



GALA ZIŅOJUMS

PAR 2019. – 2021. GADA REZULTĀTIEM

<u>PĒTĪJUMA NOSAUKUMS:</u>	Daudzfunkcionālas pacilu veidošanas iekārtas izstrādāšana meža atjaunošanai izcirtumos uz auglīgām un pārmitrām augsnēm
<u>IZPILDĪTĀIS:</u>	Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava” SIA Kurša MRU
<u>FINANSĒJUMA AVOTS:</u>	EIROPAS LAUKSAIMNIECĪBAS FONDA LAUKU ATTĪSTĪBAI (ELFLA) LATVIJAS LAUKU ATTĪSTĪBAS PROGRAMMAS (LAP) 2014.–2020. GADAM PASĀKUMA "ĪEGULDĪJUMI MEŽU ATTĪSTĪBĀ UN MEŽU DZĪVOTSPĒJAS PILNVEIDOŠANĀ" APAKŠPASĀKUMA 16.2. "ATBALSTS JAUNU PRODUKTU, METOŽU, PROCESU UN TEHNOLOĢIJU IZSTRĀDEI"
Līguma Nr.	18-00-A01620-000035

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
EIROPA INVESTĒ LAUKU APVIDOS
Eiropas Lauksaimniecības fonds
lauku attīstībai

Atbalsta Zemkopības ministrija un Lauku atbalsta dienests

Pamatinformācija

Nosaukums	Daudzfunkcionālas pacilu veidošanas iekārtas izstrādāšana meža atjaunošanai izcirtumos uz auglīgām un pārmitrām augsnēm
informāciju sagatavoja	Kristaps Makovskis un Dagnija Lazdiņa
Pētījuma koordinatore:	LVMI Silava vadošā pētniece Dagnija Lazdiņa, dagnija.lazdina@silava.lv , 26595683
sadarbības partneris	Sadarbības partneris Kursā MRU, Mārtiņš Vīnbergs m.vinbergs@gmail.com 29446085
darbības	Pacilotāja tehniskās dokumentācijas sagatavošana Pacilotāja prototipa izgatavošana Izmēģinājumu objektu ierīkošana un tehnikas testēšana Meža atjaunošanas darbu/augsnes sagatavošanas rezultātu novērtējums Pārskatu sagatavošana un publicitātes pasākumi
Kopsavilkums	Sadarbība uzsākta 2019. gadā, kad Kursā MRU un LVMI Silava noslēdza sadarbības līgumu par pētījuma īstenošanu un iesniedza pieteikumu finansējumā ieguvei Eiropas Lauksaimniecības fonda lauku attīstībai - (ELFLA) Latvijas Lauku attīstības programmas (LAP) 2014.–2020. gadam, pasākuma "Ieguldījumi mežu attīstībā un mežu dzīvotspējas pilnveidošanā", apakšpasākuma 16.2. "Atbalsts jaunu produktu, metožu, procesu un tehnoloģiju izstrādei" uzsaukumā. Mērķis ir izstrādāt un praksē pārbaudīt daudzfunkcionālu iekārtu augsnes sagatavošanai ar pacilošanas paņēmieni, celmu apstrādei un augsnes ielabošanas līdzekļu ienešanai stādvielās meža tipos uz auglīgām un pārmitrām augsnēm. Ar disku arkliem vai rotējošiem pacilotājiem aprīkotiem riteņtraktoriem, alternatīvs risinājums ir augsnes sagatavošana ar dažāda tipa pacilotājiem, kas nostiprināti uz kāpurķēžu ekskavatora manipulatora. Šāda stādvieta sagatavošanas paņēmiena efektivitāte auglīgās un pārmitrās augsnēs pierādīta gan Ziemeļvalstīs, gan Latvijā veiktos pētījumos. Balstoties uz 2013. gadā LVMI Silava izstrādātā pacilotāja MPV600 (patenta Nr. 14692) ar palielinātu darba virsmas laukumu, kas nodrošina labu augsnes sagatavošanas kvalitāti un konkurētspējīgus ražīguma rādītājus pamata

	<p>izveidots uzlabots pacilu veidošanas agregāts, kas aprīkots ar smidzinātāju. Iekārtas testi veikti sadarbības partneru apsaimniekotajās mežaudzēs, nedaudz vairāk nekā 30 ha platībā novērtējot kā augsnes sagatavošanas un celmu/ augsnes apsmidzināšanas ierīces ražīgumu tā izmaksas. Izveidoto stādvieta izmēri apsekoti 13,4 ha platībā, gan lauksaimniecības zemju apmežojumos, gan atjaunotās mežaudzēs, kur augsne sagatavota ar hidrocilindriem aprīkotu iekārtu.</p> <p>Pacilotāja pirmais protoptips uzstādīts 2020. gada aprīlī. 2020.gadā uzlabota pacilotāja apakšējā konstrukcija un mainīta izsmidzināmā šķidrums atrašanās vieta - izgatavots otrais prototips (rasējumi lejuplādējami LVMI Silava mājas lapā). 2020.gada nogalē un 2021.gada sākumā turpināta izmēģinājumu stādījumu ierīkošana ar otro prototipu. Otrā prototipa darbība testēta izmantojot hidroclindrus, projekta noslēgumā arī bez tiem – sagatavojot augsni nepārplūstošās lauksaimniecības zemēs.</p> <p>Sadarbības rezultātā izgatavots kauss, ar kuru iespējams veidot kompakts, kvalitatīvas stādvieta, nepieciešamības gadījumā tās apsmidzinot ar repelentu vai pret patogēnajām sēnēm efektīvu preparātu. Iekārta izmantojama, veicot meža ieaudzēšanu aizzēlušā platībā, lai izveidotu stādvieta un tās apstrādātu ar pieskares iedarbības herbicīdu.</p> <p>Sadarbības rezultāti prezentēti divās starptautiskās zinātniskās konferencēs , un vienā zinātniskajā rakstā , kas iekļauts starptautiski citējamo žurnālu datu bāzē.</p> <p>Noslēgumā organizēja semināru mērķa grupai - mezsaimniecības darbu konsultantiem (Meža konsultāciju pakalpojumu centra (MKPC) darbiniekiem), kurā iepazīstināja ar rezultātiem un izstrādātās tehnoloģijas pielietošanas iespējām meža atjaunošanā, lai speciālisti metodi varētu ieteikt citiem meža īpašniekiem vai apsaimniekotājiem . Plašāka auditorija informēta ar TV sižeta starpniecību - Rīga TV 24 kanāla raidījumā “Aktualitātes”, sestdien 14.jūnijā plkst.:18:30, atkārtojums, 16.jūnijā plkst.:07:30 .</p> <p>Izgatavotā iekārta pēc pētījuma noslēguma paliks sadarbības partnera Kurša MRU rīcībā, to turpinās uzlabot n izmantot stādvieta sagatavošanai..</p>
projekta īstenošanas periods	2019.gada 1.marts - 2021.gada 30.septembris
kopējās projekta izmaksas	72122,19 EUR
projekta pamatjēdzieni	Augsnes sagatavošana, pacila, stādvieta, stādvieta apstrāde.

