



LATVIJAS MEŽZINĀTNES DIENA

Mežsaimniecības tehnoloģijas – aktuālie mežzinātnes pētījumi praksei

**Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”
sadarbībā ar a/s Latvijas valsts meži**

2013. gada 15. novembris

Koknese, Skrīveri, Ķegums

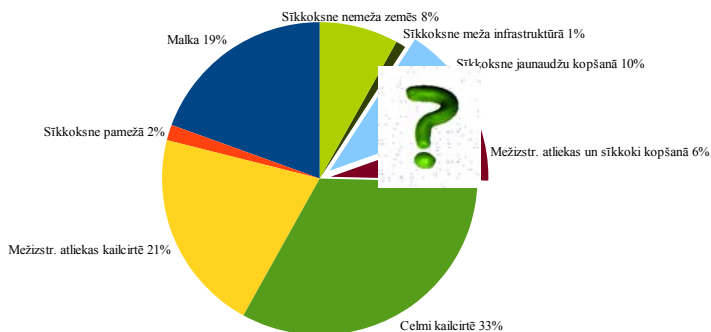


- 7.30 Izbraukšana ar autobusu no a/s Latvijas valsts meži
- 8.30-9.00 Ierašanās a/s Latvijas valsts meži Vidusdaugavas mežsaimniecības birojā (Blaumaņa iela 3, Koknesē)
- 9.00-9.10 LVMI Silava direktora Jurgā Jansona ievadvārdi
- 9.10-10.15 Ziņojumi par LVMI Silava īstenotajām mežsaimniecības tehnoloģiju attīstības aktivitātēm:
- Bērza koksnes plantāciju ierīkošanas un apsaimniekošanas tehnoloģiju izstrāde (*Kaspars Liepiņš, LVMI Silava vadošais pētnieks*)
 - Daudzfunkcionālu lapu koku un enerģētisko augu plantāciju ierīkošanas un apsaimniekošanas modeļi (*Dagnija Lazdiņa, LVMI Silava vadošā pētniece*)
 - Meža mašīnu pielietošana mežsaimniecībā (*Andis Lazdiņš, LVMI Silava vadošais pētnieks*)
- 10.15-11.00 Pārbrauciens uz meža objektiem Skrīveru apkārtnē
- 11.00-12.00 Meža mašīnu pielietošana biokurināmā sagatavošanas darbos jaunaudzēs (*Andis Lazdiņš, LVMI Silava vadošais pētnieks, Valentīns Lazdāns, LVMI Silava pētnieks, Agris Zimelis, LVMI Silava pētnieks*)
- 12.00-13.00 Pusdienas mežā, pārbrauciens uz izpētes objektiem Skrīveru apkārtnē
- 13.00-14.15 Daudzfunkcionālie kokaugu stādījumi lauksaimniecības zemēs (*Dagnija Lazdiņa, LVMI Silava vadošā pētniece, Mudrīte Daugaviete, LVMI Silava vadošā pētniece Andis Bārdulis, LVMI Silava pētnieks, Sarmīte Rancāne, Zemkopības zinātniskā institūta pētniece*)
- 14.15-15.00 Pārbrauciens uz meža objektiem Ķeguma apkārtnē
- 15.00-16.00 Celmu izstrāde bioenerģijai un meža aizsardzībai (*Andis Lazdiņš, LVMI Silava vadošais pētnieks, Tālis Gaitnieks, LVMI Silava vadošais pētnieks*)
- 16.00-17.00 Iepazīšanās ar inovatīviem LVMI Silava izstrādātiem meža tehnikas prototipiem
Diskusijas, semināra noslēgums

1. Meža mašīnu pielietošana mežsaimniecībā biokurināmā sagatavošanas darbos jaunaudzēs

LVMI Silava vadošais pētnieks Andis Lazdiņš, tālr. 26595586

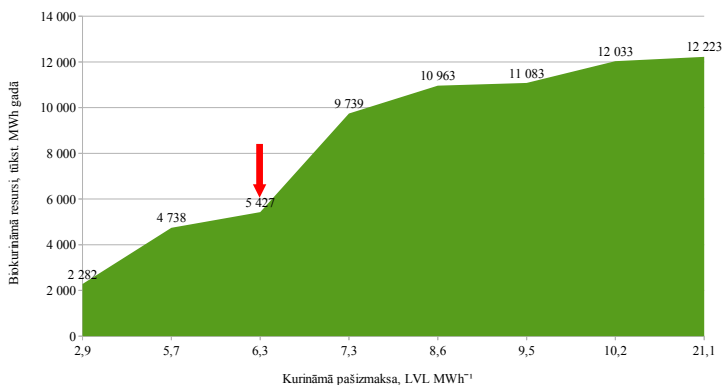
Lielākā daļa meža biokurināmā resursu Latvijā iegūstami galvenajā cirtē kailcirtēs, tajā skaitā daļēji izmantots resursu veids ir mežizstrādes atliekas un pilnībā neizmantots – celmu un pazemes biomasa. Nav zināms, cik daudz biomasas iegūst nemeža zemēs un meža infrastruktūras uzturēšanas darbos. Potenciāli nozīmīgs (vismaz tikpat liels kā mežizstrādes atliekas kailcirtēs) biokurināmā resursu veids, kura apjoms un ieguves izmaksas ir lielā mērā atkarīgas no meža kopšanas nosacījumiem, ir sīkkoksne jaunaudžu un krājas kopšanas cirtēs (Att. 1). Teorētiski Latvijas mežos tikai jaunaudžu kopšanā gada laikā var iegūt vidēji 5 milj. ber. m³ augstvērtīgu lapkoku un skujkoku šķeldu, kas varētu pilnībā nodrošināt patreizējo šķeldu pieprasījumu siltumapgādē vai arī lielāko daļu izejvielu pieprasījuma granulu ražošanā.



Att. 1: Biokurināmā resursu struktūra Latvijā.

Biokurināmā sagatavošanu ierobežo ne tikai tirgus pieprasījums, bet arī biokurināmā sagatavošanas izmaksas. Patreiz ekonomiski pieejama mazāk nekā puse no meža biokurināmā resursiem – malka, mežizstrādes atliekas galvenajā cirtē un grāvju trašu apaugums (Att. 2). Pārējo koksni, kas būtu izmantojama enerģētikā (sīkkoki, pazemes biomasa kailcirtēs), pagaidām neatmaksājas vest no meža. Lai sekmētu šo resursu izmantošanu, ir jāsamazina ražošanas izmaksas, kā arī jāidentificē un jāizmanto papildus ieguvumus no biokurināmā sagatavošanas. Piemēram, celmu izstrāde sekmē

fitosanitārā stāvokļa uzlabošanas trapes bojātās audzēs un ļauj sagatavot augsni pārmitrās platībās, kur augsnes gatavotāji uz riteņtraktoru bāzes ir neefektīvi, bet mehanizēta jaunaudžu kopšana atvieglo augu aizsardzības līdzekļu un mēslojuma pielietošanu.



