

---

# Levityslaitteen suunnittelu

JL-Tuotteet Oy



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Konetekniikan koulutusohjelma

Riihimäki, kevät 2013

*Teemu Santala*  
Teemu Santala



Riihimäki  
Konetekniikan koulutusohjelma

---

<b>Tekijä</b>	Teemu Santala	<b>Vuosi</b> 2013
<b>Työn nimi</b>	Levityslaitteen suunnittelu	

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella metsäkoneurakoitsijoille levityslaitte, joka helpottaa heidän työtänsä. Laitteella levitettävällä energiapeitteellä peitetään metsissä kasattavat rankapinot sekä hakkuutähteet, minkä tarkoituksena on kuivattaa puuainekset peitteen alla. Työn toimeksiantajana oli JL-Tuotteet Oy Tampereella. Työhön sisältyi levityslaitteen mallintamista sekä piirrosten laatiminen patenttia sekä laitteen valmistajaa varten. Mallinnuskuvat sekä piirustukset tehtiin Pro Engineer -mallinnusohjelmalla. Työssä käydään läpi työn tarkoitusta ja laitteen suunnittelua eri vaiheissa, kehityskohteita sekä reagoitua käyttäjäpalautteeseen.

Levityslaitetta alettiin kehittää alkuperäisen laitteen pohjalta, mikä ei ollut kovin käytännöllinen. Laitteen avulla peitteen levittäminen helpottuu ja työ yksinkertaistuu. Levitys vaati urakoitsijalta fyysistä työtä enemmän, kun se tapahtui käsin tai painavalla laitteella. Laitteen kehityksessä on ollut mukana useita metsäkoneurakoitsijoita sekä JL-Tuotteiden edustajia.

Käyttäjäpalautetta otetaan laitteesta koko ajan vastaan, minkä perusteella pyritään kehittämään laitetta mahdollisimman paljon. Tällä pyritään asiakastytyväisyyteen ja mahdollisimman yksinkertaiseen laitteeseen. Levityslaitteita on tehty jo useampaa eri versiota erilaisten ehdotusten pohjalta. Runko on kuitenkin pysynyt alusta alkaen samana, mutta siihen on saattanut tulla uusia ominaisuuksia mukaan ajan kanssa. Tavoitteena on kuitenkin saada aikaan levityslaitte, joka on samalla käytännöllinen ja budjetillaan sopiva valmistaa.

**Avainsanat** Kehittäminen, Suunnittelu, Metsäkoneurakoitsijat, Levitys

**Sivut** 23 s. + liitteet 7 s.

Riihimäki

Degree Programme in Mechanical Engineering and Production Technology

**Author**

Teemu Santala

**Year** 2013**Subject of Bachelor's thesis**

Design of a covering device

## ABSTRACT

The aim of this thesis was to design a device for forest machine contractors to cover stacks of felled timber and residue and facilitate their drying process, which makes their work easier. The device is applied to coating, which hides assembly trees and stacks of logging residues in the forest. The main idea is designed to dry wood material under the cover. The work was commissioned by JL-Tuotteet Oy in Tampere, Finland. The thesis includes application device modeling and preparation of drawings for patent application and manufacturing of the device. The modeling photos and drawings were created in Pro Engineer- modeling software. The work and various stages of the design, development sites and response to user feedback are also examined in this thesis.

The device was initially developed an original device, which was not very practical. The spreading of the covering initially required more physical work, but with the new device this was reduced. Several forestry contractors and the representatives of JL-Tuotteet Oy have participated in the development of the device.

User feedback has been obtained on the device all the time, on which it has been developed as much as possible. The aim is to upkeep customer satisfaction and keep the device as simple as possible. Many versions of the covering device have already been made based on various proposals. The body has, however, remained the same since the beginning, but there may be new features added with time. The aim is to provide a device, which is at the same time practical and financially viable.

**Keywords** Development, Design, Forest machine**Pages** 23 p. + appendices 7 p.

# SISÄLLYS

JOHDANTO.....	1
1 YRITYSESITTELY .....	2
2 TYÖN TARKOITUS .....	3
2.1 Levityslaite .....	3
2.2 PS-Energiapeite.....	3
2.3 Energiapuun käyttö Suomessa .....	4
3 LAITTEEN ESITTELY .....	5
3.1 Laitteen käyttötarkoitus.....	6
3.2 Levityslaitteessa käytettävä PS-Energiapeite.....	7
3.3 PS- Energiapeitteen ominaisuudet .....	7
3.4 PS-Energiapeitteen käyttökohteet .....	8
3.4.1 Peitteellä peitettävän kasan ominaisuudet .....	9
3.5 PS-Energiapeitteen testaaminen .....	10
3.5.1 PS-Energiapeitteen testaaminen Yliopiston tutkimuslaitoksella.....	10
3.5.2 Yhteenveto kokeiluista .....	11
4 LAITTEEN SUUNNITTELU .....	12
4.1 Alkuperäinen laite .....	12
4.1.1 Kehittämistä vaativat yksityiskohdat.....	13
4.2 Kehitetty laite .....	14
4.2.1 Laitteeseen tehdyt muutokset .....	14
4.3 Palaute kehitetystä laitteesta.....	15
4.3.1 Palautteesta seuranneet muutokset .....	16
5 VALMISTETTU LAITE.....	16
5.1 Lopulliset muutokset.....	17
6 LAITTEEN HYÖDYT JA HAITAT.....	18
6.1 Laitteen hyödyt.....	18
6.2 Laitteen haitat .....	18
7 TULEVAISUUDEN SUUNNITELMAT .....	19
7.1 Laitteen kehittäminen .....	19
7.2 Uusi pienempi prototyyppi.....	19
7.2.1 Ensimmäinen versio .....	20
7.2.2 Toinen versio .....	21
8 LOPPUPÄÄTELMÄT .....	22
8.1 Kiitossanat.....	22
9 LÄHTEET .....	23
10 LIITTEET .....	1

- 
- Liite 1 Kuva 1 laitteesta patenttihakemuksessa
  - Liite 2 Kuva 2 laitteesta patenttihakemuksessa
  - Liite 3 Kuva 3 laitteesta patenttihakemuksessa
  - Liite 4 Alkuperäisen laitteen piirustus 1
  - Liite 5 Alkuperäisen laitteen piirustus 2
  - Liite 6 Piirustus suunnitellusta levityslaitteesta
  - Liite 7 Piirustus valmiin levityslaitteen rungosta
  - Liite 8 Piirustus valmiin levityslaitteen akselistasta
  - Liite 9 Piirustus valmiin levityslaitteen jarrusta
  - Liite 10 Piirustus pienemmästä levityslaitteesta, versio 1
  - Liite 11 Piirustus pienemmästä levityslaitteesta, versio 2



## JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena oli suunnitella metsäteollisuuden urakoitsijoille energiapiirteen levityslaitte, jonka avulla puunrankakasojen ja hakkuutähteiden peittäminen helpottuu huomattavasti. Lähtökohtana oli jo valmiiksi suunniteltu levityslaitte, joka osoittautui epäkäytännölliseksi sekä toimimattomaksi kokemusten jälkeen. Laitetta alettiin kehittää yhdessä JL-Tuotteiden edustajien, metsäkoneyrittäjien sekä laitetta valmistavan yrityksen kanssa.

Levityslaitteesta tehtiin 3D-kuvat ja piirustukset ProEngineer -ohjelmalla, jonka jälkeen kehitellylle laitteelle haettiin patenttia Patentti- ja rekisterihallitukselta. Laitetta oli valmistettu 5 kappaletta, jotka lähetettiin valituille metsäkoneurakoitsijoille. Urakoitsijat antoivat palautetta käyttämästään laitteesta, jonka avulla levityslaitetta pyritään koko ajan kehittämään paremmin käyttöön sopivaksi.

