.1.1. attēls. Mežaudžu iedalījums vecuma grupās dažādos mežsaimniecības variantos apsaimniekojamos mežos 2020. gadā.



2.1.2. attēls. Mežaudžu iedalījums pa valdošajām koku sugām dažādos mežsaimniecības variantos apsaimniekojamos mežos 2020. gadā.

2.1.3. Augšanas gaitas modelēšana

Mežaudžu augšanas gaitas modelēšanai izmantots LVMI Silava meža resursu prognozēšanas un modelēšanas rīks, kas ir pēdējos gados LVMI Silava mežzinātnieku veidots instruments meža nozares atbalstam un meža nozares konkurētspējas stiprināšanai.

LVMI Silavas meža resursu ilgtermiņa prognožu modelis veidots kā simulāciju modelis un meža resursu modelēšanā izmantojami dati no meža statistiskās inventarizācijas datu bāzes.

Kokaudzes izmaiņu modelēšana programmā notiek meža elementa līmenī, kur par vienu meža elementu pieņem vienā parauglaukuma sektorā vienas sugas un vienas paaudzēs vienā stāvā esošu koku kopu. Meža resursu izmaiņu modelēšana notiek pa piecgades periodiem.

Kokaudžu taksācijas rādītāju (H, D, G vai N) izmaiņu modelēšana ir determinisks process, bet atjaunošana un saimnieciskā darbība (koku ciršana) stohastisks process.

Determinisks process nozīmē to, ka šajā procesā augšanas gaitas modelēšanai izmanto determiniskus modeļus. Determiniskie modeļi paredzēti praktiskai augšanas gaitas prognozēšanai, un katru reizi pie vieniem un tiem pašiem ievades datiem tie prognozē vienu un to pašu pieaugumu jeb nākotnes vērtību. Lai raksturotu augšanas gaitas stohastisko jeb nejaušo dabu, saimnieciskās darbības modelēšanā tiek izmantoti stohastiskie modeļi, kas ar noteiktu (definētu) variāciju pie vienādiem ieejas datiem prognozē dažādu saimniecisko darbību. Piemēram, programmā tiek definēts cik daudz katrā meža tipā atjauno dabiski, cik antropogēni, kāda ir katras koku sugas sastopamība katrā meža tipā, kādā diapazonā ir dabiski atjaunotu audžu koku skaits, cik daudz kokus stāda, kāds ir piemistrojuma sugu īpatsvars utt. Ņemot vērā visas šīs nedefinētos parametrus, programma pēc atjaunošanas cirtes ģenerē nejaušu audzi, pie tam iniciējot šo procesu n reizes tiks ģenerētas n dažādas audzes, kas nebūs identiskas. Līdzīgi ir ar kopšanu, proti, programmā definē kādiem kritērijiem audzei jāatbilst, lai to koptu, cik daudz audzes piecgadē tiek izkoptas un kāds ir palikušās audzes šķērslaukuma diapazons pēc kopšanas cirtes, bet programma pati izlozē vai konkrētajā sektorā tiks modelēta vai netiks modelēta kopšana un cik liels ir palikušās audzes šķērslaukums. Līdz ar to var gadīties, ka audze atbilst kopšanas kritērijiem, bet ilgstoši vai pat nekad netiek izlozēta kopšanas veikšanai. Ar šiem stohastiskajiem modeļiem panāk to, ka neveidojas virkne PL un PL sektoru ar vienādām audzēm, kas tiek apsaimniekotas pēc viena noteikta scenārija.

Kokaudzes augšanas gaitas modelēšanā izmantoti LVMI Silava izstrādātie augšanas gaitas modeļi (Donis u.c., 2015, Donis u.c., 2019).

Intensīvas-mērķtiecīgas mežsaimniecības scenārijā ievēroti mērķtiecīgi audzētu jaunaudžu augšanas gaitas principi, proti, pēc audzes nociršanas tā tiek atjaunota ar samazinātu koku skaitu un intensīvi kopta (Zālītis et al., 2017).

2.1.3.1. Kokaudzes taksācijas rādītāju izmaiņu modelēšana

Atsevišķa meža elementa augšanas gaita tiek modelēta 2 variantos atkarībā no to vecuma:

- meža elementi līdz 5 gadu vecumam 1,3 m augstumā;
- meža elementi pēc 5 gadu vecuma 1,3 m augstumā.

Augstums

Meža elementa vidējā augstuma augšanas gaitas prognožu modelis MS Excel formātā meža elementiem līdz 5 gadu vecumam 1,3 m augstumā:

$$h_2 = h_1 + \left(\alpha_1 + \frac{\alpha_2 \cdot B^{\alpha_3}}{\alpha_4 \alpha_3 + B^{\alpha_3}} \right) \cdot \frac{\Delta t}{\Delta a + 5} \quad (15)$$

- h_2 – meža elementa vidējais augstums aktualizācijas perioda beigās, m;
- h_1 – meža elementa vidējais augstums aktualizācijas perioda sākumā, m;
- B – meža elementa bonitātes kods (0–6);
- Δt – aktualizācijas perioda garums, gadi;
- Δa – meža elementa vecuma starpība starp bioloģisko un krūšaugstuma vecumu, gadi;
- α_{1-4} – koeficienti (Donis u.c., 2019).

Meža elementiem, kas vecāki par 5 gadiem 1,3 m augstumā, vidējā augstuma aprēķināšanai izmanto 16. formulu.

Virsaugstums

Meža elementiem, kas ir līdz 5 gadiem 1,3 m augstumā, virsaugstuma aprēķināšanai, izmanto sekojošu sakarību:

$$h_{dom} = \left(\frac{h}{\alpha_1 \cdot n^{\alpha_3}} \right)^{\frac{1}{\alpha_2}} \quad (16)$$

- h_{dom} – meža elementa virsaugstums, m;
 h – meža elementa vidējais augstums, m;
 n – meža elementa koku skaits, ha⁻¹;
 α_{1-3} – koeficienti (Donis u.c., 2015).

Ja meža elementa koku skaits mazāks par 120 kokiem uz ha, tad virsaugstums ir vienāds ar vidējo augstumu.

Meža elementiem, kas vecāki par 5 gadiem 1,3 m augstumā, virsaugstuma augšanas gaitas prognožu modelis MS Excel formātā:

$$H_2 = 1.3 + \frac{A_2^{\alpha_1}}{\alpha_2 + 100 \cdot \alpha_3 \cdot X_0 + X_0 \cdot A_2^{\alpha_1}} \quad (17)$$

$$X_0 = \frac{A_1^{\alpha_1}}{100 \cdot \alpha_3 + A_1^{\alpha_1}} - \frac{\alpha_2}{A_1^{\alpha_1} - 1.3} \quad (17.1)$$

- H_2 – meža elementa virsaugstums aktualizācijas perioda beigās, m;
 H_1 – meža elementa virsaugstums aktualizācijas perioda sākumā, m;
 A_1 – meža elementa vecums 1,3 m augstumā aktualizācijas perioda sākumā, gadi;
 A_2 – meža elementa vecums 1,3 m augstumā aktualizācijas perioda beigās, gadi;
 α_{1-3} – koeficienti (Donis u.c., 2019).

Caurmērs

Meža elementiem, kas ir līdz 5 gadiem 1,3 m augstumā, vidējais krūšaugstuma caurmērs tiek modelēts kā sekundārs parametrs atkarībā no vidējā augstuma, pieņemot, ka H/D attiecība mainās atkarībā no koku sugas, meža tipa un koku skaita.

Meža elementiem, kas vecāki par 5 gadiem 1,3 m augstumā, vidējais krūšaugstuma caurmērs tiek modelēts atkarībā no sākotnējā vidējā caurmēra, vecuma un relatīvās I stāva biežības.

Meža elementa vidējā caurmēra aprēķināšanas modelis:

$$D_2 = 1.3 + \frac{A_2^{\alpha_1}}{\alpha_2 \cdot \frac{N_1}{N_{max}} + 100 \cdot \alpha_3 \cdot X_0 + X_0 \cdot A_2^{\alpha_1}} \quad (18)$$

$$X_0 = \frac{A_1^{\alpha_1}}{100 \cdot \alpha_3 + A_1^{\alpha_1}} - \frac{\alpha_2 \cdot \frac{N_1}{N_{max}}}{A_1^{\alpha_1} - 1.3} \quad (18.1)$$

$$N_{max} = \sum i p_i \cdot n_{max i} \quad (18.2)$$

$$n_{max} = \beta_1 \cdot D_1^{\beta_2} \cdot H_1^{\beta_3} \quad (18.3)$$

- D_2 – meža elementa vidējais caurmērs aktualizācijas perioda beigās, cm;
 D_1 – meža elementa vidējais caurmērs aktualizācijas perioda sākumā, cm;
 A_1 – meža elementa vecums 1,3 m augstumā aktualizācijas perioda sākumā, gadi;
 A_2 – meža elementa vecums 1,3 m augstumā aktualizācijas perioda beigās, gadi;

- N_1 – kokaudzes 1. stāva koku skaits aktualizācijas perioda sākumā, ha⁻¹;
 N_{max} – kokaudzes 1. stāva maksimālais koku skaits aktualizācijas perioda sākumā, ha⁻¹;
 n_{max} – atsevišķa 1. stāva meža elementa maksimālais koku skaits aktualizācijas perioda sākumā, ha⁻¹;
 ip – atsevišķa 1. stāva meža elementa īpatsvars;
 H_1 – meža elementa vidējais augstums aktualizācijas perioda sākumā, m;
 $\alpha_{1-3}; \beta_{1-3}$ – koeficienti (Donis u.c., 2019).

Koku skaits

Meža elementiem ar vecumu 1,3 m augstumā līdz 5 gadiem, tiek modelēts, ka katru gadu dabiskais koku skaita atmirums ir viens procents.

Meža elementiem, kas vecāki par 5 gadiem 1,3 m augstumā, koku skaits tiek aprēķināts kā sekundārs parametrs atkarībā no prognozētā meža elementa šķērslaukuma un caurmēra:

$$n = \frac{40000 \cdot g}{\pi \cdot d^2} \quad (19)$$

- n – meža elementa koku skaits, ha⁻¹;
 g – meža elementa šķērslaukums, m²ha⁻¹;
 d – meža elementa vidējais krūšaugstuma caurmērs, cm.

Šķērslaukums

Meža elementiem ar vecumu 1,3 m augstumā līdz 5 gadiem pieņemts, ka šķērslaukums līdz 1,3 m augstuma sasniegšanai ir 0 m²ha⁻¹, bet 5 gadus pēc 1,3 m augstuma sasniegšanas un vecākiem meža elementiem šķērslaukums nosakāms atbilstoši prognozētajam koku skaitam un caurmēram (pārveidojot 19. formulu).

Meža elementiem, kas vecāki par 5 gadiem 1,3 m augstumā, šķērslaukuma izmaiņas atkarīgas no meža elementa prognozētās šķērslaukuma diferences un maksimālā šķērslaukuma. Meža elementu šķērslaukuma diferenci aprēķins mainās atkarībā no prognozes perioda garuma, meža elementa šķērslaukuma un vecuma. Ja meža elementa šķērslaukums mazāk kā 10 m²ha⁻¹ vai krūšaugstuma vecums lielāks par šķērslaukuma aktualizācijas robežvecumu (Donis u.c., 2019), vai arī aktualizācijas ilgums pārsniedz 20 gadus, tad izmanto 21. formulu, bet pārējos gadījumos izmanto 22. formulu.

Meža elementu šķērslaukuma diferences modelis:

$$G_2 = G_1 + \left(\alpha_1 + \alpha_2 \cdot \frac{A_1}{100} + \alpha_3 \cdot A_1^{-2} + \alpha_4 \cdot \frac{G_1}{A_1} + \alpha_5 \cdot \frac{GL}{A_1} + \alpha_6 \cdot \frac{SI}{A_1} \right) (A_2 - A_1) \quad (20)$$

$$G_2 = G_1 + \left(\alpha_1 + \alpha_2 \cdot \frac{A_1}{100} + \alpha_3 \cdot A_1^{-2} \right) (A_2 - A_1) \quad (21)$$

- G_2 – meža elementa šķērslaukums perioda beigās, m²ha⁻¹;
 G_1 – meža elementa šķērslaukums perioda sākumā, m²ha⁻¹;
 A_1 – meža elementa krūšaugstuma vecums perioda sākumā, gadi;
 A_2 – meža elementa krūšaugstuma vecums perioda beigās, gadi;
 GL – šķērslaukuma summa perioda sākumā meža elementiem, kas vienādi vai lielāki par konkrēto meža elementu (ja 1. stāva meža elements, tad 1. stāva šķērslaukums, ja 2. stāva meža elements, tad 1. un 2. stāva šķērslaukuma summa), m²ha⁻¹;
 SI – pēc 1. formulas prognozētais vidējais augstums krūšaugstuma bāzes vecumā (P, E 100 gadi; B, M, A 50 gadi; Ba 20 gadi), m;
 α_{1-6} – empīriskie koeficienti, kas atkarīgi no koku sugas (Donis u.c. 2019).

Ar 20. un 21. formulām tiek prognozēts potenciālais meža elementa šķērslaukums, tomēr tas nedrīkst pārsniegt teorētiski maksimālo šķērslaukumu.

$$G_{max} = \frac{\alpha_1}{1 + \left(\frac{D}{\alpha_2}\right)^{\alpha_3}} \quad (22)$$

kur G_{max} – meža elementa maksimālais šķērslaukums perioda beigās, m^2ha^{-1} ;
 D – meža elementa krūšaugstuma caurmērs perioda beigās, cm;
 α_{1-3} – empīriskie koeficienti, kas atkarīgi no koku sugas.

$$G_{max} = \alpha_1 \cdot (1 - \exp(-\alpha_2 \cdot H_{dom})) \quad (23)$$

kur G_{max} – kokaudzes I stāva mediānais šķērslaukums, m^2ha^{-1} ;
 H_{dom} – kokaudzes I stāva valdošās koku sugas virsaugstums, m;
 α_{1-2} – empīriskie koeficienti, kas atkarīgi no koku sugas (Donis u.c. 2019).

Ar 22. formulu tiek aprēķināts maksimālais šķērslaukums apsaimniekotās mežaudzēs, bet maksimālais šķērslaukums neapsaimniekotās audzēs tiek aprēķināts ar 23. formulu.

Atsevišķa meža elementa šķērslaukums tiek prognozēts kā minimālais šķērslaukums no prognozētā potenciālā meža elementa šķērslaukuma un no aprēķinātā maksimālā meža elementa šķērslaukuma:

$$g_2 = \min(g'_2; g_{max}) \quad (24)$$

g_2 – meža elementa šķērslaukums perioda beigās, m^2ha^{-1} ;
 g'_2 – prognozētais meža elementa šķērslaukums perioda beigās (20. vai 21. formula), m^2ha^{-1} ;
 g_{max} – meža elementa maksimālais šķērslaukums (22. vai 23. formula), m^2ha^{-1} .

Krāja

Krājas aprēķināšanai izmanto I. Liepas atsevišķa koka tilpuma formulu (Liepa, 1996), ņemot vērā koku skaitu, koku vidējo augstumu un vidējo kvadrātisko caurmēru.

2.1.3.2. Saimnieciskās darbības modelēšana

Meža atjaunošana

Katrā modelēšanas piecgadē programma nocirstajās platībās modelē atjaunošanu.

Atjaunošanas veids

Atjaunošanas veids katram konkrētajam sektoram tiek ģenerēts nejauši, atbilstoši varbūtībām, ņemot vērā pēdējos divos gados izmantoto meža atjaunošanas praksi² (antropogēni atjaunoto platību īpatsvars) dalījumā pa īpašuma veidiem (valsts un pārējie) un meža tipiēm. Visos modelētajos scenārijos atjaunošanas veida (antropogēni un dabiski atjaunoto platību īpatsvars) izvēles algoritms ir vienāds, vienīgi intensīvi-mērķtiecīgi mežsaimniecības scenārijā pakāpeniski palielina antropogēno atjaunošanu par 5% piecgadē. Tomēr šajā scenārijā paredz, ka antropogēnās atjaunošanas īpatsvars nepārsniedz valsts mežos 2 reizes no sākotnējā īpatsvara, pārējos mežos – 3 reizes. Tāpat šajā scenārijā tiek modelēts, ja audze nocirsta atjaunošanas cirtē pēc caurmēra, tad platība tiek atjaunota antropogēni.

² VMD statistikas CD 2019-2020

Sugu sastāvs

Valdošo sugu katrā sektorā tiek ģenerēta nejauši, atbilstoši varbūtībām, ņemot vērā pēdējos divos gados izmantoto meža atjaunošanas praksi (antropogēni atjaunotajās platībās valdošā koku suga un dabiski atjaunotajās platībās valdošā suga pēc platības) dalījumā pa īpašuma veidiem (valsts un pārējie) un meža tiem.

Piemistrojuma koku sugas tiek ģenerētas nejauši, ņemot vērā to sastopamību³ meža tipos. Piemistrojuma sugu skaits un to īpatsvars mainās atkarībā no meža tipa (2.1.3. tabula).

Abos modelētajos scenārijos valdošās koku sugas un sugu sastāvs atjaunotajās platībās modelēts pēc viena un tā paša algoritma.

Koku skaits

Dabiski atjaunotās platībās kopējais atjaunojušos koku skaits tiek prognozēts robežās no 2000 līdz 18000 kokiem uz hektāra, kas programmā tiek aprēķināts, izmantojot Veibula (Weibull) vienādojumu.

Valdošās koku sugas koku skaitu aprēķina atbilstoši nedefinētajam īpatsvara intervālam (2.1.3. tabula), bet pārējās sugas un to daudzums tiek ģenerēts nejauši, atbilstoši to sastopamības varbūtībai.

2.1.3. tabula.

Valdošās sugas īpatsvars un piemistrojuma sugu skaits atbilstoši meža tipam

Meža tips	Antropogēna atjaunošana				Dabiska atjaunošana			
	Valdošās sugas īpatsvars		Piemistrojuma sugu skaits		Valdošās sugas īpatsvars		Piemistrojuma sugu skaits	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Sils	0.95	1.00	0	2	0.95	1.00	0	2
Mētrājs	0.85	1.00	0	3	0.85	1.00	0	3
Lāns	0.75	0.95	1	3	0.75	0.95	1	3
Damaksnis	0.75	0.90	1	4	0.65	0.90	1	4
Vēris	0.75	0.85	2	5	0.55	0.85	2	5
Gārša	0.75	0.80	2	5	0.55	0.80	2	5
Grīnis	0.75	1.00	0	2	0.75	1.00	0	2
Slapjais mētrājs	0.75	0.95	0	3	0.65	0.95	0	3
Slapjais damaksnis	0.75	0.90	1	4	0.55	0.90	1	4
Slapjais vēris	0.75	0.85	2	5	0.55	0.85	2	5
Slapjais gārša	0.75	0.80	2	5	0.55	0.80	2	5
Purvājs	0.75	0.95	0	2	0.55	0.95	0	2
Niedrājs	0.75	0.90	1	3	0.55	0.90	1	3
Dumbrājs	0.75	0.85	2	4	0.55	0.85	2	4
Liekņa	0.75	0.80	2	5	0.55	0.80	2	5
Viršu ārenis	0.85	1.00	0	2	0.85	1.00	0	2
Mētru ārenis	0.75	0.95	1	3	0.75	0.95	1	3
Šaurlapju ārenis	0.75	0.90	2	4	0.65	0.90	2	4
Platlapju ārenis	0.75	0.85	2	5	0.55	0.85	2	5
Viršu kūdrenis	0.85	0.95	0	2	0.85	0.95	0	2
Mētru kūdrenis	0.75	0.90	1	3	0.75	0.90	1	3
Šaurlapju kūdrenis	0.75	0.85	2	4	0.65	0.85	2	4
Platlapju kūdrenis	0.75	0.80	2	5	0.55	0.80	2	5

Antropogēni atjaunotajās mežaudzēs paredz, ka antropogēni atjaunotās koku sugas koku skaits ir normatīvos noteiktais minimālais koku skaits⁴. Pārējām koku sugām to kopējais koku skaits ir 0-25% no antropogēni atjaunotās koku sugas koku skaita, to skaits un sastāvs mainās

³ MSI III cikla dati

⁴ Meža atjaunošanas, meža ieaudzēšanas un plantāciju meža noteikumi: Ministru kabineta 2012. gada 2. maija noteikumi Nr.308.

atkarībā no meža tipa (2.1.3. tabula). Modelējot intensīvi-mērķtiecīgo mežsaimniecības scenāriju, valdošās koku sugas koku skaits tiek modelēts mazāks atbilstoši 2.1.2. tabulai.

Meža kopšana

Meža agrotehniskās kopšanas reizes nemodelē tieši, bet paredz, ka tās tiek veiktas, līdz ar to izslēdzot nepieciešamību modelēt stādījumu papildināšanu vai audžu iznīkšanu pirms 20 gadu vecuma sasniegšanas.

Ir definēts, pie kāda mežaudzes augstuma un vecuma tiek modelēts veikt sastāva un krājas kopšanas cirtes (2.1.4. tabula).