Avots: FEI, 2010

Att. 2: Meža biokurināmā resursu pieejamība.

Biokurināmā sagatavošanas un piegāžu tehnoloģiju izvērtējums, nosakot Latvijas apstākļiem labākos risinājumus un to ieviešanas priekšnosacījumus, veikts AS “Latvijas valsts meži” zinātniskās izpētes projektā “Atjaunojamo energoresursu produktu ražošanas, pārstrādes un loģistikas rūpnieciskais pētījums” (Nr. 5.5-5.1-000p-101-12-8) sadarbībā ar Zviedrijas, Somijas, Dānijas un Norvēģijas meža tehnoloģiju ekspertiem projekta ENERWOODS ietvaros.

Biokurināmā sagatavošana kailcirtē

Atbilstoši ekspertu vērtējumam efektīvākais risinājums biokurināmā sagatavošanai ir izstrāde ar harvesteru ar paketējošo griezējgalvu. Tehnoloģija piemērota lapkoku, galvenokārt, baltalkšņa audžu izstrādei privātajos mežos, taču to var izmantot arī citās kailcirtēs. Tehnoloģijas efektivitāte atkarīga no darba apstākļiem un operatora kvalifikācijas. Roku darbam kailcirtēs eksperti devuši zemāku vērtējumu, nekā mehanizētai izstrādei. Mežizstrādes atlieku sagatavošanā augstāko vērtējumu, galvenokārt, pateicoties potenciāli mazākai ietekmei uz vidi, ieguvusi mežizstrādes atlieku saiņošana cirmā, taču šīs tehnoloģijas ieviešanai nepieciešams kvalificēts personāls un precīza darba organizācija. Mitrās vietās saiņošanas izmantošanu apgrūrina tas, ka cirmās

nepaliek materiāls, ko var ieklāt ceļos, savukārt, patērētājs ieinteresēts sausāka materiāla piegādēs (saiņos iepakotā koksne nežūst). Lielākās priekšrocības saiņošanai ir privātajos mežos. Šķeldu piegādes tehnoloģiju vērtējumā visos ciršu veidos ieguvušas konteineru sistēmas, kuras ir mazāk prasīgas pret ceļu stāvokli un ļauj samazināt šķeldotāju dīkstāves. Kopumā efektīvākais un lētākais risinājums biokurināmā sagatavošanai kailcirtē ir mežizstrādes atlieku mehanizēta vākšana, pievešana un šķeldošana augšgala krautuvē (Att. 3).



Att. 3: Biokurināmā sagatavošana kailcirtē.

Biokurināmā sagatavošana krājas kopšanā un izlases cirtē

Augstāko vērtējumu šajos ciršu veidos ieguvušie tehnoloģiskie procesi, kas ietver daļēji atzarotu sīkkoku sagatavošanu no galotnēm un mazākajiem kokiem, izmantojot paketēšanas mehānismu. Koku zāgēšanas operācijā augstāk novērtēta kopšana ar harvesteru ar paketējošo griezējgalvu vai motorzāģi, t.i. vienāds vērtējums ir mehanizētajai kopšanai un roku darbam. Augstu vērtējumu kopšanas un izlases cirtēs ieguvusi kokmateriālu pievešana ar pievedējtraktoru uz kāpurķēdēm, kas nodrošina minimālu iespējamo kaitējumu videi un ļauj precīzāk organizēt darbus, jo būtiski samazinās iespēja, ka mežaudze nav pieejama pievešanai. Mežizstrādes atlieku vākšanu kopšanas un izlases cirtēs ierobežo riski, kas saistās ar ietekmi uz paliekošajiem kokiem (mehāniski bojājumi). Vienādi augstu vērtējumu ieguvusi mežizstrādes atlieku vākšana ar rokām un harvesteru uz kāpurķēžu bāzes un griezējgalvu ar paketējošo mehānismu (Att. 4).



Att. 4: Rītdienas risinājums kopšanas cirtēm.

Celmu izstrāde

Celmu izstrāde iespējama gan kailcirtēs, gan kopšanas, gan izlases cirtēs, taču mežsaimnieciskā ietekme ir novērtēta tikai celmu izstrādei kailcirtēs, galvenokārt, skujkoku audzēs. Visaugstāko ekspertu vērtējumu ieguvusi vienlaicīga celmu izstrāde un augsnes sagatavošana meža atjaunošanai ar celmu izstrādes kausiem ar augsnes sagatavošanas agregātu un celmu plēšanas mehānismu (Att. 5). Celmu pievešanā uz augšgala krautuvi augstāko vērtējumu ieguva ar pievedējtraktors ar paplašinātu kravas tilpni. Biokurināmā sagatavošanas operācijā visaugstāk novērtēta divpakāpju smalcināšana, transportējot rupji sadrupinātus celmus ar konteineravedēju un vēlreiz sasmalcinot celmu biomasu patēriņa vietā ar šķeldotājiem vai drupinātājiem ar elektrisko piedziņu.



Att. 5: Multifunkcionāls celmu raušanas kausis MCR-500.

Celmu izstrāde atmaksājas tad, ja vienlaicīgi gatavo kurināmo, apstrādā augsni un veido ievalkas hidroloģiskā režīma uzlabošanai.

Biokurināmā sagatavošana grāvju trašu apaugumā

Efektīvākais risinājums biokurināmā ieguvei meža infrastruktūras objektos saskaņā ar ekspertu vērtējumu ir daļēji atzarotu sīkkoku un citu apaļo kokmateriālu sortimentu sagatavošana. Vienādu vērtējumu ieguvusi izstrāde ar motorzāģi un harvesteru ar paketējošo griezējgalvu, t.i. nav atrastas būtiskas priekšrocības mehanizētai izstrādei vai roku darbam. Augstāks vērtējums ir kombinētās mehanizētās izstrādes tehnoloģijām, vispirms ar harvesteru nozāģējot un apstrādājot lielākos kokus un tad ar rokas darba instrumentiem vai plaujmašīnu pabeidzot zāģēšanu.