Kopsavilkums

Sadarbība uzsākta 2019. gadā, kad Kursa MRU un LVMI Silava noslēdza sadarbības līgumu par pētījuma īstenošanu un iesniedza pieteikumu finansējumā ieguvei Eiropas Lauksaimniecības fonda lauku attīstībai - (ELFLA) Latvijas Lauku attīstības programmas (LAP) 2014.–2020. gadam, pasākuma "*Ieguldījumi mežu attīstībā un mežu dzīvotspējas pilnveidošanā*", apakšpasākuma 16.2. "*Atbalsts jaunu produktu, metožu, procesu un tehnoloģiju izstrādei*" uzsaukumā.

Mērķis ir izstrādāt un praksē pārbaudīt daudzfunkcionālu iekārtu augsnes sagatavošanai ar pacilošanas paņēmienu, celmu apstrādei un augsnes ielabošanas līdzekļu ienešanai stādvietais meža tipos uz auglīgām un pārmitrām augsnēm.

Ar disku arkliem vai rotējošiem pacilotājiem aprīkoti riteņtraktoriem, alternatīvs risinājums ir augsnes sagatavošana ar dažāda tipa pacilotājiem, kas nostiprināti uz kāpurķēžu ekskavatora manipulatora. Šāda stādvietais sagatavošanas paņēmiens efektivitāte auglīgās un pārmitrās augsnēs pierādīta gan Ziemeļvalstīs, gan Latvijā veiktos pētījumos. Balstoties uz 2013. gadā LVMI Silava izstrādātā pacilotāja MPV600 (patenta Nr. 14692) ar palielinātu darba virsmas laukumu, kas nodrošina labu augsnes sagatavošanas kvalitāti un konkurētspējīgus ražīguma rādītājus pamata izveidots uzlabots pacilu veidošanas agregāts, kas aprīkots ar smidzinātāju. Iekārtas testi veikti sadarbības partneru apsaimniekotajās mežaudzēs, nedaudz vairāk nekā 32,98 ha platībā novērtējot kā augsnes sagatavošanas un celmu/ augsnes apsmidzināšanas ierīces ražīgumu tā izmaksas. Izveidoto stādvietais izmēri apsekoti 13,4 ha platībā, gan lauksaimniecības zemju apmežojumos, gan atjaunotās mežaudzēs, platībās, kur augsne sagatavota ar hidrocilindriem aprīkotu iekārtu.

Pacilotāja pirmais prooptips uzstādīts 2020. gada aprīlī. 2020.gadā uzlabota pacilotāja apakšējā konstrukcija un mainīta izsmidzināmā šķidrums atrašanās vieta - izgatavots otrs prototips (rasējumi lejuplādējami LVMI Silava mājas lapā). 2020.gada nogalē un 2021.gada sākumā turpināta izmēģinājumu stādījumu ierīkošana ar otro prototipu, gan arī bez tiem – sagatavojot augsni nepārplūstošās lauksaimniecības zemēs. Pirmajā gadā darbi veikti ar parasto kausu – 5,28 ha.

Sadarbības rezultātā izgatavots kauss, ar kuru iespējams veidot kompakts, kvalitatīvas stādvietais, nepieciešamības gadījumā tās apsmidzinot ar repelentu vai pret patogēnajām sēnēm efektīvu

preparātu. Iekārta izmantojama, veicot meža ieaudzēšanu aizzēlušā platībā, lai izveidotu stādvieta un tās apstrādātu ar pieskares iedarbības herbicīdu.

Sadarbības rezultāti prezentēti divās starptautiskās zinātniskās konferencēs^{1, 2} un vienā zinātniskajā rakstā³, kas iekļauts starptautiski citējamo žurnālu datu bāzē.

Noslēgumā organizēja semināru mērķa grupai - mežsaimniecības darbu konsultantiem (Meža konsultāciju pakalpojumu centra (MKPC) darbiniekiem), kurā iepazīstināja ar rezultātiem un izstrādātās tehnoloģijas pielietošanas iespējām meža atjaunošanā, lai speciālisti metodi varētu ieteikt citiem meža īpašniekiem vai apsaimniekotājiem⁴. Plašāka auditorija informēta ar TV sižeta starpniecību - Rīga TV 24 kanāla raidījumā “Aktualitātes”, sestdien 14.jūnijā plkst.:18:30, atkārtojums, 16.jūnijā plkst.:07:30⁵.

