

PĀRSKATS

PAR MEŽA ATTĪSTĪBAS FONDA ATBALSTĪTO PĒTĪJUMU

<u>PĒTĪJUMA NOSAUKUMS:</u>	MEHANIZĒTĀS IETVARSTĀDU STĀDĪŠANAS TEHNOLOĢIJU MEŽSAIMNIECISKAIS NOVĒRTĒJUMS
----------------------------	---

LĪGUMA NR.: 300408/S123

IZPILDES LAIKS: 30.04.2008 – 03.11.2008

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”

PROJEKTA VADĪTĀJS Mg.biol. Dagnija Lazdiņa

KOPSAVILKUMS

Projekta tiešais mērķis ir kombinētā augsnes sagatavošanas un ietvarstādu stādīšanas tehnoloģiju mežsaimnieciskais novērtējums, kas ietver tehnoloģiskā procesa ietekmes uz meža vidi izpēti, kultūru ieaugšanās un kopšanas nepieciešamības novērtējumu un tehnikas ietekmes uz augsni izpēti.

Projekta ilgtermiņa mērķis ir paaugstināt mākslīgās meža atjaunošanas darbu efektivitāti un kvalitāti, pielietojot ietvarstādus un mūsdienīgas augsnes sagatavošanas un stādīšanas tehnoloģijas. Projekta mērķu sasniegšana nodrošinās augstražīgu un bioloģiski noturīgu mežaudžu veidošanos, vienlaicīgi saglabājoties stabilam un prognozējamam meža atjaunošanas izmaksu līmenim.

Projekta ietvaros veikts stādu augšanas gaitas monitorings Latvijā ar mehānizētās stādīšanas ierīci Bracke P11a atjaunotajās platībās un novērtēta pacilu veidošanas ietekme uz augsnes sablīvēšanos un augsnes agroķīmiskajām īpašībām.

Darba uzdevumi:

- novērtēt 2007. gadā ar mehānizētās stādīšanas ierīci atjaunoto platību stāvokli pirmajā gadā pēc stādīšanas;
- uzmērīt sagatavotās pacilas (kupicas) nosēšanās pakāpi (augšņu blīvuma starpību) un stādvieta sala izcilājumus,
- uzskaitīt ieaugšanos un kociņu bojāejas iemeslus (zvēru un kukaiņu bojājumus u.c.),
- uzmērīt pieaugumus, skuju un sakņu masu,
- novērtēt aizzēluma pakāpi mehānizēti atjaunotajās un kontroles platībās,
- veikt meža tehnikas ietekmes uz augsni novērtējumu (mineralizētā platība un augsnes sablīvēšanās),
- novērtēt stādāmas ierīces izmantošanas ekonomisko efektivitāti saistībā ar jaunaudžu kopšanas nepieciešamību.

Pētījumā iesaistītie speciālisti:

- Dagnija Lazdiņa (mg.biol. LLU doktorante) – projekta vadība, atskaites sagatavošana, projekta rezultātu publicitātes nodrošināšana;
- Zigurds Kariņš (ing.silv.) – lauka darbu organizēšana un uzmērīšana;
- Andis Bārdulis (LLU Meža fakultātes maģistra programmas students) – paraugu ievākšana, mehānizētās stādīšanas ietekmes uz augsni novērtēšana;
- Agris Zimelis (ing.silv.) – tehnikas slodzes uz augsni novērtēšana, pētījuma rezultātu prezentēšana Dānijā;
- Andis Lazdiņš (mg.biol. LLU doktorants) – ekonomisko aprēķinu veikšana, pētījuma rezultātu prezentēšana Dānijā;

-
- Juris Liepa (mg.silv. LLU Meža fakultātes mācībspēks) – stādījumu uzmērīšana, koku veselības stāvokļa novērtēšana;
 - Jānis Liepa (mg.silv. LLU doktorants, VMD) – meža atjaunošanas darbu kvalitātes novērtēšana;
 - Guntis Štubis (SIA INTRAC Latvija) – diskrētās darbības ietvarstādu stādīšanas iekārtu un meža augsnes sagatavošanas tehnikas raksturojuma sagatavošana;
 - Una Neimane (mg.silv. LLU doktorante, SIA „Rīgas meži”) – meža atjaunošanas kvalitātes novērtēšana;
 - Klāra Martinsone (laborante) – augsnes analīžu veikšana;
 - Arta Komorovska (LU Ķīmijas fakultātes bakalaura programmas studente) – augsnes analīžu veikšana;
 - Jānis Liepiņš (Meža fakultātes maģistra programmas students) – augsnes pretestības izmaiņu analīze.

Projekta kopējās izmaksas ir Ls 22 340, darba izpildes termiņš – 30.05.2008.-03.11.2008.

Pētījuma rezultāti prezentēti starptautiskajā konferencē “*The Nordic-Baltic Conference on Forest Operations – Copenhagen September 23-25, 2008*”, sagatavotas publikācijas vietējiem nozares izdevumiem Čiekurs un Meža avīze.

SATURS

Kopsavilkums.....	2
Saturs.....	4
Ievads.....	6
Literatūras apskats.....	8
Meža atjaunošana ar ietvarstādiem.....	8
Mehānizētās meža atjaunošanas ražība.....	15
Somijā un Latvijā veikto izmēģinājumu rezultāti.....	15
Stādīšanas izmaksas.....	18
Latvijā ierīkotajos izmēģinājumos gūtās atziņas.....	20
Metodika.....	22
Izmantotā tehnika.....	22
Stādīšanas tehnoloģija.....	22
Lauka darbu veikšanas laiks un klimatiskie apstākļi.....	24
Platību un stādmateriāla raksturojums.....	25
Uzskaitē un uzmērījumi 2008. gadā.....	26
Augsnes analīžu metodika.....	29
Kopējais slāpeklis.....	29
Apmaiņas skābums.....	30
Apmaiņas N, P, K.....	30
Granulometriskais sastāvs.....	31
Hronometrāža.....	32
Rezultāti.....	33
Augsnes īpašības.....	33
Augsnes pretestība mērījumi.....	43
Lauksaimniecības zeme.....	43
Damaksnis, LVM Zemgales mežsaimniecības Misas iecirknis.....	44
Lāns, RM Juglas mežniecība.....	45
Stādvieta izmēru dinamika.....	47
Kociņu saglabāšanās un platību aizzēlums.....	50
Kociņu augšanas gaita.....	57
Ražības pētījumu rezultāti	63
Stādīšanas pašizmaksa.....	64

Secinājumi un rekomendācijas.....	68
--	-----------

Literatūra.....	70
------------------------	-----------

Pielikumi:

1.Pielikums: Pašizmaksas aprēķinu modelis

2.Pielikums: Publicitāte

IEVADS

Mežrūpniecība ir viena no vadošajām Latvijas ekonomikas nozarēm. Savlaicīga un kvalitatīva meža atjaunošana un ieaudzēšana ir pirmais solis uz meža resursu atražošanu un pavairošanu. Meža kultūru ieaugšana un tālākā augšanas gaita lielā mērā atkarīga no augsnes apstrādes kvalitātes. Meža mākslīgā atjaunošana ar selekcionētu stādmateriālu labi sagatavotā augsnē veicina ražīgāku un veselīgāku mežaudžu veidošanos, kas nākotnē nodrošinās mežrūpniecību ar augstas kvalitātes izejvielām.

Kokaudzētavās notiek ražošanas procesu modernizācija, īpašu uzmanību pievēršot ietvarstādu un stādu ar uzlabotu sakņu sistēmu ražošanai, kā rezultātā pēdējos gados būtiski palielinājies ietvarstādu īpatsvars meža atjaunošanā. A/s „Latvijas valsts meži” (LVM) 2007. gadā realizēja 14,3 milj. ietvarstādu, kas ir 44% no kopējā LVM realizēto stādu apjoma. Mūsdienās ražoto ietvarstādu galvenā priekšrocība ir pareizi orientēts un substrātā ieslēgts sakņu kamols, kas viegli izņemams no konteinera, tāpēc ietvarstādi ieaug labāk, nekā kailsakņu stādi. Ietvarstādu izmantošana meža atjaunošanā atvieglo stādu transportēšanu un ļauj veikt meža atjaunošanas darbus visu veģetācijas sezonu, kas nav iespējams, izmantojot kailsakņu stādus. Tomēr meža stādīšana ir roku darbs, ko ietekmē darbaspēka pieejamība un darba algu pieaugums. Arvien mazāk paliek cilvēku, kuri labprāt veic smago meža stādīšanas darbu, tāpēc meža atjaunošana aizkavējas, bet izmaksas strauji pieaug.

Meža atjaunošanu mehanizēti var veikt ar diskretās darbības ierīcēm, kas piemērotas ietvarstādu stādīšanai. Meža atjaunošanas mehanizācija, apvienojot augsnes sagatavošanu, stādāmā materiāla transportēšanu un stādīšanu, ir praktisks un ekonomiski pamatots risinājums darba ražīguma un meža atjaunošanas kvalitātes paaugstināšanai, it īpaši kvalificēta darbaspēka deficīta apstākļos. Ieviešot mehanizēto stādīšanu, tiek noslēgts tehnoloģiskais cikls ietvarstādu pielietošanai meža atjaunošanā, sākot no stādmateriāla ražošanas, un, beidzot ar tā iestādīšanu mežā. Mūsdienīgu mehanizētās stādīšanas iekārtu būtiskākā priekšrocība ir diskretās darbības stādāmā ierīce, kurā apvienotas vienlaicīgi vismaz divas darba operācijas – augsnes sagatavošana un stādīšana, kā arī iespēja veikt mikromeliorāciju, pieblīvēt stādījuma vietu un apstrādāt stādus ar augu aizsardzības līdzekļiem vai mēslojumu. Stādīšanas ierīces ir apgādātas ar vienu vai divām augsnes gatavošanas lāpstām, stādāmo stobru un stādu kaseti. Bāzes mašīnas ir apgādātas ar stādu transportēšanas platformām.

Jaunākās paaudzes mehanizētās stādīšanas iekārtas (piemēram, *Bracke P11a* un *M-Planter*) stāda ietvarstādus uz mikropaaugstinājumiem – pacilām, kā rezultātā ap stādvieta atrodas blīvs minerālaugsnis slānis apmēram 40 cm rādiusā, bet stāda sakņu sistēma atrodas dubultā trūda slānī. Šāda meža atjaunošanas metode populāra Somijā, kur 2007. gadā darbojās ap 20 *Bracke P11a* mehanizētās stādīšanas ierīces, bet 2008. uzsākta arī *M-Planter* sērijveida ražošana. Mehanizēti apstādītās platības Somijā labāk ieaug, bet pirmo kopšanu tajās nepieciešams veikt tikai pēc 4-5 gadiem. Latvijā līdz šim mehanizētā stādīšana ar diskretās darbības ierīcēm rūpnieciskos apjomos nav pielietota, jo bija pieejams lēts roku darbaspēks un līdz šim pieejamās stādīšanas mašīnas ne ātrdarbības, ne kvalitātes, ne izmaksu ziņā nespēja

konkurēt ar roku darbu.

Ar Meža attīstība fonda atbalstu 2007. gadā trīs lielāko Latvijas mežu īpašnieku platībās (A/s “Latvijas valsts meži”, SIA “Rīgas meži” un A/s “Latvijas Finieris”) ierīkotas pirmās izmēģinājumu platības, kurās izmantota zviedru ietvarstādu stādīšanas iekārta Bracke P11a.

Šī pētījuma galvenais uzdevums ir noskaidrot mehanizētās ietvarstādu stādīšanas mežsaimniecisko efektu – stādu ieaugšanos un pieaugumus, dzīvnieku radīto bojājumu apjomu, kopšanas nepieciešamību un mehanizētās stādīšanas iekārtas ietekmi uz augsni. Projekta ietvaros novērtēta ietvarstādu ieaugšanās, augšanas gaita un to ietekmējošie faktori, kā arī bāzes mašīnas slodze uz augsni, salīdzinājumā ar meža frēzēm, jeb disku arkliem, kā arī mikropaugstinājumu blīvums un noturība. Šī projekta un pētījuma “Mežsaimnieciskie un ekonomiskie kritēriji diskretās darbības mehanizētās stādīšanas un sēšanas tehnoloģiju pielietošanai meža atjaunošanā” rezultāti papildinās viens otru, nedublējot darba uzdevumus.

Projektā piedalās 4 topošie zinātnieki un vairāki eksperti, kas pārstāv 4 meža nozarē strādājošas organizācijas (LVMI Silava, LLU, SIA “Rīgas meži” un SIA “INTRAC Latvija”). Šis projekts ir iepriekšēja gadā veiktā pētījuma “Mehанизētās ietvarstādu stādīšanas tehnoloģiju produktivitātes un kvalitātes pētījumi atjaunojamās meža platībās” turpinājums.

LITERATŪRAS APSKATS

MEŽA ATJAUNOŠANA AR IETVARSTĀDIEM

Iepriekšējā gadā veiktie mehanizētās stādīšanas izmēģinājumi nebija pirmie Latvijā. Pirms vairāk nekā 20 gadiem Latvijas konstruktori uz zinātniskie darbinieki jau strādāja pie meža atjaunošanas darbu mehanizācijas problēmām. Toreiz tika ierīkoti arī pirmie izmēģinājuma stādījumi ar vietējo konstruktoru konstruētām iekārtām un no ārzemēm atvestiem mehānismiem.

Priedes un egles ietvarstādu ar vainagu augstumu līdz 50 cm stādīšanai (stādspraugas diametrs 55 mm, dziļums 180 mm) platībās bez iepriekšējas augsnes sagatavošanas konstruēta diskrētās darbības meža stādāmā mašīna "SBS-50" ar stādāmo aparātu uz hidrostrēles (Kariņš, 1980). Iekārta veidoja stādāmo bedrīti ar urbi, kuru darbināja ar hidromotoru (Att. 1). Substrāta briketi stādvietā nostiprināja ar piespiedējmehānismu, kurš vienlaicīgi aizber un pieblīvē stādāmo bedrīti. 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 varēja novietot 25 l tvertni. Iekārtu montēja uz riteņtraktora "MTZ-82", to apkalpoja viens operators. Mašīnas ražīgums bija 0,5-1,0 ha maiņā, atkarībā no bāzes mašīnas pārejamības klases.



Att. 1 Diskrētās darbības ietvarstādu stādāmās mašīnas "SBS-50" (Latvija) ar piekabi rezerves stādāmā materiāla transportēšanai, izmēģinājumi MPS "Kalsnava", 1980. gads

Tajā laikā šīm iekārtām bija galvenokārt zinātniskas nozīme, jo mašīnas bija neveiklas, patērēja daudz degvielas un nespēja nodrošināt pietiekoši lielu stādīšanas ātrumu (Att. 2 - Att. 4). Mainoties valsts iekārtai, mehanizētās meža atjaunošanas pētījumi Latvijā tika pārtraukti. Bet Skandināvijas valstīs meža atjaunošanas darbu mehanizācijas pētījumi šajā laikā

paplašinājās, pateicoties ietvarstādu tehnoloģiju attīstībai. Interesi par meža stādīšanas mehanizāciju sekmēja iespēja pagarināt stādīšanas sezonu, strādāt jebkuros laika apstākļos un uzlabot meža atjaunošanas kvalitāti, izmantojot visas ietvarstādu sniegtās priekšrocības.



Att. 2 Stādāmā mašīna “Quickwood” (Austrija) pārveidota ietvarstādu “Brika” stādīšanai ar vienlaicīgu augsnes sagatavošanu, 80-tie gadi



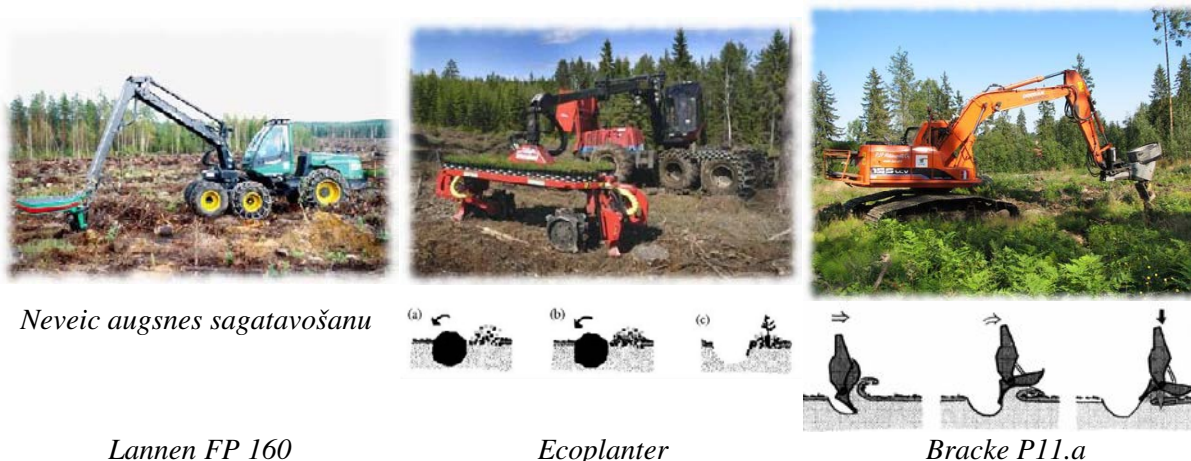
Att. 3 Ietvarstādu stādāmais kombains “KLM-1” (Krievija) uz kāpurķēžu traktora “TB-1” bāzes, kas veidoja pacilas un vienlaicīgi stādīja stādus, 1983. gads



Att. 4 Meža stādāmais kombains “SERLACHIUS” ar vienlaicīgu augsnes gatavošanu uz bāzes mašīnas “VALMET 886 K” (Somija), izmēģinājumi Ogres MRS 1983. gads

Sākotnēji mehanizētās stādīšanas agregātus konstruēja tikai kociņa iestādīšanas operācijas veikšanai. 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).

Lai ietaupītu degvielu, kā arī samazinātu izmaksas un tehnikas slodzi uz augsni, vēlākie mehanizēto stādīšanas iekārtu risinājumi apvieno augsnes sagatavošanas un kociņa iestādīšanas operācijas (Tervo, 2000). Pašlaik izmanto vairākus risinājumus, kas balstīti uz dažādu tradicionālo augsnes sagatavošanas paņēmienu apvienošanu ar stādīšanu (Att. 5).



Neveic augsnes sagatavošanu

Lannen FP 160

Ecoplanter

Bracke P11.a

Att. 5 Mehānizētās stādīšanas iekārtas

Atkarībā no meža tipa, augsnes veida un mitruma režīma, izmanto dažādus augsnes sagatavošanas paņēmienu, kas apvienojami četrās lielās grupās – augsnes apstrāde ar rokas darba instrumentiem, apstrāde, izmantojot dzīvnieku vilcējspēku, mehanizētā augsnes apstrāde un ķīmiskā augsnes apstrāde (Tervo, 2000; Heiskanen and Rikala, 2006; Lof et al., 2006; Langvall et al., 2001; Knapp et al., 2006; Pennanen et al., 2005).

Smāgie 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 apstādāmai platībai vispiemērotākos augsnes apstrādes parametrus. Ar smāgajiem disku arkliem augsni var apstrādāt visos meža tipos, arī izcirtumos, kur izklaidus atstātas mežizstrādes atliekas (Att. 6).



Att. 6 Meža frēze, jeb disku arkls Bracke T26.a

Disku arklu veidotās vagas platums ir 40-70 cm, atgāztās velēnas platums 40-70 cm, vagas dziļums 15-30 cm, velēnas biezums 15-20 cm. Smāgo disku arklu vilcējmašīnām nepieciešama liela jauda (100-150 kW). Sagatavojot augsni stādīšanai platībās ar nenoturīgām augsnēm vilcējmašīnas veido dziļas risas. 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 bieza un blīvi pieguļ pamataugsnei. Stādīšanai piemērotu velēnu grūti sagatavot, ja mežizstrādes atliekas izcirtumā ir atstātas izklaidus. 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 (Mangalis, 2004).

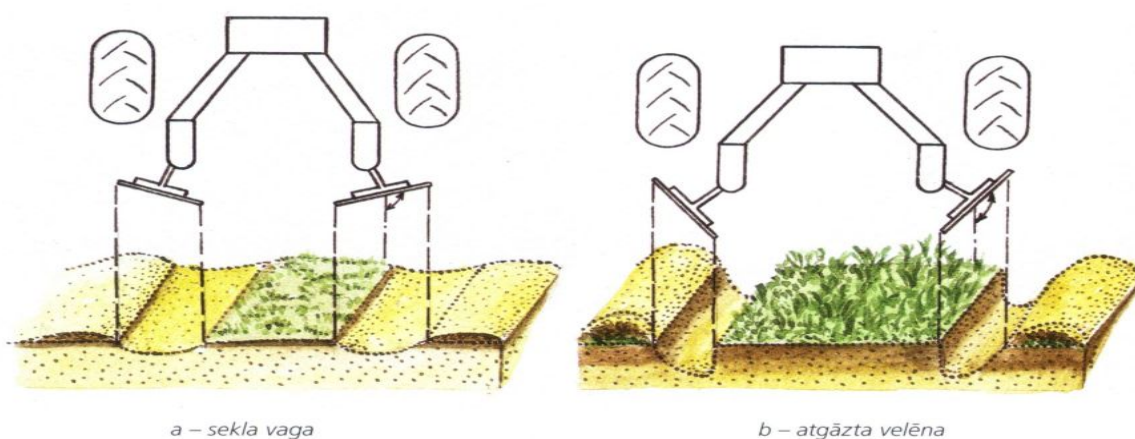
Izcirtumos, kuros ir spēcīgi attīstīta zemsedze (Gr, Dms, Vr), augsni sagatavo ar kupicotāju (Att. 7).



Att. 7 Kupicotājs sagatavo augsni

Kupicas, jeb pacilas veido 30-35 cm augstas, 60-100 cm platas un tikpat garas. Šādi mikropaaugstinājumi rada labvēlīgus mitruma apstākļus visā veģetācijas periodā un aizkavē nezāļu sazālšanu. Ja trūdu slānis ir labi sadalījies un kupicas virspusē var uzvērst minerālaugsnī, tās var gatavot arī nosusinātās kūdras augsnēs. Latvijā 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 tiem pāri un sagatavo nākamo stādvieta jau aiz celma. Kupicas nevajadzētu gatavot platībās ar vāji sadalījušos kūdru, jo tās vasarā strauji iežūst, bet pavasarī un rudenī stādus izcilā sals (Mangalis, 2004).

Latvijā populārākais augsnes sagatavošanas veids pašlaik ir frēzēšana ar disku arkliem. Tas ir ātrākais un salīdzinoši lētākais augsnes apstrādes paņēmieni. Latvijā izplatītākās ir Bracke un Donaren ražotās meža frēzes. Disku arkls apvērš velēnu, veidojot pacēlumu, kura malā – uz tiltiņa, vagā vai tieši uz velēnas tiek stādīts stādiņš (Att. 8).



a – sekla vāga

b – atgāzta velēna

Att. 8 Augsnes sagatavošanas princips ar frēzi - disku arkliem

Pirmajā gadā ap stādu ir minerālaugsnis slānis bez nezālēm, kas atvieglo ieaugšanos un stāda sameklēšanu turpmākajos gados, veicot agrotehnisko kopšanu.

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). LVMI Silava zinātnieki veikuši eksperimentus par vasaras stādījumu ierīkošanu meža zemēs, izmantojot skuju koku stādmateriālu. Pētījumā apstiprināta iespēja šādu metodi ieviest praktiskajā ražošanā (Broks, 2005).

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

Somijā privāto meža īpašnieku vidū populārs augsnes sagatavošanas veids ir velēnas apvēršana ar ekskavatora kausu. Šī paņēmiena priekšrocības ir nelielās izmaksas un daudzfunkcionāla aprīkojuma izmantošanas iespējas, vispirms veicot meliorācijas darbus, bet pēc tam, sagatavojot stādvietas. Viena no diskrētās darbības augsnes sagatavošanas iekārtu priekšrocībām ir stādvietu 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 stādiņa saknēm, bet salīdzinoši nabadzīgākais minerālvielu slānis atrodas virspusē, aizkavējot trūdvielu slāņa sakaršanu un izzūšanu. Nākošajā pavasarī, pēc velēnas sagulšanās, jau sagatavotā stādvietā tiek veikta stādīšana ar rokām. Šādās vietās stādi arī mazāk cieš no nezāļu konkurences (Örlander, 2007; Soimasuo, 2007).

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). Tagad iespējams izvēlēties dažādu firmu kupicotājus ar divu, trīs un četru rindu darba agregātiem. Jaunākas paaudzes kupicotājus var aprīkot ar sējmašīnām, kas tūlīt pēc augsnes sagatavošanas tieši kupicā iesēj nepieciešamo sēklu skaitu. Kociņus uz pacilām stāda tajā pašā vai nākošajā gadā pēc augsnes sagatavošanas, stādvietu izvēloties uz pacilas (kupicas) vai tiltiņa. Stādīt pacilas malā nav vēlams, jo saknes atrodas organiskas slānī, kas ātri izzūst. Zemsedzē dzīvo kaitēkļi, tajā skaitā liels priekšsmecernieks (*Hylobius abietis*), kurš apdraud galvenokārt pavasarī stādītos stādiņus. 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 (Mangalis, 2004). Stādot uz pacilas, sakņu sistēma atrodas dubultā zemsedzes slānī, kas bagāts ar organisko vielu, tomēr sausās vasarās saglabājas izzūšanas 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 (Bušs, 1932; Katkevičs, 1986). No pašlaik ražošanā esošajām kombinētajām stādīšanas un augsnes sagatavošanas mašīnām populārākā un produktīvākā diskrētās darbības ietvarstādu stādāmā iekārta ir *Bracke P11.a*. Tā ir montējama ekskavatora vai harvesterā strēles galā (Att. 9).



Att. 9 Mehānizētās stādīšanas iekārta *Bracke P11.a*

2007. gadā Somijā meža atjaunošanas pakalpojumus sniedz 24 mašīnas, kas aprīkotas ar *Bracke P11.a* stādāmajām galvām (Saarinen, 2006) un 6 ekskavatori, kas aprīkoti ar *M-planter* stādīšanas galvām. Stādīšanas iekārtas uzmontētas galvenokārt uz ekskavatoriem, dažas uz harvesteriem. Ekskavatoru galvenā priekšrocība ir strēles konstrukcija, kas nodrošina maksimālu spiedienu uz leju, tādējādi vairāk pieblīvējot pacilu. Bez tam ekskavatori patērē mazāk degvielas un tiem ir arī mazākas ekspluatācijas izmaksas. Būtiski arī tas, ka ekskavatora ķēžu virsma ir lielāka, nekā harvesterim, attiecīgi, tas rada mazāku spiedienu uz augsni.

Viens no piemēriem, kas raksturo stādvieta pieblīvēšanas lomu mehānizētajā meža atjaunošanā, ir *Ecoplanter* mašīna. Sešus gadus ilgos pētījumos Somijā 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), tāpēc no šīs iekārtas izmantošanas, neraugoties uz tās augsto produktivitāti, atteicās.

Veicot meža atjaunošanu ar *Bracke P11.a*, 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, 2007. gadā 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 (Brackeforest, 2007).

Somijā jau šogad praksē ieviestas jau 6 mehānizētās stādīšanas ierīces *M-planter* (Att. 10), kuru stādīšanas princips ir līdzīgs kā *Bracke P11.a*, bet vienlaikus var iestādīt divus ietvarstādus, bet kasetēs var ievietot 230 ietvarstādus. Stādot vispirms tiek izveidota pacila, tad uz tās iestāda ietvarstādu. Šī iekārta nodrošina arī pacilas sablīvēšanu, mazinot sakņu iežūšanas risku (Heine and Vahanen, 2007).



Att. 10 *M-planter* - ietvarstādu stādāmā iekārta (foto D.Lazdiņa)

Mehanizētās stādīšanas iekārtas *M-planter* produktivitātes pētījumos noskaidrots, ka tās ražība Latvijas apstākļos ir par 20-44% augstāka, nekā *Bracke P11.a* ražība¹. Salīdzinot *Bracke P11.a* produktivitāti līdzīgos apstākļos ar *M-planter* sniegumu, Somijā konstatēts, ka *M-planter* augsnē bez akmeņiem efektīvāks par 38%, akmeņainā augsnē par 36% un ļoti akmeņainā augsnē – par 24 %, salīdzinot ar *Bracke P.11.a* (Harstela et al., 2007).

MECHANIZĒTĀS MEŽA ATJAUNOŠANAS RAŽĪBA

Somijā un Latvijā veikto izmēģinājumu rezultāti

Stādīšanas ražību 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 cismā. Ar *Ekoplanter* vienā stundā vidēji var iestādīt 223 stādu (Saarinen, 2006). Ar vienu manevru tiek izveidotas divas stādvietas un iestādīti divi stādi. Cismās ne vienmēr ir vienkārši uzreiz atrast piemērotu vietu diviem stādiem, kas apgrūtina iekārtas darbību. Veicot stādīšanu ar iekārtu *Bracke P11a*, vienlaicīgi tiek veiktas vismaz divas operācijas – augsnes sagatavošana (pacilas veidošana), kociņa iestādīšana un nostiprināšana (atkarībā no augsnes un vietas 150-450² stādi stundā) (Brackeforest, 2007; Rummukainen et al., 2002; Saarinen, 2006; Saarinen, 2007).

Latvijas apstākļos ierīkotajos stādījumos bija vieglāk nodrošināt labu stādījumu kvalitāti, nekā Somijā, kur ir akmeņainas augsnes. Ar meža attīstības fonda atbalstu īstenotā projekta “Mehanizētās ietvarstādu stādīšanas tehnoloģiju produktivitātes un kvalitātes pētījumi atjaunojamās meža platībās” ierīkotajos izmēģinājuma objektos 2007. gada rudenī tika testēta mehanizētās stādīšanas iekārtas *Bracke P11a* ražība Latvijas apstākļos.

¹ <http://en.sl.life.ku.dk/upload/workingpapersno30.pdf> apmeklēts 31.10.08

² Bez augsnes sagatavošanas.

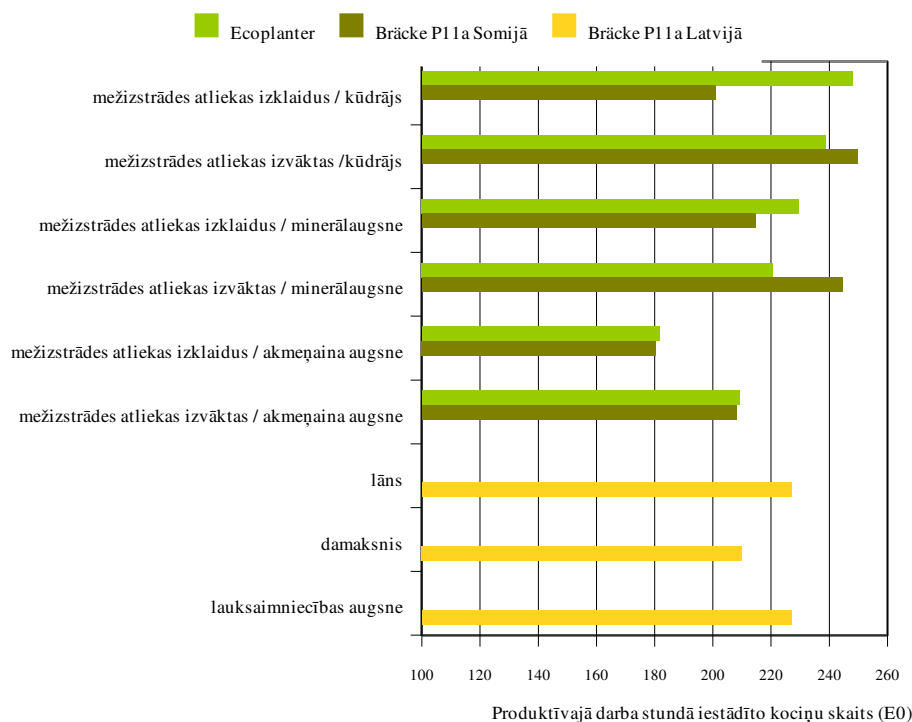
Pētījuma ietvaros konstatēts, ka būtiska loma stādīšanas ražībā ir atkārtoto manevru skaitam. Ne vienmēr izdodas stādu iestādīt ar vienu manevru, tāpēc reizēm to nākas atkārtot, dažkārt, arī kopā ar augsnes sagatavošanas manevru. Uz vienu stādu kaseti (72 stobri) 2007. gada ierīkotajos izmēģinājuma stādījumos izdarīja 1 līdz 11 liekus stādīšanas manevrus. Rezultātā stādus iestādīja uz visām izveidotajām pacilām, bet patērēja papildus darba laiku. Ja, veicot atkārtotu manevru, stādu neizdevās iestādīt, operators devās pārbaudīt mehānisma tehnisko stāvokli. Parasti šādos gadījumos vajadzēja tikai iztīrīt padeves mehānismu.

Vēlā rudens stādījumā grūtības rada lapu koku stādīšana bezlapu stāvoklī, jo uz tumšās augsnes fona aizzēlušā platībā no operatora vietas sarežģīti noteikt, vai stāds izkļuvis caur stobru un iestādīts kvalitatīvi. Par to liecina lieko manevru izdarītais skaits dažādās platībās – mazāks skaits lieku manevru izdarīts līdzenā platībā lānā (1%), nedaudz lielāks – mālainā lauksaimniecības augsnē (1,4%) .

Izmēģinājumu gaitā secināts, ka galvenais iemesls, kas kavē priežu un egļu stādīšanu, ir ietvarstādu substrāta īpašības. Substrāts nedrīkst būt irdens un apaudzis ar sūnām, jo tās izraisa stādiņu iesprūšanu stādāmajā stobrā, kas izskaidro lielāku lieki izdarīto manevru īpatsvaru damaksnī(1,9%). Lauksaimniecības augsnē galvenās problēmas sagādā māls, kas aizķepina stādīšanas mehānismu un līp pie darba virsmām.

