



## **Meža selekcijas programmas aktualizācija**

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, flowing letters.

/Ā. Jansons/

Selekcijas programmas mērķis ir nodrošināt sistemātisku, plānveidīgu selekcijas darbu, koordinējot atsevišķus tematus vienota mērķa sasniegšanai un tādejādi nodrošinot, ka ieguldītie resursi sniedz maksimālo atdevi sēklkopības nozares attīstībā un meža kapitāla vērtības palielināšanā tādā mērā, kā selekcijas darba rezultāts – stādmateriāls no sēklu plantāciju sēklām – tiek izmantots meža atjaunošanā (stādīšanā).

Selekcijas programmas realizācija garantē darba nepārtrauktību un nodrošina visu ilgtspējīgas attīstības aspektu ievērošanu: maksimālo atdevi (selekcijas efektu) no ieguldītajām investīcijām, tanī pat laikā saglabājot ģenētisko daudzveidību un fleksibilitāti (iespēju pielāgoties klimata izmaiņām, selekcijas mērķu un metožu maiņai), kā arī paaugstinot saimniecisko meža rekreācijas vērtību.

## Saturs

1. Meža selekcijas programmas darba uzdevumi nākamo 5 gadu periodam (2016.-2020.) .....	4
2. Sēklu plantāciju apsekošanas rezultāti .....	29
3. Priekšlikumi projektiem ar mērķi paplašināt selekcionēta meža reproduktīvā materiāla izmantošanas (un realizācijas) iespējas .....	46

# **1. Meža selekcijas programmas darba uzdevumi nākamā 5 gadu periodam (2016.-2020.)**

Izvērtējot situāciju Baltijas jūras reģiona valstīs kopš selekcijas programmas sagatavošanas, var secināt, ka:

- 1) visās valstīs ir vai nu izstrādāta atsevišķa selekcijas stratēģija, vai definēti tās perspektīvie attīstības virzieni un mērķi. Selekcijas stratēģija lielākajā daļā gadījumu tiek saistīta ar sēklu plantāciju ierīkošanas un/vai nomaiņas plānu, paredzot nekavējošu ģenētiski augstvērtīgākā materiāla izmantošanu sēklu ražošanai. Nozīmīgākās izmaiņas šajā aspektā pēdējos gados notikušas Norvēģijā, kur tiek realizēta plaša sēklu plantāciju ierīkošanas programma;
- 2) valstīs ar ievērojamu mežainumu un meža sektora nozīmi ekonomikā (Zviedrija, Somija, Lietuva) izstrādātas un tiek realizētas intensīva meža selekcijas programmas, kuras balstās uz kontrolēto krustojumu un veģetatīvo pēcnācēju pārbaužu, ierīkotu uz lauksaimniecības zemēm, izmantošanu;
- 3) valstīs, kur meža sektora nozīme ekonomikā nav tik liela (Vācija, Igaunija, daļēji Dānija, Polija), iepriekš definētā pieeja bija izmantot sēklu materiālu kategorijās „atlasīts” vai „ieguves vieta zināma” (atsevišķām koku sugām iepriekš veikta selekcijas darba rezultātā nelielos apjomos arī sēklu materiāls kategorijās „uzlabots” un „pārāks”), tomēr pēdējos gados, galvenokārt saistībā ar plašāku interesi par atjaunojamo resursu izmantošanu, situācija ir ievērojami mainījies: Vācijā aktualizēta selekcijas programma un pētījumi, uzsākts darbs pie jaunu sēklu plantāciju ierīkošana; Igaunijā nav izveidota ilgtermiņa selekcijas programma, bet uz ikgadēju līgumu bāzes notiek pluskoku atlase un pēcnācēju pārbaužu stādījumu ierīkošana, tāpat tiek ierīkotas un plānotas jaunas sēklu plantācijas, t.sk. bērzam pirmās kārtas plantācija uz atklāta lauka. Tas apliecina, ka meža selekcijas stratēģija nevar tikt veidota atrauti no vispārējām tendencēm meža izmantošanā un atjaunošanā, kā arī plānotā (sagaidāmā) koksnes resursu apjoma un kvalitātes pieprasījuma;
- 4) selekcijas stratēģija izstrādāta, sadarbojoties mežzinātnes institūtam (vai atsevišķiem pētniekiem) un valsts mežus apsaimniekojošajai organizācijai; sēklu plantācijas ierīkošanas plāns – sadarbojoties lielu meža platību apsaimniekotājiem (valsts meži, privāto īpašnieku asociācijas, lieli privāto mežu īpašnieki) un pētniecības organizācijām. Šādas vienošanās nodrošina stabilitāti stratēģijas realizācijā, kas ir

līdzekļu, darba, zinātniskā potenciāla un laika ietilpīgs process, un tūlītēju atdevi nesniedz;

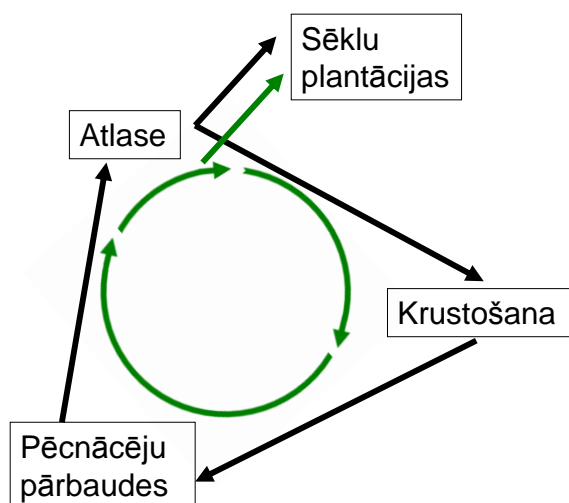
- 5) meža selekcijas stratēģija netiek veidota atrauti no vispārējām tendencēm meža izmantošanā un atjaunošanā, kā arī plānotā (sagaidāmā) koksnes resursu apjoma un kvalitātes pieprasījuma; tomēr analizētajās selekcijas programmās nav uzsvērtā selekcijas iespējamā loma (saikne) meža apsaimniekošanas risku mazināšanā. Kopumā visās vērtētajās stratēģijās tiek uzsvērtā tendence (un ES stratēģiskie mērķi) koksnes izmantošanas paaugstināšanā ne tikai enerģētikā, bet arī būvniecībā;
- 6) lielākajā daļā valstu tiek uzsvērtā nepieciešamība selekcijas darbā (genotipu izvēlē) ņemt vērā adaptāciju klimata izmaiņām: meklējot pret specifiskā pazīmēm noturīgus genotipus vai kokus ar augstu fenotipisko plasticitāti. Valstīs ar intensīvu selekcijas darbu – arī ierīkojot iedzimtības pārbaužu stādījumus atšķirīgos, nākotnē prognozētajiem līdzīgos klimatiskajos apstākļos.

Sākotnēji saimnieciski nozīmīgāko koku sugu selekcijas darbam rekomendēta **atkārtotās atlases** selekcijas shēma, kuras mērķis ir paaugstināt no mežsaimnieciskā viedokļa nozīmīgāko koku pazīmju pozitīvi ietekmējošo alēļu īpatsvaru katrā selekcijas ciklā (1.1. att.).

Atlase tiek veikta saskaņā ar pēcnācēju pārbaužu rezultātiem, kur pazīmes vērtību ietekmē ne tikai koka ģenētika, bet arī citi faktori (klimats, augsne konkrētajā stādījuma vietā un tās variācija stādījuma ietvaros), tādēļ augstvērtīgāko koku izvēle nav absolūti precīza. Jo augstāks ir aditīvā ģenētiskā efekta (respektīvi, iedzimstamības koeficients,  $h^2$ ) vai kopējā ģenētiskā efekta īpatsvars, ja materiālu paredzēts pavairot veģetatīvi ( $H^2$ ) īpatsvars kopējā pazīmes dispersijā, jo augstāka varbūtība, ka atlasītajiem kokiem tiešām ir vairāk nozīmīgās pazīmes pozitīvi ietekmējošo alēļu (McKeand, Bridgwater, 1998), t.i. būs augstāks selekcijas efekts.

Analizējot 16 parastās priedes pēcnācēju pārbaužu stādījumus Latvijā, konstatēts, ka selekcijas efekts koku augstumam ir 9,4 - 13,8%, caurmēram: 10,3 - 12,5%, stumbra tilpumam vidēji 25%. Selekcijas efektu, kas novērtēts ar tiešu salīdzinājumu, raksturo eksperimentālo stādījumu (sēklu plantāciju un mežaudžu vidējie paraugi) un pēcnācēju pārbaužu stādījumu (iekļauti pluskoku brīvapputes pēcnācēji un mežaudžu pēcnācēji) analīze. Rezultāti: neatkarīgi no meža tipa valdaudzes koku krāja ir vidēji par 26% lielāka ar selekcionētu materiālu ierīkotiem parauglaukumiem nekā ar mežaudžu materiālu ierīkotajiem. Pēc šīs metodes iegūtā starpība gandrīz sakrīt ar aprēķināto selekcijas efektu stumbra tilpumam.

Analizējot egles stādījumus konstatēta līdzīga selekcijas starpība kā priedes stādījumos; tāpat līdzīgi rezultāti iegūti melnalkšņa un bērza brīvapputes pēcnācēju pārbaudžu stādījumos.



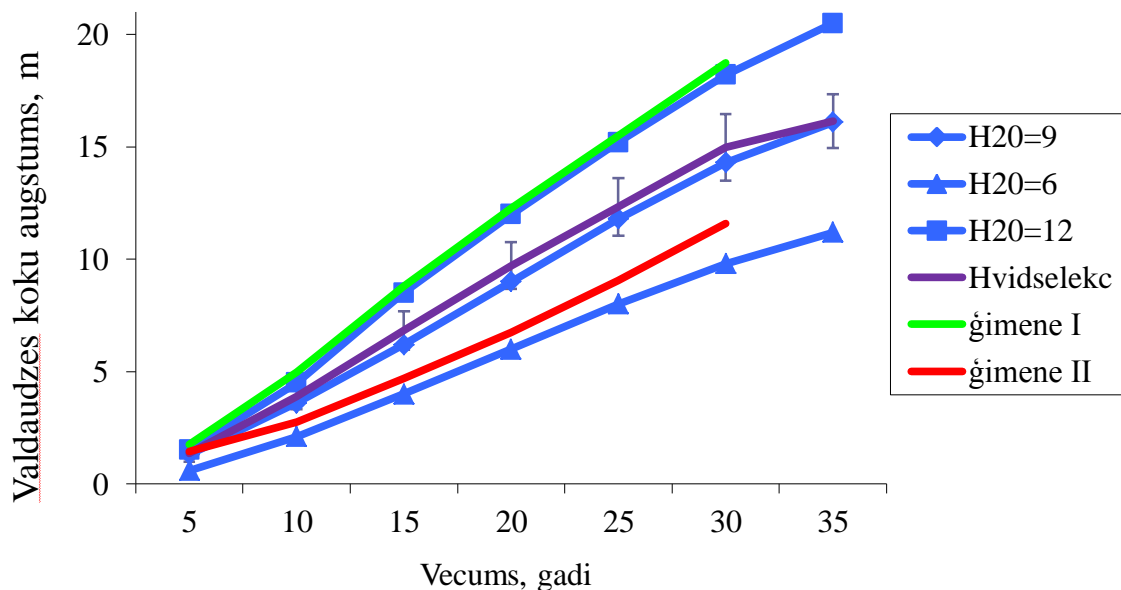
Ar melnām bultām apzīmēti šobrīd jau veiktie pasākumi, ar zaļām – perspektīvie saskaņā ar šo selekcijas shēmu

### 1.1. attēls. Atkārtotas atlases selekcijas shēma

Līdzīgas starpības starp atlasīto pluskoku un mežaudžu pēcnācējiem konstatētas arī 27 gadus vecos eksperimentos Ziemeļzvēdrijā: augstumam 9,2 %, caurmēram 5,4 % un stumbra tilpumam 18,9 % (Andersson et al., 2006), citos eksperimentos sēklu plantāciju pēcnācēju krājai (atlasi veicot pēc koku augstuma): 18 - 26% (Kroon et al., 2008). Savukārt 30 gadus vecos iedzimtības pārbaudžu stādījumos Dienvidzvēdrijā, labākos klonus atlasot ar intensitāti 25%, konstatēta selekcijas starpība krājai ir 25% (Jansson, 2007). Zvēdrijā prognozēts, ka sagaidāmais ieguvums (krājai rotācijas periodā) no 2. kārtas materiāla izmantošanas būs 23 - 27%. (Rosvall, 2001). Analizējot Sitkas egles stādījumus un ierīkotās 2. kārtas plantācijas Skotijā, Samuel (2001) norāda, ka sagaidāmais selekcijas efekts caurmēram (kas cieši korelē ar krāju) rotācijas periodā ir 22%. *Pinus taeda* plantācijās selekcijas efekts no 2. kārtas plantāciju sēklu materiāla izmantošanas ir papildus 25 - 30% krāja rotācijas vecumā, taču iespējams sasniegt arī papildus 35 – 50%, izmantojot tikai labākos mātes kokus (ierīkojot ģimeņu stādījumus) (McKend et al., 2003). Vērtējot realizēto selekcijas efektu Haapanen (2007, nepublicēti dati) konstatējis, ka 1. kārtas sēklu plantāciju pēcnācēju stumbra tilpums 15 gadu vecumā vidēji par 22% augstāks nekā mežaudžu materiālam, savukārt otrās kārtas sēklu plantāciju pēcnācēju koku augstuma pārkāpums pār mežaudžu koku augstumu sasniedz līdz pat 15% (Ahtikoski et al., 2012; Ahtikoski et al., 2013).

Selekcijas efekta izmaiņas laikā vērtētas priedei, izmantojot selekcijas (vad. A. Gailis) un ESF (vad. Ā. Jansons) projektu ietvaros iegūtus datus un Meža attīstības fonda projekta ietvaros (vad. J. Donis) sagatavotus aprēķinus. Iegūtie rezultāti saskan ar Andersson u.c. (2006) secinājumu: selekcijas efektu visprecīzāk iespējams raksturot kā virsaugstuma

bonitātes izmaiņas (1.2. att.). Līdzīgi rezultāti iegūti arī salīdzinot atsevišķu egles pēcnācēju pārbaužu stādījumu rezultātus noteiktā vecumā ar virsaugstuma bonitāšu tabulu.



Ģimene I – selekcijas materiāls, kas tiek atlasīts sēklu plantāciju ierīkošanai

**1.2. attēls. Priedes valdaudzes koku augšanas gaita selekcijas stādījumos salīdzinājumā ar virsaugstuma bonitāšu līknēm (Donis u.c.).**

Tādēļ selekcijas efekta novērtēšanai rotācijas periodā izmantoti dati par selekcionēta materiāla pārākumu uzmērīšanas vecumā un audžu turpmākā attīstība prognozēta ar LVMI „Silava” (J. Donis) izstrādātiem augšanas gaitas modeļiem un saskaņā ar a/s „Latvijas valsts meži” krājas kopšanas ciršu vadlīnijām. Šajā gadījumā nav ņemts vērā, ka finansiāli optimāli ir, izmantojot selekcionētu stādāmo materiālu, paredzēt ciršanu pēc mērķa caurmēra, saīsinot rotācijas perioda garumu (vidēji par 8 - 12 gadiem - kā liecina selekcijas programmas izstrādes laikā veiktie aprēķini Latvijā un optimizācijas analīze Somijā – Ahtikoski et al., 2013). Izmantojot šos pieņēmumus, veiktie aprēķini liecina par nozīmīgu selekcijas ietekmi uz iegūstamo krāju rotācijas periodā (1.1. tab.).