Izgatavotā iekārta pēc pētījuma noslēguma paliks sadarbības partnera Kurša MRU rīcībā.

¹ A-0093Cost and productivity optimization using different mound preparation methods, Kristaps Makovskis, Dagnija Lazdina, Edgars Dupuzs, Latvian State Forest Research Institute "Silava"; <https://www.formec.org/proceedings/119-hungary-austria-2020.html#posters>

² ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT Jelgava, 26.-28.05.2021. <http://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2021/>

³ TRAPEZOIDAL DRAINAGE BUCKET AND MPVS MOUNDING DEVICE PRODUCTIVITY AND MOUND QUALITY COMPARISON, Kristaps Makovskis, Dagnija Lazdina, Igors Gusarevs, Germans Gusarevs; Proceedings of ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT Jelgava, 26.-28.05.202, <http://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2021/Papers/TF292.pdf>

⁴ Pētījuma profils LVMI Silava mājas lapā. <http://www.silava.lv/24/section.aspx/View/242>

⁵ <https://youtu.be/TTzt-N802Gg>

Pētāmā objekta, tehnikas un darba metožu raksturojums

Daudzfunkcionālas iekārtas augsnes sagatavošanai ar pacilošanas paņēmienu, celmu apstrādei un augsnes ielabošanas līdzekļu ienesēi stādīvietās meža tipos uz auglīgām un pārmitrām augsnēm (turpmāk kausi) izmēģinājumus veica 2020. gada pavasarī un rudenī. Kausa 1. prototipu izmēģināja 2020. gada pavasarī, bet uzlabotais prototips izmēģināts 2020. gada rudenī. Kopējā platība, kādā pārbaudīja kausu un veica uzmērījumus bija 13,4 hektāri. Kausa izmēģinājuma platību raksturojums dots 1. tabulā. Papildus tam veica kasa funkcionālās darbības izmēģinājumus citos nogabalos, kas nav uzmērīti, kopēja ar kausu sagatavotā platība 37,24 ha. .

1. tabula

Uzmērītās kausa MPVS izmēģinājumu platības

Nr.	Objekts	Datums	Platība, ha	Izveidotās pacilas objektā, skaits
1	Uzkalni	2020. gada aprīlis	0,49	741
2	Ernesti	2020. gada aprīlis	1,31	1715
3	Lāčbirzes	2020. gada aprīlis	1,24	1785
4	Lāčbirzes	2020. gada aprīlis	0,09	125
5	Minnas	2020. gada aprīlis	0,94	1411
6	Minnas	2020. gada maijs	0,96	1794
7	Dīcmaņi	2020. gada oktobris	2,1	3705
8	Mežvidi	2020. gada novembris	2,79	5000
9	Jāņzeme	2020. gada novembris	1,6	2506
10	Jāņzeme	2020. gada decembris	0,1	273
11	Jāņzeme	2020. gada decembris	0,29	534
12	Aizvēji	2020. gada decembris	0,67	1104
13	Aizvēji	2020. gada decembris	0,46	873
14	Aizvēji	2020. gada decembris	0,34	607
		Kopā	13,4	19952

Pacilu veidošanas kausa raksturojošie rādītāji apkopoti 2. tabulā, rasējumi pielikumā.

2. tabula

Kausa MPVS raksturojošie rādītāji

Kausa platums	600 mm
Kausa garums	964 mm
Kausa Augstums	756 mm
Kausa svars	586 kg

Atkarībā no platības un pacilu veidošanas virziena, iespējams pielietot dažādas darba metodes, kas atšķiras pēc pacilu veidošanas virziena un smidzināšanas iekārtas izmantošanas. (1. att).

Pacilu veidošana uz sevi.	Pacilu veidošana uz abām pusēm	Pacilu veidošana un augsnes ielabošanas līdzekļa ienese platībā

1. att. Kausa darba metodes

Visās platībās par bāzes mašīnu izmantots Volvo EC140BLCM ekskavators ar pilnu masu 14,8 tonnas, dzinēja jaudu 69kW, hidrauliskā sūkņa ražība 234 L min.⁻¹, izlices garums ir 7,8 metri. Bāzes mašīnas operatoram bija iepriekšēja pieredze darbā ar ekskavatoru un pacilu veidošanu. Darba laika uzskaiti veica izmantojot *Allegro CX* laukdatoru uz kura uzstādīta *SDI 1.2* hronometrāžas programma. Darba laika uzskaitē izdalīja atsevišķas pacilu veidošanas darbības, kas aprakstītas 3. tabulā.