Suunnittelussa laitteessa näkyy allekirjoittaneen kädenjälki sekä suoraan metsäkoneurakoitsijoilta tullut palaute. Laitteeseen on pyritty toteuttamaan kaikki kehitysideoita, jotka vaikuttavat realistisilta ja pitävät laitteen valmistusbudjetin järkevissä mitoissa. Suunnittelussa on ollut mukana useampi Metsäliiton metsäkoneurakoitsija sekä JL-Tuotteiden edustajat ovat avustaneet sekä kannustaneet projektissa. Myös laitteen valmistaja on ollut kehittämässä laitetta paremmaksi kokemuksiensa kautta.

## 1 YRITYSESITTELY

JL-Tuotteet Oy on tamperelainen metsä- ja pesuainekemikaaleja valmistava yritys, jolla on 25 vuoden kokemus laadukkaiden suomalaisten kemikaalien valmistuksessa. Yrityksen pääkonttori sekä tehdas sijaitsevat Tampereella ja myyntikonttori löytyy Vantaalta. JL-Tuotteet Oy on suomalaisomistuksessa oleva yritys, joka valmistaa ympäristöystävällisiä kotimaisia kemikaaleja teollisuuteen, metsäkoneurakoitsijoille, taksi- ja kuljetusliikkeille sekä jälleenmyyjille. Pesuaineille on myönnetty Joutsenlippu-merkin käyttöoikeus, mikä tarkoittaa kotimaista laatua. Tämän lisäksi yritys myy esimerkiksi aerosoleja, painepesureita sekä pesuaineenlevittämiä. Kesäaikoina käytetään metsäteollisuudessa kantosuojaa, joka ehkäisee havupuissa juurikäpää, esimerkiksi mänty- sekä kuusipuissa. JL-Tuotteet Oy on tämän torjunta- aineen johtava valmistaja. Aine on ureapohjainen ja markkinoidaan nimellä PS-Kantosuoja 2. Aine on Metsäntutkimuslaitoksen, METLAN, hyväksymä, ja sen rek.nro. on 1949. Tämä numero tarkoittaa, että aine on hyväksytty metsänparannusaineeksi ja METLA valvoo aineen käyttöä sekä laatua. Uusimpana tuotteena yritys on alkanut myymään AdBlueta, joka on puhdas urealiuos ja sitä käytetään SCR-katalysaattoreilla varustelluissa raskaan kaluston ajoneuvoissa. Näiden lisäksi JL-Tuotteet valmistaa PS-Energiapeitettä, jota käytetään yhdessä suunnitellun levityslaitteen kanssa. Dun & Bradstreet Finland Oy on myöntänyt JL-Tuotteille korkeimman AAA-luottoluokituksen, johon kuuluu vain 3,7 % suomalaisista yrityksistä. Niin kutsuttuja rating-luokkia on seitsemän ja AAA-luokitus on näistä kaikkein paras. JL-Tuotteille on myös myönnetty Menestyjä-sertifikaatti, jota on myönnetty alle 5 % suomalaisista yrityksistä.

(Yrityksen nettisivut, 2012)



## 2 TYÖN TARKOITUS

Työn tarkoituksena oli suunnitella metsäkoneurakoitsijoille mahdollisimman yksinkertainen laite, joka helpottaisi heidän työskentelyään metsien vaikeissa olosuhteissa. Laite ei saisi olla liian suuri investointi urakoitsijalle. Tästä syystä laitteen avulla ei pyritä rahalliseen hyötyyn vaan mahdollinen tuotto saataisiin JL-Tuotteille laitteeseen myytävistä energiapeiterulista. Laitteen avulla pyritään kasvattamaan levitettävän kasan pinta-alaa, jolloin saadaan kerralla suurempi hyöty. Suunnittelun kohteena oli levityslaitteen kokoonpano, josta oli jo olemassa eräänlainen prototyyppi sekä siihen asetettavat energiapeiterullat. Laitteen ensimmäinen prototyyppi osoittautui kuitenkin epäkäytännölliseksi. Tämän jälkeen aloitettiin laitteen varsinainen kehitystyö. Työssä pyrittiin ottamaan huomioon urakoitsijoiden kaikki ehdotukset ja valmistamaan mahdollisimman helpokäyttöinen ja hyödyllinen laite.

### 2.1 Levityslaite

Kehitely laite helpottaa energiapeitteen levittämistä risu- ja hakekasojen päälle. Sen avulla voidaan levittää kahta peitettä kerrallaan, jolloin peittoleveydeksi tulee noin kuusi metriä. Täten saadaan suuri leveys aikaan yhdellä peittokerralla, jolloin säästyy aikaa. Laitteen tarkoituksena on saada levitettyä kasojen päälle peite vaivattomasti ja tasaisesti, jotta risu- ja hakekasat kuivuisivat mahdollisimman hyvin peitteen alla. Tämä tarkoittaa, että saadaan mahdollisimman suuri energiahyöty käyttöön kuivatuista kasoista. Kehitysehdotus tuli suoraan metsäkoneurakoitsijoilta ja samalla toivottiin, että mietittäisiin peitteelle materiaali, minkä alla puut kuivaisivat parhaiten.

### 2.2 PS-Energiapeite

Samaan aikaan, kun uutta levityslaitetta kehiteltiin, tuli metsäkoneyrittäjiltä kysymyksiä mahdollisesta uudeltaisesta peitteestä, millä voitaisiin saada puuaineksista kuivempia. Aiemmin on käytetty metsissä peitettä, joka imee kosteutta ja samalla pilaa puuaineksen kuivattamisen tässä tapauksessa. Toisin sanoen peite ei päästä tuulta yhtään allensa, jolloin puuaines jää kosteaksi. Tästä saatiin idea peitemateriaalille, joka on Goretx-tyylinen kangaspeite, joka läpäisee ilman mutta ei vettä. Tästä on tullut positiivista palautetta metsäkoneyrittäjiltä. Kangaspeitettä alettiin kutsua PS-Energiapeitteeksi.

Peitettä alettiin valmistaa 3,2 metriä leveinä peiterullina, joita saataisiin laitettua kaksi suunniteltuun levityslaitteeseen. Urakoitsijoilta tuli pyyntö 6-metrisestä rullasta, mutta siitä lopulta luovuttiin kokonaan kokeilun jälkeen. JL-Tuotteet Oy myy energiapeitettä useamman rullan erissä. Yhteen lavalliseen mahtuu tavallisimmin 16-18 rullaa, jolloin sen pystyy parhaiten lähettämään vastaanottajalle.



Kuva 1. PS-energiapeitteitä lavalla

### 2.3 Energiapuun käyttö Suomessa

Kotimaisen puuenergian käyttö lämpövoimaloissa on lähtenyt suureen nousuun. Tähän on syynä se, että tarkoituksena on saavuttaa sovitut päästötavoitteet. Puupolttoaineet ovat nykyisin Suomen toiseksi merkittävin energialähde öljytuotteiden jälkeen ja sen osuus kasvaa koko ajan. Energiapuu on nykyisin suurin jatkuvasti lisääntyvä puunkäyttökohde. Energiapuuksi luokitellaan päätehakkuussa kerättävät hakkuutähteet ja kannot sekä nuoren metsän hoidon yhteydessä energiarangat tai kokonaiset puut. Yleisimpiä hakkuutähteitä ovat kuusikoista saatavat latvukset. Männiköissä ja koivikoissa latvuksien määrä on paljon pienempi, joten ei ole kannattavaa kerätä niitä. Kannot ovat hyviä energianlähteitä. Energiapuuta korjataan kohteista, joilla se on taloudellisesti kannattavaa. Kriteereinä pidetään kysyntää, riittävää kertymää ja ekologisia tekijöitä, kuten ravinnetalous. Energiapuusta maksetaan sen lämpöarvon perusteella korvaus. Täten on hyvin tärkeää, että energiapuu on mahdollisimman kuivaa, koska silloin kosteuden aleneminen näkyy suoraan energiapuusta saatavassa hinnassa. (Metsähallitus, 2013.)

