

## PĀRSKATS

PAR MEŽA ATTĪSTĪBAS FONDA PASŪTĪTO PĒTĪJUMU

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: MECHANIZĒTAS IETVARSTĀDU STĀDĪŠANAS TEHNOLOĢIJU  
PRODUKTĪVITĀTES UN KVALITĀTES PĒTĪJUMI  
ATJAUNOJAMĀS MEŽA PLATĪBĀS

LĪGUMA NR.: 160707/S262

IZPILDES LAIKS: 16.07.2007 – 15.11.2007

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava"

PROJEKTA VADĪTĀJA: \_\_\_\_\_  
Dagnija Lazdiņa

**Salaspils, 2007**

---

# KOPSAVILKUMS

---

Projekta mērķis ir paaugstināt mākslīgās meža atjaunošanas darbu efektivitāti un kvalitāti, pielietojot ietvarstādus un mūsdienīgas mehānizētas augsnes sagatavošanas un stādīšanas tehnoloģijas.

Darba tiešais mērķis ir noskaidrot *Bracke P11.a* diskrētās darbības ietvarstādu stādīšanas iekārtas izmantošanas iespējas meža atjaunošanā Latvijas apstākļos, novērtējot šīs iekārtas ražību, pašizmaksu un darbu izpildes kvalitāti dažādās augsnēs. Pētījuma rezultāti izmantoti ražības un pašizmaksas aprēķinu modelī un iekļauti rekomendācijās ietvarstādu stādīšanai, izmantojot mehānizētas stādīšanas tehnoloģijas.

Projekta uzdevumi:

- apkopot informāciju par mehānizētās sēšanas un ietvarstādu stādīšanas tehnoloģijām un to pielietošanu praksē;
- novērtēt mehānizētās ietvarstādu stādīšanas iekārtas *Bracke P11.a* ar diskrētās darbības mehānismu ražību un darba kvalitāti, veicot meža atjaunošanu dažādos augsnes tipos, stādot skujkoku ietvarstādus;
- izstrādāt iekārtas *Bracke P11.a* ražības un pašizmaksas aprēķinu modeli;
- sagatavot rekomendācijas ietvarstādu stādīšanai, izmantojot mehānizētas stādīšanas tehnoloģijas.

Pētījumā iesaistītie speciālisti:

- Dagnija Lazdiņa – projekta koordinēšana, mehānizētās ietvarstādu stādīšanas iekārtas ražības un darba kvalitātes analīze;
- Zigurds Kariņš – sadarbība ar apmežojamo platību īpašniekiem, rekomendāciju sagatavošana ietvarstādu stādīšanai;
- Valentīns Lazdāns – sadarbība ar pakalpojumu sniedzējiem, rekomendāciju sagatavošana ietvarstādu stādīšanai, izmantojot mehānizētas stādīšanas tehnoloģijas;
- Juris Liepa – meža atjaunošanas kvalitātes novērtējums;
- Jānis Liepa – meža atjaunošanas kvalitātes novērtējums;
- Andis Lazdiņš – hronometrāža un iekārtas *Bracke P11.a* ražības un pašizmaksas aprēķinu modeļa izstrādāšana;
- Armands Damanis – lauka darbu datu apkopošana;
- Arta Komorovska – lauka darbi.

Projekta kopējās izmaksas ir Ls 18791, darba izpildes termiņš – 4 mēneši.

---

# SATURS

---

<b>Kopsavilkums.....</b>	<b>2</b>
<b>Saturs.....</b>	<b>3</b>
<b>Ievads.....</b>	<b>4</b>
<b>Ietvarstādu mehānizētās stādīšanas tehnoloģijas .....</b>	<b>6</b>
<b>Metodika.....</b>	<b>17</b>
Izmantotā tehnika.....	17
Stādīšanas tehnoloģija.....	18
Lauka darbu veikšanas laiks, vieta un klimatiskie apstākļi.....	19
Stādījumu platību, stādīšanas vietas un izmantotā stādmateriāla raksturojums.....	21
Hronometrāža.....	25
<b>Rezultāti.....</b>	<b>26</b>
Stādīšanas kvalitāte.....	26
Produktivitātes pētījumu rezultāti.....	31
Koriģētais laika patēriņš un produktivitāte.....	33
<i>Koriģēšana.....</i>	<i>33</i>
<i>Stādīšanas produktivitāte.....</i>	<i>33</i>
Pašizmaksas aprēķins.....	34
Jutīguma analīze.....	37
Plantāciju mežu ierīkošanas izmaksas.....	38
<b>Secinājumi un rekomendācijas.....</b>	<b>40</b>
<b>Literatūra.....</b>	<b>42</b>
<b>Pielikumi:</b>	
<b>1.Pielikums: Pašizmaksas aprēķinu modelis</b>	
<b>2.Pielikums: Faktu lapa "Rekomendācijas ietvarstādu stādīšanai, izmantojot mehānizētās stādīšanas tehnoloģijas"</b>	
<b>3.Pielikums: Informatīvie pasākumi</b>	

---

# IEVADS

---

Meža atjaunošanas mērķis ir izaudzēt augstražīgas un bioloģiski noturīgas mežaudzes, lai nodrošinātu tautsaimniecību ar nepieciešamajiem koksnes resursiem, vienlaikus saglabājot vides ekoloģisko līdzsvaru un veicot meža rekreācijas un estētisko īpašību paaugstināšanu.

2006.g. valstī kopā atjaunoti 29,5 tūkst.ha meža, no tiem valsts mežos 10 tūkst.ha, bet pārējo īpašnieku mežos 19,5 tūkst.ha.

Saskaņā ar Valsts Meža dienesta publicēto informāciju, 2006.g. meža mākslīgā atjaunošana veikta 11,0 tūkst.ha platībā (37% no kopējā meža atjaunošanas apjoma). Valsts mežos mākslīgi atjaunoti 7,3 tūkst.ha vai 73%, bet pārējo īpašnieku mežos 3,7 tūkst.ha vai 19% no kopējās atjaunotās meža platības 2006. gadā.

Pēdējos gados būtiski pieaudzis ietvarstādu izmantošanas apjoms mākslīgajā meža atjaunošanā, piemēram, A/s "Latvijas valsts meži" (LVM) 2007.g. apstādīja ar ietvarstādiem aptuveni 4 tūkst.ha atjaunojamo platību un apmežojamo lauksaimniecības zemju, tajā skaitā 2,2 tūkst.ha – ar priedes, 1,1 tūkst.ha – ar egles un 0,7 tūkst.ha – ar bērza ietvarstādiem.

Meža stādīšana mākslīgi atjaunojamās platībās līdz šim ir bijis roku darbs ar lielu atalgojuma īpatsvaru izmaksās. Tāpēc, pieaugot darba algām, palielinās arī meža atjaunošanas izmaksas. Otra problēma, kas saistīta ar mākslīgo meža atjaunošanu, ir kvalificēta darbaspēka trūkums, kas nākotnē varētu kļūt par galveno šķērslī mākslīgās meža atjaunošanas veikšanai plašākā apjomā un bremsētu meža nozares attīstību kopumā. Piemēram, 2006.gadā termiņā neatjaunoto platību apjoms 23,4 tūkst.ha (galvenokārt privāto īpašnieku mežos).

Meža stādīšanas mehanizācija un darba ražīguma paaugstināšana, kombinējot dažādas meža atjaunošanas darbu operācijas, piemēram, augsnes sagatavošanu, sēšanu vai ietvarstādu stādīšanu, ir viens no risinājumiem, kas darbaspēka deficīta apstākļos ļautu saglabāt mākslīgo meža atjaunošanu vismaz esošajā līmenī un vienlaicīgi neradītu strauju izmaksu pieaugumu.

Dažādas mehanizētas ietvarstādu stādīšanas tehnoloģijas izstrādātas jau kopš 70.gadiem, tajā skaitā Latvijā – ietvarstādu "Brika" stādīšanai, taču sakarā ar augstajām iekārtu izmaksām un, pateicoties tajā laikā salīdzinoši lētajam roku darbaspēkam, lielākā daļa no tām netika ieviesta praksē.

Šī pētījuma ietvaros veikts ražības, pašizmaksas un darba izpildes kvalitātes novērtējums augsnes sagatavošanas un ietvarstādu stādīšanas iekārtai *Bracke P11.a*, kas montējama uz harvestera vai ekskavatora griezējgalvas vai kausa vietā, ļaujot efektīvāk izmantot mežsaimniecībā plaši pielietojamas mašīnas.

Viena no būtiskākajām iekārtas *Bracke P11.a* priekšrocībām ir diskretās darbības mehānisms, kas ļauj veikt augsnes sagatavošanu un stādīšanu dažādos darba apstākļos – uz nogāzēm, neatcelmotās cirmās, kūdras un minerālaugsnēs, izveidojot katram stādam optimālu stādvieta. Bez tam

---

operators stādīšanas brīdī var nodrošināt arī stādu apstrādi ar insekticīdiem un papildmēslošanu, piemontējot iekārtai ķimikāliju izsmidzinātāju.

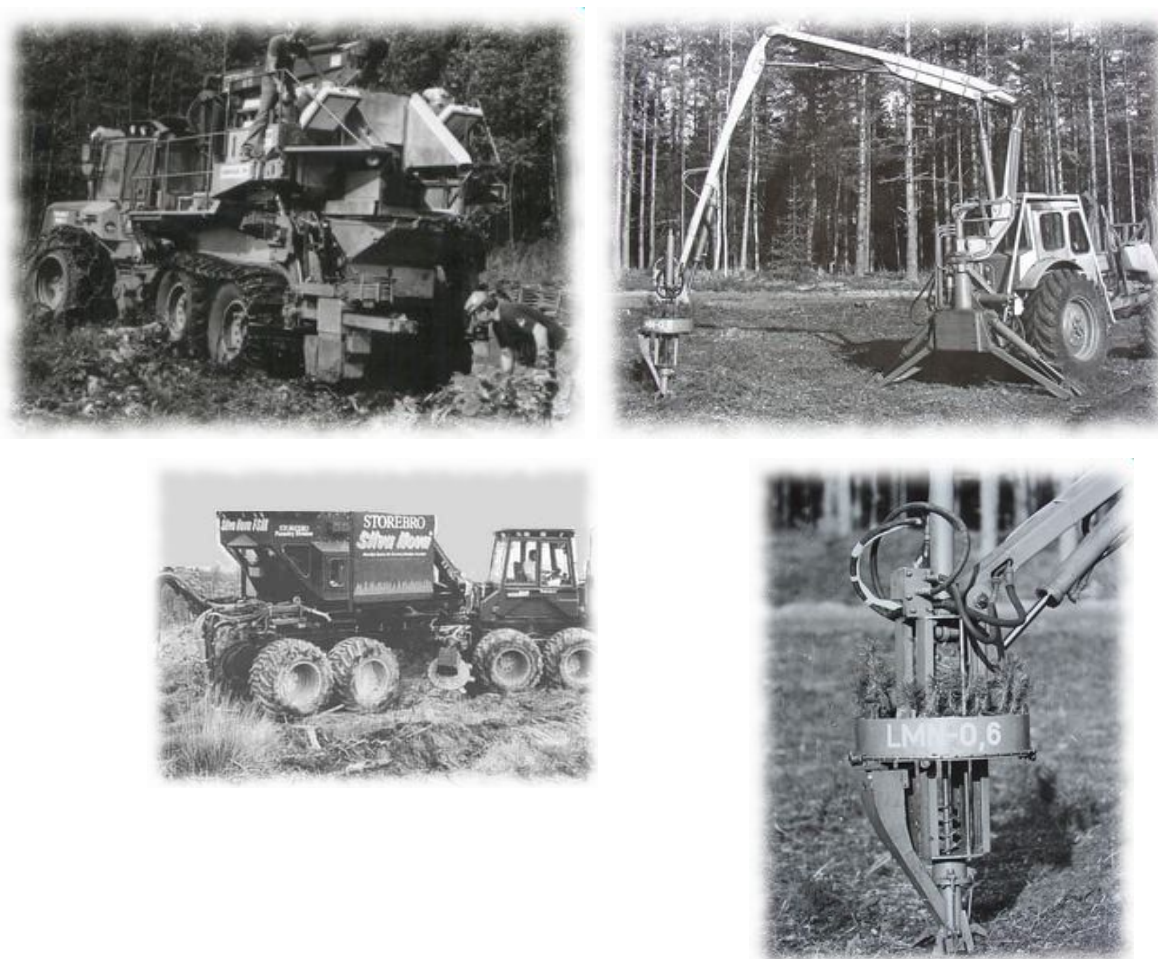
Lai izstrādātu rekomendācijas *Bracke P11.a* un citu diskrētās darbības ietvarstādu stādīšanas iekārtu izmantošanai meža atjaunošanā, nepieciešami pētījumi par šādu iekārtu ražību, izmantošanas izmaksām un meža atjaunošanas kvalitāti īstermiņā (stādu ieaugšanās novērtējums) un ilgtermiņā (jaunaudzū augšanas gaitas monitorings).

Lai novērtētu *Bracke P11.a* un tai līdzīgo iekārtu izmantošanas iespējas Latvijā, jāveic meža atjaunošanas izmēģinājumi dažādos mežam raksturīgos augsnes tipos ar dažādu sugu un izmēra ietvarstādiem. Šī pētījuma ietvaros risināti uzdevumi, kas saistīti ar *Bracke P11.a* iekārtas izmantošanas meža atjaunošanā tehnisko un ekonomisko pusi dažādās augsnēs, kā arī darbu izpildes kvalitātes novērtējumu.

Projekta darba grupu veido kvalificēti LVMI Silava un citu institūciju speciālisti, kas piedalījušies vairākos starptautiskos un vietējos ar meža atjaunošanu un ieaudzēšanu saistītos projektos, piemēram, LVM finansētajā pētījumā "Rekomendācijas ietvarstādu, kailsakņu stādu ar uzlabotu sakņu sistēmu un kailsakņu stādu pielietošanai meža atjaunošanā atkarībā no stādīšanas sezonas un stādāmā materiāla veida". Projekta izpildītājiem ir šī pētījuma īstenošanai nepieciešamā pieredze un zināšanas.

