

PĒTĪJUMA REZULTĀTU ATSKAITE

IZPILDES LAIKS: 16.03.2012-06.12.2012

PROJEKTA NR.: 5.5-9.1-006L-200-12-49

PROJEKTA NOSAUKUMS: AUGSNES SAGATAVOŠANAS VEIDA IZVĒLES
SLAPJAIŅOS, KŪDREŅOS UN ĀREŅOS TEORĒTISKAIS
PAMATOJUMS, DARBU RAŽĪGUMA UN PAŠIZMAKSAS
IZPĒTE

REDAKCIJA 2012.R02

PROJEKTA VADĪTĀJS:

Dagnija Lazdiņa

KOPSAVILKUMS

Pārskats par augsnes gatavošanas darba ražīgumu un pašizmaksu, veicot augsnes sagatavošanu ar standarta ekskavatora kausu un specializētiem pacilu gatavošanas kausiem Karl-Oskar un MPV-600 projekta „Augsnes sagatavošanas veida izvēles slāpjaņos, kūdreņos un āreņos teorētiskais pamatojums, darbu ražīguma un pašizmaksas izpēte” ietvaros.

Pasūtījuma mērķis veikt pētījumus par meža atjaunošanas darbu - augsnes sagatavošanu pacilu veidā, izpildes darba ražīgumu un pašizmaksu slāpjaņos meža tipos (Ks, As, Vrs); apkopot informāciju par meža atjaunošanās kvalitāti un koku augšanas gaitu skuju koku audzēs atkarībā no augsnes sagatavošanas veida. Pētījuma mērķis ir noskaidrot kāpurķēžu ekskavatoru un dažādu kausu pielietošanas iespējas augsnes gatavošanā kūdreņos, āreņos un slāpjaņos, kur riteņtraktoru pielietošana ir apgrūtināta vai neiespējama.

Gala rezultāts - atbilstoši Pasūtītāja norādītajiem darba uzdevumiem, laika grafikam un kvalitātei noteikts:

- meža augsnes sagatavošanas darba ražīgums un pašizmaksa, gatavojot pacilas ar ekskavatoru, kas aprīkots ar platu standarta kausu vai speciāli pacilu veidošanai paredzētu ierīci -kausu;
- noteikts darba ražīgums un pašizmaksa dažādās darbu izpildes grūtības pakāpēs – As, Ks un Vrs meža tipos;
- sniegti ieteikumi par Latvijas apstākļos izmantojamiem agregātiem un tehniku;
- projekta gala atskaite, kas ietver zinātniskās literatūras apskatu par meža atjaunošanas kvalitāti un koku augšanas gaitu atkarībā no izvēlēta augsnes sagatavošanas veida tuvējās valstīs ar līdzīgiem meža augšanas apstākļiem.

Nodevumi:

1. Zinātniskās literatūras apskats par meža atjaunošanas kvalitāti un koku augšanas gaitu atkarībā no izmantotā augsnes sagatavošanas veida ar tajā iekļautiem atjaunošanās aspektiem tuvējās valstīs ar līdzīgiem augšanas apstākļiem, kā arī ieteikumiem par augsnes gatavošanai izmantojamiem agregātiem un tehniku.

2. Uz darba stundas (motorstundas) izmaksu aprēķiniem balstīts pašizmaksas modelis, ar kura palīdzību novērtēt augsnes gatavošanas pašizmaksu, atkarībā no augšanas apstākļiem, stādīšanas biežuma un izmantotās tehnikas veida.

3. Augsnes sagatavošanas kvalitātes apraksts:

- a. pārskats par augsnes pretestības un mitruma rādītājiem uz pacilām tūlīt pēc augsnes sagatavošanas, atkarībā no augšanas apstākļiem un augsnes sagatavošanas sezonas.
- b. pārskats par stādvieta skaitu, izmēriem un izvietojumu audzē, atkarībā no augšanas apstākļiem un augsnes sagatavošanas sezonas.

4. Ieteikumi Latvijas apstākļiem piemērotāko tehnoloģiju, agregātu un tehnikas izvēlei un ierosinājumi augsnes sagatavošanas kvalitātes normatīvu precizēšanai.

Pārskatā - atskaitē ietverta informācija par augsnes gatavošanas ar abām iekārtām darba ražīgumu un pašizmaksu atbilstoši lauka izmēģinājumos Lubānas novadā 2012. gada pavasarī (maijā) un rudenī (oktobrī) veikto izmēģinājumu rezultātiem. Augsnes gatavošanas pašizmaksas aprēķinos un sistēmas analīzē izmantoti līgumpētījuma "Mežizstrādes tehnikas, meža kopšanas un atjaunošanas darba ražīguma pētījumi biokurināmā sagatavošanas un meža atjaunošanas izmaksu novērtēšanai" ietvaros iegūtie dati, kā arī meža un būvtehnikas piegādātāju sniegtā informācija par iekārtu uzturēšanas izmaksām.

Pašizmaksas aprēķinos izmantoti vidējie darba ražīguma dati. Lai novērtētu dažādu faktoru ietekmi uz augsnes sagatavošanas izmaksām, veikta ražošanas izmaksu jutības analīze, mainot dažādus ar darba apstākļiem saistītus ievades datus, t.sk. degvielas cenu un sagatavojamo stādvieta skaitu uz platības vienību. Rudenī iegūtie darba ražīguma rādītāji salīdzināti ar 2012. gada pavasarī iegūtajiem datiem. Uzskaitīti pagaidām neskaidrie un turpmāk pētāmie jautājumi.

Projekta izpildē iesaistītais personāls:

- Dagnija Lazdiņa – projekta vadītāja, datu apkopošana un atskaites sagatavošana,
- Kaspars Liepiņš – platību atlase, Latvijā iepriekšējos gados ierīkoto mehanizēto stādījumu apskates organizēšana,
- Andis Lazdiņš – augsnes sagatavošanas darbu produktivitātes un pašizmaksas analīze, iespējamo CO₂ emisiju bilances analīze,
- Andis Bārdulis - platību, kokaugu uzmērījumi un augsnes penetrācija,
- Agris Zimelis – augsnes sagatavošanas hronometrāžas,
- Jānis Liepiņš – platību marķēšana,
- Kristaps Makovskis – augsnes sagatavošanas darbu hronometrāžas, platību, kokaugu uzmērījumi un augsnes penetrācija,
- Andris Sladzevskis – augsnes sagatavošanas darbu hronometrāžas,
- Uldis Prindulis – platību, kokaugu uzmērījumi un augsnes penetrācija
- Aldis Butlers – platību, kokaugu uzmērījumi un augsnes penetrācija.

SATURS

Ievads.....	7
Meža atjaunošanas paņēmienu efektivitātes salīdzinošs apraksts, pēdējo gadu publikācijas un Latvijā iepriekš veikti pētījumi.....	9
Ievads.....	9
Augsnes sagatavošanas veida ietekme uz stādījumu saglabāšanos	11
Pacilu izmēru izmaiņas.....	13
Mežsaimniecisko darbību Latvijā pašizmaksas salīdzinājums audzēs kas ierīkotas stādot vagās un uz pacilām.....	14
Ekoloģiskie aspekti un mežaudzes augšanas gaita.....	17
Slimības un kaitēkļi.....	17
Mežaudzes augšanas gaita.....	19
Darba metodika.....	22
Pētījumu objektu raksturojums.....	22
Izmēģinājumos izmantotā tehnika.....	25
Darba uzdevums ekskavatora operatoram.....	26
Darba laika uzskaites metodika.....	28
Pieņēmumi ražošanas pašizmaksas novērtēšanai.....	28
Rezultāti un to analīze.....	30
Darba ražīguma analīzes rezultāti.....	30
Darba ražīguma izmaiņas izmēģinājumu gaitā.....	38
Pašizmaksas analīzes rezultāti.....	41
Augsnes sagatavošanas kvalitāte.....	45
Pacilu sablīvējums un mitrums.....	45
Pacilu augsnes pretestības izmaiņas laikā.....	47
Sagatavoto stādvieta skaits.....	49
Pavasārī veikto stādījumu saglabāšanās.....	52
Augsnes sagatavošanas veida ietekme uz vidi.....	54
Skarifikācija un izveidoto pacilu izmēri.....	55
Ainaviskie aspekti un ūdens režīms.....	60
CO ₂ emisijas.....	62
Secinājumi	64
Literatūra.....	67
Pielikumi	
1. Pielikums. Pašizmaksas aprēķinu modeļi	
2. Pielikums. Augsnes pretestības mērījumu kopsavilkums	
3. Pielikums. Seminārā sniegtā starpziņojuma prezentācija	
4. Pielikums. Pētījuma laikā hronometrito platību shēmas	

TABULAS

Tab. 1: Somijas zinātnieku pētījumi par stādījumu saglabāšanos 5 gadus pēc egļu meža atjaunošanas Saarinen, 2007.....	11
Tab. 2: Diskrētās darbības ietvarstādu stādāmās ierīces Bracke P11.a veidoto mikropaaugstinājumu – stādvieta izmēru dinamika 2007.-2008. gadā. 14	
Tab. 3: Meža atjaunošanas pašizmaksas analīzes koriģētie rezultāti, strādājot vienā maiņā (Lazdina 2008).....	16
Tab. 4: Meža atjaunošanas izmaksas un paredzamie ienākumi no kopšanas cirtēm, audzēs, kur augsnes sagatavošana veikta joslās vai sagatavojot pacilas (pēc Uotila et al. 2010).....	17
Tab. 5: Somijas zinātnieku pētījumi par stādījumu attīstību 5 gadus pēc egļu meža atjaunošanas Saarinen, 2007.....	20
Tab. 6: Izmēģinājumu platību raksturojums.....	24
Tab. 7: Darba laika elementi un citi rādītāji.....	28
Tab. 8: Pieņēmumi ražošanas izmaksu aprēķiniem.....	28
Tab. 9: Darba laika patēriņš rudens darbalaika uzskaitē uz 1 stādvieta, centimīnutes.....	32
Tab. 10: Darba laika patēriņš (produktīvās stundas ha ⁻¹), neskaitot iebraukšanu un izbraukšanu no cīrsmas.....	34
Tab. 11: Darba laika patēriņš (produktīvās stundas ha ⁻¹ , gatavojot 1600 stādvieta ha ⁻¹), neskaitot iebraukšanu un izbraukšanu no cīrsmas.....	35
Tab. 12: Darba laika patēriņš (produktīvās stundas) iebraukšanai un izbraukšanai no cīrsmas.....	36
Tab. 13: Darba laika patēriņš (produktīvās stundas ha ⁻¹ , gatavojot 1600 stādvieta ha ⁻¹), neskaitot iebraukšanu un izbraukšanu no cīrsmas un piespiešanas operāciju.....	37
Tab. 14: Darba laika patēriņš (produktīvās stundas ha ⁻¹ , gatavojot 1600 stādvieta ha ⁻¹), neskaitot iebraukšanu un izbraukšanu no cīrsmas, piespiešanas operāciju un tīrīšanas darbus.....	37
Tab. 15: Stādvieta produktīvajā stundā.....	38
Tab. 16: Vidējais darba laika patēriņš uz 1 stādvieta (cmin. stādvieta) un 1 ha dinamika izmēģinājumu gaitā.....	40
Tab. 17: Darba laika patēriņš uz 1 stādvieta (cmin. stādvieta) un 1 ha dinamika izmēģinājumu gaitā katrai iekārtai atsevišķi.....	40
Tab. 18: Augsnes sagatavošanas pašizmaksa bāzes scenārijā.....	42
Tab. 19: Augsnes sagatavošanas pašizmaksa, neveicot papildus pacilu piespiešanu.....	43
Tab. 20: Augsnes sagatavošanas pašizmaksa, neveicot papildus pacilu piespiešanu un neattīrot stādvieta.....	43
Tab. 21: Pavasarī un rudenī sagatavoto pacilu augsnes pretestības uz pacilām, nedēļu pēc augsnes sagatavošanas mērījumu rezultātu kopsavilkums.....	46
Tab. 22: Izmēģinājumu platības uzmērītais stādvieta skaits.....	51
Tab. 23: Apstādīto pacilu un pieaugumus veidojušo koku vidējie dati izteikti procentos - sadalījumā pa sugām, meža tipi un augsnes sagatavošanai izmantotajiem kausiem 2012. gada pavasarī veiktajos stādījumos visās izmēģinājuma platībās.....	52
Tab. 24: Ar dažādām ierīcēm pavasara un rudens sezonā sagatavoto pacilu izmēru uzmērījumu apkopojums.....	55
Tab. 25: Oglekļa emisijas augsnes gatavošanas procesā, gatavojot 1600 stādvieta ha ⁻¹	62

ATTĒLI UN GRAFIKI

Att. 1: Ziemeļvalstīs populārie stādvieta sagatavošanas veidi (Foto Erkki Oksanen).....	9
Att. 2: Stādu ūdens uzņemšanas kapacitāte % atkarībā no stādvieta (pēc Orlander 1990).....	10
Att. 3: Dažādiem apstākļiem piemērotu stādvieta izvietojums uz apvērsta, trūdains velēnas pacilām (Orlander et al 1998).....	10
Att. 4: Stādījumu saglabāšanās Latvijā meža zemē veiktajos stādījumos (Lazdina 2008).....	12
Att. 5: Ar ekskavatoru gatavotu stādvieta veidu ietekme uz stādu salizturību.....	13
Att. 6: Mikropaaugstinājumiem uzmērīti parametri.....	13
Att. 7: Viena stāda iestādīšanai nepieciešamo darba etapu ilgums (Lazdina 2007).....	15
Att. 8: Bracke P11.a darba ražīgums Eo (Saarinen 2007, Lazdina 2007).....	15
Att. 9: Mehanizētās un manuālās meža atjaunošanas pašizmaksa Somijā(Saarinen 2007).....	16
Att. 10: Smecernieku bojātu audžu īpatsvars atkarībā no stādvieta sagatavošanas veida un stādvieta attāluma no neskartās zemsedzes (Timo Saks 2008).....	18
Att. 11: Smecernieka bojājumi priežu stādījumā atkarībā no stādvieta un stādmateriāla apstrādes veida (Orlander et al., 1990).....	18
Att. 12: Somijas apstākļos pavasarī, tūlīt pēc kailcirtes un vienu sezonu nogaidot, ierīkoti egļu stādījumi pirmās veģetācijas sezonas beigās rudenī (Saks 2008).....	19
Att. 13: Priežu kultūru augšanas gaita 20.gs.30-60 gados (augstumi stādījumiem uz uzbērumiem parādīti ar nepārtrauktu līniju, ar treknāku līniju apzīmējot 600 lielāko koku augstumu).....	20
Att. 14: Izmēģinājumu platības 513. kvartālā pavasarī.....	22
Att. 15: Izmēģinājumu objektu izvietojums.....	22
Att. 16: Izmēģinājumu objekti slāpajā vēri (Vrs).....	23
Att. 17: Izmēģinājumu ierīkošanas dizains.....	23
Att. 18: 513.un 194. kv. 2012. gada oktobrī.....	24
Att. 19: Ekskavators New Holland E165.....	25
Att. 20: Standarta ekskavatora kauss un MPV-600.....	26
Att. 21: Karl-Oskar MBA-800 kauss.....	26
Att. 22: Augsnes gatavošanas – pacilu veidošanas shēma.....	27
Att. 23: Darba ražīguma salīdzinājums rudens izmēģinājumos.....	31
Att. 24: Darba laika elementu sadalījums, vidēji abām iekārtām.....	31
Att. 25: Regresijas vienādojumi darba ražīguma prognozēšanai.....	33
Att. 26: Darba laika patēriņa sakarība ar stādvieta skaitu.....	34
Att. 27: Darba laika elementu sadalījums rudens un pavasara izmēģinājumos.....	36
Att. 28: Darba laikā jāizvairās no kausa kustībām plašā amplitūdā.....	39
Att. 29: Pilnveidota MPV-600 kausa konstrukcija.....	39
Att. 30: Produktīvā darba laika patēriņš dinamika.....	41
Att. 31: Darba laika patēriņa izmaiņas laika gaitā, strādājot ar standarta ekskavatora kausu, Karl-Oskar un MPV-600 kausu.....	41
Att. 32: Darba ražīgums atkarībā no stādvieta skaita atbilstoši rudens izmēģinājumu rezultātiem.....	44
Att. 33: Stādvieta skaita ietekme uz augsnes sagatavošanas izmaksām.....	44
Att. 34: Degvielas cenas ietekme uz augsnes gatavošanas izmaksām.....	45
Att. 35: Augsnes pretestības uzmērījumu veikšana rudenī.....	45
Att. 36: Augsnes pretestības salīdzinājums 5-20 cm dziļumā.....	47
Att. 37: Pavasarī pirmajā ciklā sagatavoto pacilu augsnes pretestības atkārtoto uzmērījumu vidējo datu salīdzinājums rudenī un pavasarī.....	48
Att. 38: Pavasarī, pirmajā ciklā (I), sagatavoto pacilu augsnes pretestības salīdzinājums rudenī un pavasarī šaurlapju kūdreņos, slāpajā vēri un šaurlapju āreņos.....	49
Att. 39: Sagatavoto stādvieta skaits 25m2 uzskaites laukumos starp zaru ceļiem.....	49
Att. 40: Pavasara sezonā ierīkoto stādījumu saglabāšanās.....	53
Att. 41: Ar kausu veidotas ievalkas (foto Erkki Oksanen).....	53
Att. 42: Pavasarī iestādīto kociņu pieaugumi.....	54
Att. 43: Ar dažādām ierīcēm šaurlapju kūdreņi sagatavotas pacilas pavasarī un rudenī.....	56
Att. 44: 50 cm plata kausa veidotās pacilas un mikropadziļinājuma sānskats un projekcija, veidojot no vienas bedrītes vienu stādvieta.....	57
Att. 45: 50 cm plata kausa veidotās pacilas un mikropadziļinājuma sānskats un projekcija, veidojot no vienas bedrītes divas stādvieta.....	57
Att. 46: Mineralizētais laukums, atkarībā no izmantotās ierīces un stādvieta skaita uz ha, dažādos meža tipos.....	58
Att. 47: 2012. gada maijā ierīkoti aizzēlušies stādījumi – 2012. gada oktobrī.....	59
Att. 48: 2012. gada maijā ierīkoti mazaizzēlušie stādījumi – 2012. gada oktobrī.....	59
Att. 49: 2012. gada maijā izveidoto pacilu aizzēlums tā paša gada oktobrī – vidējie dati sadalījumā pa meža tipiem.....	60
Att. 50: Pacilas ar mikropadziļinājumiem un ievalkas.....	61

IEVADS

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

Kopš deviņdesmito gadu sākuma, Latvijā meža izcirtumos augsnes sagatavošana tiek veikta, galvenokārt, Ziemeļvalstīs ražotiem disku arkliem, kas ļauj vairākkārtīgi palielināt augsnes sagatavošanas darba ražīgumu un uzlabo meža atjaunošanas rezultātus atsevišķos meža tipos. Tomēr ne visos meža tipos ir iespējama sekmīga augsnes sagatavošana veidojot seklākas vai dziļākas vagas ar atgāztu velēnu. Grūtības sagādā ne tikai tehnikas pārvietošanās pārmitros meža tipos ar nenoturīgām augsnēm, bet arī piemērotas stādvieta izvēle, jo šādos apstākļos vagas strauji piepildās ar ūdeni, radot kociņu augšanai nelabvēlīgus apstākļus.

Viens no risinājumiem meža mākslīgās atjaunošanas tehnoloģijas pieejamības palielināšanai un meža atjaunošanas kvalitātes uzlabošanai auglīgos, bet slapjos, meža tipos uz minerālaugsnēm un kūdras augsnēm ir koku stādīšana uz pacilām, jeb mikropaaugstinājumiem. Prakse liecina, ka auglīgos meža tipos, it īpaši mitrās vietās, stādīšana uz pacilām dod labākus rezultātus un ļauj samazināt meža atjaunošanas kopējās izmaksas, jo koki aug ātrāk, veidojot simetriskāku sakņu sistēmu, un mākslīga to atēnošana, veicot agrotehnisko kopšanu, nepieciešama vēlāk un īsāku laika posmu. Stādīšana uz pacilām ir izplatītākais egļu audžu mākslīgās atjaunošanas veids Ziemeļvalstīs, kur šādās audzēs tiek stādīti 1500 -1800 koki uz hektāru. Skandināvijā veikto pētījumu rezultātā noskaidrots, ka *Myrtillus* meža tipos, ņemot vērā mežaudzes augšanas gaitu un kopšanas izdevumus, stādīšana uz pacilām ilgtermiņā atmaksājas, un ir ekonomiski izdevīgāka nekā augsnes sagatavošanas joslās, jau 26 gadus pēc mežaudzes atjaunošanas.

Mikropaaugstinājumu veidošanai izmantojami rotējoši (parasti trīsstūrveida) kupicotāji, kas līdzīgi kā disku arkli stiprinās uz meža traktora (skidera) vai pievedējtraktora kas mikropaaugstinājumus veido apvēršot un savelkot mazās kaudzītēs zemsedzi - augsnes virsējo kārtu, kā arī ekskavatori aprīkoti ar pielāgotiem vai pacilu sagatavošanai speciālizētiem kausiem, ar kuriem iespējams izveidot kompaktu mikropaaugstinājumu - pacilu.

Modernie kupicotāji spēj strādāt tikpat ātri kā disku arkli, taču Ziemeļvalstīs ražoto kupicotāju augsnes gatavošanas plātnes darba virsma ir par mazu pietiekoši liela mineralizēta laukuma izveidošanai un kupicotājs nenodrošina pietiekošu augsnes pieblīvēšanu, attiecīgi, ja cirsmā nav novākti zari, zem pacilām var veidoties gaisa kabatas, kas izraisa stādiņu izkalšanu. Lielākā daļa kupicotāju paredzēti izmantošanai ar meža traktoriem, kas ir smagi un dārgi, bet tajā pat laikā pietiekoši izturīgi, lai strādātu akmeņainās augsnēs un uz pauguru nogāzēm, kā tas nepieciešams Skandināvijas valstīs, bet nespēj pārvietoties pārmitrās platībās, kur augsni veido biezs trūdvielu slānis un ir nenoturīga grunts, kā tas ir Latvijā.

Veidojot pacilas ar ekskavatoru, izmantojot parastu vai pielāgotu kausu var sagatavot lielākas un kvalitatīvākas stādvieta, bez gaisa kabatām, bet mašīnas darba ražīgums ir vairākas reizes mazāks, nekā disku arkli un kupicotāju darba ražīgums; attiecīgi, augsnes sagatavošanas izmaksas – krietni lielākas. Kā iespējams sarežģījums turpmākā meža kopšanā Latvijas apstākļos var būt nevienmērīgais stādvieta izvietojums, kas var apgrūtināt stādvieta atrašanu veicot agrotehnisko kopšanu ļoti auglīgos meža tipos,

bet no ainaviskā viedokļa šis audzes vairāk līdzinās dabiskām mežaudzēm, jo stādi netiek izvietoti regulārās rindās, bet gan puslokos.

Latvijā jaunākie pētījumi par ekskavatoru izmantošanas iespējām meža atjaunošanā veikti 2007.-2009. gadā mehanizētās stādīšanas tehnoloģiju izmantošanas iespēju Latvijā izpētes ietvaros, kur vērtēta Bracke P35 a un M-planter produktivitāte. Līdz šim nav veikts stādīšanas uz ar ekskavatoru sagatavotām pacilām mežsaimnieciskā efekta novērtējums Latvijas mežos ilgākā laika periodā, kokaugu attīstība pētīta tikai pirmo trīs gadu laikā pēc platības atjaunošanas. Veicot pētījumus par meža atjaunošanu ar mehanizētās stādīšanas paņēmieni, kā arī apsekojot uz pacilām agrāk atjaunotās platības projektu "Mehанизētās ietvarstādu stādīšanas tehnoloģiju produktivitātes un kvalitātes pētījumi atjaunojamās meža platībās" un "Multifunkcionālas celmu izstrādes un augsnes pacilu sagatavošanas iekārtas prototipa izveidošana un testēšana" ietvaros, konstatēts, ka uz pacilām veidojas veselīgākas egļu audzes ar lielāku ieaugušos stādu īpatsvaru kā augsni sagatavojot vagās.

MEŽA ATJAUNOŠANAS PAŅĒMIENU EFEKTIVITĀTES SALĪDZINOŠS APRAKSTS, PĒDĒJO GADU PUBLIKĀCIJAS UN LATVIJĀ IEPRIEKŠ VEIKTI PĒTĪJUMI

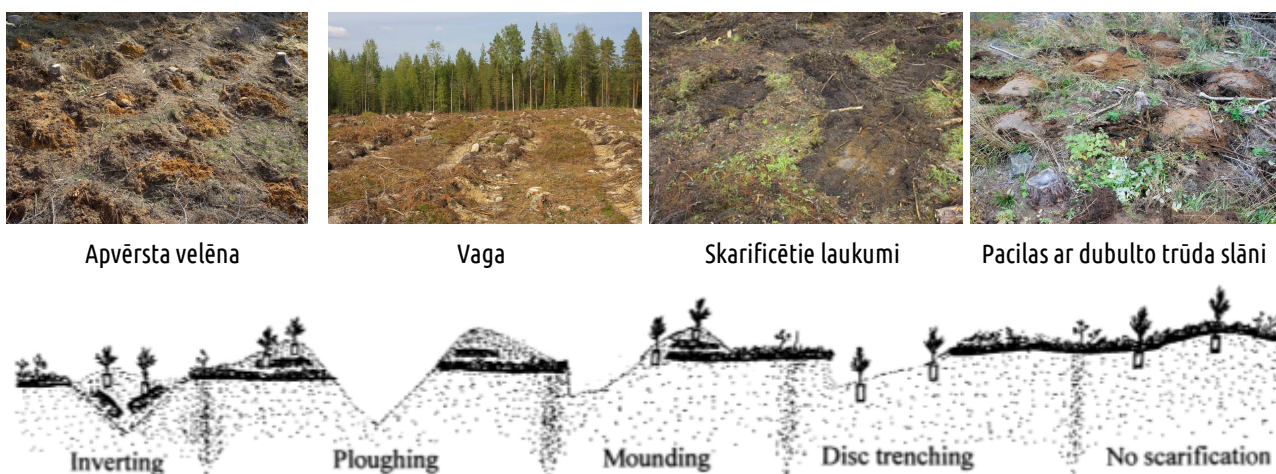
IEVADS

Pirmā pēc kailcirtes veicamā mežsaimnieciskā darbība un investīcija ir augsnes sagatavošana, tas ir viens no veidiem kā iespējams uzlabot vēlāk iestādīto vai iesējušos kociņu saglabāšanos un augšanu Boreālajos mežos.

Pazīstamākie augsnes sagatavošanas veidi ir:

- augsnes skarifikācija;
- dažāda dziļuma un platuma vāgu veidošana;
- **pacilu sagatavošana - atgāžot velēnu vai veidojot nelielus uzbērumus;**
- augsnes skarifikācija.

Somijā un Zviedrijā plaši tiek izmantoti četri augsnes sagatavošanas veidi – vāgas, skarifikācija, velēnas apvēršana un pacilas veidošana (Orlander et al 1998, Saksa 2008) (Att. 1).

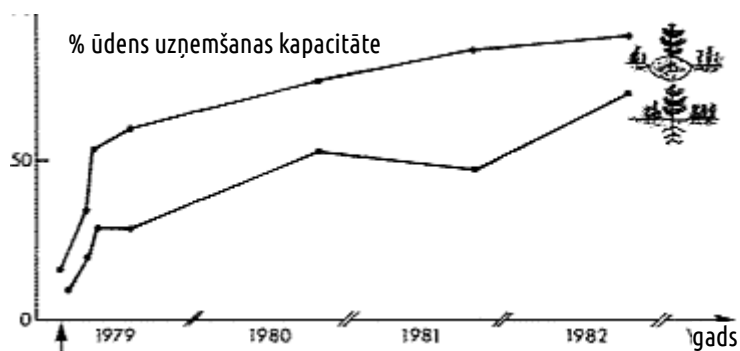


Att. 1: Ziemeļvalstīs populārie stādvieta sagatavošanas veidi (*Foto Erkki Oksanen*).

Zemsedzes noņemšana un augsnes atsegšana veicina dabisko meža atjaunošanās procesu, tai skaitā arī lapu koku sadīgšanu, kas egļu un priežu stādījumos vai sējumos nav vēlami, jo lapu koki nomāc lēnāk augošos skuju kokus, traucēdami to attīstību (Huuskonen 2008, Huuskonen et al., 2008). Somijā augsnes sagatavošana ar disku arkliem, aizvācot zemsedzes slāni un veidojot vāgas, tiek uzskatīta par mazāk intensīvu metodi, salīdzinot ar pacilu veidošanu (Saksa et al., 2005), iespējams tāpēc, ka pacilu veidošana ir laikietilpīgāka.

Pacilas tiek veidotas apvēršot velēnu, to iekšpusē veidojas dubults zemsedzes – trūda slānis. Stādvieta uz pacilām ar barības vielām bagātais humusa slānis nonāk saskarē ar stādīņa saknēm, bet salīdzinoši

nabadzīgākais minerālvielu slānis atrodas virspusē, aizkavējot trūdvielu slāņa sakaršanu un izžūšanu, tādā veidā stādam nodrošina labāku augu barošanās vielu nodrošinājumu. Salīdzinoši augstākais stādvieta uz pacilas novietojums nodrošina labāku apgaismojuma apstākļus un mazākas temperatūras svārstības diennakts laikā (Orlander et al 1998, Saksa et al., 2005, Nordborg et al. 2006, Soimasuo, 2007; Huuskonen et al., 2008). Autori Zviedrijā triju veģetācijas sezonu garumā veikuši pētījumus par temperatūru un mitruma režīmu dažādi sagatavotā augsnēs. Uz pacilām stādītie stādi atrodas augstāk, saules stari sasilina pacilu un temperatūra uz pacilas pavasarī ir vidēji par 1-2 °C augstāka nekā neskartajā daļā uz zemes, rudenī šīs atšķirības mazāk izteiktas. Arī apvērstajos skarificētajos laukumos vērojama tikpat augsta gada temperatūru summa, jo skarificētā daļa sasilst ātrāk, tomēr pacilām ir siltāka un attiecīgi sausāka viena virsma apmēram 10 cm dziļumā, kamēr dziļāk par 20 cm, kur trūdvielu slānis, tās tik ļoti nenasilst, tāpēc iekalšana mazāk izteikta. Pacilas, kas veidotas apvēršot velēnu, ir viena no mitruma ziņā noturīgākajām stādvieta (Att. 2), jo pirmajos divos gados nevienā no stādvieta uz, uz zemām pacilām, ar disku arkliem sagatavotajā un neskartajā augsnē, netika konstatēts kritisks augsnes mitrums, kamēr šāds kritisks līmenis tika sasniegts vairākas dienas gadā, gan vagas atbērtnē, gan skarificētajos laukumos, arī uz augstām pacilām, bet pēdējā ekstrēmi sausā vasarā kritiskas uz pacilām bija vien dažas dienas (Orlander et al., 1990, Orlander et al 1998).



