

# **MOBILISOITU PILKKEEN VALMISTUSYKSIKÖ**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö  
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Mustiala, 10.05.2013

Antti Pitkääkoski

Mustiala  
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma  
Maatilatalous

---

<b>Tekijä</b>	Antti Pitkäkös	<b>Vuosi</b> 2013
<b>Työn nimi</b>	Mobilisoitu pilkkeen valmistusyksikkö	

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on muodostaa koneketju, jolla tehostetaan pilkkeen valmistusurakointia omassa koneurakointia harjoittavassa yrityksessäni. Työssä on tarkoitus ketjuttaa olemassa olevia tehdasvalmisteisia puunkäsittely- ja työstölaitteita sekä valmistaa omatoimisesti pilkekoneeseen kytkettävä hinattava syöttöpöytä.

Keväisin yksi urakointityö on polttopuiden eli pilkkeen valmistaminen asiakkaille. Asiakkaan vaihtuvat ja heillä pilkottavien puiden määrä vaihtelee muutamista kuutioista satoihin kuutioihin. Opinnäytetyön tarkoituksena on valmistaa koneketju, jossa on yhdistettynä kaikki pilkkeentekoon työmaalla tarvittavat koneet yhtenä hinattavana ketjuna. Koneketjun muodostaminen on tarpeellinen, sillä muutaman puukuution työmaille siirtymiseen saattaa kulua moninkertainen aika verrattuna työn suorittamiseen. Työn päätarkoitus on tehostaa koneiden kuljetuslogistiikkaa sekä nopeuttaa pilkkeen valmistumista m<sup>3</sup>/h. Opinnäytetyön teoriaosassa tutkitaan pilkkeen valmistusta ja kulutusta Suomessa.

Koneketjun suunnittelu alkoi paperiluonnoksilla hinattavan syöttöpöydän rakentamisesta. Syöttöpöydän tuli olla hinattavaa mallia ja rakenteeltaan yksinkertainen mutta kestävä. Syöttöpöydän ensimmäisen version valmistuttua sitä koekäytettiin ja samalla saatiin käyttökokemuksia ja kehitysideoita.

Koneketjun muodostaminen nopeutti huomattavasti työmaiden välillä tapahtuvaa liikkumista. Syöttöpöydän helppo liikuteltavuus ja sen kulkeutuminen työmaille tehosti pilkkeen valmistusta siten, että kuutiotuotos tunnissa nousi yli kaksinkertaiseksi. Aikaisemmin kohteet, joissa oli isompia, tukkikokoluokan puita, olivat työläitä ja hitaita sekä vaativat fyysistä ponnistelua. Hankalammat kohteet muuttuivat nyt yhtä helpoiksi syöttöpöydän ansiosta. Tapauksissa, joissa työ ei vaadi puiden siirtämistä pilkontapaikalle tai sieltä pois, selvittiin yhden henkilön työpanoksella. Työ oli jatkuvaa ja pöydän täyttäminen ei hidastanut tuotosta. Kohteissa, joissa puita jouduttiin siirtämään paikasta toiseen, todettiin vaadittavan edelleen toisen henkilön ja traktorin panos.

**Avainsanat** pilkkeen valmistus, klapi, koneketju  
**Sivut** 23 s. + liitteet 1 s.

Mustiala  
Degree programme in Agriculture and Rural Industries  
Agriculture Option

---

<b>Author</b>	Antti Pitkäkoski	<b>Year</b> 2013
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Mobilized firewood manufacturing unit	

---

The main idea of this thesis is to create a machine combination to intensify the making of firewood contracting in my own machine contracting company. In this project my goal is to chain factory made machines and make my own attachable feeding table to the firewood machine.

In the spring one of the most important jobs is to make firewood to my clients. Clients variety and they all have different needs about which kind of firewood they want. The meaning of this thesis is to make a machine combination so that all the machines that I need can be moved at once. The machine combination is very necessary because the transporting time can be multiple compared to the time that you make the firewood. The main problem to solve is the logistics and faster making of firewood. The theory part of this thesis contains information about making and consumption of firewood in Finland.