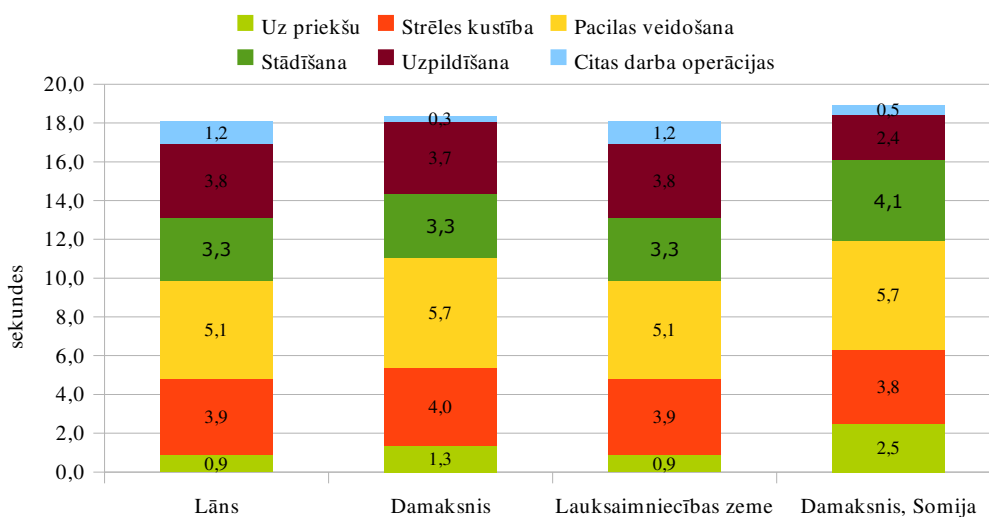
Neraugoties uz to, ka, stādot normālā darba režīmā, stādiņi izvietoti neregulāros puslokos, kas apgrūtina stādu uzskaiti, Latvijā veiktajos izmēģinājumos nodrošināts likumdošanā noteiktais stādvieta skaits uz hektāru – ne mazāk kā 3000 priedes ha⁻¹, ne mazāk kā 2000 egles ha⁻¹ (MK not. 398) un ne mazāk kā 2000 bērzu ha⁻¹ (MK not. 108). Stādīšanas kvalitāti operators kontrolē pēc vairāku kasešu izstādīšanas, ar mērkoka (3,1 m) palīdzību uzskaitot iestādīto stādu skaitu 30 m² platībā.

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 ir augstāka, nekā Latvijā, tikai izcirtumos ar izvāktām mežistrādes atliekām un celmiem (Att. 11).



Att. 11 Bracke P11.a darba ražīgums E₀, Saarinen, 2007, Lazdina, 2007

Viena stāda iestādīšanai patērētais laiks sadalījumā pa operācijām parādīts Att. 12. Proporcionāli visvairāk laika patērē mikropaugstinājumu veidošanai. Nākošais lielākais laika patēriņš ir strēles manevru veikšanai. Salīdzinot ar Somijā veikto hronometrāžu rezultātiem, Latvijā mazāku laiku aizņem bāzes mašīnas pārvietošanās, kas saistīts gan ar lielāku stādīšanas biežumu, gan vieglākiem darba apstākļiem (Lazdina, 2007).



Att. 12 Viena stāda iestādīšanai nepieciešamo darba etapu ilgums Lazdina, 2007

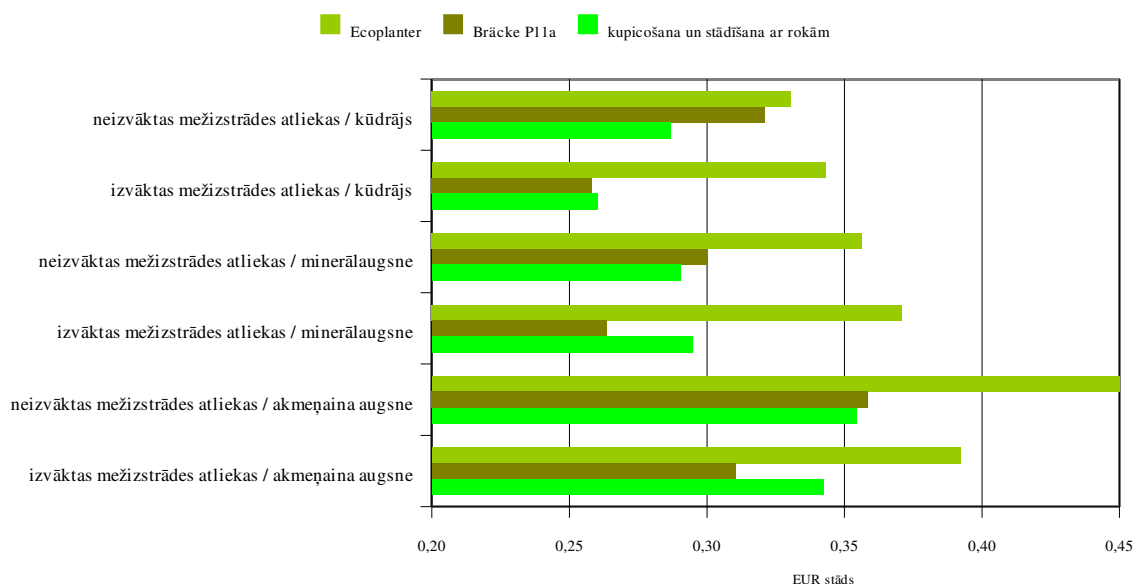
Strādājot pilnu maiņu (8h) un nodrošinot normatīviem atbilstošu biežumu, vienā darba dienā lānā var iestādīt 1 498 priedītes; damaksnī darba dienā var iestādīt 1 487 eglītes; bet

smagā lauksaimniecības augsnē darba dienā var iestādīt 1 488 bērzus.

Stādīšanas izmaksas

Somijas apstākļos uz 1 ha stāda 1 600-1 800 stādus. Meža īpašniekiem 1 hektāra atjaunošana izmaksā 900 EUR, tajā skaita stādmateriāls (0,18 EUR stāds). 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 (Saarinen, 2007).

Somijā veiktajos *Bracke P11.a*, *Ecoplanter* un roku darba spēka efektivitātes un kvalitātes pētījumos konstatēts, ka ar *Bracke P11.a* optimālos darba apstākļos var samazināt viena stāda stādīšanas pašizmaksu līdz 0,26 EUR (Att. 13).



Att. 13 Mehānizētās un manuālās meža atjaunošanas pašizmaksa Somijā Saarinen, 2007

Pētījuma ietvaros, kas veikts, analizējot stādīšanas izmaksas 2007. gadā Latvijas apstākļos, izveidots pašizmaksas aprēķinu modelis, kas ietver investīciju, atalgojuma un iekārtu uzturēšanas sadaļas. Stādu izmaksas 2007. gadā pieņemtas 109 Ls par bērzu un 103 Ls par 1000 egles un priedes ietvarstādiem. Vidējais atjaunojamās platības izmērs pieņemts 1,8 ha, atbilstoši iepriekšējā gada vidējai kailcirtes platībai, 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.

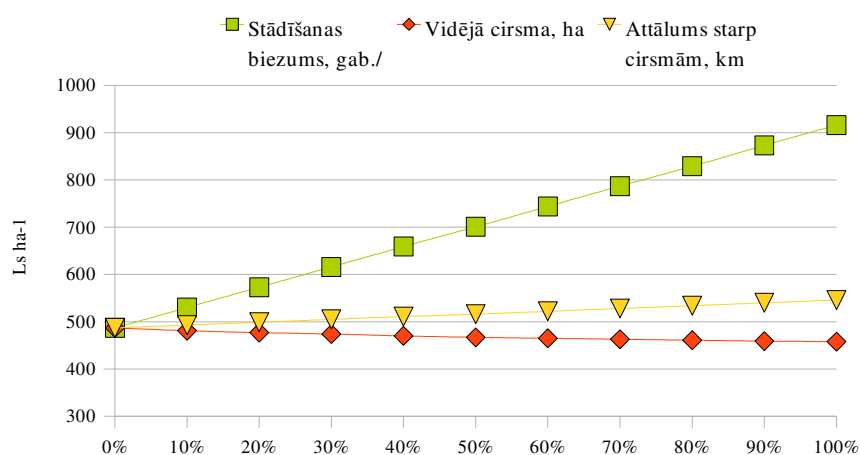
Tab. 1 parādīti pašizmaksas aprēķinu rezultāti, pieņemot, ka mašīna strādā vienā maiņā.

Tab. 1 Pašizmaksas analīzes rezultāti, strādājot vienā maiņā Lazdina, 2007

Izmaksu pozīcija	Somijas apstākļi Egle (1700 gab./ha)	Egle (2000 gab./ha)	Bērzs(2000 gab./ha)	Priede (3000 gab./ha)
Izmaksas, Ls/gadā				
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
Kopā, Ls/gadā	49 388	48 881	46 426	47 812
Produktivitāte				
Stādi/E _{15-h}	197	197	197	197
E _{15-h} /ha	9	10	10	15
ha/gadā	113	98	98	67
Rezultāts				
Ls/stāds	0,33	0,34	0,35	0,32
Kopā, Ls/ha	589	682	694	989

Iepriekšējā gada izmēģinājumos jutīguma analīze veikta trīs rādītājiem – vidējam cirsmas izmēram, vidējam attālumam starp cirmām un stādīšanas biežībai, novērtējot to ietekmi uz 1 ha apstādīšanas pašizmaksu. Kā aprēķinu izejas punkti pieņemti modeļi izmantotie dati – vidēji 1,8 ha lielas cirsmas, vidējais attālums starp cirmām – 50 km, minimālā stādīšanas biežība – 1700 gab. ha⁻¹.

Pieaugot attālumam starp cirmām 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⁻¹ palielina ražošanas izmaksas uz platības vienību gandrīz 2 reizes, neskatot stādmateriāla izmaksu pieaugumu (Att. 14).



Att. 14 Jūtīguma analīze.

Jūtīguma analīze norādīja virzienu, kurā jāstrādā, lai samazinātu mehanizētās meža atjaunošanas izmaksas (Lazdina, 2007). 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. Šis darbs uzsākts 2008. gadā, apsekojot 2007. gadā ierīkotos stādījumus, un, novērtējot stādīšanas kvalitāti.

LATVIJĀ IERĪKOTAJOS IZMĒĢINĀJUMOS GŪTĀS ATZIŅAS

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 darba virsmu, lai varētu veidot seklākas bedrītes un platākas pacilas. Visos augsnes tipos veidotās pacilas veido vairāk vai mazāk sablīvēta augsne (pacilas ir apmēram par 50% zemākas, nekā to sagatavošanai izveidotais padziļinājums). Ja stādvieta atrodas pacilas centrā, apvērsta un sablīvēta minerālaugsne bez veģetācijas ir vismaz 30 cm rādiusā ap stādu.

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 irdens 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 ieslidētu stādāmajā stobrā. Stādīšanas dziļums izvēlēts tā, lai ¾ no substrāta atrastos dubultā trūda slānī, bet substrāta apakšējā daļa iesniegtos minerālaugsnē, tādējādi mazinot izkalšanas risku sausās vasarās.

Būtiskas atšķirības stādīšanas produktivitātē saistībā ar augšanas apstākļiem un augsnes granulometrisko sastāvu netika konstatētas. Galvenie produktivitāti ietekmējošie faktori ir uz platības vienību stādāmo kociņu skaits un stādu kasetes uzpildīšanai patērētais laiks. Vidējā produktivitāte efektīvajā darba stundā (E_0) ir 190-199 stādi, bet pilnā darba stundā (E_{15}) – 178-187 stādi. Ja vidējā darba ciklā viena ietvarstāda iepildīšanai kasetē patērētu 2,73 sek., tad darba ražīgumu varētu kāpināt par 18-30%. Attiecīgi, Latvijas apstākļos vienā darba stundā var iestādīt 195-197 stādus.

Stādīšanas izmaksas Latvijas apstākļos pie tādas pat stādīšanas biežības kā Somijā (1700 gab./ha) ir mazākas sakarā ar lielāku vidējo ražību un mazākām iekārtas ekspluatācijas izmaksām. Galvenie pašizmaksu ietekmējošie faktori ir stādīšanas biežība un iekārtas noslogojums. Kopējās izmaksas bērza stādīšanai ar biežību 2000 gab. ha⁻¹ ir 0,35 Ls stāds⁻¹ vai 694 Ls ha⁻¹, tajā skaitā stādmateriāla izmaksas (109 Ls 1000 stādi⁻¹). Stādot egli ar biežību 2000 Ls ha⁻¹, izmaksas ir 0,34 Ls stāds⁻¹ vai 682 Ls ha⁻¹, bet priedes stādījumā ar biežību 3000 gab. ha⁻¹ – 0,33 Ls stāds⁻¹ vai 989 Ls ha⁻¹, tajā skaitā stādmateriāla izmaksas (103 Ls 1000 stādi⁻¹). Veicot darbu divās maiņās, tiek efektīvāk izmantota tehnika, līdz ar to stādīšanas izmaksas var samazināties par 15%. 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.

Nepieciešami plašāki pētījumi par mehānizētās 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, kā arī izvēlētos labāko stādīšanas tehniku dažādiem gadalaikiem un dažādās augsnēs, jāveic stādīšanas izmēģinājumi visā veģetācijas sezonas laikā. Tas ļautu novērtēt kociņu, kas stādīti uz kompaktizētas pacilas, slimību, sausuma un sala izturību. Nepieciešams veikt kukaiņu arī bojājumu monitoringu.

Pagaidām neskaidrie jautājumi:

- (1) dažādiem augšanas apstākļiem, gadalaikiem un koku sugām piemērotākie stādīšanas paņēmieni, izmantojot mehānizētās stādīšanas iekārtas;
- (2) mehānizēti uz pacilām ierīkoto stādījumu ieaugšanās un augšanas gaitas īpatnības;
- (3) meža atjaunošanas efektivitāte, izmantojot dažādas konstrukcijas, ne tikai Bracke P11.a diskrētas darbības stādīšanas iekārtas;
- (4) meža atjaunošanas paņēmieni pašizmaksas samazināšanas iespējas, ņemot vērā stādījumu saglabāšanos un potenciālo jaunaudžu kopšanas pasākumu nepieciešamības mazināšanos.

METODIKA

IZMANTOTĀ TEHNIKA

2007. gada stādījumos kā bāzes mašīna izmantots ekskavators Daewoo 155CLV ar strēles izlīci 7,8 m un strēles galā uzmontētu stādāmo galvu *Bracke P11.a* (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 (priedes, egles un bērzu stādi)
Bāzes mašīna	Ekskavators Daewoo 155CLV
Piederumi	Stādu kasete -karuselis: - Ø 60 mm - 72 ietvarstādiem. Ietvarstādu transportējamā platforma.

Mašīnas nomu un transportu Latvijā nodrošināja Bracke oficiālais dīleris SIA INTAC Latvija, bet bāzes mašīna bija firmas ATT-Forest Oy īpašums. Stādāmās galvas vecums – 6 gadi, pirms izmēģinājumu uzsākšanas Latvijā tā iestādīja savu miljono stādu.

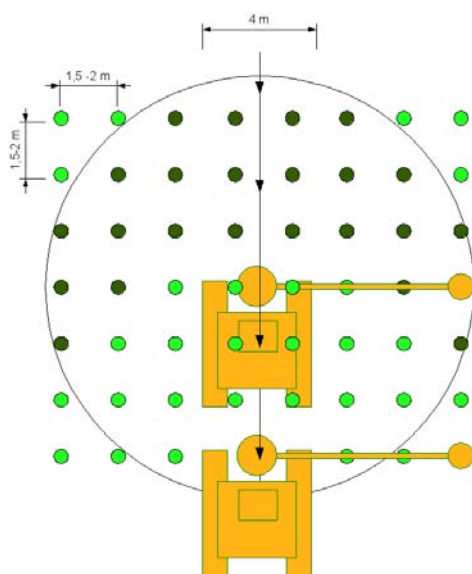
Operators Timo Nieminen ir pasaules un Somijas forvarderu operatoru sacensību uzvarētājs (*world and Finnish champion of forwarder use*).

STĀDĪŠANAS TEHNOLOĢIJA

Pacilas veidošanas un stādīšanas process ar *Bracke P11.a* parādīts Att. 15 un Att. 16. Stādīšana notiek, ekskavatoram pārvietojoties atpakaļgaitā. Stādot 2000 stādus uz hektāru, stādvieta atrodas vidēji 2 m attālumā viena no otras (Att. 16). Vienā manevrā iespējams iestādīt vidēji 24 ietvarstādus.



Att. 15 Bracke P11.a veidota pacila



Att. 16 Ekskavatora pārvietošanās un stādīšanas shēma, stādot vismaz 2300 stādu/ha un stādvieta izvietojums

Ja nepieciešams, operators var mainīt stādvieta atrašanās vietu, stādot uz pacilas, uz tiltiņa vai tieši uz zemesdzes nesagatavotā augsnē (Att. 17).



Att. 17 Iespējamās stādīšanas vietas

Dažādu stādīšanas vietu izmēģinājumi ierīkoti priedes un bērza stādījumos. Parasti A/s "Latvijas finieris", apmežojot lauksaimniecības zemes, izvēlas stādīšanu vagā. Tāpēc papildus meža platībās izmantotajiem stādīšanas variantiem (uz tiltiņa un pacilas) tika izmēģināts variants, kas līdzīgs stādīšanai vagā. Ar stādīšanas galvu noņēma zemesdzi un kociņus stādīja mineralizētā joslā (Att. 18). Vienā šādā joslā varēja iestādīt 1-3 stādīņus.



Vagā



Uz pacilām



Skarificētā joslā

Att. 18 Bērzu stādīšana māla augsnē

Priedes stādījums lānā tika veikts gan uz pacilām, gan uz tiltiņa.

LAUKA DARBU VEIKŠANAS LAIKS UN KLIMATISKIE APSTĀKĻI

Stādīšana veikta 2007. gadā no 13. līdz 16. oktobrim trīs objektos dažādās augsnēs ar atšķirīgu apaugumu un reljefu (Att. 19).

13.oktobris SIA "Rīgas meži" Juglas mežniecības, 4.kv. 7.nog., Ln 10-20 cm biezs zemsedzes slānis, smilts Priedes ietvarstādi Ģeogrāfiskās koordinātes: 57 02, 147 N 24 25, 428 E.	14.oktobris A/s "Latvijas finieris" Dobeles rajona Ukru pagastā "Caunēm" māls, lauksaimniecības augsne Bērzu ietvarstādi Ģeogrāfiskās koordinātes: 56 06, 199 N 22 57, 591 E	15. un 16.oktobris A/S "Latvijas valsts meži" Zemgales mežsaimniecība, Misas iec. 18.kv. 6.nog. Dm Smilšmāls Egles, priedes ietvarstādi Ģeogrāfiskās koordinātes: 56 48, 521 N 24 20, 482 E

Att. 19 2007. gadā ierīkoto izmēģinājumu atrašanas vietas

Stādījumu ierīkošanas laikā, oktobra sākumā, vidējā gaisa temperatūra kopumā Latvijā atbilda normai, laika apstākļi dekādes gaitā bija visai mainīgi. No 8.-12.oktobrim lielākajā daļā nokrišņu bija lietus veidā, bet, temperatūrai pazeminoties, arī slapja sniega veidā. 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°). Nokrišņu daudzums kopumā Latvijā bija 181% no normas ar teritoriālajām svārstībām no normas atbilstoša nokrišņu daudzuma Bauskā un Saldū līdz 2,5 dekādes nokrišņu normām Rīgā. Nokrišņi dekādes gaitā bija katru dienu pirms un pēc stādīšanas – 11., 12., 15. un 18.oktobrī (LVĢMA, 2007).

PLATĪBU UN STĀDMATERIĀLA RAKSTUROJUMS

Stādījumi veikti trīs atšķirīgos objektos:

- līdzenā lānā ar biezu trūda un zemesdzies slāni;
- uz mālainas lauksaimniecības augsnes;
- damaksnī platībā ar izteiktu reljefu un ekoloģiskajiem kokiem, kas apgrūtināja mašīnas manevrēšanu.

Atjaunotajās un ierīkotajās mežaudzēs kociņu vidējais augstums atbilda 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).

SIA "Rīgas meži" (RM) platība ir līdzena, mežizstrādes atliekas izklātas pievedceļos. Trūda slānis ir 20-30 cm biezs, zem trūda atrodas smilts augsne. Koki zāģēti zemu, celmu augstums neliels un neapgrūtinā pārvietošanos. Stādvieta izvēle nesagādā problēmas. Biokoki izvietoti kompakti – vienā izcirtuma stūrī. Mežizstrādes atliekas ieklātas pievešanas ceļos. Stādīts uz mikropaaugstinājuma – pacilas un uz tiltiņa. Atsevišķi bērzu ietvarstādi stādīti nelielā platībā grupveidā. Pārējā platībā stādīti divgadīgi priedes ietvarstādi no RM Norupes kokaudzētavas (Tab. 3).

A/s "Latvijas finieris" platība ir līdzena, zāle nopļauta un atstāta uz lauka. Visā platībā ir smaga māla augsne, kas pēc ilgstošām lietavām piemirkusi un kļuvusi plastiska. Stādvieta iespējams izvietot regulārāk, nekā meža apstākļos. Lauksaimniecības augsnē stādīts uz mikropaaugstinājuma, uz tiltiņa un vagā. Stādīti A/s "Latvijas finieris" kokaudzētavā "Zābaki" kasetēs *Rootainers Sherwood* izaudzētie bērza stādi (Tab. 3).

A/s "Latvijas valsts meži" (LVM) platība ar izteiktu reljefu, tomēr nogāzes nav tik 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.

LVM platībā stādīti egles ietvarstādi, uzkalnos priede. Stādīts uz mikropaaugstinājuma. Stādmateriāls ņemts no LVM Mazsilu kokaudzētavas (Tab. 3).

Visiem ietvarstādiem substrāta augstums bija 11-12 cm, bet diametrs – 45-50 cm.

Tab. 3 2007. gada stādīto ietvarstādu morfoloģiskie rādītāji

Stādmateriāls	Ietvarstādu augstums (cm)	Ietvarstādu sakņu kakla diametrs (mm)	Ietvarstādu augstums (cm), $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Ietvarstādu sakņu kakla diametrs (mm), $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$
A/S "Latvijas valsts meži" Mazsilu kokaudzētava,	10-24	2,1-5	16,21± 2,90	3,67± 0,67
A/S "Latvijas valsts meži" Mazsilu kokaudzētava, Egle	17-32	1-5	23,62± 2,57	2,98± 0,75
A/S "Latvijas finieris" kokaudzētava "Zābaki", Bērzs	15 - 41	2 – 6,1	25,08 ± 4,51	4,22 ± 0,74
SIA "Rīgas meži" Norupes kokaudzētava, Priede	10-15	1,9-3,8	12,84± 1,59	2,70± 0,46

UZSKAITE UN UZMĒRĪJUMI 2008. GADĀ

Vietas, kur tika prognozēts pastiprināts aizzēlums, stādīņus marķēja ar ūdens izturīgiem marķieriem. Marķierus izgatavoja no ar alumīnija foliju aplāta kartona papīra atbilstoši 2007. gada MAF projektā "Bērza ietvarstādu ieaugšana un saglabāšanās dabīgas izcelsmes bērza konkurences apstākļos" aprakstītai metodikai (Neimane, 2007).



Ukri



Zemgales mežsaimniecība



Juglas mežniecība

Att. 20 Stādu marķēšana 2008. gada pavasarī

2008. gadā veikta 2007. gadā ar Bracke P11a 3,5 ha platībā ierīkoto meža kultūru uzmērīšana, kas ietver ieaugšanās uzskaiti, bojājumu (kukaiņu, zvēru u.c.) analīzi, kultūru augšanas gaitas (augstums un gada pieaugums, sakņu kakla caurmērs) novērtēšanu, kā arī skuju un sakņu masas analīzi, novērtējot šo rādītāju saistību ar augsnes blīvumu, mitrumu un citām augsnes īpašībām. 2008. gada pavasarī veikta izdzīvojušo iestādīto kociņu marķēšana, izmantojot krāsainus ūdensizturīgus marķierus.

Uzmērīšanas darbi veikti veģetācijas sezonas sākumā un beigās. Veģetācijas sezonas sākumā uzmērīja un noteica:

- kociņu augstuma un sakņu kakla caurmēru, ierīkojot aplūveida parauglaukumus 10% no apstādītajām platībām;
- ar veģētāciju neapklāto pacilu daļu laukumu (pacilu izmērus) 10% no kopējā iestādīto stādu skaita,
- augsnes blīvumu, izmantojot digitālo penetrometru, uz mikropaaugstinājuma un apstrādei nepakļautā platībā 10% stādvieta, tajā skaitā tajās stādvietās, kur stādiņi nav izdzīvojuši;
- ieaugušo, izkritušo un bojāto kociņu kopējo skaitu (100% no platības) un bojājumu iemeslus (sals, sausums, dzīvnieki utml.),

Rudenī, veģētācijas sezonas beigās visos objektos:

- noteica sakņu izvietojumu mikropaaugstinājuma šķērsgriezumā (10 stādiem katrā objektā),
- uzmērīja kociņu augstumu, gada pieaugumu un sakņu kakla caurmēru (vismaz 10% no kopējā stādu skaita),
- noteica skuju un sakņu masas procentuālo pieaugumu (30 kociņiem, kas izmantoti sakņu izvietojuma novērtēšanai).

Vērtēta smagās meža tehnikas ietekme uz meža zemsedzi un augsni ar Bracke P11a apstādītajās platībās un kontroles platībā, kur augsne sagatavota ar meža frēzi līdzīgos augšanas apstākļos (kopējā kontroles objektu platība 3 ha) uzmērīta augsnes mineralizētā platība un noteiktas augsnes pretestības - blīvuma izmaiņas. Lauksaimniecības augsnēs, kā kontroli šiem mērījumiem, izmantoja 2007. gadā slejās uzartās platības Ukros blakus izmēģinājumu objektam.

Projekta ietvaros noteica augsnes blīvumu tehnikas atstātajā risē, neskartajā platībā, uz pacilas un pazeminājumā. Blīvuma noteikšanai izmantoja par projekta līdzekļiem iegādāto Eijkelkamp digitālo augsnes penetrolgeru (Att. 21), kas var uzmērīt augsnes pretestību līdz 80 cm dziļumam (Att. 22), bet datu analizē izmantoti penetrolgera mērījumi līdz 30 cm dziļumam, jo tas ir noteicošais dziļums, lai novērtētu tehnikas un augsnes sagatavošanas ietekmi, kā arī to iespējamo saistību ar iestādīto kociņu augšanu.

Katrā variantā veikti vismaz 20 mērījumi ar penetrolgeru. Ja augsne dažādās parauglaukuma daļās atšķīrās, tika izdarītas vairākas mērījumu sērijas, katrā sērijā atkārtotot uzmērījumus neskartajā platībā, kā arī stādvietās, bedrītē un uz tehnikas atstātās risēs.

Augsnes pretestības vidējo skaitlisko vērtību katrā variantā aprēķināja, izslēdzot ekstrēmās vērtības, un izteica megapaskālos (MPa). Veicot augsnes pretestības datu analīzi, salīdzinātas augsnes pretestības izmaiņas 0-20 cm biežā augsnes virskārtas slānī un 10-30 cm dziļā augsnes slānī. Augsnes pretestība 0-20 cm slānī aprēķināta, lai raksturotu sablīvēšanos augsnes slānī, kur notiek augu sakņu attīstība, piemēram, pacilās vai vagās. 10-30 cm dziļums izvēlēts tāpēc, ka šeit vairs nav tik ļoti izjūtama augsnes mitruma svārstību ietekme, kā 0-20 cm slānī, it īpaši māla augsnēs, kur ilgstošos sausuma apstākļos var veidoties cieta augsnes garoza, kas būtiski palielina vidējos augsnes pretestības rādījumus 0-20 cm slānī.



Att. 21 Augšnes penetrolgers



Att. 22 Augšnes pretestības mērīšana

Bracke P11a izmantošanas ekonomiskās efektivitātes aprēķini balstīti uz 2007. un 2008. gada pētījumu rezultātiem (iekārtu ražīgums, izdzīvojušo stādu īpatsvars un kopšanas nepieciešamība), papildinot projekta „Mehanizētās ietvarstādu stādīšanas tehnoloģiju produktivitātes un kvalitātes pētījumi atjaunojamās meža platībās” ietvaros sagatavoto ietvarstādu stādīšanas pašizmaksas aprēķinu modeli.

Mežaudžu uzņēmējumu datu statistiskā apstrāde veikta, izmantojot programmu SPSS un OpenOffice.org Calc. Noteiktas morfoloģisko rādītāju vidējās vērtības un standartklūda.

AUGSNES ANALĪZU METODIKA

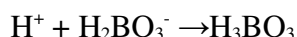
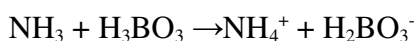
Augsnes fizikālās un ķīmiskās īpašības noteica veģetācijas sezonas sākumā un beigās. No katra objekta ievākti 10 paraugi (atsevišķi minerālaugsni un humusa horizontu) no pacilas centrālās daļas un neapstrādātās platības 0-20 cm dziļumā. Šajos paraugos atbilstoši starptautiskajā projektā BioSoil izmantotajām augsnes analīžu metodēm noteica:

- augsnes granulometrisko sastāvu (pavasārī),
- augsnes skābumu (pH_{CaCl₂}),
- makroelementu (N_{kop.}, P, K) koncentrāciju.

Kopējais slāpeklis

Kopējo slāpekli (amonija jonu N, nitrātjonu N, nitrītjonu N un organisko savienojumu N) nosaka, izmantojot modificētu Kjeldāla metodi atbilstoši LVS ISO 11261 standartam. Slāpekli, kas saistīts ar N–N saitēm, N–O saitēm un dažos heterocikliskos savienojumos (īpaši piridīnā), nosaka tikai daļēji. Metodes pamatā ir paraugu mineralizēšana mineralizācijas iekārtā, bet selēna vietā par katalizatoru lieto titāna dioksīdu (TiO₂), jo tas ir ekotoksiski mazāk bīstams nekā selēns (LVS ISO 11261, 2002).

Augsnes paraugi tiek apstrādāti ar koncentrētas sērskābes un salicilskābes maisījumu. Sērskābe noārda organisko matēriju un slāpekli transformē amonija jonu veidā. Nitrātjoni un nitrītjoni sākotnēji izveido saiti ar salicilskābi, bet pēc tam izveidojies savienojums tiek reducēts ar nātrija tiosulfātu. Mineralizācija tiek paātrināta, lietojot katalizatoru, kas sastāv no kālija sulfāta, vara (II) sulfāta un titāna dioksīda. NH₄⁺ kvantitatīvi tiek noteikts, izmantojot amonjaka tvaika destilāciju borskābē un titrēšanas metodi (Van Ranst et al, 1999):



Metodes precizitāte. Starpība starp diviem atsevišķiem mērījumiem nedrīkst pārsniegt 15% no noteiktā kopējā slāpekļa satura, ja tā saturs ir mazāks par 2 mg g⁻¹, un 10% no noteiktā kopējā slāpekļa satura, kad tā saturs ir lielāks par 2 mg g⁻¹ (LVS ISO 11261, 2002).

Kopējā slāpekļa noteikšanas darba gaita. 0,2000 g gaissausu augsnes paraugu ar lielu organisko vielu saturu un 0,5000 g minerālaugsnes ievieto mineralizācijas kolbās. Pievieno 4,0 mL koncentrētas sērskābes un salicilskābes maisījumu (1,0 L koncentrētas sērskābes izšķīdina 25,0 g salicilskābes) un kolbu saskalina, līdz skābe sajaukusies ar augsni. Maisījumam ļauj stāvēt dažas stundas. Pievieno 0,5 g nātrija tiosulfāta pentahidrātu un maisījumu mineralizācijas iekārtā karsē 30 minūtes 125 °C temperatūrā. Kolbu atdzesē, pievieno 1,1 g katalizatoru, kas pagatavots no 200,0 g kālija sulfāta, 6,0 g vara (II) sulfāta pentahidrāta un 6,0 g titāna dioksīda, un maisījumu mineralizācijas iekārtā karsē 30 minūtes 270 °C temperatūrā un 120 minūtes 400 °C temperatūrā (Van Ranst et al, 1999).

Kad pabeigta mineralizācija, kolbai ļauj atdzist, un, lēnām sakratot, pielej apmēram 20 ml ūdens. Kolbu saskalina, lai visi nešķīstošie materiāli veidotu suspensiju, un pārnes kolbu destilācijas aparātā. 250 mL koniskajā kolbā ielej 25,0 mL borskābes šķīdumu ($\rho =$

20,0 g/L) un kolbu novieto zem destilācijas aparāta dzesētāja tā, lai dzesētāja gals būtu iemērķts borskābes šķīdumā. Mineralizācijas kolbā ielej 20,0 mL 35% nātrija hidroksīdu un pārdestilē apmēram 80 mL kondensāta, noskalo dzesinātāja galu. Destilātu titrē ar sērskābi ($C_{H^+} = 0,02 \text{ mol/L}$) līdz pH 4,7. Paralēli tiek veikts tukšais mēģinājums (LVS ISO 11261, 2002).

Apmaiņas skābums

Apmaiņas skābums ir tā potenciālā skābuma daļa, kas pāriet jonu šķīdumā (piemēram, KCl, CaCl₂). To veido adsorbcijas kompleksā esošie apmaiņas H⁺ un Al³⁺ katjoni. Skābas augsnes saskare ar neitrālu sāļu šķīdumiem rada apmaiņas reakcijas. Šķīdumā pāriet H⁺ un Al³⁺, bet augsne saista ekvivalentu daudzumu katjonu no šķīduma. Apmaiņas skābumu veido H⁺ un Al³⁺ katjoni meža augsnēs, kur pH zemāks par 5,0-5,5 (Mežals, 1980).

Augsnes apmaiņas skābuma noteikšanas darba gaita. Ņem vismaz 10,0 mL gaissausas vai svaigas augsnes parauga un pagatavo augsnes suspensiju 1:5 0,01 M kalcija hlorīda šķīdumā. Lieto gaissausas augsnes paraugus ($\varnothing < 2 \text{ mm}$). Pagatavoto suspensiju intensīvi krata 5 min, izmantojot mehānisko kratītāju, un nogaida vismaz 2 h. Vairums augšņu līdzsvars iestājas 2 h laikā. Jonometru kalibrē saskaņā ar ražotāja norādījumiem, izmantojot buferšķīdumus ar pH 4,00 un 7,00 attiecīgajās temperatūrās. Mērot suspensijas temperatūru, jācenšas nodrošināt, lai buferšķīduma un augsnes suspensijas temperatūra neatšķirtos vairāk par 1°C. Tieši pirms mērīšanas suspensiju rūpīgi sakrata. pH mēra, suspensijai nosēžoties. pH vērtību nolasa, kad sasniegta stabilizēšanās. Vērtības pieraksta ar divām decimālzīmēm. Nolasījumu var uzskatīt par stabilu, ja mērāmā pH vērtība 5 s laikā mainās ne vairāk par 0,02 pH vienībām (LVS ISO 10390, 2002).

Apmaiņas N, P, K

Apmaiņas slāpekli nosaka, izmantojot spektrofotometrisko metodi. Apmaiņas slāpekli nosaka 1 n NaCl ekstraktā. Ar krāsu kolorimetru mēra dzeltenās krāsas intensitāti, ko dod savienojums, kas veidojas ekstraktam pievienojot Segneta sāls šķīdumu un Neslera reaģentu, pie viļņu garuma 470 nm (Pāvule, 1978).