# IETVARSTĀDU MECHANIZĒTĀS STĀDĪŠANAS TEHNOLOĢIJAS

Mainoties meža īpašnieku struktūrai un attīstoties meža darbu mehanizācijai, aizvien aktuālāks kļūst jautājums arī par meža atjaunošanas mehanizāciju. Jau iepriekšēja gadsimta 70.gadu beigās tikai izgatavoti pirmie mehanizētās meža atjaunošanas iekārtu prototipi. Zviedrijā populāra bija stādāmā mašīna *Silva Nova* (Hagner, 1995). Šīs iekārtu apkalpošanai bija nepieciešams tikai operators atšķirībā no tā sauktajām meža pārskolojamajām mašīnām, kur stādus traktora vilktā mehānismā ievieto cilvēki. Līdzīgs princips izmantots arī citos tajā laikā izstrādātajos stādīšanas iekārtu prototipos (Att. 1).



**Att. 1 Dažādas 20 gs. izstrādātās meža stādāmās mašīnas**

Latvijā tika konstruēta diskrētās darbības meža stādāmā mašīna "SBS- 50" ar stādāmo aparātu uz hidrostrēles (Att. 2). Iekārta bija paredzēta priedes un egles ietvarstādu ar vainagu augstumu līdz 50 cm stādīšanai

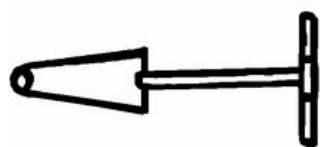
(stādspraugas diametrs 55 mm, dziļums 180 mm) platībās bez iepriekšējas augsnes sagatavošanas (Kariņš, 1980). Stādāmo bedrīti veidoja ar urbi, kurš tika darbināts ar hidro motoru. Substrāta briketi stādīvietā nostiprināja ar piespiedējmehānismu, kurš reizē stādāmo bedrīti aizber un pieblīvē. Kasetē atradās 50 stādi, kuri automātiski pa vienam tika padoti transportēšanas kanālā un no tā – uz sagatavoto bedrīti. Uz mašīnas atradās stādāmā materiāla rezerves platforma 200 ietvarstādu novietošanai. Stādāmās zonas apstrādei apkārt stādam ar herbicīdiem vai mēslošanai un laistīšanai uz mašīnas novietota 25 l tvertne. Iekārtu montēja uz riteņtraktora "MTZ-82", to apkalpoja viens operators. Mašīnas ražīgums bija 0,5-1 ha maiņā, atkarībā no bāzes mašīnas pārejamības klases.



**Att. 2 Meža stādāmā mašīna "SBS-50"**

Tajā laikā šīm iekārtām bija galvenokārt zinātniskas nozīme, jo mašīnas bija neveiklas, patērēja daudz degvielas un nespēja nodrošināt pietiekoši lielu stādīšanas ātrumu. Bez tam tajā laikā nebija izjūtams roku darbaspēka trūkums. Tāpēc plašākā ražošanā ieviesās tikai rokas darba rīki – specializētas lāpstas un šķēpi, ar kuriem var stādīt gan kailsakņu, gan ietvarstādus.

Pieaugot nepieciešamībai veikt meža atjaunošanu visas veģetācijas sezonas garumā, pēdējos gadu desmitos daudz izplatītāki kļuvuši ietvarstādi, kuru stādīšanai piemēroti gan vienkāršāki instrumenti, gan dažādi stādāmie stobri (Att. 3).



Stādāmais šķēps



Cilindriskā lāpsta



Stādāmais stobrs



Kaplīšs egļu stādu slīpai stādīšanai

### Att. 3 Rokas stādāmie instrumenti

Sākotnēji mehanizētās stādīšanas agregāti tika konstruēti tikai kociņa iestādīšanas operācijas veikšanai (Att. 4). Piemēram, Lannen FP 160 iekārta spēj iestādīt 170-250 kociņus stundā, sevišķi labos apstākļos pat 300 kociņus (Rummukainen et al., 2002 un Rummukainen et al., 2003).



### Att. 4 Mehanizētās stādīšanas iekārta Lannen FP 160

Lai ietaupītu degvielu, kā arī samazinātu izmaksas un tehnikas slodzi uz augsni, vēlākie mehanizēto stādīšanas iekārtu risinājumi apvieno augsnes sagatavošanas un kociņa iestādīšanas operācijas. Pašlaik tiek izmantoti vairāki risinājumi, kas balstīti uz dažādu tradicionālo augsnes sagatavošanas paņēmieni apvienošanu ar stādīšanu.

Atkarībā no meža tipa, augsnes veida un mitruma režīma tiek izmantoti dažādi augsnes sagatavošanas paņēmieni, kas apvienojami četrās lielās grupās – augsnes apstrāde ar rokas darba instrumentiem, apstrāde, izmantojot dzīvnieku vilcējspēku, mehanizētā augsnes apstrāde un ķīmiskā augsnes apstrāde (Heiskanen and Rikala, 2006; Lof et al., 2006; Langvall et al., 2001; Knapp et al., 2006; Pennanen et al., 2005). Dažādu augsnes sagatavošanas paņēmieni priekšrocības un trūkumi parādīti Tab. 1.



## Ietvarstādu mehānizētās stādīšanas tehnoloģijas

Tab. 1: Dažādu augsnes sagatavošanas veidu raksturojums (pēc Mangalis, 2004)

	Velēnu apvēršana, augsnes sagatavošana laukumīņos	Frēzes, diskveida arkli	Kupicotāji, lāpstveidīgie, rotējošie	Herbicīdi
priekšrocības	Atgāztas velēnas veidā augsni gatavo, piemēram, ar traktorvilkmes agregātu PR-8 slapjās augsnēs oligotrofos (Mrs) un mezotrofos (Dms, Vrs) augšanas apstākļos. Egļu kultūru ierīkošanai atgāzta velēna jāveido arī Vr, jo egles stādīšana laukumīņā mainīgo laika apstākļu dēļ ir nedroša. Lai velēna iegūtu labu kontaktu ar augsni un sāktu mineralizēties, augsnes gatavošana jāveic rudenī. Tikko atgāzta, nesablīveta velēna stādīšanai nav piemērota, jo ir apgrūtināta mitruma pārvietošanās velēnas virskārtā.	Smagie disku arkli ir, piemēram, TTS-Delta, Donaren 280 HL un BRACKE 321D. To zoboto disku rotāciju nodrošina hidrauliskā piedziņa. Pastāv iespēja mainīt disku savērsumu un sagāzumu, izvēloties katrai apstādāmī platībai vispiemērotākos augsnes apstrādes parametrus. Ar smagajiem disku arkliem augsni var apstrādāt visos meža tipos, arī izcirtumos, kur izklaidus atstātas mežizstrādes atliekas. To veidotās vagas platums ir 40-70 cm, atgāztās velēnas platums 40-70 cm, vagas dziļums 15-30 cm, velēnas biezums 15-15 cm. Tiltiņš ir vispiemērotākā stādvieta visos meža tipos, kur augsni apstrādā atgāztas velēnas veidā, jo šeit ir vislielākais augsnes blīvums un vismazākā iespēja, ka saglabājusies gaisa starpkārta.	Ar kupicotāju augsni sagatavo izcirtumos, kuros ir spēcīgi attīstīta zemsedze, (Gr, Dms, Vr). Kupicas veido veido ar 30-35 cm augstas, 60-100 cm platas un tikpat garas. Šādi izveidoti mikropaaugstinājumi rada labvēlīgus mitruma apstākļus visā veģetācijas periodā un aizkavē nezāļu sazēšanu. Ja trūdu slānis ir ļoti sadalījies un kupicas virspusē var uzvērst minerālaugsni, tās var gatavot arī nosusinātās kūdras augsnēs. Vēl joprojām lieto ORM 1,5 kupicotāju, kas veido 20-30 cm augstas, 50-60 cm garas un ap 65 cm platas kupicas ar soli 1,5 līdz 2 m. Celmi netraucē iekārtas darbībai, jo mehānisms pārveļas pāri tiem pāri un sagatavo nākamo stādvieta jau aiz celma.	Ja platību pirms stādīšanas apstrādā ar sistēmas iedarbības herbicīdiem, tad tiek likvidēts apaugums un stādīšanu var veikt bez augsnes mehāniskas apstrādes. Šo papēmienu izmanto meža ieaudzēšanai lauksaimniecības zemēs.
problēmas	Nesablīveta velēnas starpkārtā paliek gaisa slānis.	Smago disku arklu vilcēlmašīnām nepieciešama liela jauda (100-150 kW). Mazāk noturīgās augsnēs vilcējs atstāj aiz sevis dziļas risas. Ja paredzēts stādīt uz atgāztas velēnas, velēna plāna, mazāk par 15 cm, saraustīta, izžuvusi, nepieguļ pamataugsnei. Vagas zemākās daļas ir nepiemērotas stādvieta pārmitrās augsnēs. Atgāztas velēnas virsma stādīšanai piemērota tikai tad, ja velēna sagatavota iepriekšējā gada rudenī, ir vismaz 15-20 cm bieža un blīvi pieguļ pamataugsnei. Stādīšanai piemērotu velēnu grūti sagatavot, ja mežizstrādes atliekas izcirtumā ir atstātas izklaidus.	Kupicas nevajadzētu gatavot platībās ar vāji sadalījušos kūdras, jo tās vasarā strauji iežūst, bet pavasarī un rudenī stādus izcilā sals.	Ķīmisko preparātu lietošana atstāj ietekmi uz vidi, tā nav pieļaujama sertificētos mežos. Parasti meža atjaunošanā šo metodi neizmanto.

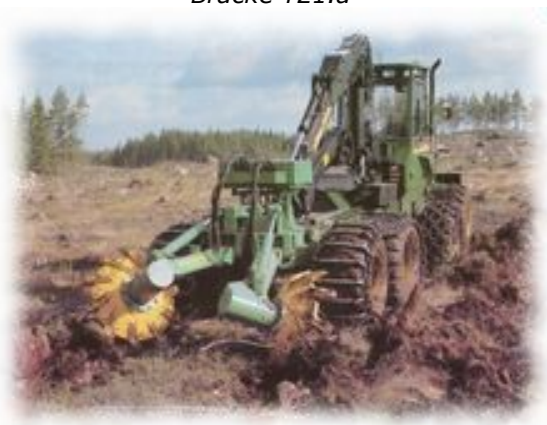
Latvijā pašlaik populārākais augsnes sagatavošanas veids ir frēzēšana ar disku arkliem. Tas ir ātrākais un salīdzinoši lētākais augsnes sagatavošanas veids. Latvijā izplatītākās ir *Bracke* un *Donaren* ražotās frēzes (Att. 5).



*Bracke T21.a*



*Bracke T26.a*



*Donaren 180/280*

#### **Att. 5 Latvijā izmantojamās meža frēzes**

Meža frēze apvērš velēnu, veidojot pacēlumus, kura malā – uz tiltiņa, vagā vai tieši uz velēnas tiek stādīts stādiņš. Pirmajā gadā ap stādu ir minerālaugsnis slānis bez nezālēm, kas atvieglo ieaugšanu un stāda sameklēšanu turpmākajos gados, veicot agrotehnisko kopšanu.



**Att. 6 Ar frēzi sagatavotā platībā atjaunota 4 gadus veca priežu audze**

Praksē meža stādīšanu parasti veic, izmantojot roku darba spēku un rokas stādāmos instrumentus. Stāda gan kailsakņu stādus (pavasārī un rudenī), gan ietvarstādus (visas sezonas garumā).

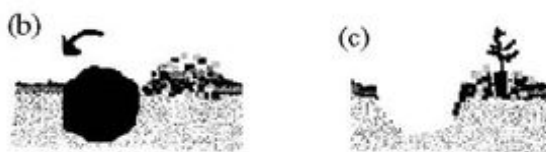
Tomēr ne visos visos gadījumos frēze ir piemērotākais augsnes sagatavošanas instruments, jo ar frēzi nav iespējams izraudzīties katram stādam piemērotāko stādvieta, bet frēzes darbības pielāgošana dažādiem augšanas apstākļiem (mainoties mitruma režīmam dažādās viena nogabala vietās) būtu ārkārtīgi darbietilpīga, tāpēc praksē to nepielieto. Frēze nepieblīvē izveidotās pacilas, tāpēc sausā laikā stādiņi var ciest no mitruma trūkuma.

Viens no pirmajiem ražošanā ieviestajiem mehanizētās stādīšanas agregātiem, kas apvieno divas operācijas augsnes sagatavošanu un stādu stādīšanu, ir Somijā konstruētais *Ecoplanter* (Att. 7).



**Att. 7** Mehanizētās stādīšanas iekārta *Ecoplanter*

Šī iekārta augsni stādvieta sagatavo līdzīgi, kā meža frēze. Vienlaicīgi tiek sagatavotas divas stādvietas. Kociņu stāda uz mikropaaugstinājuma (c), kas tiek izveidots, diskam rotējot un sajaucot humusa slāni ar minerālaugsnī (b) (Att. 8).



**Att. 8** Stādāmās iekārtas *Ekoplanter* darbības princips (Saarinen, 2006)

Ar *Ekoplanter* vienā stundā vidēji var iestādīt 223 stādu (Saarinen, 2006). Ar vienu manevru tiek izveidotas divas stādvietas un iestādīti divi stādi. Cīrsmās ne vienmēr ir vienkārši uzreiz atrast piemērotu vietu diviem stādiem, kas apgrūtina iekārtas darbību. Sešu gadu ilgumā veiktajos pētījumos Somijas apstākļos konstatēts, ka *Ecoplanter* stādījumos iet bojā 19% stādu, kamēr ar rokām stādītajā platībā tādos pat apstākļos izkrīt 5% stādu. Stādāmā agregāta konstrukcija neļauj pietiekami pieblīvēt augsni ap iestādīto kociņu, kas ir galvenais stādu bojāejas iemesls (Saarinen, 2006; Saarinen, 2007).

Somijā privātie meža īpašnieki iecienījuši velēnas apvēršanu ar ekskavatora kausu. Šī paņēmiena priekšrocības ir salīdzinoši lēta un daudzfunkcionāla aprīkojuma izmantošanas iespējas, vispirms veicot meliorācijas darbus, bet pēc tam, sagatavojot stādvietas.