Att. 2: Stādu ūdens uzņemšanas kapacitāte % atkarībā no stādvieta (pēc Orlander 1990).

Vairākās publikācijās tiek aprakstīts, ka pacilas rada priekšnosacījumus labākai egļu augšanai un attīstībai jebkurā eglei piemērotā meža tipā, bet priedes stādījumiem - pārmitrās vietās, kādas ir platības ar kūdrinām augsni un reljefa ieplakas (Orlander et al., 1990)(Att. 3).

Sausas platības ar augstu stādu iežūšanas risku	Sausieņu tips ar iežūšanas risku un zemu sala bojājumu risku	Sausieņu tips ar zemu iežūšanas un augstu sala bojājumu risku	Slāpju tips ar zemu iežūšanu un sala bojājumu risku

Att. 3: Dažādiem apstākļiem piemērotu stādvieta izvietojums uz apvērsta, trūdains velēnas pacilām (Orlander et al 1998).

Zviedrijā un Kanādā izdotajās rekomendācijās dažādiem augšanas apstākļiem piemērotāko stādvieta sagatavošanas veidu, tiek norādīts, ka Latvijā jau iepriekšējā gadsimta 30 gados K. Bušs un citi uzsvēruši pacilu priekšrocības kultūru atjaunošanai (Orlander et al., 1990, Sutton 1993). Stādīšanai uz paaugstinājuma ir vairākas priekšrocības arī normālos 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, jo veidos spēcīgu, vienādi attīstītu sakņu sistēmu (Bušs 1932; Katkevičs 1986).

Somijā privāto meža īpašnieku vidū populārs augsnes sagatavošanas veids ir velēnas apvēršana ar ekskavatora kausu. Šī paņēmiena priekšrocības ir nelielās izmaksas (stādot 1500-1800 koku uz ha) un daudzfunkcionāla aprīkojuma izmantošanas iespējas, vispirms veicot meliorācijas darbus, bet pēc tam, sagatavojot stādvieta. Operators var izraudzīties katra stādīņa iestādīšanai piemērotāko vietu, atkarībā no mitruma apstākļiem vai augsnes īpašībām, piemēram, vietā ar biezāku trūda slāni, ierakties dziļāk, lai nosegtu trūdu slāni ar minerālaugsnī (Örlander 2007; Soimasuo 2007). Nākošajā pavasarī, pēc velēnas sagulšanās, jau sagatavotā stādīvietā tiek veikta stādīšana ar rokām. Šādās vietās stādi arī mazāk cieš no nezāļu konkurences, tomēr sausās vasarās saglabājas izžūšanas risks. Jāatceras, ka uz pacilas parasti stāda mitrās vietās (Örlander 2007; Soimasuo 2007).

Stādot uz pacilām augusta mēnesī un vēlāk, labāk ieaugt stādi, kas kādu laiku auguši īsās dienas apstākļos (Luoranen et al., 2005). Stādvieta sagatavošanas kvalitāte visvairāk ietekmē maza izmēra stādus (Johansson et al., 2007), kādus ir vieglāk un ekonomiski izdevīgāk transportēt uz izcirtumiem. Uz pacilām vislabākos augšanas rādītājos uzrāda tieši maza izmēra stādi (Johansson et al., 2007).

Somijas apstākļos sagatavojot augsni pacilu veidā tiek mineralizēti 19% platības, kamēr veicot augsnes sagatavošanu ar disku arkliem jeb meža frēzi 27% no kopējās platības aizņem vagu mineralizētā joslas (Uotila et al. 2010).

AUGSNES SAGATAVOŠANAS VEIDA IETEKME UZ STĀDĪJUMU SAGLABĀŠANOS

Galvenie iemesli, kas izraisa stādu izkrišanu atjaunotajās platībās, ir sausums un nepietiekami piebļvēta augsne ap stādīņu, kad veidojas "gaiss kabatas". Ja pacila nav noskalota, ietvarstādi substrātā turas stingri. Ja, pavelkot aiz galotnes, stādu ir grūti izraut, stādīšanas kvalitāte bijusi laba (Mangalis, 2004).

Skandināvijas valstīs veiktajos pētījumos konstatēts, ka ar *Bracke P11.a* ierīkotie egļu stādījumi pēc saglabāšanās rādītājiem ir labāki, nekā ar rokām atjaunotās meža platības, pie kam platībās, kur izvāktas mežizstrādes atliekas novērojama labāka stādu saglabāšanās (Tab. 1). Šeit gan jāpiebilst, ka Somijā mehanizēti stāda tikai egli, bet priedi atjauno, galvenokārt, ar sēšanas paņēmieni vai, atstājot dabiskai apmežošanai. Lapu koku mehanizēta stādīšana netiek praktizēta.

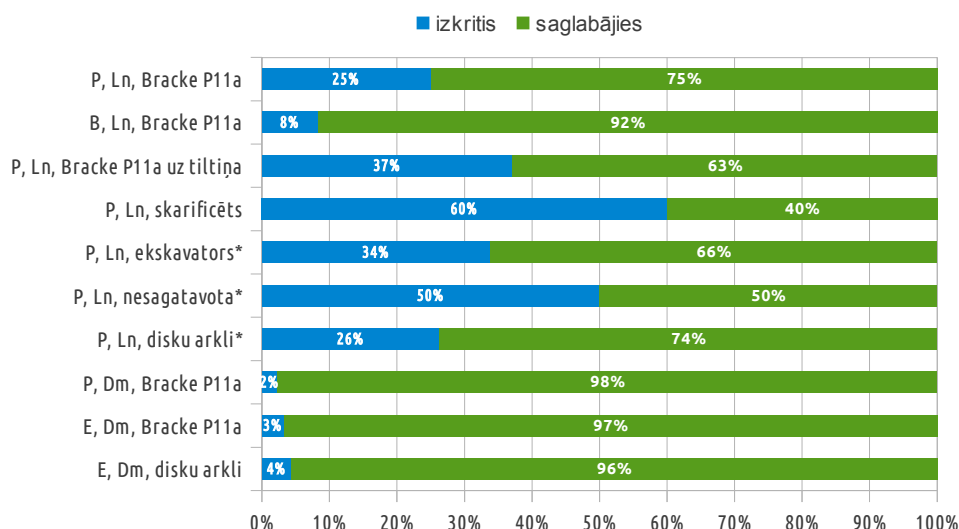
Tab. 1: Somijas zinātnieku pētījumi par stādījumu saglabāšanos 5 gadus pēc egļu meža atjaunošanas Saarinen, 2007

Augšanas apstākļi	Minerāl augsne				Nosusināts kūdrājs				Akmeņaina minerāl augsne			
	Bracke P11a		Stādīts ar rokām		Bracke P11a		Stādīts ar rokām		Bracke P11a		Stādīts ar rokām	
Izvāktas mežizstrādes atliekas	nē	jā	nē	jā	nē	jā	nē	jā	nē	jā	nē	jā
Saglabājušies kociņi,%	96	96	96	98	94	96	93	94	96	98	96	95

Zviedrijā, stādot priedi uz ar ekskavatora kausiem sagatavotām pacilām stādījumu saglabāšanās un variē ap 90% un ir vidēji ir tāda pati vai par 10 % labāka nekā ar disku arkliem sagatavotajās platībās. Labāka saglabāšanās slapajos meža tipos uz pacilām stādītājiem kociņiem (Orlander et al., 1990, Orlander et al 1998).

Latvijā iepriekš ierīkotajos izmēģinājumos ierīkoto stādījumu stādvieta izvietojums atbilda Ministru kabineta noteikumos, kas tobrīd regulēja meža atjaunošanu un mežaudžu un plantāciju mežu ierīkošanu (MK not. 398), noteiktam, 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. Uz pacilām stādīto koku saglabāšanās bija tikai nedaudz labāka (Att. 4).

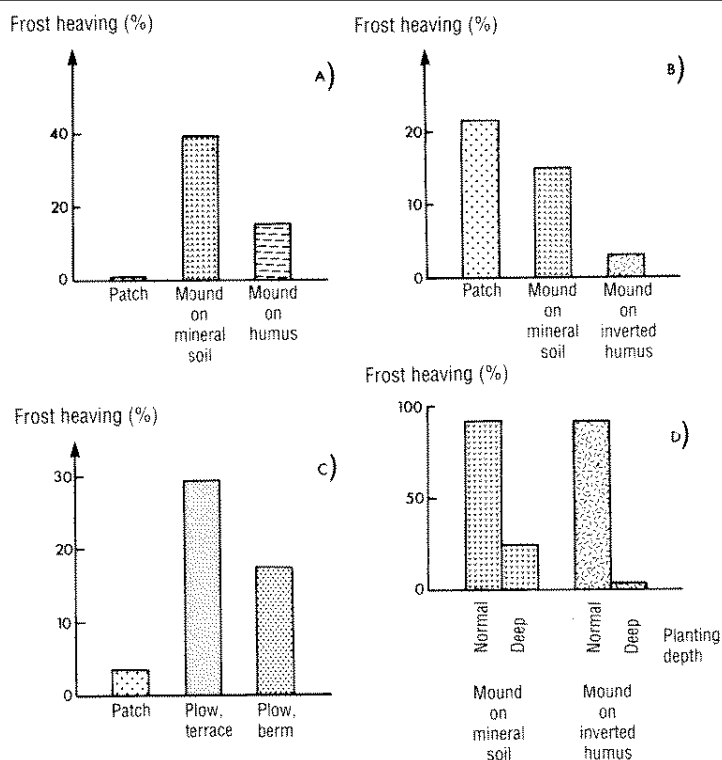


Att. 4: Stādījumu saglabāšanās Latvijā meža zemē veiktajos stādījumos (Lazdina 2008).

Priedes stādījumā lānā konstatēti tikai atsevišķi smecernieka skarti stādi, galvenais bojāejas iemesls bija nepietiekamais mitrums. Augsnes sagatavošanas ietekmi uz meža atjaunošanos var izvērtēt ilggadīgos novērojumos (Heiskanen et al., 2007). Pirmajā gadā iegūtie rezultāti, sekojot mehanizēti uz pacilām iestādīto kociņu augšanas gaitai, vērtējami piesardzīgi, jo šis bija vēlāis rudens stādījums, kas atstāja papildus negatīvu ietekmi uz iestādīto kociņu saglabāšanos. Vēlajos rudens stādījumos parasti saglabājas apmēram 75% stādījuma. 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 stādīņu izeaugšanos (Lazdina 2008).

Skarbās ziemās un agros pavasaros jaunie stādi mēdz ciest no sala bojājumiem. Vairāki autori norāda uz temperatūras režīma, kāds izveidojas uz pacilām, priekšrocībām, kas sekmē stādu saglabāšanos sala un salnu periodos (Orlander et al., 1990, Langvall et al., 2001).

Zviedrijā veiktos ilggadīgos pētījumos salīdzinot sala bojājumus ar ekskavatoru gatavotās augsnēs (Att. 5), konstatēts, ka visbiežāk sala bojājumi vērojami uz pacilām minerālaugsnes stādītiem egles kailsakņu stādiem (A), savukārt priedes ietvarstādiem visvairāk sala bojājumu uz apvērstām velēnām (B), stādījumi vagās no sala bojājumiem cieš salīdzinoši vairāk (C). Kā minerālaugsnēs tā organiskajās augsnēs mazāki sala bojājumi konstatēti uz pacilām dziļi iestādītajiem stādiem (D) (Orlander et al., 1990).



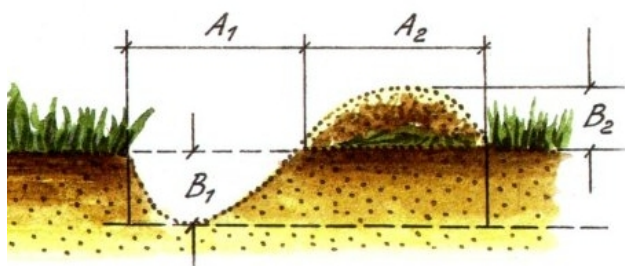
Att. 5: Ar ekskavatoru gatavotu stādvieta veidu ietekme uz stādu salizturību.

(Patch – apvērsta velēna, mound- pacila, plow - vāga)

Salīdzinoši mazāki sala bojājumi vērojami dziļi iestādītiem stādiem uz no apvērstas velēnas veidotām pacilām organiskās augsnes.

PACILU IZMĒRU IZMAIŅAS

Pacilu izmēru izmaiņas saistītas ar diviem faktoriem – augsnes mehānisko sastāvu un aizzēlumu. Vislielākās izmaiņas, analizējot pacilu izmērus pirmajā un otrajā sezonā Latvijas apstākļos ierīkotajos izmēģinājumos (Att. 6), konstatēts viegla mehāniska sastāva augsnēs lānā, kur gada laikā notika būtisks pacilu izmēru samazinājums.



A1 – atsegtās augsnes joslas garums
A2 – pacilas garums
B1 – veidotās bedrītes dziļums
B2 – pacilas augstums

Att. 6: Mikropaaugstinājumiem uzmērīti parametri.

Tas saistīts ar pacilas lielo sākotnējo platumu – tās malas veidoja salīdzinoši plāns smilšu slānis, kas noskalojās un zemsēdes augi izauga tam cauri, līdz ar to pacila kļuva šaurāka un īsāka, bet pacilas augstums nebija būtiski mainījies (Tab. 2).

Tab. 2: Diskrētās darbības ietvarstādu stādāmās ierīces *Bracke P11.a* veidoto mikropaaugstinājumu – stādvieta izmēru dinamika 2007.-2008. gadā

Pacilas izmēri	Lāns		Damaksnis		Mālaina lauksaimniecības zeme,	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	
2007. gads						
Garums, cm	100,5	± 7,5	91,9	± 1,8	93,2	± 9,9
Platums, cm	75,8	± 5,6	70	± 7,4	68,3	± 5,9
Augstums, cm	11,4	± 2,2	11,2	± 3,7	14,5	± 2,6
Laukums, dm ²	76,2	± 0,42	64,3	± 1,3	63,6	± 0,6
2008. gadā						
Garums, cm	73,5	± 2,5	57,0	± 1,7	69,8	± 12,2
Platums, cm	54,1	± 2,0	60,0	± 1,2	57,8	± 9,4
Augstums, cm	11,4	± 0,6	11,9	± 0,5	11,7	± 2,33
Laukums, dm ²	39,7	± 0,1	34,2	± 0,0	40,4	± 1,1
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 visaugstākās.

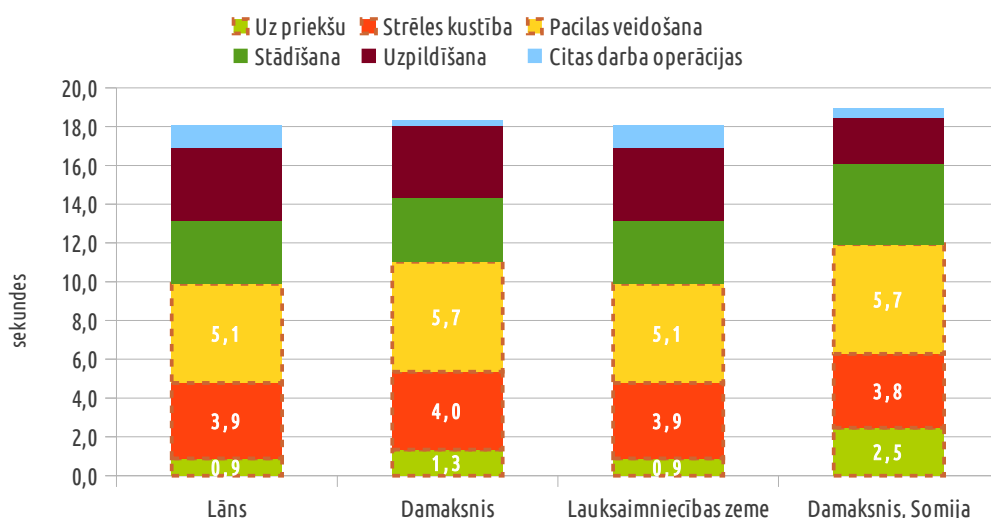
MEŽSAIMNIECISKO DARBĪBU LATVIJĀ PAŠIZMAKSAS SALĪDZINĀJUMS AUDZĒS KAS IERĪKOTAS STĀDOT VAGĀS UN UZ PACILĀM

Latvijā līdz šim ekskavatoru izmantošanas meža atjaunošanā pētītas pārbaudot mehanizēto stādīšanu iekārtu ražību Zviedrijā izgatavotajai ierīcei Bracke P11a un Somijā konstruētajam M- planter (Lazdina 2007). Nav pārbaudītas Risutec¹ stādāmo mašīnu izmantošanas iespējas Latvijā.

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

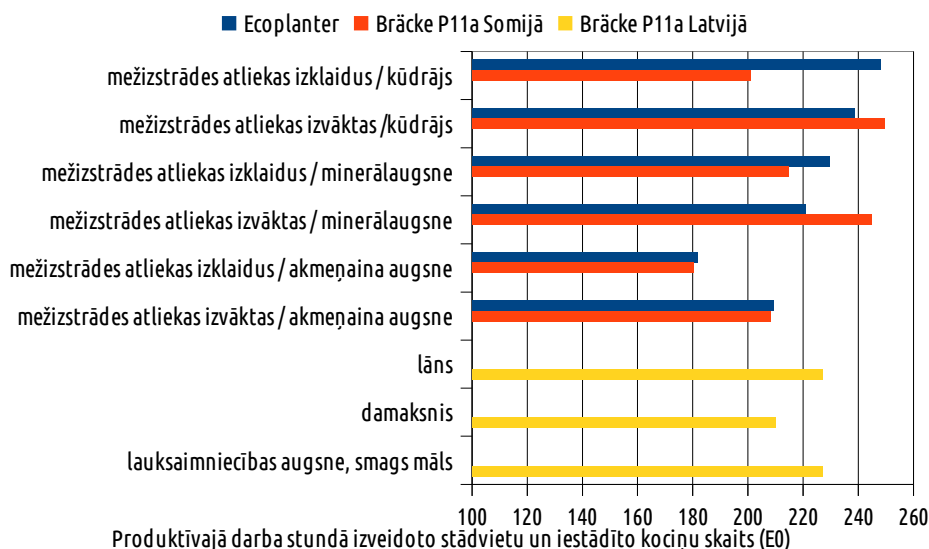
Latvijas Valsts mežzinātnes institūta "Silava" ar meža attīstības fonda atbalstu īstenotā projekta "Mehанизētās ietvarstādu stādīšanas tehnoloģiju produktivitātes un kvalitātes pētījumi atjaunojamās meža platībās" ierīkotajos izmēģinājuma objektos 2007. gada rudenī pētīja mehanizētās stādīšanas iekārtas Bracke P11a ražību Latvijas apstākļos. Proporcioniāli visvairāk laika patērē mikropaaugstinājumu 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 biezumu, gan vieglākiem darba apstākļiem (Lazdina 2007).

¹ <http://www.risutec.fi/en/products/risutec-pm100>, apmeklēts 2012.06.02.



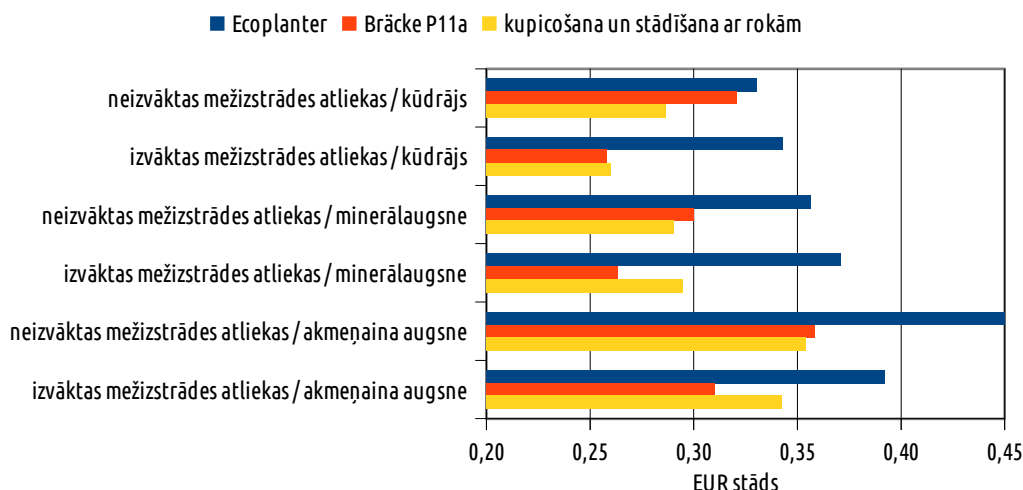
Att. 7: Viena stāda iestādīšanai nepieciešamo darba etapu ilgums (Lazdina 2007).

Salīdzinot citu Somijas pētnieku hronometrāžas datus un efektīvās darba stundas aprēķinus pēc darba grūtības pakāpes apstākļiem, ar Latvijā iegūtajiem hronometrāžas rezultātiem, konstatēts, ka Somijas apstākļos produktivitāte ir augstāka, nekā Latvijā, tikai izcirtumos ar izvāktām mežizstrādes atliekām un celmiem (Att. 7). Strādājot pilnu maiņu (8h) un nodrošinot normatīviem atbilstošu biezumu, vienā darba dienā lānā var iestādīt izveidot stādvieta un 1 498 priedītes; damaksnī darba dienā var iestādīt 1 487 eglītes; bet smagā lauksaimniecības augsnē darba dienā var iestādīt 1 488 bērzus (Lazdina 2008), tātad vienā darba dienā iespējams veikt meža augsnes sagatavošanu pacilu veidā, vienlaicīgi stādot priedes stādus, 0,42 ha lielā platībā (3500 koki ha⁻¹), bet stādot bērzus vai egli dienā iespējams atjaunot 0,59 ha. Piekam, pacilas piespiešanas operācija dublējas ar stādīšanas operāciju. Ja tiktu veikta tikai augsnes gatavošanas operācija, tas aizņemtu 9,9 - 12 sekundes uz stādvieta.



Att. 8: Bracke P11.a darba ražīgums E₀ (Saarinen 2007, Lazdina 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 vienas stādvieta izveidošanas un stāda iestādīšanas pašizmaksu līdz 0,26 EUR (Att. 4).



Att. 9: Mehanizētās un manuālās meža atjaunošanas pašizmaksa Somijā (Saarinen 2007).

2007. gadā veiktā pētījumā izdarītā 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 mehanizētās stādīšanas mežsaimniecisko efektu 2007. gada rudens stādījumos uzrāda, ka, mehanizēti atjaunotajās platībās ir tikai neliels labāks kociņu ieaugšanās, nekā ar frēzēm gatavotajās un ar rokām stādītajās platībās. Mehanizētās stādīšanas priekšrocības izpaužas 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 aktualizētās izmaksas, salīdzinot ar 2007. gadā iegūto rezultātu, dotas Tab. 3. 2008. gadā veiktajos aprēķinos konstatēts, ka Latvijas apstākļos meža mehanizētā atjaunošana, stādot normatīvos noteikto koku skaitu, ir dārgāka. Izmaksas, stādot ar meža frēzi sagatavotās vagās normatīvos noteikto stādu skaitu, ir mazākas.

Tab. 3 Meža atjaunošanas pašizmaksas analīzes koriģētie rezultāti, strādājot vienā maiņā (Lazdina 2008)

Gads	Izmaksu pozīcija	Bērzs	Priede	Egle
2007.	Stādvieta skaits	2000	3000	2000
	Ls/stāds	0,35	0,32	0,34
	Kopā, Ls/ha	694	989	682
2008.	Stādi/E _{15-h}	186	187	178
	Stādu cena LVL 1000 gab.	118	101,48	110,92
	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, LVL ha ⁻¹	817	1003	741
	Plantāciju mežu pašizmaksas analīzes rezultāti, strādājot vienā maiņā LVL ha ⁻¹	364	306	420
	Vidējās meža atjaunošanas izmaksas (ieskaitot stādmateriālu) pērkot augsnes sagatavošanas un stādīšanas pakalpojumu	570	491	495

Augsnes sagatavošanas veids ietekmē ne tikai stādīto kociņu ieaugšanos, bet arī koku tālāko augšanas gaitu, kas ir tieši saistīta ar mežaudzes produktivitāti nākotnē, atšķiras arī agrotehniskās kopšanas un jaunaudzju kopšanas izmaksas, tāpēc mežaudzes atjaunošanas veidu izmaksas jāanalizē kompleksi, ņemot

vērā to ietekmi uz turpmākajām aktivitātēm un iespējamajiem ietaupījumiem un ieguvumiem nākošajos meža apsaimniekošanas posmos (Uotila et al. 2010). Augsnes sagatavošanas veida, stādot kokus uz ar ekskavatoru sagatavotām pacilām, ietekmes uz koku augšanu mežsaimnieciskais novērtējums Latvijā novērtēts tikai otrajā gadā pēc stādīšanas veiktajos uzmērījumos (Lazdina 2008), turpmāki uzmērījumi nav veikti.

Karri Uotila ar kolēģiem veicis aprēķinu par augsnes sagatavošanas veida ietekmi uz meža augšanu un tālāko mežsaimniecisko darbību izmaksām (Tab. 4) Somijā *Myrtillus* meža tipā.

Tab. 4: Meža atjaunošanas izmaksas un paredzamie ienākumi no kopšanas cirtēm, audzēs, kur augsnes sagatavošana veikta joslās vai sagatavojot pacilas (pēc Uotila et al. 2010).

		Diskonta likme			Gadi
		0%	3%	5%	
Stādījums uz pacilām					
Izmaksas EURha ⁻¹		1278	1175	1122	
Izmaksu sadalījums EURha ⁻¹	Augsnes sagatavošana	270	270	274	1
	Stādīšana	549	549	549	1
	Agrotehniskā kopšana (Early cleaning)	158	132	118	6
	2. kopšana	301	224	185	
	3. kopšana	-	-	-	-
Ienākumi EURha ⁻¹	Pirmā krājas kopšanas cirte (First commercial thinning)	1304	605	364	26
Net present value EUR ha ⁻¹		26	-571	-755	
Stādījums ar disku arkliem sagatavotā augsnē					
Izmaksas EUR ha ⁻¹		1625	1423	1319	
Izmaksu sadalījums EUR ha ⁻¹	Augsnes sagatavošana	152	152	152	1
	Stādīšana	588	588	588	1
	Agrotehniskā kopšana (Early cleaning)	230	193	172	6
	2. kopšana	352	278	238	8
	3. kopšana	303	213	169	12
Ienākumi EURha ⁻¹	Pirmā krājas -sastāva kopšanas cirte (First commercial thinning)	1198	524	306	28
Net present value EUR ha ⁻¹		-427	-899	-1013	

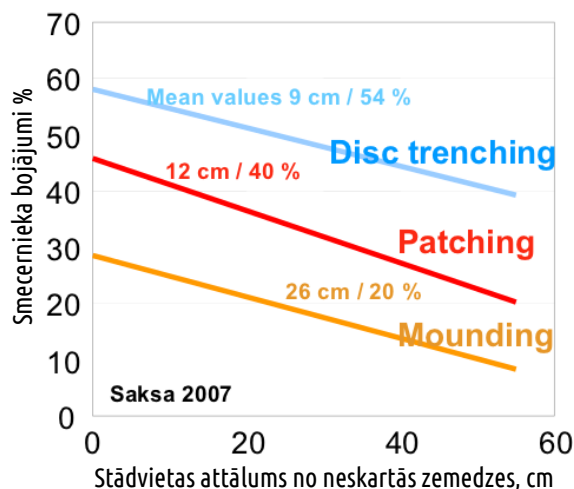
Aprēķināts, ka sagatavojot augsni pacilu veidā ir sākotnēji lielākas izmaksas, apmēram 270 EUR ha⁻¹, kamēr ar disku arkliem stādvieta sagatavošanas joslās izmaksas ir vien 152 EUR ha⁻¹, tomēr uz pacilām stādīšana ir lētāka un vēlāk ir nepieciešamas tikai divas kopšanas reizes, kamēr sagatavojot augsni joslu veidā audze jākopj vismaz trīs reizes (Saksa 2008, Uotila et al. 2010).

ĒKOLOĢISKIE ASPEKTI UN MEŽAUDZES AUGŠANAS GAITA

Slimības un kaitēkļi

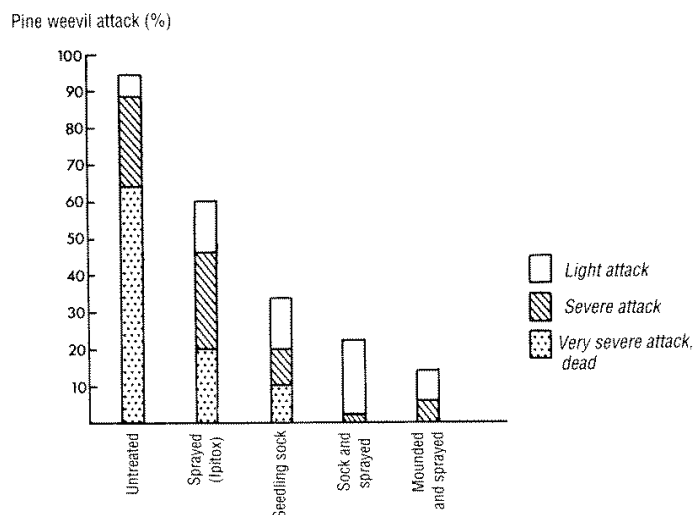
Uz pacilām izvietotos stādījumus smecernieki bojā mazāk nekā vagās vai skarificētos laukumos ierīkotos stādījumus, vairāki autori norāda uz ciešu sakarību starp bojājuma pakāpi un mineralizētās platības laukumu ar stādu (Orlander et al., 1990, Saksa 2008). Pacilu veidošana ir viens no paņēmieniem, kas sagatavo stādvieta, uz kuras "nepatīk" atrasties smecerniekiem, jo tā ir "uzkalnā", sausa, smilšaina un labi pārredzama. Somijā apsekojot ar dažādiem augsnes sagatavošanas paņēmieniem ierīkotos stādījumus,

secināts, ka sagatavojot augsni ar disku arkliem uz mineralizētās joslas esošo stādvieta tuvākā mala no zemesdzes atrodas vidēji 9 cm attālumā un bojāti vidēji 54% stādu, skarificētas joslās, kur tuvākais attālums līdz zemesdzei 12 cm bojāti - 40%, bet uz pacilām stādi atrodas vidēji 26 cm no zemesdzes un vidēji bojāti tikai 20% stādu(Att. 9).