3.tabula

Darba laika uzskaitē piefiksētās pacilu veidošanas darbības

Nr.	Darbība	Darbības apraksts
1.	Pārvietošanās	Darba laika uzskaitē piefiksētais laiks, kas ir patērēts mašīnai pārvietojoties platībā starp apstāšanās punktiem. No viena apstāšanās punkta visbiežāk izveido vairākas pacilas. Darbībā ir ieskaitīts tīrais darba laiks, kas ir patērēts pārvietojoties platībā un veicot pacilu gatavošanu, bet netiek ieskaitīts laiks, kas patērēts iebraucot vai izbraucot no platības. Par darbības sākumu uzskata ekskavatora kāpurķēžu kustības sākumu un darbības beigas ir kāpurķēžu kustības apstāšanās.
2.	Manipulatora kustības	Darba laika uzskaitē piefiksētais laiks, kas ir patērēts veicot darbības ar manipulatoru. Parasti šīs darbības ir starp pacilu veidošanu un zaru novākšanu Par darbības sākumu uzskata visas manipulatora darbības, kuru laikā netiek veikta pārvietošanās, zaru novākšana, pacilas sagatavošana, citas darbības vai pauzes. Darbības beigas ir brīdis, kad sākas kāda no šīm darbībām.
3.	Zaru novākšana	Darba laika uzskaitē piefiksētais laiks, kas ir patērēts veicot pacilas vietas sagatavošanu. Darbība ietver zaru, ciršanas atlieku un sakņu novākšanu pirms

Nr.	Darbība	Darbības apraksts
		pacilas izveidošanas. Darbības sākums ir brīdis, kad kauss pieskaras zariem vai ciršanas atliekām un sāk tās pārvietot. Darbības beigas ir brīdis, kad kauss pieskaras augsnei un sākas pacilas veidošana.
4.	Pacilas veidošana	Darba laika uzskaitē piefiksētais laiks, kas ir patērēts veicot pacilas veidošanu. Par darbības sākumu ir uzskatīts brīdis, kad kauss pieskaras augsnei un sākas pacilas veidošana. Darbības beigas ir brīdis, kad pacila tiek piespiesta un kauss tiek atrauts no pacilas.
5.	Citas darbības	Darbības, kas tieši saistītas ar darbu veikšanu, bet nav pieskaitāmas nevienai no iepriekš minētajām darbībām. Piemēram, īslaicīgi remontu, tehnikas apskate, īslaicīgas tehniskās pauzes, utt. Šīs darbības saistītas ar augsnes gatavošanu un ilgākā laika posmā ir neizbēgamas. Darbība sākums ir brīdis, kad netiek darīta neviens no iepriekš minētajām darbībām. Darbības beigas brīdis, kad tiek sākota kāda no iepriekšminētajām darbībām.

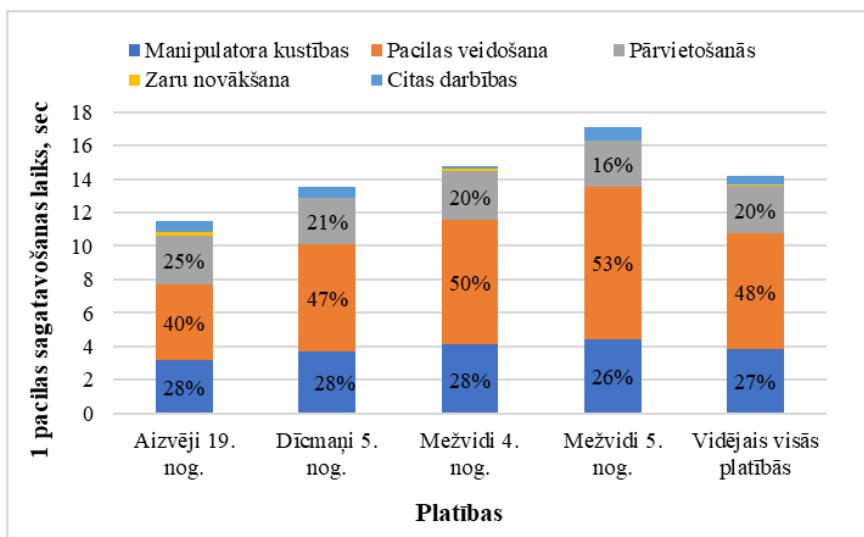
Lai pārbaudītu pacilu kvalitāti, tās pēc sagatavošanas uzmērīja. Uzmērīšanu veica izmantojot parauglaukumu metodi, kur katrā platībā, atkarībā no platības lieluma, ierīkoja 25 m² lielus parauglaukumus, kuros uzmērīja pacilu garumu, platumu un augstumu.

Lai noteiktu sagatavotās platības lielumu un pacilu skaitu tajā, izmantoja Risutec kompānijas izstrādāto risinājumu ASTA. ASTA sistēma izmanto GPS raidītāju, kuru piestiprina pie pacilu sagatavošanas kausa, un veicot pacilas sagatavošanu, piefiksē stādvieta atrašanās vietu uz kartes. Bāzes mašīnas operators redz reālajā laikā, cik daudz pacilu ir sagatavots, kā arī kāds ir sagatavoto stādvieta blīvums. Par ekrānu iespējams izmantot mobilo ierīci vai planšeti. Pēc platības sagatavošanas vai beidzot darbu, karte ar sagatavotajām pacilām tiek nosūtīta uz e-pastu.

Rezultāti

Darba laika uzskaiti veica 4 platībās 2020. gada rudenī. Visās platībās augsnes sagatavošanu veica veidojot pacilas “uz sevi” (uz vienu pusi). Šāda darba metode bija operatora izvēle, jo bāzes mašīnas jauda nebija pietiekama, lai veidojot pacilas uz abām pusēm, būtu iespējams nodrošināt augstu darba ražīgumu.

Vidējais vienas pacilas sagatavošanas laiks dažādās platībās būtiski neatšķīrās un bija robežās no 11,5 sekundēm līdz 17,1 sekunde, vidēji visās platībās 14,2 sekundes. Visās platībās lielāko vienas pacilas sagatavošanas laiku aizņēma pacilas veidošana (40-53%) un manipulatora kustības (26-28%) un bāzes mašīnas pārvietošanās (16-25%). Pateicoties uzlabotai kausa arkla konstrukcijai, izvietojot to uz kustīga šarnīra, bija samazināta kritalu un sakņu traucējošā ietekme, kamdēļ zaru un ciršanas atlieku novākšana sastādīja nelielu daļu (1-2%) no kopējā patērētā laika. Pieņemot vidējo rādītāju 14,2 sekundes vienas pacilas sagatavošanai, lai sagatavotu 2000 pacilas, ir nepieciešamas 7,9 stundas (2. att.).