**Att. 9 Velēnas apvēršana ar ekskavatora kausu**

Viena no ekskavatora un citu diskretās darbības augsnes sagatavošanas iekārtu priekšrocībām ir stādvieta atrašanās vietas izvēles iespējas. Kvalificēts operators var izraudzīties katra stādiņa iestādīšanai piemērotāko vietu, atkarībā no mitruma apstākļiem vai augsnes īpašībām, piemēram, vietā ar biežāku trūda slāni, ierakties dziļāk, lai nosegtu trūdu slāni ar minerālaugsnī. Ar ekskavatoru sagatavotajās stādvietās ar barības vielām bagātais humusa slānis nonāk saskarē ar stāda saknēm, bet salīdzinoši nabadzīgākais minerālvielu slānis atrodas virspusē, aizkavējot trūdvielu slāņa sakaršanu un izzūšanu. Nākošajā pavasarī, pēc velēnas sagulšanas, jau sagatavotā stādvietā tiek veikta stādīšana ar rokām. Šādās vietās stādi arī mazāk cieš no nezāļu konkurences (Örlander, 2007; Soimasuo, 2007).

Auglīgajos meža tipos, mitrākās vietās un reljefa pazeminājumos ar labiem panākumiem izmantojami kupicotāji, kas pēc darbības principa ir līdzīgi ekskavatoriem (Att. 10). Agrāk kupicotāji bija lieli, smagi un neveikli. Parasti tie sagatavoja 1-2 rindas ar augstām irdenām kupicām. Kupicošanu veica iepriekšējā gadā, tad ļāva velēnai nosēties un stādīšanu uzsāka nākošajā pavasarī. Kupicotājus Latvijā parasti izmantoja mitrās un purvainās vietās.



*Padomju Savienībā ražots kupicotājs 20.gs. 80.gadi*



*Mūsdienīgs kupicotājs (Donaren 870 H)*

**Att. 10 Kupicotāji augsnes sagatavošanai izcirtumos**

Tagad iespējams izvēlēties dažādu firmu kupicotājus ar divu, trīs un četru rindu darba agregātiem. Jaunākas paudzes kupicotājus var aprīkot ar sējmašīnām, kas tūlīt pēc augsnes sagatavošanas tieši kupicā iesēj nepieciešamo sēklu skaitu (Att. 11).

Meža atjaunošana, stādot kailsakņu vai ietvarstādus uz pacilām jeb kupicām, ir ļoti populāra Somijā. Pēdējos gados šī tehnoloģija kļuvusi par dominējošo egļu audzēs (Harstela, 2007; Soimasuo, 2007).



*M26.a*



*M36.a*



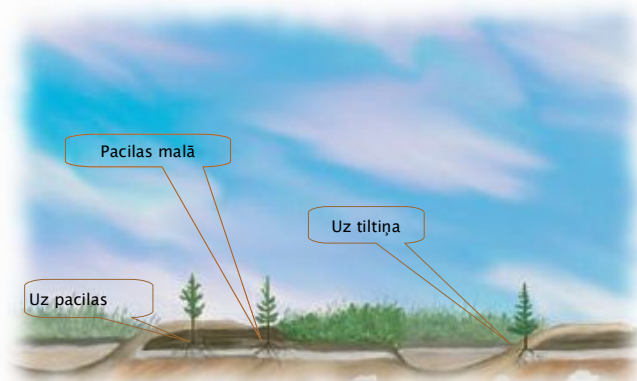
*M46.a*



*S36.a*

**Att. 11 Bracke Forest piedāvātie divu, trīs un četru rindu augsnes kupicotāji un sēšanas iekārta (Bracke.com)**

Kociņus uz pacilām stāda tajā pašā vai nākošajā gadā pēc augsnes sagatavošanas, stādvietai izvēloties uz pacilas (kupicas) vai tiltiņa (Att. 12).



Att. 12 Iespējamās stādvietai ar kupicotāju sagatavotā augsnē

Stādīt pacilas malā nav vēlams, jo saknes atrodas organiskās slānī, kas ātri izžūst. Zemesdzīvo dzīvotāji, tajā skaitā smecernieki, kurš apdraud galvenokārt pavasarī stādītos stādīņus. Šie faktori samazina stādu saglabāšanās iespējas. Stādot uz tiltiņa (pacilas visblīvākajā vietā) tiek samazināta sakņu iežūšanas iespēja, tomēr mazāk auglīgās augsnēs pastāv risks, ka iestādītajam kociņam veidosies vienpusēja sakņu sistēma trūdvielu virzienā un tas būs mazāk noturīgs pret vējgāzēm. Stādot uz pacilas, sakņu sistēma atrodas dubultā zemesdzīvo slānī, kas bagāts ar organisko vielu, tomēr sausās vasarās saglabājas izžūšanas risks. Uz pacilas parasti stāda mitrās vietās (Soimasuo, 2007), tomēr stādīšanai uz paaugstinājuma ir vairākas priekšrocības arī sausākos augšanas apstākļos – stādam ir lielākas barības vielu rezerves, paaugstinājums ātrāk sasilst, attiecīgi stāds sāk ātrāk augt, uz paaugstinājuma ir mazāka nezāļu konkurence un stāds būs noturīgāks pret vējgāzēm (Katkevičs, 1986).

No pašlaik ražošanā esošajām kombinētajām stādīšanas un augsnes sagatavošanas mašīnām populārākā un produktīvākā diskretās darbības ietvarstādu stādāmā iekārta ir *Bracke P11.a*. Tā ir montējama ekskavatora vai harvesteriem strēles galā (Att. 13).



Att. 13 Mehanizētās stādīšanas iekārta *Bracke P11.a*

Piemēram, 2007.gadā Somijā strādā un meža atjaunošanas pakalpojumus sniedz 24 mašīnas, kas aprīkotas ar *Bracke P11.a* stādāmajām galvām. Stādīšanas iekārtas uzmontētas galvenokārt uz ekskavatoriem, dažas uz harvesteriem. Ekskavatoru galvenās priekšrocības ir strēles konstrukcija, kas nodrošina maksimālu spiedienu uz leju, tādējādi vairāk pieblīvējot pacilu, mazāks degvielas patēriņš un mazākas ekspluatācijas izmaksas (Saarinen, 2006).

Veicot stādīšanu ar šo iekārtu, vienlaicīgi tiek veiktas vismaz divas operācijas – augsnes sagatavošana (pacilas veidošana), kociņa iestādīšana un nostiprināšana (atkarībā no augsnes un vietas 150-450 stādi stundā) (Brackeforest, 2007; Rummukainen et al., 2002; Saarinen, 2006; Saarinen, 2007). Veicot meža atjaunošanu, stādāmo agregātu var regulēt, izvēloties piemērotāko stādiņa iestādīšanas dziļumu. Iespējams stādīt dažādu sugu ietvarstādus. Limitējošais faktors ir substrāta izmēri. Nav vēlams stādīt kociņus, kas garāki par 1 m. Tas apgrūtina operatora darbu un samazina darba ražīgumu. Nepastāv koku sugu ierobežojumi, piemēram, šogad Indonēzijā ar *Bracke P11.a* tika uzsākta eikaliptu stādīšana. Visbiežāk tiek izmantoti stādi, kam substrāta diametrs ir līdz 60 mm. Šādiem stādiem piemērotā kasetē ietilpst 72 stādiņi. Stādāmo galvu iespējams aprīkot arī ar 50 vai 70 mm stobru kasetēm, tad, attiecīgi, vienā uzpildes reizē iespējams ievietot nedaudz vairāk (88) vai mazāk (62) stādus. Pašlaik uzņēmums Bracke Forest ievieš ražošanā maināmas 216 stādu kasetes, kas paredzētas ietvarstādiem, kuru diametrs nav lielāks par 60 mm (Brackeforest, 2007).

Somijā jau 9 mēnešus tiek testēta mehanizētās stādīšanas ierīce *M-planter* (Att. 14), kuras stādīšanas princips ir līdzīgs kā *Bracke P11.a*, bet vienlaikus

iespējams iestādīt divus ietvarstādus, bet kasetēs iespējams ievietot 160 ietvarstādus (2 reizes vairāk, nekā *Bracke P11.a* ražošanā esošajam modelim). Stādot vispirms tiek izveidota pacila, tad uz tās iestāda ietvarstādu. Šī iekārta nodrošina arī pacilas sablīvēšana, mazinot sakņu iežūšanas risku (Heine and Vahanen, 2007).



**Att. 14 *M-planter* - ietvarstādu stādāmā ierīkārta (foto D.Lazdiņa)**

Jaunās mehanizētās stādīšanas iekārtas *M-planter* produktivitātes pētījumos noskaidrots, ka tās ražība ir augstāka, nekā *Bracke P11.a*. Salīdzinot *Bracke P11.a* produktivitāti līdzīgos apstākļos ar *M-planter* sniegumu, konstatēts, ka *M-planter* augsnē bez akmeņiem efektīvāks par 38%, akmeņainā augsnē par 36% un ļoti akmeņainā augsnē – par 24 % (Harstela et al., 2007). Pašlaik turpinās *M-planter* iekārtas konstrukcijas racionalizācijas pētījumi. Pagaidām iekārta nav ieviesta ražošanā.



# METODIKA

## IZMANTOTĀ TEHNIKA

Pētījumā izmantotās mašīnas nomu un transportu Latvijā nodrošināja Bracke oficiālais dīleris SIA INTAC Latvija. Bāzes mašīna Daewoo 155CLV ar strēles izlīci 7,8 m. Stādāmā galva *Bracke P11.a* bija firmas ATT-Forest Oy īpašums. Stādāmās galvas vecums – 6 gadi, pirms izmēģinājumu veikšanas Latvijā tā bija iestādījusi savu miljono stādu. Agregātu iespējams aprīkot ar papildus ierīcēm, kas paredzētas stādīšanas procesa optimizācijai (ķīmikāliju izsmidzināšana, dažādas formas lāpstas velēnas uzplēšanai). Šis pats ekskavators tiek izmantots arī celmu izstrādei pēc galvenās cirtes (Tab. 2).

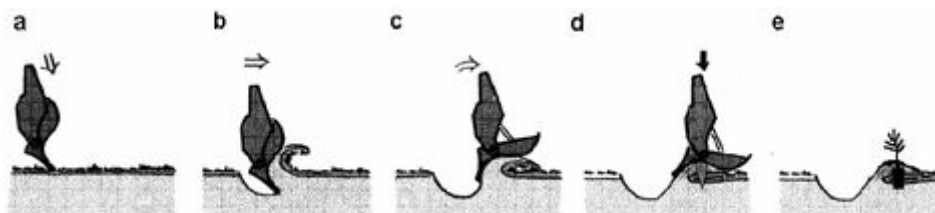
Tab. 2 Pētījumā izmantotās mehānisma *Bracke P11.a* tehniskais raksturojums

Parametrs	Apraksts
Produktivitāte	Līdz 300 stādi/h (450 stādi-veicot tikai stādīšanu )
Stādu veids	Ietvarstādi
Piemērotās bāzes mašīnas	Ekskavators (vismaz 13 t) vai harvesters ar riteņiem
Svars bez stādiem	1,100 kg (2425 lb)
Hidraulika	Nepieciešams 100–125 L/min @ 125 bar (26–33 gpm @ 1800 psi)
Regulējamie uzstādījumi	Stādīšanas dziļums; spiediena spēks; ūdens un gaisa padeve.
Piederumi	Stādu kasete -karuselis: Ø 50 mm – 88 ietvarstādiem, Ø 60 mm - 72 ietvarstādiem, Ø 70 mm - 62 ietvarstādiem; ietvarstādu transportējamā platforma; gaisa kompresors; granulu dozētājs.

SIA INTAC Latvija nodrošināja arī kvalificētu operatoru, tehnisko personālu un treileri tehnikas transportēšanai uz izmēģinājuma objektiem.

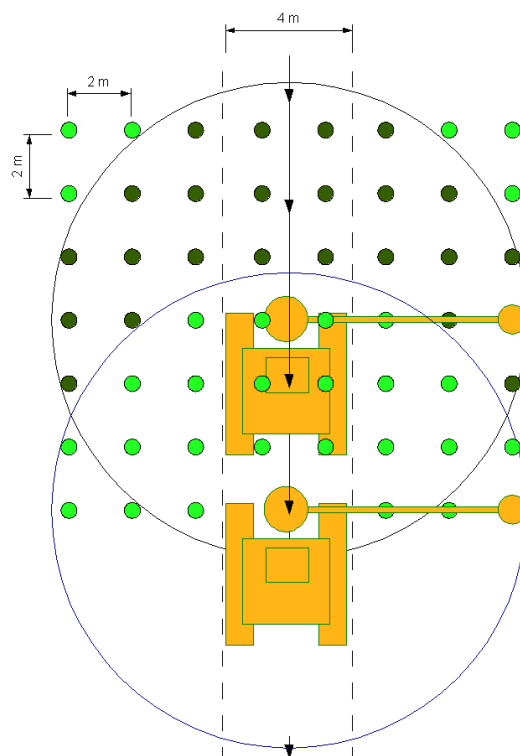
## STĀDĪŠANAS TEHNOĻĪJA

Mehānizētās stādīšanas agregāts *Bracke P11.a* veido pacilu (a, b, c) uz kuras tiek stādīts stāds (d, e) (Att. 15).



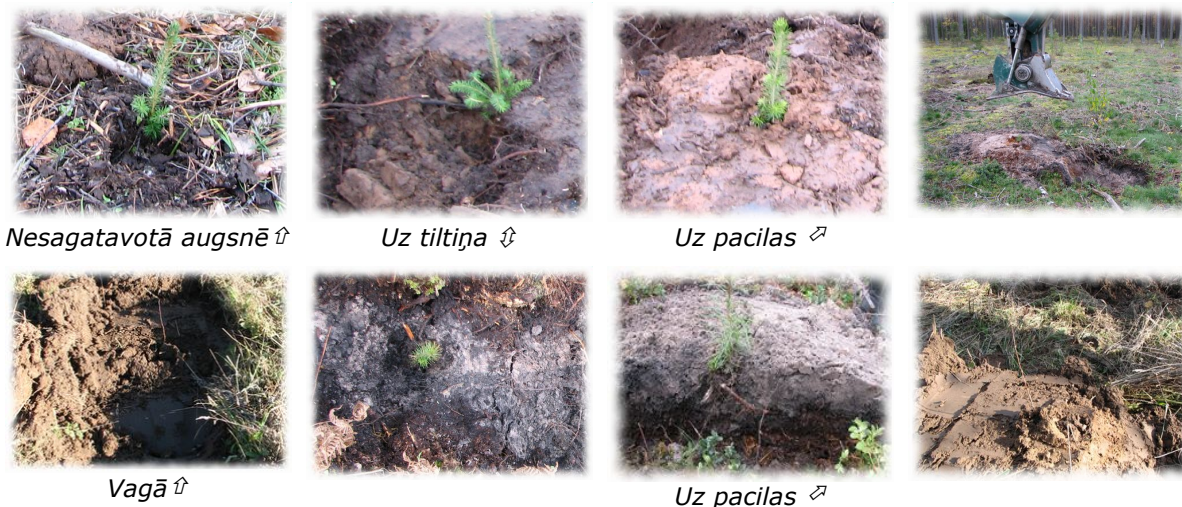
Att. 15 *Bracke P11.a* darbības princips *Saarinen, 2007*

Stādīšana notiek, ekskavatoram pārvietojoties atpakaļgaitā. Stādot ap 2000 stādus uz hektāru, stādvieta atrodas 2 m attālumā viena no otras. Vienā manevrā iespējams iestādīt vidēji 24 ietvarstādus (Att. 16).