Apmaiņas fosforu nosaka izmantojot amonija molibdāta spektrofotometrisko metodi. Apmaiņas fosforu nosaka 0,2 M HCl ekstraktā. Metodes pamatā ir ortofosfātjonu reakcija ar skābes šķīdumu, kas satur molibdāta un antimona jonus, veidojot antimona fosformolibdāta kompleksu. Kompleksu reducē ar alvas hlorīdu, veidojot spēcīgi krāsotu molibdēnzilā kompleksu, kura absorbciju mēra pie viļņa garuma 580 nm, lai noteiktu esošo ortofosfātjonu koncentrāciju.

Apmaiņas N, P, K nosaka gan svaigiem paraugiem, gan gaissausiem paraugiem. Apmaiņas kāliju amonija acetāta ekstraktā nosaka izmantojot spektrometrijas metodi. Metodes pamatā ir apmaiņas reakcija starp NH₄⁺ joniem un augsnes apmaiņas kāliju. Atomabsorbcijas spektrometrā par degošo gāzi izmanto acetilēnu, bet oksidētājgāze – gaiss, liesmas temperatūra ir 2125-2400 °C (Jansons, 1993).

Granulometriskais sastāvs

Granulometrisko sastāvu nosaka, apvienojot sijāšanu ar sedimentāciju. Ar sauso sijāšanu nosaka daļiņas, kuras neiziet cauri sietam ar 2 mm acs izmēru. Daļiņas, kas paliek uz sietā ar acs izmēru 0,063 mm, nosaka izmantojot slapjo sijāšanu, bet daļiņas, kas iet cauri sietam, nosaka ar sedimentāciju (pipetes metodi). Projekta ietvaros noteikts granulometriskais sastāvs daļiņām, kuru diametrs ir mazāks par 2 mm, atbilstoši FAO klasifikācijai. Augsnes paraugs tiek ņemts no materiāla, kura frakcijas diametrs < 2 mm un sver uz analītiskajiem svāriem ar precizitāti 0,0001 g. Parauga masa ir atkarīga no augsnes tipa. Pipetes analīzei ir nepieciešama apmēram 30 g smilšu augsnes masa un 10 g mālu augsnes masa. Lai nodrošinātu tikai primāro daļiņu mērīšanu, bet ne brīvi saistītos minerālvielas, no parauga atdala organiskās vielas. Veicot suspendēšanu augsnes paraugam pievieno 150-200 mL ūdens, sakrata, līdz iegūst viendabīgu suspensiju, un ar Mora pipeti pievieno 25,0 mL suspendēšanas aģentu. Rupjākas frakcijas atdala veicot slapjo sijāšanu ar 0,063 mm sietu. Tad veic sedimentāciju. Novieto sedimentācijas cilindru nemainīgas temperatūras vidē un sakrata vismaz 30 reizes/minūtē 2 minūtes. Novieto sedimentācijas cilindru nekustīgi un ieslēdz hronometru. Apmēram 15 sekundes pirms paraugu ņemšanas iegremdē kalibrētu pipeti ar aizvērtu galu sedimentācijas cilindra centrā nepieciešamajā dziļumā. Iegremdēšanu pabeidz 10 sekunžu laikā, pēc iespējas mazāk saduļķojot suspensiju. Pipetē iesūc nepieciešamo parauga tilpumu. Šis process ilgst līdz 10 sekundēm. Pipeti uzmanīgi izvelk no cilindra, noskalo, lai uz tās nepaliktu augsnes daļiņas, un izlej sverglāzītē, kuras svārs ir zināms ar precizitāti 0,0001 g. Pipeti izskalo ar ūdeni, suspensijas atliekas ieskalojot sverglāzītē. Sverglāzīti žāvē 105 °C temperatūrā līdz nemainīgai masai un pēc atdzesēšanas eksikatorā nosver uz analītiskajiem svāriem ar precizitāti 0,0001 g. Pipeti nosusina no ārpuses un ņem nākamo augsnes paraugu (LVS ISO 11277, 2000).

Ar sedimentāciju un sijāšanu atdalītās frakciju daļas tiek noteiktas, sverot šo frakciju masu. Tiek izmantota pipetes metode, kas balstās uz to, ka daļiņu nogulsnešanās sedimentācijas cilindrā notiek saskaņā ar Stoksa likumu un tā pieņēmumiem, kas ir šādi:

- a) daļiņas ir cietas, gludas sfēras;
- b) daļiņas nogulsnešas laminārā plūsmā, t. i. Reynoldsā (*Reynolds Numbr*) skaitlis ir mazāks par apmēram 0,2. Ja nogulsnešanās notiek saskaņā ar Stoksa likumu gravitācijas spēka iespaidā, tad šis nosacījums nosaka vislielāko ekvivalento daļiņas sfēras diametru mazliet lielāku par 0,06 mm;
- c) daļiņas suspensija ir pietiekami atšķaidīta, nodrošinot to, ka daļiņas viena otrai netraucē nogulsnēties;
- d) starp daļiņām un šķīdumu nepastāv mijiedarbība;
- e) suspensijas kolonnas diametrs ir pietiekami liels attiecībā pret daļiņu diametru, t. i. tiek uzskatīts, ka šķīdums ir ar „bezgalīgu tilpumu”;
- f) daļiņa ir sasniegusi savu maksimālo ātrumu;
- g) daļiņām ir viens un tas pats relatīvais blīvums (LVS ISO 11277, 2000).

HĻRONOMETRĀŽA

Veicot mehanizēto stādīšanu, kā arī, gatavojot augsni ar diskveida arkliem, un, stādot ar rokas darba instrumentiem, veikta darba laika hronometrāža. Laika patēriņa pētījumus dažādiem mehanizētās stādīšanas darba etapiem (Tab. 4) 2007. gadā veica, izmantojot lauka datorus Alegro CX ar SDI programmatūru.

Tab. 4 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 stādviētas. 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.

Rezultātā iegūti dati par atsevišķiem darba etapiem, kas izmantoti ražības un izmaksu analizē. Ņemot vērā visus darba etapus, aprēķināts efektīvajā un kopējā darba stundā³ iestādīto stādiņu skaits dažādos apstākļos.

Meža frēze jeb diskveida arklū darba hronometrāžu veica, izmantojot videoierakstu, kas veikts, sagatavojot augsni kontroles platībā blakus 2007. gadā ierīkotajiem mehanizētās stādīšanas izmēģinājumu objektiem.

Meža stādīšanas hronometrāžu veica, uzskaitot kopējā darba stundā iestādīto stādiņu skaitu.

³ Motorstundā, atskaitot neplānotās un ar darba izpildi nesaistītās dīkstāves

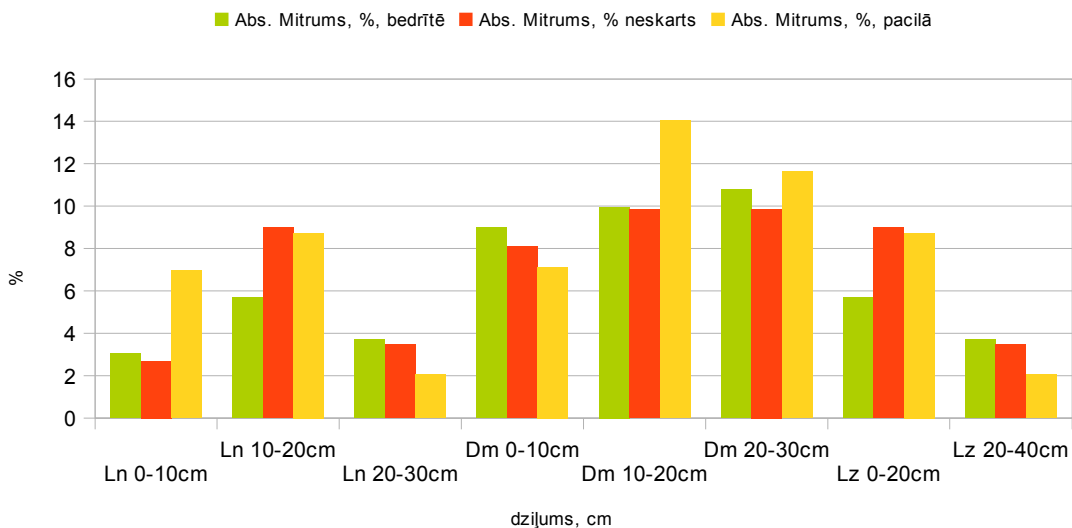
REZULTĀTI

AUGSNES ĪPAŠĪBAS

Visās izmēģinājumu platībās pavasarī ievāca augsnes paraugus līdz 30 cm dziļumam no pacilas (P), no neskartās augsnes platības blakus pacilai (Z) un no skarificētās joslas – bedrītes (V). Turpmāk izmēģinājuma objektu – parauglaukumu apzīmēšanai izmantoti pirmie burti no meža tipa (Ln, Dm), bet lauksaimniecības zemes apzīmēšanai lietots saīsinājums - Lz, savukārt cipari aiz šiem burtiem apzīmē paraugu ievākšanas dziļumu 0-10 cm, 10-20 cm un 20-30 cm.

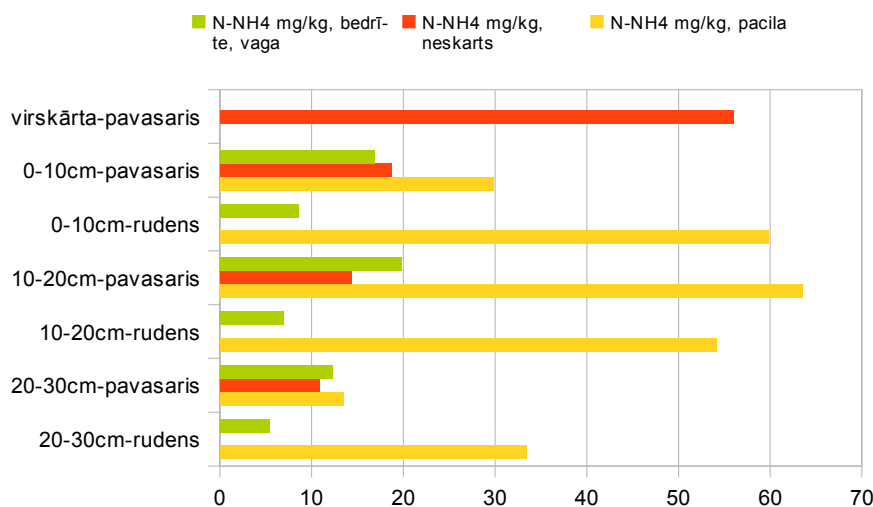
Visiem ievāktajiem paraugiem noteikts augsnes mehāniskais sastāvs, nodrošinājums ar makroelementiem (N, P un K) un vides reakcija CaCl_2 šķīdumā.

Barības vielu saturs paraugu sērijās, kas izmantotas vidējā parauga sagatavošanai, kā arī kontroles parauglaukumos viena izmēģinājumu objekta robežās variē, bet atšķirības nav būtiskas. Tas liecina, ka izraudzītie objekti ir pietiekami viendabīgi un izmēģinājumi ierīkoti korekti. Nosakot mitrumu svaigi ievāktiem augsnes paraugiem, konstatēts, ka pacilas vidusdaļā, kur atrodas dubultais trūda slānis, augsne ir nedaudz mitrāka gan lānā, gan damaksnī (Att. 23). Savukārt, lauksaimniecības augsnē pavasarī mitrākas bija pacilu virskārtas.



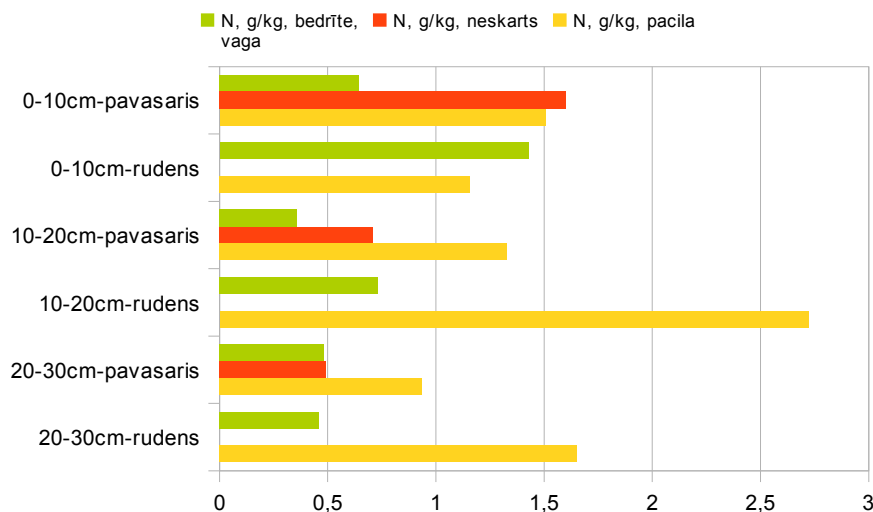
Att. 23 Augsnes mitrums 2008. gada pavasarī

Visos izmēģinājuma objektos, veicot augsnes sagatavošanu, noņemot velēnu vai apvēršot to, panākts atšķirīgs augsnes slāņu izvietojums, līdz ar to arī atšķirīgs nodrošinājums ar barības vielām dažādos augsnes slāņos. Lānā neskartajā augsnes virskārtā un pacilā (0-20 cm dziļumā), salīdzinoši ar neskartu augsni un vagu, bija lielāka un būtiski atšķirīga kopējā slāpekļa koncentrācija, gan veģetācijas sezonas sākumā, gan beigās (Att. 24).



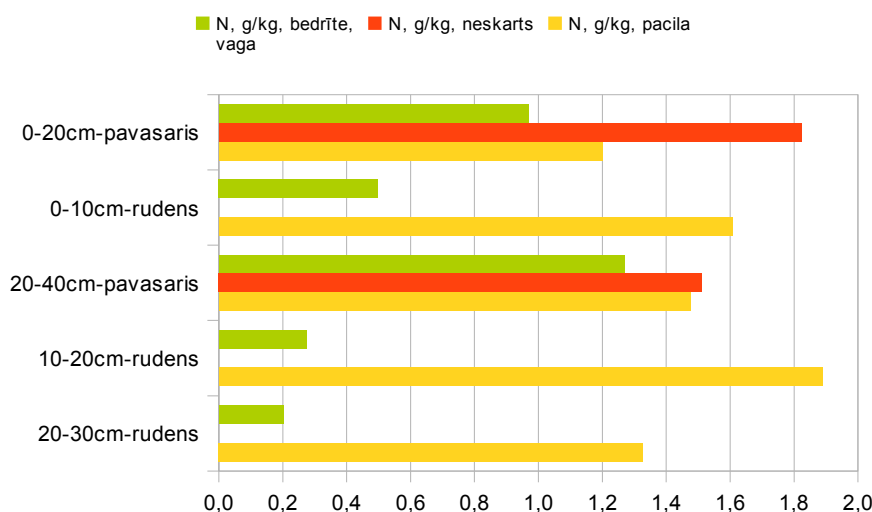
Att. 24 Kopēja slāpekļa koncentrācijas dinamika lánā

Damaksnī kopējā slāpekļa saturs ir mazāks nekā lánā. Tomēr, līdzīgi kā lāna augsnē, arī damaksnī pacilā tas ir vairāk slāpekļa, nekā neskartā augsnē un skarificētajā platībā. Lielāka slāpekļa koncentrācija konstatēta rudenī no pacilas vidusdaļas (10-20 cm dziļumā) ievāktajos paraugos (Att. 25).



Att. 25 Kopēja slāpekļa koncentrācijas dinamika damaksnī

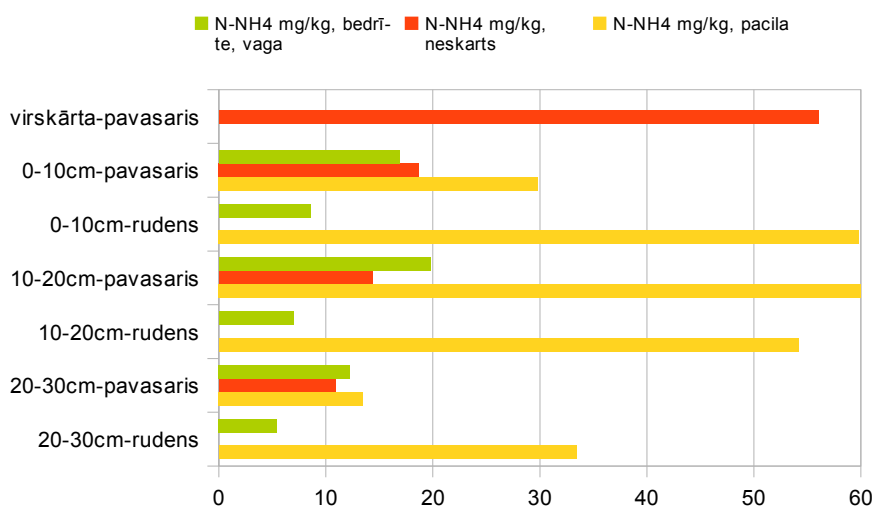
Lauksaimniecības zemē pavasarī ievāktajos paraugos kopējā slāpekļa koncentrācija atšķiras nebūtiski. Tā ir nedaudz lielāka neskartajā platībā. Savukārt, rudenī ievāktajos paraugos būtiski atšķiras slāpekļa daudzums vagā un pacilā. Rudenī pacilā kopējā slāpekļa koncentrācija divas līdz trīs reizes lielāka (Att. 26).



Att. 26 Kopējā slāpekļa koncentrācijas dinamika augsnēs lauksaimniecības zemē

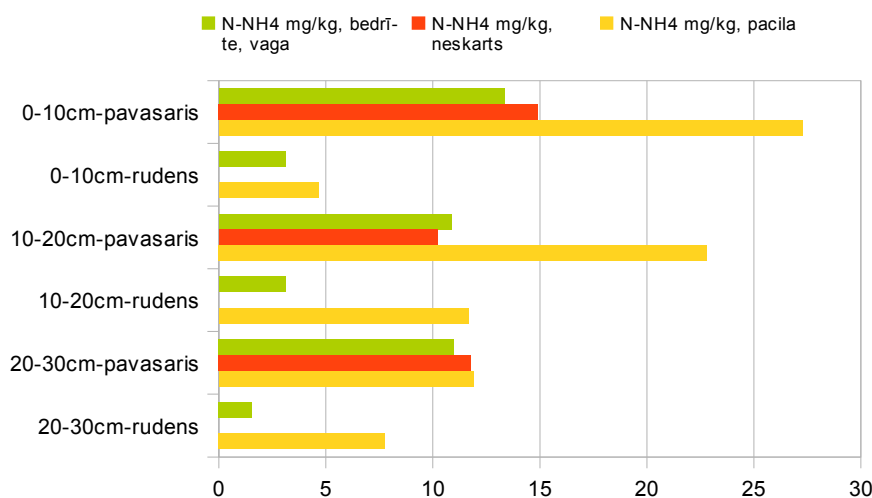
Kopējā slāpekļa rezerves damaksnī un lauksaimniecības zemē uz pacilām stādītājiem stādiem ir līdzīgas.

Apmaiņas barības elementu analīžu dati apstiprina hipotēzi, ka uz pacilām augošie stādi ir labāk nodrošināti ar barības vielām, nekā vagā un nesagatavotā augsnē stādītie. Lānā vislielākās barības vielu rezerves ir trūdvielu horizontā neskartajā platībā un pacilās līdz 20 cm dziļumam (Att. 27). Līdzīga likumsakarība lānā konstatēta arī kopējā slāpekļa koncentrācijai. Skarificētajā platībā ir salīdzinoši mazāks apmaiņas slāpekļa daudzums.



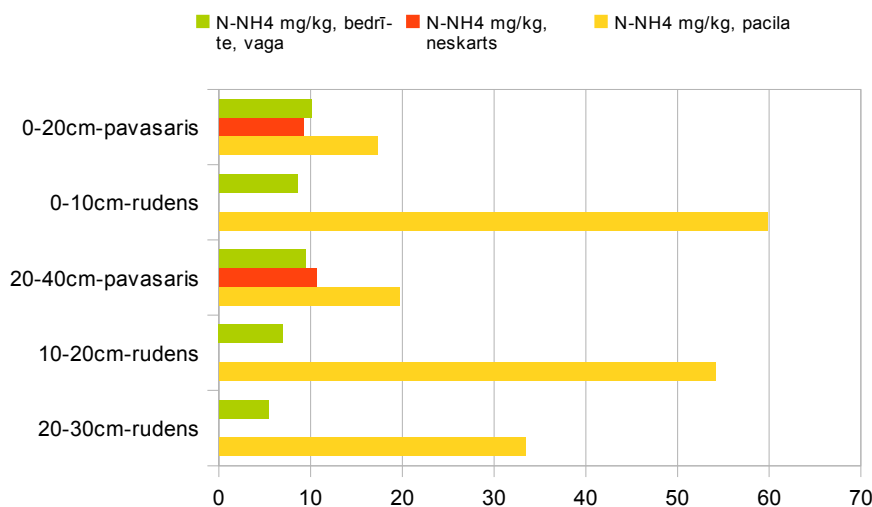
Att. 27 Apmaiņas slāpekļa koncentrācijas dinamika lānā

Damaksnī, pateicoties augsnes virskārta “atlocīšanai” un dubultajam trūdvielu slānim, augiem pieejamā slāpekļa koncentrācija līdz 20 cm dziļumam pacilās ir divreiz lielāka, nekā vagā un neskartajā platībā (Att. 28).



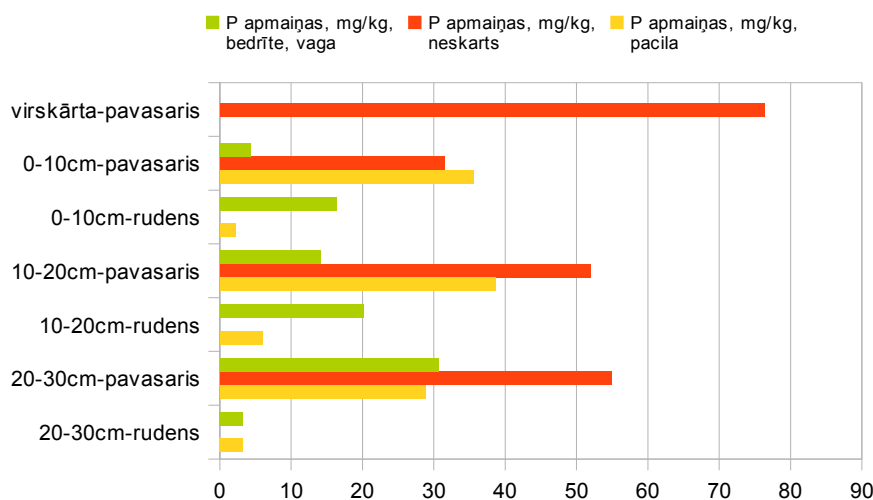
Att. 28 Apmaiņas slāpekļa amonija koncentrācijas dinamika damaksnī

Arī bērzu stādiem uz pacilām pieejams ievērojami lielāks apmaiņas slāpekļa daudzums (Att. 29). Par to netieši liecina arī uz pacilām ieviesušās auglīgiem tīriem raksturīgas nezāles. Tomēr, neraugoties uz bagātīgo nodrošinājumu ar augšanu stimulējošo slāpekli, uz pacilām stādītie bērzi nav veidojuši būtiski lielākus pieaugumus, nekā tie, kas stādīti vagās.



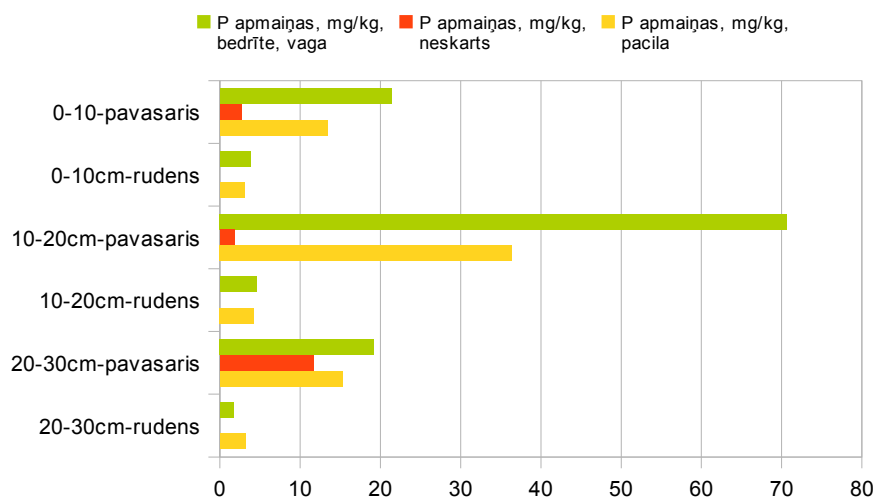
Att. 29 Apmaiņas slāpekļa koncentrācijas dinamika bērzu stādījumā lauksaimniecības zemē

Salīdzinoši mazāka fosfora koncentrācija lānā konstatēta vagā un skarificētajā joslā. Neskartajā platībā apmaiņas fosfora koncentrācija ir nedaudz lielāka, nekā pacilā, tomēr šīs atšķirības nav būtiskas (Att. 30).



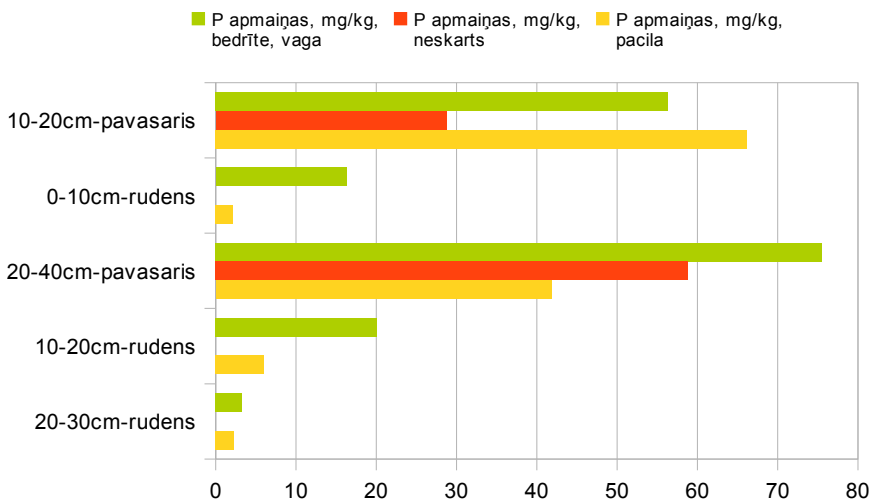
Att. 30 Apmaiņas fosfora koncentrācijas dinamika lānā

Damaksnī platībā, kur augsnes apstrāde nav veikta, apmaiņas fosfora krājumi ir mazāki, nekā ar diskveida arklus sagatavotajā platībā un uz pacilām (Att. 31). Damaksnī raksturīgs bagātīgs apaugums, kas var būt par iemeslu salīdzinoši mazākai augiem pieejamā fosfora koncentrācijai. 10-20 cm dziļumā vagā un pacilā apmaiņas fosfora koncentrācija ir divreiz lielāka, nekā neskartajā joslā augsnes virskārtā un dziļākajos augsnes slāņos. Tas izskaidro, kāpēc tieši šajā dziļumā veidojusies labāk attīstīta sakņu sistēma. Fosfors ir elements, kas nepieciešams sakņu sistēmas attīstībai un enerģijas transportam augā.



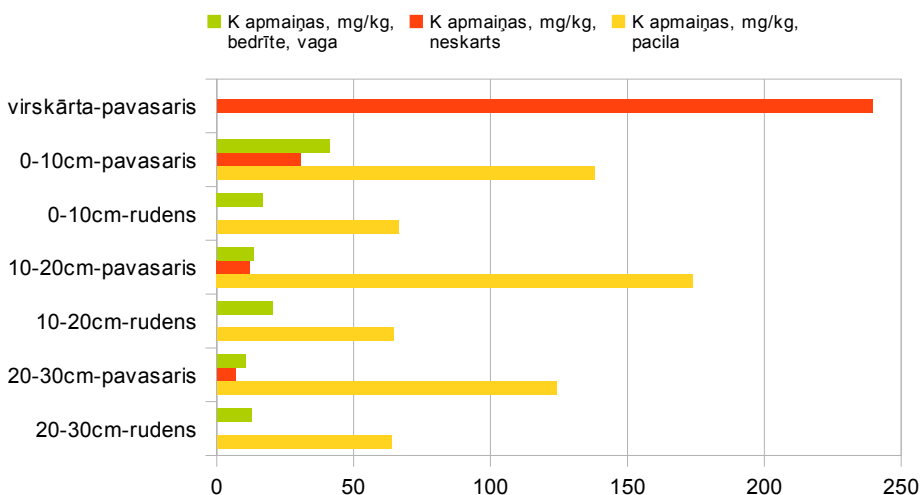
Att. 31 Apmaiņas fosfora koncentrācijas dinamika damaksnī

Lauksaimniecības zemē ierīkotajā bērzu stādījumā vagās konstatēta lielāka apmaiņas slāpekļa koncentrācija, nekā pacilu augsnē. Bet, salīdzinot apmaiņas fosfora koncentrācijas, vērojams ka vagās stādītajiem bērziem pieejami tādi paši un lielāki fosfora krājumi nekā uz pacilām stādītajiem. Salīdzinot ar meža augsnēm, lauksaimniecības zemē apmaiņas fosfora koncentrācija pavasarī ir izteikti lielāka (Att. 32).



Att. 32 Apmaiņas fosfora koncentrācijas dinamika lauksaimniecības zemē

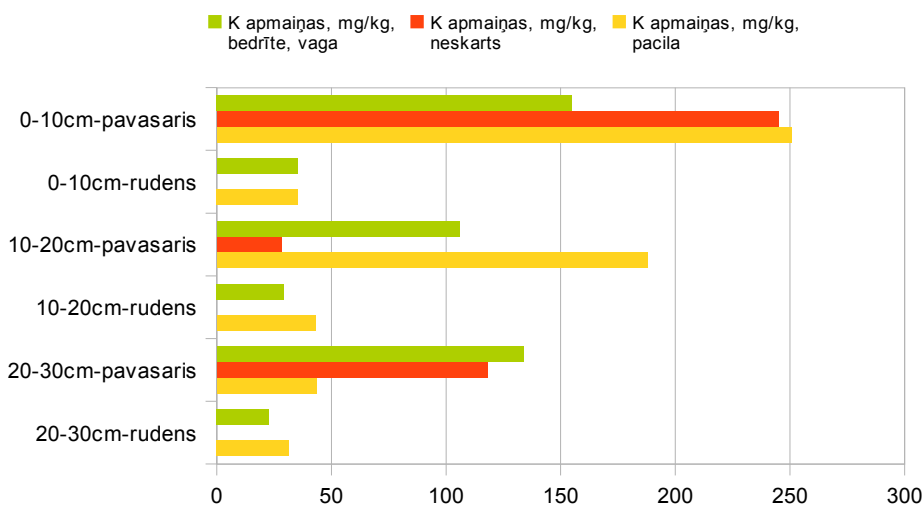
Lānā uz pacilām stādītajiem priežu stādiem nodrošinājums ar apmaiņas kāliju ir ievērojami labāks, nekā vagās stādītajiem. Vislielākā kālija koncentrācija konstatēta zemsedzes slānī, bet, tikai dažus centimetrus dziļāk, nodrošinājums ar šo elementu ievērojami ir mazāks. Veidojot pacilu, virsējais zemsedzes slānis nokļūst 10-20 cm dziļumā, ar ko skaidrojama lielāka kālija koncentrācija pacilās 10-30 cm dziļumā pavasarī un 10-20 cm dziļumā rudenī, jo organiskajai vielai noārdoties atbrīvojas kālija rezerves. Kālijs ir viens no “kustīgākajiem” elementiem”, tāpēc pacilās, kur notikuši aktīvākie organiskās vielas mineralizācijas procesi, tā daudzums rudenī samazinās (Att. 33).



Att. 33 Apmaiņas kālija koncentrācijas dinamika lānā

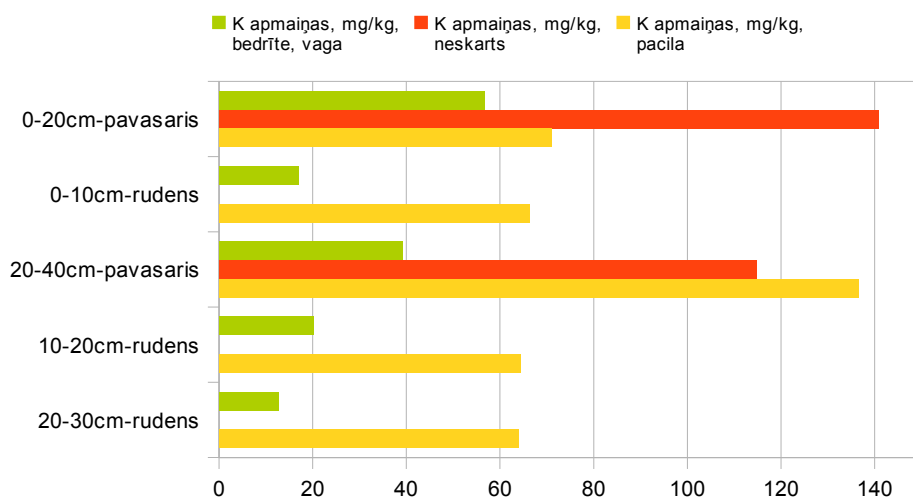
Egļu stādījumā damaksnī pavasarī ievāktajos paraugos lielāka apmaiņas kālija koncentrācija konstatēta neskartajā daļā un ar frēzi sagatavotajā platībā vagas virsēja slānī (0-10 cm) un dziļāk (20-30 cm dziļumā), bet ietvarstāda sakņu zonā (10-20 cm) apmaiņas kālija koncentrācija ir mazāka. Pacilu virsējā daļā pavasarī ir ievērojami lielāka apmaiņas kālija koncentrācija, bet līdz rudenim atšķirības izlīdzinās – krājumi visos analizētajos pacilas

augšnes slāņos sasniedz koncentrāciju, kāda tā bija pavasarī pacilas apakšējā daļā (Att. 34).



Att. 34 Apmaiņas kālija koncentrācijas dinamika damaksnī

Lauksaimniecības zemēs raksturīgs bagātīgās nodrošinājums ar barības vielām, nekā meža zemēs (Kāposts 1998), kas atspoguļojas ievāktu augšnes paraugu analīžu rezultātos. Tomēr barības vielu dinamikas likumsakarības lauksaimniecības un meža zemēs ir līdzīgas. Piemēram, augstāka kālija koncentrācija augsnē visos variantos lielāka bija pavasarī, nekā rudenī. Kā izņēmums minams, ka pacilās augiem viegli uzņemamo kālija savienojumu vairāk ir rudenī, bet pavasarī vislielākie kālija krājumi bija neskartajā augšnes daļā (Att. 35).