Tāpat ir definēts, ka pie audzes biežības 0,90 (faktiskā koku attiecība pret normatīvos noteikto normālo koku skaitu) tiek modelētas sastāva kopšanas cirtes. Ikdiensīkājā un pasīvajā mežsaimniecības scenārijā PL vai PL sektoros, kas atbilst sastāva kopšanas cirtes kritērijiem, tekošajā piecādē kopšanas cirte valsts mežos tiek modelēta 40% PL vai PL sektoru, bet pārējos mežos – 35%. Intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības variantā piecādē izkopto audžu īpatsvars visos mežos ir 50%.

Pēc sastāva kopšanas cirtes paliekošais koku skaits iepriekš definētā diapazonā tiek modelēts nejausi. Ikdiensīkājā un pasīvajā mežsaimniecības scenārijā tas valsts mežos ir 10 – 30% lielāks kā normatīvos noteiktais minimālais koku skaits, bet pārējos mežos tas ir 20 – 40% lielāks par minimālo koku skaitu. Savukārt intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā modelē, ka visos mežos palikušais koku skaits ir 10 – 30% lielāks kā normatīvos noteiktais minimālais koku skaits.

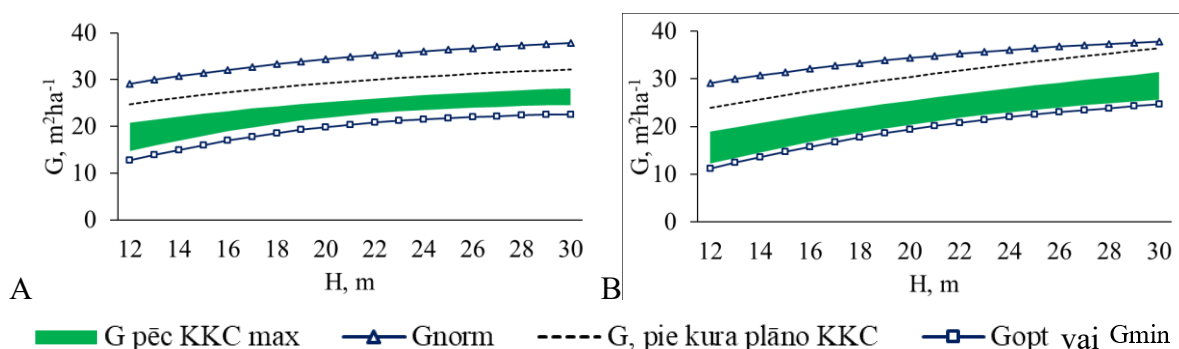
2.1.4. tabula.

Dažādu kopšanas ciršu augstuma un vecuma ierobežojumi

Valdošā koku suga	Sastāva kopšanas cirte				Krājas kopšanas cirte			
	Hmin	Hmax	Amin	Amax	Hmin	Hmax	Amin	Amax
Priede	2.0	11.9	6	40	12.0	—	—	90
Egle	2.0	11.9	6	40	12.0	—	—	70
Bērzs	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	60
Melnalksnis	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	60
Apse	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	30
Baltalksnis	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	30
Ozols	2.0	11.9	6	40	12.0	—	—	90
Osis	2.0	11.9	6	40	12.0	—	—	70
Liepa	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	70
Lapegle	2.0	11.9	6	40	12.0	—	—	90
Goba, vīksna	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	70
Dižskābardis	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	70
Skābardis	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	70
Papele	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	30
Vītols	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	30
Blīgzna	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	30
Baltegle	2.0	11.9	6	40	12.0	—	—	70
Kļava	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	70
Pīlādzis	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	60
Ķirsis	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	70

Ikdiensīkājā un pasīvajā mežsaimniecības scenārijā ir definēts, ka pie audzes biežības 0,85 (faktiskais šķērslaukums pret normatīvos noteikto normālo šķērslaukumu) tiek modelētas krājas kopšanas cirtes. PL vai PL sektoros, kas atbilst sastāva kopšanas cirtes kritērijiem (augstums, vecums, biežība), tekošajā piecādē kopšanas cirte visos mežos tiek modelēta 60% PL vai PL sektoru. Pēc krājas kopšanas cirtes paliekošais šķērslaukums tiek modelēts nejausi, un tas valsts mežos ir vismaz par 1,5 m²ha⁻¹ lielāks kā normatīvos noteiktais minimālais šķērslaukums, bet pārējos mežos tas ir par 2 m²ha⁻¹, bet minimālais izcērtamais šķērslaukums

attiecīgi ir vismaz 4,5 vai 4 m²ha⁻¹. Līdz ar to tiek modelēts, ka visas audzes netiek izkoptas līdz vienai noteiktai līnijai, bet gan nejauši noteiktā diapazonā (2.1.3. attēls).



2.1.3. attēls. LVMI Silava prognožu sistēmā definēto krājas kopšanas kritēriju piemērs:

A - ikdienišķais un pasīvais mežsaimniecības scenārijs, B - intensīvi-mērķtiecīgais mežsaimniecības scenārijs.

Intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā izmainīta gan atskaites līnija, pie kura tiek plānota kopšanas cirte, gan arī atskaites līnija, līdz kādam šķērslaukumam tiek izkoptas audzes. Abas līnijas izmainītas tā, lai jaunākās (zemākās) audzēs krājas kopšanas cirte tiktu plānotas agrāk (zemākas biežības audzēs) un intensīvākas, palikušās audzes šķērslaukums pat zem šobrīd normatīvos noteiktā minimālā šķērslaukuma (2.1.5. tabula). Savukārt augstākās audzēs, tātad audzēs kas tuvāk galvenās cirtes brīdim kopšanas cirte tiek plānotas biežākās audzēs un ar mazāku intensitāti (2.1.3. attēls). Šajā scenārijā modelē, ka piecgadē izkopto audžu īpatsvars visos mežos ir 70%. Intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā audzes biežība pirms un pēc cirtes: visos mežos atstāj 1m² virs izmainītā minimālā šķērslaukuma, un izcērt vismaz 5 m².

2.1.5. tabula.

Modelēšanā izmantotais minimālais šķērslaukums pēc krājas kopšanas cirtes

H, m	Priede		Egle		Bērzs		Apse, melnalksnis, baltalksnis	
	Gmin	Gopt	Gmin	Gopt	Gmin	Gopt	Gmin	Gopt
12	12.7	11.2	10.4	9.2	8.1	7.2	9.2	8.1
13	13.8	12.4	11.5	10.3	8.7	7.8	9.8	8.8
14	14.9	13.6	12.7	11.5	9.4	8.5	10.4	9.5
15	16.0	14.7	13.9	12.8	10.0	9.2	11.1	10.2
16	16.9	15.8	15.1	14.1	10.7	10.0	11.8	11.0
17	17.8	16.8	16.4	15.4	11.4	10.7	12.5	11.7
18	18.6	17.7	17.7	16.8	12.0	11.5	13.2	12.6
19	19.3	18.6	18.9	18.2	12.7	12.3	13.9	13.4
20	19.9	19.4	20.1	19.7	13.4	13.1	14.6	14.3
21	20.4	20.1	21.3	21.1	14.0	13.9	15.4	15.2
22	20.8	20.8	22.5	22.4	14.7	14.7	16.1	16.1
23	21.2	21.4	23.5	23.8	15.3	15.4	16.9	17.1
24	21.5	22.0	24.6	25.1	15.9	16.2	17.6	18.0
25	21.8	22.5	25.5	26.4	16.4	17.0	18.4	19.0
26	22.0	23.0	26.4	27.6	17.0	17.8	19.1	19.9
27	22.2	23.5	27.2	28.7	17.5	18.5	19.8	20.9
28	22.3	23.9	27.9	29.8	18.0	19.2	20.5	21.9
29	22.5	24.3	28.6	30.9	18.4	19.9	21.2	22.9
30	22.6	24.6	29.2	31.9	18.8	20.6	21.9	23.9

Gmin - aproksimētais normatīvos noteiktais minimālais šķērslaukums, Gopt - aproksimētais minimālais šķērslaukums pēc krājas kopšanas cirtes ikdienišķi - mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā

Ikdienišķajā un pasīvajā mežsaimniecības scenārijos un visos mežos 3% no platības audzēs, kas vecākas par 20 gadiem un jaunākas par normatīvos noteikto galvenās cirtes vecumu, tiek plānotas sanitārās izlases cirtes, kurās tiek nocirsti 17% no audzes šķērslaukuma. Platības īpatsvars ir atbilstošs šī brīža nocirstajai platībai sanitārajās cirtēs⁵. Intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā paredzot, ka mērķtiecīgi apsaimniekojot audzes abiotisko un biotisko bojājumu risks samazinās, tādēļ šajā scenārijā sanitārās izlases cirtes tiek plānotas 2% no platības.

Galvenā cirte

Tā kā tiek izmantota MSI datu bāze, kas nozīmīgi atšķiras no Meža valsts reģistra informācijas, galvenās cirtes platība netiek pieņemta kā konstante atbilstoši šī brīža nocirstajai platībai. Proti, modelējot galveno cirtes platību, tā katrā piecgadē netiek pieņemta atbilstoši šobrīd (pēdējos piecos gados) izcirstajai platībai, bet gan katrā piecgadē tā tiek no jauna aprēķināta atbilstoši mežaudžu struktūras izmaiņām.

Valsts mežos galvenajā cirtē nocērtamā platība katru piecgadi tiek aprēķināta līdzīgi kā to dara šobrīd VMD, proti, skuju kokiem tā ir 2. cirsma pēc vecuma, bet lapu kokiem – 1. cirsma pēc vecuma. Pārējo īpašnieku mežos tiek modelēts, ka galvenajā cirtē nocērtamo platību rēķina kā 1. cirsmu pēc vecuma (Ba 2. cirsma pēc vecuma, lai ņemtu vērā 10 gadus nevis 5 gadus pirms cirtmeta). Pēc vecuma galvenajā cirtē nocērtamās platības algoritms visos mežsaimniecības scenārijos nemainās.

Tāpat visos scenārijos pārējos mežos tiek modelēts, ka galvenajā cirtē daļa audzes, kas atbilst galvenās cirtes caurmēram, bet nav vēl sasniegušas galvenās cirtes vecumu, tiks nocirstas atjaunošanas cirtē pēc caurmēra. Pieņem, ka īpašnieku uzvedība nemainīsies, un katrā modelēšanas ciklā tiks nocirstas 15% no audzēm, kas sasniegušas galvenās cirtes caurmēru, bet nav sasniegušas galvenās cirtes vecumu.

Intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā atšķirībā no pārējiem scenārijiem tiek modelēts, ka valsts mežos no galvenajā cirtē pēc vecuma aprēķinātā apjoma 20% no priedes, egles un bērza audžu platības tiks nocirsta pēc caurmēra nevis vecuma. Tas nozīmē, ka kopējā galvenajā cirtē nocirstā platība valsts mežos nemainās, bet daļa audžu tiek nocirsta nevis pēc vecuma, bet caurmēra.

Ikdienišķajā un pasīvajā mežsaimniecības scenārijos tiek izmantoti šobrīd normatīvos noteiktie galvenās cirtes caurmēri, bet intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā tiek izmantotas piedāvātās galvenās cirtes caurmēra izmaiņas (2.1.1. tabula).

Ikdienišķajā un pasīvajā mežsaimniecības scenārijos tiek modelēts, ka atjaunošanas cirtē tiks nocirsta papildus platība, atbilstoši tam, kāda platība pēdējos divdesmit gados ir nocirsta citās galvenajās cirtēs⁶ (sanitārā vienlaidus cirte, vienlaidus ainavu cirte, rekonstruktīvā vienlaidus cirte u.tml.). Līdz ar to netieši ir iekļauts arī lielo dabisko traucējumu ietekme, jo šajā aprēķinā ietilpst 2005. gada vējgāze. Intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā šīs platības tiek samazinātas par 10%, pieņemot, ka mērķtiecīgi apsaimniekojot audzes abiotisko un biotisko bojājumu risks samazinās.

2.1.4. Finanšu plūsmas modelēšana

Šajā pētījumā mežaudžu vērtība tiek skatīta sašaurinātā nozīmē, proti, mežsaimniecības prognozēto ieņēmumu no koksnes realizācijas un izdevumu koksnes ražošanai, tajā skaitā meža atjaunošanai un kopšanai (pa piecgadēm) tīrā tagadnes vērtība.

Mežaudžu vērtība aprēķināta kā meža resursu tīrās tagadnes vērtība:

⁵ VMD statistikas CD 2019-2020

⁶ VMD statistikas CD 2000-2020

$$TTV = \sum_{y=0}^n \frac{R_y}{(1+r)^y} - \sum_{y=0}^n \frac{C_y}{(1+r)^y} \quad (25)$$

- TTV – tīrā tagadnes vērtība
 R_y – ieņēmumi y gadā
 C_y – izdevumi y gadā
 r – diskonta likme
 y – diskontēšanas perioda garums

Aprēķinos diskonta likme visiem mežiem pieņemta 4,58%.
 Finanšu plūsma rēķināta 100 gadus garam periodam.

Izmaksu un ieņēmumu pieņēmumi

Sortimentu dimensijas un to cenas patēriņa vietā noteiktas izmantojot Centrālās statistikas pārvaldes un LVM pēdējo piecu gadu datus (2.1.6. tabula).

2.1.6. tabula

Aprēķinos izmantotās sortimentu dimensijas un cenas patēriņa vietā

Suga	Sortimenta veids	L, m	D, cm	Cena, euro·m ⁻³
Priede	Resnie zāģbaļķi	4.9	28	69.51
	Vidējie zāģbaļķi	4.9	18	67.36
	Skuju koku tara	3.7	10	52.37
	Skuju koku papīrmalka	3	6	40.23
	Malka	2	3	25.35
Egle, baltegle	Resnie zāģbaļķi	4.9	28	72.49
	Vidējie zāģbaļķi	4.9	18	70.83
	Skuju koku tara	3.7	10	53.49
	Skuju koku papīrmalka	3	6	40.23
	Malka	2	3	25.35
Bērzs	Bērza zāģbaļķi / finieris	2.8	18	61.76
	Lapu koku tara	2.5	12	36.79
	Bērza papīrmalka	3	6	38.68
	Malka	2	3	25.35
Melnalksnis	Melnalkšņa zāģbaļķi	2.5	24	38.24
	Lapu koku tara	2.5	12	36.79
	Tehniskā koksne	3	6	32.63
	Malka	2	3	25.35
Apse, papele	Apses zāģbaļķi	2.5	24	41.20
	Lapu koku tara	2.5	12	36.79
	Tehniskā koksne	3	6	32.63
	Malka	2	3	25.35
Baltalksnis un citi mīkstie lapu koki	Lapu koku tara	2.5	12	36.79
	Tehniskā koksne	3	6	32.63
	Malka	2	3	25.35
Ozols, osis, citi cietie lapu koki	Zāģbaļķi	2.5	18	105.13
	Lapu koku tara	2.5	12	36.79
	Malka	2	3	25.35

Koku sortimentu iznākums aprēķināts, izmantojot J. Doņa modificētu R. Ozoliņa (Ozolins, 2002) izstrādāto stumbra sortimentācijas modeli. Tā kā ar šo modeli tiek aprēķināts sortimentu iznākums veselām (bez trupes, bez koksnes vainām, bez bojājumiem utt.) kokiem, tad lietkoksnis iznākumu koriģē un šis lietkoksnis samazinājums pieskaitīts papīrmalkas un malkas sortimentiem (2.1.7. tabula). Šī sortimentu korekcija iegūta salīdzinot sortimentācijas

modeļa prognozēto sortimentu iznākumu ar LVM 2017 – 2020 gada cirsmu datiem jeb reālo sortimentu iznākumu.

2.1.7. tabula

Aprēķinos izmantotā sortimentu korekcija

Suga	Cirtes veids	RLK	V LK	T LK	PM	M
Priede	GalvCirte	0.90 no prognozētā	pieskaita 90% samazinājuma	0.60 no prognozētā	pieskaita 10% samazinājuma	nemainās
	Starpcirte	0.60 no prognozētā	0.6 no prognozētā	nemainās	pieskaita 90% samazinājuma	pieskaita 10% samazinājuma
Egle	GalvCirte	0.55 no prognozētā	pieskaita 10% samazinājuma	0.60 no prognozētā	pieskaita 90% samazinājuma	nemainās
	Starpcirte	0.05 no prognozētā	0.35 no prognozētā	0.80 no prognozētā	pieskaita 80% samazinājuma	pieskaita 20% samazinājuma
Bērzs	GalvCirte	0.70 no prognozētā	0.70 no prognozētā	0.70 no prognozētā	pieskaita 60% samazinājuma	pieskaita 40% samazinājuma
	Starpcirte	0.10 no prognozētā	0.10 no prognozētā	0.35 no prognozētā	pieskaita 85% samazinājuma	pieskaita 15% samazinājuma
Melnalksnis	GalvCirte	0.55 no prognozētā		0.55 no prognozētā	pieskaita 60% samazinājuma	pieskaita 40% samazinājuma
	Starpcirte	0.05 no prognozētā		0.45 no prognozētā	0.75 no prognozētā	pieskaita 100% samazinājuma
Apse	GalvCirte	0.30 no prognozētā		0.20 no prognozētā	pieskaita 85% samazinājuma	pieskaita 15% samazinājuma
	Starpcirte	0.01 no prognozētā		0.30 no prognozētā	pieskaita 60% samazinājuma	pieskaita 40% samazinājuma
Baltalksnis	GalvCirte			0.20 no prognozētā	pieskaita 60% samazinājuma	pieskaita 40% samazinājuma
	Starpcirte			0.10 no prognozētā	pieskaita 40% samazinājuma	pieskaita 60% samazinājuma
Ozols	GalvCirte	0.45 no prognozētā		0.30 no prognozētā		pieskaita 100% samazinājuma
	Starpcirte	0.05 no prognozētā		0.05 no prognozētā		pieskaita 100% samazinājuma
Osis	GalvCirte	0.45 no prognozētā		0.30 no prognozētā		pieskaita 100% samazinājuma
	Starpcirte	0.05 no prognozētā		0.05 no prognozētā		pieskaita 100% samazinājuma

RLK – resnie zāgbaļķi, VLK – vidējie zāgbaļķi, TLK – tievie zāgbaļķi un taras kluči, PM – papīrmalka un tehniskā koksne, M – malka (sortimentācijas dimensijas 2.1.6. tabulā).

Nekustamā īpašuma nodoklis aprēķināts katram meža tipam kā aritmētiski vidējais no visiem bāzes vērtību līmeņiem ⁷(2.1.11. tabula). Nekustamā īpašuma nodoklis tiek modelēts skuju koku un cieto lapu koku audzēs virs 40 gadu vecuma, mīksto lapu koku audzēs virs 20 gadu vecuma, baltalkšņu audzēs virs 10 gadu vecuma, kā arī pirmos 3 gadus pēc audzes nociršanas atjaunošanas cirtē.

Administratīvās un citas mežsaimnieciskās (meža inventarizācijas, uguns apsardzības, aizsardzība pret trupi, infrastruktūras uzturēšanas utt.) izmaksas pieņemtas: saimnieciskajos mežos jeb mežos, kur atļauta mežsaimniecība 40 euro·ha⁻¹ gadā, bet aizsargājamajos mežos jeb mežos, kur nav atļauta mežsaimniecība 20 euro·ha⁻¹ gadā.

2.1.11. tabula

Aprēķinos izmantotā nekustamā īpašuma nodokļa likme

MT	Balles	Kvalitātes grupa	Nekustamā īpašuma nodokļa likme, eur·ha ⁻¹
Sl	14	2	1.85
Mr	24	3	3.45
Ln	30	3	3.45
Dm	44	4	4.67
Vr	48	4	4.67
Gr	50	4	4.67
Gs	7	1	1.13
Mrs	10	2	1.85
Dms	14	2	1.85
Vrs	16	2	1.85
Grs	20	2	1.85
Pv	8	1	1.13
Nd	10	2	1.85
Db	13	2	1.85
Lk	17	2	1.85
Av	15	2	1.85
Am	27	3	3.45
As	37	4	4.67
Ap	45	4	4.67
Kv	15	2	1.85
Km	27	3	3.45
Ks	37	4	4.67
Kp	45	4	4.67

2.2. Rezultāti

2.2.1. Mežaudžu vērtība

Šajā pētījumā mežaudžu vērtība tiek skatīta sašaurinātā nozīmē, proti, mežsaimniecības prognozēto ieņēmumu no koksnes realizācijas un izdevumu koksnes ražošanai, tajā skaitā meža atjaunošanai un kopšanai (pa piecgadēm) tīrā tagadnes vērtība.

Latvijas mežu vērtība pie 4,58% diskonta likmes ir

- ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā 5,626 miljardi eiro jeb 1712 eiro ha⁻¹;
- pasīvas mežsaimniecības scenārijā 5,259 miljardi eiro jeb 1601 eiro ha⁻¹;
- intensīvi-mērķtiecīgas mežsaimniecības scenārijā 6,313 miljardi eiro jeb 1922 eiro ha⁻¹ (2.2.1. un 2.2.2. tabula).

⁷ Valsts zemes dienests, http://kadastralavertiba.lv/wp-content/uploads/2016/11/Kopejais_27052016.pdf

Pasīvajā mežsaimniecības scenārijā mežu vērtība pie diskonta likmes 4,58% ir par 367 milj. eiro jeb par 6,5% mazāka nekā ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā. Savukārt pie šīs pašas diskonta likmes intensīvi mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā Latvijas mežu vērtība ir par 688 milj. eiro jeb par 12,2% lielāka nekā ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā.