2. att. Patērētais laiks sagatavojot pacilas izmantojot MPVS pacilu veidošanas kausu.

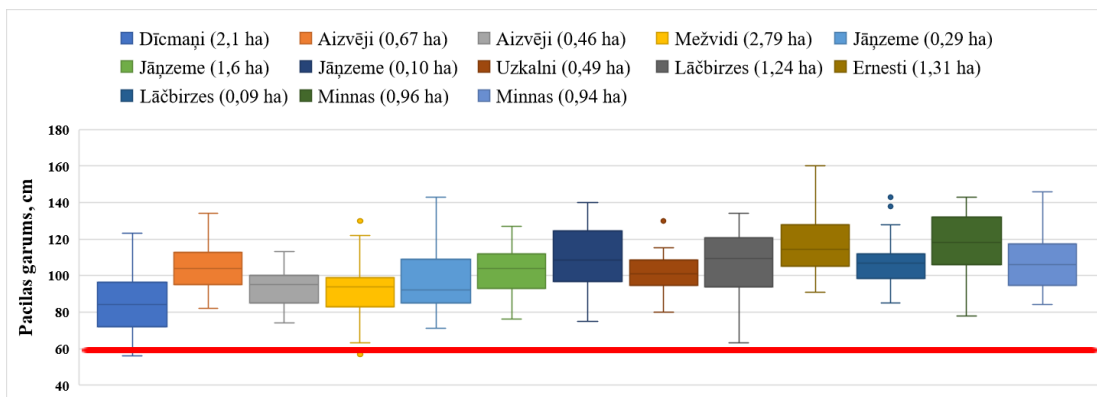
Izmantojot kausa smidzināšanas iekārtu, pacilas secīgi sagatavo virzot kausu no vienas puses (parasti no kreisās uz labo), kur sasniedzot maksimālo manipulatora izlīces garumu, kauss tiek pārbīdīts atpakaļ uz sākotnējo pusi (parasti kreiso). Bāzes mašīna pabrauc atpakaļgaitā un sāk gatavot jaunu pacilu rindu. Veidojot pacilas, augsnes ielabošanas līdzekļa ienesi veic apsmidzinot visu sagatavoto pacilu rindu no pēdējās sagatavotās pacilas rindā virzot kausu pāri pacilu rindai uz pirmo sagatavoto pacilu rindā. Šāda darba metode, kad līdzekļa ienesi platībā tiek apvienota ar kausu pārvietošanu uz jaunas pacilas rindas sākumu, nerada būtiskus laika patēriņu veicot līdzekļa izsmidzināšanu. Somijas uzņēmums Risutech smidzināmo iekārtu lieto ne tikai celmu apstrādei, bet arī boru saturoša šķīdumā izsmidzināšanai, lai

kompensētu ziemeļu mežos trūkstošā mikroelementa krājumus⁶. Veicot celmu apstrādi, vidēji viena celma apstrādei ar līdzekli nepieciešamas papildus 1-2 sekundes, kas saistītas ar līdzekļa izsmidzināšanu, neņemot vērā manipulatora kustības, kas var mainīties atkarībā no celmu skaita un izvietojuma platībā.

Kvalitatīvi sagatavotām stādvielām ir jāatbilst noteiktiem kvalitātes standartiem. A/S “Latvijas Valsts meži” (LVM) izstrādātajos noteikumos “Kvalitātes prasības augsnes gatavošana pacilās ar kausu” pacilu minimālie izmēri pēc sablīvēšanās ir – platums 0,5 m, garums 0,6 m un augstums 0,15 m.

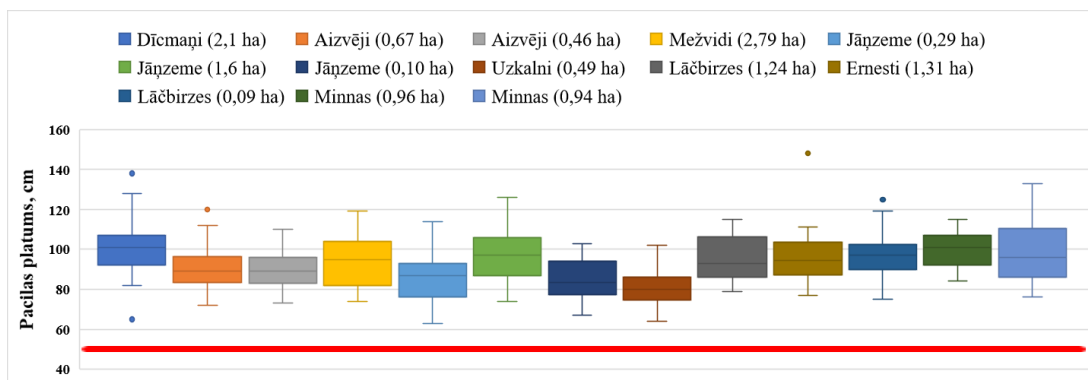
Pacilu garums, platums un augstums ir uzņēmēti 13 platībās, kurās notika pacilu veidošana ar MPVS kausu. Attēlos ar sarkano līniju ir atzīmētas LVM kvalitātes prasības.

Vidējais pacilu garums visās platībās bija 1,02 m, kas par 70% ir lielāks par LVM pacilu sagatavošanas kvalitātes prasībām pacilu garumam, kas ir 0,6 m (3. att.).