Att. 10: Smecernieku bojātu audžu īpatsvars atkarībā no stādvieta sagatavošanas veida un stādvieta attāluma no neskartās zemesdzes (Timo Saksa 2008)

Smecernieki cenšas izvairīties no pārvietošanās pa atsegtu augsni, kā arī uz atsegtas augsnes, tie vieglāk pamanāmi un kļūst par putnu barību. Zviedrijā veiktajos pētījumos, konstatēts, ka visefektīvākā metode, kas samazināt smecernieka kaitējumu mežaudzē ir stādījumu apstrādes kombinēšana ar stādvieta veidošanu pacilu veidā (Orlander et al., 1990)(Att. 8).



Att. 11: Smecernieka bojājumi priežu stādījumā atkarībā no stādvieta un stādmateriāla apstrādes veida (Orlander et al., 1990).

Kā ļoti svarīgs aspekts tiek uzsvērts cirsma vecums. Sagatavojot augsni nākošajā gadā pēc stādījumu ierīkošanas un tūlīt veicot stādīšanu, pirmajā gadā, pacilas nespēj aizzelt un lielākoties nav nepieciešams veikt agrotehnisko kopšanu. Gatavojot augsni divus gadus vecā izcirtumā, tajā jau ir izveidojies atvasājs, kas apgrūtina augsnes sagatavošanu, kā arī attīstījušas nezāles ar sakneņiem un sasējušas viengadīgo nezāļu sēklas, kas ne tikai noēno, bet arī veido sakņu konkurenci tikko iestādītajiem stādiem.

Platība rudenī pēc kultūras ierīkošanas. Somija



Augsnes sagatavošana veikta
nākošajā gadā pēc kailcirtes



Augsnes sagatavošana veikta
aiznākošajā gadā pēc kailcirtes

Att. 12: Somijas apstākļos pavasarī, tūlīt pēc kailcirtes un vienu sezonu nogaidot, ierīkoti egļu stādījumi pirmās veģetācijas sezonas beigās rudenī (Saksa 2008).

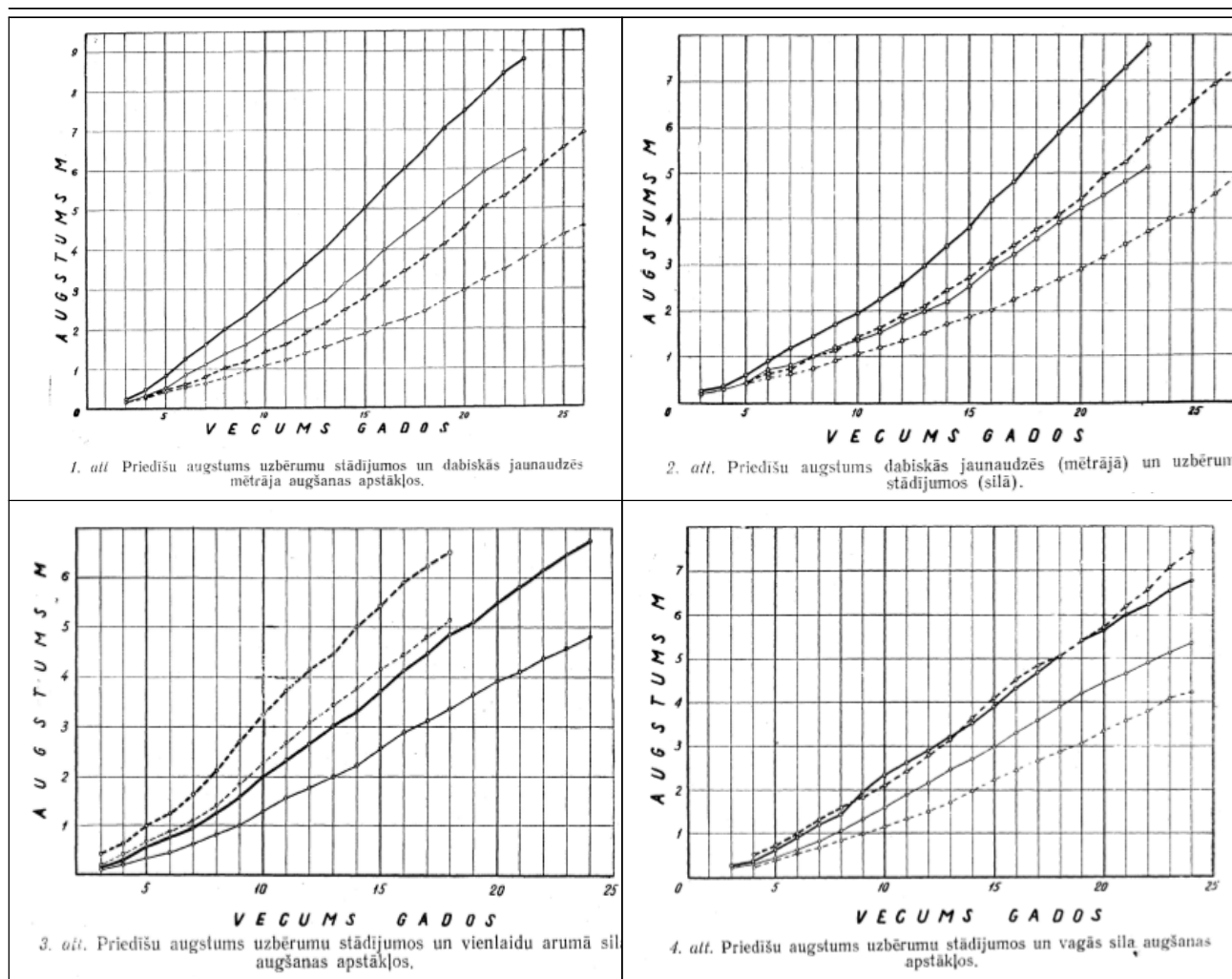
Sagatavojot augsni pacilu veidā, vecākos izcirtumos ne vienmēr būs iespējams izvairīties no agrotehniskās kopšanas veikšanas pirmajos gados un ir sliktāka stādu saglabāšanās (Saksa 2008). Somijas apstākļos auglīgās augsnes agrotehniskā kopšana nepieciešama vien 2 – 4 gadā, bet uz nabadzīgākām augsnēm tikai 4 – 6 gadā (Saksa 2008, Uotila et al. 2010).

Mežaudzes augšanas gaita

Ja augsnes sagatavošana pacilas veidā ir bijis optimālais augsnes sagatavošanas veids, sevišķi izteikti tas ir pārmitrā platībā, kur limitējošais stādu attīstības apstāklis ir pārāk augsts ūdens līmenis, tad uz pacilām augošo stādu attīstība novērojama ievērojami labāka, kā tā tiek novērota uz kūdras audzēm.

Tā, piemēram, apstākļos kad augsne ir *haplic podzol* ar labi attīstītu E un B horizontu ar disku arkliem sagatavotas vagas malā stādītie egles un klinškalnu priedes stādi aug tik pat labi kā uz pacilām, desmit gadu vecumā attiecīgi sasniedzot ~ 1,4 m augstumu eglei un 2,5 m augstumu priedei (Orlander et al 1998). Citos izmēģinājumos konstatēts, ka 13 gadu vecas egļu audzes, sausajos meža tipos uz pacilām ir par 6 cm augstākas, sasniedzot vidēji 128 m augstumu, kamēr mitrās vietās uz pacilām augošas egles par 16 cm garākas nekā ar disku arkliem sagatavotā platībā, sasniedzot 140 cm augstumu (Orlander et al., 1990).

Priežu kultūru augšanu uzbērumos sausieņu tipos Latvijā aprakstījis V.Ovsjankins un T. Kaņinskaja 1960 gadā, publicējot rezultātus par trīsdesmitajos gados K.Eihs ierīkoto stādījumu augšanas gaitu izdevumā "Mežsaimnieciskie jautājumi" (Ovsjankins & Kaņinskaja 1960). Autori konstatē, ka sausieņos stādījumi uz pacilām uzrāda ievērojami labākus rezultātus, nekā dabiski apmežojušās platībās, 30 gadu laikā sasniedzot par 2-4 m lielāku augstumu. Salīdzinot augsnes sagatavošanas veidus, redzams, ka vienlaidu arumā silā kultūras uz uzbērumiem neaug labāk, pirmo divdesmit gadu laikā augstumi par ~1,5-2 m lielāki vienlaidus arumā stādītajiem kokiem, kamēr mētrājā, kas ir salīdzinoši auglīgāks meža tips, neatšķiras augstāko koku uzmērījumi, bet vidējie rādītāji labāki uz uzbērumiem stādītajiem kokiem (Att. 3). To, ka pacilas – uzbērumi ir piemērotāks augsnes sagatavošanas veids, apliecina arī autoru damaksnī veikto uzmērījumu rezultāti, kur konstatēts, ka audzes vidējais augstums 25 gadu vecumā ir bijis 9,5 m. Kā papildus ieguvumu no šādas stādvieta sagatavošanas metodes autori min, ne tikai ilgstošo apvērsts velēnas trūda ietekmi uz augšanu, bet arī mazāku aizzelšanu ar nezālēm. Labi panākumi iegūti mētrājā priedi uz paaugstinājuma sējot, nevis stādot. Tāpat autori norāda uz to, ka sagatavojot augsni paaugstinājumu veidā, stādāmo vietu skaitam ir jābūt mazākam, nekā izvēloties citus veidus (Ovsjankins & Kaņinskaja 1960).



Att. 13: Priežu kultūru augšanas gaita 20.gs.30-60 gados (augstumi stādījumiem uz uzberumiem parādīti ar nepārtrauktu līniju, ar treknāku līniju apzīmējot 600 lielāko koku augstumu).

Somijas pētījumos noskaidrots, ka uz pacilām ikgadējais egles pieaugums ir $23,7 \pm 17,4$ cm, kamēr ar disku arkliem sagatavotajās platībās $20,6 \pm 13,6$ cm, balstoties uz šiem un vēl virkni daudz kārtējos uzmērījumos ievāktu datu izveidots egles augšanas gaitas modelis, kas ļauj prognozēt labāku mežaudzes augšanas gaitu uz pacilām stādītajiem kokiem 9 augšanas sezonu garumā, akumulējoties pacilā esošo papildus barības vielu un labākas aerācijas efektam uz stādu attīstību (Saksa et al., 2005). Citu autoru egļu jaunaudžu uzmērījumos 5 gadus pēc stādījumu ierīkošanas uz pacilām vislabākos augšanas rādītājus egles uzrāda minerāla augsne veiktajos stādījumos (Saarinen 2007). Kā interesanta atzīmējama tendence, ka veicot mehanizēto stādīšanu, labāki augšanas rezultāti, ja nav izvāktas ciršanas atliekas, bet ierīkojot stādījumus ar rokām, ja mežaudzē nav atstātas ciršanas atliekas (Tab. 5).

Tab. 5: Somijas zinātnieku pētījumi par stādījumu attīstību 5 gadus pēc egļu meža atjaunošanas Saarinen, 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	
Izvāktas ciršanas 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

Ko varētu skaidrot ar labāku iestādīšanas kvalitāti veicot darbs ar rokas instrumentiem, ja nav ciršanas atlieku, savukārt, ja ir atstātas ciršanas atliekas kompaktajās, pieblīvētajās pacilās, tās noārdoties kalpo kā papildus organiskās vielas avots.

Labie panākumi mežaudžu produktivitātes kāpināšanās un kultūru atjaunošanas sekmju uzlabošanā mitrās un pārmitrās vietās aprakstīti arī vispārējā apskatā par Eiropas un Ziemeļamerikas pieredzi augsnes sagatavošanā pacilu veidā, ko 1993.gadā sagatavojis un publicējis Kanādas zinātnieks R.F.Suttons. Viņš uzsver pacilas lomu labāku sakņu attīstības apstākļu, līdz ar to arī pieejamo barības vielu uzsūkšanas virsmas palielināšanas uzlabošanā, sevišķi pārmitrās vāji meliorētās, vai ne meliorētās vietās, norādot arī uz Latvijā 1932.-1960. gadā publicētajiem pētījumiem (Sutton 1993).

DARBA METODIKA

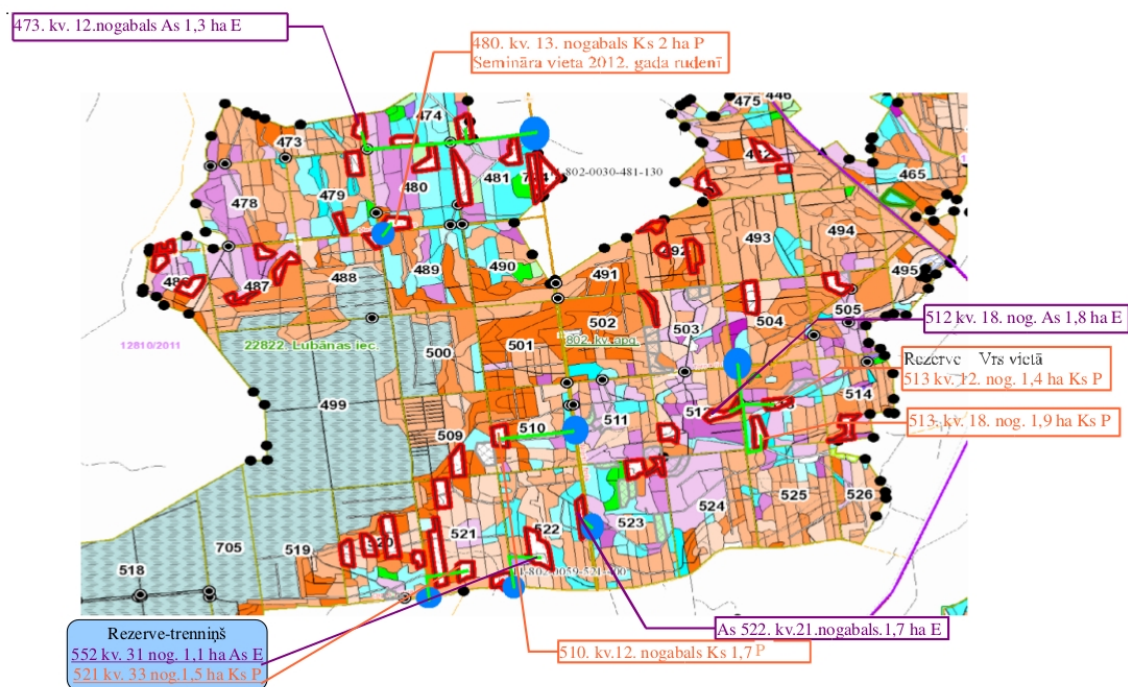
PĒTĪJUMU OBJEKTU RAKSTUROJUMS

Izmēģinājumi veikti Lubānas meža iecirknī tādos meža tipos, kuros apgrūtināta augsnes sagatavošana joslās, tāpēc sākotnēji platības nolemts atstāt dabiskās apmežošanās procesam (meža tipi As; Ks; Vrs). Mežizstrādes atliekas ieklātas pievešanas ceļos un atstātās izklaidus (Att. 14).



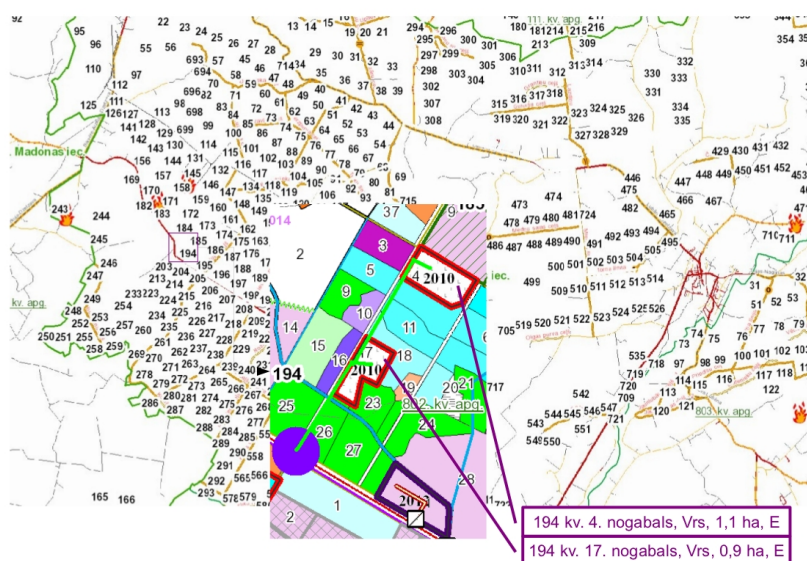
Att. 14: Izmēģinājumu platības 513. kvartālā pavasarī.

Izcirtumi izvēlēti ar platību ~ 1,5 ha 2010. un 2011. gada izcirtumos, kuri izvietoti vairāk vai mazāk kompaktākā teritorijā. Augsnes sagatavošanas izmēģinājumi pavasarī veikti deviņos izcirtumos trīs meža tipos. Ar violetu krāsu atzīmētas vietas, kur paredzēts stādīt egli (As), ar oranžu krāsu platības, kurās stādāma priede (Att. 15).



Att. 15: Izmēģinājumu objektu izvietojums.

Vēra tipa izmēģinājuma objekti atrodas nedaudz attālināti no pārējiem (Att. 16).



Att. 16: Izmēģinājumu objekti slāpajā vērī (Vrs).

Šaurlapju ārenī un šaurlapju kūdrenī esošo izcirtumu platības (Tab. 6) sadalītas četrās aptuveni vienādās daļās (~0,3ha), vienā no tām pavasarī augsnes sagatavošanu veica ar ekskavatoru un platu ekskavatora standarta kausu, otrā daļā ar LVMI "Silava" konstruēto MPV-600, parējās divas daļas atstātas neskartas, lai augsnes sagatavošanu veiktu rudenī ar LVMI Silava izgatavotu kausu – meža pacilu veidotāju MPV-600, un firmas BSM1 ražoto Karl-Oskar MBA-800 kausu (Att. 17). Rezultātā ar vienu un to pašu rīko dažādās sezonās sagatavotās platības atrodas blakus un nākotnē būs iespējams novērtēt augsnes sagatavošanas laika mežsaimniecisko ietekmi, tāpat blakus novietotas platības, kurās pacilu veidošana veikta ar būtiski atšķirīga izmēra kausiem.

Ekskavatora kauss 110 cm plats, turpmāk tekstā standarta kauss	firmas BSM1 ražots Karl-Oskar MBA-800, kas 50 cm plats, turpmāk tekstā Karl-Oskar	LVMI "Silava" konstruēts Meža pacilu veidošanas kauss -60cm plats , turpmāk tekstā MPV-600	LVMI "Silava" konstruēts Meža pacilu veidošanas kauss -60cm plats , turpmāk tekstā MPV-600
Pavasara stādījums	Rudens stādījums	Pavasara stādījums	Rudens stādījums

Att. 17: Izmēģinājumu ierīkošanas dizains

Platību izvietojuma shēmas un laukumi, kuros veikti hrometrēšanas darbi, dotas pielikumā.

Slāpajā vērī esoša platības sadalīta divās daļās un augsnes gatavošana veikta tikai pavasarī ar MPV-600, bija iecerēts otru platības daļu, izmantojot to pašu kausu, sagatavot rudenī, diemžēl laika apstākļu dēļ to nebija iespējams īstenot. Slāpajā vērī turpmāk varēs novērtēt meža atjaunošanas sekmes stādot uz pacilām un nesagatavotā platībā.

Pēc rudens lietavām, nenoturīgās augsnes dēļ grima ekskavators un augsnes sagatavošana šaurlapju kūdrenī, kur reālie apstākļi dabā ir tuvi niedrājam, bija iespējama tikai daļā platības (513.kv, 12.nog.) un nebija iespējama slāpajā vērī (194kv., Att. 18).



Att. 18: 513.un 194. kv. 2012. gada oktobrī.

Rudenī platības ievērojami slapjākas, mežizstrādes atlieku sīkie zari izkaltsi un sākuši sadalīties.

Darba izmēģinājumiem piedāvāto un izvēlēto platību Lubānas meža iecirkņa 802. kvartālapgabalā raksturojums dots 6.tabulā. Piezīmēs norādīts, kuras no platībām izvēlētas eksperimentu veikšanai un to pielūžņuma pakāpe, graduējot ballēs no 1-4 ar lielāko skaitli apzīmējot pielūžņotāko platību.

Tab. 6: Izmēģinājumu platību raksturojums

Kv	Nog	Meža tips	Kopējā platība, ha	Mežizstrādes darbu veikšanas gads	Mērķa suga	piezīmes				
						kauss	pielūžņojums			
							Standarta kauss	Karl-Oskar	MPV 600	MPV 600
473	12	As	1.3	2011	E	Ierīkots eksperiments ar MPV 600, standarta kauss-pavasari, Karl-Oskar-rudenī	2	2	3	3
512	18	As	1.8	2011	E	Ierīkots eksperiments ar MPV 600, standarta kauss-pavasari, Karl-Oskar-rudenī	2	2	2	2
522	21	As	1.7	2011	E	Ierīkots eksperiments ar MPV 600, standarta kauss-pavasari, Karl-Oskar-rudenī	2	2	2	2
522	31	As	1.1	2011	E	Rezerve-trenniņiem – netika veikti augsnes sagatavošanas darbi	-	-	-	-
480	13	Ks	2	2011	P	Ierīkots eksperiments ar MPV 600, standarta kauss-pavasari, Karl-Oskar-rudenī	3	2	1	1
510	12	Ks	1.7	2011	P	Ierīkots eksperiments ar MPV 600, standarta kauss-pavasari, Karl-Oskar-rudenī	2	2	2	2
513	12	Ks	1.4	2011	P	Ļoti mitra un auglīga, izmantojama iztrūkstošā Vrs vietā, Ierīkots eksperiments ar MPV 600, standarta kauss-pavasari.	3	3	3	3
513	18	Ks	1.9	2011	P	Ierīkots eksperiments ar MPV 600, standarta kauss-pavasari, Karl-Oskar-rudenī	4	4	4 (Pārmitrs)	4
521	33	Ks	1.5	2011	P	Izmantota kā rezerve-trenniņiem	1	1	1	1
194	4	Vrs	1.1	2010	E	Ierīkots eksperiments ar MPV 600 -pavasari (Pārmitrs, darbam traucētu atvasājs)	-	3	-	3
194	17	Vrs	0.9	2010	E	Ierīkots eksperiments ar MPV 600 -pavasari (rudenī - Pārmitrs, darbam traucētu atvasājs)	-	3	-	3

IZMĒĢINĀJUMOS IZMANTOTĀ TEHNIKA

Izmēģinājumos izmantots New Holland E165 ekskavators (Att. 19) uz platām ķēdēm (80 cm). Ekskavatora pilna masa ir 18,7 tonnas, dzinēja jauda 87 kW, hidrauliskā sūkņa ražība 262 L min.⁻¹. Ekskavators, kas aprīkots ar standarta kausu, var aizsniegt līdz 9 m attālumā esošu objektus. Veicot izmēģinājumus pavasarī, ekskavators tika aprīkots ar standarta kausus un SIA "Orvi" sadarbībā ar LVMI Silava izgatavotu pacilu gatavotāju MPV-600, kas paredzēts mikropaaugstinājumu ar 600 cm² lielu virsma laukumu gatavošanai (Att. 20) un rudenī standarta kauss aizstāts ar firmas BSM² ražoto Karl-Oskar MBA-800 kausu (augšnes gatavošanas plātnes laukums 0,8 m², platums 50 cm Att. 21). Rudenī netika izmantots standarta ekskavatora kauss, kas uzrādīja vidēji neredzami sliktākus (par 23 % pie vienāda stādvieta skaita) darba ražīguma rādītājus, nekā MPV-600. Būtiskākais standarta ekskavatora kausa trūkums bija lielā darba virsma, kas, pirmkārt, apgrūtināja stādvieta ierīkošanai piemērotu vietu atrašanu, otrkārt, skarificētās platības īpatsvars pie vienāda stādvieta skaita ekskavatoram ar standarta kausu ir lielāks (36 % pret 20 %, strādājot ar MPV-600 pie 1600 stādvieta ha⁻¹).

Operatoram bija pieredze darbā ar ekskavatoru, bet nebija priekšzināšanu par mežsaimniecību. Izmēģinājumos strādāja tas pats SIA "Rīga rent" operators, kas piedalījās pavasara augšnes gatavošanas izmēģinājumu sērijā. Attiecīgi, operators bija ieguvis nepieciešamās iemaņas darbā ar MPV-600.

Pavasārī ierīkotajos izmēģinājumos konstatēts, ka darba ražīgums uzlabojas ar katru nākamo cirsma (pēdējā izmēģinājumu nedēļā darba laika patēriņš 1 stādvieta sagatavošanai bija vidēji 2 reizes mazāks, nekā pirmajā nedēļā). Darba ražīguma izlīdzināšanās punkts netika sasniegts, tāpēc vidējos darba ražīguma rādītājus pavasarī un rudenī, kad operators jau bija apguvis darba iemaņas, nevar salīdzināt.



2012. gada maijs



2012. gada oktobris

Att. 19: Ekskavators New Holland E165.

² <http://www.bsmverkstad.se/produktkatalog.html?app=2&category=markberedningsaggregat-3406>



Standarta kauss



MPV-600

Att. 20: Standarta ekskavatora kauss un MPV-600.



Att. 21: Karl-Oskar MBA-800 kauss.

DARBA UZDEVUMS EKSKAVATORA OPERATORAM

Augsnes gatavošanas laikā ekskavators pārvietojas perpendikulāri pievešanas ceļiem. Lielākos celmus, slīpas nogāzes un slapjas vietas apbrauc. Braukšanas laikā kabīni pagriež braukšanas virzienā, lai izvairītos no sadursmēm un uzreiz pēc apstāšanās varētu savākt lielākās kritalas.

Pirms augsnes gatavošanas (kad ekskavators ir uzbraucis uz pievešanas ceļa) lielākās kritalas un zarus, kas traucē augsnes gatavošanu un atrodas strāles aizsniedzamības joslā, pievelk pievešanas ceļam, kad ekskavators atrodas platībā, no kuras nākošais pievešanas ceļš vēl nav aizsniedzams, kritalas sastumj

kaudzītēs, bet kad ekskavators nonāk nākošā pievešanas ceļa tuvumā, kritalas piestumj šim pievešanas ceļam.

Nepieciešamības gadījumā izlauž un piestumj pievešanas ceļam arī celmus, kas traucē augsnes gatavošanu, taču cenšas maksimāli izvairīties no celmu raušanas un pārvietošanas.

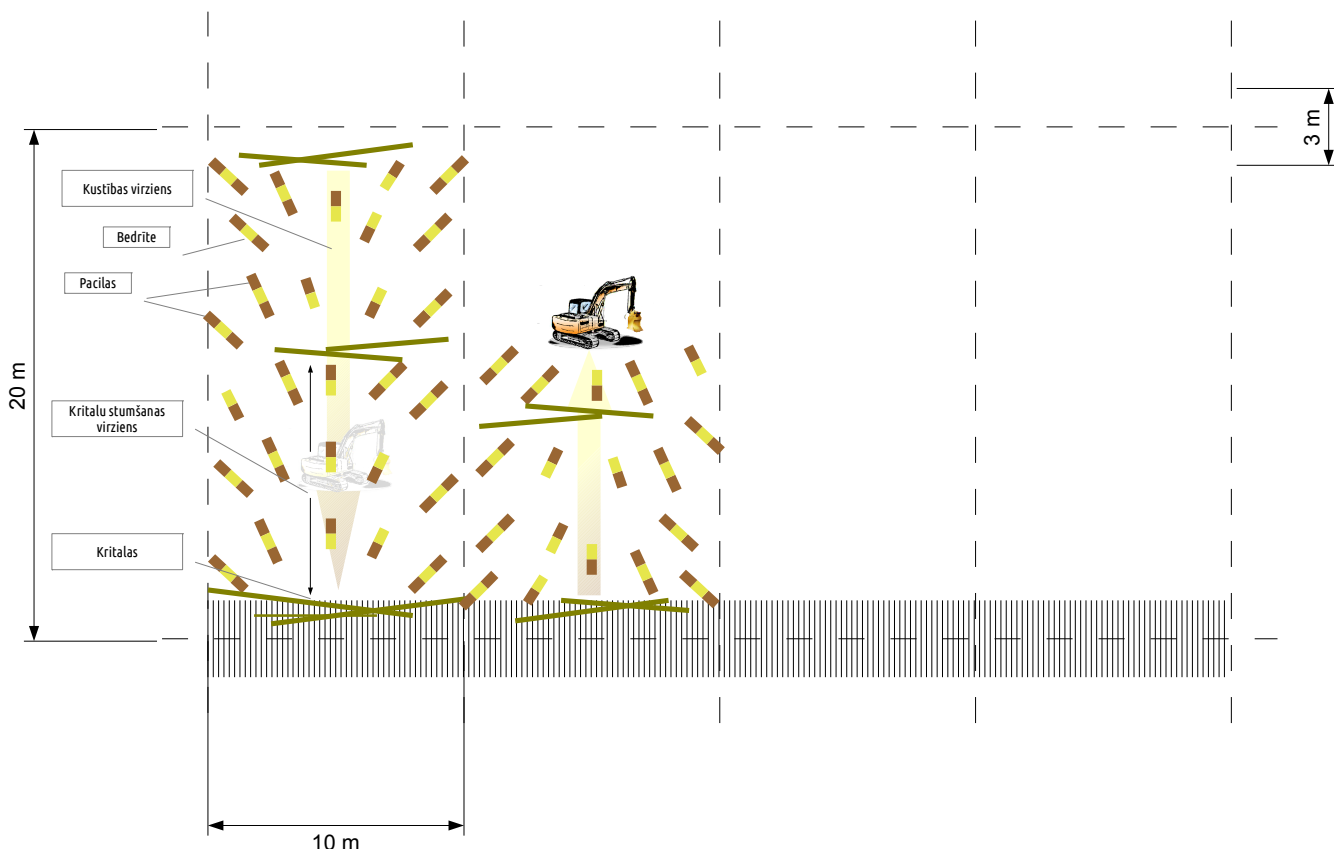
Augsni gatavo aiz mašīnas, t.i. platībā, kurai ekskavators jau ir pārbraucis un attīrījis no kritālām; pāri sagatavotajai platībai otrreiz nebrauc. Vispārīgā augsnes gatavošanas shēma parādīta Att. 22.