Käytännössä luonto hoitaa kuivattamisen kesävarastoinnin aikana. Kuitenkin kuivuneen energiapuun kuivuustason säilyttämiseen vaaditaan tiettyjä toimenpiteitä. Koska varastoidut energiapuut säilytetään yleensä teiden varsilla, syys- ja talvisateet kastelevat kuivuneen energiapuun uudelleen ellei varastokasoja ole peitetty asiaankuuluvalla peitteellä. Paras hyöty saadaan energiapuista irti, jos peitteen alle pääsee ilma kiertämään eikä peite kutistuisi varastoinnin aikana. Ilman näitä ominaisuuksia puut saatavat mädäntyä tai kastua reunoilta.

(Mäkelä Markku, henkilökohtainen tiedonanto,2013.)

Jos kyseessä on kuivahko alue, jätetään tähteet keräämättä, sillä se vähentäisi ravinteiden määrää ja vaikuttaisi metsän tulevaisuuteen negatiivisesti. Hakkuutähteistä jätetään aina vähintään 30 % metsään. Kannot kuitenkin kannattaa kerätä myös näiltä alueilta, koska sillä pystytään vähentämään kuusikoissa havaittavaa juurikäpätäutia. Tähän on olemassa urapohjainen kantosuoja- aines, jota Suomessa valmistaa JL-Tuotteiden lisäksi kaksi muutakin yritystä.

Nuoriin metsiin tehdään usein energiahakkuita, millä tarkoitetaan rankojen ja kokopuiden karsimista nuorempien puiden tieltä eli ehkäistään ravinteiden poistumista. Näin saadaan nuoresta metsästä kaikki mahdollinen irti, sillä nuoret puut eivät kelpaa metsäteollisuuden puuaineksiksi eli esimerkiksi laudaksi. Haketus tapahtuu usein lähellä hakkuupaikkaa tai puut voidaan kuljettaa tiettyyn haketuspaikkaan. Nuoressa metsässä tehtävään energiapuun korjuuseen voi hakea Kemera-tukea, mikä tarkoittaa, että valtio voi tukea yksityisen metsänomistajan tekemää metsänhoitoa ja parantusta, mikäli se on huonosti kannattavaa taloudellisesti. (Metsäkeskus, 2013.)

### 3 LAITTEEN ESITTELY

Levityslaitteella avulla levitetään energiapeitettä metsissä olevien hake- ja risukasojen päälle, jonka avulla estetään kosteuden pääsy kasoissa oleviin energiapuihin. Toisin sanoen tarkoituksena on saada aikaan kuivaa puuainesta, joka voidaan käyttää energiaksi.

Laitte on maalattu kirkkaalla värillä, jonka tarkoituksena on herättää huomiota, jotta se näkyisi paremmin metsäkoneen käyttäjälle ja olisi muutenkin helpommin havaittavissa. Laitteessa on kaatumaraudat, jotka helpottavat laitteen kuljetusta ja tasapainottavat laitetta silloin, kun sitä käsitellään esimerkiksi kasan päällä.

Laitteessa olevat energiapeiterullat lukitaan laitteessa molemmista päistä omilla tappilukituksillansa, jolla pyritään pitämään rulla mahdollisimman paikallaan levityksen aikana. Levityslaitteessa on akselit, joiden varassa peiterullat ovat.

Laitteessa on eräänlainen ohjuritappi toisessa päässä, jolla pyritään siihen, että metsäkoneen kuljettaja näkee levityslaitteen ja pystyy täten pitämään sen tietyssä asennossa. Tämä on tärkeää, jotta energiapeite levittyy mahdollisimman tasaisesti, eikä kahden peitteen väliin jää rakoja, joista kosteus pääsisi käsiksi puuaineksiin.

Laitteen keskiosassa on jarrujärjestelmä, joka estää energiapeiterullia purkautumasta rullastaan. Jarrussa on sen verran kitkaa, että peite ei tule sen läpi ilman, että sitä vedetään ulospäin. Tämä helpottaa työskentelyä vaikeissa ympäristöissä, koska esimerkiksi tuuli vaikeuttaa levittämistä.

### 3.1 Laitteen käyttötarkoitus

Laite levittää yhtäaikaaisesti kahta energiapeiterullaa, jotka ovat molemmat 320 cm leveitä. Tällöin yhteisleveydeksi saadaan noin kuusi metriä päällekkäisyydet huomioon ottaen. Laitetta käsitellään metsäkoneen kouralla, jolla säädellään liikkeitä.

Levityksen alussa peite tuetaan alareunasta esimerkiksi ylijäämärangoilla tai paksuilla risuilla, jotka asetetaan siten, että peite asettuu hyvin kasaan nähden ja levitys alkaa halutulla tavalla. Kun laite on saavuttanut kasan huipun, asetetaan rankoja tueksi myös kasan levitetyle reunalle, ettei tuuli pääse kulkeutumaan liikaa peitteen alle.

Levityksen lopussa peitteen syöttö katkaistaan esimerkiksi saksilla, jolloin laitteessa oleva lukitus estää peitteen ylimääräisen leviämisen. Kun peite on tuettu lopusta samalla tavalla kuin alussa, kasa pysyy kuivana myös kosteissa olosuhteissa. Peitteiden saumakohta kannattaa myös tarkastaa lopuksi. Tämän jälkeen levityslaitte voidaan siirtää metsäkoneen kyytiin ja siirtyä seuraavaan kohteeseen. Tällä tavalla saadaan ylimääräisiksi jääneet risut ja rangat hyötykäytettyä.



Kuva 2. Laitteen kokonaisleveydeksi saadaan lähes 6 metriä levityslaitteen avulla

### 3.2 Levityslaitteessa käytettävä PS-Energiapeite

PS-Energiapeitteen ideana on saada toimitettua mahdollisimman kuivaa puuainesta energialaitoksille. Peitteen tarkoitus on pitää alla oleva puuaines kuivana kosteissakin olosuhteissa. Ennen on käytetty peitettä, joka ei hengitä tarpeeksi, jolloin ilma ei pääse vaihtumaan peitteen alla. Peite oli valmistettu materiaalista, joka kutistui käytössä sekä päästi kosteuden lävitseen melko helposti. Tästä syystä suuri osa puiden pinta-alasta kostui ja energiapuu meni pilalle. Lisäksi vanhaa peitettä valmistettiin maksimissaan 4-metrisiä rullia. JL-Tuotteiden valmistaman PS-Energiapeitteen ja levityslaitteen avulla peittoleveydeksi saadaan lähes 6 metriä, kun voidaan käyttää kahta rullaa yhtä aikaa. Tämän lisäksi valmistettu energiapeite voidaan hakettaa ja polttaa energiapuun kanssa, jolloin siitä ei synny ongelmajätettä luontoon.

(Mäkelä Markku, 2012.)

### 3.3 PS- Energiapeitteen ominaisuudet

PS- energiapeite on niin sanottu Goretex- tyyppinen eli se hylkii vettä ja on rakenteeltaan hengittävä. Se on valmistettu miljoonista polypropeenisäikeistä, joista on lämmön avulla saatu puristettua kalvomaisen kangas. Nämä säikeet muodostavat niin kutsutun kalvomaisen pinnan, jossa säikeiden väliin jäävä tila muodostaa ilmakehän, josta vesimolekyylit pääsevät kulkeutumaan kankaan lävitse. Vesi ja sen pintajännite kuitenkin estävät veden kulkeutumisen tuotteeseen asti. Peite pitää tutkimusten mukaan 150 mm suuruisen vesipatjan ja läpäisee vesihöyryä 3,5 kg/ m<sup>2</sup> vuorokauden aikana.