The planning of this machine combination started with sketches on paper to build this trailed feeding table. It had to be trailed and very simple but tough. I made the first version of the feeding table and tested it and got experience and developing ideas.

The forming of this machine combination made the transporting much faster. The easiness of transporting this trailed feeding table doubled the effort of making the firewood per hour. Earlier big logs made this job very hard and demanded a lot of physical efforts but now it is easier thanks to the feeding table. The places where you don't have to move logs to the place where you split them it could be done by one person. The making was still continuous and efficient. But when you had to move logs to the split station you would still need two persons to do this fast and efficient.

**Keywords** firewood, machine combination, machine contracting

**Pages** 23 p. + appendices 1 p.

## SISÄLLYS

JOHDANTO.....	1
1 YRITYKSEN ESITTELY .....	2
2 PILKKEEN VALMISTUS SUOMESSA .....	2
2.1 Käyttömäärät .....	2
2.2 Pilkkeen laatuvaatimukset.....	3
2.3 Pilkkeen valmistusmenetelmät.....	3
3 LAITEKOKONAISUUDEN SUUNNITTELU .....	5
3.1 Käytössä olevat koneet.....	5
3.2 Koneiden yhdistäminen ketjuksi .....	5
3.3 Hinattavan syöttöpöydän rakentaminen .....	6
4 HINATTAVA SYÖTTÖPÖYTÄ.....	6
4.1 Rakentamisen aloittaminen ja vaadittavat ominaisuudet .....	6
4.2 Materiaalien hankinta .....	7
4.3 Kuormatila.....	8
4.4 Akselit ja renkaat.....	10
4.5 Hydrauliikka.....	12
4.6 Valot.....	12
4.7 Vetoaisa.....	12
4.8 Vetokoukun suunnittelu ja asennus pilkekoneeseen .....	14
4.9 Valojen sähköjärjestelmä pilkekoneeseen.....	15
4.10 Syöttöpöydän maalaaminen .....	16
5 MOBILISOITU PILKKEEN VALMISTUSYKSIKKÖ.....	17
5.1 Koneketjun kuljetuskuntoon laittaminen.....	17
5.2 Koneketjun käyttökuntoon laittaminen .....	19
6 KONEEN KÄYTTÖÖNOTTO JA TOIMINTA KÄYTÄNNÖSSÄ.....	20
7 KUSTANNUKSET .....	21
8 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	21
LÄHTEET .....	23

## JOHDANTO

Yleinen energian kallistuminen on saanut ihmiset ajattelemaan uudelleen lämmitysvaihtoehtoja, halvan öljyn ja sähkön ajan loputtua. Ihminen on jo vuosituhannet lämmittänyt asuinsijansa ja ruokansa palavalla puulla. Muutamana vuosikymmenenä kestänyt halvan energian aika sai ihmiset luopumaan suhteellisen työllistävästä puuenergian käytöstä. Vuosituhannen vaihtumisen jälkeen alkanut energian kallistuminen ja vihreiden arvojen trendikkyys on johtanut siihen, että perusenergiamuodot öljy ja sähkö ovat kallistuneen siten, että perinteinen puun polttaminen on nostanut jälleen suosiotaan.

Suomessa suurin osa metsäpinta-alasta on yksityisten henkilöiden omistamaa ja suurin osa Suomen pinta-alasta onkin metsää. Suuresta metsäalasta johtuen tarjolla on runsaasti polttoon, eli energiantuotantoon soveltuvaa puuta. Isojen hakelaitosten yleistymisen myötä ja poliittisen myötävaikutuksen ansiosta puusta on tullut arvokas energiamuoto. Suuressa osassa Suomessa olevista omakotitaloista ja varsinkin vapaa-ajan asunnoista on tulisija, jossa poltetaan puuta. Puuta saadaan metsästä, mutta ennen kuin puu voidaan laittaa tulisijaan, tulee se käsitellä sopivaan muotoon, jotta se kuivaisi ja olisi kooltaan tulisijaan sopivaa.