Augsnes pacilas gatavo ik pēc 2-2,5 m eglei un ik pēc 1,5-2 m priedei (attālums starp pacilu centriem). Pacilas negatavo pārmitrās vietās, kur nav iepriekšējās aprites koku celmu vai redzams, ka tie ir bijuši nīkulīgi (izteikti tievāki par pārējās audzes daļas celmiem). Pacilas negatavo arī uz pievešanas ceļiem, taču iespēju robežās kompaktizē ceļos sakrātās atliekas, lai neapstrādātās joslas nebūtu platākas par 3,5 m.

Gatavojot pacilas, cenšas tās novietot tā, lai starp pacilu un apakšējo augsnes slāni neveidotos gaisa spraugas (pacilas neveido uz uz lielākām kritālām). Pēc pacilas izveidošanas, tās virskārtu piespiež ar kausu, lai padarītu augsni blīvāku un samazinātu stādīņu izkalšanas risku.

Pacilu gatavošanas kausu iedziļina augsnē tik dziļi, lai aizsniegtu un izceltu pacilas virspusē minerālaugsnes slāni, bet ne dziļāk par 60 cm. Velēnu apvērš virzienā uz sevi vai prom no sevis, izmantojot operatoram ierastāko un vietējiem apstākļiem piemērotāko darba metodi. Vislabāk, ja no vienas bedres izveido 2 pacilas – vienu virzienā uz sevi un otru – prom no sevis.

Pacilu gatavošanu veic vēdekļveidā, t.i. vispirms sagatavo augsni tuvākajā puslokā aiz ekskavatoru, tad izvirza kausu tālāk un sagatavo augsni nākošajā puslokā utt. Kopā vienā pieturvietā augsni var sagatavot 2-4 puslokos, atkarībā no ekskavatora novietojuma pret tehnoloģisko koridoru un audzi.



Att. 22: Augsnes gatavošanas – pacilu veidošanas shēma.

DARBA LAIKA UZSKAITES METODIKA

Darba laika uzskaites elementi un to raksturojums dots Tab. 7. Darba laiks uzskaitīts, kā produktīvais darba laiks un plānotais darba laiks. Produktīvais darba laiks ir dzinēja laiks, atskaitot iebraukšanu un izbraukšanu no cirsma un ar darbu nesaistītas operācijas. Par 10-15 minūtēm garāki pārtraukumi, turpinot dzinējam darboties, izslēgti no darba laika uzskaites, attiecīgi, netika uzskaitīti arī kā neproduktīvais darba laiks, bet uzskaitītā darba laika summa nesakrīt ar dzinēja darba stundu izskaiti.

Iebraukšana un izbraukšana no cirsma pašizmaksas aprēķinos uzskaitīti kā vidējais aritmētiskais darba laika patēriņš, neatkarīgi no izmantotās mašīnas.

Darba laika uzskaitē izmantoti laukdatori Allegro CX ar SDI programmatūru.

Tab. 7: Darba laika elementi un citi rādītāji

Rādītājs	Skaidrojums
Laika apstākļi	Sauss laiks vai nokrišņi
Pielūžņojuma pakāpe	Subjektīvs vērtējums pēc visu cirsmu apskates par katras konkrētās cirsma pielūžņojuma pakāpi
Iebrauc / izbrauc no cirsma	Darba laiks, kas patērēts iebraukšanai un izbraukšanai no cirsma malai vai vietai, kur darbs pirms tam pārtraukts
Pārvietošanās pa cirsmu	Pārvietošanās pa cirsmu darba laikā
Apauguma novākšana	Stādvieta attīrīšana
Pacilu gatavošana	Stādvieta veidošana
Kustības ar manipulatoru, torni.	Kustības ar manipulatoru un torni, kas nav saistītas ar augsnes gatavošanu un stādvieta attīrīšanu (parasti tā ir maršruta izvēle)
Pacilu papildus piespiešana	Sagatavotu pacilu piespiešana
cits	Citas ar darbu saistītas operācijas
Ar darbu nesaistītas operācijas	Ar darbu nesaistītas operācijas, piemēram, telefona sarunas, kad ekskavatora dzinējs netika izslēgts
Sagatavoto stādvieta skaits, gab	Stādvieta, kas sagatavotas vienā stādvieta

PIEŅĒMUMI RAŽOŠANAS PAŠIZMAKSAS NOVĒRTĒŠANAI

Ražošanas izmaksu aprēķins veikts atbilstoši metodikai, kas Latvijā ieviesta AS "Latvijas valsts meži" īstenotā pētījumu projekta ietvaros 2007. gadā (Thor et al. 2008) un adaptēta meža atjaunošanas darba ražīguma novērtēšanai pētījumos par mehanizētās stādīšanas pielietošanas iespējām Latvijā (Liepiņš, Lazdiņa, and Andis Lazdiņš 2011; Lazdiņa 2008; Lazdiņa, Andis Lazdiņš, and Agris Zimelis 2008).

Pašizmaksas aprēķinu gaita, tajā skaitā dažādām ražošanas iekārtām specifiskie pieņēmumi doti Tab. 8. Izmaksu aprēķinā pieņemts, ka uz augsnes gatavošanu attiecina tikai to bāzes mašīnas investīciju daļu, kas atbilst augsnes gatavošanai plānotajam laikam, t.i. šajā gadījumā 40 % no investīcijām.

Tab. 8: Pieņēmumi ražošanas izmaksu aprēķiniem

Rādītājs	Ekskavators ar Karl-Oskar kausu	Ekskavators ar MPV-600 kausu
Investīcijas, Ls:		
Bāzes mašīna	95000	95000
Nolietojums gados	5	5
Kauss	3500	1500
Nolietojums kausam gados	3	3
Procentu likme investīcijām	7	7
Atalgojums		
Bāzes mašīnas plānotās darba dienas gadā	252	252
Augsnes gatavošanai izmantotās darba dienas	100	100
Darba stundas maiņā	8	8

Rādītājs	Ekskavators ar Karl-Oskar kausu	Ekskavators ar MPV-600 kausu
Virsstundas maiņā	2	2
Maiņu skaits dienā	2	2
Motorstundas / plānotās stundas	0,86	0,86
Koeficients iebraukšanai un izbraukšanai no cirmsas patērēto motorstundu sarēķināšanai	0,05	0,05
Pārbraucienu uz treilera skaits gadā (pieņemts)	25	25
Dīkstāve pārbrauciena laikā, stundas	3	3
Atalgojums, Ls stundā	5	5
Nodokļi	0,24	0,24
Virsstundu samaksa, Ls stundā	5	5
Dienas nauda, Ls dienā	4	4
Operacionālās izmaksas		
Degviela, Ls/L	0,78	0,78
Smērvielas, Ls/L	2,33	2,33
Degvielas patēriņš, L motorstundā	11	11
Smērvielu un eļļas patēriņš, L motorstundā (ņemot vērā avārijas)	0,45	0,45
Remonti, Ls stundā	0,7	0,7
Pārbraucienu uz treilera izmaksas, Ls pārbrauciens	150	150
Apdrošināšana, Ls/gadā	4000	4000

REZULTĀTI UN TO ANALĪZE

DARBA RAŽĪGUMA ANALĪZES REZULTĀTI

Rudens izmēģinājumu hronometrāža veikta 4 ha platībā, tajā skaitā 1,5 ha platībā izmantots Karl-Oskar kauss un 2,5 ha platībā MPV-600 pacilu gatavotājs. Augsnes sagatavošana nav veikta platībās, kurās ekskavators nevarēja iebraukt. Kopējais novērojumu ilgums, pārrēķinot produktīvajā darba laikā, ir 31 stunda. Pavasara izmēģinājumi, ieskaitot treniņa platības, veikti 6,5 ha platībā, tajā skaitā 3 ha platībā izmantots standarta ekskavatora kauss un 3,5 ha platībā MPV-600 pacilu gatavotājs. Kopējais novērojumu ilgums, pārrēķinot produktīvajā darba laikā, pavasarī bija 67 stundas. Pavisam kopā izmēģinājumi ierīkoti 10,5 ha platībā, hronometrāža veikta 98 stundas.

Salīdzinot vienas stādvieta gatavošanai patērēto laiku rudenī, statistiski būtiska atšķirība nav konstatēta, lai gan vidējais darba laika patēriņš pacilu gatavošanai, strādājot ar Karl-Oskar, ir mazāks (Att. 23). Karl-Oskar pēc darbības principa ir tuvāks standarta ekskavatora kausam un tam nepieciešama mazāka platība kausa iedziļināšanai zemē, jo augsnes gatavošanas plātni var iedurt zemē vertikāli.

Pētījuma rezultāti (pavasārī un rudenī veiktie izmēģinājumi) liecina, ka gan Karl-Oskar, gan MPV-600 nodrošina labāku darba ražīgumu, nekā standarta ekskavatora kauss. Jāņem vērā, ka ekskavatora kauss bija 1,1 m, nevis līdz 0,7 m plats, kā tas bija noteikts specifikācijā, tāpēc tas biežāk uzdūrās lielākām saknēm un pacilu gatavošana prasīja vairāk laika. Ar šaurāku kausa darba ražīguma rādītāji uzlabosies.

Kustības ar manipulatoru un torni aizņem gandrīz 33 % no produktīvā darba laika (Att. 37), neskaitot iebraukšanu un izbroukšanu no cirmsas, kas ir salīdzinoši liels rādītājs. Pretēji sākotnējai prognozei, darba laika patēriņš krāna un torņa kustībām, salīdzinot ar pavasari, nevis samazinājies, bet palielinājies par 35 %. Liela daļa šo kustību saistīta ar braukšanas maršruta izpēti un labāka pārskata leņķa izvēli. Labākos darba apstākļos (zemāki celmi, mazāks cirsma pielūžņojums, sausāka augsne), kā arī gūstot praktiskā darba pieredzi, šī darba laika patēriņa pozīcija ir jāsamazinās. Katrā ziņā ir jāveic turpmāka padziļināta izpēte, lai novērtētu, kā var samazināt torņa un strēles manevriem patērējamo laiku.

Tāpat kā pavasarī, arī rudenī pētījumā konstatēta negatīva korelācija starp sagatavoto stādvieta skaitu un darba ražīgumu; t.i., jo vairāk stādvieta, jo mazāks laiks tiek patērēts 1 stādvieta gatavošanai. Vislielākā ietekme ir tieši pacilu gatavošanas operācijai ($R = -0,45$). Nav konstatēta korelācija ar citām darba operācijām un pārvietošanos pa cirsma, kas bija galvenie šo korelāciju ietekmējošie faktori pavasara izmēģinājumos. Tas netieši liecina, ka operators ir pietiekoši labi apguvis darba metodi un tagad galvenais darba ražīgumu ietekmējošais faktors ir sagatavojamo pacilu skaits, nevis papildus darbi, attiecīgi, prognozējamo darba ražīgumu un izmaksas 1 ha apstrādei var rēķināt kā funkciju no pacilu skaita.

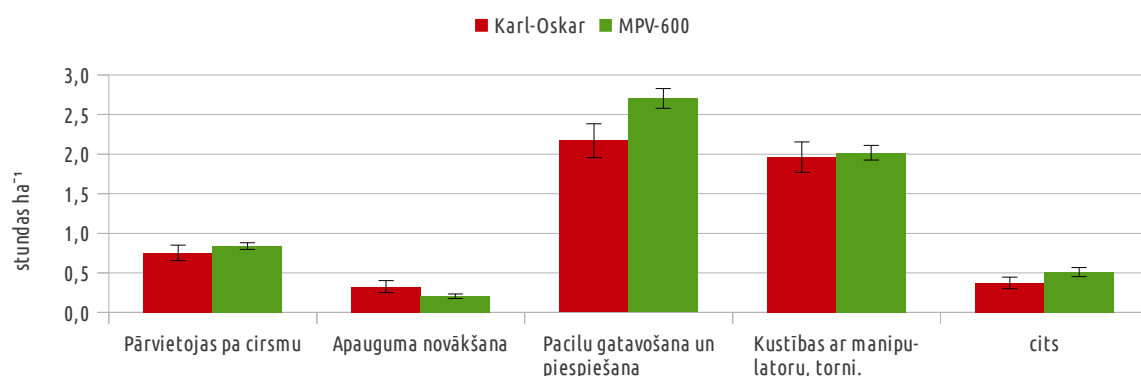
Salīdzinot ar pavasara izmēģinājumiem, darba laika patēriņš apauguma novākšanai ir samazinājies 7 reizes, attiecīgi, var uzskatīt, ka mežizstrādes atliekas un kritālas, kas atstātas cirmā, vairs būtiski neietekmē darba ražīgumu. Pārrunājot iegūto rezultātu ar operatoru un darba laika uzskaites veicējiem, secināts, ka darba laika patēriņš kritālu novākšanai samazinājies tāpēc, ka kritālas ir kļuvušas trauslas un viegli lūzt, un tās vairs nav jānovāc pirms augsnes gatavošanas. Šis ir būtisks secinājums, jo, pagaidot vienu gadu ar augsnes gatavošanu, darba ražīgumu var palielināt par 16 % bez papildus izmaksām – nav nepieciešamības uzdot pievedējtraktora vai mežizstrādes mašīnas operatoram rūpīgāk savākt cirsma.

Darba laika patēriņš pacilu piespiešanai, salīdzinot ar pavasara izmēģinājumiem, samazinājies 3 reizes (līdz 1 % produktīvā darba laika). Strādājot ar Karl-Oskar, operators tikai sākumā mēģināja piespiest pacilas, bet darba gaitā konstatēja, ka tas tehniski nav iespējams un pēdējās cirmās pacilas vairs nepiespieda

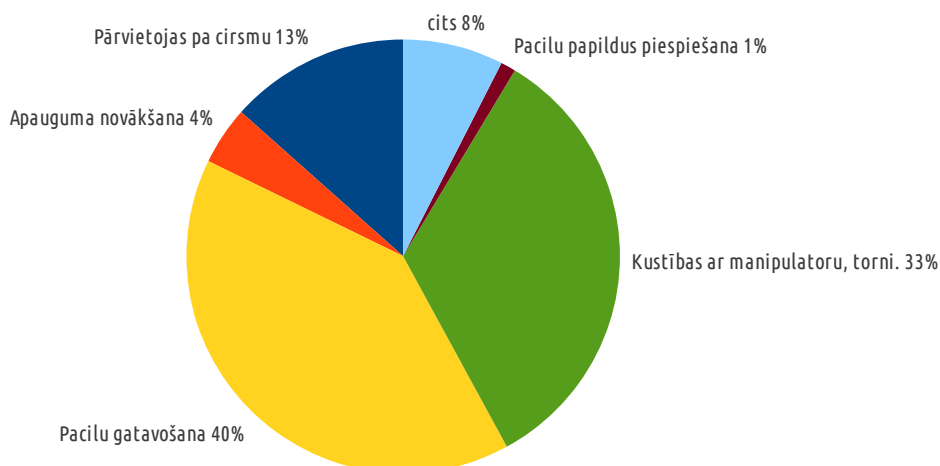
Darba laika patēriņa kopsavilkums centiminūtēs uz sagatavoto stādvietau dots Tab. 9.

Vidēji uz 1 ha uzskaitītas 1890 stādvietas, tajā skaitā ar MPV-600 apstrādātajā platībā – 1645 stādvietas ha⁻¹ un ar Karl-Oskar sagatavotajā platībā – 2289 stādvietas ha⁻¹. Lielākais stādvieta skaits parāda Karl-Oskar tehniskā risinājuma (augsnē vertikāli durama augsnes gatavošanas plātne) priekšrocības, salīdzinot ar MPV-600; Karl-Oskar nepieciešama mazāka platība augsnes paņemšanai. Vidējais stādvieta skaits ir par 5 % lielāks, nekā pavasara izmēģinājumos. Iespējams, ka stādvieta skaita palielināšanos veicinājis tas, ka kritalas vairs tik ļoti neapgrūtina augsnes gatavošanu.

Būtiski atzīmēt, ka rudens izmēģinājumos izmantots ekskavators, ko vada ar dzoistiku. Tas sagādāja grūtības operatoram, strādājot ar Karl-Oskar kausu, kura vadībai nepieciešams darbināt 2 hidrolīnijas vienlaicīgi. Konstatētās problēmas nav saistītas ar ekskavatora vadības sistēmas tehniskajām nepilnībām, bet gan ar operatora veselību. Uzstādot izmēģinājumos strādājošajam operatoram ierasto pedāļu un sviru vadības sistēmu vai strādājot operatoram, kas pieradis šādai mašīnas vadības sistēmai (piemēram, profesionāls harvestera operators), darba ražīgums, gatavojot augsni ar Karl-Oskar kausu var palielināties.



Att. 23: Darba ražīguma salīdzinājums rudens izmēģinājumos.

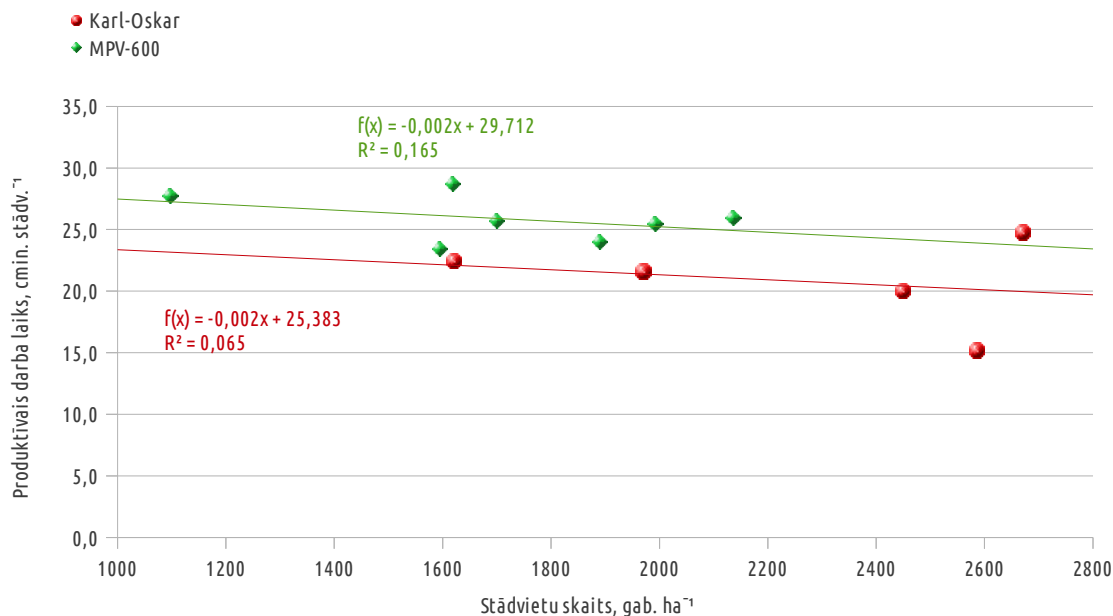


Att. 24: Darba laika elementu sadalījums, vidēji abām iekārtām.

Tab. 9: Darba laika patēriņš rudens darbalaika uzskaitē uz 1 stādvietu, centiminūtes

Variants	Objekts	Stādvietu skaits, gab. ha ⁻¹	Apstrādātā platība, ha	Iebrauc izbrauc no cirsmas	Pārvietošanas pa cirsmu	Apauguma novākšana	Pacilu gatavošana	Kustības ar manipulatoru, torni.	Pacilu papildus piespiešana	cits	Ar darbu nesaistītas operācijas	Manipulatora kustību skaits, gab.	Kopējais efektīvā darba laiks	Kopējais efektīvā darba laiks bez iebraukšanas	Efektīvā darba laika īpatsvars
Karl-Oskar	473-12-2	1621	0,2	9,5	3,0	1,8	7,2	7,8	0,4	2,2	3,0	1,2	31,9	22,4	91,35%
	480-13-2	1971	0,3	0,5	2,2	1,9	8,3	7,4	0,2	1,6	1,9	1,1	22,1	21,6	92,10%
	512-18-2	2450	0,3	2,5	3,0	1,6	7,6	6,0	0,0	1,9	6,7	1,0	22,5	20,0	77,10%
	513-12-2	2586	0,3	2,5	1,7	1,2	5,5	5,4	0,0	1,4	0,3	1,0	17,7	15,2	98,40%
	522-21-2	2670	0,4	0,4	3,9	0,3	10,2	9,5	0,3	0,6	3,9	1,1	25,2	24,8	86,59%
	Vidēji	2289	0,3	2,3	2,8	1,2	8,0	7,4	0,2	1,4	3,2	1,1	23,2	20,9	87,87%
MPV-600	473-12-4	1619	0,3	3,6	3,8	0,9	10,7	7,6	0,2	1,9	0,5	0,0	28,7	25,1	98,43%
	480-13-4	1889	0,4	0,2	3,2	0,8	10,8	6,9	0,4	1,6	0,7	0,0	24,0	23,8	97,35%
	510-12-4	2137	0,4	2,7	3,0	1,6	8,7	7,5	0,3	2,1	2,4	1,1	25,9	23,2	91,49%
	512-18-4	1993	0,3	0,8	3,4	0,4	10,2	7,9	0,4	2,3	4,3	1,1	25,5	24,6	85,51%
	513-12-4	1594	0,4	3,5	2,5	0,3	8,2	6,5	0,2	2,2	5,2	1,0	23,4	19,9	81,90%
	513-18-4	1700	0,3	2,1	3,0	0,4	9,8	7,5	0,4	2,5	1,3	1,0	25,7	23,7	95,30%
	522-21-4	1098	0,5	2,9	3,2	0,9	10,6	9,3	0,1	0,7	3,1	1,2	27,8	24,8	89,87%
	Vidēji	1645	0,4	2,2	3,1	0,8	9,8	7,6	0,3	1,9	2,4	0,7	25,7	23,5	91,37%
Vidēji visos variantos		1890	0,3	2,2	3,0	1,0	9,0	7,5	0,2	1,7	2,8	0,9	24,6	22,3	89,81%

Pētījumā izstrādāti lineārās regresijas vienādojumi darba ražīguma prognozēšanai pie atšķirīga stādvieta skaita (Att. 38), taču atkārtojumu skaits pagaidām ir nepietiekošs, lai iegūtu vienādojumus ar determinācijas koeficientu $R^2 > 0,5$. Jāņem vērā, ka vēl arvien turpinās operatora apmācība un darba ražīgums laika gaitā, it īpaši strādājot ar Karl-Oskar kausu palielinās.



Att. 25: Regresijas vienādojumi darba ražīguma prognozēšanai.

Lai salīdzinātu izmantoto kausu ietekmi uz darba ražīgumu, aprēķins veikts atbilstoši faktiskajam sagatavoto stādvieta skaitam un izlīdzinātam stādvieta skaitam (1600 gab. ha⁻¹).

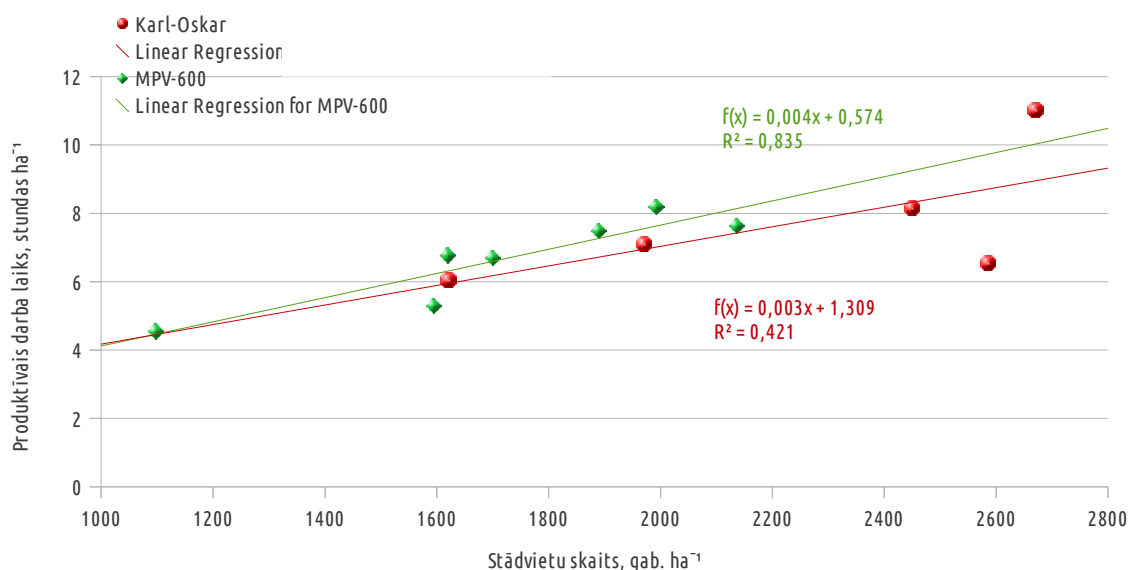
Darba ražīguma optimizēšanas aprēķinos salīdzināti 3 varianti – bāzes scenārijs atbilstoši faktiskajam darba laika patēriņam, augsnes gatavošana bez pacilu piespiešanas un augsnes gatavošana bez stādvieta attīrīšanas. Pēdējam aprēķinam ir vairāk teorētiska nozīme, un tas parāda cirsma pielūžņojuma ietekmi uz augsnes gatavošanas darba ražīgumu, strādājot ar ekskavatoru. Jāņem vērā arī tas, ka rudens izmēģinājumos pacilu piespiešana un stādvieta attīrīšana aizņēma tikai 5 % produktīvā laika, salīdzinot ar 20 % pavasarī, attiecīgi, šo darbību ietekme uz augsnes gatavošanu ir samazinājusies vidēji 4 reizes.

Tab. 10 un Tab. 11 salīdzināts darba laika patēriņš bāzes scenārijā. Saskaņā ar iegūtajiem datiem, vidējais produktīvā darba laika patēriņš 1 ha apstrādāšanai ar Karl-Oskar kausu ir 8 stundas, bet ar MPV-600 – 6,4 stundas. Uzskaitītais stādvieta skaits apstrādātajās platībās ir, attiecīgi, 2289 un 1654 gab. ha⁻¹. Būtiskākais darba laika ietaupījums, strādājot ar MPV-600, veidojas, pateicoties mazākam stādvieta skaitam.

Salīdzinot darba laika patēriņu ar sagatavoto stādvieta skaitu (Att. 26), redzams, ka, pieaugot stādvieta skaitam, arī darba laika patēriņam ir augoša tendence un sakarība ir statistiski būtiska. Sakarību starp stādvieta skaitu un produktīvā darba laika patēriņu raksturo lineārās regresijas vienādojumi. Atkārtojumu skaits gan pagaidām ir nepietiekošs, lai novērtētu, vai stādīšanas biežuma palielināšanās atstāj lielāku ietekmi uz MPV-600 vai Karl-Oskar.

Tab. 10: Darba laika patēriņš (produktīvās stundas ha⁻¹), neskaitot iebraukšanu un izbraukšanu no cirsma

Variants	Objekts	Uzskaitītais stādvieta skaits, gab. ha ⁻¹	Pārvieta jas pa cirsma	Apauguma novākšana	Pacilu gatavošana un piespiešana	Kustības ar manipulatoru, torni.	cits	Kopējais efektīvā darba laiks bez iebraukšanas
Karl-Oskar	473-12-2	1621	0,8	0,5	2,1	2,1	0,6	6,1
	480-13-2	1971	0,7	0,6	2,8	2,4	0,5	7,1
	512-18-2	2450	1,2	0,7	3,1	2,4	0,8	8,2
	513-12-2	2586	0,7	0,5	2,4	2,3	0,6	6,5
	522-21-2	2670	1,7	0,1	4,6	4,2	0,3	11,0
	Vidēji	2289	1,1	0,5	3,1	2,8	0,5	8,0
MPV-600	473-12-4	1619	1,0	0,2	2,9	2,1	0,5	6,8
	480-13-4	1889	1,0	0,2	3,5	2,2	0,5	7,5
	510-12-4	2137	1,0	0,4	3,1	2,6	0,5	7,6
	512-18-4	1993	1,1	0,1	3,5	2,6	0,7	8,2
	513-12-4	1594	0,7	0,1	2,2	1,7	0,6	5,3
	513-18-4	1700	0,8	0,1	2,9	2,1	0,7	6,7
	522-21-4	1098	0,6	0,2	2,0	1,7	0,1	4,5
	Vidēji	1645	0,9	0,2	2,8	2,1	0,5	6,4
Vidēji visos variantos		1890	0,9	0,3	2,9	2,4	0,5	7,0



Att. 26: Darba laika patēriņa sakarība ar stādvieta skaitu.

Gatavojot 1600 stādvieta uz 1 ha, atšķirība starp Karl-Oskar un MPV-600 kausu pieaug – Karl-Oskar nodrošina par 12 % lielāku ražību (5,6 stundas ha⁻¹ un, attiecīgi, 6,3 stundas ha⁻¹), lai gan atšķirība nav statistiski būtiska. Celmu izstrādes izmēģinājumos ar multifunkcionālu celmu raušanas kausu konstatēts, ka celmu izstrādes un augsnes sagatavošanas darba ražīgums, sagatavojot ap 1500 pacilas ha⁻¹, ir 9,8 stundas, tajā skaitā augsnes gatavošana ir aptuveni 4 stundas (Andis Lazdiņš, Agris Zimelis, and Gusarevs 2012; Andis Lazdiņš 2012b). Palielinot pacilu skaitu, kopējais darba laika patēriņš teorētiski pieaugtu līdz 10,1 stundai ha⁻¹. Tas nozīmē, ka, veicot celmu izstrādi, augsnes sagatavošanas darba ražīgums ir par 40-50 % lielāks, nekā neatcelmotā platībā.