Att. 16 Ekskavatora pārvietošanās un stādīšanas shēma stādot 2000 stādu/ha

Ja nepieciešams, operators var mainīt stādvieta atrašanās vietu uz pacilas. Izmēģinājumu platībās tikai veikta stādīšana divos variantos – uz pacilas un uz tiltiņa (Att. 17). Semināru laikā demonstrējumos dažus kociņus iestādīja tieši uz zemesdes nesagatavotā augsnē.



Att. 17 Dažādas stādīšanas vietas izmēģinājumos Latvijā

## LAUKA DARBU VEIKŠANAS LAIKS, VIETA UN KLIMATISKIE APSTĀKĻI

Stādīšana veikta no 13. līdz 16. oktobrim trīs objektos dažādās augsnēs ar atšķirīgu apaugumu un reljefu. Diennakts vidējā gaisa temperatūra bija 2-3 grādus zem normas. Nedēļas nogalē dienā gaisa temperatūra no +4 līdz +11 grādiem, naktīs daudzviet zem nulles. Visaukstākā bija nakts uz svētdienu, kad vietām no -2 līdz -4 C°. Kaut gan oktobra sākuma vidējā gaisa temperatūra kopumā Latvijā atbilda normai, laika apstākļi dekādes gaitā bija visai mainīgi. Laiks no 15. līdz 18. oktobrim bija siltāks kā parasti. Dekādes vissiltākā diennakts – 17. oktobris (dienā no +12 līdz +16 C°, bet naktī no +7 līdz +11 C°). Visaukstākās diennaktis bija 13., 14. un 20. oktobris (naktī vietām no -2 līdz -4 C°) (LVGMA, 2007).

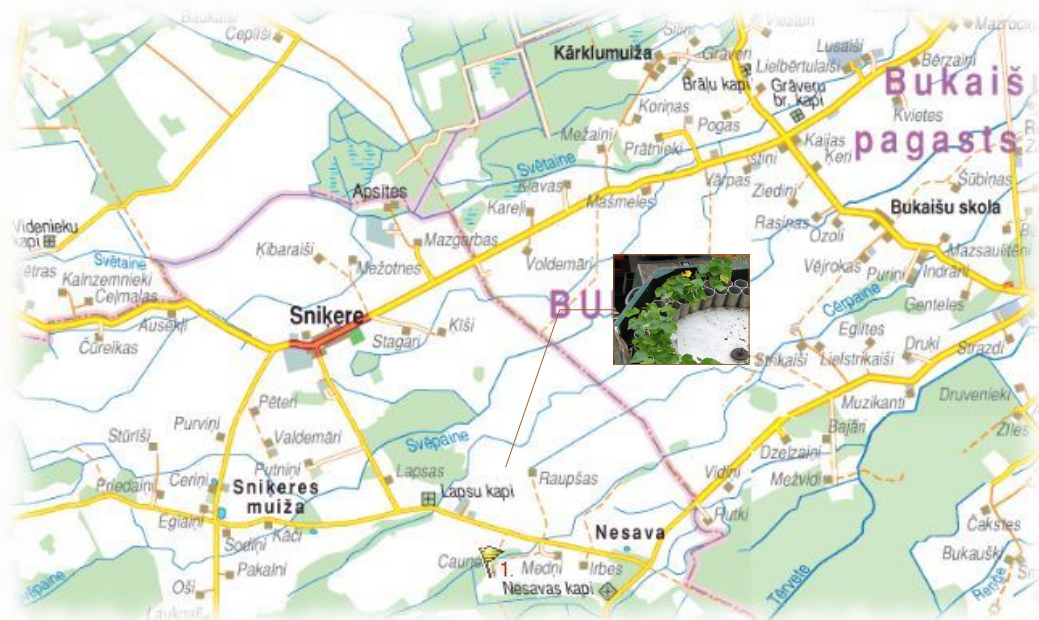
No 8.-12. oktobrim lielākajā daļā nokrišņu bija lietus veidā, bet, temperatūrai pazeminoties, arī slapja sniega veidā. 12. oktobrī Latvijai pāri gāja arī pirmā nopietnā rudens vētra. Brāzmās vislielāko ātrumu (27 m/s) tā sasniedza Rīgā, pašā jūras līča piekrastē. Stādīšanu uzsāka nākošajā dienā pēc šiem ekstremālajiem laika apstākļiem. Nokrišņu daudzums kopumā Latvijā bija 181% no normas ar teritoriālajām svārstībām no normai atbilstoša nokrišņu daudzuma Bauskā un Saldū līdz 2,5 dekādes nokrišņu normām Rīgā. Nokrišņi dekādes gaitā bija katru dienu, 11., 12., 15. un 18. oktobrī aptverot visu Latviju. Vislielākais nokrišņu daudzums bija 12. oktobrī, vietām Vidzemē šis diennakts nokrišņu daudzums bija līdzvērtīgs visas dekādes nokrišņu normai (LVGMA, 2007).

Pirmo stādīšanu veica 13.oktobrī RPA "Rīgas meža aģentūra" (RMA) Juglas mežniecībā 4.kvartāla 7.nogabalā, meža tips lāns. Ģeogrāfiskās koordinātes 57 02, 147 N 24 25, 428 E.



Att. 18 Izmēģinājumu objekta vieta Rīgas meža aģentūras Juglas mežniecībā

Dobeles rajona Ukru pagastā pie "Caunēm" 14.oktobrī A/s "Latvijas finieris" notika bērzu ietvarstādu stādīšanu mālainā lauksaimniecības augsnē (Att. 19).



Att. 19 Izmēģinājumu objektu vieta A/s "Latvijas finieris" laukos

LVM Zemgales mežsaimniecības Misas iecirkņa 18.kvartāla 6.nogabalā 15. un 16.oktobrī damaksnī tika stādīta egle un priede. Ģeogrāfiskās koordinātes 56 48, 521 N 24 20, 482 E (Att. 20).



Att. 20 Izmēģinājumu platības A/s "Latvijas Valsts meži" Misas iecirknī

## STĀDĪJUMU PLATĪBU, STĀDĪŠANAS VIETAS UN IZMANTOTĀ STĀDMATERIĀLA RAKSTUROJUMS

Stādījumi tika veikti trīs veida platībās: līdzenā lānā ar biezu trūda un zemsedzes slāni, uz mālainas lauksaimniecības augsnes un damaksnī platība ar izteiktu reljefu un bioloģiskajiem kokiem, kas apgrūtināja mašīnas manevrēšanu (Tab. 3).

Tab. 3 Pētījumā iekļauto atjaunojamo platību raksturojums

Īpašnieks	RPA "Rīgas meža aģentūra"	A/s "Latvijas valsts meži"	A/s "Latvijas finieris"
Mežniecība / iecirknis	Juglas mežniecība	Misas iecirknis	Ukru pagasts
Kvartāla Nr.	4	18	"Caunes"
Stādīto koku skaits uz ha (biezums)	3000/2000	2500/3000	2500
Suga	priede/bērzs	egle/priede	bērzs
Augsnes veids	Smilts ar biezu zemsedzi - trūdu	smilšmāls	māls

RMA platība ir līdzena, mežizstrādes atliekas izklātas pievedceļos. Trūda slānis 20-30 cm biezs, zem trūda atrodas smilts augsne. Koki zāgēti zemu, celmu augstums neliels un neapgrūtinā pārvietošanos (Att. 21). Stādvietais izvēle nesagādā problēmas. Biokoki izvietoti kompakti – vienā izcirtuma stūrī. Mežizstrādes atliekas ieklātas pievešanas ceļos.



**Att. 21 Iekārtas darbība izcirtumā lānā - Juglas mežniecībā (foto D.Lazdiņa)**

Bērzi stādīti nelielā platībā grupveidā. Stādīts uz mikropaaugstinājuma – pacilas un uz tiltiņa. Pārējā platībā stādīti divgadīgi priedes ietvarsējeņi no RMA Norupes kokaudzētavas (Tab. 4).

**Tab. 4 Priedžu stādu raksturojums**



Substrāta augstums (cm)	Substrāta Ø (mm)	Ietvarstādu augstums (cm)	Ietvarstādu sakņu kakla diametrs (mm)
11-12	40-50	10-15	1,9-3,8
		12,84±1,59	2,70±0,46


A/s "Latvijas finieris" platība līdzena, zāle nopļauta un atstāta uz lauka. Smaga māla augsne, kas pēc ilgstošām lietavām piemirkusi un kļuvusi plastiska (Att. 22). Stādvieta iespējams izvietot regulārāk nekā meža apstākļos.



**Att. 22 Lauksaimniecības zeme – Ukru pagasts (foto D.Lazdiņa)**

Lauksaimniecības augsnē stādīts uz mikropaaugstinājuma, uz tiltiņa un uz minerālaugsnes, kam noņemta velēna – vagā. Stādīti A/s “Latvijas finieris” kokaudzētavā “Zābaki” kasetēs *Rootrainers Sherwood* izaudzēti bērza stādi.

**Tab. 5: Bērzu stādu morfoloģiskie parametri**

	Substrāta augstums (cm)	Substrāta Ø (mm)	Ietvarstādu augstums (cm)	Ietvarstādu sakņu kakla caurmērs (mm)	
	11-12	45-50	15 - 41	2 - 6,1	25,08 ± 4,51


LVM platība ar izteiktu reljefu, tomēr nogāzes nav pārāk slīpas, lai pa tām nevarētu droši pārvietoties, mežizstrādes atliekas izvāktas. Bioloģiskie koki atstāti izklaidus, celmi augsti, operatoram nepieciešams ilgāks laiks, lai izvēlēties optimālo stādvieta un apbrauktu atstātos kokus, kā rezultātā stādījums veidojas neregulārs.




**Att. 23** Izcirtums damaksnī - Misas iecirknis (foto *D.Lazdiņa*)

LVM platībā stādīti egles ietvarstādi (Tab. 6), uzkalnos priede (Tab. 7). Stādīts uz mikropaaugstinājuma. Stādmateriāls ņemts no LVM Mazsilu kokaudzētavas.

**Tab. 6** Egļu stādu morfoloģiskie rādītāji

	<b>Substrāta augstums (cm)</b>	<b>Substrāta Ø (mm)</b>	<b>Ietvarstādu augstums (cm)</b>	<b>Ietvarstādu sakņu kakla diametrs (mm)</b>
	11-12	45-50	17-32	1-5
			23,62±2,57	2,98±0,75

**Tab. 7** Priežu stādu morfoloģiskie rādītāji

	<b>Substrāta augstums (cm)</b>	<b>Substrāta Ø (mm)</b>	<b>Ietvarstādu augstums (cm)</b>	<b>Ietvarstādu sakņu kakla diametrs (mm)</b>
	11-12	45-50	10-24	2,1-5
			16,21±2,90	3,67±0,67

Atjaunotajās un ierīkotajās mežaudzēs kociņu vidējais augstums atbilst Ministru kabineta noteikumu, kas regulē atjaunojamo mežaudžu un ierīkoto mežaudžu un plantāciju mežu pieņemšanas, prasībām par kociņu minimālo augstums skuju kokiem un lapu kokiem (MK not. 108; MK not. 398).



## HRONOMETRĀŽA

Laika patēriņa pētījumus dažādiem darba etapiem (Tab. 8) veica divi cilvēki, izmantojot lauka datorus Alegro CX ar SDI hronometrāžas programmatūru. Hronometrāža veikta Somijā un Latvijā.

**Tab. 8 Uzskaitītie stādīšanas iekārtas darba etapi**

Nosaukums	Apraksts
Uz priekšu	Pārbraucieni starp darba vietām. Rēķina sākot no brīža, kad riteņi sāk griezties un līdz brīdim, kad tie apstājas.
Strēles kustība	Sākas, kad strēle tiek atlaista vai riteņi apstājušies pēc operācijas "uz priekšu", beidzas, kad stādīšanas galva ir pieskaras augsnei pie potenciālās stādvietas.  Notiek starp operāciju "stādīšana", manevru "uz priekšu" vai "pēc stādiem". Sākas, kad galva atraujas no zemes pēc operācijas "stādīšana" un beidzas, kad riteņi sāk kustēties vai galva ir nofiksēta.
Pacilas veidošana	Sākas, kad galva ir pieskārusies augsnei un beidzas tad, kad galva ir nolikta fiksētā pozīcijā virs pacilas.
Stādīšana	Sākas, kad galva ir nolikta fiksētā pozīcijā virs pacilas un beidzas tajā brīdī, kad galva atraujas no zemes pēc stāda iestādīšanas.
Uzpildīšana	Kasetes uzpildīšana. Sākas brīdī, Sākas, darbu uzsākot vai pēc operācijas "strēle uz iekšu", un beidzas, kad sākas kāda no citām darba operācijām.
Citas operācijas	Mašīnas darbam nepieciešamais laiks, kas neattiecas uz iepriekš raksturotajām sastāvdaļām.
Ar darbu nesaistītas operācijas	Ar darbu nesaistītas operācijas. Sākas tajā brīdī, kad tiek apturēts darbs, beidzas darba atsākšanas brīdī.

