

**Pārskats**  
par līgumdarba

**“Saimnieciski nozīmīgo meža koku sugu selekcijas  
pētījumi kvalitatīvu, produktīvu un ģenētiski  
daudzveidīgu mežaudžu atjaunošanai”**

izpildi



Izpildītājs

**Latvijas Valsts Mežzinātnes institūts “Silava”  
Meža selekcijas, sēklkopības un ģenētikas darba grupa**

Projekta vadītājs

A. Gailis

2006. gads



**SAIMNIECISKI NOZĪMĪGO MEŽA KOKU SUGU SELEKCIJAS PĒTĪJUMI  
KVALITATĪVU, PRODUKTĪVU UN ĢENĒTISKI DAUDZVEIDĪGU MEŽAUDŽU  
ATJAUNOŠANAI**

**A. Gailis, Ā. Jansons, D. Ruņģis, D. Auzenbaha, M. Zeps, G. Matjušonoks, M. Fiļipovičs,  
J. Augustovs, A. Purviņš, I. Veinberga, A. Gaile**

**Kopsavilkums**

Pārskats sagatavots saskaņā ar 2006. gada 23. februārī noslēgto līgumu par zinātniski pētnieciskā līgumdarba **“Saimnieciski nozīmīgo meža koku sugu selekcijas pētījumi kvalitatīvu, produktīvu un ģenētiski daudzveidīgu mežaudžu atjaunošanai”** izpildi.

Darba gaitā turpināta parastās priedes selekcijas izmēģinājumu stādījumos ievāktu datu analīze, pilnveidota lauku darbu metodika. Sagatavots klonu kandidātu saraksts jaunas 2. kārtas sēklu plantācijas ierīkošanai Rietumu reģionam. Turpināta kontrolēto krustojumu izmēģinājumu stādījumu izvērtēšana, atlasot materiālu 3. kārtas sēklu plantācijas ierīkošanai. Aprobēta priedes kontrolēto krustojumu veikšanas metodika, sagatavots klonu saraksts, uzsākta krustošana.

Turpināta dažādu populāciju bērza ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumu izvērtēšana Ogres rajonā (Rembate).

Turpināti fenoloģiskie novērojumi kārpainā bērza (*Betula pendula Roth.*) sēklu plantācijās siltumnīcā Jaunkalsnavā, veikta bērza hibrizācija sēklu plantāciju ģenētiskās vērtības pamatošanai, perspektīvāko klonu atlasei jaunu sēklu plantāciju ierīkošanai un informācijas uzkrāšanai selekcijas darba turpināšanai.

Ierīkoti egles un melnalkšņa izmēģinājumu stādījumi ģeogrāfiski atšķirīgās vietās Zinātniskās izpētes mežos – MPS Kalsnavas, Jelgavas, Smiltenes, Šķēdes un Auces mežu novados.

Turpināta stādu audzēšana priežu sēklu plantāciju “Misa”, “Steķi”, “Svente”, “Silva” klonu pēcnācēju pārbaužu ierīkošanai un egļu klonu un ģimeņu brīvapputes pēcnācēju salīdzinošo stādījumu sērijas ierīkošanas turpināšanai.

Turpināta jaunu apšu hibrīdu izveidošana un iegūto hibrīdo ģimeņu stādu audzēšana. Uzsākta hibrīdapšu klonu koksnes īpašību raksturošana un izvērtēšana. Turpināti pētījumi par hibrīdapšu klonu piemērotību rūpnieciskajai pavairošanai.

Pārskats sagatavots datorsalikumā uz 73 lpp. ar 21 tabulu, 39 attēliem un 11 pielikumiem.

## Saturs

Kopsavilkums .....	2
Saturs .....	3
1. Meža koku selekcijas pēcnācēju pārbaužu stādījumu izvērtēšana .....	5
1.1. Bērza ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumu izvērtēšana .....	5
1.1.1. Datu ievākšanas metodika .....	5
1.1.2. Rezultāti .....	7
1.2. Priedes pēcnācēju pārbaužu stādījumu analīze, izdalot klonus 2. kārtas sēklu plantācijai (Rietumu zonai) un atlasot perspektīvākos kontrolētajai krustošanai .....	8
1.3. Lauku darbu metodikas pilnveidošana .....	18
1.3.1. Materiāls .....	18
1.3.2. Metodika .....	18
1.3.3. Rezultāti .....	21
1.3.4. Secinājumi un rekomendācijas turpmākajiem pētījumiem .....	25
1.4. Parastās egles un melnalkšņa pēcnācēju pārbaužu stādījumu uzmērīšana un izvērtēšana .....	26
2. Meža koku selekcijas pēcnācēju pārbaužu izmēģinājumu stādījumu ierīkošana, sēklu paraugu sagatavošana, stādāmā materiāla audzēšana un hibrizācijas veikšana .....	27
2.1. Pēcnācēju pārbaužu stādījumu ierīkošana un stādāmā materiāla audzēšana .....	27
2.2. Kārpainā bērza hibrizācija sēklu plantācijās Kalsnava 1 un Kalsnava 2 .....	28
2.3. Priedes kontrolēto krustojumu metodikas aprobācija .....	33
2.4. Apšu hibrizācija .....	42
2.5. Melnalkšņa ziedēšanas fenoloģiskie novērojumi, literatūras apskats par melnalkšņa selekciju .....	42
2.5.1. Izplatība .....	43
2.5.2. Koksnes īpašības .....	44
2.6. Hibrīdapšu klonu koksnes mehānisko īpašību izpēte .....	45
2.6.1. Metodika .....	45
2.6.2. Faktori, kas ietekmē koksnes izturību liecē un pretestību spiedē šķiedru virzienā .....	46
2.6.3. Rezultāti, spiede .....	47
2.6.4. Rezultāti, liece .....	49
2.6.5. Produktivitāte un koksnes blīvums .....	50
2.6.6. Secinājumi .....	51
2.7. Hibrīdapšu klonu ievadīšana <i>in vitro</i> .....	52
2.7.1. Jaunu hibrīdapšu klonu ievadīšana <i>in vitro</i> .....	52
2.7.2. Produktīvāko un kvalitatīvāko hibrīdapšu klonu saimnieciski nozīmīgas <i>in vitro</i> pavairošanas iespējas .....	52
2.8. Hibrīdapšu klonu ģenētiskais raksturojums ar molekulāro marķieru metodēm .....	53
3. Pluskoku atlase un izvērtēšana selekcijas materiāla papildināšanai .....	57
4. Zinātniskā nodrošinājuma konsultāciju sniegšana un priekšlikumu sagatavošana par jaunveidojamām sēklu plantācijām, audu kultūru laboratorijas projektēšanu un izbūvi, audu kultūru pavairošanas tehnoloģiju hibrīdapsei, <i>in vitro</i> hibrīdapses kultūru uzglabāšanu pazeminātā temperatūrā un aklimatizācijas nepieciešamību .....	57
4.1. Sēklu plantāciju ierīkošana .....	57
4.2. Hibrīdapšu <i>in vitro</i> kultūru uzglabāšana pazeminātā temperatūrā .....	57
4.3. Konsultāciju sniegšana un priekšlikumu sagatavošana .....	57
4.4. LVM personāla apmācība .....	58
Literatūra .....	59
Pielikumi .....	64
1. pielikums .....	65
2. pielikums .....	65

3. pielikums .....	66
4. pielikums .....	66
5. pielikums .....	67
6. pielikums .....	68
7. pielikums .....	69
8. pielikums .....	70
9. pielikums .....	71
10. pielikums .....	72
11. pielikums .....	73

## 1. Meža koku selekcijas pēcnācēju pārbaužu stādījumu izvērtēšana

### 1.1. Bērza ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumu izvērtēšana

Ogres rajona Rembates pagasta „Vecrumbu” selekcijas izmēģinājumu stādījumu platībā 2005. gada vasarā uzsāka 1999. gadā ierīkoto dažādu populāciju bērza brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumu izvērtēšana, veicot parcelu marķējuma atjaunošanu (1.1., 1.2. att.), izstrādājot un 2006. gada sākumā aprobējot datu un vērtējamo pazīmju uzmērīšanas un ievākšanas metodiku, kas ir īpaši būtiski šādos apjomīgos izmēģinājumu stādījumos (konkrētā izmēģinājuma platība ~30 ha, ~75 tūkst. vērtējamo koku vai stādvieta), kur katra nelietderīga, turpmākajiem pētījumiem neizmantojama, bet uzmērīšanas laikā reģistrēta pazīme saistās ar būtisku laika patēriņu, tāpat kā „aizmirstu”, bet nozīmīgu pazīmju vērtēšana atkārtoti. Šā gada februārī uzsāka izmēģinājumu stādījuma uzmērīšana un kvalitatīvo pazīmju vērtēšana.



1.1. att. Marķējamo dēlīšu šķirošana



1.2. att. Atjaunotais marķējums

#### 1.1.1. Datu ievākšanas metodika

Katram kokam uzmēra augstumu, resnākā zara līdz 2 m augstumam caurmēru, zaru leņķi, vērtē ballēs stumbra taisnumu un vizuāli nosaka koka kopējo vērtējumu. Fiksē arī padēlu, dubultgalotņu (dakšošanās), zaudētu galotņu, dzīvnieku bojājumu, kā arī līkumu stumbra pirmajā metrā klātesamību. Katrai parcelei tiek raksturots ekoloģiskais stāvoklis.

Koka augstumu uzmēra ar latu (teleskopisku kārti) ar precizitāti  $\pm 0,1$  m. Šāds augstuma mērīšanas veids ir ievērojami ātrāks kā ar augstummēru, bet var tikt izmantots, ja koki nepārsniedz 10 m augstumu.

Stumbra caurmērs netiek mērīts, jo šajā vecumā krāja vēl nevar tikt izmantota kā ģimeni raksturojošais lielums. Caurmēra mērīšanai nepieciešams papildus laiks, kas ievērojami palielinātu izvērtēšanas izmaksas, bet nedotu būtisku papildus informāciju.

Ņemot vērā to, ka šajā vecumā ir par agri vērtēt stumbra atzarojošos daļu, par vienu no nozīmīgākajām kvalitātes pazīmēm uzskatāms resnākā zara diametrs līdz 2 m augstumam. Zara caurmēru mēra ar elektronisko bīdmēru un rezultātu noapaļo līdz veseliem milimetriem (1.3. att.). Mērījumu veic 3-5 cm attālumā no stumbra, lai izvairītos no zara augšanas vietā esošā pāresninājuma ietekmes. Padēls netiek uzskatīts par zaru.

Zaru leņķi mēra raksturīgam zaram vainaga vidusdaļā ar precizitāti  $\pm 0,5$  m, ar caurspīdīgu transportieri (1.4. att.), skatoties tam cauri. Leņķa mērīšanas vietu nav grūti noteikt pēc latas. Leņķi nemēra padēlam vai neraksturīgam zaram.

Katram kokam fiksē līkumu klātesamību stumbra pirmajā metrā, pieņemot, ka līkumiem šajā stumbra daļā nav ģenētisks cēlonis, tie var būt veidojušies nezāļu vai valdošo vēju ietekmē (1.5. att.). Ņemot vērā to, ka stādījums ierīkots bijušajās lauksaimniecībā izmantojamās platībās, pirmajos gados bija ievērojams aizzēlums ar nezālēm, kuras, rudenī



veidojot kūlu, varēja noliekt jaunus kociņus, tādējādi radot līkumus stumbra lejasdaļā. Šo hipotēzi apstiprina arī fakts, ka lielākā daļa līkumu ir valdošā vēja virzienā.



1.3. att. Zara caurmēra mērīšana



1.4. att. Zara leņķa mērīšana



1.5. att. Līkums stumbra pirmajā metrā, kas radies nezāļu ietekmē

Stumbra taisnums vērtēts pēc 3 ballu skalas: 1 balle – taisns stumbrs (1.6. att.), 2 balles – ar nenožīmīgu līkumainību, kura, iespējams, augšanas gaitā izlīdzināsies (vienpusēja līkumainība, ne vairāk par 4 cm no vertikālās līnijas gar stumbra malu), 3 balles – līkumains stumbrs. Vērtējot stumbra kvalitāti, netiek ņemti vērā līkumi stumbra 1. metrā, kā arī padēla, zaudētas galotnes vai mehāniska bojājuma dēļ iegūti līkumi. Tas nepieciešams, lai par vienu defektu vērtējumu nesamazinātu vairākas reizes.



1.6. att. Priekšplānā koks ar stumbra kvalitāti atbilstošu 1ballei



1.7. att. Zaudēta galotne



1.8. att. Dubultgalotne

Stumbra taisnums vērtēts pēc 3 ballu skalas: 1 balle – taisns stumbrs (1.6. att.), 2 balles – ar nenožīmīgu līkumainību, kura, iespējams, augšanas gaitā izlīdzināsies (vienpusēja līkumainība, ne vairāk par 4 cm no vertikālās līnijas gar stumbra malu), 3 balles – līkumains stumbrs. Vērtējot stumbra kvalitāti, netiek ņemti vērā līkumi stumbra 1. metrā, kā arī padēla, zaudētas galotnes vai mehāniska bojājuma dēļ iegūti līkumi. Tas nepieciešams, lai par vienu defektu vērtējumu nesamazinātu vairākas reizes.

Atsevišķi tiek fiksēti padēli, dubultgalotnes un zaudētas galotnes.

Zaudētu galotni fiksē situācijā, kad tā ir mehāniski nolauzta vai galotnes lomu ir uzņēmis viens vai vairāki sānu zari un ir redzama iepriekšējās galotnes daļa. Ja ir iespējams konstatēt galotnes zaudēšanas iemeslu (aļņa bojājums, sirseņa bojājums), to fiksē.

Dubultgalotni fiksē situācijā, kad kokam ir divas vai vairākas vienāda resnuma galotnes. Tās nav veidojušās zaudētas galotnes ietekmē vai to veidošanās iemesls nav nosakāms. Ja kāds no iepriekšminētajiem defektiem atkārtojas, tas arī tiek atzīmēts.

Koka vizuālo kopējo vērtējumu, līdzīgi kā stumbra taisnumu, nosaka pēc 3 ballu skalas: 1 ballei atbilst 1.-3. Krafta klases koki ar taisniem stumbriem, zaru leņķi lielāku par 45<sup>0</sup>, bez defektiem, 2 ballēm – 1.-3. Krafta klases koki, kam pieļaujami nelieli stumbra līkumi (2 balles), zaru leņķis lielāks par 40<sup>0</sup>, defekti, kas maz ietekmē stumbra kvalitāti, 3 ballēm atbilst nīkuļojošie, 1.-5. Krafta klases koki, koki ar šauru zaru leņķi, līku stumbru vai vairākkārt atkārtotiem defektiem. Krafta klasi nosaka katras parces, nevis visa izmēģinājuma ietvaros.

Nosakot parces ekoloģisko stāvokli, raksturo parcelē esošo koku augšanu un vitalitāti, to salīdzina ar blakus parcelēs esošo koku augšanu (aug labāk, sliktāk vai līdzīgi). Tas ir nepieciešams, lai, analizējot uzmērītās un vērtētās pazīmes, būtu iespējams nodalīt augšanas apstākļu ietekmi uz pēcnācēju augšanu no ģenētisko faktoru ietekmes. Atzīmē arī nezāļu (usnes, vībotnes) esamību parcelē.

Piezīmēs fiksē atsevišķu koku un/vai ģimeņu īpašās pazīmes vai defektus, kas sastopami reti (dzīvnieku bojājumi, 2 koki stādvietā, ziedēšana u.c.).

### 1.1.2. Rezultāti

Uz starpatskaites sagatavošanas brīdi ir ievākti dati ~90% apmērā no kopējā izmēģinājuma stādījuma apjoma, tie ievadīti datorā, pārbaudīti un sagatavoti analīzei. Iegūtie dati tiks izmantoti perspektīvāko klonu atlasei jaunu sēklu plantāciju izveidei, dažādu mežaudžu pēcnācēju raksturošanai un savstarpējai salīdzināšanai, pārvietošanas ietekmes uz pēcnācējiem raksturošanai, turpmāko iedzimtības pārbaužu stādījumu dizaina (atkārtojumu skaits, koku skaits parcelē, atkārojumu izvietoējums) un datu iegūšanas metodikas (jāuzmēra katrs koks, jāuzmēra noteikts koku skaits katrai ģimenei) pilnveidošanai. Iespējams, ka stādījumu dizaina pilnveidošana palīdzēs efektīvāk izslēgt vides apstākļu un augsnes nevienmērības ietekmi. Datu ieguves metodikas pilnveidošana ļautu ietaupīt laiku un līdzekļus, izvērtējot līdzīga apjoma eksperimentus.

Gatavojoties ievāktu datu analīzei apkopota un analizēta literatūra par datu apstrādi līdzīgos eksperimentos citās valstīs. Izstrādātas vadlīnijas datu statistiskai apstrādei un selekcijas indeksu aprēķināšanai.

## 1.2. Priedes pēcnācēju pārbaužu stādījumu analīze, izdalot klonus 2. kārtas sēklu plantācijai (Rietumu zonai) un atlasot perspektīvākos kontrolētajai krustošanai

Pārskata periodā veikta 7 parastās priedes selekcijas stādījumu uzmērīšana, tos raksturojošie dati apkopoti 1.2.1. tabulā.

1.2.1. tabula

2006. gadā uzmērīto eksperimentu dati

Objekta Nr.	Ierīkošanas gads	Variantu skaits	Atkārtojumu skaits	Parcelu skaits
357	1995.	27	4	95
26	1986.	25	6	150
449	1984.	10	4	30
351	1984.	78	5	390
235	1979.	156	8	1248
33	1971.	49	4	196
46	1986.	48	8	384

Objekta Nr. – eksperimenta reģistrācijas numurs Ilglaicīgo pētniecisko objektu reģistrā

Eksperiments Nr. 357 ir Latvijas parastās priedes pluskoku kontrolēto krustojumu stādījums, kurš ierīkots Kuldīgas VVM teritorijā. Nr. 26 – Latvijas priedes (mātes koki) krustotas ar vairāku Krievijas provenienču priežu putekšņiem. Nr. 449 – skujbires rezistentu ģimeņu stādījums bijušā lauksaimniecības zemē. Šo objektu dati turpmākā analīzē nav iekļauti, jo tajos pārstāvēti neliels skaits, lielākoties parastās priedes Austrumu meža reproduktīvā materiāla ieguves apgabala klonu.

Klonu atlasei Rietumu zonas 2. kārtas sēklu plantācijas izveidei izmantoti 11 parastās priedes brīvapputes pēcnācēju pārbaužu eksperimentu dati (1.2.2. tabula). Stādījumi uzmērīti 2005. un 2006. gadā.

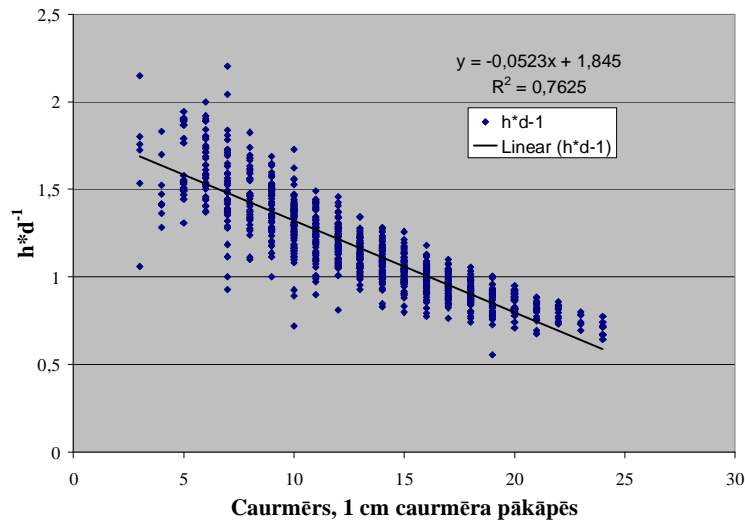
1.2.2. tabula

Rietumu zonas sēklu plantācijas klonu atlasei izmantotie eksperimenti

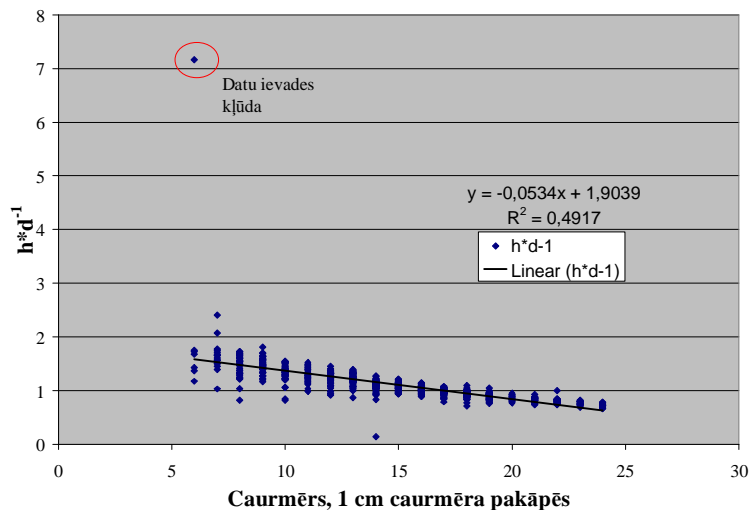
Objekta Nr.	Ierīkošanas gads	Pēcnācēju ģimeņu skaits	Kontroles variantu skaits	Atkārtojumu skaits	Uzmērīšanas gads
351	1984	77	2	5	2006.
17	1980	156	0	8	2006.
33	1971	43	6	4	2006.
46	1986	46	1	8	2006.
34	1972	49	3	4	2005.
234	1972	45	4	4	2005.
35	1973	48	1	4	2005.
36	1973	48	1	4	2005.
37	1974	54	7	4	2005.
38	1974	44	4	4	2005.
39	1976	97	3	4	2005.

Pirms analīzes uzsākšanas veikta pārbaude iespējamo datu ievades kļūdu novēršanai. Tam izmantota nākamajā (1.3.) nodaļā aprakstītā ciešā sakarība starp caurmēru un augstumu. Katra eksperimenta ietvaros koki grupēti 1 cm caurmēra pakāpēs, atlasīti, pārbaudīti un/ vai izslēgti tie punkti (individuāli mērījumi), kuri bija vairāk kā 3 standartnovirzes ārpus attiecīgās caurmēra pakāpes vidējās augstuma vērtības. Vizuāli pārbaudes process atspoguļots 1.2.1. un 1.2.2. attēlā.





1.2.1. att. Koku augstuma/caurmēra attiecība atkarībā no caurmēra eksperimentā 37



1.2.2. att. Koku augstuma/caurmēra attiecība atkarībā no caurmēra eksperimentā 34 un konstatētā datu ievades kļūda

Atlasot labākās, turpmākam selekcijas darbam izmantojamās ģimenes, vienlaikus analizē vairākas atšķirīgas pazīmes. To iespējams veikt:

- 1) piešķirot katrai no pazīmēm noteiktu „vērtību”, – konstantu lielumu, ar kuru reizināts iegūtais fenotipiskais mērījums. Lielāko šīs konstantes vērtību piešķir pazīmēm, kuras ir nozīmīgākas no ekonomiskā viedokļa;
- 2) pakāpeniski, atlasot pēc pazīmēm to nozīmīguma secībā: vispirms pēc nozīmīgākās, tad pēc nākamās utt.;
- 3) ranžējot ģimenes pēc vienas vai vairākām galvenajām pazīmēm, un no atlasītās kopas izslēdzot tās, kuras neatbilst noteiktam kritērijam pēc citām pazīmēm.

Problemātiska ir pazīmju vērtības (vai nozīmīguma secības) izvēle. Ņemot vērā Latvijas priedei raksturīgo augsto kvalitāti, kam arī pluskoku atlasē procesā veltīta nozīmīga vērība (Gailis, 1964, 1968, Zābere, 1995), par galveno atlasē kritēriju būtu jāizvēlas kāds no ātraudzību (produktivitāti) raksturojošajiem. Lai selekcijas darbs būtu lietderīgs, izvēlētajam kritērijam jābūt ar iespējami augstu variāciju eksperimenta robežās (ko raksturo standartnovirze un variācijas koeficients %). Ja nepastāv (nav konstatējama) pazīmes variācija, arī atlasē efektu nav iespējams sasniegt. Svarīgi aprēķināt pazīmes iedzimstamības

koeficientu (konstatējamo ģenētiskās determinācijas daļu kopējā pazīmes dispersijā) un tā standartklūdu (novērtējuma precizitāti). Ja ļoti zema daļa no pazīmes ir iedzimstoša vai novērtējums ir ar zemu precizitāti, atlases darbs pēc šīs pazīmes nebūs rezultatīvs. Izvēlētie iespējamie atlases kritēriji apkopoti 1.2.3. tabulā.

1.2.3. tabula

Iespējamie atlases kritēriji (pazīmes) un turpmāk tekstā lietotie to apzīmējumi

Aprēķināšanai izmantoti	Pazīme	Apzīmējums
Visi koki	augstums	h
	caurmērs	d
	stumbra tilpums	tilp
Katrās parces 3 garākie koki	augstums	h_h3
	caurmērs	d_h3
	stumbra tilpums	tilp_h3
Valdaudzes koki	augstums	h_vald
	caurmērs	d_vald
	stumbra tilpums	tilp_vald

Vairākos eksperimentos konstatēta sakņu trupe. Trupes izplatība atkarīga no infekcijas fona (visbiežāk – attāluma no inficētiem iepriekšējās audzes koku celmiem) un koku uzņēmības (rezistences) – ģenētiskās komponentes. Bet, nezinot infekcijas fona svārstības, arī ģenētisko faktoru (ģimeņu rezistenci) novērtēt faktiski nav iespējams. Atsevišķās vietās trupes ietekmētie koki aizgājuši bojā vai samazinās to pieaugums, tātad pazīmes (piemēram, koku augstuma) vidējā vērtība dažām ģimenēm ir pazemināta, kas izmaina kopējo ranžējumu. Lai šādu situāciju novērstu, nepieciešams izslēgt trupes ietekmētās platības no kopējā aprēķina. Taču:

- 1) ir iespēja trupes infekciju kartēt, atzīmējot nokaltušos valdaudzes kokus, kas nesniedz tiešu informāciju par slimības ietekmes intensitāti un sekām blakus augošajiem dzīvajiem kokiem;
- 2) praktiskā iespēja izslēgt trupes inficētās platības ir neizmantot analīzei parces, kurās ir nokaltušie koki, tomēr nav iespējams konstatēt, vai nevajadzētu izslēgt arī blakus esošos kokus (parces), vai varbūt tikai daļu no ietekmētās parces;
- 3) vairākiem eksperimentiem šī ir pirmā uzmērīšana pēdējos 20 gados, var būt, ka trupes dēļ dažās parcelēs koki nokaltuši jau iepriekš, ko vairs nav iespējams konstatēt un izslēgt slimības ietekmi.

Lai gūtu aptuvenu priekšstatu par trupes radītajām sekām, slimības ietekmētajiem eksperimentiem veikta pazīmju iedzimstamības koeficientu aprēķināšana (saskaņā ar Falconer, Mackay, 1996) un ģimeņu ranžēšana, izmantojot visus dzīvos kokus un tikai to parcelu datus, kurā nav konstatēti nokaltuši valdaudzes koki (tādā gadījumā pie eksperimenta nosaukuma pievienojot burtu v). Rezultāti apkopoti 1.2.4. tabulā.

Konstatēts, ka lielākās individuālu koku iedzimstamības koeficienta vērtības ir augstumam (vidēji 0,17), mazākas – stumbra tilpumam (vidēji 0,12) un aptuveni 2 reizes mazākas – caurmēram (vidēji 0,08). Standartklūda augstuma iedzimstamības koeficientam ir zemākā. Šīs pazīmes ģenētisko nosacītību iespējams konstatēt arī stādījumos ar augstu vides faktora ietekmi kopējā variācijā un nelielu koku skaitu katrā ģimenē (33, 36, 38), kur augstuma un caurmēra iedzimstamības koeficientus aprēķināt vairākos gadījumos nav izdevies. Izmantojot tikai 3 augstākos kokus katrā parcelē, iedzimstamības koeficienta vērtība palielinās aptuveni 2 reizes ar vidējo vērtību 0,42 augstumam, 0,18 caurmēram un 0,22 stumbra tilpumam. Trīs koki izvēlēti, jo tas aptuveni atbilst rekomendētajam optimālajam koku skaitam uz ha priežu audzēs 30 gadu vecumā. Izvēlēti valdaudzes augstākie koki, tiem ir mazāka konkurences ietekme un tie labi raksturo attiecīgās ģimenes augšanas potenciālu. No datiem izslēdzot starpaudzes kokus (9 – 15%), iegūtas lielākas augstuma iedzimstamības koeficienta vērtības (0,24, salīdzinot ar no visiem kokiem iegūto 0,17), un augstākas rezultātu

standartklūdas. Stumbra tilpuma un caurmēra iedzimstamības koeficienti ir mazāki un standartklūda lielāka kā izmantojot visu koku datus. Viens no iespējamiem iemesliem – definējums „starpaudzes koks” ir subjektīvs. Var gadīties, ka dažām ģimenēm tiek izslēgti vairāk koku, citām – mazāk, radot papildus variāciju, kura „maskē” ģenētisko faktoru ietekmi.

1.2.4. tabula

Individuālu koku iedzimstamības koeficienti dažādām pazīmēm

Pazīme	Vidēji		$h^2$	standartklūda	Pazīme	Vidēji		$h^2$	standartklūda	Pazīme	Vidēji		$h^2$	standartklūda	Pazīme	Vidēji		$h^2$	standartklūda
	atkārtojumi ģimenē	koki parcelē				atkārtojumi ģimenē	koki parcelē				atkārtojumi ģimenē	koki parcelē				atkārtojumi ģimenē	koki parcelē		
<b>46</b>					<b>33</b>					<b>234</b>					<b>34</b>				
h	5,6	2,4	0,18	0,11	h	3,9	2,7	0,23	0,13	h	3,8	5,4	0,2	0,08	h	3,1	3	0,06	0,13
d			0,16	0,1	d			0,01	0,08	d			0,01	0,04	d			n	
tilp			0,18	0,1	tilp			n		vol			0,04	0,04	vol			n	
h_h3	5,6	2,4	0,25	0,25	h_h3	3,9	2,4	0,33	0,2	h_h3	3,8	3	0,76	0,26	h_h3	3,1	2,4	0,4	0,25
d_h3			0,17	0,12	d_h3			n		d_h3			0,18	0,13	d_h3			0,2	0,15
tilp_h3			0,22	0,13	tilp_h3			n		tilp_h3			0,22	0,14	tilp_h3			0,17	0,15
h_vald	5,5	2,2	0,15	0,12	h_vald	3,9	2,4	0,3	0,2	h_vald	3,8	4,4	0,3	0,11	h_vald	3,1	2,7	0,16	0,18
d_vald			0,07	0,1	d_vald			n		d_vald			0,03	0,06	d_vald			0,05	0,1
tilp_vald			0,11	0,11	tilp_vald			n		tilp_vald			0,06	0,06	tilp_vald			0,05	0,1
<b>351</b>					<b>351v</b>					<b>37</b>					<b>37v</b>				
h	3,5	4,9	0,25	0,08	h	3	5,4	0,29	0,08	h	2,8	3,6	n		h	2,1	4,2	0,01	0,1
d			0,06	0,04	d			0,08	0,04	d			0,07	0,06	d			0,05	0,06
tilp			0,11	0,04	tilp			0,12	0,05	vol			0,08	0,06	vol			0,06	0,07
h_h3	3,5	2,9	0,55	0,17	h_h3	3	3	0,62	0,18	h_h3	2,8	2,5	n		h_h3	2,1	2,7	0,2	0,33
d_h3			0,05	0,07	d_h3			0,1	0,09	d_h3			0,33	0,17	d_h3			0,48	0,22
tilp_h3			0,14	0,09	tilp_h3			0,17	0,1	tilp_h3			0,34	0,17	tilp_h3			0,47	0,23
h_vald	3,5	4,4	0,31	0,09	h_vald	3	4,9	0,35	0,1	<b>38</b>					<b>38v</b>				
d_vald			0,11	0,05	d_vald			0,12	0,05	h	3,5	3	0,06	0,09	h	2,8	3,2	n	
tilp_vald			0,15	0,06	tilp_vald			0,16	0,06	d			n		d			n	
<b>39</b>					<b>39v</b>					vol			n		vol			n	
h	3,9	3,8	0,28	0,08	h	3,8	3,8	0,28	0,08	h_h3	3,5	2,4	0,35	0,22	h_h3	2,8	2,5	0,26	0,23
d			0,06	0,04	d			0,06	0,04	d_h3			n		d_h3			n	
tilp			0,11	0,05	tilp			0,1	0,05	vol_h3			n		vol_h3			n	
h_h3	3,9	2,6	0,72	0,18	h_h3	3,8	2,6	0,74	0,19	<b>35</b>					<b>35v</b>				
d_h3			0,21	0,09	d_h3			0,22	0,09	h	3,4	2,2	0,06	0,12	h	2,2	2,5	n	
vol_h3			0,29	0,1	vol_h3			0,3	0,1	d			0,12	0,12	d			0,11	0,12
<b>235</b>					<b>235v</b>					vol			0,13	0,12	vol			0,08	0,13
h	7,1	2,8	0,26	0,06	h	5,8	3	0,28	0,06	h_h3	3,4	2	0,13	0,19	h_h3	2,2	2,2	n	
d			0,14	0,03	d			0,17	0,04	d_h3			0,04	0,14	d_h3			n	
tilp			0,16	0,04	tilp			0,19	0,04	tilp_h3			0,06	0,15	tilp_h3			n	
h_h3	7,1	2,3	0,42	0,09	h_h3	5,8	2,4	0,48	0,1	h2 - individuālu koku iedzimstamības koeficients n - nav iespējams konstatēt ģenētisko nosacītību									
d_h3			0,28	0,06	d_h3			0,34	0,07										
tilp_h3			0,31	0,06	tilp_h3			0,37	0,07										

Rezultāti sakrīt ar citu autoru parastās priedes pētījumos konstatēto, - koku augstumam ir augstāka iedzimstamība (Kowalczyk, 2005, Danusevičius, 2000, Haapanen u.c., 1997) un zemāka fenotipiskā variācija (Hannrup u.c., 1998) kā caurmēram. To mazāk ietekmē konkurences faktori, augstumam raksturīga pozitīva (no selekcijas viedokļa) ģenētiskā korelācija ar vairākumu no kvalitāti raksturojošām pazīmēm (Haapanen u.c., 1997). Līdzīgi rezultāti iegūti arī Latvijas parastās priedes pēcnācēju pārbaužu stādījumu iepriekšējā analizē (Jansons, 2006 a,b). Tādēļ koku augstumu rekomendējams izmantot par vienu no galvenajiem rādītājiem ģimeņu ranžēšanā. Saskaņā ar analīzes rezultātiem, plānots atlasei lietot parces 3 augstāko koku augstumu kā augšanas potenciālu raksturojošu lielumu.

Vērtējot tikai parces, kurās nav nokaltuši valdaudzes koki (trupes indikators), datu apjoms samazinās par 5%-19% (vidēji 12%). Iegūtās iedzimstamības koeficientu vērtības palielinās vidēji par 0,02 un tikai eksperimenta b1 pazīmēm d\_h3 un vol\_h3 uzlabojums ir nozīmīgs (0,15). Eksperimentos ar zemākajām iedzimstamības koeficientu vērtībām un

lielākajām to standartklūdām (35, 36, 38) parcelu ar trupi izslēgšana pozitīvu efektu nesniedza. Analizējot katrā no eksperimentiem 25 ģimenes ar lielāko koku skaitu, pozitīvu rezultātu (iedzimstamības koeficientu palielināšanos) iegūt neizdevās, tādēļ eksperiments 35 no turpmākas analīzes izslēgts. Trupes ietekmes vērtēšanai aprēķināti ģimeņu rangu korelācijas koeficienti tā paša eksperimenta rezultātiem ar visiem datiem un izslēgtām slimības skartajām parcelēm. Rangu korelācija tikai 4 no 63 gadījumiem bija mazāka par 0,90, bet ne mazāka par 0,85 un vidēji 0,95. Rezultāta piemērs ar eksperimentu 351 atspoguļots 1.2.3. attēlā. Var secināt, ka eksperimentos konstatējamā trupes ietekme nozīmīgas izmaiņas ģimeņu ranžējumā un iedzimstamības koeficientu vērtībās nerada. Ņemot vērā, ka precīza trupes ietekmes novērtēšana un izslēgšana nav iespējama, turpmākiem aprēķiniem izmantoti visi eksperimentu dati (neņemot vērā trupes indikatoru).