1.1. tabula

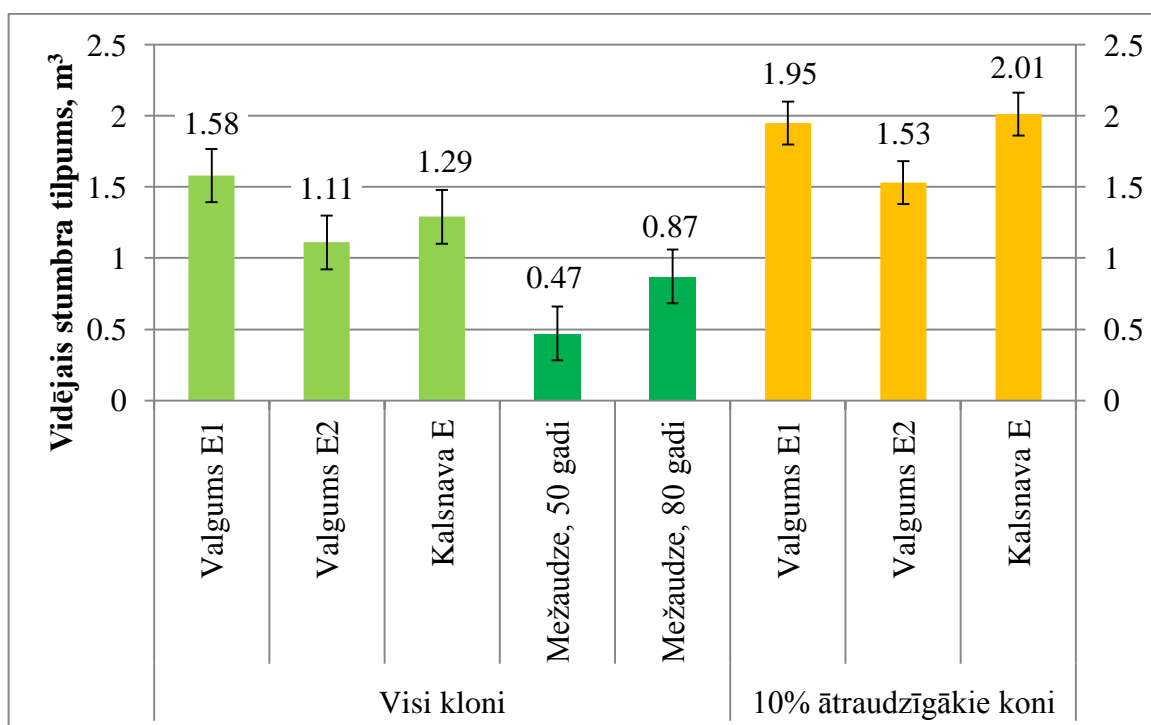
Ieguvums no selekcionēta (2. kārtas sēklu plantāciju pēcnācēju) materiāla izmantošanas meža atjaunošanā

Koku suga	Ieguvumus, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>		Ieguvums, %	
	galvenajā cirtē	kopā rotācijas periodā	galvenajā cirtē	kopā rotācijas periodā
Priede	58	128	16	24
Egle	78	122	19	24
Bērzs	56	93	25	32

Pieņemot, ka audzes tiek cirstas pēc vecuma un atjaunošana ar selekcionētu materiālu notiek Ia-III bonitātes platībās (proporcionāli to īpatsvaram)

Kā redzams 1.1. tabulā, selekcijas efekts tiek izteikts kā papildus koksnes (vai augstvērtīgo sortimentu) apjoms no ha, tātad selekcijas programmas realizācijas praktiskā (kopējā) vērtība ir tieši atkarīga no selekcionēta stādmateriāla izmantošanas apjoma (stādīto mežaudžu platības).

Ņemot vērā, ka Latvijā nav pieaugušu vecumu sasniegušu selekcijas stādījumu, vienīgā iespēja novērtēt modeļa rezultātus ir veikt mērījumus tādos stādījumos, kuros iespējama galvenā cirte pēc mērķa caurmēra. Dati ievākti 3 šādos stādījumos: Valguma un Druvēnu (Kalsnavas) egļu sēklu plantācijās un Limbažu bērzu sēklu plantācijā. Nevienā no šiem eksperimentiem kokiem nav veikta vainagu veidošana; tāpat nav veikta arī koku skaita samazināšana. Valguma sēklu plantācijas teritorija pēc novērtējuma dabā sadalīta divās daļās ar atšķirīgu augsni, katru no tām analizējot atsevišķi. Visās egļu sēklu plantācijās 50 gadu vecumā koki ievērojami pārsnieguši mērķa caurmēru: to resnums ir vidējai 37 cm. Vidējais stumbra tilpums vairāk nekā divas reizes pārsniedz tāda pat vecuma mežaudzēs konstatēto (MSI dati no parauglaukumiem uz auglīgām augsnēm) un par 39% - ciršanas vecumu sasniegušās egļu audzēs konstatēto (1.3. att.). Ņemot vērā zemo stādījuma biezumu, krāja eksperimentos nav augsta, taču par 23% pārsniedz līdzīga vecuma mežaudzēs esošo un ir līdzvērtīga ciršanas vecuma mežaudzēs konstatētajai. Savukārt 10% ātraudzīgāko klonu krāja vidēji par 27% augstāka nekā stādījumos konstatētā. Iegūtie rezultāti apliecina, ka, kombinējot mežkopības (stādījuma biezuma) un selekcijas efektu, iespējams ievērojami samazināt rotācijas perioda garumu (tātad arī meža audzēšanas risku, piemēram, vētru bojājumu varbūtību) un iegūt papildus koksnes apjomu.



1.3. attēls. Vidējais un ātraudzīgāko egļu klonu stumbra tilpums 50 gadu vecumā.



Vidējais caurmērs plantācijās 37 cm. Stumbra tilpums par 39% augstāks nekā audzēs 80 gadu vecumā, krāja par 23% augstāka nekā 50 gadu vecumā; tāda pat kā 80 gadu vecumā.

Līdzīgi rezultāti iegūti, analizējot bērzu sēklu plantāciju 40 gadu vecumā (1.4. att.), kas ierīkota ar sākotnējo biezumu 400 koki ha<sup>-1</sup>. Konstatēts, ka vidējais koku caurmērs sasniedzis 27,4 cm, kas tikai nedaudz atpaliek no likumdošanā noteiktā bērza audžu mērķa caurmēra; vidējais koku augstums 26 m.

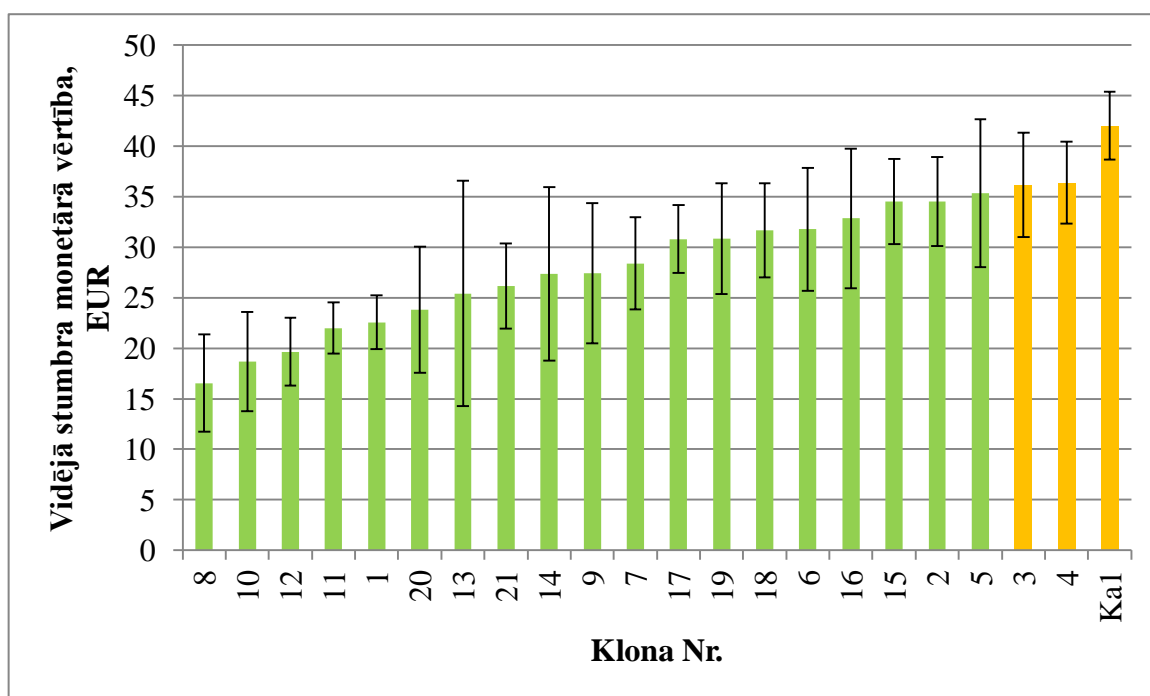


**1.4. attēls. Bērza klonu stādījums 40 gadu vecumā.**

Gan koku augstums, gan caurmērs ievērojami un statistiski būtiski pārsniedz tāda pat vecuma audzēs meža tipos uz auglīgām augsnēm konstatēto (MSI dati, 258 audzes). Stādījuma krāja statistiski būtiski pārsniedz tāda pat vecuma mežaudzēs konstatēto (attiecīgi 276 un 228 m<sup>3</sup>) un, līdzīgi, kā analizētajos egļu eksperimentos, neatšķiras no ciršanas vecuma mežaudzēs konstatētās. Ātraudzīgāko (10%) klonu krāja par 28% pārsniedz stādījuma (tātad arī ciršanas vecuma mežaudžu) vidējo, kas ir līdzīgi, kā konstatēts egļu eksperimentu analīzē un līdzīgi modeļu prognozētajam par ieguvumu no selekcionēta stādmateriāla izmantošanas rotācijas periodā (1. tab.). Iegūtais rezultāts saskan ar citām koku sugām veiktās analīzes rezultātiem, kuros arī tika konstatēts, ka teorētiski aprēķinātais un praksē realizētais selekcijas efekts faktiski sakrīt (Carsons et al., 2000).

Genotipam (klonam) konstatēta statistiski būtiska ietekme ne tikai uz ātraudzību, bet arī koksnes kvalitāti raksturojošajām pazīmēm (dabisko atzarošanos, koku ar vairākām galotnēm

klātbūtni, zaru resnumu, stumbra plaisu klātbūtni). Ņemot vērā vērtētās kvalitātes pazīmes un aprēķinot katra koka sortimentu sadalījumu (izmantojot J. Doņa precizētus stumbra veidules vienādojumus) un no tā arī monetāro vērtību, konstatēts, ka atsevišķiem kloniem tā atšķiras līdz pat trim reizēm (1.5. att.). Stumbra vērtības iedzīstamības koeficients bija līdzīgs kā koku augstumam, apliecinot ievērojamo ģenētikas ietekmi uz šo komplekso rādītāju. Visnozīmīgāk vērtību ietekmēja ātraudzība (augstumam un caurmēram  $r_g = 0,75$ ), tomēr būtiski arī kvalitāti raksturojošā dabiskā atzarošanās ( $r_g = 0,35 - 0,45$ ). Iegūtie rezultāti uzskatāmi ilustrē selekcijas darba potenciālu kokaudzes monetārās vērtības paaugstināšanā.



**1.5. attēls. Bērza klonu stumbra vidējā monetārā vērtība 40 gadu vecumā.**

Tāpat meža selekcija ievērojami paaugstina oglekļa piesaisti mežaudzēs: aprēķinātais vidējais svērtais papildus piesaistītais oglekļa apjoms koksnē rotācijas periodā ir  $31,9 \pm 6,86 \text{ t ha}^{-1}$ .

Rezultāti apliecina, ka praksē realizētais ieguvums no selekcijas var būt pat nozīmīgāks nekā selekcijas programmas sagatavošanas posmā aprēķinos pieņemtais. Par to liecina arī pēc atšķirīgas metodikas veiktais egles selekcijas cikla finansiālais novērtējums (Jansons A., Donis J., Danusevičius D., Baumanis I. (2015) Differential analysis for next breeding cycle for Norway spruce in Latvia. *Baltic Forestry*, akceptēts publicēšanai).

Sākotnēji izvēlētais **selekcijas populāciju lielums** – saistīts ar nepieciešamību nodrošināt tajā pietiekamu ģenētisko daudzveidību ilgtspējīgam selekcijas procesam. Lai saglabātu reti pārstāvētās alēles, var būt nepieciešamība uzturēt pat 500 koku selekcijas populāciju (Kang, 1979, Lynch et al., 1995). Tās apsaimniekošana – krustošana dažu gadu laikā, pēcnācēju pārbaužu ierīkošana un kopšana, uzmērīšana – praktiski grūti izpildāma. Tādēļ selekcijas populācija tiek sadalīta atsevišķās, konkrētam reģionam adaptētās selekcijas grupās. Reģioni tiek izdalīti atbilstoši nozīmīgāko klimatisko apstākļu un ģeoloģisko formu izvietojumam, kā arī provenienču un pēcnācēju pārbaužu stādījumu rezultātiem. Izmantojot šādu pētījumu rezultātus, pēdējos gados Lietuvā selekcijas zonu (reģionu) skaits samazināts no sešām (Danusevičius, 2004; Sakalauskaitė, Kazlauskienė, 2003) uz trim, pietuvinot to citviet mūsu reģiona valstīs lietotajam apjomam: vidēji 50 selekcijas grupas koki uz ~ 0,9 miljoniem ha mežu platību: līdzīgas selekcijas grupas plānotas veidot arī Igaunijā, tādas jau izveidotas (izmaiņas pēdējo 5 gados nav veiktas, nedz arī plānotas) Zviedrijā, kur, balstoties uz temperatūras un fotoperioda režīmu, izdalītas – priedei 24 (Wilhelmsson, Andersson, 1993), eglei 20 (Karlsson, Rosvall, 1993), kārpainajam bērzam 6 (Werner, 1993) selekcijas zonas; kā arī Somijā – priedei 6, eglei 5 un kārpainajam bērzam 3 selekcijas zonas (Haapanen, 2005).

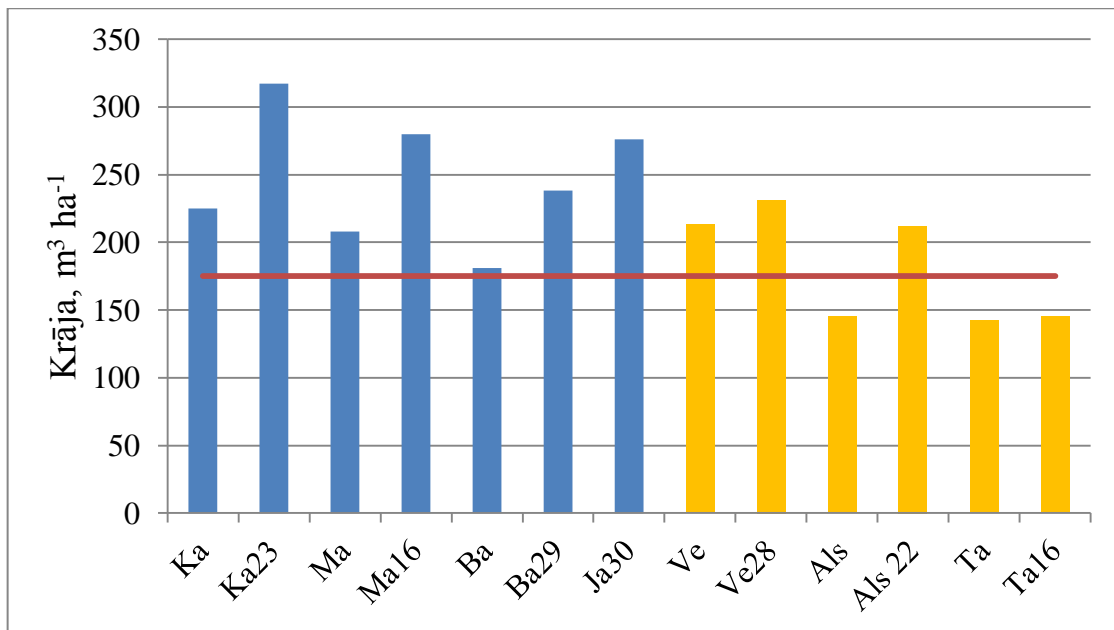
Selekcijas zonu skaitu un platību lielā mērā nosaka **genotipa-vides mijiedarbība**, kuras ietekmē vietās ar atšķirīgiem koku saglabāšanos vai augšanu nosakošajiem apkārtējās vides parametriem ražīgākie nav vieni un tie paši genotipi. Piemēram, apšu hibrīdi ar lielākajiem pieaugumiem Somijas vidus daļā stādījumos Latvijā nespēj pilnībā izmantot garāko veģetācijas periodu un augšanā atpaliek no vietējiem. Selekcijas zonas platību nosaka gan klimatisko apstākļu gradients (jo krasāk mainās apstākļi, jo straujākas izmaiņas ir genotipu ranžējumā t.i. augstāko selekcijas efektu nodrošina cita genotipu kopa), gan fenotipiskā plasticitāte – genotipa spēja pielāgoties vides izmaiņām, kas lielā mērā ir ģenētiski noteikta. Piemēram, papeļu hibrīda klons OP42 ir ar augstu ātraudzību gan stādījumos Vācijas vidusdaļā, gan Zviedrijas dienvidu daļā – tātad ir ar augstu fenotipisko plasticitāti, kamēr citi Vācijas apstākļos ātraudzīgākie kloni Zviedrijas klimatā nav starp ražīgākajiem.

Lai novērtētu genotipa-vides mijiedarbības ietekmi, ideālā gadījumā iedzimtības pārbaužu stādījumus būtu jāierīko visos apstākļos, kādos plānota uz to pamata atlasītā materiāla izmantošana. Taču mežā ļoti reti sastopamas vietas vai gadi ar vienādiem meteoroloģiskajiem apstākļiem vai platības ar vienādu augsni (Matheson, Coterrill, 1990, Pederick, 1990, Turkia, Kellomäki, 1987) – variācija vērojama pat viena meža tipa ietvaros. Tādēļ, atšķirībā no lauksaimniecības augu selekcijas, nav iespējams izmantot genotipa-vides mijiedarbības

selekcijas efekta paaugstināšanai, bet ir jāatlasa genotipi ar augstu fenotipisko plasticitāti un vienlaikus augstiem ražības un kvalitātes rādītājiem (Matheson, Coterrill, 1990).