Grāvju trašu apauguma izstrādē tehnoloģiju izvēli būtiski ietekmē kvalitātes prasības, kas var apgrūtināt mehanizētās izstrādes tehnoloģiju pielietošanu. Būtisku ietekmi rada arī biokurināmā kvalitātes prasības – vai industriālo granulu ražošanai izmanto koku galotnes ar visiem zariem vai tās jāatzaro.

Biokurināmā sagatavošana jaunaudzēs

Tieši tāpat kā grāvju trašu apaugumā, arī novēlotā jaunaudžu kopšanā efektīvākās biokurināmā ieguves tehnoloģijas ietver daļēji atzarotu sīkkoku sagatavošanu, jo ļauj sagatavot gan vērtīgos apaļo kokmateriālu sortimentus,

gan biokurināmo. Piegādes tehnoloģijas izvēle atkarīga no koku dimensijām un sugas – no lapkoku audzēm parasti izdevīgāk piegādāt jau sašķeldotu materiālu, bet no skujkoku audzēm var būt izdevīgāk piegādāt apaļos kokmateriālus, jo tie izmantojami premium kvalitātes granulu ražošanai.

Teorētiski biokurināmā sagatavošana jaunaudžu kopšanā ir lētāka un efektīvāka, izmantojot roku darbu (motorzāģi ar augstiem rokturiem, Att. 6). Prakse rāda, ka tajos apstākļos, kur šādu aprīkojumu varētu izmantot, roku darbs ir ārkārtīgi nogurdinošs. Motorzāģi ar augstiem rokturiem izdevīgi izmantot nelielās audzēs, kur pamežs netraucē strādāt, piemēram, plantāciju tipa stādījumos.



Att. 6: Motorzāģis ar augstiem rokturiem.

Mehanizētajā kopšanā efektīvākais risinājums ir vidējs harvesters griezējgalvu ar paketējošiem satvērējiem un ekskavators (vai harvesters uz kāpurķēdēm) ar teleskopisku strēli un griezējgalvu ar paketējošiem satvērējiem.

Gatavojot biokurināmo jaunaudžu kopšanā, nav jāaizraujas ar pavisam mazu koku zāģēšanu, ja tie netraucē saglabājamiem kokiem vai neatrodas pievešanas ceļos. Sīkkoki un krūmi, kuru $D_{1,3} < 4$ cm, var būt 70 % no izņemamo koku skaita un tikai 5 % no krājas, tāpēc tos labāk neaiztikt bez vajadzības.

Meža biokurināmā piegāžu nodrošināšanas izaicinājumi jaunaudžu kopšanā

Viens no primārajiem jautājumiem, kas jārisina, lai samazinātu biokurināmā sagatavošanas izmaksas jaunaudžu kopšanā, ir meža mašīnu operatoru tehniskās kvalifikācijas paaugstināšana, lai vidējais operatoru darba ražīgums jaunaudžu kopšanā būtu vismaz tāds pats kā Zviedrijā (150 koki stundā, strādājot ar paketējošo griezējgalvu), lai būtiski saīsinātu dīkstāves, ko rada sīkas tehniskas ķibeles, kuras novēršamas patstāvīgi (tajā skaitā problēmu profilakse), un lai operatori pilnībā izmantotu tehniskās iespējas, ko sniedz modernas meža mašīnas. Jāuzlabo arī mežizstrādes mašīnu operatoru mežsaimnieciskās zināšanas, lai lēmuma pieņemšana mežā prasītu mazāk laika un lai operatori justos droši par pieņemtajiem lēmumiem.

Būtiski jāuzlabo mežizstrādes mašīnu tehniskais aprīkojums, lai izmantotu paketēšanas tehnoloģijas iespējas. Patreiz Latvijā tikai daži harvesteri ir aprīkoti ar paketēšanas mehānismu, bet Zviedrijā šāds aprīkojums ir 80 % jauno mašīnu. Strādājot kopšanas cirtēs, būtiski, lai mašīnām nebūtu tehnisku defektu, piemēram, lai strādā griezējgalvas fiksācijas mehānisms.

Ne visus jautājumus var atrisināt ar operatoru kvalifikācijas celšanu. Ne mazāk svarīga ir arī mežsaimniecības prasību adaptēšana mehanizētās kopšanas iespējām, lai neizpildāmu prasību izvirzīšana nepadarītu šo tehnoloģiju ārkārtīgi dārgu un praksē nepielietojamu. Zinātnieku uzdevums ir izstrādāt darba metodes savlaicīgai un novēlotai jaunaudžu kopšanai; savukārt, meža politikas veidotājiem ir jāizvērtē iespēja ieviest brīvāk interpretējamas prasības meža kopšanai, lai dotu meža īpašniekam lielāku rīcības brīvību, vienlaicīgi radot ekonomiskos priekšnosacījumus stabilām biokurināmā piegādēm no jaunaudzēm.

Jaunākie pētījumi par meža biokurināmā sagatavošanu un piegādi

2012. gadā uzsākts Meža nozares kompetences centra projekts "Atjaunojamo energoresursu produktu ražošanas, pārstrādes un loģistikas rūpnieciskais pētījums". Projekta mērķis ir meža izmantošanas efektivitāti ietekmējošo faktoru izpēti biokurināmā ražošanā un zināšanu paplašināšana par biokurināmā ražošanas tehnoloģijām.

Darba uzdevumi:

- sagatavot priekšlikumus jaunu, ekonomiski efektīvu biokurināmā sagatavošanas tehnoloģiju ieviešanai Latvijā;
- izstrādāt un aprobēt darba metodes biokurināmā sagatavošanai jaunaudzū un krājas kopšanā, galvenajā cirtē un grāvju trašu apaugumā.

Nozīmīgākie rezultatīvie indikatori:

- samazinātas biokurināmā sagatavošanas izmaksas jaunaudzēs un grāvju trašu apaugumā, padarot šos resursu ekonomiski pieejamus;
- izstrādāts pamatojums biokurināmā piegāžu palielināšanai no dažādiem ciršu veidiem, tajā skaitā būtiski palielinot jaunaudzū kopšanas intensitāti;
- sagatavotas instrukcijas mežizstrādes mašīnu operatoriem par izstrādes, pievešanas un piegādes darbu organizāciju;
- izstrādātas metodes biokurināmā resursu novērtēšanai un darbu plānošanai.