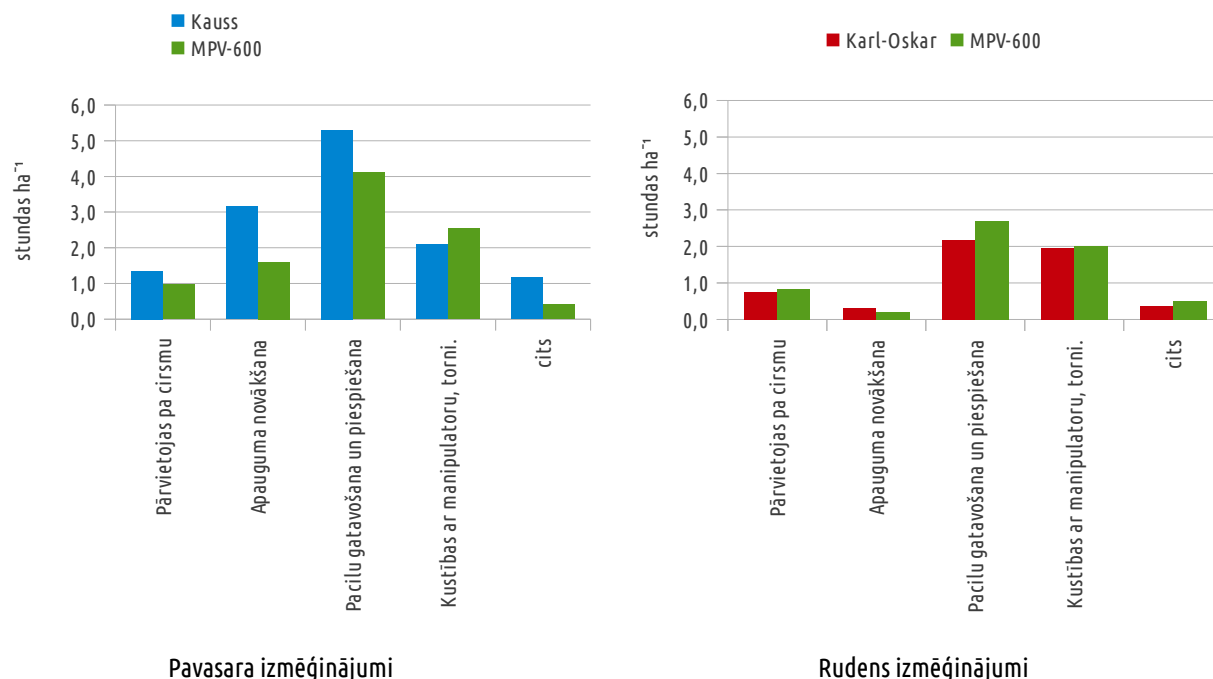
Būtiski atšķiras pacilu veidošanas operācijai patērētais laiks – neatcelmotā platībā ar Karl-Oskar kausu un MPV-600 kausu pie stādvieta skaita 1600 gab. ha⁻¹ tas ir, attiecīgi, 2,2 un 2,7 stundas ha⁻¹. Atcelmošanas

laikā, strādājot MCR-500, skarificēšana aizņem 3,3 stundas ha^{-1} ; tāpat kā pavasara augsnes gatavošanas izmēģinājumos skarificēšanas darba ražīgums ar katru dienu palielinājās un netika sasniegts darba ražīguma līknes izlīdzinājums (Andis Lazdiņš 2012b). Pārējās darba operācijas – pārbraucieni, torņa manevri u.c. - attiecas gan uz augsnes gatavošanu, gan celmu raušanu, attiecīgi, faktiskais darba ražīgums, vienā reizē veicot atcelmošanu un pacilu veidošanu, ir lielāks, nekā katrai atsevišķai operācijai.

Tab. 11: Darba laika patēriņš (produktīvās stundas ha^{-1} , gatavojot 1600 stādvietais ha^{-1}), neskaitot iebraukšanu un izbraukšanu no cirsma

Variants	Objekts	Pārvietošanas pa cirsma	Apauguma novākšana	Pacilu gatavošana un piespiešana	Kustības ar manipulatoru, torni.	cits	Kopējais produktīvais darba laiks bez iebraukšanas
Karl-Oskar	473-12-2	0,8	0,5	2,0	2,1	0,6	6,0
	480-13-2	0,6	0,5	2,3	2,0	0,4	5,8
	512-18-2	0,8	0,4	2,0	1,6	0,5	5,3
	513-12-2	0,5	0,3	1,5	1,4	0,4	4,0
	522-21-2	1,0	0,1	2,8	2,5	0,2	6,6
	Vidēji	0,8	0,3	2,2	2,0	0,4	5,6
MPV-600	473-12-4	1,0	0,2	2,9	2,0	0,5	6,7
	480-13-4	0,9	0,2	3,0	1,8	0,4	6,3
	510-12-4	0,8	0,3	2,3	1,9	0,4	5,8
	512-18-4	0,9	0,1	2,8	2,1	0,6	6,6
	513-12-4	0,7	0,1	2,2	1,7	0,6	5,3
	513-18-4	0,8	0,1	2,7	2,0	0,7	6,3
	522-21-4	0,8	0,2	2,9	2,5	0,2	6,6
	Vidēji	0,8	0,2	2,7	2,0	0,5	6,3
Vidēji visos variantos		0,8	0,3	2,5	2,0	0,4	6,0

Salīdzinot darba laika sadalījumu pa operāciju veidiem, Att. 27 redzams, ka kustības ar manipulatoru un torni rudenī aizņem aptuveni tikpat daudz laika kā pavasarī, bet pacilu gatavošanas laiks MPV-600 ir samazinājies par 35 %. Celmu izstrādes izmēģinājumos torņa manevri aizņēma vidēji 5 % darba laika, bet optimālos darba apstākļos – tikai 2 % darba laika (Andis Lazdiņš 2012b). Tas liecina, ka šajā etapā iespējams būtisks darba ražības paaugstinājums. Iespējams, ka noteicošā loma tik lielā darba laika patēriņā torņa un manipulatora manevriem ir darba apstākļiem (cirsma pielūžņojumam un augsnes nestspējai, bez tam operatoram ir rūpīgāk jāizvēlas vietas pacilu veidošanai, jo to traucē paliekošie celmu un lielās saknes.



Att. 27: Darba laika elementu sadalījums rudens un pavasara izmēģinājumos.

Darba laika patēriņš iebraukšanai un izbraukšanai no cīrsmas ir vidēji 0,2 stundas vai vidēji 12 % no produktīvā darba laika (Tab. 12). Pašizmaksas aprēķinos izmantots abām iekārtām vienāds vidējais darba laika patēriņš un pieņemts, ka ražošanas apstākļos ekskavators katru reizi, beidzot darbu, neizbrauks no cīrsmas, bet nodos traktoru otrajam maiņas operatoram turpat cīrsmā. Pieņemts, ka šādā situācijā iebraukšanas un izbraukšanas laiks bus 5 % no produktīvā darba laika.

Tab. 12: Darba laika patēriņš (produktīvās stundas) iebraukšanai un izbraukšanai no cīrsmas

Objekts (kvartāls - nogabals)	Rudens	Pavasaris
194-17	-	-
194-4	-	0,2
473-12	0,5	0,3
480-13	0,0	0,1
510-12	0,2	0,2
512-18	0,2	0,5
513-12	0,3	0,3
513-18	0,2	0,4
522-21	0,2	0,1
Vidēji	0,2	0,3

Atsakoties no pacilu piespiešanas, produktīvā darba laika patēriņš, strādājot ar Karl-Oskar kausu samazinātos līdz 5,5 stundām ha⁻¹, bet, gatavojot augsni ar MPV-600 – līdz 6,2 stundām ha⁻¹ (Tab. 13). Vidējais darba laika ietaupījums ir 2 %.

Faktiski Karl-Oskar neveica pacilu piespiešanu pēc izmēģinājumiem pirmajā objektā, tāpēc darba laika ietaupījums ir niecīgs. Būtiski ir sekot līdzi mežaudzes augšanas gaitai un salīdzināt stādīņu ieaugšanos ar standarta ekskavatora kausu, Karl-Oskar un MPV-600 kausiem sagatavotajās platībās, lai noteiktu, vai nepastāv gaisa spraugu veidošanās risks.

Tab. 13: Darba laika patēriņš (produktīvās stundas ha⁻¹, gatavojot 1600 stādvietas ha⁻¹), neskaitot iebraukšanu un izbraukšanu no cirmsas un piespiešanas operāciju

Variants	Objekts	Pārvietošanas pa cirmsu	Apauguma novākšana	Pacilu gatavošana bez piespiešanas	Kustības ar manipulatoru, torni.	cits	Kopējais efektīvā darba laiks bez iebraukšanas	Laika ietaupījums
Karl-Oskar	473-12-2	0,8	0,5	1,9	2,1	0,6	5,9	1,9%
	480-13-2	0,6	0,5	2,2	2,0	0,4	5,7	1,0%
	512-18-2	0,8	0,4	2,0	1,6	0,5	5,3	0,1%
	513-12-2	0,5	0,3	1,5	1,4	0,4	4,0	0,0%
	522-21-2	1,0	0,1	2,7	2,5	0,2	6,5	1,1%
	Vidēji	0,8	0,3	2,1	2,0	0,4	5,5	0,8%
MPV-600	473-12-4	1,0	0,2	2,8	2,0	0,5	6,6	0,6%
	480-13-4	0,9	0,2	2,9	1,8	0,4	6,2	1,9%
	510-12-4	0,8	0,3	2,3	1,9	0,4	5,7	1,3%
	512-18-4	0,9	0,1	2,7	2,1	0,6	6,5	1,8%
	513-12-4	0,7	0,1	2,2	1,7	0,6	5,3	1,0%
	513-18-4	0,8	0,1	2,6	2,0	0,7	6,2	1,9%
	522-21-4	0,8	0,2	2,8	2,5	0,2	6,6	0,6%
	Vidēji	0,8	0,2	2,6	2,0	0,5	6,2	1,3%
Vidēji visos variantos		0,8	0,3	2,4	2,0	0,4	5,9	1,1%

Pieņemot, ka augsnes gatavošana notiek optimālās darba apstākļos, t.i. nav nepieciešama stādvietau attīrīšana no pielūžņojuma, produktīvā darba laika patēriņš, strādājot ar Karl-Oskar kausu samazinātos līdz 5,3 stundām ha⁻¹, bet, gatavojot augsni ar MPV-600 – līdz 6,1 stundai ha⁻¹ (Tab. 14). Vidējais darba laika ietaupījums, salīdzinot ar bāzes scenāriju, ir 5 %, salīdzinot ar bāzes scenāriju.

Tab. 14: Darba laika patēriņš (produktīvās stundas ha⁻¹, gatavojot 1600 stādvietas ha⁻¹), neskaitot iebraukšanu un izbraukšanu no cirmsas, piespiešanas operāciju un tīrīšanas darbus

Variants	Objekts	Pārvietošanas pa cirmsu	Pacilu gatavošana un piespiešana	Kustības ar manipulatoru, torni.	cits	Kopējais efektīvā darba laiks bez iebraukšanas	Laika ietaupījums
Karl-Oskar	473-12-2	0,8	2,0	2,1	0,6	5,5	7,8%
	480-13-2	0,6	2,3	2,0	0,4	5,3	8,8%
	512-18-2	0,8	2,0	1,6	0,5	4,9	8,0%
	513-12-2	0,5	1,5	1,4	0,4	3,7	7,6%
	522-21-2	1,0	2,8	2,5	0,2	6,5	1,3%
	Vidēji	0,8	2,2	2,0	0,4	5,3	5,8%
MPV-600	473-12-4	1,0	2,9	2,0	0,5	6,4	3,6%
	480-13-4	0,9	3,0	1,8	0,4	6,1	3,2%
	510-12-4	0,8	2,3	1,9	0,4	5,5	5,5%
	512-18-4	0,9	2,8	2,1	0,6	6,5	1,7%
	513-12-4	0,7	2,2	1,7	0,6	5,2	1,6%
	513-18-4	0,8	2,7	2,0	0,7	6,2	1,6%
	522-21-4	0,8	2,9	2,5	0,2	6,4	3,6%
	Vidēji	0,8	2,7	2,0	0,5	6,1	3,2%
Vidēji visos variantos		0,8	2,5	2,0	0,4	5,7	4,4%

Salīdzinot produktīvajā darba stundā sagatavojamo stādvietau skaitu (Tab. 15), redzams, ka bāzes scenārijā, strādājot ar Karl-Oskar kausu un MPV-600, tas ir, attiecīgi, 287 un 255 gab.; atsakoties no pacilu

piespiešanas – 299 un 262 gab.; bet apstākļos, kad nav jāveic stādvieta attīrīšana – 319 un 266 gab. Celmu izstrādes izmēģinājumos stundas laikā sagatavoja 346 pacilas (Andis Lazdiņš 2012b).

Tab. 15: Stādvieta produktīvajā stundā

Variants	Objekts	Stādvieta h^{-1}		
		bāzes scenārijs	nepiespiežot pacilas	neattīrot stādvieta
Karl-Oskar	473-12-2	268	273	290
	480-13-2	278	281	305
	512-18-2	300	300	326
	513-12-2	395	395	428
	522-21-2	242	245	246
	Vidēji	287	299	319
MPV-600	473-12-4	239	241	248
	480-13-4	252	257	261
	510-12-4	276	280	292
	512-18-4	243	248	248
	513-12-4	302	305	307
	513-18-4	254	258	258
	522-21-4	242	243	251
	Vidēji	255	262	266
Vidēji visos variantos	Objekts	269	272	288

Iespējams, ka darba ražīgumu šajā gadījumā ietekmēja arī ekskavatora jauda – celmu izstrādei izmantoja New Holland E215B ekskavatoru – tā pilna masa ir 23 tonnas, bet dzinēja jauda 110 kW (par 20 % lielāka, nekā izmēģinājumos izmantotajam ekskavatoram).

DARBA RAŽĪGUMA IZMAIŅAS IZMĒĢINĀJUMU GAITĀ

Pavasari veiktie izmēģinājumi liecina, ka būtisku ietekmi uz darba ražīgumu atstāj ekskavatora operatora pieredze augsnes sagatavošanā, tāpēc pētījumā novērtētas darba ražīguma izmaiņas laika darba gaitā. Tab. 16 parādīta vidējā darba ražīgumu dinamika, nešķirojot pēc iekārtas, ar kuru veikta augsnes sagatavošana, Tab. 17 - darba ražīguma dinamika dažādām iekārtām. Darbu izpildes datuma un darba laika patēriņa korelācija Karl-Oskar kausam konstatēta visiem darba laika elementiem. Kopējā efektīvā darba laika un darba izpildes datuma korelācija Karl-Oskar kausam ir $r = -0,96$. Tas liecina, ka operators vēl arvien mācījās veikt visas darba operācijas. MPV-600 kausam korelācija starp darba izpildes datumu un darba ražīgumu konstatēta tikai pārbraucieniem pa cirsma un kustībām ar torni vai strēli. Tas nozīmē, ka operators ir apguvis pacilu gatavošanu un cirsmas satīrīšanu un šajās darba operācijās nav bijis progresā, bet operators vēl arvien pilnveido iemaņas, veicot torņa un strēles manevrus, kā arī braucot pa cirsma. Darba laika patēriņa samazinājums otrajā pusē no darba laika, salīdzinot ar pirmo pusi, strādājot ar Karl-Oskar, ir 16 %. Darba laika patēriņš vidēji visvairāk samazinājies pacilu gatavošanas, torņa manevru un pārvietošanās etapos (Att. 30). Strādājot ar MPV-600, darba ražīgums laika gaitā nav palielinājies.

Att. 31 redzama produktīvā darba laika patēriņa izmaiņas laika gaitā pavasara un rudens izmēģinājumos. Grafikos redzams, ka, strādājot ar MPV-600, rudens izmēģinājumos darba ražība atbilst labākajiem pavasara izmēģinājumu rezultātiem, bet strādājot ar Karl-Oskar, ražība darba gaitā turpina uzlaboties. Tas liecina, ka operators apgūst iemaņas darba ar Karl-Oskar, bet, strādājot ar MPV-600, sasniegts tāds darba ražīguma līmenis, kurā labāku rezultātu var iegūt, mainot darba apstākļus vai arī pilnveidojot darba metodi.

Rudenī iegūtie darba ražīgums rezultāti ir tuvu rādītājiem, ko var sagaidīt no pieredzējušiem operatoriem ražošanas apstākļos. Visticamāk, ka praksē nedaudz pieaugs darba laiks stādvieta sagatavošanai, bet samazināsies dīkstāves un ar tiešo darbu izpildi nesaistītais darba laika patēriņš.

Strādājot ar MPV-600 kausu, konstatēts, ka iekārtas darba ražīgumu var palielināt, pilnveidojot darba metodi – operatoram pēc iespējas mazāk jākustina kauss, atdarinot rakšanas kustības (Att. 28). Arī kausa konstrukcijai iespējami uzlabojumi – abām kausa pusēm jābūt simetriskām (ar arkveida izliekumu, Att. 29), bet sānu malām jābūt ar zāgveida robojumu, lai šajos robos aizķertos kritalas. Mineralizētās platības samazināšanai nekustīgā augsnes gatavošanas plātne aizstājama ar kustīgu plātni ar papildus vadības cilindru, kā tas ir izdarīts Karl-Oskar kausam, taču saglabājot plakānu plātnes virsmu, kas ļauj labāk piespiest pacilu.



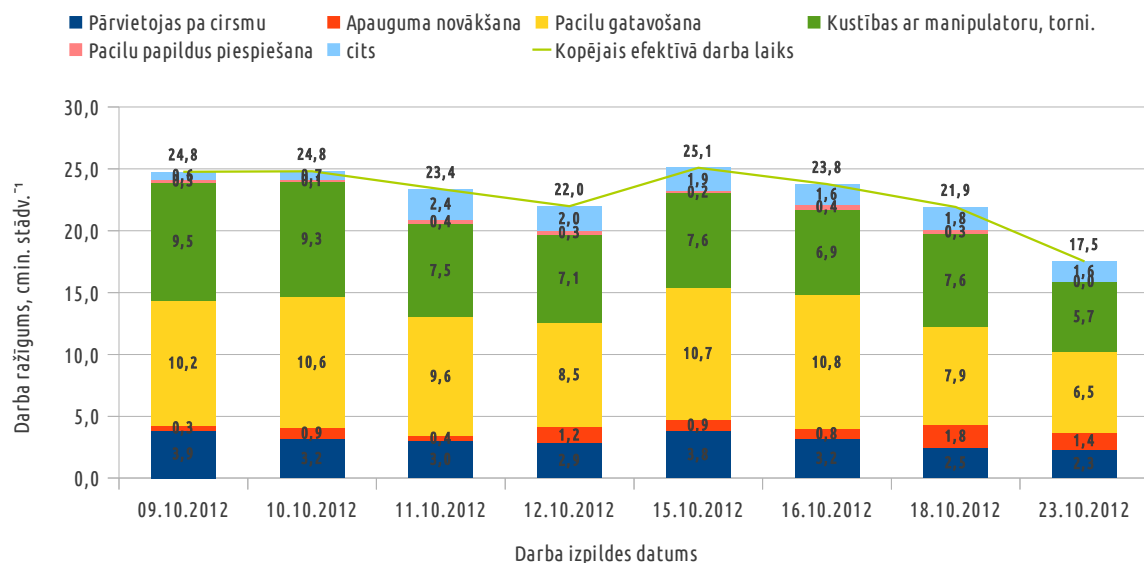
Att. 28: Darba laikā jāizvairās no kausa kustībām plašā amplitūdā.



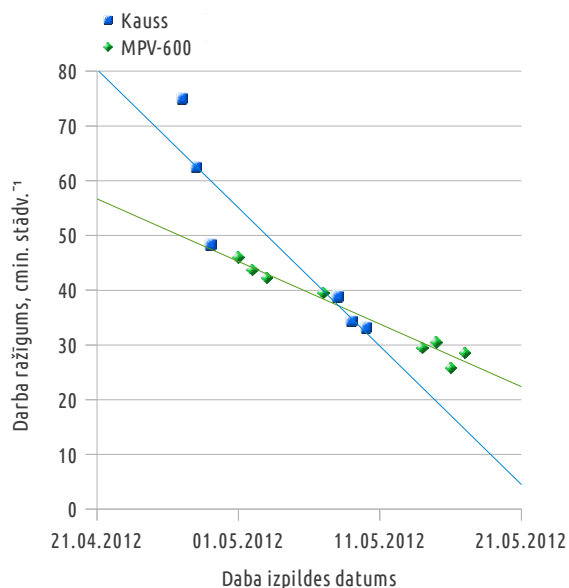
Att. 29: Pilnveidota MPV-600 kausa konstrukcija.

Datums	Pārvietojas pa cīrsmu	Apauguma novākšana	Pacilu gatavošana	Kustības ar manipulatoru, torni.	Pacilu papildus piespiešana	cits	Ar darbu nesaistītas operācijas	Kopējais efektīvā darba laiks	Produktīvā darba laika īpatsvars	Uz 1600 stādvielām ha ⁻¹	
										stundas ha ⁻¹	stādvieta stundā
09.10.2012	3,9	0,3	10,2	9,5	0,3	0,6	3,9	24,8	86,4%	6,6	242
10.10.2012	3,2	0,9	10,6	9,3	0,1	0,7	3,1	24,8	88,8%	6,6	242
11.10.2012	3,0	0,4	9,6	7,5	0,4	2,4	3,9	23,4	85,8%	6,2	257
12.10.2012	2,9	1,2	8,5	7,1	0,3	2,0	2,2	22,0	90,8%	5,9	273
15.10.2012	3,8	0,9	10,7	7,6	0,2	1,9	0,5	25,1	98,2%	6,7	239
16.10.2012	3,2	0,8	10,8	6,9	0,4	1,6	0,7	23,8	97,3%	6,3	252
18.10.2012	2,5	1,8	7,9	7,6	0,3	1,8	2,3	21,9	90,5%	5,8	274
23.10.2012	2,3	1,4	6,5	5,7	0,0	1,6	3,4	17,5	83,8%	4,7	342
Vidēji visās dienās	3,0	1,0	9,0	7,5	0,2	1,7	2,8	22,3	88,9%	6,0	269

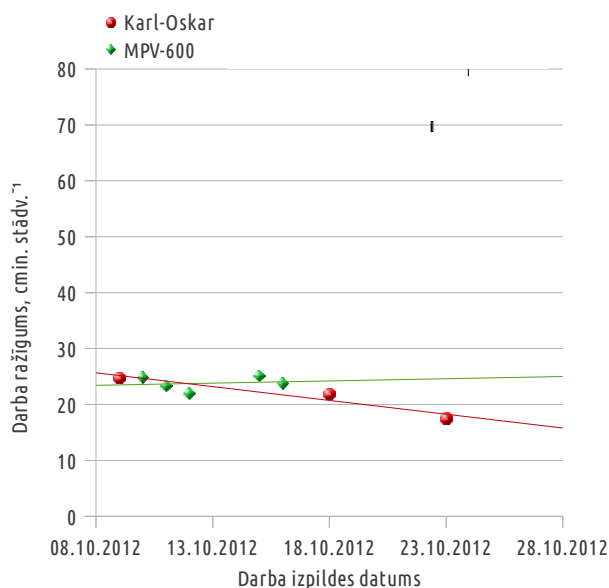
Datums	Pārvietojas pa cīrsmu	Apauguma novākšana	Pacilu gatavošana	Kustības ar manipulatoru, torni	Pacilu papildus piespiešana	cits	Ar darbu nesaistītas operācijas	Kopējais efektīvā darba laiks	Efektīvā darba laika īpatsvars	Uz 1600 stādvielām ha ⁻¹	
										stundas ha ⁻¹	stādvieta stundā
Karl-Oskar											
09.10.2012	3,9	0,3	10,2	9,5	0,3	0,6	3,9	24,8	86,4%	6,6	242
18.10.2012	2,5	1,8	7,9	7,6	0,3	1,8	2,3	21,9	90,5%	5,8	274
23.10.2012	2,3	1,4	6,5	5,7	0,0	1,6	3,4	17,5	83,8%	4,7	342
MPV-600											
10.10.2012	3,2	0,9	10,6	9,3	0,1	0,7	3,1	24,8	88,8%	6,6	242
11.10.2012	3,0	0,4	9,6	7,5	0,4	2,4	3,9	23,4	85,8%	6,2	257
12.10.2012	2,9	1,2	8,5	7,1	0,3	2,0	2,2	22,0	90,8%	5,9	273
15.10.2012	3,8	0,9	10,7	7,6	0,2	1,9	0,5	25,1	98,2%	6,7	239
16.10.2012	3,2	0,8	10,8	6,9	0,4	1,6	0,7	23,8	97,3%	6,3	252
Darba laika patēriņa samazinājums (darba laika patēriņš pirmajā pusē darba dienu dalīts ar darba laika patēriņu otrajā pusē darba dienu)											
Karl-Oskar	76%	148%	80%	78%	53%	141%	92%	84%			
MPV-600	89%	75%	94%	115%	89%	89%	630%	99%			



Att. 30: Produktīvā darba laika patēriņš dinamika.



pavasara izmēģinājumi



rudens izmēģinājumi

Att. 31: Darba laika patēriņa izmaiņas laika gaitā, strādājot ar standarta ekskavatora kausu, Karl-Oskar un MPV-600 kausu.

PAŠIZMAKSAS ANALĪZES REZULTĀTI

Pašizmaksas aprēķini veikti, pieņemot, ka ekskavatoram jā sagatavo 1600 stādvietas ha⁻¹, kas atbilst ekspertu vērtējumam par vidējo sagatavoto stādvietu blīvumu, strādājot ar šāda veida iekārtām, Somijā un Zviedrijā.

Bāzes scenārijā (Tab. 18) ņemts vērā viss produktīvais darba laiks, iebraukšana un izbraukšana no cirsmas pieņemta 5 % no dzinēja darba laika. Dzinēja darba laiks pieņemts 86 % no operatora plānotā darba laika.

Sezonā ar Karl-Oskar var sagatavot augsni 279 ha, bet ar MPV-600 – 248 ha platībā, pieņemot, ka pie augsnes gatavošanas strādā 2 maiņās 100 dienas gadā.

Saskaņā ar aprēķinu rezultātiem augsnes gatavošanas pašizmaksa ar Karl-Oskar bāzes scenārijā ir 168 Ls ha⁻¹, bet ar MPV-600 – 187 Ls ha⁻¹, tātad par 60-80 % lielāka, nekā, gatavojot augsni ar disku arklū. Salīdzinājumam, pavasarī pie tādiem pašiem ievades datiem augsnes sagatavošanas pašizmaksa ar MPV-600 bija vidēji 273 Ls ha⁻¹, attiecīgi, operatora kvalifikācijas paaugstināšanās un darba apstākļu uzlabošanās (kritālas netraucē darbu), ļāva samazināt augsnes gatavošanas izmaksas par 46 %.

Ierēķinot administratīvās izmaksas un peļņu (20 % no pašizmaksas), izmaksas 1 ha sagatavošanai bāzes scenārijā palielinātos līdz, attiecīgi, 201 Ls un 224 Ls. Izmaksu samazināšana iespējama, palielinot darba ražīgumu (samazinot torņa un strēles manevru skaitu), samazinot pārbraucienu skaitu starp cirmām, kā arī mazāk braucot iekšā un ārā no cirsmas. Pārbraucienu skaitu var būtiski samazināt caur precīzu plānošanu – vienā atjaunojamo platību paketē apvienojot 2-3 gadu laikā izstrādātās mežaudzes uz augsnēm ar mazu nestspēju.

Vislielāko izmaksu samazinājuma efektu var panākt, veicot augsnes apstrādi vienlaicīgi ar atcelmošanu (Andis Lazdiņš 2012b), taču šāds risinājums būs pielietojams tikai tad, kad celmu biokurināmajam ir izveidojies noieta tirgus. Atcelmošana uz slāpjam augsnēm, izņemot kūdras augsnes, veicama vai nu vasaras sausākajā laikā vai ziemā, kad augsne ir sasalusi un vieglāk atdalās no koku saknēm.

Tab. 18: Augsnes sagatavošanas pašizmaksa bāzes scenārijā

Rādītājs	Karl-Oskar	MPV-600
Izmaksas, Ls gadā		
Investīcijas	8 949	8 301
Atalgojums	13 209	13 209
Tehnikas uzturēšana un degviela	24 825	24 825
Kopā, Ls gadā	46 983	46 335
Darba ražīgums		
Motorstundas ha ⁻¹	5,57	6,27
Ha gadā	279	248
Ls ha ⁻¹	168	187

Meža atjaunošanas rezultātu uzskaitē liecina, ka, gatavojot pacilas, pirmajā gadā pēc stādīšanas nav nepieciešama agrotehniskā kopšana. Tas nozīmē, ka, veicot augsnes sagatavošanu kvalitatīvi, meža atjaunošanā var ietaupīt 50-75 Ls ha⁻¹, neveicot agrotehnisko kopšanu pirmajā gadā, un augsnes sagatavošanas pašizmaksa bāzes scenārijā, strādājot ar Karl-Oskar un MPV-600 kausu, būtu, attiecīgi, 93-118 un 112-137 Ls ha⁻¹. Jāņem vērā, ka šis ietaupījums atkarīgs no augsnes gatavošanas iekārtas operatora un stādītāju profesionalitātes. Līdzīgi secinājumi izdarīti pētījumā par atcelmotu platību atjaunošanu (Andis Lazdiņš 2012a). LVMI Silava pētījumos, stādot uz pacilām atcelmotās un ar meža frēzi sagatavotās platībās, konstatēts, ka agrotehniskā kopšana ar pacilu gatavotāju apstrādātā platībā notiek vismaz tikpat ātri, kā platībā, kas apstrādāta ar meža frēzi (Andis Lazdiņš 2012c).

Salīdzinot ar pavasarī veiktajiem izmēģinājumiem, pacilu piespiešanai patērētais laiks ir būtiski samazinājies. Tas saistīts gan ar operatora kvalifikācijas paaugstināšanos, gan augsnes struktūras izmaiņām (rudē augsne mazāk lipa pie augsnes gatavošanas plātnes). Strādājot ar Karl-Oskar pacilu piespiešana zaudē jēgu, jo augsnes gatavošanas plātnes velles izliekums bija pārāk liels un tā nepiespiedās pacilas virskārtai. Pilnībā atsakoties no pacilu piespiešanas, augsnes sagatavošanas pašizmaksa samazinātos par vidēji 3 %, t.i. līdz 162 Ls ha⁻¹ Karl-Oskar kausam un līdz 182 Ls ha⁻¹ ekskavatoram, kas aprīkots ar MPV-600 kausu (Tab. 19).