3. att. Ar MPVS pacilu veidošanas kausu izveidoto pacilu garums un atbilstība LVM pacilu kvalitātes prasībām.

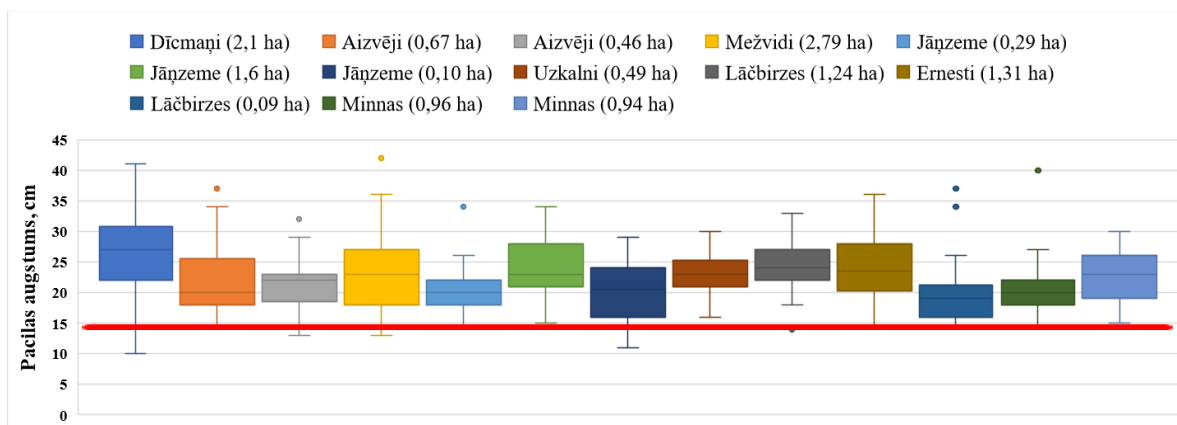
Vidējais pacilu platums visās platībās bija 0,93 m, kas par 86% ir lielāks par LVM pacilu sagatavošanas kvalitātes prasībām pacilu platumam, kas ir 0,5 m (4. att.).



⁶ <https://risutec.fi/wp-content/uploads/2021/05/ASP-Datasheet-EN.pdf>

4. att. Ar MPVS pacilu veidošanas kausu izveidoto pacilu platums un atbilstība LVM pacilu kvalitātes prasībām.

Vidējais pacilu augstums visās platībās bija 0,23 m, kas par 53% ir lielāks par LVM pacilu sagatavošanas kvalitātes prasībām pacilu augstumam, kas ir 0,15 m (5. att.).



5. att. Ar MPVS pacilu veidošanas kausu izveidoto pacilu augstums un atbilstība LVM pacilu kvalitātes prasībām.

Sagatavoto pacilu skaitu hektārā, noteica izmantojot ASTA sistēmu, kas veic automātisku pacilu uzskaiti platībā, kā arī ierīkojot parauglaukumus, kad tika uzmērīts pacilu garums, platums un augstums.

ASTA sistēma uzskaita sagatavotās pacilas un nosaka vidējo pacilu skaitu hektārā veicot izveidoto pacilu savienošanu vienotā poligonā, no kura platības un izveidoto pacilu skaita tiek aprēķināts pacilu skaits uz hektāru. Savukārt veicot parauglaukumu uzmērīšanas metodi, platībā tiek ierīkoti apļveida parauglaukumi ar rādiusu 2,82 metri, kas veido parauglaukuma platību 25m² un šajos parauglaukumos saskaitīto pacilu skaits tiek pārrēķināts uz visu platību. Pacilu skaita salīdzinājums apkopots 4. tabulā.

4.tabula

Pacilu skaits hektārā izmēģinājumu platībās pēc ASTA un parauglaukumu metodes

Nr.	Objekts	Datums	Platība, ha	Pacilu skaits pēc parauglaukumu metodes, gab. ha ⁻¹	Pacilu skaits pēc ASTA uzskaites, gab. ha ⁻¹
1	Uzkalni	2020. gada aprīlis	0,49	2400	1500
2	Ernesti	2020. gada aprīlis	1,31	2240	1305
3	Lāčbirzes	2020. gada aprīlis	1,24	2240	1440
4	Lāčbirzes	2020. gada aprīlis	0,09	2080	1392
5	Minnas	2020. gada aprīlis	0,94	2320	1497
6	Minnas	2020. gada maijs	0,96	2480	1860
7	Dīcmaņi	2020. gada oktobris	2,1	2114	1761
8	Mežvidi	2020. gada novembris	2,79	2000	1789
9	Jāņzeme	2020. gada novembris	1,6	2067	1567

10	Jāņzeme	2020. gada decembris	0,1	2320	2731
11	Jāņzeme	2020. gada decembris	0,29	2480	1865
12	Aizvēji	2020. gada decembris	0,67	2320	1652
13	Aizvēji	2020. gada decembris	0,46	2000	1888
14	Aizvēji	2020. gada decembris	0,34	-	1802
		Kopā	13,4	Vidēji - 2235	Vidēji - 1711