Tämä tarkoittaa, että peite estää normaalin sadeveden sekä lumen pääsyn lävitseen. Jos tiettyyn kohtaan muodostuu lammikoita, ei voida taata peitteen läpäisemättömyyttä. Läpäisyn sattuessa vesi voi päästä sisään ainoastaan yhdestä kohdasta, jolloin se ei kastele koko kasaa. Lisäksi puukasassa vallitsee normaalia korkeampi lämpötila, mikä kiihdyttää kuivumista kankaan alla. Peite on kevyttä, joten sitä on helppo käsitellä. Yhdessä rullassa on peitettä 200 metriä ja leveydeltään rulla on 3,2 m. Painoa rullalla on ainoastaan 35 kiloa. Peitettä levitetään siihen tarkoitukseen suunnitellulla levityslaitteella, josta tässä työssä on kyse. Laitteella levitetään kahta rullaa samanaikaisesti rinnakkain, jolloin peittoleveydeksi tulee 5,8 metriä. Rullassa on hylsy, joka on eräänlaista pahvia, joka maatu luonnossa. Tällöin metsään ei jää mitään ongelmajätettä. Rullan ja energiapeitteen välissä käytetään myös niin kutsuttua kelmua, joka estää pahvihylsyn rikkoutumisen ennen aikaisesti esimerkiksi kastumisen takia. Tästä tuli sanomista joiltakin metsäkoneurakoitsijoilta, jonka jälkeen alettiin käyttää kelmua rullan ja peitteen välissä. Kelmu on samaa materiaalia kuin esimerkiksi varastotyössä käytettävä pakkausmuovi

(Mäkelä Markku, 2012.)



Kuva 3. PS-Energiapitteen levitys

### 3.4 PS-Energiapitteen käyttökohteet

PS-Energiapitettä käytetään moniin eri tarkoituksiin metsäteollisuudessa. Sen avulla peitetään puuaineksia, jotka menevät energialaitoksille poltettavaksi. Tällaisia tuotteita ovat esimerkiksi risut sekä hakkuutähteet, eli latvukset ja oksat. Koska energiapite on hengittävää materiaalia, on se järkevä vaihtoehto energiapuun kuivattamiseen. Tällöin puut kuivavat vaikka ovatkin peitteen alla, koska tuuli läpäisee peitteen. Kosteus ei läpäise peitettä, mikä edellyttää, että peite on levitetty oikealla tavalla. Energiapitteiden väliin ei saa jäädä aukkoja tai muuten kosteus menee näistä kohdista läpi ja pilaa koko puuaineksen kostuessaan. Metsähallituksen käskystä täytyy 30 % hakkuutähteistä jättää metsään. Syynä tähän on se, että pyritään pitämään metsän ravinnollisuus mahdollisimman hyvänä, joka mahdollistaa elinvoiman metsissä jatkossakin.



Kuva 4. PS-Energiapitteen levitys

Peitettä käyttävät myös klapikauppiat, joiden tavoitteena on saada myytyä kuivia halkoja. Suomessa klapikauppiaita on n. 2000 kappaletta. Liikevaihto kyseisellä alalla on arviolta 20 miljoonaa euroa vuosittain. Tämä toiminta ei kuitenkaan ole päätoimista kovinkaan monelle, sillä sen osuus yrittäjien liikevaihdosta on alle 20 %. Kotitaloudet käyttävät vuosittain 6 miljoonaa kiintokuutiota puuta polttopuuna, joten klapikauppiatkin ovat tärkeässä asemassa Suomen metsäteollisuudessa. (MTK, 2013.)

Energiaksi menevää puuta myydään vähintään yhden kuivumiskauden verran kuivatettuna. Puut kuivatetaan joko metsissä tai teiden varsilla. Energiapuuta pyritään kuivattamaan, koska puupolttoaineet ovat Suomessa toiseksi merkittävin energialähde öljytuotteiden jälkeen. Esimerkiksi jos energiapuun kosteus on 40 %, saadaan tonnista energiaa 3 MWh verran. Jos puun kosteusprosentiksi saadaan 25 %, lukemaksi saadaan jo 4 MWh. Märän tai kostuneen puun energiansaanniksi jää ainoastaan 1,5 MWh, joten energiapeite on tärkeässä asemassa Suomen markkinoilla. Tonnilla tarkoitetaan tässä tapauksessa n. 1 kuutiota puuta, josta saadaan keskimäärin 2 MWh energiaa. Toisin sanoen energiapeite parantaa energiansaantia reilusti. (Metsähallitus,2013.)

### 3.4.1 Peitteellä peitettävän kasan ominaisuudet

Metsäkoneyrittäjän olisi syytä tietää peitteen materiaali etukäteen, jotta pystyy tekemään vaadittavat ominaisuudet ennen levittämistä. Esimerkkinä voidaan pitää sitä, että JL-Tuotteet Oy valmistaa levityslaitetta, jonka avulla levitysleveys on lähes kuusi metriä. Tästä syystä on mahdollista tehdä leveämpiä hakkuutähdekasoja kuin ennen. Kun levitetään kahdella rullalla lomittain, pitää ottaa huomioon kasan muoto. Lomitus onnistuu parhaiten, kun kasa on päältä tasainen ja on toiseen suuntaan viettävä, kuten esimerkiksi liiterin katto. Kannattaa myös huomioida lomituksen suunta levitettäessä, jotta kasa peittyy parhaalla mahdollisella tavalla.

Kun on kyse hakkuutähdekasoista, kannattaa reunoilla pyrkiä kuperiin pintoihin. Tällöin sade- ja sulamisvesi valuvat pois kasojen päältä. On myös tärkeää levittää peite oikein, sillä kasojen päälle jääviin kuoppiin kerääntyy vettä, eikä peite kestä pitkäaikaisesti suurta määrää vettä pienellä alueella. Kasojen alareunat kannattaa tehdä ilmaviksi, jotta ilma pääsee kiertämään kasassa ja näin kuivattamaan puuainekset paremmin. Tällöin saadaan irti suurempi hyöty energiapuusta.

### 3.5 PS-Energiapeitteen testaaminen

PS-Energiapeitteen testaaminen aloitettiin alustavasti syksyllä 2011. Samaan aikaan pyrittiin kehittämään levityslaitetta. Keväällä 2012 aloitettiin laajempi kokeilu kolmen suurimman puunhankkijan työmailla. Kokeiluun osallistui 7 eri metsäkoneyrittäjää, mikä kesti koko sen vuoden peittämiskauden. Samalla he testasivat levityslaitetta.

Osallistujille lähetettiin peittämiskauden jälkeen kysely, jonka perusteella peitteen levitys on sujunut suurimmalla osalla hyvin alkukankeuksien ja totuttelun jälkeen. Työnjälki on myös ollut tavoitteiden mukaista. Kyselyn perusteella mukana oli myös urakoitsijoita, joita ei menetelmä miellyttänyt. Kyseiset yrittäjät eivät joko osanneet tai halunneet hyödyntää peittees-tä saatavia etuja eivätkä halunneet muuttaa työmenetelmäänsä uudelle ma-teriaalille ja laitteelle sopivaksi.

Kokeilusta saadun palautteen perusteella tultiin siihen johtopäätökseen, et-tä kahden rullan menetelmässä muodostuvan sauman kanssa pystytään työskentelemään, kunhan asennoidutaan siihen, että huolellisuutta ja tark-kuutta vaaditaan entistä enemmän. Etuna yrittäjät ovat pitäneet rullien ma-teriaalin keveyttä ja siitä johtuvaa helppoa käsiteltävyyttä.

Vaikka suurin osa palautteesta on ollut positiivista, joukkoon on myös mahtunut materiaalin haukkujia. Kuitenkin järjestetyt kokeilut ovat vain tapauskohtaisia ja totuus peittämisestä saadaan vasta käytännössä. Lisäksi pitää ottaa huomioon erilaiset vuodenaajat ja olosuhteet, jolloin lopullisia tuloksia voidaan saada vasta vuosien käyttökokemusten jälkeen.