Tab. 19: Augsnes sagatavošanas pašizmaksa, neveicot papildus pacilu piespiešanu

Rādītājs	Kauss	MPV-600
Izmaksas, Ls gadā		
Investīcijas	8 949	8 301
Atalgojums	13 209	13 209
Tehnikas uzturēšana un degviela	24 825	24 825
Kopā, Ls gadā	46 983	46 335
Darba ražīgums		
Motorstundas ha ⁻¹	5,35	6,11
Ha gadā	291	255
Ls ha ⁻¹	162	182

Saskaņā ar pavasarī veikto izmēģinājumu rezultātiem, augsnes sagatavošanas pašizmaksa samazinātos par 45 %, salīdzinot ar bāzes scenāriju, ja nebūtu jātērē laiks stādvieta attīrīšanai. 2012. gada rudens izmēģinājumi rāda, ka stādvieta attīrīšana vairs nav nepieciešama un pie pareizas darba organizācijas (atstāt cirsma vismaz vienu gadu, lai kritālas paspēj sadalīties) kritālu savākšana neatstāj būtisku ietekmi uz darba ražīgumu. Augsnes sagatavošanas izmaksas, ja vispār nebūtu jātērē laiks kritālu vākšanai, samazinātos līdz 152 Ls ha⁻¹ Karl-Oskar un līdz 179 Ls ha⁻¹ MPV-600 kausam, t.i. vidēji par 10 %, salīdzinot ar bāzes scenāriju (Tab. 20).

Jāatzīst, ka izmaksu samazināšanas iespējas uz cirsmu satīrīšanas rēķina nav tik optimistiskas, kā liecināja pavasara izmēģinājumu rezultāti. Darba laika ietaupījums uz kritālu savākšanu daļēji kompensējas ar pacilu gatavošanas un piespiešanas un citu darba operāciju paildzināšanos, jo, lai arī vairs nav nepieciešama atsevišķa kritālu savākšanas darba operācija, tās tāpat apgrūtina darbu.

Tab. 20: Augsnes sagatavošanas pašizmaksa, neveicot papildus pacilu piespiešanu un neattīrot stādvieta

Rādītājs	Kauss	MPV-600
Izmaksas, Ls gadā		
Investīcijas	8 949	8 301
Atalgojums	13 209	13 209
Tehnikas uzturēšana un degviela	24 825	24 825
Kopā, Ls gadā	46 983	46 335
Darba ražīgums		
Motorstundas ha ⁻¹	5,02	6,02
Ha gadā	310	259
Ls ha ⁻¹	152	179

Augsnes gatavošanas pašizmaksas jutības analīzē vērtēti 2 faktori – stādvieta skaits uz platības vienību un degvielas cena. Stādvieta skaita ietekmes analīzē kā minimālā un maksimālā robeža izmantoti rudens

izmēģinājumos iegūtie uzskaites rezultāti par stādvieta skaitu uz platības vienību. Darba ražīguma novērtēšanai atkarībā no stādvieta skaita izmantoti pētījumā iegūti regresijas vienādojumi (Att. 32).

$$M = 0,003 * N + 1,309 ; \text{kur}$$

M – darba ražīgums, produktīvās stundas ha^{-1} ;

N – stādvieta skaits, gab. ha^{-1} .

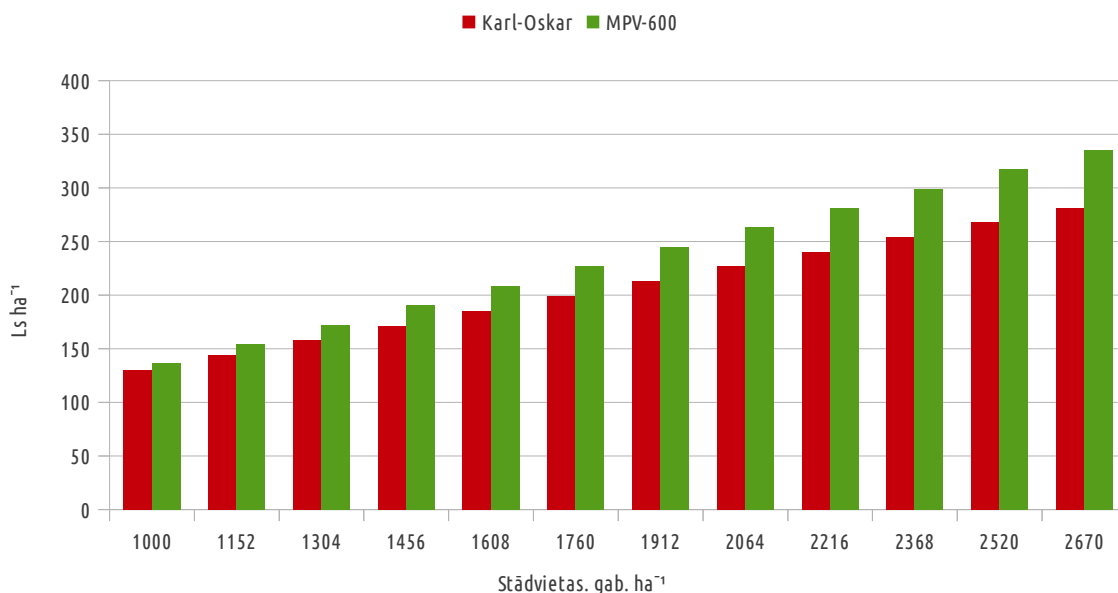
Karl-Oskar

$$M = 0,004 * N + 1,574.$$

MPV-600

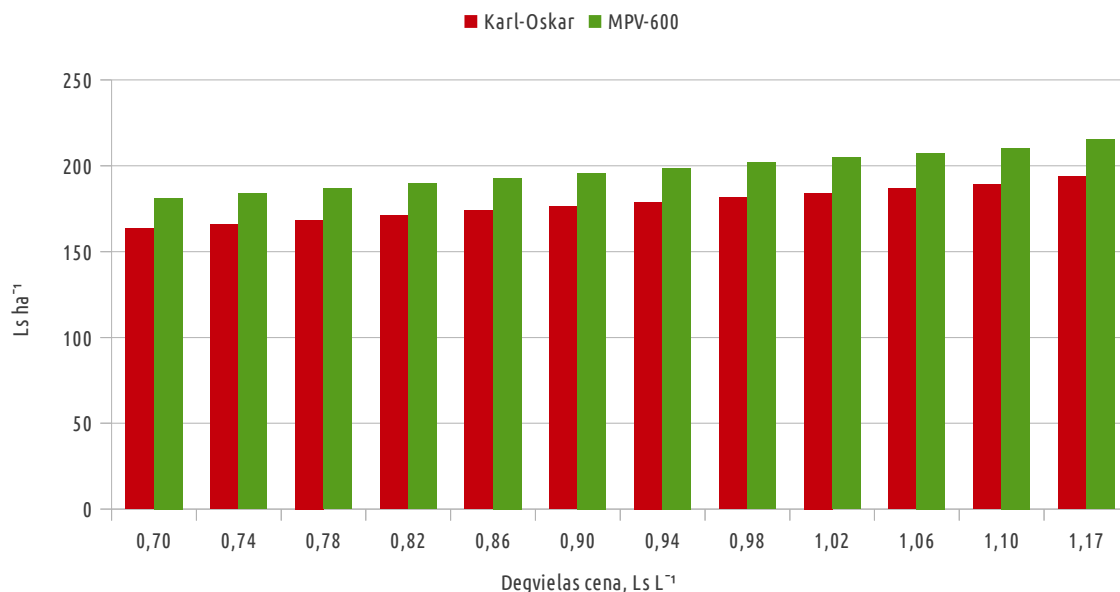
Att. 32: Darba ražīgums atkarībā no stādvieta skaita atbilstoši rudens izmēģinājumu rezultātiem.

Stādvieta skaita ietekme uz augsnes sagatavošanas izmaksām parādīta Att. 33. Grafikā redzams, ka arī pie 1000 stādvieta ha^{-1} augsnes sagatavošanas pašizmaksa nesamazinās zem 130 Ls ha^{-1} , strādājot ar Karl-Oskar un zem 136 Ls ha^{-1} , strādājot ar MPV-600 kausu. Izmaksu atšķirība starp abām iekārtām palielinās proporcionāli izmaksu pieaugumam, attiecīgi, nevienai no tām neparādās būtiskas priekšrocības pie mazāka vai lielāka stādvieta skaita.



Att. 33: Stādvieta skaita ietekme uz augsnes sagatavošanas izmaksām.

Degvielas cenas ietekmes analīzē pieņemts, ka minimālā cena ir 90 % no patreizējās cenas, bet maksimālā cena 150 % no patreizējās cenas. Aprēķinu rezultāti parādīti Att. 34. Grafikā redzams, ka degvielas cenas ietekme izpaužas mazākā pašizmaksu diapazonā, nekā stādvieta skaita ietekme. Kombinējot šos faktoros – augsta degvielas cena un samazināts stādvieta skaits, var kompensēt viena vai otra faktora ietekmi, piemēram, samazinot stādvieta skaitu, līdz noteiktai robežai var kompensēt degvielas cenas pieauguma radītu izmaksu pieaugumu.



Att. 34: Degvielas cenas ietekme uz augsnes gatavošanas izmaksām.

AUGSNES SAGATAVOŠANAS KVALITĀTE

Pacilu sablīvējums un mitrums

Meža augsnes darbu sagatavošanas laikā un nedēļu pēc tam bija mainīgi laika apstākļi ar periodiskām lietavām, kas neļāva objektīvi novērtēt augsnes mitruma režīmu uz pacilas un tās iekšienē, tāpēc no mitruma mērīšanas atteicās, nosakot tikai pacilas sablīvējuma pakāpes, ko tik ātri nespēj būtiski ietekmēt paaugstināts nokrišņu daudzums. Augsnes pretestība mērīta tieši pacilas centrā, kur izvietosies stādvietā (Att. 35).



Att. 35: Augsnes pretestības uzmērījumu veikšana rudenī.

Augsnes pretestības uzmērījumu kopsavilkums dots 21.tabulā. Nav konstatētas būtiskas atšķirības pacilu sablīvējumā - ne starp dažādiem kausiem, ne arī star sezonām veicot augsnē sagatavošanas darbus jau pavasarī iesāktajās platībās.

Tab. 21: Pavasarī un rudenī sagatavoto pacilu augsnē pretestības uz pacilām, nedēļu pēc augsnē sagatavošanas mērījumu rezultātu kopsavilkums.

Variants	Meža tips	Suga	Kvartāls	Nogabals	Vidēji 0-10 cm		Vidēji 0-20 cm		Vidēji 5-20 cm		Vidēji 40-80 cm		Vidēji 0-80 cm		
					maijs	oktobris	maijs	oktobris	maijs	oktobris	maijs	oktobris	maijs	oktobris	
Standarta kauss	As	E	473	12	0,5		0,5		0,6		1,6		1,1		
			512	18	0,4		0,5		0,5		2,4		1,5		
			522	21	0,4		0,4		0,4		2		1,3		
		E vidēji			0,4		0,5		0,5		2		1,3		
	Ks	P	480	13	0,4		0,4		0,5		1,9		1,3		
			510	12	0,4		0,5		0,5		2,2		1,4		
			513	12	0,4		0,4		0,5		1,4		0,9		
				18	0,4		0,4		0,5		0,6		0,6		
		P vidēji			0,4		0,4		0,5		1,5		1		
	Standarta kauss vidēji					0,4		0,5		0,5		1,7		1,1	
MPV600	As	E	473	12	0,4	0,3	0,5	0,4	0,5	0,4	1,5	1,4	1,1	0,9	
			512	18	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	2,2	1,6	1,4	1,0	
			522	21	0,5	0,3	0,6	0,4	0,6	0,4	1,7	1,6	1,2	1,0	
		E vidēji			0,4	0,3	0,5	0,4	0,5	0,4	1,8	1,5	1,2	1,0	
	Ks	P	480	13	0,4	0,3	0,4	0,3	0,5	0,4	1,7	1,3	1,1	0,9	
			510	12	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	1,8	1,5	1,2	1,0	
			513	12	0,3	0,4	0,3	0,5	0,4	0,5	1,1	2,0	0,7	1,3	
				18	0,3	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	0,7	0,5	0,6	0,4	
		P vidēji			0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	1,3	1,3	0,9	0,9	
	Vr	E	194	4	0,4		0,5		0,5		1,3		0,9		
				17	0,4		0,4		0,4		1,4		0,9		
		E vidēji			0,4		0,4		0,4		1,3		0,9		
	MPV600 vidēji					0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	1,5	1,4	1,0	0,9
Karl - Oskar	As	E	473	12		0,3		0,4		0,4		1,5		0,9	
			512	18		0,3		0,3		0,4		1,6		1,0	
			522	21		0,3		0,3		0,4		1,3		0,9	
		E vidēji				0,3		0,3		0,4		1,5		0,9	
	Ks	P	480	13		0,3		0,3		0,4		1,2		0,8	
			510	12		0,3		0,4		0,4		1,5		1,0	
			513	12		0,3		0,4		0,4		1,2		0,8	
		P vidēji				0,3		0,4		0,4		1,3		0,9	
Karl - Oskar vidēji						0,3		0,3		0,4		1,4		0,9	

Vērojama tendence, ka rudenī veidotās pacilu augsnē pretestība ir par mazāku nekā pavasarī, pie kam visos dziļumos. Jo lielāks un smagāks kauss - pacilu veidojamā ierīce, jo blīvākas pacilas, ne mazāk svarīga kausa forma. Vismazākā augsnē pretestība uz pacilām ir konstatēta ar Karl-Oskar sagatavotajās

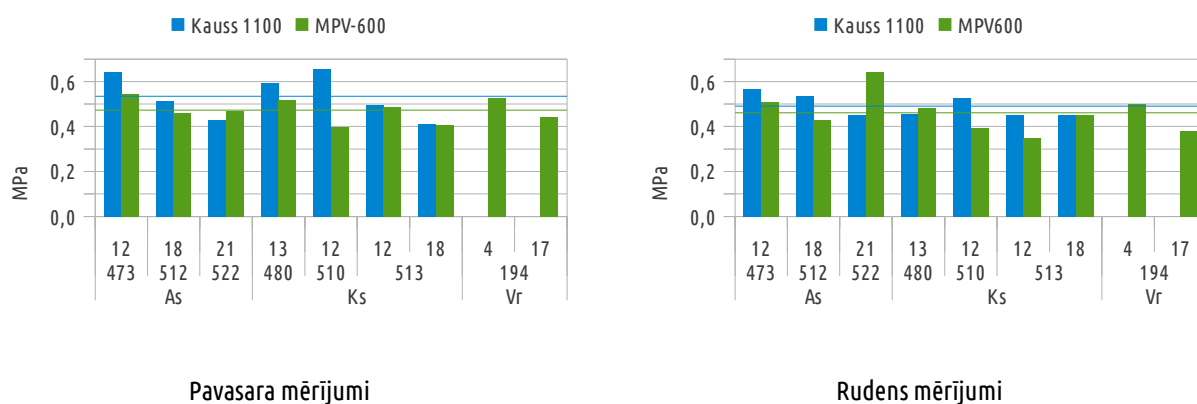
platībās, kas skaidrojams ar ieliekto formu, ekskavatora standarta kauss izvērsts pretēji – virzienā uz āru, bet MPV - 600 pacilas veidošanai paredzētā virsma ir plakana. Sakņu sākotnējās attīstības dziļumā (5-20 cm) augšņu pretestība nevienā no variantiem nepārsniedz kritisko robežu 3 MPa.

Dziļāk, atkarībā no augšņu pamatsastāva, augšņu pretestība strauji pieaug, vai paliek nemainīga (augšņu pretestību mērījumu vidējie dati sadalījumā pa nogabaliem, sezonām un ierīcēm – kausiem pievienoti pielikumā). Visos nogabalos augšņu pretestība strauji pieaug sākot no 45-50 cm dziļuma, pavasarī atsevišķos nogabalos 70-80 cm dziļumā tuvojoties, vai pat sasniedzot sakņu attīstībai kritisko 3 MPa robežu (510.kv. 12.nog., 512.kv. 18.nog.). Tieši 512.kv 18 nog. bija raksturīga lietus ūdeņu uzkrāšanās platības atsevišķās vietās, ko var skaidrot ar blīvu augšņu slāni, kurā nespēj strauji sasūkties lietus ūdeņi. Vismazākā augšņu pretestība konstatēta 513.kv 18 nog. - šajā šaurlapju kūdrenī, kur meža tips robežojas ar niedrāju, augšņu pretestība līdz pat 80 cm dziļumam nesasniedz 1 MPa robežu, tieši šajā platībā vienā no slejām augšņu sagatavošana rudenī netika veikta, jo nebija iespējama ekskavatora pārvietošanās pārlietu nenoturīgās augšņu dēļ. Visās citās platībās, pretestība sasniedz 1 MPa jau ap 30 cm dziļumu.

No pacilas kompaktuma viedokļa, nav būtiskas atšķirības vai platība tiek gatavota pavasarī vai rudenī, jo augšņu pretestības atšķirības uz pacilām un 20 cm zem tām nav būtiskas. Lielākas atšķirības augšņu pretestībā vērojamas sākot ar 50 cm dziļumu, kur rudenī, pārmērot pavasarī sagatavotās platības, un vēlā rudenī uzmērīta mazāka pretestība nekā pavasarī. Mazākas augšņu pretestības rudenī būtu skaidrojamas ar nokrišņiem bagāto vasaru un rudenī. Augšne ir savilgusi un mīksta, līdz pat 80 cm dziļumam. Pārmitrie apstākļu rezultātā vēlā rudenī trīs no platībām vairs nebija iespējama augšņu sagatavošana dēļ nenoturīgās pamatnes. Būtiski, ka rudenī dēļ nepietiekošās augšņu nestspējas nevarēja sagatavot augšni vairākās, platībās, kur pavasarī tas vēl bija iespējams, lai gan teorētiski rudenī augšņu nestspējai vajadzēja palielināties. Tas nozīmē, ka platībās ar nenoturīgām gruntīm un biezu kūdras slāni augšņu sagatavošana plānojama agri pavasarī, jo vēlāk rudenī tā būs iespējama tikai pēc salīdzinoši sausām vasarām.

Pacilu augšņu pretestības izmaiņas laikā

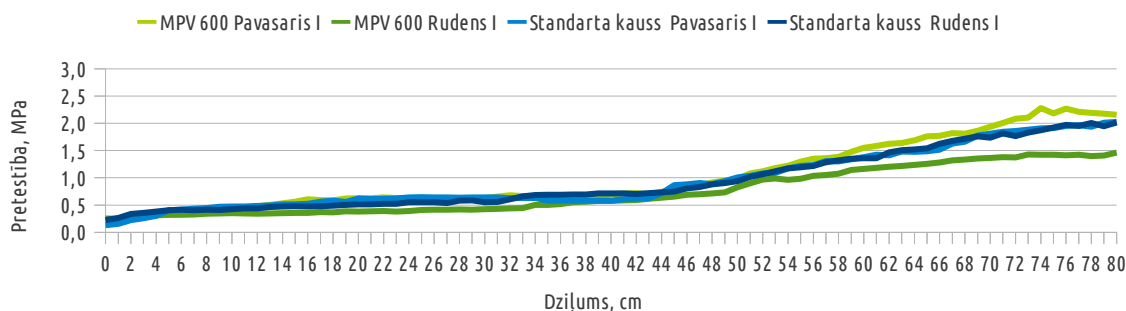
Salīdzinot augšņu pretestību uz pacilu virsmas, pavasarī konstatēta būtiskā atšķirība 5-20 cm dziļumā rudenī vairs netika atklāta (Att. 36).



Att. 36: Augšņu pretestības salīdzinājums 5-20 cm dziļumā.

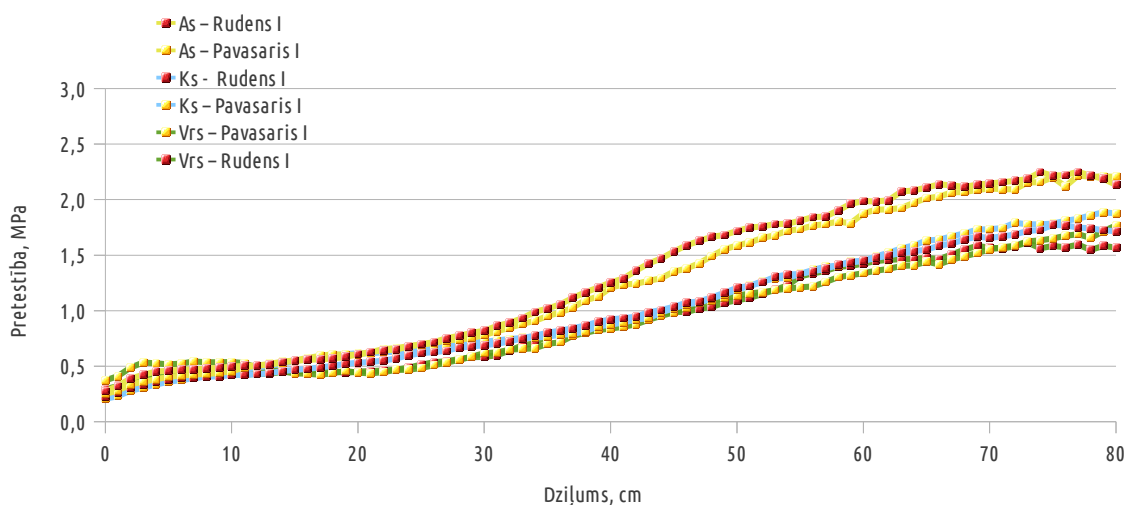
Nevienā gadījumā augsnes pretestība nepārsniedz kritisko 3 MPa robežu, aiz kuras sakņu augšana ir būtiski apgrūtināta (Ampoorter, Van Nevel, De Vos, et al. 2010; Ampoorter, Goris, Cornelis, et al. 2007).

Salīdzinot pirmajā kārtā sagatavoto platību pavasara un rudens augsnes pretestības mērījumus pavasarī ierīkotajos izmēģinājumu objektos, statistiski būtiska atšķirība konstatēta tikai 513. kv. 12. nog. ar MPV-600 apstrādātajā platībā (Att. 37). Veicot atkārtotus augsnes pretestības mērījumus konstatēts, ka rudenī (Rudens I), salīdzinot ar pavasari (Pavasaris I), augsnes pretestība būtiski samazinājusies. Iespējams, tas ir saistīts ar laika apstākļiem 2012. gada vasarā, tajā skaitā salīdzinoši lielo nokrišņu daudzumu.



Att. 37: Pavasarī pirmajā ciklā sagatavoto pacilu augsnes pretestības atkārtoto uzmērījumu vidējo datu salīdzinājums rudenī un pavasarī.

Arī salīdzinot visos meža tipos ierīkotos izmēģinājumus, būtiska atšķirība augsnes pretestībā uz pacilām starp rudenī un pavasari nav konstatēta (Att. 38), nav notikusi pacilu nosēšanās un sablīvēšanās, tas nozīmē, ka veicot augsnes sagatavošanas darbus pavasarī, nav ieteicams atteikties no pacilu papildus piespiešanas ar kausu. Pacilu pretestība eksperimentā ierīkotajos izmēģinājumos, sadalījumā pa meža tipiem ir līdzīga, nav vērojamas būtiskas atšķirības. Straujāks uzmērīto pretestības vērtību kāpums šaurlapju āreņa meža tipos vērojams sākot ar 25-30 cm dziļumu, bet slāpajos vēros un šaurlapju kūdreņos vien pēc 40 cm sasniegšanas, tas ir savstarpēji saistīts ar trūdvielu – kūdrainā slāņa biezumu, beidzoties kūdras slānim, pretestība vērtības straujāk palielinās. Grafikā, kas dots Att. 38 redzams, ka jau dziļāk par 40 cm āreņos augsnes pretestība ir būtiski lielāka nekā kūdreņos un vēros ierīkotajos objektos.

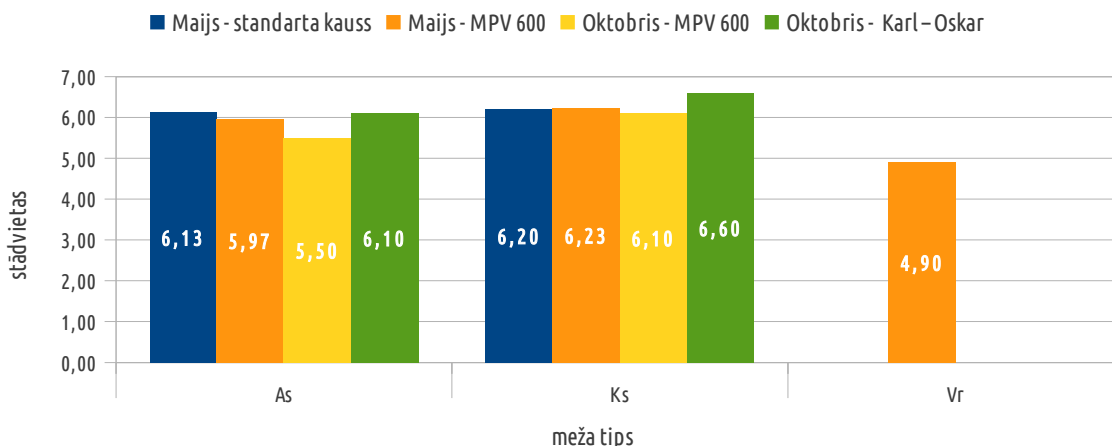


Att. 38: Pavasarī, pirmajā ciklā (I), sagatavoto pacilu augsnes pretestības salīdzinājums rudenī un pavasarī šaurlapju kūdreņos, slāpajā vērī un šaurlapju āreņos.

Šaurlapju āreņos nebija problēmu ar augsnes nespēju un tehnikas pārvietošanos pa platību. Cik ļoti pacilu sablīvēšanos ietekmēs ziema, kad uz pacilām sagaidāma sniega sega, kas varētu sekmēt to nosēšanos, par to varēs spriest tikai 2013. gada pavasarī.

Sagatavoto stādvieta skaits

Stādvieta uzskaitē veikta apļveida parauglaukumos starp zaru ceļiem, uz katru parauglaukumu stādvieta skaitu 25 m² apļveida parauglaukumos uzskaitot 10 -11 vietās. Ministru kabineta noteikumos Nr. 308 (02.05.2012) "Meža atjaunošanas, meža ieaudzēšanas un plantāciju meža noteikumi" noteikts ka, lai platību atzītu par atjaunotu, minimālais ieaugušo egļu skaits uz ha ir 2000, bet mazākais priedes kociņu skaits 3000, tātad attiecīgi uzskaites laukumos būtu jābūt attiecīgi 5 vai 7,5 stādiem. Uzskaites vietās konstatētais vidējais stādvieta skaits atbilst MK noteikumos Nr. 308 noteikto ieaugušo koku skaitam uz hektāru eglei (As, VRs), bet priedes kociņu skaits nav pietiekams (Ks)(Att. 39).



Att. 39: Sagatavoto stādvieta skaits 25m² uzskaites laukumos starp zaru ceļiem

Neraugoties uz to, ka operatoram tika dots darba uzdevums šaurlapju kūdreņī sagatavot iespējami daudz stādvieta – nepieciešamais skaits nav sasniegts, jo traucē platībā esošie celmi, sausokņi un liela izmēra kritālas, kas nav sadalāmas. Šaurlapju kūdreņī uzmērītajos laukumos sagatavots vien vidēji par 6% vairāk stādvieta nekā šaurlapju āreņī. Iespējamais risinājums veikt zaru ceļu malu apstādīšanu – veidojot šaurāku joslu ar platībā palikušajiem zariem, kas jau sākuši sadalīties, un atbrīvotajā vietā veidojot stādvieta.

Šaurlapju āreņos ir sagatavotas stādvieta tādam un lielākam egļu skaitam, kāds noteikts minimāli pieļaujamais ieaugušo koku skaits, tomēr veicot parēķinu uz visu platību un pieņemot, ka zaru ceļi platībā drīkst aizņemt līdz 20 % (tātad stādvieta izvietojas mazākais 80 % platības), kopējais sagatavoto stādvieta skaits uz platību ir mazāks. Vidējie uzmērījumu skaitļi sadalījumā pa meža tipiem, augsnes sagatavošanas ierīcēm un augsnes sagatavošanas sezonām visās pētījuma laikā sagatavotajās platībās doti 33. tabulā.

Nemot vērā, ka, lai platību atzītu par mākslīgi atjaunotu atbilstoši spēkā esošajiem Ministru kabineta noteikumiem ir nepieciešams iestādīt vairāk par 50 % no nepieciešamā stādu skaita, kas ir vairāk nekā 1200 stādi eglei un 1800 stādi priedei, ja nākošajos gados gados sekmīgi turpināsies jau tagad vērojamā dabiskā atjaunošanās, mežaudzi varēs atzīt par mākslīgi atjaunotu arī šaurlapju kūdreņos, vienīgi to nebūs iespējams izdarīt jau tūlīt pēc stādījuma ierīkošanas.

Tab. 22: Izmēģinājumu platības uzmērītais stādvietu skaits.

Meža tips	Kvartāls	Nogabals	Sagatavoto stādvietu skaits	2012-maijs		2012-oktobris	
				standarta kauss	MPV 600	Karl – Oskar	
As	473	12	25 m ² laukumos	5,8	6,5	6,0	6,4
			uz ha starp zaru ceļiem	2320	2600	2400	2560
			uz ha, ieskaitot zaru ceļus, visā platībā	1856	2080	1920	2048
	512	18	25 m ² laukumos	5,9	5,3	4,9	6,5
			uz ha starp zaru ceļiem	2350	2120	1960	2600
			uz ha, ieskaitot zaru ceļus, visā platībā	1880	1696	1568	2080
	522	21	25 m ² laukumos	6,7	6,1	5,6	5,4
			uz ha starp zaru ceļiem	2680	2440	2240	2160
			uz ha, ieskaitot zaru ceļus, visā platībā	2144	1952	1792	1728
Ks	480	13	25 m ² laukumos	6,0	6,7	5,9	6,5
			uz ha starp zaru ceļiem	2400	2680	2360	2600
			uz ha, ieskaitot zaru ceļus, visā platībā	1920	2144	1888	2080
	510	12	25 m ² laukumos	6,5	6,1	6,6	6,4
			uz ha starp zaru ceļiem	2600	2440	2640	2560
			uz ha, ieskaitot zaru ceļus, visā platībā	2080	1952	2112	2048
	513	12	25 m ² laukumos	6,1	5,1	6,6	6,9
			uz ha starp zaru ceļiem	2440	2040	2640	2760
			uz ha, ieskaitot zaru ceļus, visā platībā	1952	1632	2112	2208
		18	25 m ² laukumos	6,2	7,0	5,3	
			uz ha starp zaru ceļiem	2480	2800	2120	
			uz ha, ieskaitot zaru ceļus, visā platībā	1984	2240	1696	
Vrs	194	4	25 m ² laukumos		4,9		
			uz ha starp zaru ceļiem		1960		
			uz ha, ieskaitot zaru ceļus, visā platībā		1568		
		17	25 m ² laukumos		4,9		
			uz ha starp zaru ceļiem		1960		
			uz ha, ieskaitot zaru ceļus, visā platībā		1568		

Pavasārī veikto stādījumu saglabāšanās

Pavasārī, tūlīt pēc augšnes sagatavošanas veiktie priedes un egles stādījumi, apsekoti oktobra mēnesī, kad veikta stādvieta izvietojuma uzskaitē, stādīšanas kvalitātes un stādījumu saglabāšanās kontrole un uzmērīti pirmajā sezonā veidotie skuju koku gada pieaugumi.