Visos mežsaimniecības scenārijos apsaimniekojamo mežu vērtība ir augstāka nekā visu mežu vērtība. Tas tāpēc, ka neapsaimniekotajos mežos jeb aizsargājamajos mežos netiek modelēta koksnes ieguve un līdz ar to netiek modelēti ieņēmumi, tajā pašā laikā tiek modelētas administratīvās jeb uzturēšanas izmaksas, kas šo mežu vērtību padara negatīvu.

Vērtības aprēķini uzrāda vēl vienu tendenci, proti, šī brīža normatīvais regulējums, kas nosaka galvenajā cirtē nocērtamo apjomu valsts mežos ir meža finansiālās vērtības izmaiņu bremsējošs un līdz ar to mērķtiecīgu apsaimniekošanu bremsējošs. Jo salīdzinot intensīvi-mērķtiecīgo mežsaimniecības scenāriju ar ikdienišķo mežsaimniecības scenāriju redzams, ka apsaimniekojamajos mežos valsts mežu vērtība palielinājusies par 3,3%, bet pārējos mežos par 21,6%. Tas tāpēc, ka pārējos mežos netiek regulēts maksimāli pieļaujamais nocirstais apjoms galvenajā cirtē. Protams, modeļos ir ielikta šajos mežos pirmā cirsmā pēc vecuma, bet papildus šim vēl tiek modelēts, ka tiks cirstas 15% no audzēm, kas sasniegušas galvenās cirtes caurmēru. Līdz ar to mērķtiecīgi audzējot mežu iespējams ātrāk un vairāk izaudzēt audzes, kas atbilst šim mērķa caurmēram. Protams, šeit vēl jāatzīmē, ka valsts meži jau šobrīd tiek apsaimniekoti mērķtiecīgāk un atbilstošāk jaunākajām zinātniskajām atziņām, tādēļ kāpināt šo mežu vērtību nebūs iespējams tik strauji kā tas ir pārējo īpašnieku gadījumā.

2.2.1. tabula

Latvijas mežaudžu vērtība, milj. eiro

Mežu grupa	Scenārijs	Īpašums grupa	Diskonta likme						
			0.01	1	2	3	4	5	4.58
Visi meži	ikdienišķa mežsaimniecība	valsts	14 549	8 920	5 963	4 314	3 324	2 687	2 923
		pārējie	14 972	8 941	5 819	4 109	3 103	2 468	2 702
		visi	29 521	17 860	11 782	8 424	6 427	5 155	5 626
	pasīva mežsaimniecība	valsts	12 695	7 927	5 358	3 900	3 016	2 444	2 656
		pārējie	13 797	8 402	5 537	3 938	2 984	2 379	2 603
		visi	26 492	16 329	10 895	7 838	6 000	4 823	5 259
	intensīvi-mērķtiecīga mežsaimniecība	valsts	15 559	9 458	6 271	4 503	3 448	2 772	3 023
		pārējie	19 670	11 464	7 304	5 076	3 793	2 999	3 290
		visi	35 229	20 922	13 575	9 580	7 241	5 771	6 313
Apsaimniekojamie meži	ikdienišķa mežsaimniecība	valsts	14 986	9 192	6 147	4 449	3 428	2 771	3 015
		pārējie	15 049	8 989	5 851	4 133	3 121	2 482	2 718
		visi	30 035	18 180	11 999	8 581	6 549	5 253	5 733
	pasīva mežsaimniecība	valsts	13 814	8 466	5 656	4 090	3 152	2 549	2 773
		pārējie	14 515	8 655	5 627	3 973	3 001	2 390	2 616
		visi	28 329	17 121	11 283	8 063	6 153	4 940	5 388
	intensīvi-mērķtiecīga mežsaimniecība	valsts	15 995	9 729	6 454	4 637	3 551	2 856	3 114
		pārējie	19 748	11 512	7 336	5 100	3 811	3 013	3 306
		visi	35 742	21 241	13 790	9 736	7 362	5 869	6 420

2.2.2. tabula

Latvijas mežaudžu vidējā vērtība, eiro·ha⁻¹

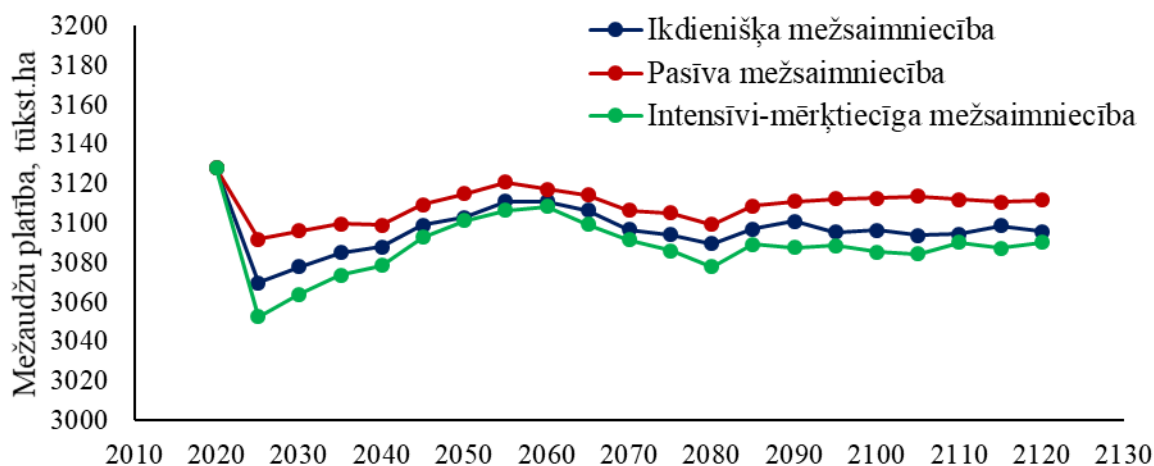
Mežu grupa	Scenārijs	Īpašums grupa	Diskonta likme						
			0.01	1	2	3	4	5	4.58
Visi meži	ikdienišķa mežsaimniecība	valsts	9 388	5 755	3 848	2 784	2 145	1 733	1 886
		pārējie	8 628	5 152	3 353	2 368	1 788	1 422	1 557
		visi	8 986	5 437	3 587	2 564	1 956	1 569	1 712
	pasīva mežsaimniecība	valsts	8 191	5 115	3 457	2 517	1 946	1 577	1 714
		pārējie	7 951	4 841	3 191	2 269	1 720	1 371	1 500
		visi	8 064	4 970	3 317	2 386	1 826	1 468	1 601
	intensīvi-mērķtiecīga mežsaimniecība	valsts	10 039	6 103	4 046	2 906	2 225	1 789	1 950
		pārējie	11 335	6 606	4 209	2 925	2 186	1 728	1 896
		visi	10 724	6 369	4 132	2 916	2 204	1 757	1 922
		valsts	11 109	6 814	4 557	3 298	2 542	2 054	2 246

Mežu grupa Apsaimniekojamie meži	Scenārijs	Īpašums grupa	Diskonta likme						
			0.01	1	2	3	4	5	4.58
			ikdienišķa mežsaimniecība	pārējie	8 826	5 272	3 432	2 424	1 830
	visi	9 877	5 979	3 946	2 822	2 154	1 728	1 885	
	pasīva mežsaimniecība	valsts	10 241	6 276	4 193	3 032	2 336	1 890	2 198
		pārējie	8 513	5 076	3 300	2 330	1 760	1 402	1 616
		visi	9 838	5 946	3 918	2 800	2 137	1 715	1 871
	intensīvi-mērķtiecīga mežsaimniecība	valsts	11 857	7 213	4 784	3 437	2 633	2 117	2 320
		pārējie	11 582	6 752	4 303	2 991	2 235	1 767	1 946
		visi	11 754	6 985	4 535	3 202	2 421	1 930	2 111

2.2.2. Mežaudžu platība

Pētījumā mežu resursu stāvokļu izmaiņu vērtēšanā netiek ņemta vērā meža ieaudzēšana un atmežošana, bet modelēta tikai esošā meža platība (mežaudzes un izcirtumi). Līdz ar to pētījumā iespējams izvērtēt tikai to, kā mainās meža platības dalījumā par valdošajām koku sugām.

Visos scenārijos mežaudžu platības tiek prognozēts, ka svārstīsies robežās ap 3100 tūkst. ha (2.2.1. attēls). Ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā tiek prognozēts, ka tā vidēji būs 3097±2,6 tūkst. ha, pasīvās mežsaimniecības scenārijā – 3109±1,6 tūkst. ha, bet intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā 3089±3,4 tūkst. ha. Salīdzinot ar MSI datiem jau pirmajā modelētajā piecgadē mežaudžu ir ievērojami mazāk, jo MSI datos pie izcirtumiem tiek pieskaitīti tikai svaigie izcirtumi, kuros nav notikusi atjaunošanās, bet modelētajos datos pieskaita pie izcirtumiem visas nocirstās audzes, pat ja tās nākošajā ciklā prognozē, ka atjaunojušās uzreiz pēc nociršanas jeb kārtējā gadā. Tāpat kritums, kas ir starp 2020. un 2025. gadu saistīts ar to, ka līdz 2020. gadam ir modelēts reāli nocirstais apjoms, bet vēlākos gados modelē teorētiski aprēķināto galvenajā cirtē nocērtamo apjomu (līdz šim vismaz valsts mežos tas nekad nav ticis nocirsts). Izvēlēts modelēt galvenajā cirtē teorētiski nocērtamo apjomu, jo tas labāk atsegtu katra scenārija mežsaimnieciskās darbības jeb bezdarbības ieguvumus vai zaudējumus.



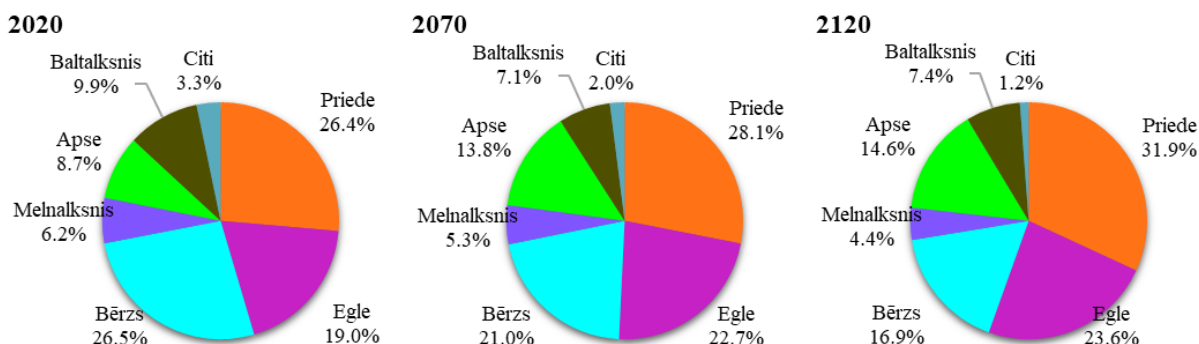
2.2.1. attēls. Prognozētās mežaudžu platības izmaiņas

Ikdienišķas un pasīvas mežsaimniecības scenārijā tiek modelēts, ka ar laiku atkal priedes audzes kļūs izplatītākās, bet otrajā vietā izvirzīsies egles audzes. Kas galvenokārt saistīts ar meža īpašnieku (gan valsts, gan pārējo) uzvedību palielināt pēdējo divu gadu laikā antropogēnas atjaunošanas īpatsvaru meža atjaunošana, un galvenokārt izvēloties skuju koku sugas. Jo īpaši privātajā mežu sektorā galvenokārt izvēlās egli. Tāpat skuju koku audžu platību

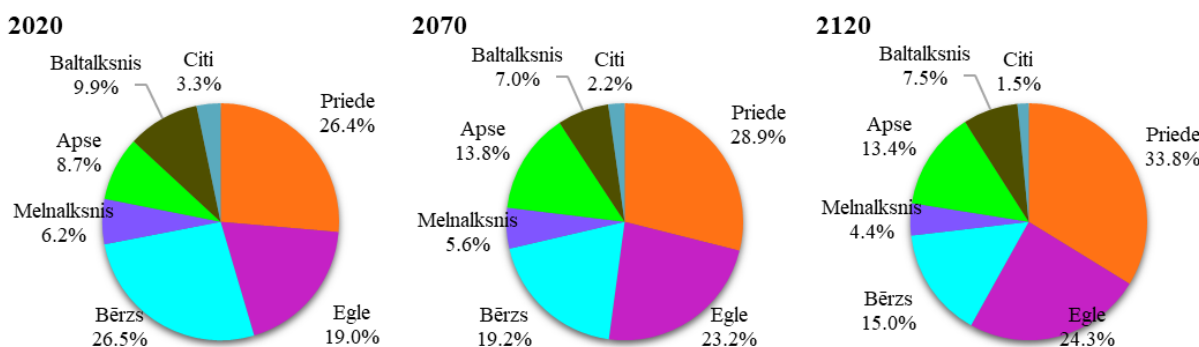
pieaugums ir uz šobrīd valdošo praksi kopšanas cirtēs pēc iespējas saglabāt skuju kokus. Starp šiem abiem scenārijiem nav vērojamas ievērojamas atšķirības platības sadalījumam starp valdošajām koku sugām ne pēc 50 ne arī 100 gadiem (2.2.2. attēls).

No šiem abiem scenārijiem ievērojami atšķiras intensīvi-mērķtiecīgais mežsaimniecības scenārijs, kur pēc 50 gadiem jau tiek prognozēts, ka izplatītākās būs egles audzes (2.2.2. attēls). Lapu koku audzes šajā scenārijā tiek prognozēts, ka ar laiku samazināsies pat zem 30%. Šeit atkal jāatzīmē, ka šis ir teorētisks scenārijs, kas balstās uz antropogēnas atjaunošanas palielināšanu un saglabājot pēdējo divu gadu meža īpašnieku praksi antropogēnajā atjaunošanā izvēlēties pamatā egli un priedi – attiecīgi 51% un 38%.

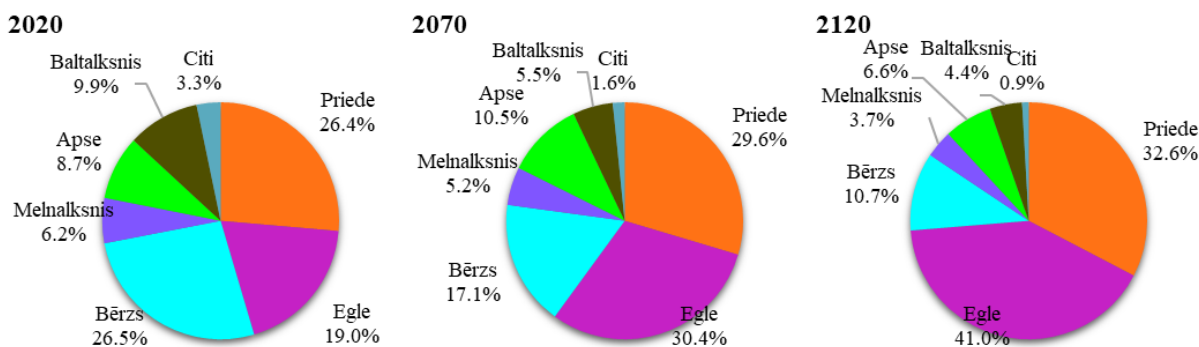
A



B



C



2.2.2. attēls. Mežaudžu platības īpatsvars dalījumā pa I stāva valdošajām koku sugām:

A – ikdienišķas mežsaimniecības scenārijs, B – pasīvas mežsaimniecības scenārijs, C – intensīvi-mērķtiecīgais mežsaimniecības scenārijs.

2.2.3. Augošu koku krāja

Prognozētā augošu koku krāja ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā palielināsies no 680 milj. m³ 2025. gadā līdz 780 milj. m³ 2120. gadā. Pasīvajā mežsaimniecības scenārijā

augošo koku krāja tiek prognozēta, ka 100 gadu laikā tā palielināsies no 684 milj. m³ 2025. gadā līdz 803 milj. m³ 2120. gadā. Augošos koku krājas palielinājums tiek prognozēts arī intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā - no 677 milj. m³ 2025. gadā līdz 792 milj. m³ 2120. gadā. Visos mežsaimniecības variantos aptuveni pēc 50 gadiem tiek prognozēts, ka augošo koku krāja stabilizēsies, proti nav novērojamas vairs nozīmīgas krājas izmaiņas (2.2.3. tabula). Lai gan intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā novērojama tendence, ka augošo koku krāja turpina nedaudz palielināties, bet abos pārējos scenārijos augošo koku krāja svārstās, bet nepalielinās.

2.2.3. tabula

Mežaudžu augošo koku krāja un izaudzētais apjoms

Gads	Dzīvi koki, milj.m ³			Izaudzētais*, milj.m ³		
	Ikdieniška mežsaimn.	Pasīva mežsaimn.	Intensīvi-mērķtiecīga mežsaimn.	Ikdieniška mežsaimn.	Pasīva mežsaimn.	Intensīvi-mērķtiecīga mežsaimn.
2025	680	684	677	763	761	764
2030	687	698	685	851	851	855
2035	698	715	700	943	942	951
2040	710	729	710	1034	1033	1045
2045	722	744	724	1125	1121	1138
2050	732	760	739	1218	1212	1235
2055	748	774	755	1310	1302	1331
2060	762	788	769	1404	1392	1428
2065	772	797	779	1498	1483	1526
2070	776	800	783	1591	1571	1624
2075	780	803	785	1685	1660	1722
2080	778	801	784	1778	1747	1819
2085	777	801	786	1869	1835	1916
2090	780	801	785	1960	1921	2012
2095	779	802	784	2051	2009	2108
2100	778	803	785	2143	2096	2205
2105	778	802	784	2235	2183	2304
2110	778	804	786	2328	2272	2404
2115	780	804	789	2422	2361	2505
2120	780	803	792	2517	2449	2606

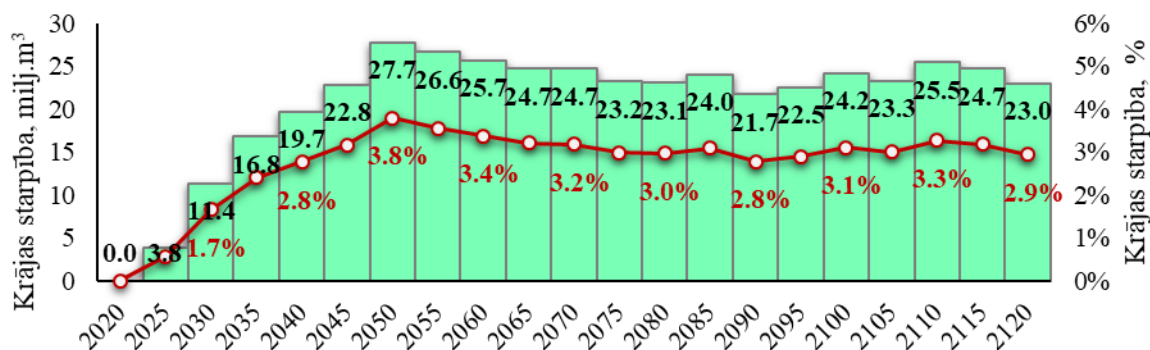
* dzīvo koku krāja plus nocirstā apjoma kumulāta laika posmā no 2020. gada

Augošo koku krāja starpība pasīvajā mežsaimniecības scenārijā salīdzinājumā ar ikdieniško mežsaimniecības scenāriju tiek prognozēts, ka pakāpeniski pirmo 30 gadu laikā palielināsies un tad stabilizēsies aptuveni 3% robežās. Savukārt intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā augošo koku krājas diference ar ikdieniško mežsaimniecības scenāriju ar laiku stabilizēsies aptuveni 1% robežās (2.2.3. attēls).

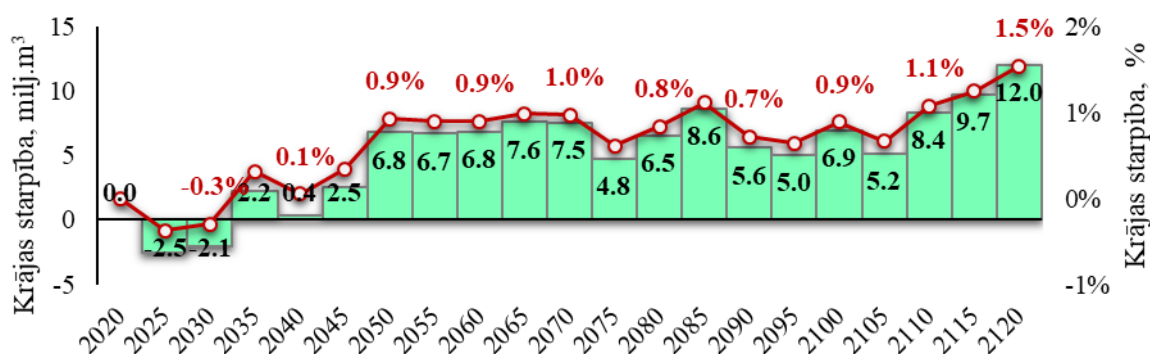
Jāatzīmē, ka dzīvo jeb augošo koku krāja neparāda mežsaimniecības rezultātu pilnīgi. Daudz labāks rādītājs mežsaimnieciskās darbības izvērtēšanai ir izaudzētais apjoms jeb krāja. Šajā pētījumā ar šo rādītāju apzīmē augošo koku krāju summētu ar nocirsto koku krājas kumulātu – un šis rādītājs, tad arī parāda cik efektīvi tiek izmantota mežu platība.