# REZULTĀTI

## STĀDĪŠANAS KVALITĀTE

Latvijas apstākļos veiktajos stādījumos daudz vieglāk nodrošināt labu stādījumu kvalitāti, nekā Somijā, kur ir akmeņainas augsnes. Uzskaitot iestādīto ietvarstādu skaitu, un, salīdzinot to ar izdarītajiem stādīšanas manevriem, konstatēts, ka uz vienu stādu kaseti (72 stobri) dažos stādīšanas ciklos tika izdarīti 1 līdz 11 lieki stādīšanas manevri (Tab. 9). Tomēr stādi tika iestādīti uz visām izveidotajām pacilām, jo operators no kabīnes redz, vai kociņš ir iestādīts un var kontrolēt, cik kvalitatīvi tas izdarīts. Ja stādījums nav izdevies, stādīšanas manevrs tiek atkārtots tikmēr, kamēr stāds izkrīt caur stobru vai arī operators kāpj ārā no kabīnes, lai iztīrītu padeves mehānismu. Apsekojot atjaunotās platības netika konstatētas stādvieta, kurās nav iestādīti kociņi. Grūtības radīja tikai bērza stādīšana, jo stādīšanas brīdī bērzi bija jau bezlapu stāvoklī un aizzēlušajā platībā no operatora vietas bija grūti redzēt, vai stādiņš ir iestādīts, vai nē.

Salīdzinoši mazāks skaits lieku manevru izdarīts līdzenā platībā lānā, nedaudz vairāk mālainā lauksaimniecības augsnē. Visvairāk atkārtotu manevru bija damaksnī (Tab. 9). Galvenais iemesls, kas kavēja kociņu iestādīšanas procesu damaksnī, bija egļu ietvarstādu kvalitāte. Substrāts bija irdens un apaugudzis ar maršancijām, tāpēc bieži aizķērās stādāmajā mehānismā. Pirms uzpildes operators katru ietvarstādu saspieda plaukstās, lai kompaktizētu substrātu un novērstu stādu karuseļa nosprostošanos, tomēr reizēm substrāta daļas vai sūnas iesprūda starp iekārtas stādu kaseti un aizkavēja nākošā stāda iekrišanu stobrā. Lai atbrīvotu stobru, nācās pārtraukt stādīšanu un izņemt iesprūdušo stādu.

Vismazāk lieku manevru tika veikts lānā, kur augsne bija viegla un stobru neaizķepināja. Priedes ietvarstādu substrāti šajā variantā bija kompakti, tomēr problēmas sagādā ārpus substrāta izaugušās saknes, kas izraisīja iepriekš aprakstītos stādu karuseļa darbības traucējumus.

Tab. 9 Stādīšanas manevru precizitāte

Platība/ MAAT	Suga	Lieki izdarīto manevru īpatsvars %
Lauksaimniecības zeme – māls	bērzs	1,42
Lāns	priede	1,05
Damaksnis	egle	1,90

Konteinera substrātam jābūt kompakam ar biezu, blīvu sakņu kamolu, bez maršancijām. Tajā brīdī, kad Latvijā sāks plašāk izmantot mehanizētās stādīšanas iekārtas, kokaudzētavām nāksies pievērst lielāku uzmanību ietvarstādu substrāta mehāniskajām īpašībām un izmēriem, lielāka nozīme būs arī aknu sūnu augšanas ierobežošanas pasākumiem.

Lauksaimniecības augsnē problēmas sagādāja māls, kas aizķepināja stādīšanas mehānismu un lipa pie sasilušajām darba virsmām, kā rezultātā nācās pārtraukt darbu, tīrīt stādāmo stobru un veikt atkārtotu stādīšanas manevru. Stādīšanas procesā netika konstatēta stādu mehāniska traumēšana.

Stādot normālā darba režīmā, stādiņi izvietoti neregulāros puslokos. Pēc vairāku kasešu izstādīšanas operators ar mērkoka palīdzību kontrolē iestādīto stādu biežību (uzskaita noteiktā platībā iestādīto stādiņu skaitu) (Att. 24).



**Att. 24 Stādvieta attālumu kontrole ar izbīdāmu mērkoku (foto D.Lazdiņa)**

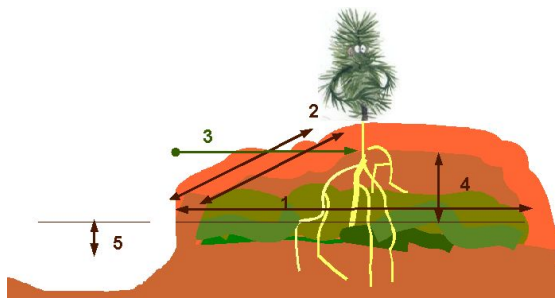
Izmēģinājumu ietvaros atjaunotajās platībās iestādīto koku skaits izmēģinājumos atbilda Ministru Kabineta noteikumu Nr.398 "Meža atjaunošanas noteikumi" (11.09.2001.) 3.punktam, kurš nosaka, ka mežaudzi atzīst par atjaunotu, ja atjaunotajā platībā ieaugušo un kopto koku skaits atkarībā no valdošās koku sugas ir: priedei – ne mazāk kā 3000 koku uz hektāra, eglei – ne mazāk kā 2000 koku uz hektāra (MK not. 398).

Izmēģinājumu ietvaros apmežotajā platībā iestādīto bērzu skaits atbilda Ministru kabineta noteikumu Nr.108 "Meža ieaudzēšanas un plantāciju mežu noteikumi" (06.03.2001.) 2.punktam, kurš nosaka, ka mežaudzi uzskata par ieaudzētu, ja ieaugušo egles, bērza, melnalkšņa vai apses stādiņu skaits ir ne mazāks, kā 2000 koku uz hektāra (MK not. 108).

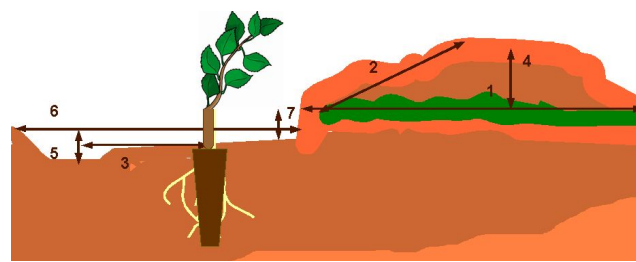
Stādījumi, atkarībā no konkrētajā teritorijā prognozējamām problēmām, veikti dažādos variantos. Māla augsnē un biežā humusa slānī sarežģījumus varētu radīt ilgstošs periods bez nokrišņiem, kad notiek augsnes un substrāta iežūšana, kas var izraisīt stāda bojā eju, tāpēc šajās augsnēs stādīts gan uz pacilas, gan uz tiltiņa.

Visās platībās veikti mikropaaugstinājumu uzmērījumi (Att. 25, Tab. 10 un Tab. 11).

Stādījums uz tiltiņa un pacilas:



Stādījums laukumīņā, kur noņemta velēna:



1.pacilas garums

2.pacilas platums

3.stādvieta attālums no padziļinājuma

4.velēnas augstums

5.padziļinājums

6.mineralizētās joslas garums

7.stādvieta augstums

Att. 25 Mikropaaugstinājumu un padziļinājumu uzmērītie parametri

Tab. 10 Diskrētās darbības ietvarstādu stādāmās ierīces *Bracke P11.a* veidoto mikropaaugstinājumu – stādvieta izmēri izcirtumā

Augsne	Biezs trūds-zemsedze / smilts		Vidēji bieža zemsedze / smilšmāls
	Uz pacilas	Uz tiltiņa	
Stādvieta	Uz pacilas	Uz tiltiņa	Uz pacilas
pacilas garums (cm)	100,47±7,49	97,10±21,12	91,90±18,03
pacilas augstums (cm)	11,33±2,20	11,45±1,64	11,21±3,74
pacilas platums (cm)	75,80±5,61	64,70±5,07	70,01±7,38
padziļinājums (cm)	27,23±3,74	27,95±3,35	30,20±4,20
Stādvieta attālums no padziļinājuma (cm)	61,35±7,11	56,14±6,50	47,24±8,41

Lauksaimniecības augsnēs līdz šim vislabāk ieaugušies ietvarstādi, kas stādīti pēc lauka apstrādes ar herbicīdiem, jo svarīgi maksimāli ierobežot aizzēlumu ap stādvieta (Liepiņš, 2007). Parasti A/s "Latvijas finieris", apmežojot lauksaimniecības zemes, izvēlas stādīšanu vagā. Tāpēc papildus meža platībās izmantotajiem stādīšanas variantiem (uz tiltiņa un pacilas) tikai izmēģināts variants, kas līdzīgs stādīšanai vagā. Ar stādīšanas galvu noņēma zemsedzi un kociņus stādīja mineralizētā joslā – joslā ar noņemtu velēnu (Att. 25, Att. 26 un Tab. 11). Vienā šādā joslā varēja iestādīt 1-3 stādījumus.



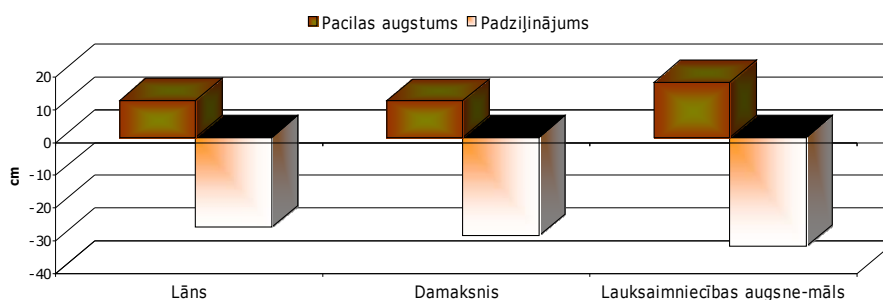
Att. 26 Bērzu stādīšana māla augsnē (foto D.Lazdiņa)

Tab. 11 Diskrētās darbības ietvarstādu stādāmās ierīces *Bracke P11.a* veidoto mikropaaugstinājumu – stādvietau izmēri lauksaimniecības zemē

Augsne		Māla augsne	
Stādvieta	Uz pacilas	Uz tiltiņa	Vagā/noņemta velēna
pacilas garums (cm)	93,16±9,91	79,42±7,53	59,93±16,7
mineralizētās joslas garums (cm)			87,07±5,24
pacilas augstums (cm)	14,47±2,65	19,31±5,51	15,44±2,76
stādvieta augstums (cm)		-0,42±3,74	-6,89±2,71
pacilas platums (cm)	68,33±5,94	53,42±5,86	54,48±3,61
padziļinājums (cm)	33,44±4,92		
stādvieta attālums no padziļinājuma (cm)	41,96±5,41	37,54±7,71	46,63±4,4

Ministru kabineta noteikumos, kas regulē mežaudžu atjaunošanas un mežaudžu un plantāciju mežu ierīkošanu, noteikts, ka ap kociņu zālaugu augstums nedrīkst pārsniegt ieaudzēto koku augstumu 30 cm rādiusā ap tiem. Pēc stādīšanas veidoto pacilu izmēri nodrošina šo noteikumu prasību izpildi – ap stādvietau tiek izveidots mineralizēts laukums.

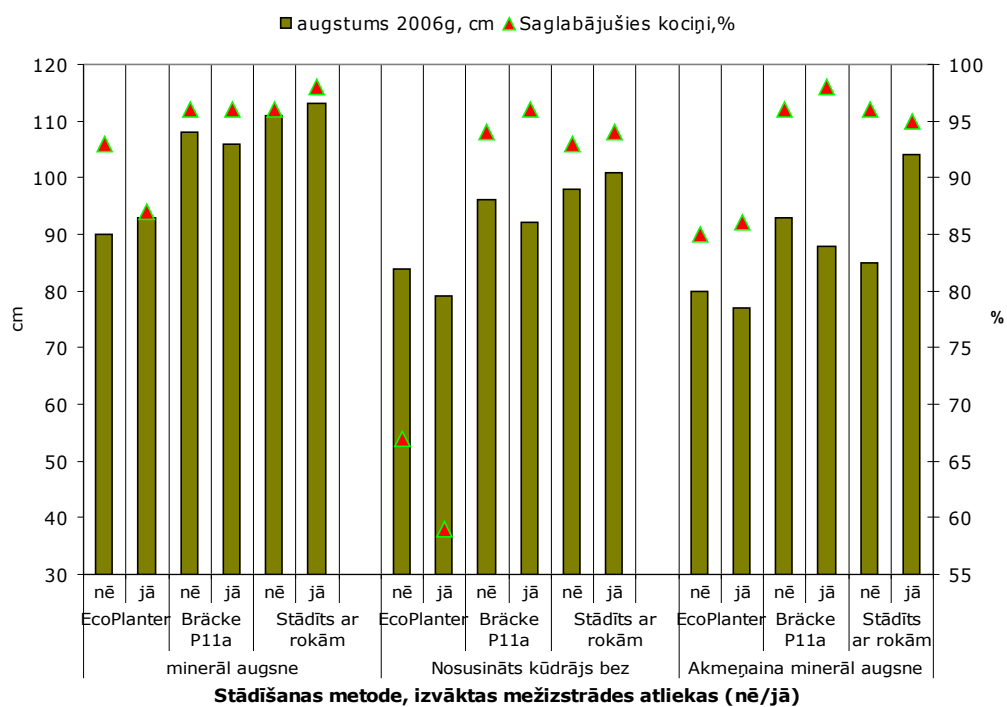
Ietvarstādi substrātā turas stingri. Salīdzinot pacilas augstumu ar izveidojušos padziļinājumu, konstatēts ka visās projekta izpildes gaitā apmežotajās platībās izveidojušies pacila ir ievērojami zemāka kā padziļinājums, jo tā pieblīvēta (Att. 27).



Att. 27 *Bracke P11.a* veidoto pacilu un padziļinājumu attiecība

Kociņu saglabāšanos un izkrišanas cēloņus (izžūšana, izcilāšana, kukaiņu un

pārnadžu bojājumi) un to saistību ar stādīšanas vietu varēs noskaidrot tikai nākamajās augšanas sezonās (Att. 28). Skandināvijā veiktajos pētījumos ar *Bracke P11.a* ierīkote stādījumi pēc saglabāšanās rādītājiem ir labāki, nekā ar rokām atjaunotās meža platībās.



Att. 28 Somijas zinātnieku pētījumi par stādījumu saglabāšanos 5 gadus pēc meža atjaunošanas Saarinen, 2007

Augsnes sagatavošanas ietekmi uz meža atjaunošanos iespējams izvērtēt tikai ilggadīgos novērojumos (Heiskanen et al., 2007).