351 / 351v	h_v	d_v	tilp_v	hvid_v	dvid_v	tilpvid_v	hsumv	dsumv	tilpsumv	h_h3_v	d_h3_v	tilp_h3_v	h_vald_v	d_vald_v	tilp_vald_v
h	0,96														
d		0,96													
tilp			0,97												
hvid				0,96											
dvid					0,91										
tilpvid						0,92									
hsum							0,92								
dsum								0,92							
tilpsum									0,93						
h_h3										0,95					
d_h3											0,96				
tilp_h3												0,97			
h_vald													0,98		
d_vald														0,98	
tilp_vald															0,98

v – izslēgtas parces ar trupes indikatoru, vid – izmantota attiecīgās pazīmes katras parces vidējā vērtība, sum – izmantota attiecīgās pazīmes katras parces summārā vērtība, pārējie apzīmējumi kā norādīts 1.2.3. tabulā

1.2.3. att. Ģimeņu rangu korelācijas koeficienti eksperimentā 351 izmantojot visus mērījumus un tikai datus bez parcelēm ar trupes indikatoru (v)

Ģimenes ātraudzību, produktivitāti raksturo koku augstums, caurmērs, stumbra tilpums noteiktā vecumā. Tomēr, visu koku uzmērīšana un ģimeņu vidējo vērtību aprēķināšana ranžējumā pēc augstuma vai caurmēra, var nesniegt objektīvu rezultātu. Piemēram, ja koku caurmēri parcelē ir 10,2; 11,4 14,1; 11,6; 3,2 cm, tad vidējais – 10,1 cm. Turpretī, ja citai ģimenei koks ar mazāko caurmēru (3,2 cm), atrodoties starpaudzē, ir gājis bojā, tad vidējais caurmērs parcelē ir 11,8 cm. Tas nozīmē, ka ģimenes ar augstāko saglabāšanos ir nelabvēlīgākā situācijā.

Jāņem vērā, ka saglabāšanos būtiski ietekmē stādu kvalitāte un mikrovides apstākļi (īpaši, lietojot lielas parces nedaudzos atkārtojumos) stādīšanas vietā, nosakot ieaugšanās sekmes. Vienā no šajā gadā uzmērītajiem stādījumiem (Nr. 357) secināts, ka gandrīz visi tie koki, kuri bija saglabājušies līdz otrās veģetācijas sezonas beigām, aug arī 12 gadu vecumā. Tādēļ jaunaļiem pēcnācēju pārbaužu stādījumiem ir svarīgi novērtēt pirmā un otrā gada ieaugšanos un iespējamās to ietekmējošos faktorus. Šos datus var izmantot, veicot analīzi labāko pēcnācēju atlases (galējās uzmērīšanas) vecumā, lai atdalītu ieaugšanos (kuru var ietekmēt stādu kvalitāte, mikrovide, pirmās vasaras sausums, karstums, zema stādīšanas kvalitāte, aizzēlums u.c.) no vēlākās saglabāšanās (ar to saprotot pielāgotību lokālajiem klimatiskajiem apstākļiem). Ņemot vērā, ka dati par ieaugšanos analizētajiem, 26-32 gadus vecajiem eksperimentiem šobrīd nav pieejami, saglabāšanās rādītāja nozīmi nedrīkst pārspīlēt. Gandrīz visām parastās priedes ģimenēm vispirms tika veiktas īstermiņa pārbaudes slimību (galvenokārt skujiņas) izturības novērtēšanai un tikai izturīgākās atlasītas ilgstošām pārbaudēm. Tas ir papildus arguments par labu viedoklim, ka atšķirīgais koku skaits starp ģimenēm analizētajos stādījumos ne vienmēr ir ģenētiski noteiktu faktoru dēļ. Bez tam daļā no stādījumiem jau veikta sistematiska kopšana (par kuru nav datu), tātad precīzs saglabāšanās novērtējums vairs nav izdarāms.

Atlasē par galveno nepieciešams izmantot kritēriju, kurš ir maksimāli robusts attiecībā pret koku skaitu, to vidējiem parametriem. Jau aprakstītā rādītāja, 3 augstāko koku augstuma trūkums, neraksturo ģimenes produktivitātes vidējo vērtību, bet potenciālu. Arī atsevišķu koku (piemēram, starpaudzis, vai tādu, kuri pēc augstuma vai caurmēra ir vairāk kā 2 standartnovirzes mazāki par eksperimenta vidējo vērtību) izslēgšana no turpmākas analīzes neļauj raksturot ģimenes faktisko produktivitāti.

Tādēļ nepieciešams novērtēt iespējas izmantot parces koku augstumu, caurmēru vai stumbru tilpumu summu. Šie rādītāji ir robustāki pret atsevišķu (nomāktu, starpaudzis) koku atrašanos parcelē ietekmi. Izmantojot jau minēto piemēru (parceli ar koku caurmēriem 10,2; 11,4 14,1; 11,6; 3,2 cm), koka ar caurmēru 3,2 cm iekļaušana vai neiekļaušana izmaina parces vidējo vērtību par 14%. Ja tiek izmantota caurmēru summa (šajā gadījumā 50,5), tad šī paša koka ietekme ir tikai 6%. Ņemot vērā, ka šis koks noteikti ir arī īsāks par pārējiem, uz parces krāju procentuālā ietekme būs vēl mazāka. Summārie rādītāji, nevar tikt izmantoti individuālu koku atlasē. To trūkums konkrētajos eksperimentos, nelielais atkārtojumu (tātad izmantojamo skaitlisko vērtību) daudzums (tabula 1.2.2.). Arī individuālu koku iedzimstamības koeficientu izmantot nevar, jo tas raksturo katra koka pazīmes (piemēram, augstuma) novirzes no eksperimenta vidējās vērtības konstatējamo ģenētiski nosacīto daļu un izmantojams, ja veic atlasīto ģimenes ietveros. Atlasot starp ģimenēm, izvēloties vecāku kokus saskaņā ar to pēcnācēju parametriem, precīzāku rezultātu sniedz ģimeņu iedzimstamības koeficients.

Dati par atšķirīgu atlasē kritēriju (pazīmju) ģimeņu iedzimstamības koeficientu vērtībām, variācijas koeficientiem, vidējām vērtībām un standartnovirzēm apkopoti 1.2.5. tabulā.

1.2.5. tabula

Iespējamo atlasē kritēriju ģimeņu iedzimstamības koeficienti un statistiskie rādītāji parastās priedes pēcnācēju pārbaužu stādījumos

Paz.	$h^2_{gim}$	$S_x$	$S_{\%}$	vid.	s	Paz.	$h^2_{gim}$	$S_x$	$S_{\%}$	vid.	s	Paz.	$h^2_{gim}$	$S_x$	$S_{\%}$	vid.	s	Paz.	$h^2_{gim}$	$S_x$	$S_{\%}$	vid.	s
46						34						234						351					
h	0,36	0,21	24	8,0	1,9	h	0,1	0,19	14	15,4	2,2	h	0,52	0,21	17	12,8	2,2	h	0,71	0,21	10	13,6	1,4
d	0,35	0,21	39	10,2	4,0	d	n		30	14,8	4,4	d	0,06	0,18	33	11,8	3,9	d	0,49	0,28	24	14,5	3,5
tilp	0,38	0,2	72	0,05	0,03	tilp	n		61	0,15	0,09	tilp	0,18	0,18	70	0,09	0,06	tilp	0,61	0,26	49	0,12	0,06
h_h3	0,37	0,22	21	8,3	1,8	h_h3	0,33	0,21	13	16,0	2,0	h_h3	0,63	0,22	11	14,1	1,6	h_h3	0,63	0,19	7	14,4	1,0
d_h3	0,3	0,22	33	11,1	3,7	d_h3	0,27	0,2	25	16,4	4,1	d_h3	0,3	0,22	23	14,3	3,3	d_h3	0,4	0,5	18	16,2	2,9
tilp_h3	0,37	0,22	62	0,05	0,03	tilp_h3	0,23	0,2	51	0,18	0,09	tilp_h3	0,35	0,22	49	0,12	0,06	tilp_h3	0,58	0,38	37	0,15	0,06
h_vald	0,26	0,21	20	8,4	1,6	h_vald	0,18	0,2	12	15,8	2,0	h_vald	0,55	0,21	13	13,4	1,8	h_vald	0,68	0,2	9	13,8	1,2
d_vald	0,15	0,22	32	11,0	3,5	d_vald	0,1	0,17	26	15,5	4,1	d_vald	0,12	0,2	28	12,7	3,5	d_vald	0,61	0,26	21	14,9	3,2
tilp_vald	0,22	0,22	61	0,05	0,03	tilp_vald	0,09	0,18	55	0,16	0,09	tilp_vald	0,19	0,2	60	0,10	0,06	tilp_vald	0,67	0,26	44	0,13	0,06
hsum	0,68	0,2	39	25	9,9	hsum	0,59	0,21	38	65,9	25,2	hsum	0,61	0,22	26	82,7	21,3	hsum	0,35	0,17	24	83,6	20,1
dsum	0,68	0,2	38	32,4	12,3	dsum	0,60	0,21	36	63,2	23,0	dsum	0,59	0,22	24	76,0	18,0	dsum	0,37	0,17	24	89,1	21,3
tilpsum	0,63	0,21	42	0,1	0,1	tilpsum	0,57	0,22	40	0,6	0,25	tilpsum	0,59	0,22	28	0,5	0,2	tilpsum	0,42	0,17	26	0,7	0,2
235						39						37						38					
h	0,52	0,1	25	9,7	2,4	h	0,49	0,13	14	14,5	2,0	h	n		19	14,2	2,7	h	0,12	0,18	16	15,2	2,5
d	0,41	0,1	40	10,3	4,1	d	0,18	0,12	30	13,8	4,1	d	0,15	0,13	34	13,1	4,4	d	n		32	14,9	4,8
tilp	0,44	0,1	78	0,06	0,04	tilp	0,28	0,12	61	0,12	0,08	tilp	0,17	0,13	68	0,10	0,10	tilp	n		66	0,15	0,10
h_h3	0,56	0,11	21	10,3	2,2	h_h3	0,58	0,15	10	15,5	1,5	h_h3	n		13	15,4	2	h_h3	0,35	0,22	12	16,1	2,0
d_h3	0,52	0,11	34	11,3	3,8	d_h3	0,34	0,15	22	15,9	3,6	d_h3	0,36	0,19	24	15,3	3,7	d_h3	n		25	16,8	4,2
tilp_h3	0,54	0,11	67	0,07	0,04	tilp_h3	0,42	0,15	46	0,16	0,07	tilp_h3	0,36	0,19	50	0,20	0,10	tilp_h3	n		52	0,19	0,10
hsum	0,72	0,12	32	36,4	11,5	hsum	0,49	0,15	30	77,8	23,6	hsum	0,32	0,20	36	74,5	27,0	hsum	0,49	0,24	34	63,2	21,7
dsum	0,74	0,12	33	38,3	12,5	dsum	0,52	0,15	29	74,1	21,7	dsum	0,39	0,20	35	68,9	24,4	dsum	0,47	0,24	31	62,0	19,4
tilpsum	0,72	0,12	42	0,2	0,1	tilpsum	0,58	0,15	33	0,7	0,2	tilpsum	0,39	0,20	38	0,6	0,2	tilpsum	0,43	0,24	33	0,6	0,2
33						36						$h^2_{gim}$ - ģimeņu iedzimstamības koeficients, $S_x$ - ģimeņu iedzimstamības koeficienta standartklāda, $S_{\%}$ - kritērija variācijas koeficients, %, vid. - kritērija vidējā vērtība eksperimentā, s - kritērija vērtības standartnovirze.											
h	0,35	0,2	10	18,3	1,9	h	0,19	0,21	11	16,3	1,8												
d	0,02	0,2	23	17,3	3,9	d	n		26	17,8	4,6												
tilp	n		47	0,22	0,10	tilp	n		53	0,21	0,11												
h_h3	0,37	0,23	9	18,8	1,7	h_h3	0,3	0,22	10	16,7	1,6												
d_h3	n		20	18,1	3,7	d_h3	n		22	19,0	4,2												
tilp_h3	n		42	0,24	0,10	tilp_h3	n		45	0,24	0,11												
h_vald	0,35	0,22	8	18,7	1,5	hsum	0,24	0,24	33	48,9	16,0												
d_vald	n		20	17,9	3,5	dsum	0,15	0,24	29	53,3	15,2												
tilp_vald	n		42	0,23	0,10	tilpsum	0,08	0,25	29	0,6	0,2												
hsum	0,28	0,23	25	65,7	16,7																		
dsum	0,21	0,24	23	61,8	14,3																		
tilpsum	0,22	0,23	24	0,8	0,2																		

Ģimeņu iedzimstamības koeficientu vērtības ievērojami (vairāk kā 2 reizes, izņemot kritērijam h\_h3) pārsniedz individuālu koku iedzimstamības koeficientus. Tas raksturo atlasē pēc pēcnācēju pārbaužu rezultātiem (starp vecāku kokiem) pārākumu pār vienkāršu, fenotipisku atlasīto (starp pēcnācējiem). Ģimeņu iedzimstamības koeficientu atsevišķos gadījumos apzīmē par eksperimenta „atkārtojamības rādītāju”. Tā vērtība atkarīga no tā, cik



stādījumos un cik atkārtojumos materiāls pārbaudīts. Jo vairāk atkārtojumos un stādījumos noteikta vecāku koka pēcnācēji izmantoti, jo augstāka varbūtība, ka rezultāti atspoguļo faktisko stāvokli (un tos būs iespējams realizēt, uzpotējot šo vecāku koku sēklu plantācijā). Reizē ar to arī ģimeņu iedzimstamības koeficienta vērtība augstāka.

Vienlaikus redzams, ka saglabājas tās pašas sakarības, kas jau konstatētas ar individuālu koku iedzimstamības koeficientiem. Pēc visu mērījumu datiem augstāko ģenētisko determināciju uzrāda koku augstums (vidēji 0,44), tad stumbra tilpums (0,34) un caurmērs (0,24). Izmantojot tikai 3 augstāko koku datus, koeficientu vidējās vērtības ir attiecīgi 0,46, 0,41 un 0,36. Tikai valdaudzes koku izmantošana samazina iedzimstamības koeficienta vērtības (vidēji par 0,1 – 0,5) un nav raksturīga ar augstāku fenotipisko variāciju, tātad nav rekomendējama. Summāro rādītāju ģimeņu iedzimstamības koeficientu vidējās vērtības ir gandrīz vienādas un ir 0,47 – 0,48. Variācijas koeficients ir augstāks stumbru tilpumu summai (0,34), bet atšķirības ir nelielas (nepārsniedz 0,04). Ņemot vērā, ka stumbra tilpumu summa, ir tiešs ģimenes produktivitātes rādītājs, to mazāk par pārējām pazīmēm ietekmē atšķirīgais koku skaits (saglabāšanās), šis kritērijs izvēlēts par galveno ģimeņu ranžēšanā.

Svarīgi novērtēt, kādu ietekmi tā vai cita galvenā kritērija izvēle atstāj uz ģimeņu ranžējumu, kā arī, vai nepieciešamības gadījumā vienu kritēriju var aizstāt ar citu. Lai to izdarītu, katrā eksperimentā veikta ģimeņu ranžēšana pēc visiem (tajā iespējamajiem) kritērijiem, balstoties uz BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) tehniku. Tā ļauj izslēgt starp atkārtojumiem esošo vides apstākļu variācijas ietekmi uz rezultātu (tādējādi padarot to precīzāku). BLUP tehnikas izmantošana īpaši nozīmīga gadījumos, ja stādījumu dizains nav līdzsvarots, ne visas ģimenes pārstāvētas visos atkārtojumos. Šādā situācijā, aprēķinot vienkāršas vidējās vērtības, ģimenes, kuras pārstāvētas tikai labākajos (piemēram, ar mazliet auglīgāku augsni) atkārtojumos, iegūst nepamatotu pārkumu pār ģimenēm, kuras izvietotas visos atkārtojumos. Nelīdzsvarota ģimeņu pārstāvēniecība ir vairākos objektos: eksperimentos 17 un 46 no tālākas analīzes izslēgta stādījuma daļa ar kardināli atšķirīgiem augšnes apstākļiem, eksperimentā 351 izslēgtas nekoptās daļas, eksperimentos 37 un 38 ģimenes nevienmērīgi pārstāvētas jau sākotnēji.

Katra pēcnācēju pārbaužu stādījuma ietvaros aprēķināti rangu korelācijas koeficienti starp atlasēm pēc dažādiem kritērijiem. To vērtības pa objektiem nozīmīgi neatšķīrās, tādēļ 1.2.6. tabulā atspoguļoti tikai vidējie rādītāji no visu eksperimentu datiem.

Redzams, ka izmantojot visu koku vai parces vidējās vērtības, iegūtais rezultāts nozīmīgi neatšķirsies. Rangu korelācija;  $h$  –  $h_{vid}$ ,  $d$  –  $d_{vid}$ ,  $tilp$  –  $tilp_{vid}$ , ir attiecīgi 0,94, 0,90 un 0,91. Tāpat augsta korelācija (0,96) ir starp pēc diametra un stumbra tilpuma veiktajiem ranžējumiem (gan izmantojot visus kokus, gan tikai parces vidējās vērtības). Virknējums pēc 3 augstāko koku vērtībām nozīmīgi atšķiras no summāro rādītāju noteiktā (tātad atlasītās labākās ģimenes var nebūt vienas un tās pašas). Augstākā korelācija (0,78) konstatēta starp tilpsum un  $tilp_{h3}$ . Zemākās korelācijas konstatētas starp ranžējumu pēc summārajiem un visu koku vai parces vidējiem datiem, ka, netieši norāda uz jau pieminēto saglabāšanās (konkurences faktora) ietekmi. Ģimeņu virknējumi pēc parces summārajiem rādītājiem savstarpējie cieši korelē ( $\geq 0,90$ ), tātad nepieciešamības gadījumā tos var savstarpēji aizstāt. Aizstāšana tiks veikta eksperimentos 33 un 36, aizvietojojam tilpsum ar  $h_{sum}$ , kam šajos stādījumos ir nozīmīgi augstāka ģimeņu iedzimstamības koeficienta vērtība un zemāka tās standartklūda. Tāpat objektā 37 kritērijs  $h_{h3}$  (nebija iespējams aprēķināt) tiks aizvietots ar  $tilp_{h3}$ , ar kuru no visām iespējamajām alternatīvām  $h_{h3}$  ir labākā korelācija.

Nākamais etaps pēc galveno atlasē kritēriju izvēles ir papildus ierobežojumu noteikšana. Latvijas priecī raksturīga augsta kvalitāte, kas faktiski ir „preču zīme” speciālistu vidū arī ārvalstīs, un ar selekcijas darbu to pazemināt nedrīkst. Bez tam Latvijas klimatiskajos apstākļos nav iespējams sasniegt tādu koku augšanas tempus, lai globālajā tirgū būtu iespējams konkurēt ar koksnes masu.

Lai izvēlētos noteiktus atlasē kritērijus, nepieciešams raksturot situāciju, analizēt kvalitāti raksturojošo pazīmju variāciju un vidējās vērtības pēcnācēju pārbaužu stādījumos. Vienīgais kvantitatīvais uzmērītais lielums, kam iespējams aprēķināt ģimeņu iedzimstamības koeficienta vērtību, ir resnākā zara līdz 2 m augstumam diametrs. Ātrāk augošiem kokiem (ar lielāku



caurmēru) parasti raksturīgi resnāki zari, taču relatīvais zara caurmērs (zara/stumbra diametra attiecība) var būt (ir) pat mazāks kā lēnāk augošajiem (Kohlstock, Schneck, 1994). Tādēļ veikta šī rādītāja iedzimstamības koeficienta aprēķināšana. Rezultāti atspoguļoti 1.2.7. tabulā.

1.2.6. tabula

Vidējā rangu korelācija atļasei, izvēloties atšķirīgus kritērijus

	h	d	tilp	hvid	dvid	tilpvid	hsum	dsum	tilpsum	h_h3	d_h3	tilp_h3	h_vald	d_vald
d	0,60													
tilp	0,74	<b>0,96</b>												
hvid	<b>0,94</b>	0,68	0,71											
dvid	0,62	<b>0,90</b>	0,85	0,69										
tilpvid	0,68	0,89	<b>0,91</b>	0,75	<b>0,96</b>									
hsum	0,39	0,09	0,14	0,37	0,04	0,09								
dsum	0,41	0,24	0,27	0,39	0,18	0,22	<b>0,97</b>							
tilpsum	0,57	0,46	0,50	0,55	0,37	0,44	<b>0,90</b>	<b>0,95</b>						
h_h3	0,85	0,55	0,63	0,85	0,49	0,58	0,63	0,64	0,76					
d_h3	0,68	0,66	0,81	0,68	0,61	0,64	0,52	0,62	0,77	0,79				
tilp_h3	0,71	0,65	0,84	0,70	0,58	0,64	0,52	0,62	0,78	0,82	<b>0,97</b>			
h_vald	<b>0,90</b>	0,56	0,67	0,85	0,46	0,57	0,41	0,42	0,56	0,86	0,66	0,71		
d_vald	0,51	0,86	0,88	0,50	0,76	0,79	0,02	0,17	0,36	0,44	0,74	0,74	0,60	
tilp_vald	0,61	0,83	0,91	0,58	0,72	0,81	0,09	0,22	0,43	0,55	0,77	0,81	0,70	<b>0,96</b>

Apzīmējumi kā norādīts 1.2.3. tabulā

Vidējās zd un zrel ģimeņu iedzimstamības koeficienta vērtības neatšķiras un ir 0,28, taču nozīmīgas atšķirības konstatējamas viena eksperimenta ietvaros. Piemēram, objektā kk zd iedzimstamības koeficients ir 0,23, bet zrel – 0,46. Tādēļ nolemts kā ierobežojuma kritēriju izmantot to rādītāju, kuram konkrētajā eksperimentā augstākā koeficienta vērtība, vai, ja tās līdzīgas, ar zemāko standartklūdu.

1.2.7. tabula

Kvalitāti raksturojošo pazīmju variācija un ģenētiskā nosacītība

Paz. S% vid s h <sup>2</sup> <sub>gim</sub> S <sub>x</sub> m							Paz. S% vid s h <sup>2</sup> <sub>gim</sub> S <sub>x</sub> m							Paz. S% vid s h <sup>2</sup> <sub>gim</sub> S <sub>x</sub> m							Paz. S% vid s h <sup>2</sup> <sub>gim</sub> S <sub>x</sub> m						
34							39							351							235						
zd	33	1,48	0,49	0,27	0,28	2,5	zd	24	1,44	0,34	0,21	0,16	2,7	zd	22	1,83	0,40	0,23	0,17	3,0	zd	29	1,50	0,43	0,31	0,01	3,3
zrel	39	0,11	0,04	0,31	0,28		zrel	28	0,11	0,03	0,33	0,15		zrel	24	0,13	0,03	0,46	0,15		zrel	42	0,16	0,07	0,27	0,1	
zb	30	1,89	0,57				zb	43	1,34	0,58				zb	44	1,51	0,67				zb	42	1,36	0,57			
sb	40	1,21	0,48				sb	36	1,21	0,44				sb	38	1,27	0,48				sb	38	1,24	0,47			
p	269	0,12	0,33				p	343	0,08	0,27				p	319	0,09	0,29				p	189	0,22	0,41			
33							46							234							37						
zd	25	1,65	0,41	0,55	0,28	2,4	zd	40	1,54	0,61	0,13	0,21	3,0	zd	32	0,95	0,30	0,47	0,20	2,0	zd	24	1,33	0,32	0,15	0,27	2,1
zrel	26	0,10	0,03	0,48	0,28		zrel	34	0,16	0,06	0,17	0,25		zrel	41	0,09	0,04	0,38	0,20		zrel	33	0,11	0,04	0,02	0,29	
zb	42	1,39	0,59				zb	45	1,48	0,66				zb	25	1,96	0,49				zb	43	1,40	0,60			
sb	33	1,15	0,38				sb	38	1,24	0,47				sb	32	1,13	0,36				sb	31	1,12	0,35			
p	221	0,17	0,38				p	265	0,13	0,33				p	417	0,05	0,23				p	505	0,04	0,19			
38							36							zd resnākā zara līdz 2 m augstumam diametrs													
zd	25	1,42	0,35	0,28	0,27	2,3	zd	29	1,66	0,47	0,18	0,33	2,8	zrel zara/stumbra diametru attiecība													
zrel	31	0,10	0,03	0,14	0,27		zrel	25	0,10	0,02	0,00		zb zarojuma novērtējums 3 ballu skalā, kur 1 - tievi zari														
zb	43	1,39	0,60				zb	45	1,52	0,68			sb stumbra taisnuma novērtējums 3 ballu skalā, kur 1 - pilnīgi taisns														
sb	37	1,21	0,45				sb	37	1,25	0,46			p padēls														
p	455	0,05	0,21				p	376	0,07	0,25			m maksimālais vismaz 5 kokiem konstatētais zd eksperimentā, cm														

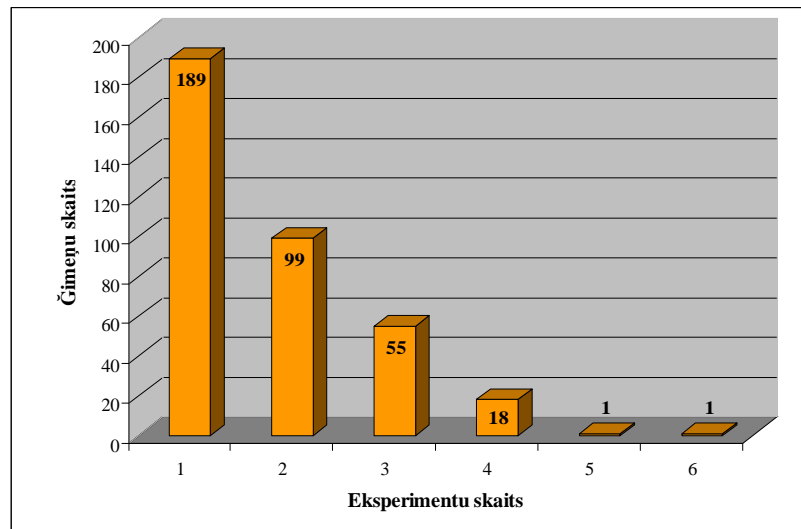
Kolonnā apzīmējumi tādi paši kā 1.2.5. tabulā

Novērtējuma vecumā kokiem līdz 2 m augstumam zari visos eksperimentos jau nokaltuši, tādēļ konstatētais resnākā zara caurmērs ir faktiskais maksimālais, kas var ietekmēt koka resgaļa kvalitāti. Redzams, ka visos eksperimentos lielākie zd pārsniedz 2 cm, tādēļ zemākās kvalitātes ģimeņu izslēgšana no sēklu plantācijas klonu saraksta ir nepieciešama. Vajadzīga atlase pēc ballēs vērtētajām pazīmēm, jo tās raksturo koka vainaga un stumbra vērtību. Novērtējums, tāpat kā ātraudzības pazīmēm, jāizdara relatīvi pret katra eksperimenta (augoša specifiskos apstākļos) vidējo vērtību (Falconer, Mackay, 1996). Objektīvi definējams kritērijs varētu būt: ģimenes vidējā vērtība nedrīkst būt vairāk par vienu standartnovirzi sliktāka kā eksperimenta vidējā vērtība. Pēc tabulas 1.2.7. datiem redzams, ka tas atbilst aptuveni 30%.

Subjektīvi nolemts atlasī pēc kvalitātes padarīt stingrāku un noteikt kritēriju: ne vairāk kā 20% sliktāks kā eksperimenta vidējā vērtība pēc jebkura no kvalitātes kritērijiem. Ņemot vērā, ka pazīmju vērtības ballēs tiek noteiktas pēc acumēra (subjektīvi), vērtējums 20% var tikt aizstāts ar „vērtējums kļūdas robežās”, taču šobrīd datu par iespējamo uzņēmējuma variāciju nav.

Redzams, ka padēlu skaita pa ģimenēm variācijas koeficients ir ļoti augsts. Ja koku ar padēliem eksperimentā nav daudz, tad pat daži koki var sastādīt ievērojamu procentuālo vērtību (piemēram, eksperimentā 351 trīs koki atbilst 60% sliktākam rezultātam par objekta vidējo vērtību, kura tuva 0). Tādēļ varētu būt lietderīgi aizstāt novērtējumu absolūtos skaitļos ar novērtējumu - % no ģimenes kopējā koku skaita, kuriem ir padēls, attiecīgi šī kritērija vidējo vērtību eksperimentā. Šajā datu analīzē saglabāts 20% „sliekšnis”, taču, ja citādi pārāka ģimene izslēgta tikai padēlu dēļ, tad novērtēts koku ar padēliem īpatsvars (no kopējā šajā ģimenē) un, ja tas neliels, izslēgšana anulēta.

10 eksperimentos kopumā pārstāvētas 363 ģimenes, katra vidēji 1,7 stādījuma vietās (1.2.4. att.).



1.2.4. att. Dažādā eksperimentu skaitā pārstāvēto ģimeņu daudzums

Lai iegūtu objektīvākus secinājumus, būtu lietderīgi analizēt visus eksperimentus kompleksi. Taču praktiski to realizēt nav iespējams, jo starp katriem 2 eksperimentiem ir pārāk maz kopēju ģimeņu pāru, lai nodrošinātu precīzu rangu pārrēķināšanu vienotā sistēmā. Tādēļ katrs objekts analizēts atsevišķi, vispirms ģimenes ranžējot pēc selekcijas indeksa  $\text{volsum} + 0,4 \cdot h_3$  un izslēdzot pēc 20% kvalitātes rādītāja. Izvēlētas ģimenes ar indeksa vērtību vismaz 0,5 virs eksperimenta vidējās. Šādā veidā atlasītas 88 ģimenes. Lai samazinātu atlasīto ģimeņu skaitu, saglabātas tikai tās ģimenes, kuras ir ne mazāk kā 10% pārākas pār eksperimenta vidējo vērtību pēc kritērija tilpsm (objektos 33 un 36 attiecīgi hsum). Atlasītas 50 ģimenes un 2 rezervē (produktīvas, bet ar relatīvi resnākiem zariem). No izvēlētajām piecdesmit, 17 ir starp labākajām vairākos eksperimentos, tātad ar stabilu rezultātu, 19 pārstāvētas tikai vienā eksperimentā, pārējās 14 ar rezultātu citos objektos, lielākoties pārvarējušas 1. atlasē kartu. Pēc pēcnācēju pārbaužu rezultātiem, vērtētajām augšanas un kvalitātes pazīmēm rekomendētais mātes koku (klonu) komplekts uzrādīts 1.2.8. tabulā.

Jāņem vērā, ka nav vērtētas tādas sēklu plantācijas kloniem nozīmīgas pazīmes kā ziedēšanas intensitāte, sēklu ražība un čiekuru atvēršanās kaltē. Pēc šo papildus pazīmju analīzes var tikt sagatavots rekomendētā 2. kārtas priežu sēklu plantācijas klonu komplekta galējais variants.

Vidējās no dažādiem eksperimentiem atlasīto ģimeņu % pārākuma vērtības atspoguļotas 1.2.9. tabulā.

1.2.8. tabula

## Klonu kandidātu saraksts 2. kārtas sēklu plantācijas ierīkošanai Rietumu zonai

Eksperiments	Ģimene	tilpsm,%	h_h3,%	zrel,%	zb,%	sb,%	p,%	indeks	Eksperiments	Ģimene	tilpsm,%	h_h3,%	zd,%	zb,%	sb,%	p,%	indeks
235	Du12	23	3	-8	-4	4	-3	0,5	46	Du 9	99	17	-3	-15	-4	-3	4,5
39	Tu3	44	7	4	-5	1	-3	1,5	46	Al 11	50	11	4	-13	-10	-6	1,4
39	Ug10	32	3	-5	2	11	-26	1,0	46	Tu 18	44	14	-7	10	0	0	1,3
39	Ug 8	12	-3	6	15	4	-52	0,2	46	Tu 9	62	1	-2	-3	-4	-3	1,2
39	Tu28	81	10	-5	7	9	42	2,6	46	Tu 25	5	6	-4	-3	0	0	0,3
39	Tu2	71	-2	-11	1	-18	27	1,8	46	Tu 14	44	7	-1	-3	5	3	1,1
39	Ug13	27	5	-2	-5	12	31	1,0	46	Tu 22	29	7	-4	-7	1	4	0,8
34	Ve27	74	11	0	-8	0	-8	2,1	38	Tu16	42	6	2	-2	0	-22	1,9
34	Als 23	46	7	0	1	8	-4	1,3	38	Tu1	31	10	2	-7	0	1	1,7
34	Ve25	34	4	4	3	-6	-9	0,9	38	Do7	33	4	2	3	-3	-19	1,4
34	Ta1	16	4	-5	-3	-5	-9	0,5	38	Tu5	19	5	0	-8	2	0	1,0
351	Ku 11	30	11	2	12	0	4	2,2	38	Tu6	0	4	-1	-7	-2	-15	0,2
351	Du 16	29	10	-4	-15	1	-32	2,1	38	Tu11	9	5	3	-10	5	3	0,6
351	Ku 17	26	12	-8	-15	18	-1	2,1	Eksperiments	Ģimene	hsum,%	h_h3,%	zd,%	zb,%	sb,%	p,%	indeks
351	Du 19	23	8	-7	-14	-6	-13	1,7	33	Tu20	30	12	-5	-10	-16	-63	3,0
351	Als 21	27	2	-3	1	4	0	1,4	33	Al12	23	7	4	-10	3	12	2,2
351	Ku 3	17	4	-3	-9	3	7	1,0	36	Tu13	51	8	-6	-36	-10	-108	4,1
351	Do 8	18	2	2	9	-5	-18	1,0	36	Tu15	30	6	-18	-23	-1	-95	2,6
351	Ku 2	19	-1	9	-5	-7	5	0,8	36	Tu10	15	2	-12	-15	10	-78	1,2
351	Tu 20	17	-2	-8	-18	9	-29	0,6	36	Tu21	20	6	0	-17	-11	56	1,9
351	Als 2	48	8	-14	-31	-4	13	2,8	Eksperiments	Ģimene	tilpsm,%	vol_h3,%	zd,%	zb,%	sb,%	p,%	indeks
351	Als 13	25	13	-9	-7	-8	12	2,2	37	Al5	43	26	-6	-3	9	0	1,9
351	Als 22	41	0	-4	-6	5	23	1,9	37	Ta14	30	19	2	3	0	0	1,4
351	Ug 2	20	7	-3	-22	2	16	1,4	37	Ve4	27	-4	0	-6	2	0	0,8
351	Ku 12	20	5	3	12	5	21	1,3	Rezervē								
351	Ku 21	20	1	9	-4	-2	18	1,0	Eksperiments	Ģimene	tilpsm,%	h_h3,%	zrel,%	zb,%	sb,%	p,%	indeks
351	Du 15	19	-1	-1	13	-1	19	0,8	351	Ug 6 sv	72	1	2	39	-6	-18	3,3
351	Jel 4	14	2	-4	-13	7	14	0,8	46	Tu 12	48	8	-3	23	3	2	1,2

Eksperimenta Nr. – kurā attiecīgā mātes koka pēcnācēji uzrādījuši augstvērtīgus rezultātus, ja ģimenes nosaukums iekrāsots pelēks – starp labākajām vairākos eksperimentos.