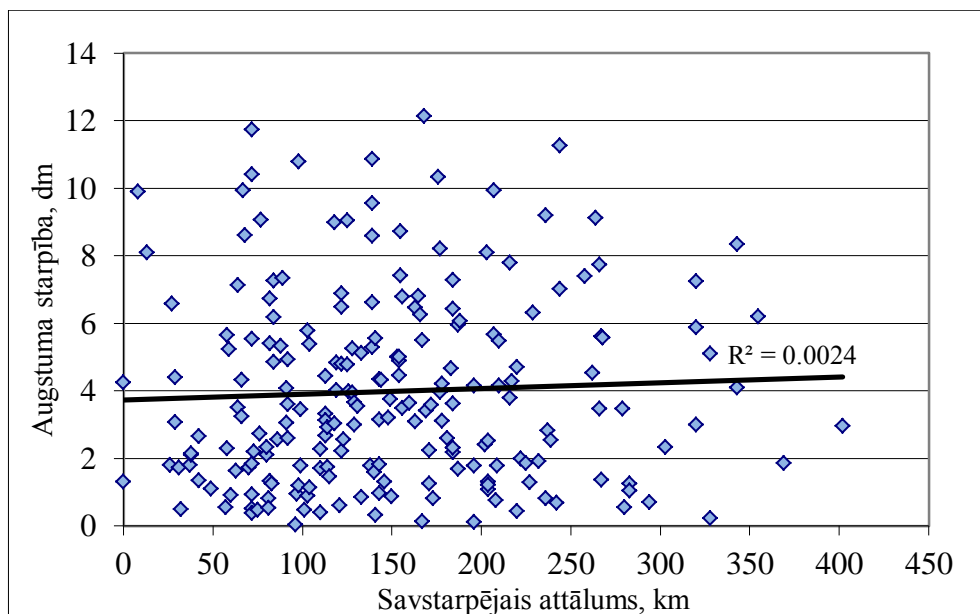
Vērtējot provenienču eksperimentu rezultātus gan Dānijā (Pedersen, 1994), gan Lietuvā (Pliūra, Gabrilavičius, 1994) konstatēta būtiska genotipa-vides mijiedarbības ietekme. Analizējot 40 parastās priedes brīvapputes pēcnācēju iedzimtības pārbaužu eksperimentu pārus Somijā Haapanen (1996) konstatēji, ka selekcijas vērtību korelācija koku augstumam ir vidēji 0,30 un atsevišķos gadījumos svārstās no 0,02 līdz 0,73. Līdzīgi Karlsson un Högborg (1998), analizējot iedzimtības pārbaužu stādījumus eglei Zviedrijas dienvidu daļā, konstatējuši selekcijas vērtību korelāciju augstumam 0,37-0,61, caurmēram 0,36-0,58, zaru resnumam 0,58-0,62 un zaru skaitam mieturī 0,51-0,54. Balsoties uz koku augstumu selekcijas vērtību korelāciju starp eksperimentu vietām gan Somijā, gan Zviedrijā rekomendēts vērtēto teritoriju izmantot kā vienu selekcijas zonu. Atsevišķas selekcijas zonas parasti rekomendējams izdalīt pamatojoties ar klimatisko apstākļu atšķirībā, kas saistītas ar (ģenētiski noteiktu) adaptāciju sezonālajam ritmam un sala izturībai (Hurme, 1997, Leinonen, 1996). Latvijā vairākumā gadījumu tiek izdalīti divi bioklimatiskie reģioni – rietumu (ko galvenokārt ietekmē Atlantiskās gaisa masas) un austrumu. Klimatisko faktoru noteiktos reģionus var sadalīt mazākos saskaņā ar augsnes apstākļiem, taču to lietderīgi darīt tikai tad, ja augsne katras šādas reģiona daļas ietvaros atšķiras mazāk nekā starp daļām (Pederick, 1990).

Parastās priedes pēcnācēju pārbaužu stādījumos Latvijas austrumu daļā (galvenokārt MPS Kalsnavas meža novadā) ietvertas 113 valsts rietumu daļā atlasīto pluskoku brīvapputes pēcnācēju ģimenes. Vecot kompleksu analīzi 13 stādījumiem konstatēts, ka provenienču reģionam ir statistiski būtiska ietekme uz ražību raksturojošajām pazīmēm (visu vai tikai valdaudzes koku vidējais augstums, vidējais caurmērs, krāja) un to vērtības ir zemākas Latvijas rietumu daļas priedēm. Kopējo sakarību ilustrē viena stādījuma vērtējums (1.6. att.), kurā redzama gan attiecīgās vietas pluskoku vidējā krāja (piemēram, Ka), gan ražīgākās ģimenes krāja (piemēram, Ka 23), kas priedēm no Latvijas rietumu daļas (Ve, Als, Ta) ir nozīmīgi zemāka. Tāpat reģionālās atšķirības konstatētas no siltāka klimata ievesto priežu augšanās dažādās Latvijas vietās: 37 gadu vecumā Vācijas priežu provenienču vidējais caurmērs un augstums eksperimentā LVM Nīcas iecirknī bija vidēji par 33% augstāks nekā stādījumā MPS Kalsnavas meža novadā. Vērtējot koku rezistenci pret slimībām, konstatēts, ka provenience būtiski ietekmē skujbires bojājumu pakāpi ( $\alpha=0,05$ ) un stādu saglabāšanos ( $\alpha=0,01$ ), kā arī koku augstuma pieaugumu skujbires epidēmijas gadā.



**1.6. attēls. Parastās priedes pluskoku no Latvijas austrumu (zilas kolonnas) un rietumu (oranžas kolonnas) daļas brīvapputes pēcnācēju krāja 32 gadu vecumā stādījumā MPS Kalsnavas meža novadā salīdzinājumā ar eksperimenta vidējo vērtību.**

Analizējot kopumā 914 kārpainā bērza pluskoku un kvalitatīvu mežaudžu koku no 26 proveniencēm brīvapputes pēcnācēju ģimenes 3 stādījumos (Ukri, Rembate, Taurene), konstatēts, ka proveniencēi ir statistiski būtiska ietekme gan uz koku ātraudzību (augstumu), gan kvalitāti. Kopumā vidējais augstums bērzu proveniencēm no Latvijas austrumu daļas bija par 8 līdz 10% lielāks nekā proveniencēm no Latvijas rietumu daļas. Līdzīga starpība konstatēta arī analizētās kopas koku caurmēram. Augstuma un caurmēra starpības ir tuvas praksē realizētā selekcijas efekta vērtībām parastās priedes 1. kārtas sēklu plantācijās un uzskatāmas par nozīmīgām. Konstatēts, ka analizētās atšķirības nav saistītas ar proveniencu savstarpējo attālumu (1.7. att.) vai attālumu no stādījuma vietas, apliecinot augšanas reģionam specifisku pielāgojumu (adaptācijas) ietekmi un noteikto meža reproduktīvā materiāla pārvietošanas ierobežojumu ievērošanas praktisko lietderību.



**1.7. attēls. Kārpainā bērza provenienču savstarpējā attāluma un to vidējā augstuma starpības saikne**

Ņemot vērā straujo molekulārās ģenētikas attīstību – jaunu metožu izstrādi, kā arī jau izmantoto metožu ievērojamu izmaksu samazināšanos – pēdējo 5 gadu laikā, detalizēti analizētas **molekulāro marķieru izmantošanas Latvijas meža koku selekcijā** perspektīvas.

#### *Latvijas mežā koku sugu populācijas pētījumi.*

Mežu atjaunošanas reproduktīvā materiāla izvēlei ir svarīgi noskaidrot mežaudžu ģenētisko izcelsmi dažādos Latvijas reģionos, kā arī salīdzināt tās ar tuvākām ārvalstu mežu audzēm, no kurām nepieciešamības gadījumā varētu būt iespējams papildināt iztrūkstošo materiālu. Ar kodola, mitohondriju un hloroplastu DNS molekulārajiem marķieriem analizētas sekojošas priežu audzes (populācijas) – Saldus, Misas, Maltas, Sēlijas, Smiltenes, Bārtas, Ugāles, Tukuma, kā arī Vitebskas apgabala priežu audzes Baltkrievijā. Analizētas arī Rēzeknes, Ludzas, Kuldīgas, Saldus, Rīgas, Apes, Limbažu, Zaubes, kā arī Polijas Istebnas un Krievijas Ļeņingradas apgabala egļu audzes, kā arī bērzu audzes no trim Latvijā pēc agroklimatiskajiem apstākļiem izdalītiem izcelsmes apgabaliem - Dienvidu, Ziemeļu, Centra. No katra apgabala analizētas 5 audzes. Analīzē iekļautas arī Igaunijas Viru apgabala, Lietuvas Šauļu apgabala, Krievijas Tveras apgabala bērzu audzes.

Kodola DNS molekulārie marķieri nenodrošina iespēju noskaidrot Latvijas mežaudžu (populāciju) ģenētisko atšķirību dažādos Latvijas reģionos, kā arī no tām tuvākajās aizrobežu valstīs. Galvenokārt ģenētiskā variācija atrodama katras audzes iekšienē un starp populācijām variācija nepārsniedz 1% gan Latvijas priežu, gan egļu audzēs. Bērzu audžu molekulārās variācijas analīzē konstatēts, ka 94% variācijas atrodas populācijas iekšienē un tikai 3%

variācijas novērojama starp reģioniem, kā arī starp populācijām atsevišķos rajonos. To visu varētu izskaidrot ar putekšņu pārceļošanu lielos attālumos, jo šīs mežaudzes aizņem lielas platības un ir mazstrukturētas. Latvijas teritorija ir neliela un putekšņu plūsmu netraucē nekādi dabas ierobežojumi (Veinberga u.c., 2006; Žuka u.c., 2009). Tātad kodola DNS marķieri ir nepiemēroti populāciju ģenētiskās struktūras un to izcelsmes noteikšanai galvenajām meža koku sugām Latvijā. Pētījumi pasaulē ir pierādījuši, ka ģenētisko materiālu, kas tiek nodots nākamajai paaudzei, meža skuju koku sugām var efektīvi izsekot, izmantojot hloroplastu vai mitohondriju DNS marķierus. Šie marķieri precīzāk atklāj populācijas ģenētisko struktūru, jo tiek izsekota ģenētiskā mainība tikai pa tēva vai mātes līniju. Analizējot augstāk minētās priežu audzes ar trim hloroplastu DNS marķieriem, tika atrastas 13 haplogrupas un atrastā ģenētiskā diferenciācija ir lielāka nekā ar kodola DNS molekulāriem marķieriem noteiktā, 89% daudzveidības atrodas populācijas robežās, 5% starp populācijām reģionos un 6% starp reģioniem. Pēc ģenētiskajām distancēm konstruētajā dendrogrammā gandrīz visas Latvijas populācijas sagrupējās kopā. Atšķirīga bija tikai Liepājas rajona Bārtas populācija (Neimane u.c., 2009; Runģis u.c., 2009). Arī egļu audžu analīzē ar hloroplastu marķieriem atrastā ģenētiskā diferenciācija starp populācijām ir lielāka nekā tā, kura tika atrasta ar DNS kodola marķieriem, 97% daudzveidība atrodas populācijas robežās un tikai 2% starp populācijām reģionos, un 1% starp reģioniem (Veinberga u.c., 2007). Ar hloroplastu DNS molekulārajiem marķieriem, kuri tiek pārmantoti lapu kokos pa mātes līniju, izanalizēti arī Latvijas un Baltkrievijas ozoli. Ozols ir sena koku suga, kas agrāk plaši augusi Latvijas teritorijā, aizņemot apmēram 10% no kopējās mežu platības. Patlaban mūsu valstī ir reģistrētas tikai dažas saglabājušās ozolu audzes, kas sastāda nedaudz vairāk par 0,1% no kopējās mežu platības. Ozolu audzes tika izcirstas 18. – 19. gs. kuģu būvei. Rezultātā pat nedaudzajās saglabājušajās audzēs, izcērtot taisnākos un bezzarainākos ozolus, praktiski ir notikusi negatīvā selekcija. Latvijā ir arī vairākas ozolu audzes, kuras stādītas ar ievestu sēklu materiālu (piemēram, Skrīveros), bet diemžēl to ģenētiskā izcelsme nav zināma. Lai atjaunotu Latvijas ozolu audzes, saglabājot bioloģisko un ģenētisko daudzveidību, kas nodrošinātu to ilglaicīgu attīstību, nepieciešams apzināt labākās saglabājušās ozolu audzes, noteikt to ģenētisko daudzveidību un izcelsmi. Ir svarīgi novērtēt arī agrāk introducēto ozolu adaptāciju Latvijas klimatiskajiem apstākļiem un noteikt to ģenētisko izcelsmi. Baltkrievijā ir saglabājušās samērā lielas ozolu audzes. Abu valstu kopējā robeža un kopējās upju sistēmas varētu būt par iemeslu ģenētiski radniecīgu ozolu populāciju izplatībai abās valstīs, no kurām varētu identificēt vispiemērotākās Latvijas ozolu atjaunošanai. Latvijas un Baltkrievijas ozolos tika atrastas 7 kopējas ozolu haplogrupas, kuru reproduktīvo materiālu varētu izmantot Latvijā. Visdaudzsološākais materiāls ir no Baltkrievijas rietumu un ziemeļu reģioniem.

Analīzē tika ietverti arī Latvijas dižozoli, to haplotipi nebija atšķirīgi no citiem atrastajiem haplotipiem, un nebija iespējams ģenētiski diferencēt dižozolus no citiem Latvijas ozolu indivīdiem un audzēm. Izmantojot dažāda veida DNS molekulāros marķierus iespējams arī izsekot pēcledus laikmeta meža koku rekolonizācijas ceļiem. Eiropas mērogā šādus pētījumus veic daudzām koku sugām. Diemžēl Latvijas materiāls tajos nav ietverts vai arī analizēts ļoti mazs indivīdu skaits. Salīdzinot iegūtos datus ar pētījumu par ozola haplotipiem visā Eiropas mērogā, Latvijas ozolu haplotipi sadalās divās izcelsmes grupās, kuras ir saistītas ar pēcledus laikmeta ozola kolonizācijas ceļiem. Lielākā Latvijas haplotipu grupa pieder A izcelsmes grupai, kura vairāk atrasta Eiropas austrumos, un mazākā - C izcelsmes grupai, kura atbilst Eiropas centrālajai daļai un Skandināvijai. A izcelsmes grupas haplotipi dominē Latvijas austrumu daļā un C izcelsmes haplotipi dominē Latvijas rietumos, galvenokārt Kurzemē.

Skuju kokos lielāku populācijas diferenciāciju uzrāda mitohondriālās DNS marķieri, jo mitohondriji tiek mantoti pa mātes līniju (t.i. caur sēklām), un sēklu kustības attālumi ir ierobežoti. Ar šiem marķieriem ir noskaidrots, ka Ziemeļaustrumeiropā ir tikai divas priedes izcelsmes grupas (A un B). A (Dienvidu) grupa ir izplatīta visā Eiropā, bet B grupa (Ziemeļu) ir biežāk sastopama Eiropas ziemeļaustrumos. Tiek pieņemts, ka priedes ar B grupas izcelsmi ir no ledus neskartā apgabala (angl. *refugia*), apmēram 300 km uz austrumiem no Maskavas pie Urālu kalniem un tās ir izplatītas Baltijā, Karēlijā (Krievijas Ziemeļrietumu daļā) un Somijā. Izanalizējot Latvijas augstāk minētās priežu audzes ar mitohondriju DNS molekulārajiem marķieriem, atrasts, ka tikai Rēzeknes apgabala Maltas priežu audzē visi 25 analizētie indivīdi pieder Ziemeļu grupai. Pārējās audzēs ar dažādu biežuma pakāpi satopami abu grupu pārstāvji. Varētu teikt, ka Latvija ir tā ģeogrāfiskā vieta, kur abi šie rekolonizācijas ceļi ir sastapušies, kā rezultātā izveidojusies no citām Eiropas zemēm atšķirīga priežu subpopulācija. Kā jau bija sagaidāms, diferenciācijas pakāpe starp populācijām ir ievērojami lielāka, tā sastāda 16%. Populāciju iekšienē atrodama 84% variācija (Runģis u.c., 2008).

