Pieteikums zinātniskās izpētes pasūtījumam.

# Tehnoloģijas meža apsaimniekošanas procesu efektivitātes paaugstināšanai

## Problēmas nostādne.

Pētījumu aktualitāti nosaka nepieciešamība izmantot mūsdienīgus plānošanas instrumentus un saudzīgas mežizstrādes tehnoloģijas, lai nodrošinātu koksnes resursu pieejamību, vienlaicīgi nepalielinot mežizstrādes negatīvo ietekmi uz vidi.

Pētījumu mērķis ir palielināt meža apsaimniekošanas procesu efektivitāti, aprobējot uzņēmumā līdz šim neizmantotas, taču tirgū pieejamas vai no jauna izstrādājamas tehnoloģijas.

### Pētījumu virziens: Meža biokurināmā ražošanas un piegāžu tehnoloģiju pilnveidošana un aprobācija

#### Iepriekš veiktie analogie pētījumi, to rezultāts.

Jautājumi par meža biokurināmā ražošanas iespējām – audžu pieejamību, plānošanas metodēm, izstrādes tehnoloģijām, koksnes uzglabāšanu, ir risināti pētījumu programmas ”Meža darbu mehanizācijas un meža biokurināmā pētījumu programma” ietvaros no 2016.–2020. gadā. Pētījumos noskaidrota kravu lieluma ietekmi uz darba ražīgumu pievešanā sliktos un ekstremālos apstākļos, izstrādāts pašizmaksas modelis harvesteram ar Bracke C.16 darba galvu pameža izzāģēšanai. Aprobēta darba metode biokurināmā sagatavošanai no mežizstrādes atliekām un uzsākts pētījums par sablīvēšanas koeficients smalcinātās koksnes pārvadājumos autotransportam sadalījumā pa sezonām un autotransporta veidiem, kā arī daļēji izstrādāta metode šķeldu kravu sablīvēšanās raksturošanai, atkarībā no šķeldojamā materiāla, braukšanas apstākļiem un transportēšanas attāluma. Kravu piepildījuma monitorings jāturpina, lai iegūtu pētījumam nepieciešamo datu kopu un izstrādātu kravu sablīvēšanās aprēķinu vienādojumus, ietverot tajos arī ciršanas atlieku kaudžu ģeogrāfiskās koordinātes. Nepieciešami arī kontrolmērījumi atsevišķu kravu mitruma satura noteikšanai.

Ražojot enerģētisko koksni, jāļauj koksnei dabīgi izžūt, lai palielinātu no tās iegūstamo šķeldu kvalitāti un enerģētisko vērtību. Tomēr pārāk ilgs žūšanas termiņš šos raksturlielumus var ietekmēt negatīvi, tādēļ ir izstrādāta un aprobēta metodika mežizstrādes atlieku un citu apauguma novākšanā nozāģētās sīkkoksnes žūšanas un atkārtotas samirkšanas likumsakarību izpētei, izmantojot specializētu konteinertipa aprīkojumu ilgstošiem mitruma satura izmaiņu un ķīmisko elementu izskalošanās novērojumiem. Ir iegūti empīriski dati par skujkoku un bērza apaļo kokmateriālu nogriežņu masas un siltumspējas izmaiņām uzglabāšanas periodā, secinot, ka koksnes biomasas, kuras sagatavotas no lapu kokiem un pārsegtas ar mitrumu aizturošu papīru, nodrošina labāku žūšanas procesu salīdzinājumā ar neapklātu materiālu.

Pētījumā “Masas zuduma, kā arī cietā biokurināmā siltumspējas un mitruma satura izmaiņas atkarībā no uzglabāšanas ilguma un citiem faktoriem” uzsākta empīrisku datu ievākšana par skujkoku un bērza apaļo kokmateriālu nogriežņu masas un siltumspējas izmaiņām uzglabāšanas periodā, taču nepieciešams iegūt papildu zināšanas par enerģētiskās koksnes vērtības izmaiņu dinamiku, atkarībā no uzglabāšanas termiņa, veida un laikapstākļu ietekmes ilgākā laika posmā un spētu noteikt labāko brīdi šķeldošanai.