Analizējot izaudzēto koku krāju redzams, ka visefektīvāk mežu platība tiek izmantota intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā, bet vismazāk efektīvi pasīvajā meža mežsaimniecības scenārijā (2.2.3. tabula). Pasīvajā mežsaimniecības scenārijā pirmajos 50 gados izaudzētais apjoms tiek prognozēts par 20 milj. m³ jeb 1,3% mazāks nekā ikdieniškas mežsaimniecības scenārijā, bet pēc 100 gadiem – par 68 milj. m³ jeb 2,7% mazāks (2.2.4. attēls). Savukārt intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā pirmajos 50 gados izaudzētais apjoms tiek prognozēts par 33 milj. m³ jeb 2,1% lielāks nekā ikdieniškas mežsaimniecības scenārijā, bet pēc 100 gadiem – par 90 milj. m³ jeb 3,6% lielāks.

A

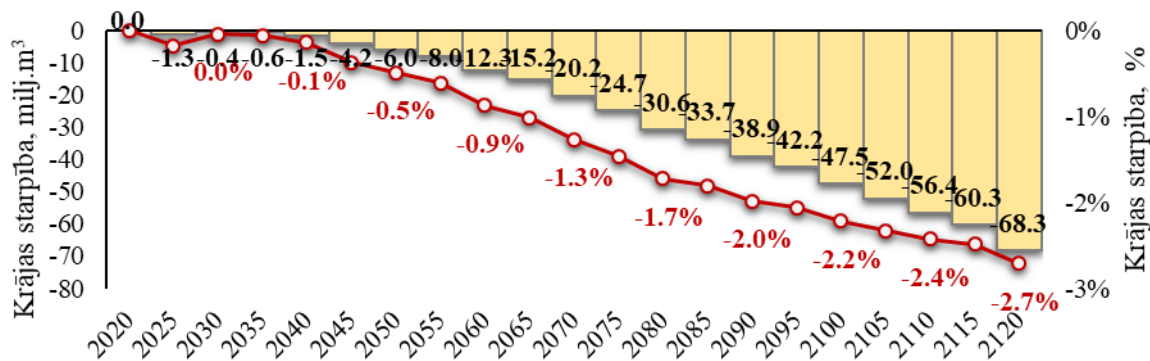


B

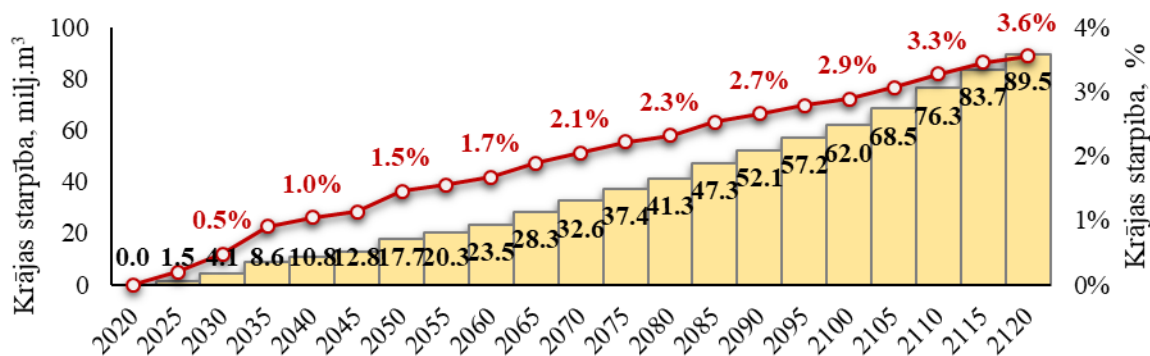


2.2.3. attēls. Augošo koku krājas difference starp ikdienišķo un pasīvo mežsaimniecības scenāriju (A) un starp ikdienišķo un intensīvi-mērķtiecīgo mežsaimniecības scenāriju(B).

A



B



2.2.4. attēls. Izaudzētā krājas difference starp ikdienišķo un pasīvo mežsaimniecības scenāriju (A) un ikdienišķo un intensīvi-mērķtiecīgo mežsaimniecības scenāriju (B).

2.2.4. Mežaudžu vecumstruktūra

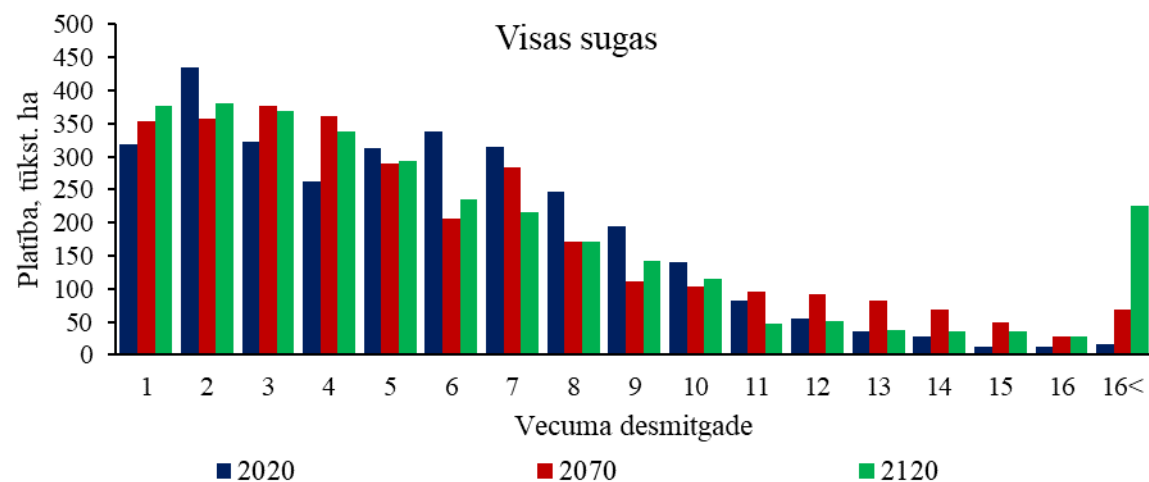
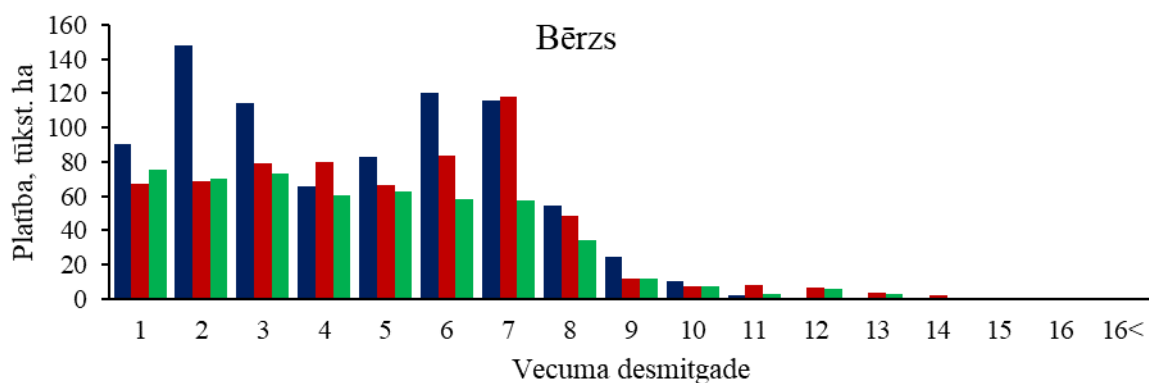
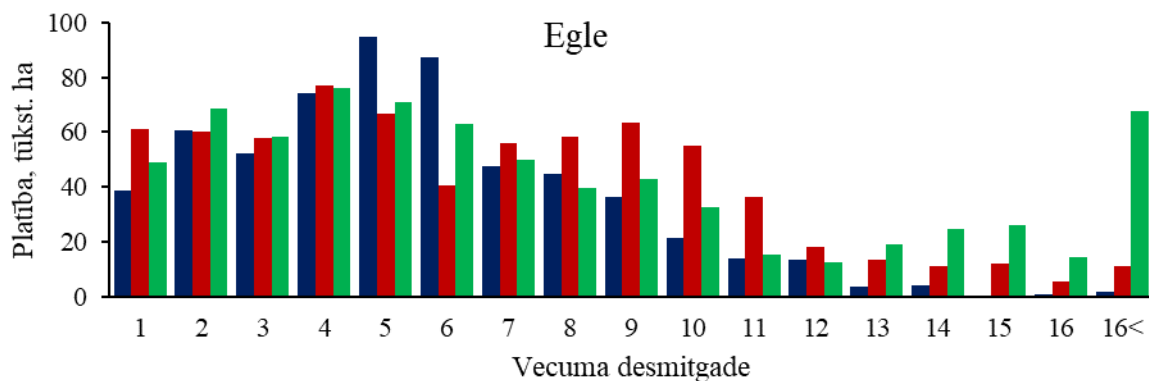
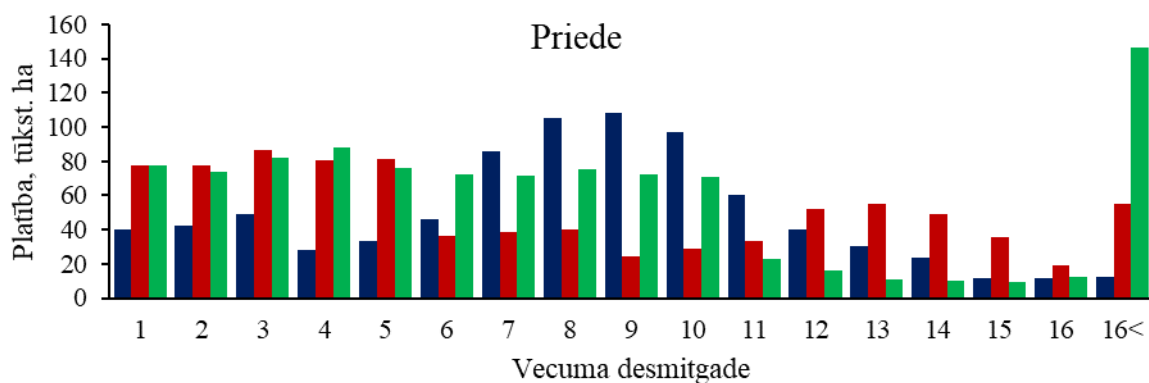
Prognozētais vidējais mežaudžu vecums ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā palielināsies no 50,9 gadiem 2020. gadā līdz 58,1 gadam 2120. gadā. Līdzīgas mežaudžu vidējā vecuma izmaiņas tiek prognozētas arī intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā, kur 2120. gadā vidējais vecums tiek prognozēts 57,9 gadi (2.2.3. tabula). Pasīvajā mežsaimniecības scenārijā mežaudžu vidējais vecums tiek prognozēts lielāks nekā abos pārējos mežsaimniecības scenārijos, kas arī saprotams, jo šajā scenārijā uzkrājas ievērojami vairāk pāraugušās audzes (2.2.5. – 2.2.7. attēli).

2.2.3. tabula

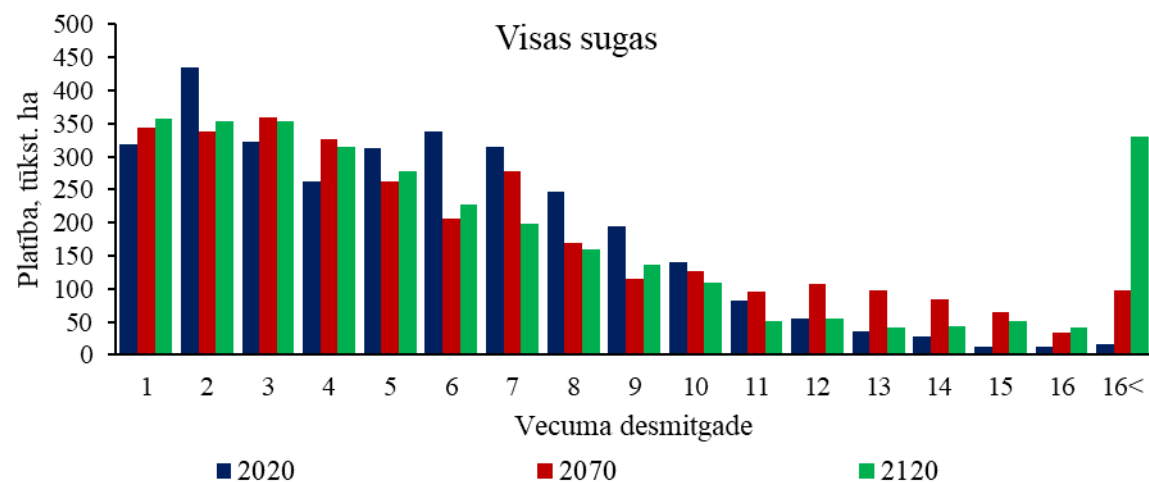
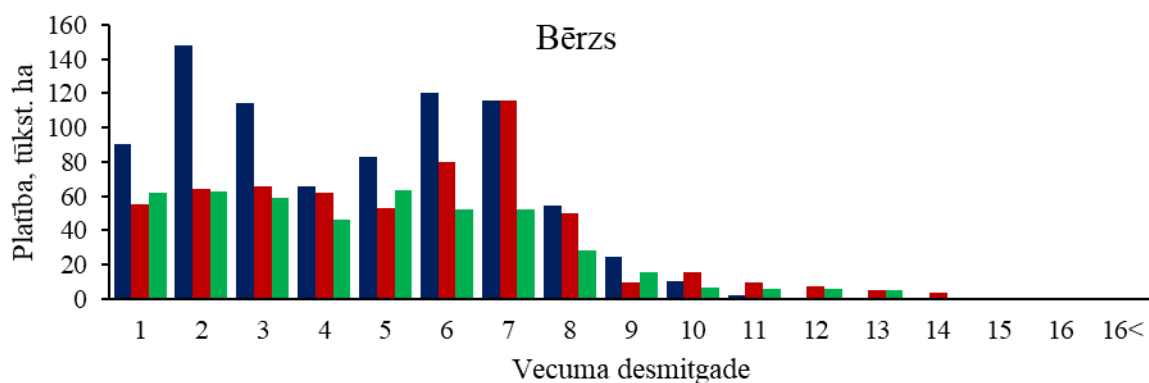
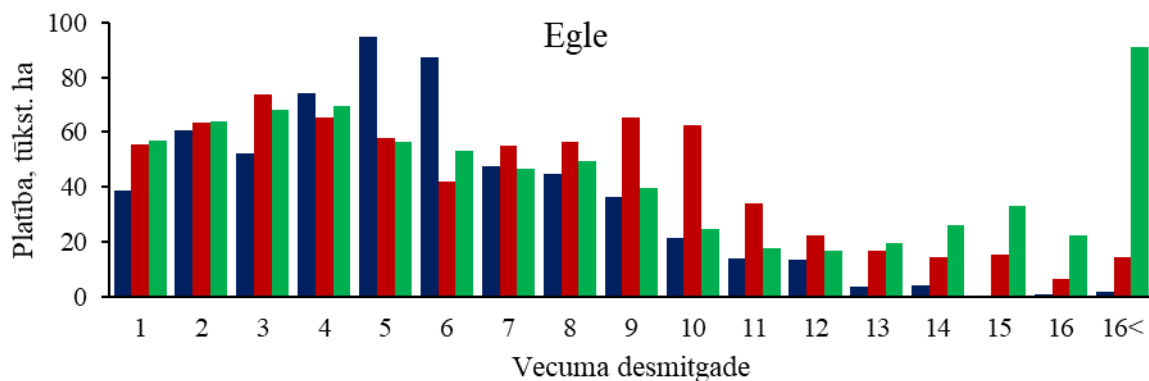
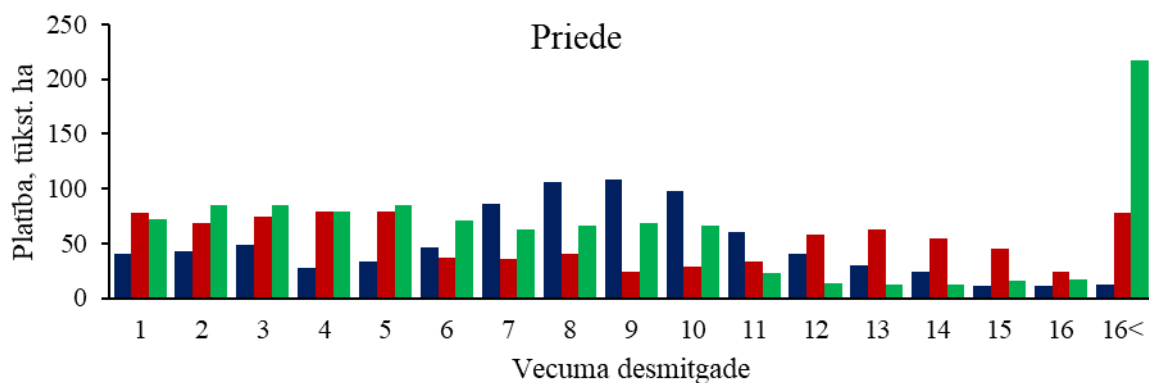
Prognozētais mežaudžu vidējais vecums, gadi

Gads	Ikdienišķa mežsaimniecība				Pasīva mežsaimniecība				Intensīvi-mērķtiecīga mežsaimniecība			
	Priede	Egle	Bērzs	Visas	Priede	Egle	Bērzs	Visas	Priede	Egle	Bērzs	Visas
2020	76.6	51.4	40.7	50.9	76.6	51.4	40.7	50.9	76.6	51.4	40.7	50.9
2025	76.1	52.4	42.0	51.8	76.9	52.7	42.4	52.1	76.1	51.3	42.1	51.8
2030	75.2	52.3	42.2	51.6	76.2	53.9	43.5	52.6	74.9	49.7	42.8	51.3
2035	75.0	53.1	41.8	51.5	76.4	55.1	44.2	53.1	73.7	48.8	43.1	51.1
2040	74.2	53.6	42.6	51.6	75.8	55.9	45.2	53.7	73.1	47.6	43.8	51.2
2045	73.5	54.8	43.5	51.9	76.4	56.8	45.5	54.3	72.3	47.1	44.6	51.4
2050	73.4	55.7	43.9	52.4	77.0	58.0	46.2	55.2	71.8	47.2	45.9	51.9
2055	73.9	57.3	44.4	53.0	78.4	59.1	46.9	56.2	72.1	47.2	47.3	52.6
2060	73.9	58.9	45.6	53.8	79.1	60.6	47.6	57.2	72.4	48.4	48.4	53.4
2065	74.0	60.3	45.4	54.5	80.2	62.6	47.7	58.3	73.2	49.7	48.2	54.3
2070	74.0	61.5	45.3	55.0	80.3	63.8	48.1	59.1	73.5	50.5	48.8	55.0
2075	74.6	62.6	45.5	55.5	80.4	65.9	47.8	59.8	74.3	51.1	48.0	55.5
2080	75.1	63.4	45.2	55.9	81.0	67.3	46.6	60.4	74.8	51.1	47.9	55.9
2085	75.1	64.0	45.3	56.3	81.5	68.7	46.5	61.0	75.1	51.3	47.5	56.2
2090	75.2	65.0	45.0	56.7	82.0	70.6	47.0	61.7	75.9	51.8	47.4	56.6
2095	75.2	66.6	44.3	57.0	82.5	72.1	45.9	62.2	76.3	52.2	46.4	57.0
2100	75.8	67.8	43.5	57.3	83.3	73.8	45.6	62.8	77.1	51.9	45.7	57.2
2105	76.7	68.6	42.8	57.4	84.2	74.8	44.7	63.3	76.9	51.9	44.7	57.2
2110	77.4	69.5	42.0	57.6	84.8	75.8	43.9	63.9	77.4	51.9	44.5	57.4
2115	77.8	71.3	40.9	57.9	85.8	76.9	42.9	64.5	78.1	51.8	43.9	57.7
2120	78.1	71.9	40.2	58.1	86.6	77.3	42.2	64.8	78.9	51.5	42.6	57.9