Uzrādīts ģimenes procentuālais pārkums pār attiecīgā eksperimenta vidējo vērtību pēc atšķirīgiem atlasē kritērijiem, %. Kvalitātes kritērijiem mazāka vērtība apzīmē labāku rezultātu.

1.2.9. tabula

## Atlasīto ģimeņu procentuālais pārkums pār eksperimenta vidējo vērtību

Eksperiments	tilpsm,%	h_h3,%	zrel,%	zb,%	sb,%	p,%	Ģimeņu skaits
235	23	3	-8	-4	4	-3	1
39	45	3	-2	2	3	3	6
34	43	7	0	-2	-1	-8	4
351	27	5	-2	-7	1	2	17
Eksperiments	tilpsm,%	h_h3,%	zd,%	zb,%	sb,%	p,%	Ģimeņu skaits
46	48	9	-2	-5	-1	0	7
38	22	6	1	-5	0	-9	6
Eksperiments	hsum,%	h_h3,%	zd,%	zb,%	sb,%	p,%	Ģimeņu skaits
33	26	10	0	-10	-7	-25	2
36	29	6	-9	-23	-3	-56	4
Eksperiments	tilpsm,%	tilp_h3,%	zd,%	zb,%	sb,%	p,%	Ģimeņu skaits
37	33	13	-1	-2	4	0	3

Konstatēts, ka atlasīto ģimeņu vidējais procentuālais pārkums pēc kritērija tilpsm (tātad, parces krājas) ir 33%, pēc h\_h3 6%, zrel un zd ir 2% mazāks kā eksperimentu vidējās vērtības, zarojums pēc novērtējuma ballēs 6% labāks, koku ar padēliem skaits par 6% mazāks un sumbra taisnuma novērtējums balles vienāds ar objektu vidējo vērtību.

Var secināt, ka atlasītie mātes koki (kloni) nodrošina ievērojamu krājas (produktivitātes) pārkumu, saglabājot Latvijas parastajai priedei raksturīgos kvalitātes parametrus.

### 1.3. Lauku darbu metodikas pilnveidošana

Pārskata periodā analizētas iespējas izmantot augstumlīkni parastās priedes pēcnācēju pārbaužu stādījumu novērtēšanā un iespējas tādā veidā samazināt nepieciešamo uzmērījumu skaitu saglabājot atlases precizitāti.

Kā jau konstatēts atskaite 1.2. nodaļā, viens no nozīmīgākajiem kritērijiem stādījumu novērtēšanā ir koku augstums. Tam parasti raksturīga augstāka iedzimstamība (Kowalczyk, 2005, Danusevičius, 2000, Haapanen u.c., 1997) un zemāka fenotipiskā variācija (Hannrup u.c., 1998) kā koku caurmēram. Koku augstumu mazāk ietekmē konkurences faktori, kā arī tam raksturīga pozitīva (no selekcijas viedokļa) ģenētiskā korelācija ar vairākumu no kvalitāti raksturojošām pazīmēm (Haapanen u.c., 1997). Augstuma mērījums nepieciešams stumbra tilpuma un krājas aprēķiniem.

Koku augstumu noteikšana 25-35 gadus vecos parastās priedes stādījumos praktiski veicama tikai ar elektronisko augstummēru, un tas ir darbietilpīgs process. Ņemot vērā nozīmīgo uzmērāmās platības apjomu, lietderīgi novērtēt, vai augstumlīkņu izmantošana nesamazina darbam nepieciešamo laiku (un ar to saistītās izmaksas). Nozīmīgi novērtēt arī ar augstumlīkni iegūto rezultātu precizitāti, tā ir būtiska precīzai ģimeņu ranžēšanai un nekļūdīgai ģenētiski vērtīgāko mātes koku atlasei saskaņā ar pārbaužu rezultātiem.

#### 1.3.1. Materiāls

Analīzei izmantoti pavisam 5083 koki, kuriem katram veikts augstuma un caurmēra mērījums. Dati iegūti no 3 parastās priedes pluskoku pēcnācēju pārbaužu stādījumiem, kuri atrodas netālu viens no otra Meža pētīšanas stacijas Kalsnavas mežu novada teritorijā. Eksperiments 1 – stādījums ierīkots 1980. gadā silā ar viengadīgiem sējeņiem, uzmērīšanas brīdī koku vecums 26 gadi. Kopumā eksperimentā iekļautas 158 ģimenes (ar „ģimeni” saprotot visus viena mātes koka pēcnācējus), dažas no tām 2 reizes, rezultātā eksperimentā kopumā ir 165 varianti. Izmantotas rindu parces, attālums starp kokiem rindā 1 m, starp rindām 2 m, kopumā 8 atkārtojumi.

Eksperimenti 2 un 3 – ierīkoti 1974. gadā attiecīgi mētrājā un damaksnī ar 2 gadīgiem stādiem, uzmērīšanas brīdī koku vecums 32 gadi. Tajos iekļautas attiecīgi 48 un 49 priedes pluskoku ģimenes. Izmantotas bloku parces (3 rindas pa 5 kokiem), attālums starp kokiem rindā 1 m starp rindām 2 m, kopumā 4 atkārtojumi.

No analīzes izslēgtas ģimenes, kuras nav stādītas visos konkrētā eksperimenta atkārtojumos, trapes ietekmētās parces, kā arī materiāls, kurš stādīts ieplakā ar atšķirīgu augsni eksperimenta 1., 7. un 8. atkārtojuma daļā.

#### 1.3.2. Metodika

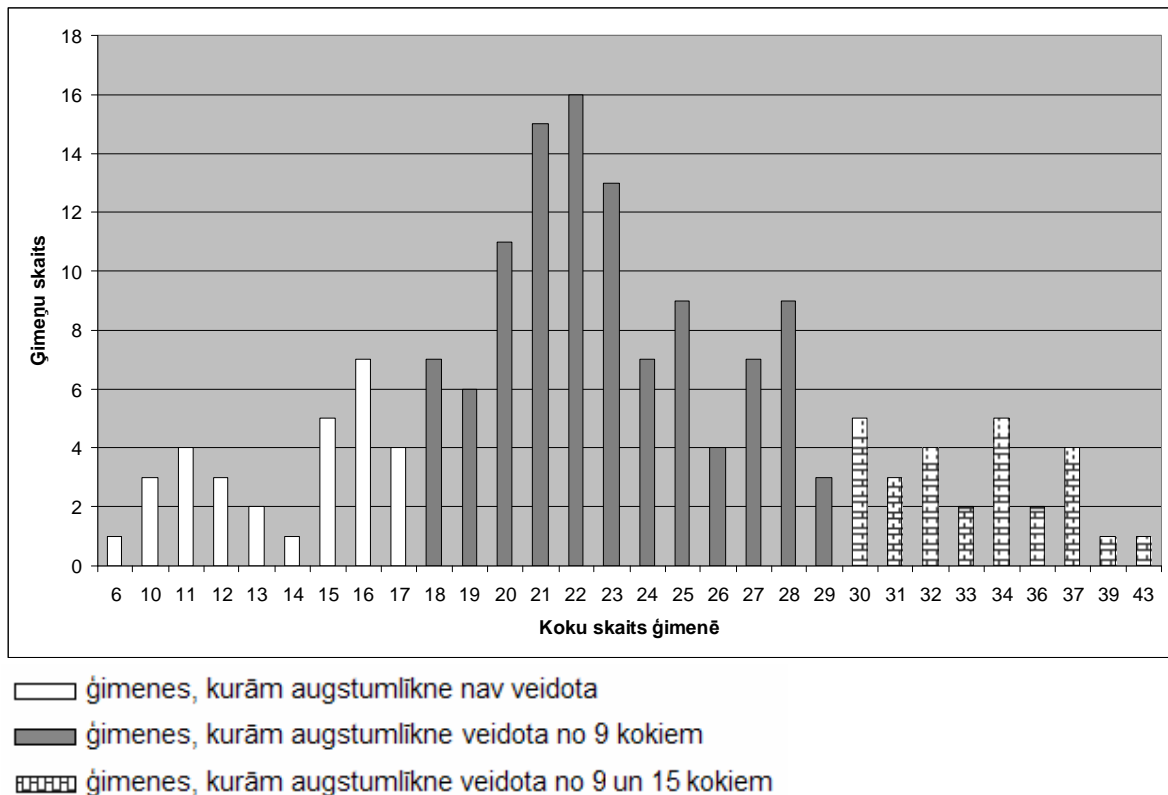
Augstumlīknes konstruēšana veikta saskaņā ar vispārpieņemtiem principiem (Sarma, 1948) –no katras ģimenes atlasīti vai nu 3 vai 5 koki no tieviem, vidējiem un resniem, neizmantojot 2 pašus tievākos un 2 pašus resnākos kokus. Skaitis izvēlēts tā, lai tas nepārsniegtu pusi no ģimenē esošo koku daudzuma –tātad kopumā izmantoti 9 no ģimenēm ar koku skaitu  $\geq 18$  un 15 koki no ģimenēm ar koku skaitu  $\geq 30$ .

Pamatojums šādi izvēlei ir praktiskie apsvērumi par patērēto darba laiku uzmērījumu veikšanā. Mērot augstumu visiem kokiem, uzmērīšanas darbu vienlaikus veic 3 cilvēku grupa, no kuriem viens pieraksta, otrs piestiprina pie koka augstummēra bāku, veic caurmēru un zaru diametru mērījumus, vērtē koka kvalitāti vizuāli, trešais mēra augstumus un papildina / koriģē kvalitātes vizuālo novērtējumu. Lai veidotu augstumlīkni katrai ģimenei, vispirms 2 cilvēkiem jāuzmēra eksperiments (viss, izņemot augstumus), tad jāatlasa koki, kuriem mērīs augstumus, un tad 2 cilvēkiem (viens ar shēmu, pierakstiem un augstummēra bāku, otrs ar augstummēru) jādodas uz eksperimentu veikt tikai augstumu mērījumus. Ja starpība starp atlasīto koku skaitu augstumlīknei (9) un kopējo skaitu ir tikai daži koki, tad šāda atkārtota mērīšana tikai palielina laika patēriņu un izmaksas.

Eksperimentā 1 koku skaits 18 un vairāk bija 134 (no 165), eksperimentā 2 – 21 (no 48) un eksperimentā 3 – 2 (no 49) ģimenēm. Koku skaits 30 un vairāk – attiecīgi 27, 3 un 0 ģimenēm – tām arī veidota augstumlīkne.

Lai izslēgtu iespējamā augsnes nevienmērīguma ietekmi uz rezultātu, augstumlīknes veidošanai katrai ģimenei būtu jāizvēlas koki no vairākiem (vislabāk – visiem) atkārtojumiem. Taču, ņemot vērā mazo koku skaitu (eksperimentā 1 vidēji 5,7 koki katrai ģimenei katrā atkārtojumā, eksperimentā 2 – 4,2, eksperimentā 3 – 2,8) tas nav iespējams.

Ģimeņu sadalījums pēc koku skaita eksperimentos 1 un 3 atspoguļots un 1.3.1. un 1.3.2. attēlā

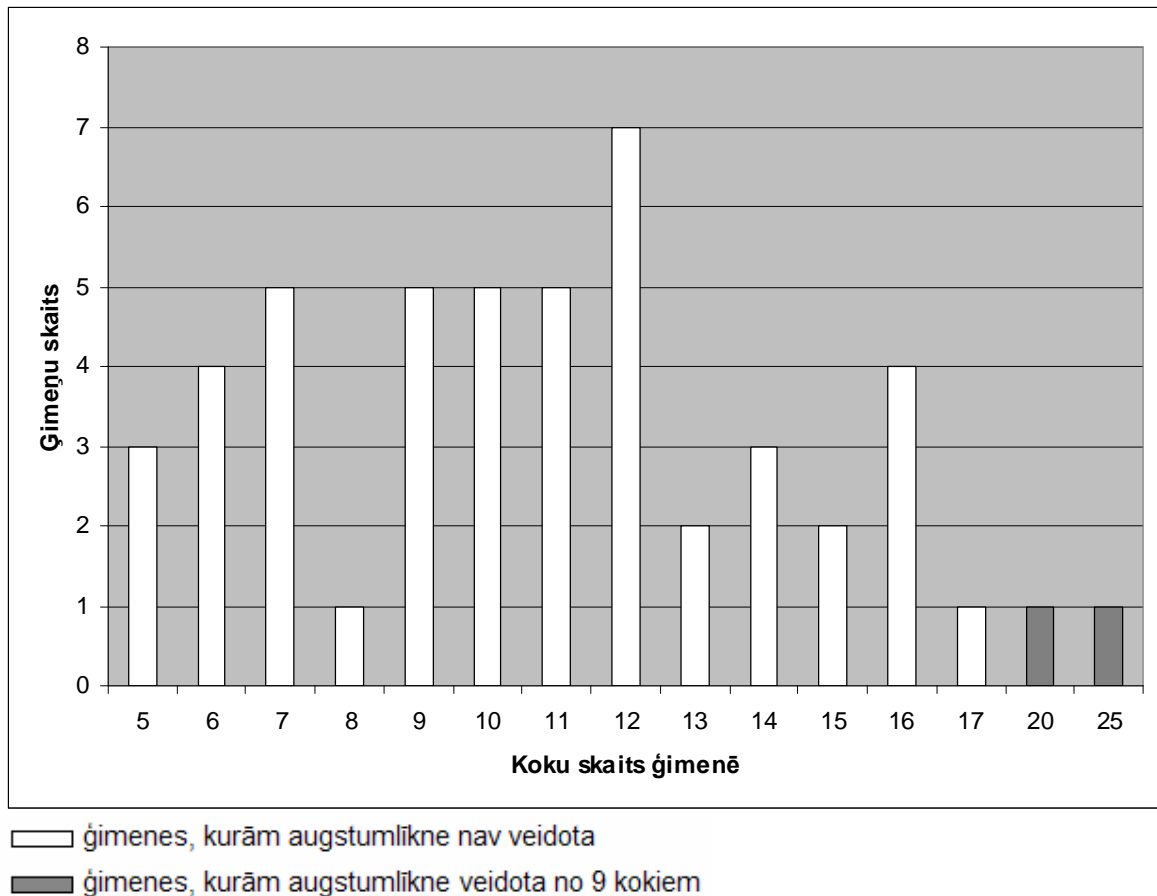


1.3.1. att. Ģimeņu sadalījums pēc koku skaita eksperimentā 1

Kā redzams, katrā no stādījumiem ir ģimenes, kurās augstumlīkni izmantot nav praktiskas nozīmes, jo koku skaits ir neliels (1-17). Eksperimentā 1 tādas ir 30 ģimenes (18% kopskaita), eksperimentos 2 un 3 attiecīgi 25 (54%) un 47 (96%). Atkārtoti atgriezties pēcnācēju pārbaužu stādījumā lai meklētu un uzmērītu atlasīto materiālu var būt nozīmīgi tikai tad, ja lielākajai daļai (vismaz 60-70%) ģimeņu ir pietiekams koku skaits augstumlīknes izveidei.

Būs vai nebūs pietiekami daudz variantu ar nepieciešamo koku skaitu – jāspēj prognozēt jau pirms uzmērīšanas uzsākšanas, jo tad jāpieņem lēmums – mērīt visu koku augstumus uzreiz vai tikai daļai un vēlāk. Ja lēmums augstumu nemērīt tiek pieņemts nepareizi (ģimeņu ar nelielu saglabāšanos/koku skaitu eksperimentā ir proporcionāli daudz), tiek nelietderīgi patērēts darba laiks un resursi uzmērot augstumu atsevišķi no citiem fenotipiskajiem parametriem. Tādēļ gadījumos, kad iespējams neliels vai vidējs ģimeņu ar pietiekamu koku skaitu īpatsvars, izdevīgāk uzmērīt visas pazīmes vienlaicīgi.

Papildus priekšrocības augstumlīkņu izmantošanai ģimenēm (eksperimentiem) ar labu saglabāšanos būtu tad, ja lielāks koku skaits nodrošinātu mazāku modelētā un uzmērītā lieluma (koku augstuma, stumbra tilpuma) starpību, taču šāda sakarība nav konstatēta. Konstatēts, ka ģimenēm ar lielāku koku skaitu (intervālā no 18 līdz 31) augstumlīknes vienādojumam raksturīgas augstākas  $r^2$  vērtības (sakarības  $r^2=0,58$ ). Vienlaikus jāsecina, ka šai tendencei nav praktiskas nozīmes, jo augstāka augstumlīknes vienādojuma  $r^2$  vērtība nekorelē ar mazāku modelētā un uzmērītā augstuma atšķirību.



1.3.2. att. Ģimeņu sadalījums pēc koku skaita eksperimentā 3

Augstumliknei par pamatu izmantota naturālā logaritma funkcija, jo tā, atšķirībā no polinoma, nav raksturīga ar pārliekumu (respektīvi, lielāka caurmēra kociem nevar būt mazāks augstums kā mazāka caurmēra).

100 pēc nejaušības principa atlasītām ģimenēm stādījumā 26 gadu vecumā salīdzināti pēc caurmēra lielākā un otra lielākā koka augstumi. Konstatēts, ka 38 gadījumos pēc caurmēra lielākais koks ir 0,1-4,2 m (vidēji  $1 \pm 0,2$  m) īsāks par otro lielāko. Tātad, iespējams, polinoma funkcija sniegtu precīzāku koku augstuma novērtējumu. Būtiskākais arguments pret tās lietošanu: „koks pieaugot caurmērā taču nevar palikt īsāks”. Taču jāņem vērā, ka augstumlikne nav dinamisks modelis – tā neraksturo viena koka vai audzes attīstību laikā, bet gan tikai situāciju audzē konkrētā momentā. Koka bioloģiskais uzdevums nav audzēt koksni, bet izdzīvot un ražot sēklas (Zālītis, 2006). Pastāvot asai konkurencei par augšanai nepieciešamajiem resursiem, galvenokārt, gaismu, lielākas iespējas ir kociem ar raksturīgu augstāku juvenīlās augšanas tempu. Konkurences faktoru ietekme izpaužas agri un kulminē jaunaudzes (20-40 g.) vecumā, kad atmirst visvairāk starpaudzes koku (Sarma, 1948, Ņesterovs, 1954).

Tie koki, kuri blakus esošos nomākuši agrāk un tādēļ konkurenci tik asi neizjūt (savas pozīcijas nodrošinājuši), var sākt augt vairāk caurmērā kā augstumā. Šī procesa sekas var būt novērotais fenomens, ka pēc caurmēra resnākie koki bieži vien nav augstākie.

Plašāku analīzi par novēroto sakarību, precīzāko augstumliknes modeli, tā interpretāciju un iespējamiem cēloņiem (konkurences efekts, ģimenes vidējās un/vai kaimiņu koku saglabāšanās ietekme, 3., 4. u.c. koku pēc caurmēra augstuma salīdzinājums) var veikt apkopojot un analizējot lielāku skaitu ģimeņu/eksperimentu, kā arī iekļaujot lauka mērījumu precizitātes novērtējuma parametrus. Vienlaikus var plašāk risināt arī jautājumu par koku atlases principiem augstumliknei – grupās pēc caurmēra (tievie-vidējie-resnie) vai pēc iespējas vienmērīgāk nokļājot visu caurmēru skalu (variāciju). Un, ja augstumliknes



izmantošana tiek atzīta par perspektīvu meža selekcijas vajadzībām – izstrādāta programma (algoritms) optimālai koku atlasei tās veidošanai.

Ar šo piemēru demonstrētās iespējas datus izmantot ne tikai tiešajiem – meža selekcijas – pētījumiem, bet arī fundamentālu atziņu izstrādei un problēmu risināšanai mežkopībā ir vēl viens nozīmīgs arguments precīzai datu ievākšanai meža selekcijas parauglaukumos, kartējot koku atrašanās vietas un novērtējot visus iespējamus parametrus, tai skaitā individuālu koku augstumus.

Koku tilpumi noteikti pēc Ozoliņa (1997) tabulām.

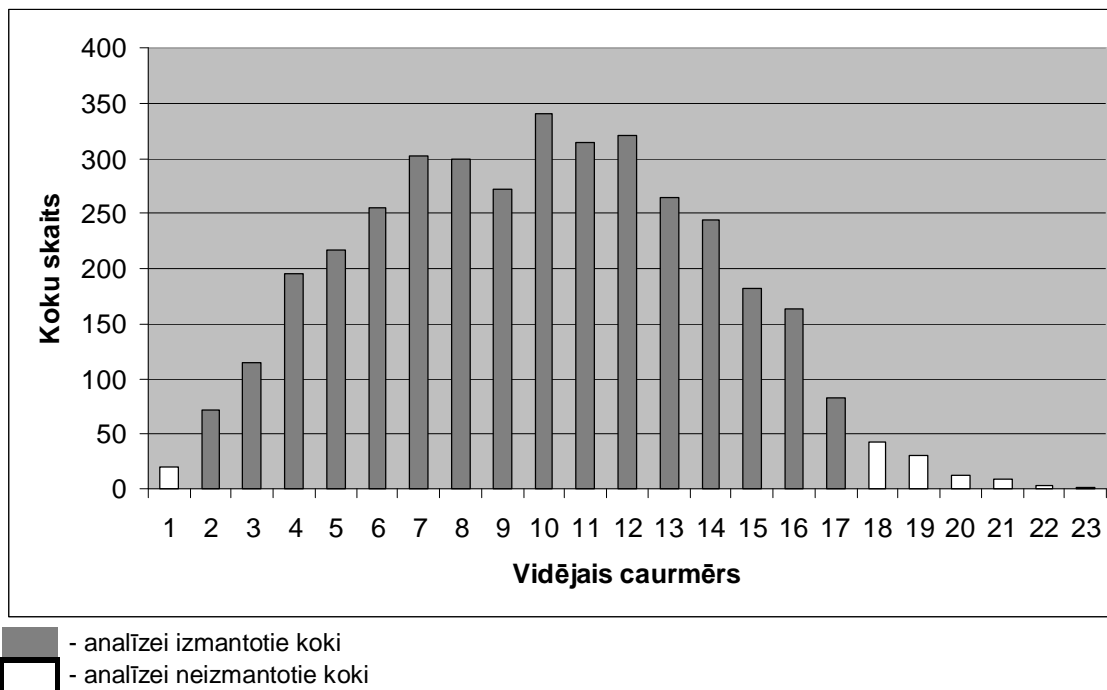
### 1.3.3. Rezultāti

#### Ģenētisko faktoru loma augstuma-caurmēra attiecības noteikšanā

Augstumlīknes izveidē pamata elements ir koku augstuma-caurmēra attiecība (turpmāk tekstā  $hd^{-1}$  attiecība). Vispirms jānovērtē, vai visam eksperimentam nav iespējams veidot vienotu augstumlīkni (kas būtu lētākais un ātrāk),- vai ģimenes kā faktora ietekme uz koku  $hd^{-1}$  attiecību ir būtiska. Ja tā nav būtiska – tad no selekcijas stādījumu izvērtēšanas viedokļa augstumu uzmērīšanai nav nozīmes – var veidot vienotu augstumlīkni visam eksperimentam aprēķinot ģimeņu krājas (uzskatāmības nolūkos), bet par atlases kritēriju augstumu neizmanto.

Augstumlīknes izmantošanai par pamatu tiks ņemti individuālo koku caurmēru mērījumi, taču to vidējās vērtības pa ģimenēm atšķiras. Ja caurmēra ietekme uz  $hd^{-1}$  attiecību ir būtiska un tiek izmantoti atbilstoši nekoriģēti dati, nebūs iespējams noteikt, vai ģimenes ietekme uz  $hd^{-1}$  attiecību ir būtiska ģenētisku faktoru vai atšķirīgu koku vidējo caurmēru dēļ. Tādēļ vispirms jānovērtē, vai koku caurmērs nekoptā vienvecuma tīraudzē neatstāj būtisku ietekmi uz  $hd^{-1}$  attiecību. Analīzes vajadzībām koki katrā eksperimentā grupēti 1 cm caurmēra pakāpēs un izmantotas tikai tās grupas, kurās mērījumu skaits lielāks par 50 (eksperimentā 1) vai 25 (eksperimentos 2 un 3).

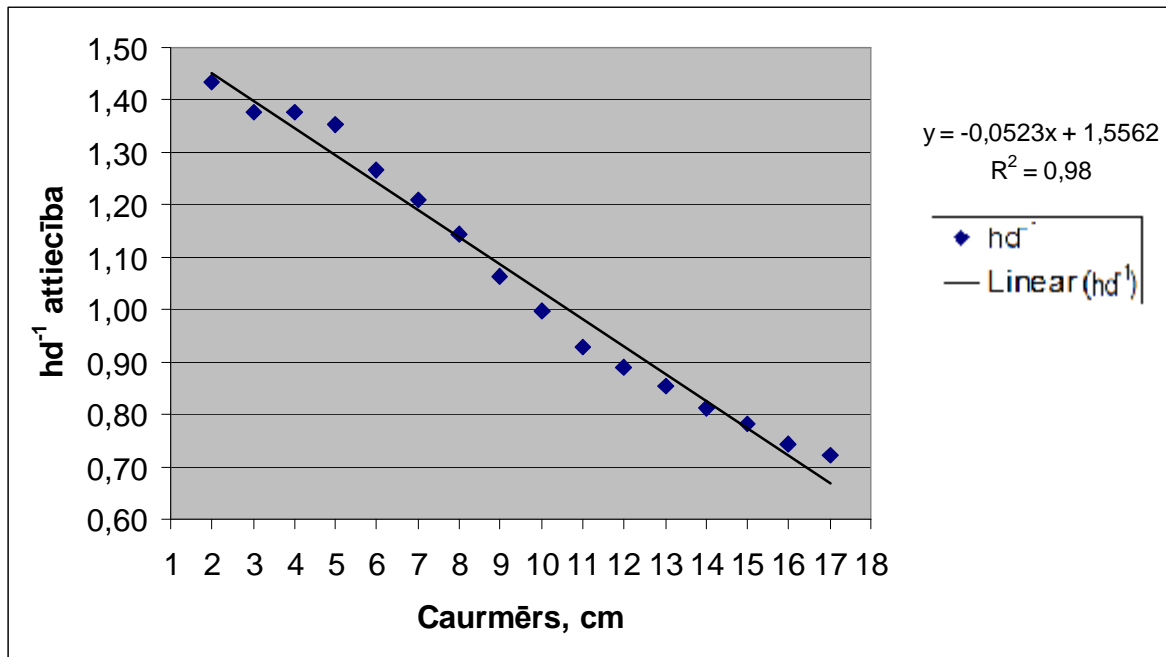
Analīzei atlasītā datu kopa redzama 1.3.3. attēlā



1.3.3. att. Koku sadalījums pa caurmēra pakāpēm parastās priedes stādījumā 26 gadu vecumā (eksperimentā 1)

Konstatēts, ka koka caurmēra ietekme uz  $hd^{-1}$  attiecību ir būtiska visos 3 eksperimentos  $\alpha=0,001$  līmenī. Turklāt starp koku caurmēru un  $hd^{-1}$  attiecību pastāv cieša ( $r^2=0,97-0,99$ )

lineāra sakarība – palielinoties koku caurmēram samazinās  $hd^{-1}$  attiecības vērtība (1.3.4. attēls).



1.3.4. att. Augstuma/caurmēra attiecība atkarībā no koka caurmēra parastās priedes stādījumā 26 gadu vecumā

Kā redzams, zemākā stabilitāte audzē ir tieši zemo caurmēru (nomāktajiem, faktiski starpauzdes) kokiem, kas ir saskaņā ar Zālīša P. un Zālīša T. (2002) rezultātiem pētījumos bērzu audzēs.

Izmantojot koka caurmēru kā kovarianti, tiek izslēgta tā ietekme uz analīzes rezultātu (Arhipova, Bāliņa, 2003). Tādā veidā konstatēts, ka ģimenes (ģenētisko faktoru) ietekme uz koku  $hd^{-1}$  attiecību ir būtiska ( $\alpha=0,001$ ). Tas nozīmē, ka katrai ģimenei nepieciešams veidot atsevišķu augstumlīkni.

#### Augstumlīknes veidošanai nepieciešamais koku skaits

Turpmākai analīzei nozīmīgs ir jautājums – vai rezultāti no augstumlīknēm, kuru veidošanā izmantoti 3 un 5 koki (turpmāk tekstā – 3 un 5 koku augstumlīkne) katrā caurmēra grupā (tievi, vidēji, resni) atšķiras būtiski. Atņemot augstumus, kas iegūti no 5 koku līknes, no augstumiem, kuri iegūti no 3 koku līknes vieniem un tiem pašiem kokiem, konstatēts, ka starpība ir robežās no +1 līdz -1,2 m, ar vidējo vērtību 0. Starpības moduļa vidējā vērtība  $0,2 \pm 0,01$ , kas pie vidējā koku augstuma analizētajā kopā 10 m nav liela. Pēc abām metodēm iegūtās koku augstumu kopas saskaņā ar t-testa rezultātiem būtiski neatšķiras. Konstatēta cieša  $r=0,99$  un būtiska ( $\alpha=0,001$ ) korelācija starp pēc abām metodēm aprēķinātiem viena un tā paša koka augstumiem. Tas nozīmē, ka pietiek ar 3 kokiem katrā no caurmēra grupām, un nav nepieciešamas tērēt laiku lielāka koku skaita uzmērīšanai.

Ņemot vērā nelielo ģimeņu skaitu (visos 3 eksperimentos kopumā 29), kurās bija 30 un vairāk koki, būtu nepieciešamas analīzi turpināt ar plašāku datu materiālu drošāk vispārināmu secinājumu izdarīšanai. Datu kopas paplašināšana atļautu veikt aprēķinus par pēc dažādām līknēm aprēķinātu parcelu krāju korelācijām, jo no esošā materiāla (tikai 29 skaitļu pāri) aprēķinātās sakarības var būt gadījuma rakstura un nesniegt patiesu rezultātu.

Turpmākai analīzei izmantoti tikai 3 koku augstumlīknes dati, ar tās palīdzību iegūtos rezultātus salīdzinot ar faktiskajiem (individuālu koku fenotipiskajiem) mērījumiem.

### Augstumlīknes rezultātu precizitāte

Konstatēts, ka gan koku augstums, gan stumbra tilpums, gan parces krāja, kuri aprēķināti pēc augstumlīknes un tiešu uzmērījumu datiem pozitīvi, cieši ( $r=0,73-0,99$ ) un būtiski ( $\alpha=0,01$ ) korelē (1.3.1. tabula).

1.3.1. tabula

Korelācija starp uzmērītajām un saskaņā ar augstumlīknes vienādojumu aprēķinātajām parametru vērtībām

Eksperimenta Nr.	Korelācija starp faktisko un modelēto vērtību					
	koku augstumam		stumbra tilpumam		ģimenes krājai	
	r	$\alpha$	r	$\alpha$	r	$\alpha$
1	0,88	0,01	0,99	0,01	0,73	0,01
2	0,87	0,01	0,99	0,01	0,99	0,01
3	0,82	0,01	0,99	0,01	-	-

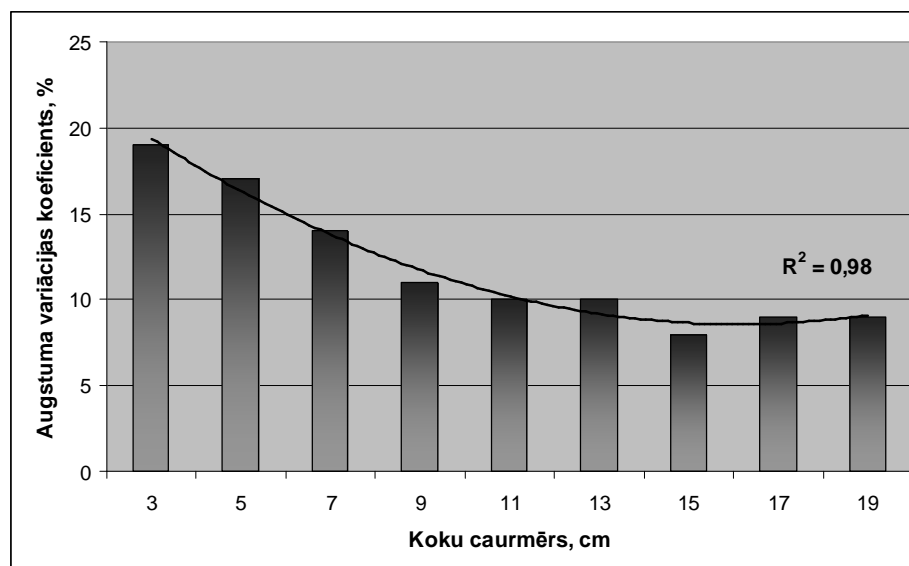
Tātad ar augstumlīknes palīdzību iegūtie rezultāti būs tuvi faktiskajiem, taču ne vienlīdzīgi ar tiem. Tādēļ visos 3 eksperimentos novērtētas modelētā un uzmērītā augstuma, kā arī no tiem iegūtā stumbra tilpuma un ģimenes krājas atšķirības (1.3.2. tabula).

1.3.2. tabula

Atšķirības starp uzmērītajām un saskaņā ar augstumlīknes vienādojumu aprēķinātajām parametru vērtībām

Eksperimenta Nr.	Atšķirības starp uzmērītajām un modelētajām vērtībām					
	koku augstumam		stumbra tilpumam		ģimenes krājai	
	m	%	dm <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%
1	0,8±0,01	9	3,6±0,1	6	0,1±0,03	7
2	1,0±0,04	6	7,8±0,4	5	0,05±0,01	2
3	0,9±0,11	6	8,0±1,3	5	-	-

Atspoguļotas vidējās vērtības ± standartkļūda

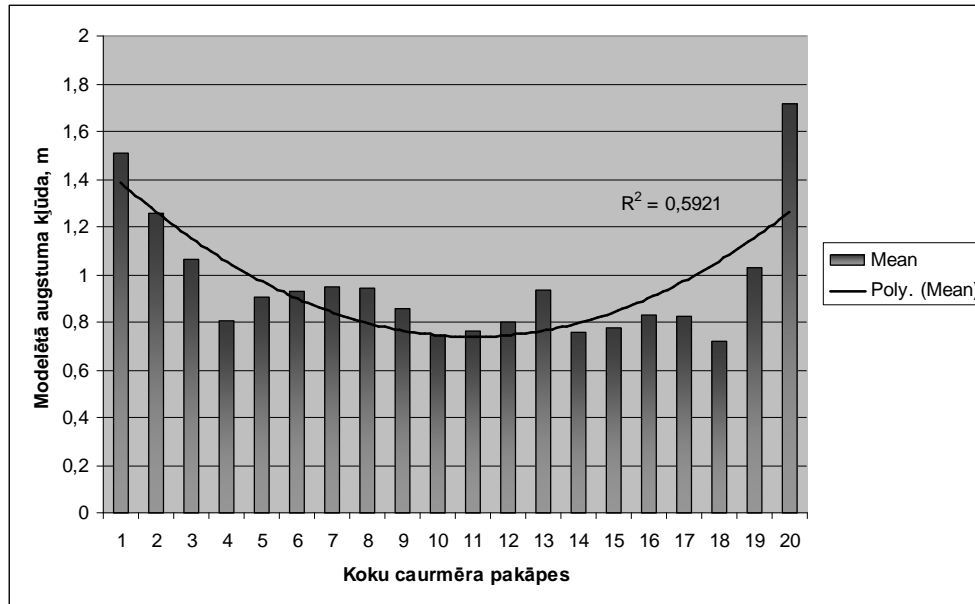


1.3.5. att. Atšķirīgu caurmēra pakāpju koku augstuma variācijas koeficients eksperimentā 1

Eksperimentā 1 koku fenotipisko rādītāju vidējās vērtības ir mazākas un pie līdzīgām kļūdās absolūtajām vērtībām likumsakarīgi procentuālās modelētā augstuma kļūdas ir lielākas. Taču cēlonis var būt arī cits: konstatēts, ka mazāko caurmēra pakāpju kokiem raksturīgs lielāks augstuma variācijas koeficients. Piemēram, eksperimentā 1 kokiem 3 cm caurmēra pakāpē augstuma variācijas koeficients ir 19%, turpretī 19 cm pakāpē – 9% (1.3.5. att.). Tas nozīmē, ka zemu caurmēra pakāpju, nomāktu koku augstumi ar vienotu likni grūtāk prognozējami. Šādi koki ir vairāk nabadzīgā augsnē (silā) augošajā un jaunākajā eksperimentā

1 – tur 31% no kopējā koku skaita ir ar caurmēru mazāku par 8 cm, turpretī eksperimentos 2 (mētrājā) un 3 (damaksnī) šādi koki ir tikai attiecīgi 7 un 1%.