#### 3.5.1 PS-Energiapeitteen testaaminen Yliopiston tutkimuslaitoksella

PS-Energiapeitteelle on tehty yhdessä kilpailevan peitteen kanssa testi syksyllä 2012, jossa vertaillaan peitteiden kosteusarvoja ja sitä, kuinka hyvin ne kuivattavat puuta. Testi suoritetaan Itä-Suomen Yliopiston tut-kimuslaitoksella, jonne testiä varten JL-Tuotteet Oy valmisti neljä erilaista telinettä. Näihin telineisiin asennettiin anturit, jotka mittaavat kuorman painoa ja samalla saadaan selville, kumpi peite kuivattaa puuta paremmin. Ilman ongelmia testistä ei suoriuduttu, sillä eräessä telineessä oli anturi pettänyt, jolloin testaus piti aloittaa alusta. Telineitä oli kaksi per yrityksen peite, toinen rangoille ja toinen hakkuujätteille eli risuille.

Tammikuussa 2013 saatiin ensimmäisiä tuloksia testistä, joista kävi ilmi, että JL-Tuotteiden peite oli kuivattanut puuta paremmin. Tämä tarkoittaa rahassa tuhansia euroja säästöjä, joten PS-Energiapeite on ensimmäisten tuloksien perusteella parempi vaihtoehto kuin kilpailijalla. Testistä on kir-joitettu myös lehtiartikkeli, jossa käy ilmi kaavioita kosteuden muutoksista eri vuodenaikoina.





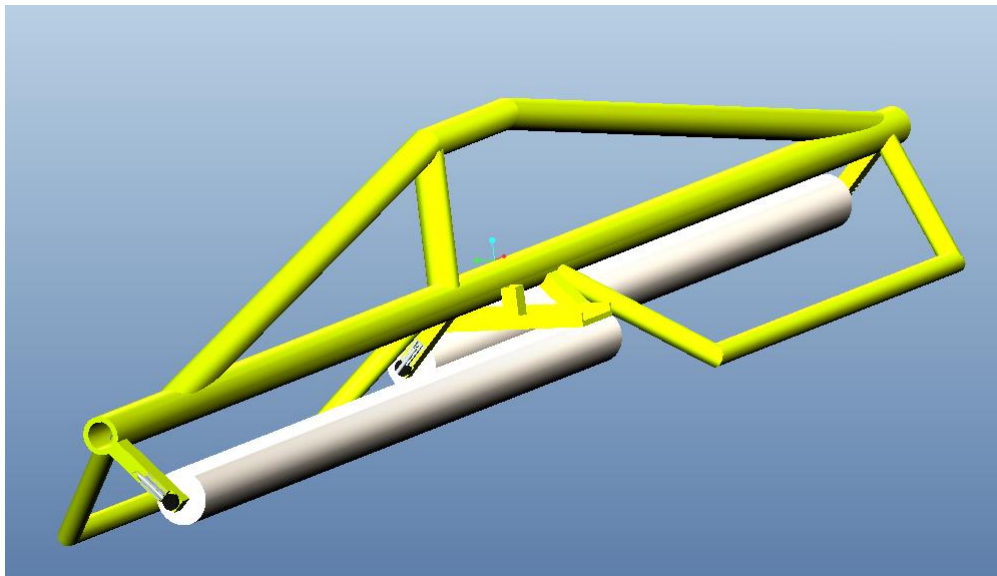
Kuva 5. Testiä varten valmistettu teline

### 3.5.2 Yhteenveto kokeiluista

Koska energiatuotannossa on nykyään hyvät edellytykset puuraaka-aineen lisääntymiselle, on tärkeää mahdollistaa mahdollisimman suuren energiapuumäärän kuivattaminen. Jos olosuhteet ja käytön taloudellisuus ovat suosiollisia, tulee puuenergian käyttö lisääntymään kovalla vauhdilla seuraavien vuosien aikana. Tähän ei riitä pelkästään se, että kasataan enemmän energiapuukasoja, koska sen avulla ei päästä uusiutuvien energiamäärien tavoitteeseen. Tästä syystä täytyy kehittää peitto-ominaisuuksia. Tämä tarkoittaa sitä, että jokaisesta lämpövoimalaitoksille toimitettavasta energiapuuerästä pitää saada suurin mahdollinen energiamäärä. Tämä tarkoittaa sitä, että energiapuukasoja pitää pystyä kasvattamaan. Tähän pystytään kahden rullan peittomenetelmällä. Aiemmin on käytetty yhtä rullaa, jonka leveys on ollut neljä metriä. Kahden rullan peittomenetelmällä peittoalueen kokonaisleveydeksi saadaan lähes kuusi metriä, mikä tarkoittaa melkein 50 % enemmän vanhasta peittoleveydestä.

## 4 LAITTEEN SUUNNITTELU

Laitteen suunnittelu alkoi alun perin vuonna 2011, kun JL-Tuotteiden edustajat kävivät erään metsäkoneyrittäjän luona Ikaalisissa katsomassa käytännössä, millaiseen työhön laitetta ollaan valmistamassa. Keväällä 2012 valmistettiin kokeena viisi levityslaitetta, jotka lähetettiin eri puolille Suomea Metsäliiton piireihin testikäyttöön. Laite todettiin epäkäytännölliseksi ja sitä lähdettiin kehittämään paremmaksi yhdessä Metsäliiton edustajien kanssa. Palautteiden pohjalta kesällä 2012 valmistettiin kehitelty prototyyppi, jota metsäkoneurakoitsijat sekä kehuivat että haukuivat. Syksyllä 2012 valmistettiin tämänhetkinen valmis levityslaite jota pyritään kehittämään asiakasystävällisemmäksi koko ajan. Keväällä 2012 levityslaitteesta haettiin patenttia, jonka Suomen Patentti- ja rekisterihallitus hyväksyi syksyllä 2012. Keväällä 2013 tarkoituksena on suunnitella hieman pienempi levityslaite metsäkoneyrittäjille, joille suuri koko on aiheuttanut ongelmia.



Kuva 6. ProEngineer- ohjelmalla mallinnettu kehitelty levityslaite

### 4.1 Alkuperäinen laite

Ensimmäinen prototyyppi oli melko alkeellisen näköinen. Laitetta ei ollut maalattu millään värillä ja se oli valmistettu ontosta melko paksusta neliörautaputkesta. Tästä johtuen laitteen paino kasvoi niin suureksi, että sitä oli vaikea käsitellä. Rullien jarrulukitus oli kiinnitetty laitteen runkoon kettingin avulla ja päissä oli liikuteltavat rullien kiinnitykset, joka mahdollisti erikokoisten rullien käytön. Laitteen yläreunassa oli ohjuriraudat, joiden tarkoituksena oli avustaa metsäkoneenkäyttäjää, jotta koneen havaitsi paremmin kasojen päältä. Rullien kiinnitykset oli kasattu pulteilla, muut osat oli hitsattu kiinni runkoon. Lisäksi rullat lukitseva systeemi koostui rautalevystä, joka oli pultattu kiinni liikuteltavaan kiinnitykseen.

Laitteessa olevasta kiinniottoraudasta, josta metsäkoneella voidaan käsitellä laitetta, oli hitsattu yksi tukirauta runkoon, jonka tarkoituksena oli tukevoittaa laitetta. Tällä pyrittiin estämään sitä, ettei metsäkoneen koura rutistaisi laitetta kasaan.



Kuva 7. Alkuperäinen laite

### 4.1.1 Kehittämistä vaativat yksityiskohdat

Testikäytön jälkeen levityslaitteen prototyypistä tuli rakentavaa palautetta, jonka jälkeen laitteen kehittäminen aloitettiin. Laitteesta toivottiin kevyempää, jotta sitä olisi helpompi käsitellä. Lisäksi jonkinmoinen väri korostaisi huomiota ja auttaisi havaitsemaan kyseisen laitteen korkealta kasan päältä. Lukituksessa olevat kiinnityslevyt eivät toimineet, joten niihin piti kehittää uusi systeemi. Niin kutsutut ohjuriraudat eivät olleet toimineet, joten niiden paikkaa piti joko muuttaa tai ne piti poistaa kokonaan.