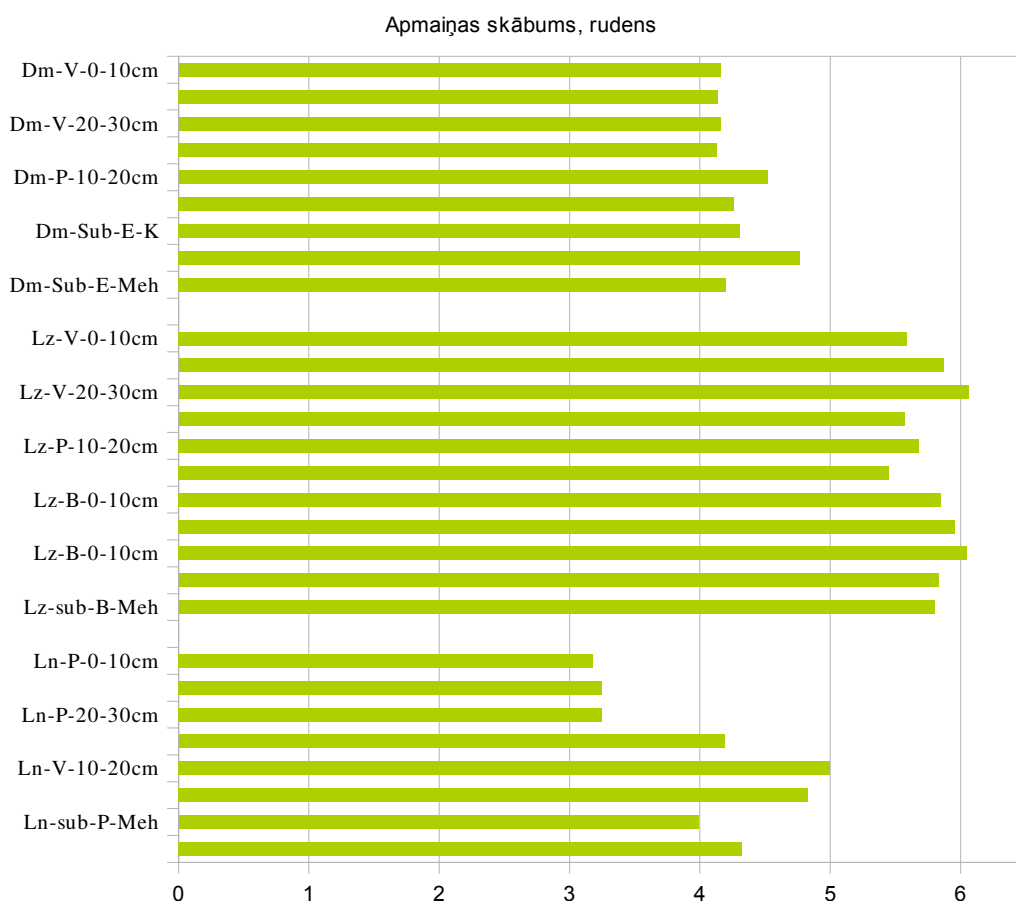
Att. 35 Apmaiņas kālija koncentrācijas dinamika lauksaimniecības zemē

Augu spēju uzņemt barības vielas nosaka ne tikai pieejamo barības vielu saturs augsnē, bet arī tās vides reakcija, jeb apmaiņas skābums. Atkarībā no augsnē un substrātā esošo jonu līdzsvara var tika kavēta, vai, tieši pretēji, atvieglota kāda elementa uzņemšana. Pavasarī veiktajās analīzēs konstatēts, ka augšnes reakcija visos variantos ir skāba līdz viegli skāba. Visās platībās augšnes neskartā daļa ir nedaudz bāziskā, nekā pacila. Lānā un

lauksaimniecības zemē ierīkotajos stādījumos salīdzinoši skābāka reakcija konstatēta ar mehānizēti apstādītajā platībā bedrītē. Tas var būt saistīts ar organisko skābju noskalošanos no pacilas virskārtas.

Rudenī ķīmiskās analīzes tika veiktas ne tikai augsnes paraugiem, bet arī ietvarstādu substrātam (Att. 36). Tikai lānā uz pacilām stādītajiem stādiem substrāts ir bāziskāks, nekā augsne. Pārējās platības substrāta un augsnes pH_{CaCl_2} būtiski neatšķiras, bet kontroles platībā manuāli stādītajai priedei substrāti pat skābāki nekā augsne (Ln-P-sub-K un Ln-V-0-10 cm, Ln-V-10-20 cm, Ln-V-20-30 cm).

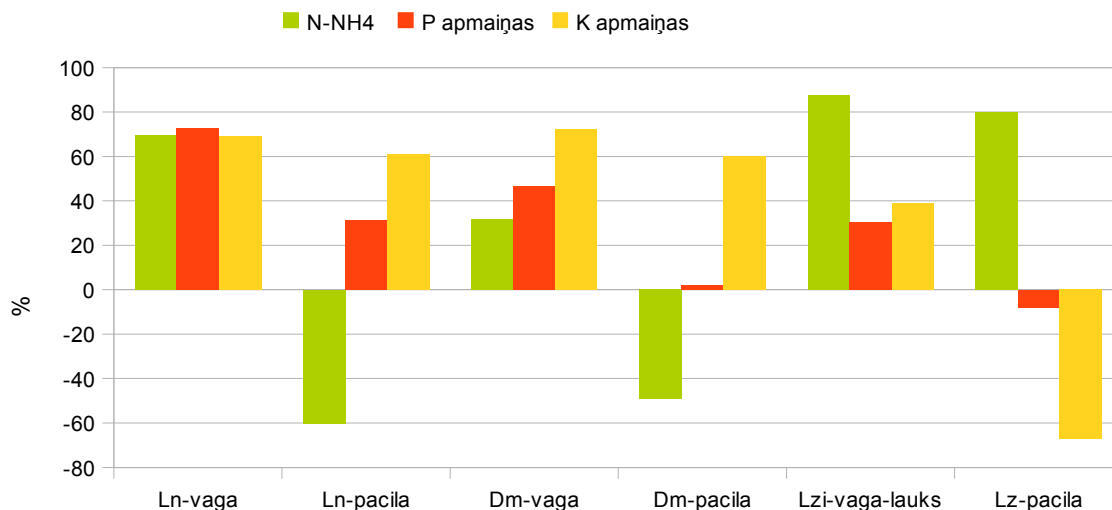
Lauksaimniecības zemē augsne ir par vienu vienību bāziskāka, nekā meža zemēs. Arī bērzu substrāts ir bāziskāks, nekā skujuņu substrāts. Nav konstatētas būtiskas pH_{CaCl_2} atšķirības dažādos dziļumos lauksaimniecības zemē, kur augsne sagatavota vagās un tur, kur veidotas pacilas. Tomēr uz pacilām augsne ir skābāka arī rudenī (Lz-sub-B-meh un Lz-P-0-10 cm, Lz-P-10-20 cm, Lz-P-20-30 cm). Augsnes paraugi no pacilas vidusdaļas (šeit atrodas iepriekšējā rudenī apvērsta dubultais zemsedzes slānis) ir nedaudz bāziskāki visās platībās (Ln-P-10-20 cm; Dm-P-10-20 cm un Lz-P-10-20 cm) (Att. 36).



Att. 36 Augsnes skābums pavasarī

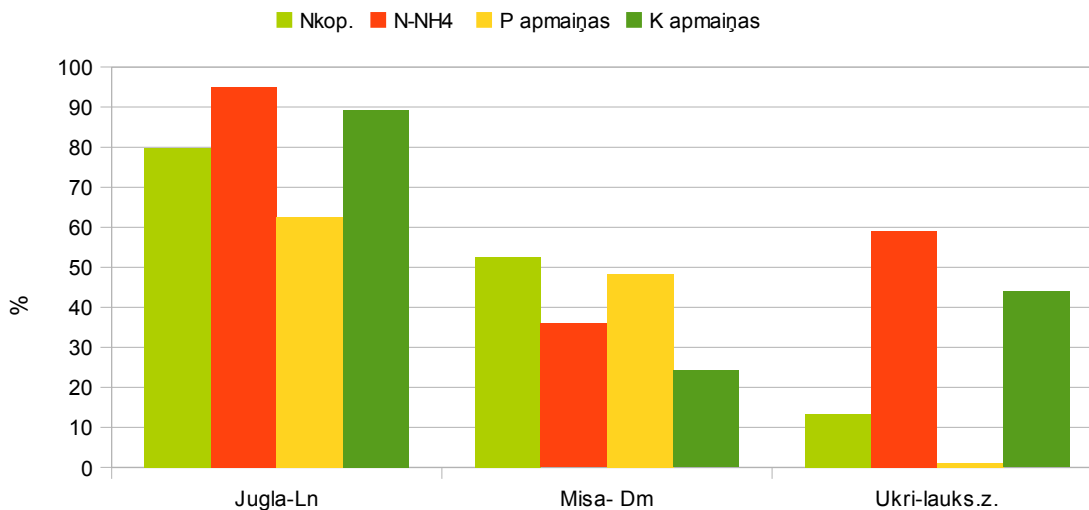
Apmaiņas slāpekļa, fosfora un kālija koncentrācija stādu substrātā būtiski atšķiras no šo

elementu koncentrācijas augsnē ap tiem. Raksturīgi, ka mežā uz pacilām stādīto stādu substrātos ir mazāka slāpekļa koncentrācija, nekā augsnē, kamēr augsnē vagās visi šie elementi ir mazākā koncentrācijā, nekā substrātā. Lauksaimniecības augsnē stādiem, kuri auguši vagās, substrāts satur vairāk barības vielu, nekā augsne, bet uz pacilām stādītajiem stādiem fosfora rezerves augsnē tikai nedaudz lielākas, bet kālija saturs substrāta ievērojami mazāks, nekā augsnē (Att. 37).



Att. 37 Apmaiņas N, P, K koncentrācijas starpība substrātos un stādvieta augsnē

Visās platībās pacilu augsnē, salīdzinot ar vagās sagatavoto platību, rudenī ir vairāk apmaiņas N P K un kopējā slāpekļa. Tas liecina par to, ka pacilās ir labāks nodrošinājums ar augu barības vielām.



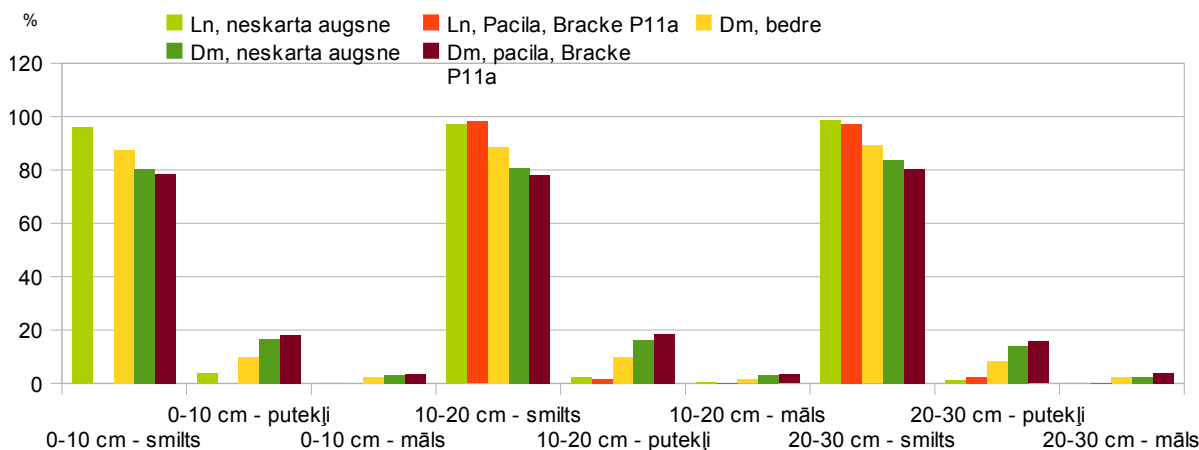
Att. 38 Apmaiņas N, P, K un $N_{kop.}$ koncentrācijas starpība pacilu augsnē un vagās

Gadu pēc stādīšanas substrātā ir lielāka barības vielu koncentrācija, nekā augsnē, kas izskaidro, kāpēc pirmajā augšanas sezonā nav notikusi aktīva sakņu veidošanās ārpus substrāta. Arī nākošajā augšanas sezonā kociņiem vēl būs pieejamas no kokaudzētavas ar substrātu atvestās barības vielu rezerves. Uz pacilām stādītajiem kociņiem barības vielu

koncentrācija substrātā un augsnē izlīdzināsies ātrāk, veicinot sakņu iesaģšanu augsnē.

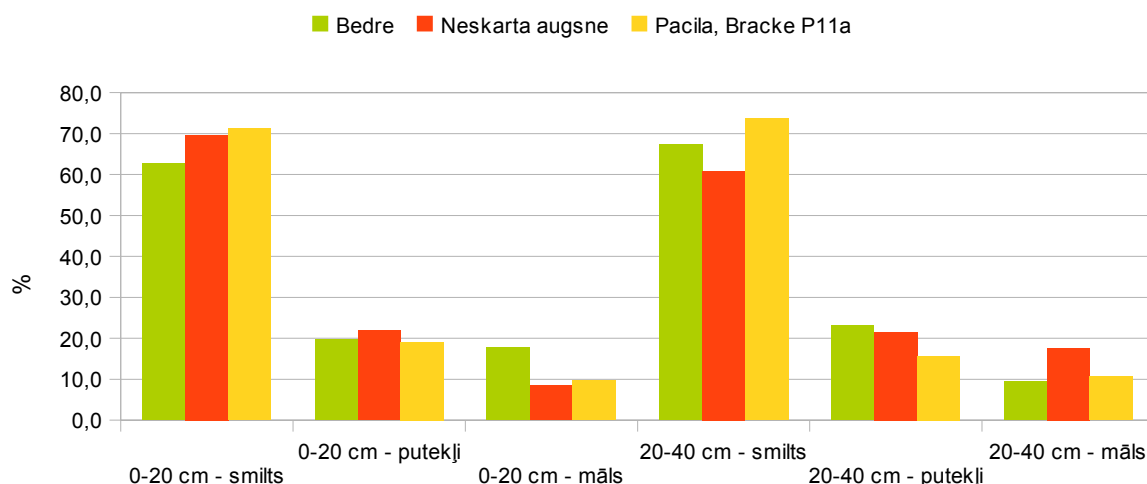
Veicot datu statistisko analīzi, vienfaktora analīze neuzrāda augsnes skābuma atšķirību būtisku ietekmi uz kociņu augsšanu. Augsnes nodrošinājumam ar barības vielām nav būtiskas ietekmes uz eģļu gada pieaugumu ($p>0,05$). Savukārt priedei gan kālija, gan fosfora nodrošinājums augsnē būtiski ietekmē gada pieaugumu veidošanos ($p>0,05$), uz to nav būtiskas ietekmes tikai fosfora koncentrācijai.

Visi parauglaukumi ierīkoti minerālaugsnēs. Lānā un damaksnī ierīkotajos izmēģinājuma objektos augsni veido irdena smilts. Lānā māla daģņu saturs ir 0,1-0,8%, bet damaksnī tas – 1,5 līdz 4,0%. Lai gan abos meģā ierīkotajos parauglaukumos augsne ir irdena smilts, tomēr damaksnī māla daģņu saturs lielāks, kas izskaidro labāku pacilu noturību (Att. 39). Lauksaimniecības zemē līdz 20 cm dziģlumam augsni veido saistģga smilts (māla daģņu saturs 8,4-9,7%), bet dziģlāk atrodas putekģļu mālsmilts slānis (māla daģņu saturs 10,7 līdz 17,7%)(Att. 40).



Att. 39 Augsnes granulometriskais sastāvs lānā un damaksnī

Meģa platģbu augsne raksturojama, kā vieģla, augiem nesagādā grģģģbas veidot sakņu sistģmu ārpus substrāta.



Att. 40 Augsnes granulometriskais sastāvs lauksaimniecības zemē

Veicot augsnes apstrādi, virskārtas novietojums mainās, arot vagas, to sajauc 0-40 cm dziļumā. Veidojot pacilas, apvērš augsnes slāni, kurš neskartā platībā atrodas 0-20 cm dziļumā. Pacilās virsējais slānis veidots no 0-20 cm dziļumā esošās augsnes dubultslāņa (20-0+0-20 cm), tāpēc nav korekti salīdzināt augsnes granulometrisku sastāvu platībās kur izmantoti dažādi augsnes sagatavošanas veidi. Tāpēc veikta detalizētāka analīze, savstarpēji salīdzinot augsnes mehānisko sastāvu parauglaukumos, kur izmantoti vienādi augsnes sagatavošanas paņēmieni.

Parauglaukumu platībās ar neapstrādātu, jeb neskartu augsni, pastāv būtiskas atšķirības starp smilts daudzums lānā un damaksnī ($p=0,001$), kā arī starp putekļu daudzumu visos objektos (kaut gan starp lauksaimniecības zemi un damaksnī atšķirība mazāk izteikta ($p=0,029$)), bet māla daļiņu daudzums būtiski atšķiras visās platībās ($p=0,003$).

Savukārt, salīdzinot augsnes mehānisko sastāvu pacilās, konstatēta būtiskas atšķirības starp smilts saturu lānā un damaksnī ($p=0,00$), kā arī lauksaimniecības zemē un lānā ($p=0,026$). Lānā augsne smilšaināka (Att. 39). Lauksaimniecības zemes putekļu saturs ($p=0,002$) un māla daļiņu daudzums pacilās ($p=0,006$) būtiski atšķiras no lānā un damaksnī esošā.

Smilts daļiņu daudzums cieši negatīvi korelē ar putekļu ($r=-0,96$) un māla ($r=-0,91$) frakcijas daudzumu augsnē, bet starp māla daļiņu daudzumu un putekļu daudzumu visās augsnēs ir pozitīva korelācija ($r=0,75$). Māla daļiņas palīdz saistīt mitrumu, tāpēc damaksnī un lauksaimniecības zemē augsne mitrāka.

AUGSNES PRETESTĪBA MĒRĪJUMI

Lauksaimniecības zeme

Augsnes pretestības mērījumi lauksaimniecības zemē mālainā augsnē veikti jūnija mēnesī. Salīdzinājumā ar pārējām platībām, šeit ir vissmagākā augsne. Kontroles variantā (nesagatavotā augsnē) augsnes pretestība aramkārtā (0-20 cm) ir 1,94 MPa, bet aramkārtas

lejasdaļā un augsnes slānī, kas robežojas ar aramkārtu (10-30 cm) – 2,19 MPa (Tab. 5). Augsnes pretestības pieaugums saistīts ar lauksaimniecības tehnikas ietekmi, kas, veicot augsnes apstrādi, sablīvē zem aramkārtas esošo augsnes slāni.

Tab. 5 Augsnes pretestības mērījumi Ukros lauksaimniecības zemē

Augsnes sagatavošana	Mērīšanas vieta	Uzmērīšanas mēn. un gads	Vidēji, 0-20 cm	Vidēji, 10-30 cm
Kontrole	Nesagatavota augsne	01.06.2008	1,94	2,19
Arkls	Atgāzta velēna	01.06.2008	1,24	1,75
	Vagas dibens	01.06.2008	2,32	2,72
Bracke P11.a	Bedrīte	01.06.2008	1,17	1,89
	Pacila	01.06.2008	3,43	4,21

Vislielākā augsnes pretestība (3,43 MPa) konstatēta uz pacilas. Tas liecina par būtisku augsnes sablīvējumu un saskaņā ar dažiem literatūras avotiem šāds augsnes pretestības līmenis pārsniedz augu sakņu augšanas robežu (3 MPa) (Poršinsky et al, 2006), citiem vārdiem sakot, augu saknes nespēj iespieties tik blīvā augsnē. Pacilās ar lielāko konstatēto augsnes pretestību novērota arī sliktāka kociņu ieaugšanās.

Vismazākā augsnes pretestība konstatēta bedrītēs, kas paliek kupicas veidošanas procesā (1,17 Mpa). Tas saistīts gan ar lielāku mitruma saturu bedrītēs, gan to, ka, gatavojot pacilu, tiek izsmelts sablīvētās augsnes slāni, kas atrodas zem aramkārtas.

Platībās, kur augsne sagatavota ar arklū, augsnes pretestību mērīja uz atgāztas velēnas un vagas dibenā, kur stādīja bērziņus. Šajā platībā kociņu ieaugums ir lielāks nekā platībā, kur bērziņi stādīti uz pacilām. Uz atgāztas velēnas augsnes pretestība ir 1,24 MPa, bet vagas dibenā – 2,32 MPa.

Augsnes pretestības mērījumi liecina, ka lauksaimniecības zemē vagās veidojas labāki augšanas apstākļi, nekā uz pacilām. Tas saistīts ar augsnes sablīvēšanu pacilas veidošanas laikā. Augsnes sablīvēšanos veicina arī tas, ka pacila lielā mērā sastāv no zem aramkārtas esošā sablīvētā augsnes slāņa. Tāpēc lauksaimniecības zemēs, kā arī mālainās meža zemēs ir jāizmanto stādīšanas iekārta ar platu un plakanu augsnes sagatavošanas agregātu, kas veido plašāku pacilu, izmantojot tikai augsnes virskārtu, kas nav sablīvēta.

Damaksnis, LVM Zemgales mežsaimniecības Misas iecirknis

Augsnes pretestība šajā objektā mērīta gan jūnijā, gan septembrī, bet augsnes relatīvais mitrums – tikai septembrī. Kontroles variantā augsnes sagatavošana veikta ar meža frēzi.

Augsnes pretestība nesagatavotā augsnē 0-20 cm dziļumā veģetācijas sezonas laikā nav būtiski mainījusies (pavasārī un rudenī, attiecīgi, 1,07 un 1,18 MPa). Dziļāk (10-30 cm slānī) augsnes pretestība ir nedaudz lielāka (pavasārī un rudenī, attiecīgi, 1,73 un 1,36 MPa, Tab. 6). Tas liecina, ka, veidojot pacilas šādā augsnē, ir jācenšas pacilas virskārtu veidot no 10-30 cm dziļumā esošās augsnes, kas ir blīvāka, attiecīgi, ir mazāks stādiņu iekalšanas risks.

Veidojot pacilu, panākta neliela augsnes virskārtas (0-20 cm) pretestības palielināšanās (līdz 1,2 MPa), taču jau rudenī pacilu augsnes pretestība samazinās un kļūst nedaudz mazāka, kā nesagatavotā augsnē. Dziļākajos augsnes slāņos zem pacilām (10-30 cm slānī) nav konstatēta augsnes sablīvēšanās. Arī bedrītēs, kas paliek pēc pacilu veidošanas augsnes virskārtas un dziļāko slāņu pretestība ir tikai nedaudz lielāka, nekā kontroles variantā.

Gatavojot augsni ar frēzi, augsnes pretestība vagas dibenā 0-20 cm slānī atbilst augsnes pretestībai kontroles platībā 10-30 cm dziļumā, attiecīgi, var uzskatīt, ka augsnes pretestība nav mainījusies. Rudenī augsnes pretestība vagas dibenā nedaudz samazinās gan 0-20 cm, gan 10-30 cm slānī, kas var būt skaidrojams ar mitruma ietekmi.

Salīdzinot augsnes mitrumu uz pacilas virsas un vagas dibenā 0-10 cm slānī 2008. gada pavasarī, nav konstatētas būtiskas atšķirības – relatīvais mitrums uz pacilas un vagā, attiecīgi, 21,0 un 20,0%, bet rudenī mitruma saturs pacilu augsnē ir lielāks, nekā vagā, attiecīgi, 23,1 un 18,7%. Tas apstiprina pieņēmumu, ka pacilu veidošana uzlabo mitruma apstākļus stādīvietā.

Tab. 6 Augsnes pretestības mērījumi damaksnī, Mīsas iecirknī

Augsnes sagatavošana	Mērīšanas vieta	Uzmērīšanas mēn. un gads	Vidēji, 0-20 cm	Vidēji, 10-30 cm
Kontrole	Nesagatavota augsne	06.2008	1,07	1,73
		09.2008	1,18	1,36
Bracke P11.a	Bedrīte	06.2008	1,45	2,09
		09.2008	1,09	1,64
	Pacila	06.2008	1,2	1,54
		09.2008	0,89	1,25
Frēze	Vagas dibens	06.2008	1,74	2,21
		09.2008	1,52	1,89

Augsnes pretestības mērījumi liecina, ka damaksnī viegla smilšmāla pacilās veidojas labāki augšanas apstākļi, nekā vagās vai nesagatavotā augsnē. Dziļākajiem augsnes slāņiem raksturīga lielāka pretestība, kas liecina par lielāku blīvumu, tāpēc, gatavojot pacilas šādās platībās, jāizmanto stādīšanas iekārta ar augsnes sagatavošanas agregātu, kas spēj pacelt augsni no vismaz 30 cm dziļuma un izveidot pietiekoši blīvu pacilu.

Lāns, RM Juglas mežniecība

Lānā salīdzināti 3 augsnes sagatavošanas paņēmieni – Bracke P11.a, ekskavators un meža frēze. Veicot augsnes apstrādi ar Bracke P11.a un ekskavatoru, veidotas pacilas, uz kurām stādīti priedes ietvarstādīņi, bet, veicot augsnes apstrādi ar meža frēzi, priedītes stādītas vagas dibenā. Ar ekskavatoru apstrādātajā platībā augsnes pretestība noteikta tikai 2008. gada pavasarī.

Kontroles platībā augsnes virskārtas (0-20 cm) pretestība ir gandrīz 2 reizes mazāka, nekā dziļākajos augsnes slāņos (10-30 cm, Tab. 7). Tas lielā mērā saistīts ar biezu humusa slāni, kas samazina augsnes virskārtas pretestību. Gatavojot pacilas, nav panākta augsnes

virskārtas pretestības palielināšanās, tieši pretēji – augsnes pretestība 0-20 cm slānī pacilā ir mazāka, nekā kontroles platībā (pavasārī 0,88 MPa, bet rudenī 0,64 MPa). Arī šajā gadījumā būtiska loma ir biežajam humusa slānim, kas augsnes sagatavošanas procesā netiek saspīests. Rezultātā veidojas irdena augsnes sakārta, kas sekmē ātru izžūšanu un stādīņu iekalšanu.

Arī ekskavatora izmantošana pacilu gatavošanai devusi līdzīgu rezultātu – augsnes pretestība pacilas virskārtā pavasarī ir 0,64 MPa, salīdzinot ar 1,29 MPa nesagatavotā augsnē.

Dažus centimetrus zem humusa slāņa atrodas blīvāks ieskalšanās horizonts, kas palielina vidējo pretestību 10-30 cm augsnes slānī. Veidojot pacilas, Bracke P11.a un ekskavatora operators centās pacelt uz pacilas virskārtas pēc iespējas biežāku minerālaugsnes slāni (līdz 50 cm), lai saspīestu organiskā materiāla slāni, tāpēc augsnes pretestība bedrītēs, kas paliek pēc pacilu gatavošanas, ir mazāka, nekā 10-30 cm dziļumā nesagatavotā augsnē.

Strādājot ar frēzi, augsnes pretestība vagās ir ievērojami lielāka, nekā pārējos variantos, tajā skaitā nesagatavotā augsnē⁴. Tas liecina par izmēģinājumu objekta neviendabīgumu, taču, pareizi izvēloties augsnes apstrādes dziļumu, var panākt, ka vagas dibenā augsnes slānī, kur izaugs jauno kociņu sakņu sistēma, ir optimāls augsnes blīvums.

Tab. 7 Augsnes pretestības mērījumi lānā, Juglas mežniecībā

Augsnes sagatavošana	Mērīšanas vieta	Uzmērīšanas mēn. un gads	Vidēji, 0-20 cm	Vidēji, 10-30 cm
Kontrole	Nesagatavota augsne	06.2008	1,29	2,05
		09.2008	1,14	1,92
Bracke P11.a	Bedrīte	06.2008	1,13	2,21
		09.2008	1,08	2,29
	Pacila	06.2008	0,88	1,6
		09.2008	0,64	1,16
Ekskavators	Bedrīte	06.2008	1,67	2,59
	Pacila	06.2008	0,89	1,28
Meža frēze	Vagas dibens	06.2008	1,96	2,59
		09.2008	1,49	2,88

Irdenā augsnes sakārta atstājusi ietekmi arī uz augsnes mitrumu. Ar Bracke P11.a sagatavotajā platībā 2008. gada rudenī augsnes relatīvais mitrums 0-10 cm slānī ir 24%, bet nesagatavotā augsnē – 31%. Vagas dibenā relatīvais mitrums ir vēl mazāks – 13%.

Izvērtējot mērījumu rezultātus, konstatēts, ka lānā mālsmilts un smilts augsnē ne uz pacilām, ne vagās neveidojas ietvarstādu attīstībai labvēlīgi apstākļi. Pacilām ir pārāk irdena sakārta un tās ātri iekalst, bet vagas dibenā augsne ir pārāk sausa. Šādās platībās jāizvērtē citu meža atjaunošanas paņēmieni – sēšanas vai dabiskās meža atjaunošanas veicināšana (Tervo, 2000), skarificējot augsni – pielietošanas potenciāls.

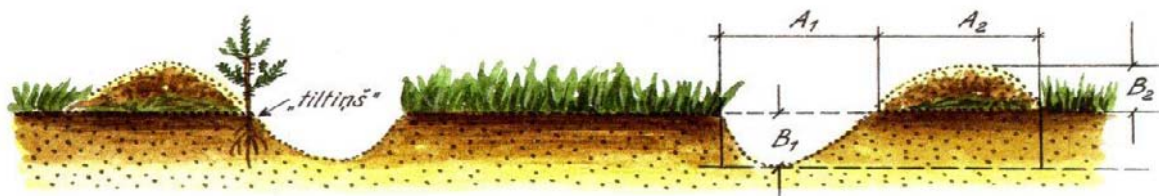
2008. gadā veica augsnes pretestības mērījumus platībās kur augsne sagatavota, gan ar mehānizētās stādīšanas ierīci M-planter, kas montēta uz ekskavatora, gan disku arkliem. Disku arklu bāzes mašīnas risē, salīdzinot ar neskarto platību, augsnes pretestība 0-30 cm

⁴ Augsnes pretestības aprēķinā nesagatavotā augsnē izmantoti mērījumu dati no visām 3 platībām, kur strādāts ar Bracke P.11a, ekskavatoru un meža frēzi.

dziļumā palielinās par 120-130%, bet, ekskavatora atstātajā sliedē, tikai par 20-23%. Ekskavatora ietekme uz augsnes sablīvēšanos ievērojami mazāka. Smagās meža tehnikas ietekme uz augsnes sablīvēšanos, Latvijā pagaidām pētīta maz. Šajās platībās turpmākajos gados veicami atkārtoti uzmērījumi, lai ilgtermiņā spriestu par tehnikas ietekmi uz augsnes sablīvēšanos.

STĀDVIETU IZMĒRU DINAMIKA

Iepriekšējā gadā stādījumi, atkarībā no konkrētajā teritorijā prognozējamām problēmām, veikti izvēloties dažādas stādvietas. Māla augsnē tāpat kā biežā humusa slānī sarežģītumus varētu radīt ilgstošs periods bez nokrišņiem, kad notiek augsnes un substrāta iežūšana, kā rezultātā notiek stādu izkrišana, tāpēc lānā augsnēs stādīts gan uz pacilas, gan uz tiltiņa, bet mālainā lauksaimniecības zemē arī vagā. Visās platībās veikti atkārtoti mikropaaugstinājumu uzmērījumi (Att. 41 un Tab. 8). Salīdzinoši vislielākās pacilas 2007. gada stādījumos konstatētas lānā bet viskompaktākās tās bija lauksaimniecības augsnēs.



A1 – atsegtās augsnes joslas garums

A2 – pacilas garums

B1 – veidotās bedrītes dziļums

B2 – pacilas augstums

Att. 41 Mikropaaugstinājumiem uzmērīti parametri

Pacilu izmēru izmaiņas saistītas ar diviem faktoriem – augsnes mehānisko sastāvu un aizzēlumu. Vislielākās izmaiņas konstatētas lānā, kur gada laikā notika būtisks pacilu izmēru samazinājums. Tas saistīts ar pacilas lielo sākotnējo platumu – tās malas veidoja salīdzinoši plāns smilšu slānis, kas noskalojās un zemsedzes augi izauga tam cauri, līdz ar to pacila kļuva šaurāka un īsāka, bet pacilas augstums nav būtiski mainījies (Tab. 8).

Tab. 8 Diskrētās darbības ietvarstādu stādāmās ierīces *Bracke P11.a* veidoto mikropaaugstinājumu – stādvieta izmēri un izmaiņas 2008. gadā, salīdzinot ar 2007. gadu

Pacilas izmēri	P Jugla 7.kv.4.nog. Ln, Bracke P11a		E Misa 18.kv.6.nog. Dm, Bracke P11a		B Ukri lauksaimniecības zeme, Bracke P11a	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\pm S_{\bar{x}}$
2007. gads						
Garums, cm	100,5	$\pm 7,5$	91,9	$\pm 1,8$	93,2	$\pm 9,9$
Platums, cm	75,8	$\pm 5,6$	70	$\pm 7,4$	68,3	$\pm 5,9$
Augstums, cm	11,4	$\pm 2,2$	11,2	$\pm 3,7$	14,5	$\pm 2,6$
Laukums, dm ²	76,2	$\pm 0,42$	64,3	$\pm 1,3$	63,6	$\pm 0,6$

Pacilas izmēri	P Jugla 7.kv.4.nog. Ln, Bracke P11a		E Misa 18.kv.6.nog. Dm, Bracke P11a		B Ukri lauksaimniecības zeme, Bracke P11a	
Izmaiņas uz 2008. gadu						
Garums, cm	26,9	± 4,9	15,1	± 13,8	22,4	± 6,5
Platums, cm	21,8	± 3,6	8,2	± 5,7	15,5	± 3,3
Augstums, cm	-	-	0,1	± 2,9	3,3	± 1,5
Laukums, dm ²	36,4	± 0,4	16,9	± 1,3	26,3	± 0,5

Līdzīgas izmaiņas konstatētas lauksaimniecības zemē, kur samazinājies pacilu garums. Lauksaimniecības zemē veidotās pacilas bija salīdzinoši salīdzinoši visaugstākās. Vietām konstatēta augsnes virskārtas noskalošanās, kūstot sniegam, kā rezultātā atsegtais substrāts pavasara sausuma periodā iekaltis, kas izraisījis stādīņa nīkuļošanu (Att. 42).



Att. 42 Uz tiltiņa stādīts priedes stāds 2008. gada pavasarī

2008. gada pavasarī nelielā lāna cismā (0,5 ha) blakus iepriekšēja gada stādījumam RM platībās ar ekskavatoru sagatavotas pacilas, uz kurām pavasarī ar rokām iestādīta priede. Šogad, otrajā sezonā pēc stādīšanas, visplašākās mineralizētās platības bija saglabājušās ap damaksnī, LVM Zemgales mežsaimniecības Misas iecirknī stādītajiem skujeņiem, jo šajā platībā augsne ir saistīga smilts, tāpēc pacilu malas mazāk noskalotas. Tab. 9.