ASTA sistēma ir noderīga ierīkojot pacilas, jo operators var redzēt vidējo pacilu skaitu hektārā, kas labāk ļauj sekot līdzi nepieciešamajam pacilu skaitam platībā. ASTA uzrādītais pacilu skaits hektārā ir indikatīvs rādītājs lai plānotu nepieciešamo stādu piegādi, jo vēlāk Valsts meža dienesta pārstāvim pieņemot atjaunot platību, stādvieta skaitu hektārā aprēķina izmantojot parauglaukumu metodi. Vidējais pacilu skaits visās platībās pēc ASTA sistēmas ir 1711 pacilas hektārā, savukārt pēc parauglaukumu metodes pacilu blīvums ir 2235 pacilas hektārā. Salīdzinot abas metodes, ASTA sistēma uzrāda par 30% mazāku pacilu skaitu hektārā, salīdzinot ar parauglaukumu metodi, kas ir plašāk izmantotā stādvieta blīvuma uzskaites metode. Pēc parauglaukumu metodes, visās platībās pacilu skaits pārsniedz 2000 pacilas hektārā, kas norāda pacilu blīvumu platībā kurā iespējams izveidot stādvieta (neieskaitot zaru ceļus un mikroieplakas). Izveidotais pacilu skaits ir pietiekams, lai nodrošinātu sekmīgu mežaudzes atjaunošanos. Ar ASTA sistēmu uzskaitītais pacilu skaits izmantojams meža koku stādīšanas darbu plānošanā, tas sniedz informāciju par atjaunošanas darbiem nepieciešamo koku skaitu.

SOCIĀLI EKONOMISKĀ IETEKME

Saskaņā ar Meža resursu monitoringa 2. cikla datiem Latvijā ir 1158 tūkst. ha mežaudžu uz auglīgām minerālaugsnēm un organiskām augsnēm, kurās meža augsnes sagatavošana ar aktīvo disku arklu nerada optimālus apstākļus jaunu meža kultūru attīstībai. Apsaimniekojot šīs platības ir jāreķinās ar papildus izmaksām stādījumu papildināšanai un agrotehniskajai kopšanai. Mežaudzēs uz pārmitrām un meliorētām oligotrofām augsnēm (715 tūkst. ha) augsnes sagatavošanu, izmantojot riteņtraktorus, apgrūtina maza grunts nestspēja. Arī šajās platībās augsnes sagatavošana ar aktīvo disku arklu ne vienmēr rada optimālus apstākļus meža kultūru attīstībai.

Projekta ietvaros ir izstrādāts pacilotājs, kas paredzēts augsnes gatavošanai izcirtumos uz auglīgām augsnēm, kā arī atjaunojamās mežaudzēs uz oligotrofām pārmitrām augsnēm (66% no visiem mežiem Latvijā). Pacilošanas metodes pielietošana ļauj samazināt izmaksas agrotehniskajai kopšanai pirmajos gados pēc meža atjaunošanas izcirtumos uz auglīgām minerālaugsnēm un organiskām augsnēm. Platībās, kurās augsne sagatavota pacilās, vidēji nepieciešams par 1-2 reizēm mazāks skaits agrotehnisko kopšanu, salīdzinot ar citiem augsnes gatavošanas veidiem. Pēc Centrālās statistikas pārvaldes (CSP) datiem vidējās agrotehniskās kopšanas izmaksas 2020. gadā Latvijā bija 164 EUR ha⁻¹. Atjaunojamās platībās uz pārmitrām augsnēm pacilošana šobrīd ir vienīgais tehniski īstenojamais augsnes gatavošanas paņēmiens. Projektā izstrādātajam pacilošanas kausam ir uzlabota arkla konstrukcija, izvietojot to uz kustīgā šarnīra, kas ļauj efektīvāk veikt pacilošanu un saīsināt laiku, kas nepieciešams kritalu, sakņu un ciršanas atlieku novākšanai pirms pacilas veidošanas. Šis tehniskais risinājums ļauj kausu izmantot platībās ar lielu ciršanas atlieku blīvumu, kas ļauj samazināt augsnes gatavošanā patērēto laiku un izmaksas. Reizē ar augsnes gatavošanu, kausu iespējamas izmantot virszemes ūdens noteces vagu un grāvju tīrīšanai. Šo darbu apvienošana samazina patērēto laiku, kas nepieciešams platības augšanas apstākļu uzlabošanai. Apvienojot augsnes gatavošanu ar noteces vagu un grāvju tīrīšanu, iespējams samazināt kopējo tehnikas izmantošanas laiku un reižu skaitu platībā, kas ļauj samazināt kopējās izmaksas un negatīvo ietekmi uz augsnes sablīvēšanos.

Arkla nostiprināšana uz kustīga šarnīra samazina mineralizētās virsmas laukumu, kas ļauj ierobežot SEG emisijas no augsnes pirmajos gados pēc meža atjaunošanas, savukārt lokāla augsnes ielabošanas līdzekļu izkļiedēšana stādīvietā var palielināt krājas pieaugumu un CO₂ piesaisti dzīvo koku biomasā. Augsnes pacilotāju iespējams izmantot trupes izplatīšanas samazināšanā, vienlaicīgi ar augsnes gatavošanu veicot arī celmu apstrādi ar prettrupes līdzekļiem.

Galvenie labuma guvēji izmantojot MPVS kausu meža augsnes gatavošanā pirms stādīšanas ir meža īpašnieki un meža apsaimniekotāji. Kausa izmantošana samazina meža atjaunošanas izmaksas izcirtumos

uz auglīgām organiskām augsnēm un minerālaugsnēm, kā arī atjaunojamās platībās uz pārmitrām augsnēm, kur aktīvo disku arklu pielietošana nenodrošina optimālus apstākļus jauno kociņu augšanai.