Kuva 8. Toimimaton lukitussysteemi

## 4.2 Kehitetty laite

Kesällä 2012 suunniteltiin alkuperäisen prototyypin pohjalta kehitetty laite, johon oli tehty metsäkoneurakoitsijoiden antaman palautteen pohjalta muutoksia sekä mietitty muita parannusvaihtoehtoja, jotka olisivat realistisia toteuttaa. Tämä tarkoittaa sitä, että budjetti pitää pysyä tietyissä mitoissa.



Kuva 9. Kehitetty laite

### 4.2.1 Laitteeseen tehdyt muutokset

Ensimmäisenä alettiin miettiä laitteen painoa, koska se oli suurin ongelma. Materiaali vaihdettiin rakenneteräksestä valmistettuun onttoon mahdollisimman ohueen pyöröputkeen, joka kestäisi metsäkoneen puristuksen. Jokainen liitos hitsattiin, koska päiden liikuteltavuutta ei koettu hyödylliseksi ominaisuudeksi ja se samalla lisäisi laitteen painoa. Tämä johtui siitä, että energiapeitettä ei toimitettu kuin kahdessa koossa, 6 metriä tai 3,2 metriä. Kyseisessä laitteessa käytetään kahta 3,2 metrin rullaa, joka koettiin paremmaksi vaihtoehdoksi kuin yhden rullan systeemi, koska yksi 6-metrinen rulla painoi lähes 200 kiloa. Vaihtoehtoisesti yksi 3,2-metrinen rulla painoi ainoastaan 35 kiloa, mikä oli suurin syy valintaan.



Kuva 10. Kehitelty lukkomekanismi

Laitteeseen lisättiin myös kaatumaraudat, jotka helpottavat laitteen kuljetusta sekä pitävät laitteen pystyssä kasojen päällä. Näiden rautojen oli tarkoitus korvata aiemmin laitteessa olleet ohjuriraudat, jotka eivät olleet toimineet. Laite maalattiin keltaisella värillä, koska värin koettiin herättävän huomiota ja parantavan huomionvetoa maastossa ja levitettäessä valkoista peitettä vasten. Rullien lukkomekanismit muutettiin tappisysteemiksi, jonka katsottiin toimivan hyvin. Myös rullien jarru kiinnitettiin lyhyemmällä ketjulla runkoon ja samalla hitsattiin laitteen runkoon asetinrauta jarrulle. Rullat asetetaan laitteeseen erillisillä akselitapeilla, jotka saadaan kiinnitettyä tappimallisilla lukoilla. Levityslaitteeseen lisättiin myös yrityksen logolla ja nimellä varustettu tarra lisäämään yrityksen näkyvyyttä.



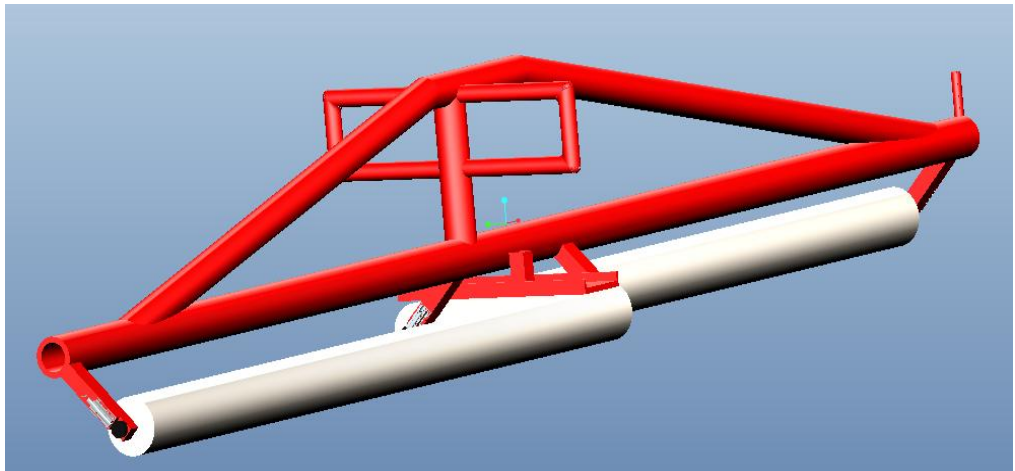
Kuva 11. Akselitappi, joka pitää rullan paikoillaan

### 4.3 Palaute kehitetystä laitteesta

Kehitetystä laitteesta saatu palaute oli pääasiassa positiivista. Maalin väriä oli metsäkoneurakoitsijoiden mukaan hyvä vielä mieltä uudelleen, sillä keltainen väri ikään kuin hukui kasoihin työmaalla. Myös kaatumaraudoista tuli palautetta, jonka mukaan ne häiritsivät peitteen levittämistä. Lisäksi pyydettiin miettimään jotain keinoa, minkä avulla voitaisiin tarkkailla levityslaitteen liikkumissuuntaa, kun laitteella levitetään kasan päällä. Palautteen mukaan laite heiluu tuulessa sen verran, että on vaikea havaita sen asentoa metsäkoneen hytistä. Edelleen urakoitsijat haluaisivat käyttää enemmän 6-metristä rullaa kuin kahta lyhyempää rullaa, mutta toivovat kuitenkin kevyttä peitettä, jotta sen vaihto olisi vaivatonta. Tästä syystä laite pidetään edelleen 2 rullan systeeminä. Myös lukkosysteemistä tuli palautetta, että ne eivät kestäneet tarpeeksi haastavia olosuhteita. Toisin sanoen lukoissa olevat saranamaiset tapit katkeilivat käytössä, kun laite osui hakekasaan.

#### 4.3.1 Palautteesta seuranneet muutokset

Levityslaitteen väri vaihdettiin huomiota herättävämmäksi, jotta se varmasti erottuisi valkoista taustaa vasten hyvin kasan joka kohdasta sekä olisi helppo havaita maastossa. Lisäksi laitteessa olleet kaatumaraudat muutettiin, koska saadun palautteen mukaan ne häiritsivät peitteen levittämistä. Uudessa laitteessa kaatumarautoja on supistettu, ulkomuotoa muutettu ja ne on hitsattu laitteessa olevaan tukirautaan kiinni. Näiden tarkoituksena on edelleen tasapainottaa laitetta sekä helpottaa kuljetusta. Näiden muutoksien lisäksi levityslaitteen toiseen päähän lisättiin niin kutsuttu ohjuritappi, joka auttaa metsäkoneen käyttäjää havaitsemaan laitteen liikkeitä kasan yläpuolella ja maan tasassa.



Kuva 12. ProEngineerillä mallinnettu valmis levityslaite

## 5 VALMISTETTU LAITE

Palautteiden pohjalta valmistettu levityslaite sai uuden värityksen sekä joi-takin muutoksia rakenteellisiin kohtiinsa. Laite on nyt siinä muodossa, kun metsäkoneurakoitsijat sen halusivat olevan niiltä osin kuin se oli mahdollista muuttaa. Tulevaisuudessa laitetta kehitetään varmasti vielä tästäkin, kunhan saadaan lisäpalautteita sekä parannusehdotuksia käyttäjiltä.



Kuva 13. valmistettu levityslaite

### 5.1 Lopulliset muutokset

Alkuperäiseen levityslaitteprototyyppiin tuli lopulta melkoinen määrä muutoksia. Väriksi päätettiin lopulta ottaa räikeä punainen, joka on helppo havaita. Laitetta kevennettiin ontolla pyörötankoisella rakenneteräsmateriaalilla, jonka avulla painoa saatiin vähennettyä jopa puolella. Kaatumarautojen paikka vaihdettiin lopulta rungon tukirautaan, jolloin niistä on mahdollisimman paljon hyötyä siten, etteivät ne ole edessä peitettä levitettäessä. Peiterullien kiinnityskohdat hitsattiin kiinteiksi, koska päätettiin pysyä kahden rullan levityssysteemissä. Tämä mahdollistaa suuremman peittoleveyden. Lisäksi kahta rullaa on keveyden takia helpompi käsitellä itseksensä kuin yhtä 6 metriä pitkää peiterullaa, mikä taas vähentää miehitystä tietyllä alueella.