Tab. 9 Diskrētās darbības ietvarstādu stādāmās ierīces Bracke P11.a veidoto mikropaaugstinājumu – stādvieta izmēri 2008. gadā

Pacilas izmēri	P Jugla 7.kv.4.nog. Ln, Bracke P11a		P Jugla 7.kv.4.nog. Ln, ekskavators		P Misa 18.kv.6.nog. Dm, Bracke P11a		E Misa 18.kv.6.nog. Dm, Bracke P11a		B Ukri lauksaimniecības zeme, Bracke P11a	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$
2008. gadā										
Garums, cm	73,5	± 2,5	57,0	± 1,7	69,8	± 12,2	76,8	± 4,3	70,8	± 3,4
Platums, cm	54,1	± 2,0	60,0	± 1,2	57,8	± 9,4	61,8	± 1,6	52,8	± 2,6
Augstums, cm	11,4	± 0,6	11,9	± 0,5	11,7	± 2,33	11,1	± 0,8	11,2	± 1,07
Laukums, dm ²	39,7	± 0,1	34,2	± 0,0	40,4	± 1,1	47,4	± 0,1	37,4	± 0,1

2008. gada pavasarī uzmērīja skarificētās, jeb mineralizētās joslas platumus izcirtumos, kur augsne sagatavota ar disku arkliem.

Mineralizētos laukumus, kas doti Tab. 10, aprēķina, izmantojot pacilu uzmērījumu datus no dažādos meža tipos mehanizēti atjaunotajām platībām un blakus tām esošajiem izcirtumiem, kur augsne sagatavota ar disku arkliem, kā arī stādījumiem lauksaimniecības zemē, sagatavojot augsni ar vienkorpusa arklu. Aprēķinā pieņemts, ka tiek veidots lielāks stādvieta skaits, nekā minimāli noteiktais.

Vislielākā mineralizētā platība atsedzas priedes stādījumos vagās, kas sagatavotas ar diskveida arkliem. Šeit skarificētais laukums ir 68% no kopplatības, kas ir par 23% vairāk, nekā ar mehanizēto stādīšanas ierīci atjaunotajā daļā (Tab. 10). Tūlīt pēc stādīšanas (rudēnī) pacilas kopā ar bedrīti aizņem 45% no izcirtuma, bet nākošajā gadā to aizņemtais laukums samazinās līdz 24% sakarā ar pacilas malu noskalošanos un aizzelšanu. Ar ekskavatoru sagatavotās pacilas ir nelielas, tāpēc skarificētais laukums ir mazāks, nekā, izmantojot mehanizētās stādīšanas ierīci.

Damaksnī augsne frēzes veidotā vāga ir sekla, velēna atgāzta šaurā joslā, tāpēc kopējais skarificētais laukums ir mazāks, nekā lānā – tikai 35%. Pacilu un to veidoto bedrīšu laukums, damaksnī stādot egli, pirmajā gadā aizņem 27% no platības, bet nākošajā gadā – tikai 20%. Damaksnī, stādot egli, skarificētais laukums abos variantos ir līdzīgs, atšķiras tikai stādvieta izvietojums. Priedes stādījumā damaksnī pacilas un bedrītes tūlīt pēc stādīšanas klāj 38% no platības, bet nākošajā gadā – 25%, jo priede stādīta vietā, kur augsne ir smilšaināka (Tab. 10).

Lauksaimniecības zemē, stādot 60 cm platās vagās, kas veidotas ar 2,5 m intervālu, tiek skarificēti 24% no platības, bet, stādot uz pacilām 2500 stādus, mineralizētais laukums ir par 5% lielāks, tomēr jau nākošajā gadā mineralizētā platība aizņem vairs tikai 17% sakarā ar pacilu aizzelšanu (Tab. 10).

Tab. 10 Mineralizētās platības izmēģinājumu objektos, sagatavojot augsni ar disku arkliem, un, stādot uz pacilām

Meža tips/platība	Augsnes sagatavošanas un stādīšanas veids	Suga	Stādvieta skaits	Mineralizētā platība %, pēc stādīšanas	Mineralizētā platība %, nākamajā veģetācijas sezonā*
Lāns	Bracke P11a	P	3300	45	24
	Ar ekskavatora kausu veidotas pacilas	P	3300	20	-
	Disku arkls	P	neietekmē	68	-
Damaksnis	Bracke P11a	E	2300	27	20
	Bracke P11a	P	3300	38	24
	Disku arkls	E	neietekmē	35	-
Lauksaimniecības zeme	Bracke P11a	B	2500	29	17
	Vienkorpusa arkls	B	2500	24	-

* noteikta tikai 2007. gada rudens stādījumiem

**stādīts 2008. gada rudēnī

Stādot ar mehanizēto stādīšanas ierīci, sagatavotā platība ir līdzienāka un mineralizētais laukums ir mazāks, nekā ar disku arkliem sagatavotā daļa.

KOCIŅU SAGLABĀŠANĀS UN PLATĪBU AIZZĒLUMS

Lauksaimniecības augsnēs līdz šim vislabāk ieaugušies ietvarstādi, kas stādīti pēc lauka apstrādes ar herbicīdiem, jo svarīgi maksimāli ierobežot aizzēlumu ap stādvieta (Liepiņš, 2007). Arī mehanizēti stādītajās platībās aizzēlums vislielākās problēmas sagādāja tieši lauksaimniecības zemē, kur jau pavasarī uz pacilām sadīga tīruma raksturīgās nezāles, kamēr maijā abos meža zemēs ierīkotajos parauglaukumos uz pacilām vēl nebija vērojams apaugums.

Lauksaimniecības zemē uz pacilām sadīga pērkones, zvērenes, rūgtpienes, pieneses, izdzina atvases ušņu, māllēpju un dižzirdzeņu sakneņi, ka arī cerojošās un stīgojošās graudzāles. Apaugums mehanizēti apstādītajos parauglaukumos aizņēma procentuāli mazāku laukumu, nekā kontroles platībā, kur stādīšana veikta vagā, tomēr to veidoja liela auguma lakstaugi, kas vēlāk nomāca bērzu stādījumus (Att. 43).



Att. 43 Pacilas un zemsedze 2008. gada jūnija sākumā

Ministru kabineta noteikumos, kas regulē meža atjaunošanu un mežaudžu un plantāciju mežu ierīkošanu, noteikts, ka zālaugu augstums ap kociņu nedrīkst pārsniegt ieaudzēto koku augstumu 30 cm rādiusā ap tiem. Šie nosacījumi pirmajā gadā izpildīti meža zemēs ierīkotajos parauglaukumos. Pacilas veido ap stādvieta mineralizētu laukumu, uz kura nokritušās sēklas tiek noskalotas, bet pacilas virskārta ir pārāk sausa, lai palikušās sēklas sadīgtu. Tomēr problēmas sagādā pacilā esošās daudzgadīgo lakstaugu saknes un sakneņi, kas veido virszemes dzinumus ātrāk, nekā dīgstošās sēklas un var konkurēt ar iestādītajiem kociņiem.

2008. gada vasarā izkopa RM platībās lānā ierīkotos parauglaukumus. Neraugoties uz neregulāro stādījumu, uz pacilām stādīto kociņu atrašana nesagādāja tik lielas grūtības, kā tika paredzēts, jo apaugums uz pacilas ir mazāks un kociņš atrodas augstāk, nekā apaugumu veidojoši sīkkrūmi, tāpēc krūmājus un avenājus bija vieglāk izzāģēt, nekā vagās stādītajās platībās. Gan meža, gan lauksaimniecības zemēs, kā orientieris kociņa atrašanai kalpoja ne tikai pacila, bet arī bedrīte, kas paliek pēc pacilas veidošanas (Att. 44). LVM platībās damaksnī ierīkoti parauglaukumi 2008. gadā netika kopti.



Lāns

Damaksnis

Lauksaimniecības zeme

Att. 44 Pacilu apaugums 2008. gada oktobrī

Galvenie iemesli, kas izraisa stādu izkrišanu atjaunotajās platībās, ir sausums un nepietiekami pieblīvēta augsne ap stādiņu, kad veidojas “gaisa kabatas”. Ja pacila nav noskalota, ietvarstādi substrātā turas stingri. Ja, pavelkot aiz galotnes, stādu ir grūti izraut, stādīšanas kvalitāte bijusi laba (Mangalis, 2004). Stādāmā iekārta augsni sablīvē, salīdzinot pacilas augstumu ar izveidojušos padziļinājumu, jau iepriekšējā gadā konstatēts, ka visās projekta izpildes gaitā apmežotajās platībās izveidojusies pacila ir ievērojami zemāka kā padziļinājums. Stādot mehānizēti, problēmas var radīt arī nepareizi izvēlētas stādvietas. No vadītāja kabīnes grūti pamanīt zem velēnas paslēptas vidēji lielas saknes, un, ja stādīšana veikta virs saknes, stādiņš nenonāk pietiekami dziļi un nenoturīgās augsnēs (smilts, kūdra) substrāts var atsegties augsnes noskalošanas vai izcilāšanas rezultātā.

Skandināvijas valstīs veiktajos pētījumos konstatēts, ka ar *Bräcke P11.a* ierīkotie egļu stādījumi pēc saglabāšanās rādītājiem ir labāki, nekā ar rokām atjaunotās meža platības (Att. 52). Šeit gan jāpiebilst, ka Somijā mehānizēti stāda tikai egli, bet priedi atjauno, galvenokārt, ar sēšanas paņēmienu vai, atstājot dabiskai apmežošanai. Lapu koku mehānizēta stādīšana netiek praktizēta.

Tab. 11: Somijas zinātnieku pētījumi par stādījumu saglabāšanos 5 gadus pēc egļu meža atjaunošanas Saارينen, 2007

Augšanas apstākļi	Minerāl augsne				Nosusināts kūdrājs				Akmeņaina minerāl augsne			
	Bräcke P11a		Stādīts ar rokām		Bräcke P11a		Stādīts ar rokām		Bräcke P11a		Stādīts ar rokām	
Atjaunots ar	nē	jā	nē	jā	nē	jā	nē	jā	nē	jā	nē	jā
Izvāktas mežizstrādes atliekas	nē	jā	nē	jā	nē	jā	nē	jā	nē	jā	nē	jā
Augstums 2006g, cm	108	106	111	113	96	92	98	101	93	88	85	104
Saglabājušies kociņi, %	96	96	96	98	94	96	93	94	96	98	96	95

Latvijā ierīkotajos stādījumos izkritušo kociņu uzskaitē veikta divreiz – veģetācijas sezonas sākumā un beigās. Vismazākais izkritums konstatēts damaksnī. Pirmajā gadā pārziemoja visi mehānizēti stādītie priedes un egles stādiņi. Ziemas bojājumi, tajā skaitā sala

izcilāti un dzīvnieku apgrauzti kociņi netika konstatēti. Vasarā pret dienvidu pusi vērstajā nogāzē apvītuši un iekaltuši daži mehānizēti un ar rokām (kontroles variantā) stādītie stādiņi, pārējie stādi ir veselīgi (Att. 45).



Att. 45 Uz pacilām veiktais stādījums 2008. gada jūlijā

Veicot stādījumu uzskaiti rudenī, konstatēts, ka līdzīgos apstākļos augušo mehānizēti un ar rokām vagās stādīto skuju koku saglabāšanās damaksnī būtiski neatšķiras abos variantos. Izkrituši 4% no vagās stādītajām eglēm. Mehānizēti stādītajā platībā izkrituši 3% egļu un 2% priežu stādu (Att. 48). LVMI Silava sezonālo stādījumu izmēģinājumos, kas veikti 2005. gada rudenī, eglīšu saglabāšanās damaksnī gadu pēc iestādīšanas bija 84-85%. Labākais rezultāts atsevišķos izmēģinājumu objektos – ieauguši 97% stādiņi, bet sliktākais – ieauguši 78% stādiņi (Broks, 2005, Liepa, 2008).

Uzskaitot saglabājušos kokus, lai novērtētu mehānizēti atjaunoto platību atbilstību normatīviem (MK not. 398), vienā 25 m² lielā parauglaukumā konstatētas vidēji 8,4 priedītes (lāns) un 5,5 eglītes (damaksnis), bet stādījumā vagā – 5,5 eglītes (damaksnis). Priežu stādījumā mazākais parauglaukumā konstatētais stādiņu skaits bija 7, lielākais – 10. Tas liecina, ka stādiņi ir izkliedēti vienmērīgi pa visu platību. Pārrēķinot uz 1 ha, stādījuma biežums ir 3 360 priedītes ha⁻¹, kas atbilst normatīvos noteiktajiem vismaz 3000 kociņiem ha⁻¹. Tikai vienā parauglaukumā konstatēts nepietiekošs priedes stādiņu skaits.

Egļu audzē mehānizēti atjaunotajā platībā apļveida parauglaukumā konstatēti 3-7 stādiņi. Tikai divos parauglaukumos ieaugušos stādu skaits neatbilda normatīvu prasībām. Vidēji mehānizēti atjaunotajā platībā ieaugušies 2 812 stādiņi ha⁻¹. Ar rokām vagās stādītajā platībā konstatētas 2-7 eglītes. Vienā parauglaukumā izkritums bija sevišķi liels un saglabājušies tikai 800 kociņi. Vidēji ar rokām atjaunotajā platībā ieaugušies 2 200 kociņi ha⁻¹. Abos variantos ieaugušo kociņu skaits atbilst normatīvos noteiktajiem vismaz 2 000 kociņiem ha⁻¹.

Salīdzinoši sliktāki rezultāti iegūti lānā ierīkotajā priežu stādījumā. Uz tiltiņa stādītajiem priežu stādiem ziemā noskalota augsne. Rezultātā atsegusies daļa no substrāta, kas pavasarī izraisīja stādiņu iekalšanu.

Daļa priedīšu izdzina atvases no snaudošajiem pumpuriem un sezonas beigās ieaugušo stādu skaits bija lielāks, nekā tika prognozēts pavasarī, gan platībā, kur priedītes stādītas uz pacilām, gan ar stādvieta uz tiltiņa.

Platībās, kur priedītes 2008. gada pavasarī stādītas vagās, tāpat kā 2007. gada rudenī uz

pacilām izmēģinājumu stādījumos, saglabājušies 74-75% stādu. Arī agrāk veiktos pētījumos konstatēts, ka vēlam rudens stādījumiem raksturīga sliktāka ieaugšanas un lielāki bojājumi ziemas sezonā. Piemēram, priedīšu saglabāšanās 4 gadus pēc stādīšanas lānā HIKO V-120SS ietvarstādiem vidēji bija 82%, bet HIKO V-93 ietvarstādiem – tikai 79% stādu. Labākais rezultāts bija 94%, sliktākais – 69% stādījumā, kas ierīkots oktobra beigās (Broks, 2005, Liepa, 2008). 2008. gadā bija netipiski sauss pavasara periods, kas izraisīja vieglās smilts augsnes izkalšanu un stādiņu apvīšanu⁵.

Norupes kokaudzētavā 2007. gada bija problēmas ar priežu stādu audzēšanu, kas izskaidro augsto izkritumu gan mehanizēti, gan ar rokām atjaunotajās platībās. Lielākajai daļai 2008. gada rudenī ievāktu priedīšu paraugu praktiski nebija dzīvu iepriekšējā gada skuju. Iespējams, tas saistīts ar augu barošanas režīmu kokaudzētavā, jo rudenī stādītie stādi bija ļoti zaļoksni un nenobrieduši (Att. 46).



Lāns, 2007. gada oktobris

Lāns, 2008. gada maijs

Att. 46 Priežu stādi 2007. gada rudenī un 2008. gada pavasarī

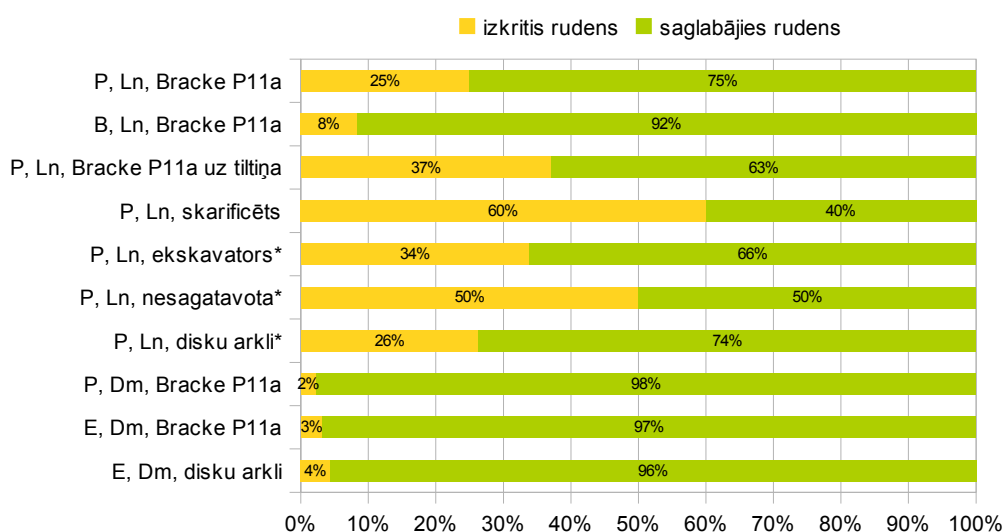
Blakus 2007. gada rudenī mehanizēti atjaunotajai priežu audzei, 2008. gada pavasarī ar ekskavatoru kausu izveidoja pacilas (Att. 47), uz kurām ar stādāmajiem stobriem iestādīja priedes ietvarstādus. Ar ekskavatoru sagatavotajā platībā un uz tiltiņa ar *Bracke P11a* apstādītajās platībās izkrituši 34-37% stādu. Galvenais izkrituma iemesls ir stādiņu iekalšana. Pavasarī veidotās pacilas un “tiltiņa josla” nebija tik kompakta, kā rudenī izveidotās pacilas, tāpēc augsne šeit izkalta ātrāk, sekmējot stādiņu substrāta iekalšanu.

⁵ www.meteo.lv



Att. 47 Ar ekskavatora kausu sagatavotas pacilas

Uzskaitot saglabājušos koku skaitu, konstatēts, ka mehанизēti stādītajā platībā, izvēloties stādvieta uz pacilas, saglabājušies vidēji 7 kociņi 25m² lielā parauglaukumā (4-10 priedītes), kas atbilst 2 800 priedītēm ha⁻¹. Stādot uz pacilām, kas sagatavotas ar ekskavatoru, arī saglabājušies vidēji 7 kociņi (3-10 priedītes) katrā parauglaukumā, bet kontroles (ar frēzi sagatavotajā platībā) katrā parauglaukumā saglabājušās vidēji 6 kociņi (3-9 priedītes), kas atbilst 2 400 kociņi ha⁻¹. Tas liecina, ka saskaņā ar normatīviem (MK not. 398) visos variantos stādījums ir jāpapildina. Izdzīvojušo koku kopskaits ha⁻¹ nebūt nav labāks tajās platībās, kur saglabājies lielāks koku daudzums % no iestādītajiem (Att. 48), tāpēc, ka visos objektos nebija ierīkots vienāds stādvieta skaits ha⁻¹. Operators, kas bija ieradies no Somijas, pirmo reizi stādīja vairāk nekā 1 800 kociņus ha⁻¹ un, baidoties izveidot pārāk maz stādvieta, viņš iestādīja 3 700 stādīņus ha⁻¹. Ar frēzi sagatavotajā platībā iestādīti 3 250 stādīņi ha⁻¹. Ekskavatora operatoram nebija nekādas pieredzes meža atjaunošanā, bez tam ar kausu veidotās pacilas bija mazākas, nekā iznāca ar Bracke P11.a veidotās, tāpēc tās varēja izvietot blīvāk, tāpēc ar ekskavatoru pavasarī sagatavotas 4 300 stādvieta ha⁻¹.



Att. 48 Stādījumu saglabāšanās Latvijā meža zemē veiktajos stādījumos

Bērza stādījumā, kas ierīkots nelielā platībā blakus priedes mehanizētās stādīšanas izmēģinājumu parauglaukumiem, saglabājušies 92% stādīņu (Att. 49).



Att. 49 Bērza stādījums lānā 2008.g. rudenī

Lauksaimniecības zemē uz pacilām un vagās ierīkotais bērzu stādījums pārziemoja labi, izkrita ne vairāk kā 5% stādu, kas saistīts, galvenokārt, ar meža cūku bojājumiem. Sausajā pavasarī un vasaras sākumā mālainā augsne sakalta un sacietēja. Aptuveni 10% jauno bērziņu bija apvītušas galotnītes, to izraisīja apgrūtināta ūdens uzņemšana no putekļainā māla augsnes. Rezultātā vagās veiktajos stādījumos saglabājās 79% kociņu, Pacilu augsne iekalta vairāk, tāpēc mehanizēti stādītajā platība saglabājās par 7% mazāk stādīņu nekā vagās.

Stādīšanas paņēmieni joslās ar noņemtu velēnu, kas imitē stādīšanu vagā, lauksaimniecības zemē neattaisnojās. Šajā variantā saglabājās 56% no stādīņiem. Stādvieta aizzēla daudz straujāk, nekā citos variantos un, veicot kopšanu, stādīņus bija grūti pamanīt zem lakstaugu segas (Att. 50).



Att. 50 Bērza stādījums joslā ar noņemtu velēnu

Vērtējot saglabājušos koku skaitu lauksaimniecības zemē, gan vagās ar rokām, gan mehanizēti apstādītajās platībās konstatēta atbilstība normatīvu prasībām, abos variantos vidēji saglabājušies 2 400 bērzu stādīņi ha⁻¹.

Priedes stādījumā lānā konstatēti tikai atsevišķi smecernieka skarti stādi, galvenais bojāejas iemesls bija nepietiekamais mitrums. Lānā ierīkotajos stādījumos, priedēm, sausuma ietekmē, veidojās nelieli pieaugumi



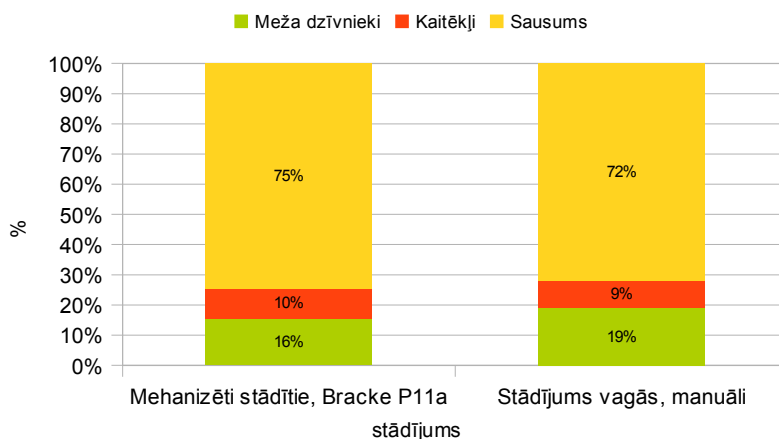
Uz pacilas



Frēzētā joslā

Att. 51 Priedes lānā frēzētā platībā un uz pacilām 2008.g. rudenī

Vēl viens negatīvs faktors, bez sausuma, bija dzīvnieki, kas izpostīja stādījumos neiežogotajā platībā lauksaimniecības zemē. Lānā un damaksnī tika konstatēti necīgi pārnadžu un kukaiņu bojājumi, bet lauksaimniecības zemē dzīvnieki radījuši 1/3 no kopējā bojājumu skaita (Att. 52).



Att. 52 Bērzu stādīņu bojājumu veidu īpatsvars Ukros ierīkotajā stādījumā

Augsnes sagatavošanas ietekmi uz meža atjaunošanos var izvērtēt ilggadīgos novērojumos (Heiskanen et al., 2007). Pirmajā gadā iegūtie rezultāti, sekojot mehānizēti uz pacilām iestādīto kociņu augšanas gaitai, vērtējami piesardzīgi, jo šis bija vēlāis rudens stādījums, kas atstāja papildus negatīvu ietekmi uz iestādīto kociņu saglabāšanos. 2008. gada ziemā gandrīz neveidojās sniega sega, bet nokrišņi bija īslaicīgu pavasara lietavu veidā, kam sekoja sauss pavasaris. Arī šiem faktoriem var būt būtiska ietekme uz stādījuma ieaugšanos.

Vairāk ieaugušu stādīņu konstatēts tajās vietās, kur stāda sakņu sistēma atrodas dubultajā trūda slānī un saknes (substrāta augšējo daļu) sasniedz minerālaugsne. Šādi apstākļi bija nodrošināti atjaunotajās meža platībās. Novērtējot sakņu izvietojumu pacilā, konstatēts,

ka galvenā sakņu masa veidojas substrāta lejas daļā. Minerālaugsnē izvietotās jaunās saknes veidojas druknas, sulīgas, bet garākā saknes iesniedzās dziļāk trūdvielu slānī (Att. 53).



Ln, priede

Dm, egle

Att. 53 Skuju koku stādīņu sakņu izvietojums pacilā

Sakņu nevienmērīgo izvietojumu var skaidrot ar augsnes fizikālajām un ķīmiskajām īpašībām, proti, atšķirīgu mitruma režīmu, nodrošinājumu ar barības vielām, mehānisko sastāvu un augsnes blīvumu.

KOCIŅU AUGŠANAS GAITA

Par iestādīto kociņu veselīgumu un augšanas apstākļu ietekmi uz to attīstību spriests pēc augstuma pieaugumiem un caurmēra pie sakņu kakla. 2008.gada veģetācijas sezonas beigās noteica kociņu veidoto biomasu, nosverot jaunās un vecās saknītes, kā arī jaunus un vecos dzinumus. Skujeņiem noteica šī gada un veco skuju masu.

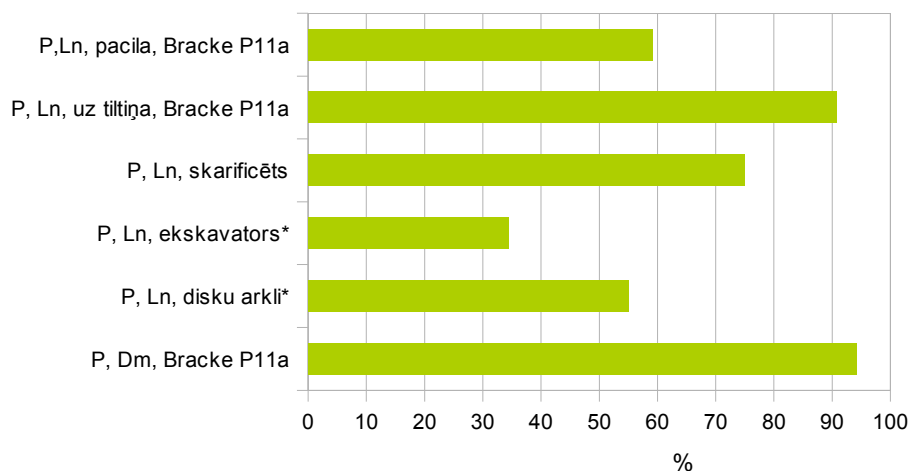
Mehānizēti atjaunotajās platībās lānā uz pacilām stādīto priežu caurmērs, augstums un augstuma pieaugums ir mazāks, nekā skarificētajā platībā un pavasarī ar ekskavatoru sagatavotā augsnē ierīkotajos stādījumos. Salīdzinoši labāki morfoloģiskie rādītāji konstatēti pavasarī ierīkotajos stādījumos kontroles platībās, jo ziemā kokaudzētāvās stādītiem nodrošina labākus apstākļus, nekā tie ir uz lauka izstādītajiem kociņiem. Damaksnī stādītajām priedēm cita izcelsme, tās garākas, ar lielākiem sakņu kakla caurmēriem nekā lānā stādītās (Tab. 12, Tab. 13).

Tab. 12 Kociņu morfoloģiskie rādītāji SIA “Rīgas meži” Juglas mežniecībā, 2008. gada oktobrī.

Suga, meža tips, augsnes sagatavošanas veids	Sakņu kakla caurmērs, mm		Dzinumu augstums, cm		Dzinumu pieaugums, cm	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\pm S_{\bar{x}}$
P, Ln, Bracke P11a	3,5	± 0,1	12,8	± 0,4	4,8	± 0,2
P, Ln, Bracke P11a uz tiltiņa	3,8	± 0,8	15,6	0± ,9	7,4	± 0,8
P, Ln, skarificēts	3,5	± 0,2	13,3	± 0,9	5,7	± 0,6
P, Ln, ekskavators*	3,8	± 0,1	17,8	± 0,5	4,6	± 0,4
P, Ln, disku arkli*	4,2	± 0,2	15,1	± 0,5	5,4	± 0,3

* stādīšana veikta 2008. gada pavasarī

Pavasara stādījumos, kontroles platībās, un damaksnī izmantots cits stādmateriāls, tāpēc korektāk salīdzināt nevis uzņēmētos lielumus, bet kociņu dimensijas - sakņu kakla caurmēra attiecību pret augstumu un gada pieaugumu. Visstraujāk auguši damaksnī uz pacilām un lānā uz tiltiņa stādītie izdzīvojušie kociņi, bet pavasarī, ar ekskavatoru sagatavotajā platībā, priedītēm ir vismazākais pieaugums (Att. 54).



Att. 54 Priedīšu gada pieauguma attiecība pret augstumu 2008. gada pavasarī

Uz pacilām rudenī stādītie egļu stādīņi ir veselīgi, tomēr to izmēri ir mazāki, nekā pavasarī stādītajiem kociņiem (Tab. 13). Pavasarī vagās stādītie stādīņi ir garāki un druknāki, nekā rudenī ierīkotais stādījums. Uz pacilām stādītās eglītes izaugušas par 53% garākas, nekā tās bija pavasarī, bet vagās stādīti kociņi šajā veģetācijas sezonā izauguši par 41% garāki, nekā pavasarī.

**Tab. 13 Kociņu morfoloģiskie rādītāji A/S "Latvijas valsts meži" Zemgales mežsaimniecības
Misas iecirknī 2008. gada oktobrī**

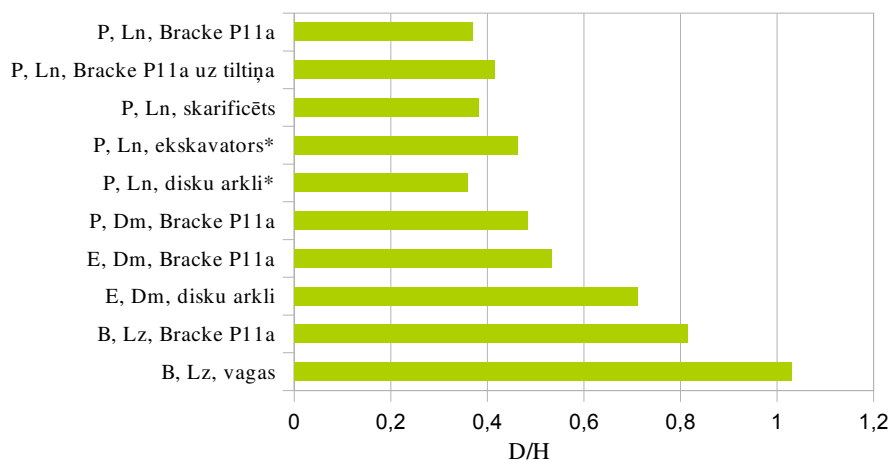
Suga, meža tips, augsnes sagatavošanas veids	Sakņu kakla caurmērs, mm		Dzinumu augstums, cm		Dzinumu pieaugums, cm	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	
P, Dm, Bracke P11a	5,7	± 0,2	27,6	± 1,0	13,7	± 0,4
E, Dm, Bracke P11a	4,1	± 0,1	22,0	± 0,7	7,7	± 0,3
E, Dm, disku arkli*	4,4	± 0,1	31,4	± 1,1	9,2	± 0,4
* stādīšana veikta 2008. gada pavasarī						

Mehānizēti ierīkotajā stādījumā bērzi ir druknāki, bet īsāki un veido mazāku augstuma pieaugumu, nekā vagās stādītie (Tab. 14). Vagās stādītajiem bērziem šī gada pieaugums ir 46 % no to augstuma pavasarī, bet mehānizēti ierīkotajā stādījumā augušajiem bērziem šī gada pieaugums ir 57% no to augstuma pavasarī. Proporcioniāli straujāk auguši uz pacilām stādītie bērzi.

**Tab. 14 Bērzu morfoloģiskie rādītāji A/S "Latvijas Finieris" īpašumā Dobeles rajona Ukros
2008. gada oktobrī**

Suga, platība, augsnes sagatavošanas veids	Sakņu kakla caurmērs, mm		Dzinumu augstums, cm		Dzinumu pieaugums, cm	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	
B, lauksaimniecības zeme, Bracke P11a	4,7	± 0,2	38,5	± 2,9	13,9	± 0,2
B, lauksaimniecības zeme, vagas	4,4	± 0,2	45,4	± 2,2	14,2	± 0,6

Koku veselības stāvokli raksturo sakņu kakla caurmēra un augstuma attiecība, kas optimāli ir 1, piemēram, 1 metru augstam kociņam sakņu kakla caurmēram būtu jābūt vismaz 10 mm. Tuvu optimālajai sakņu kakla caurmēra un augstuma attiecība ir tikai bērziem, skuju kokiem tā mazāka (kociņi ir izstīdzējušāki, Att. 55).



Att. 55 Sakņu kakla caurmēra un augstuma attiecība

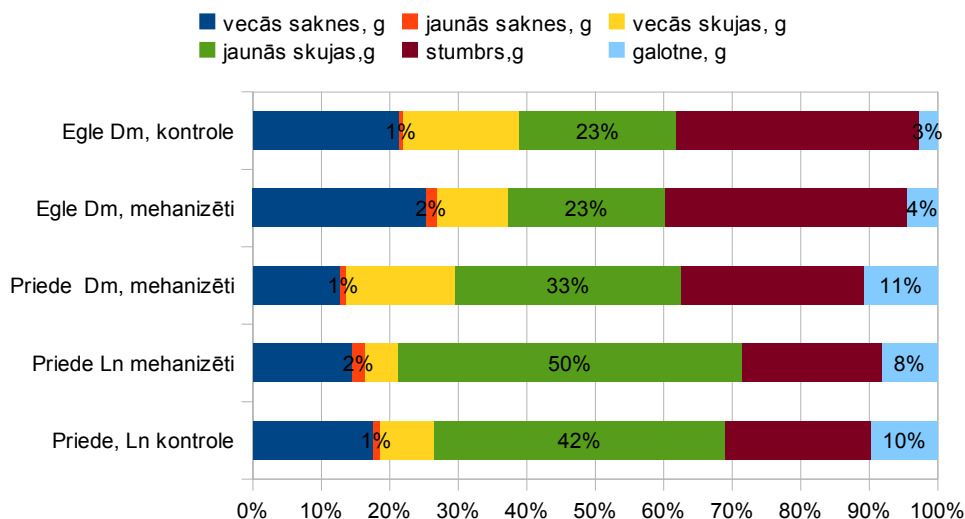
Līdzīgi, kā augstums un sakņu kaklu caurmērs, arī sakņu un dzinumumu masa 2007. gadā rudenī lānā stādītajiem skuju kociņiem ir mazāka. Damaksnī stādītajām priedēm veģetācijas sezonas beigās konstatēta lielāka sakņu un virszemes daļu masa. Vagās stādītajām eglēm tikai veco skuju masa ir lielāka, nekā uz pacilām augušajām. No pacilām biomasas pieauguma noteikšanai ievāktajos paraugos jauno sakņu un skuju masa ir lielāka, jo šie stādiņi ir druknāki un veido vairāk un garākas skuju (Tab. 15).