Bez tam augstumliknes veidošanai pēc metodikas netiek izmantoti 2 tievākie un 2 resnākie koki. Tas nozīmē, ka to modelētie augstumi vienmēr būs iegūtās sakarības ekstrapolētas vērtības – tāpat, ar zemāku precizitāti (1.3.6. att.).



1.3.6. att. Modelētā (ar augstumliknes palīdzību iegūtā) koku augstuma kļūda dažādu caurmēra pakāpju kociem eksperimentā 1

No 1.3.2. tabulas redzams, ka augstumliknes izmantošana koku augstuma (un no tā aprēķināto koku stumbra tilpumu un ģimenes krāju) noteikšanā visa eksperimenta līmenī ir ar nelielu (<10%) kļūdu. Taču no selekcijas viedokļa nozīmīgākās ir kļūdas maksimālās vērtības un to ietekme uz ģimeņu vidējo vērtību aprēķināšanu (no kā atkarīgs konkrētās ģimenes rangs).

Dati par modelētā un tieši uzmērītā augstuma, caurmēra un ģimenes krājas maksimālajām atšķirībām pa eksperimentiem apkopoti 1.3.3. tabulā

1.3.3. tabula

Maksimālās atšķirības starp uzmērītajām un saskaņā ar augstumliknes vienādojumu aprēķinātajām parametru vērtībām

Eksperimenta Nr.	Maksimālās atšķirības starp uzmērītajām un modelētajām vērtībām					
	koku augstumam		stumbra tilpumam		ģimenes krājai	
	m	%	dm <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%
1	5,2	76	62	132	2,6	180
2	4,1	30	48	106	0,2	5
3	2,9	18	48	133	-	-

Redzams, ka maksimālās atšķirības visiem novērtētajiem parametriem ir nozīmīgas: augstumam līdz 97%, stumbra tilpumam līdz 130% un ģimenes krājai līdz 180%. Taču arī šādas neprecizitātes nevar radīt nozīmīgas problēmas selekcijas parauglaukumu novērtējumā, ja tās ir tikai nedaudzios gadījumos un neietekmē labāko ģimeņu ranžējumu.

Pēcncēju pārbaužu mērķis ir atlasīt labākos mātes kokus pavairošanai (sēklu plantācijām, no kurām iegūtie pēcncēji raksturojas ar augstāku produktivitāti un kvalitāti) un materiālu kontrolētai krustošanai – nākamās paaudzes vecāku koku ieguvei ar vēl augstāku ģenētisko vērtību (Baumanis u.c., 2002, Rosval u.c., 2001). Tāpat precīzs ģimeņu ranžējums ir nozīmīgs, lai atlasītajā grupā nonāktu tikai paši ģenētiski vērtīgākie koki. Koku skaits nākamās selekcijas paaudzes veidošanai, vadoties no ekonomiskiem apsvērumiem, parasti ir neliels – tādi teritorijai kā Latvija 200-300 (Haapanen, 2005, Rosval u.c., 2001). Tas nozīmē,

ka katra koka atlasi nepieciešamas veikt precīzi, jo tā loma būs ievērojama. Bez tam, izvēloties lētākās krustošanas shēmas turpmākam selekcijas darbam, katrs no vecāku-kokiem tiek krustots tikai ar 1 vai 2 citiem, un maksimālo ģenētisko ieguvumu iespējams sasniegt krustojot labākos ar labākajiem saskaņā ar to rangiem (Haapanen, 2005, Routsalainen, 2002).

Salīdzināti 10% labāko ģimeņu atlasē rezultātus izmantojot eksperimentā 1, par atlasē kritēriju izmantojot vidējo stumbra tilpumu, konstatēts, ka 4 ģimenes abos (pēc modelētajiem un tieši mērītajiem datiem) vērtējumos nesakrīt, 6 novērojamas rangs izmaiņas vairāk kā par 1 pozīciju. Veicot atlasē pēc krājas, ir tikai viena ģimene, kuras rangs paliek nemainīgs, 4 ģimenes nesakrīt un piecām rangs izmainīts vairāk kā par 1 pozīciju. Tātad augstumlīknes izmantošana nav pieļaujama.

Eksperimentā 2 rangs izmaiņas veicot atlasē pēc modelētajiem un tieši uzmērītajiem augstumiem starp labākajām ģimenēm nav konstatētas. Šajā eksperimentā arī maksimālās procentuālās kļūdas starp ar abām metodēm iegūtajiem koku augstumiem ir ievērojami zemākas kā eksperimentā 1, tātad augstumlīknes izmantošana būtu pieļaujama. Faktisks laika patēriņa samazinājums izmantojot augstumlīkni eksperimentā 2 ir apšaubāms, jo, lai iegūtu tai nepieciešamos datus (un arī noteiktu augstumus visiem kokiem tām ģimenēm, kurās koku skaits neliels – tādejādi kopumā stādījumā nomērot 65% koku) eksperiments jāapmeklē un jāmēra 2 reizes. Tam jāieskaita arī koku izvēlei un augstumlīkņu konstruēšanai pa ģimenēm nepieciešamais laiks, kā arī iegūto rezultātu kļūda. Tas padara augstumlīknes izmantošanu praktiski neizdevīgu.

Nemot vērā, ka lielākā daļa no prastās priedes pēcnācēju pārbaužu stādījumiem nav retināti un to sākotnējā biežība vienāda (5000 koki/ha), kā arī līdzīgs koku skaits (aptuveni 60 koki ģimenei katrā eksperimentā) var pieņemt, ka iegūtie rezultāti varētu būt labi (korekti) vispārināmi. Hipotētiski (vadoties no jau analizētajiem datiem) – palielinoties stādījuma vecumam, konkurence starp kokiem kļūst asāka, notiek diferenciācija un starpaudzis koku atmiršana. Process ir straujāks auglīgā augsnē. Kamēr atmiršana vēl ir neliela, bet diferenciācija jau sākusies, pazīmju (īpaši izteikti augstumam) fenotipiskā variācija ir augsta. Koku skaits ir pietiekams augstumlīkņu izmantošanai, taču iegūto rezultātu precizitāte pārāk zema. Turpretī, kad aktīvā diferenciācija jau notikusi, variācijas koeficients ir zemāks, ar augstumlīkni iegūto rezultātu precizitāte augsta. Taču koku skaits vairs nav pietiekams, lai šo metodi būtu lietderīgi izmantot no daba laika patēriņa viedokļa. Koku augstuma variācijas koeficienti, ar kuriem pieņēmums pamatots atspoguļoti 1.3.4. tabulā

1.3.4. tabula

Augstuma un caurmēra variācijas koeficienti parastās priedes pēcnācēju pārbaužu stādījumos dažādos vecumos un meža augšanas apstākļu tipos

Stādījuma vecums, gadi	MAAT	Pazīmes fenotipiskās variācijas koeficients	
		Augstums	Caurmērs
26	Sils	25	40
32	Mētrājs	16	33
32	Sils	17	33
32	Damaksnis	11	26
33	Lāns	13	28
32	Damaksnis	13	30

#### 1.3.4. Secinājumi un rekomendācijas turpmākajiem pētījumiem

Nekoptā parastās priedes stādījumā 26-32 gadu vecumā gan koka caurmēra, gan ģimenes (ģenētiskā faktora) ietekme uz  $hd^{-1}$  attiecību ir būtiska ( $\alpha=0,001$ ), tātad katrai ģimenei nepieciešams veidot atsevišķu augstumlīkni.

Augstumlīknes veidošanai katrai ģimenei pietiek ar 3 kokiem 3 caurmēru grupās (tievi, vidēji, resni), koku skaita palielināšana līdz 5 katrā grupā būtiskas rezultātu izmaiņas nerada.

Starp tieši uzmērīto un no augstumlīknes aprēķināto koku augstumu konstatēta cieša ( $r=0,82 - 0,88$ ) un būtiska ( $\alpha=0,001$ ) korelācija, atšķirība starp šiem rādītājiem ir vidēji 6-9% (0,8-1 m).

Ņemot vērā, ka augstumlīknes izmantošana nozīmīgi ietekmē ģimeņu ranžējumu, kā arī nelielo katras ģimenes vidējo koku skaitu eksperimentā (11-23), augstumlīkņu izmantošana 26-32 gadus vecu parastās priedes pēcnācēju pārbaužu stādījumu novērtēšanā nav rekomendējama

Nākamajā gadā vēlams veikt papildus datu analīzi (iekļaujot lielāku skaitu eksperimentu), kā arī darba laika patēriņa novērtējumu vienā no eksperimentiem. Vēlams analizēt iespējamus kritērijus, lai novērtētu augstumlīknes iespējamo izmantošanu pirms uzmērīšanas sākuma. Bez tam šeit izdarītie secinājumi balstās uz pieņēmumu, ka mežaudzē uzmērītais augstums ir precīzs – ko vēlams pārbaudīt, novērtējot arī kļūdu izraisošos faktors un to novēršanas iespējas.

#### **1.4. Parastās egles un melnalkšņa pēcnācēju pārbaužu stādījumu uzmērīšana un izvērtēšana**

Uzsākta plānotā parastās egles un melnalkšņa pēcnācēju pārbaužu stādījumu uzmērīšana un raksturošana, bet lielā darba apjoma dēļ to plānots turpināt 2007. gadā.



## 2. Meža koku selekcijas pēcnācēju pārbaužu izmēģinājumu stādījumu ierīkošana, sēklu paraugu sagatavošana, stādāmā materiāla audzēšana un hibrizācijas veikšana

### 2.1. Pēcnācēju pārbaužu stādījumu ierīkošana un stādāmā materiāla audzēšana

Ierīkoti plānotie parastās egles un melnalkšņa brīvapputes ģimeņu un sēklu plantāciju klonu pēcnācēju pārbaužu stādījumi ģeogrāfiski atšķirīgās vietās Zinātniskās izpētes mežos Kalsnavas, Auces, Šķēdes, Jelgavas un Smiltenes mežu novados (2.1.1. tab., 1. – 11. pielikums). Veikta stādījumu inventarizācija, shēmu pārbaude, precizēšana un datorizēta apstrāde.

2.1.1. tabula

Pavasārī ierīkotie pēcnācēju pārbaužu izmēģinājumu stādījumi

Suga, ierīkošanas shēma	Kopējā platība, ha	Stādi kopā, tūkst. gab.	Kalsnavas mežu novads	Smiltenes mežu novads	Jelgavas mežu novads	Auces mežu novads	Šķēdes mežu novads
E 25×1*	10	18	293. kv.			35. kv. 3. nog., 115. kv. 5., 7. nog., 79. kv. 1., 2. nog.	
E 4×24**	13	22	293., 174. kv.	74. kv. 18. nog., 81. kv. 11. nog.			54. kv. 10., 14. nog., 11. kv. 13. nog., 44. kv. 19., 20. nog.
E 4×12	1,6	2,7			34. kv. 18., 25. nog.		
Ma 25×1	1	1,5	130. kv.				
Ma 4×24	1	1,6			89. kv.		
Ma 4×12	1	1,5					54. kv. 10., 14. nog.
Kopā:	27,6	47,3					

\* - vienkoka parces 25 atkārtojumos

\*\* - 24 stādi parcelē 4 atkārtojumos

Turpināta stādāmā materiāla audzēšana pēcnācēju pārbaužu stādījumu ierīkošanai. 2007. gada pavasarī plānots ierīkot 500 parastās egles, 480 parastās priedes un 110 parastā bērza ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumus, kopējais izaudzēto stādu skaits – 130000.

## 2.2. Kārpainā bērza hibrīdizācija sēklu plantācijās Kalsnava 1 un Kalsnava 2

Šī gada pavasarī turpināti iepriekšējos gados aizsāktie fenoloģiskie novērojumi un kontrolētā krustošana kārpainā bērza sēklu plantācijās Jaunkalsnavā.

Kontrolētā krustošana veikta pēc pagājušajā pavasarī aprobētās metodikas. Sievišķo spurdžu izolēšana veikta atkarībā no ziedēšanas intensitātes (maksimāli 5 izolatori katram klonam).

Par tēva kokiem izvēlēti fenotipiski labākie kloni no sēklu plantācijām, ar tieviem zariem, taisnu stumbru, pēc iespējas platāku zaru leņķi. Putekšņi ievākti no kloniem Kai3, Kai32, Ma62, Ma83, L45, kā arī no klona Kai1, lai atkārtotu dažas pagājušajā gadā veiktās krustojumu kombinācijas, kuras ir iespējams pielietot kā kontroli, salīdzinot dažādos gados ierīkotos pēcnācēju pārbaužu izmēģinājumu stādījumus.

Apputeksnēšana veikta vienu reizi. Pēc ziedēšanas izolatori noņemti un zari ar hibrīdajām spurdzēm marķēti.

Hibrīdās sēklas ievāktas jūlijā, vienlaicīgi ar visas ražas novākšanu. Ņemot vērā klonu atšķirīgo sēklu nogatavošanās laiku, lai nezaudētu sēklu kvalitāti, kontrolēto krustojumu sēklas ievāktas 3 paņēmienos. Veiktās krustojumu kombinācijas un ievāktā sēklu svars ir redzams 2.1. tabulā

2.1. tabula.

Bērzu kontrolētie krustojumi Kalsnava-1 un Kalsnava-2 sēklu plantācijās, 2006. gads

Nr.	Māteskoks X Tēvakoks	Neattīrītu sēklu svars, g	Nr.	Māteskoks X Tēvakoks	Neattīrītu sēklu svars, g
1	Kai 1 X Kai 3	2,27	40	Kai 11 X Kai 3	3,78
2	Kai 1 X Kai 32	3,29	41	Kai 11 X Kai 32	0,52
3	Kai 1 X L 45	0,72	42	Kai 11 X L 45	1,21
4	Kai 1 X Ma 62	0,92	43	Kai 15 X Kai 3	1,90
5	Kai 1 X Ma 83	1,78	44	Kai 15 X Kai 32	2,24
6	Kai 2 X Kai 3	7,63	45	Kai 15 X L 45	1,64
7	Kai 2 X Kai 32	15,55	46	Kai 15 X Ma 62	4,55
8	Kai 2 X L 45	12,80	47	Kai 16 X Kai 32	7,20
9	Kai 2 X Ma 62	8,87	48	Kai 16 X Kai 32	6,75
10	Kai 2 X Ma 83	8,82	49	Kai 16 X L 45	1,25
11	Kai 3 X Kai 3	6,42	50	Kai 16 X Ma 62	3,21
12	Kai 3 X Kai 32	0,82	51	Kai 16 X Ma 83	2,96
13	Kai 3 X L 45	1,27	52	Kai 17 X Kai 13	3,46
14	Kai 3 X Ma 62	0,67	53	Kai 17 X Kai 32	9,57
15	Kai 4 X Kai 3	5,50	54	Kai 17 X L 45	4,19
16	Kai 4 X Kai 32	6,95	55	Kai 17 X Ma 62	5,93
17	Kai 4 X L 45	9,70	56	Kai 17 X Ma 83	5,77
18	Kai 4 X Ma 62	3,30	57	Kai 20 X Kai 1	4,33
19	Kai 4 X Ma 83	5,54	58	Kai 20 X Kai 3	2,51
20	Kai 5 X Kai 3	4,20	59	Kai 20 X Kai 3	7,99
21	Kai 5 X Kai 3	4,36	60	Kai 20 X Kai 32	5,98
22	Kai 5 X Kai 32	9,20	61	Kai 20 X L 45	2,30
23	Kai 5 X L 45	4,92	62	Kai 20 X Ma 62	3,10
24	Kai 5 X Ma 83	5,28	63	Kai 20 X Ma 83	2,19
25	Kai 8 X Kai 3	1,75	64	Kai 22 X Kai 3	1,42
26	Kai 8 X Kai 32	1,29	65	Kai 31 X Kai 3	4,03
27	Kai 8 X L 45	1,07	66	kai 31 X Kai 32	5,80
28	Kai 8 X Ma 62	1,88	67	Kai 31 X L 45	4,07

## 2.1. tabulas turpinājums

Nr.	Māteskoks X Tēvakoks	Neattīrītu sēklu svars, g
29	Kai 8 X Ma 83	1,96
30	Kai 9 X Kai 3	2,59
31	Kai 9 X Kai 32	3,84
32	Kai 9 X L 45	2,83
33	Kai 9 X Ma 62	2,06
34	Kai 9 X Ma 83	10,07
35	Kai 10 X Kai 3	6,30
36	Kai 10 X Kai 32	10,66
37	Kai 10 X L 45	4,42
38	Kai 10 X Ma 62	4,26
39	Kai 10 X Ma 83	3,00
79	Kai 34 X Ma 62	4,32
80	Kai 35 X Kai 32	2,85
81	Kai 35 X L 45	2,25
82	Kai 35 X Ma 62	6,20
83	Kai 35 X Ma 83	5,40
84	Kai 36 X Kai 3	7,32
85	Kai 36 X Kai 32	3,10
86	kai 36 X L 45	8,05
87	Kai 36 X Ma 62	4,06
88	Kai 36 X Ma 83	8,64
89	Kai 39 X Kai 3	2,70
90	Kai 39 X L 45	4,25
91	Kai 39 X Ma 62	7,80
92	Kai 39 X Ma 83	5,54
93	Kai 40 X Kai 3	0,72
94	Kai 40 X L 45	0,47
95	Kai 40 X Ma 62	0,07
96	Kai 40 X Ma 83	1,05
97	Kai 45 X Kai 3	9,66
98	Kai 45 X Kai 32	5,78
99	Kai 45 X L 45	10,50
100	Kai 45 X Ma 62	8,53
101	Kai 45 X Ma 83	2,11
102	Kai 50 X Kai 3	6,76
103	Kai 50 X Kai 32	9,09
104	Kai 50 X L 45	12,56
105	Kai 50 X Ma 62	7,17
106	Kai 50 X Ma 83	6,21
107	Kai 51 X Kai 3	3,90
108	Kai 51 X L 45	2,75
109	Kai 51 X Ma 62	2,64
110	Kai 51 X Ma 83	0,43
111	Kai 52 X Kai 32	3,72
112	Kai 52 X Ma 62	4,73
113	Kai 52 X Ma 83	6,75
114	Kai 53 X Kai 1	0,83

Nr.	Māteskoks X Tēvakoks	Neattīrītu sēklu svars, g
68	Kai 31 X Ma 62	9,77
69	Kai 31 X Ma 83	4,12
70	Kai 32 X Kai 3	3,90
71	Kai 32 X Kai 32	7,74
72	Kai 32 X L 45	3,37
73	Kai 32 X Ma 62	5,21
74	Kai 32 X Ma 83	7,78
75	Kai 34 X Kai 1	6,06
76	Kai 34 X Kai 3	2,19
77	Kai 34 X Kai 32	4,70
78	Kai 34 X L 45	9,97
120	Kai 55 X Kai 3	8,80
121	Kai 55 X L 45	4,34
122	Kai 55 X Ma 62	12,95
123	Kai 55 X Ma 83	10,53
124	Kai 56 X Kai 1	2,14
125	Kai 56 X Ma 62	3,38
126	Kai 59 X Kai 1	7,43
127	Kai 59 X Kai 32	6,08
128	Kai 59 X L 45	5,13
129	Kai 59 X Ma 62	4,82
130	Kai 60 X Kai 1	4,97
131	Kai 60 X Kai 3	3,98
132	Kai 60 X Kai 32	3,20
133	Kai 60 X L 45	3,35
134	Kai 60 X Ma 62	3,46
135	Kai 60 X Ma 83	3,45
136	Kai 67 X Kai 3	9,59
137	Kai 67 X Kai 32	4,09
138	Kai 67 X L 45	6,19
139	Kai 67 X Ma 62	6,75
140	Kai 67 X Ma 83	2,94
141	Kai 68 X Kai 32	13,29
142	Kai 68 X L 45	10,73
143	Kai 68 X Ma 62	12,00
144	Kai 68 X Ma 83	4,04
145	Kai 71 X Kai 3	3,08
146	Kai 71 X Kai 32	3,08
147	Kai 71 X L 45	4,83
148	Kai 71 X Ma 62	3,44
149	Kai 71 X Ma 83	6,15
150	Kai 75 X Kai 3	0,86
151	Kai 75 X L 45	10,69
152	Kai 75 X Ma 83	6,12
153	L 2 X Kai 1	7,29
154	L 2 X Kai 3	3,39
155	L 2 X Kai 32	6,55

2.1. tabulas nobeigums

Nr.	Māteskoks X Tēvakoks	Neattīrītu sēklu svars, g
115	Kai 54 X Kai 32	5,57
116	Kai 54 X Kai 32	1,20
117	Kai 54 X L 45	5,20
118	Kai 54 X Ma 62	0,16
119	Kai 54 X Ma 83	1,92
161	Ma 20 X Kai 32	6,34
162	Ma 20 X Ma 62	2,32
163	Ma 20 X L 45	8,80
164	Ma 22 X Kai 32	5,88
165	Ma 22 X L 45	3,73
166	Ma 22 X Ma 83	2,00
167	Ma 60 X Kai 3	5,49
168	Ma 60 X Kai 32	1,04
169	Ma 60 X L 45	12,88
170	Ma 60 X Ma 83	2,05
171	Ma 62 X Kai 1	5,07
172	Ma 62 X Kai 32	1,34
173	Ma 62 X L 45	2,40
174	Ma 62 X Ma 62	4,80
175	Ma 70 X Kai 1	4,59
176	Ma 70 X Kai 3	1,70

Nr.	Māteskoks X Tēvakoks	Neattīrītu sēklu svars, g
156	L 2 X L 45	3,33
157	L 45 X Kai 32	1,13
158	L 45 X L 45	1,34
159	L 45 X Ma 62	2,82
160	L 45 X Ma 83	13,58
177	Ma 70 X Kai 32	2,40
178	Ma 70 X L 45	4,74
179	Ma 70 X Ma 62	2,03
180	Ma 95 X Kai 32	8,67
181	Ma 95 X Ma 62	4,54
182	Ma 95 X Ma 83	10,20
183	Ma 95 X L 45	1,69
184	Ma 99 X Kai 3	2,19
185	Ma 99 X Kai 32	0,70
186	Ma 99 X Ma 62	0,30
187	Ma 99 X L 45	0,21
188	Ma 107 X Kai 1	0,99
189	Ma 107 X Kai 3	3,58
190	Ma 107 X Kai 32	12,73
191	Ma 107 X L 45	3,53
192	Ma 107 X Ma 62	4,48



2.2.1., 2.2.2. att. Kontrolētās krustošanas veikšanai sagatavoti koki



Ievāktas 192 krustojumu kombināciju sēklas. No tām izaudzēto pēcnācēju izvērtējums raksturo sēklu plantāciju klonu vispārējās un specifiskās kombinatīvās spējas. Jaunu sēklu plantāciju veidošanai atlasāmi koki ar augstu vispārējo kombinatīvo spēju (pēcnācēji uzrāda labu augšanu un kvalitāti, klonu krustojot ar jebkuru citu klonu). Kloni ar augstu specifisko kombinatīvo spēju (labāku augšanu, kvalitāti uzrāda tikai konkrēta krustojuma kombinācija) ir piemēroti divu klonu sēklu plantāciju ierīkošanai (Viherä – Aarnio, Ryyänen 1995).



2.2.3., 2.2.4. att. Atšķirīga sēklu gatavības stadija dažādiem kloniem ir iemesls sēklu vākšanai vairākos paņēmienos

Veikta sēklu plantāciju klonu rūpnieciskās ražas analīze. Salīdzināts tīru sēklu svars atsevišķi katram klonam laika posmā no 2003. līdz 2006. gadam, kloni ranžēti pēc ražības (2.2. tabula).

Konstatēts:

- Rietumu reģiona izcelsmes sēklu plantācija (Kalsnava – 2) ražo vidēji 9,07 kg tīru sēklu gadā (vidēji 0,160 kg no kлона);
- Ziemeļu reģiona izcelsmes sēklu plantācija (Kalsnava – 1) ražo vidēji 2,35 kg tīru sēklu gadā (vidēji 0,042 kg no kлона);
- Katrā sēklu plantācijā ir viens klons, kura sēklu īpatsvars kopējā ražā ir būtiski lielāks kā pārējiem: Rietumu reģiona izcelsmes sēklu plantācijā (Kalsnava – 2) – Kai14 (9%), Ziemeļu reģiona izcelsmes sēklu plantācijā (Kalsnava – 1) – Ma95 (13%);
- Pārējo klonu sēklu īpatsvars kopējā ražā ir salīdzinoši vienmērīgs (0,1 – 5%), bet tas atšķiras dažādos ražas gados, kas nodrošina pietiekami augstu ģenētiskās daudzveidības līmeni rūpnieciskajā apritē esošajam reproduktīvajam materiālam;
- Rietumu reģiona izcelsmes sēklu plantācijā (Kalsnava – 2) ir viens neražojošs klons (Kai43), bet Ziemeļu reģiona izcelsmes sēklu plantācijā (Kalsnava – 1) – trīs līdz šim neražojoši kloni (L36, L50, un Ma92).

Pētījumos konstatēts, ka klonu pavairošanai bērza sēklu plantāciju ierīkošanai ir lietderīgi izmantot mikroklonāli pavairoto materiālu, jo šādi pavairoti kloni ražo apmēram divas reizes labāk par potējumiem un par 75% labāk kā no sēklām izaudzēts materiāls (Viherä – Aarnio, Ryyänen 1995).

2.2. tabula

Bērza sēklu plantāciju Kalsnava-1 un Kalsnava-2 klonu ranžējums pēc sēklu ražības

Kalsnava-1							Kalsnava-2						
Klona		2003.	2004.	2005.	2006.	Kopā	Klona		2003.	2004.	2005.	2006.	Kopā
izcelsme	Nr.	g.	g.	g.	g.		izcelsme	Nr.	g.	g.	g.	g.	
Mālupe	95	0,007	0,33	0,017	0,9	1,254	Kaive	14	0,385	0,35		2,37	3,105
Liepna	7		0,195	0,025	0,6	0,82	Kaive	32	0,115	0,25		1,82	2,185
Mālupe	20	0,002	0,07	0,07	0,47	0,612	Kaive	2	0,215	0,025		1,94	2,18
Mālupe	107			0,15	0,355	0,505	Kaive	17	0,325	0,08		1,33	1,735
Mālupe	23		0,17	0,1	0,215	0,485	Kaive	59	0,23	0,215	0,002	1,185	1,632
Mālupe	74		0,38		0,03	0,41	Kaive	52	0,004	0,115		1,42	1,539
Mālupe	99	0,012	0,265	0,004	0,095	0,376	Kaive	10	0,26	0,15		1,07	1,48
Liepna	45	0,006	0,07	0	0,23	0,306	Kaive	11	0,025	0,295		1,06	1,38
Liepna	16	0,001	0,115	0	0,185	0,301	Kaive	13	0,03	0,12		1,18	1,33
Mālupe	97		0,12	0,01	0,13	0,26	Kaive	9	0,775	0,205		0,17	1,15
Mālupe	83		0,055	0,017	0,18	0,252	Kaive	1	0,375	0,07		0,54	0,985
Mālupe	29		0,105	0,001	0,115	0,221	Kaive	68	0,007	0,365		0,612	0,984
Liepna	19	0,002	0,01	0,03	0,17	0,212	Kaive	41	0,135	0,075	0	0,735	0,945
Liepna	2		0,01	0,025	0,175	0,21	Kaive	4	0,07	0,11	0,042	0,69	0,912
Mālupe	84		0,195		0,002	0,197	Kaive	71	0,06	0,11		0,68	0,85
Mālupe	26		0,09		0,095	0,185	Kaive	39	0,015	0,175	0,043	0,59	0,823
Liepna	34	0,047		0,001	0,135	0,183	Kaive	5	0,005	0,03	0,067	0,665	0,767
Mālupe	62	0,002			0,175	0,177	Kaive	55	0,08	0,225		0,46	0,765
Mālupe	61		0,15	0,001	0,025	0,176	Kaive	31	0,001	0,015		0,645	0,661
Mālupe	72		0,035	0,001	0,13	0,166	Kaive	48	0,175	0,155	0,003	0,325	0,658
Mālupe	85	0,062	0,08		0,02	0,162	Kaive	36	0,07	0,18		0,345	0,595
Mālupe	106	0,013		0	0,14	0,153	Kaive	72	0,007	0,235		0,345	0,587
Mālupe	60	0,003	0,11		0,035	0,148	Kaive	34	0,014	0,13		0,375	0,519
Mālupe	75		0,05	0,007	0,09	0,147	Kaive	15	0,009	0,095		0,415	0,519
Mālupe	89	0,038	0,045	0,001	0,05	0,134	Kaive	58	0,015	0,01		0,475	0,5
Mālupe	105	0,019	0,02		0,095	0,134	Kaive	75		0,025		0,47	0,495
Mālupe	78	0,027		0,025	0,06	0,112	Kaive	7	0,003	0,2		0,27	0,473
Mālupe	108				0,11	0,11	Kaive	54	0	0,055		0,415	0,47
Mālupe	22	0,005	0,085	0,004	0,015	0,109	Kaive	33	0,03	0,085		0,35	0,465
Mālupe	24		0,09		0,002	0,092	Kaive	35	0,007	0,015		0,41	0,432
Liepna	21	0,009	0,065	0	0,015	0,09	Kaive	60	0,16	0,15		0,12	0,43
Liepna	37		0,045		0,04	0,085	Kaive	8	0,002			0,395	0,397
Mālupe	70	0,022			0,055	0,077	Kaive	50	0,004			0,39	0,394
Liepna	3		0,045		0,03	0,075	Kaive	45	0,03	0,09		0,245	0,365
Liepna	4	0	0,06		0,003	0,063	Kaive	65	0,025	0,04		0,3	0,365
Liepna	28	0,01	0,025	0	0,015	0,05	Kaive	74	0,007	0,275		0,07	0,352
Liepna	69		0,03		0,015	0,045	Kaive	67	0,009	0,005	0,002	0,285	0,301
Mālupe	98	0,027			0,015	0,042	Kaive	16			0,001	0,265	0,266
Mālupe	32		0,035		0,002	0,037	Kaive	28		0,075		0,14	0,215
Liepna	9		0,001	0,001	0,035	0,037	Kaive	3	0,032	0,08	0,034	0,065	0,211
Mālupe	25		0,025		0,01	0,035	Kaive	40	0,07			0,14	0,21
Liepna	17		0,03	0	0,002	0,032	Kaive	51	0,004	0,025		0,18	0,209
Mālupe	80		0,005		0,025	0,03	Kaive	56	0,001	0,03		0,165	0,196
Mālupe	65			0	0,025	0,025	Kaive	62	0,035	0,01	0,019	0,115	0,179
Mālupe	81				0,015	0,015	Kaive	77		0,165			0,165
Mālupe	94				0,015	0,015	Kaive	76	0,01	0,01		0,145	0,165



## 2.2. tabulas turpinājums

Klona		2003.	2004.	2005.	2006.	Kopā	Klona		2003.	2004.	2005.	2006.	Kopā
izcelsme	Nr.	g.	g.	g.	g.		izcelsme	Nr.	g.	g.	g.	g.	
Liepna	35		0,01			0,01	Kaive	38		0,015		0,145	0,16
Mālupe	63		0,005		0,005	0,01	Kaive	69	0,005			0,15	0,155
Liepna	38	0	0,009			0,009	Kaive	23		0,1		0,04	0,14
Mālupe	51		0,008			0,008	Kaive	53	0,003	0,015	0,01	0,1	0,128
Mālupe	67		0,006		0,002	0,008	Kaive	27	0,002	0,105		0,01	0,117
Liepna	42			0,003	0,004	0,007	Kaive	20	0			0,1	0,1
Liepna	36					0	Kaive	66	0,01	0,035		0,035	0,08
Liepna	50					0	Kaive	63	0,001	0,01		0,01	0,021
Mālupe	92					0	Kaive	43					0
Kopā:		0,313	3,249	0,494	5,357	9,413	Kopā:		3,85	5,235	0,222	26,967	36,274

### 2.3. Priedes kontrolēto krustojumu metodikas aprobācija

Parastās priedes kontrolētā krustošana veikta saskaņā ar vairākiem galvenajiem principiem.

Izmantoti tikai saskaņā ar pēcnācēju pārbaužu rezultātiem atlasītie vecāku koki (tātad ar augstu ģenētisko vērtību). Tas nozīmē, ka izdevušās krustojumu kombinācijas (ar pietiekamu sēklu daudzumu) varēs pielietot turpmākā selekcijas darbā. Šajā gadā plānoto kontrolēto krustojumu vecāku koku saraksts balstīts uz rezultātiem no pieciem, 2004.-2006. gadā uzmērītiem, 26-32 gadus veciem pēcnācēju pārbaužu eksperimentiem, kuros kopumā iekļautas 306 pluskoku ģimenes. Ja stādījumos nav nevienmērīga un/vai pārāk zema saglabāšanās, tad, pieaugot koku vecumam iegūtie rezultāti ciešāka korelē ar atbilstošo pazīmju vērtībām rotācijas vecumā (Lambeth, 1980, Lambeth, Dill, 2001, Gwaze et al., 2000), tātad vecāku koku atlase ir precīzāka. Analizētajos eksperimentos ģimeņu iedzimstamības koeficienta vērtības augstumam un caurmēram bija robežās no 0,59 līdz 0,76, tātad tos var uzskatīt par pietiekami akurātiem ģimeņu ranžēšanas vajadzībām.

Ideālā gadījumā ģimeņu rangi būtu jānosaka saskaņā ar visu eksperimentu rezultātiem vienlaicīgi (attiecīgi no 1 līdz 306). Lai to izdarītu:

- 1) visiem eksperimentiem jābūt ierīkoti vienādos apstākļos, vai
- 2) visām ģimenēm jābūt pārstāvētām visos eksperimentos, vai
- 3) visos eksperimentos jābūt pārstāvētām vairākām ģimenēm.

Pirmie 2 nosacījumi šajā gadījumā neizpildās – katrā eksperimentā ir cits ģimeņu komplekts, tie stādīti dažādos laikos un ekoloģiskajos fonos, pielietojot atšķirīgu stādāmo materiālu. Trešais nosacījums balstīts uz principa: ja eksperimentā A ģimene pēc ranga ir pirmā, bet eksperimentā B – divpadsmitā, tad var pieņemt, ka eksperimentā B pārbaudītās ģimenes ir ar augstāku vērtību (rangu) kā 11 labākās eksperimentā A. Taču salīdzināšanu nedrīkst veikt pēc vienas ģimenes datiem, kurus var iespaidot dažādi nejauši vai zināmi faktori (piemēram, atšķirīgi meteoroloģiskie apstākļi pirmajā gadā pēc iestādīšanas, atšķirīgs sēklu ievākšanas gads u.c.). Vairākas ģimenes (vai standarta sēklu materiāla pēcnācēji) kuras būtu pārstāvētas visos eksperimentos, šajā gadījumā nav. Tos nepieciešams ieviest plānojot un ierīkojot jaunus pēcnācēju pārbaužu stādījumus. Tā kā salīdzināšana starp eksperimentiem nav iespējama, ģimeņu ranžēšana veikta katra stādījuma ietvaros, krustošanai izvēloties lielāku skaitu (š.g. 20%) vecāku koku no eksperimentiem ar augstāku precizitāti (ģimeņu iedzimstamības koeficientu) un mazāku skaitu (š.g. 10%) no stādījumiem ar zemāku precizitāti.