2012.-2013. gados veikta izpēte par biokurināmā sagatavošanu grāvju trašu apaugumā un jaunaudzū kopšanā. Galvenie pētījumu virzieni ir dažādu mehānismu salīdzināšana, sortimentu struktūras, darba apstākļu un darba metožu ietekmes uz ražīgumu, izmaksām un sagaidāmajiem ieņēmumiem novērtēšana.

Sortimentu struktūras ietekme novērtēta novēlotā jaunaudzū kopšanā skujkoku un lapkoku audzēs, strādājot ar harvesteriem uz riteņu un kāpurķēžu bāzes, kas aprīkoti ar paketējošām griezējgalvām un Bracke C16.b griezējgalvu. Sagatavotie biokurināmā sortimenti izmantoti industriālo un premium granulu ražošanas izmēģinājumos.

Darba metožu un tehnoloģiju salīdzināšana savlaicīgā jaunaudzū kopšanā ietvēra paketējošās griezējgalvas, rokas darba instrumentu (krūmgriezis un motorzāģis ar augstiem rokturiem) un Bracke C16.b griezējgalvas ražīguma izpēti, kā arī tehnoloģisko koridoru izvietojuma blīvuma ietekmes novērtēšanu skujkoku un lapkoku audzēs. Novēlotā jaunaudzū kopšanā, tāpat, pētīta tehnoloģisko koridoru izvietojuma blīvuma skujkoku un lapkoku audzēs; salīdzināts veselu un daļēji atzarotu sīkkoku izstrādes darba ražīgums un izmaksas. Novēlotā jaunaudzū kopšanā novērtēta arī pameža ietekme uz kopšanas un pievešanas ražīgumu.

Pētījumā salīdzinātas arī 4 darba metodes mehanizētā grāvju trašu apauguma zāģēšanā, tajā skaitā veselu koku un daļēji atzarotu sīkkoku izmantošana biokurināmā sagatavošanai.

2014. gadā plānots vairāk koncentrēties uz darba metožu pilnveidošanu, tajā skaitā izvērtēt kopšanas intensitātes palielināšanas ietekmi uz ražīgumu, saglabājamo koku bojājumiem un, ilgākā laikā, uz kokaudzes attīstību; izvērtēt jaunu tehnoloģiju pielietošanas iespējas (kniebējgalvas ar sortimentu gatavošanas funkciju) jaunaudžu kopšanā; uzsākt pētījumus par mežizstrādes atlieku, pameža un galotņu vākšana biokurināmajam krājas kopšanā; novērtēt harvesteru uz kāpurķēžu bāzes pielietošanas iespējas mežizstrādes atlieku vākšanai uz pārmitrām augsnēm; kā arī turpināt iesāktos izmēģinājumus jaunaudzēs.

2. Daudzfunkcionālu lapu koku un enerģētisko augu plantāciju ierīkošanas un apsaimniekošanas modeļi

LVMI Silava vadošā pētniece Dagnija Lazdiņa, tālr. 26595683

ERAF aktivitāte: 2.1.1.1. "Atbalsts zinātnei un pētniecībai"

Projekta nosaukums: Daudzfunkcionālu lapu koku un enerģētisko augu plantāciju ierīkošanas un apsaimniekošanas modeļu izstrāde

Projekta īstenošanas laiks: 01.03.2010-31.12.2013.

<http://www.silava.lv/23/section.aspx/View/123>

Projekta mērķis ir izveidot demonstrācijas objektu un balstoties uz iegūtajiem datiem, izstrādāt brīvi pieejamu informatīvo bāzi un interaktīvu biznesa plāna modeli par ātraudzīgo lapu koku īpašībām un apsaimniekošanas modeļiem, kā arī sagatavot rekomendācijas plantāciju izveidei.

Termins – daudzfunkciju mežsaimniecība – raugoties no mežsaimniecības aprites cikla viedokļa, ir relatīvi jauns. Kopā ar tādiem jēdzieniem kā ilgtspējīga mežsaimniecība un ilgtspējīga lauku mežsaimniecība, tas paredz kompleksu mežsaimniecības pieeju, kas vienlaicīgi sniedz ekoloģiskus, ekonomiskus un sociālus ieguvumus. Šāda daudzfunkciju mežsaimniecība pēdējās desmitgadēs plaši ieviesta dažās Eiropas valstīs un citur pasaulē.

Īstenojot projektu, izstrādā dažādus modeļus zemes racionālai izmantošanai, piedāvājot daudzfunkciju mežsaimniecības un daudzfunkciju lauksaimnieciskās mežsaimniecības tehnoloģijas (ārzemēs to sauc par *agroforestry*), kas nodrošina ekonomisku (jauni produkti), ekoloģisku (uzlabotas vides funkcijas) un sociālu (darba vietas, rekreācija) labumu. Ierīko bioloģiski daudzveidīgus un ekonomiski efektīvus dažādu kokaugu un zālaugu stādījumu un sējumu demonstrējumus koksnes un nekoksnes produktu nepārtrauktai ieguvei, piemēram, „koksne-enerģētiskā koksne”, koksne-pārtikas izejvielas”, „koksne-biškopība”, „koksne-augsnes ielabošanas sistēma”.



Projekta gaitā LVMI “Silava” pētnieki veica līdz šim ierīkoto plantāciju un to apsaimniekošanas modeļu apzināšanu un apsekošanu. Iegūtie dati par dažādu koku sugu tīraudžu (vienas koku sugas stādījumu) un mistrotu audžu (vairāku koku sugu stādījumu) augšanas gaitu dažādās augsnēs, deva iespēju izvērtēt to piemērotību daudzfunkciju lauku mežsaimniecības modeļiem. Tāpat, tika veikta vietējās izcelsmes sējmateriāla un stādmateriāla atlase, kā arī pārbaudīta jaunāko klonu un šķirņu piemērotība Latvijas klimatiskajiem apstākļiem. Zinātnieki ir radījuši arī jaunas šķirnes: miežabrāļa šķirni “Brigena”, lupīnas šķirni “Valfrīds” ZZI un kārklus šķirni “Monika” LVMI Silava, kas ir piemērotas daudzfunkciju mežsaimniecībai. Kārklus šķirne ir piemērota gan apstādījumiem, gan šķeldas ražošanai. “Monika” aug ātri: ik pa 3-4 gadiem to var pļaut un šķeldot, turklāt, šķirne ir piemērota novākšanai ar moderno tehnoloģiju, kas kārklus tin rullī, līdzīgi kā sienu.