Tab. 15 Skuju koku sausna veģetācijas sezonas beigās

Auga daļa	Egle Dm, kontrole, disku arkli		Egle Dm, mehanizēti, pacilas		Priede Dm, mehanizēti		Priede Ln, mehanizēti, pacilas		Priede Ln, kontrole, disku arkli	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\pm S_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$\pm S_{\bar{x}}$
saknes, g	1,16	$\pm 0,04$	2,03	$\pm 0,52$	1,37	$\pm 0,14$	0,64	$\pm 0,07$	0,85	$\pm 0,12$
jaunās saknes, g	0,03	$\pm 0,01$	0,13	$\pm 0,05$	0,08	$\pm 0,02$	0,08	$\pm 0,01$	0,05	$\pm 0,01$
skujas, g	0,92	$\pm 0,08$	0,83	$\pm 0,22$	1,71	$\pm 0,42$	0,21	$\pm 0,04$	0,39	$\pm 0,05$
jaunās skujas, g	1,24	$\pm 0,06$	1,84	$\pm 0,42$	3,51	$\pm 1,04$	2,2	$\pm 0,27$	2,06	$\pm 0,23$
stumbrs, g	1,92	$\pm 0,15$	2,85	$\pm 0,73$	2,86	$\pm 0,71$	0,89	$\pm 0,15$	1,04	$\pm 0,06$
galotne, g	0,15	$\pm 0,02$	0,35	$\pm 0,09$	1,14	$\pm 0,49$	0,35	$\pm 0,04$	0,47	$\pm 0,03$
kopā	5,43		8,04		10,67		4,37		4,86	

Pilnīgāku priekšstatu par kociņu veidoto biomasu var sniegt auga virszemes daļu un sakņu sausnas proporcionālais sadalījums starp jaunajām un vecajām auga daļām (Att. 56). Uz

pacilām augušajiem skujkoku stādīņiem jauno saknīšu īpatsvars ir par 1% lielāks, nekā vagās augušajiem. Lānā priedītēm ir par 8% vairāk jauno skuju, nekā kontroles variantā – vagās stādītajām priedītēm. Damaksnī augušajām eglītēm jauno skuju masas daļa neatšķiras, bet uz pacilām stādītajiem kociņiem ir proporcionāli lielāka galotnes (šī gada pieauguma) masa.



Att. 56 Sakņu un virszemes daļas sausna skujkoku stādīņos

Kociņu morfoloģiskos rādītājos 2008. gadā ietekmēja to izmēri stādīšanas laikā - rudenī stādītie ietvarstādi bija mazāki, nekā pavasarī stādītie un viena gada laikā veidotie pieaugumi nav ieviesuši būtiskas korekcijas kociņu augstumā. Par to liecināja ciešā korelācija starp kociņu augstumu un iepriekšējās veģetācijas sezonās veidoto biomasu ($0,57 < r > 0,95$). 2008. gadā drūknākajiem kociņiem veidojušies lielāki augstuma pieaugumi – gada pieaugums cieši pozitīvi korelē ar veco skuju un stumbra masu ($0,62 < r > 0,79$). Sakņu kakla caurmērs korelē ar stumbra, galotnes un veco skuju sausnu ($0,53 < r > 0,89$), jo stādu izmēri ietekmē auga spēju veidot pieaugumu nākošajā veģetācijas sezonā. Jo spēcīgāks stāds, jo lielāku galotni tas spēj veidot nākošajā sezonā. To izskaidro fakts, ka koksnainās stumbra daļas sausna pozitīvi korelē ($0,57 < r > 0,91$) ar visiem pārējiem morfoloģiskajiem rādītājiem, izņemot jauno skuju sausnu. Jauno skuju sausna cieši pozitīvi korelē ar galotnes sausnu ($r=0,93$), jo skujkokiem lielāka daļa jauno skuju izvietotas uz galotnes (Tab. 16).

Tab. 16 Kociņu morfoloģisko rādītāju un biomasas sakarības

	augstums	gada pieaugums	sakņu kakla caurmērs	vecu sakņu sausna	jauno sakņu sausna	vecu skuju sausna	jauno skuju sausna	stumbra sausna
gada pieaugums	0,95**	1						
sakņu kakla caurmērs	0,74**	0,79**	1					
vecu sakņu sausna	0,27	0,26	0,26	1				
jauno sakņu sausna	-0,21	-0,01	-0,19	0,67**	1			
vecu skuju sausna	0,83**	0,99**	0,89**	0,63**	0,08	1		
jauno skuju sausna	-0,47	0,03	0,23	-0,17	0,28	0,04	1	
stumbra sausna	0,57**	0,62**	0,57**	0,91**	0,55*	0,83**	-0,08	1
galotnes sausna	-0,22	0,28	0,53*	0,01	0,18	0,33	0,93**	0,13

** būtiskuma līmenis 0.01

* būtiskuma līmenis 0.05

Nav konstatēta korelācija starp augsnes granulometrisko sastāvu un kociņu morfoloģiskajiem rādītājiem. Apmaiņas slāpekļa koncentrācija augsnē negatīvi korelē ar visu kociņu sakņu kaklu caurmēru, iepriekšējā gadā veidoto sakņu, skuju un stumbra masu, tas liecina par to, ka spēcīgākie stādi iestādīti platībās ar mazāku apmaiņas slāpekļa koncentrāciju (stādvietais vagās). Visu kociņu morfoloģisko rādītāju un biomasas korelācija ar fosfora koncentrāciju augsnē nav būtiska. Kālija koncentrācija augsnē pozitīvi korelē ar auga morfoloģiskajiem rādītājiem augstumu ($r=0,41$), sakņu kakla caurmēru ($r=0,38$) un šī gada pieaugumu ($r=0,53$) un augu jauno daļu – galotnes ($r=0,59$) un skuju ($r=0,64$) masu (Tab. 17).

Tab. 17: Augsnes īpašību, kociņu morfoloģisko rādītāju un biomasas savstarpējās sakarības

	smilts	putekļi	māls	pH _{CaCl2}	N kop.	NH ₄	P	K
augstums	-0,23	0,16	0,28	0,15	-0,2	-0,32	0,35	0,41*
gada pieaugums	-0,3	0,18	0,38	0,12	-0,2	-0,31	0,31	0,53**
sakņu kakla caurmērs	-0,66	0,55	0,67	-0,05	0,04	-0,47**	0,04	0,38*
vecu sakņu sausna	0,47	-0,54	-0,41	-0,52	-0,05	-0,42*	-0,18	-0,04
jauno sakņu sausna	0,92	-0,95	-0,83	-0,45	0,21	0,19	-0,19	0,26
vecu skuju sausna	-0,16	0,08	0,34	-0,6	-0,12	-0,53*	-0,41	0,36
jauno skuju sausna	0,71	-0,65	-0,83	0,36	0,4	0,35	0,17	0,64**
stumbra sausna	0,34	-0,42	-0,21	-0,44	-0,15	-0,46*	-0,09	0,28
galotnes sausna	0,63	-0,56	-0,76	0,1	0,36	0,04	0,13	0,59*

** būtiskuma līmenis 0.01

* būtiskuma līmenis 0.05

Viena augšanas sezona ir pārāk īss laiks, lai izdarītu viennozīmīgus secinājumus par dažādu augsnes sagatavošanas veidu un stādvieta izvēles ietekmi uz mežaudzes ieaugšanos un augšanas gaitu. Pirmajā gadā iegūtie rezultāti parāda, ka, stādot uz pacilām, augiem ir pieejami lielāki barības vielu krājumi, un tie veido lielākus ikgadējos pieaugumus. Kociņu izkritums, stādot tradicionāli, un, izmantojot mehānizētās stādīšanas ierīci, atjaunotajās platībās ir nedaudz mazāks, bet atšķirības nav būtiskas. Lauksaimniecības zemē ierīkotais bērzu stādījums cietis no augsnes sablīvējuma, kas aizkavējis jauno sakņu attīstību ārpus ietvarstādu substrāta.

Skandināvijā izmantotā prakse neveikt kultūru kopšanu 3 gadus pēc platības atjaunošanas Latvijā visdrīzāk nebūs pārņemama, jo auglīgos meža tipos neskarificētajā platībā veidojas aizzēlums, kas traucē gaismjutīgo priedes stādīņu attīstību. Tomēr sausajā 2008. gada pavasarī tieši vairāk aizcēlušajās platībās priedes neiekalst un aug labāk. Līdzienās platībās neregulārais stādījums netraucē kultūru kopšanu, jo stādvieta, kaut arī izvietotas neregulāri, atrodas līdzīgā attālumā viena no otras, aizzēlums uz pacilām ir mazāks un stādvieta ir viegli pamanāma. Uz pacilas stādītais kociņš atrodas nedaudz augstāk par aizzēluma līmeni, līdz ar to, kopjot šādu platību ar krūmgriezi, ir vieglāk apļaut ap stādīņu esošos sīkrūmus un liela auguma lakstaugus. No ainaviskā viedokļa ar *Bracke P11.a* un ar citām diskrētās darbības iekārtām stādītās mežaudzes izskatās pievilcīgās, nekā regulārās rindās ierīkoti stādījumi. Arī augsne tiek mehāniski traumēta tikai stādīvietā, līdz ar to ir mazāka ietekme uz bioloģisko daudzveidību.

RAŽĪBAS PĒTĪJUMU REZULTĀTI

Mehānizētās stādīšanas hronometrāžu 2007. gadā ar vienādām darba metodēm veica Somijai tipiskā egles izcirtumā un Latvijā priedes (Ln) un egles (Dm) izcirtumos, kā arī lauksaimniecības zemē, kurā eksperimenta ietvaros ierīkota bērza plantācija. 2008. gadā līdzīgos apstākļos Latvijā veikta hronometrāža, stādot ar rokas darba instrumentiem. 2007. gadā laika patēriņš viena stāda iestādīšanai aprēķināts ražīgajās jeb produktīvajās laika vienībās (E_0^6) un kopējā darba laikā (E_{15}^7 , Tab. 18). 2008. gadā hronometrāža veikta viena stāda iestādīšanai patērētajam laikam, kas ietver stādmateriāla pienešanu un stādīšanu, bet neietver atpūtas brīžus, attiecīgi, iegūtais rezultāts pielīdzināms ražīgajam darba laikam (E_0).

Tab. 18 Ražība

Stādīšanas apstākļi	Stādu skaits E_0	Stādu skaits E_{15}	Manuāli stādu skaits E_0
Lāns	199	187	320 ± 64,64*
Damaksnis	195	178	
Lauksaimniecības zeme	199	186	
Somijā	190	171	-

*neņemot vērā augsnes sagatavošanai patērēto laiku

Mehānizēti stādīšana notiek ātrāk lānā un lauksaimniecības zemē. Mazāks laika patēriņš lānā saistīts ar divu faktoru ietekmi – mazāk manevru uz vienu stādīšanas ciklu, jo šajā platībā

⁶ Laiks kas nepieciešams, lai veiktu visas ar stāda iestādīšanu un iekārtas apkalpošanu veiktās operācijas.

⁷ Šī izmēģinājuma izpratnē – motorstundās.

lielāks stādvieta skaits uz platības vienību, nekā citos izmēģinājumu objektos, kā arī ar to, ka platība ir līdzena, bet augsne viegla. Pateicoties šiem faktoriem, ātrākajos darba ciklos praktiski nav nepieciešams veikt citas, ar stādīšanu nesaistītas darba operācijas. Lauksaimniecības zemē operatoram nav manevrēšanas ierobežojumu, tāpēc samazinās laika patēriņš strēles manevriem un pārbraucieniem. Visās platībās Latvijā darba laiks izlietots efektīvāk, nekā Somijā hronometrētājā izmēģinājumā. Pat damaksnī, kur ir vismazākā darba ražība, jo platībai raksturīgs izteikts reljefu un atstāti augsti skujkoku celmi, darba stundā iestādīts vairāk koku, nekā Somijā.

Mehanizētās stādīšanas ierīces spēj 1 ha apstādīšanai patērētā laika ziņā spēj konkurēt ar roku darba spēku stādot ne vairāk kā 1 700 kociņus uz ha, kā to dara Somijā (Tab. 19) Saarinen, 2007.

Tab. 19 Viena ha apstādīšanai un augsnes sagatavošanai patērētais laiks stundās (E_0) pie dažāda stādvieta skaita

Stādīšanas veids / stādvieta skaits	3300 stādi ha ⁻¹	2300 stādi ha ⁻¹	2500 stādi ha ⁻¹	1700 stādi ha ⁻¹
Bracke P11a	16,8	11,7	12,7	8,6
Ar rokām + disku arkls	12,4	8,9	9,6	6,9

Veicot stādīšanu ar rokām, darba ražīgumu ietekmē, ne tikai stādvieta skaits uz ha, bet arī augsnes sagatavošanas kvalitāte un augsnes tips. Meža frēze 1 ha augsni sagatavo 40-60 minūtēs, kāpinot darba ražību, mēdz ciest kvalitāte. Pārviotojoties pārlietu ātri un nepieregulējot disku savērsumu, nereti tiek izveidotas pārāka sekla vai dziļa vāga, kurās grūti atrast stādām piemērotu stādvieta. Platākās vāgās vieglāk izvēlēties stādvieta, netraucē zari un saknes, līdz ar to vieglāk veikt stādīšanu. Ja platībā izvāktas mežizstrādes atliekas, darbs sokas raitāk. Smagās māla augsnēs stādīšanu kavē, stādāmo stobru aizķepšana. Stādot ar lāpstu, šādās augsnēs gūti izveidot iešķelumus. Smilts augsnēs sausā laikā problēmas sagādā stādam sagatavotās bedrītes aizbiršana. Kūdras augsnē katru stādu rūpīgi jāpiemin, lai nepaliktu gaisa kabatas, kas vēlāk var izraisīt stādu iekalšanu.

STĀDĪŠANAS PAŠIZMAKSA

Mehanizētās stādīšanas pašizmaksas aprēķins balstīts uz bāzes mašīnas un stādīšanas iekārtas ekspluatācijas izmaksām un ražību. Aprēķins veikts, izmantojot 2007. gada pētījuma rezultātus. Informāciju par iekārtas apkopi, degvielas patēriņu un ekspluatācijas izmaksām Somijas apstākļos sniedza Bracke pārstāvis Timo Raikkonens. 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, un telefonaptaujas ar SIA "Rīgas meži", A/S "Latvija finieris" A/s "Latvijas valsts meži" un SIA "Latsin". Stādmateriāla izmaksas aprēķinātas, izmantojot A/s "Latvijas Valsts meži" kokaudzētavu ietvarstādu cenas.

Aprēķinos izmantoti šādi dati par iekārtu un tās ekspluatāciju:

- uz ekskavatora montēta stādāmās iekārtas un bāzes mašīnas cena – 200 000 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, tajā skaitā nodokļi.

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 visas veģetācijas sezonas laikā. Lai realizētu šādu pētījumu, Latvijā nepieciešama vismaz viena stādīšanas galva, kas tiek izmantota meža atjaunošanā visu veģetācijas sezonu. Šāds pētījums ļautu novērtēt arī citu pēc līdzīga principa strādājošu stādīšanas iekārtu izmantošanas iespējas Latvijā.

Pētījuma ietvaros izmantots 2007. gada izveidotais (Lazdina, 2007) pašizmaksas aprēķinu modelis, kas ietver investīciju, atalgojuma un iekārtu uzturēšanas sadaļu. Aprēķinu daļa balstīta uz vidējiem ražības, stādīšanas biežības, cirsmu izmēra un attāluma starp cirsām datiem. Modelī paredzēta iespēja aprēķināt arī oglekļa emisijas, kas saistītas ar degvielas patēriņu stādīšanas procesā. Modeļa aprēķinu pamatvienība ir laika patēriņš viena stādīšanas iestādīšanai, attiecīgi, jo lielāka stādīšanas biežība, jo lielākas izmaksas uz platības vienību un mazākas – uz vienu stādīšanu.

Viens no pētījuma uzdevumiem bija novērtēt iespēju samazināt mehānizētās stādīšanas izmaksas Latvijas apstākļos, jo 2007. gadā veiktā jutīguma analīze parādīja, ka vislielāko ietekmi uz stādīšanas izmaksām atstāj stādvieta skaits uz ha (Lazdina, 2007, Lazdins et al. 2008). 2008. gadā iegūtie rezultāti par mehānizētās stādīšanas mežsaimniecisko efektu 2007. gada rudens stādījumos, veicot stādīšanu uz kompaktām pacilām, nesniedz pamatojumu, kas ļautu samazināta stādvieta skaitu. Mehānizēti atjaunotajās platībās netika novērota labāka kociņu ieaugšanās, nekā ar frēzēm gatavotajās un ar rokām stādītajās platībās. Latvijas apstākļos meža mehānizētā atjaunošana, stādot normatīvos noteikto koku skaitu, ir dārgāka. Mehānizētās stādīšanas priekšrocības izpaužas vienīgi apstākļi, ka šādi būtu iespējams strādāt jebkuros laika apstākļos un strādniekam ir nodrošināti komfortabli darba apstākļi. Pēc 2008. gada cenām, ņemot vērā degvielas, darbaspēka un stādmateriāla cenu izmaiņas viena ha apstādīšanas izmaksas, salīdzinot ar 2007. gadā iegūto rezultātu, dotas Tab. 20.

Tab. 20 Meža atjaunošanas pašizmaksas analīzes koriģētie rezultāti, strādājot vienā maiņā

Gads	Izmaksu pozīcija	Bērzs	Priede	Egle
2007. gadā	Stādvieta skaits	2000	3000	2000
	Ls/stāds	0,35	0,32	0,34
	Kopā, Ls/ha	694	989	682
2008. gadā	Stādi/E _{15-h}	186	187	178
	Stādu cena LVL 1000 gab.	118	101,48	110,92 ⁸
	Stādījuma saglabāšanās prognoze (2008.g. rezultāti)	72%	75%	97%
	Koriģētais stādvieta skaits pēc 2008. gada rezultātiem	2580	3750	2060
	Ls/stāds	0,33	0,30	0,32
	Kopā, Ls/ha	841	1131	799
	Praksē stādītais stādu skaits	2500	3300	2300
	Ls/stāds	0,33	0,30	0,32
	Kopā, Ls/ha	817	1003	741

Latvijā mehanizētā stādīšana būtu dārgs pakalpojums. Izmaksas, stādot ar meža frēzi sagatavotās vagās normatīvos noteikto stādu skaitu, ir mazākas. Tab. 21 dotas meža atjaunošanas izmaksas, pērkot stādīšanas un augsnes sagatavošanas pakalpojumu trīs lielāko Latvijas meža īpašnieku uzņēmumos.

Tab. 21 Meža atjaunošanas izmaksas (ieskaitot stādmateriālu) pērkot augsnes sagatavošanas un stādīšanas pakalpojumu

uzņēmumi	augšnes sagatavošana Ls ha ⁻¹	stādīšanas pakalpojums Ls ha ⁻¹	Izmaksas P Ls ha ⁻¹ 3300gab. ha ⁻¹	Izmaksas E Ls ha ⁻¹ 2300gab. ha ⁻¹	Izmaksas B Ls ha ⁻¹ 2500gab. ha ⁻¹
A	142	134	611	531	529
B	165	71	571	491	495
C	112	82	530	450	460
vidēji	140	96	570	491	495

Ņemot vērā, ka, samazinot stādvieta skaitu, samazinās izmaksas, viens no perspektīvākajiem mehanizētās stādīšanas pielietošanas veidiem Latvijā ir plantāciju meži, jo tajos atļauts stādīt mazāku kociņu skaitu uz platības vienību, nekā, stādot mežaudzes (MK not. 108). Plantāciju mežu mehanizētas ierīkošanas izmaksas dotas Tab. 22.

⁸ A/s "Latvijas valsts meži" kokaudzētavas

Tab. 22 Plantāciju mežu pašizmaksas analīzes rezultāti, strādājot vienā maiņā

Izmaksu pozīcija	Melnalksnis / Bērzs	Egle	Priede	Bērzs ⁹
Stādu cena 2008. gadā Ls 1000 gab. ⁻¹	118	110,92	101,48	109
Stādu skaits ha	800	800	1000	800
Stādi/E _{15-h} ¹⁰	186	186	186	186
Ls/stāds	0,38	0,37	0,35	0,37
Kopā, Ls/ha	304	299	348	297
Stādījuma saglabāšanās prognoze (2008.g .rezultāti)	75	97	75	72
Nepieciešamais stādu skaits	1000	824	1250	1006
Ls/ stāds	0,36	0,37	0,34	0,36
Kopā Ls/ha	364	306	420	358

Tab. 21 un Tab. 22 redzams, ka mehanizētā stādīšana var konkurēt ar stādīšanu ar rokām tikai, ierīkojot plantāciju mežus. Protams, jāņem vērā lauksaimniecības zemes augsnes tips un īpašības. Stādīšana uz pacilas nav vēlama smilts un kūdras augsnēs, bet, stādot mālainās augsnēs, jāizvēlas stādāmā ierīce, kas veido plašu pacilu. Papildus pozitīvs faktors ir samazināts degvielas patēriņš uz platības vienību, stādot plantāciju mežu. Stādot 800 kociņus ha⁻¹, tas ir 41 l ha⁻¹, bet oglekļa emisija – 29 kg ha⁻¹.

⁹ A/S "Latvijas Finieris"

¹⁰ Lauksaimniecības zeme

SECINĀJUMI UN REKOMENDĀCIJAS

1. Mehānizēti uz pacilām ierīkotajos stādījumos saglabājās 97% no damaksnī iestādītajiem egļu un 98% no priežu stādiem. Ar disku arklu sagatavotajā platībā pavasara stādījumā ar rokām saglabājušies 96% egļu stādu. Lānā saglabājas 75% mehānizēti un 74% no ar rokām vagās stādīto stādu. Šajā platībā jāveic stādījuma papildināšana. Lauksaimniecības zemē saglabājušies 72% mehānizēti un 79% vagās ar rokām stādīto stādu, papildināšana nav jāveic.
2. Stādīvietās uz pacilām ir labāks nodrošinājums ar augu barības vielām, nekā vagās veidotajās stādīvietās. Pirmajā gadā kociņiem vēl pieejamas no kokaudzētavas ar substrātu paņemtās barības vielas, tāpēc barības vielu koncentrācija augsnē būs lielāka ietekme uz kociņu augšanu turpmākajos gados. Pirmajā veģetācijas sezonā kociņu saglabāšanos ietekmēja galvenokārt nokrišņu daudzums. Nav konstatēti nozīmīgi kukaiņu bojājumi. Uz pacilām augušajiem stādiem ir proporcionāli lielāks biomasas pieaugums, nekā vagās augušajiem.
3. 2008. gadā veiktais mehānizēti apstādīto platību augšanas gaitas monitorings nesniedz viennozīmīgu atbildi par meža atjaunošanas izmaksu samazināšanas iespējām, pielietojot mehānizēto stādīšanu. Izmaksu samazināšanas potenciāls, samazinot stādīvietu skaitu, ir egles audzēs uz smilšmāla un smagākas mālsmilts augsnēm, taču nepieciešami ilgstoši novērojumi un lielāks izmēģinājumu skaits, lai pārliecinātos, vai minimālā stādīvietu skaita samazināšana ir pieļaujama ražošanas apstākļos. Atjaunojot priedi vieglās mālsmilts un smilts augsnēs, pacilu veidošana nav piemērotākais augsnes sagatavošanas veids un nerada pat teorētisku meža atjaunošanas izmaksu samazināšanas iespēju. Lauksaimniecības augsnēs, ierīkojot plantāciju mežus, ir lielākais izmaksu samazināšanas potenciāls, un mehānizētā stādīšana jau tagad var konkurēt ar roku darbu, taču jāveic tehniski uzlabojumi, lai Bracke P11.a stādīšanas ierīce būtu piemērota darbam mālainās augsnēs.
4. Augsnes pretestības mērījumi liecina, ka pacilu veidošana uzlabo augšanas apstākļus damaksnī viegla smilšmāla augsnē, turpretim mālsmilts augsnē lānā pacilu veidošana nav devusi pozitīvu efektu – augsnes sakārta veidojas irdena, un pacilas ātri izžūst sausā laikā. Ietvarstādu attīstībai optimāli mitruma apstākļi neveidojas arī frēzētajās vagās, tāpēc šādās platībās ieteicams izvēlēties citu meža atjaunošanas paņēmieni – sēšanu vai dabisko meža atjaunošanu. Pacilu veidošanai lauksaimniecības zemēs nepieciešams augsnes sagatavošanas agregāts, kas var veidot platu un zemu pacilu, izmantojot irdeno aramkārtu, nevis sablīvēto zem aramkārtas esošo augsnes slāni.
5. Stādot ar mehānizētās stādīšanas ierīcēm, mineralizētā platība ir mazāka, nekā sagatavojot augsni ar disku arkliem līdzīgos apstākļos. Ar disku arkliem mineralizētā platība ir 35-65%, bet mehānizētās stādīšanas ierīce skarificē 27-57% augsnes. Samazinot stādīvietu skaitu, samazinās skarificētās platības laukums. Otrajā gadā pēc stādīšanas samazinās pacilu platība, bet augstuma izmaiņas ir minimālas, jo, veicot stādīšanu, augsne tiek pieblīvēta un pēc tam nenosēžas. Otrajā gadā lānā pacila ir 73 cm gara un 54 cm plata, damaksnī – 77 cm gara un 62 cm plata, bet lauksaimniecības zemē – 70 cm gara un 53 cm plata. Lānā gada laikā pacilu izmērs ir

-
- samazinājies par 48%, lauksaimniecības zemē – par 41%, bet damaksnī – par 26%.
6. Nepieciešami ilgstoši 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. Jāveic arī kukaiņu arī bojājumu monitoringu, lai novērtētu riskus meža aizsardzības jomā.

LITERATŪRA

1. Brackeforest, 2007: Bracke forest, Bracke P11.a - Planting machine, Products , 2007,<http://www.brackeforest.com/>, (4.09.2007).
2. Broks, 2005: Broks J., Rekomendācijas ietvarstādu, kailsakņu stādu ar uzlabotu sakņu sistēmu un kailsakņu stādu pielietošanai meža atjaunošanā atkarībā no stādīšanas sezonas un stādāmā materiāla veida., Atskaite par līgumdarbu Nr. 5.5.- 5.1/ 12001/05/18., LVMI Silava, 2005, 95 lpp.
3. Bušs, 1932: Bušs K., Labs piemērs meža kultūru lietā, Mežā dzīve, 86, 1932, 3170-3172.
4. Harstela, 2007: Harstela P., Principles of mounding (fläckhögläggning) and its effects on spruce field performance after planting, Nordic Nursery Conference 2007 , 2007,presentation, handouts, unpublished data.
5. 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 , 2007,4.-5.09.2007., http://www.nordgen.org/nsfp/doc/konferenser/2007/NSFP060907_PHarstela.pdf.
6. Heine and Vahänen, 2007: Heine A. and Vahänen H., Presentation of M-Planter planting machine, NSFP Nordic Nursery Conference 2007 , 2007,05-06.09.2007, field demonstration.
7. Heiskanen and Rikala, 2006: Heiskanen J. and Rikala R., Root growth and nutrient uptake of Norway spruce containerseedlings planted in mounded boreal forest soil, Forest Ecology and Management , 2006,222, 410–417.
8. 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 , 2007,241, 127–133.
9. Jansons, 1993: Jansons E., Analītiskās ķīmijas teorētiskie pamati, Zvaigzne, 1993,350.
10. Kāposts 1998: Kāposts V. , Apmežojamo lauksaimniecības zemju augsnes īpašību izpēte un salīdzināšana ar dažādām meža augšanas apstākļu tipa augsnēm.1998, 24. lpp.
11. Kariņš, 1980: Kariņš Z., Bērziņš J., Lācis V., Stādspraugas veidošanas teorētiskais pamtojums, Jaunākais mežsaimniecībā , 1980,X, 68.-81.
12. Katkevičs, 1986: Katkevičs A., Lukašunas I., Augsnes sagatavošanas veida ietekme uz baltalkšņu stādījumu augšanu, Jaunākais mežsaimniecībā , 1986,28, 59.-63.
13. 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 , 2006,226, 122–128.
14. 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 , 2001,141, 223-235.
15. LVS ISO 11277, 2000: Latvijas Standarts, Grunts kvalitāte. Minerālo grunts materiālu granulometrisā sastāva noteikšana. Sijāšanas un sedimentācijas metode., 2000
16. LVS ISO 10390, 2002: Latvijas Standarts, Augsnes kvalitāte. pH noteikšana., 2002
17. LVS ISO 11261, 2002: Latvijas standarts, Augsnes kvalitāte. Kopējā slāpekļa noteikšana. Modificēta Kjeldāla metode, 2002
18. LVGMA, 2007: Latvijas vides, Ģeoloģijas un Meteoroloģijas aģentūra, Atskats uz laika apstākļiem oktobra 2. dekādē , 2007,<http://www.meteo.lv/public/29344.html>, (25.10.2007.).
19. Lazdins et al. 2008: Lazdins A., Lazdina D., Zimelis A. , Mechanized planting in Latvia– preliminary results, The Nordic-Baltic Conference on Forest Operations– Copenhagen September 23-25, 2008. Forest & Landscape Working Papers, No. 30-2008, 2008, 20-21.
20. Lazdina, 2007: Lazdiņa D., Mehānizētās ietvarstādu stādīšanas tehnoloģiju produktivitātes un

- kvalitātes pētījumi atjaunojamās meža platībās, *Pārskats par projekta izpildi, Meža attīstības fonds*, 2007, 47.
21. Liepa, 2008: Liepa J., *Priedes un egles ietvarsējeņu, kailsakņu un dabiski atjaunoto mežaudžu novērtējums mezotrofos augšanas apstākļos, disertācija doktora grāda iegūšanai, LLU meža fakultāte*, 2008, iziets priekšizstāvēšanās process.
 22. Liepiņš, 2007: Liepiņš K., *Ietvarstādu morfoloģisko parametru un stādījumu ierīkošanas tehnoloģiju ietekme uz kārpainā bērza (*Betula pendula roth.*) augšanas rādītājiem bijušajās lauksaimniecības zemēs, disertācija*, 2007, Jelgava: LLU, 2007., 104.
 23. 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*, 2006, 232, 19–25.
 24. Mangalis, 2004: Mangalis I., *Meža atjaunošana un ieaudzēšana*, Rīga, 2004, 2004, 453.
 25. Mežals, 1980: Mežals G., *Meža augsnes zinātne*, Zvaigzne, 1980, 173.
 26. MK not. 108: MK noteikumi Nr.108, "Meža ieaudzēšanas un plantāciju mežu noteikumi", *Latvijas Vēstnesis*, 06.03.2001., 39 (2426) publicēts 09.03.2001., [spēkā ar 10.03.2001.].
 27. MK not. 398: MK noteikumi Nr.398, "Meža atjaunošanas noteikumi", *Latvijas Vēstnesis*, 11.09.2001., 131 (2518), publicēts 18.09.2001., [spēkā ar 19.09.2001.].
 28. Neimane, 2007: Neimane U., *Bērza ietvarstādu ieaugšana un saglabāšanās dabīgas izcelsmes bērza konkurences apstākļos, pārskats par projekta izpildi*, MAF, 2007, 35.
 29. Örlander, 2007: Örlander G., *Principles of inverting (inversmarkberedning) and its effects on spruce field performance after planting*, *Nordic Nursery conference 2007*, 2007, presentation, conference handouts, unpublished data.
 30. Pāvule, 1978: Pāvule A., *Agroķīmika rokasgrāmata*, Liesma, 1978, 72.
 31. Pennanen et al., 2005: Pennanen T., Heiskanen J. and Korkama T., *Dynamics of ectomycorrhizal fungi and growth of Norway spruce seedlings after planting on a mounded forest clearcut*, *Forest Ecology and Management*, 2005, 213, 243–252.
 32. Poršinsky et al., 2006: Poršinsky T., Sraka M., Stankič I., *Comparison of two approaches in soil strength classification*, *Croatian Journal of Forest Engineering*, 2006, 27, 17–26.
 33. 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*, 2003, 9(1), 81–86.
 34. 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.*, 2002, 857, 75, <http://www.metla.fi/julkaisut/mt/2002/857-en.htm> (4.11.2007.).
 35. Saarinen, 2007: Saarinen V., M., *Productivity, quality of work and silvicultural result of mechanized planting*, *NSFP Nordic Nursery conference 2007*, 2007, 4.6.09.2007., http://www.nordgen.org/nsfp/doc/konferenser/2007/NSFP050907_VMSaarinen.pdf (12.10.2007).
 36. 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*, 2006, 30, 349–356.
 37. Soimasuo, 2007: Soimasuo J., *Mounding in spruce planting by Metsämannut Oy*, *NSFP Nordic Nursery conference 2007*, 2007, 5.-6.09.2007., http://www.nordgen.org/nsfp/doc/konferenser/2007/NSFP060907_JSoisuasuo.pdf (12.10.2007.).
 38. Tervo, 2000: Tervo L., *Technical development in Forest regeneration in Finland*, *Baltic Forestry*, 6; 1, 2000, 68–72.
 39. Van Ranst et al., 1999: Van Ranst E., Verloo M., Demeyer A., Pauwels J. M., *Manual for the Soil Chemistry and Fertility Laboratory*, Ghent University, Faculty Agricultural, 1999, 243.