Vadoties no eksperimenta mērķa, jānosaka krustojumu skaits:

- 1) katram kokam – krustošanas shēma, kas būtībā ir kompromiss starp iespēju iegūt maksimālo informācijas daudzumu (diallēlie krustojumi) un pieejamajiem resursiem;

- 2) kopējais skaits eksperimentā – ņemot vērā, ka lielāks krustojumu skaits sniedz iespēju veikt precīzāku novērtēšanu un atlasī (kā zināms, selekcijas vērtības ir „populācijas parametrs” – tāvad relatīvs rādītājs eksperimenta ietvaros – Falconer, Mackay, 1996). Tajā pašā laikā krustojumu skaits nedrīkst būt pārāk liels, lai būtu iespējams atrast homogēnas platības eksperimentu izvietojšanai, kā arī rēķināties ar pieejamajiem resursiem krustošanas, stādījumu ierīkošanas un uzmērīšanas vajadzībām.

Eksperimenta lielums un krustojumu skaits ir cieši saistīti. Ņemot vērā iespējamo vērtēšanas vecumu un pazīmju variācijas koeficientus, ir noteikts nepieciešamais minimālais koku skaits katrā krustojumu kombinācijā. Vēl viens būtisks faktors ir selekcijas „populācijai” (grupai) izvēlēto vecāku koku skaits. Saskaņā ar literatūras datiem un kaimiņvalstu pieredzi, tas varētu būt aptuveni 50 koki (Jansson, Ståhl, 2002, Rosvall et al., 2002, Danusevičius, Lindgren, 2005). Izmantojot dubultpāru krustošanas shēmu (katrs no vecāku kokiem iesaistīts 2 krustojumos), kas nodrošina iespēju no katra krustojuma atlasīt 1 labāko koku tālākam selekcijas darbam un zemāko tuvradniecības uzkrāšanos selekcijas grupā. Būtu jāveic 100 krustojumi, lai nodrošinātu maksimāli ātru selekcijas cikla norisi, tādējādi paaugstinot vienā laika vienībā sasniegto ģenētisko ieguvumu. Krustojumus ir svarīgi veikt visus vienā gadā. Maksimālo ģenētisko ieguvumu var sasniegt, krustojot vecāku kokus to rangū secībā (labākos ar labākajiem), kā arī pašus labākos vecāku kokus iesaistot vairākās krustojumu kombinācijās, no kurām tālākam selekcijas darbam izvēlas vienu (Haapanen, 2005). Šīs metodes izmantošana palielina ģenētiskās atšķirības starp kokiem selekcijas grupā. Tas nozīmē, ka zemākās vērtības kokus var vienkārši identificēt un nepieciešamības gadījumā aizstāt ar jauniem pluskokiem, kā arī ir izveidot nelielu koku skaitu saturošas „līnijas”, kurās krustošana notiek tikai to iekšienē. No katras šādas līnijas tikai viens pēcnācējs tiek uzpotēts sēklu plantācijā, tādējādi tajā nav radniecīgu klonu (Routsalainen, Lindgren, 2000). Lai nodrošinātu metodes sekmīgu īstenošanu, kā arī maksimālo iespēju, ka visus krustojumus izdosies veikt 1 gadā, būtu vēlams katru no kokiem iesaistīt vairākās kombinācijās.

Atlasot materiālu krustošanai, jāievēro rajonēšanas / zonēšanas principi, katram sēklu izcelsmes apgabalam, kurā ir atšķirīgi klimatiskie apstākļi un dažādas populācijas, jāveido sava selekcijas grupa. To neievērojot:

- 1) izveidojas ļoti liela selekcijas grupa, kuru sarežģīti apsaimniekot. Piemēram, nav iespējams veikt visus krustojumus vienā gadā, nav iespējams visus pēcnācējus izvietot vienā stādījuma platībā, tos tieši savstarpēji salīdzinot;
- 2) tiek zaudēta daļa no ģenētiskās daudzveidības (lielākoties Kurzemes zonas kloni), jo šādai grupai jāizvēlas koki ar labām pielāgošanās spējām augšanai visā Latvijas teritorijā.

Jāņem vērā, ka pēc materiāla sajaukšanas no dažādas izcelsmes populācijām, to atdalīt vairs nebūs iespējams, taču visas selekcijas grupas apvienot, ja tas izrādās lietderīgi (piemēram, pārāk augsta radniecības pakāpe starp indivīdiem vienā grupā), var jebkurā laikā. Latvijā līdz šim nav vērtēta prognozējamo klimata izmaiņu ietekme uz selekcijas darba rezultātiem. Tā analizēta citu valstu pētījumos (Hänninen, 1991, Beuker, 1994, Schmidting, 1994, Persson, Beuker, 1997, Oleksyn et al., 1998, Persson, 1998), konstatējot, ka ietekme būs, taču cik lielā mērā un kā tieši – nav viennozīmīgu rezultātu. Tāpat kā pagaidām trūkst ticamu un precīzu prognožu, kāds būs klimats pēc 20 un 100 gadiem. Tādēļ vienīgais variants, kā apstākļu maiņai sagatavoties, ir saglabāt atvērtās iespējas. Tas ir – veidot nelielas selekcijas grupas, kuras adaptējušās katra mazliet specifiskiem apstākļiem, un to pēcnācēju pārbaudes izvietot dažādos klimatiskajos reģionos, lai nepieciešamības gadījumā būtu pieejams attiecīgs materiāls (Haapanen, 2005).

Veidojot krustošanas shēmu, svarīgi laikus novērtēt nepieciešamo klonu atrašanās vietas (kurās plantācijās un / vai klonu arhīvos) un obligāti veikt to identifikāciju. Ierīkojot sēklu plantācijas vai klonu arhīvus, kļūdas klonu apzīmējumos var ieviesties visās darba stadijās (ievācot, marķējot, glabājot potzarus, marķējot potējumus, stādot, sastādot un pārbaudot shēmu). Par to, cik daudz klonu faktiski neatbilst marķējumam, liecina agrāk veiktās klonu identifikācijas, piemēram, Jaunjelgavas priēžu sēklu plantācijā starp pārstāvētajiem 72 mātes

kokiem (katram vidēji 13 rameti) sastopami gan tādi, kuriem pareizi marķēti visi kloni, gan tādi, kuriem ir nedaudzas kļūdas (20-30%), gan arī pilnīgi nepareizi marķēti (9 no 72) (Bambe, 1979). Ņemot vērā, ka visi izmantotie tāpat ir pluskoku kloni, no rūpnieciskā viedokļa sēklu plantāciju vērtību tas būtiski nemaina. Taču, ja marķējums klonam, kurš iesaistīts kontrolētajā krustojumā, nav atbilstošs, tiks zaudēts viss iepriekš veiktais darbs ierīkojot, uzmērot un analizējot pēcnācēju pārbaudes, kā arī potenciālais ģenētiskais ieguvums.

Klonu identifikāciju iespējams veikt izmantojot morfoloģiskos marķierus. J. Gailis (1974) norāda, ka, lai gan čiekuru izmēri kloniem sēklu plantācijā ir lielāki kā atbilstošajiem mātes kokiem, tomēr to garuma/caurmēra attiecība paliek nemainīga un ir viens no indikatoriem klonu identifikācijai. Tomēr ir daži mātes koki ar niecīgām čiekuru izmēru atšķirībām, tātad papildus nepieciešams izmantot arī citus indikatorus – čiekurzviņu krāsu, formu, sēklu un lidspārņa krāsu un formu. Ne visiem kloniem saglabājušies atbilstošo mātes koku paraugi (etaloni), tas nozīmē, ka nepieciešams salīdzināt klonus savā starpā (vienas plantācijas ietvaros un, lai izslēgtu rupjas kļūdas, starp plantācijām). Rezultātā process ir laik- un darbietilpīgs un ne vienmēr sniedz precīzus rezultātus – kā liecina pētījumi Somijā, kļūdas iespējas izmantojot morfoloģiskos marķierus ir 7% (Jaatinen, 2005-nepublicēti materiāli).

Precīzus rezultātus iespējams iegūt veicot izofermentu elektroforēzi, izoenzīmu analīzi. Šī metode devusi pārlicinošus rezultātus gan Latvijā (Kavacs, 1975, Miķelsone, Janbajevs, 1992), gan Somijā (Pulkkinen, 2006 – personiska komunikācija). Lai gan metode ir lētāka par ģenētisko marķieru izmantošanu un klonu identifikācijas nolūkiem tik pat precīza, tajā pielietotās ķīmikālijas ir bīstamas cilvēku veselībai. Tādēļ, pirms to rekomendēt praktiskiem nolūkiem, būtu nepieciešama plašāka analīze par iespējamiem riskiem un darba drošību.



Precīzākus un ātrākus, taču arī dārgākus rezultātus sniedz ģenētisko marķieru izmantošana. Arī tā ir problemātiska, ja nav pieejams mātes koka ģenētiskais materiāls, taču tad var veikt salīdzināšanu starp viena nosaukuma kloniem vairāku plantāciju un/ vai klonu arhīvu ietvaros vai, iespējams, izmantot attiecīgā pluskoka pēcnācējus. Lai samazinātu tiešās uz selekcijas darbu attiecināmās izmaksas salīdzināšanu, var veikt un marķierus izvēlēties tā, lai rezultāti būtu izmantojami arī citu zinātnisku tēmu risināšanai, piemēram, atsevišķu pluskoku un populāciju radniecības pakāpe (ko var būt svarīgi zināt arī sastādot krustojumu shēmu), Latvijas parastās priedes populācijām raksturīgās specifiskās ģenētiskās pazīmes u.c. Līdzīgi pētījumi, novērtējot ģenētiskās atšķirības starp populācijām un individuāliem kokiem ģenētiskās daudzveidības saglabāšanas un meža selekcijas vajadzībām, jau veikti arī Lietuvā (Žvingila, et al., 2002). Nepieciešamas izvērtēt visus variantus un, ja vien iespējams, izmantot ģenētiskos marķierus klonu identifikācijai pirms nākamajā sezonā plānotās parastās priedes pluskoku krustošanas. Lai atvieglotu darbu, turpmākā selekcijas procesā izmantojamajam materiālam klonu arhīvs jāierīko vienlaikus ar iedzimtības pārbaudēm (potējot uz potcelmiem un stādot vai arī potējot vecu plantāciju koku vainagos, kas veicina agru ziedēšanas sākšanu), lai pēc atlases veikšanas būtu iespējams uzreiz uzsākt krustošanu. Šajā arhīvā iespējams veikt arī ziedēšanas laiku novērojumus, lai katrai sēklu plantācijai atlasītu klonus ar sinchronu ziedēšanu, kas nodrošina augstāku pilno sēklu daudzumu.

Praktiskai krustošanas darbu plānošanai un izpildei nepieciešama informācija par parastās priedes ģeneratīvo ciklu, ko Latvijas apstākļos pētījusi M. Laura (1972, 1973a,b, 1974). Tā galvenās stadijas shematiski atspoguļotas 2.3.1.attēlā.

Jāņem vērā, ka shēmā norādītās dažādās sēklu attīstības fāzes nenotiek vienmēr vienā un tajā pašā laikā – vērojamas gan ģenētisko faktoru noteiktas atšķirības starp kloniem (Laura, 1973a), gan klimatisko apstākļu noteiktas atšķirības starp atsevišķiem gadiem un plantāciju ierīkošanas vietām. Pavasaros, kad temperatūra paaugstinās pakāpeniski, ziedēšanas atšķirības starp agri un vēlu plaukstošiem kloniem ir 10-12 dienas, bet, ja temperatūra paaugstinās strauji – 2-3 dienas. Priežu ziedēšanas laiki pa gadiem atšķiras – siltos – 15.-20. maijā, līdz vēsos, vēlos pavasaros – 5.-10. jūnijā. (Baumanis u.c., 1987). Atšķirības ziedēšanas sākumā starp plantācijām var sasniegt 3-7 dienas, līdz pat 2 nedēļām (Baumanis u.c., 1987, personiski novērojumi). Ja jāveic liels skaits kontrolēto krustojumu starp kloniem, kuri atrodas dažādās plantācijās (arhīvos), vai kuru ziedēšanas laiki nozīmīgi atšķiras, darbu iespējams izpildīt tikai

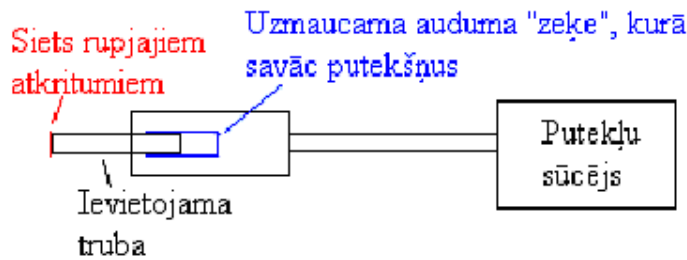
ziedputekšņus ievācot laikus un uzglabājot. Ziedputekšņu ievākšanu var veikt tieši pirms krustošanas sezonas. Tādā gadījumā īsi pirms ziedēšanas savāc 1,5 – 2 m garus zarus ar vīrišķajiem ziedpumpuriem un ievieto siltumnīcā traukos ar ūdeni (temperatūra telpā +20 – +25<sup>0</sup>C, nedrīkst pārsniegt +30<sup>0</sup>C). Ūdeni maina 2 reizes nedēļā un vienlaicīgi nogriež zara resgali 2-5 cm, lai atjaunotu brīvu ūdens kustību zarā. Tieši pirms putekšņu ievākšanas samazina mitrumu siltumnīcā (var pat vispār zarus izņemt no ūdens, lai neiegūtu mitrus putekšņus, kurus vēlāk grūti izžāvēt). Visam zaram uzliek lielu putekšņu savākšanas maisu (var izmantot vienkārši papīra maisus) un, kad sākas ziedēšana, ievāc tajā putekšņus. Putekšņus no maisiem savāc drēbes maisiņos (var izmantot palīgierīci – 2.3.2. attēls) nelielā daudzumā, lai var izvietot plānā kārtā, un žāvē uz čiekuru kaltes sietveida plauktiem 28-29<sup>0</sup>C temperatūrā. Ja ir pieejamas atbilstošas iekārtas, var izmantot arī „žāvēšanu saldējot” (freez-drying), iepriekš putekšņus saberot pudelītēs, ko daļēji noslēdz ar korķi (brīvajai daļai priekšā vate), lai iztvaikotu gaisa mitrums. Pēc žāvēšanas pudelītes cieši aiztaisa un aizvelcē. Optimālais mitrums pēc žāvēšanas – 10-20%, glabāšanas temperatūra -18 – -20<sup>0</sup>C. Ilgstošākai glabāšanai putekšņus ievieto aizvelcētās stikla pudelītēs (Lanteri et al., 1993, Pulkkinen, Jensen –nepublicēti materiāli)

Veģetācijas sezonas	Mēnesis un datums																							
	Aprīlis			Maijs			Jūnijs			Jūlijs			Augusts			Septembris			Oktobris					
	5	15	25	5	15	25	5	15	25	5	15	25	5	15	25	5	15	25	5	15	25	5	15	25
I									1			2		3										
II		4		5	6	7						1												
III	11						12	13	14	15	16													

 - Vīrišķais ģeneratīvais cikls  
 - Sievišķais ģeneratīvais cikls

- 1 - strobilu aizmešanās;
- 2 - mikrostrombilu diferencēšanās sākums;
- 3 - mikrostrombilu diferencēšanās beigas;
- 4 - mikrosporocītu veidošanās;
- 5 - mejoze;
- 6 - I mitotiskā dalīšanās mikrosporās;
- 7 - ziedēšana;
- 8 - sēklzvēģu veidošanās;
- 9 - sēklaizmetņu veidošanās;
- 10 - sievišķā gametofīta veidošanās sākums;
- 11 - sievišķā gametofīta brīvu kodolu stadija;
- 12 - arhegoniju veidošanās;
- 13 - apaugļošana;
- 14 - embrija veidošanās sākums;
- 15 - embrija diferencēšanās;
- 16 - sēklas nobriešana.

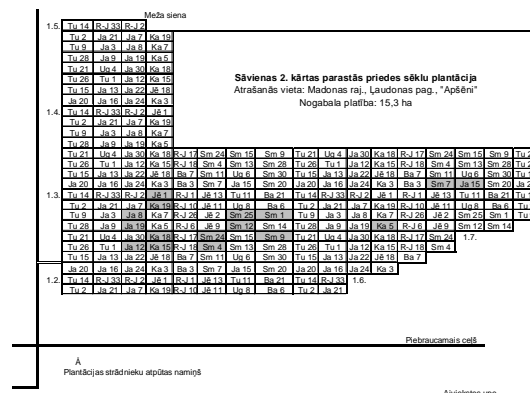
2.3.1. att. Parastās priedes ģeneratīvais cikls (attēls no Laura, 1974)



2.3.2. att. Pielāgota putekšņu savākšanas iekārta

Liela nozīme kontrolētās krustošanas sekmīgā iznākumā (apputeksnēti lielākā daļa ziedu un čiekuros pilnas sēklas) ir precīzam apputeksnēšanas laikam un putekšņu uzpūšanai tieši uz ziediem. Tā kā ziedu izolācijas maisu iekšpusē temperatūra mazliet augstāka kā apkārtējā vidē, var būt, ka ziedi atveras ātrāk. Lai precīzi novērtētu ziedu atvēršanās vietu un atvēršanās stadiju, būtu ieteicams izmantot izolatorus (maisīņus) ar iestrādātu plastikāta „lodziņu”. Konstatēts, ka tādus Eiropā izplata tikai viena firma: PBS International ([www.pbsinternational.co.uk](http://www.pbsinternational.co.uk)). Viena izolatora cena ir 2-3 LVL. Tiek apsvērtas iespējas lētāku izolatoru izstrādāšanai no līdzīga materiāla. Cits variants ir izmantot vienu šādu un pārējos papīra maisus uz katra no kloniem. Tas vienlaikus varētu tikt izmantots novērojumiem par zieda atvēršanās laika atšķirībām izolācijas maisā un uz koka, kā arī sekmīgi apputeksnēto ziedu skaitam (respektīvi, vai ir nozīme ziedus redzēt apputeksnēšanas laikā, vai arī iepūstais putekšņu mākonis ir pietiekams to apputeksnēšanai jebkurā gadījumā). Literatūras studijas un sarakste ar citu valstu selekcionāriem liecina, ka ziedu izolācijai priekšā iespējams izmantot arī nelielus plastmasas stobriņus (katrā ievietojot vienu ziedu), taču tas nav piemērots paņēmieni liela čiekuru skaita iegūšanai.

Šajā gadā metodikas aprobācijai veikta krustošana tikai vienā sēklu plantācijā, vienā blokā (2.3.3. attēls). Sākotnēji izveidotu krustojumu kombināciju saraksts (2.3.1. tabula). Redzams, ka daļa no nerealizētajām kombinācijām (9) tādas ir tādēļ, ka attiecīgais klons nav izvēlētajā sēklu plantācijas blokā. Ņemot vērā, ka krustošanai galvenais nolūks šogad ir metodikas aprobācija, nolemts šos klonus neiekļaut (citos blokos nemeklēt). Ja kāds klons nav devis pietiekami daudz (vai nemaz) putekšņus, vai kā tēva koks nav bijis pārstāvēts attiecīgajā blokā, krustojums izmainīts, aizstājot to ar citu tēva koku (14). Krustošana nebija iespējama 5 gadījumos, jo mātes koks bijis vai nu ar ļoti maz ziediem (nepietiek vairāk kā 1 kombinācijai), vai arī vēlū plaukstošs.



2.3.3. att. Plantācijas shēma ar atzīmētiem kloniem, kuriem veikta kontrolētā krustošana

Izolācijas maisi uzlikti 26.05. Izolatori uzlikti, kad sievišķie ziedi redzami dzinumu galā un atsevišķiem makrostrobiliem gali dienvidu pusē sākuši sārtoties. Uzlikti pa 2 izolācijas maisiem katrai krustojumu kombinācijai. Nākamajā gadā nepieciešamo maisu skaitu jāplāno, ņemot vērā šī gada rezultātus un literatūras datus par krustošanas iznākumu, kā arī nepieciešamo sēklu skaitu. Izolācijas maisus jācenšas izvietot uz atsevišķi stāvošiem, uz augšu vērstiem zariem – tad tie nebojājas, vējā beržoties gar citiem zariem, kā arī pa zaru



tekošais lietus ūdens neiekļūst maisā (nesamitrina putekšņus un nepadara maisu smagu). Vēlams izolāciju veikt uz zariem, ko var aizsniegt no zemes (ar roku vai „ķeksīti”), jo, ja puteksnējot jākāpj kokā, darbs aizņem vairāk laika (2.3.4. attēls). Taču jāņem vērā arī nepieciešamais ziedu skaits – galotnē sievišķo ziedu ir vairāk un uz augšu stāvošus zarus atrast vieglāk.



2.3.4. att. Ziedu izolācija kontrolētās krustošanas vajadzībām  
Attēla centrā – klons Ka19, kurš vairākos pēcnācēju pārbaužu stādījumos bija starp labākajiem un arī zied bagātīgi

Putekšņi ievākti 29.05. Lai nodrošinātu augstu putekšņu vitalitāti, tos nedrīkst ievākt pārāk negatavus. Šogad papīra izolācijas maisos vākti tikai to vecāku koku vīrišķie ziedi, pa kuriem uzsitot izlido putekšņi. Nav nepieciešams liels daudzums vīrišķo ziedu (3-4 saujas), lai iegūtu pietiekamu materiālu 4 kombināciju apputeksnēšanai. Putekšņus vislabāk žāvēt sausā, saulainā vietā, plānā kārtā 2-3 dienas, vai, ja telpās, tad  $\sim 25^{\circ}\text{C}$  temperatūrā (Baumanis u.c., 1987). Ja putekšņi ir zemas kvalitātes vai pēc uzglabāšanas, nepieciešama to dīgtspējas pārbaude. Eksperimentāli vēlams arī novērtēt dīgtspējas saglabāšanās laiku, glabājot aizvākotā mēģenē ledusskapī un dīgtspēju dažādā vīrišķā zieda gatavības pakāpē ievāktiem putekšņiem. Sausie putekšņi izsijāti un sabērti marķētās mēģenēs.

Pirmā puteksnēšana veikta 2.06., kad sievišķajiem strobiliem segzvēņas atvērušās (2.3.5. attēls). Puteksnēšana veikta ar šļirci, izdurot cauri maisam, izdarot 2-3 „pūtienus” (nepieciešamas ievadīt 1-2 ml putekšņu), caurumu pēc tam aizlīmējot ar līmlenti un maisu marķējot. Konstatēts, ka labāk izmantot 20 ml šļirci, kam virzulis galējā atvērtā stāvoklī mazliet aizķeras (lai paraujot par stipru neizbirst visi putekšņi). Speciāli apputeksnējamie pulverizatora baloniņi, kādus izmanto Somijā un Dānijā, deva mazāku putekšņu plūsmu un nebija tik ērti lietošanā kā šļircs, tādēļ, kamēr nav uzsākta putekšņu glabāšana ampulās, tos izgatavot/iegādāties nav lietderīgi.

Atkārtota puteksnēšana veikta 6.06., lai apputeksnētu vēlāk atvērušos ziedus/klonus. Sievišķajiem strobiliem segzvēņas ir atvērušās 3-4 dienas. Šajā laikā var veikt atkārtotu puteksnēšanu. Ja pietrūkst materiāla, var zaru ar izolācijas maisu sapurināt, lai pirmajā reizē iepūstie putekšņi atkārtoti paceļas gaisā. Jāņem vērā, ka starp abām apputeksnēšanas reizēm, kā arī gadījumos, kad starp kloniem ir novērojamas ziedēšanas laika atšķirības, nepieciešams putekšņus uzglabāt slēgtā traukā sausā, vēsā vietā. Būtu nepieciešama papildus informācija par to dīgtspējas saglabāšanos un iespējamo glabāšanas ilgumu, optimālajiem apstākļiem.





2.3.5. att. Sievišķo strobilu izskats, veicot pirmo apputeksnēšanu

Izolācijas maisi noņemti un zari marķēti 12.06. To jādara aptuveni 7-10 dienas pēc apputeksnēšanās, kad sievišķo ziedu segzvīņas sakļāvušās un zari noliekušies uz leju (2.3.6. attēls). Jāņem vērā, ka ziedēšanas laiks sakrīt ar koku intensīvu dzinumu augšanu, tādēļ jālieto samērā lieli maisi, atstājot pietiekami daudz brīvas vietas. Pretējā gadījumā dzinumi pret maisa galu atliecas un to galos esošie ziedi var tikt noberzti. Pēc izolācijas maisu noņemšanas zarus nepieciešams marķēt – katram ar stiepli piesiets folija gabals ar krustojumu kombinācijas numuru (ilgzturīgs marķējums, kā tas pierādījies pēcnācēju pārbaužu stādījumos) un marķējamā lente vieglākai zara atrašanai (2.3.7. attēls). Marķējumam jābūt pietiekami spilgtam arī tādēļ, lai, plantācijās ievācot ražu vai veidojot vainagu, nejauši netiktu novākti čiekuri/nogriezts zars, rezultātā zaudējot krustošanā ieguldīto darbu un laiku. Izolācijas maisus noņemot, konstatēts, ka 13 no tiem (~15% no kopskaita) bojāti. Pat ja bojājums bija neliels, maisos konstatēti 1-3 (2 gadījumos – visu) sievišķo ziedu apputeksnēšanās. Šie fakti jāņem vērā, plānojot nākamā gada krustošanu.



2.3.6. att. Sievišķo strobilu izskats laikā, kad jānoņem izolācijas maisi

Krustošanas rezultātu inventarizācija 20.06. Konstatēts, ka vienā izolācijas maisā - ar izmēru 25 x 50 cm - apputeksnējušies vidēji 8 ziedi (rezultāts variē no 1 līdz 19), no vidēji 9 (9-14) tajā ievietotajiem ziediem. 60% gadījumu krustojumu kombinācijai (sākotnēji 2 izolācijas maisi) konstatēti 10 un vairāk čiekuru aizmetņi. Sievišķo ziedu uzskaites kļūda, novērtējot tos izolācijas brīdī, ir 2-3 ziedi. Aptuvenās apputeksnēšanas sekmes – 65% no sākotnējā ziedu skaita.



2.3.7. att. zaru, uz kuriem veikta kontrolētā krustošana, marķējums

Kad noteikts pēcnācēju pārbaudēm nepieciešamais stādu skaits katram kontrolētajam krustojumam, jāizvēlas apputeksnējamo ziedu daudzums tā, lai droši būtu iespējams iegūt nepieciešamo vairumu sēklu. Jāņem vērā, ka potenciāli iegūstamo sēklu daudzuma samazināšanās notiek vairākos etapos:

- 1) bojātie vai pilnībā neapputeksnējušies ziedi, kas lielākoties nobirst ~ 1 mēneša laikā pēc krustošanas (Laura, 1977);
- 2) ja čiekura aizmetnī daļa sēklu ir neapputeksnētas, tad ~ 2 mēnešus pēc ziedēšanas tās deģenerējas – nobriedušā čiekurā būs neattīstītas sēklas – nelielas, brūnas sausas piciņas ar lidspārnu (Laura, 1974);
- 3) ja kaut kādu iemeslu dēļ nenotiek apaugļošanās (nākamajā gadā pēc ziedēšanas, jūnijā/jūlijā), tad veidojas tukšas sēklas.

Kopējam aprēķinam jāpievieno arī nepieciešamā nodrošināšanās pret varianta zaudēšanu izolācijas maisa bojājumu dēļ, kā arī iespēja nepieciešamības gadījumā mainīt koka „lomu” (respektīvi, izmantot to nevis kā mātes koku, bet kā tēva koku).

Pirmo etapu (nobirušos ziedus) iespējams viegli novērtēt un nepieciešamības gadījumā veikt atkārtotu (papildus) krustošanu nākamajā pavasarī. Laura (1977) konstatējusi, ka jau uzreiz pēc ziedēšanas (jūlija beigās) notikusi nozīmīgākā atmiršana – saglabājušies vidēji 83% sākotnējo strobilu (kas ir vairāk kā šajā gadā veiktajā eksperimentā). Kā iespējamie strobilu nobiršanas cēloņi minēti: neapputeksnēšanās (atsaucoties uz citiem pētījumiem – ja strobilā neapputeksnēti paliek 16-22 sēklaizmetņi, tas nobirst), kā arī barības vielu trūkums (konkurējot par resursiem ar veģetatīvajiem dzinumiem un nākamā gada čiekuriem).

Nozīmīgas grūtības sagādā 2. un 3. etaps. Jāapsver iespēja atkārtotu krustošanu (1 izolācijas maisu) nākamajā gadā veikt visiem krustojumiem, vai metodika, kā izlases veidā pārbaudīt sēklaizmetņu stāvokli un savlaicīgi konstatēt atkārtotas krustošanas nepieciešamību. Viens no galvenajiem iespējamajiem tukšo sēklu veidošanās cēloņiem ir pašappute (Laura, 1977), kas šajā gadījumā ir izslēgts, tātad atšķirībām starp atlikušo čiekuru aizmetņu skaitu pēc 1. etapa un kvalitatīvo, nobriedušo čiekuru skaitu nevajadzētu būt lielām. Tas saskan ar Lauras (1977) un Dreimaņa pētījumu rezultātiem.

Ievērojami zemākus rādītājus darbā ar parasto priedi konstatējuši Baumanis u.c. (1987): no apputeksnēto strobilu skaita attīstījušos čiekurus izdevies iegūt 16-52% gadījumu, pilno sēklu skaits čiekurā variē no 8 līdz 18. Vienlaikus norādīts, ka krustošanas rezultāti ir labāki, ja to veic bagātīgas ziedēšanas gadā. Rezultāti dažādos pētījumos par pilno sēklu skaitu




čiekurā ir nedaudz atšķirīgi: 20 (Prescher et al., 2006), 17-32 (Laura, 1977), 17-21 (Almqvist, Pulkkinen, 2006), 18,8-26,6, lielā mērā atkarībā no apgaismojuma intensitātes (Spalviņš u.c., 1985). Arī tie jāņem vērā, plānojot nepieciešamo izolējamo ziedu daudzumu.

### 2.3.1. tabula

Plānoto un veikto krustojumu kombināciju saraksts

Sākotnēji plānotais		♂
♀	♂	aizvietots
Ja12	Ka3	
Ja15	Sm4	Ja8
Ja19	Sm30	Ka15
Ja19	Ja18	Sm25
Ja19	Ja6	Ja12
Ja19	Ja22	
Ja22	Ka18	N
Ja22	Sm9	N
Ja30	Sm12	N
Ja8	Je9	N
Ja8	Sm17	Ka15
Ja8	Ka3	
Ja8	Ja12	
Jē1	Ja19	N
Jē1	Ja30	Ja22
Jē1	Sm30	N
Ka15	Ja16	Sm9
Ka15	Je9	Ka19
Ka18	Sm9	
Ka18	Sm7	
Ka18	Sm25	
Ka19	Jē1	
Ka19	Sm1	
Ka19	Ja19	
Ka19	Ja30	Ja15
Ka19	Ja5	Sm9
Ka19	Sm12	
Ka19	Ja12	Ja22
Ka19	Sm25	
Ka5	Ja15	
Ka5	Sm4	Ja8
Sm1	Ka19	
Sm12	Ka3	
Sm24	Ka15	
Sm24	Ja16	Ja12
Sm24	Je9	Ka19
Sm25	Ka5	
Sm25	Ja15	
Sm4	Sm24	
Sm4	Ka15	
Sm7	Ka5	
Sm7	Ja15	
Sm9	Sm7	
Sm9	Sm25	
Ja5	Sm12	N
Ja5	Ja12	N
Ja5	Sm1	N
Ja18	Ja6	N
Ja6	Ja22	N
Sm30	Ja18	N
Sm30	Ja6	N
Ja30	Sm17	N
Jē1	Ja18	N

#### Apzīmējumi:

-  vēlū ziedošs
-  nepietiekams ziedu skaits
-  nav attiecīgajā plantācijas blokā
- N nerealizētās kombinācijas

Ņemot vērā, ka kontrolētajiem krustojumiem nav svarīgi, kurš no kokiem būs mātes un kurš tēva koks, nepieciešams uzlikt vairāk ziedu izolācijas maisus (un ievākt putekšņus) kā pēc shēmas nepieciešams. Ja kādam no konkrētā krustojuma kokiem, vai pēc ranga tuvu esošiem kokiem, būs neizteikta vīrišķā/sievišķā ziedēšana, shēmu varēs revidēt un krustošanas darbu nevajadzēs atlikt uz nākamo gadu. Jācenšas potenciālo ziedēšanu novērtēt cik agri vien iespējams, lai shēmu varētu revidēt laikus. Jāņem vērā, ka klons, kurš nezied vienā plantācijā, var būt zied citā un krustošanas darbu var veikt tur. Cik iespējams, krustošanas darbu jāveic vienas plantācijas ietvaros (vieglāk, ātrāk, vieglāk apsekot turpmākos 2 gadus līdz ražai), taču, ja kādus no krustojumiem neizdodas laikā realizēt (vai ir ziedēšanas laiku nobīdes), jānovērtē, vai nevar izmatot ziedēšanas laiku atšķirības starp plantācijām sekmīgai krustojuma veikšanai.

## 2.4. Apšu hibridizācija

Veikta apšu hibridizācija uz nogrieztiem zariem, izmantojot J. Smilgas aprobētās tehnoloģijas.

Apsekojot apšu sēklu plantācijas Katlešos un Kalsnavā, konstatēts, ka ziedēja tikai divas vīrišķās apses (parastās apses kontrolētie pluskoku krustojumi), tādēļ aprīļa sākumā veikta ziedošu apšu pluskoku atlase mežaudzēs. Šogad ziedēšanas intensitāte bija zema, ziedēja pārsvarā mežmalās un atklātās vietās augošie koki, kuri parasti neatbilst pluskokam izvirzītajiem kritērijiem. Ilgstošas meklēšanas rezultātā atlasīti 4 ziedoši vīrišķie pluskoki Balvu (Žiguri), Rīgas (Olaine), Ogres (Suntažu) un Aizkraukles (Skrīveri) rajonu mežaudzēs.

No atlasītajiem ziedošajiem vīrišķajiem kokiem ievākti zari ar ziedpumpuriem. Pēc ienešanas telpās, 2 līdz 3 dienu laikā atplauka spurdzes ar putekšņiem. Putekšņi ievākti, iztīrīti un izžāvēti. Pēc žāvēšanas daļa putekšņu izmantoti apputeksnēšanai, atlikušie ievietoti hermētiski noslēgtos traukos ilgstošai uzglabāšanai -18°C. Šādu putekšņu uzglabāšanas metodi pielieto arī Somijas mežzinātnes institūtā "Metla", atvieglojot krustošanas procesu, jo putekšņi ir viegli pieejami jebkurā laikā un pavasarī nav jāuztraucas par to, vai vīrišķie apšu kloni zied.

Par sievišķo mātesaugu hibridizācijā pielietota Amerikas apse no Skrīveru dendrārija, kas šogad ziedēja bagātīgi.

No 6 krustošanas kombinācijām izdevās 5, no kurām ievāktas sēklas, kuras iesētas MPS eksperimentālajā kokaudzētavā. Izaudzēti 5 ģimeņu 180 hibrīdo apšu stādi.