Arī egļu rekolonizācijas ceļi Latvijas teritorijā ir krustojušies un ar mitohondriju DNS marķieriem tiek noskaidrotas izveidojušos populāciju struktūras dažādos ģeogrāfiskajos reģionos. Ir izveidota egļu DNS kolekcija no egļu audzēm, kuras ir pašatjaunojušās ilgstošā laika periodā (tajās nav veikta saimnieciskā darbība). Analīzē ir iekļautas arī Moricsalas rezervāta egles. Interesanti, ka jau ar kodola mikrosatelītu marķieriem tajās atrastas unikālas alēles, kādas nav sastopamas citās Latvijas egļu audzēs (Runģis u.c., 2008).

Ar molekulārajiem marķieriem var analizēt ne tikai sēklu plantācijas, audžu diferenciāciju, bet arī noskaidrot atsevišķu dabiski atjaunojušos audžu ģenētisko struktūru. Tā ar 9 kodola DNS marķieriem ir analizēti 358 Līču priežu audzes indivīdi. Līču priežu audze



tika izvēlēta analīzei, jo tā ir tipiska reģionam, un tajā nav liela vides apstākļu variācija, kas atvieglina parauglaukumu ierīkošanu un salīdzinošo datu analīzi. Atrasts liels daudzums atšķirīgu alēļu, kas atkārtoti apliecina Latvijas priežu audžu augsto ģenētisko daudzveidību. Audzi iespējams sadalīt grupās. Vispirms ar mitohondriālajiem DNS marķieriem sadala divās haplogrupās pēc mātes kokiem, pēc tam katru no tām tēva haplogrupās, analizējot ar hloroplastu DNS marķieriem un tālāk, izmantojot ar kodola DNS marķieriem iegūtos datus, katrā noskaidro radniecību.

Analizēta arī apses dabiski atjaunojošos ģenētisko resursu audžu struktūra dažādos Latvijas reģionos. Izdalīto ģenētisko resursu audzēm jānodrošina sugas ģenētiskā daudzveidība, kura nepieciešama ilglaicīgai attīstībai. Parastajai apsei ir saimnieciskā vērtība enerģētiskās koksnes ieguvē un tai ir specifiska niša koka izstrādājumu ražošanā. Apses vairojas vai nu ar sēklām, kuras pēc izmēriem ir mazas un spēj pārvietoties lielos attālumos, vai arī veģetatīvi ar atvasēm, kuras ir ģenētiski identiskas mātes kokam un kas ļoti intensīvi veidojas pēc koku nociršanas. Atjaunojoties tikai ar atvasēm, ģenētiskā daudzveidība audzē pakāpeniski samazinās, jo atvasāja veidošanās kavē jaunu genotipu sēklu nokļūšanu platībā un samazina dīgstu izdzīvošanas iespējas. Ar analīzē izmantotajiem kodola DNS molekulārajiem marķieriem konstatēts, ka atšķirības starp atsevišķām dažādu Latvijas reģionu audzēm ir nozīmīgas – klonu skaits ir robežās no 5,3 līdz 22 uz ha. Lielāko daļu klonu (79 %) paraugkopā, kas iegūta, izvēloties paraugkokus 10 - 15 m attālumā vienu no otra, pārstāv tikai 1 ramets. Analizētajās 18 apšu jaunaudzēs konstatēti vidēji  $9,4 \pm 2,65$  kloni uz ha. Tas liecina, ka analizētajās apšu audzēs neviens no kloniem nav guvis būtisku pārsvaru un saglabājas salīdzinoši augsta ģenētiskā daudzveidība. Tā kā sākotnējo daudzveidību nodrošina atjaunošanās ar sēklām, tās saglabāšanās liecina, ka pētījumā aptvertajās platībās apses bijušas relatīvi nesen (nelielā skaitā paaudžu) un/vai papildus atvasēm platībā ar sēklām regulāri nonāk un labvēlīgos apstākļos izdzīvo jauni genotipi (Smilga u.c., 2012).

#### *Meža koku sugu ģenētiskie resursi*

Ģenētisko resursu (ĢR) saglabāšana nodrošina daudzveidības saglabāšanu nākotnei, izejmateriālus selekcijas programmām, un *in situ* saglabāšana (meža audzēs) pēc atbilstošiem apsaimniekošanas plāniem dod iespēju saglabātam materiālam adaptēties un pielāgoties vides izmaiņām. Latvijas meža ĢR tiek saglabāti meža audzēs, kuras noteica balstoties uz ārējo pazīmju vērtējumu un ģeogrāfisko izvietojumu. Līdz šim nav bijusi sistemātiska pieeja meža ĢR izvērtēšanai ar molekulāriem marķieriem. Izmantojot iepriekš minētos DNS marķierus (kodola, hloroplasta un mitohondriālo), būs iespēja noteikt ģenētisko daudzveidību, izcelsmi un iespējamās audžu atšķirības.

Atsevišķām sugām jau ir veikti pētījumi, piemēram, apsei, kurai tika izpētītas esošās ĢR audzes, kā arī citas, un secināts, ka būtu nepieciešams izdalīt papildus apšu ĢR audzes Kurzemē. Latvijas ozolu analīze ar hloroplasta marķieriem identificēja rietumu un austrumu populācijas ar atšķirīgu izcelsmi, kā arī sadalījumu populāciju iekšienē. Šos rezultātus varētu izmantot ozola ĢR audžu atlasei. Ir uzsākts pētījums par Rēzeknes egļu ĢR audzi, tomēr vajadzētu izpētīt visas esošās egļu ĢR audzes.

#### *DNS analīzes tehnoloģiju attīstība*

Pirms aptuveni 10 gadiem tika izstrādāta jaunas DNS sekvenēšanas metodika, kas nodrošināja iespēju vienlaicīgi noteikt ļoti daudz DNS fragmentu sekvences, kas nozīmīgi samazināja katras analīzes izmaksas. Cilvēku genoma sekvenēšanas izmaksas 2001. gadā bija 100 000 000 dolāru, bet 2011. gadā tās bija samazinājušās līdz 10 000 dolāriem. Šie tehnoloģiskie panākumi bija pamats genomikas attīstībai, kur tiek pētīts viss genoms, nevis atsevišķi gēni.

Tuvākā nākotnē paredzama ļoti strauja meža ģenētikas pētījumu attīstība. 2013. gadā tika noteikta pilna Eiropas egles (*Picea abies*) un terpentīna priedes (*Pinus taeda*) genoma sekvenca, un tuvākā nākotnē noteiks parastās priedes (*Pinus sylvestris*) genoma sekveni, kas dos iespēju turpmākai precīzai molekulāro marķieru izvēlei. Jāatzīmē, ka egles genoms ir vislielākais no augu genomiem, kuriem līdz šim ir noteikta pilna nukleotīdu sekvenca un pie šī jautājuma ilgstoši strādāja ļoti lielas zinātnieku grupas. Bez tam pēdējā laikā ir izstrādātas jaunas iekārtas ģenētiskās analīzes veikšanai, galvenokārt sekvenču noteikšanai. Apvērsumu sekvenēšanas jomā ir radījusi šī jaunā aparatūra. Ar to iespējams nosekvenēt pilnu indivīda genomu dažu dienu laikā, salīdzinot ar gadiem ilgstošiem projektiem. Turklāt ļoti ievērojami ir sarukušas arī izmaksas. Jaunā genoma sekvenēšanas sistēma paver iespējas savā starpā salīdzināt individuālus kokus. Tādā veidā var meklēt ģenētisko pamatu meža koku saimnieciskajām īpašībām. No DNS sekvenēšanas datiem var identificēt mutācijas - viena nukleotīda izmaiņu variācijas (SNP, *single nucleotide polymorphism*) gēnos jeb tos regulējošajās DNS daļās, kurus var izmantot kā molekulāros marķierus. Tā piemēram, lai izvērtētu klonu vērtību, jāreģistrē to fenotipiskās īpašības un pēc tam jānosaka to DNS sekvenca. Pēc gēnu sekvencēs atrastajām nukleotīdu mutācijām (SNP) gēnos var noteikt to kopas, kas nosaka katras īpašības ģenētisko pamatu. Šādā analīzē iegūto sekvenču apjoms ir ļoti liels un to apstrādei tiek izstrādātas speciālas bioinformātikas metodes. Jaunā sekvenēšanas aparatūra ir ļoti dārga, tāpēc Eiropas meža ģenētikas pētniecības grupas cieši sadarbojas, nodrošinot aparatūras noslodzi un pētījumu iespējamību.

Molekulārās metodes izmantošana meža selekcijas procesā tiek vērtēta arī citās valstīs. Ieskatu šajā analīzē sniedz Zviedrija selekcijas programmas (Skogforsk, 2011) izvērtējums, kurā secināts, ka ģenētisko marķieru metodi var pielietot divos principiāli atšķirīgos veidos: (1) marķieri indivīdu identificēšanai, koku radniecības pakāpes noteikšanai u.tml., un (2) ar ģenētiskajām un fenotipiskajām pazīmēm saistītie marķieri. DNS marķieri koku identifikācijai ir pieejami gan priedei, gan eglei, bet marķieri fenotipisko asociāciju (pazīmju ģenētiskās saiknes) noteikšanai pašreiz ir vēl eksperimentālā un aprobēšanas stāvoklī, un ir nepieciešams papildus pētījumi un investīcijas, lai tos padarītu vienkāršākus, lētākus un precīzākus, lai tos varētu lietot ikdienas selekcijas programmas vajadzībām. Jaunas tehnoloģijas (piemēram, jaunās paaudzes sekvenēšana (next-generation sequencing – NGS) dod plašākas iespējas attīstīt un izmantot DNS marķieru metodes.

Radniecības noteikšana ar ģenētisko marķieru palīdzību ir labi attīstīta, tās lietošanu visbiežāk nosaka izmaksas un pieejamā kompetence. Identitātes pārbaude sēklu plantācijās, klonu arhīvos u.tml. tehniski ir iespējama un pielietošana ir atkarīga no risināmās problēmas specifikas. Apsvēršanas vērts ir ieteikums uzglabāt visu selekcijas programmā pārstāvēto pluskoku DNS. Turpmāk vēl attīstīsies katra pluskoka „ģenētiskā devuma” noteikšanas metodes, bet, ja tagad nebūs paņemti paraugi, šī iespēja zudīs, kad pluskoki vairs nebūs atrodamī arhīvos. Turklāt, genoma skrīninga attīstīšanai būs nepieciešama plaša fenotipiskās informācijas bāze, ko var iegūt no pluskoku populācijas. Efektīvu asociāciju veidošanas limitējošais faktors varētu būt pluskoku DNS arhīvs.

Marķieru tehnoloģijas ļauj labāk izprast radniecību, efektīvas populācijas apjoma samazināšanu un gēnu daudzveidības zudumu. Šādas iespējas būtu jāizmanto selekcijas ikdienas darbā jau tuvākā laikā. Marķierus var arī izmantot selekcijas vērtības vērtējuma uzlabošanai veidojot „identity-by-descent” (IBD) matricu, kurā būs papildus informācija par radniecību, paralēli radniecības matricai (coancestry matrix).

Identifikāciju ar marķieriem var lietot paternitātes analīzēm sēklu plantācijās, nosakot atsevišķu klonu līdzdalības atšķirības, kā arī “fona” (mežaudžu) putekšņu līdzdalību apputeksnēšanā.

Tēva koka identificēšana brīvapputes pēcnācēju pārbaužu stādījumā (breeding without breeding – BWB) nodrošina iespējas jau pēc stādījuma ierīkošanas rekonstruēt koku savstarpējo radniecību, identificēt vienai sību ģimenei piederīgos kokus un izvēlēties neradniecīgus fenotipiski pārākos pēcnācējus gan selekcijas populācijai, gan sēklu plantācijas ierīkošanai. Pētījumi liecina, ka ir iespējams noteikt abus vecākus no 30 potenciālajiem vecākiem simtiem pēcnācēju genotipu mērogā. Pieeja ir salīdzinoši viegli realizējam ar esošām tehnoloģijām un iekārtām; šobrīd tās plašāku izmantošanu kavē izmaksas. Tomēr var

pieņemt, ka laikā, kad šobrīd ierīkotie stādījumi būs sasnieguši izvērtēšanas vecumu, arī genotipēšanas izmaksas būs ievērojami sarukušas. Selekcijā jau šobrīd ir izmantojama iespēja noteikt polikrosa krustojumu pēcnācēju paternitāti. Šim nolūkam putekšņu maisījumiem jāpārstāv pietiekošs pluskoku skaits un, iespējams, paralēli jālieto vairāki putekšņu maisījumi.

#### Marķieru saikne ar fenotipiskām un saimnieciski svarīgām īpašībām (asociācija).

Genomu var kartēt ar molekulārajiem marķieriem. Daži no šiem marķieriem genomā būs neliela bāzu pāru skaita attālumā no kādu noteiktu koka īpašību (piemēram, lignīna sintēzi) ietekmējoša gēna vai tā ekspresiju regulējošās daļas (vai tieši šajās daļās). Šādus marķierus dēvē par kvantitatīvas pazīmes lokusiem (*quantitative trait loci - QTL*) un tos iespējams izmantot kā papildus informāciju selekcijā. Izvēli var veikt tieši pēc marķiera, nevis fenotipa (*marker assisted selection - MAS*). Tomēr šādai pieeja būtu nepieciešamas ļoti liels marķieru skaits, jo daudzi gēni iespaido vairāk par vienu pazīmi (*pleiotropy*) un vienu pazīmi bieži iespaido vairāki gēni (*polygenic*), tāpat rezultātus ietekmē genotipa-vides mijiedarbība.

Līdz šim lielākā daļa no fenotipa – marķiera saiknes (t.s. asociācijas) pētījumi veikti vienas sibu ģimenes ietvaros un citās ģimenēs šie QTL var nebūt būtiski. Pat ja marķieris ir tuvu labam gēnam (alēlei) gēnu kartē, tas var būt tuvu sliktam gēna variantam (alēlei) citā ģimenē. Tāpat vienkārša atlase pēc marķieriem ir efektīva tikai konkrētā ģimenē, šī procedūra jāatkārto katrai ģimenei, bet koku selekcijā tiek izmantotas tūkstošām ģimeņu. Turklāt dažādu parametru izpausmes (piemēram, pieaugums, izdzīvotspēja u.tml.) droši vien ietekmē daudzu gēnu savstarpējā mijiedarbība, bet informācija no viena vai dažiem marķieriem apraksta pavisam nelielu daļu no ģenētiskās daudzveidības.

Ar asociāciju kartēšanu un visa genoma kartēšanu teorētiski var atrast „linkage disequilibrium” (marķiera asociāciju ar fenotipiskām īpašībām) lielās populācijās, jo šīs kartēšanas piedāvā iespēju veidot asociācijas starp fenotipu un lielu gēnu marķieru skaitu (single nucleotide polymorphism - SNP). Šīm metodēm ir atrasts pielietojums dzīvnieku selekcijā - piena lopu selekcijā šobrīd tiek izmantota „genoma selekcija”, lietojot milzīgu daudzumu SNP, kas pārklāj un apraksta visu genomu. Metodes ir jaunas un skuju koku genomi ir daudzreiz lielāki par mājlopu genomu. Lai gan, lietojot šo metodi meža kokiem, būtu vajadzīgs vēl lielāks SNP skaits, koncepcija par visa genoma selekciju ir ļoti interesants ģenētisko marķieru pielietojums un tādēļ būtu vērts tam veltīt uzmanību.

Pat ja attīstīsies daudzsološā „marķieru selekcija”, ir nepieciešams to aprobēt ar izmantotām selekcijas populācijām pirms to ieviest ikdienas selekcijā. Pēdējo trīs desmitgažu pozitīvā pieredze pārsvarā ir par īsāka dzīvescikla augu selekciju un visbiežāk pazīmēm, kuras kontrolē relatīvi maz lokusu, piemēram, izturība pret konkrētu slimību. Šādas pieejas prasa

daudz blīvākas ģenētiskās kartes un tam nepieciešama uzlabota „genoma skanēšanas” tehnoloģija.

Secinājums: tuvāko gadu laikā nav sagaidāms, ka būtu iespēja selekcijā lietot asociāciju marķieru tehnoloģiju. Tomēr, ja ir radīti rentabli marķieri populācijām, tos var viegli un ātri pielāgot pašreizējām selekcijas programmām stādu priekšatlases stadijā pirms ilgāka termiņa lauka izmēģinājumiem. Izmantojot šādu pieeju, varētu palielināt selekcijas intensitāti un ģenētisko ieguvumu bez lieka riska. Cita alternatīva ir fenotipu atlase pēcnācēju pārbaužu stādījumos un jau izvēlēto (nelielas grupas) genotipu pētīšana ar molekulārām metodēm, vērtējot tās pazīmes, kuras nevar novērtēt tieši, piemēram, nobriedušas koksnes kvalitāte, vai izturība pret kaitēkļiem vai slimībām.