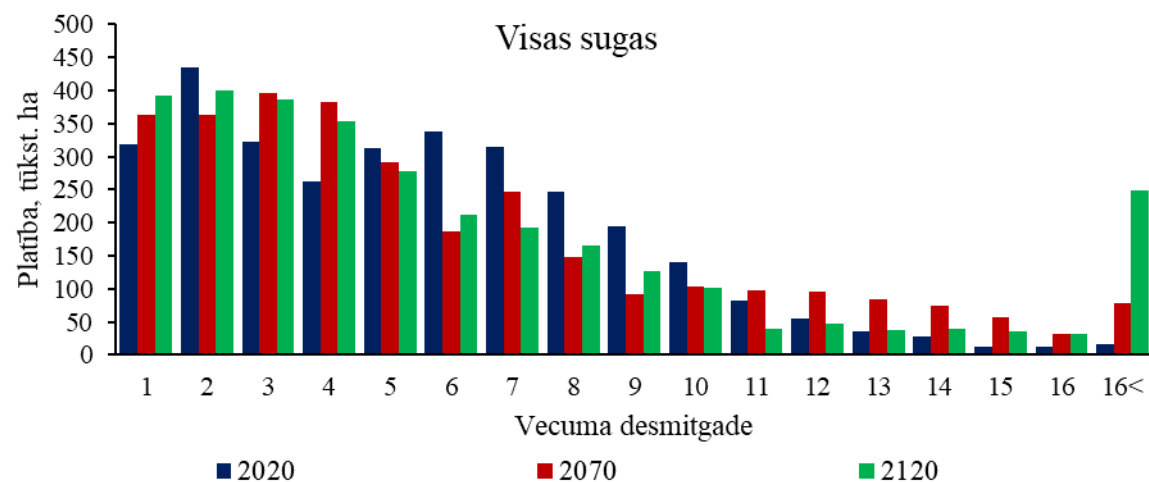
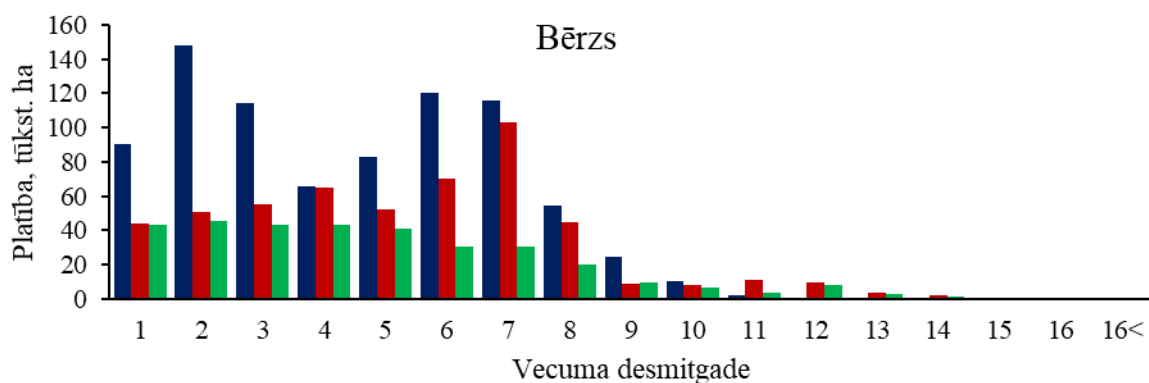
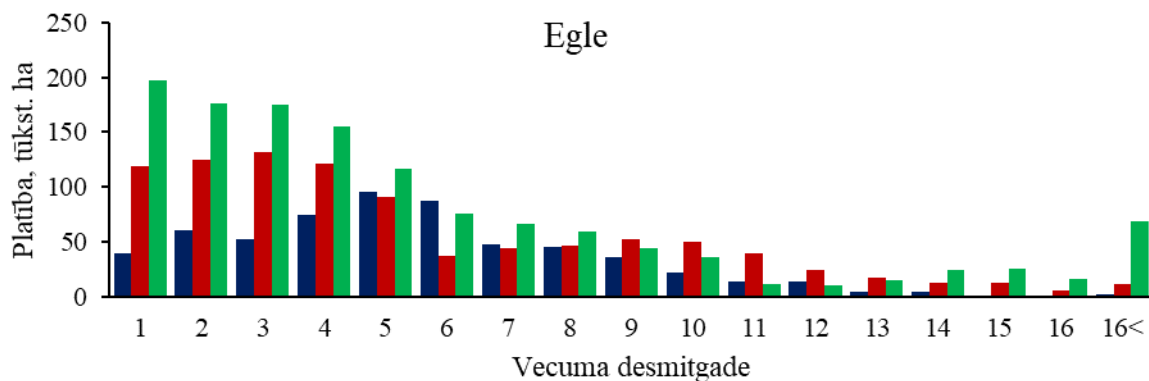
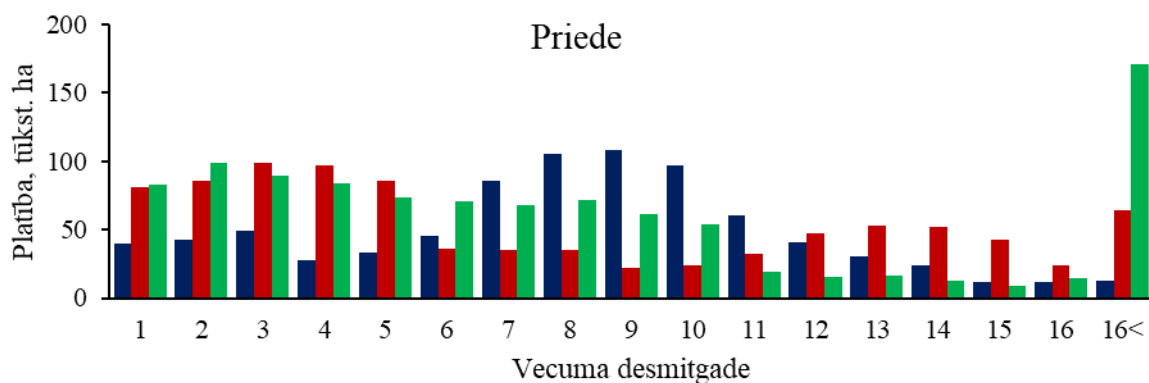
Ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā tiek prognozēts, ka priedes un egles audžu vidējais vecums ar laiku palielināsies, tātad uzkrāsies pieaugušu un pāraugušu audžu īpatsvars. Savukārt, bērza audžu vidējais vecums šajā mežsaimniecības scenārijā sākotnēji palielināsies, bet vēlāk samazināsies un atgriezīsies sākotnējā līmenī. Intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā priedes un bērza audzēm vidējā vecuma izmaiņas tiek prognozētas līdzīgas kā ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā. Savukārt, egles audžu vidējais vecums tiek prognozēts, ka šajā scenārijā praktiski nemainīsies. Tas tāpēc, ka šajā scenārijā saistībā ar nedefinētajām atjaunošanas izmaiņām ievērojami palielinās egles jaunaudžu platības un tās veido lielāku īpatsvaru nekā tas ir citos mežsaimniecības scenārijos.



2.2.5. attēls. Prognozētā mežaudžu platība (tūkst. ha) pa vecuma desmitgadēm ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā.



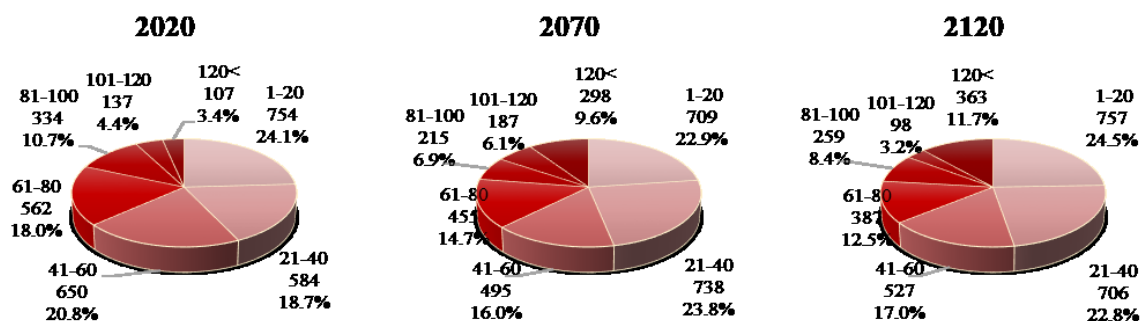
2.2.6. attēls. Prognozētā mežaudžu platība (tūkst. ha) pa vecuma desmitgadēm pašvas mežsaimniecības scenārijā.



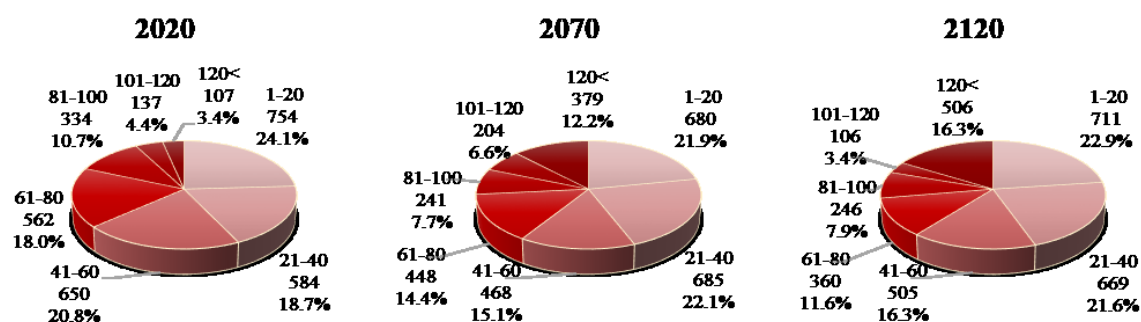
2.2.7. attēls. Prognozētā mežaudžu platība (tūkst. ha) pa vecuma desmitgadēm intensīvi-mērķtiecīgas mežsaimniecības scenārijā.

Visos mežsaimniecības scenārijos tiek prognozēts, ka ievērojami uzkrāsies vecās virs 100 gadiem audzes (2.2.8. attēls). Šo audžu uzkrāšanas lielākoties tiek prognozēta neapsaimniekojamos jeb aizsargājamajos mežos.

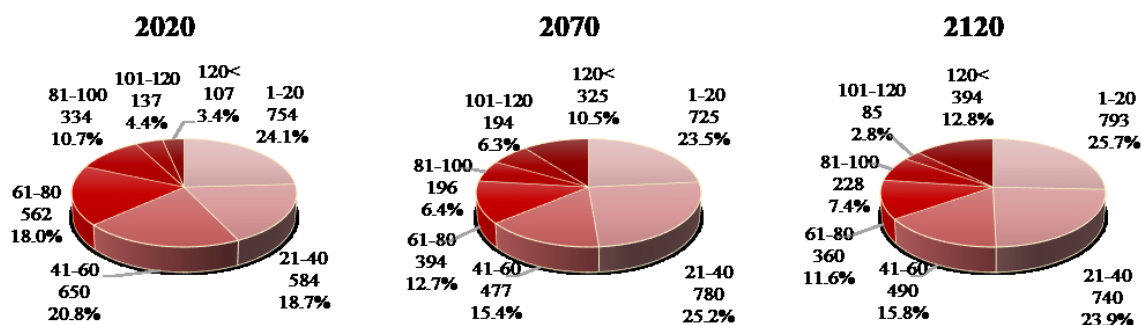
A



B



C

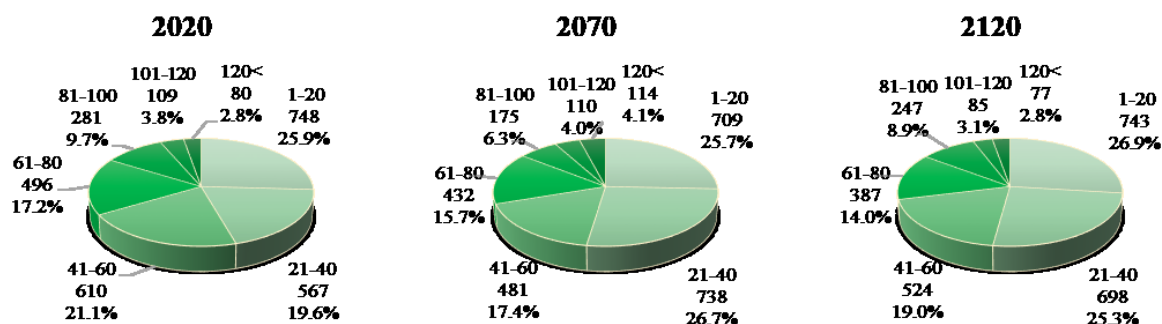


2.2.8. attēls. Prognozētā mežaudžu platība (tūkst. ha) un īpatsvars pa vecuma grupām 2020., 2070. un 2120. gadā:

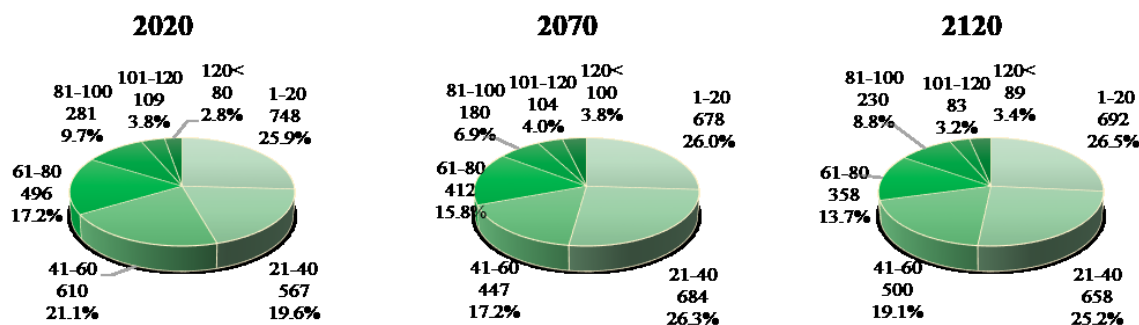
A – ikdienišķas mežsaimniecības scenārijs, B – pasīvas mežsaimniecības scenārijs, C – intensīvi-mērķtiecīgas mežsaimniecības scenārijs, norādītās vērtības: pirmā rinda vecuma grupa, otrā rinda platība (tūkst. ha) un trešā rinda īpatsvars no kopējās audžu platības (%).

Tomēr arī apsaimniekojamajos mežos uzkrāsies audzes, kas vecākas par 100 gadiem. Ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā pēc 50 gadiem šādu audžu platība tiek prognozēts, ka būs palielinājusies no 189 tūkst. ha līdz 224 tūkst. ha. Savukārt prognozes liecina, ka pēc 100 gadiem šajā mežsaimniecības scenārijā šo audžu platība būs samazinājusies līdz 152 tūkst. ha (2.2.9. attēls A). Salīdzinājumā intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā tiek prognozēts, ka pēc 50 gadiem apsaimniekojamajos mežos par 100 gadiem vecāku audžu platība būs 259 tūkst. ha, bet pēc 100 gadiem – 182 tūkst. ha (2.2.9. attēls B). Tātad abos gadījumos tas ir vairāk nekā ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā.

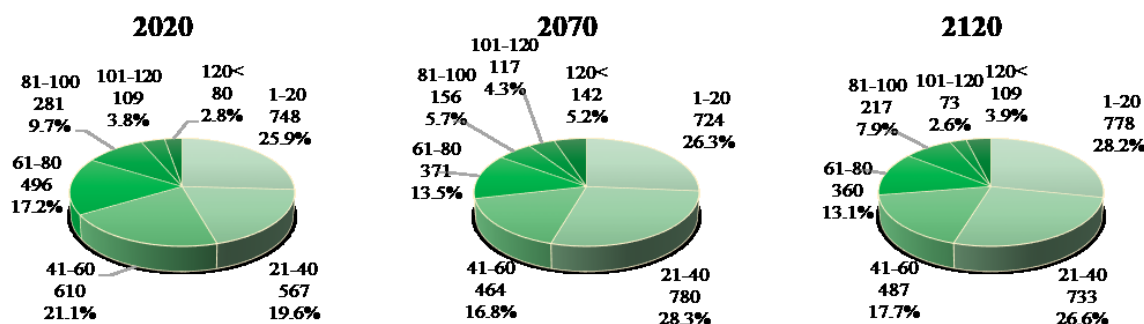
A



B



C



2.2.9. attēls. Prognozētā mežaudžu platība (tūkst. ha) un īpatsvars pa vecuma grupām apsaimniekojamos mežos 2020., 2070. un 2120. gadā:

A – ikdienišķas mežsaimniecības scenārijs, B – pasīvas mežsaimniecības scenārijs, C – intensīvi-mērķtiecīgas mežsaimniecības scenārijs,
norādītās vērtības: pirmā rinda vecuma grupa, otrā rinda platība (tūkst. ha) un trešā rinda īpatsvars no kopējās audžu platības (%).

2.2.5. Mežaudžu valdošās koku sugas vidējais caurmērs

Visos mežsaimniecības scenārijos kopumā tiek prognozēts, ka ar laiku mežaudžu vidējais caurmērs palielināsies. Pie tam šāda tendence ir novērojama gan visos mežos kopumā, gan arī atsevišķi apsaimniekojamos mežos (2.2.4. tabula).

Priedes audzēm novērojama pretēja tendence, jo īpaši saimnieciskajos mežos. Tas tāpēc, ka šobrīd priedes audžu vecumstruktūra ir tāda, ka ir liels īpatsvars par 60 gadiem vecākām audzēm, kas šo vidējo caurmēru šobrīd paceļ uz augšu. Bet modelējot visos scenārijos vecumstruktūra izlīdzinās un līdz ar to priedes audžu vidējais caurmērs samazinās.

Starp scenārijiem vislielākie mežaudžu vidējie caurmēri tiek prognozēti intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā (2.2.4. tabula). Vienīgais izņēmums ir egles audzes. Bet šeit atkal jāņem vērā tas, ka atšķirībā no abiem pārējiem scenārijiem šeit tiek prognozēts ar laiku aizvien lielāks jaunaudžu īpatsvars. Tas saistīts ar definēto uzstādījumu, ka aizvien lielāka

platība tiek atjaunota antropogēnu un līdz ar to ar egli (jo tā ir visizplatītākā suga antropogēni atjaunotajās platībās).

2.2.4. tabula

Prognozētais kokaudžu vidējais caurmērs, cm

Mežu grupa	Suga	Parametrs	2020. gads	2070. gads			2120. gads		
				ikdienišķa apsaimn.	pasīva apsaimn.	intensīvi-mērķtiecīga apsaimn.	ikdienišķa apsaimn.	pasīva apsaimn.	intensīvi-mērķtiecīga apsaimn.
Visi meži	Priede	aritm.vid.	25.2	23.7	24.5	24.2	25.6	26.3	27.0
		st-klūda	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	Egle	aritm.vid.	22.0	24.6	24.9	22.3	27.3	27.7	23.8
		st-klūda	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	Bērzs	aritm.vid.	17.5	19.0	19.8	19.8	18.4	19.5	18.9
		st-klūda	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
	Visi	aritm.vid.	20.9	21.9	22.7	22.2	22.9	24.0	24.0
		se	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Saimnieciskie meži	Priede	aritm.vid.	25.3	21.5	22.1	22.2	22.9	23.2	24.6
		st-klūda	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	Egle	aritm.vid.	21.6	22.9	22.8	20.8	25.1	24.9	22.2
		st-klūda	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	Bērzs	aritm.vid.	17.1	18.5	19.4	19.3	18.5	19.7	19.2
		st-klūda	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
	Visi	aritm.vid.	20.4	20.2	20.5	20.5	21.1	21.6	22.3
		st-klūda	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Visos mežsaimniecības scenārijos tiek prognozēts, ka uzkrāsies audžu platība, kurās vidējais caurmērs pārsniedz 40 cm. Ja sākotnēji šādu audžu platība būs vislielākā pasīvajā mežsaimniecības scenārijā, tad prognozes liecina, ka pēc 100 gadiem šādu audžu platība vislielākā būs intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā (2.2.5. tabula).

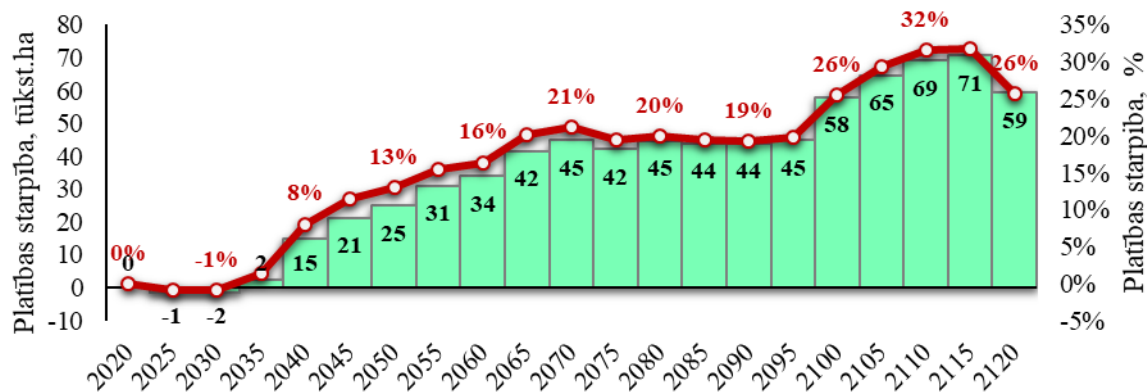
2.2.5. tabula

Prognozētais mežaudžu platības sadalījums pēc to kokaudžu valdošās koku sugas vidējā caurmēra

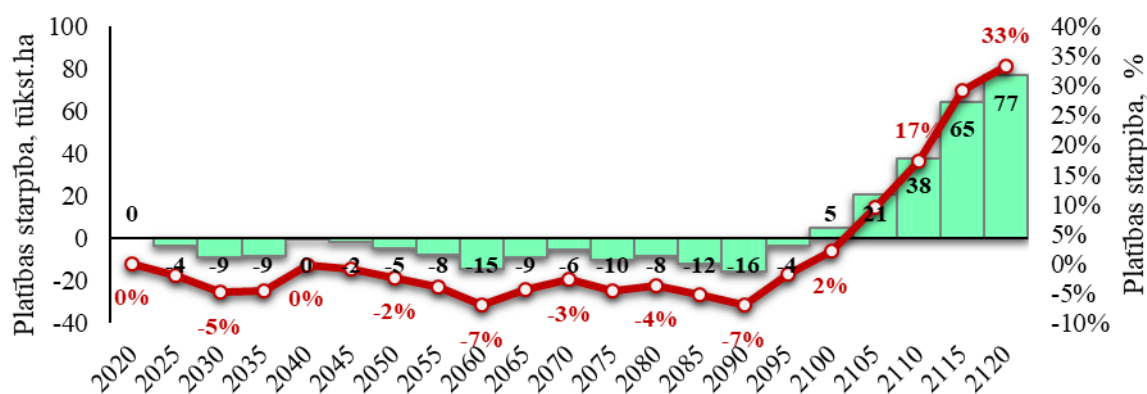
Scenārijs	Gads	0.1-10.0 cm	10.1-20.0 cm	20.1-30.0 cm	30.1-40.0 cm	40.0 cm <
Ikdienišķa mežsaimniecība	2020	711	831	919	494	174
	2070	575	780	1045	485	213
	2120	616	665	862	721	231
Pasīva mežsaimniecība	2020	711	831	919	494	174
	2070	552	746	1033	516	257
	2120	568	638	860	747	291
Intensīvi-mērķtiecīga mežsaimniecība	2020	711	831	919	494	174
	2070	544	734	1136	472	207
	2120	599	614	799	769	308

Salīdzinot ikdienišķo mežsaimniecības scenāriju ar intensīvi-mērķtiecīgo scenāriju redzams, ka pirmos 70 gadus audžu, kas resnākas par 40 cm, platība ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā tiek prognozēta par 7,8±1,2 tūkst. ha lielāka. Bet ap 2100. gadu intensīvi-mērķtiecīgajā šādu audžu platība strauji palielinās un 2120. gadā tā tiek prognozēta, ka būs par 33% lielāka nekā ikdienišķas mežsaimniecības variantā (2.2.10. attēls).