## 2.5. Melnalkšņa ziedēšanas fenoloģiskie novērojumi, literatūras apskats par melnalkšņa selekciju

Melnalkšņa ziedēšanas fenoloģijas novērojumi veikti 1976. gadā ierīkotā Olaines sēklu plantācijā. Neskatoties uz vēsu pavasara sākumu un tam sekojošo straujo temperatūru kāpumu, nozīmīgas atšķirības starp kloniem ziedēšanas laikā netika novērotas. 15.04. ziedēšana sākusies: vīrišķās spurdzes ir 2-8 cm garas, sievišķās vēl nav atvērušās putekšņu uzņemšanai. 26.04. sievišķās spurdzes ir putekšņu uzņemīgas. 01.05. ziedēšana beigusies, vīrišķās spurdzes nobirušas. Tā kā nākošajā gadā plānots veikt papildus novērojumus, svarīgi atzīmēt, ka melnalkšņu ziedēšanas periods ir tikai mazliet nobīdīts salīdzinājumā ar apses un lazdu ziedēšanu. Dabiskos apstākļos tas ir vēlāk par lazdām, bet ātrāk par apsēm.

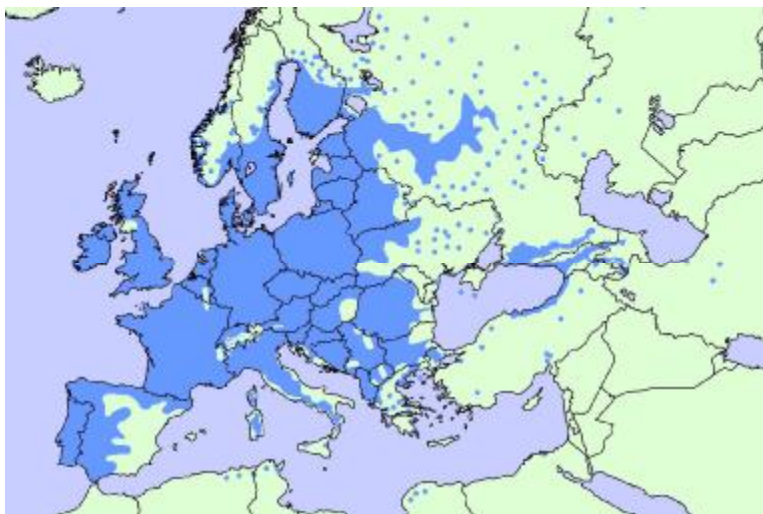
Pētījumi par melnalksni Latvijā un citviet Eiropā veikti pagājušā gadsimta piecdesmitajos – sešdesmitajos gados. Interese par to, tāpat kā citām lapu koku sugām, atjaunojusies deviņdesmito gadu sākumā. Latvijā veikti atsevišķi pētījumi par koksnes īpašībām, ierīkoti dažādas biežības stādījumi lauksaimniecības zemēs, kā arī veikta pluskoku atlase un pēcnācēju pārbaužu stādījumu ierīkošana.

Sagatavots apraksts par melnalkšņa izplatību, apskatīta atšķirība starp proveniencēm un populācijām, kā arī iespējamā izmantošana saistībā ar koksnes īpašībām un šo īpašību ģenētiskā nosacītība. Literatūras apskatu jāturpina nākošajā gadā, aprakstot sugas bioloģiskās



īpatnības (produktivitāti, mijiedarbību ar augsni, iespējamo kaitēkļu un slimību riskus) un iespējamus ieguvumus no selekcijas darba.

### 2.5.1. Izplatība



2.5.1. att. Melnalkšņa (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) izplatības karte (Kajba, Gračan, 2003)

Suga satopama visā Eiropas teritorijā (2.5.1. att.), Ziemeļāfrikā, daļā Āzijas un Rietumsibīrijā, introducēta un izplatījusies arī Ziemeļamerikā – ASV ziemeļaustrumu daļā un Kanādas piejūras apgabalos (Funk, 1992). Blīvākais melnalkšņa audžu izvietojums ir Ziemeļaustrumvācijā un Ziemeļpolijā, Baltijas valstīs, Baltkrievijā un Ukrainā (Priedītis, 1997). Izplatības reģionu Eiropā limitē temperatūru summa (vismaz 6 mēnešu bezsala periods) ziemēlos un nokrišņu daudzums (vismaz 500 mm gadā) dienvidos. Optimālais nokrišņu daudzums 800 – 860 mm gadā (Kajba, Gračan, 2003).

Zviedrijā melnalkšņa mežaudžu krāja ir 9,2 milj. m<sup>3</sup>, jeb 0,3% no kopējās (Johansson, 1999), Somijā 1,3 milj. m<sup>3</sup> (Kärki, 1999).

Eksperimentālajā stādījumā, kur pārstāvētas 48 proveniences no dažādiem Eiropas reģioniem, konstatēts, ka to plaukšana notiek relatīvi vienlaicīgi (atšķirības nepārsniedz 2 nedēļas, lielākajai daļai provenienču 4 dienas). Turpretī gala pumpura formēšanās datums cieši korelē ar izcelsmes vietas ģeogrāfisko platumu. Izmantotā veģetācijas perioda garums proveniencēm variē no 96 līdz 155 dienām (Baltijas valstu un Somijas proveniencēm – 96 – 127 dienas). Konstatēts arī, ka kopējais augstuma pieaugums vāji korelē ar izmantotā veģetācijas perioda ilgumu un ir vairāk saistīts ar augšanas intensitāti (DeWald, Steiner, 1986). Citas alkšņu sugas (*Alnus sinuata* Rydb.) stādījumā konstatēts, ka, jo vairāk uz ziemeļiem (vai īsāka veģetācijas sezona) ir materiāla izcelsmes vieta, jo īsāks tā izmantotā veģetācijas perioda ilgums un augstāka fotosintēzes intensitāte, taču korelācija starp izcelsmes vietas ģeogrāfisko platumu un fotosintēzes intensitāti nav cieša ( $r=-0,60$ ) (Benowicz, et al., 2000).

Analizējot atsevišķas melnalkšņa populācijas ar ģenētisko marķieru palīdzību konstatēts, ka pastāv nozīmīgas atšķirības to allēļu frekvencē. Taču lielākā daļa no kopējās ģenētiskās daudzveidības pārstāvētā katrā populācijā un tikai neliels procents – kā atšķirība starp tām (Gömöry, Paule, 2002). Līdzīgus rezultātus ieguvuši Pliūra un Kundrotas (2002), analizējot 17 Lietuvas melnalkšņa populāciju atsevišķu koku pēcnācēju pārbaužu stādījumus 3 eksperimenta vietās. Konstatēts, ka koku augstuma un salciētības dispersijā būtiska daļa ir tikai ģimenes un ģimenes x stādījuma vietas mijiedarbības ietekmei, bet ne populācijas ietekmei. Populācija un tās mijiedarbība ar stādījuma vietu savukārt ir būtiska, nosakot pumpuru plaukšanas laiku. Koku caurmēru dispersijā ģimenes un populācijas faktoram konstatēta līdzīga daļa. Autori norāda, ka melnalkšnim raksturīga augsta fenotipsikā

plasticitāte – ģenētiski noteikta spēja pielāgoties dažādiem vides apstākļiem. Bez tam nozīmīgāka pazīmju variācija ir starp ģimenēm populācijas ietvaros, nevis starp populācijām. Netika arī konstatēts, ka lokālās populācijas būtu labāk piemērotas noteiktiem (stādījuma vietas) apstākļiem kā tālāk pārvietotās.

### 2.5.2. Koksnes īpašības

Melnalksni izmanto enerģētiskās koksnes ieguvei (DeWald, Steiner, 1986, Johansson, 1999) un kā finierrūpniecības izejvielu (Aydin, Colakoglu, 2005). Koksne ir viegli apstrādājama un dekoratīva, tādēļ to bieži lieto arī mēbeļu un apdares materiālu izgatavošanai.

Ņemot vērā šīs koku sugas juvenīlo ātraudzību un spēju piesaistīt slāpekli, melnalksni bieži vien izmanto arī karjeru un degumu rekultivācijai, kā arī kā segaudzi salnu apdraudētās teritorijās.

Analizējot koksnes mehāniskās īpašības, Lei u.c. (1997) norāda, ka *Alnus rubra* ātraudzība (vērtēta kā gadskārtas platums) nenosaka koksnes elastības moduļa, stiepes izturības un blīvuma rādītājus. Tas nozīmē, ka selekcijas darba rezultātā iespējams atlasīt ātraudzīgus klonus ar augstu koksnes blīvumu. Turcijā konstatētais melnalkšņa koksnes blīvums ir vidēji  $0,479 \text{ g*cm}^{-3}$ , parastajai priecī šajā pašā pētījumā konstatētais –  $0,464 \text{ g*cm}^{-3}$  (Malkoçoğlu, Özdemir, 2006). Autori norāda, ka citos pētījumos šo kokus sugu koksnes blīvumi bijuši attiecīgi  $0,503$  un  $0,520 \text{ g*cm}^{-3}$ . Chow et al. (1999) norāda, ka melnalkšņa koksne blīvums variē no  $0,45$  līdz  $0,48 \text{ g*cm}^{-3}$  juvenīlā stadijā (4 gadu vecā plantācijā) un ir vidēji  $0,49 \text{ g*cm}^{-3}$  60 gadus veciem kokiem. Tas apliecina iepriekš izvirzīto secinājumu, ka selekcijas darbs, atlasot īpatņus ar augstāku koksnes blīvumu var būt rezultatīvs. Melnalkšņa koksnes vidējā blīvuma pieaugumu no  $0,421$  līdz  $0,436 \text{ g*cm}^{-3}$ , palielinoties koka vecumam no 5 līdz 11 gadiem, konstatējušas Klevinska un Bikova (1999).

Analizējot koksnes ķīmisko sastāvu Chow et al. (1999) norāda, ka juvenīla melnalkšņa īpašības (koksnes sadegšanas enerģija, pelnu sastāvs) piemērotas tā efektīvai izmantošanai enerģētiskā. Celulozes un lignīna elementu sastāvs liecina par perspektīvām izmanto koksni kā ķīmiskās un papīrrūpniecības izejvielu. Arī Latvijā veikti pētījumi par alkšņu sugu koksnes ķīmiskajām (hemicelulozes) īpašībām atkarībā no koku vecuma (Bikova, Treimanis, 2002).

Analizējot koksnes struktūru un krāsu Aydin un Colakoglu (2005) norāda uz tās plašo vides apstākļu un ģenētisko faktoru noteikto variāciju. Tātad ar selekcijas metodēm iespējams veikt koksnes uzlabojumus kvalitatīva finierkluču sortimenta izaudzēšanai.



## 2.6. Hibrīdapšu klonu koksnes mehānisko īpašību izpēte

Koksnes patēriņš ar katru gadu pasaulē pieaug un aktuāli kļūst ātri atjaunojamie koksnes resursi. Tādēļ meža selekcijā jau ilgstoši strādā pie augstražīgu koku šķirņu izveides ar noteiktām koksnes īpašībām. Hibrīdās apses koksni lielākoties izmanto papīrrūpniecībā augstvērtīga papīra ražošanai. Bet vēsturiski to pielietoja ļoti dažādi, sākot ar jumta skaidu gatavošanu un beidzot ar būvkonstrukcijām. Tāpēc ir lietderīgi noskaidrot augstražīgu hibrīdapšu koksnes mehāniskās īpašības, jo tas ļautu izmantot šo koksni arī citiem mērķiem. Koksnes mehāniskās īpašības parasti saprot kā koksnes izturību liecē un spiedē.

### 2.6.1. Metodika

Lai pārbaudītu koksnes mehāniskās īpašības, Iecavas hibrīdo apšu iedzimtības izmēģinājumu stādījumā no katra klona nozāģēja 1-3 paraugkokus, sagarumojot tos vienu metru garās sekcijās. Pirmo nogriezni turpmākajos pētījumos nelietoja, jo tas vissliktāk raksturo koksnes īpašības. No iegūtajiem nogriežņiem izgatavoja paraugu sagataves un izžāvēja līdz 8% -10% mitrumam. Pēc žāvēšanas izzāģēja paraugus atbilstoši nepieciešamajiem izmēriem.

Stiprību spiedē noteica pēc DIN 52185 Prufung von Holz. Bestimmung der Druckfestigkeit parallel zur Faser.

#### **Parauga sagatavošana:**

parauga pretējās malas - savstarpēji paralēlas;

parauga perpendikulārās malas - veido taisnu leņķi.

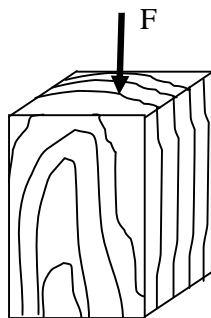
#### **Parauga izmēri:**

garums -  $20 \pm 1$  mm;

platums -  $20 \pm 1$  mm;

augstums - 30 mm.

Spēka F pielikšanas virziens (2.6.1. att.):



2.6.1. att. Parauga slogošanas virziens

Stiprību liecē noteica pēc DIN 52186 Prufung von Holz. Biegeversuch.

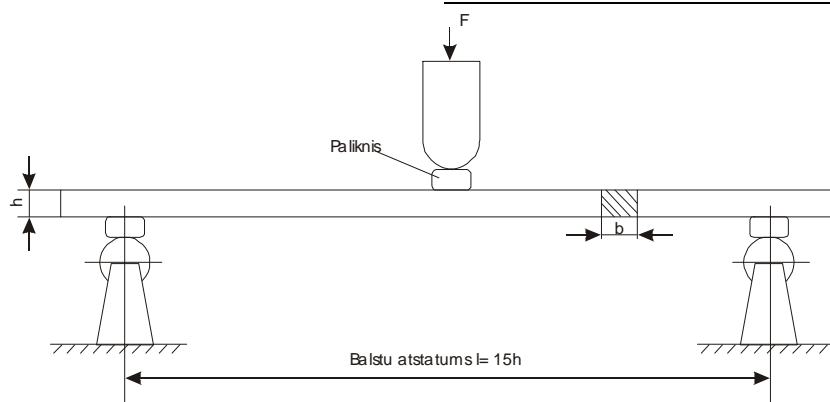
#### **Paraugu izmēri:**

augstums -  $h = 20 \pm 1$  mm;

platums -  $b = 20 \pm 1$  mm;

garums -  $l = 360$  mm.

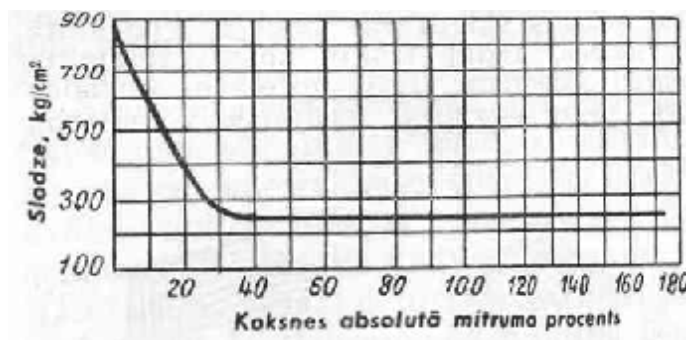
Koksnes mehāniskās stiprības pārbaudes veica saskaņā ar Vācijas standartu DIN 52186 ar spēka pielikšanu vienā punktā (2.6.2. att.).



2.6.2. att. Paraugu slogošanas shēma, slogojot ar spēka pielikšanu vienā punktā, pēc standarta DIN 52 186 prasībām

### 2.6.2. Faktori, kas ietekmē koksnes izturību liecē un pretestību spiedē šķiedru virzienā

Vienai un tai pašai koku sugai spiedes stipruma robeža jeb koksnes pretestība spiedē stipri svārstās. Pētījumi rāda, ka samazinoties koksnes mitrumam, spiedes stipruma robeža palielinās. Spiedes stipruma robeža mainās maz, līdz koksnes mitrums samazinās līdz šķiedru piesātinātības punktam (23-30%). Koksnes mitrumam samazinoties tālāk līdz absolūti sausam stāvoklim, spiedes stipruma robeža palielinās ļoti ātri (2.6.3.att.).



2.6.3. att. Koksnes izturības izmaiņas slodzē  $\text{kg/cm}^2$  atkarībā no koksnes mitruma

Līkne, kas attēlo spiedes stipruma robežas izmaiņas atkarībā no koksnes mitruma, rāda, ka spiedes stipruma robeža visstraujāk pieaug no 15% liela ūdens satura koksne līdz absolūti sausam koksnes stāvoklim.

J.Smilga (1988) ir noskaidrojis, ka Latvijas apstākļos pastāv cieša korelācija starp koksnes blīvumu un spiedi, stiepi, skaldi paralēli šķiedrām un statisko lieci. Parastās apses koksnes blīvums variē atkarībā no augšanas apstākļiem ( $392 \text{ kg/m}^3$  līdz  $500 \text{ kg/m}^3$ , vidēji  $446 \text{ kg/m}^3$ ). Pētījumos ar dažādu papeļu sugu koksni Vācijā konstatēts, ka sliktākos apstākļos augušu koku koksnei ir zemāka pretestība spiedei. Latvijā piecdesmitajos gados veiktajos pētījumos secināts, ka vērī apses koksnes mehāniskās īpašības ir par 10-25% labākas nekā gāršā. Konstatēts, ka apses koksnes mehāniskās īpašības dažādos Latvijas reģionos nav vienādas (J.Smilga 1968). Apses koksnes blīvums un citas mehāniskās īpašības mainās atkarībā no koka vecuma, ekoloģiskajiem un iedzimtības faktoriem, kā arī viena stumbra robežās. Vislielākais koksnes blīvums parastajai apsei ir dzīvā vainaga daļā (Kārki 2001). Koksnes blīvums ir lielāks tuvāk mizai, tuvojoties serdei tas samazinās, tā notiek aptuveni līdz 12 metriem. No 12 līdz 15 metriem koksnes blīvums virzienā no serdes uz mizu praktiski nemainās (Kārki 2001). Līdzīgi koksnes blīvums mainās arī hibrīdās apses stumbrā (Herajārvi, Junkkonen 2006). Koksnes blīvums korelē ar dažām morfoloģiskajām pazīmēm: parastajai eglei (*Picea abies*, Skroppa et al., 1999), Menziesas duglāzijai (*Pseudotsuga menziesii*) koksnes blīvums pozitīvi korelē ar augšanas ātrumu. Negatīva korelācija starp koksnes blīvumu un augšanas pazīmēm ir melnajai priedei (*Pinus nigra*, Zhang and

Morgenstern, 1995) un asajai eglei (*Picea glauca*, Corriveau et al., 1991). Vāja pozitīva korelācija starp koksnes blīvumu un augšanas ātrumu ir konstatēta hibrīdam *Populus x euroamericana*. Nenožīmīga negatīva korelācija starp koksnes blīvumu un augšanas ātrumu ir konstatēta arī Amerikas apsei (*Populus tremuloides*, Yanchuk et al., 1984). Pētījumos par hibrīdo apsi (*Populus tremula x P. tremuloides*) produktīviem kokiem konstatēts nedaudz zemāks koksnes blīvums (Ilstedt and Gullberg, 1993).

Dažos pētījumos (Bonnemann, 1980) tiek uzskatīts, ka kodolkoksne ir smagāka par aplievas koksni. Juvenīlai koksnei (to veido nenobriedis kambijs) parasti ir mazāks koksnes blīvums nekā nobriedušai koksnei. Parasti skuju kokiem juvenīlās koksnes daudzums kodolkoksnē ir nenožīmīga daudzumā. Atšķirības starp kodolkoksni un aplievas koksni *Populus* ģints *Leuce* sekcijai, kurā ietilpst gan Amerikas, gan parastā apse ir aptuveni 5% (T. Kärki, 2001).

Koksnes gadskārtā vēlinās un agrīnās koksnes daudzums ir atkarīgs no ģenētiskajām īpašībām, klimatiskajiem faktoriem, veģetācijas perioda ilguma, kā arī no augsnes auglības. Tiek uzskatīts, ka skuju kokiem koksnes blīvums palielinās, gadskārtu platumam samazinoties, bet lapu kokiem otrādi - samazinās. Šī sakarība ir izteikta lapu koku sugām ar aplocē grupētām traheīdām, bet mazāk zīmīga sugām ar izklienātām. Apse ir koku suga ar izklienātām izvietotām traheīdām, tādejādi gadskārtas platums maz nosaka apses koksnes blīvumu. Blīvumu ietekmē vēlinās koksnes daudzums gadskārtā (Vaņins, 1950).

Celulozes rūpniecībā augstāk tiek vērtētas koksnes šķiedras īpašības nekā koksnes blīvums. Tas ir tāpēc, ka koksnes blīvums nenosaka kvalitatīva papīra iznākumu (Ranua, 1996). Šķiedras garums ir koksni raksturojošs rādītājs. Modernās Somijas papīrfabrikās ražo augstvērtīgu papīru no parastās apses. Ātri augošie kvalitatīvie hibrīdās apses kloni var izraisīt pastiprinātu interesi par to audzēšanu un radīt interesi investēt to tālākai izpētei (Q.Yu et al. 2001).

Viegli ir atlasīt klonus, kuri ir fenotipiski pārāki un ar labām koksnes fizikālām īpašībām. Tomēr jāatceras, ka selekciju nevar virzīt vienas pazīmes virzienā, jo, piemēram, palielinot tikai šķiedru skaitu, samazinās produktivitāte. Tāpēc selekcijas programmā ir jāizvērtē visas korelācijas, arī to nelabvēlīgā ietekme uz kādu no pazīmēm.

### 2.6.3. Rezultāti, spiede

Koksne daudzos gadījumos ir pakļauta spiedes spēku iedarbībai. Piemēram, pāļos kolonās, būvkonstrukcijās.

Koksnes pretestību spidei nosaka kā pretestību graužošanai. Attiecinot to uz šķērslaukuma vienību, to sauc par spiedes stipruma robežu. Koksnes stipruma robežu aprēķina pēc formulas:

$$D = P_{\max} / F \quad (1)$$

Kur:

- $P_{\max}$  - graužošanai slodze kg,
- $F$  - parauga šķēsgriezuma laukums  $\text{cm}^2$ ,
- $D$  - koksnes pretestība spidei  $\text{kg/cm}^2$ .

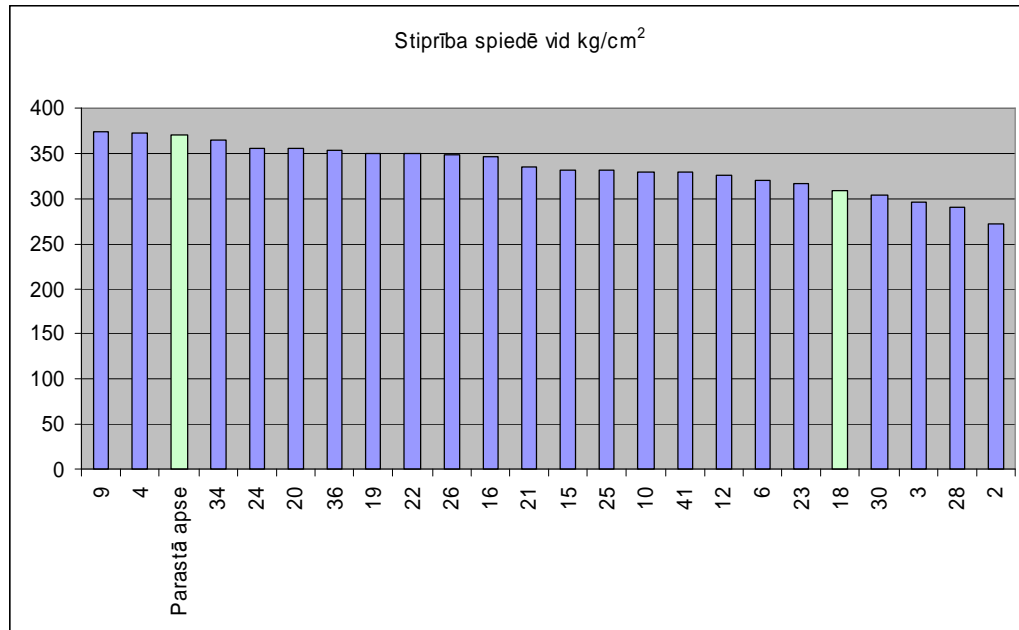
Slodzes laikā spiežamais paraugs sākumā kļūst īsāks. Kad slodze sasniedz noteiktu robežu, paraugs deformējas. Spiedes radītās deformācijas raksturs atkarīgs no koksnes uzbūves un mitruma. Gaisa sausai koksnei sagrauves līnija ar šķiedru virzienu veido asu leņķi. Tikko cirstai koksnei sagrauves līnijas veido vairāk vai mazāk slaidu līkni, pie kam bieži novērojama šķiedru izspiešanās uz āru. Absolūti sausai koksnei sagrauves līnija veido saraustītu līkni ar atsevišķu koksnes šķiedru atšķelšanos.

Salīdzinot hibrīdās apses klonu stiprības rādītājus ar literatūrā sastopamajiem parastās apses stiprības rādītājiem spiedē, apšu hibrīdu stiprība ir mazāka (skatīt 2.6.4. att.) Hibrīdai apsei tā ir no 272 līdz 374  $\text{kg/cm}^2$ , bet parastajai no 311 līdz 429  $\text{kg/cm}^2$  (vidēji 374  $\text{kg/cm}^2$ , Smilga, 1964). Pretestību spiedē pārbaudījām arī vienam parastās apses klonam Nr. 18, kam

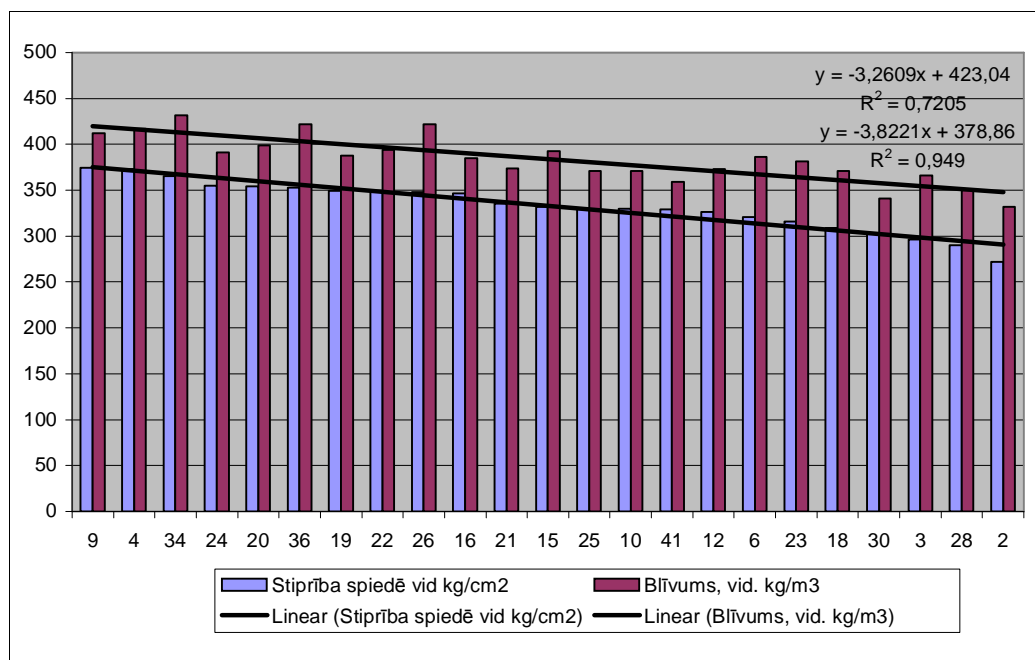
tā bija slikta ( $309 \text{ kg/cm}^2$ ). Tā ir mazāka par literatūrā minēto rādītāju (vidēji  $374 \text{ kg/cm}^2$ , Smilga, 1964). Hibrīdās apses klonu stiprība spiedē ir dažāda, tādejādi ir iespējams atlasīt klonus ar labu izturību spiedē.

Iegūtos rezultātus nosacīti var iedalīt trīs grupās:

1. kloni ar augstu stiprību spiedei - Nr. 9, 4, 34;
2. kloni ar vidēju stiprību spiedei - Nr. 24, 20, 36, 19, 22, 26, 16;
3. kloni ar zemu stiprību spiedei - Nr. 21, 15, 25, 10, 41, 12, 6, 23, 18, 30, 3, 28, 2.



2.6.4. att. Hibrīdās apses klonu koksnes stiprība spiedē  $\text{kg/cm}^2$ , salīdzinājumā ar parastās apses vidējo stiprību spiedē  $370 \text{ kg/cm}^2$  (J.Smilga, 1968) un pārbaudēs iekļautā parastās apses 18. klonu koksnes stiprību spiedē



2.6.5. att. Koksnes stiprības spiedē izmaiņas atkarībā no koksnes blīvuma

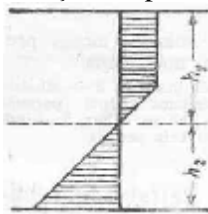
Sloojot apses koksnes paraugus spiedē, koksnes blīvumam ir būtiska nozīme pie ticamības līmeņa 0.01. Sakarība starp koksnes blīvumu un pretestību spiedei šķiedru virzienā izpaužas taisnes vienādojuma veidā (S.Vaņins, 1950), ko arī apstiprina iegūtie rezultāti (2.6.5. att.). Tas nozīmē, ka blīvākai koksnei ir lielāka izturība spiedē, bet nav izteiktas sakarības

starp apses klona augšanas ātrumu un koksnes blīvumu. Piemēram, klons Nr. 4 ir ļoti augstražīgs un izturība spiedē ir līdzīga kā parastajai apsei. Klons Nr. 41 ir pats augstražīgākais Iecavas stādījumā, bet spiedes izturība ir nedaudz zem vidējā rādītāja. Klons Nr. 34 uzrāda augstu stiprību spiedei, bet pēc produktivitātes ir zem vidējā audzes rādītāja.

#### 2.6.4. Rezultāti, liece

Lieces spēka ietekmē koksnes paraugs sākumā deformējas (ieliecas). Spēkam sasniedzot noteiktu lielumu, tas lūst. Lieces deformācijas veids ir sijas ieliekšanās u.c. Sijai ieliecoties, tās garākā ass pārveidojas līknē, ko sauc par elastības līkni. Maksimālo sijas ieliekumu sauc par ielieci. Sijai ieliecoties, uz tās augšējās daļas šķiedras rodas spiedes spriegumi, bet apakšējā daļā stiepes spriegumi. Horizontālos un vertikālos šķēlumos rodas bīdes vai cirpes spriegumi. Sijas vidū atrodas šķiedras, uz kurām neiedarbojas ne stiepe, ne bīde. Šādi tiek izveidota tā saucamā neitrālā kārtā.

Tā kā elastības moduļi spiedei un stiepei ir aptuveni vienādi, tad stiepes un spiedes spriegumi pieaug aptuveni vienādi, tādēļ neitrālā līnija atrodas sijas vidū. Pārsniedzot proporcionalitātes robežu, visvairāk noslogotajās šķiedrās rodas paliekošās deformācijas. Spriegumi, sasniedzot stipruma robežu, pakāpeniski pārvietojas neitrālās kārtas virzienā, tādēļ normāla sprieguma epīrai sijas saspiestā daļa ir trapeces veida (2.6.7.att.).



2.6.7.att. Spriegumu epīra koksne slogojot koksnes paraugu spiedē

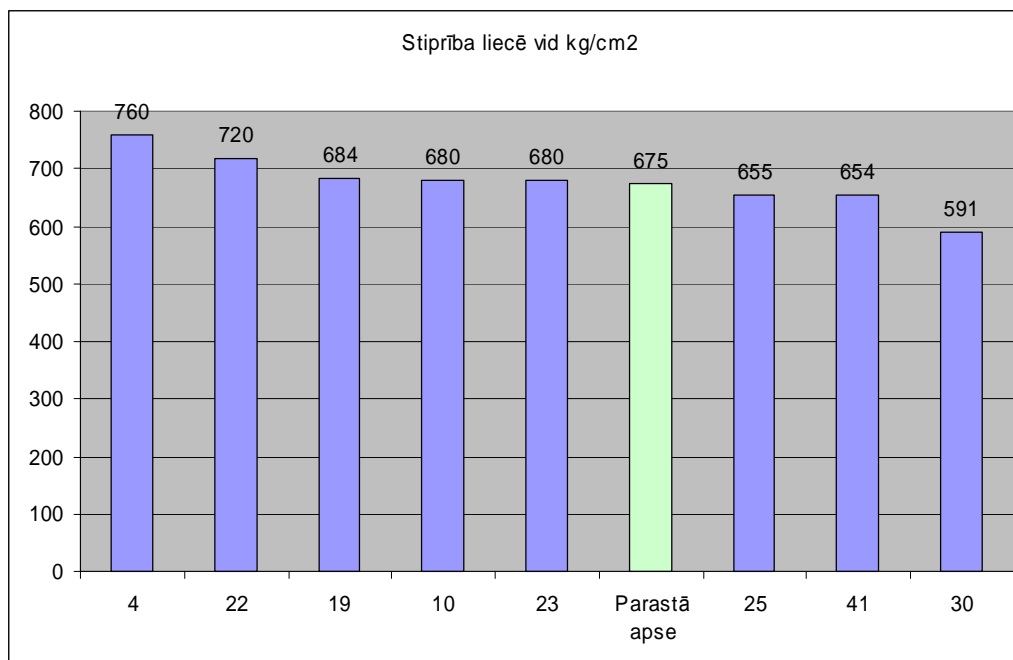
Sijas izstieptajā daļā pēc proporcionalitātes robežas sasniegšanas attīstās spriegumi, kuru epīrai ir trijstūra veids. Tas tāpēc, ka koksnes stiepes stipruma robeža ir krietni lielāka nekā spiedes stipruma robeža.

Siju liecot, sijas saspiestā daļa deformējas stiprāk nekā sijas izstieptā daļa. Neitrālā līnija pārvietojas uz sijas izstiepto daļu tik ilgi, kamēr spriegumi izstieptajā daļā sasniedz stiepes stipruma robežu.

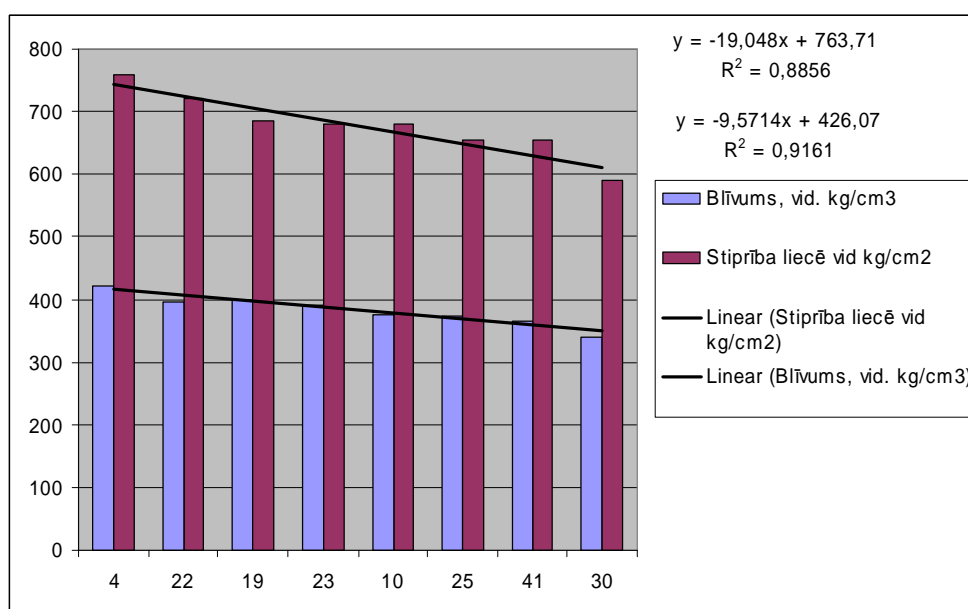
Parastajai apsei izturība liecē variē no 579 līdz 771 kg/cm<sup>2</sup> (vidēji 673 kg/cm<sup>2</sup>), bet hibrīdās apses kloniem, kas bija iekļauti pārbaudēs, tā ir no 591 līdz 760 kg/cm<sup>2</sup> (vidēji 678 kg/cm<sup>2</sup>, skatīt 2.6.8., S.Vaņins, 1950). Pateicoties lielai variācijai ir iespējams atlasīt hibrīdapšu klonus ar labām koksnes īpašībām. Vairākos hibrīdās apses koksnes pētījumos tiek teikts (Kärki, 2001; Herajärvi, Junkkonen, 2006), ka tās izturība liecē ir zemāka nekā parastajai apsei, bet pateicoties lielajai variācijai ir iespējams atlasīt hibrīdās apses ar mums vēlamām koksnes īpašībām. Var izcelt atsevišķus klonus Nr. 4, 22, 19, 10 un 23, kas pārsniedz apses vidējo 675 kg/cm<sup>2</sup> stiprību liecē.