## PRODUKTIVITĀTES PĒTĪJUMU REZULTĀTI

Stādīšanas produktivitāti uz strēles montētām stādmašīnām pētījuši Somu zinātnieki (Rummukainen et al., 2002; Rummukainen et al., 2003; Saarinen, 2006; Saarinen, 2007). Publicētajos pētījumos apskatīts galvenokārt iestādīto stādu skaits laika vienībā  $E_0$  (produktīvās darba stundas), atkarībā no atjaunojamās meža platības augsnes īpašībām un veiktās saimnieciskās darbības cīsmā.

Lai iegūtie dati būtu salīdzināmi, hronometrāžu ar vienādām darba metodēm veica gan Somijai tipiskā izcirtumā, gan Latvijā meža cīsmās un lauksaimniecības zemē, kurā plānots ieaudzēt bērza plantāciju.

Uzskaitītais laika patēriņš viena stāda iestādīšanai aprēķināts gan produktīvajās darba stundās,  $E_0$  (laikā, kas nepieciešamas, lai veiktu visas ar stāda iestādīšanu un iekārtas apkalpošanu veiktās operācijas), gan kopējās darba stundās,  $E_{15}$ , kā arī laikā kas nepieciešams viena stāda iestādīšanai, veicot tikai ar stādīšanas procesu saistītās darbības (Tab. 12).

Tab. 12 Produktivitāte

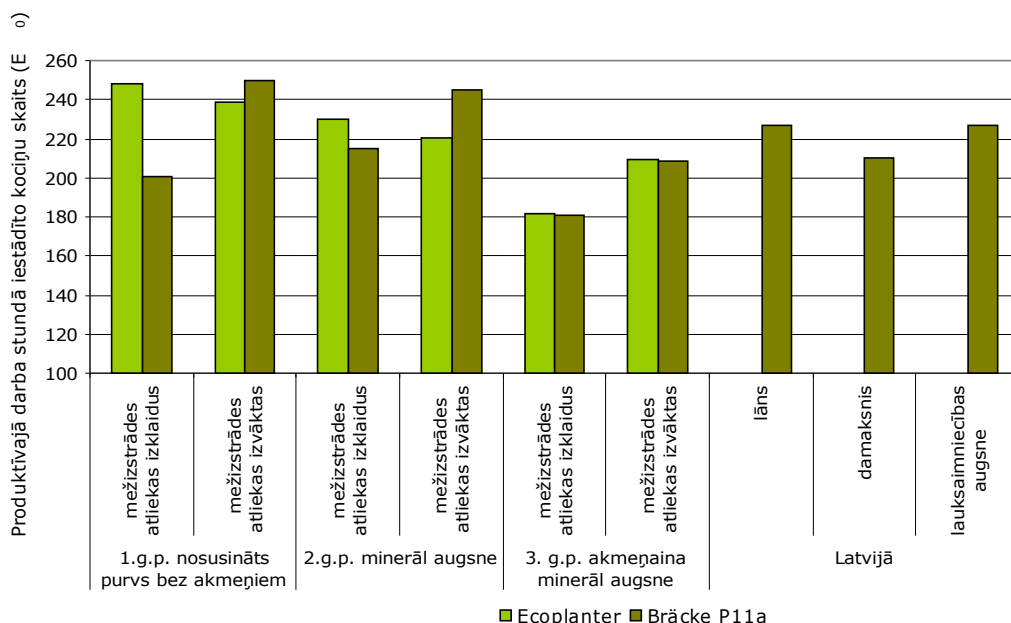
Stādīšanas apstākļi	Stādu skaits $E_0$	Stādu skaits $E_{15}$	Stādu skaits $E_0 +^1$
Lāns	199	187	213
Damaksnis	195	178	198
Lauksaimniecības zeme	199	186	213
Somijā	190	171	195

Salīdzinoši ātrāk stādīšana notika lānā, kur tika stādīta priede, un lauksaimniecības zemē, stādot bērzu. Meža zemē to var skaidrot ar divu faktoru ietekmi – mazāks laika patēriņš manevrējot, jo šajā platībā bija lielāks stādu skaits uz platības vienību, nekā citos izmēģinājumu objektos, kā arī ar to, ka platība ir līdzena, bet augsne viegla. Pateicoties šiem faktoriem, ātrākajos darba ciklā praktiski nebija nepieciešams veikt citas, ar stādīšanu nesaistītas darba operācijas. Lauksaimniecības zemē operatoram nebija manevrēšanas ierobežojumu, tāpēc samazinājās laika patēriņš strēles pārvietošanai un pārbraucieniem.

Visās platībās Latvijā darba laiks izlietots efektīvāk, nekā Somijā hronometrētājā izmēģinājumā. Pat damaksnī, kur ir vismazākā darba efektivitāte, jo platībai raksturīgs izteikts reljefu un atstāti augsti skujkoku celmi, darba stundā iestādīts vairāk koku, nekā Somijā.

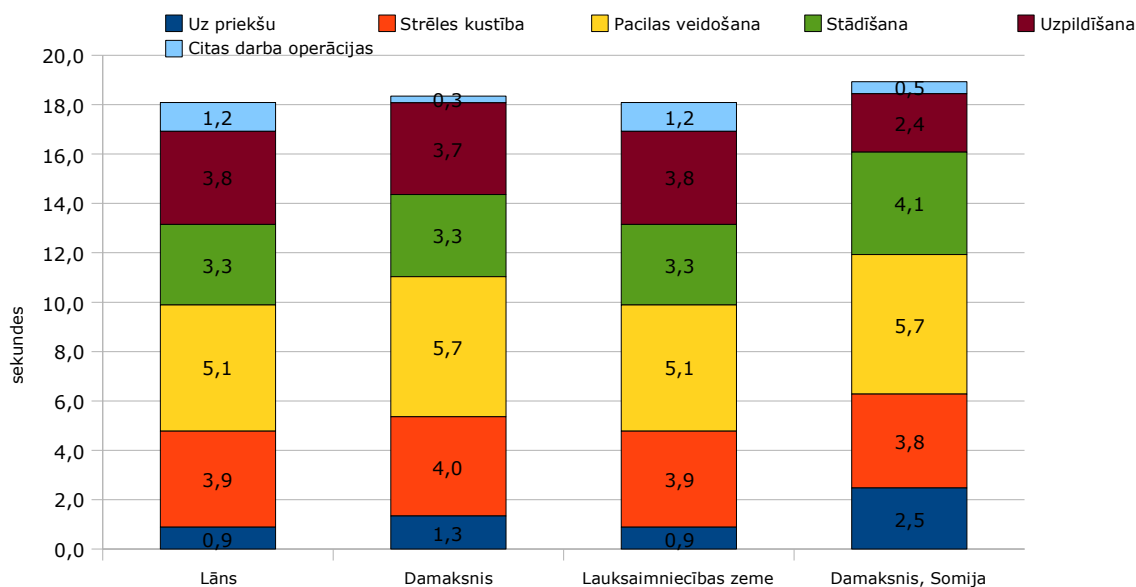
Salīdzinot citu Somu pētnieku hronometrāžas datus un efektīvās darba stundas aprēķinus pēc darba grūtības pakāpes apstākļiem (g.p.) ar Latvijā iegūtajiem hronometrāžas rezultātiem, konstatēts, ka Somijas apstākļos produktivitāte augstāka nekā Latvijā tikai izcirtumos ar izvāktām mežistrādes atliekām un celmiem (Att. 29).

<sup>1</sup> Tikai ar stādīšanu saistītās operācijas, neskaitot stobra tīrīšanu, kā arī citas darbu saistītas un nesaistītas operācijas.



Att. 29 Bracke P11.a darba ražīgums E, Saarinen, 2007

Viena stāda iestādīšanai patērētais laiks sadalījumā pa operācijām parādīts Att. 30. Proporcionāli visvairāk laika tiek patērēts mikroaugstinājumu veidošanai. Nākošais lielākais laika patēriņš ir strāles manevru veikšanai. Salīdzinot ar Somijā veikto hronometrāžu rezultātiem, Latvijā mazāku laiku aizņem bāzes mašīnas pārvietošanās, kas saistīts gan ar lielāku stādīšanas biežību, gan vieglākiem darba apstākļiem.



Att. 30 Viena stāda iestādīšanai nepieciešamo darba etapu ilgums

Strādājot pilnu maiņu (8h), vienā darba dienā lānā var iestādīt 1498 kociņus. Damaksnī darba dienā var iestādīt 1487 kociņus. Smagā lauksaimniecības augsnē darba dienā var iestādīt 1488 kociņus.



## Koriģētais laika patēriņš un produktivitāte

### Koriģēšana

Darba etaps, kuru vismazāk ietekmē apmežojamās platības reljefa, augsnes un stādīšanas shēmas, optimālo stādvieta izvietojums un skaits, ir ietvarstādu kasetes uzpildīšana. Izvēloties piemērotu stādmateriālu ar kompaktiem substrātiem, sapildot to kastēs, no kurām tas ērti paņemams un ievietojams stobros, iespējams būtiski uzlabot kopējo stādīšanas efektivitāti. Pētījuma ietvaros kasetes uzpildīšana nereti tika pārtraukta vai arī to veica nekvalificēti darbinieki, tāpēc šajā darba etapā rezultātos ir liela izkliede un vidējais rādītājs iznāk salīdzinoši liels, kaut gan praksē tika novērots, ka vidējais kasetes uzpildīšanas laiks normālos apstākļos, pat saspižot katru stādu, atbilst labākajiem hronometrētajiem rādījumiem. Tāpēc koriģētā laika patēriņam izmantots biežāk konstatētais jeb modālais laika patēriņš (2,73 sekundes uz stādu).

### Stādīšanas produktivitāte

Ja vidējā darba ciklā viena ietvarstāda iepildīšanai kasetē patērē 2,73 sek., tad darba ražīgumu varēs kāpināt par 18 līdz pat 30% (Tab. 13, Att. 31). Vislielākais darba ražīguma kāpinājums iespējams lānā. Ja ņem vērā tikai ar stādīšanu saistītās operācijas, ievērojamu darba ražīguma kāpinājumu (līdz pat 30%) varētu panākt gan lānā, gan lauksaimniecības zemē.

Attiecinot biežāk sastopamo uzpildīšanās ilgumu uz Somijā veiktās hronometrāžas rezultātiem, stādīšanas produktivitāte samazinās par 1,5%. Tas liecina, ka Latvijā kasetes uzpildīšanas laiks bijis lielāks, nekā Somijā. Tas var būt saistīts gan ar stādu kvalitāti, gan dažādiem blakus faktoriem, kas novērsa operatora uzmanību darba laikā.

Tab. 13 Produktivitātes izmaiņas, veicot darba laika patēriņa korekcijas

Stādīšanas apstākļi	E <sub>0</sub> stādu skaits		E <sub>15</sub> stādu skaits		E <sub>0</sub> + stādu skaits	
	%	Stādu skaits	%	Stādu skaits	%	Stādu skaits
Lāns	21	11	19	10	31	15
Damaksnis	21	11	18	10	22	11
Lauksaimniecības zeme	21	11	17	9	31	15
Somijā	-2	-3	-1	-2	-2	-3

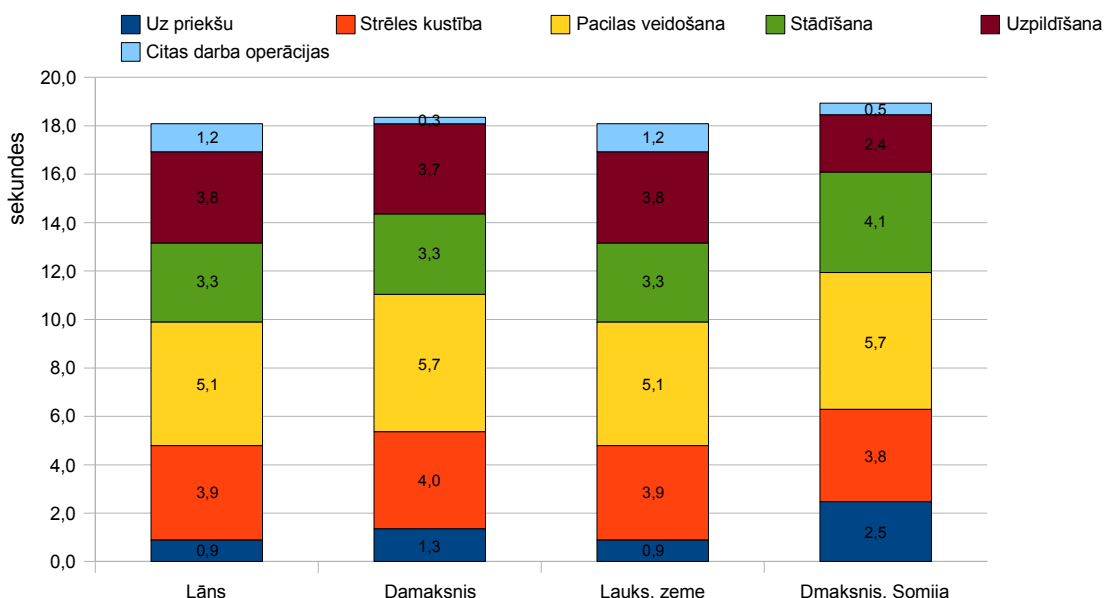
Atbilstoši koriģētajiem rezultātiem, Latvijas apstākļos vienā darba stundā (E<sub>15</sub>) var iestādīt 195-197 stādus, bet produktīvajā stundā (E<sub>0</sub>) – 207-210 stādus (Tab. 14). Atšķirīgie augšanas apstākļi un augsnes granulometriskais sastāvs nav būtiski ietekmējuši stādīšanas ātrumu. Nelielu ietekmi atstājis lielāks laika patēriņš manevrēšanai un pacilas veidošanai damaksnī.

Tab. 14 Produktivitāte pēc darba laika patēriņa korekcijas

Stādīšanas apstākļi	Stādu skaits E <sub>0</sub>	Stādu skaits E <sub>15</sub>	Stādu skaits E <sub>0</sub> + <sup>2</sup>
Lāns	210	197	227
Damaksnis	207	196	210

<sup>2</sup> Tikai ar stādīšanu saistītās operācijas, neskaitot stobra tīrīšanu, kā arī citas darbu saistītas un nesaistītas operācijas.