Mineralizēto laukumu īpatsvara samazināšana ar pacilošanas metodi atjaunotās platībās pirmajos gados pēc kultūru ierīkošanas samazina SEG emisijas no augsnes. Papildus emisiju samazinājumu rada degvielas ietaupījums, neveicot agrotehnisko kopšanu pirmajos gados pēc stādīšanas, kā arī apvienojot augsnes gatavošanu ar ievalku un grāvju tīrīšanu un augsnes ielabošanas līdzekļu ienesi. Pacilošanas kausa izmantošana veicina ekonomiski dzīvotspējīgu mežsaimniecības ražošanas sistēmu attīstību un nodrošina ilgspējas principu ievērošanu, pateicoties efektīvāka daudzfunkcionāla augsnes sagatavošanas risinājuma izstrādāšanai un ietekmes uz vidi mazināšanai meža atjaunošanā, sekmējot SEG emisiju un ietekmes uz augsni samazināšanos, pateicoties mazākam augsnes apstrādes gaitā skarificētās virsmas laukumam. Krājas papildpieaugums, kas veidojas mērķtiecīgi atjaunotās mežaudzēs, palielina atjaunojamo energoresursu un koksnes produktu piegādi un izmantošanu bioekonomikas vajadzībām, kā arī veicina oglekļa piesaisti meža zemēs. Kausa izmantošana augsnes sagatavošanā veicina mežsaimniecības nozares mežkopības sektora attīstību, samazinot meža atjaunošanas izmaksas un palielinot atjaunojamo mežaudžu kvalitatīvos rādītājus. Projekta realizācijai ir pozitīva ietekme uz mežsaimniecības resursu saglabāšanu un izmantošanas efektivitātes palielināšanu, samazinot meža atjaunošanas izmaksas izcirtumos uz auglīgām augsnēm un atjaunojamās platībās uz pārmitrām augsnēm un palielinot oglekļa piesaistes potenciālu mērķtiecīgi atjaunotās platībās pētījuma ietvaros ierīkotajos izmēģinājumu objektos.

Projekta īstenošana ir sekmējusi zināšanu pārnesi un veicinājusi inovācijas mežsaimniecībā, ieviešot praksē uz zinātniskām atziņām balstītu pilnveidotu tehnisku risinājumu augsnes sagatavošanai ar pacilošanas paņēmieni, kā arī grāvju un ievalku tīrīšanai, celmu apstrādei svaigos izcirtumos un augsnes ielabošanas līdzekļu ienešanai platībā, izmantojot vienu un to pašu iekārtu. Tiek samazinātas meža atjaunošanas izmaksas, izmantojot efektīvu risinājumu augsnes gatavošanai, tādējādi uzlabojot lauku saimniecību dzīvotspēju un konkurētspējas visos Latvijas reģionos. Izstrādātais tehniskais risinājums veicina ilgspējīgu meža apsaimniekošanu, radot labvēlīgākus apstākļus mērķtiecīgai meža atjaunošanai izcirtumos uz auglīgām un pārmitrām meža augsnēm. Projekta rezultātu ieviešana praksē sekmē lauksaimnieciskās un mežsaimnieciskās darbības dažādošanu, radot priekšnosacījumus jauna meža apsaimniekošanas pakalpojumu veida attīstībai.

Pētījuma rezultātu izmantošana praksē uzņēmumu apsaimniekotajās platībās un valstī kopumā uzlabo ekonomiskos rādītājus mežu apsaimniekošanā, ievērojot ilgspējas principus, pateicoties meža atjaunošanas izmaksu un ietekmes uz vidi samazināšanai, izmantojot projektā izstrādāto daudzfunkcionālo pacilošanas iekārtu. Prognozējamais SEG emisiju samazinājums, veidojoties krājas papildpieaugumam, ir vidēji 1,83 tonnas CO₂ ha⁻¹ gadā. Valstī kopumā šādā veidā var palielināt krājas pieaugumu 59% mežaudžu.

Projekta rezultātu pielietošana rada priekšrocības augsnes sagatavošanas pakalpojumu sniedzējiem, kas var samazināt pakalpojumu cenu, izmantojot efektīvāku tehnisko risinājumu, piedāvājot papildus pakalpojumus – ievalku un grāvju tīrīšanu, celmu apstrādi skujkoku izcirtumos, augsnes ielabošanas līdzekļa ienesi.

Ilgtermiņā projekta rezultātu ieviešana praksē ir izdevīga visai Latvijas sabiedrībai, jo, samazinoties meža atjaunošanas izmaksām, pieaugs mērķtiecīgi atjaunotu platību īpatsvars, kas nākotnē palielinās augstvērtīgu kokmateriālu piegādes un sekmēs oglekļa piesaisti dzīvās un nedzīvās biomasas krātuvēs, tajā skaitā koksnes produktos ar ilgu kalpošanas laiku.

Secinājumi

Daudzfunkcionālas iekārtas augsnes gatavošanai ar pacilošanas paņēmienu (MPVS kauss) produktivitāte ir 14,2 sekundes vienas pacilas izveidošanai, kas pieņemot, ka nepieciešams sagatavot 2000 pacilas vienā hektārā ir 7,9 stundas.

Pacilu kvalitāte izmantojot MPVS kausu ir atbilstoša un pārsniedz LVM izvirzītos minimālos izmērus (pacilu garums, platums un augstums).

Sagatavoto pacilu izvietojuma blīvums izmēģinājumu platībās bija no 2000 līdz 2480 pacilām hektārā, kas ir pietiekams skaits, lai nodrošinātu sekmīgu jaunas mežaudzes atjaunošanu.

Papildus pacilu sagatavošanai ir iespējama celmu apstrāde trupes izplatības ierobežošanai un šķidro augsnes ielabošanas līdzekļu izkliedēšana, kas ņemot vērā kausa uzbūves tehnoloģiskos risinājumus, būtiski neietekmē pacilu veidošanas produktivitāti.