#### Pētnieciskie uzdevumi un sasniedzamais rezultāts.

|  |  |
| --- | --- |
| **Pētījums** | **Sasniedzamais rezultāts un sagaidāmais efekts** |
| Enerģētiskās koksnes uzglabāšana krautuvēs | Mērķis:  novērtēt glabāšanas laika un laikapstākļu ietekmi uz krautuvē uzglabātās enerģētiskās koksnes vērtības izmaiņām.  Rezultāti:   * noteikta enerģētiskās koksnes uzglabāšanas ilguma ietekme uz šķeldu siltumspēju, * noteikta enerģētiskās koksnes uzglabāšanas ietekme uz sausnas masas un tilpuma izmaiņām, * noteikta enerģētiskās koksnes uzglabāšanas ilguma un apstākļu ietekme uz tās vērtību, * izveidots šķeldošanas darbu organizēšanas un plānošanas modelis, kas ļauj prognozēt enerģētiskās koksnes vērtības un apjoma zudumus atkarībā no izvēlētās darbības.   Sagaidāms, ka, izmantojot aprēķinu/modelēšanas instrumentus, LVM spēs samazināt enerģētiskās koksnes vērtības zudumus par 55 tūkst. EUR/gadā. |
| Forvardera greifera svari enerģētiskās koksnes apjoma noteikšanai | Mērķis:  izvērtēt forvardera greifera svaru izmantošanas iespējas un lietderību enerģētiskās koksnes apjoma noteikšanai krautuvē.  Rezultāti:   * izveidots modelis krautuvē pievestās enerģētiskās koksnes svara konvertēšanai koksnes apjomā, * izstrādāts piedāvājums darba metodēm, izmantojot forvardera greiferu svarus, * salīdzināta enerģētiskās koksnes apjoma noteikšanas precizitāte pret patreiz izmantotajām apjoma noteikšanas metodēm.   Sagaidāms, ka aprīkojot forvarderus ar greifera svariem, samazināsies LVM enerģētiskās koksnes pakalpojuma sniedzēju procesu darbietilpība un samazinās izmaksas, vienlaikus uzlabosies koksnes apjoma noteikšanas precizitāte. |
| Šķeldu kravu piepildījuma izmaiņu monitorings un vienādojumu izstrādāšana kravu piepildījuma samazināšanās prognozēšanai. | Mērķis: noteikt sablīvēšanas koeficientu smalcinātās koksnes pārvadājumos atkarībā no sezonas un autotransporta veida – pabeigt 2019. gadā uzsākto pētījumu, papildinot to ar papildu parametriem.  Rezultāti:   * aprēķinos tiek ņemtas vērā enerģētiskās koksnes kaudžu ģeogrāfiskās koordinātas, lai aprēķinātu autotransporta faktisko pārvietošanās attālumu. * veikti kontrolmērījumi šķeldu mitruma satura noteikšanai. * noteikts sablīvēšanās koeficients smalcinātas koksnes pārvadājumos autotransportam sadalījumā pa sezonām un autotransporta veidiem. |

### Pētījumu virziens: Meža tehnikas monitoringa sistēmu un datu automatizētās apstrādes instrumentu pilnveidošana un ieviešana ražošanā

#### Iepriekš veiktie analogie pētījumi, to rezultāts.

Izmantojot meža apsaimniekošanā forvarderu, mitrās augsnēs veidojas risas. Tās kopšanas cirtēs var atstāt negatīvu ietekmi uz koku saknēm, savukārt par 25 cm dziļākas risas ārpus cirsmas LVM ir jānolīdzina atbilstoši normatīvo aktu prasībām. Informācijas iegūšana par risām ir darbietilpīga. Tāpēc nepieciešams tehnoloģisks risinājums, kas informāciju par risām automātiski nosūta uz LVM sistēmām tieši no forvardera.

Pētījumu programmas *”Meža darbu mehanizācijas un meža biokurināmā pētījumu programma”* ietvaros pētījumu virzienā *Meža darbu mehanizācija uz augsnēm ar mazu nestspēju* no 2016.–2020. gadam ir izgatavots ultraskaņas sensoru sistēmas prototips, ar kura palīdzību mērīt harvestera un forvardera atstāto ietekmi uz augsni un citus parametrus tiešsaistes režīmā, pilnveidota vērpes pretestības noteikšanas iekārta, ko izmanto augsnes nestspējas mērīšanā. Lai ieviestu ražošanā, nepieciešami prototipa uzlabojumi.