A



B



2.2.10. attēls. Prognozētās mežaudžu platības, kurās valdošās koku sugas caurmērs pārsniedz 40 cm, difference starp ikdienišķo mežsaimniecības scenāriju un pasīvo (A) un intensīvi-mērķtiecīgo (B) mežsaimniecības scenāriju.

2.2.6. Koksnes ieguve un apaļie kokmateriāli

Šajā pētījumā nocirstais apjoms ir norādīts kā nocirsto koku stumbru krāja ar mizu un galotnēm. Tāpat pētījumā aktualizējot datus uz 2020. gadu nocirstā platība galvenajā cirtē līdz šim gadam pieņemta reāli VMD datus norādītā galvenās cirtes platība laika posmā no 2015. līdz 2019. gadam⁸. Līdz ar to tālākā analizē par nocirsto apjomu un koksnes ieguvi, netiek analizēts šis laika posms, bet par atskaiti izvēlās 2025. gada prognozētās vērtības.

Prognozētais gadā nocirstais apjoms ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā 2025. gadā ir 16,6 milj. m³, no kuriem 13,8 milj. m³ ir atjaunošanas cirtēs (galvenā cirtē plus dažādas vienlaidus cirtes) un 2,8 milj. m³ ir starpcirtēs. Pēc 50 gadiem tiek prognozēts, ka gadā nocirstais apjoms būs 17,9 milj. m³, no kuriem 14,7 milj. m³ būs atjaunošanas cirtēs un 3,2 milj. m³ starpcirtēs. Savukārt pēc 100 gadiem gadā nocirstais apjoms tiek prognozēts 19,0 milj. m³, no kuriem 15,2 milj. m³ būs atjaunošanas cirtēs un 3,8 milj. m³ starpcirtēs (2.2.6. tabula). Tātad šajā scenārijā nocirstais apjoms tiek prognozēts, ka pēc 50 gadiem būs par 7,4% lielāks, bet pēc 100 gadiem par 14,2% lielāks.

Pasīvajā mežsaimniecības scenārijā gadā nocirstais apjoms 2025. gadā tiek prognozēts 15,6 milj. m³, 2070. gadā 16,9 milj. m³, bet 2120 gadā 17,7 milj. m³. Šajā scenārijā, salīdzinot ar ikdienišķas mežsaimniecības scenāriju, vidēji nocirstais apjoms gadā būs mazāks par 0,9±0,1 milj. m³.

⁸ VMD statistikas CD 2016-2020

Intensīvi-mērķtiecīgas mežsaimniecības scenārijā prognozētais gadā nocirstais apjoms 2025. gadā ir 17,4 milj. m³, no kuriem 15,1 milj. m³ ir atjaunošanas cirtēs un 2,3 milj. m³ ir starpcirtēs. Pēc 50 gadiem tiek prognozēts, ka gadā nocirstais apjoms šajā scenārijā būs 18,8 milj. m³, no kuriem 15,4 milj. m³ būs atjaunošanas cirtēs un 3,4 milj. m³ starpcirtēs. Savukārt pēc 100 gadiem gadā nocirstais apjoms tiek prognozēts 19,7 milj. m³, no kuriem 15,4 milj. m³ būs atjaunošanas cirtēs un 4,3 milj. m³ starpcirtēs (2.2.6. tabula). Šajā scenārijā nocirstā apjoma relatīvais pieaugums ir līdzīgs kā ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā – pēc 50 gadiem 7,8%, bet pēc 100 gadiem 13,0%. Salīdzinot ar ikdienišķas mežsaimniecības scenāriju vidēji nocirstais apjoms gadā intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā būs lielāks par 0,8±0,1 milj. m³.

2.2.6. tabula

Prognozētais nocirstais augošo koku apjoms, milj.m³ gadā

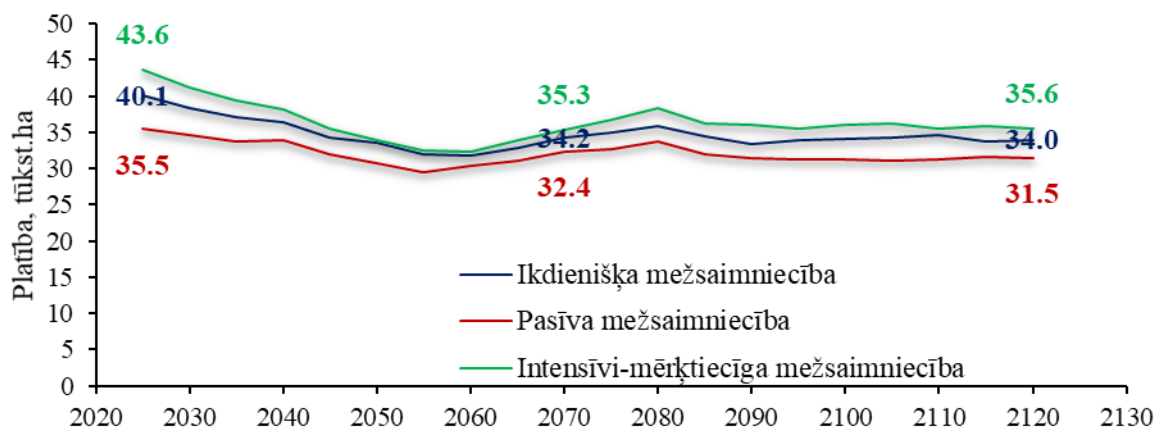
Gads	Ikdienišķa mežsaimniecība			Pasīva mežsaimniecība			Intensīvi-mērķtiecīga mežsaimniecība		
	Atjaunošanas cirtē*	Starpcirte**	Kopā	Atjaunošanas cirtē	Starpcirte	Kopā	Atjaunošanas cirtē	Starpcirte	Kopā
2020	12.61	2.54	15.15	12.61	2.54	15.15	12.61	2.54	15.15
2025	13.77	2.85	16.61	12.71	2.88	15.58	15.13	2.28	17.41
2030	14.00	2.18	16.19	12.90	1.96	14.87	15.00	1.61	16.61
2035	13.85	2.28	16.13	12.74	2.27	15.00	14.40	1.76	16.17
2040	13.78	2.16	15.93	12.86	2.31	15.17	14.57	2.17	16.74
2045	13.30	2.62	15.91	12.33	2.40	14.74	13.84	2.05	15.89
2050	13.42	2.92	16.34	12.36	2.64	15.00	13.68	2.78	16.47
2055	12.79	2.58	15.37	12.15	3.03	15.18	13.01	2.91	15.92
2060	13.02	2.97	15.99	12.74	2.58	15.32	13.44	3.15	16.58
2065	13.58	3.17	16.75	13.47	2.89	16.37	14.21	3.35	17.57
2070	14.70	3.18	17.89	13.96	2.95	16.90	15.37	3.39	18.76
2075	15.02	2.82	17.83	14.39	2.84	17.23	15.67	3.67	19.33
2080	15.62	3.51	19.13	15.15	2.82	17.97	16.00	3.58	19.58
2085	14.84	3.37	18.21	14.20	3.20	17.40	15.33	3.65	18.98
2090	14.59	3.22	17.81	13.88	3.36	17.24	15.44	3.95	19.39
2095	14.70	3.55	18.26	14.03	3.40	17.43	15.37	4.00	19.37
2100	15.17	3.47	18.64	13.97	3.26	17.23	15.37	3.85	19.22
2105	14.92	3.48	18.40	14.09	3.59	17.68	15.78	4.27	20.06
2110	14.88	3.71	18.59	13.72	3.55	17.27	15.26	4.26	19.52
2115	14.68	3.72	18.40	14.13	3.66	17.79	15.27	4.33	19.60
2120	15.15	3.82	18.97	14.18	3.54	17.72	15.38	4.30	19.68

* galvenā cirtē pēc vecuma, galvenā cirtē pēc caurmēra un citas vienlaidus cirtes;

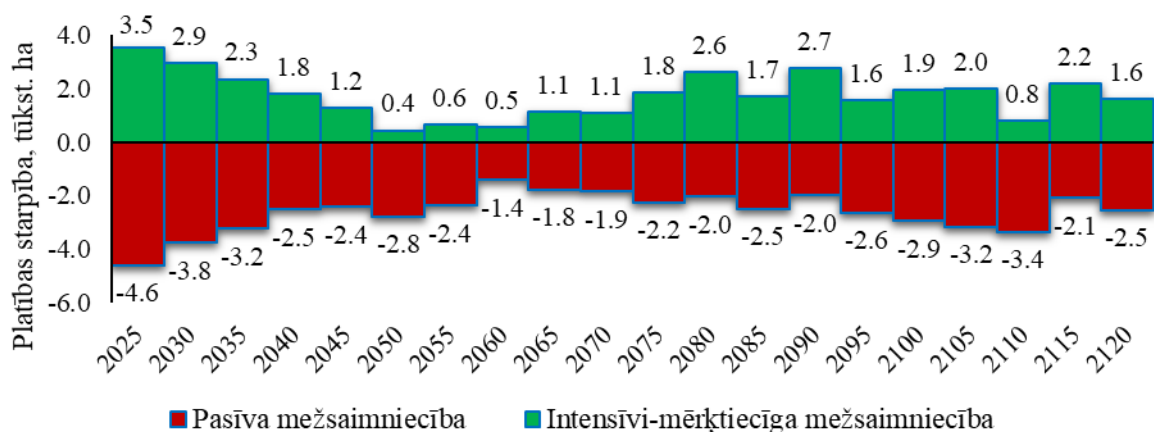
** jaunaudžu kopšana, krājas košana, citas izlases cirtes.

Galvenajā cirtē gadā nocirstā platība ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā 2025. gadā tiek prognozēta 40,1 tūkst. ha, bet ar laiku tā samazināsies un svārstīsies ap 34±2 tūkst. ha (2.2.11. attēls A). Pasīvajā mežsaimniecības scenārijā pirmajā piecgadē tiek prognozēts, ka galvenajā cirtē gadā nocirstā platība būs 35,5 tūkst. ha, kas ir par 4,6 tūkst. ha jeb 11,5% mazāk nekā ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā. Ar laiku tiek prognozēts, ka šī starpība starp šiem abiem scenārijiem samazināsies un tā būs robežās no 1,5 līdz 3,5 tūkst. ha gadā (2.2.11. attēls B). Intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā pirmajā piecgadē tiek prognozēts, ka galvenajā cirtē gadā nocirstā platība būs 43,6 tūkst. ha, kas ir par 3,5 tūkst. ha jeb 8,7% lielāka nekā ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā. Vēlākajos gados tiek prognozēts, ka galvenajā cirtē nocirstās platības difference starp šiem scenārijiem samazināsies un pēc 50 gadiem tā stabilizēsies 1 – 3 tūkst. ha gadā robežās (2.2.11. attēls B).

A



B



2.2.11. attēls. Prognozētā galvenajā cirtē gadā nocirstā platība (A) un platības difference salīdzinājumā ar ikdienišķas mežsaimniecības scenāriju (B)

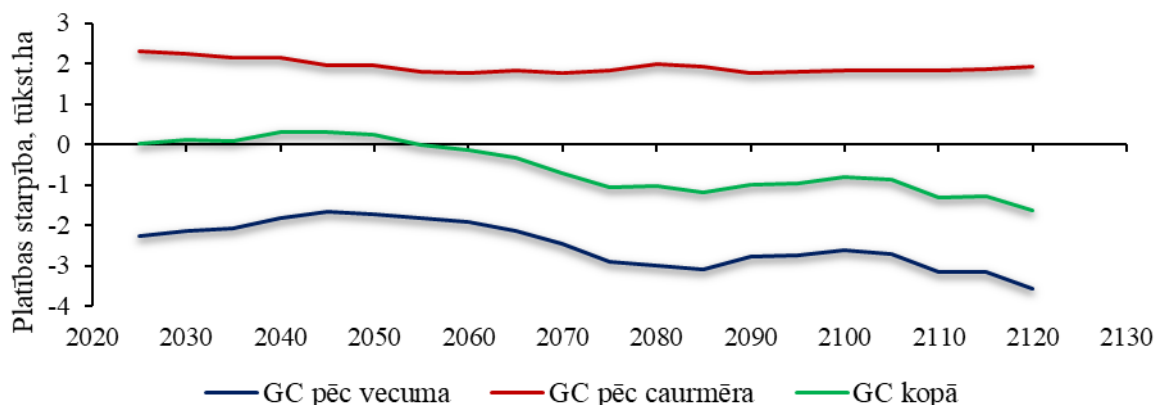
Platības difference pirmajā piec gadē starp ikdienišķo un intensīvi-mērķtiecīgo mežsaimniecības scenāriju izskaidrojama uz galvenajā cirtē pēc caurmēra platības pieaugumu pārējo meža īpašnieku mežos. Savukārt vēlākos gados šo diferenci nevar jau vairs skaidrot tikai uz pārējo īpašnieku mežos nocirsto platību pēc caurmēra.

Valsts mežos intensīvi-mērķtiecīgajā scenārijā pēc caurmēra tiek prognozēts, ka gadā nocirtīs 1,9 tūkst. ha, bet pārējo aprēķināto apjomu pēc vecuma. Ar laiku galvenajā cirtē nocirstā platība intensīvi mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā salīdzinājumā ar ikdienišķas mežsaimniecības scenāriju samazināsies (2.2.12. attēls A). Tas vēlreiz norāda, ka šī brīža normatīvais regulējums valsts mežos nav mērķtiecīgas mežsaimniecības veicinošs. Valsts mežos normatīvais regulējums var veicināt to, ka apsaimniekotājs nav / nebūs ieinteresēts pēc iespējas ātrāk izaudzēt zāgbaļķa sortimentus, jo normatīvais regulējums ir tāds, ka galvenās cirtes apjoma aprēķins ir atkarīgs tikai no audžu vecuma. Pie tam, saglabājot līdzšinējo aprēķinu, pēc aptuveni 40-50 gadiem gaidāms galvenās cirtes apjoma kritums, jo valsts mežos priedes audžu vecumstruktūrai ir tā saucamā “bedre”, kas pēc šiem gadiem tiks ņemta vērā aprēķinos. protams, šāds kritums var neveidoties, ja netiek nocirsts viss apjoms, bet daļa audžu tiek uzkrātas, bet šis noteikti nav ne ekonomiski, un iespējams, arī ne no klimata neitralitātes viedokļa izdevīgākais variants. Izdevīgākais būtu mainīt šo aprēķinu metodiku tā, lai šo tā saucamo “bedri” varētu kompensēt ar mērķtiecīgu apsaimniekošanu.

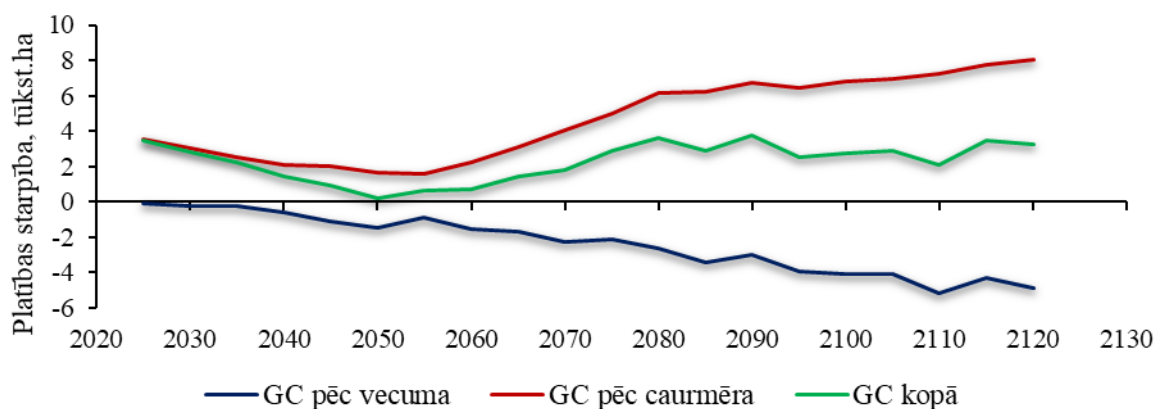
Pārējo meža īpašnieku mežos sākotnēji vērojams galvenās cirtes platības difference samazinājums, bet pēc 40 gadiem novērojama difference palielināšanās. šajos mežos arī redzams mērķtiecīgas mežsaimniecības ieguvums, kad īpašnieki nav spiesti gaidīt noteiktu vecumu, bet var cirst audzi, kad tā sasniegusi mērķa caurmēru. Protams pārējos mežos jo lielāka

diference starp šiem scenārijiem ir galvenās cirtes pēc caurmēra platībai, jo lielāka diference ir arī galvenās cirtes pēc vecuma platībai, tikai ar pretēju zīmi (2.2.12. attēls B).

A



B



2.2.12. attēls. Prognozētā galvenajā cirtē gadā nocirstās platības diference salīdzinājumā starp ikdienišķas un intensīvi-mērķtiecīgas mežsaimniecības scenāriju:

A – valsts mežos, B – pārējos mežos

Svarīgs rādītājs ir ne tikai nocirstās apjoms, bet sagatavoto sortimentu apjoms, jo tas parāda nocirsto un reāli izmantoto koksnī.

Ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā tiek prognozēts, ka sagatavoto sortimentu apjoms gadā pieaugs no 13,5 milj. m³ 2025. gadā līdz 15,1 milj. m³ 2070. gadā un 16,0 milj. m³ 2120. gadā (2.2.7. tabula). Svarīgs rādītājs ekonomiski ir vērtīgo sortimentu apjoms. Šajā pētījumā par vērtīgajiem sortimentiem tiek dēvēti priedes, egles un bērza visu veidu zāģbaļķi un finierkluči. Šie sortimenti ir nozīmīgi ne tikai ekonomiski, bet arī domājot par oglekļa piesaisti. Šo vērtīgo sortimentu apjoms gadā ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā tiek prognozēts, ka pieaugs no 4,9 milj. m³ 2025. gadā līdz 5,0 milj. m³ 2070. gadā un 6,1 milj. m³ 2120. gadā. Priedes zāģbaļķu sortimentiem šajā mežsaimniecības scenārijā gaidāms pēc 40-50 gadiem samazinājums, jo šī brīža priedes audžu vecumstruktūrā redzams ievērojams platības samazinājums audzēm līdz 50 gadu vecumam. Egles zāģbaļķu sortimenta apjomam sagaidāms palielinājums, ko veicina gan šī brīža audžu vecumstruktūra, gan arī piekoptā sugu izvēle atjaunošanā un atstājamo sugu izvēle kopšanas cirtēs. Savukārt bērza zāģbaļķu jeb finierkluču apjomam sākotnēji gaidāms kritums, jo vecumstruktūrā tuvojas “bedre”, bet pēc 50-60 gadiem tiek prognozēts straujš šo sortimentu apjomu pieaugums, jo šobrīd ir lielas platības bērzu audzēm līdz 20 gadiem.