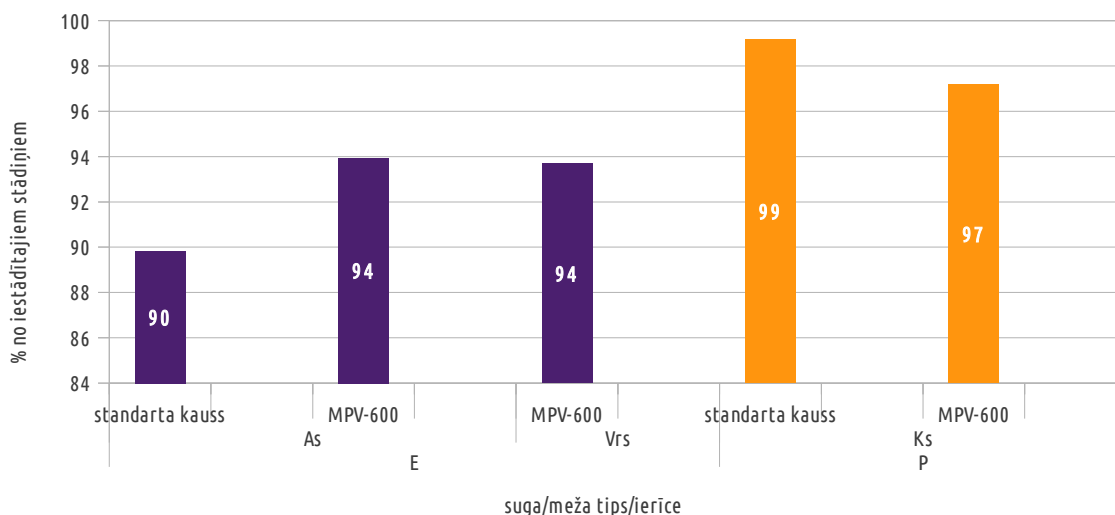
Atjaunošana tika izmantots dažāda veida stādmateriāls, egles stādi bija ar uzlaboto sakņu sistēmu, bet priedes stādi - ietvarstādi, smecernieku bojājumu profilaksei apstrādāti ar vasku, tāpēc nav korekti salīdzināt meža atjaunošanas kvalitāti analizējot stādu saglabāšanos dažādos meža tipos, bet var salīdzināt ar abām ierīcēm veidoto stādvieta ietekmi uz saglabāšanos un pieaugumu veidošanos.

Uzmērījumu datu vērtības izteiktas procentos apkopotas 23. tabulā. No tabulā apkopotās informācijas redzams, ka ne visās platībās strādnieki, kuri veica meža atjaunošanas darbus – atraduši un apstādījuši visas pacilas. Vidēji neapstādīti palikuši 3% no sagatavotajām stādvielām. Šaurlapju āreni labāk atrastas lielāka izmēra pacilas, bet šaurlapju kūdrenī vērojama pretēja situācija un apstādītas visa ar MPV 600 sagatavotās pacilas. Nav zināms, kā pacilu atrašana veiksies pavasarī, kad būs nepieciešams atrast iepriekšēja gada rudenī sagatavotās pacilas.

Tab. 23: Apstādīto pacilu un pieaugumus veidojušo koku vidējie dati izteikti procentos - sadalījumā pa sugām, meža tiptiem un augšnes sagatavošanai izmantotajiem kausiem 2012. gada pavasarī veiktajos stādījumos visās izmēģinājuma platībās

suga	meža tips	ierīce	uzskaitīti	194		473	480	510	512	513		522	vidēji
				4	17	12	13	12	18	12	18	21	
E	As	standarta kauss	Iestādītie kociņi			100			100			93	97
			Veidojuši pieaugumus			98			98			76	90
		MPV-600	Iestādītie kociņi			98			96			84	93
			Veidojuši pieaugumus			97			92			92	94
	Vrs	MPV-600	Iestādītie kociņi	100	94								97
			Veidojuši pieaugumus	96	91								94
P	Ks	standarta kauss	Iestādītie kociņi				97	100		93	100		98
			Veidojuši pieaugumus				100	98		100	97		99
		MPV-600	Iestādītie kociņi				100	100		100	100		100
			Veidojuši pieaugumus				93	100		100	97		97

Pavasārī ierīkoto stādījumu saglabāšanās variē robežās no 90-99,99 %. Labāk saglabājusies priede, kur stādu veids ietvarstādi, slīktāka egles ar uzlaboto sakņu sistēmu saglabāšanās. Nevar arī viennozīmīgi teikt, kauss - pacilu izmēri būtu ietekmējuši stādu saglabāšanos un pieaugumu veidošanu (Att. 40). Par meža atjaunošanas kvalitāti varēs spriest tikai 2013.-2014.gada sezonā.



Att. 40: Pavasara sezonā ierīkoto stādījumu saglabāšanās.

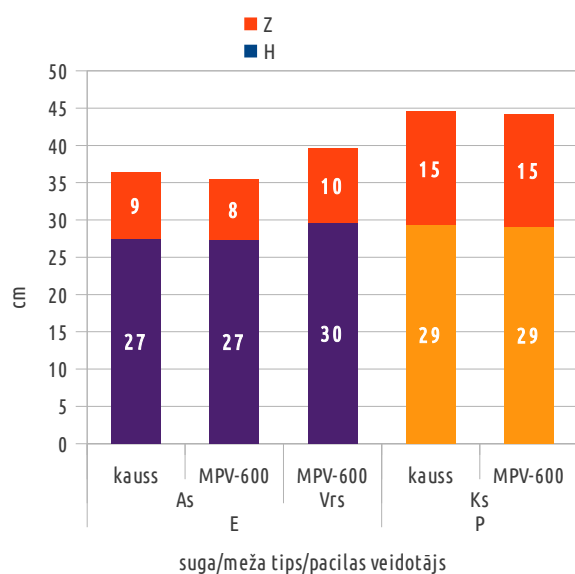
Ar priedi atjaunotajās platībā uz pacilām, kas veidotas ar MPV-600 netika novērota stādu izkrišana, kamēr egles stādījumi šaurlapju ārenī saglabājušies vien 90-94%. Kā viens no iemesliem egles stādu bojā ejai ir nokrišņiem bagātajā vasarā uzkrājušies virsūdeņi, kas ilgstoši neiesūcās augsnē un izraisīja stādu “noslāpšanu”.

Lai izvairītos no šādām situācijām, paralēli pacilu veidošanai ar kausu ir iespējams izveidot mikroieplaku vai meliorācijas grāvju virzienā vēstas sekas vagas – ievalkas, kas vēlāk atvieglās stādu attīstību novadot liekos virsūdeņus (Att. 41).

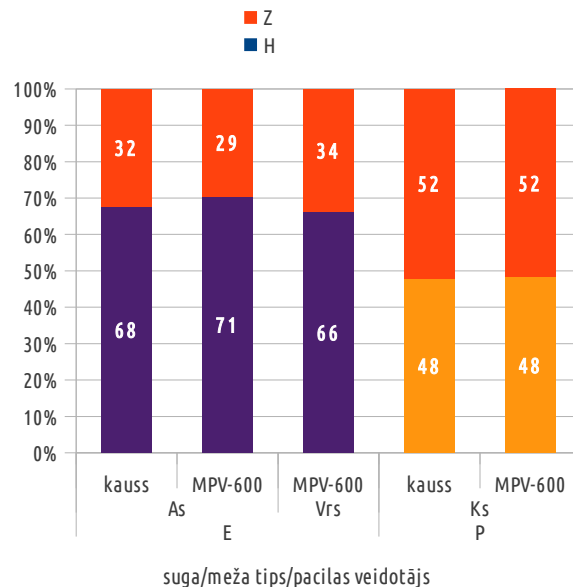


Att. 41: Ar kausu veidotas ievalkas (foto Erkki Oksanen).

Salīdzinot stādu pieaugumus pirmajā veģetācijas sezonā, redzams, ka nav būtisku atšķirību starp pieaugumiem uz dažāda izmēra pacilām stādītajiem vienas sugas stādiem. Nedaudz labāk auguši slāpajā vērī stādītie egles stādi, bet to varētu ietekmēt arī stādu sākotnējie izmēri, jo stādi bijuši vidēji par 3 cm augstāki nekā As platībās (Att. 42).



Vidējie gada pieaugumi (Z) priekdes (P) un egles (E) stādījumos un iestādīto koku augstums (H)



Vidējie gada pieaugumi izteikti procentos pret iestādīto augstumu – pieauguma iestādītā augstuma procentuālā attiecība

Att. 42: Pavasarī iestādīto kociņu pieaugumi.

Kopumā meža atjaunošanas kvalitāte uzskatāma par ļoti labu, no kā var secināt, ka šādos meža tipos būtu iespējama sekmīga meža atjaunošana veicot mehanizēto stādīšanu, jo pavasarī veiktās aktivitātes pēc būtības imitē mehanizēto stādīšanu, kad ietvarstādu stādīšanas operācija tiek veikta tūlīt pēc augsnes sagatavošanas pacilas veidā.

AUGSNES SAGATAVOŠANAS VEIDA IETEKME UZ VIDI

Viens no augsnes sagatavošanas kvalitāti raksturojošiem lielumiem ir augsnes sagatavošanas veida ietekme uz vidi. Ekskavatora izmantošana ļauj izvēlēties tieši konkrētiem apstākļiem nepieciešamo stādvieta sagatavošanas veidu – pārmitriem apstākļiem optimālās pacilas, platībās ar izteiktu reljefu sausākās nogabala vietās iespējams veidot arī apvērstas velēnas vai ievalkas – neliela izmēra sekas vagas. Veicot pacilu gatavošanu tiek noņemta zemsedze - izveidoti mikropadziļinājumi, apvēršot velēnu pacilu virsmā atsedzas minerāl augsne, arī izveidotajā mikropadziļinājumā tiek atsegta minerāl augsne, kas sausos laika apstākļos nebūs pārklāta ar ūdeni, bet ar nokrišņiem bagātās sezonās mikropadziļinājumā lokāli, sakrājas liekais ūdens.

Izmantojot augsnes sagatavošanā ekskavatorus, kas ir aprīkoti ar kāpurķēdēm, uz augsni tiek veikts mazāks spiediens, nekā meža darbos izmantoto mašīnu gadījuma, tehnikas pārvietošanās pa platību neizraisa vērā ņemamu augsnes sablīvēšanos, izvēloties optimālu stādvieta skaitu iespējams samazināt degvielas patēriņu, tātad arī CO₂ emisijas un fosilā resursa patēriņu.

Ne mazāk būtiski ir ainaviskie aspekti – stādvieta tiek izvietotas puslokos, nevis rindās, līdz ar to mākslīgi atjaunotā mežaudze izskatās dabiskāk.

Skarifikācija un izveidoto pacilu izmēri

Būtisks rādītājs ir augsnes skarificēšana, par augsnes skarificēšanu iespējams spriest pēc pacilu izmēru uzmērījumos iegūtajiem datiem. Jo lielāks pacilu veidošanai izmantotās ierīces virsmas laukums, jo lielāka izveidotā pacila. Pacilu izmērus ietekmē arī meža augšanas apstākļu tips un augsnes sagatavošanas sezona - pavasarī veidotās pacilas ir nedaudz lielākas kā rudenī. Kopsavilkums par uzmērījumu datiem dots 24.tabulā.

Tab. 24: Ar dažādām ierīcēm pavasara un rudens sezonā sagatavoto pacilu izmēru uzmērījumu apkopojums³

Meža tips	Kvartāls	Nogabals	Dati	2012. gada aprīlis - maijs		2012. gada oktobris	
				Standarta kauss	MPV 600	Karl -Oskar	
As	Vidējie dati - laukums,m²			1,10	0,64	0,57	0,42
Ks				1,10	0,69	0,58	0,31
Vrs					0,49		
Šaurlapju ārenis (As)	473	12	laukums, m²	0,99	0,56	0,49	0,42
			L1, cm	90	72	64	54
			L2, cm	110	78	76	77
	512	18	laukums, m²	1,08	0,64	0,55	0,40
			L1, cm	96	74	69	54
			L2, cm	112	87	80	73
	522	21	laukums, m²	1,25	0,71	0,65	0,43
			L1, cm	105	76	69	54
			L2, cm	119	94	94	80
Šaurlapju kūdrenis (Ks)	480	13	laukums, m²	1,14	0,73	0,58	0,44
			L1, cm	101	86	70	57
			L2, cm	113	85	83	78
	510	12	laukums, m²	1,14	0,62	0,56	0,43
			L1, cm	103	68	70	56
			L2, cm	111	91	80	78
	513	12	laukums, m²	1,03	0,75	0,58	0,38
			L1, cm	92	84	70	55
			L2, cm	112	89	83	70
	513	18	laukums, m²	1,10	0,64	0,60	
			L1, cm	98	70	71	
			L2, cm	112	92	84	
Slāpjais vēris (Vrs)	194	4	laukums, m²		0,48		
			L1, cm		65		
			L2, cm		74		
	194	17	laukums, m²		0,50		
			L1, cm		67		

Vērojama tendence, ka šaurlapju ārēnī un vērī, strādājot ar vienu un to pašu kausu, tiek veidotas mazākas pacilas, nekā kūdrenī, kur biezs apvēršamais kūdras slānis. Sagatavojot augsni rudenī, kad daļa izcirtumā atstāto zaru un sīkkoku kļuvuši trausli, tiek veidotas mazākas pacilas, nekā pavasarī - gadu pēc

³ Uzmērīts nedēļu pēc pacilu izveidošanas.

mežizstrādes beigām. Ar Karl-Oskar veidoto pacilu laukumi mazi, līdz ar to skarificētās platības īpatsvars būs mazāks (Att. 43).



Standarta ekskavatora kauss



MPV 600

2012. gada maijs



Karl-Oskar



MPV 600

2012. gada oktobris

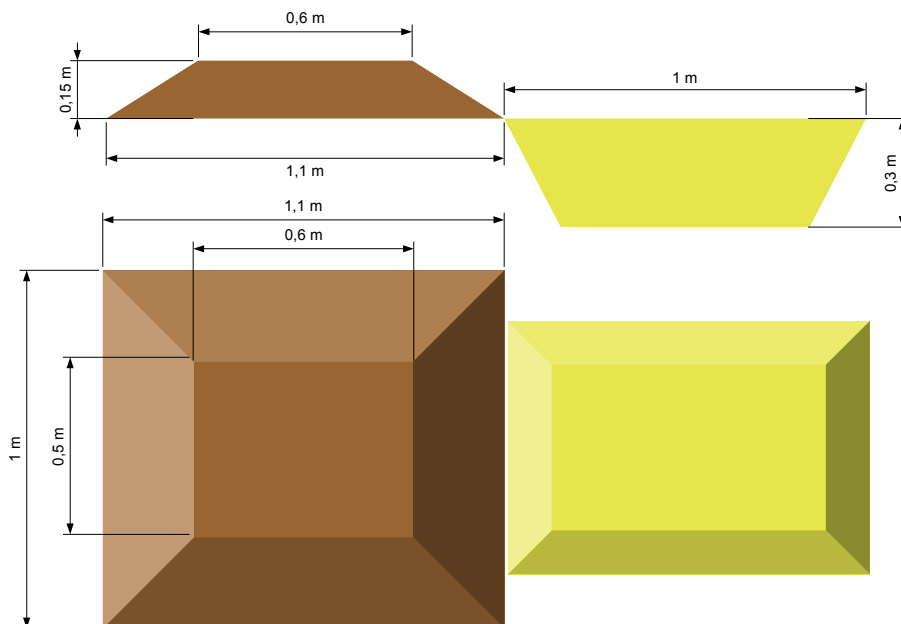
Att. 43: Ar dažādām ierīcēm šaurlapju kūdreņi sagatavotas pacilas pavasarī un rudenī.

Veidojot mazāka izmēra pacilas, iespējams sagatavot lielāku skaitu uz platības vienību. Tomēr pastāv risks, ka nākamajā sezonā mazās pacilas ātrāk aizzels un būs grūtāk atrodamas veicot agrotehnisko kopšanu, bet to būs iespējams noskaidrot tikai 2013. gadā. LVM "Kvalitātes prasības meža un plantāciju mežaudžu sēšanas, stādīšanas un papildināšanas darbu izpildei"⁴ 6. punktā noteikts, ka "Nedrīkst veikt stādīšanu/papildināšanu, ja konkurējošie lakstaugi, puskrūmi, koku un krūmu atvases pārsniedz divas trešdaļas no stāda augstuma 0,5 metra rādiusā ap to" - šī prasība ne vienmēr varētu būt izpildāma, ja sagatavotās stādvietais platums ir tikai 54-57 cm. Nevienā no pavasarī apmežotajām platībām pirmajā gadā grotehniskā kopšana nebija jāveic.

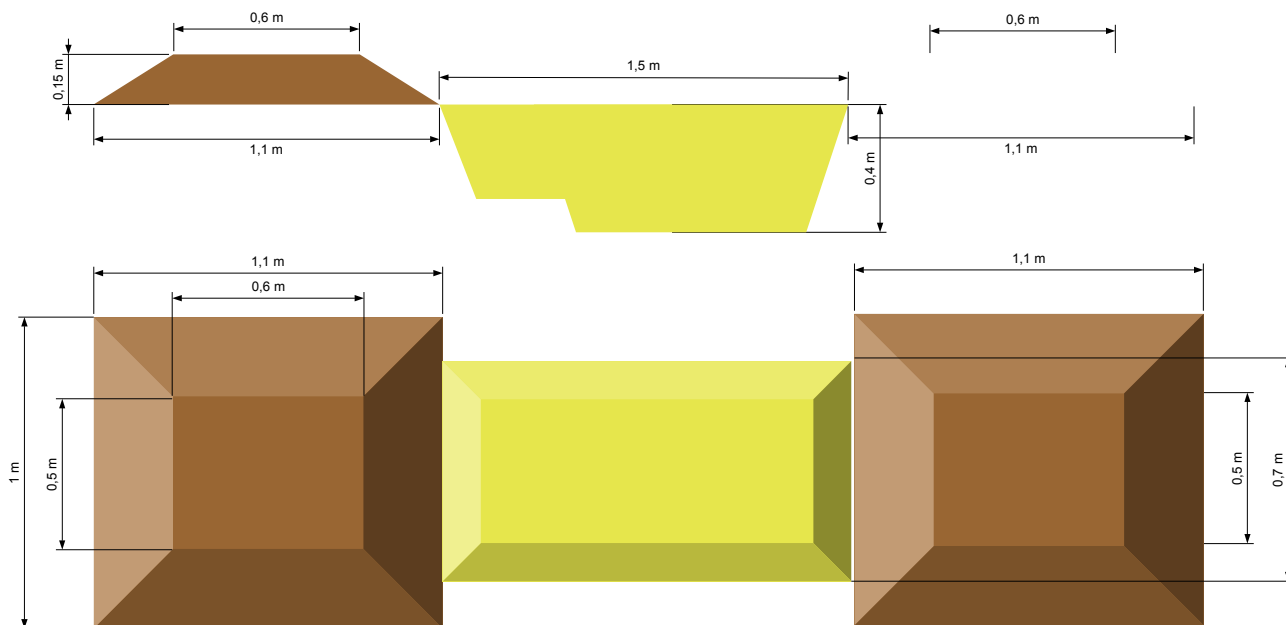
Pacilas laukums sakrīt ar tās izveidošanas procesā radušās bedrītes izmēriem, tātad dubultota platība raksturo skarificēto – mineralizēto laukumu (Att. 44). Ja no vienas bedrītes tiek veidotas divas pacilas –

⁴ Apstiprināts ar AS „Latvijas valsts meži” 18.04.2012. rīkojumu Nr. 3.1-2.1_0019_200_12_11

kopējais skarificētais laukums veidojas mazāks (Att. 45) un mikropadziļinājums vienas pacilas virzienā veidojas nedaudz dziļāks.



Att. 44: 50 cm plata kausa veidotās pacilas un mikropadziļinājuma sānskats un projekcija, veidojot no vienas bedrītes vienu stādvietu.

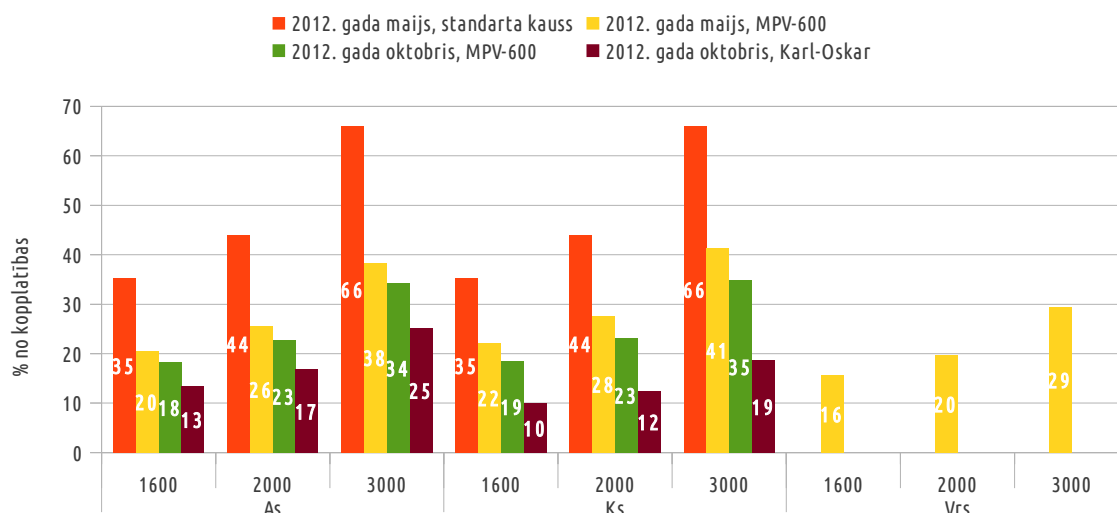


Att. 45: 50 cm plata kausa veidotās pacilas un mikropadziļinājuma sānskats un projekcija, veidojot no vienas bedrītes divas stādvietas.

Mineralizētais laukums aprēķināms reizinot vienas pacilas izveidei mineralizēto virsmu ar stādvietu skaitu uz platības vienību. Gatavojot augsni ar lielāku kausu, skarificētā platība proporcionāli palielinās. Izmantojot Karl-Oskar kausu, skarificētā platība ir proporcionāli mazāka, nekā MPV-600 un ekskavatora kausam, jo augsni var paņemt no šaurākas bedres un vietumis veidot divas pacilas no vienas bedrītes.

Veicot augsnes gatavošanu šaurlapju ārenī ar standarta ekskavatora kausu eglei (2000 stādvietas ha⁻¹), tiek skarificēts 44 % no mežaudzes platības, ar MPV-600 – 25 % pavasarī un 23% rudenī, ar Karl-Oskar –

17 %; gatavojot augsni priedei (3000 stādvieta ha⁻¹), tiek mineralizēts, attiecīgi 66 %, 38 % pavasarī un 34 % rudenī, 25 % rudenī no mežaudzes platības. Veicot augsnes gatavošanu šaurlapju kūdrenī ar ekskavatora kausu eglei (2000 stādvieta ha⁻¹), tiek skarificēts 44 % no mežaudzes platības, ar MPV-600 – 28 % pavasarī un 23 % rudenī, ar Karl-Oskar – 10 %; gatavojot augsni priedei (3000 stādvieta ha⁻¹), tiek mineralizēts, attiecīgi 66 %, 42 % pavasarī un 31%, 19 % rudenī no mežaudzes platības. Slāpajā vērī organiskās vielas slānis plānāks, attiecīgi pacilu izmēri mazāki un tiek skarificēti 20 % platības sagatavojot 2000 stādvieta un 39% sagatavojot 3000 stādvieta uz ha ar 60 cm plato MPV-600 kausu (Att. 46).



Att. 46: Mineralizētais laukums, atkarībā no izmantotās ierīces un stādvieta skaita uz ha, dažādos meža tipos.

AS "Latvijas valsts meži" norādījumos par augsnes aizsardzību meža darbos, rīcības punktā 1.3. teikts, ka augsni gatavo, atklājot minerālo slāni ne vairāk kā 30 % no apstrādājamās platības.⁵ Sagatavojot 2000 stādvieta uz ha mineralizētā platība 60-50 cm platiem kausiem ir tuvu maksimāli pieļaujamajai, bet veidojot 3000 pacilas uz ha, As un Ks tiek pārsniegts maksimāli ieteicamais skarificējama laukums. Tas nozīmē, ka ir iespējams 100% apmērā sagatavot stādvieta platības atjaunošanai ar egli, bet pilnībā nodrošinot stādvieta skaitu atbilstoši MK noteikumos Nr. 308 (02.05.2012.) noteikto priedei nepieciešamo kociņu skaitam uz ha, tiek pārsniegti LVM augsnes aizsardzības normatīvos noteiktie ierobežojumi.

Samazinot stādvieta skaitu līdz 1600gab. ha⁻¹, Karl-Oskar skarificētu 10-13 % no mežaudzes platības, MPV-600 – 16-26 %, kas jau atbilst noteiktajām prasībām, bet ekskavatora kauss – 35 % vēl joprojām pārsniedz ieteicamo mineralizācijas pakāpi. Ministru kabineta noteikumi Nr.308 (02.05.2012.) nosaka, ka "12. Mežaudzi reģistrē kā stādītu vai sētu, ja stādīto vai sēto koku skaits pārsniedz 50 procentu no šo noteikumu 5.4.apakšpunktā noteiktā minimāli nepieciešamā kopējā ieaugušo koku skaita." tātad priedes mākslīgai atjaunošanai minimālais nepieciešamais stādīto koku skaits ir lielāks par 1500 stādi uz ha, bet eglei 1000, tomēr jāatceras, ka lai platību atzītu par atjaunotu kopumā nepieciešamas ieaugušas vismaz 3000 priedes vai 2000 egles uz ha. Tātad pārmitrajās platībās, kur paredzama veiksmīga dabiskā atjaunošanās, veicot augsnes sagatavošanu pacilu veidā ir pieļaujama stādvieta skaita samazināšana līdz

⁵ http://www.lvm.lv/lat/mezs/dabas_aizsardziba/normativie_akti/normativie_akti/?doc=477

55-60% pacilām no MK noteikumos noteiktā minimālā koku skaita uz ha, jo jāņem vērā arī iespējamais izkritušo stādu skaits.

Sausākās vietās, gatavojot augsni ar velēnas apvēršanas paņēmieni mineralizētā platība būtu divreiz mazāka, attiecīgi, pie 3000 stādvietām uz 1 ha, gatavojot augsni ar MPV-600, nepārsniegtu 20 % no mežaudzes platības, bet ar Karl-Oskar kausu 12,5 %. Tomēr apvēršot velēnu netiek izveidots slapjajiem tik nepieciešamais mikropaaugstinājums. Šis augsnes sagatavošanas paņēmiens ir tehnoloģiski sarežģītāks, tāpēc, pielietojot pētījumā izmantotās iekārtas, darba ražīguma rādītāji būtu sliktāki.

Pavasārī veidoto pacilu izmēri vasaras laikā nesamazinās, bet to virsma daļēji aizel, tomēr pirmajā gadā pēc stādīšanas vēl nav nepieciešams veikt agrotehnisko kopšanu. Pacilu virsmas aizzelšanu novēro, ja apvērstajā velēnā ir sastopami spēcīgi un attīstīti daudzgadīgu lakstaugu sakneņi (Att. 48, Att. 49).

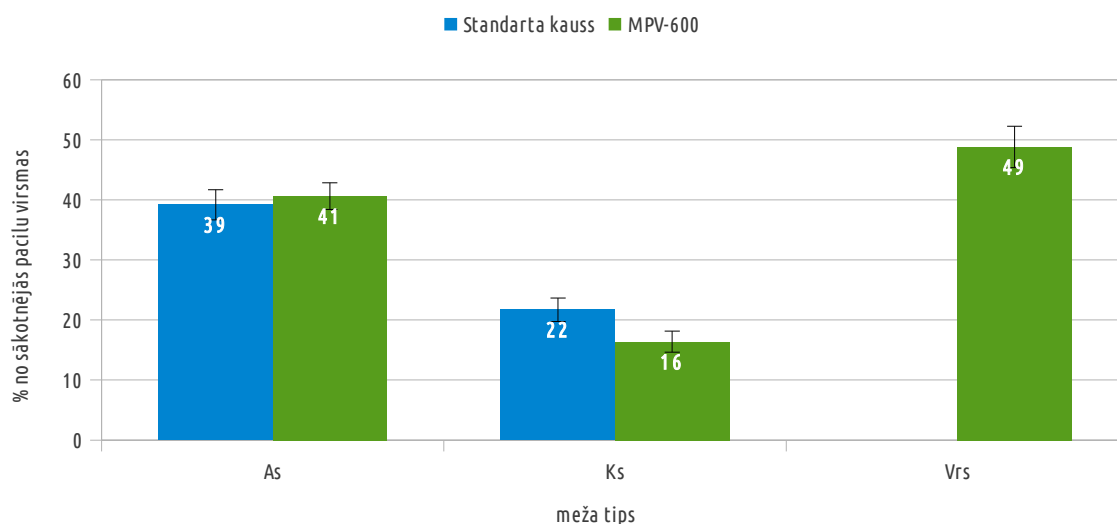


Att. 47: 2012. gada maijā ierīkotie aizzēlušies stādījumi – 2012. gada oktobrī.



Att. 48: 2012. gada maijā ierīkotie mazaizzēlušie stādījumi – 2012. gada oktobrī.