Laitteeseen lisättiin myös ohjuritappi helpottamaan laitteen ohjattavuutta metsäkoneesta käsin. Tapin avulla laite voidaan havaita helpommin ja sen liikkeitä pystytään hallitsemaan paremmin. Rullien lukitus hitsattiin kettinällä kiinni runkoon ja lukitukselle suunniteltiin asetinrauta, jonka avulla rullan lukitus toimii paremmin. Alkuperäiseen verrattuna laitteeseen lisättiin myös yrityksen logolla varustettu tarra, jolla pyritään saamaan yrityksen omalle laitteelle näkyvyyttä.



Kuva 14. laitteeseen lisätty ohjuritappi

## 6 LAITTEEN HYÖDYT JA HAITAT

Tässä luvussa erotellaan levityslaitteesta saadut hyödyt ja samalla aiheutuneet haitat. Laitteesta löytyy molempia, mutta saadun palautteen perusteella laitteesta löytyy enemmän positiivista kuin negatiivista sanottavaa. Laitteen haittoja pyritään vähentämään koko ajan, jolloin pyritään saamaan mahdollisimman käytännöllinen sekä hyödyllinen laite metsäteollisuuteen. Tämän vuoksi ollaan tiiviisti yhteydessä Metsäliiton edustajiin, jotta saadaan suurin hyöty irti. Levityslaitteesta ja energiapeitteestä on lähetetty Metsäliittoon useampia kyselyitä, joihin on saatu vastauksia. Näiden vastauksien avulla levityslaitteesta saadaan tehtyä paremmin käyttäjille soveltuva.

### 6.1 Laitteen hyödyt

Laitteen tarkoituksena on helpottaa metsäkoneurakoitsijoiden työskentelyä vaikeissa olosuhteissa, joissa voi olla vaikeaa liikkua. Laitteen avulla voidaan levittää hake- ja rankakasojen päälle peite helpommin kuin käsivoimin. Tässä säästetään samalla aikaa ja lisäksi se on turvallisempi vaihtoehto. Laitteen avulla voidaan välttyä vakavilta seuraamuksilta työmaalla. Levityslaite on melko kevyt ja sitä on helppo käsitellä. Energiapeiterullien vaihto laitteeseen käy helposti ja sen pystyy suorittamaan yksinkin sen keveyden ansiosta. Tämä mahdollistaa sen, että voidaan työskennellä myös itsenäisesti. Laitteen avulla pystytään kasaamaan leveämpiä kasoja kuin ennen. Nykyisin on mahdollista kasata lähes kuusi metriä leveitä kasoja kuin ennen levityslaitetta kasojen maksimileveydet olivat vain noin 3-5 metriä. Laitteesta ei koidu luonnolle minkäänlaista harmia, sillä siinä käytettävä energiapeite ja peitteen hylsy voidaan hakettaa yhdessä energiapuun kanssa.

### 6.2 Laitteen haitat

Laitteen haitaksi voidaan mainita hinta, joka tosin maksaa itsensä äkkiä takaisin ajankulutuksessaan. Lisäksi laitetta joudutaan kuljettamaan metsäkoneen lavetilla suuren kokonsa puolesta. Laitetta on melko hankala hallita metsäkoneen kouralla ylälmoissa tuulisella ilmalla eikä peitteen katkaisuun ole keksitty tarvittavaa työkalua, jolloin joudutaan nousemaan koneen hytistä ja käyttämään esimerkiksi saksia tai puukkoa peitteen katkaisemiseksi. Laitteen pituudesta on tullut sanomista, koska se ei mahdu kovinkaan hyvin kuljetuslavetille, jolloin virkavalta saattaa puuttua asiaan. Palautteen mukaan laitteessa olevat tappilukitukset eivät kestä käytössä tulevia kolhuja, joten tähän pyritään keksimään parempi ratkaisu.



## 7 TULEVAISUUDEN SUUNNITELMAT

### 7.1 Laitteen kehittäminen

Tulevaisuudessa laitetta pyritään kehittämään sellaiseksi, että se sopii urakoitsijoille yhä paremmin. Tavoitteena on saavuttaa Suomessa yhä useampi metsäkoneurakoitsija käyttämään kyseistä laitetta.

Energiapeiterullien lukitusmenetelmästä on tullut sanomista, etteivät ne kestä kolhuja laitteen osuessa väärin paikkoihin maastossa. Tähän pyritään keksimään kaikkia miellyttävä ratkaisu. Myös laitteen koosta on tullut palautetta. Urakoitsijat kertovat laitteen olevan liian pitkä kuljetukseen, sillä se tulee liian pitkälle lavetista Suomen lain mukaan. Tällöin virkavalta saattaa puuttua asiaan.

Laitetta pyritään pienentämään mahdollisuuksien mukaan, mutta siinä tapauksessa jotkut ominaisuudet heikkenevät, kuten peittoleveys. Pohdimme myös ratkaisua, missä rullien akselitapit hitsattaisiin kiinteiksi ulompiin peitteiden kiinnityspäihin, jolloin voitaisiin luopua laitteen ulkoreunassa olevista lukitusmenetelmistä. Tällöin lukot olisivat ikään kuin laitteen sisäpuolella ja ne eivät joutuisi törmätessään kosketuksiin minkään kanssa, joka voisi ne särkeä. Lisäksi mietimme myös ulompien kiinnihitsattavien akselitappien pidentämistä, jolloin rulla olisi paremmin tuettu. Ongelmaksi saattaa kuitenkin tulla rullan toimiminen oikeassa asennossa, jos akselitapista tehdään liian pitkä. Uusimmissa neuvonpidoissa mietittiin mahdollisuutta kääntää lukitustapin kosketuspinta levityslaitteen jalan sisään, jolloin lukitussysteemi olisi suojassa kolhuilta ja saattaisi kestää myös paremmin.

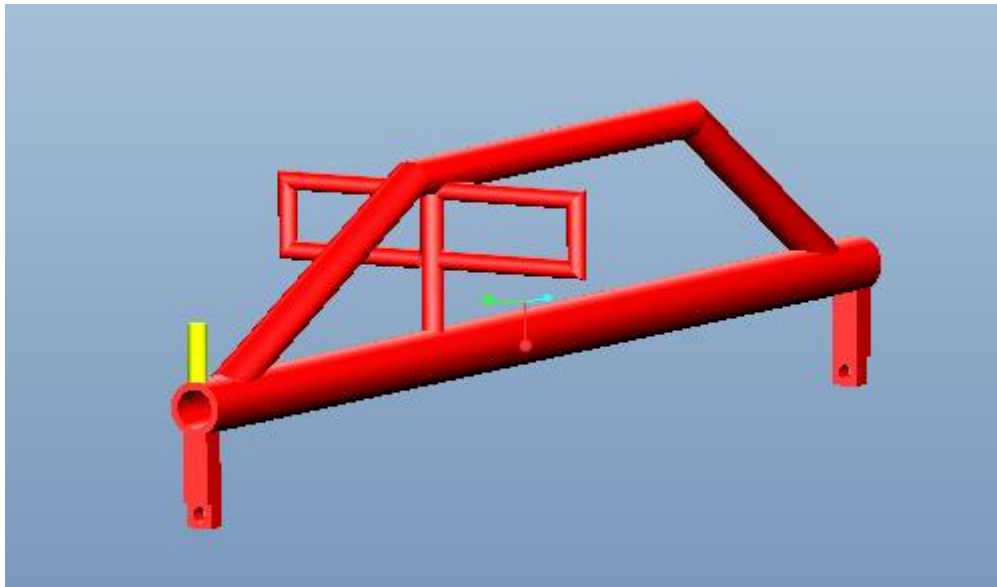
### 7.2 Uusi pienempi prototyyppi

Metsäkoneurakoitsijoilta tuli toive, jossa pyydettiin miettimään pienempää levityslaitetta. Tähän mainittiin ominaisuuksiksi vain yksi rulla ja pituutta saisi olla vain sen verran, että laitetta voisi kuljettaa metsäkoneen lavetilla. Tästä kehitelimme pienemmän version nykyisestä laitteesta.