Starp hibrīdās apses koksnes stiprību liecē un spiedē, un koksnes blīvumu pastāv lineāra korelācija. Blīvākai koksnei ir lielāka izturība liecē.

Nav sakarības starp klona ātraudzību un izturību liecē. Klons Nr. 41 ir ātraudzīgākais Iecavas stādījumā, bet uzrāda zemu stiprību liecē, tā ir zemāka par parastās apses stiprības rādītājiem liecē. Klons Nr. 4 uzrāda pretēju rezultātu, tas ir gan ātraudzīgs, gan arī ar lielu stiprību liecē. Kloni Nr. 4, 22, 19, 10, 23, kuru stiprības rādītāji liecē ir labāki kā parastajai apsei, ir arī ar ļoti labiem produktivitātes rādītājiem, pārsniedzot stādījuma vidējo vērtību no 20 (klons Nr. 22) līdz 51% (klons Nr. 4).



2.6.8. att. Hibrīdās apses klonu koksnes stiprība liecē kg/cm<sup>2</sup> salīdzinājumā parastās apses vidējo stiprību liecē 675 kg/cm<sup>2</sup> (J. Smilga, 1968)



2.6.9.att. Koksnes stiprības rādītāju izmaiņa atkarībā no koksnes blīvuma

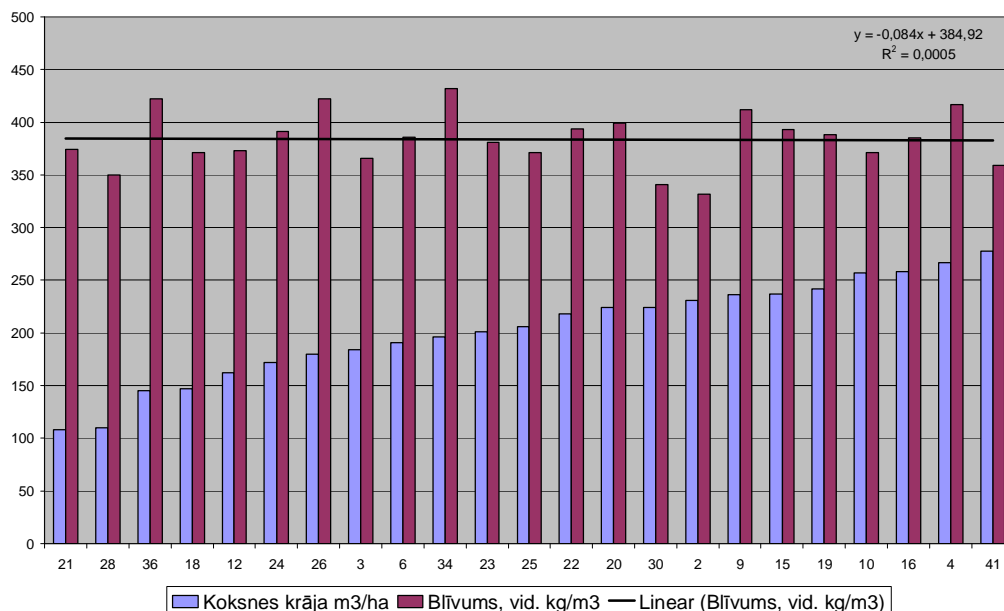
## 2.6.5. Produktivitāte un koksnes blīvums

Pārbaudot koksnes mehāniskās īpašības un nosakot katram paraugam koksnes blīvumu, netika konstatēta korelācija ( $R=0.0005$ ) (2.6.6. att.), kas liecinātu, ka ātraudzīgākiem hibrīdapsu kloniem būtu mazāks koksnes blīvums. Tātad nav jābaidās, ka varētu iegūt koksni ar zemu koksnes blīvumu un, līdz ar to, ar sliktākām koksnes mehāniskām īpašībām.

Ja klonus atlasa pēc produktivitātes un labām koksnes mehāniskām īpašībām, var izcelt vienpadsmit klonus: Nr. 4, 41, 16, 10, 19, 15, 9, 20, 22, 25, 23. Ja izdala hibrīdās apses klonus, kas pēc izturības pret spiedi pārsniedza eksperimentā iekļauto klonu vidējo vērtību ( $333\text{kg/m}^3$ ), kā kritēriju izmantojot stādījumā iekļauto apšu klonu produktivitātes vidējo



rādītāju ( $200\text{m}^3/\text{ha}$ ), varēja izcelt astoņus klonus Nr. 4, 41, 16, 10, 19, 15, 9, 20, 22, 25, 23. Tie uzrādīja augstu produktivitāti un izturību spiedē.



2.6.6. att. Klonu produktivitātes  $\text{m}^3/\text{ha}$  salīdzinājums ar koksnes blīvumu  $\text{kg}/\text{m}^3$

Hibrīdas apses klons Nr. 41 ir produktīvākais stādījumā, no kura ievākti koksnes paraugi, bet tas uzrāda vidējus stiprības rādītājus spiedē un liecē. Kā pretstatu var minēt klonu Nr. 4, kurš ir gan ātraudzīgs, gan uzrāda ļoti labus stiprības rādītājus. Par ātraudzīgiem, ar labām koksnes mehāniskajām īpašībām raksturojamiem, var uzskatīt klonus Nr. 19 un 22. Kloni Nr. 9, 16 un 20 arī ir ar labām koksnes mehāniskām īpašībām, jo spiedes stiprības rādītāji ir augsti, bet lieces paraugus nebija iespējams sagatavot mazo koksnes dimensiju dēļ.

#### 2.6.6. Secinājumi

- Starp koksnes stiprību liecē un spiedē un koksnes blīvumu pastāv cieša lineāra korelācija. Jo blīvāka koksne, jo labākas koksnes mehāniskās īpašības.
- Netika konstatēta sakarība, ka ātrāk augošiem kokiem ir sliktākas koksnes mehāniskās īpašības (izturība liecē un spiedē). Nav konstatēta matemātiska sakarība starp koksnes produktivitāti un koksnes mehāniskām īpašībām.
- Par perspektīviem kloniem ar labu produktivitāti un augstu stiprības rādītāju spiedē ir uzskatāmi kloni Nr. 4, 16, 19, 9, 20, 22. Pēc izturības liecē un produktivitātes var izcelt klonus Nr. 4, 22, 19, 10, 23.
- Pēc stiprības rādītājiem spiedē hibrīdās apses koksnei ir nedaudz sliktāki rādītāji par parasto apsi. Hibrīdajai apsei vidēji koksnes stiprība spiedē ir  $334\text{ kg}/\text{cm}^2$ , bet parastajai apsei  $374\text{ kg}/\text{cm}^2$ . Ņemot vērā, ka starp hibrīdapšu kloniem pastāv lielas atšķirības gan pēc produktivitātes, gan pēc koksnes stiprības, iespējams atlasīt kvalitatīvus klonus ar vēlamām īpašībām.
- Pēc stiprības rādītājiem liecē pārbaudītie kloni, salīdzinot ar parasto apsi, uzrāda labākus stiprības rādītājus. Atlasītie hibrīdās apses kloni uzrāda vidēji  $678\text{ kg}/\text{cm}^2$ , bet parastā apse -  $675\text{ kg}/\text{cm}^2$ .
- Koksnes īpašības dažādās stumbra daļās nav vienādas, nepieciešams turpināt pētījumus par koksnes blīvuma izkliedi stumbkā un juvenīlās koksnes daudzumu.
- Nepieciešams turpināt pētījumus par koksnes fizikāli ķīmisko īpašību un fenotipisko pazīmju savstarpējo saistību un koksnes blīvuma un šķiedru garuma mērījumiem.

## 2.7. Hibrīdapšu klonu ievadīšana *in vitro*

### 2.7.1. Jaunu hibrīdapšu klonu ievadīšana *in vitro*

2006. gada februārī – martā uzsāka jaunu klonu ievadīšana *in vitro*, par eksplantiem izmantojot pumpurus miera periodā. Diemžēl šo mēģinājumu jāuzskata par neveiksmīgu, jo no 20 hibrīdapšu un 2 P. tremuloides kloniem, atskaites iesniegšanas brīdī stabila, vairoties spējīga kultūra ir tikai trijiem (9% no kopējā klonu skaita). Neapmierinošo rezultātu var skaidrot vienīgi ar atlasīto hibrīdu vecumu (Kalsnavas klonu arhīvā augošie koki ir 40 gadus veci). Eksplanti pārcieta sterilizācijas procesu, preparēšanu, novietoti uz barotnēm nemelnēja, mēģenēs ap tiem nebija vērojama ne bakteriāla, ne sēņu infekcija. Tie nedēļām ilgi nīkuļoja, neuzsākuši attīstību, un, neskatoties uz visdažādāko barotņu nomaiņu, cenšoties panākt plaukšanu, aizgāja bojā. Tika pielietotas pārbaudītas manipulācijas un sterilizācijas metodes, publicēti un praksē pārbaudīti barotņu sastāvi (E.F. George et al., Plant Culture Media, Volume I, 1987.).

2006. gada jūnija 2. dekādē Kalsnavas klonu arhīvā ievākts izejmateriāls, un nekavējoties ievadīti vēl 28 hibrīdi. Par eksplantiem izmantoti 1 – 1,5 cm gari jauno dzinumu posmi ar laterālajiem pumpuriem. Šobrīd *in vitro* kultūra dažādās attīstības pakāpēs ir 16 hibrīdiem, 2 no tiem – stabila un vairoties spējīga. Tas ir 50% no ievadīto klonu skaita. Eksplantu nostabilizēšanās kultūrā ir lēna, salīdzinot ar nepārkosnējušos sakņu atvašu laterālo pumpuru attīstību kultūrā. Atvašu pumpuri pēc veiksmīgas sterilizēšanas un preparēšanas, novietoti uz barotnes, saplaukst un strauji uzsāk augšanu 4 – 5 nedēļās (A. Ozols, nepublicēti dati, 1990.).

Jāsecina, ka ieplānoto *in vitro* kolekcijas paplašināšanu kavē hibrīdu vecums. Dr. biol. M. R.Ahuja (Federal Research Center for Forestry and Forest Products, Groshansdorf, Germany, „Somatic cell differentiation and rapid clonal propagation of aspen”, 1983). ziņo, ka, ievadot kultūrā par 30 gadiem vecāku koku pumpuru eksplantus, augšanu un attīstību *in vitro* sāk tikai 10 – 15 % no ievadītajiem kloniem. Arī citu autoru dati būtiski neatšķiras (J. Mala, 2003.).

Tādēļ par lietderīgu uzskatāma koku sakņu identificēšana, ievākšana, juvenīlu sakņu atvašu izaudzēšana (A. Ozols, 1990) un izmantošana par eksplantiem.

Labs *in vitro* kolekcijas papildinājums ir 15 Lietuvas Mežzinātnes institūtā iegūtie P. tremuloides kultivāri.

### 2.7.2. Produktīvāko un kvalitatīvāko hibrīdapšu klonu saimnieciski nozīmīgas *in vitro* pavairošanas iespējas

Daļai, no selekcijas viedokļa perspektīvāko klonu turpināta pavairošanas iespēju pārbaude. 2006. gadā LVMI „Silava” Augu audu kultūru laboratorijā savairoti 80 000 dažādu klonu hibrīdapšu mikrospraudeņu. Apkopoti vērtīgāko klonu vairošanās koeficienti 2006. gadā (2.7.1. tabula).

2.7.1. tabula

Hibrīdapšu klonu pavairošanas koeficienti	
Klona Nr.	Vidējais pavairošanas koeficients
4	2,5
10	3
16	3,5
23	7,5
25	4
28	6,5

Tā kā pēc somu pētnieku (P.Pulkinen, E. Beuker, N. Stenval, dažādas publikācijas apkopojumā „Aspen research and development activities, METLA”, pieredzes apmaiņa, 1999. – 2006. g.) datiem, saimnieciskai pavairošanai jāizvēlas kloni ar *in vitro* vairošanās koeficientu vismaz 5, tad šobrīd kolekcijā ir divi šim nolūkam rekomendējami hibrīdi. Klona spēju vairoties *in vitro* nosaka genotips (Ahuja M.R., 1983). Datu par pavairošanas iespējām nav kloniem ar mazvērtīgām saimnieciskajām īpašībām un zemiem stumbra tilpuma rādītājiem, kā arī 2006. gadā ievadītajiem kloniem.

## 2.8. Hibrīdapšu klonu ģenētiskais raksturojums ar molekulāro marķieru metodēm

Veikta hibrīdapšu klonu ģenētiskā raksturojuma (identifikācijas) metožu aprobācija. Sagatavoti paraugi DNS izdalīšanai no 19 hibrīdapšu kloniem klonu arhīvā, 27 kloniem no kokaudzētavā izaudzētiem stādiem un 48 kloniem audu kultūru arhīvā. Analīze veikta pielietojot mikrosatelītu marķierus „Genomic DNA Purification Kit” (Fermentas, LT). Mikrosatelītu atkārtojumi amplificēti no izdalītā DNS ar polimerāzes ķēdes reakciju (PCR), lietojot 9 mikrosatelītu praimerus (PTR1, PTR2, PTR3, PTR4, PTR5, PTR6, PTR8, PTR12, PTR14) (2.8.1. tabula). Veikta salīdzinoša analīze starp paraugiem, un secināts, ka, principā lietojot mikrosatelītus, ir iespējams izstrādāt hibrīdu klonu identifikācijas un salīdzināšanas metodiku (2.8.2. tabula).

Tabulā lietotie apzīmējumi:





Klona paraugs no:

b – audu kultūru arhīvā;

g – stādiem kokaudzētavā;

y – māteskoka klonu arhīvā vai izmēģinājumu stādījumā.

Klonu paraugu salīdzinošās analīzes rezultāts:

- |   |  |
|---|--|
|  | - visu paraugu dati sakrīt <sup>1</sup>                          |
|  | - viena klona salīdzināto paraugu dati ir atšķirīgi <sup>2</sup> |
|  | - starp kloniem atšķiras tikai 1-3 alēles <sup>3</sup>           |
|  | - paraugu b un g dati sakrīt, bet atšķiras no y <sup>4</sup>     |

Komentāri un paskaidrojumi:

- klons ir identificējams visās paraugu ņemšanas vietās;
- klona paraugi savstarpēji neatbilst, nepieciešams skaidrot, kāpēc arhīvos un ražošanā ar vienu apzīmējumu ir marķēts ģenētiski dažāds materiāls, pirms tam veicot atkārtotu analīzi, lai pārliecinātos, vai kļūda nav ieviesusies laboratorijā DNS izdalīšanas un analīzes gaitā;
- visticamāk, tie tomēr ir dažādi kloni, bet šī apgalvojuma pamatošanai ir jāveic klonu raksturojums ar lielāku praimeru skaitu;
- ražošanas laikā posmā no kultivēšanas laboratorijā līdz audzēšanai kokaudzētavā ir nodrošināta klona identitātes saglabāšana, nepieciešams skaidrot, kāpēc arhīvā un ražošanā ar vienu apzīmējumu ir marķēts ģenētiski dažāds materiāls.

Priekšlikumi klonu identifikācijas metodikas izstrādei:

Ū praimeru skaits jāpalielina līdz 18, izvēloties identisku komplektu Somijas Mežzinātnes institūtā lietotajam un pārliecinoties par to piemērotību Latvijas klonu raksturošanai;

Ū metodikas izstrādes laikā, veicot paralēlās analīzes, jānodrošina dažādās laboratorijās iegūtu rezultātu salīdzināmība;

Ū pirms apstiprināšanas metodika jāpārbauda ar „nezināmu” klonu atpazīšanu.

Klonu identifikācijas metodika ir pielietojama Valsts meža dienesta darbā, veicot meža reproduktīvā materiāla identitātes pārbaudes pirms sertificēšanas un meža reproduktīvā materiāla ražotāju un piegādātāju darbā ražošanas kontrolei.

## Hibrīdapšu klonu raksturošanai pielietotie praimeri

Lokuss	Praimers	Sekvence	Atkārtojums	Reference
PTR1	PTR1F	AGCGCGTGCGGATTG CCATT	(GGT) <sub>5</sub> N <sub>45</sub> (AGG) <sub>9</sub>	Dayanandan et al. (1998) TAG 96:950-956
	PTR1R	TTAGTTTCCCGTCACC TCCTGTTAT		
PTR2	PTR2F	AAGAAGAAGCTCGAAG ATGAAGAAGCT	(TGG) <sub>8</sub>	Dayanandan et al. (1998) TAG 96:950-956
	PTR2R	ACTGACAAAACCCCT AATCTAACAA		
PTR3	PTR3F	CACTCGTGTTGTCCTT TTCTTTTCT	(TC) <sub>11</sub>	Dayanandan et al. (1998) TAG 96:950-956
	PTR3R	AGGATCCCTTCCCTTT AGTAT		
PTR4	PTR4F	AATGTCGAGGCCTTT CTAAATGTCT	(TC) <sub>17</sub>	Dayanandan et al. (1998) TAG 96:950-956
	PTR4R	GCTTGAGCAACAAAC ACACCAGATG		
PTR5	PTR5F	CTTCTCGAGTATAAA TATAAAACACCA	(TG) <sub>7</sub>	Rahman et al. (2000) Genome 43: 293-297
	PTR5R	TCACATCACCTCTCA GTTTCGC		
PTR6	PTR6F	AGAAAAGCAGATTGA GAAAAGAC	(AT) <sub>8</sub>	Rahman et al. (2000) Genome 43: 293-297
	PTR6R	CTAGTATAGAGAAAG AAGAAGCAGAAA		
PTR8	PTR8F	TAGGCTAGCAGCTAC TACAGTAACA	(A) <sub>11</sub> (CT) <sub>8</sub>	Rahman et al. (2000) Genome 43: 293-297
	PTR8R	TTAAGTGCGCGTATC CCAAAGA		
PTR12	PTR12F	AATAACCATCCCTCC AATAACCTAC	(AAAG) <sub>3</sub> A <sub>6</sub> N <sub>7</sub> (AA AG) <sub>2</sub>	Rahman et al. (2000) Genome 43: 293-297
	PTR12R	TATTTTGCACCTAAAT GGCTGTTCT		
PTR14	PTR14F	TCCGTTTTTGCATCTC AAGAATCAC	(TGG) <sub>5</sub>	Rahman et al. (2000) Genome 43: 293-297
	PTR14R	ATACTCGCTTTATAAC ACCATTGTC		

## Alēļu (bāžu pāri) lielumi

Klons	PTR5	PTR4	PTR14	PTR8	PTR3	PTR1	PTR6	PTR2	PTR12
10b	252		155195				199	213	255
11b	246	200	194199	143	215237	255	193198	210213	255
11y	246	202	191194				198200	210213	255264
12b	252	196200	194196	137	227	255	199	213	255
12y	252	196	155194				199	213	255
13'95b	252	200217	155155				198200	210213	255
13b	252	200217	155194	132137	215227	255	198200	210213	255
13g	252	200217	155194	132137	215227	255	198200	210213	255
14b	252	196198	194199	132137	215227	255	198200	210213	255
14g	252	202?	195202	132137	215227	255	198199	213	255
14y	252	196202	155196	137	215237	255	193199	207	255
15'95b	252	198217	155194	137141	215237	255	199	207	255
15b	252	202	155		215227	255	199	207213	255
15b	252260	217	194						
165'95g	246252	202217	155194	137	215	255	199200	207213	255
16'95b		202	155194				200	213	
16b	252	196198	155194	137143	215227	255	199	207213	255
17y	246252	196202	202	137143	215227	255	199200	207213	255
18b	246	202	194196				199200	213	255
18g	246252	202	194196				199200	213	255
19b	252258	200217	194196				200199	213219	255
19Pg	252	200217	155194	137	215227	255	198200	210213	255
1b	252	198200		141	215	243255	198	210213	255264
1y	258	200217	155	137	215237	255	200	210	255
21b	258	202217	155				198199	210	255
22b	252258	196202	155196	137143	215229	255	198199	210	255
22g	252258	196202	155196	137143	215229	255	198199	210	255
23b	252	198200	191199	141	215	250	198	210	255264
23g	252	198200	191199	141	215	255	198	210	255264
24b	252	200217	194	132137	215227	255	198199	213	255
24g	252	196198	194	132137	215227	255	198200	210213	255
25b	252258	198217	155194	132137	215237	243255	199	213	255
25g	252258	198217	155194	132137	215237	255	199	213	255
26'g	252	198200	191	141	215	255	198	210	255264
26b	260	198	155	137143	215237	243255	198199	213	255
27y	252260	202	155202	132137	215227	243255	193200	207213	255
28b	252	200	202		215	255	198	210	255264
28y	246252	198217	194196	137	215227	255	200	210213	255264
2b	252	198217	194	137	215227	255	198199	210213	255
2g	252	198217	194				198199	213	255
30'95b	252	198200	185199	135137	215231	255	195204	210213	255
30'95g	252	198200	185199	135137	215231	255	195204	210213	255
30b	258	200	155196					213	255
34y	252258	196202	155199	137	215237	255	193199	207213	255
35'95b	252	198217	194	137	215237	255	198199	210	255
35y	246252		155194	137	215237	255	198	210	255
36g	246252	202217	155194	137143	215227	243255	199200	207213	255
36y	246252	202217	155194	137143	215227	255	199200	207213	255
38!b	260	198217	194203	137	215237	255	200	207	
38b	252	198217	194	137141	215237	255	200	207	255
3'95g	252	200202					195204	210213	255

## 2.8.2. tabulas turpinājums

Klons	PTR5	PTR4	PTR14	PTR8	PTR3	PTR1	PTR6	PTR2	PTR12
39b	252	202	194196	141	215	243255	193200	210213	255
39g	252?	196204	155195	135141	215	243255	193200	210	255
3b	246252	202	194196	137141	215227	255	199200	213	255
3g	252	200217	194196	137143	215227	255	199	213216	255
41b	252	196200	194	137	215227	255	199	213	255
41g	252	196200	194				199	213	255
41y	258	200217	155194	137	215227	255	200	213	255
42b	252258	198217	194	137141	215227	255	199	207213	255
42g	252258	198217	194				199	207213	255
42y	252	200217	194196	132137	215227	243	200	207213	255
43b		202217	155199	132137	215237	255	193200	207	255
43g	258	202217	155	137	215237	243255	193200	207	255
43y		202217	155199	132137	215237	255261	193200	207207	255
44b	252	198		137	215227	255	199	213	255
44g	252	196200	194	137	227	255	199	213	255
44y	252	198217	194?				200	207	255
47b	252	200	155202	132137	215237	255	198199	213	255
47g	252	200217	155	132137	215237	255	198199	213	255
4b	252	200	194199	132137	215237	255	193200	207	255
4g	252	196200	194199	132137	215237	255	193200	207	255
4y	252258	196200	155199	132137	221237	255261	193200	219	255
5b	252252		191199	135141	215	255	198	210213	
6g	252258	196200	194196	132137	221227	255	198200	213	255
7y	246252	198200	155?	141	215	255	198	210213	255264
8b	252	200	199?	141	215	255	198	210213	255
9b	252	204	195199	135141	215237	255	193200	210	255
9g	257	200217	194199	137	215227	243255	200	207213	255
9y	260	200217	194199				200	207213	255
A195b	258	196202	155?					207213	
A95y	252258	196202	155199				193199	207213	255
Ab	246252	198202	155195	137	215227	255	198199	213	255
C1-99-ORg		196202	194	137	215	255	198199	207213	255
C1b	246252	198202	155194				193198	210213	255264
C1y	246252	202	155195				198200	210213	255264
D'95b	252	202217	155199	137	221237	255	199	210219	255
D'95g	252	202217	155199	132137	221237	255	199	207213	255
Db		202217	155	137	215237	255	193200	207	255
Doleb				132137	215237	255	199	207219	255
J2b	252	196200	155196	132137	215221	255	193		255
N22b	252	200202	202	135143	215229	255	200	210213	255264
N356g	252	198202	199	141	215	243255	202	210	255
R1b	252260	202217	155199	137	215237	243255	193199	207	255
R1g	252260	202217	155199	137	215237	243255	193199	207	255
U5b							198200	210213	255



### 3. Pluskoku atlase un izvērtēšana selekcijas materiāla papildināšanai

Darba gaitā LVM "Sēklas un stādi" Latgales, Kalsnavas, Rietumvidzemes, Zemgales un Kurzemes sēklkopības iecirknī veikta egles, ozola un apses pluskoku atlase un vērtēšana mežaudzēs, apmācīti iecirkņa darbinieki.

### 4. Zinātniskā nodrošinājuma konsultāciju sniegšana un priekšlikumu sagatavošana par jaunveidojamām sēklu plantācijām, audu kultūru laboratorijas projektēšanu un izbūvi, audu kultūru pavairošanas tehnoloģiju hibrīdapsei, *in vitro* hibrīdapses kultūru uzglabāšanu pazeminātā temperatūrā un aklimatizācijas nepieciešamību

#### 4.1. Sēklu plantāciju ierīkošana

Darba gaitā, atbilstoši izaudzētajiem un vēl audzējamiem kloniem, sagatavotas vai precizētas klonu izvietojuma shēmas sēklu plantācijām "Tirza", "Vecumi", "Svente", "Šarlotes", "Cīrava", sniegtas konsultācijas par klonu saraksta veidošanu un plantāciju ierīkošanas jautājumiem.

Klonu izvietojuma shēmas iesniegtas sēklkopības iecirkņu vadītājiem.

#### 4.2. Hibrīdapšu *in vitro* kultūru uzglabāšana pazeminātā temperatūrā

2006. gada 12. janvārī un 6. februārī ilgstošai uzglabāšanai  $+7^{\circ}\text{C}$  temperatūrā ievietoti 30 veģetācijas trauki ar hibrīda Nr. 23 un hibrīda Nr. 28 mikroaugiem. Pēc 1 – 1,5 mēnešiem augi zaudē lapojumu, pārkoksnējas. Izņemti no saldētavas pēc 3 mēnešiem, dzinumi tika dalīti divpumpuru mikrospraudeņos un novietoti uz barotnes kultivācijai normālos apstākļos ( $+25^{\circ}\text{C}$ , 70 % relatīvais gaisa mitrums, 16 h apgaismojums, gaismas intensitāte 3000 lux). Dzīvotspēja bija 100%, bet salīdzinājumā ar veģetācijas telpā augušiem, to pašu klonu vienlaicīgi mikrospraudeņotiem augiem, attīstība aizkavējas par 7 – 10 dienām. Lai rezultāti būtu objektīvi, visos gadījumos izmantotas barotnes bez augšanas regulatoriem. Pirms dalīšanas un novietošanas uz barotnes, trauki ar glabātajiem augiem 2 dienas turēti veģetācijas telpā  $+25^{\circ}\text{C}$  temperatūrā, apgaismojums 3000 lux.

Uzsākot kultivāciju pēc 6 mēnešu uzglabāšanas pazeminātā temperatūrā (procedūras identiskas aprakstītajām), dzīvotspēja 100%, augšana aizkavējas par 10 dienām. Tāds pats rezultāts iegūts arī ar 2006. gada 23. novembrī pēc aukstumuzglabāšanas dalītajiem augiem.

Pēc P. Pulkkinen, S. Vanhakoski nepublicētiem datiem hibrīdapšu mikroaugi Haapastensyrja Selekcijas stacijā, METLA,  $+7^{\circ}\text{C}$  temperatūrā uzglabāti 3 gadus. To reģenerācijas spējas pēc dalīšanas un kultivācijas uzsākšanas – 70 – 80% no kopējā mikrospraudeņu skaita.

#### 4.3. Konsultāciju sniegšana un priekšlikumu sagatavošana

2006. gadā regulāri (vairākas reizes mēnesī) sniegtas konsultācijas AS „Latvijas valsts meži” LVM Sēklas un stādi speciālistiem dažādos ar Augu audu kultūru laboratorijas celtniecību saistītos jautājumos, ietverot laboratorijas konceptuālo shēmu, tehnisko prasību definīcijas, iekārtu, instrumentu, ķīmikāliju, darba materiālu izvēli.

#### 4.4. LVM personāla apmācība

LVM Mežs mežsaimniecību speciālistiem organizēti un vadīti semināri par meža selekcijas darba rezultātiem un to pielietošanas iespējām mežsaimniecībā. Sagatavots izdales materiāls par nozīmīgākajiem selekcijas darba teorētiskajiem jautājumiem un iegūtajiem rezultātiem semināra laikā apmeklētajos objektos.

Semināru programma:

**Organizators:** LVM Sēklas un stādi, LVMI „Silava”, Meža pētīšanas stacija

**Dalībnieki:** LVM Mežs mežsaimniecību speciālisti

**Norises laiks:**

- 19.10.2006. Rietumvidzemes mežsaimniecība
- 24.10.2006. Ziemeļlatgales un Dienvidkurzemes mežsaimniecības
- 25.10.2006. Austrumvidzemes un Vidusdaugavas mežsaimniecības

**Darba kārtība:**

9:00 Tikšanās Ķegumā uz ceļa Ķegums – Sigulda;

9:10 Ierašanās meža selekcijas objektā „Rembate”, reģistrēšanās un kafija;

9:30 – 10:45 Iepazīšanās ar bērza un hibrīdās apses izmēģinājumu stādījumiem. Izpētes darba rezultāti bērza un hibrīdās apses selekcijā. Arnis Gailis, Mārtiņš Zeps, Āris Jansons;

10:45 – 12:15 Pābrauciens uz Aivieksti, Kalsnavas pag. Madonas raj.;

12:15 – 13:00 Pusdienas ēdnīcā „Aiviekste”;

13:00 – 14:30 Hibrīdās apses un parastās priedes izmēģinājumu stādījumi, meža selekcijas iespējas. Arnis Gailis, Mārtiņš Zeps, Āris Jansons;

14:45 – 15:00 Bērza sēklu plantācija plastplēves seguma siltumnīcā. Jānis Auziņš, Arnis Gailis;

15:00 – 15:30 Hibrīdapses stādu ražošana Kalsnavas kokaudzētavā. Jānis Lapše, Natālija Krivāre, Dace Auzenbaha;

15:30 – 16:10 Ekskursija Kalsnavas arborētumā - parastās egles ģenētiskā daudzveidība un selekcijas iespējas dekoratīvo šķirņu izveidošanā, Jānis Zīliņš, Benita Rudzīte;

16:10 – 17:00 Neformālas diskusijas Kalsnavas arborētumā informācijas centrā, semināra noslēgums.

## Literatūra

1. **Ahuja M. R.**, (1983). Somatic cell differentiation and rapid clonal propagation of aspen, *Silvae Genetica*, Vol.32, p.131 – 145,
2. **Almqvist, C., Pulkkinen, P.** (2006) Improved utilization of the internal pollen production in a *Pinus sylvestris* seed orchard by the use of a mist blower. In: Fedorkov, A. (ed.) Status, monitoring and targets for breeding programs: Proceedings of the Meeting of Nordic Tree Breeders and Forest Geneticists, Syktyvkar, Komi Republic, Russia, September 13-15, 2005, pp.79-80.
3. **Arhipova, I., Bāliņa, S.** (2003) Statistika ekonomikā, Datorzinību centrs, Rīga, 352 lpp.
4. **Aydin, I., Colakoglu, G.** (2005) Effects of surface inactivation, high temperature drying and preservative treatment on surface roughness and color of alder and beech wood. *Applied Surface Science*, 252, (2), pp. 430-440.
5. **Bambe, V.** (1979) Pārskats par MPS „Kalsnava” Meža sēklkopības centrālā punkta darbu 1979. gadā.
6. **Baumanis, I., Gailis A., Liepiņš K.** (2002) Priežu sēklu plantāciju pēcnācēju novērtējums. *Mežzinātne*, 12 (45), 46.-59. lpp.
7. **Baumanis, I., Birgelis J., Paegle, M.** (1987) Priežu mākslīgā krustošana. Jaunākais Mežsaimniecībā, 29, 51.-53. lpp.
8. **Baumanis, I., Birgelis J., Gailis, A.** (1994) Tree breeding of Scots pine in Latvia. In: Scots pine breeding and genetics: proceeding of the IUFRO S.02.18 symposium, Kaunas, Lithuania, pp.196-172.
9. **Bauker, E.** (1994) Adaptation to climatic changes of the timing of bud burst in populations of *Pinus sylvestris* L. and *Picea abies* (L.) Karst. *Tree Physiology*, 14, pp 961-970.
10. **Bensimon, C.L.** (1985) Male Sterility in *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. *Silvae Genetica*, 34 (2-3), pp. 69-72.
11. **Benowicz, A., Guy R.D., El-Kassaby, Y.A.** (2000) Geographic pattern of genetic variation in photosynthetic capacity and growth in two hardwood species from British Columbia. *Oecologia*, 123, pp. 168–174.
12. **Binkley, D.** (2003) Seven decades of stand development in mixed and pure stands of conifers and nitrogen-fixing red alder Can. J. For. Res., 33, pp. 2274–2279.
13. **Bikova, T., Treimanis, A.** (2002) Solubility and molecular weight of hemicelluloses from *Alnus incana* and *Alnus glutinosa*. Effect of tree age. *Plant Physiol. Biochem.* 40, pp. 347–353.
14. **Brown, K.R., Courtin, P.J.** (2003) Effects of phosphorus fertilization and liming on growth, mineral nutrition, and gas exchange of *Alnus rubra* seedlings grown in soils from mature alluvial *Alnus* stands Can. J. For. Res., 33, pp. 2089–2096.
15. **Chow, P., Rolfe, G.L., Bajwa, D.S.** (1999) Stem chemical compositions of juvenile *Elaeagnus* and *Alnus* species. *Can. J. Bot.*, 77, pp. 1398–1400.
16. **Côté, B., Dawson, J.O.** (1986) Autumnal changes in total nitrogen, salt-extractable proteins and amino acids in leaves and adjacent bark of black alder, eastern cottonwood and white basswood. *Physiologia Plantarum*, 67 (1), pp.102.
17. **Danusevičius, J.** (2000) Pušies selekcija: monografija, Lietuvos Miškų Institutas, Kaunas, 352 p.
18. **Danusevičius, D., Lindgren, D.** (2005) Optimization of breeding population size for long-term breeding. *Scand. J. For. Res.*, 20 (1), pp. 18-25.
19. **Dawson, J.O., Dzialowy, P.J., Gertner, G.Z., Hansen, E.A.** (1983) Changes in soil nitrogen concentration around *Alnus glutinosa* in a mixed, short-rotation plantation with hybrid *Populus*. *Can. J. For. Res.*, 13(4), pp. 572-576.
20. **De Atrip, N. O'Reilly, C.** (2006) The response of prechilled alder and birch seeds to drying, freezing, and storage Can. J. For. Res., 36, pp. 749–760.
21. **DeWald, L.E., Steiner, K.C.** (1986) Phenology, Height Increment, and Cold Tolerance of *Alnus glutinosa* Populations in Common Environment. *Silvae Genetica*, 35 (5-6), pp. 205-211.