**Prognozētais sagatavoto sortimentu apjoms ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā,
milj.m³**

Sortimenta veids	Gads										
	2025	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2110	2120
Priedes resnie zāgbaļķi (D >28 cm)	0.78	0.86	0.90	0.76	0.81	0.66	0.73	0.75	0.72	0.85	0.89
Priedes tievie zāgbaļķi (D >18 cm)	1.39	1.54	1.42	1.12	1.01	1.02	1.06	1.17	1.26	1.31	1.59
Egles resnie zāgbaļķi (D >28 cm)	0.49	0.51	0.59	0.56	0.59	0.63	0.82	0.70	1.00	0.88	1.01
Egles tievie zāgbaļķi (D >18 cm)	1.16	1.25	1.33	1.38	1.46	1.49	1.75	1.52	1.88	1.70	1.72
Bērza finierkluči (D >18 cm)	1.04	0.99	0.88	0.87	0.75	1.17	1.20	1.12	0.96	1.01	0.92
Melnalkšņa zāgbaļķi (D >18 cm)	0.06	0.05	0.08	0.06	0.05	0.09	0.05	0.03	0.05	0.05	0.06
Apses zāgbaļķi (D >24 cm)	0.25	0.28	0.18	0.23	0.23	0.31	0.41	0.53	0.52	0.55	0.57
Ozola, oša zāgbaļķi (D >18cm)	0.07	0.10	0.08	0.10	0.07	0.10	0.08	0.11	0.08	0.08	0.06
Skuju koku sīkbaļķi un tara	1.15	1.10	1.08	1.13	1.18	1.30	1.34	1.29	1.36	1.38	1.39
Lapu koku tara	0.94	0.89	0.91	1.00	0.95	1.18	1.21	0.93	0.89	0.89	0.83
Skuju koku papīrmalka	1.43	1.39	1.45	1.48	1.54	1.68	1.85	1.70	2.04	2.00	2.07
Bērza papīrmalka	0.82	0.73	0.81	0.90	0.81	0.99	0.99	0.80	0.67	0.66	0.61
Skuju koku malka	0.25	0.23	0.23	0.25	0.24	0.26	0.26	0.25	0.28	0.29	0.29
Mīksto lapu koku malka	3.46	3.35	3.22	3.58	3.52	4.01	4.12	3.96	3.92	3.96	3.86
Cieto lapu koku malka	0.20	0.24	0.19	0.28	0.21	0.23	0.17	0.19	0.12	0.14	0.11
Kopā	13.50	13.50	13.36	13.71	13.40	15.13	16.04	15.06	15.76	15.75	15.98

Pasīvajā mežsaimniecības scenārijā tiek prognozēts, ka sagatavoto sortimentu apjoms gadā pieaugs no 12,8 milj. m³ 2025. gadā līdz 14,3 milj. m³ 2070. gadā un 15,0 milj. m³ 2120. gadā (2.2.8. tabula). Priedes, egles un bērza zāgbaļķu apjoms gadā pasīvas mežsaimniecības scenārijā tiek prognozēts, ka pieaugs no 4,8 milj. m³ 2025. gadā līdz 4,9 milj. m³ 2070. gadā un 5,7 milj. m³ 2120. gadā. Vērtīgo sortimentu izmaiņu svārstības ir līdzīgas kā ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā. Šajā scenārijā salīdzinājumā ar ikdienišķas mežsaimniecības scenāriju sagatavoto sortimentu apjoms gadā tiek prognozēts 0,5-1,2 milj. m³ mazāks, bet priedes, egles un bērza zāgbaļķu apjoms 0,1-0,5 milj. m³ mazāks (2.2.13. un 2.2.14. attēli).

**Prognozētais sagatavoto sortimentu apjoms pasīvas mežsaimniecības scenārijā,
milj.m³ gadā**

Sortimenta veids	Gads										
	2025	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2110	2120
Priedes resnie zāgbaļķi (D >28 cm)	0.84	0.86	0.77	0.61	0.68	0.64	0.64	0.67	0.72	0.76	0.93
Priedes tievie zāgbaļķi (D >18 cm)	1.40	1.35	1.15	1.06	0.97	1.02	0.95	1.14	1.13	1.25	1.49
Egles resnie zāgbaļķi (D >28 cm)	0.49	0.48	0.61	0.51	0.59	0.67	0.73	0.68	0.78	0.97	0.93
Egles tievie zāgbaļķi (D >18 cm)	1.12	1.18	1.35	1.26	1.37	1.53	1.59	1.65	1.74	1.65	1.61
Bērza finierkluči (D >18 cm)	0.92	0.92	0.83	0.91	0.78	1.04	1.30	0.98	0.95	0.86	0.78
Melnalkšņa zāgbaļķi (D >18 cm)	0.04	0.06	0.05	0.08	0.08	0.06	0.07	0.03	0.02	0.05	0.05
Apses zāgbaļķi (D >24 cm)	0.24	0.20	0.17	0.19	0.20	0.32	0.48	0.52	0.51	0.44	0.55
Ozola, oša zāgbaļķi (D >18cm)	0.07	0.06	0.08	0.06	0.06	0.08	0.10	0.07	0.08	0.02	0.04
Skuju koku sīkbaļķi un tara	1.13	1.01	0.98	1.03	1.10	1.23	1.20	1.34	1.34	1.29	1.28
Lapu koku tara	0.79	0.85	0.88	0.93	0.94	1.08	1.11	0.86	0.82	0.84	0.81
Skuju koku papīrmalka	1.41	1.29	1.38	1.38	1.45	1.60	1.65	1.78	1.84	1.96	1.90
Bērza papīrmalka	0.76	0.72	0.80	0.87	0.79	0.88	0.93	0.67	0.66	0.57	0.53
Skuju koku malka	0.26	0.22	0.21	0.23	0.22	0.24	0.23	0.27	0.27	0.26	0.26
Mīksto lapu koku malka	3.13	3.06	3.27	3.29	3.55	3.77	4.11	3.78	3.63	3.57	3.78
Cieto lapu koku malka	0.18	0.15	0.21	0.18	0.16	0.19	0.18	0.13	0.14	0.06	0.08
Kopā	12.78	12.42	12.75	12.60	12.94	14.34	15.26	14.57	14.63	14.57	15.00

Intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā tiek prognozēts, ka sagatavoto sortimentu apjoms gadā pieaugs no 14,5 milj. m³ 2025. gadā līdz 16,5 milj. m³ 2070. gadā un 18,0 milj. m³ 2120. gadā (2.2.9. tabula). Priedes, egles un bērza zāgbaļķu apjoms gadā intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā tiek prognozēts, ka sākotnēji tas praktiski nemainīsies 5,5 milj. m³ 2025. gadā un 5,4 milj. m³ 2070. gadā, bet vēlāk pieaugs līdz 7,7 milj. m³ 2120. gadā. Salīdzinājumā ar ikdienišķas mežsaimniecības scenāriju sagatavoto sortimentu apjoms šajā scenārijā tiek prognozēts 0,6-1,1 milj. m³ gadā lielāks, bet pēc 50-60 gadiem difference strauji pieaugs un būs 1,9-2,4 milj. m³ gadā (2.2.13. attēls B). Priedes, egles un bērza zāgbaļķiem tiek prognozētas līdzīgas tendences, proti, pirmajos 50-60 gados intensīvi-

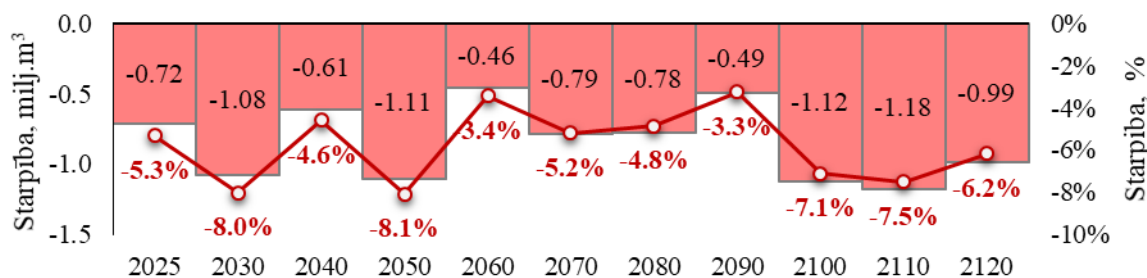
mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā šo sortimentu apjoms tiek prognozēts par 0,1-0,6 milj. m³ gadā lielāks nekā ikdienišķās mežsaimniecības scenārijā, bet vēlā difference tikai palielināsies un 2120. gadā tā tiek prognozēta 1,6 milj. m³ gadā (2.2.14. attēls B).

2.2.9. tabula

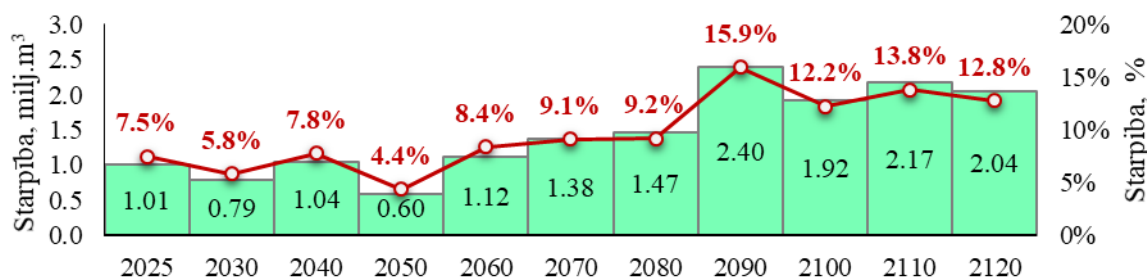
Prognozētais sagatavoto sortimentu apjoms intensīvi-mērķtiecīgas mežsaimniecības scenārijā, milj.m³ gadā

Sortimenta veids	Gads										
	2025	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2110	2120
Priedes resnie zāgbaļķi (D >28 cm)	0.81	0.85	0.88	0.67	0.61	0.56	0.58	0.79	0.87	0.87	1.01
Priedes tievie zāgbaļķi (D >18 cm)	1.64	1.52	1.47	1.22	1.06	1.05	1.14	1.44	1.70	1.70	2.09
Egles resnie zāgbaļķi (D >28 cm)	0.53	0.58	0.62	0.52	0.54	0.70	0.82	0.98	1.06	1.28	1.43
Egles tievie zāgbaļķi (D >18 cm)	1.36	1.40	1.49	1.42	1.49	1.89	2.11	2.22	2.46	2.53	2.41
Bērza finierkluči (D >18 cm)	1.13	1.09	1.08	1.00	0.97	1.23	1.35	1.00	0.83	0.76	0.77
Melnalkšņa zāgbaļķi (D >18 cm)	0.05	0.07	0.07	0.06	0.08	0.06	0.08	0.02	0.05	0.08	0.06
Apes zāgbaļķi (D >24 cm)	0.27	0.28	0.21	0.19	0.22	0.31	0.41	0.45	0.41	0.41	0.32
Ozola, oša zāgbaļķi (D >18cm)	0.13	0.09	0.05	0.11	0.11	0.09	0.10	0.08	0.07	0.05	0.06
Skuju koku sīkbaļķi un tara	1.26	1.20	1.22	1.29	1.48	1.59	1.69	1.78	1.90	1.94	1.91
Lapu koku tara	0.93	0.93	0.93	1.06	1.02	1.28	1.22	0.92	0.81	0.75	0.70
Skuju koku papīrmalka	1.57	1.60	1.64	1.64	1.83	2.13	2.51	2.77	3.04	3.27	3.30
Bērza papīrmalka	0.77	0.81	0.94	1.05	0.93	1.11	1.10	0.85	0.66	0.60	0.55
Skuju koku malka	0.27	0.27	0.27	0.28	0.33	0.35	0.43	0.46	0.51	0.53	0.51
Mīksto lapu koku malka	3.48	3.39	3.37	3.54	3.64	3.93	3.79	3.55	3.17	3.05	2.78
Cieto lapu koku malka	0.30	0.22	0.15	0.24	0.22	0.21	0.19	0.16	0.13	0.10	0.11
Kopā	14.50	14.29	14.40	14.30	14.52	16.50	17.51	17.46	17.68	17.92	18.02

A



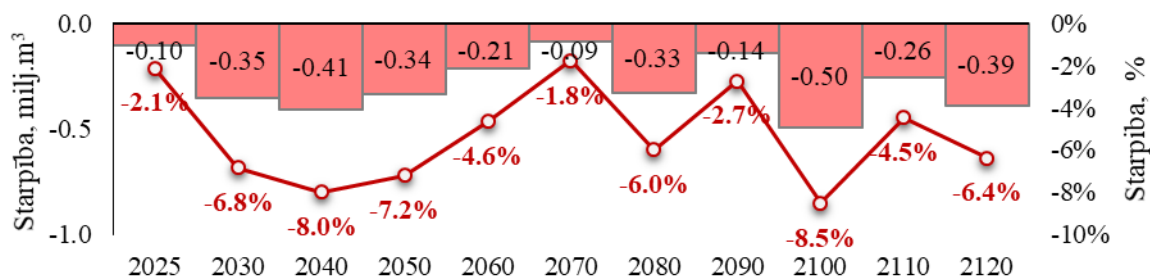
B



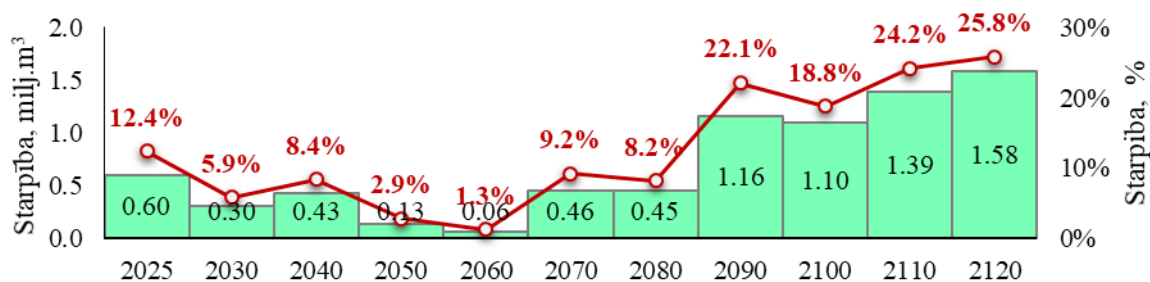
2.2.13. attēls. Prognozēto sagatavoto sortimentu difference (milj. m³ gadā) salīdzinājumā ar ikdienišķās mežsaimniecības scenāriju:

A – pasīvas mežsaimniecības scenārijs, B – intensīvi-mērķtiecīgas mežsaimniecības scenārijs

A



B



2.2.13. attēls. Prognozēto priedes, egles un bērza sagatavoto zāgbaļķu diference (milj. m³ gadā) salīdzinājumā ar ikdienišķas mežsaimniecības scenāriju:

A – pasīvas mežsaimniecības scenārijs, B – intensīvi-mērķtiecīgas mežsaimniecības scenārijs

2.3. Kopsavilkums

Šajā pētījumā izvērtēti trīs mežsaimniecības scenāriji:

1. ikdienišķa mežsaimniecība:
meža resursu modelēšana veikta atbilstoši šī brīža mežsaimniecības praksei un meža īpašnieku uzvedībai un pie līdzšinējā normatīvā regulējuma;
2. pasīva mežsaimniecība;
meža resursu modelēšana veikta atbilstoši šī brīža mežsaimniecības praksei un meža īpašnieku uzvedībai un pie līdzšinējā normatīvā regulējuma, bet neapsaimniekojamo mežu platība palielināta par 160 tūkst. ha, un ir 500 tūkst. ha;
3. intensīvi-mērķtiecīga mežsaimniecība:
meža resursu modelēšana veikta atbilstoši piedāvātajiem normatīvo regulējumu grozījumiem (izmainīts galvenās cirtes caurmērs un izmainīti atjaunošanas noteikumi), pakāpeniski palielināts antropogēnās atjaunošanas īpatsvars par 5% piecgadē, izmainīts kopšanas ciršu algoritms tā, lai jaunībā audzes izkoptu intensīvāk (izkoptu procentuāli vairāk audžu, sāktu laicīgāk, atstātu mazāku koku skaitu), bet tuvojoties galvenās cirtes brīdim kopšanas ciršu intensitāte samazinās, valsts mežos no galvenajā cirtē pēc vecuma aprēķinātā apjoma 20% no priedes, egles un bērza audžu platības tiks nocirsta pēc caurmēra nevis vecuma.

Latvijas mežu vērtība pie 4,58% diskonta likmes ir:

- ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā 5,626 miljardi eiro jeb 1712 eiro ha⁻¹;
- pasīvas mežsaimniecības scenārijā 5,259 miljardi eiro jeb 1601 eiro ha⁻¹;
- intensīvi-mērķtiecīgas mežsaimniecības scenārijā 6,313 miljardi eiro jeb 1922 eiro ha⁻¹

Prognozētā augošo koku krāja ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā palielināsies no 680 milj. m³ 2025. gadā līdz 780 milj. m³ 2120. gadā. Pasīvajā mežsaimniecības scenārijā

augošo koku krāja tiek prognozēta, ka 100 gadu laikā tā palielināsies no 684 milj. m³ 2025. gadā līdz 803 milj. m³ 2120. gadā. Augošos koku krājas palielinājums tiek prognozēts arī intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā - no 677 milj. m³ 2025. gadā līdz 792 milj. m³ 2120. gadā.

Šajā pētījumā mežsaimnieciskās darbības izvērtēšanai ir izmantots rādītājs izaudzētais apjoms. Ar šo rādītāju apzīmē augošo koku krāju summētu ar nocirsto koku krājas kumulātu – un šis rādītājs, tad arī parāda cik efektīvi tiek izmantota mežu platība. Analizējot šo izaudzēto koku krāju jāsecina, ka visefektīvāk mežu platība tiek izmantota intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā, bet vismazāk efektīvi pasīvajā meža mežsaimniecības scenārijā. Pasīvajā mežsaimniecības scenārijā pirmajos 50 gados izaudzētais apjoms tiek prognozēts par 20 milj. m³ jeb 1,3% mazāks nekā ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā, bet pēc 100 gadiem – par 68 milj. m³ jeb 2,7% mazāks. Savukārt intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā pirmajos 50 gados izaudzētais apjoms tiek prognozēts par 33 milj. m³ jeb 2,1% lielāks nekā ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā, bet pēc 100 gadiem – par 90 milj. m³ jeb 3,6% lielāks.

Visos mežsaimniecības scenārijos tiek prognozēts, ka ievērojami uzkrāsies vecās virs 100 gadiem audzes. Šo audžu uzkrāšanas lielākoties tiek prognozēta neapsaimniekojamās jeb aizsargājamās mežos. Tomēr arī apsaimniekojamās mežos uzkrāsies audzes, kas vecākas par 100 gadiem. Ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā apsaimniekojamās mežos pēc 50 gadiem šādu audžu platība tiek prognozēts, ka būs palielinājusies no 189 tūkst. ha līdz 224 tūkst. ha. Savukārt prognozes liecina, ka pēc 100 gadiem šajā mežsaimniecības scenārijā šo audžu platība būs samazinājusies līdz 152 tūkst. ha. Salīdzinājumā intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā tiek prognozēts, ka pēc 50 gadiem apsaimniekojamās mežos par 100 gadiem vecāku audžu platība būs 259 tūkst. ha, bet pēc 100 gadiem – 182 tūkst. ha.

Visos mežsaimniecības scenārijos tiek prognozēts, ka ar laiku audzes kļūs resnākas, proti mežaudžu vidējais caurmērs palielināsies. Pie tam šāda tendence ir novērojama gan visos mežos kopumā, gan arī atsevišķi apsaimniekojamās mežos. Visos mežsaimniecības scenārijos tiek prognozēts, ka uzkrāsies audžu platība, kurās vidējais caurmērs pārsniedz 40 cm. Ja sākotnēji šādu audžu platība būs vislielākā pasīvajā mežsaimniecības scenārijā, tad prognozes liecina, ka pēc 100 gadiem šādu audžu platība vislielākā būs intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā

Prognozētais gadā nocirstais apjoms ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā 2025. gadā ir 16,6 milj. m³, pēc 50 gadiem tiek prognozēts, ka gadā nocirstais apjoms būs 17,9 milj. m³, savukārt pēc 100 gadiem gadā nocirstais apjoms tiek prognozēts 19,0 milj. m³. Pasīvajā mežsaimniecības scenārijā gadā nocirstais apjoms 2025. gadā tiek prognozēts 15,6 milj. m³, 2070. gadā 16,9 milj. m³, bet 2120 gadā 17,7 milj. m³. Intensīvi-mērķtiecīgas mežsaimniecības scenārijā prognozētais gadā nocirstais apjoms 2025. gadā ir 17,4 milj. m³, pēc 50 gadiem tiek prognozēts, ka gadā nocirstais apjoms šajā scenārijā būs 18,8 milj. m³, bet pēc 100 gadiem gadā nocirstais apjoms tiek prognozēts 19,7 milj. m³.

Galvenajā cirtē nocirstā platība ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā 2025. gadā tiek prognozēta 40,1 tūkst. ha gadā, bet ar laiku tā samazināsies un svārstīsies ap 34±2 tūkst. ha gadā. Pasīvajā mežsaimniecības scenārijā pirmajā piecgadē tiek prognozēts, ka galvenajā cirtē nocirstā platība būs 35,5 tūkst. ha gadā, kas ir par 4,6 tūkst. ha jeb 11,5% mazāk nekā ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā. Ar laiku tiek prognozēts, ka šī starpība starp šiem abiem scenārijiem samazināsies un tā būs robežās no 1,5 līdz 3,5 tūkst. ha gadā. Intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā pirmajā piecgadē tiek prognozēts, ka galvenajā cirtē nocirstā platība būs 43,6 tūkst. ha gadā, kas ir par 3,5 tūkst. ha gadā jeb 8,7% lielāka nekā ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā. Vēlākajos gados tiek prognozēts, ka galvenajā cirtē nocirstās platības difference starp šiem scenārijiem samazināsies un pēc 50 gadiem tā stabilizēsies 1 – 3 tūkst. ha gadā robežās.

Svarīgs rādītājs ir ne tikai nocirstās apjoms, bet sagatavoto sortimentu apjoms, jo tas parāda nocirsto un reāli izmantoto koksni.

Ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā gadā sagatavoto sortimentu apjoms tiek prognozēts, ka pieaugs no 13,5 milj. m³ 2025. gadā līdz 15,1 milj. m³ 2070. gadā un 16,0 milj. m³ 2120. gadā. Priedes, egles un bērza zāģbaļķu apjoms gadā ikdienišķas mežsaimniecības scenārijā tiek prognozēts, ka pieaugs no 4,9 milj. m³ 2025. gadā līdz 5,0 milj. m³ 2070. gadā un 6,1 milj. m³ 2120. gadā. Pasīvajā mežsaimniecības scenārijā sagatavoto sortimentu apjoms gadā tiek prognozēts, ka pieaugs no 12,8 milj. m³ 2025. gadā līdz 14,3 milj. m³ 2070. gadā un 15,0 milj. m³ 2120. gadā. Priedes, egles un bērza zāģbaļķu apjoms gadā pasīvas mežsaimniecības scenārijā tiek prognozēts, ka pieaugs no 4,8 milj. m³ 2025. gadā līdz 4,9 milj. m³ 2070. gadā un 5,7 milj. m³ 2120. gadā. Intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā gadā sagatavoto sortimentu apjoms tiek prognozēts, ka pieaugs no 14,5 milj. m³ 2025. gadā līdz 16,5 milj. m³ 2070. gadā un 18,0 milj. m³ 2120. gadā. Priedes, egles un bērza zāģbaļķu apjoms gadā intensīvi-mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā tiek prognozēts, ka sākotnēji tas praktiski nemainīsies 5,5 milj. m³ 2025. gadā un 5,4 milj. m³ 2070. gadā, bet vēlāk pieaugs līdz 7,7 milj. m³ 2120. gadā.

Pētījums pierāda, ka piedāvātās galvenās cirtes caurmēra izmaiņas Ministru kabineta 2012. gada 18. decembra noteikumos Nr. 935 "Noteikumi par koku ciršanu mežā" un ar koku ciršanas izmaiņām saistītās meža atjaunošanas izmaiņas Ministru kabineta 2012. gada 2. maija noteikumos Nr. 308 „Meža atjaunošanas, meža ieaudzēšanas un plantāciju meža noteikumi” apvienojot to ar mērķtiecīgu uz jaunākajām zinātniskajām atziņām balstītu mežsaimniecību var paaugstināt mežu vērtību un tajā pašā laikā neietekmēs negatīvi mežu struktūru.

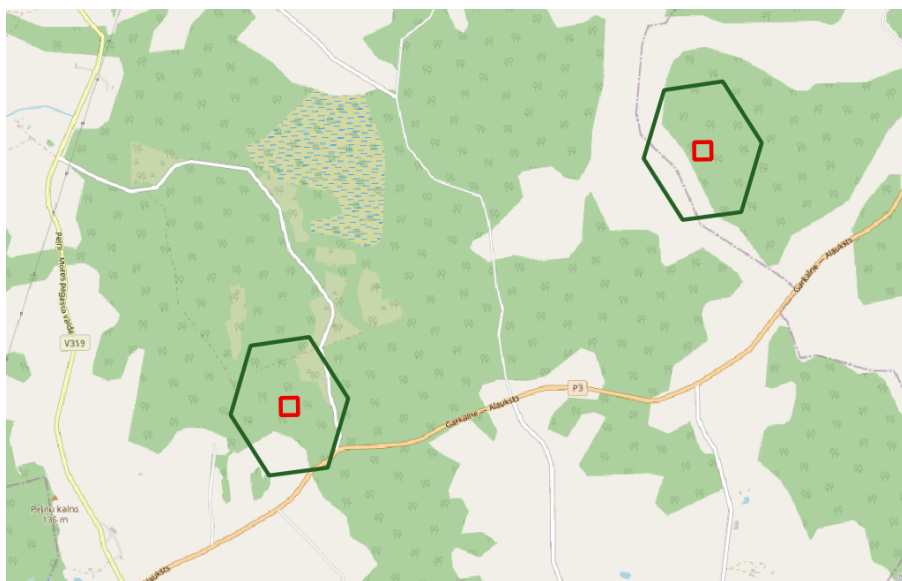
Šis pētījums uzrāda vēl vienu tendenci, proti, šī brīža normatīvais regulējums, kas nosaka galvenajā cirtē nocērtamo apjomu valsts mežos ir meža vērtību bremsējošs un līdz ar to mērķtiecīgu apsaimniekošanu bremsējošs. Jo salīdzinot intensīvi-mērķtiecīgo mežsaimniecības scenāriju ar ikdienišķo mežsaimniecības scenāriju redzams, ka apsaimniekojamajos mežos valsts mežu vērtība palielinājusies par 3,3%, bet pārējos mežos par 21,6%. Valsts mežos šis normatīvais regulējums var veicināt to, ka apsaimniekotājs var nebūt ieinteresēts pēc iespējas ātrāk izaudzēt zāģbaļķa sortimentus, jo normatīvais regulējums ir tāds, ka galvenās cirtes apjoma aprēķins ir atkarīgs tikai no audžu vecuma. Būtu ieteicams pārskatīt galvenās cirtes maksimāli pieļaujamā apjoma aprēķinu, lai tas sekmētu ražīgāku un augstvērtīgāku audžu veidošanu.

3. FAO FRA mežu monitoringa 500 Latvijas PL novērtējums, raksturojot meža izmaiņas no 2000.– 2018. g.

3.1. Metodika

Meža seguma monitorings veikts FAO projekta “Global Forest Resources Assessment” ietvaros, kur, izmantojot tālizpētes datus, noteikts zemes segums, zemes seguma izmaiņas. Kā atbalsta tālizpētes dati tiek izmantoti Landsat, Sentinel-2 satelītu attēli.

Izvērtēti 500 parauglaukumi, kuri izvietoti pa visu Latvijas teritoriju. Parauglaukumu izvietojums sagatavots FAO, kā atbalsta datus izmantojot meža izmaiņu analīzi (Hansen). Katram parauglaukumam atsevišķi tiek izvērtēta parauglaukuma centrālā daļa (kvadrāta forma) un kopējais parauglaukums (heksagona forma).



3.1.1. attēls. Divu Latvijas parauglaukumu ģeometriju piemērs.

Lai iespējami ticamāk pārbaudītu parauglaukumu klasifikāciju, izmaiņas, izmantoti šādi datu kontroles avoti:

- Lauku atbalsta dienesta lauku digitālie dati (aramzeme vai zālājs)
- Ortofoto dažādu uzlidojumu periodu attēli iespējami precīzākai parauglaukuma centra piederības noteikšanai (Sentinel-2 attēli ar 10m izšķirtspēju, ortofoto ar 1 vai pat 0,5m izšķirtspēju).
- No LiDAR datiem sagatavotie materiāli – apauguma augstums, vainagu biežība (lai noteiktu atbilstību FAO meža definīcijai).

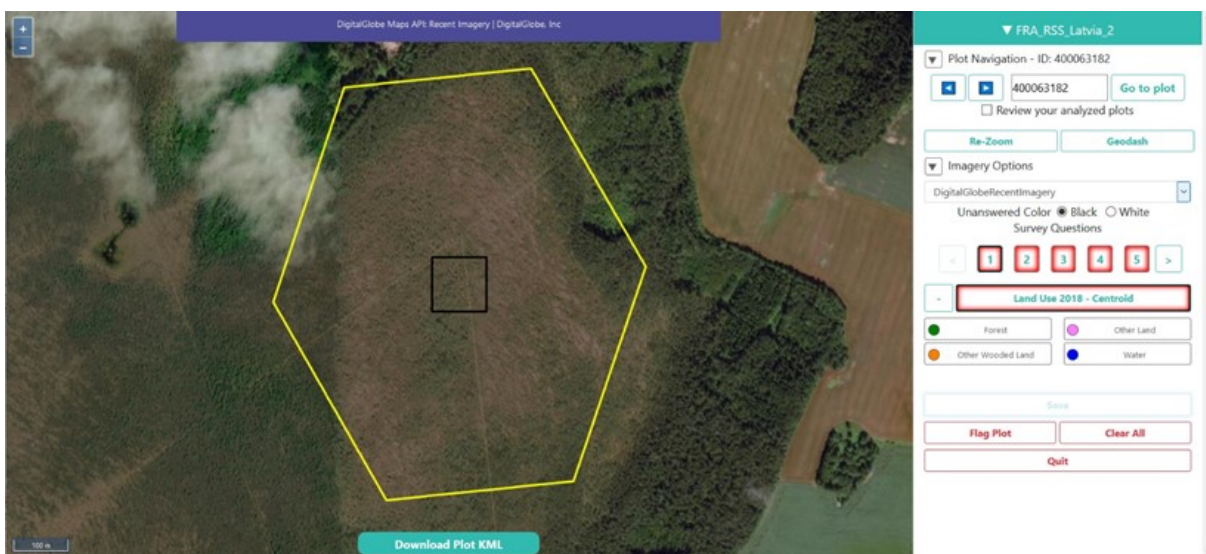
Zemes seguma kartēšanas iedalījums, kas tiek noteikts katram parauglaukumam:

1. Mežs:
 - 1.1. Dabīgi ieaudzis.
 - 1.1.1. Ar koku segumu.
 - 1.1.2. Laicīgi bez koku seguma.
 - 1.2. Stādīts.
 - 1.2.1. Ar koku segumu.
 - 1.2.2. Laicīgi bez koku seguma.
 - 1.3. Plantāciju mežs.
 - 1.3.1. Ar koku segumu.
 - 1.3.2. Laicīgi bez koku seguma.

2. Cita ar kokiem klāta zeme.
3. Cita zeme.
 - 3.1. Aramzeme
 - 3.2. Pļava
 - 3.3. Atklāta augsne
 - 3.4. Apbūve
 - 3.5. Eļļas palmas (Latvijā nav).
4. Ūdens.

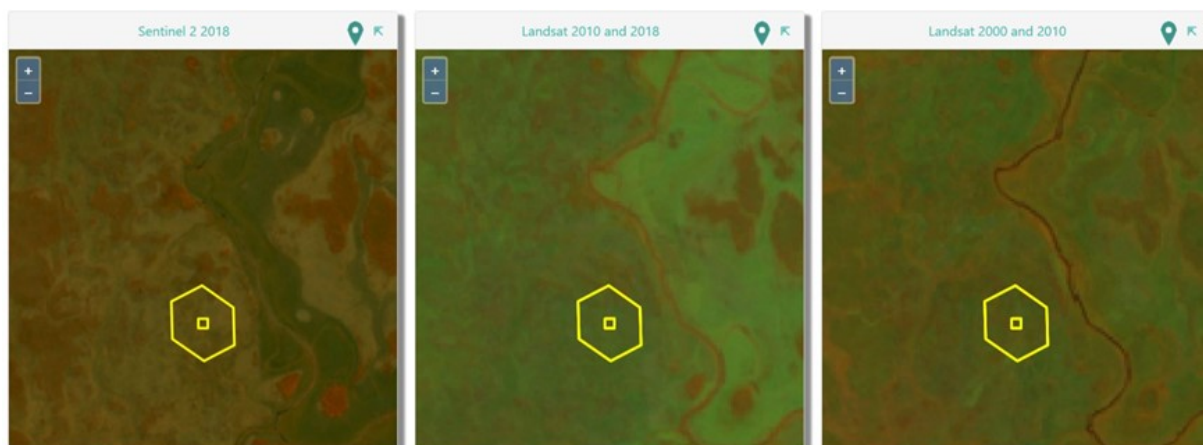
Klasificējot kā citu zemi, papildus novērtēts vai uz šīs zemes ir koki (neklasificējas kā mežs vai cita ar kokiem klāta zeme).

Novērtēšana notika izmantojot mākoņrisinājumu Collect Earth. (<http://www.openforis.org/tools/collect-earth.html>)



3.1.2 attēls. Zemes seguma novērtēšanas vides piemērs.

Meža izmaiņu novērtēšana tika novērtēta starp 2000.gadu un 2010.gadu, kā arī starp 2010.gadu un 2018.gadu.



3.1.3. attēls. Dažādu laika periodu meža teritoriju izmaiņu novērtēšana.

Meža izmaiņu novērtēšanas kategorijas, kādā klasificētas izmaiņas nosauktajos divos laika periodos:

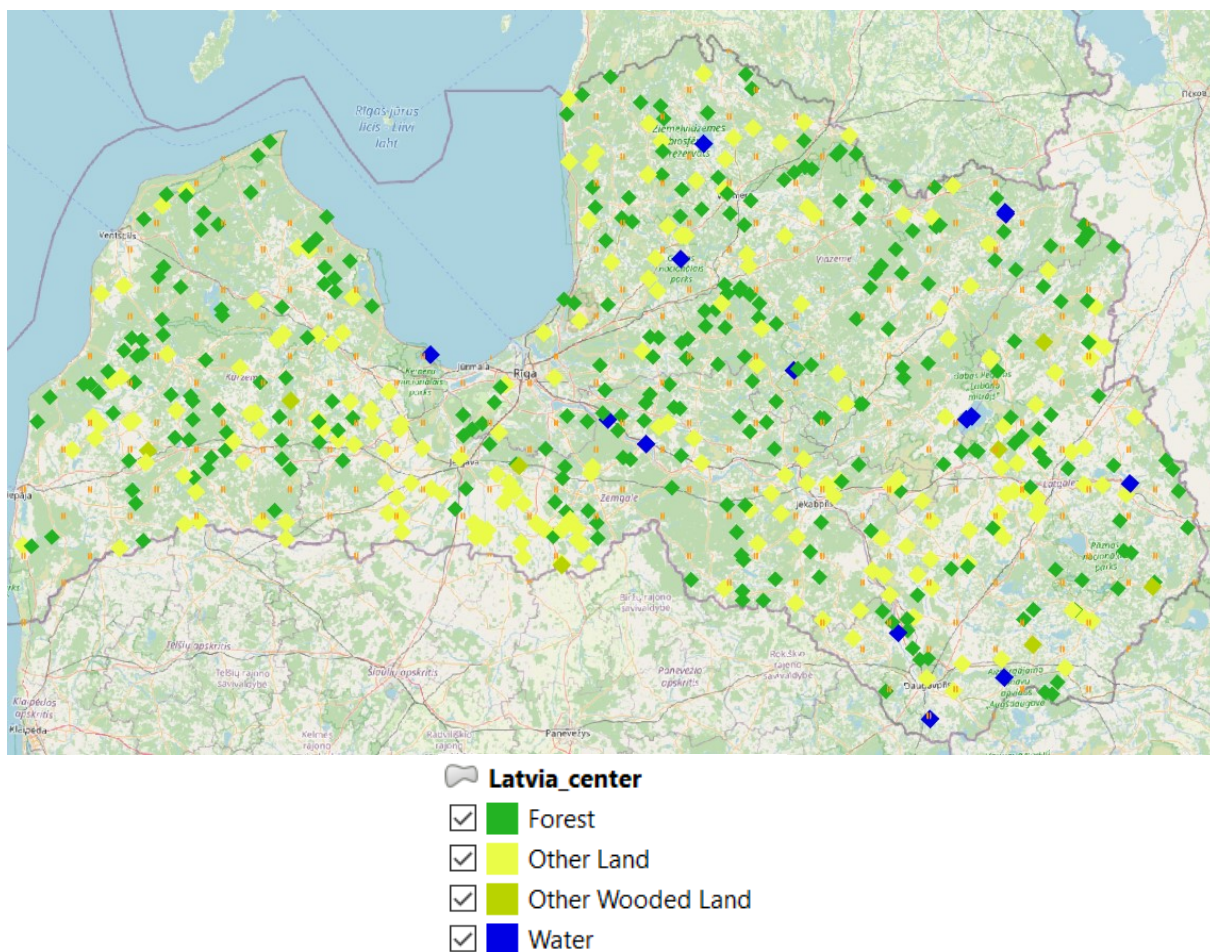
- Stabīlas meža platības.
- Stabīlas nemeža platības.
- Meža zudums 2000 – 2010.
- Meža zudums 2010 - 2018.
- Meža ieguvums 2000 – 2010.
- Meža ieguvums 2010 - 2018.

Ja mežs ir zaudēts, tad novērtēts uz kādu zemes lietojuma veidu mainījies:

- Zālāji.
- Aramzemes.
- Apdzīvotas vietas.
- Atklāta augsne.
- Cita ar kokiem klāta zeme.
- Ūdens.
- Eļļas palmas (Latvijā nav).

3.2. Rezultāti

Kā rezultāti iegūta parauglaukumu (2x500) zemes segumu, izmaiņu karte, kura iesniegta FAO statistiskai novērtēšanai. Iegūta arī kopējā datu bāze apstrādātajiem datiem csv formātā.



3.2.1. attēls. Latvijas izvērtēto parauglaukumu centru piederības karte.

Atsevišķi novērojumi:

- Mežainums 2018.gadā 54%.
- Mežu zudums abos novērtētos periodos nav konstatēts (bija viena parauglaukuma teritorijā, kas statistiskā novērtējumā neuzrādīja novērtējamu īpatsvaru).
- Mežu zudums, kas novērtēts atsevišķā parauglaukumā, saistīts ar tā transformāciju par aramzemi.
- Mežu ieguvums abos periodos 2% ar tendenci samazināties (pēc uzskaitīto atbilstošo parauglaukumu skaita).

Starp periodiem nav novērojamas nozīmīgas parauglaukumu skaita izmaiņas dalījumā pa meža īpatsvara grupām. Vairāk ir palikuši laukumi, kuros mežs ir 100% no teritorijas un mazāk ir palikuši laukumi, kuros mežs nav vispār (3.2.1. tabula).

3.2.1. tabula

Parauglaukumu sadalījums atkarībā no meža īpatsvara

Mežu īpatsvars parauglaukumā (%)	Parauglaukumu skaits	
	2000. - 2010. gads	2010. - 2018. gads
0	118	114
10	38	39
20	32	31
30	27	28
40	21	21
50	17	16
60	15	13
70	24	25
80	31	33
90	42	42
100	135	138
Kopā	500	500

Kopumā 33 parauglaukumos meža īpatsvars ir palielinājies (3.2.2. tabula), bet 3 parauglaukumos meža īpatsvars tajos ir samazinājies (3.2.3. tabula).

3.2.2. tabula

Meža paplašināšanās laika posmā no 2000. – 2018. gadam

Paplašināšanās īpatsvars parauglaukumā (%)	Parauglaukumu skaits
0	467
10	27
20	5
30	1
Gala summa	500

3.2.3. tabula

Meža zudums laika posmā no 2000. – 2018. gadam

Mežu zudums parauglaukumā (%)	Parauglaukumu skaits
0	497
10	2
20	1
Gala summa	500

Literatūra

- 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., Jansons J., Zariņš J., Klauss K., Zdors L., Šņepsts G. (2011). Latvijas meža resursu ilgtspējīgas, ekonomiski pamatotas izmantošanas un prognozēšanas modeļu izstrāde. Pētījumu projekta pārskats. 126 lpp.
- Donis J., Lazdiņš A., Jansons J., Zariņš J., Treimane A., Zdors L., Kupfere L., Šēnhofs R., Lūkins M., Šņepsts G. (2013). Latvijas meža resursu ilgtspējīgas, ekonomiski pamatotas izmantošanas un prognozēšanas modeļu izstrāde. Pētījumu projekta pārskats. 97 lpp.
- Donis J., Šņepsts G., Šēnhofs R., Zdors L., Treimane A. (2015). Mežaudžu augšanas gaitas un pieauguma noteikšana, izmantojot pārmērītos meža statistiskās inventarizācijas (MSI) datus. Pētījumu projekta pārskats. 33 lpp.: Pieejams http://www.silava.lv/userfiles/file/Projektu%20parskati/2015_Donis_LVM_gala.pdf
- Donis J., Šņepsts G., Zdors L., Treimane A. (2019). Augšanas gaitas modeļu pilnveidošana. Pētījumu projekta pārskats. 75 lpp.
- Kuliešis A. (1993). Lietuvos medinu prieaugio ir jo panaudojimo normatyvai. Lietuvos mišku institutas. Kaunas 383 l.
- Liepa I. (1996). Pieauguma mācība. Jelgava. 123 lpp.
- Ozoliņš R. (2002). Forest stand assortment structure analysis using mathematical modeling. – Metsanduslikud uurimused XXXVII, 33-42. ISSN 1406-9954
- Van Laar A., Akça A. (1997). Forest mensuration. Cuvillier Verlag Gottingen. 418 pp.
- Zālītis P., Lībiete Z., & Jansons J. (2017). Kokaudžu augšana mūsdienīgi veidotās jaunaudzēs. Salaspils: LVMI Silava, DU AA 'Saule', 117 lpp. ISBN 978-9984-14-805-2
- Zālītis P., Zālītis T., Lībiete-Zālīte Z. (2010). Changes in stand productivity related to the deformation of drainage ditches. *Mežzinātne* 22(55): 103-115.