Laitteen kokonaispituudeksi tuli 3340 mm, joka tarkoittaa, että kyseinen laite on lähestulkoon puolet lyhyempi kuin aiempi ja samalla myös kevyempi. Lukitussysteemi pidettiin toistaiseksi ainakin samana, tähän kuitenkin pyritään tekemään muutoksia. Väri pidetään punaisena ellei siihen keksitä parempaa vaihtoehtoa. Kyseinen levityslaite on edeltäjäänsä parempi siinä mielessä, että tätä pystytään kuljettamaan paljon paremmin lavetilla ja se on kevyempi käsiteltävä pienuutensa vuoksi. Tämän lisäksi laite suunniteltiin niin, että kokoonpanossa pystytään käyttämään isomman laitteen osia.

Vaikka JL-Tuotteet Oy aikoo alkaa valmistaa pienempiä laitteita, on myös isompi levityslaitte tarkoitus pitää mukana kuvioissa. Pienemmästä laitteesta ei vielä ole käyttökokemuksia, koska se on vielä suunnitteluasteella, eikä laitetta ole päästy tosielämässä vielä testaamaan. Testauksen avulla pystytään tekemään ratkaisuja siihen, minkälainen pienemmästä levityslaitteesta lopulta tulee.

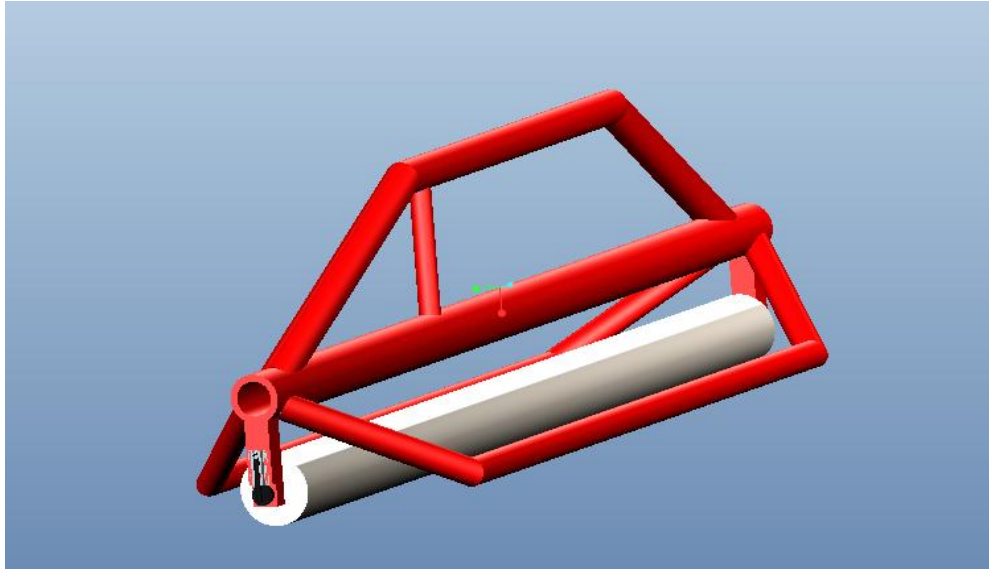
### 7.2.1 Ensimmäinen versio



Kuva 15. ensimmäinen versio pienemmästä levityslaitteesta

Laite on lähestulkoon samanlainen kuin isompikin viimeisin levityslaitte, mutta eroavaisuutena löytyy se, että rullia on vain yksi laitteessa ja se on asetettu suoraan keskelle. Isommassa laitteessa on kaksi rullaa 90 asteen kulmassa.

### 7.2.2 Toinen versio



Kuva 16. toinen versio pienemmästä levityslaitteesta

Laite on päällisin puolin melko samanlainen kuin aiemmin kehitelty isompi versio mutta joitakin eroavaisuuksia löytyy. Esimerkiksi rullia on tässä laitteessa vain yksi ja alkuperäisessä laitteessa olleet kaatumaraudat haluttiin takaisin tasapainottamaan laitetta. Toisaalta nämä kaatumaraudat jäivät risuihin kiinni, jolloin ensimmäinen versio voisi tulla kyseeseen.

Tässä mainitaan vain kaksi erilaista versiota pienemmästä levityslaitteesta. Laitetta kehitetään ja suunnitellaan koko ajan lisää, joten lopullista muotoa on mahdoton vielä tässä vaiheessa sanoa. On myös mahdollista, että edellä mainittuja versioita saatetaan jopa yhdistää, jos sen todetaan olevan tarpeellista.

## 8 LOPPUPÄÄTELMÄT

Levityslaite muuttui projektin kuluessa melko paljon alkuperäisestä ja laitteeseen saatiin kehitettyä monia uusia ominaisuuksia. Rungon materiaali vaihtui, jonka ansiosta siitä saatiin modernimman näköinen ja helppokäyttöisempi. Palautteesta päätellen lopputulokseen ollaan oltu melko tyytyväisiä ja JL- Tuotteet Oy pyrkii parantamaan laitetta mahdollisuuksien mukaan.

Lisäksi tulevalle keväälle on suunniteltu pienemmän laitteen prototyypin valmistamista, jotta laitetta voitaisiin testata ennen levityskauden alkua. Tämän testin avulla saataisiin selville laitteessa olevia epäkohtia ja pystyttäisiin korjaamaan mahdolliset ongelmat ennen kuin laitetta ruvetaan valmistamaan sarjatuotantona.

Myös PS-energiapitteen testaamista jatketaan edelleen Itä-Suomen yliopistolla, mistä saadaan tietyin väliajoin mahdollisia lisätietoja peitteen ominaisuuksista. Täten peitettäkin pystytään kehittämään paremmaksi ja näin ollen palvelemaan asiakaskuntaa paremmin.

### 8.1 Kiitossanat

Tahdon lopuksi vielä kiittää JL-Tuotteet Oy:n edustajia mahdollisuudesta suunnitella kyseinen laite, jonka avulla pystyin soveltamaan opiskelujeni aikana oppimiani taitoja suunnittelutyössä. Olen itse oppinut työn aikana, että suunnittelu on pitkäjänteistä työtä ja se vaatii keskittymistä sekä perehtymistä tehtävään työhön.

Tahdon myös kiittää kokeiluissa mukana olleita metsäkoneurakoitsijoita, joiden avulla kyseisen levityslaitteen suunnittelu oli mahdollista. Laitteen suunnittelusta sai paljon enemmän irti, kun mukana oli käytännön kokeilua, jolloin nähdään laitteesta tiettyjä ominaisuuksia.

Kiitän myös Vesa Lahtista, joka on valmistanut levityslaitteita yhteistyössä JL-Tuotteiden kanssa sekä ollut mukana suunnitteluryhmässä.

Eritiskiitos Markku Mäkelälle, joka laitteen suunnittelun pisti aikoinaan aluilleen ja on hoitanut konsultointia JL-Tuotteille koko suunnittelun ajan. Markun muistiinpanoista oli suuri apu kasattaessa kyseistä opinnäytetyötä.

## 9 LÄHTEET

Lyytikäinen Jorma 2012- 2013: JL- Tuotteet, Toimitusjohtaja

Metsähallitus 2013. Viitattu 31.1.2013.  
[www.metsa.fi](http://www.metsa.fi)

Metsäkeskus 2013. Viitattu 31.1.2013.  
[www.metsakeskus.fi](http://www.metsakeskus.fi)

MTK 2013. Viitattu 31.1.2013.  
[www.mtk.fi](http://www.mtk.fi)

Mäkelä Markku 2012- 2013: JL-Tuotteet, Konsultointi;  
muistiinpanot ja merkinnät

Yrityksen nettisivut 2012- 2013. Viitattu 31.1.2013.  
[www.jl-tuotteet.fi](http://www.jl-tuotteet.fi)

10 LIITTEET

Liite 1