22. **Dolch, R., Tschardtke, T.** (2000) Defoliation of alders (*Alnus glutinosa*) affects herbivory by leaf beetles on undamaged neighbors, *Ecology*, 125, pp. 504–511.
23. **Eschenbach, C., Kappen, L.** (1999) Leaf water relations of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) Growing at neighboring sites with different water regimes. *Trees*, 14, pp. 28–38.
24. **Falconer, D. S., Mackay, T.F.C.** (1996) *Introduction to Quantitative Genetics*: 4th ed. Longman Group, London and New York, 464 p.
25. **Featherstone, A.W.** (2006) Species profile: Common or black alder. Accessible at: <http://www.treesforlife.org.uk/forest/species/alder.html>, 29.11.2006.
26. **Funk, D.T.** (1992) European Alder. In: [http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics\\_manual/volume\\_2/alnus/glutinosa.htm](http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/volume_2/alnus/glutinosa.htm), accessed at 21.09.2006.
27. **Gailis, J.** (1964) Meža koku selekcija un sēklu plantācijas. Latvijas Valsts izdevniecība, Rīga, 194. lpp.
28. **Gailis, J.** (1968) Izcilo koku kvalitātes koeficienta aprēķināšana. Jaunākais Mežsaimniecībā, 10, 67.-71. lpp.
29. **Gailis, J.** (1974) Izcilo priežu un to klonu sēklu ražas sēklu plantācijās. Jaunākais Mežsaimniecībā.
30. **George E. F. et al.**, (1987). *Plant culture media*, Volume I, 1987, 566p.
31. **Gömöry, D., Paule, L.** (2002) Spatial and microgeographical genetic differentiation of black alder (*Alnus glutinosa* Gaertn.) populations. *Forest Ecology and Management*, 160, pp. 3–9.
32. **Gwaze, D.P., Bridgwater, F.E., Byram, T.D., Woolliams, J.A., Williams C.G.** (2000) Predicting age-age genetic correlations in treebreeding programs: a case study of *Pinus taeda* L. *Theor. Appl. Genet.*, 100, pp. 199–206.
33. **Haapanen, M.** (2005) Forest Tree Breeding 2050 - Finland's new breeding plan. Presentation in: Status, monitoring and targets for breeding programs: Meeting of Nordic Tree Breeders and Forest Geneticists, Syktyvkar, Komi Republic, Russia, September 13-15, 2005.
34. **Haapanen, M., Velling, P., Annala, M-L.** (1997) Progeny Trial Estimates of Genetic Parameters for Growth and Quality Traits in Scots Pine. *Silva Fennica*, 31(1), pp. 3-12.
35. **Hannrup B., Wilhelmsson, L., Danell, Ö.** (1998) Time Trends for Genetic Parameters of Wood Density and Growth Traits in *Pinus sylvestris* L. *Silvae Genetica*, 47 (4), pp. 214-219.
36. **Hänninen, H.** (1991) Does climatic warming increase the risk of frost damage in northern trees? *Plant, Cell and Environment*, 14, pp. 449-454.
37. **Heräjärvi H., Junkkonen H.** (2006). Wood density and growth rate of European and hybrid aspen in Southern Finland. *Baltic Forestry*, 12 (1) 2-8.
38. **Hudson, A.J.** (1993). The influence of mountain alder on the growth, nutrition, and survival of black spruce and Sitka spruce in an afforested heathland near Mobile, Newfoundland. *Can. J. For. Res.* 23(4), pp. 743-748.
39. **Huss-Danell, K., Uliassi, D., Renberg, I.** (1997) River and lake sediments as sources of infective *Frankia* (*Alnus*). *Plant and Soil*, 197, pp. 35–39.
40. **Ilstedt B., Gullberg U.** (1993.) Genetic variation in a 26-year old hybrid aspen trial in Southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 8. 185-192.
41. **Jansons, Ā.** (2006a) Parastās priedes mežsaimnieciski nozīmīgo pazīmju variācija un ģenētiskā nosacītība 15 gadu vecumā. Referāts konferencē zinātne un prakse nozares attīstībai, LLU, Meža fakultāte, 16.03.2006.
42. **Jansson, G., Ståhl, P.H.** (2002) Tree breeding in Sweden. In: Haapanen, M, Mikola, J., (eds.) *Integrating tree breeding and forestry: Proceeding of the Nordic Group of Management of Genetic Resources of Trees meeting at Mekrijärvi, Finland, March 23-27, 2001*, pp.14-20.

43. **Jansons, Ā.** (2006b) Genetic Determination of Scots Pine Quantitative Traits at Age 32 Years. Presentation in international scientific conference Research for Rural Development, 2006, LLU, Jelgava, 18.05.2006.
44. **Johansson, T.** (1999) Dry matter amounts and increment in 21- to 91-year-old common alder and grey alder and some practical implications. *Can. J. For. Res.*, 29, pp. 1679–1690.
45. **John J. Balatinecz, David E. Kretschmann** (2001) Properties and utilization of poplar wood.
46. **Kavacs, J.** Izoenzīmu elektroforētiskās analīzes pielietojšanas iespējas meža ģenētikā. *Jaunākais Mežsaimniecībā*, 17, 23.-27. lpp.
47. **Kajba, D., Gračan, J.** (2003) EUFORGEN Technica Guidelines for genetic conservation and use for black alder (*Alnus glutinosa*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 4 p.
48. **Kärki T.** (2001). Variation of wood density and shrinkage in European aspen (*Populus tremula*). *Holz als Roh und Werkstoff* 59.
49. **Kärki, T.** 1999a. Predicting the value of grey alder logs (*Alnus incana*) based on external nquality. *Silva Fennica* 33: 13–23.
50. **Kärki, T., Eerikäinen, K., Heinonen, J. and Korhonen, K.T.** 1999b. Harmaalepän (*Alnus incana*) tilavuustaulukot. *Metsätieteen aikauskirja – Folia Forestalia* 1/1999: 39–49 (in Finnish).
51. **Kärki, T.** (1999) Predicting the value of grey alder (*Alnus incana*) logs based on external quality. *Silva Fennica*, 33(1), pp. 13–23.
52. **Kohlstock, N., Schneck, V.** (1994) IUFRO provenance trials of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) at Waldsiedersdorf 1982-1994. In: Scots pine breeding and genetics: proceeding of the IUFRO S.02.18 symposium, Kaunas, Lithuania, pp. 29-36.
53. **Kowalczyk J.** (2005) Comparison of phenotypic and genetic selections in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) single tree plot half-sib progeny tests. *Dendrobiology*, 53, pp. 45-56.
54. **Klevinska, V., Bikova, T.** (1999). Comparison of the properties of black and grey juvenile alder wood. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 57, pp. 246.
55. **Laura, M.** (1972) Parastās priedes ziedputekšņu attīstības gaita Latvijas klimatiskajos apstākļos. *Jaunākais Mežsaimniecībā*, 14, 3.-8. lpp.
56. **Laura, M.** (1973a) Priedes sēklas attīstības cikls. *Mežsaimniecība un mežrūpniecība: referātu krājums*, 2, 12.-14. lpp.
57. **Laura, M.** (1973b) Priedes ģeneratīvo orgānu morfoģenēze. *Jaunākais Mežsaimniecībā*, 15, 7.-13. lpp.
58. **Laura, M.** (1974) Parastās priedes sēklaizmetņa attīstība un apaugļošanās Latvijas klimatiskajos apstākļos. *Jaunākais Mežsaimniecībā*, 16, 3.-7. lpp.
59. **Laura, M.** (1977) Čiekuru ražas zudumi un pilno sēklu iznākums agri, vidēji un vēlu ziedošiem kloniem priežu sēklu plantācijās: atskaite par meža selekcijas laboratorijas darbu.
60. **Liepa I.** (1974) Biometrija. 336 lpp.
61. **Lall, S., Mandegaran, Z., Roberts, A.V.** (2005) Shoot multiplication in cultures of mature *Alnus glutinosa*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 83, pp. 347–350.
62. **Lambeth, C.C.** (1980) Juvenile-mature correlation in *Pinaceae* and implications for early selection. *For. Sci.*, 26, pp. 571–580.
63. **Lambeth, C.C., Dill, L.A.,** (2001) Prediction models for juvenile mature correlations for loblolly pine growth traits within, between and across test sites. *For. Genet.*, 8, pp.101–108.
64. **Lanteri, S., Belletti, P., Lotito, S.** (1993) Storage of pollen of Norway spruce and different pine species. *Silvae Genetica*, 42 (2-3), pp. 104-109.
65. **Lei, H., Gartner, B.L., Milota, M.R.** (1997) Effect of growth rate on the anatomy, specific gravity, and bending properties of wood from 7-year-old red alder (*Alnus rubra*). *Can. J. For. Res.*, 27, pp. 80-85.
66. **Malkoçoğlu, A., Özdemir, T.** (2006). The machining properties of some hardwoods and softwoods naturally grown in Eastern Black Sea Region of Turkey. *Journal of Materials Processing Technology*, 173 (3), pp. 315-320.



67. **Mala J. et al.**, (2003). Effective use of micropropagation processes for aspen reproduction, Communications Institute Forestalis Bohemicae, Vol. 2003, p.83 – 87;
68. **Markham, J.H., Chanway, C.P.** (1999). Does past contact reduce the degree of mutualism in the *Alnus rubra* - *Frankia* symbiosis? Can. J. Bot., 77 (3), pp. 434–441.
69. **Mikēlsonē, I., Janbajevs, J.** (1992) Priedes klonu identifikācija sēklu plantācijās izmantojot izofermentu elektroforēzes analīzes metodi. Jaunākais Mežsaimniecībā, 34/35, 57.-59. lpp.
70. **Middelhoff, U., Breckling, B.** (2005). From single fine roots to a black alder forest ecosystem: How system behavior emerges from single component activities Ecological Modeling, 186 (4), pp. 447-469
71. **Monzón A., and R. Azcón** (2001) Growth responses and N and P use efficiency of three *Alnus* species as affected by arbuscular- mycorrhizal colonization. Plant Growth Regulation, 35, pp. 97–104.
72. **Nigh, G.D., Courtin, P. J.** (1998) Height models for Red Alder (*Alnus rubra* Bong.) in British Columbia. *New Forests* 16, pp. 59–70.
73. **Nickel, A., Hahn, D., Zepp, K., Zeyer, J.** (1999) In situ analysis of introduced *Frankia* populations in root nodules of *Alnus glutinosa* grown under different water availability. Can. J. Bot., 77 (9), pp. 1231–1238.
74. **Nesterovs, V.** (1954) Vispārīgā mežkopība. Latvijas valsts izdevniecība, Rīga, 554 lpp.
75. **Ozoliņš, R.** (1997) Priedes stumbra tilpuma aprēķins kokiem ar mizu, Rīga, 5 lpp.
76. **Oleksyn, J., Tjoelker, M.G., Reich, P.B.** (1998) Adaptation to changing environment in Scots pine populations across a latitudinal gradient. *Silva Fennica*, 32 (2), pp. 194-140.
77. **Oleksyn, J., Karolewski, P., Giertych, M.J., Zitkowiak, R., Reich, P.B., Tjoelker, M.G.** (1998) Primary and secondary host plants differ in leaf-level photosynthetic response to herbivory: evidence from *Alnus* and *Betula* grazed by the alder beetle, *Agelastica alni*. *New Phytol.*, 140, pp. 239-249.
78. **Prieditis, N.** (1997) *Alnus glutinosa* – dominated wetland forests of the Baltic Region: community structure, syntaxonomy and conservation. *Plant Ecology* 129, pp. 49–94.
79. **Pritsch K., Munch, J.C. Buscot, F.** (1997) Morphological and anatomical characterisation of black alder *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. ectomycorrhizas. *Mycorrhiza*, 7, pp. 201–216.
80. **Pliūra, A., Kundrotas, V.** (2002) Genetic variation in Adaptive Traits and Ecological Sensitivity of Black Alder. *Baltic Forestry*, 8 (2), pp. 8-22.
81. **Prégent, G., Camiré, C.** (1985) Mineral nutrition, dinitrogen fixation, and growth of *Alnus crispa* and *Alnus glutinosa*. Can. J. For. Res., 15 (5), pp. 855-861.
82. **Persson, B.** (1998) Will climate changes affect the optimal choice of *Pinus sylvestris* provenances? *Silva Fennica*, 32 (2), pp. 121-128.
83. **Persson, B., Beuker, E.** (1997) Distinguish between the effects of changes in temperature and light climate using provenance trials with *Pinus sylvestris* in Sweden. Can. J. For. Res., 27, pp. 572-579.
84. **Prescher, F., Lindgren, D., Wennstrom, U., Almqvist, C., Ruotsalainen, S, Kroon, J.** (2006) Seed production in Scots pine seed orchards. In: Fedorkov, A. (ed.) Status, monitoring and targets for breeding programs: Proceedings of the Meeting of Nordic Tree Breeders and Forest Geneticists, Syktyvkar, Komi Republic, Russia, September 13-15, 2005, pp.65-72.
85. **Pulkkinen P., Tigerstedt P.M.A., Viirros R.** (2002). Aspen in papermaking. Helsinki
86. **Pulkkinen P. et al.**, Aspen research and development activities 1999. – 2005. proceedings, unpublished.
87. **Rosval, O., Jansson, G., Andersson, B., Ericsson, T., Karlsson, B., Sonesson, J., Stener, L-G.** (2001) Predicted genetic gain from existing and future seed orchards and clone mixes in Sweden. In: Haapanen, M., Mikola, J. (eds.) Integrating Tree Breeding and Forestry: proceeding of the Nordic Group for Management of Genetic Resources of Trees meeting, Mekrijärvi, Finland, March 23-27, pp. 71-85.
88. **Routsalainen, S.** (2002) Managing breeding stock in the initiation of a long-term tree breeding program, Finnish Forest Research Institute Research Paper Nr. 875, 156 p.

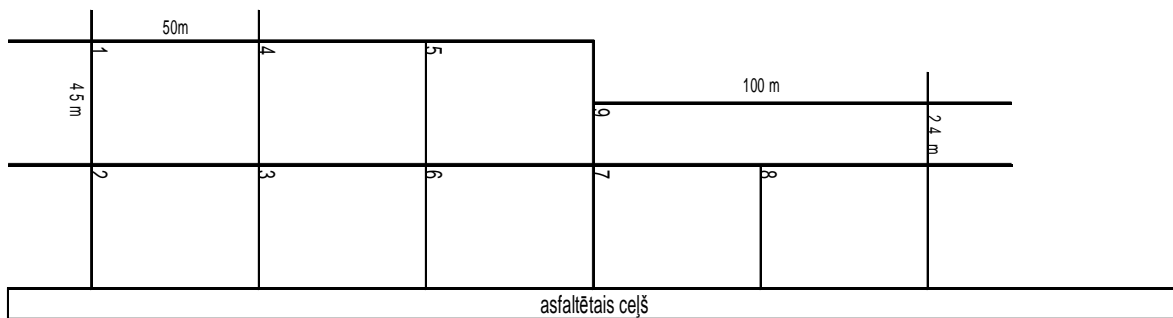
89. **Ruotsalainen, S. Lindgren, D.** (2000) Stratified sublining: a new option for structuring breeding population. *Can. J. For. Res.*, 30, pp. 596-604.
90. **Sarma, P.** (1948) *Meža taksācija*, Latvijas valsts izdevniecība, Rīga, 589 lpp.
91. **Spalviņš, Z., Pīrāgs, D., Kalnietis, U.** (1985) Pārskats par Meža selekcijas laboratorijas tēmu: „Izstrādāt I pakāpes sēkļu plantāciju veidošanas metodes”.
92. **Smilga J.** (1968) *Apse. Zinātne*: 200. lpp.
93. **Smilga J.** (1988) Apses koksnes blīvums. *Jaunākais mežsaimniecībā*. 30:54-61.lpp.
94. **Schmidtling, R.C.** (1994) Use of provenance tests to predict response to climate change: loblolly pine and Norway spruce. *Tree Physiology*, 14 (7-9), pp. 805-817.
95. **Skrøppa T., Hylén G., Dieterichson J.** (1999). Relation ships between wood density components and juvenile height growth and growth rhythm traits for Norway spruce provenances and families. *Silvae Genetica* 48: 235-239.
96. **Steiner, K.C.** (1983) European black alder: characteristics and potential for improvement. Journal Article No. 6818 of the Pennsylvania Agricultural Experiment Station, pp. 7-15, accessible at: <http://www.ces.ncsu.edu>, 29.11.2006.
97. **Steiner, W., Gregorius, H.-R.** (1999) Incompatibility and pollen competition in *Alnus glutinosa*: Evidence from pollination experiments. *Genetic* 105, pp. 259–271.
98. **Tscharntke, T., Thiessen, S., Dolch, R., Boland, W.** (2001) Herbivore, induced resistance, and interplant signal transfer in *Alnus glutinosa* *Biochemical Systematic and Ecology*, 29, pp. 1025–1047.
99. **Taulavuori, K.** (2006) A simple method to visualize the mechanism why *Alnus glutinosa* remains green during autumn coloration of *Sorbus aucuparia*. *Trees*, 20, pp. 28–33.
100. **Thibaut, A., Claessens, H., Rondeux, J.** (2004) Site index curves for *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. In southern Belgium: effect of site on curve shape. *Forestry*, 77, (2), pp. 157-171.
101. **Vaņins, S.** (1950) *Koksnes zinātne*. Latvijas valsts izdevniecība:463 lpp.
102. **Vogel, C.S., Curtis, P.S., Thomas, R.B.** (1997) Growth and nitrogen accretion of dinitrogen-fixing *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Under elevated carbon dioxide. *Plant Ecology*, 130, pp. 63–70.
103. **Vares, A., Lõhmus, K., Truu, M., Truu, J., Tullus, H., Kanal, A.** (2004) Productivity of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) Plantations on reclaimed oil-shale mining detritus and mineral soils in relation to rhizosphere conditions. *Oil Shale*, 21 (1), pp. 43-58.
104. **Yanchuk A.D., Dancik B.P., Micko M.M.** (1984.) Variation and heritability of wood density and fibber length of trembling aspen in Alberta, Canada. *Silvea Genetica* 33. 11-16.
105. **Yu Q., Pulkkinen P., Rautio M., Haapanen M., Alén R., Stener L.G., Beuker E., Tigerstedt P.M.A.** (2001). Genetic control of wood physicochemical properties, growth, and phenology in hybrid aspen clones. *Canadian Journal of Forest Research*. 31: 1348-1356. 2001.
106. **Zābere, I.** (1995) *Rīgas priede*. Rīga, 56 lpp.
107. **Zālītis, P.** (2006) *Mežkopības priekšnosacījumi*, LVMI „Silava”, Rīga, 219 lpp.
108. **Zālītis, P., Zālītis, T.** (2002) Bērzu jaunaudzū kopšana, *Mežzinātne*, 12 (45) : 3.-16. lpp.
109. **Žvingila, D., Verbylaitė, R., Abraitis, R., Kuusienė, S., Ozolinčius, R.** (2002) Assessment of Genetic Diversity in Plus Tree Clones of *Pinus sylvestris* L. using RAPD Markers. *Baltic Forestry*, 8, pp. 2-7.
110. **Zhang S.Y., Morgenstern E.K.** (1995). Genetic variation and inheritance of wood density in Black spruce (*Picea mariana*) and its relationship with growth: implications for tree breeding. *Wood Science Technology*. 30. 63-75.

## **Pielikumi**

## 1. pielikums

Egļu ģimeņu brīvapputes pēcnācēju izmēģinājumu stādījuma vienkoka parcelu bloku izvietojumu shēma Auces mežu novada 35. kvartālā

35. kv. parcelu izvietojuma shēma.



Starp rindām 3 m starp stādiem 2m.

Parcelu lielums 45 x 50 m. 15 rindas pa 25 stādiem katrā.

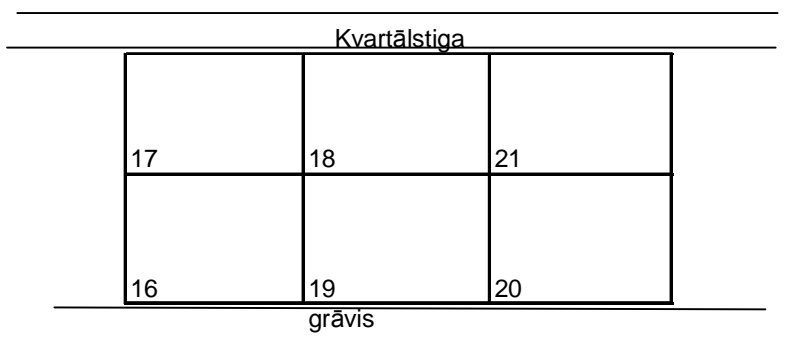
Parcelēs sākuma stūris ir kreisais apakšējais, kur arī ir ierakstīts parceles numurs

9. parcelē ir 8 rindas pa 50 stādiem, puse rindas paliks tukša.

## 2. pielikums

Egļu ģimeņu brīvapputes pēcnācēju izmēģinājumu stādījuma vienkoka parcelu bloku izvietojumu shēma Auces mežu novada 79. kvartālā

79.kv.

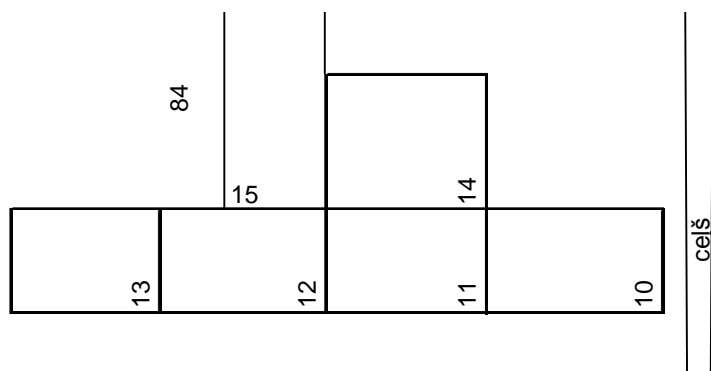


Parcelēs lielums 45 x 50 m. 15 rindas pa 25 stādiem katrā.

Parcelēs sākums ir kreisais apakšējais stūris, kur arī ir ierakstīts Nr.

### 3. pielikums

Egļu ģimeņu brīvapputes pēcnācēju izmēģinājumu stādījuma vienkoka parcelu bloku izvietojumu shēma Auces mežu novada 115. kvartālā



13 pašā stūrī ir 3 koki

15 parcele 27\*84 9 rindas pa 42 stādi.

### 4. pielikums

Melnalkšņa ģimeņu un sēklu plantācijas klonu brīvapputes pēcnācēju izvietojumu shēma izmēģinājumu stādījumā Jelgavas mežu novada 89. kvartālā

78	5439	5496	X	X	5463	5492	5496	5457	5456	5453	5495	5496	g r ā v i s
53	5457	5400	X	X	5456	5458	5463	5458	5426	5463	5464	5492	
52	5462	X	5492	5425	5432	5439	5400	5462	5432	5457	5458	5462	
27	5409	5464	X	5453	5464	5495	5400	5409	5463	5436	5439	5453	
26	X	5426	5432	X	5453	5457	5462	5425	5464	5495	5426	5432	
1	X	5436	5495	X	5409	5426	5436	5439	5492	5496	5400	5409	
77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66		
54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65		
51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40		
28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39		
25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14		
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		



**E zinātniskais stādījums 34.kv.18.;25.noq.2,2ha 9ierīkots 2006.gadā)**

67

## 6. pielikums

Egļu ģimeņu brīvapputes pēcnācēju izvietojumu shēma izmēģinājumu stādījumā Šķēdes mežu novada 11. kvartālā

r	94	93	1.4.	92	91	90	1.4.	89	88	1.2.	87	3.4.
t	5226	5233		5189	5124	5118		5126	5223		5121	
ā	79	80	1.2.	81	82	83	1.4.	84	85		86	3.4.
l	E	5233		5190	5125	5226		5185	5225		5186	
s	78	77	2.3.	76	75	74		73	72		71	
t	E	5193		5191	5126	5118		5187	E		5188	
i	63	64	3.4.	65	66	67	3.4.	68	69	1.2.	70	
g	5191	5193		5233	5224	5226		5189	E		E	
a	62	61	1.4.	60	59	58		57	56	1.2.	55	
	5120	5122		5124	5194	5126		5185	5187		5189	
	47	48		49	50	1.2.	51	52	53		54	
	5188	5190		5192	5194	5223		5225	E		5118	
	46	45		44	43	1.2.	42	41	40		39	
	5119	5121		5123	5125	5121		5127	5226		5186	
	31	32	1.3.	33	34	35	3.4.	36	37	1.2.	38	
	5194	5233		5223	5224	5193		5225	5226		E	
	30	29		28	27	26	1.4.	25	24		23	
	E	E		5191	5192	5193						
	18	19		20	21	22	1.4.					
	5187	5185		5188	5189	5190						
	17	16	1.2.	15	14	13						
	5125	5126		5127	5185	5186						
	8	9		10	11	1.2.	12					
	5120	5121		5122	5123	5124						
	7	6		5	4	3						
	5118	5119										
	1	2										

↑ 2m starp stādiem (6 stādi rindā)

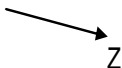
→ 3m starp rindām (4 rindas parcelē)

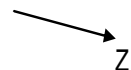
5227 nav (23.;40.;56.;69.;78. parc. iestādīta parastā egļe)

## 7. pielikums

Egļu ģimeņu brīvapputes pēcnācēju izvietojumu shēma izmēģinājumu stādījumā Šķēdes mežu novada 44. kvartālā

125	5318	5244	5083	5327	5317	5325	5086					
124	5325	5316	5240	5035	5323	5256	5327	5323				
123	111	112	113	114	115	116	117	118				
122	5322	5248	5237	5032	5321	5247	5243	5322				
121	110	109	108	107	106	105	104	103				
120	5320	5246	5234	5019	5319	5245	5238	5321	5246			
119	94	95	96	97	98	99	100	101	102			
119A;1.2.r.	5321	5323	5327	5320	5322	5325	5236	5320	5245			
	93	92	91	90	89	88	87	86	85			
	5240	5244	5246	5238	5243	5245	5247	5319	5244			
	76	77	78	79	80	81	82	83	84			
	5020	5023	5034	5019	5022	5032	5086	5318	5243	5086		
	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66;1.2.r.		
	5256	5317	5319	5248	5316	5318	5034	5247	5240	5083		
	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65		
	5040	5086	5236	5035	5083	5234	5237	5317	5238	5040	5034	5020
	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44
	5320	5321	5322	5323	5325	5327	5023	5316	5237	5022	5023	5019
	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41;3.4.r.	42	43
	5248	5256	5316	5317	5318	5319	5020	5256	5236	5035	5022	
	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	22A;1.2.r.	
	5238	5240	5243	5244	5245	5246	5247	5248	5234			
	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
	5035	5040	5083	5086	5234	5236	5237					
	12	11	10	9	8	7	6					
	5019	5020	5022	5023	5032	5034						
	1	2	3	4	5	5A						



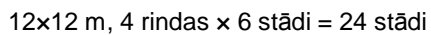


## 8. pielikums

Melnalkšņa ģimeņu un sēklu plantācijas klonu brīvapputes pēcnācēju izvietojumu shēma  
izmēģinājumu stādījumā Šķēdes mežu novada 54. kvartālā

									5466 99	5490 100	5406 101	5419 102
									5462 98	5478 97	5402 96	5455 95
									5459 91	5476 92	5454 93	X 94
									5474 90	5491 89	5418 88	5453 87
									5463 83	5481 84	5409 85	5448 86
									5461 82	5477 81	5405 80	5495 79
									5418 75	5455 76	5474 77	5492 78
									5410 74	5454 73	5466 72	5491 71
									5409 67	5453 68	5463 69	5490 70
									5406 66	5452 65	5462 64	5481 63
									5405 59	5448 60	5461 61	5478 62
									5402 58	5419 57	5459 56	5477 55
									5478 51	5490 52	5492 53	5476 54
									5481 50	5491 49	5495 48	5474 47
									5452 43	5454 44	5477 45	5476 46
5474 42	5476 41	5478 40	5481 39	5490 38	5491 37	5492 36	5495 35	5448 34	5453 33	5455 32	5419 31	
5459 19	X 20	5461 21	5462 22	5463 23	5466 24	5405 25	5409 26	5418 27	5453 28	5455 29	5419 30	
5419 18	5448 17	5452 16	5453 15	5454 14	5455 13	5461 12	5463 11	5459 10	5462 9	5466 8	X 7	
5402 1	5405 2	5406 3	5409 4	5410 5	5418 6							

Egļu ģimeņu brīvapputes pēcnācēju izvietojumu shēma izmēģinājumu stādījumā Šķēdes mežu novada 54. kvartālā





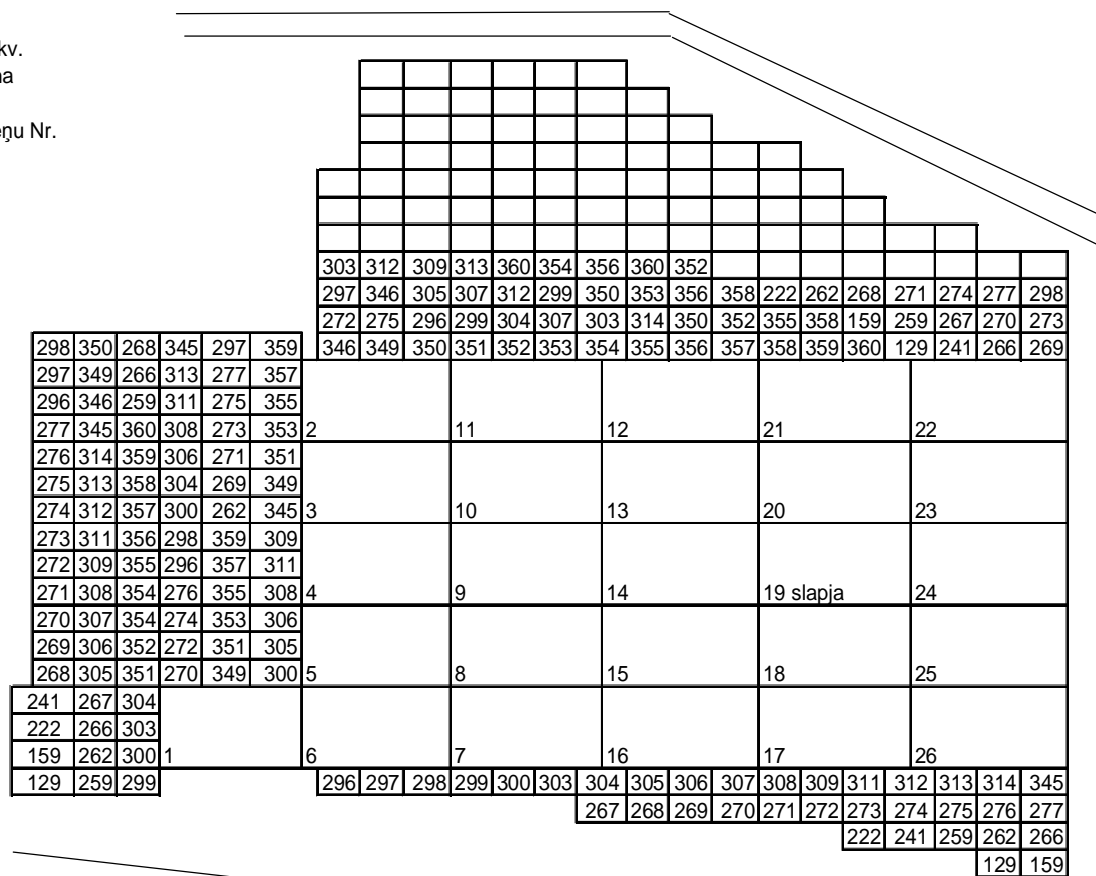
## 10. pielikums

Egļu ģimeņu brīvapputes pēcnācēju izvietojumu shēma izmēģinājumu stādījumā Kalsnavas mežu novada 293. kvartālā

293 kv.

9,6 ha

ģimeņu Nr.



Parceles

42x48 14 rindas pa 24 stādi

12x12 4 rindas pa 6 stādi

## 11. pielikums

Egļu ģimeņu brīvapputes pēcnācēju izvietojumu shēma izmēģinājumu stādījumā Kalsnavas mežu novada 174. kvartālā

				<b>133</b> 160	161	162	163
	<b>207</b> 159	<b>90</b> 158	<b>176</b> 157	<b>92</b> 156	<b>167</b> 155	<b>180</b> 154	<b>219</b> 153
<b>165</b> 145	<b>210</b> 146	<b>7</b> 147	<b>173</b> 148	<b>91</b> 149	<b>166</b> 150	<b>179</b> 151	<b>217</b> 152
<b>97</b> 144	<b>212</b> 143	<b>88</b> 142	<b>171</b> 141	<b>90</b> 140	<b>165</b> 139	<b>176</b> 138	<b>216</b> 137
<b>94</b> 129	<b>216</b> 130	<b>4</b> 131	<b>169</b> 132	<b>89</b> 133	<b>136</b> 134	<b>174</b> 135	<b>213</b> 136
<b>167</b> 128	<b>219</b> 127	<b>92</b> 126	<b>180</b> 125	<b>88</b> 124	<b>133</b> 123	<b>173</b> 122	<b>212</b> 121
<b>96</b> 113	<b>208</b> 114	<b>5</b> 115	<b>170</b> 116	<b>87</b> 117	<b>98</b> 118	<b>172</b> 119	<b>211</b> 120
<b>93</b> 112	<b>206</b> 111	<b>3</b> 110	<b>168</b> 109	<b>7</b> 108	<b>97</b> 107	<b>171</b> 106	<b>210</b> 105
<b>166</b> 97	<b>217</b> 98	<b>91</b> 99	<b>179</b> 100	<b>5</b> 101	<b>96</b> 102	<b>170</b> 103	<b>208</b> 104
<b>136</b> 96	<b>213</b> 95	<b>89</b> 94	<b>174</b> 93	<b>4</b> 92	<b>94</b> 91	<b>169</b> 90	<b>207</b> 89
<b>98</b> 81	<b>211</b> 82	<b>87</b> 83	<b>172</b> 84	<b>3</b> 85	<b>93</b> 86	<b>168</b> 87	<b>206</b> 88
<b>213</b> 80	<b>217</b> 79	<b>208</b> 78	<b>211</b> 77	<b>219</b> 76	<b>210</b> 75	<b>216</b> 74	<b>212</b> 73
<b>168</b> 65	<b>170</b> 66	<b>136</b> 67	<b>166</b> 68	<b>171</b> 69	<b>167</b> 70	<b>169</b> 71	<b>165</b> 72
<b>87</b> 64	<b>89</b> 63	<b>3</b> 62	<b>5</b> 61	<b>90</b> 60	<b>7</b> 59	<b>88</b> 58	<b>4</b> 57
<b>179</b> 49	<b>206</b> 50	<b>172</b> 51	<b>174</b> 52	<b>207</b> 53	<b>180</b> 54	<b>176</b> 55	<b>173</b> 56
<b>96</b> 48	<b>98</b> 47	<b>91</b> 46	<b>93</b> 45	<b>133</b> 44	<b>97</b> 43	<b>94</b> 42	<b>92</b> 41
<b>208</b> 33	<b>210</b> 34	<b>211</b> 35	<b>212</b> 36	<b>213</b> 37	<b>216</b> 38	<b>217</b> 39	<b>219</b> 40
<b>172</b> 32	<b>173</b> 31	<b>174</b> 30	<b>176</b> 29	<b>179</b> 28	<b>180</b> 27	<b>206</b> 26	<b>207</b> 25
<b>136</b> 17	<b>165</b> 18	<b>166</b> 19	<b>167</b> 20	<b>168</b> 21	<b>169</b> 22	<b>170</b> 23	<b>171</b> 24
<b>91</b> 16	<b>92</b> 15	<b>93</b> 14	<b>94</b> 13	<b>96</b> 12	<b>97</b> 11	<b>98</b> 10	<b>133</b> 9
<b>3</b> 1	<b>4</b> 2	<b>5</b> 3	<b>7</b> 4	<b>87</b> 5	<b>88</b> 6	<b>89</b> 7	<b>90</b> 8

stiga