Salīdzinoši lielāku pacilu aizzēlumu novēroja vērī – 49% un šaurlapju ārenī, kur izveidotās pacilas nedaudz mazākas un plānākas. Šaurlapju ārenī aizzēlums vidēji 40 %, bet nav būtiskas atšķirības starp aizzēlumu lielāka un mazāka izmēra pacilām, savukārt šaurlapju kūdrenī aizzēlums veido vien 16-22 % no pacilu virsmas (Att. 49). Tātad var rēķināties ar to, ka šaurlapju ārenī, veicot augsnes sagatavošanu pacilu veidā un stādot pavasarī, pirmajā gadā nav nepieciešams veikt agrotehnisko kopšanu.



Att. 49: 2012. gada maijā izveidoto pacilu aizzēlums tā paša gada oktobrī – vidējie dati sadalījumā pa meža tipiem.

Šaurlapju ārenī tika stādīta salīdzinoši iecietīgāka suga – egle, kūdrenī – priede, līdz ar to no mežsaimnieciskā viedokļa pirmajā augšanas sezonā stādiem tika nodrošināti optimāli apstākļi to augšanai un attīstībai. Tas nozīmē ka, ja augsne tiek sagatavota pavasarī un uzreiz veic stādīšanu, rudenī platības mineralizācijas pakāpe slapajā vērī ir samazinājusies par 25%, āreņos ir samazinājusies par 20 %, bet kūdreņos par 10%, jo aizzēlums veidojas tikai uz pacilas – pacilas veidošanai izgrebtās augsnes bedre visas veģetācijas sezonas garumā bija pildīta ar ūdeni. Tātad rudenī mineralizētās platības nepārsniedz 30 % no platības.

Ainaviskie aspekti un ūdens režīms

Stādvieta veidošana notiek ekskavatoram pārvietojoties atbilstoši un vēdekļveidīgi grozoties ap asi 270-345 ° leņķī atkarībā no stādvieta izvietojumam piemērotu vietu esamības un strāles izlīces, tāpēc stādi izvietojas neregulāros puslokos. Jo mazāks stādvieta skaits uz ha, jo tās izvietojas šķietami neregulārāk un mākslīgi atjaunotā mežaudze vizuāli vairāk līdzinās dabiskam mežam, ko nevar teikt par vagās vai atgāztās velēnas malā malā uz tiltna stādītu kociņu izvietojumu jaunaudzē.

Gan no ekonomiskā, gan ainaviskā, gan arī LVM rīcības punktā 1.1. teiktā, ka “augšņi gatavo tikai tur un tik daudz, cik tas nepieciešams sekmīgai meža atjaunošanai” un MK noteikumu Nr. 308 (02.05.2012.) 12.punkta izriet, ka gadījumos, kad mežu atjauno mākslīgi un augsnes sagatavošana tiek veikta ar ekskavatoru veidojot pacilas auglīgos meža tipos, kur paredzama sekmīga dabiskā atjaunošanās ar egli vai priedi, uz vienu ha nepieciešams sagatavot vismaz 1200, vai 1800 stādvieta, kas ir tuvu Skandināvijas

valstīs visbiežāk praktizētajām 1600 stādi uz ha, tādējādi nākotnes mežaudzē tiek nodrošināta daļēja atjaunošana ar augstvērtīgu LVM "Sēklas un stādi" kokaudzētavās izaudzētu stādmateriālu apveltītu ar labākam adaptācijas spējām, nākotnē prognozējamu labāku stumbra kvalitāti un produktivitātes veidošanas potenciālu. Egļu stādījums vairāk aizlējis, tāpēc nepieciešams stādīt vairāk nekā 60%, jo pastāv risks, ka daļu kociņu otrajā gadā iespējamās veicamās agrotehniskās kopšanas laikā nepamanīs. Veicot jaunaudzju kopšanu ir iespējams atšķirt uz pacilām stādītos koku no nesagatavotajā platībā dabiski izaugušajiem – tas nozīmē, ka iespējams mērķtiecīgi izaudzēt nākotnes mežaudzi saglabājot selekcionētos kokus kā mērķkokus un vēlāk dabiski izaugušos pakāpeniski izzāgējot. Ir aprēķināts, ka Latvijā, izvēloties selekcionētu priedes stādmateriālu, ir iespējams nodrošināt nākotnes mežaudzes krājas pieaugumu par 27%. (Jansons et al. 2008).

Augsnes sagatavošana pārmitrajos meža tipos ar ekskavatoriem teorētiski uzskatāma par "Meža apsaimniekošanu izvēloties tādas metodes un tehnoloģijas, kas neizraisa lokālu un pastiprinātu augsnes sablīvēšanu, pārpurvošanu vai vēja un ūdens eroziju⁶", jo savācoties "liekajam ūdenim" daudzajos mikropadziļinājumos varētu tikt sekmēta ne tikai labāka uz pacilas iestādīto stādu augšana, bet arī dabiskā apmežošanās, pamazām palielinoties augu uzņemtajam un transpirētajam ūdens daudzumam, kas kopā ar ūdens iztvaikošanu no padziļinājumiem, veicinās dabisko ūdens apriti un mazinās platības pārpurvošanās riskus, neradot papildus slodzi uz tuvējām ūdenstecēm un ūdenskrātuvēm. Nogāzēs izveidotas pacilas varētu būt ar mazāku augsnes noskalošanās – erozijas risku kā vagas, jo pēc būtības veidojot pacilas tiek izveidots sīku mikroterašu tīkls, kas aizkavē augsnes noskalošanos.

Ja pastāv draudi, ka kādā no vietām spēcīga lietus gadījumā var būt vērojamas problēmas ar virsūdeņu sekmīgu iesūkšanos augsnē, apdraudot jauno kociņu sakņu elpošanu, kas var kļūt par stādījuma iznīkšanas iemeslu - ekskavatora tehniskās iespējas atļauj veidot noteiktā virzienā vērstas sekas vagas – ievalkas, kas atvieglo lietus ūdens noteci uz platībā esošajām mikroieplakām vai meliorācijas grāvjiem (Att. 50).



Att. 50: Pacilas ar mikropadziļinājumiem un ievalkas.

Apvēršot velēnu, blakus pacilai veidojas iedobe – mikropadziļinājums, kas pārmitrās platībās sezonas garumā ir pildīts ar ūdeni, jo pēc kokaudzes nociršanas ir strauji samazinājusies transpirācija un īslaicīgi cēlies gruntsūdens līmenis. Tas nozīmē, ka visā veģetācijas perioda garumā ūdens no tām iztvaiko un

⁶ http://www.lvm.lv/lat/mezs/dabas aizsardziba/normative_akti/normative_akti/?doc=477

nenotek grāvjos, izskalojot no augsnes barības vielas un novadot tās upēs vai meloriācijas grāvjos, kā tas nereti notiek, ja šādās platībās augsnes tiek sagatavota veidojot vagas.

Pazeminājumos no kuriem nav novadīts ūdens, veidojas anaerobi apstākļi un ir apgrūtināta koku augšana pat, ja tie sākotnēji labi ieaug uz pacilām. Ieplakās notiek anaerobi mikrobioloģiski procesi, kuru rezultātā izdalās metāns (CH_4), kura izraisītais siltumnīcas efekts ir 21 reizi lielāks, nekā CO_2 radītais efekts, mineralizējoties organiskajai vielai labi aerētās augsnēs.

CO_2 emisijas

Salīdzinot ar iepriekš veiktajiem pētījumiem par mehanizēto stādīšanu, izmantojot M-Planter un Bracke ietvarstādu stādāmās mašīnas, SEG emisijas no degvielas sadedzināšanas izmēģinājumos ar Karl-Oskar un MPV-600 nav lielākas (Tab. 25). Bāzes scenārijā izmēģinājumos vidējās emisijas $47\text{--}53\text{ kg ha}^{-1}$. M-Planter pie stādīšanas biežības 1600 gab. ha^{-1} rada emisijas, kas atbilst 48 kg ha^{-1} , bet Bracke P.11a – 58 kg ha^{-1} . Bracke P.11a stundas laikā sagatavo augsni un iestāda 197 stādus, bet M-Planter – 239 stādus. Mūsu izmēģinājumos bāzes scenārijā Karl-Oskar sagatavoja 287 stādvietas produktīvajā stundā, bet MPV-600 – 255 stādvietas. Salīdzinot ar pavasari, redzams būtisks darba ražīguma kāpums (MPV-600 pavasarī produktīvajā stundā sagatavoja vidēji 174 stādvietas); attiecīgi, vidējā degvielas izmantošanas efektivitāte palielinājusies par 46 % (no 77 kg ha^{-1} līdz 53 kg ha^{-1}).

Tab. 25: Oglekļa emisijas augsnes gatavošanas procesā, gatavojot 1600 stādvietas ha^{-1}

Rādītājs	Bāzes scenārijs		Neveicot pacilu piespiešanu		Neattīrot stādvietas	
	Karl-Oskar	MPV-600	Karl-Oskar	MPV-600	Karl-Oskar	MPV-600
Oglekļa emisijas						
kg ha^{-1}	47	53	45	51	42	50
tonnas gadā	13	13	13	13	13	13

Viens no jautājumiem, kas ir svarīgi saistībā ar augsnes sagatavošanas veida izvēli meža atjaunošanai, ir CO_2 un citu siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisijas augsnes sagatavošanas rezultātā. Saskaņā ar starptautiskajām SEG emisiju uzskaites vadlīnijām⁷ daļēja platības uzāršana, kam var pielīdzināt pacilu gatavošanu mežā, sekmē oglekļa piesaisti augsnē. Mērenās joslas lauksaimniecības augsnēs regulāri daļēji artās augsnēs oglekļa uzkrājums 0-30 cm biežā augsnes slānī 20 gadu laikā palielinās par 3-9 %, atkarībā no mitruma režīma. Pilnīga lauka uzāršana ir neitrāla attiecībā uz CO_2 emisijām, bet tādu lauksaimniecības tehnoloģiju pielietošana, kas ļauj pilnībā atteikties no velēnas apvēršanas, 20 gadu laikā palielina oglekļa uzkrājumu lauksaimniecības augsnēs par 10-16 % (Penman 2003). Jāuzsver, ka šos koeficientus nevar tieši attiecināt uz meža zemēm, kur sākotnējais oglekļa uzkrājums ir gandrīz 2 reizes lielāks, nekā lauksaimniecības zemēs (Bārdule, Bāders, Stola, et al. 2009). Pētījumos Somijā konstatēts, ka lauksaimniecības zemēs oglekļa saturs turpina samazināties, neatkarīgi no augsnes kultivēšanas paņēmieniem, kas, iespējams, saistīts ar Somijas lauksaimniecības augšņu vecumu – tās vēl arvien turpina zaudēt meža augsnēm raksturīgo oglekļa uzkrājumu, tāpēc agrotehniskie paņēmieni oglekļa uzkrājuma saglabāšanai ir neefektīvi (Regina 2012). No tā var secināt, ka auglīgajos meža tipos ar lielu augsnes oglekļa uzkrājumu augsnes apstrāde var izraisīt oglekļa uzkrājuma samazinājumu, bet nabadzīgajos meža tipos augsnes apstrāde ilgtermiņā sekmēs oglekļa piesaisti augsnē. Nevienam no šiem pieņēmumiem nav

⁷ TABLE 3.3.4, RELATIVE STOCK CHANGE FACTORS (FLU, FMG, AND FI) (OVER 20 YEARS) FOR DIFFERENT MANAGEMENT ACTIVITIES ON CROPLAND

tiešu empīriski iegūtu pierādījumu, lai gan 2010. gadā Latvijā mākslīgi un dabiski atjaunotās priežu audzēs veiktu izmēģinājumu rezultāti liecina, ka augsnes apstrādei oligotrofos augšanas apstākļos bijusi pozitīva ietekme uz oglekļa uzkrājumu augsnē un nedzīvajā zemsegā – 17 gadu laikā tas ir statistiski būtiski palielinājies platībās, kur veikta augsnes apstrāde, salīdzinot ar platībām, kur priedes dabiskā atjaunošanās notikusi bez augsnes apstrādes (Andis Lazdiņš and Jansons 2011).

SECINĀJUMI

1. Darba ražīguma salīdzinājums dažādās darba dienās rudens izmēģinājumos liecina, ka operators ir pietiekoši labi apguvis darba metodi un turpmākie uzlabojumi iespējami, pilnveidojot darba metodi vai nodrošinot labākus darba apstākļus. MPV-600 darba ražīgums rudens izmēģinājumos atbilst labākajiem rādītājiem 2012. gada pavasarī, attiecīgi, var pieņemt, ka arī standarta ekskavatora kausa ražība atbilst labākajiem pavasarī iegūtajiem darba ražīguma rādītājiem. Strādājot ar Karl-Oskar kausu, darba ražība nedaudz uzlabojās laika gaitā, taču atšķirība nebija tik būtiska kā pavasara izmēģinājumos.
2. Darbu ar Karl-Oskar kausu, kuram ir papildus augšes gatavošanas plātnes vadības cilindrs, apgrūtināja operatora veselības problēmas. Iespējams, ka ar citu operatoru vai, mainot ekskavatora vadības sistēmu (no džoistika uz pedāļu un sviru vadības sistēmu), izdotos panākt lielāku darba ražīgumu, strādājot ar Karl-Oskar kausu.
3. Pavasara izmēģinājumi liecina, ka standarta ekskavatora kauss ir gandrīz tikpat efektīvs, kā specializētas augšes gatavošana iekārtas. Būtiskākais standarta kausa trūkums ir spēja gatavot pacilas tikai vienā virzienā, t.i. no 1 bedrītes tas var sagatavot tikai 1 kvalitatīvu pacilu. Standarta kausa priekšrocība ir iespēja, vienlaicīgi ar augšes gatavošanu plānot meliorācijas sistēmu atjaunošanu un mikromeliorācijas darbu veikšanu. Izmantojot augšes gatavošanai standarta kausus, būtiski noteikt ierobežojumu, ka tā platums nevar būt lielāks par 60 cm.
4. Rudens izmēģinājumos nav konstatēta statistiski būtiska atšķirība Karl-Oskar un MPV-600 darba ražīgumā, lai gan visās platībās Karl-Oskar bija nedaudz ātrāks par MPV-600. Vidējais produktīvā darba laika patēriņš 1 ha apstrādāšanai pie stādvieta skaita 1600 gab. ha⁻¹, ar Karl-Oskar kausu ir 5,6 stundas, bet ar MPV-600 kausu – 6,0 stundas. Iebraukšana un izbraukšana no cirsma aizņēma 12 minūtes; pašizmaksas aprēķinos pieņemts, ka, tāpat kā pavasarī, iebraukšana un izbraukšana aizņems 5 % no dzinēja darba laika (motorstundām).
5. Faktiskais sagatavoto stādvieta skaits, strādājot ar MPV-600 kausu, bija mazāks, nekā strādājot ar Karl-Oskar, attiecīgi, 1648 un 2289 gab. ha⁻¹. Visticamāk, ka tas saistīts ar abu kausu konstrukciju – Karl-Oskar nepieciešama mazāka platība augšes paņemšanai.
6. Veicot izmēģinājumus 2012. gada rudenī konstatēts, ka ir krasi samazinājies darba laika patēriņš platības attīrīšanai no kritālām pirms pacilu veidošanas un potenciālais darba ražīguma pieaugums, izvairoties no šīs darba operācijas un pacilu piespiešanas ir nevis 43 %, kā pavasarī, bet tikai 4,4 %. Gatavojot augšni ar Karl-Oskar kausu pacilu piespiešana tehniski nav iespējama, tāpēc nav lietderīgi mēģināt to darīt, un operatoram jāpiegriež lielāka uzmanība tam, lai pacilas netiktu veidotas vietās, kur bez papildus piespiešanas var veidoties gaisa spraugas.
7. Augšes gatavošanas pašizmaksa, veicot augšes apstrādi ar Karl-Oskar un MPV-600 kausu, ir, attiecīgi, 168 un 187 Ls ha⁻¹, gatavojot 1600 stādvieta ha⁻¹. Ņemot vērā ietaupījumu, veicot agrotehnisko kopšanu pirmajā gadā pēc stādīšanas, augšes gatavošanas pašizmaksa, strādājot ar Karl-Oskar un MPV-600 kausu, samazinātos līdz, attiecīgi, 93-118 un 112-137 Ls ha⁻¹. Līdzīgās robežās, turpinot izmēģinājumus ar standarta ekskavatora kausu rudenī, būtu arī šai iekārtai.

- Papildus izmaksas, kas nav iekļautas aprēķinā, ir pakalpojumu sniedzēja administratīvās izmaksas un peļņa.
8. Nav konstatētas būtiskas atšķirības pacilu sablīvējumā - ne starp dažādiem kausiem vienā sezonā, ne arī starp sezonām, veicot augsnes sagatavošanas darbus jau pavasarī iesāktajās platībās. Pavasarī veidotajām pacilām augsnes sablīvējums sakņu izvietotās zonā (5-20 cm) ir 0,5 MPa, rudenī veidotajām – 0,4 MPa, kas ir piemērots stādu sakņu attīstībai. Nav konstatēti pretestības samazināšanās pīķi, kas liecinātu, ka zem pacilām būtu palikušas gaisa kameras. Nav novērots pretestības pieaugums veģetācijas sezonas laikā, kas liecinātu par pacilu sablīvēšanos.
 9. Nav būtiskas atšķirības augsnes pretestībā dažādos meža tipos veidotajām pacilām. Atšķirības augsnes pretestības rādītājos, kūdreņos un āreņos vērojamas, sākot ar 30 cm dziļumu, kad sasniedzot 40-45 cm āreņos pretestība pieaug daudz straujāk nekā kūdreņos, kas saistāms ar kūdras slāņa biezumu. Platībās ar biezu kūdras slāni augsnes pretestības izmaiņas dziļākajos augsnes slāņos ir niecīgas. Platības, kur augsnes pretestība dziļāk par 50 cm ir mazāka par 1 MPa, augsnes sagatavošanas darbu veikšana rudenī pēc ilgstoša nokrišņu perioda ar kāpurķēžu ekskavatoru nav iespējama. Šādās platībās ieteicams strādāt vasarā, kad ilgāku laiku (1-2 nedēļas) nav bijis nokrišņu, veidojot pēc iespējas lielākas pacilas.
 10. Rudenī un pavasarī šaurlapju ārenī vienā 25 m² uzskaites laukumā konstatētais stādvieta skaits ir vidēji 5,9; šaurlapju kūdrenī – 6,3; slapajā vērī – 4,9 pacilas. Sagatavojot stādvieta pacilu veidā, iespējams pilnībā nodrošināt likumdošanā noteikto egles stādu iestādīšanai minimāli pieļaujamo stādvieta skaitu un vairāk nekā 50% apmērā priedei, kas ļauj šādu augsnes sagatavošanas veidu izmantot platībās, kur paredzēta meža mākslīgā atjaunošana ar egli, priedi vai citu koku sugu. Meža mākslīgā atjaunošana ar priedi, augsni sagatavojot pacilu veidā, iespējama platībās, kur papildus stādītajiem kokiem sagaidāma veiksmīga dabiskā atjaunošanās.
 11. Pavasarī šaurlapju kūdrenī ar vasku apstrādāto priedes ietvarstādu uz pacilām ierīkotajās platībās saglabājušies 93-100 % stādīņu; šaurlapju kūdrenī, kur stādīti egles ar uzlaboto sakņu sistēmu stādīņi, saglabājušies uz 76-98 % stādu, bet slapajā vērī saglabājušies 91-96 % no iestādītajiem stādiem. Ietvarstādu stādīšana uz pacilām tūlīt pēc augsnes sagatavošanas pēc būtības atbilst mehanizētai stādīšanai un iegūtie rezultāti atbilst Skandināvijas valstīs iegūtajiem labākajiem rādītājiem.
 12. Sagatavojot 2000 stādvieta uz 1 ha, mineralizētā platība, strādājot ar 110 cm platu kausu, ir 44 %, ar 60 cm platu kausu – 23-29 %, ar 50 cm platu kausu – 12-17 %. Sagatavojot 3000 pacilas uz 1 ha ar 110 cm platu kausu, skarificē 66 % platības, ar 60 cm platu kausu – 34-41 % no platības, ar 50 cm platu kausu – 19-25 % no platības. Prasībai, kas nosaka, ka skarificētā platība nedrīkst pārsniegt 30 % atbilst 60-50 cm plati kausi, ja gatavo līdz 2000 stādvieta un 50 cm plati kausi, ja gatavo līdz 3000 stādvieta uz 1 ha.
 13. Lielāku pacilu aizzēlumu novēroja vērī – projektīvais segums vidēji 49 % un šaurlapju ārenī – 40 %. Aizzēlums šajos meža tipos izveidojās galvenokārt no daudzgadīgo lakstaugu sakneņiem, šaurlapju kūdrenī aizzēluma projektīvais segums vien 16-22 % no pacilu virsmas. Nav būtiskas atšķirības starp aizzēlumu lielāka un mazāka izmēra pacilām; šajā sezonā nevienā no platībām nebija nepieciešams veikt agrotehnisko kopšanu.
 14. Ekskavatora tehniskās iespējas atļauj veidot noteiktā virzienā vērstas sekas vagas – ievalkas, kas atvieglo lietuvu ūdens noteci uz platībā esošajām mikroieplakām vai meliorācijas grāvjiem. Ievalku

veidošanu jāveic, ja pastāv draudi, ka kādā no vietām spēcīga lietus gadījumā var būt vērojamas problēmas ar virsūdeņu sekmīgu iesūkšanos augsnē, apdraudot jauno kociņu sakņu elpošanu, kas var kļūt par stādījuma iznīkšanas iemeslu. Ievalkas ieteicams veidot arī reljefa pazeminājumos, kur iepriekšējās aprites koku celmiem ir izteikti mazāks caurmērs vai vispār nav iepriekšējās aprites koku celmu.

15. CO₂ emisijas, veicot augsnes gatavošanu ar Karl-Oskar un MPV-600 kausu bāzes scenārijā, gatavojot 1600 stādvieta ha⁻¹, ir, attiecīgi 45 un 57 kg C ha⁻¹. Citos pētījumos ar M-Planter un Bracke ietvarstādu stādāmajām mašīnām konstatētas līdzīgas emisijas. Saskaņā ar literatūras datiem, kas raksturo augsnes sagatavošanas ietekmi lauksaimniecībā, nepilnīga augsnes apstrāde veicina oglekļa piesaisti augsnē. Augsnes apstrādes pozitīvo ietekmi uz oglekļa piesaisti nedzīvajā zemsegā apliecina arī Latvijā priežu audzēs veikti pētījumi.

LITERATŪRA

1. Ampoorter E. L. Van Nevel B. De Vos, Hermly M. and Verheyen K., Assessing the effects of initial soil characteristics, machine mass and traffic intensity on forest soil compaction. *Forest Ecology and Management* 260, October 2010, 1664–1676. [cited 19 December 2011]. Available from world wide web: .
2. Ampoorter E., Goris R., Cornelis W.M., Verheyen K., Impact of mechanized logging on compaction status of sandy forest soils. *Forest Ecology and Management* 241, March 2007, 162–174. [cited 19 December 2011]. Available from world wide web: .
3. Bārdule A., Bāders E., Stola J., Lazdiņš A. Latvijas meža augšņu īpašību raksturojums demonstrācijas projekta BioSoil rezultātu skatījumā. *Mežzinātne* 20, 2009, 105–124.
4. Bušs K., Labs piemērs meža kultūru lietā, *Mežā dzīve*, 1932, 86,
5. Heiskanen J., Makitalo K., Hyvonen J., Long-term influence of site preparation on water-retention characteristics of forest soil in Finnish Lapland, 2007
6. Huuskonen S., The development of young Scots pine stands – precommercial and first commercial thinning, 2008
7. Huuskonen S., Hynynen J. & Ojansuu R., Stand characteristics and external quality of young Scots pine stands in Finland, *Silva Fennica*, 2008, 42(3),
8. Jansons Ā., Baumanis I., Haapanen M., Parastās priedes (*Pinus sylvestris* L.) klonu atlase Kurzemes zonas 2.kārtas sēkļu plantācijas izveidei un sagaidāmais ģenētiskais ieguvums., *Mežzinātne*, 2008, 17(50),
9. Johansson K., Nilsson U., Allen K., L., Interactions between soil scarification and Norway spruce seedling types, *New Forests*, 2007, 33,
10. Katkevičs A., Lukašunas I., Augsnes sagatavošanas veida ietekme uz baltalkšņu stādījumu augšanu, *Jaunākais mežsaimniecībā*, 1986, 28,
11. Langvall O., Nilsson U., Orlander G., Frost damage to planted Norway spruce seedlings Ð influence of site preparation and seedling type, *Forest Ecology and Management*, 2001, 141,
12. Lazdiņa D., Mehāizētās ietvarstādu stādīšanas tehnoloģiju produktivitātes un kvalitātes pētījumi atjaunojamās meža platībās, [Salaspils]: Latvijas Valsts Mežzinātnes Institūts "SILAVA" 2007
13. 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*, 2008, No. 30-2008, <<http://curis.ku.dk/ws/files/20573007/workingpapersno30.pdf>>.
14. Lazdiņa D. *Mehāizētās ietvarstādu stādīšanas tehnoloģiju mežsaimnieciskais novērtējums*. [Salaspils]: Latvijas Valsts Mežzinātnes Institūts "SILAVA", 2008.
15. Lazdiņš A., Zimelis A., Gusarevs I. Preliminary data on productivity of stump lifting head MCR-500. In *Proceedings of the international scientific conference*, 150–155, [Jelgava]: Latvia University of Agriculture, 2012.
16. Lazdiņš A., Jansons Ā. Meža atjaunošanas paņēmienu izvēles ietekme uz oglekļa piesaisti nedzīvajā zemsegā priežu audzēs. In *Referātu tēzes*, 149–151, [Rīga]: Latvijas Universitāte, 2011.
17. Lazdiņš A. *Meža atjaunošanas rezultātu sākotnējais novērtējums atcelmotajās un kontroles platībās (Pārskats par pētījuma rezultātiem)*. [Salaspils]: LVMI Silava, 2012a.
18. Lazdiņš A. *Mežizstrādes tehnikas, meža kopšanas un atjaunošanas darba ražīguma pētījumi biokurināmā sagatavošanas un meža atjaunošanas izmaksu novērtēšanai (Pārskats par līgumpētījuma pirmajā etapā paredzēto darbu izpildi)*. [Salaspils]: LVMI Silava, 2012b.
19. Lazdiņš A. *Stādīšanas un agrotehniskās kopšanas darba ražīguma novērtējums (Pārskats par līgumpētījuma pirmajā etapā paredzēto darbu izpildi)*. [Salaspils]: LVMI Silava, 2012c.
20. Liepiņš K., Lazdiņa D., Lazdiņš A.. Productivity and cost-effectiveness of the M-Planter tree planting

- machine in Latvian conditions (brief report). *Baltic Forestry* 17, 2011, 308–313.
21. Luoranen J., Rikala R., Konttinen K. & Smolander H., Extending the planting period of dormant and growing Norway spruce container seedlings to early summer, *Silva Fennica*, 2005, 39(4),
 22. Mangalis I, *Meža atjaunošana un ieaudzēšana*, 2004
 23. MK not. 398: MK noteikumi Nr.398, "Meža atjaunošanas noteikumi" , 11.09.2001.
 24. Nordborg F., Nilsson U., Gemmel P. & Örlander G., Carbon and nitrogen stocks in soil, trees and field vegetation in conifer plantations 10 years after deepsoil cultivation and patch scarification, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2006, 21(5),
 25. Örlander G., Gemmel P., Hunt J., Site preparation: a Swedish overview, 1990
 26. Örlander G., Hallsby G., Gemmel P. & Wilhelmsson C., Inverting improves establishment of *Pinus contorta* and *Picea abies*-10-year results from a site preparation trial in northern Sweden., *Scandinavian Journal of Forest Research*, 1998, 13,
 27. Örlander G., Principles of inverting (inversmarkberedning) and its effects on spruce field performance after planting, Nordic Nursery conference 2007, 2007, presentation, conference handouts,
 28. Ovsjankins V., Kaņinskaja T., Priežu kultūras uzbērumos, *Mežsaimniecības jautājumi*, 1960,
 29. Penman, J., ed. *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. [2108 -11, Kamiyamaguchi, Hayama, Kanagawa, Japan]: Institute for Global Environmental Strategies (IGES), 2003 Available from world wide web: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp>>.
 30. Regina, K. Reporting agriculture categories under UNFCCC: Finland. December 2012.
 31. Rummukainen A., Kautto K. and Tervo L, Estimating the theoretical development potential of a boom-tip forest planting machine, *Baltic Forestry*, 2003, 9(1),
 32. 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,
 33. Saarinen V., M., Productivity, quality of work and silvicultural result of mechanized planting, NSFP Nordic Nursery conference 2007, 2007, 4.6.09.2007.,
 34. Saarinen V., M., The effects of slash and stump removal on productivity and quality of forest regeneration operations—preliminary results, 2006
 35. Saksa T., The main keystones for improving the outcome of spruce planting, A 40-year-anniversary research seminar Suonenjoki, 26.8.2008, 2008, Finnish Forest Research Institute Suonenjoki Research Unit,
 36. Saksa T., Heiskanen J., Miina J., Tuomola J. & Kolström T., Multilevel modelling of height growth in young Norway spruce plantations in southern Finland, *Silva Fennica*, 2005, 39(1),
 37. Soimasuo J., Mounding in spruce planting by Metsämannut Oy, NSFP Nordic Nursery conference 2007, 2007, 5.-6.09.2007.,
 38. Sutton R.F., Mounding site preparation: A review of European and North American experience, *New Forests*, 1993, 7,
 39. Thor, M. et al. *Forest energy from small-dimension stands, infra-structure objects and stumps (research report)*. [Uppsala]: SKOGFORSK, The Forestry Research Institute of Sweden, 2008.
 40. Uotila K., Rantala J., Saksa T. & Harstela P., Effect of soil preparation method on economic result of Norway spruce regeneration chain, *Silva Fennica*, , 44(3),

1. Pielikums. Pašizmaksas aprēķinu modeļi

2. Pielikums. Augsnes pretestības mērījumu kopsavilkums

3. Pielikums. Seminārā sniegtā starpziņojuma prezentācija

4. Pielikums. Pētījuma laikā hronometrēto platību shēmas

Rīgas iela 111, Salaspils, LV-2169
tālr.: +37126595683, e-pasts: dagnija.lazdina@silava.lv