#### *Molekulāro analīžu izmaksas*

Svarīgākais faktors, lai varētu pilnvērtīgi ieviest un uzturēt selekcijas programmu, t.sk. izmantojot molekulāras metodes, ir izglītots un prasmīgs darbaspēks. Nepieciešams arī prognozējams un ilgtermiņa bāzes finansējums, lai nodrošinātu darbaspēka nepārtrauktību un prasmes neizzušanu. Šī brīža DNS paraugu analizēšanas izmaksas, neietverot eksperimentu plānošanu, rezultātu analīzi vai infrastruktūras maksājumus, apkopotas 1.2. tabulā.

1.2. tabula

DNS analīzes izmaksas 2000 paraugiem, EUR

Izmaksu pozīcija	Marķieru skaits			
	3	6	9	18
DNA izdalīšana	654	654	654	654
PCR/genotipēšana	616	1232	1849	3698
Algas	5956	6750	7346	9728
KOPĀ	7226	8637	9849	14080

Salīdzinājumā ar selekcijas programmas sagatavošanas laiku genotipēšanas izmaksas ir ievērojami (vairāk nekā divas reizes) kritušās, galvenokārt pateicoties efektīvāku tehnoloģiju izmantošanai.

LVMI „Silava” GRC ir jau veicis vienu jaunās paaudzes sekvenēšanas (next-generation sequencing - NGS) pētījumu sadarbībā ar Norvēģijas Meža un ainava institūtu 2014.gadā, kurā tika analizēta parastās priedes kopējā gēnu ekspresija (aktivitāte) un mikroRNS ekspresija (kas regulē gēnu aktivitāti); analīžu izmaksas šāda veida pētījumā sasniedza 8000 - 9000 EUR. Ir pieejamas arī citas tehnoloģijas, kā piemēram priedes SNP detektēšanas platforma. Parasti šīs iekārtas ir pieejamas sadarbībā ar dažādiem institūtiem vai universitātēm uz sadarbības pamata, tikai sedzot pašizmaksas. Ir arī uzsāktas diskusijas ar Biomedicīnas institūtu par NGS un citu tehnoloģijas platformas izmantošanu uz sadarbības pamata. Jauno

tehnoloģiju izmaksu attīstība ir grūti prognozējama, to var ietekmēt eksperimentālais plānojums un iekārta, tomēr cenas ātri krīt, un ir pavisam iespējams, ka šādu pētījumu pašizmaksa varētu būt ap 5000 EUR vai pat zemāk.

Kopumā var teikt, ka DNS marķieru izmantošana selekcijas programmās var dot lielu pienesumu ar salīdzinoši maziem ieguldījumiem (piemēram, klonu pasportizācija, hibrīdu identifikācija utt.). Tos var izmantot, lai iegūtu papildus informāciju par selekcijas materiālu (piemēram, izcelsmi, daudzveidību utt.). Pēdējos gados jaunās paaudzes sekvenēšanas (next-generation sequencing) tehnoloģijas ir pilnīgi izmainījušas ģenētiskos pētījumus, un atvērušas iespējas veikt pētījumus visā genoma mērogā (genomika), nevis atsevišķu gēnu līmenī (ģenētika). Tas arī ir devis iespēju iegūt ne tikai vienu, bet vairāku skujukoku genomu sekvences, kas pirms desmit gadiem bija neiedomājams. Šādas metodikas nākotnē noteikti izmantos meža koku selekcijas programmās un jau tagad tiek praktiski izmantotas dzīvnieku un laukaugu selekcijā.

Fundamentālie pētījumi, kas tiek veikti LVMI „Silava” ĢRC, var dot papildus informāciju par meža koku selekcijas materiālu un adaptācijas spējām. Tiek pētītas parastās priedes molekulārās reakcijas sakņu trupes un skujbires infekcijai, kas dos iespēju novērtēt atšķirīgas reakcijas selekcijas materiālā. Pētījumi par retrotranspozoniem, kas arī pasaules mērogā līdz šim nav pilnībā izprasti, varētu nodrošināt precīzāku informāciju par koku reakciju uz dažādiem stresa apstākļiem un iespējamās selekcijas populācijas ietvaros atlasīt indivīdus (genotipus) ar augstākām pielāgošanas spējām (noturību).

Projekta ietvaros veikts selekcijas darbu **ekonomiskais novērtējums**, izmantojot selekcijas programmas ietvaros sagatavoto metodiku, ņemot vērā selekcijas darbu izpildē (kopš programmas apstiprināšanas) iegūto pieredzi par darbu izpildes laiku (nozīmīgākie lauku darbu viedi atspoguļoti 1.3. tab.), kā arī izmaiņas Meža pētīšanas stacijas (MPS) atbalstā zinātniskajiem pētījumiem un pieejamās infrastruktūras (gan LVMI „Silava”, gan MPS) izmaiņas. Tāpat ņemtas vērā koku veģetatīvās pavairošanas izpētes laboratorijas darbu izmaksas.

1.3. tabula

Nozīmīgākie selekcijas programmas izpildes lauku darbi

Potēšana
Materiāla ievākšana identifikācijai
Izolācijas maisu uzlikšana
Putekšņu ievākšana, žāvēšana
Puteksnēšana
Izolācijas maisu noņemšana, marķēšana
Krustojumu apsekošana
Sēklu ievākšana, marķēšana
Platības izvēle
Platības marķēšana
Stādu marķēšana, stādīšana
Identifikācija
Pirmā gada saglabāšanās kartēšana
Stādījumu apsekošana, uzturēšana
Uzmērīšana
Datu ievade
Stacionāro marķējumu atjaunošana / uzturēšana
Datu apstrāde, pārskatu / publikāciju sagatavošana

Iegūtie rezultāti prezentēti kā priekšlikumi LVM Konsultatīvās zinātniskās padomes sēdē 27.05.2015. un, ņemot vērā pieejamo un potenciāli piesaistāmo finansējumu, definēti prioritārie darba uzdevumi. Kopējie (ne tikai šī brīža līgumā iekļautās) selekcijas programmas nākamā posma darbi atspoguļoti 1.4. tabulā un tiem atbilstošais nepieciešamā cilvēkresursa sadalījums 1.5. tabulā. Vecot aprēķinus 1.4. un 1.5 tabulā iekļautajai informācijai, ņemti vērā esošo pēcnācēju pārbaužu stādījumu apsekošanas rezultāti (plānojot marķējumu atjaunošanu), kā arī eksperimentālo datu analīzes un stādījumu apsaimniekošanas pieredze, kas liecina, ka kvalitatīvu rezultātu ieguvei apsekošana un mērījumi veicami 1, 3, 10 (apšu hibrīdam – 8) un 14 gadu vecumā. Ņemot vērā ievērojamo nepārbaudīto klonu skaitu, paredzēta to sēklu ieguve

un brīvapputes pēcnācēju pārbaužu stādījumu ierīkošana 3 vietās (biezums 2000 koki ha<sup>-1</sup>), izmantojot liela izmēra bloku parces (210 koki no ģimenes stādīšanas vietā), kas nodrošina:

- a) informāciju un materiālu ne tikai selekcijas darbam, bet arī esošo plantāciju ģenētiskai kopšanai (īpaši aktuāli eglei, kam trūkst selekcionēts sēklu materiāls);
- b) iespēju veikt pārbaudes īsākā laikā un ar zemākām izmaksām nekā, izmantojot kontrolēto krustošanu, un, ņemot vērā sarūkošās ģenētisko analīžu izmaksas – nākotnē iespēju rekonstruēt radniecības struktūru un veikt atlasīto sibu ģimeņu ietvaros, iegūstot pilnvērtīgu 3. kārtas sēklu plantāciju materiālu (skat, BWB metodes aprakstu iepriekš tekstā);
- c) veikt stādījumu vērtēšanu ilgstošā laika periodā (arī pēc pirmās kopšanas cirtes), sekojot ģenētikas ietekmes uz pazīmēm izmaiņām līdz ar koka vecumu un vērtējot tādas pazīmes, kuru analīze nav iespējama jaunos stādījumos, bet, kas potenciāli var būt nozīmīgas;
- d) nodrošinot piemērotu teritoriju selekcijas efekta demonstrācijas objektiem.

Ierīkojot kontrolēto krustojumu stādījumus tie plānoti ar aprēķinu, lai uzmērīšanas vecumā būtu pārstāvēti vismaz 20 koki no ģimenes stādījuma vietā, kloniem – 8 rameti. Tāpat paredzēts izmantot 3 stādījumu vietas.

Daļai materiāla paredzēts ierīkot stādījumus atšķirīgos biežumos un meža tipos, ilgtermiņā novērtējot genotipa un vides mijiedarbību un iegūstot datus dažādu meža apsaimniekošanas režīmu ietekmes uz selekcionēta materiāla pazīmēm (un to attīstību) modelēšanai.



1.4. tabula

Nozīmīgākās selekcijas aktivitātes pa koku sugām nākamo 5 gadu periodā, realizējot selekcijas programmu pilnā apjomā

Koku suga	Aktivitāte	Gads					Rezultāts
		2016	2017	2018	2019	2020	
Priede	marķējumu atjaunošana, ha	12					
	potēšana, kloni, gab.	100	30	30	30	30	kontrolētās krustošanas bāze
	krustošana, kombinācijas	70	70	70			visi vajadzīgie kontrolētie krustojumi
	krustojumu stādījumu ierīkošana, ha			4	4	4	materiāls selekcijas ciklam
	BWB*/ GxE** stādījumi, ha		10	40	40	40	materiāls selekcijas ciklam, vides ietekmes analīze
	ģeogrāfiskie stādījumi, ha		8	8	8		materiāls precīzākai rajonēšanai plašākā mērogā
	stādījumu apsekošana, uzmērīšana: kopā, ha	25	98	93	137	133	
		2016	2017	2018	2019	2020	Rezultāts
Egle	marķējumu atjaunošana	32					
	selekcijas populācijas potēšana: arhivs krust						
	krustošana, kombinācijas	70	70	70			visi vajadzīgie kontrolētie krustojumi
	krustojumu stādījumu ierīkošana, ha		0	4	4	4	materiāls selekcijas ciklam
	spraudeņstādu stādījumu ierīkošana		0	5	5	5	materiāls selekcijas ciklam
	BWB/ GxE stādījumi		10	23	20	20	materiāls selekcijas ciklam, vides ietekmes analīze
	ģeogrāfiskie stādījumi		0	10	10	10	materiāls precīzākai rajonēšanai plašākā mērogā
	stādījumu apsekošana, uzmērīšana: kopā	8	31	107	122	150	
		2016	2017	2018	2019	2020	Rezultāts
Bērzs	marķējumu atjaunošana	36					
	krustošana, kombinācijas		30	100	100	50	visi vajadzīgie kontrolētie krustojumi
	krustojumu stādījumu ierīkošana, ha		0	0	10	10	materiāls selekcijas ciklam
	klonālo stādījumu ierīkošana	1	1	1	1	10	materiāls selekcijas ciklam
	GxE stādījumi			10	10	10	materiāls selekcijas ciklam, vides ietekmes analīze
	ģeogrāfiskie stādījumi			3	3		materiāls precīzākai rajonēšanai plašākā mērogā
	stādījumu apsekošana, uzmērīšana: kopā	1	23	18	25	77	
		2016	2017	2018	2019	2020	Rezultāts
Apšu hibrīds	krustošana, kombinācijas	15	15	15	15	15	visi vajadzīgie kontrolētie krustojumi
	krustojumu stādījumu ierīkošana, ha	1	2	2	2	2	materiāls selekcijas ciklam
	klonālo stādījumu ierīkošana, ha	2	0	5	5	5	materiāls selekcijas ciklam
	stādījumu apsekošana, uzmērīšana: kopā	9	8	18	14	14	

		2016	2017	2018	2019	2020	Rezultāts
Melnalksnis	materiāla ievākšana	75	75				visas vajadzīgās brīvapputes ģimenes
	brīvapputes stādījumu ierīkošana				9		materiāls selekcijas ciklam
	stādījumu apsekošana, uzmērīšana: kopā				9		

\*BWB – brīvapputes pēcnācēju pārbaužu stādījumi, kur labākajām ģimenēm pēc uzmērīšanas paredzēta radniecības struktūras rekonstrukcija ar molekulārās ģenētikas metodēm un 3. kārtas plantāciju klonu ieguve;

\*\*GxE – genotipa-vides mijiedarbības ietekmes uz koku pazīmēm izpētei paredzētie stādījumi

1.5. tabula

Selekcijas programmas un koku veģetatīvās pavairošanas izpētē nākamajā posmā iesaistītais personāls

Darba uzdevums	2016	2017	2018	2019	2020	Amats
Projekta vadība (t.sk. publikācijas, informatīvie materiāli)	1	1	1	1	1	pētnieks/vadošais pētnieks
“Klimatmājas” apkalpošana	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	asistents/pētnieks
Stādījumu plānošana, kokaudzētava (uzraudzība); potēto B ziedēšanas veicināšana, literatūras analīze	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	asistents
Sēklu plantācijas (ražība, klimats, vainagi, potēšana, marķējumi, putekšņi)	1	1	1	1	1	pētnieks/vadošais pētnieks
Agrās diagnostikas metožu attīstība	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	asistents/pētnieks
Datubāzes izveide, apkalpošana, aprēķini (E potējumu arhīvs)	1	1	1	1	1	asistents
Genotipa x vides mijiedarbība (biezums, MT [meliorācija], mēslošana)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	vadošais pētnieks
Brīvapputes stādījumi/ BWB (analīze)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	vadošais pētnieks
Ģeogrāfiskie stādījumi	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	vadošais pētnieks
Lauku darbi (ierīkošana, stādījumu marķēšana, uzmērīšana, kopšana; krustošana (1.5. tab.))	6	6	6	6	6	tehniskais darbinieks
Veģetatīvā pavairošana (laboratorija) E somātiskā	1	1	1	1	1	pētnieks
Veģetatīvā pavairošana (laboratorija) B(+P)	1	1	1	1	1	pētnieks
Veģetatīvā pavairošana (spraudēni) E(+P)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	asistents/pētnieks
Veģetatīvā pavairošana (laboratorija, siltumnīca)	2	2	2	2	2	tehniskais/asistents
Molekulārā ģenētika (stresa noturība, refuge areas, metilācija, koksnes blīvums)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	asistents/pētnieks
Molekulārā ģenētika - ģenētisko resursu aizsardzības optimizācija, telpiskais sadalījums, identifikācija	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	pētnieks

## Nozīmīgākās aktivitātes un sagaidāmie to rezultāti 5 gadu periodā

Selekcijas programmas 1. posma plānotie nozīmīgākie rezultāti bija:

- 1) priedei – 3. kārtas sēklu plantāciju materiāls (klonu saraksts) no iepriekš veikto kontrolēto krustojumu pēcnācēju stādījumiem, kā arī klonu saraksts 2. kārtas plantāciju ierīkošanai Austrumu provenienču reģionam;
- 2) eglei – klonu saraksts 2. sēklu plantāciju ierīkošanai;
- 3) kārpainajam bērzam – informāciju par meža reproduktīvā materiāla rajonēšanu un klonu saraksts 3. kārtas plantāciju ierīkošanai;
- 4) apšu hibrīdam – rekomendēti papildus kloni rūpnieciskai pavairošanai.

Visi plānotie praktiskie rezultāti ir sasniegti. Selekcijas darba 2. posmā, saskaņā ar sākotnējo plānu, nav sagaidāma jaunu klonu komplektu sagatavošana, taču ir būtiski veikt nepieciešamo sēklu materiāla ieguves (krustošanas), stādījumu ierīkošanas, uzraudzības un uzmērīšanas darbu, lai nodrošināt praktisko rezultātu ieguves iespējamību plānotajā laika posmā.

**Priede:** ņemot vērā nepieciešamību saglabāt pēcnācēju pārbaužu stādījumus turpmākām augšanas gaitas un koksnes pazīmju, kā arī rezistences analīzēm, paredzēta marķējumu atjaunošana vecajos stādījumos, kuros ir pietiekams koku skaits ģimenē, kombinējot to ar kopšanu, kur tas nepieciešams un iespējams. Iepriekšējā pārskata periodā ir veikta visu krustošanai nepieciešamo klonu identifikācija ar ģenētiskajiem marķieriem, taču nav iegūti visi nepieciešamie kontrolētie krustojumi, tādēļ veiktas korekcijas krustošanas darbā un paredzēta atsevišķu klonu potēšana ziedēšanas veicināšanai plantāciju koku vainagos un krustošanas darba noslēgšana. Paredzēta krustojumu stādu audzēšana un stādījumu ierīkošana. Ņemot vērā kontrolētās krustošanas relatīvi zemo rezultativitāti un līdz ar to augstās izmaksas, kā arī molekulārās ģenētikas metožu attīstību un izmaksu samazināšanos, paredzēts jaunajiem plantāciju kloniem ierīkot brīvapputes pēcnācēju pārbaužu stādījumus vismaz 3 stādīšanas vietās, nodrošinot iespēju gan esošo plantāciju ģenētiskai kopšanai, gan selekcijas bāzes paplašināšanai 2. paaudzē (izvēloties materiālu ceturtās kārtas sēklu plantācijām). Tāpat plānota jaunas ģeogrāfisko stādījumu sērijas, kurā izmantots praksē lietotais sēklu materiāls (sēklu plantāciju pēcnācēji), ierīkošana, nodrošinot iespēju novērtēt materiāla pārvietošanas relatīvi tuvās distancēs ietekmi un pārbaudot materiālu no reģioniem, kas Latvijā iepriekš nav vērtēti. Paredzēts ierīkot stādījumus genotipa un vides mijiedarbības vērtēšanai ilgtermiņā.