1.Pielikums: Pašizmaksas aprēķinu modelis

Bracke 11P.a

Egle plantācija

800 stādi uz ha

Investments and costs

Investment, Ls	141 400
Depreciation, years	6
Interest rate %	8,0%
End value, Ls	21 210
Repayment factor	0,167
Investment, Ls/year	20 088
Staff salary, Ls/hour	5,0
Social costs and taxes, %	24,09%
Working days / year	120
Working hours / shift	8
Overtime / shift	2
Overtime, Ls/h	5,0
No. Shifts/day	1
E ₀ /E ₁₅	0,90
Travel to field, km/move	50
Travel to field, Ls/km	0,70
No. of moves (sites) / year	127
Standstill per move, hours	2
Per day allowance, Ls/day	4
Overtime/year	240
Working hours/year	960
E ₁₅ -h/year	988
Travels between fields, km/year	6 350
Staff costs	
Salaries Ls/year	4 800
Overtime, Ls/year	1 200
Travel to work, Ls/year	4 445
Social costs and taxes/year	1 445
Per day allowance, Ls/year	4
Operating costs	
Diesel, Ls/l	0,59
Oils, Ls/l	2,33
Diesel consumption, l/E ₁₅ -h	10
Oils consumption, l/E ₁₅ -h	0,05
Repair & maintenance, Ls/E ₁₅ -h	1,4
Miscellaneous Ls/E ₁₅ -h	0,22
Moving costs, Ls/move	35
Taxes, Ls/year	0
Insurance, Ls/year	4 242
Fuel costs, Ls/year	5 863
Oils, Ls/year	115
Repair & maintenance, Ls/year	1 384
Miscellaneous Ls/year	217
Moving costs, Ls/year	4 445
Total costs Ls/year	48 248
Ls/working hour	40
Ls/E ₁₅ -h	49

Planting costs

Ls/planting	0,26
Ls/ha	210

Planting costs, including seedling

Ls/planting	0,36
Ls/ha	291
Ls/ha (seedlings)	81

Productivity

Productivity, plantings/E ₁₅ -h	186
Productivity ha/year	230

Environmental issues

Fuel consumption, l/yearly	9 883
Fuel consumption, l/planting	0,05
Fuel consumption, l/ha	43
C emission, kg/planting	0,04
C emission, kg/ha	31

Colour guide

Green	Figures from Intrac
Yellow	Calculated values (locked)
White	Figures from Silava
Blue	Figures from the field study

Total machine and planting head costs
 Depreciation period
 Bank or leasing company interest rate
 Calculated end value
 Calculated factor
 Total yearly investments

Hourly salary including income tax
 Total social costs
 Number of working days per year
 Number of working hours per day
 Number of average overtime hours per day
 Overtime salary
 Number of shifts per day
 Relation between effective and full working time to evaluate actual productivity
 Average travelling distance between fields
 Payment for transportation of machine
 Accordingly to average field size in state forests (1,8 ha)
 Standstill during travellings from site to site
 Per day payments to operator
 Sum total overtime
 Sum total working hours
 Sum total working hours excluding travelling
 Total yearly driving distance, one direction

Yearly operator salary
 Yearly overtime salary
 Yearly travelling payments
 Yearly social tax payments
 Yearly per day payments
 Total staff costs

Diesel cost, including taxes
 Oil cost, including taxes
 Average diesel consumption during total working time
 Average diesel consumption during total working time
 Average maintenance costs during total working time
 Different costs related to machine maintenance
 Moving costs from expression Ls/km
 Taxes, like traffic tax
 Machine insurance yearly costs, including mandatory payments
 Total fuel costs, excluding transportation
 Total oil costs
 Total repair & maintenance costs
 Total different costs
 Total transportation costs
 Sum of operating costs
 Total yearly costs
 Cost of working hour, including transportation
 Cost of working hour (motor hour), excluding transportation

Cost of planting of 1 seedling
 Cost of planting of 1 ha

Cost of planting of 1 seedling, including container seedling cost
 Cost of planting of 1 ha, including cost of container seedlings
 Cost of container seedlings per 1 ha

Estimated productivity per average working hour
 Calculated productivity per year, excluding transportation time

Total yearly fuel consumption, excluding transportation
 Fuel consumption per planting
 Fuel consumption per ha
 Carbon emission per planting
 Carbon emission per ha

Bracke 11P.a

Egle

2300 stādi uz ha

Investments and costs

Investment, Ls	141 400
Depreciation, years	6
Interest rate %	8,0%
End value, Ls	21 210
Repayment factor	0,167
Investment, Ls/year	20 088

Staff salary, Ls/hour	5,0
Social costs and taxes, %	24,09%
Working days / year	120
Working hours / shift	8
Overtime / shift	2
Overtime, Ls/h	5,0
No. Shifts/day	1
E ₀ /E ₁₅	0,90
Travel to field, km/move	50
Travel to field, Ls/km	0,70
No. of moves (sites) / year	50
Standstill per move, hours	2
Per day allowance, Ls/day	4
Overtime/year	240
Working hours/year	960
E ₁₅ -h/year	1 117
Travels between fields, km/year	2 500

Staff costs

Salaries Ls/year	4 800
Overtime, Ls/year	1 200
Travel to work, Ls/year	1 750
Social costs and taxes/year	1 445
Per day allowance, Ls/year	4
9 199	

Operating costs

Diesel, Ls/l	0,59
Oils, Ls/l	2,33
Diesel consumption, l/E ₁₅ -h	10
Oils consumption, l/E ₁₅ -h	0,05
Repair & maintenance, Ls/E ₁₅ -h	1,4
Miscellaneous Ls/E ₁₅ -h	0,22
Moving costs, Ls/move	35
Taxes, Ls/year	0
Insurance, Ls/year	4 242
Fuel costs, Ls/year	6 624
Oils, Ls/year	130
Repair & maintenance, Ls/year	1 563
Miscellaneous Ls/year	246
Moving costs, Ls/year	1 750
10 313	

Total costs Ls/year

43 843	
Ls/working hour	37
Ls/E ₁₅ -h	39

Planting costs

Ls/planting	0,21
Ls/ha	485

Planting costs, including seedling

Ls/planting	0,32
Ls/ha	741
Ls/ha (seedlings)	255

Productivity

Productivity, plantings/E ₁₅ -h	186
Productivity ha/year	90

Environmental issues

Fuel consumption, l/yearly	11 167
Fuel consumption, l/planting	0,05
Fuel consumption, l/ha	124
C emission, kg/planting	0,04
C emission, kg/ha	89

Colour guide

Green	Figures from Intrac
Yellow	Calculated values (locked)
White	Figures from Silava
Blue	Figures from the field study

Total machine and planting head costs	
Depreciation period	
Bank or leasing company interest rate	
Calculated end value	
Calculated factor	
Total yearly investments	

Hourly salary including income tax	
Total social costs	
Number of working days per year	
Number of working hours per day	
Number of average overtime hours per day	
Overtime salary	
Number of shifts per day	
Relation between effective and full working time to evaluate actual productivity	
Average travelling distance between fields	
Payment for transportation of machine	
Accordingly to average field size in state forests (1,8 ha)	
Standstill during travellings from site to site	
Per day payments to operator	
Sum total overtime	
Sum total working hours	
Sum total working hours excluding travelling	
Total yearly driving distance, one direction	

Yearly operator salary	
Yearly overtime salary	
Yearly travelling payments	
Yearly social tax payments	
Yearly per day payments	
Total staff costs	

Diesel cost, including taxes	
Oil cost, including taxes	
Average diesel consumption during total working time	
Average diesel consumption during total working time	
Average maintenance costs during total working time	
Different costs related to machine maintenance	
Moving costs from expression Ls/km	
Taxes, like traffic tax	
Machine insurance yearly costs, including mandatory payments	
Total fuel costs, excluding transportation	
Total oil costs	
Total repair & maintenance costs	
Total different costs	
Total transportation costs	
Sum of operating costs	
Total yearly costs	
Cost of working hour, including transportation	
Cost of working hour (motor hour), excluding transportation	

Cost of planting of 1 seedling	
Cost of planting of 1 ha	

Cost of planting of 1 seedling, including container seedling cost	
Cost of planting of 1 ha, including cost of container seedlings	
Cost of container seedlings per 1 ha	

Estimated productivity per average working hour	
Calculated productivity per year, excluding transportation time	

Total yearly fuel consumption, excluding transportation	
Fuel consumption per planting	
Fuel consumption per ha	
Carbon emission per planting	
Carbon emission per ha	

Bracke 11P.a

Investments and costs

Investment, Ls	141 400
Depreciation, years	6
Interest rate %	8,0%
End value, Ls	21 210
Repayment factor	0,167
Investment, Ls/year	20 088
Staff salary, Ls/hour	5,0
Social costs and taxes, %	24,09%
Working days / year	120
Working hours / shift	8
Overtime / shift	2
Overtime, Ls/h	5,0
No. Shifts/day	1
E ₀ /E ₁₅	0,90
Travel to field, km/move	50
Travel to field, Ls/km	0,70
No. of moves (sites) / year	105
Standstill per move, hours	2
Per day allowance, Ls/day	4
Overtime/year	240
Working hours/year	960
E ₁₅ -h/year	1 025
Travels between fields, km/year	5 250
Staff costs	
Salaries Ls/year	4 800
Overtime, Ls/year	1 200
Travel to work, Ls/year	3 675
Social costs and taxes/year	1 445
Per day allowance, Ls/year	4
Operating costs	
Diesel, Ls/l	0,59
Oils, Ls/l	2,33
Diesel consumption, l/E ₁₅ -h	10
Oils consumption, l/E ₁₅ -h	0,05
Repair & maintenance, Ls/E ₁₅ -h	1,4
Miscellaneous Ls/E ₁₅ -h	0,22
Moving costs, Ls/move	35
Taxes, Ls/year	0
Insurance, Ls/year	4 242
Fuel costs, Ls/year	6 081
Oils, Ls/year	119
Repair & maintenance, Ls/year	1 435
Miscellaneous Ls/year	226
Moving costs, Ls/year	3 675
Total costs Ls/year	46 990
Ls/working hour	39
Ls/E ₁₅ -h	46

Planting costs

Ls/planting	0,25
Ls/ha	246

Planting costs, including seedling

Ls/planting	0,35
Ls/ha	348
Ls/ha (seedlings)	101

Productivity

Productivity, plantings/E ₁₅ -h	186
Productivity ha/year	191

Environmental issues

Fuel consumption, l/yearly	10 250
Fuel consumption, l/planting	0,05
Fuel consumption, l/ha	54
C emission, kg/planting	0,04
C emission, kg/ha	39

Priede plantācijā

1000 stādi uz ha

Colour guide

Green	Figures from Intrac
Yellow	Calculated values (locked)
White	Figures from Silava
Blue	Figures from the field study

Total machine and planting head costs
 Depreciation period
 Bank or leasing company interest rate
 Calculated end value
 Calculated factor
 Total yearly investments

Hourly salary including income tax
 Total social costs
 Number of working days per year
 Number of working hours per day
 Number of average overtime hours per day
 Overtime salary
 Number of shifts per day
 Relation between effective and full working time to evaluate actual productivity
 Average travelling distance between fields
 Payment for transportation of machine
 Accordingly to average field size in state forests (1,8 ha)
 Standstill during travellings from site to site
 Per day payments to operator
 Sum total overtime
 Sum total working hours
 Sum total working hours excluding travelling
 Total yearly driving distance, one direction

Yearly operator salary
 Yearly overtime salary
 Yearly travelling payments
 Yearly social tax payments
 Yearly per day payments
 Total staff costs

Diesel cost, including taxes
 Oil cost, including taxes
 Average diesel consumption during total working time
 Average diesel consumption during total working time
 Average maintenance costs during total working time
 Different costs related to machine maintenance
 Moving costs from expression Ls/km
 Taxes, like traffic tax
 Machine insurance yearly costs, including mandatory payments
 Total fuel costs, excluding transportation
 Total oil costs
 Total repair & maintenance costs
 Total different costs
 Total transportation costs
 Sum of operating costs
 Total yearly costs
 Cost of working hour, including transportation
 Cost of working hour (motor hour), excluding transportation

Cost of planting of 1 seedling
 Cost of planting of 1 ha

Cost of planting of 1 seedling, including container seedling cost
 Cost of planting of 1 ha, including cost of container seedlings
 Cost of container seedlings per 1 ha

Estimated productivity per average working hour
 Calculated productivity per year, excluding transportation time

Total yearly fuel consumption, excluding transportation
 Fuel consumption per planting
 Fuel consumption per ha
 Carbon emission per planting
 Carbon emission per ha

Bracke 11P.a

Priede

3300 stādi uz ha

Investments and costs

Investment, Ls	141 400
Depreciation, years	6
Interest rate %	8,0%
End value, Ls	21 210
Repayment factor	0,167
Investment, Ls/year	20 088

Staff salary, Ls/hour	5,0
Social costs and taxes, %	24,09%
Working days / year	120
Working hours / shift	8
Overtime / shift	2
Overtime, Ls/h	5,0
No. Shifts/day	1
E ₀ /E ₁₅	0,90
Travel to field, km/move	50
Travel to field, Ls/km	0,70
No. of moves (sites) / year	35
Standstill per move, hours	2
Per day allowance, Ls/day	4
Overtime/year	240
Working hours/year	960
E ₁₅ -h/year	1 142
Travels between fields, km/year	1 750

Staff costs

Salaries Ls/year	4 800
Overtime, Ls/year	1 200
Travel to work, Ls/year	1 225
Social costs and taxes/year	1 445
Per day allowance, Ls/year	4
8 674	

Operating costs

Diesel, Ls/l	0,59
Oils, Ls/l	2,33
Diesel consumption, l/E ₁₅ -h	10
Oils consumption, l/E ₁₅ -h	0,05
Repair & maintenance, Ls/E ₁₅ -h	1,4
Miscellaneous Ls/E ₁₅ -h	0,22
Moving costs, Ls/move	35
Taxes, Ls/year	0
Insurance, Ls/year	4 242
Fuel costs, Ls/year	6 773
Oils, Ls/year	133
Repair & maintenance, Ls/year	1 598
Miscellaneous Ls/year	251
Moving costs, Ls/year	1 225
9 980	

Total costs Ls/year

42 984	
Ls/working hour	36
Ls/E ₁₅ -h	38

Planting costs

Ls/planting	0,20
Ls/ha	668

Planting costs, including seedling

Ls/planting	0,30
Ls/ha	1 003
Ls/ha (seedlings)	335

Productivity

Productivity, plantings/E ₁₅ -h	186
Productivity ha/year	64

Environmental issues

Fuel consumption, l/yearly	11 417
Fuel consumption, l/planting	0,05
Fuel consumption, l/ha	1,77
C emission, kg/planting	0,04
C emission, kg/ha	127

Colour guide

Green	Figures from Intrac
Yellow	Calculated values (locked)
White	Figures from Silava
Blue	Figures from the field study

Total machine and planting head costs
 Depreciation period
 Bank or leasing company interest rate
 Calculated end value
 Calculated factor
 Total yearly investments

Hourly salary including income tax
 Total social costs
 Number of working days per year
 Number of working hours per day
 Number of average overtime hours per day
 Overtime salary
 Number of shifts per day
 Relation between effective and full working time to evaluate actual productivity
 Average travelling distance between fields
 Payment for transportation of machine
 Accordingly to average field size in state forests (1,8 ha)
 Standstill during travellings from site to site
 Per day payments to operator
 Sum total overtime
 Sum total working hours
 Sum total working hours excluding travelling
 Total yearly driving distance, one direction

Yearly operator salary
 Yearly overtime salary
 Yearly travelling payments
 Yearly social tax payments
 Yearly per day payments
 Total staff costs

Diesel cost, including taxes
 Oil cost, including taxes
 Average diesel consumption during total working time
 Average diesel consumption during total working time
 Average maintenance costs during total working time
 Different costs related to machine maintenance
 Moving costs from expression Ls/km
 Taxes, like traffic tax
 Machine insurance yearly costs, including mandatory payments
 Total fuel costs, excluding transportation
 Total oil costs
 Total repair & maintenance costs
 Total different costs
 Total transportation costs
 Sum of operating costs
 Total yearly costs
 Cost of working hour, including transportation
 Cost of working hour (motor hour), excluding transportation

Cost of planting of 1 seedling
 Cost of planting of 1 ha

Cost of planting of 1 seedling, including container seedling cost
 Cost of planting of 1 ha, including cost of container seedlings
 Cost of container seedlings per 1 ha

Estimated productivity per average working hour
 Calculated productivity per year, excluding transportation time

Total yearly fuel consumption, excluding transportation
 Fuel consumption per planting
 Fuel consumption per ha
 Carbon emission per planting
 Carbon emission per ha

Bracke 11P.a

Investments and costs

Investment, Ls	141 400
Depreciation, years	6
Interest rate %	8,0%
End value, Ls	21 210
Repayment factor	0,167
Investment, Ls/year	20 088
Staff salary, Ls/hour	5,0
Social costs and taxes, %	24,09%
Working days / year	120
Working hours / shift	8
Overtime / shift	2
Overtime, Ls/h	5,0
No. Shifts/day	1
E0/E15	0,90
Travel to field, km/move	50
Travel to field, Ls/km	0,70
No. of moves (sites) / year	127
Standstill per move, hours	2
Per day allowance, Ls/day	4
Overtime/year	240
Working hours/year	960
E15-h/year	988
Travels between fields, km/year	6 350
Staff costs	
Salaries Ls/year	4 800
Overtime, Ls/year	1 200
Travel to work, Ls/year	4 445
Social costs and taxes/year	1 445
Per day allowance, Ls/year	4
Operating costs	
Diesel, Ls/l	0,59
Oils, Ls/l	2,33
Diesel consumption, l/E15-h	10
Oils consumption, l/E15-h	0,05
Repair & maintenance, Ls/E15-h	1,4
Miscellaneous Ls/E15-h	0,22
Moving costs, Ls/move	35
Taxes, Ls/year	0
Insurance, Ls/year	4 242
Fuel costs, Ls/year	5 863
Oils, Ls/year	115
Repair & maintenance, Ls/year	1 384
Miscellaneous Ls/year	217
Moving costs, Ls/year	4 445
Total costs Ls/year	12 024
Ls/working hour	40
Ls/E15-h	49

Planting costs

Ls/planting	0,26
Ls/ha	210

Planting costs, including seedling

Ls/planting	0,38
Ls/ha	304
Ls/ha (seedlings)	94

Productivity

Productivity, plantings/E15-h	186
Productivity ha/year	230

Environmental issues

Fuel consumption, l/yearly	9 883
Fuel consumption, l/planting	0,05
Fuel consumption, l/ha	43
C emission, kg/planting	0,04
C emission, kg/ha	31

Bērzs/ melnalksnis plantācija

800 stādi uz ha

Colour guide

Green	Figures from Intrac
Yellow	Calculated values (locked)
White	Figures from Silava
Blue	Figures from the field study

Total machine and planting head costs
 Depreciation period
 Bank or leasing company interest rate
 Calculated end value
 Calculated factor
 Total yearly investments

Hourly salary including income tax
 Total social costs
 Number of working days per year
 Number of working hours per day
 Number of average overtime hours per day
 Overtime salary
 Number of shifts per day
 Relation between effective and full working time to evaluate actual productivity
 Average travelling distance between fields
 Payment for transportation of machine
 Accordingly to average field size in state forests (1,8 ha)
 Standstill during travellings from site to site
 Per day payments to operator
 Sum total overtime
 Sum total working hours
 Sum total working hours excluding travelling
 Total yearly driving distance, one direction

Yearly operator salary
 Yearly overtime salary
 Yearly travelling payments
 Yearly social tax payments
 Yearly per day payments
 Total staff costs

Diesel cost, including taxes
 Oil cost, including taxes
 Average diesel consumption during total working time
 Average diesel consumption during total working time
 Average maintenance costs during total working time
 Different costs related to machine maintenance
 Moving costs from expression Ls/km
 Taxes, like traffic tax
 Machine insurance yearly costs, including mandatory payments
 Total fuel costs, excluding transportation
 Total oil costs
 Total repair & maintenance costs
 Total different costs
 Total transportation costs
 Sum of operating costs
 Total yearly costs
 Cost of working hour, including transportation
 Cost of working hour (motor hour), excluding transportation

Cost of planting of 1 seedling
 Cost of planting of 1 ha

Cost of planting of 1 seedling, including container seedling cost
 Cost of planting of 1 ha, including cost of container seedlings
 Cost of container seedlings per 1 ha

Estimated productivity per average working hour
 Calculated productivity per year, excluding transportation time

Total yearly fuel consumption, excluding transportation
 Fuel consumption per planting
 Fuel consumption per ha
 Carbon emission per planting
 Carbon emission per ha

Bracke 11P.a

Bërzs

2500 stādi uz ha

Investments and costs

Investment, Ls	141 400
Depreciation, years	6
Interest rate %	8,0%
End value, Ls	21 210
Repayment factor	0,167
Investment, Ls/year	20 088
Staff salary, Ls/hour	5,0
Social costs and taxes, %	24,09%
Working days / year	120
Working hours / shift	8
Overtime / shift	2
Overtime, Ls/h	5,0
No. Shifts/day	1
E ₀ /E ₁₅	0,90
Travel to field, km/move	50
Travel to field, Ls/km	0,70
No. of moves (sites) / year	46
Standstill per move, hours	2
Per day allowance, Ls/day	4
Overtime/year	240
Working hours/year	960
E ₁₅ -h/year	1 123
Travels between fields, km/year	2 300
Staff costs	
Salaries Ls/year	4 800
Overtime, Ls/year	1 200
Travel to work, Ls/year	1 610
Social costs and taxes/year	1 445
Per day allowance, Ls/year	4
9 059	
Operating costs	
Diesel, Ls/l	0,59
Oils, Ls/l	2,33
Diesel consumption, l/E ₁₅ -h	10
Oils consumption, l/E ₁₅ -h	0,05
Repair & maintenance, Ls/E ₁₅ -h	1,4
Miscellaneous Ls/E ₁₅ -h	0,22
Moving costs, Ls/move	35
Taxes, Ls/year	0
Insurance, Ls/year	4 242
Fuel costs, Ls/year	6 664
Oils, Ls/year	131
Repair & maintenance, Ls/year	1 573
Miscellaneous Ls/year	247
Moving costs, Ls/year	1 610
10 225	
Total costs Ls/year	43 614
Ls/working hour	36
Ls/E ₁₅ -h	39

Planting costs

Ls/planting	0,21
Ls/ha	522

Planting costs, including seedling

Ls/planting	0,33
Ls/ha	817
Ls/ha (seedlings)	295

Productivity

Productivity, plantings/E ₁₅ -h	186
Productivity ha/year	84

Environmental issues

Fuel consumption, l/yearly	11 233
Fuel consumption, l/planting	0,05
Fuel consumption, l/ha	134
C emission, kg/planting	0,04
C emission, kg/ha	96

Colour guide

Green	Figures from Intrac
Yellow	Calculated values (locked)
White	Figures from Silava
Blue	Figures from the field study

Total machine and planting head costs
 Depreciation period
 Bank or leasing company interest rate
 Calculated end value
 Calculated factor
 Total yearly investments

Hourly salary including income tax
 Total social costs
 Number of working days per year
 Number of working hours per day
 Number of average overtime hours per day
 Overtime salary
 Number of shifts per day
 Relation between effective and full working time to evaluate actual productivity
 Average travelling distance between fields
 Payment for transportation of machine
 Accordingly to average field size in state forests (1,8 ha)
 Standstill during travellings from site to site
 Per day payments to operator
 Sum total overtime
 Sum total working hours
 Sum total working hours excluding travelling
 Total yearly driving distance, one direction

Yearly operator salary
 Yearly overtime salary
 Yearly travelling payments
 Yearly social tax payments
 Yearly per day payments
 Total staff costs

Diesel cost, including taxes
 Oil cost, including taxes
 Average diesel consumption during total working time
 Average diesel consumption during total working time
 Average maintenance costs during total working time
 Different costs related to machine maintenance
 Moving costs from expression Ls/km
 Taxes, like traffic tax
 Machine insurance yearly costs, including mandatory payments
 Total fuel costs, excluding transportation
 Total oil costs
 Total repair & maintenance costs
 Total different costs
 Total transportation costs
 Sum of operating costs
 Total yearly costs
 Cost of working hour, including transportation
 Cost of working hour (motor hour), excluding transportation

Cost of planting of 1 seedling
 Cost of planting of 1 ha

Cost of planting of 1 seedling, including container seedling cost
 Cost of planting of 1 ha, including cost of container seedlings
 Cost of container seedlings per 1 ha

Estimated productivity per average working hour
 Calculated productivity per year, excluding transportation time

Total yearly fuel consumption, excluding transportation
 Fuel consumption per planting
 Fuel consumption per ha
 Carbon emission per planting
 Carbon emission per ha

2.Pielikums: Publicitāte



The Nordic-Baltic Conference on Forest Operations

FOREST & LANDSCAPE WORKING PAPERS

30 / 2008



Copenhagen September 23-25, 2008

By Kjell Suadicani and Bruce Talbot (Eds.)



Title

The Nordic-Baltic Conference on Forest Operations
– Copenhagen September 23-25, 2008

Editors

Kjell Suadicani and Bruce Talbot (Eds.)

Publisher

Forest & Landscape Denmark
University of Copenhagen
Hørsholm Kongevej 11
DK-2970 Hørsholm
Tel. +45 3533 1500
Email sl@life.ku.dk

Series-title and no.

Forest & Landscape Working Papers no. 30-2008 published on www.sl.life.ku.dk

ISBN

978-87-7903-367-2

Dtp

Karin Kristensen

Citation

Kjell Suadicani and Bruce Talbot (Eds.) (2008): The Nordic-Baltic Conference on Forest Operations
– Copenhagen September 23-25, 2008. Forest & Landscape Working Papers No. 30-2008, 92 pp.
Forest & Landscape Denmark, Hørsholm.

Citation allowed with clear source indication

Written permission is required if you wish to use Forest & Landscape's name and/or any part of this report for sales and advertising purposes.

National centre for
research, education and
advisory services within
the fields of forest and
forest products, landscape
architecture and landscape
management, urban planning
and urban design

Mechanized planting in Latvia – preliminary results

Dagnija Lazdiņa, Andis Lazdiņš and Agris Zimelis

Latvian State Forest Research Institute "Silava", Riga street 111, Salaspils, LV-2169, Latvia

dagnija.lazdina@silava.lv

Purpose of the study

According to the State Forest Service, artificial forest regeneration in 2006 was used in 11 th.a ha (37% of afforested area). The State forest company "Latvijas valsts meži" regenerated artificially 7,3 th.a ha (73%) and private forest owners – 3,7 th.a ha (19%).

A share of container seedlings in the artificial forest regeneration increased significantly during the last years, especially in the state forests, where in 2007 4 th.a ha of forests and agricultural lands were planted with container seedlings, including 2,2 th.a ha with pine, 1,1 th.a ha – spruce and 0,7 th.a ha – birch.

Forest planting up to now is hard work with fast growing share of salaries and as fast reducing availability of qualified workers. The lack of labour may become the most significant problem hampering qualitative and well timed forest regeneration. Therefore more efficient technical and organizational solutions of the forest regeneration should be elaborated and introduced into practise.

Target of the study is to estimate potential of increase of the efficiency of artificial forest regeneration, using container seedlings and combined soil preparation and planting technology. The key activities of the study are (1) evaluation of experience of mechanized seedling and planting of container seedlings; (2) estimation of productivity and working quality of *Bracke P11.a* discrete planting head in different soil conditions; (3) elaboration of prime costs' model of the forest regeneration using the *Bracke P11.a* planting head and (4) elaboration of recommendations for the mechanized forest regeneration using container seedlings.

Methods

The base machine, *Daewoo 155CLV* excavator, with length of the boom 7,8 m and *Bracke P11.a* planting head had used in the study. The age of the planting unit was 6 years. Operator was well trained with experience in planting, stump harvesting and forwarding.

Planting had been done in sandy (pine), silt (spruce) and clay soil (birch). In the most cases operator planted seedlings on top of mounds, but other planting methods – on a "bridge" and hollow were evaluated as well. Planting density – 2,5-3 th.a ha, depending from specie. Planting time 13.10.-16.10.2007.

Within of the scope of time studies 7 separate operations (driving, boom manipulations, mounding, planting, refilling, other and non-work operations) were accounted using Allegro CX field PCs and SDI software.

Results

The broadest planting mounds (76 x 100 cm) *Bracke P11.a* makes in dry sandy soils. In clay soils mounds are dense and compact (68 x 93 cm). Average height of mounds – 12 cm. Mineralized area is at least 30 cm in radius around planting in planting conditions.

Time studies shows, that the smallest number of excessive planting cycles are done during planting of pine (1,1% of total time), and the biggest – during planting of spruce (1,9%). A share of excessive manoeuvres depends from quality planting material and soil characteristics. In case of spruce substrate of container seedlings was too loose, causing often clogging of the feeding mechanism. In clay soils the most of problems caused clay, which blocked planting tube.

No significant variations of the productivity found in different soil conditions, but considerable variations of productivity causes planting density and time consumption for refilling of the cartridge. Average productivity of the efficient hour is 190-199 seedlings, but of the working hour – 178-187 seedlings. Reduction of refilling time (improved seedling quality) would let to increase productivity by 18-30% depending from the specie.

Planting density and machine load are the most significant factors affecting costs of the mechanized forest regeneration. Prime-costs of planting birch on agricultural lands (density 2000 plants ha⁻¹) are 0,50 EUR/seedling or 991 EUR/ha, including costs of the planting material – 331 EUR. Prime-costs of planting spruce with the same density are 0,48 EUR/seedling or 974 EUR/ha, including planting material – 294 EUR. Prime-costs of planting pine with density 3000 plants ha⁻¹ are 0,47 EUR/seedling or 1413 EUR/ha, including planting material – 441 EUR. Switching to two shifts operation would reduce costs by 15%.

Reduction of number of trees to minimum requested by regulations in plantation forests would reduce costs of planting significantly: in case of spruce by 58%, birch – 37%, and pine 62% in compare to requirements for natural forests.

More research should be done to evaluate silvicultural effect of the mechanized forest regeneration using planting units able to adjust planting space for each seedling. Planting on mounds is efficient in autumn in the most of conditions, but information about spring and summer plantings is very limited. Another issue of the same importance, especially in fertile sites, is after-care of the stands, which becomes more complicated in case of “discrete” planting in contrast to ordered planting.

Conclusions

- Planting spaces formed by Bracke P11.a unit as well as planting density in the studied areas corresponds to the national forest regeneration requirements.
- It is necessary to use broader shovel with boards at both sides in clay soils to make lower and wider mounds. Bigger planting material is recommended as well in case of birch.
- Substrate of the container seedlings should be compact, with well developed root system and without weeds and mosses, causing clogging of the feeding mechanism. Better quality of seedlings would let to reduce refilling time and to increase productivity up to 195-197 seedlings per working hour.
- Planting costs in Latvia using Bracke P11.a unit at the same planting density (1700 plants ha⁻¹) would be less than in Finland, because of higher average productivity estimated in parallel studies and lesser machine costs.
- Costs of mechanized planting are still higher in compare to manual planting in Latvia, but better survival and, consequently, lesser planting density can make mechanization of the forest regeneration feasible.

Turpinājums no 3. lpp

Padomi ziemas darbiem

malkai. Ja tiek cirsts ne vairāk kā 10 kubikmetru gadā, ciršanas apliecinājums šādu koku ciršanai nav nepieciešams.

Meža apsaimniekošanas projektā ir informācija arī par atjaunojamām meža platībām. Tāpēc jāparēķina, vai nākamgad nebūs pienācis laiks kādai obligāti atjaunojamai platībai. Ja īpašnieks izcirtumu nodomājis atjaunot mākslīgi, laikus jāpasūta ar kokaudzētāviem un jāpasūta stādi, labāk noslēdzot līgumu par stādu iegādi. Ja izcirtums atjaunojas dabīgi, jāieplāno jaunaudzes kopšanas darbi vasaras beigās. Ieteicams apsekot visas jaunaudzes un pārliecināties, ka tās neposta meža dzīvnieki. Tad jāgriežas pie medniekiem, ar kuriem noslēgts līgums par medību platību apsaimniekošanu.

Līdz nākamā gada 1. februārim mežniecībā jāiesniedz pārskats par visiem iepriekšējā gadā veiktajiem mežsaimnieciskajiem darbiem.

Lai veiksmīgs jaunais gads un lai veicas meža darbos!

Ingrīda Berga,
KPC Aizkraukles nodaļas
vadītāja

Čiekuram jauni pielikumi

Elektroniskais pielikums e-Čiekurs

Lai Čiekura lasītāji pēc iespējas ātrāk saņemtu aktuālo informāciju par ES atbalsta saņemšanas iespējām, normatīvo aktu grozījumiem, meža apsaimniekošanas jautājumiem un svarīgākajiem notikumiem, Čiekura izdevēji — Valsts meža dienesta (VMD) Konsultāciju pakalpojumu centrs (KPC) — Meža attīstības fonda atbalstītā projektā „Informatīvais izdevums Čiekurs — informācijas avots meža īpašniekiem un citiem interesentiem” uzsācis un turpinās izdot e-Čiekuru elektroniskā formā.

Ja arī jūs vēlaties e-Čiekuru saņemt regulāri, sūtiet savu elektroniskā pasta adresi Čiekura redakcijai ciekurs@kpc.vmd.gov.lv vai uz KPC rajona nodaļām (skatīt www.kpc.gov.lv).

Čiekura angļu valodas izdevums

Pieaugot ārzemju meža īpašnieku skaitam un interesei par Latvijas mežiem un to apsaimniekošanas īpatnībām, radās nepieciešamība izdot Čiekura pielikumu angļu valodā. Izveidots tā pirmais izdevums četru A4 formāta lappušu apjomā. Sākotnēji izdevumu bija plānots izdot tikai elektroniski, bet, ņemot vērā pieprasījumu, neliels daudzums tiks izplatīts arī drukātā formā.

Sarmīte Grundšteine,
Čiekura redaktore

Mežā cilvēku aizstāj tehnika

Jauna tehnika meža stādīšanai



Meža stādīšanas mehanizācija un darba ražīguma paaugstināšana, kombinējot dažādas meža atjaunošanas darbu operācijas ir viens no risinājumiem, kas darbaspēka deficīta apstākļos ļautu saglabāt mākslīgo meža atjaunošanu vismaz esošajā līmenī.

Skandināvijas valstīs darbaspēka problēma meža atjaunošanā ir aktuāla jau vairākus gadus. Zviedrijas kompānija „Bracke” konstruējusi pašlaik produktīvāko ietvarstādu stādīšanas iekārtu „Bracke P11.a”, kas sevi veiksmīgi attaisnojusi praksē. Piemēram, Somijā pašlaik privāto

tas piemērotība izmantošanai mūsu apstākļos, jo Latvijā ir lielāka stādījumu biežība, mazāk akmeņainas augsnes un atšķirīgi klimatiskie apstākļi. Trīs lielāko mežu īpašnieku platībās šoruden ierīkoja pirmos izmēģinājuma stādījumus. Sadarbībā ar SIA „INTRAC Latvija” 16. oktobrī



Foto BrackeForest

mežu īpašniekiem pakalpojumus sniedz jau 24 šādas iekārtas. MAF finansētā projektā „Meha-



nizētas ietvarstādu stādīšanas tehnoloģiju produktivitātes un kvalitātes pētījumi atjaunojamās meža platībās” tika pētīta iekār-

notika seminārs — tehnikas demonstrācija.