Stādīšanas apstākļi	Stādu skaits E <sub>0</sub>	Stādu skaits E <sub>15</sub>	Stādu skaits E <sub>0+</sub>
Lauksaimniecības zeme	210	195	227
Somijā	187	169	192



Att. 31 Viena stāda iestādīšanai nepieciešamo darba etapu ilgums pēc korekcijas

## PAŠIZMAKSAS APRĒĶINS

Stādīšanas pašizmaksas aprēķini pamatojas uz bāzes mašīnas un stādīšanas iekārtas ekspluatācijas izmaksām un produktivitāti. Ražības aprēķins veikts, izmantojot pētījuma rezultātus. Informāciju par iekārtai nepieciešamo apkopi, degvielas patēriņu un ekspluatācijas izmaksām Somijas apstākļos sniedza Bracke pārstāvis Timo Raikkonens.

Iespējamo bāzes mašīnas (ekskavatora) un stādāmās iekārtas *Bracke P11.a* mazumtirdzniecības cenu nosauca SIA INTRAC Latvija pārdošanas menedžeris Guntis Štubis.

Augsnes sagatavošanas un meža atjaunošanas pakalpojumu izmaksas aprēķinātas izmantojot VMD Konsultāciju pakalpojumu centra sniegto informāciju.

Stādmateriāla izmaksas aprēķinātas izmantojot A/s "Latvijas Valsts meži" un A/s "Latvijas finieris" kokaudzētavu ietvarstādu realizācijas cenas.

Veiktajos aprēķinos izmantoti šādi dati par iekārtu un tās ekspluatāciju Latvijas un Somijas apstākļos:

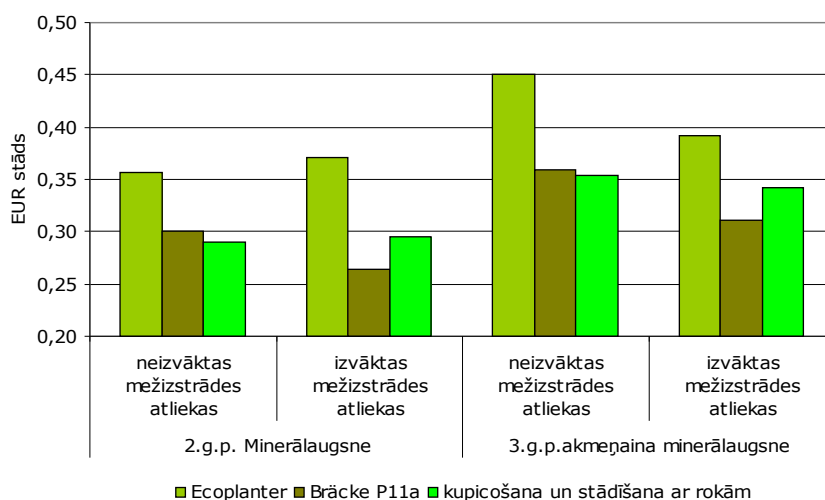
- uz ekskavatora montēta stādāmās iekārtas un bāzes mašīnas cena – 200000 EUR;
- iekārtas transportēšanas izmaksas – 0,7-1,0 EUR/km;
- jaunas stādīšanas iekārtas apkopes ikgadējas izmaksas – 100-500

EUR/gadā;

- bāzes mašīnai ik pēc 6000 darba stundām nepieciešama apkope (transmisijas maiņa u.c.), kas izmaksā vidēji 2 EUR/h;
- darba stundā bāzes mašīna ekskavators patērē 10 l degvielas;
- Somijā kvalificēts operators saņem 10-15 EUR darba stundā.

Somijas apstākļos uz 1 ha stāda 1600-1800 stādus. Meža īpašniekiem hektāra atjaunošana izmaksā 900 EUR, tajā skaita stādmateriāls, 0,18 EUR stāds. Vidēji par viena stāda iestādīšanu meža īpašnieks samaksā 0,35-0,38 EUR. Ja vienā darba stundā iestāda 150-280 stādus, kontraktoram viena stāda iestādīšanas pašizmaksa ir 0,35-0,36 EUR.

Somijā veiktajos *Bracke P11.a*, *Ecoplanter* un roku darba spēka salīdzinošas efektivitātes un kvalitātes pētījumos konstatēts, ka ar *Bracke P11.a* optimālos darba apstākļos var samazināt viena stāda stādīšanas pašizmaksu līdz 0,26 EUR (Att. 32).



**Att. 32 Mehānizētās un manuālās meža atjaunošanas pašizmaksa Somijā Saarinen, 2007**

Pētījuma ietvaros izveidots pašizmaksas aprēķinu modelis, kas ietver investīciju, atalgojuma un iekārtu uzturēšanas sadaļu. Aprēķinu daļa balstīta uz vidējiem produktivitātes, stādīšanas biežības, cirsmu izmēra un attāluma starp cirsmām datiem. Modelī paredzēta iespēja aprēķināt arī oglekļa emisijas, kas saistītas ar degvielas patēriņu stādīšanas procesā. Modeļa aprēķinu pamatvienība ir laika patēriņš viena stādiņa iestādīšanai, attiecīgi, jo lielāka stādīšanas biežība, jo lielākas izmaksas uz platības vienību un mazākas – uz vienu stādiņu.

Stādu izmaksas 2007.gadā pieņemtas 109 Ls par bērza un 103 Ls par 1000 egļu un priežu ietvarstādiem, vidējais atjaunojamās platības izmērs 1,8 ha, vidējais attālums starp atjaunojamām platībām 50 km un tehnikas pārvietošanas izmaksas 0,7 Ls/km. Tehnikas pārvietošanas laiks iekļauts darba laikā. Stādīšanas biežība pieņemta tāda pati, kā hronometrētajos izmēģinājumos – priedei 3000, eglei un bērzam – 2000 stādi uz 1 ha.

Tab. 15 parādīti pašizmaksas aprēķinu rezultāti, pieņemot, ka mašīna strādā vienā maiņā. Kopējās izmaksas bērza un egles stādījumā ar biežību 2000 kociņi/ha ir 0,35 Ls/bērza stāds vai 594 Ls/ha, 0,34 Ls/egles stāds vai 655

Ls/ha. Priedes stādījumā ar biežību 3000 kociņi/ha – 0,33 Ls/stāds vai 989 Ls/ha, tajā skaitā stādmateriāla izmaksas. Pieņemot, ka stādīšanas biežība ir tāda pati, kā Somijā (1700 stādi/ha), kopējās izmaksas uz 1 ha ir Ls 589. Strādājot vienā maiņā, gadā viena mašīna var apstādīt 74 (priede) līdz 126 (Somijas apstākļi) ha.

Strādājot 2 maiņās (Tab. 16), pašizmaksa samazinās vidēji par 15%, attiecīgi, egļu un bērza audzēs tā būs – 565 Ls/ha, bet, stādot priedi – 818 Ls/ha.

Tab. 15 Pašizmaksas analīzes rezultāti, strādājot vienā maiņā

Izmaksu pozīcija	Somijas apstākļi Egļe (1700 gab./ha)	Egļe (2000 gab./ha)	Bērzs(2000 gab./ha)	Priede (3000 gab./ha)
<b>Izmaksas, Ls/gadā</b>				
Investīcijas	20 088	20 088	20 088	20 088
Atalgojums	12 332	13 391	12 052	11 457
Pārējās izmaksas	4 242	4 242	4 242	4 242
Iekārtu uzturēšana	11 352	10 044	10 044	10 756
<b>Kopā, Ls/gadā</b>	<b>49 388</b>	<b>48 881</b>	<b>46 426</b>	<b>47 812</b>
<b>Produktivitāte</b>				
Stādi/E <sub>15-h</sub>	197	197	197	197
E <sub>15-h</sub> /ha	9	10	10	15
ha/gadā	113	98	98	67
<b>Rezultāts</b>				
Ls/stāds	0,33	0,33	0,35	0,32
<b>Kopā, Ls/ha</b>	<b>589</b>	<b>655</b>	<b>694</b>	<b>989</b>

Tab. 16 Pašizmaksas analīzes rezultāti, strādājot 2 maiņās

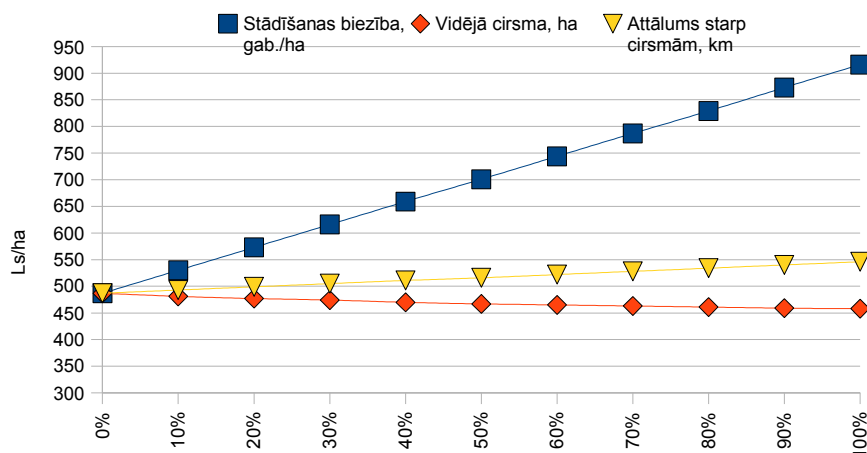
Izmaksu pozīcija	Somijas apstākļi (1700 gab./ha)	Egļe (2000 gab./ha)	Bērzs (2000 gab./ha)	Priede (3000 gab./ha)
<b>Izmaksas, Ls/gadā</b>				
Investīcijas	20 088	20 088	20 088	20 088
Atalgojums	23 325	22 765	22765	21 645
Pārējās izmaksas	4 242	4 242	4 242	4 242
Iekārtu uzturēšana	19 313	18 972	18 972	18 292
<b>Kopā, Ls/gadā</b>	<b>66 968</b>	<b>66067</b>	<b>66067</b>	<b>64 267</b>
<b>Produktivitāte</b>				
Stādi/E <sub>15-h</sub>	197	197	197	197
E <sub>15-h</sub> /ha	9	10	10	15
ha/gadā	214	184	184	126
<b>Rezultāts</b>				
Ls/stāds	0,29	0,28	0,29	0,27
<b>Kopā, Ls/ha</b>	<b>489</b>	<b>565</b>	<b>577</b>	<b>818</b>

Degvielas patēriņš uz 1 ha, stādot priedi, ir 152 l, bet, stādot egli vai bērzu – 102 l/ha. Vidējais degvielas patēriņš uz 1 stādiņu ir 50 ml, bet oglekļa emisija, kas saistīta ar degvielas patēriņu stādīšanai, 40 g/stāds vai 62-109 kg/ha, atkarībā no stādīšanas biežības. Šajā aprēķinā gan nav iekļauts degvielas patēriņš, kas saistās ar tehnikas pārvietošanu. Strādājot vienā maiņā ar vidējo attālumu starp cirsām 50 km un vidējo cirsas platību 1,8 ha, degvielas patēriņš tehnikas pārvadāšanai ar treileri atbilst aptuveni 8 kg/ha oglekļa emisiju. Attiecīgi, kopējā oglekļa emisija, kas saistīta ar degvielas patēriņu stādīšanas un tehnikas pārvietošanas vajadzībām, ir 70-117 kg/ha.

### Jutīguma analīze

Jutīguma analīze veikta trīs rādītājiem – vidējam cirsas izmēram, vidējam attālumam starp cirsām un stādīšanas biežībai, novērtējot to ietekmi uz 1 ha apstādīšanas pašizmaksu. Kā aprēķinu izejas punkti pieņemti modelī izmantotie dati – vidēji 1,8 ha lielas cirsas, vidējais attālums starp cirsām 50 km, minimālā stādīšanas biežība – 1700 gab./ha.

Pieaugot attālumam starp cirsām no 50 līdz 100 km, izmaksas uz 1 ha palielinās nebūtiski. Tāpat, vidējās apstādāmās platības palielināšana no 1,8 uz 3,6 ha ļauj samazināt ražošanas izmaksas tikai nedaudz. Savukārt stādvieta skaita palielināšana no 1700 uz 3400 gab./ha palielina ražošanas izmaksas uz platības vienību gandrīz 2 reizes (Att. 33).



Att. 33 Jutīguma analīze

Jutīguma analīze norāda virzienu, kurā jāstrādā, lai samazinātu mehānizētās meža atjaunošanas izmaksas. Galvenais uzsvārs liekams uz stādīšanas biežības samazināšanas iespēju izpēti, kas ietver meža atjaunošanās kvalitātes monitoringu dažādos meža tipos, atkarībā no stādīšanas sezonas un stādmateriāla veida.

*Bracke P11.a* stādīšanas iekārtas priekšrocība, kas apstiprinājusies Somijā un Zviedrijā, ir labāka stādvieta sagatavošanas un iestādīšanas kvalitāte. Lai novērtētu faktisko ekonomisko un mežsaimniecisko potenciālu šīs iekārtas izmantošanai Latvijā, ir jāveic pētījumi par meža atjaunošanās gaitu

ar *Bracke P11.a* atjaunotās platībās, salīdzinājumā ar citiem meža atjaunošanas paņēmieniem līdzīgos augšanas apstākļos. Lai realizētu šādu pētījumu Latvijā nepieciešama vismaz viena *P11.a* stādīšanas galva, kas tiktu izmantota meža atjaunošanā visu veģetācijas sezonu. Šāds pētījums ļautu novērtēt arī citu pēc līdzīga principa strādājošu stādīšanas iekārtu izmantošanas iespējas Latvijā.

### Plantāciju mežu ierīkošanas izmaksas

Jutīguma analīze parādīja, ka vienlielāko ietekmi uz stādīšanas izmaksām atstāj stādvieta skaits uz ha. Plantāciju mežos atļauts stādīt mazāku kociņu skaitu uz platības vienību, nekā, ierīkojot mežaudzes (MK not. 108).

Paredzamo plantāciju ierīkošanas izmaksu aprēķinos izmantotas plantācijās stādāmo koku sugu, kam pieejams stādmateriāls LVM un A/s "Latvijas finieris" kokaudzētavās, ietvarstādu cenas 2008.gadā.