Lai realizētu selekcijas darbu saskaņā ar iepriekš iecerēto pēc VEG shēmas vismaz daļai klonu, ir vitāli svarīgi šī posma laikā aprobēt veģetatīvās pavairošanas metodiku. Iepriekšējā

posmā šādu rezultātu iegūt nebija iespējams. Ja šo mērķi sasniegt neizdodas, priedes selekcija turpināma pēc FEN shēmas.

**Egle:** pamatmateriālam paredzēta stādījumu apsekošana, kopšana, ja nepieciešams, apzīmju atjaunošana, uzmērīšana. Veicot kontrolēto krustošanu materiālam, kas ir ziedēšanas vecumā un, lai nodrošinātu kontrolētās krustošanas iespējas pārējam materiālam, selekcijas populācijas klonu potēšana, veidojot klonu arhīvu un paredzot ziedēšanas stimulēšanu. Veģetatīvās pavairošanas metodikas aprobācijas pabeigšana, jauniem kloniem bez pēcnācēju pārbaudēm – juvenilizācija, materiāla audzēšana klonālām pārbaudēm, pirmo klonālo pēcnācēju pārbaudžu stādījumu ierīkošana. Vecām eglēm bez pēcnācēju pārbaudēm (tāpat kā priedēm) brīvapputes pēcnācēju pārbaudžu stādījumu ierīkošana, izmantojot liela izmēra bloku parces. Ģeogrāfisko stādījumu ierīkošana, izmantojot praksē lietoto sēklu materiālu (sēklu plantāciju pēcnācēji), nodrošinot iespēju novērtēt materiāla pārvietošanas relatīvi tuvās distancēs ietekmi un pārbaudot materiālu no reģioniem, kas Latvijā iepriekš nav vērtēti. Genotipa un vides mijiedarbības vērtēšanas ilgtermiņa eksperimentu ierīkošana.

**Kārpainajam bērzam:** marķējumu atjaunošana vecajos stādījumos, kuros ir pietiekams koku skaits ģimenē, kombinējot to ar kopšanu, kur nepieciešams un iespējams. Selekcijas populācijas potēšanas pabeigšana, ziedēšanas stimulēšana, kontrolētā krustošana. Iepriekš veikto krustojumu stādījumu ierīkošana un uzturēšana. Pēcnācēju pārbaudžu stādījumu uzmērīšana. Pabeigta veģetatīvās pavairošanas metožu aprobācija, pirmo klonālo pēcnācēju pārbaudžu ierīkošana. Genotipa un vides mijiedarbības analīzes ilgtermiņa stādījumu ierīkošana.

**Apšu hibrīdam:** visu pamatmateriālam paredzēto kontrolēto krustojumu ieguve, ģimeņu stādījumu ierīkošana. Esošo eksperimentālo stādījumu izvērtēšana un klonālo pārbaudžu ierīkošana. Amerikas apses klonu arhīva uzturēšana.

**Melnalksnim:** saskaņā ar ekonomiskajiem aprēķiniem ir lietderīga kombinētas otrās un trešās kārtas sēklu plantācijas ierīkošana, tādēļ veicama pēcnācēju pārbaudžu materiāla ievākšana, audzēšana un stādījumu ierīkošana.

## 2. Sēklu plantāciju apsekošanas rezultāti

Sēklu plantāciju izveides un uzturēšanas mērķis ir selekcijas efekta pārnese no selekcijas programmas uz praktisku izmantošanu meža atjaunošanā, tādēļ lietderīgi, tiklīdz pieejams jauns, ģenētiski augstvērtīgāks, klonu komplekts, nodrošināt tā izmantošanu plantācijas ierīkošanā un uzturēt tikai tādas veco (zemāka selekcijas efekta) plantāciju platības, kas nodrošina sēklu pieprasījumu vai pilda klonu arhīva funkcijas. Gadījumos, kad jauns klonu komplekts nebūs pieejams vai jānodrošina pieaugošs pieprasījums pēc sēklu materiāla, iespējams izmantot arī zemākas selekcijas vērtības plantācijas, saskaņā ar pēcnācēju pārbaužu rezultātiem vecot to retināšanu vai sēklu ievākšanu tikai no ģenētiski augstvērtīgākajiem kloniem.

Apsekojot sēklu plantācijas 2015.gadā saskaņā ar projektā norādīto sarakstu, ievākta un apkopota informācija par šo plantāciju apsaimniekošanu, sēklu ieguves iespējām un ģenētisko vērtību. Katra sēklkopības iecirkņa visu koku sugu apsekoto plantāciju vispārīgs apraksts dots 2.1.tabulā, bet kopsavilkums – 2.2.tabulā.

Detalizēta informācija par plantāciju ģenētisko vērtību apkopota 2.3.tabulā, raksturojot tikai vecākās priežu plantācijas. Atbilstoši pēcnācēju pārbaužu rezultātiem augstvērtīgākie kloni tika ģenētiski identificēti šādās plantācijās: Dravu, Kurmales, Valdemārpils, Amulas, Sāvienas, Juglas, Salacas, Ziemeru, Rankas, Avotkalna, Ozolkalnu, Mežoles, Inčukalna, Garozas, Taigu, Klīves, Tadaines, Iedzēnu, Klabīšu, Īles, Katvaru, Allažu, Ziņģeru. No 2015.gadā apsekotajām plantācijām tuvāko 10 gadu laikā rekomendējams pārtraukt apsaimniekošanu (regulāru vainagu veidošanu un platības kopšanu) šādās plantācijās (2.3.tab.): Amulas II, Valdemārpils, Garozas, Īles, Klīves, Taigu, Ozolkalnu, Tadaines, Allažu, Cerības, Juglas, Katvaru, Salacas, Klabīšu, Ziemeru, Rugāju, Stikutu (arī Kurmales, Iedzēnu). Šajās plantācijās (izņemot Cerības, Rugāju un Stikutu, arī Tadaines) atrodas ģenētiski identificētie koki, tāpēc plantācijas likvidēšanas gadījumā izvērtējama šo koku saglabāšanas (ja platībā tiek ierīkota jauna priežu plantācija) vai pavairošanas nepieciešamība un iespējas. Nosakot plantāciju likvidēšanas secību, vēlams ņemt vērā ne vien saimnieciskos aspektus (2.2.tab.), bet arī plantāciju ģenētisko vērtību (2.3.tab.). Katrai apsekotajai plantācijai ģenētiskajā vērtējumā norādīts kopējais pārstāvēto klonu skaits, atsevišķi izdalot Rietumu apgabala klonus. Doti arī ģenētiski augstvērtīgo (identificēto) klonu nosaukumi un skaits (plantācijām, kuras nebija izvēlētas klonu identificēšanai, augstvērtīgo klonu skaits norādīts pēc shēmas, nevis pēc apsekošanas dabā un identificēšanas). Īpaša uzmanība pievēršama tiem kloniem, kas ir augstvērtīgi un identificēti, un sastopami tikai attiecīgajā plantācijā, kā arī tiem, kas sastopami papildus vēl tikai kādā no potenciāli likvidējamām plantācijām (pieņemts,

ka Dravu, Sāvienas, Avotkalna plantācijas, kuras arī izmantotas klonu identifikācijai, tiks apsaimniekotas ilgstoši, un tajās kloni saglabāsies un nav “apdraudēti”).

2.1. tabula

## Izvērsti sēklu plantācijas apsekošanas rezultāti 2015.gadā

Tā kā nedaudz atšķiras plantāciju dokumentos un 2015.g.vērtējamo plantāciju sarakstā norādītie ierīkošanas gadi un platības, tad pagaidām ir šādi: šajā aprakstošajā tabulā ir dati no plantācijām (vai 2003.gada pārskata), bet kopsavilkuma tabulā – dati no 2015.g.vērtējamo plantāciju saraksta.

Plantācija	Ierīkošanas laiks	Platība, ha	Apraksts
<b>Iecirknis – Kurzeme (un Pope)</b>			
Amula II P	1975/1998-2002	10,77	Apsekotas 3 daļas: AmulaI-1965-3,1ha. Saimnieciskā darbība pārtraukta, jaunas plantācijas ierīkošanas lietderība šajā platībā apšaubāma, galvenokārt, reljefa dēļ (nogāze). AmulaII-1975-5,1ha. Platībā augsnes auglība vidēja, priedei piemērota, platība kopta, pauguraina, vainagi veidoti, to kvalitāte apmierinoša (attiecīgajā koku vecumā). Tiek ievāktas labas ražas (pēc plantācijas apsaimniekotāju sniegtas informācijas), arī plantācijas ģenētiskā vērtība ir samērā augsta (puse klonu atzīti par augstvērtīgiem), tāpēc likvidēšana nav uzskatāma par steidzamu. AmulaIII-1998/2002-2,6ha (sarakstos kopā ar AmulaII veido 10,77ha). Platībā augsnes auglība vidēja, priedei piemērota, platība kopta, vainagi veidoti. Platībā saglabāti atsevišķi iepriekšējās plantācijas koki putekšņu ražošanai.
Platene M (Pope)	2002	3,0	Atrodas pie kokaudzētavas. Platība auglīga, atbilstoša melnalksnim, labi kopta, koku vainagi tiek veidoti, tiek ievāktas ražas. Kopumā koku saglabāšanās laba.
Remte E	1964-1971	27,72	Platība auglīga, eglei piemērota. Ir dažāda vecuma daļas. Izvietojums apmierinošs, ir vākti potzari atbilstoši shēmai. Apsaimniekojama. Vainagu veidošana notiek saistībā ar ražu. Salīdzinājumā ar citām līdzīga vecuma egļu plantācijām koku izvietojums un vainagu kvalitāte apmierinoša.
Valdemārpils P	1975	9,13	Plantācijai 2 daļas, augsnes auglība vidēja, priedei piemērota, kopta. Vainagi kopti. Daļai koku vainagi ir samērā labi šim vecumam, daļai – pārāk augsti. Izvietojums – apmierinošs (vairāk izkritušu koku D daļas rindās). Vainagu kvalitāte un ražas (pēc plantācijas apsaimniekotāju sniegtas informācijas) Amulā labāki nekā Valdemārpilī. Turpmāka regulāra vainagu veidošana 5-10 gadu laikā pārtraucama, plantācija pakāpeniski likvidējama, ievācot pēdējās ražas – čiekurus ievāc, nocērtot kokus pilnībā vai griežot lielos zarus un galotnes. Nociršanas gadījumā jāizlemj par ģenētiski identificēto koku saglabāšanas nepieciešamību. Iespējams ierīkot jaunu P plantāciju.
<b>Iecirknis - Zemgale</b>			
Garoza P	1964-1971	23,37	Platībā augsnes auglība vidēja, priedei piemērota, katru gadu tiek kopta. Koku izvietojums pa nogabaliem atšķiras (5x5m, 5x8m, 5x12m), saglabāšanās samērā laba. Koku vainagi kopti, vārtiem tuvākajos nogabalos tie ir samērā labi (šim vecumam), bet tālākajos (degušajā daļā ~5ha) – pārāk augsti. Sēklu kvalitātes rādītāji labi (pēc plantācijas apsaimniekotāju sniegtas informācijas). Šīs

			plantācijas pēcnācēju augšanas rezultāti pārbaužu stādījumos ir salīdzinoši slikti. Plantācija pakāpeniski (sākot ar tālākajiem nogabaliem) likvidējama. Pirms nociršanas jāizlemj par ģenētiski identificēto koku saglabāšanas nepieciešamību. Iespējams ierīkot jaunu P plantāciju.
Īle P	1973-1977, papildināta 1983-1986	11,83	Platībā augsnes auglība vidēja, priedei piemērota (tikai <0,1ha pārmitra vieta), katru gadu tiek kopta. Vainagi kopti, jaunākajiem kokiem ievērojami labāki nekā vecākajiem (t.i., aptuveni pusei koku samērā labi, pusei – viduvēji). Plantācijas saglabāšanas gadījumā nepieciešams sakārtot informāciju par iepriekšējā pārskatā norādītajām plantācijas daļām (klonu kolekcija 4,9ha, klonu arhīvs 1,2ha, plantācija ražošanas vajadzībām 5,1ha), kā arī atšifrēt jaunākos kokus (shēmā konkrēti kloni ir ~2/3). Nociršanas gadījumā jāizlemj par ģenētiski identificēto koku saglabāšanas nepieciešamību. Iespējams ierīkot jaunu P plantāciju.
Klīve P	1972-1975	4,99	Platībā augsnes auglība vidēja, priedei piemērota, katru gadu tiek kopta. Vainagi kopti, samērā labi šim vecumam. Plantācijā pārstāvētie kloni atlasīti mežaudzēs uz kūdras augsnēm, tāpēc nepieciešamas izvērtēt sēklu ievākšanas lietderību. Ražas nav lielas (pēc plantācijas apsaimniekotāju sniegtas informācijas). Likvidēšanas gadījumā jāizlemj par ģenētiski identificēto koku saglabāšanas nepieciešamību. Iespējams ierīkot jaunu P plantāciju.
Misa P	1998-2003	5,45	Platībā augsnes auglība neliela-vidēja, priedei piemērota (neliela ~0,1ha pārmitra vieta). Apkārt Misas ģenētisko resursu P audzes. Vainagi veidoti. Tiek veikti selekcijas darbi, tāpēc plānotā plantācijas kopšana un saimnieciskā izmantošana saskaņojama ar LVMI „Silava”.
Sēme E	1965-1975	8,64	Platība auglīga, eglei piemērota, pauguraina. Izvietojums labs, agrākajos gados savlaicīgi retināta, tikušas grieztas galotnes visiem kokiem (2-3 reizes: 1.reizi ~3-4m augstumā (iespējams, E.Roņa pētījums), vēlāk, vācot ražu, 1997. un 2000.gadā). Atsevišķi koki nokaltuši, iespējams, kaitēkļu bojājumu dēļ. Problemātiska pārstāvēto klonu atšifrēšana. Apsaimniekojama. Salīdzinājumā ar citām līdzīga vecuma egļu plantācijām koku izvietojums un vainagu kvalitāte laba. Likvidēšanas gadījumā jaunu plantāciju nav ieteicams veidot reljefa dēļ.
Taigas P	1973-1975	8,56	Platībā augsnes auglība vidēja, priedei piemērota, katru gadu tiek kopta. Vainagi kopti, samērā labi šim vecumam (labāki nekā Klīvē – zemāki). Plantācijā pārstāvētie kloni atlasīti mežaudzēs uz kūdras augsnēm, tāpēc nepieciešamas izvērtēt sēklu ievākšanas lietderību. Ražas labākas nekā Klīvē (pēc plantācijas apsaimniekotāju sniegtas informācijas). Likvidēšanas gadījumā jāizlemj par ģenētiski identificēto koku saglabāšanas nepieciešamību. Iespējams ierīkot jaunu P plantāciju.
<b>Iecirknis - Kalsnava</b>			
Kaupre Li	2004	3,4	Platība vidēji auglīga, atbilstība liepai – vidēja. Platība un koku vainagi labi kopti. Skrīveru kloni (50 gab.), 6x8m. Paredzams, ka sēklu ražošanas apjoms nodrošinās pieprasījumu. Blakus ierīkots P