Viens no svarīgākajiem projekta ieguvumiem ir izveidotais demonstrācijas objekts 16 ha platībā, kur jebkurš interesents var gūt priekšstatu par daudzfunkciju mežsaimniecības iespējām un iepazīties ar konkrētām tehnoloģijām un modeļiem, kas piemēroti Latvijas klimatiskajiem apstākļiem. Ierīkojot un kopjot stādījumus, ir gūta liela pieredze par dažādām ierīkošanas tehnoloģijām, apsaimniekošanas metodēm un izmaksām. Lai racionāli izmantotu zemes platību pirmajos gados pēc koku iestādīšanas un ātrāk atgūtu plantācijas izveidē ieguldītos līdzekļus, pētīta daudzgadīgo zālāju audzēšanas lietderība kokaugu pasējā. Iegūtie rezultāti rāda, ka šādā veidā var sekmīgi saimniekot, šāds modelis palielina ne tikai ienākumus no zemes platības, bet atvieglo arī plantācijas kopšanas darbus un starp zālaugu slejām veidojas labvēlīgs mikroklimats koku augšanai un attīstībai.



Demonstrāciju objektā stādīti dažādi lapu koki un daudzgadīgie lakstaugi ar augstu enerģētisko vērtību, piemēram, miežabrālis un galega. Projekta ietvaros pirmo reizi vienu vietā kā mēslošanas līdzekļi tika izmantoti un pētīti atkritumprodukti: koksnes pelni, notekūdeņu dūņas un digestāts, tādā veidā risinot jautājumus par atkritumproduktu lietderīgu utilizāciju un atjaunojamo energoresursu izejvielu bāzes paplašināšanu. Pētījuma gaitā ir gūta vērtīga pieredze un informācija, kāda ir katras sugas "reakcija" uz konkrēto mēslošanas līdzekli. Piemēram, biogāzes iekārtu "izraudzētais" materiāls - digestāts pozitīvi ietekmē hibrīdas apses augšanu. Bet ātraudzīgās kokaugu kultūras, kuras līdz šim var tikt audzētas kā lauksaimniecības kultūras, saņemot vienoto platību maksājumu (kārklis, apse, papele, baltalksnis), uz notekūdeņu dūņu un pelnu mēslojumu reaģē dažādi. Arī zālaugu sugām vērojama atšķirīga reakcija uz dažādiem mēslošanas līdzekļiem.

Veiksmīgi apvienota Latvijas Valsts mežzinātnes institūta "Silava" pieredze lauksaimniecības zemju apmežošanā un kokaugu un ātraudzīgo krūmu stādījumu ierīkošanā un Latvijas Lauksaimniecības universitātes aģentūras Zemkopības zinātniskā institūta pieredze lauksaimniecības augu pārbaudēs.

3. Celmu izstrādes iespējas Latvijā

LVMI Silava vadošais pētnieks Andis Lazdiņš, tālr. 26595586

Celmi ir atjaunojamo energoresursu avots, kas var dot 100-200 MWh ha⁻¹ enerģijas. Celmu izstrādi var apvienot ar augsnes sagatavošanu meža atjaunošanai un mikro-meliorācijas darbu veikšanu izcirtumos. Turklāt celmu izstrāde dod iespēju ierobežot sakņu trupes izplatību, izvācot no izcirtuma trupējušās koku daļas. Celmu šķeldas izmantojamas centralizētās siltumapgādes un koģenerācijas stacijās vai ķīmiskai pārstrādei.

Pirmie zinātniskie pētījumi par celmu izmantošanu biokurināmā sagatavošanai un par celmu izstrādes ietekmi uz meža atjaunošanos Latvijā veikti 19. gadsimta otrajā pusē. Pēc neatkarības iegūšanas 20. gadsimta aktualizējās energoneatkarības jautājumi un mežsaimnieki atgriezās pie celmu izstrādes un ar to saistīto meža atjaunošanas problēmu risināšanas. Tāpat kā tagad, arī toreiz pastāvēja pretēji viedokļi; bija cilvēki, kas uzskatīja, ka celmu spridzināšana sekmē barības vielu izskalošanos un augsnes eroziju, tāpēc ieteica valsts mežos neveikt celmu izstrādi. Tajā pat laikā bija zināms, ka celmu izstrāde sekmē dabisko atjaunošanos priežu mežos un neatstāj negatīvu ietekmi uz nākamās aprites koku pieaugumiem. K. Lange bija viens no aktīvākajiem celmu izmantošanas aizstāvjiem un uzskatīja celmu atstāšanu cirsmās satrūdēšanai mazmežainos rajonos par nepareizu. Pirms 2. Pasaules kara neatkarīgajā Latvijā gada laikā sagatavoja 7-30 tūkst. m³ celmu malkas gadā. 1939. gadā celmu malkas gatavošanai ieteica izmantot visas kailcirtes. Tajā laikā celmus ieguva ar spridzināšanas metodi, vai, izmantojot šim nolūkam konstruētas sviras. Vidējā celmu izstrādes norma bija 2-2,5 steri vai 1,6-2 m³ dienā.

Pēc neatkarības atgūšanas celmu koksne ilgstoši nenonāca mežsaimniecības praktiķu interešu lokā, jo bija pieejami lētāki koksnes resursi (malka, kokrūpniecības atliekas, mežizstrādes atliekas), taču, pieaugot pieprasījumam un palielinoties kurināmā cenai, celmu koksnes ieguvu atsāka. Pētījumi par celmu izstrādes iespējām galvenajā cirtē veikti 2006. gadā sadarbībā Zviedrijas mežzinātnes institūtu Skogforsk. Šajos pētījumos celmu izstrādei izmantoja kāpurķēžu ekskavatoru ar atcelmošanas CBI kausu. Celmu izstrādes darba ražīgums bija 10,4 m³ stundā, attiecīgi, 40 reizes lielāks, nekā pirms 60 gadiem, tomēr joprojām saglabāja aktualitāti jautājums par celmu izstrādes ietekmi uz meža atjaunošanas gaitu.

Celms izstrādā ar ekskavatoriem ar specializētiem kausiem. Kaudzes ar izceltiem un saplēstiem celmiem tiek atstātas izcirtumos apžāvēšanai, pēc tam tos transportē uz augšgala krautuvi, kur ļauj lietum noskalot atlikušo augsni. Augšgala krautuvē celms atstāj žāvēties līdz drupināšanas brīdim. Dažreiz šīs kaudzes tiek pārklātas. Somijā celms nerauj uzreiz pēc mežizstrādes, bet atstāj vienu vai vairākus gadus augsnē. Šajā laikā samazinās saikne starp saknēm un augsni. Lielākās saknes sāk žūt un atraujas no augsnes, tādēļ celmu izraušanai nepieciešamais spēks samazinās. Iespējams, ka celmu atstāšana augsnē uz kādu laiku, ļauj samazināt augsnes daļiņu piejaukumu biomasā.