No 2017. līdz 2020. noticis pētījums pievešanas apstākļu klasificēšanai organiskajās augsnēs un pilnveidota iepriekš izstrādāta ierīce risu mērīšanai. Iegūti dati, kas raksturo zaru ceļu seguma noturību, ražošanas apstākļos izmēģināts risu veidošanās mērītājs un secināts, ka, lai ieviestu ražošanā, nepieciešams to uzlabot.

Raksturota augsnes sablīvējuma ietekme uz gruntsūdeņu plūsmas ātrumu un augšanas apstākļiem, kā arī grāvju atbērtņu sablīvēšanas ietekme uz ūdens plūsmu. Aprobēta metodika pārmitro platību identificēšanai, izmantojot LiDAR un citus datus. Šo pētījumu rezultāti pieņemti zināšanai ražošanā un aprakstīti mācību materiālos.

Secināts, ka ģeoradars, tā tehnoloģisko ierobežojumu un izmaksu dēļ, nav pielietojams ikdienas mežizstrādes procesos, lai mērītu augsnes virskārtas mitrumu un iegūtu augsnes nestspējas raksturojošus rādītājus.

Mūsdienīgas sekošanas tehnoloģijas un tehnikas vadības sistēmas sasaistē ar mašīnmācīšanas metodēm un ĢIS datu apstrādes programmām ļauj iegūt vispusīgu informāciju par meža darbu izpildes darbu kvalitāti, kā arī sagatavot precīzus darba uzdevumus, piemēram, mežizstrādes atlieku vākšanai.

Mūsdienu forvarderi var saņemt no harvestera telpisko un kvantitatīvo informāciju par sagatavoto produkciju cirsmā. Nepieciešamas novērtēt kādu lietderīgo labumu dod forvardera datorprogrammu izmantošana pievešanas darbu plānošanā, izpildē, pievestās produkcijas uzskaitē un nosūtīšanā darbu pasūtītājam.

#### Pētnieciskie uzdevumi un sasniedzamais rezultāts.

| **Pētījums** | **Sasniedzamais rezultāts un sagaidāmais efekts** |
| --- | --- |
| Forvardera atstāto risu mērīšanas iekārtas izstrāde. | Mērķis:  izstrādāt reālu, uz forvardera montējamu iekārtu, risu dziļuma mērīšanai un šīs informācijas sūtīšanai uz LVM sistēmām, lai uzlabotu kopšanas ciršu kvalitātes kontroles procesu un samazinātu izmaksas līdzināmo risu datu ieguvē.  Rezultāti:   * izstrādāta iekārta forvardera atstāto risu mērīšanai, * aprakstīta iekārtas tehniskā specifikācija, sistēma un process informācijas mērījumu nosūtīšanai LVM sistēmām, * aprakstīti nosacījumi mērīšanas iekārtas ražošanai, uzstādīšanai un izmantošanai, * aprēķinātas iekārtas izmantošanas iespējamās izmaksas.   Sagaidāms, ka pētījuma rezultātā būs iespējams attālināti identificēt risu radītus bojājumus kopšanas cirtēs, paātrinot lēmuma pieņemšanu kopšanas ciršu izpildes kontrolē un laicīgi samazinot koku bojājumu apmēru un koku vērtības zudumu, kā arī attālināti saņemt informāciju par līdzināmām risām – samazināt LVM procesa darbietilpību. |
| Forvarderu datorprogrammu pielietojuma izpēte | Mērķis:  novērtēt un aprakstīt forvardera datorprogrammu izmantošana iespējas pievešanas darbu plānošanā, izpildē, pievestās produkcijas uzskaitē un nosūtīšanā darbu pasūtītājam.  Rezultāti:   * Izanalizētas un aprakstītas forvardera datorprogrammas izmantošanas iespējas   + pievešanas darbu plānošanā;   + pievešanas darbu izpildē;   + pievestās produkcijas uzskaitē;   + datu nosūtīšanā darbu pasūtītājam. * Sniegtas rekomendācijas forvardera datorprogrammas pielietošanai praksē.   Sagaidāms, ka pētījuma atziņas un ieteikumi ļaus uzlabot forvardera ražīgumu un samazināt izmaksas uz pievesto kubikmetru,  nodrošinās, ka nejaušības vai bieza sniega apstākļos cirsmās nepaliek nepievesti baļķi, kā arī radīs iespēju automātiski nosūtīt uz LVM sistēmām informāciju par pievesto apjomu. |

### Pētījumu virziens: Automatizētas sistēmas izveide meža taksācijas rādītāju noteikšanai un kopšanas ciršu kvalitātes novērtēšanai.