			klonu arhīvs (pareizi kopti vainagi), kuram nepieciešams veikt klonu ģenētisko identifikāciju. Pretī liepas plantācijai pašreiz tiek ierīkota jauna P plantācija. Platība priedei piemērota.
Ozolkalni P	1969	5,5	Platība vidēji auglīga, priedei atbilstoša, vienā stūrī neliela platība (~0,1ha) pārmitra. Koku vainagi aptuveni pusē platības augsti un plaši – vairākus gadus nav veidoti, otrā pusē – apmierinoši. Plantācija pakāpeniski (10 gadu laikā) likvidējama, ievācot pēdējās ražas – čiekurus ievāc, nocērtot kokus pilnībā vai griežot lielos zarus un galotnes. Pirms nociršanas jāizlemj par ģenētiski identificēto koku (samērā daudz) saglabāšanas nepieciešamību. Iespējams ierīkot jaunu P plantāciju.
Tadaine E	1975	2,94	Platība neliela, auglīga, eglei piemērota. Izvietojums apmierinošs, ir vākti potzari atbilstoši shēmai. Apsaimniekojama. Vainagu veidošana un koku ciršana notiek saistībā ar ražu. Salīdzinājumā ar citām līdzīga vecuma egļu plantācijām koku izvietojums un vainagu kvalitāte samērā laba. Samērā zema ģenētiskā vērtība.
Tadaine P	1975	3,16 un 7,26	Divas daļas – blakus, platība vidēji auglīga, priedei atbilstoša. Vainagi nav pārāk augsti un šim vecumam samērā labi, tiek ievāktas kvalitatīvas sēklas (pēc plantācijas apsaimniekotāju sniegtas informācijas), tāpēc pakāpeniska likvidēšana uzsākama tikai pēc lēmuma pieņemšanas par platības turpmāko izmantošanu.
Vēžinieki M	2006	3,0	Platība auglīga, atbilstoša melnalksnim, labi kopta, koku vainagi daļai koku jau veidoti, veidošana tiks turpināta. Sekmīgi ierobežoti sēnes izraisīti bojājumi. Palikušajā P plantācijā (1970) koki augsti, tomēr vainagi nav pārāk augsti un tiek ievāktas samērā labas ražas, tāpēc pakāpeniska likvidēšana uzsākama tikai pēc lēmuma pieņemšanas par platības (tai skaitā brīvās platības un oša stādījuma platības) turpmāko izmantošanu. E plantācijai platība nav piemērota (auglība augstākajās vietās nepietiekama, zemākajās vietās iespējamās salnas). Bērza plantācijai platība atbilstoša un labi kopta, vainagi labi veidoti.
<b>Iecirknis - Rietumvidzeme</b>			
Allaži P	1974	8,08	Platība divās pusēs ceļam, auglīga, vietām pārmitra, priedei vidēji piemērota, jākopj katru gadu. Izvietojums – daudz izkritušu koku. Vainagi kompakti, bet sākas pārāk augstu – ap 4m. Vainagi veidoti 2013/2014, bet turpmāka regulāra apsaimniekošana nav lietderīga - plantācija likvidējama, ievācot pēdējo ražu. Pirms nociršanas jāizlemj par ģenētiski identificēto koku saglabāšanas nepieciešamību. Jaunu plantāciju nav ieteicams ierīkot – galvenokārt, mitruma un dalītās teritorijas dēļ.
Avotkalns P	1973	14,14	Platība pārsvarā mazauglīga, priedei piemērota, kopta. Koku vainagi pārsvarā veidoti labi un ir pietiekami zemi (>50% no koka augstuma). Apsaimniekojama. Samērā daudz ģenētiski identificēto

			koku. Regulāri tiek ievākti putekšņi selekcijas vajadzībām.
Cerības P	1969-1974	15,07	Plantācijas konfigurācija vidēja, vidēji auglīga, pārmitra ~3ha, priedei lielākoties piemērota, jākopj katru gadu. Izvietojums – apmierinošs. Vainagi nav kvalitatīvi - plati un sākas augstu – ap 3m. Turpmāka regulāra apsaimniekošana nav lietderīga - plantācija pakāpeniski likvidējama (pēc Allažu likvidēšanas), ievācot pēdējās ražas – čiekurus ievāc, nocērtot kokus pilnībā vai griežot lielos zarus un galotnes. Jaunas plantācijas ierīkošanas lietderība apšaubāma (pārmitrajā vietā nepieciešama meliorācija) - izvērtējama saistībā ar sēklu apjoma nodrošināšanu.
Jugla P	1973	10,99	Platība divās pusēs ceļam, vidēji auglīga, priedei piemērota, jākopj katru gadu (ugunsbīstamība – autoceļš). Izvietojums labs. Vainagi nav panākami pietiekami kvalitatīvi iepriekšējās veidošanas kļūdu dēļ. Vainagi veidoti 2013/2014 (Z daļai), 2014/2015 (D daļai). Trūkumi izolācijā – apšaubāmas ģenētiskās kvalitātes priežu putekšņu klātbūtne rada citu īpašnieku teritorijā augoši koki, par kuru izciršanu ir problemātiski vienoties. Turpmāka apsaimniekošana aptuveni 10 gadus, jaunu plantāciju nav ieteicams ierīkot, galvenokārt, nepietiekamās putekšņu izolācijas, dalītās teritorijas un autoceļa (ugunsbīstamības) dēļ. Nociršanas gadījumā jāizlemj par ģenētiski identificēto koku saglabāšanas nepieciešamību. Periodiski tiek ievākti putekšņi selekcijas vajadzībām.
Katvari E	1975	15,5	Platība auglīga, eglei piemērota. Izvietojums apmierinošs. Vainagu veidošana notiek saistībā ar ražu. Koku augstums 12-14m, pirms ~7 gadiem visiem kokiem grieztas galotnes. Ir vākti potzari atbilstoši shēmai (kas atrodas pie plantācijas apsaimniekotāja), bet ieteicams pārliecināties par tās sakrītību ar elektroniski pieejamo shēmu (nesaskan izvirzītās slejas). Apsaimniekojama. Salīdzinājumā ar citām līdzīga vecuma egļu plantācijām koku izvietojums un vainagu kvalitāte apmierinoša.
Katvari P	1971	10,0	Platība ļoti auglīga (sevišķi ZR daļā), priedei piemērota, bet veidojas ļoti spēcīgs aizzēlums, pat veicot platības kopšanu katru gadu. Vainagi kopti, pusē platības (DA) vainagi ir attiecīgajam vecumam apmierinoši (zemāki), otrā pusē (ZR) – pārāk augsti. Tā kā ģenētiskai identifikācijai paraugi tikuši ievākti no kokiem plantācijas dažādās daļās, tad novērota laba atbilstība shēmai DA daļā un neatbilstība ZR daļā. Turpmākas regulāras apsaimniekošanas lietderība ir apšaubāma un vērtējama saistībā ar iegūstamo ražu apjomu un kvalitāti. Jaunas plantācijas ierīkošanas lietderība vērtējama, ņemot vērā augsnes auglību. Nociršanas gadījumā jāizlemj par ģenētiski identificēto koku saglabāšanas nepieciešamību.
Liepa E	1976	10,61	Plantācijai 4 daļas, vienkopus (pa 2 abās ceļa pusēs). Platība auglīga, eglei piemērota, jākopj 1-2 gados reizi. Izvietojums – pārāk liels biežums (zari atmiruši līdz ~3m augstumam), ko, visticamāk,

			nav iespējams labot. Koku augstums pašreiz 15-17m; tā kā galotnes grieztas tikai ražojošajiem kokiem (ne vairāk kā pusei koku), tad neveidoto koku augstums sasniedz 20m, un pirmā griezuma vieta ražas gadījumā būs jāveido pārāk augstu (virs 5m). Salīdzinājumā ar citām līdzīga vecuma egļu plantācijām koku izvietojums un vainagu kvalitāte neapmierinoša, ieteicama plantācijas likvidēšana vidējas ražas gadījumā. Ieteicama jaunas egles plantācijas ierīkošana. Iepriekšējā pārskatā norādītas 2 daļas – ražošanai un arhīvam; likvidēšanas gadījumā jāaskaņo klonu saglabāšanas nepieciešamību.
Salaca P	1971	13,2	Platība auglīga, priedei piemērota, kopta, renovēta meliorācijas sistēma. Vainagi kopti, attiecīgajam vecumam apmierinoši, vidēji augsti. Izvietojums samērā apmierinošs. Tā kā plantācijā tiek iegūtas labas ražas (pēc plantācijas apsaimniekotāju sniegtas informācijas), tad plantācija vēl apsaimniekojama (10-15 gadus), tomēr jāplāno platības turpmākā izmantošana. Lai novērstu apšaubāmas ģenētiskās kvalitātes priežu putekšņu klātbūtni plantācijā, vēlams vienoties par atsevišķu blakus esošajā īpašumā augošu pieaugušu zemas kvalitātes priežu izciršanu. Jāanalizē plantācijas pēcnācēju augšanas rādītāji pārbaužu stādījumos. Nociršanas gadījumā jāizlemj par ģenētiski identificēto koku saglabāšanas nepieciešamību.
Suntaži E	1964-1975	21,0	Iegūtas īpašuma tiesības, tiek uzlabota infrastruktūra. Platība auglīga, eglei piemērota, atsevišķās vietās traucējis mitrums (egles nav saglabājušās), jākopj katru gadu. Izvietojums apmierinošs, ir vākti potzari atbilstoši shēmai. Tiek apzīmēti „ievāktie koki” dabā. Apsaimniekojama. Vainagu veidošana un koku ciršana notikusi saistībā ar ražu. Pakāpeniski ierīkojama jauna egles plantācija, nepieciešama iežogošana. Salīdzinājumā ar citām līdzīga vecuma egļu plantācijām koku izvietojums un vainagu kvalitāte samērā laba.
<b>Iecirknis - Austrumvidzeme</b>			
Stradi E (Gulbene)	1976-1978	12,0	Platība vidēji auglīga-auglīga. Plantācijā koku izvietojums atbilst shēmai, pie kokiem ir kārtas numuri (nevis klona), kārtas numuru shēma ir plantācijas vadītājam. Izvietojums – pārāk liels biežums, iespējams, nepieciešama retināšana, jāvienojas par retināšanas principiem. Koku augstums ~8m. Kopti vainagi tiem kokiem, no kuriem ievākta raža (ražas apjoms neliels). Klonu sastāva dēļ sēklas izmantojamas Rietumu apgabalā.
Klabīši P	1970	7,7	Platība vidēji auglīga-mazauglīga, priedei piemērota. Koku augstums ~6m, vainagi pārāk augsti. Vainagu veidošana tiek veikta katru gadu 1/3 platības, labas ražas gadā – vairāk. Regulāras apsaimniekošanas lietderība apšaubāma, likvidēšanas gadījumā jāizlemj par ģenētiski identificēto

			kokus saglabāšanas nepieciešamību.
Ziemeri P	1966-1972	11,6	Platība vidēji auglīga, priedei piemērota. Plantācijā ir vairāki bloki, samērā sarežģīti orientēties. Izvietojums – saglabāšanās vidēja. Koku vainagi tiek veidoti, vainagi ir pārāk augsti. Turpmākas regulāras apsaimniekošanas lietderība jāizvērtē – visticamāk, plantācija pakāpeniski likvidējama, ievācot pēdējās ražas – čiekurus ievāc, nocērtot kokus pilnībā vai griežot lielos zarus un galotnes. Likvidēšanas gadījumā jāizlemj par ģenētiski identificēto koku saglabāšanas nepieciešamību.
<b>Iecirknis - Latgale</b>			
Liuza E	2003	13,28	Platība eglei atbilstoša, augsne mālaina, auglīga, bijušas problēmas ar lieku mitrumu ap 89.rindu. Uzsākta vainagu veidošana 3-4m augstumā. Pārlicināties, vai ir veikta apkārtējo mežaudžu selektīva retināšana.
Mērdzene P	1980	5,0	Platība mazauglīga-vidēji auglīga, priedei atbilstoša, kopta. Vainagi veidoti, zemi (>50% no koku augstuma), koku izvietojums labs. Shēma iespēju robežās atjaunota. Apsaimniekojama.
Rugāji P	1972	11,3	Platība vidēji auglīga, meliorēta, priedei atbilstoša, kopta. Vainagi veidoti, tie ir apmierinoši - atbilstoši vecumam (~50% no koku augstuma), koku izvietojums vidējs (~puse no sākotnējā). Koku saglabāšanos negatīvi ietekmējis paaugstināts mitrums. Apsaimniekojama vēl 10-15 gadus.
Steķi P	2002	15,08	Platībā augsnes auglība zema, priedei pietiekama. Apkārt normālas P audzes. Kaitēkļu (smecernieki, maijvaboles) bojājumu ietekmē pat pēc vairākkārtējas papildināšanas palikusi neliela (~0,1ha) tukša platība, ko vairs nav lietderīgi papildināt. Daži koki bija cietuši no vēja radītiem bojājumiem, ar atsiešanas palīdzību saglabāti. Vainagi veidoti.
Stikuti P	1972	3,39 un 1,23	Platību veido 2 tuvu esošas daļas. Platība vidēji auglīga-mazauglīga, priedei atbilstoša, kopta. Izvietojums labs. Vainagi veidoti, tie ir samērā augsti (30-50% no koku augstuma). Turpmākas regulāras apsaimniekošanas lietderība apšaubāma, tomēr jāanalizē tās ģenētiskā vērtība. Čiekurus ieteicams ievākt, nocērtot kokus pilnībā vai griežot lielos zarus un galotnes. Jaunas plantācijas ierīkošanas lietderība apšaubāma, galvenokārt, platības konfigurācijas dēļ. Apsekota arī netālu esošā Maltečkas plantācija (1973), secinājumi – kā Stikutu plantācijā.
Svente E	1980	9,8(?)	Egles spraudenstādu stādījums, platība eglei atbilstoša, klonu sastāvs labs, jāveido plantācijas statuss. Kopējā teritorija (P plantācija, E spraudenstādu stādījums, no vēja bojājumiem cietušais E sēklaudžu stādījums, introductu stādījumi, neapsaimniekota platība) ir kvalitatīvi iežogota, rekomendējams uzsākt neapsaimniekoto platību turpmāko izmantošanu, ņemot vērā arī lapegles ģeogrāfisko kultūru saglabāšanu vai likvidēšanu (liels biežums) un egles sēklaudžu stādījuma iespējamu likvidēšanu.
Svente P	1998/2005	15,0	Platība vidēji auglīga, priedei atbilstoša, labi kopta. Vecākajā priedes daļā vainagu veidošana

			nepieciešama šogad. Plantācijas daļās, kur vainagi veidoti ar tehnikas palīdzību, nepieciešama vainagu papildus retināšana ar grieznēm.
Šarlote E	2005	15,0	Platība atsevišķās vietās eglei nepiemērota (uzkalnos nepietiekams mitrums un augsnes auglība), tomēr pārsvarā apmierinoša. Ierīkošana turpinās.
Vecumi E	2004-2006	11,03+ 20,0	Platība eglei atbilstoša, augsne auglīga. Turpinās plantācijas ierīkošana.
Vecumi M	2010-2013	3,4	Platība vidēji auglīga, atbilstība melnalksnim – vidēja. Aptuveni 50% stādvieta koku vitalitāte ļoti laba (augstums 3m, kupls vainags), pārējiem kokiem vitalitāte zemāka vai koki iznīkuši (tiek veikta regulāra papildināšana), iespējams, vairāku faktoru ietekmē (augsnas mehāniskā sastāva, auglības un/vai mitruma nepietiekama atbilstība, atsevišķi sala bojājumi, kaitēkļu un sēņu bojājumi, grauzēju ietekme, stādāmā materiāla kvalitāte).
Vecumi Le	2012	1,0	Platība atbilstoša lapeglei, koku izvietojums un vainagu kvalitāte – labi.