Celmu rāvējs var veikt arī augsnes sagatavošanu, kas iekļauj augsnes pacilu vai "ieskrāpējumu" veidošanu ar augšējo raušanas drupināšanas iekārtas daļu un atstājamās bedres izlīdzināšanu pirms tas virzās pie cita celma.

Pētījumu dati liecina, ka vairumā gadījumos audzes ražība atcelmotajās platībās nākošajā aprītē ir vai nu ievērojami lielāka vai arī būtiski neatšķiras no platībām, kur celmu raušana nebija veikta. Zviedrijas „visas koka biomasas” izstrādes izmēģinājumos augstuma pieaugums stādītās egļu un priežu jaunaudzēs pēc 7 gadiem bija attiecīgi par 40-70 % un 15-20 % lielāks platībās, kur celmi un cirsmu atliekas tika aizvākti no cirmām, salīdzinot ar kontroles platībām. Pēc 22-27 gadiem, dabiski atjaunoto koku skaits (galvenokārt, bērza un egles) celmu un cirsmu atlieku izstrādes platībās bija lielāks, nekā platībās ar tradicionālo mežizstrādi. Pozitīvā celmu raušanas ietekme tika atzīmēta arī audžu krājas aprēķinos un attiecīgajos atcelmošanas un pieņemtajos mežizstrādes datos.

Celmu izstrādei piemērotākie ir egļu, bērzu, apšu un alkšņu izcirtumi, kā arī priedes izcirtumi uz dabiski mitrām vai susinātām audzēm. Celmu izstrādei nav ieteicama uz nabadzīgām minerālaugsnēm. Pēdējo ieteikumu gan var apšaubīt, jo celmu izstrāde nodrošina organisko vielu un augu barības vielu izņemšanu no mežaudzēm, sekmējot dabisko biotopu saglabāšanu piejūras un iekšzemes kāpās (sila un mētrāja meža tipos). Tāpēc no bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas skatpunkta, iespējams, lietderīgi veikt atcelmošanu arī šajos meža tipos.

Atcelmošanas un celmu biokurināmā sagatavošanas priekšrocības:

- lielākais meža biokurināmā avots (var gandrīz 2 reizes palielināt koksnes piegādes no meža, nemainot ciršanas apjomu);

- mazīna sakņu trapes izplatīšanās draudus (Somijā, Zviedrijā un Lielbritānijā tas pamatots ar pētījumiem);
- samazīna kukaiņu bojājumu risku (Zviedrijā un Somijā konstatēta lielā priežu smecernieka izplatības samazināšanās atcelmotajās platībās);
- rada iespēju veikt augsnes gatavošanu slapjajos meža tipos un uz kūdras augsnēm.

Atcelmošanas un celmu biokurināmā sagatavošanas trūkumi:

- nav pietiekoši laba tehnoloģiska risinājuma celmu izstrādes un meža atjaunošanas sasaistīšanai;
- ražošanas un piegāžu cikls ir sarežģītāks, nekā citiem meža biokurināmā resursiem;
- lielāka šķeldu pašizmaksa un sliktāka kurināmā kvalitāte – liels pelnu saturs;
- samazīnās darba ražīgums stādīšanā un agrotehniskajā kopšanā (ja salīdzina ar stādīšanu vagās);
- iespējama negatīva ietekme uz nākošo meža apriti (lai gan nav pierādījumu par ilgtermiņa ietekmi).

LVMI Silava izmēģinājumu rezultāti

2013. gadā LVMI Silava sadarbībā ar SIA “ORVI” pabeidza rūpnieciskās izpētes projekta “Multifunkcionālas celmu izstrādes un augsnes pacilu sagatavošanas iekārtas prototipa izveidošana un testēšana” (identifikācijas Nr. 2010/0255/2DP/2.1.1.1.0/APIA/VIAA/174) īstenošanu. Projekta ietvaros izstrādāta jauna atcelmošanas iekārta (MCR-500, Att. 7), kas vienlaicīgi spēj raut un saplēst celmus un sagatavot augsni meža atjaunošanai, kā arī sagatavotas rekomendācijas šīs iekārtas izmantošanai meža atjaunošanā.



Att. 7: Celmu raušanas kauss MCR-500.

Veicot izmēģinājumus ar MCR-500, konstatēts, ka celmu iegūstamā biomasa ir vidēji $25,7 \text{ tonnas ha}^{-1}$, bet izrauto celmu iegūstamā biomasa ir 62 % no kopējās par 20 cm resnāku celmu biomasas. Vidējā celma iegūstamā biomasa ir 73 kg. Salīdzinot ar attiecīgajās cismās izstrādāto apaļkoku apjomu, iegūstamā izrauto celmu biomasa vidēji ir 7 %. Uz 100 m^3 apaļkoksnes vidēji iegūst 6,5 tonnas (39 ber. m^3) celmu biokurināmā. Vidējais darba ražīgums celmu izstrādes izmēģinājumos bija 2,7 tonnas stundā, bet, ja neveic augsnes gatavošanu – 3,4 tonnas stundā. Produktīvais darba laika patēriņš augsnes gatavošanai ir $4,3 \text{ stundas ha}^{-1}$.

Pievešanas izmēģinājumos konstatēts, ka faktiski pievestā biomasa ir vidēji 3 reizes lielāka, nekā aprēķinātā, taču būtisku ietekmi rada augsne, kas tiek izvesta kopā ar biomasu. Vidējais produktīvā darba laika patēriņš pievešanai, pārrēķinot uz biomasas vienādojumu datiem, ir $22,8 \pm 6,6 \text{ min tonna}^{-1}$ vai $2,6 \pm 0,8 \text{ tonnas stundā}$. Vidējā krava saskaņā ar biomasas vienādojumu datiem bija tikai $1,3 \pm 0,4 \text{ tonnas sausas}$, kas norāda uz izmantoto vienādojumu iespējamo neatbilstību Latvijas apstākļiem.