Iekārtas raksturojums

Vienanobūtiskākajām iekārtas „Bracke P11.a” priekšrocībām ir diskretās darbības mehānisms, kas ļauj vienlaikus veikt augsnes sagatavošanu un stādīšanu dažādos darba apstākļos — uz nogāzēm, neatcelmotās cirmās, izveidojot katram stādam optimālu stādvieta. Iekārta paredzēta tikai ietvarstādu stādīšanai, tā montējama uz

hārvesteru vai vismaz 11 t smaga ekskavatora strēles. Atkarībā no substrāta diametra, iekārtu aprīko ar kasetēm, kurām stādu ievietošanas cilindru diametrs ir 50, 60 vai 70 mm. Praksē visbiežāk izmanto kasetes ar 60 mm cilindriem, un tad vienā uzpildes reizē satilpst 72 stādi. Iekārta veido mikropaugstinājumu jeb pacilu, uz kuras stāda kociņu, to piespiežot ar īpašu piespiedējkēpu. Turklāt operators stādīšanas brīdī var nodrošināt arī stādu apstrādi ar insekticīdiem un papildmēslošanu, piemontējot iekārtai ķimikāliju izsmidzinātāju.

Tehniskie rādītāji un priekšrocības

Latvijas apstākļos vienā darba stundā, ieskaitot dažādus ar stādīšanu tieši nesaistītus darbus, var iestādīt 195—197 stādus, savukārt ja veic tikai stādīšanas operācijas — 207—210 stādu stundā. Strādājot vienā maiņā, viena hektāra apmežošanas izmaksas, stādot apmēram 2000 stādu/ha, orientējoši ir 650—700 latu. Ierīkojot plantāciju mežu, kur atļauts stādīt mazāk blīvi, izmaksas viena hektāra apstādīšanai dažādām koku sugām ir par 37%—62% zemākas, nekā stādot mežā. Ja darbu veic divās maiņās, tiek efektīvāk izmantota tehnika, līdz ar to stādīšanas izmaksas var samazināties vēl par 15%.

Stādīšanas dziļumu iespējams izvēlēties tā, lai ¼ no substrāta atrastos dubultā trūda slānī, bet substrāta apakšējā daļa iesniegtos

minerālaugsne, tādējādi mazinot izkalšanas risku sausās vasarās. Izvēloties stādvieta pacilas centrā, apvērsta un sablīvētā minerālaugsne bez veģetācijas atrodas vismaz 30 cm rādiusā ap stādu, kas nodrošinā kociņa labāku ieaugšanos, aizkavē lakstaugu sazēšanu un samazina kukaiņu bojājumus.

No ainaviskā viedokļa ar „Bracke P11.a” vai līdzīgām diskretās darbības iekārtām stādītas mežaudzes izskatās pievilcīgākas nekā regulārās rindās ierīkoti stādījumi. Arī augsne tiek mehāniski traumēta tikai stādvieta, bet ap stādvieta esošā veģetācija netiek traucēta, līdz ar to ir mazāka ietekme uz bioloģisko daudzveidību.

Būtu nepieciešami plašāki pētījumi par mehanizētās ietvarstādu stādīšanas iekārtu izmantošanas mežsaimniecisko efektu. Stādīšana uz kompakts pacilas ir efektīva rudens stādījumos, bet, lai spriestu par šādu iekārtu izmantošanas efektivitāti pavasara un vasaras stādījumos, jāveic stādīšanas izmēģinājumi dažādos augšanas apstākļos visā veģetācijas sezonas laikā. Tas ļautu novērtēt to kociņu slimību, sausuma un sala izturību, kas stādīti uz kompaktizētas pacilas. Nepieciešams veikt arī kukaiņu bojājumu uzraudzību.

Dagnija Lazdiņa,
LVMI „Silava” asistente

Kā labāk kopt — ar motorzāģi vai hārvesteru?

„Metsallitto Latvia” SIA sadarbībā ar LVMI „Silava” Grobiņas mežniecībā rīkoja semināru par krājas kopšanas ciršu veikšanu ar hārvesteru.

Pētījumus par mašīnizētu meža kopšanas ciršu izpildi Latvijas mežzinātnieki uzsāka jau 1962. gadā. Tika ierīkoti dažādi ilglaicīgu pētījumu objekti un parauglaukumi, taču dziļāka mežaudžu izpēte pēc mehanizētas kopšanas un rezultātu salīdzināšana netika veikta. 2003. gadā pēc „Metsallitto Latvia” SIA pasūtījuma LVMI „Silava” uzsāka hārvesteru izmantošanas tehnoloģiju mežsaimniecisko un tehnisko ekonomisko vērtējumu dažādas intensitātes, vecuma un sugu sastāva krājas kopšanas cirtēs. Uzņēmums kopšana cirtes ar hārvesteru sāka veikt 2005. gadā.

Semināra dalībnieki varēja salīdzināt priekšrocības un trūkumus starp mehanizētu kopšanas ciršu izpildi un darbu veikšanu ar benzīna motorzāģi. Tā kā meža nozarē arī ir jūtams darba roku trūkums, protams, arī „zāģeris” apzinās savu cenu. Tāpat ir skaidrs — ja nākotnē gribam izaudzēt kvalitatīvu koksni, vismaz guļbūvēm,

tad bez kopšanas cirtes neiztikt. Kādēļ tieši guļbūvēm? Jo modernās koksnes līmēšanas u. tml. tehnoloģijas ļauj izmantot tievāku dimensiju koksni.

Bija iespēja salīdzināt dažādas intensitātes kopšanas ciršu, dažādu treilēšanas ceļu attāluma ietekmi uz koku augšanas gaitu, kā arī citu mežsaimnieciski nozīmīgu principu izmantošanu kopšanas ciršu izpildē. Viena no nepieciešamībām semināra rīkošanai bija izskanējušie iebildumi pret krājas kopšanas ciršu veikšanu ar hārvesteru. Viens no īpašnieka viedokļiem — pārāk daudz smagas tehnikas mežā. Ir daļa taisnības, bet faktiski hārvesteri tikai pārvietojas pa cirsma. Lielāko slodzi uz augsni rada izvedējtraktors, kurš, vairākas reizes braucot pa vienām un tām pašām pēdām, deformē augsnes virskārtu un sablīvē augsni. Tāpēc nākotnē varam vairāk uzmanības pievērst mazākas pašmasas izvedējtehnikai.

Hārvesteru darba procesā neveidojas tik akurāts sortimentu krautņējums. Jo lielākas ir koku dimensijas, jo profesionālākam jābūt hārvesteru operatoram. Tas saistīts ar nepieciešamību nozāģēto koku

pievadīt tuvāk treilēšanas ceļam. No veiktajiem pētījumiem izriet, ka treilēšanas ceļu tīkls ir jāizveido, veicot



jau sastāva kopšanas cirtes. Tādējādi tiek nodrošināts optimāls gaismas daudzums starp treilēšanas ceļiem augošiemiem kokiem. Apstiprinājās pieņēmums, ka treilēšanas ceļa malās augošiemiem kokiem ir lielāki krājas pieaugumi. Turklāt attālums starp

treilēšanas ceļiem var būt arī mazāks, t. i., tāds, kas nodrošina optimālu hārvesteru strēles sniedzamību. Uz

300 m treilēšanas ceļa garuma tika konstatēti tikai pieci hārvesteru bojāti koki.

Uldis Šēnbergs,
KPC Liepājas nodaļas vadītājs





Mehanizētā ietvarstādu stādīšana Latvijā

Meža stādīšana līdz šim ir bijis roku darbs ar lielu atalgojuma izmaksu īpatsvaru, kuram ir tendence arvien pieaugt. Tai pat laikā Skandināvijā jau šobrīd zināma daļa no mežu platībām tiek atjaunotas ar mehānizētām ietvarstādu stādīšanas mašīnām.



LVMi «Silava» pētniece Dagnija Lazdiņa

Rakstā atspoguļosim pirmos rezultātus, ko guvuši Latvijas Valsts mežzinātnes institūta «Silava» speciālisti, realizējot Meža attīstības fonda finansētu zinātnisko projektu «Mehanizētās ietvarstādu stādīšanas tehnoloģiju produktivitātes un kvalitātes pētījumi atjaunojamās meža platībās» un «Mehanizētās ietvarstādu stādīšanas tehnoloģiju mežsaimnieciskais novērtējums».

Vai nākotnē līdzās cilvēkam stāsies mašīnas?

Darbspēka trūkums ir viens no galvenajiem iemesliem, kāpēc Skandināvijas valstīs mehanizētās meža atjaunošanas iekārtas ieviestas praksē un ieguvušas atzinību. Praksē veiksmīgi darbojas uz ekskavatora vai forvardera strēles montējamas iekārtas, kas vienlaicīgi ar stādīšanas procesu veic augsnes sagatavošanu. Apvienojot vairākas darba operācijas tiek panākts lielāks ekonomiskais efekts, tiek ietaupīts gan laiks, gan resursi.

Varbūt šāda tehnika Latvijā tiks izmantota jau drīzā nākotnē un aizvien biežāk aizstās roku darbu – tā varētu secināt, atskatoties nesena pagātnē un redzot, cik ātri mežizstrādē Latvijā roku darbu izkonkurēja harvesteri, kā arī zinot roku darba izmaksu palielināšanās tendenci.

Pirmo reizi Latvijā mehanizētā stādīšana tika veikta 2007. gada oktobrī, dažādos apstākļos – lānā SIA «Rīgas meži» Juglas mežniecībā ierīkojot priedes stādījumus, un damaksnī A/s «Latvijas valsts meži» Zemgales mežsaimniecībā stādot egles un priedes, kā arī mālainā lauksaimniecības augsnē A/s «Latvijas Finieris» īpašumā Uku pagastā ierīkojot bērza stādījumus.

Plašākam interesentu lokam Zviedrijā ražoto Bracke P11a, kas ir viena no izplatītākajām un veiksmīgākajām mehanizētās ietvarstādu stādīšanas mašīnām, pērn oktobra vidū Misas mežos prezentēja LVMi «Silava» sadarbībā ar SIA «Intrac Latvija» un AS «Latvijas valsts meži».

Mehanizētās stādīšanas iekārta «Bracke P11a»

Atkarībā no operatora meistarības, ar Bracke P11a iespējams iestādīt līdz pat 300 stādiem stundā, bet parasti tie ir 190–200 stādi stundā. Stādāmās ierīces darba kvalitāte ir tikpat laba kā ar rokām veiktam stādījumam, bet pagaidām šī tehnoloģija ir dārgāka.

Stādīt var dažāda garuma kociņus (10–100 cm), ja vien tiem nav izveidojušies pārlietu kupli vainagi. Operators iekārtas stādīšanas kasetē–karuselī no stādu transportēšanas kastēm ietvarstādus pārvieto ar rokām, bet visas pārējās iekārtas darbības tiek vadītas no operatora kabīnes, kas ļauj veikt stādīšanu arī nelabvēlīgos laika apstākļos. Operatora uzdevums ir tikai izvēlēties stādīšanas vietu, bet stādīšanas dziļumu un pēdas piespiešanas spēku nosaka dators, jo, veicot meža atjaunošanu, stādāmo agregātu var regulēt, izvēloties piemērotāko stādīšanas iestādīšanas dziļumu.

Augsnes mehāniskais sastāvs un zemsedzes biežums ietekmē apvērstās velēnas izmērus, attiecīgi pacila (mikropaaugstinājums) var būt 90–110 cm gara, 60–70 cm plata un 8–16 cm bieza. Izveidotā pacila ir blīvi saspiesta un kompakta, augsne ap ietvarstāda saknēm tiek blīvi piespiesta ar hidrauliski vadāmu piespiedējkēpu. Sagatavojot stādvieta, iekārta apvērs velēnu, veidojot pacilu. Somijā parasti ietvarstādus stāda



Foto: Dagnija Lazdiņa

▲ Kociņam stādīvietā tiek nodrošināts optimāls barības vielu daudzums un mitruma režīms.

pacilas vidū, bet iekārtas tehniskās iespējas atļauj izvēlēties citu stādvieta, piemēram, pacilas malā pie bedrites («uz tiltiņa»), neapstrādātā augsnē un vietās, kur noņemta velēna. Ekskavatoru vai harvesteru papildus aprīko ar platformām, uz kurām iespējams novietot kastes ar rezerves stādiem.

Stādīšana uz pacilas

Pa atsegtu minerālaugnes slāni nelabprāt pārvietojas smecernieki, skuju koku kaitēkļi, kuri jaunajiem iestādītajiem kociņiem parasti apgrauž mizu ap sakņu kaklu. Šogad atsevišķi šādi bojājumi konstatēti tikai priedēm lānā.

Uz pacilas parasti stāda mitrās vietās, tomēr stādīšanai uz paaugstinājuma ir vairākas priekšrocības arī sausākos augšanas apstākļos – stādam ir lielāka barības vielu rezerve, paaugstinājums ātrāk sasilst, attiecīgi, stāds sāk augt ātrāk, uz paaugstinājuma ir mazāka nezāļu konkurence. Izzūstot pacilas virspusē esošajam plānajam minerālaugnes slānim, pietiekošs mitrums saglabājas atgāztajā velēnā un zem tās. Protams, pastāv risks, ka sausā vasarā stādi var iežūt, kas tika novērots lānā ierīkotajos izmēģinājumos, to-



Foto: Dagnija Lazdiņa

▲ Uz ekskavatora montēta Bracke P11a darbībā.

mēr rudenī mehanizēti stādītājā un pavasarī ar disku frēzēm sagatavotajā platībā 2008. gada beigās stādījumu kvalitāte būtiski neatšķiras.

Ilgstoša pieredze un pētījumi rāda, ka eglei mitrā augsnē vispiemērotākā stādvieta ir mikropaaugstinājums – atgāzta velēna joslas vai atsevišķu pacilu veidā. Latvijas apstākļos iekārta Bracke P11a būtu ļoti piemērota mehanizētās stādīšanas veikšanai, atjaunojot egļu audzes uz mitrām un nepietiekoši nosusinātām minerālaugsnēm. Labāki rezultāti iegūti damaksnī, kur mehanizēti stādītājā platībā saglabājušies 98% priežu un 97% egļu stādi, kamēr stādījumā vagās saglabājušies 96% stādu, tātad rezultāti būtiski neatšķiras. Jāatzīmē, ka uz pacilām stādītajiem stādiem veidojās lielāka jauno sakniņu un skuju masa. Šī gada sausajā pavasarī mālainā augsnē uz pacilām ierīkotais bērzu stādījums daļēji iekalta, kā rezultātā vagā stādītajos bērzos, kur labāks nodrošinājums ar mitrumu, izkritums ir par 7% mazāks.

Stādvieta izvietojums un kopšana

Ar iekārtu Bracke P11a stādvieta platībā tiek izvietotas neregulāri. Šāds kociņu izvietojums var apgrūtināt stādījumu agrotehnisko kopšanu, it īpaši auglīgos izcirtumos, kur lakstaugi mēdz pāraugt priedītes un

egļītes. Pateicoties ap stādvieta sablīvētai minerālaugsnē, aizzēlums vismaz 30 cm rādiusā ap stādvieta ir mazāks. Tomēr šādā platībā, salīdzinot ar regulāru rindu stādījumu, strādniekam darbojoties ar motorinstrumentu, sākotnēji ir grūtāk pamanīt kociņus. Somijas apstākļos šādi ierīkotos egles stādījumos kopšanu pirmos trīs gadus var neveikt. Latvijā, veicot kopšanu lāna meža tipā, strādniekam uz pacilas stādīto stādu bija vieglāk ievērot un nenoplaut, nekā vagā paslēpušos un noņņot, kaut gan stādvieta izvietotas šķietami neregulāri.

Stādīšanas izmaksas

Meža atjaunošanas izmaksas aprēķinātas iekļaujot iekārtas un bāzes mašīnas amortizācijas izdevumus un nolietojumu. 2007. gada veiktajā aprēķinā pieņemts, ka 1000 ietvarstādu cena ir 103 LVL un iekārta tiek nodarbināta 8 stundas dienā.

Stādot 3000 stādus/ha, izmaksas ir 989 LVL, stādot 2000 stādus/ha – 655 LVL, stādot 1000 stādus/ha – 375 LVL.

Egļu, bērzu, melnalkšņu un apšu plantāciju mežu uzskata par ieaudzētu, ja tajā ir 800 kociņu/ha. Stādot 800 stādus/ha, ierīkošanas izmaksas ir 314 LVL. Veicot stādīšanu divās maiņās, izmaksas ir par 15% mazākas, jo tiek efektīvāk izmantota tehnika.

Mechanized planting in Latvia – preliminary results



Results of the pilot studies implemented in 2007 by LSFRI Silava in cooperation with SIA INTRAC Latvija and Bracke Forest AB

Andis Lazdiņš, Dagnija Lazdiņa, Kaspars Liepiņš, Agris Zimelis

LSFRI Silava, Riga street 111, Salaspils LV-2169

Phone: +37126595586, Fax: +37167901359

E-mail: andis.lazdins@silava.lv

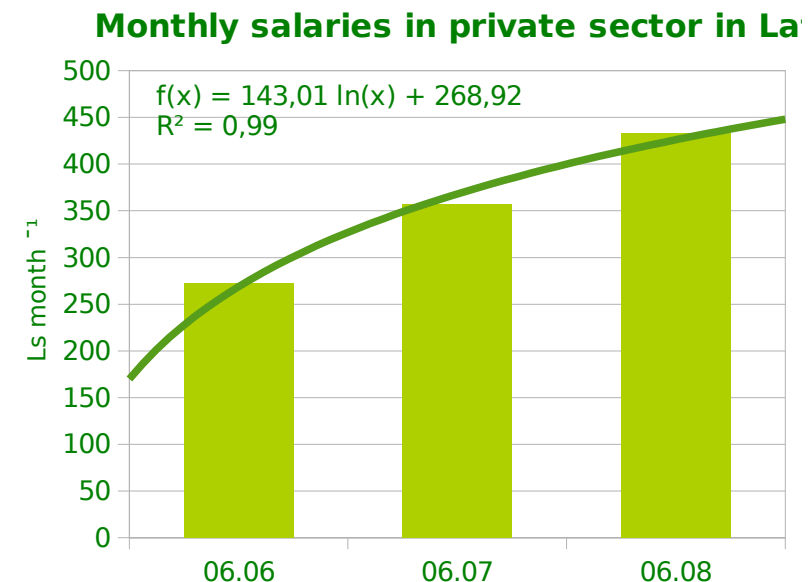


MEŽA
ATTĪSTĪBAS
FONDS

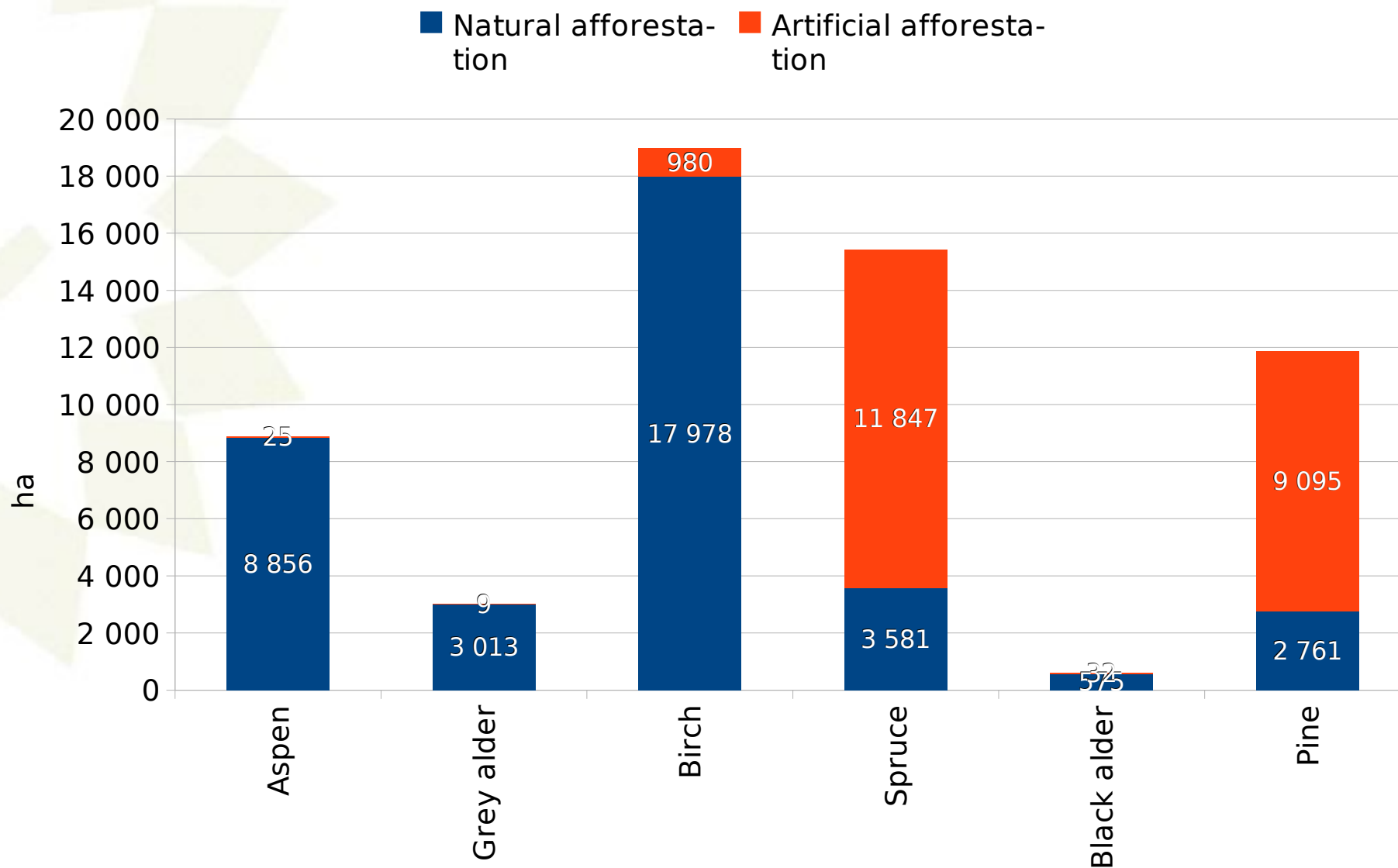
Background information



- Artificial forest regeneration in Latvia in 2006:
 - 11 th.ha (37% of total afforested area), including 7,3 th.ha in state forests and 3,7 th.ha in private forests;
 - container seedlings were used in 4 th.ha, including 2,2 th.ha with pine, 1,1 th.ha - spruce and 0,7 th.ha with birch;
 - a rate of afforestation is improving, but it is still insufficient - area of clear-cuts in 2006 was 39,6 th.ha (except sanitary clear-cuts), but afforested area was 29,5 th.ha.
- Main problems hampering afforestation of clear-cuts are:
 - growing costs of afforestation (generally because of high share of salaries) and reducing availability of qualified workers;
 - inefficient technical and organizational solutions of the forest regeneration.



Afforestation in Latvia in 2006



Target of the study



- Estimation of the potential to increase efficiency of the artificial forest regeneration, using combined soil preparation and container seedlings planting technology.
- The key activities of the study are:
 - evaluation of experience of mechanized seedling and planting of container seedlings;
 - estimation of productivity and working quality of Bracke P11.a discrete planting head in different soil conditions;
 - estimation of prime costs of the forest regeneration using the Bracke P11a planting head.



Materials and methods



- The base machine and the planting head:
 - Daewoo 155CLV excavator, with length of the boom 7,8 m;
 - Bracke P11.a planting head (*6 years old and 1 mill. of plantings*) with 72 Ø 60 mm planting tubes in the cassette;
 - operator was familiar with the machine and experienced in forest planting;
- Planting sites and methods:
 - planting time – late autumn (*13.10.-16.10.2007.*);
 - sandy (*pine*), silt (*spruce*) and agricultural clay soil (*birch*);
 - normal planting on top of mound, other methods – on a “*bridge*” and a *hollow*;
 - planting density – 2,5-3 th.ha, depending from specie (the operator used to *planting density of 1,6-1,8 th.ha*);
- Time studies and cost model:
 - 7 operations (*driving, boom manipulations, mounding, planting, refilling, other work and non-work operations*) accounted with Allegro CX PC and SDI software;
 - prime costs calculated on the base of the machine costs, taking in average size of the clear-cut areas and distance between them.

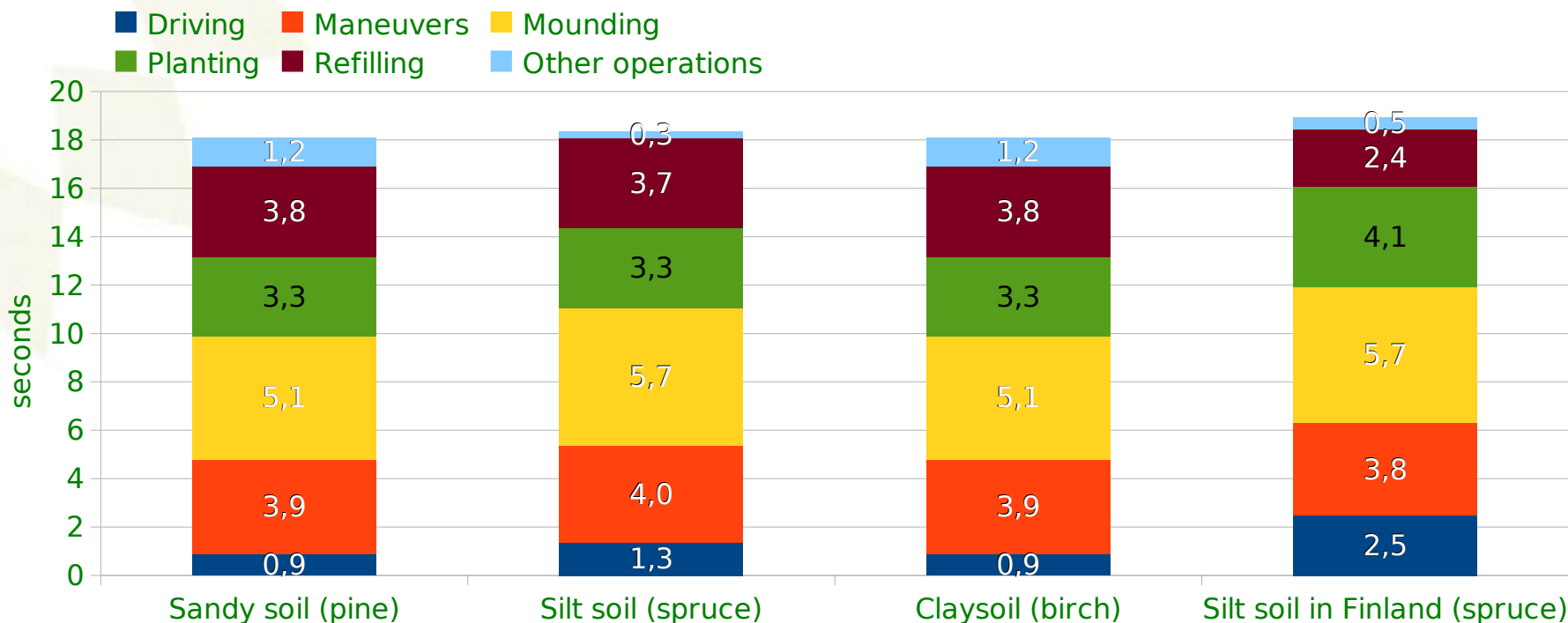
Bracke P11.a



Results of productivity study



Planting conditions	Number of planting per effective hour	Number of plantings per working hour
Sand (<i>pine</i>)	199	187
Silt (<i>spruce</i>)	195	178
Clay (<i>birch</i>)	199	186
Stony silt in Finland (<i>spruce</i>)	190	171



Corrected productivity results



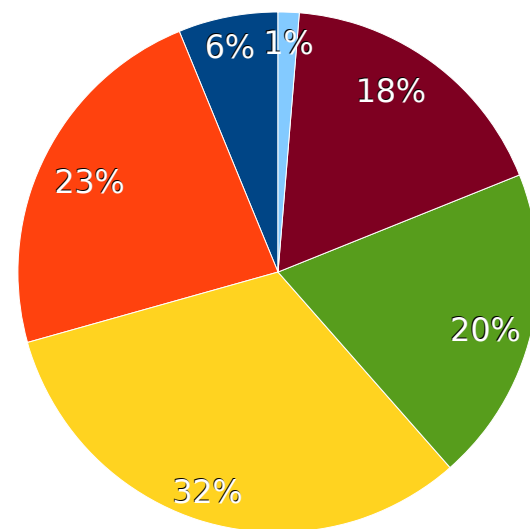
- Refilling time were corrected accordingly to the most common refilling time in Latvian conditions:
 - accordingly to corrected productivity data 195-197 can be planted within a working hour and 207-210 seedlings - within efficient hour;
 - excessive planting cycles 1,1-1,9% of the total planting time

Factors affecting the productivity:

soil conditions aren't affecting the productivity significantly, except clay soils were large pieces of soil or even a whole mound sticks to the plough increasing time spent for other operations (*mostly cleaning*);
equal effect of the productivity has slash in strip roads (*pine area*), which has to be compacted to plant necessary number of seedlings (*3 th.ha*)
significant number of left over *seed trees* and *ecological trees* increases driving and manoeuvring time.

Distribution of the effective working

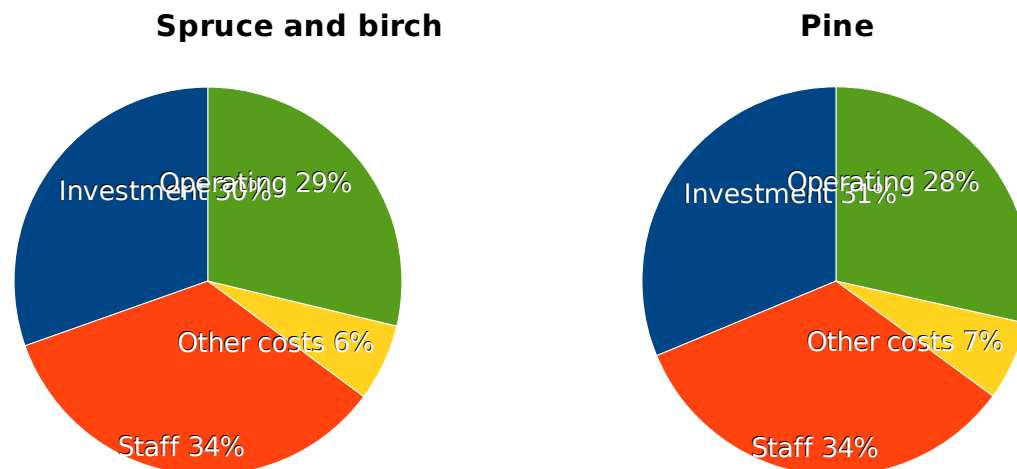
■ Driving ■ Maneuver ■ Mounding
■ Planting ■ Refilling ■ Other



Results of the prime costs calculations



- Planting density and machine load are the most significant factors affecting costs:
 - planting of birch on agricultural lands (*density 2000 plants ha⁻¹*) costs 0,50 € per seedling (*991 € ha⁻¹*), including planting material – 331 €;
 - planting of spruce with the same density costs 0,48 € per seedling (*974 € ha⁻¹*), including planting material – 294 €;
 - planting of pine (*density 3000 plants ha⁻¹*) costs 0,47 € per seedling (*1413 € ha⁻¹*), including planting material – 441 €;
- Structure of the prime costs of planting:



Opportunities to reduce mechanized planting costs



- Organization of work:
 - switching to two shifts operation would reduce costs by 15%;
 - payback of the fuel excise-duty (*like in agriculture*) would reduce costs by 12%;
- Afforestation requirements:
 - reduction of number of trees to minimum requested by regulations in plantation forests would reduce costs of planting in case of spruce by 58%, birch – 37%, and pine 62% in compare to requirements for natural forests;
- What has to be done:
 - more research is necessary to evaluate silvicultural effect (*survival and growth rate of seedlings*) of the mechanized forest regeneration using Bracke P11.a or relevant units;
 - another issue is after-care of the stands, which becomes more complicated in case of “discrete” planting in contrast to ordered planting.

Another opportunity – M-planter

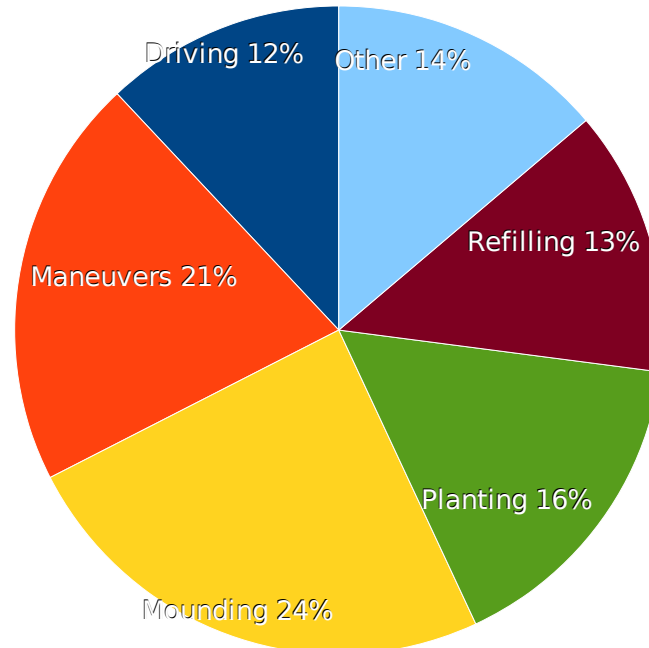


- Results of time studies in Latvia (2008):

- productivity – 239-284 seedlings per efficient working hour (20-44% more than with *Bracke P11.a*);
- single or repeated planting – 12,9%;
- better quality of mounds because of shape of the plough.



Distribution of the efficient working



Conclusions



- Bracke P11.a can fulfil the national forest regeneration requirements.
- Broader shovel with boards is necessary in clay soils to make lower and wider mounds. Bigger planting material is recommended as well in case of birch.
- Substrate of the container seedlings should be compact, with well developed root system and without weeds and mosses, causing clogging of the feeding system.
- Planting costs in Latvia using Bracke P11.a unit at the same planting density (1700 plants ha⁻¹) would be less than in Finland, because of higher average productivity.
- Silvicultural research work is needed to estimate real benefits from the mechanized planting.

Thank you for your attention!



Andis Lazdiņš, Dagnija Lazdiņa, Kaspars Liepiņš, Agris Zimelis

LSFRI Silava, Riga street 111, Salaspils LV-2169

Phone: +37126595586, Fax: +37167901359

E-mail: andis.lazdins@silava.lv



Latvijas Valsts Mežzinātnes institūts "Silava"
Rīgas iela 111
Salaspils, LV-2169