Tab. 17 Plantāciju mežu pašizmaksas analīzes rezultāti, strādājot vienā maiņā

Izmaksu pozīcija	Apse 800 gab./ha	Melnalksnis 800 gab./ha	Bērzs 800 gab./ha	Egle 800 gab./ha	Priede 1000 gab./ha
<b>Izmaksas, Ls/gadā</b>					
Investīcijas	20 088	20 088	20 088	20 088	20 088
Atalgojums	14 362	14 362	14 362	14 362	13 627
Pārējās izmaksas	4 242	4 242	4 242	4 242	4 242
Iekārtu uzturēšana	11 448	11 448	11 448	11 448	11 001
<b>Kopā, Ls/gadā</b>	<b>50 140</b>	<b>50 140</b>	<b>50 140</b>	<b>50 140</b>	<b>48 958</b>
<b>Stādu cena 2008. gadā Ls/1000gab.</b>					
	450	118	108	106	103
<b>Produktivitāte</b>					
Stādi/E <sub>15-h</sub>	197	197	197	197	197
E <sub>15-h</sub> /ha	4	4	4	4	5
ha/gadā	217	217	217	217	180
<b>Rezultāts</b>					
Ls/stāds	0,74	0,41	0,40	0,40	0,37
<b>Kopā, Ls/ha</b>	<b>591</b>	<b>326</b>	<b>319</b>	<b>316</b>	<b>375</b>

Produktivitāte, stādot apses, melnalkšņa, bērza un egles stādus nemainās. Izmaksas uz ha ietekmē atšķirīgā ietvarstādu cena. Salīdzinot ar stādīšanas izmaksām mežaudzē, egļu plantācijas iestādīšana maksās par 58%, bet bērza – par 37% mazāk. Priedes plantācijā stādīšanas izmaksas var būt par 62% mazākas, nekā mežaudzes atjaunošanā. Tomēr, stādot mazāku koku skaitu, lielāka uzmanība pievēršama visu koku saglabāšanai, kas saistīts ar lielākām izmaksām meža aizsardzības pasākumiem.

Stādot plantāciju mežu, samazināsies arī degvielas patēriņš uz platības vienību. Stādot 800 kociņus/ha, tas ir 41l/ha, bet oglekļa emisija – 29 kg/ha, kas, salīdzinot ar mežaudzes atjaunošanu vai ierīkošanu, ir 2-3 reizes

---

mazāk, bet, stādot 1000 kociņus/ha, degvielas patēriņš ir 51 l/ha un oglekļa emisija 36 kg/ha.

Mehānizētās stādīšanas iekārtas jau pašlaik var konkurēt ar meža frēzēm un roku darba spēku plantāciju mežu ierīkošanai, it īpaši apmežojamās lauksaimniecības zemēs.

No ainaviskā viedokļa ar *Bracke P11.a* vai līdzīgām diskrētās darbības iekārtām stādītas mežaudzes izskatās pievilcīgās, nekā regulārās rindās ierīkoti stādījumi. Arī augsne tiek mehāniski traumēta tikai stādīvietā, bet ap stādīvietu esoša veģetācija netiek traucēta, līdz ar to ir mazāka ietekme uz bioloģisko daudzveidību.

## SECINĀJUMI UN REKOMENDĀCIJAS

1. Visplašākās pacilas veidojas smilts augsnē lānā (76x100 cm), mālsmilts augsnē damaksnī tās ir nedaudz šaurākas un īsākas (70x91 cm). Māla augsnē veidotās pacilas ir blīvas un kompaktas (68x93 cm). Salīdzinoši lielākus padziļinājumus (33 cm) un augstākas pacilas (15 cm) *Bracke P11.a* iekārta veido māla augsnē. Smilts un mālsmilts augsnē padziļinājumi ir 27-30 cm dziļi, bet pacila – 11-12 cm augsta. Veicot stādīšanu māla augsnēs lauksaimniecības zemēs, jāizmanto kauss ar platu galu, lai varētu veidot seklākas bedrītes un platākas pacilas.
2. Visos augsnes tipos veidotās pacilas ir blīvas, apmēram par 50% zemākas, nekā to sagatavošanai izveidotais padziļinājums. Ja stādvieta atrodas pacilas centrā, apvērsta un sablīvētā minerālaugsne bez veģetācijas atrodas vismaz 30 cm rādiusā ap stādu.
3. Salīdzinot vienas kasetes izstādīšanas laikā uzskaitīto stādīšanas manevru skaitu ar kasetē ievietojamo stādu skaitu, procentuāli vismazāk lieku manevru izdarīts, stādot priedi lānā (1,05%), bet visvairāk lieku manevru izdarīts damaksnī, stādot egli (1,90%). Operators pēc neizdevušās stādīšanas operācijas to atkārtot, tāpēc platībā nepaliek tukšas stādvieta. Lieko manevru skaitu ietekmē stādmateriāla substrāta kvalitāte un augsnes saistīgums. Izmēģinājumos izmantoto egles stādu substrāts bija pārāk iirdens un apaudzis ar aknu sūnām, regulāri izraisot padeves mehānisma nosprostošanos. Māla augsnē visbiežāk aizķepa stādāmais stobrs. Ietvarstādu substrātam jābūt kompaktam, ar blīvu sakņu kamolu un bez aknu sūnu apauguma, lai stādi nekavētu stādu kasetes pārvietošanos un brīvi ieslīdētu stādāmajā stobrā.
4. Stādīšanas dziļums izvēlēts tā, lai  $\frac{3}{4}$  no substrāta atrastos dubultā trūda slānī, bet substrāta apakšējā daļa iesniegtos minerālaugsnē, tādējādi mazinot izkalšanas risku sausās vasarās.
5. Būtiskas atšķirības stādīšanas produktivitātē saistībā ar augšanas apstākļiem un augsnes granulometrisku sastāvu netika konstatētas. Galvenie produktivitāti ietekmējošie faktori ir uz platības vienību stādāmo kociņu skaits un stādu kasetes uzpildīšanai patērētais laiks.
6. Vidējā produktivitāte darba efektīvajā stundā ( $E_0$ ) ir 190-199 stādi, bet vienā darba stundā ( $E_{15}$ ) – 178-187 stādi. Ja vidējā darba ciklā viena ietvarstāda iepildīšanai kasetē patērētu 2,73 sek. (korigētais laika patēriņš), tad darba ražīgumu varētu kāpināt par 18 līdz 30%. Attiecīgi, veicot uzpildīšanās laika korekcijas, Latvijas apstākļos vienā darba stundā var iestādīt 195-197 stādus, bet efektīvajā stundā – 207-210 stādus.
7. Ražošanas izmaksas Latvijas apstākļos pie tādas pat stādīšanas biežības, kā Somijā (1700 gab./ha), ir mazākas sakarā ar lielāku vidējo produktivitāti un mazākām iekārtas ekspluatācijas izmaksām. Galvenie pašizmaksu ietekmējošie faktori ir stādīšanas biežība un iekārtas noslogojums. Kopējās izmaksas bērza un egles stādīšanai ar biežību 2000 gab./ha ir 0,35 Ls/stāds vai 594 Ls/ha, tajā skaitā stādmateriāla izmaksas (109 Ls/1000 stādi). Stādot egli ar biežību 2000



- 
- gab./ha, izmaksas ir 0,34 Ls/stāds vai 655 Ls/ha, bet priedes stādījumā ar biežību 3000 gab./ha – 0,33 Ls/stāds vai 989 Ls/ha, tajā skaitā stādmateriāla izmaksas (103 Ls/1000 stādi). Veicot darbu divās maiņās, tiek efektīvāk izmantota tehnika, līdz ar to stādīšanas izmaksas var samazināties par 15%.
8. Ierīkojot plantāciju mežu ar minimālo atļauto koku skaitu uz platības vienību, izmaksas viena hektāra apstādīšanai eglei ir par 58%, bērzam – par 37%, bet priedei – par 62%, mazākas, nekā, stādot mežā.
  9. Nepieciešami plašāki pētījumi par mehanizētās ietvarstādu stādīšanas iekārtu izmantošanas mežsaimniecisko efektu. Stādīšana uz pacilas ir efektīva rudens stādījumos, tomēr, lai spriestu pa šādu iekārtu pielietošanas efektivitāti pavasara un vasaras stādījumos, jāveic stādīšanas izmēģinājumi dažādos augšanas apstākļos visā veģetācijas sezonas laikā. Tas ļautu novērtēt kociņu, kas stādīti uz kompaktizētas pacilas, slimību, sausuma un sala izturību. Nepieciešams veikt kukaiņu arī bojājumu monitoringu.

---

# LITERATŪRA

---

1. Brackeforest, 2007: Bracke forest, Bracke P11.a - Planting machine. Products, <http://www.brackeforest.com/>, 2007, (4.09.2007).
2. Hagner, 1995: Hagner S., *Silviculture in boreal forests*. *Unasylva /An international journal of forestry and forest industries*, 181(42), 1995, <http://www.fao.org/docrep/v5200e/v5200e00.HTM> (1.07.2007).
3. Harstela, 2007: Harstela P., Principles of mounding (fläckhögläggning) and its effects on spruce field performance after planting. Nordic Nursery Conference 2007, presentation, handouts, 2007, unpublished data.
4. Harstela et al., 2007: Harstela P., Saarinen V-M., Tervo L. and Kautto K., Productivity of planting with M-planter machine. NSFP Nordic Nursery Conference 2007, 4.-5.09.2007., 2007, [http://www.nordgen.org/nsfp/doc/konferenser/2007/NSFP060907\\_PHarstela.pdf](http://www.nordgen.org/nsfp/doc/konferenser/2007/NSFP060907_PHarstela.pdf).
5. Heine and Vahanen, 2007: Heine A. and Vahanen H., Presentation of M-Planter planting machine. NSFP Nordic Nursery Conference 2007, 05-06.09.2007, 2007, field demonstration.
6. Heiskanen and Rikala, 2006: Heiskanen J. and Rikala R., Root growth and nutrient uptake of Norway spruce container seedlings planted in mounded boreal forest soil. *Forest Ecology and Management*, 222, 2006, 410-417.
7. Heiskanen et al., 2007: Heiskanen J., Makitalo K., Hyvonen J., Long-term influence of site preparation on water-retention characteristics of forest soil in Finnish Lapland. *Forest Ecology and Management*, 241, 2007, 127-133.
8. Kariņš, 1980: Kariņš Z., Bērziņš J., Lācis V., Stādspraugas veidošanas teorētiskais pamtojums. *Jaunākais mežsaimniecībā*, X, 1980, 68.-81..
9. Katkevičs, 1986: Katkevičs A., Lukašunas I., Augsnes sagatavošanas veida ietekme uz baltalkšņu stādījumu augšanu. *Jaunākais mežsaimniecībā*, 28, 1986, 59.-63..
10. Knapp et al., 2006: Knapp B., O., Wang G., G., Walker J., L., and Cohen S., Effects of site preparation treatments on early growth and survival of planted longleaf pine (*Pinus palustris* Mill.) seedlings in North Carolina. *Forest Ecology and Management*, 226, 2006, 122-128.
11. Langvall et al., 2001: Langvall O., Nilsson U. and Orlander G., Frost damage to planted Norway spruce seedlings in dependence of site preparation and seedling type. *Forest Ecology and Management*, 141, 2001, 223-235.
12. LVĢMA, 2007: Latvijas vides, Ģeoloģijas un Meteoroloģijas aģentūra, Atskats uz laika apstākļiem oktobra 2. dekādē., <http://www.meteo.lv/public/29344.html>, 2007, (25.10.2007.).
13. Liepiņš, 2007: Liepiņš K., Ietvarstādu morfoloģisko parametru un stādījumu ierīkošanas tehnoloģiju ietekme uz kārpainā bērza (*Betula pendula* Roth.) augšanas rādītājiem bijušajās lauksaimniecības zemēs. disertācija, Jelgava: LLU, 2007., 2007, 104..
14. Lof et al., 2006: Lof M., Rydberg D. and Bolte A., Mounding site preparation for forest restoration: Survival and short term growth response in *Quercus robur* L. seedlings. *Forest Ecology and Management*, 232, 2006, 19-25.
15. Mangalis, 2004: Mangalis I., Meža atjaunošana un ieaudzēšana. Rīga, 2004, 2004, 453.

16. MK not. 108: MK noteikumi Nr.108 , "Meža ieaudzēšanas un plantāciju mežu noteikumi". Latvijas Vēstnesis,39 (2426) publicēts 09.03.2001.,06.03.2001.,[spēkā ar 10.03.2001.].
17. MK not. 398: MK noteikumi Nr.398, "Meža atjaunošanas noteikumi" . Latvijas Vēstnesis, 131 (2518), publicēts 18.09.2001.,11.09.2001.,[spēkā ar 19.09.2001.].
18. Örländer, 2007: Örländer G., Principles of inverting (inversmarkberedning) and its effects on spruce field performance after planting. Nordic Nursery conference 2007,presentation, conference handouts,2007,unpublished data.
19. Pennanen et al., 2005: Pennanen T., Heiskanen J. and Korkama T., Dynamics of ectomycorrhizal fungi and growth of Norwayspruce seedlings after planting on a mounded forest clearcut. Forest Ecology and Management,213,2005,243–252.
20. Rummukainen et al., 2003: Rummukainen A., Kautto K. and Tervo L, Estimating the theoretical development potential of a boom-tip forest planting machine. Baltic Forestry,9(1), 2003,81-86.
21. Rummukainen et al., 2002: Rummukainen A., Tervo L. and Kautto K., Ilves- ja Bräcke-istutuskoneet - Tuottavuus, työnjälki ja kustannukset. Ilves- and Bräcke forest planting machines - Productivity, quality of work and cost. Finnish Forest Research Institute. Research Papers.,857,2002,75, <http://www.metla.fi/julkaisut/mt/2002/857-en.htm> (4.11.2007.).
22. Saarinen, 2007: Saarinen V.,M., Productivity, quality of work and silvicultural result of mechanized planting. NSFP Nordic Nursery conference 2007,4.6.09.2007.,2007,[http://www.nordgen.org/nsfp/doc/konferenser/2007/NSFP050907\\_VMSaarinen.pdf](http://www.nordgen.org/nsfp/doc/konferenser/2007/NSFP050907_VMSaarinen.pdf) (12.10.2007).
23. Saarinen, 2006: Saarinen V.,M., The effects of slash and stump removal on productivity and quality of forest regeneration operations—preliminary results. Biomass and Bioenergy,30,2006,349–356.
24. Soimasuo, 2007: Soimasuo J., Mounding in spruce planting by Metsämännut Oy. NSFP Nordic Nursery conference 2007,5.-6.09.2007.,2007,[http://www.nordgen.org/nsfp/doc/konferenser/2007/NSFP060907\\_JSoimasuo.pdf](http://www.nordgen.org/nsfp/doc/konferenser/2007/NSFP060907_JSoimasuo.pdf) (12.10.2007.).