Šķeldu pašizmaksa atbilstoši biomasas vienādojumu noteiktajiem darba ražīguma rādītājiem ir $8,65 \text{ Ls ber. m}^{-3}$ ($8,08 \text{ Ls ber. m}^{-3}$, neveicot augsnes gatavošanu), bet atbilstoši pieņēmumu par pievedējtraktora vidējo kravas apjomu noteiktajiem darba ražīguma rādītājiem ir $5,78 \text{ Ls ber. m}^{-3}$ ($5,56 \text{ Ls ber. m}^{-3}$, neveicot augsnes gatavošanu). Šķeldu sagatavošanas un

piegādes pašizmaksa ir tuvu pieņemtajai šķeldu tirgus cenai – 7 Ls ber. m⁻³, attiecīgi, jau tagad labvēlīgos apstākļos celmu šķeldu sagatavošana var būt ekonomiski izdevīga.

Vērtējot atcelmoto izcirtumu atjaunošanās gaitu, nav konstatētas būtiskas atšķirības, stādot vai kopjot ar disku arklus apstrādātā un atcelmotā platībā. Vidējās kopējās darba laika patēriņš kopšanai ir 4,9 stundas ha⁻¹. Stādīšanas pašizmaksa, neskaitot stādmateriālu, atbilstoši faktiskajiem darba ražīguma rādītājiem, ir 91 Ls ha⁻¹, bet kopā ar stādmateriālu pie stādīšanas biežuma 2200 gab. ha⁻¹ – 366 Ls ha⁻¹. Ja strādā profesionāli strādnieki, izmaksas stādīšanai, neskaitot stādmateriāla cenu, samazinās līdz 62 Ls ha⁻¹.

Agrotehniskās kopšanas pašizmaksa atbilstoši pētījuma rezultātiem ir 50 Ls ha⁻¹ vai 199 Ls ha⁻¹ aprites laikā, ja agrotehnisko kopšana veic 4 reizes. Kopējās izmaksas stādīšanai un agrotehniskajai kopšanai ir 416 Ls ha⁻¹, ja stāda iesācēji, un 387 Ls ha⁻¹, ja stāda profesionāli. Veicot 4 agrotehniskās kopšanas aprites laikā, neprofesionālu stādītāju variantā kopējās meža atjaunošanas izmaksas ir 565 Ls ha⁻¹, bet profesionāļu variantā – 536 Ls ha⁻¹.

Pacilu gatavošana un stādīšana uz pacilām neietekmē negatīvi stādīšanas darba ražīgumu, lai gan ir jāuzlabo darba metode, nosakot, ka strādniekiem ir, pirmkārt, obligāti jāapstāda visas pacilas un pārējie stādi līdz vēlamojam skaitam jāiestāda skarificētajos laukumos, kur izrauti celmi. Savukārt, ekskavatora operatoram ir rūpīgāk jāseko augsnes sagatavošanas kvalitātei, nodrošinot, ka pacilu skaits ir vismaz 1200 gab. ha⁻¹.

Galvenie atcelmošanas tehnoloģijas principi:

- ekskavators nebrauc pa treilēšanas ceļiem, bet pārvietojas pārējā cirsma daļā, ierīkojot 1-2 jaunus koridorus, atkarībā no attāluma starp esošajiem treilēšanas ceļiem, izrautos celmus krauj uz treilēšanas ceļiem, veidojot celmu kaudzes aiz ekskavatora, lai tās netraucētu augsnes gatavošanu;
- slapjainu, purvainu, āreņu un kūdreņu meža tipos mežizstrādes mašīnas operators atstāj neizrautos celmus uz treilēšanas ceļiem, kā arī celmus, kas pieguļ treilēšanas ceļiem (līdz 1 m attālumā no ceļa) vai arī pirms celma izraušanas nokniebj saknes gar zaru ceļa malu (izņēmums ir garākie celmi, kas traucē pievešanu, šādus celmus ir jāizrauj);
- sausieņu meža tipos operators rīkojas atkarībā no apstākļiem – ja

treilēšanas ceļi ir nepieciešami, operators atstāj celmus uz ceļiem, ja nē – rauj ārā arī tos celmus, kas atrodas uz treilēšanas ceļiem, cenšoties neveidot lielas bedres. Tāpēc arī sausieņu meža tipos nav ieteicams raut priežu celmus, kas atrodas uz pievešanas ceļiem;

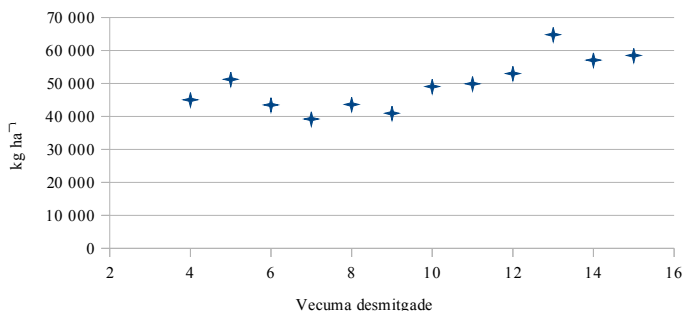
- pārējā cirmsas daļā, kas nav zem treilēšanas ceļiem, raujami visi egļu un apses celmi, neatkarīgi no caurmēra, kā arī priežu celmi ar caurmēru līdz 45 cm un bērza celmi ar caurmēru līdz 50 cm;
- lai novērtētu darba apstākļus cirmā, operatoram jāvērtē, darbu uzsākot, izraut arī resnāki priedes un bērza celmi un, ja tie nāk ārā viegli (uz dziļām kūdras augsnēm, piemēram), caurmēra ierobežojums turpmāk nav jāņem vērā;
- vairāku celmu grupā vispirms jāvērtē izraut resnākais celms, lai būtu vieglāk izcelt blakus esošos mazākos celmus;
- cirmās atstāj potenciāli bioloģiski vērtīgo lapkoku sugu (melnalksnis, liepa, kļava u.c.) celmus, it īpaši pārmitros reljefa pazeminājumos, kur saimnieciski vērtīgāko koku sugu ieaugšanās var būt problemātiska;
- augsnes gatavošanu veic vēdekļveidā tūlīt pēc atcelmošanas, t.i. vispirms sagatavo pacilas ekskavatoram tuvākajā pusaplī, tad pavirza strēli uz priekšu un, griežot torni atpakaļ, sagatavo 2. pacilu pusaplī un, ja strēles garums to atļauj, augsnes gatavošanu pabeidz ar 3. pacilu pusaplī, strādājot ar lielāko strēles izlici;
- uz 1 ha jāgatavo 1200-1400 pacilas; lielāka pacilu skaita gatavošana nav lietderīga sausieņu meža tipos, jo daļu stādu var izstādīt mineralizētajos laukumos, kas palikuši pēc celmu izstrādes. Pacilu skaits jāpalielina (līdz 1800 gab. ha⁻¹) pārmitrās vietās, jo tur skarificētie laukumi (vairumā gadījumu mikroreljefa pazeminājumi) nav piemēroti kociņu stādīšanai;
- ekskavatora operatoram nav jāvērtē strādāt ar pilnu strēles izlici un, lai izrautu resnākos celmus, jāpagriežas pret tiem ar priekšpusi, lai nodrošinātu maksimālu atbalstu raušanas laikā.