## Sēklu plantācijas apsekošanas rezultātu kopsavilkums 2015.gadā

Vērtējums: 1-atbilstošs, bez negatīvas ietekmes, 2-vidējs, 3-ar negatīvu ietekmi

Iecirknis	Kurzeme, Pope				Zemgale					
Nosaukums	AmulaII	Platene	Remte	Valdemār-pils	Garoza	Īle	Klīve	Misa	Sēme	Taigas
Suga	P	M	E	P	P	P	P	P	E	P
Platība	10,77	3,0	24,18	10,00	23,37	11,83	4,99	5,45	8,64	8,56
Ierīkošanas gads	1965/98	2002	1964	1975	1964	1974	1972	1998	1965	1973
Konfigurācija	abām:1	1	1	1/2	1	1	1	1	1	1
Izolācija	abām:1	1/2	1	1	1	1	2	1	1	1
Auglība:										
-augšnes piemēr.sugai	abām:1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-aizzēl.-kopš.	abām:1/2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
Bojājumi:										
-dzīvnieki	abām:1	1	1	1	1	1/2	1	1	1	1
-slimības, kukaiņi	abām:1	1/2	1	1	1	1	1	1	?(kuk.)	1
-mitrums-lieks	abām:1	1	1	1	1	1	1	1/2	1	1
-mitr.nepiet.	abām:1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Reljefs	2un1	1	1	1	1	1	1	1	2	
Koku izvietojums	abām:1	1	1/2	1	1	1	1	1	1	1
Vainaga kvalitāte	2/3un1/2	1	2	2/3	2/3	2	2/3	1/2	2	2

Iecirknis	Kalsnava					Austrumvidzeme			
Nosaukums	Kaupre	Ozolkalni	Tadaine	Tadaine	Vēžinieki	Stradi	Klabīši	Tirza	Ziemeļi
Suga	Li	P	E	P	M	E	P	E	P
Platība	3,4	5,5	2,82	9,19	3,0	12,86	7,7	17,5	11,6
Ierīkošanas gads	2004	1967	1975	1975	2006	1978	1970	2007	1966
Konfigurācija	1	1	1	2	1	1	1	1	2
Izolācija	1	1	1	1	1	1	1		1
Auglība:									
-augšnes piemēr.sugai	2	1	1	1	1	1	1		1
-aizzēl.-kopš.	1	2	2	2	2	1/2	1/2		2
Bojājumi:									
-dzīvnieki	1	1	1	1	1	1	1		1
-slimības, kukaiņi	1	1	1	1	2	1	1		1
-mitrums-lieks	1	1/2	1	1	1	1/2	1		1/2
-mitr.nepiet.	1/2	1	1	1	1	1	1		1
Reljefs	1	1	1	1	1	1	1		1
Koku izvietojums	1	1	2	2	1	2	1/2		2
Vainaga kvalitāte	1	2	2	2	1	2	2/3		2/3

Iecirknis	Rietumvidzeme								
Nosaukums	Allaži	Avotkalns	Cerības	Jugla	Katvari	Katvari	Liepa	Salaca	Suntaži
Suga	P	P	P	P	E	P	E	P	E
Platība	7,97	14,14	14,77	10,0	18,47	9,8	10,61	12,64	21,0
Ierīkošanas gads	1974	1973	1974	1981	1975	1971	1976	1971	1964
Konfigurācija	2	1	2	2	1	1/2	1/2	1	1
Izolācija	1	1	1	3	1	1	1	2	1
Auglība:									
-augšnes piemēr.sugai	2	1	2	1	1	1	1	1	1
-aizzēl.-kopš.	3	1/2	2	2	2	3	1	2	2
Bojājumi:									
-dzīvnieki	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-slimības, kukaiņi	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-mitrums-lieks	3	1	2	1	1	1	1	1/2	2
-mitr.nepiet.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Reljefs	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Koku izvietojums	3	1	2	1	1	1	3	2	2
Vainaga kvalitāte	3	1/2	3	2/3	2	2/3	3	2	2

Iecirknis	Latgale										
Nosaukums	Liūza	Svente	Svente	Šarlote	Steķi	Mērdzene	Rugāji	Stikuti	Vecumi	Vecumi	Vecumi
Suga	E	P	E	E	P	P	P	P	E	M	Le
Platība	13,28	15,0	9,8 (?)	15,0	14,88	5,0	10,85	4,62	20,30	3,4	1,0
Ierīkošanas gads	2003	1998/ 2005	1980	2005	2002	1980	1972	1972	2004-2006	2010-2013	2012
Konfigurācija	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Izolācija	2	2	1	1	1/2	1	1	1/2	1	1	1
Auglība:											
-augšnes piemēr.sugai	1	1	1	2	1/2	1	1	1	1	2	1
-aizzēl.-kopš.	2	1	1	2	1	1	2	1/2	2	2	2
Bojājumi:											
-dzīvnieki	1	1	1	1	1	1	1	1	1	?(grauzēji)	1
-slimības, kukaiņi	1	1	1	1	kuk.	1	1	1	1	?(sēne)	1
-mitrums-lieks	1	1	1	1	1	1	1/2	1	1	1	1
-mitr.nepiet.	1	1	1	2	1	1	1	1	1	?	1
Reljefs	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1/2
Koku izvietojums	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1/2
Vainaga kvalitāte	1	1/2	2	1	1	1/2	2	2/3	1	2	1



Kurzemes iecirknī rekomendējams vispirms likvidēt Valdemārpils, pēc tam – Amulas II plantāciju (ņemot vērā koku vainagu stāvokli un iegūstamo ražu apjomu). Zemgales iecirknī jāņem vērā, ka Taigu un Klīves plantācijas ierīkotas no kūdras augsnēs izvēlētiem pluskokiem, tādēļ tajās iegūtais reproduktīvais materiāls rekomendējams konkrētiem apstākļiem – atjaunojot izcirtumus kūdras augsnēs. Ja no šajās plantācijās iegūtā sēklu materiāla izaudzētu stādu izmantošana atjaunošanai tikai minētajos apstākļos ir problemātiska, tad nav rekomendējama šo plantāciju turpmāka izmantošana sēklu ieguvei ražošanas vajadzībām, un tās likvidējamas – vispirms Klīves, pēc tam Taigu plantācija (ņemot vērā koku vainagu stāvokli un iegūstamo ražu apjomu). Zemgales iecirknī pakāpeniski ieteicams likvidēt Garozas plantāciju, sākot ar pirmajiem nogabaliem (ņemot vērā koku vainagu lielo augstumu šajos nogabalos un plantācijas pēcnācēju salīdzinoši zemos augšanas rādītājus pēcnācēju pārbaudēs), rekomendējams platību izmantot jaunas plantācijas ierīkošanai. Tā kā Īles plantācijā stāvoklis ir līdzīgs kā Garozas plantācijā (pusei koku vainagu kvalitāte zema, pusei – normāla, ģenētiskā vērtība samērā zema), tad abu plantāciju likvidēšanas secība nosakāma pēc apsaimniekotāja izvēlētiem kritērijiem. Kalsnavas iecirknī Ozolkalnu plantācijā platība kompakta, koku izvietojums labs, ģenētiskā kvalitāte apmierinoša; koku augsto vainagu dēļ (kas daļā plantācijas vairākus gadus nav veidoti), uzsākama plantācijas pakāpeniska likvidēšana; platībā iespējams veidot jaunu plantāciju. Tadaines plantācijā situācija līdzīga, tikai tā izvietota divos nogabalos, tajā nav identificēti kloni, toties laba sēklu kvalitāte. Rietumvidzemes iecirknī ieteicama vecāko priežu plantāciju pakāpeniska likvidēšana (vispirms Allažu, tad Cerības, tad Katvaru, tad Juglas – secība ieteicama šāda, tomēr tā varētu mainīties atbilstoši apsaimniekotāja kritērijiem). Salacas plantācijā koku vainagu (un pagaidām arī platības) kvalitāte nav ievērojami labāka salīdzinājumā ar pārējām plantācijām, tomēr šajā plantācijā veikti infrastruktūras uzlabošanas pasākumi, turklāt tajā ir labas ražas un salīdzinoši liels ģenētiski augstvērtīgo klonu skaits, tāpēc plantācija likvidējama kā pēdējā no šī iecirkņa vecākajām priežu plantācijām. Austrumvidzemes iecirknī vispirms ieteicams likvidēt Ziemeru un pēc tam Klabīšu plantāciju. Latgales iecirknī vispirms ieteicams likvidēt Stikutu (arī Maltečkas) plantāciju, tikai pēc tam Rugāju plantāciju.

Ģenētiskās vērtības raksturojums plantācijām,  
kurām rekomendēta likvidēšana tuvākajos 10 gados

Plantācija	Klonu skaits	Klonu izcelsme	Ģenētiski identificētie augstvērtīgie kloni	Kloni, kas pārstāvēti (un identificēti) tikai konkrētajā plantācijā	Kloni, kas pārstāvēti (un identificēti) vēl kādā no likvidējamām plantācijām	Plantācijas, kurās kloni pārstāvēti (identificēti)	Piezīmes
Amula II	29	Rietumu (29 Tukuma kloni)	Tu 12			Dravas, Sāviena	
			Tu 13			Dravas	
			Tu 14			Dravas, Sāviena	
			Tu 15			Dravas, Sāviena	
			Tu 18		Tu 18	Garozā	
			Tu 22	Tu 22			
			Tu 25	Tu 25			
			Tu 28			Dravas, Sāviena	
			Tu 9			Dravas, Sāviena	
			Tu 1			Dravas, Sāviena	
			Tu 10			Dravas	
			Tu 16			Dravas	
			Tu 21			Dravas	
		Kopā skaits:	13	2	1		
Valdemārpils	60	Pārsvarā Rietumu (40)	Ba 11			Dravas	
			Ja 18			Sāviena	
			Ja 25		Ja 25	Ozolkalni	
			Ja 30			Kurmale, Sāviena	
			Ka 17			Kurmale, Jugla, Avotkalns	
			Ka 27		Ka27	Jugla	
			Ta 1	Ta 1			
			Ta 14	Ta 14			
			Ta 22		Ta22	Jugla	
			Ai2		Ai2	Kurmale, Ozolkalni	
			Ug2			Kurmale	
		Kopā skaits:	11	2	4		
Garozā	54	Pārsvarā centrālā daļa (Ba, Do, Jel, Ja, RJ, 2Tu)	Ba 5		Ba5	Allaži	
			Ba 20	Ba20			
			Tu 18		Tu18	Amula	
			Jel 4	Jel 4			
			Jel 11	Jel 11			
			Jel 2	Jel 2			
		Kopā skaits:	6	4	2		
Īle	216	Aptuveni 50% koku nav datu par izcelsmi. Plantācijā no 216 zināmajiem kloniem aptuveni 150-170 ir no četrām populācijām, nevis pluskokiem. Pārējie ir pārsvarā Austrumu	Str 28		Str 28	Kurmale, Jugla	
			Str 13		Str 13	Iedzēni, Klabīši	
			Str18		Str18	Iedzēni	

		izcelsmes kloni					
		Kopā skaits:	3		3		
Klīve	21	Pluskoki izvēlēti uz kūdras augsnēm	Ba 1		Ba 1	Taigas	
		Kopā skaits:	Lub 4		Lub 4	Taigas	
		Kopā skaits:	2		2		
Taigas	22	Pluskoki izvēlēti uz kūdras augsnēm	Ba 1		Ba 1	Klīve	
		Kopā skaits:	Lub 4		Lub 4	Klīve	
		Kopā skaits:	2		2		
Ozolkalni	69	Pārsvarā Austrumu, mazāk Rietumu (11)	Ja 11			Sāviena	
			Ja 14			Sāviena	
			Ja 2			Sāviena	
			Ja 25		Ja 25	Valdemārpils	
			Ja 7			Sāviena	
			Str 12	Str 12			
			Ai2		Ai2	Valdemārpils, Kurmale	
			Ug 8	Ug 8			
			Ja16			Sāviena	
		Kopā skaits:	9	2	2		
Tadaine	Austrumu	Austrumu	Cē 17			Kurmale, Salaca, Mežole, Allaži	Identificēts citā plantācijā
			Jē 10			Salaca, Mežole, Iedzēni	Identificēts citā plantācijā
			Jē 13			Sāviena	
			Jē 7			Avotkalns	Identificēts citā plantācijā
			Ka 19			Dravas, Sāviena	Identificēts citā plantācijā
			Ku 13			Dravas, Kurmale, Katvari	Identificēts citā plantācijā
		Kopā skaits:	6				
Allaži	60	Pārsvarā Austrumu, nedaudz (11) R	Ba 5		Ba 5	Garoza	
			Cē 17			Kurmale, Mežole	
		Kopā skaits:	2		1		
Cerība	61	Pārsvarā A, nedaudz (2) R	18				Nebija izvēlēta klonu identificēšanai, vērtīgo klonu skaits norādīts pēc shēmas, nevis pēc apsekošanas dabā un identificēšanas
Jugla	114	Pārsvarā A, nedaudz (14) R	Ba 2			Dravas	
			Ba 41		Ba 41	Salaca	
			Da 10		Da 10	Salaca	
			Do 19			Avotkalns	
			Gu 14			Ranka	
			In 15			Inčukalns	
			In 2			Inčukalns	
			In 5			Inčukalns	
			Jē 2			Kurmale, Sāviena, Salaca	
			Jē 5		Jē 5	Salaca	
			Ka 1		Ka 1	Salaca	
			Ka 17			Kurmale,	

						Valdemārpils, Avotkalns	
			Ka 27		Ka 27	Valdemārpils	
			Ko 12		Ko 12	Kurmale, Katvari	
			Ko 5		Ko 5	Salaca	
			R-J 31			Inčukalns	
			Str 28		Str 28	Kurmale, Īle	
			Ta 22		Ta 22	Valdemārpils	
		Kopā skaits:	18		9		
Katvari	145	Pārsvārā A, nedaudz (34) R	Als 18		Als 18	Kurmale	
			Ka 3		Ka 3	Kurmale, Klabīši	
			Ko 12		Ko12	Kurmale, Jugla	
			Lub9		Lub9	Kurmale	
			Ma22			Ranka	
			Va1			Ranka	
			Va5		Va5	Salaca	
		Kopā skaits:	7		5		
Salaca	114	Pārsvārā A, nedaudz (18) R	Ba 17			Avotkalns	
			Ba 6			Avotkalns	
			Ba 41		Ba41	Jugla	
			Da 10		Da10	Jugla	
			Da 12		Da12	Ziemi	
			Du 16			Dravas	
			Du 20			Dravas, Kurmale	
			Gu 1		Gu1	Kurmale	
			In 14			Avotkalns, Inčukalns	
			Jē 10		Jē10	Iedzēni	
			Jē 2			Sāviena, Kurmale, Jugla	
			Jē 5		Jē5	Jugla	
			Ka 1		Ka1	Jugla	
			Ka 5			Sāviena, Kurmale	
			Ko 5		Ko5	Jugla	
			Ku 10		Ku10	Kurmale	
			R-J 11			Dravas	
			R-J 12			Dravas, Kurmale	
			Ma12			Avotkalns	
			Ma13			Avotkalns	
			Ma16		Ma16	Kurmale	
			Ma18			Avotkalns	
			Ma9			Avotkalns	
			Ka28			Kurmale	
			Va5		Va5	Īle	
		Kopā skaits:	25		11		
Klabīši	53	Austrumu (t.sk., 29 Str)	Ka 3		Ka 3	Katvari	
			Str 2	Str 2			
			Str 29	Str 29			
			Str 13		Str 13	Iedzēni, Īle	
			Str 17	Str 17			
		Kopā skaits:	5	3	2		
Ziemi	149	Pārsvārā A, nedaudz (24) R	Al 11		Al 11	Ranka	
			Da 12		Da 12	Salaca	
			Du 7			Dravas	
			Ka 14		Ka 14	Kurmale	
			Al15	Al15			
		Kopā skaits:	5	1	3		
Rugāji	73	Pārsvārā A, nedaudz (3) R	21				Nebija izvēlēta klonu identificēšanai, vērtīgo klonu skaits norādīts

							pēc shēmas, nevis pēc apsekošanas dabā un identificēšanas
Stikuti	69	Pārsvārā A, nedaudz (14) R	17				Nebija izvēlēta klonu identificēšanai, vērtīgo klonu skaits norādīts pēc shēmas, nevis pēc apsekošanas dabā un identificēšanas

### **3. Priekšlikumi projektiem ar mērķi paplašināt selekcionēta meža reproduktīvā materiāla izmantošanas (un realizācijas) iespējas**

1. Latvijas meža reproduktīvā materiāla piemērotība izmantošanai citās valstīs (potenciālie stādmateriāla tirgi; adaptācijas potenciāla vērtējums):
  - a) skuju koku augšanas vērtējums Zviedrijā – platībās, kur zināms, ka atjaunošanā izmantots noteiktu Latvijas sēklu plantāciju stādmateriāls (sadarbībā ar vietējiem meža īpašniekiem); apšu hibrīdu augšanas vērtējums Lielbritānijā – stādījumos, kur iekļauti Latvijas kloni (sadarbībā ar Meža pētījumu aģentūru);
  - b) pēcnācēju pārbaužu stādījumu ierīkošana ārvalstīs – reģionā ar klimatiskajiem apstākļiem, kādi saskaņā ar prognozēm varētu būt sagaidāmi Latvijā nākotnē (Lietuva, Zviedrijas dienvidu daļa, Vācija).
2. Praksē realizētā selekcijas efekta novērtējums un paaugstināšanas iespējas – pētījumi sēklu plantācijās, nosakot efektīvo klonu skaitu un to proporcionālo pārstāvniecību, ziedēšanas atšķirības, ziedēšanas intensitātes un čiekuru, sēklu pazīmju ģenētisko nosacītību, kā arī izstrādājot un testējot paņēmienus sēklu ražas paaugstināšanai un (jaunās plantācijās) pirmo ražu ātrākai ieguvei.
3. Papildus ieguvuma no selekcionēta materiāla izmantošanas novērtējums:
  - a) papildus oglekļa piesaiste (koksne ir aprēķināta, bet nozīmīgs arī papildus piesaistes augsne potenciāls);
  - b) mežaudžu rekreācijas vērtība / vizuālā kvalitāte (koku parametri, audžu parametri, vainagu saslēgšanās laika ietekme).
4. Informācijas par ledus laikmeta neietekmēto teritoriju (*refuge*) koku ar augstu ģenētisko daudzveidību un pēcledus laikmetā no atšķirīgām vietām Latvijas teritorijā nokļuvušu koku (genotipu) analīze aizmantošanai selekcijas populācijās ģenētiskās daudzveidības, fenotipiskās plasticitātes paaugstināšanai, varbūtēja heterozes efekta konstatācijai.
5. Cieto lapu koku selekcija ražības un rezistences paaugstināšanai.
6. Realizētā selekcijas efekta novērtējums, analizējot ar selekcionētu stādmateriālu (no zināmām sēklu plantācijām) ierīkotu mežaudžu attīstību ilgtermiņā un izstrādājot rekomendācijas realizēto selekcijas efektu negatīvi ietekmējošo faktoru novēršanai (mazināšanai).