#### Iepriekš veiktie analogie pētījumi, to rezultāts.

StanForD2010 standarts arvien plašāk tiek ieviests meža mašīnās. Informāciju, kas tiek uzkrāta harvesteru produkcijas failos, iespējams izmantot daudz un dažādos veidos gan plānošanai, gan ražošanas atskaitēm, gan kontrolei, kā arī meža taksācijas rādītāju noteikšanai.

2019. gadā uzsāktajā pētījumā *HPR datu izmantošanas KPRP procesos* vērtētas Zviedrijā izstrādātas datorprogrammas izmantošanas iespējas un veiktspēja, lietojot Latvijas apstākļiem specifiskus parametrus. Pētījumā aprobēta metodika mežaudzes inventarizācijas rādītāju ieguvei pēc kopšanas cirtes, izmantojot harvestera datus. Pētījuma provizoriskie rezultāti rāda, ka harvestera datus ir iespējams izmantot vairāku meža taksācijas rādītāju noteikšanai, attālinātai kopšanas ciršu izpildes kvalitātes kontrolei, bet harvestera operatori var novērtēt audzes paliekošo šķērslaukumu arī diennakts tumšajā laikā. Tomēr algoritmus un iegūto datu precizitāti ir nepieciešams uzlabot. Ņemot vērā, ka harvesteru tehnoloģijas attīstās, sniedzot pilnīgākus un precīzākus datus, ir nepieciešams turpināt zināšanu uzkrāšanu harvestera datu izmantošanā.

#### Pētnieciskie uzdevumi un sasniedzamais rezultāts.

| **Pētījums** | **Sasniedzamais rezultāts un sagaidāmais efekts** |
| --- | --- |
| Algoritmu pilnveidošana kopšanas ciršu attālinātai kontrolei | Mērķis: pilnveidot kopšanas ciršu izstrādes kvalitātes kontroles algoritmus Skogforsk izstrādātajai datorprogrammai *hprThinning*.   * Pilnveidoti un datorprogrammā hprThinning iestrādāti algoritmi   + audzes paliekošā šķērslaukuma noteikšanai,   + kopšanas intensitātes noteikšanai,   + paliekošā sugu sastāva noteikšanai   + tehnoloģisko koridoru platības noteikšanai. * Aprakstīta datorprogrammas ģenerēto datu precizitāte un iespējas pielietošanai praksē.   Sagaidāms, ka algoritmu pilnveidošana radītu iespēju attālinātai kopšanas ciršu izstrādes kvalitāti raksturojošo rādītāju ievākšanai. Uzlabosies lēmumu pieņemšanas ātrums kopšanas ciršu izpildes kontrolē un samazināsies papildus kontrolei patērējamais laiks un resursi.  **Pētījuma realizēšanas nosacījums**: hprThinning pilnveidošana atkarīga no Skogforsk plāniem programmas attīstīšanā. Alternatīvs risinājums – Silava izstrādā savus algoritmus. |

## Prognozējamais pētījuma daļu un kopējais izpildes termiņš.

Pētījumu programmā apvienoti seši pētījumi, kuri pabeidzami līdz 2025. gada 23. decembrim. Darbu izpildes termiņš atkarīgs no to realizācijai definēto uzdevumu satura un to izpildes metodiskajiem risinājumiem.

## Iespējas piesaistīt ārēju finansējumu.

Pastāv iespēja piesaistīt papildus komersantu vai publisko finansējumu.

## Iespējamie izpildītāji un partneri.

LVMI “Silava”, Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Latvijas Universitāte

## Cita informācija.

## Dokumenta sagatavotājs, paraksts, datums.

Andris Insbergs