Pirms pievešanas jāizvērtē iespēja atstāt celmus cirmā apžūšanai uz dažiem mēnešiem. Tas ļautu būtiski samazināt pārvadājamā balasta (augšnes) apjomu un uzlabos kurināmā kvalitāti (samazināsies mitruma saturs koksnē).

Celmu biomasas resursi Latvijā valsts mežos

Izmantojot Meža statistiskās inventarizācijas (MSI) datus, novērtēta par 20 cm resnāku celmu biomasu egļu audzēs. Celmu pazemes daļas, lielo sakņu (caurmērs lielāks par 5 cm) un sīksakņu biomasu noteikta, izmantojot Zviedrijā izstrādātus biomasas vienādojumus (Marklund, 1988). Virszemes celmu daļas biomasu noteikta, pieņemot, ka celmu vidējais augstums ir 20 cm, bet nosacītais koksnes blīvums ir $0,4 \text{ kg L}^{-1}$ (Penman, 2003). Izstrādei pieejamās biomasas aprēķinā pieņemts, ka iegūst celmu virszemes un pazemes daļas un lielo sakņu biomasu. Tehnoloģiskie zudumi – celmi uz tehnoloģiskajiem koridoriem un lapkoku celmi, pieņemti 38 % no izstrādei pieejamās celmu biomasas atbilstoši LVMI Silava veikto pētījumu rezultātiem (Lazdiņš, 2012b; Lazdiņš *et al.*, 2012b). Caurmēra sadalījuma noteikšanai izmantots beta sadalījums (Arlinger, 1997). Celmu izstrādes iespējas rēķinātas teritorijām, kas sasniegušas galvenās cirtes vecumu (81 gadu) vai valdaudzes koku caurmērs atbilst nosacījumiem par minimālo koku caurmēru galvenās cirtes veikšanai. Aprēķinos pieņemts, ka celmu ieguvei pieejami visi meža tipi, izņemot grīni, purvāju, viršu āreni un viršu kūdreni. No resursu aprēķina izslēgtas tās teritorijas, kurās noteikts kailcirtes aizliegums.

Vidējā par 20 cm resnāku celmu un sakņu biomasu egļu audzēs valsts mežos ir 121 ± 5 sausnas tonnas ha^{-1} ; bet tehnoloģiski pieejamā jeb izstrādājamā biomasu ir vidēji 48 ± 2 sausnas tonnas ha^{-1} (Att. 8). Lielāka tehnoloģiski pieejamā celmu krāja ir par 100 gadiem vecākās egļu audzēs. Kopējā par 20 cm resnāku celmu tehnoloģiski iegūstamā biomasu ir 2905 ± 127 tūkst. tonnas.



Att. 8: Tehnoloģiski pieejamā celmu biomasu egļu audzēs.

Celmu ieguves ietekme uz vidi

Nākamās meža aprites attīstība – 30 gadu ilgos pētījumos Zviedrijā un Somijā nav konstatēta negatīva ietekme uz meža atjaunošanos un nākamās aprites krājas pieaugumu, bet dabiskā meža atjaunošanās notiek pat labāk. Celmu izstrāde samazina priežu smecernieka (*Hylobius abietus*) un citu kaitēkļu bojājumu īpatsvaru jaunaudzēs. Celmu izstrāde aizkavē trupes (*Heterobasidion*, *Armillaria*, *Phellinus*) izplatīšanos.

Zemsedzes veģetācija – 25 gadus vecās audzēs, kurās veikta celmu izstrāde, nav konstatētas atšķirības zemsedzes sugu sastāvā salīdzinājumā ar kontroles parauglaukumiem, tomēr celmu izstrāde var veicināt vai kavēt atsevišķu sugu izplatību.

Bioloģiskā daudzveidība – nedzīvā koksne ir nepieciešama daudzu organismu attīstībai, un celmi ir būtiska šīs nedzīvās koksnes daļa. Saimnieciskajos mežos celmi veido līdz 80 % no nedzīvās koksnes, attiecīgi, veicot celmu izstrādi, tieši šāds koksnes daudzums tiek izņemts no audzes. Celmu kaudzes augšgala krautuve var kalpot kā slazds retām kukaiņu sugām. Celmi ir vairāku sūnu un ķērpju sugu substrāts. Celmu raušana tiešā bioloģiskajai daudzveidībai atstājamo koku tuvumā var bojāt to sakņu sistēmu. Celmu izstrāde vēja erozijas apdraudētās teritorijās var veicināt augsnes virskārtas noārdīšanos. Arī barības vielu balance un augsnes organismu sastāvs var izmainīties, tomēr pētījumi šajā virzienā ir nepietiekami.

Oglekļa balance – mežaudzes līmenī, izstrādājot apaļkoksnī, zarus un celmus, no audzes tiek izņemti aptuveni 70% organiskā oglekļa. Mežizstrādes atliekas mineralizējas un izdalās atmosfērā CO₂ veidā vidēji 20 gadu laikā pēc izstrādes, attiecīgi meža aprites ciklā tām nav būtiskas ietekmes uz oglekļa bilanci, pieņemot, ka celmu izstrāde neietekmē nākamo mežaudžu ražību.

Augsne un ūdens – zināšanas par celmu izstrādes ietekmi uz augsnes un ūdens kvalitāti ir nepietiekamas. Celmu izstrādes rezultātā var nedaudz palielināties amonija sāļu un nitrātu daudzums gruntsūdeņos, kas saistīts ar novēlotu zemsedzes veģetācijas attīstību. Līdzīgu efektu atstāj augsnes skarifikācija. 10 gadus pēc celmu izstrādes augsnē parasti saglabājas mazāka apmaiņas kalcija koncentrācija. Celmu izstrāde var ietekmēt dažādu ķīmisko elementu, to skaitā smago metālu kustīgumu, tomēr zināšanas šajā jomā ir nepietiekamas.



Att. 9: MCR-500 darbā.

Piezīmēm: