



PĀRSKATS  
PAR PĒTĪJUMA 2023. GADA REZULTĀTIEM

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: **Pētījumi meža koku sugu sēklkopības atbalstam**

LĪGUMA NR. 5-5.9.1\_0080\_101\_21\_86

PĒTĪJUMA ZINĀTNISKAIS VADĪTĀJS:

Āris Jansons, LVMI Silava vadošais pētnieks

PĒTĪJUMS ĪSTENOTS AKCIJU SABIEDRĪBAS "LATVIJAS VALSTS MEŽI" UN LATVIJAS VALSTS MEŽZINĀTNES INSTITŪTA "SILAVA" 2021. GADA 13. SEPTEMBRA SADARBĪBAS LĪGUMA IETVAROS

Salaspils, 2023

## **Kopsavilkums**

Visi darbi izpildīti saskaņā ar plānoto, sasniedzot paredzētos pētījuma mērķus.

### **1. Ozola un liepas selekcijas materiāla un perspektīvu novērtējums**

Veikta plānotā divu ozolu pēcnācēju pārbaužu stādījumu uzmērīšana un datu analīze, novērtējot pazīmju ģenētisko nosacītību un atlasot piemērotākās ģimenes turpmākai pavairošanai. Veikta plānotā liepu audžu un pluskoku atlase turpmākam selekcijas un sēklkopības darbam.

### **2. Dižskābarža selekcijas attīstība.**

Ievākti un LVM Sēklas un stādi nodoti potzari no atlasītajiem dižskābarža pluskokiem paredzētajā apjomā. Sagatavots manuskripts par dižskābaržu ģenētisko daudzveidību, analīzē apstiprinot, ka nav novērojams gēnu dreifs. Tomēr, ja plānots no kādas audzes ievākt materiālu liela stādu daudzuma audzēšanai, lietderīgi veikt tās ģenētisko analīzi, jo starp audzēm konstatētas būtiskas ģenētiskās daudzveidības atšķirības, kas varētu būt saistītas ar sākotnējo koku atlasīto ierīkošanai. Veikti mērījumi un sagatavots manuskripts par audžu struktūru, konstatējot strauju dižskābarža reakciju (pieaugumu) uz gaismas apstākļu uzlabošanu. Ja mērķis ir palielināt dižskābarža audžu platības Latvijas austrumu daļā, stādījumu ierīkošana zem audzes klāja, pasargājot jaunus koku no sala ietekmes, var būt piemērota pieeja.

### **3. Klinškalnu priedes selekcijas un mežsaimniecības perspektīvu novērtējums.**

Uzmērīti trīs Klinškalnu priedes eksperimentālie stādījumi, veikta to analīze un selekcijas efekts novērtēšana. Rezultāti prezentēti starptautiskā zinātniskā konferencē.

### **4. Selekcijas ietekmes novērtējums uz meža ģenētisko daudzveidību.**

Zemsedzes veģetācijas daudzveidības raksturošanai ievākti dati audzēs, kur ilgstoši nav veikta saimnieciskā darbība. Rezultāti, kas sagatavoti publikācijas manuskripta formā, liecina par lielāku zemsedzes veģetācijas sugu skaitu plantācijās, nekā šādās audzēs, taču taksonomiskām atšķirībām, kas iespējams saistītas ar audžu biezuma ietekmi.

### **6. Metožu klimata noturīgu genotipu atlasei selekcijā attīstība.**

Ņemot vērā, ka egļu sēklu plantācijās netika konstatēta pietiekama ziedēšana, veikts plānotais papildus darbs šīs koku sugas klonu stādījumu atkārtotā vērtēšanā stumbra defektu attīstības dinamiskas noteikšanai: uzmērīti 1+5 egļu klonu stādījumi. Stumbr plaisu vidējais garums piecu gadu posmā saglabājās nemainīgs. Kopumā neesošas klonu līmeņa saistības starp produktivitāti un stumbra bojājumiem ļauj atlasīt ātraudzīgus genotipus bez paaugstināta bojājumu veidošanās riska.

## **Summary**

All activities had been carried out as planned, reaching the intended results.

### **1. Assessment of breeding materials for oak and linden.**

Two oak progeny trials had been measured, analysed and material selected for further breeding and propagation. New linden plus trees had been selected for breeding and seed production.

### **2. Development of European beech breeding.**

To ensure seed production, beech scions were collected from plus trees for grafting and delivered to LVM Seeds and plants. A manuscript on the genetic diversity in beech stands has been prepared, noting on signs of genetic drift; however, notable differences in genetic diversity between stands suggests the need to test this parameter of any stand prior using it for substantial seed collection. Planting under crone cover can be suitable method to establish beech stands in eastern part of Latvia with more continental climate, since high increment had been found for the young trees after partial or complete removal of first layer coniferous trees. Results of this analysis prepared in a form of a manuscript.

### **3. Assessment of lodgepole pine breeding and silviculture.**

Three lodgepole pine progeny trials in Latvia had been re-measured and breeding values estimated. Results had been presented in international scientific conference.

### **4. Assessment of the effect of tree breeding on the genetic diversity of forest trees.**

Data on ground-cover vegetation diversity had been collected in unmanaged stands. The comparison with that of plantations, prepared in a form of publication manuscript, reveals higher species number in plantations than in unmanaged stands, however, different taxonomic compositions, presumably related to differences in stand density.

### **6. Development of methods for selection of climate resilient genotypes in tree breeding.**

Taking into account that sufficient flowering was not found in the spruce seed orchards, the planned additional work was carried out to the re-evaluation of clone plantations of this tree species for the determination of the development dynamics of trunk defects: 1+5 spruce clone plantations were measured. No changes in length of stem cracks in five year period had been found. There was absence of genetic link between productivity and assessed stand defects, thus productive clones with low damage risk had been recommended for propagation.

## Attēlu saraksts

- 1.1. attēls. Ozolu pēcnācēju pārbaužu stādījuma shēma MPS Šķēdes meža novadā.
- 1.2. attēls. Atlasītās liepu audzes ar pluskokiem.
- 1.3. attēls. Liepu pluskoki.
- 2.1. attēls. Dižskābaržu parauglaukumu izvietojuma un segaudzes retināšanas shēma.
- 2.2. attēls. Dižskābarža izdzīvošanas robežvērtības un augšanas reakcijas uz segaudzes retināšanu (atēnošanu) koku un audzes līmenī.
- 2.3. attēls. Dižskābarža audžu ģenētiskie parametri.
- 4.1. attēls. Pētījumā ietverta parastās egles audžu izvietojums.
- 4.2. attēls. Detrendētā korespondentanalīze visiem parastās egles audžu zemsedzes veģetācijas parauglaukumiem.
- 6.1. attēls. Vērtēto egles klonu stādījumu izvietojums un kokaudze vienā no tiem.
- 6.2. attēls. Statistiski būtiskās ( $p < 0,05$ ) sakarības starp stumbra bojājumu varbūtību un to ietekmējošiem faktoriem Jurģu stādījumā.
- 6.3. attēls. Statistiski būtiskās ( $p < 0,05$ ) sakarības starp stumbra bojājumu varbūtību un to ietekmējošiem faktoriem Druvēnu stādījumā.
- 6.4. attēls. Statistiski būtiskās ( $p < 0,05$ ) sakarības starp stumbra bojājumu varbūtību un to ietekmējošiem faktoriem Valguma stādījumā.
- 6.5. attēls. Stumbra plaisas garuma starpības ( $\Delta$  plaisas garums) sakarība ar plaisas garumu pirmajā (2019.g.) un atkārtotajā (2023.g.) vērtēšanas reizē Jurģu stādījumā.
- 6.6. attēls. Saglabāšanās 2019. – 2023. gadā atkarībā no koku caurmēra un mizgrauža bojājumu esamības Jurģu stādījumā.

## Tabulu saraksts

- 1.1. tabula. Ģenētisko parametru vērtības ozolu pēcnācēju pārbaužu stādījumos.
- 1.2. tabula. Ģenētiskās korelācijas (augšējā labā matricas daļa) un to standartklūdas (apakšējā kreisā matricas daļa) ozolu raksturlielumiem.
- 1.3. tabula. Atlasītās liepu audzes ar pluskokiem.
- 3.1. tabula. Klinškanu priedes provenienču vērtējums.

## Saturs

<i>Kopsavilkums</i> .....	2
<i>Summary</i> .....	3
<i>Attēlu saraksts</i> .....	4
<i>Tabulu saraksts</i> .....	4
<i>2023. gada darba uzdevumi un to izpilde</i> .....	6
<i>1. Ozola un liepas selekcijas materiāla un perspektīvu novērtējums</i> .....	8
1.1. Eksperimentu uzmērīšana .....	8
1.2. Provenienču vērtēšana .....	10
<i>2. Dižskābarža selekcijas attīstība</i> .....	11
2.1. Dižskābarža audžu vērtējums un sēklu bāzes nodrošināšana.....	11
2.2. Dižskābarža provenienču raksturojums .....	12
2.3. Dižskābarža audzēšanas risku analīze.....	13
<i>3. Klinškalnu priedes selekcijas un mežsaimniecības perspektīvu novērtējums</i> .....	15
3.1. Pēcnācēju pārbaudes stādījumu uzmērīšana.....	15
<i>4. Selekcijas ietekmes novērtējums uz meža ģenētisko daudzveidību</i> .....	18
4.1. Bioloģiskās daudzveidības indikatoru datu ievākšana un analīze .....	18
<i>6. Metožu klimata noturīgu genotipu atlasei selekcijā attīstība</i> .....	21
6.1. Metožu klimata noturīgu genotipu atlasei selekcijā attīstība .....	21

## 2023. gada darba uzdevumi un to izpilde

Darbs	Pamatojums, darbības un metodika (pētījums, darbs)	Izpilde
<i>Starpziņojumā un etapa pārskatā ietvertas ziņas par šādu pētījumu jomu 3. etapa darbu progresu un rezultātiem:</i>		
<b>1. Ozola un liepas selekcijas materiāla un perspektīvu novērtējums</b>		
1.1. Eksperimentu uzmērīšana	<p><b>Darbu nolūks:</b> veikt ozola pēcnācēju pārbaužu stādījumu uzmērīšanu</p> <p><b>Lauka darbu laikā:</b> veikta 2 stādījumu uzmērīšana: augšanu un stubbra kvalitāti raksturojošās pazīmes</p> <p><b>Kamerālo darbu laikā:</b> Veika rezultātu sākotnējā analīze, labāko ģimeņu atlase</p>	Veikta abu plānoto stādījumu uzmērīšana
1.2. Provenienču vērtēšana	<p><b>Darbu nolūks:</b> veikt liepas audžu fenotipisko novērtējumu, nodrošinot pluskoku atlasī sēklu plantācijai un to atzīmēšanu dabā</p> <p><b>Lauka darbu laikā:</b> pluskoku atlasī paredzēts veikt reģionā, no kurām līdz šim nav vai ir maz izvēlēti pluskoki, lai nodrošinātu plašāku iespējami labākā Latvijā atrodamā šīs koku sugas ģenētiskā materiāla pārstāvību selekcijas populācijā</p> <p><b>Kamerālo darbu laikā:</b> veiks metodikas sagatavošanu, saskaņos izvēlētos reģionu un audzes.</p>	Veikta plānoto darbu izpilde: audžu un pluskoku atlasē
<b>2. Dižskābarža selekcijas attīstība</b>		
2.1. Dižskābarža audžu vērtējums un sēklu bāzes nodrošināšana	<p><b>Darbu nolūks:</b> veikt potzaru ievākšanu no izvēlētajiem pluskokiem</p> <p><b>Lauka darbu laikā:</b> Potzaru ievākšana plānota no iepriekšējā etapā izvēlētajiem pluskokiem</p> <p><b>Kamerālo darbu laikā:</b> Šajā etapā nav plānoti</p>	Ievākti potzari no atlasītajiem dižskābarža pluskokiem. Potzari nodoti LVM Sēklas un stādi.
2.2. Dižskābarža provenienču raksturojums	<p><b>Darbu nolūks:</b> raksturot dižskābarža provenienču (audžu) struktūru</p> <p><b>Lauka darbu laikā:</b> audžu struktūras raksturošanai vajadzīgo datu ieguve 6 audzēs MPS Šķēdes MN</p> <p><b>Kamerālo darbu laikā:</b> Analīze un publikācijas sagatavošana</p>	Veikta plānoto darbu izpilde – audžu uzmērīšana un publikācijas manuskripta sagatavošana
2.3. Dižskābarža audzēšanas risku analīze	<p><b>Darbu nolūks:</b> veikt dižskābarža audzēšanas risku analīzi: ģenētiskās daudzveidības raksturošanu.</p> <p><b>Lauka darbu laikā:</b> Nav plānots</p> <p><b>Kamerālo darbu laikā:</b> veikta iepriekš ievākto datu analīze un Latvijas dižskābarža audžu ģenētiskās daudzveidības raksturojums, sagatavots publikācijas formātā.</p>	Veikta plānoto darbu izpilde – analīze un publikācijas manuskripta sagatavošana
<b>3. Klinškalnu priedes selekcijas un mežsaimniecības perspektīvu novērtējums</b>		
3.1. Pēcnācēju pārbaudes stādījumu uzmērīšana	<p><b>Darbu nolūks:</b> Klinškalnu priedes pieauguma analīzes</p> <p><b>Lauka darbu laikā:</b> tiks veikta Klinškalnu priedes provenienču stādījumu datu ieguve no tiem eksperimentiem, kas līdz šim nav vērtēti (3)</p> <p><b>Kamerālo darbu laikā:</b> veikta visu stādījumu kompleksa analīze un radiālā tekošā pieauguma novērtējums</p>	Ievākti visi plānotie dati, veikta analīze
<b>4. Selekcijas ietekmes novērtējums uz meža ģenētisko daudzveidību</b>		

<p>4.1. Bioloģiskās daudzveidības indikatoru datu ievākšana un analīze</p>	<p><b>Darbu nolūks:</b> nodalīt selekcijas (un reproduktīvā materiāla veida), atjaunošanas veida ietekmi no audzes parametru ietekmes uz bioloģisko daudzveidību</p> <p><b>Lauka darbu laikā:</b> Datu ieguve stādījuma biežuma ietekmes raksturošanai uz veģetācijas daudzveidību (4 audzes)</p> <p><b>Kamerālo darbu laikā:</b> šajā un iepriekšējā etapā ievākota datu kompleksa analīze, publikācija.</p>	<p>Ievākti zemsedzes veģetācijas dati visās plānotajās platībās, sagatavots publikācijas manuskripts</p>
<p><b>5. Egles sēkļu ražas kāpināšanas metožu aprobācija</b></p>		
<p>5.1. Egles čiekuru rūsas patogēnu analīze un darba plāna realizācija</p>	<p><b>Darbu nolūks:</b> novērtēt iespējamās metodes egles čiekuru rūsas patogēnu klātbūtnes mazināšanai sēkļu plantācijās</p> <p><b>Lauka darbu laikā:</b> Ņemot vērā, ka egles plantācijās nav ziedēšana, papildus tiek veikta viena klonu stādījumu uzmērīšana</p>	<p>Veikta uzmērīšana, pārskats sagatavots kopā ar 6. darba uzdevuma rezultātiem</p>
<p><b>6. Metožu klimata noturīgu genotipu atlasei selekcijā attīstība</b></p>		
<p>6.1. Metožu klimata noturīgu genotipu atlasei selekcijā attīstība</p>	<p><b>Darbu nolūks:</b> raksturot egles stumbra defektu attīstības dinamiku egles klonu stādījumos.</p> <p><b>Lauka darbu laikā:</b> veiks 5 klonu stādījumu atkārtotu vērtēšanu stumbra defektu attīstības dinamiskas noteikšanai .</p> <p><b>Kamerālo darbu laikā:</b> veikta iegūto datu analīze kontekstā ar iepriekšējā pētījuma etapa datiem, raksturojot ģenētisko determināciju.</p>	<p>Veikti visi plānotie mērījumi (lauka darbi) un to analīze</p>





nodrošina nozīmīgu produktivitātes pārkumu (stumbra tilpumam 22,1%), vienlaikus saglabājot stumbra kvalitāti.

1.1. tabula

Ģenētisko parametru vērtības ozolu pēcnācēju pārbaužu stādījumos.

Koka raksturlielums	$h^2$	SE	CVa, %	SE
Augstums, m	0,08	0,10	6,6	4,4
Caurmērs, cm	0,11	0,08	12,4	4,8
Stumbra taisnums, ballēs	0	0	0	0
Kopējais kvalitātes vērtējums, ballēs	0,01	0,04	2,4	4,8
Zaru leņķis	0,002	0,02	1,6	5,9
Vainaga kvalitātes vērtējums, ballēs	0,02	0,03	5,4	4,0
Resnākā zara caurmērs, mm	0,02	0,05	5,3	7,9
Padēla klātbūtne	0,02	0,04		
Dubultas galtones klātbūtne	0,04	0,07		

$h^2$  – iedzimstamības koeficients, SE – standartkļūda, CVa – aditīvā ģenētiskā efekta noteiktās variācijas koeficients

1.2. tabula

Ģenētiskās korelācijas (augšējā labā matricas daļa) un to standartkļūdas (apakšējā kreisā matricas daļa) ozolu raksturlielumiem.

Koka raksturlielums	Augstums, m	Caurmērs, cm	Stumbra taisnums, ballēs	Kopējais kvalitātes vērtējums, ballēs	Zaru leņķis	Vainaga kvalitātes vērtējums, ballēs	Resnākā zara caurmērs, mm	Padēla klātbūtne	Dubultas galtones klātbūtne
Augstums, m		<b>0,85</b>	<b>-0,82</b>	<b>-0,85</b>	-0,361	0,04	<b>0,98</b>	0,38	0,83
Caurmērs, cm	0,16		<b>-0,78</b>	-0,32	<b>-0,94</b>	<b>0,78</b>	<b>0,98</b>	<b>0,98</b>	<b>0,99</b>
Stumbra taisnums, ballēs	0	0		<b>0,36</b>	<b>-0,16</b>	<b>-0,99</b>	<b>-0,69</b>	<b>-0,21</b>	<b>-0,39</b>
Kopējais kvalitātes vērtējums, ballēs	0	1,329	0		<b>-0,75</b>	0,72	<b>0,98</b>	<b>0,98</b>	0,88
Zaru leņķis	2,986	0	0	0		<b>-0,94</b>	<b>-0,93</b>	0,14	-0,24
Vainaga kvalitātes vērtējums, ballēs	1,019	0,371	0	1,19	0		<b>0,93</b>	<b>0,94</b>	<b>0,93</b>
Resnākā zara caurmērs, mm	0	0	0	0	0	0		<b>0,97</b>	<b>0,90</b>
Padēla klātbūtne	0,889	0	0	1,946	2,673	0	0		<b>0,96</b>
Dubultas galtones klātbūtne	0,763	0	0	1,706	2,773	0	0	0	

Treknrakstā (*bold*) – statistiski būtiskās korelācijas

## 1.2. Provenienču vērtēšana

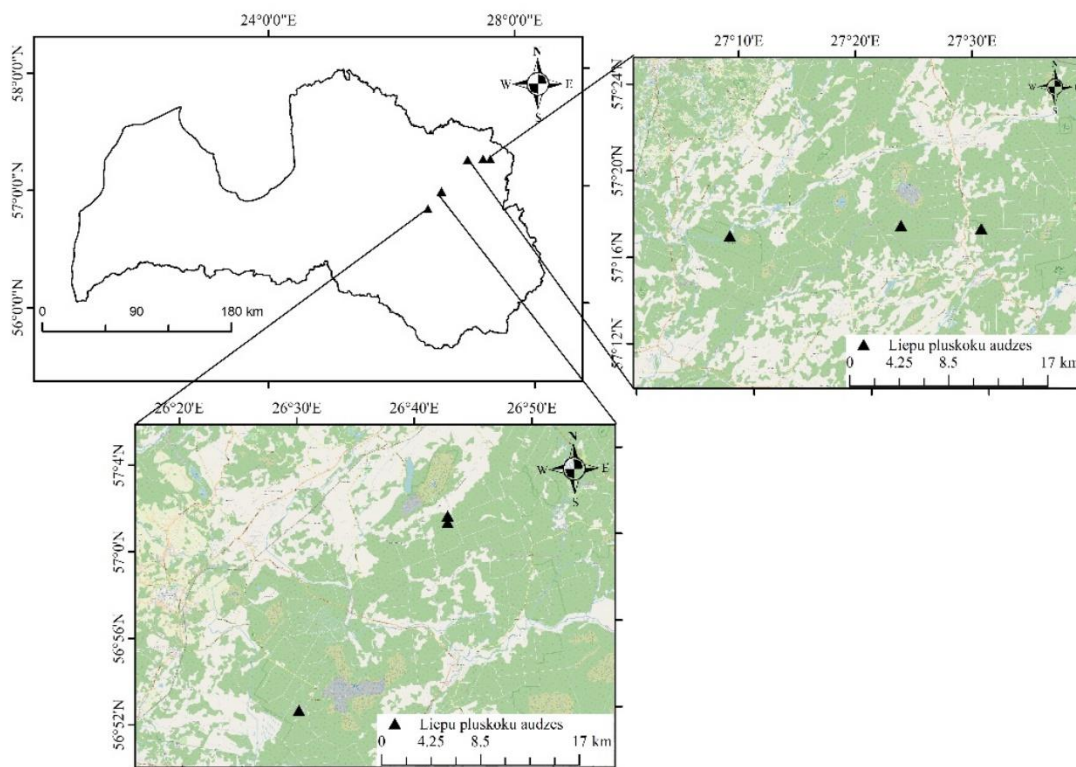
Aktivitātes mērķis šajā etapā ir veikt liepas pluskoku atlasī, lai nodrošinātu plašāku iespējami labākā Latvijā atrodamā šīs koku sugas ģenētiskā materiāla pārstāvētību selekcijas populācijā.

Veikta plānotā liepas audžu atlase pēc taksācijas datu bāzes informācijas un apsekošana tajos LVM "Sēklas un stādi" definētajos reģionos, no kur līdzšinējās inventarizācijas nav notikušas un potenciāli varētu būt atrodami pluskoki. Atlasīts 5 audzes (1.3. tab., 1.2., 1.3. att.) un izvēlēti pluskoki.

1.3. tabula

Atlasītās liepu audzes ar pluskokiem

Kvapg.	Kv.	Nog.	Komentāri
804	361	12	Liepu audze turpinās arī nogabalos uz ziemeļiem. 2-3 koki varētu būt nemami
804	317	10	Pieiešana no Z puses, līkumā var atstāt mašīnu
108	260	10	Upes krasts, kokiem izskatās, ka ir tendence uz plaisām, bet kopumā pāris potenciāli koki iz. Liepas nogabals uz Z pusi nav apsekots, jo nebija atlasē
802	268	5	izskatās, ka pāris koki varētu būt
111	49	8	Patālu jāiet iekšā no jaunā ceļa. Blakus liepas nogabalā neprecīza taksācija - tur ir ozols nevis liepa. Šajā nogabalā 2 skaisti koki novēroti
111	68	1	garš nogabals, pāris labi koki novēroti. Šo var iet kopā ar 49-8



2.2. attēls. Atlasītās liepu audzes ar pluskokiem.



**3.3. attēls. Liepu pluskoki.**

## **2. Dižskābarža selekcijas attīstība.**

### Pamatojums

Klimata pārmaiņu rezultātā sagaidāms, ka Eiropas dižskābarža dabiskās izplatības areāls ietvers arī Baltijas reģionu, kur tas kļūs par ekoloģiski un ekonomiski vērtīgu koku sugu (Fortu, 2023; Jansone et al., 2023; Hickler et al. 2012). Dižskābarža nākotnes potenciālu jau šobrīd atspoguļo tā produktivitāte, adaptācija un pašatjaunošanās sugas vistālāk ziemeļaustrumos esošajos stādījumos Latvijā (Matisons et al., 2018; Puriņa et al., 2016; Jansons et al., 2015). Tādēļ ir svarīgi novērtēt apsaimniekošanas metožu efektivitāti un selekcijas potenciālu, īpaši attiecībā uz sala un pavasara salnu ietekmes mazināšanu jauniem kokiem, kas ir viens no galvenajiem sugas izplatības limitējošajiem faktoriem ziemeļu reģionā (Weigel et al., 2018). Lai raksturotu sugas saimniecisko potenciālu, nepieciešams arī apzināt vietējā stādmateriāla reakciju uz dažādu apsaimniekošanas metožu pielietošanu un novērtēt ietekmi uz bioloģiskās daudzveidības elementiem.

### **2.1. Dižskābarža audžu vērtējums un sēklu bāzes nodrošināšana**

Aktivitātes mērķi šajā etapā ir nodrošināt sēklu bāzes izveidi, vecot potzaru ievākšanu no izvēlētajiem pluskokiem.

Ievākti un “LVM Sēklas un stādi” nodoti potzari no atlasītajiem dižskābarža pluskokiem paredzētajā apjomā: 3 kloni, vismaz 10 rameti no katra klona. Šajā sezonā potējumu pieaugšanas sekmes bijušas labas, tādēļ nākamā etapa ietvaros plānots ievākt visu paredzēto klonu komplektu, kā arī ievākšanu veikt ziemas periodā.

## 2.2. Dižskābarža provenienču raksturojums

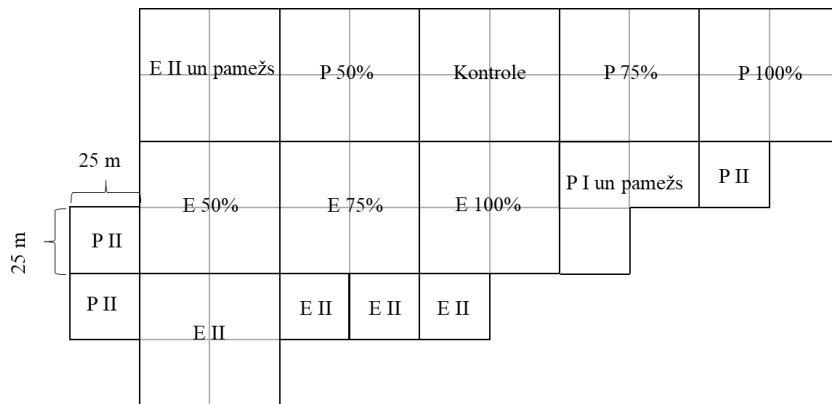
Aktivitātes mērķi šajā etapā ir: 1) zinātniskas publikācijas sagatavošana, raksturojot dižskābarža audzēšanas iespējas un audžu struktūru; 2) datu ieguve 6 audzēs MPS Šķēdes MN.

Veikta plānotā mērījuma datu ievākšana 6 audzēs MPS Šķēdes MN, analīze plānota nākamajā pētījuma etapā saskaņā ar Bādērs u.c. 2020 aprakstīto metodiku.

Saskaņā ar pētījuma plānu žurnālam *New Forests* iesniegta publikācija: **The survival and growth responses of European beech on shelterwood thinning at the northeasternmost plantation in Europe.**

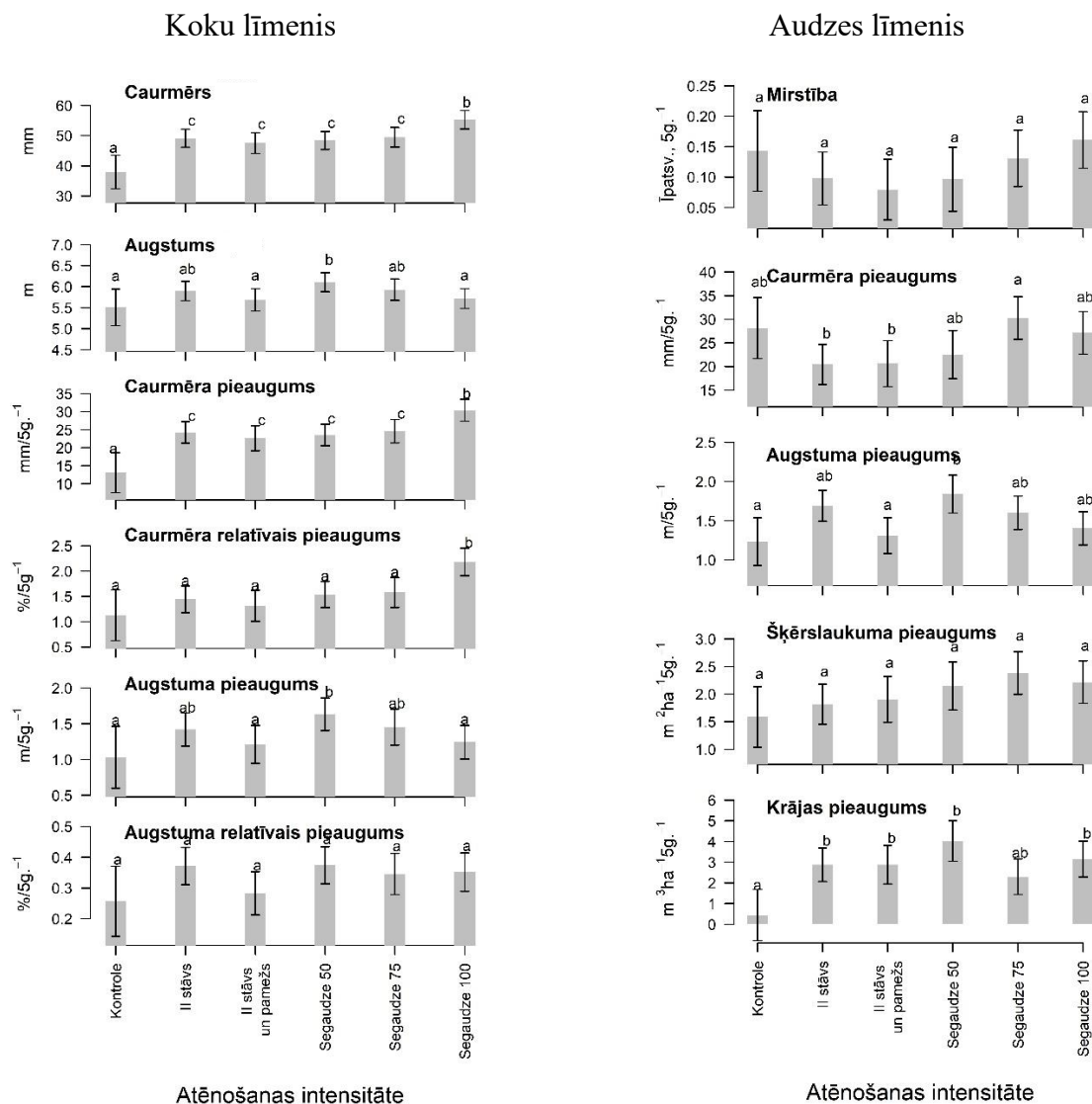
Aktivitātes ietvaros atkārtoti pārmērīti 45 parauglaukumi (katrs 625m<sup>2</sup>, 2.1. att.) audzē, kuru dižskābarži stādīti zem skuju koku mīstraudzes vainagu klāja pēc tās retināšanas. Pirmo mērījumu laikā (dižskābaržu vecums 33 gadi) noteiktas katra koka lokālās koordinātes, uzmērīts to augstums, un garākiem par 1,6 m arī krūšaugstuma caurmērs, atzīmēti galotņu bojājumi. Nākamajā gadā veikta segaudzes novākšana vai retināšana (2.1. att.). Atkārtota katra dižskābarža uzņēmīšana veikta pēc 5 gadiem, nosakot arī koka stāvokli (dzīvs, nolauzts, nokaltis).

Piecus gadus pēc atēnošanas izdzīvoja 87.4% dižskābaržu, un ikgadējā mirstība 2.5% bija tikai nedaudz augstāka nekā sugas izplatības centrālajā daļā (~1.7% gadā; Caquet et al., 2010; Kunstler et al., 2005). Atēnošanas intensitāte izdzīvošanu neietekmēja, taču atstāja pozitīvu ietekmi uz atēnoto dižskābaržu augstuma un caurmēra pieaugumu, īpaši koka līmenī (2.2. att.). Pirms kopšanas dižskābaržu vidējais augstums bija 3.94 m, bet caurmērs 2.38 cm, bet pēc tās augstuma un caurmēra pieaugums audzei attiecīgi bija 0.3 cm un 5mm gadā. Caurmēra pieauguma starpība starp kontroles un atēnotajiem parauglaukumiem bija 2.4 mm gadā, kas ir pielīdzināma sugas izplatības centrālajai daļā konstatētajai (4.7 – 5.4 mm gadā; Weiding and Wagner, 2021; Collet et al., 2002).



Katram parauglaukumam uzrādīta valdošā segaudzes suga: E – egle, P – priede un segaudzes retināšanas intensitāte procentos. Atsevišķiem parauglaukumiem nozāģēts tikai otrais stāvs (II) vai II stāvs un pamežs.

### 4.1. attēls. Dižskābaržu parauglaukumu izvietojuma un segaudzes retināšanas shēma.



**2.2. attēls. Dižskābarža izdzīvošanas robežvērtības un augšanas reakcijas uz segaudzes retināšanu (atēnošanu) koku un audzes līmenī.**

Līdzīgi kā citos pētījumos (Weiding and Wagner, 2021), atēnošanas ietekme izteiktāka bija uz caurmēra pieaugumu, kas pozitīvi korelēja ar atēnošanas intensitāti, savukārt augstuma pieauguma reakcija bija neproporcionāla. Nedaudz augstāku caurmēra, un līdz ar to šķērslaukuma pieaugumu dižskābardis uzrādīja zem priedes segaudzes. Aprēķinātā augšanas gaita liecina, ka dižskābardis uzrādīja aizkavētu reakciju uz atēnošanu, ko iespējams skaidrot ar koku salīdzinoši lielo vecumu kā arī relatīvi skarbo klimatu, kas iespējams paldzināja aklimatizācijas procesu jaunajiem apstākļiem. Turklāt arī maigāka klimata apstākļos reakcija uz atēnošanu var būt aizkavēta no 1 līdz 3 gadiem (augstuma pieaugums reaģē lēnāk; atsauces Weiding and Wagner, 2021; Collet and Chenost 2006). Kopumā dižskābaržu pozitīvā reakcija uz atēnošanu norāda uz pieaugošu sugas augšanas un līdz ar to komerciālo potenciālu Baltijā.

### 2.3. Dižskābarža audzēšanas risku analīze

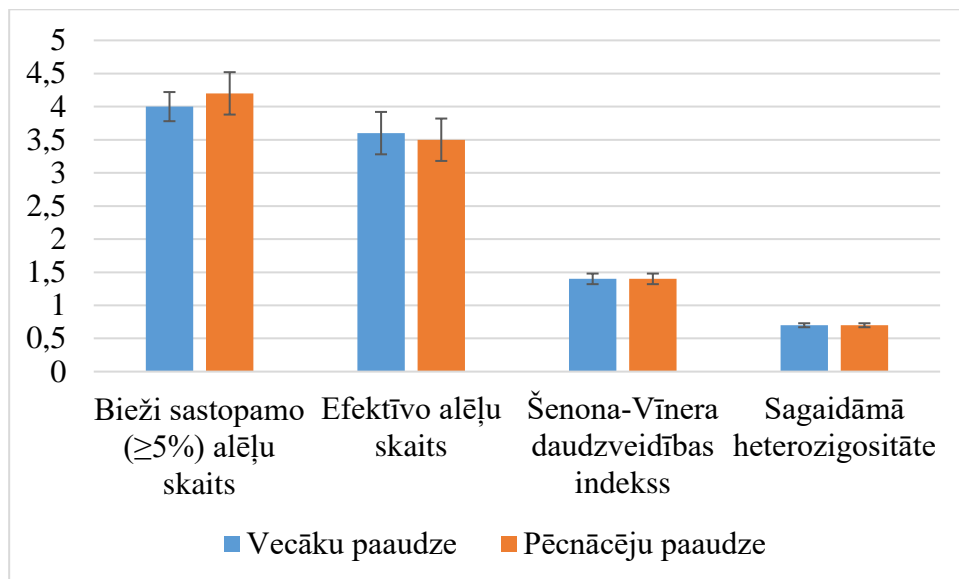
Aktivitātes mērķis šajā etapā veikt iepriekš ievāktu datu analīzi un sagatavot dižskābarža ģenētiskās daudzveidības raksturojumu publikācijas formātā.

Sagatavots manuskripts par dižskābaržu ģenētisko daudzveidību: Dainis Edgars Ruņģis, Līga Jansone, Āris Jansons “Natural regeneration of introduced *Fagus sylvatica* stands in Latvia”.

Analīze liecina par ģenētiskās daudzveidības indikatoru vērtību atšķirībām starp vērtētajiem pirmās paudzes (Latvijā ievests materiāls) audzēm, kas saistāmas ar to ierīkošanai izmantotā stādāmā

materiāla ievākšanas atšķirībām. Bieži sastopamo alēļu skaita atšķirības sasniedz 21%, efektīvo alēļu skaita – pat 32%, liecinot par nepieciešamību šo aspektu ņemt vērā, ja tiek izvēlētas sēkļu audzes ievērojama meža platību atjaunošanai.

Kopumā bieži sastopamās alēles veido 57-61% no kopējā alēļu skaita, kas ir līdzīgi kā citos pētījumos konstatēts Latvijā biežāk sastopamām koku sugām. Tās determinē praktiski nozīmīgo ģenētisko daudzveidību un redzams, ka vērtības starp koku paaudzēm nemainās (2.3. att.).



Izkliedes rādītājs – 95% ticamības intervāls

### 2.3. attēls. Dižskābarža audžu ģenētiskie parametri.

## Literatūra

- Bādērs E., Silamiķele I., Polyachenko O., Kivistē A., Jōgiste K., Jansons Ā. (2020) Long-term effects of salvage logging on stand composition in seminatural spruce forests. *European Journal of Forest Research*, 139(1), pp. 17-27, , 1-11 DOI 10.1007/s10342-019-01249-4
- Fortu, D.A. 2023. A comparison of thinning programmes in European beech (*Fagus sylvatica* L.) based on permanent plots in Southern Sweden. Master's thesis, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Jansone, D., Matisons, R., Kārše, V., Bādērs, E., Kaupe, D., Jansons, Ā. 2023. Structural Heterogeneity of European Beech (*Fagus sylvatica* L.) Stands at Its Northernmost Limits. *Sustainability*, 15(20), 14681.
- Hickler, T., Vohland, K., Feehan, J., Miller, P.A., Smith, B., Costa, L., Giesecke, T., Fronzek, S., Carter, T.R., Cramer, W., Kuhn, I., Sykes, M.T. 2012. Projecting the future distribution of European potential natural vegetation zones with a generalized, tree species-based dynamic vegetation model. *Global Ecology and Biogeography*, 21, pp.60–63.
- Matisons, R., Šņepsts, G., Puriņa, L., Donis, J., Jansons, Ā. 2018. Dominant height growth of European beech at the northeasternmost stands in Europe. *Silva Fennica*, 52(1), 7818.
- Purina, L., Adamovics, A., Katrevics, J., Katrevica, Z., Dzerina, B. 2016. Growth of *Fagus sylvatica* in young mixed stand: case study in central Latvia. *Research for Rural Development*, 2, pp. 21–27
- Jansons, Ā., Matisons, R., Puriņa, L., Neimane, U., Jansons, J. 2015. Relationships between climatic variables and tree-ring width of European beech and European larch growing outside of their natural distribution area. *Silva Fennica*, 49(1), 1255.
- Weigel, R., Muffler, L., Klisz, M., Kreyling, J., van der Maaten-Theunissen, M., Wilmking, M., van der Maaten, E. 2018. Winter matters: Sensitivity to winter climate and cold events increases towards the cold distribution margin of European beech (*Fagus sylvatica* L.). *Journal of Biogeography*, 45(12), pp. 2779–2790.
- Caquet, B., Montpied, P., Dreyer, E., Epron, D., Collet, C. 2010. Response to canopy opening does not act as a filter to *Fagus sylvatica* and *Acer sp.* advance regeneration in a mixed temperate forest. *Annals of Forest Science*, 67, 105.
- Kunstler, G., Curt, T., Bouchaud, M., Lepart, J. 2005. Growth, mortality, and morphological response of European beech and downy oak along a light gradient in sub-Mediterranean forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 35, pp.1657–1668.
- Weidig, J., Wagner, S. 2021. Growth response of advanced planted European beech (*Fagus sylvatica* L.) after storm-caused loss of shelterwood. *European Journal of Forest Research*, 140, 931–946.
- Collet, C., Lanter, O., Pardos, M. 2002. Effects of canopy opening on the morphology and anatomy of naturally regenerated beech seedlings. *Trees*, 16(4-5), 291–298.
- Collet, C., Chenost, C. 2006. Using competition and light estimates to predict diameter and height growth of naturally regenerated beech seedlings growing under changing canopy conditions. *Forestry*, 79(5), pp. 489–502.

### 3. Klinškalnu priedes selekcijas un mežsaimniecības perspektīvu novērtējums

#### Pamatojums

Klinškalnu priede ir introducētā koku suga ar lielāko eksperimentālo stādījumu skaitu Latvijā. Šo stādījumu mērījumu analīze liecina par augstu atsevišķu provenienču ražību mūsu valstī, nodrošinot alternatīvu parastai priedei mežos ar oligotrofām minerālaugsnēm. Tomēr koku sugu introkcija saistīta ar nozīmīgiem ekonomiskiem un bioloģiskās daudzveidības uzturēšanas riskiem, tādēļ, pirms šāda lēmuma pieņemšanas, būtiski ilgtermiņa pētījumi. Pētījuma aktivitāšu gala mērķis ir nodrošināt publicētu informāciju par Klinškalnu priedes selekcijas un audzēšanas perspektīvām Latvijā.

#### 3.1. Pēcņācēju pārbaudes stādījumu uzmērīšana

Aktivitātes mērķis šajā etapā: veikt Klinškalnu priedes provenienču stādījumu datu iegūvi no trim stādījumiem un datu analīzi.

Uzmērīti trīs Klinškalnu priedes eksperimentālie stādījumi pieaugumu analīzei un augstvērtīgāko genotipu atlase sēkļu bāzei:

- 1) Nr.708 – ierīkots 1982. gadā ar viengadīgiem sējeņiem, tagadējā LVM Vecumnieku iecirknī, 48 koku bloku parces, 4 atkārtējumi;
- 2) Nr. 84 – ierīkots 1995. gadā ar divgadīgiem stādiem, tagadējā LVM Rendas iecirknī, 40 koku bloku parces, 4 atkārtējumi;
- 3) Nr. 359 – ierīkots 1992. gadā ar divgadīgiem stādiem, tagadējā LVM Rendas iecirknī, 25 koku bloku parces, 4 atkārtējumi.

Sākotnējā analīze liecina par proveniencas un stādījuma vietas būtisku ietekmi uz koku atbildes reakciju pēc retināšanas (radiālā pieauguma izmaiņām), kā arī stumbra mizas bojājumu un padēlu sastopamību pirms un pēc retināšanas.

Katrā no stādījumiem novērtētas selekcijas starpības koku augstumam un caurmēram, kā arī novērtēts selekcijas efekts, izmantojot BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction*) algoritmu, kas nodrošina iespējami mazāko apstākļu heterogenitātes stādījuma ietvaros ietekmi uz rezultātu (3.1 tab.). Līdzīgs novērtējums veikts arī kvalitātes pazīmē, turpmākam selekcijas un pavairošanas darbam neizvēloties proveniencas, kuru vērtējums ir zemāks par vidējo. Stādījums Nr. 81. nav ietverts kopējā vērtējumā zemā izdzīvojušo koku skaita dēļ.

3.1. tabula

Klinškanu priedes provenienču vērtējums

Stād.	Prov.	Starp. h	Prov.vid.h	Prov.sel. efekts.h	Starp. d	Prov.vid.d	Prov.sel. efekts.d
79	8	1,2	17,1	7,7	17,7	185,7	10,6
79	4	1,1	17,0	6,9	26,5	194,4	15,8
79	3	1,0	16,9	6,2	17,0	185,0	10,1
79	5	0,3	16,2	1,7	7,9	175,8	4,7
79	6	0,1	16,0	0,7	1,4	169,4	0,9
79	32	-0,3	15,6	-1,8	-3,5	164,5	-2,1
79	1	-1,4	14,4	-9,1	-27,8	140,1	-16,6
79	2	-2,0	13,9	-12,3	-39,2	128,7	-23,3
80	8	0,5	12,7	3,9	11,3	144,2	8,5
80	5	0,2	12,4	1,6	4,9	137,8	3,7
80	4	0,2	12,4	1,5	7,7	140,6	5,8

80	32	0,1	12,3	0,9	-2,9	130,0	-2,2
80	6	0,1	12,3	0,6	10,6	143,5	8,0
80	3	0,0	12,2	0,0	2,2	135,1	1,7
80	1	-0,5	11,7	-4,2	-16,1	116,8	-12,1
80	2	-0,5	11,7	-4,2	-17,8	115,1	-13,4
82	10	0,8	10,6	7,8	4,3	106,8	4,2
82	13	-0,4	9,5	-3,6	-2,4	100,1	-2,4
82	9	-0,4	9,4	-4,2	-1,9	100,6	-1,8
358	37	3,3	17,4	23,6	20,3	139,2	17,1
358	21a	0,3	14,4	2,0	4,8	123,7	4,1
358	31	-0,4	13,7	-2,6	-2,7	116,1	-2,3
358	40	-0,8	13,2	-5,9	-6,9	112,0	-5,8
358	53	-2,4	11,7	-17,1	-15,6	103,2	-13,1
359	3	0,1	7,3	2,0	0,0	84,4	0
359	19	0,0	7,2	0,5	0,0	84,4	0
359	7	0,0	7,2	-0,2	0,0	84,4	0
359	14	-0,2	7,0	-2,2	0,0	84,4	0
702	19	0,7	16,8	4,5	1,0	134,8	0,8
702	51	0,5	16,6	3,3	1,0	134,8	0,8
702	12	0,4	16,4	2,4	0,4	134,2	0,3
702	15	0,3	16,4	2,1	0,9	134,6	0,6
702	22	0,3	16,3	1,6	0,8	134,6	0,6
702	20	0,1	16,2	0,8	-0,8	133,0	-0,6
702	14	0,1	16,1	0,6	0,7	134,4	0,5
702	18	0,0	16,0	-0,2	-0,3	133,5	-0,2
702	21a	-0,1	15,9	-0,7	0,9	134,6	0,6
702	17	-0,2	15,9	-1,1	-0,9	132,9	-0,7
702	7	-0,2	15,8	-1,3	0,2	133,9	0,1
702	11	-0,5	15,6	-3,1	-1,9	131,8	-1,5
702	23	-0,7	15,4	-4,1	-0,7	133,0	-0,5
702	13	-0,8	15,3	-5,0	-1,4	132,4	-1,0
704	43	1,1	15,3	7,4	13,4	174,0	8,3
704	42	0,5	14,7	3,6	11,5	172,1	7,1
704	50	0,3	14,6	2,3	6,2	166,9	3,9
704	23	0,1	14,3	0,8	-0,7	159,9	-0,5
704	44	-2,0	12,2	-14,1	-30,3	130,3	-18,9
705	23	0,6	14,5	4,5	7,8	153,9	5,4
705	22	0,4	14,3	3,1	5,7	151,8	3,9
705	20	-0,1	13,8	-1,1	1,4	147,5	1,0
705	21a	-0,2	13,7	-1,3	-4,6	141,5	-3,1
705	12	-0,3	13,6	-2,3	-6,6	139,5	-4,5
705	13	-0,4	13,5	-2,8	-3,7	142,4	-2,6
706	27	0,0	15,8	0	6,4	167,0	4,0
706	21	0,0	15,8	0	2,0	162,6	1,3
706	15a	0,0	15,8	0	0,3	160,8	0,2
706	25	0,0	15,8	0	0,1	160,6	0,1
706	27a	0,0	15,8	0	-0,6	160,0	-0,4
706	26	0,0	15,8	0	-1,6	159,0	-1,0
706	24	0,0	15,8	0	-6,6	153,9	-4,1
707	14	0,3	13,7	1,9	1,2	145,6	0,9
707	18	0,2	13,6	1,7	8,5	152,9	5,9



707	51	0,2	13,6	1,5	4,5	148,9	3,1
707	19	0,2	13,6	1,3	2,4	146,8	1,7
707	12	0,2	13,6	1,2	-0,6	143,8	-0,4
707	7	0,1	13,5	0,9	-0,5	143,9	-0,4
707	23	0,1	13,5	0,7	1,1	145,5	0,8
707	54	0,1	13,5	0,6	2,6	147,0	1,8
707	11	0,0	13,4	0,1	1,2	145,6	0,8
707	21a	0,0	13,4	0,1	0,7	145,1	0,5
707	16	0,0	13,4	-0,3	4,1	148,4	2,8
707	22	-0,1	13,3	-0,5	1,0	145,4	0,7
707	52	-0,1	13,3	-0,8	-4,3	140,0	-3,0
707	15	-0,2	13,2	-1,3	-1,8	142,6	-1,2
707	20	-0,2	13,2	-1,6	-7,3	137,1	-5,1
707	13	-0,4	13,0	-2,6	-7,1	137,3	-4,9
707	17	-0,4	13,0	-3,1	-5,6	138,7	-3,9

Stād. – stādījuma Nr., prov. – proveniencas Nr., starp. – selekcijas starpība, h – augstums, d – caurmērs, vid. – vidējā vērtība, prov.sel. efekts – proveniencas selekcijas efekts

Pētījuma rezultāti prezentēti The International Boreal Forest Research Association konferencē “Climate Resilient and Sustainable Forest Management” (28-31.08.2023.) ziņojumā “Provenance-specific dynamic height growth model for lodgepole pine in Eastern Baltic region”.

## 4. Selekcijas ietekmes novērtējums uz meža ģenētisko daudzveidību

### Pamatojums

Klimata pārmaiņu mazināšanas mērķu sasniegšanas izraisītais pieaugošais pieprasījums pēc koksnes produktiem rezultējas ar mežsaimniecības intensificēšanos, tajā skaitā arī plantāciju mežu ierīkošanu (t.i. kopējās meža platības palielināšanu) un pieprasījumu pēc ražīgākām mežaudzēm. Nozīmīgs elements mežaudžu ražības kāpināšanā ir selekcijas rezultātu izmantošana, tai skaitā lietojot veģetatīvi pavairotu pašu augstvērtīgāko ģenētisko materiālu (klonus). Pētījuma pirmajā etapā veikta zinātniskās literatūras analīze neliecina par šādas pieejas iespējamu ilgtermiņa negatīvu ietekmi uz ģenētisko daudzveidību meža masīva līmenī, tādēļ nākamajos etapos tiek nodrošināta datu ievākšana un analīze par citiem bioloģiskās daudzveidības elementiem.

Lai nodrošinātu saimniecisko mežu ilgtspēju un multifunkcionalitāti, jāveicina tādu elementu attīstība, kas sekmē audzes ekoloģisko noturību un bioloģisko vērtību saglabāšanu. Šie elementi galvenokārt aptver pēc iespējas daudzveidīgāku audzes/blakus esošu audžu struktūru (sastāvu, dimensijas, u.c.), vertikālo daudzveidību (II stāvs un pamežs) un ar vecumu saistītos elementus (atmirušī koksne u.c.) (Oettel un Lapin, 2021). Lielāko daļu no šiem elementiem var nodrošināt saimnieciskos mežos (Bauhus et al., 2009), nozīmīgākais izaicinājums ir paātrinātas mežaudžu novecošanas atdarināšana, un ar to saistīto elementu (lielu dimensiju koki un kritālas u.c.) nodrošināšana (Smith et al., 2007). Šie elementi nav svarīgi paši par sevi, bet kā piemērotas mikrodzīvotnes dažādām sugām. Tāpat būtiski nodrošināt augstu sugu t.sk. zemsedzes veģētācijas sugu, daudzveidību.

### 4.1. Bioloģiskās daudzveidības indikatoru datu ievākšana un analīze

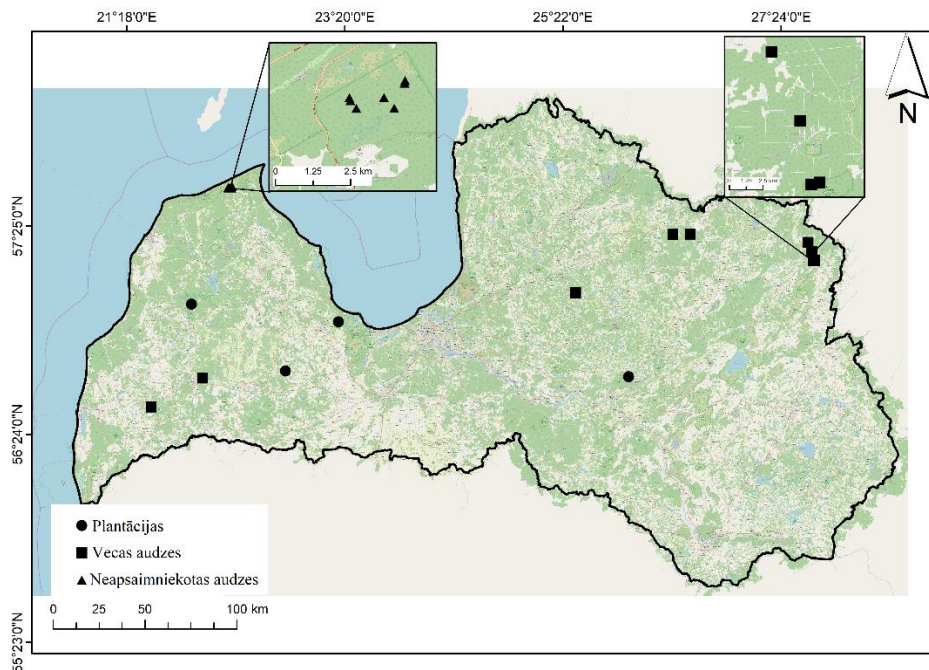
Aktivitātes mērķi šajā etapā ir : 1) datu ieguve stādījuma biezuma ietekmes raksturošanai uz veģētācijas daudzveidību (4 audzes); 2) zinātniskas publikācijas sagatavošana.

Saskaņā ar pētījuma plānu sagatavota publikācija: **Ground cover vegetation of differently managed hemiboreal Norway spruce stands.**

Salīdzināta zemsedzes veģētācija (lakstaugu, lakstaugu stāva kokaugu un sūnu sugu skaits un segums; sugu sastāvs) trīs dažādi apsaimniekotās mežaudzēs: četrās egles tīraudžu plantācijās (45 gadi, dati ievākti iepriekšējā pētījuma etapā), 7 neapsaimniekotās līdzīga vecuma (53 gadi, dati ievākti šajā pētījuma etapā) egļu audzēs pēc vētras postījumiem (95% audzes iznīcināti), un 9 vecās egļu mežaudzēs (186 gadi) (4.1. att.). Datu ievākšanas metodika aprakstīta iepriekšējā pētījuma etapā. Zemsedzes veģētācija analizēta saistība ar dažādām audzes struktūrām (sugu sastāvu; koku augstumu, caurmēru un vecumu; atmirušās koksnes daudzumu; audzes krāju, šķērslaukumu un biežumu dažādos stāvos, u.c.) kā arī Ellenberga vides faktoriem (Ellenberg et al., 1992).

Plantācijas zemsedzes (atsevišķi arī lakstaugu un sūnu) sugu skaita un seguma ziņā ir bagātākas par neapsaimniekotām un vecām audzēm (4.1. tabula, 4.2.B att.), taču tajās dominē gaismprasīgas, traucējumus mīlošās sugas, bet trūkst stabilai mežu ekosistēmai raksturīgo sugu (4.2.A att.). Primārie faktori, kas nosacīja veģētācijas parametrus bija kokaudzes rādītāji, kas saistīti ar audzes vertikālo struktūru (III stāva biezums, augstums, šķērslaukums; I un II stāva sugu sastāvs u.c.) un audzes vecumu, kā arī edafiskās – vides apstākļu atšķirībām (galvenokārt gaisma un slāpekļis, ko nosaka audzes struktūra; 4.2B. att.).

Sugu sastāvs un sadalījums (Šenona-Vīnera indekss; 4.1. tab.) būtiski atšķirās starp apsaimniekošanas veidiem; grupēšanos labi ataino detrendētā korespondentanalīze, norādot, ka zemsedzes veģētācija neapsaimniekotās audzēs pēc vēja traucējuma ātrāk pielīdzinājās vecām audzēm nekā līdzīga vecuma plantācijas. Veģētācijas raksturs vistīkamāk skaidrojams ar audzes struktūras radītājiem mikroklimatiskajiem apstākļiem (Kovács et al., 2017), līdz ar to audzes sastāva un strukturālās daudzveidības veicināšana plantācijās, kas imitē paātrinātu dabisko meža dinamiku, var būt efektīva teritorijās, kas ir būtiskas savienojamībai intensīvas apsaimniekošanas apstākļos, veicinot meža ilgtspējību un daudzfunkcionalitāti. Savukārt augsto floristisko rādītāju dēļ plantācijas bioloģiskās daudzveidības veicināšanai ir vērtīgas vairāk degradētās teritorijās (īpaši piepilsētu mežsaimniecībā).



5.1. attēls. Pētījumā ietverto parastās egles audžu izvietojums.

4.1. tabula

Zemsedzes veģetācijas vidējie rādītāji ( $\pm 95\%$  konfidences intervāls) un to salīdzinājums ( $\alpha=0.05$ ) starp pētītajām egļu plantācijām (PL), neapsaimniekotajām (NS) un vecajām audzēm (VA).

		visa zemsedzes veģ.	vaskulārie	kokaugi	sūnas
Sugu skaits	PL	31.3 $\pm$ 1.1 a	21.3 $\pm$ 1.2 a	2.2 $\pm$ 1.4 a	7.7 $\pm$ 1.2 a
	NS	17.8 $\pm$ 1.2 b	8.2 $\pm$ 1.3 b	2.4 $\pm$ 1.3 a	7.2 $\pm$ 1.1 a
	VA	23.5 $\pm$ 1.1 c	12.9 $\pm$ 1.2 c	3.6 $\pm$ 1.2 b	6.9 $\pm$ 1.2 a
Projektīvais segums (%)	PL	134.7 $\pm$ 14.1 a	54.8 $\pm$ 10.2 a	1.6 $\pm$ 1.8 a	78.4 $\pm$ 16.9 a
	NS	40.4 $\pm$ 51.2 ab	12.8 $\pm$ 23.9 b	0.8 $\pm$ 4.1 a	26.8 $\pm$ 41.3 a
	VA	87.9 $\pm$ 13.9 b	34.6 $\pm$ 9.3 b	2.1 $\pm$ 1.7 a	52.3 $\pm$ 15.5 a
Šenona-Vīnera indekss	PL	2.8 $\pm$ 0.2 a	2.6 $\pm$ 0.2 a	1.1 $\pm$ 0.2 a	0.9 $\pm$ 0.2 a
	NS	2.5 $\pm$ 0.1 b	1.7 $\pm$ 0.2 b	1.4 $\pm$ 0.1 b	0.8 $\pm$ 0.2 a
	VA	2.6 $\pm$ 0.1 ab	2.0 $\pm$ 0.2 c	1.2 $\pm$ 0.2 ab	0.8 $\pm$ 0.2 a

Izvietojot plantācijas meža ainavās, vairāk uzmanības jāpievērš tajās sastopamo sugu sastāvam, kas saistīts ar audzes biezumu un novietojumu.



## 6. Metožu klimata noturīgu genotipu atlasei selekcijā attīstība.

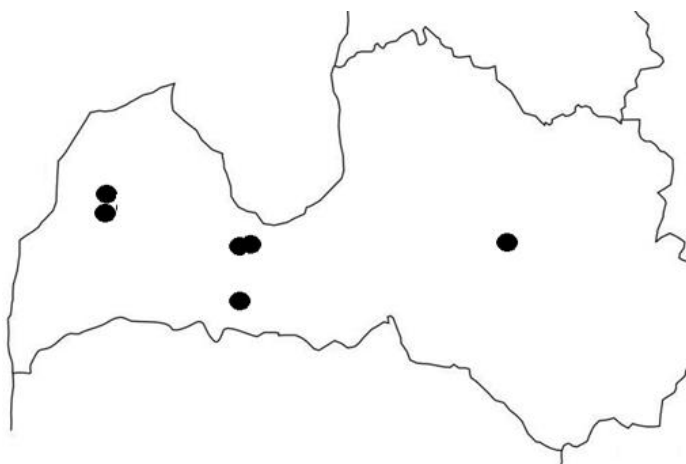
### Pamatojums

Veģetatīvi pavairota materiāla (klonu) izmantošana nodrošina augstāku jauno audžu ražību, tomēr saistīta ar augstāku selekcijas darba neprecizitāšu ekonomisko ietekmi. Tādēļ materiālam (genotipiem), kas paredzēts šādai izmantošanai, būtiski veikt vērtējumu lielākā stādījumu vecumā, nekā definēts selekcijas programmā. Tāpat svarīgs detalizētāks iespējamo izdzīvošanu un stumbra kvalitāti, rezistenci raksturojošo pazīmju vērtējums, vienlaikus iegūstot informāciju par šo pazīmju attīstības likumsakarībām, kas izmantojama turpmākā selekcijas darbā.

### 6.1. Metožu klimata noturīgu genotipu atlasei selekcijā attīstība

Aktivitātes mērķis šī etapa ietvaros ir veikt 5 klonu stādījumu atkārtotu vērtēšanu stumbra defektu attīstības dinamiskas noteikšanu.

Nemot vērā, ka egļu sēkļu plantācijās netika konstatēta pietiekama ziedēšana, veikts papildus darbs šīs koku sugas klonu stādījumu atkārtotā vērtēšanā stumbra defektu attīstības dinamiskas noteikšanai: uzņēmīti kopumā 6 stādījumi. Raksturotas pazīmes: koku augstums, caurmērs, plaisu klātbūtne (skaits) un izmērs, biotisko faktoru bojājumi (cēloņi, apjoms), sasveķojumu klātbūtne, abiotisko faktoru bojājumi (cēlonis, veids).



7.1. attēls. Vērtēto egles klonu stādījumu izvietojums un kokaudze vienā no tiem

Iegūto datu analīze veikta kontekstā ar iepriekšējā pētījuma etapa datiem, raksturojot egles stumbra defektu attīstības ģenētisko determināciju (klonu atšķirības). Analīzei bija pieejami iepriekšējo mērījumu dati no zema biežuma veģetatīvi pavairotu klonu stādījumiem Jurgī, Valgums (I un II), Druvēni un Skutuļi (I), kā arī augsta biežuma stādījuma Skutuļi II. Stādījuma Valgums II bojājumu dinamiku nav iespējams novērtēt, jo tajā saglabāšanās ir pārāk zema, savukārt stādījumā Skutuļi II konstatēts ļoti zems koku īpatsvars ar bojājumiem. Detalizēta analīze veikta par 4 stādījumiem.

Vērtētie egles klonu stādījumi, to vērtēšanas vecums un stādīšanas biežums.

Stādījums	Vērtēšanas vecums, gadi	Stādīšanas attālumi
Jurģi	52; 56	5 × 7 m
Druvēni	50; 59	5 × 5 m
Valgums	50; 59	5 × 5 m
Skutuļi	24;32	2 × 8 m

Mizgrauža bojājumi otrajā vērtēšanas reizē 2023.gadā konstatēti Jurģu, Valguma un Druvēnu stādījumos, kur tie novēroti attiecīgi 5, 3, un 9 % koku. Mizgrauža bojājumi iepriekšējā vērtēšanas reizē (pēc 2019.g. augšanas sezonas) konstatēti 3% koku Jurģu stādījumā, bojājumu sastopamībai pieaugot par 2 %. Stumbra plaisas atkārtotajā vērtēšanā novērotas Jurģos (23 % koku), Druvēnos (13 % koku) un Valgumā (8 % koku). Jurģos koku ar stumbra plaisām īpatsvars ir pieaudzis kopš iepriekšējās vērtēšanas pēc 2019.gada augšanas sezonas (15 %), bet Valgumā un Druvēnos plaisas pirmajā vērtēšanas reizē 2014.gadā nav konstatētas. Vidējais plaisu garums abās vērtēšanas reizēs Jurģos bija 1,8 m, bet Druvēnos un Valgumā attiecīgi 0,6 un 1,4 m. Koku ar briežu dzimtas dzīvnieku radītiem mizas bojājumiem īpatsvars Jurģos 2019. un 2023.gadā bija attiecīgi 14 un 24 %. Valgumā 2014.gadā dzīvnieku bojājumi nav konstatēti, bet 2023.gadā tie fiksēti tikai 3 % koku. Savukārt Druvēnos konstatēto dzīvnieku bojājumu īpatsvars samazinājies no 14 līdz 7 %. Skutuļu stādījumā atkārtotajā vērtēšanas reizē bojājumi nav konstatēti, bet iepriekšējā inventarizācijā pēc 2011.gada augšanas sezonas bojājumi konstatēti tikai 1 % koku.

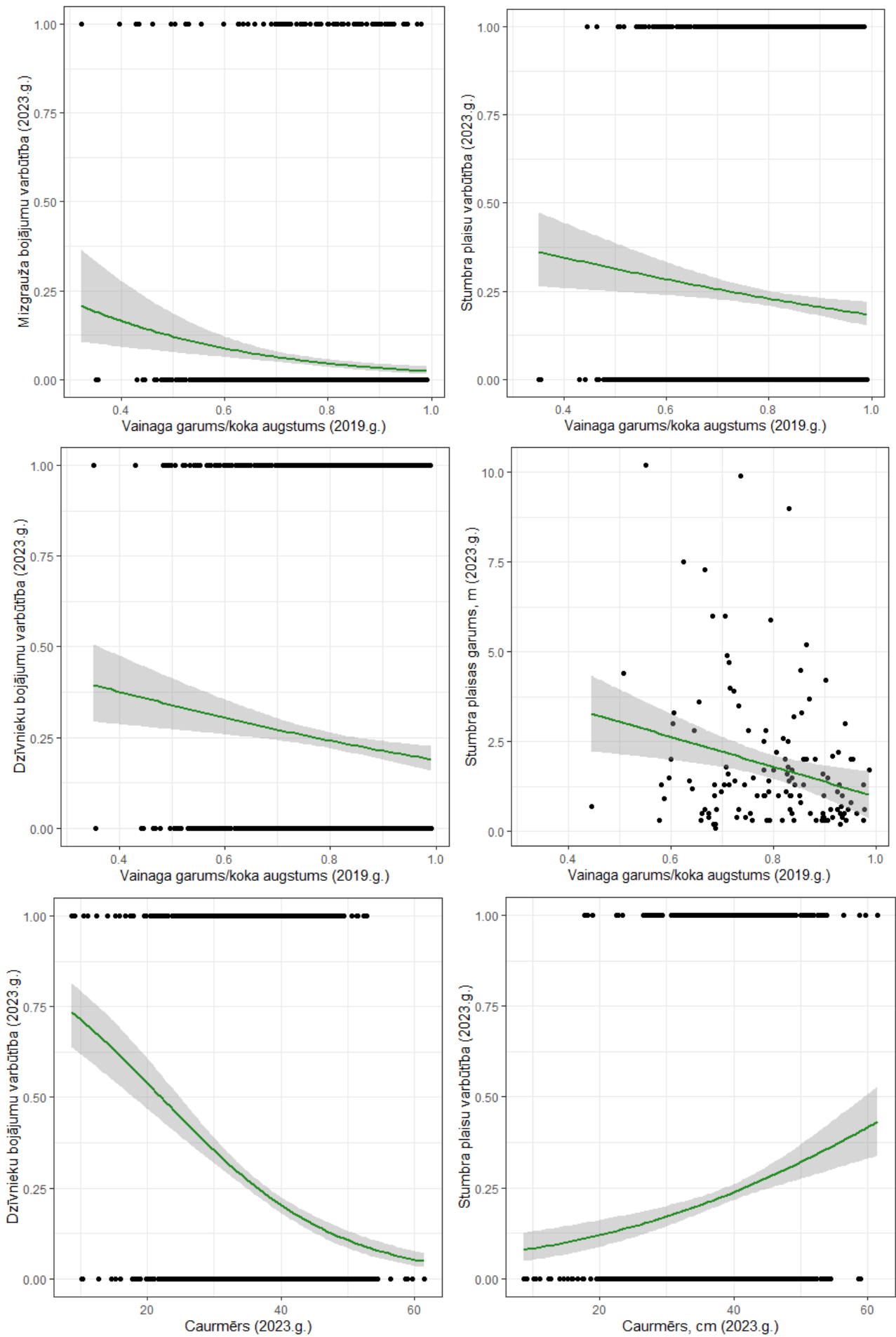
Būtiska ietekme ( $p < 0,05$ ) uz bojājumu – mizgrauža, stumbra plaisu un dzīvnieku – varbūtību Jurģu stādījumā konstatēta zaļā vainaga garuma attiecībai pret kopējo koka augstumu (turpmāk – vainaga proporcija), proti, bojājumu varbūtība palielinās kokiem ar mazāku zaļā vainaga proporciju. Turklāt kokiem, kuriem ir konstatēta stumbra plaisa, tās garumam ir tendence samazināties, pieaugot vainaga proporcijai (6.2.att.).

Dzīvnieku bojājumu un stumbra plaisu varbūtība Jurģos statistiski būtiski saistīta ( $p < 0,05$ ) arī ar koka caurmēru – mizgrauža bojātie koki ir tievāki, savukārt plaisu varbūtība pieaug, pieaugot stumbra caurmēram (6.2.att.). Savukārt zaļā vainaga proporcijai, kuras palielināšanās samazina plaisu īpatsvaru, netika konstatēta būtiska saistība ( $p = 0,20$ ) ar caurmēru.

Druvēnu stādījumā tika novērota vēl izteiktāka tendence plaisu varbūtībai palielināties, samazinoties vainaga proporcijai. Toties plaisu garums uzrādīja pretēju tendenci Jurģiem – plaisu garums pieauga, palielinoties vainaga proporcijai (6.3.att.). Jāņem vērā, ka Druvēnos datu analīzei atkārtotajā vērtēšanā bija pieejami mazāk koku nekā Jurģos, un arī koku ar plaisām īpatsvars bija zemāks (attiecīgi  $n = 203$  un  $n = 1520$ , un 13 un 23 % koku ar plaisām), kas var mazāk precīzi atspoguļot vispārējās tendences. Valguma stādījumā vienīgā būtiskā ( $p < 0,05$ ) bojājumu saistība tika novērota ar koku augstumu – gan mizgrauža, gan stumbra plaisu varbūtība 2023.gadā nedaudz pieauga kokiem, kas bija augstākie iepriekšējā vērtēšanā (2014.g.) (6.4.att.). Tomēr arī šajā stādījumā vispārināmas tendences nav konstatējamas, jo koku īpatsvars ar abu veidu bojājumiem ir tikai 3 – 8 %.

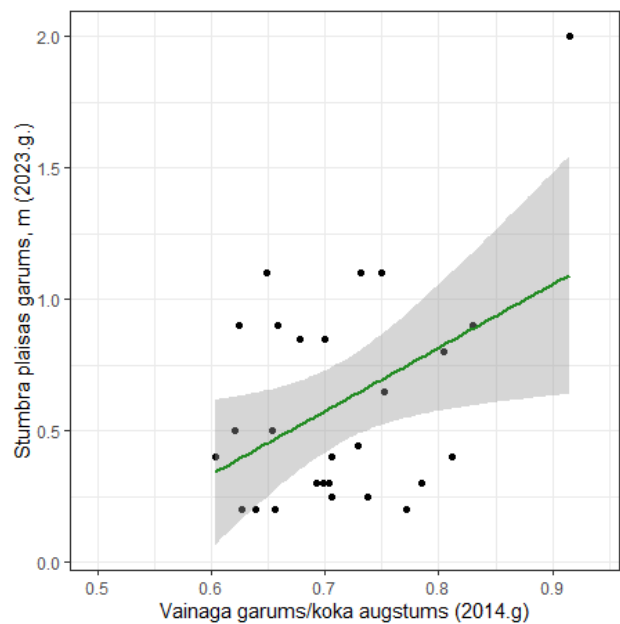
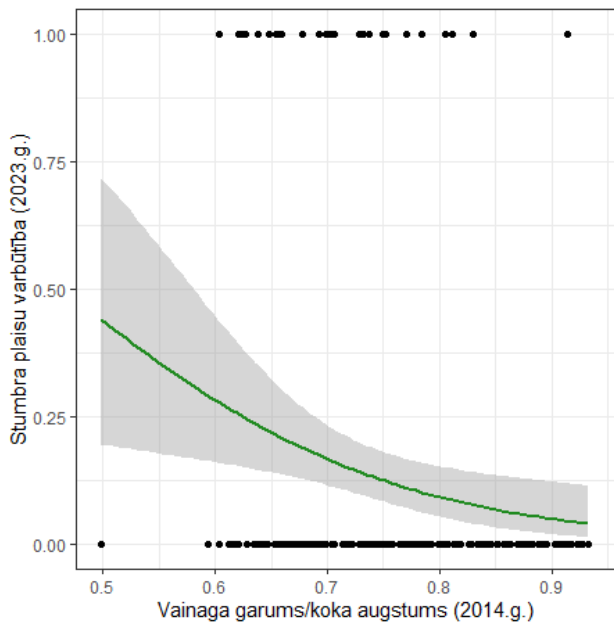
Plaisu attīstības dinamiku bija iespējams novērtēt Jurģos, kur šis stumbra defekts tika konstatēts abās vērtēšanas reizēs. Stādījuma līmenī 2019.gadā mērītajām garākajām plaisām bija tendence aizaugt un saīsināties līdz atkārtotajai mērīšanai 2023.gadā (negatīvs  $\Delta$  plaisu garumam), savukārt 2019.gadā īsākās plaisas turpināja attīstīties līdz 2023.gadam (6.5.att.).

Koku saglabāšanās starp abām vērtēšanas reizēm (ņemot vērā tikai dabisko atmirumu un izslēdzot no analīzes starp vērtēšanas reizēm nozāģētos kokus) kopumā ietekmēja dažādu bojājumu esamība pirmajā vērtēšanas reizē – Druvēnos augstāka mirstība konstatēta kokiem ar dzīvnieku bojājumiem, bet Jurģos – ar mizgrauža bojājumiem. Valgumā netika novērota saglabāšanās saistība ar dendrometriskajiem rādītājiem vai stumbra bojājumiem. Jurģos būtiski augstāka saglabāšanās varbūtība novērtēta resnākiem kokiem bez mizgrauža bojājumiem pirmajā vērtēšanas reizē (6.6.att.).



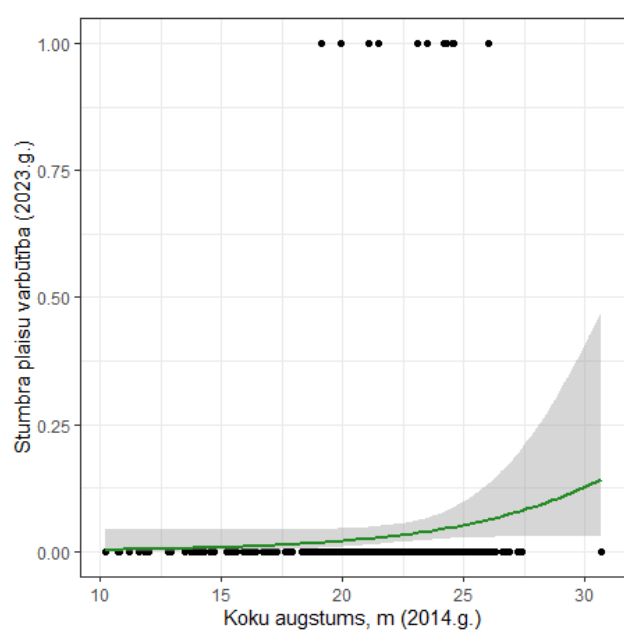
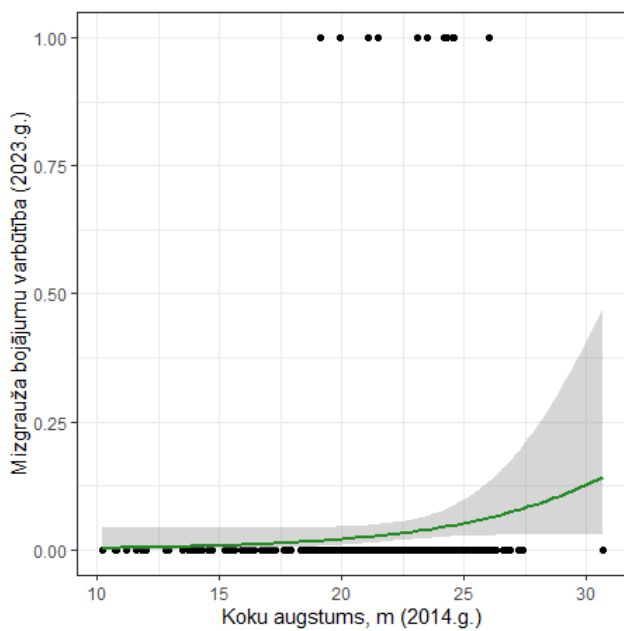
Ar punktiem apzīmēti individuālu koku dati; tumši zaļā līkne apzīmē vidējo tendenci ar 95 % ticamības intervālu (iekrāsots pelēks).

**6.2.attēls. Statistiski būtiskās ( $p < 0,05$ ) sakarības starp stumbra bojājumu varbūtību un to ietekmējošiem faktoriem Jurgu stādījumā.**



Ar punktiem apzīmēti individuālu koku dati; tumši zaļā līkne apzīmē vidējo tendenci ar 95 % ticamības intervālu (iekrāsots pelēks).

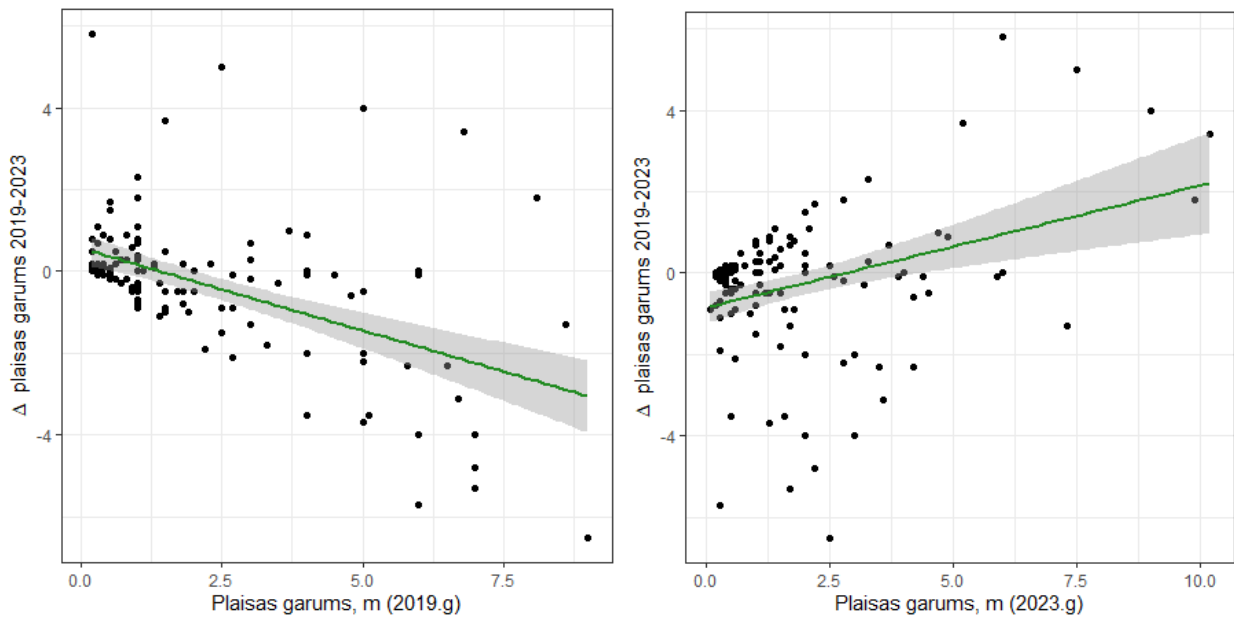
**6.3.attēls. Statistiski būtiskās ( $p < 0,05$ ) sakarības starp stumbra bojājumu varbūtību un to ietekmējošiem faktoriem Druvēnu stādījumā.**



Ar punktiem apzīmēti individuālu koku dati; tumši zaļā līkne apzīmē vidējo tendenci ar 95 % ticamības intervālu (iekrāsots pelēks).

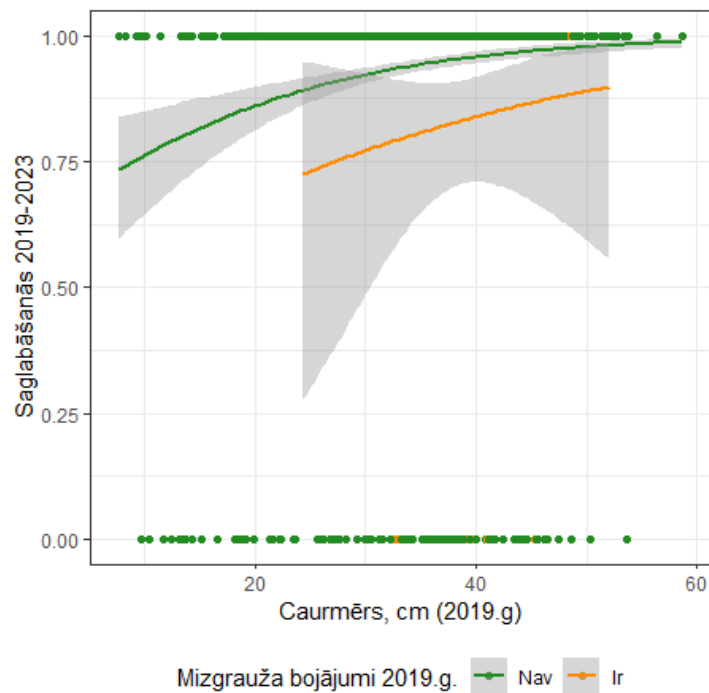
**6.4.attēls. Statistiski būtiskās ( $p < 0,05$ ) sakarības starp stumbra bojājumu varbūtību un to ietekmējošiem faktoriem Valguma stādījumā.**





Ar punktiem apzīmēti individuālu koku dati; tumši zaļā līkne apzīmē vidējo tendenci ar 95 % ticamības intervālu (iekrāsots pelēks).

**6.5. attēls. Stumbra plaisas garuma starpības ( $\Delta$  plaisas garums) sakarība ar plaisas garumu pirmajā (2019.g.) un atkārtotajā (2023.g.) vērtēšanas reizē Jurģu stādījumā.**



12

Ar punktiem apzīmēti individuālu koku dati; līknes apzīmē vidējo tendenci ar 95 % ticamības intervālu (iekrāsots pelēks).

**6.6. attēls. Saglabāšanās 2019. – 2023. gadā atkarībā no koku caurmēra un mizgrauža bojājumu esamības Jurģu stādījumā.**

Klonu vidējo rādītāju korelācijas analīze (iekļauti kloni ar rametu skaitu  $n \geq 3$ ) uzrādīja mazāk izteiktas, bet līdzīgas tendences, kā augstāk aprakstītās individuālu koku līmeņa saistības. Jurģu stādījumā klonu vidējie dendrometriskie rādītāji (augstums, caurmērs) un bojājumi (mizgrauža un stumbra plaisu īpatsvars, plaisu garums) vidēji cieši līdz cieši ( $r \geq 0,65$ ) korelēja starp vērtēšanas reizēm. Dzīvnieku bojājumu un sveķu īpatsvaram novērojama būtiska ( $p \leq 0,05$ ), bet vāja sakarība starp 2019. un 2023. gada mērījumiem. Tāpat statistiski būtiska, bet vāja sakarība konstatēta starp koku mizgrauža bojājumu īpatsvaru abās vērtēšanas reizēs un koku augstumu pirmajā vērtēšanā ( $r = 0,23 \dots 0,31$ ,  $p \leq 0,05$ ). Mizgrauža un dzīvnieku bojājumu, kā arī plaisu īpatsvaram klonu līmenī bija vāja negatīva sakarība ( $r = -0,21 \dots -0,35$ ) ar zaļā vainaga proporciju. Kloniem ar augstāku bojājumu īpatsvaru bija arī augstāka sasveķojuma sastopamība ( $r = 0,10 - 0,70$ , atkarībā no pazīmes). Saglabāšanās starp vērtēšanas reizēm augstāka bija kloniem ar mazāku stumbra plaisu un mizgrauža bojājumu īpatsvaru. Klonu produktivitāti raksturojošais caurmērs bija būtiski, bet samērā vāji negatīvi saistīts ar dzīvnieku bojājumiem ( $r = -0,23 \dots -0,30$ ,  $p \leq 0,05$ ), bet vāji pozitīvi – ar mizgrauža bojājumiem tikai pirmajā vērtēšanas reizē ( $r = 0,34$ ,  $p \leq 0,01$ ). Druvēnu stādījumā izceļama būtiska negatīva vidēji cieša klonu līmeņa sakarība starp saglabāšanos 2014. – 2023.gadā un dzīvnieku un mizgrauža bojājumu īpatsvaru attiecīgi pirmajā un atkārtotajā vērtēšanas reizē ( $r = -0,52 \dots -0,60$ ;  $p \leq 0,05$ ). Valgumā no selekcijas viedokļa vērā ņemamas sakarības klonu līmenī netika konstatētas, kas daļēji būtu skaidrojams arī ar nelielo datu apjomu.

Būtiskas ( $p < 0,05$ ) caurmēra atšķirības starp kloniem tika konstatētas visos stādījumos. Visos trīs vērtētajos stādījumos ar sastopamām stumbra plaisām (Jurģi, Druvēni un Valgums) klonam bija būtiska ( $p < 0,05$ ) ietekme uz šī defekta veidošanos. Klons būtiski ietekmēja arī mizgrauža bojājumu sastopamību, plaisu garumu un saglabāšanos starp vērtēšanas reizēm Jurģos, taču ne pārējos stādījumos. Būtiskas atšķirības dzīvnieku bojājumu sastopamībā starp kloniem konstatētas atkārtotajā vērtēšanā Jurģos un pirmajā inventarizācijā Druvēnos. Vainaga attiecība pret kopējo koka augstumu (proporcija) starp kloniem būtiski atšķīrās Jurģos un Valgumā, bet ne Druvēnos. Skutuļu stādījumā netika noteikta sakarība starp caurmēru un vērtētajiem stumbra bojājumiem 2011.gadā ne stādījumā, ne klonu līmenī, taču jāņem vērā, ka bojājumu īpatsvars bija ļoti zems (1 % koku), kas neļauj novērtēt šo saistību.

### Kopsavilkums

- Vērtētajos stādījumos kloniem ir novērojamas būtiskas produktivitātes (caurmērs) atšķirības.
- Klonu līmenī ir salīdzinoši izteiktas atšķirības starp stumbra plaisu veidošanos, taču atsevišķos stādījumos tādas ir arī mizgraužu un dzīvnieku bojājumiem.
- Stumbra plaisu attīstības dinamikā novērota gan garāku plaisu aizaugšana, gan mazāku (pieņemams, ka arī jaunāku) plaisu palielināšanās laika gaitā, vidējam plaisu garumam nemainoties.
- Kopumā neesošas klonu līmeņa saistības starp produktivitāti un stumbra bojājumiem ļauj atlasīt ātraudzīgus genotipus bez paaugstināta bojājumu veidošanās riska. Rekomendējams atlasīt klonus Ma 5, Ma 6, Vi 2, Nr. 41 un Nr. 11 (abi pēdējie Druvēnu kloni), kuru vidējais caurmērs ir attiecīgi par 26, 14, 13, 14 un 6 % lielāks nekā stādījuma vidējais, bet stumbra bojājumu īpatsvars nepārsniedz stādījuma vidējo rādītāju.
- Konstatētā negatīvā saistība starp zaļā vainaga garuma un koka augstuma attiecību un stumbra defektiem (plaisām, mizgrauža un dzīvnieku bojājumiem), kas ir vājāk izteikta klonu līmenī, norāda uz potenciālu nepieciešamību vērtēt retāka stādīšanas biežuma, kas nodrošina augstāku vainaga proporciju (vismaz 0,7), pozitīvo ietekmi uz stumbra bojājumu riska mazināšanu neatkarīgi no atlasītā ģenētiskā materiāla.