Tämän työn tarkoitus on muodostaa koneketju, jonka avulla pilkettä valmistava yrittäjä voi tehostaa toimintaansa kiertäessään valmistamassa pilkettä asiakkailleen.

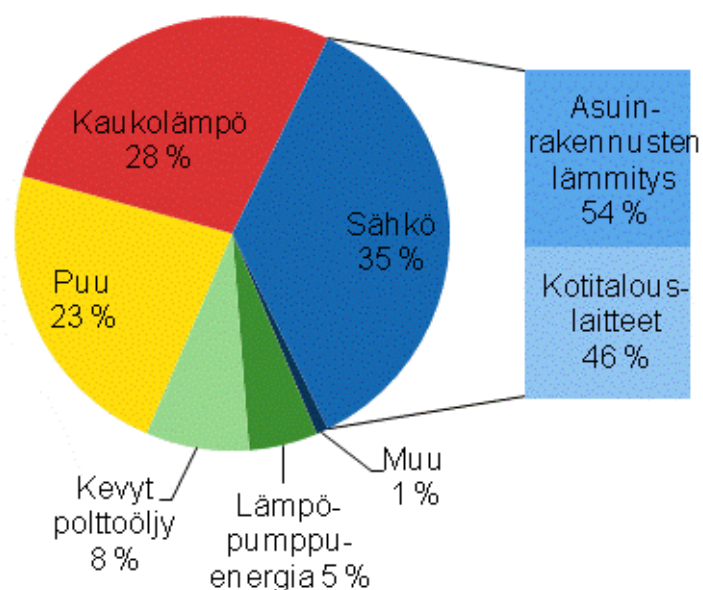
## 1 YRITYKSEN ESITTELY

Antin koneurakointi on vuonna 2009 perustettu yritys, jonka päätoimialana on maanrakennus-, maatalous- ja metsäurakointi. Yritys on kasvanut perustamisvuodestaan nopealla tahdilla ja alkujaan henkilötyöpanosta tarjonnut yritys on kasvanut monipuolisen kaluston omaavaksi täyspäiväiseksi koneurakointia tarjoavaksi toimijaksi. Yritys on investoinut voimakkaasti kalustoon ja panostanut laatuun ja tehokkuuteen. Toimintaperiaatteisiin kuuluu, että yritetään keskittyä töihin, joissa tarjontaa on vähän. Yrityksen ajatuksena on olla kehityksen kärkijoukoissa niin kalustossa kuin tarjottavissa töissä.

## 2 PILKKEEN VALMISTUS SUOMESSA

### 2.1 Käyttömäärät

Pilkettä käytetään Metsäntutkimuslaitoksen tilastojen (2007) mukaan Suomessa vuosittain noin 6,1 miljoonaa kiintokuutiota. Käytettävästä puusta lehtipuita oli 2,86 miljoonaa kiintokuutiota ja jätettä 0,98 miljoonaa kiintokuutiota. Pientalojen lämmitykseen käytetystä puusta yli puolet hankittiin omasta metsästä. Neljännes lämmitykseen käytetystä puusta hankittiin muuten omatoimisesti, kuten ilmaiseksi saaduista hakkuutähteistä sekä rakennustähteistä. Ostopuuta käytettiin 1,1 miljoonaa kiintokuutiota. Käytetystä puusta 4,4 miljoonaa kiintokuutiota käytettiin asuinrakennusten lämmittämiseen ja 1,2 miljoonaa kiintokuutiota saunan lämmitykseen ja maatalojen talousrakennusten lämmitykseen sekä muuhun käyttöön 0,5 miljoonaa kiintokuutiota (Kuva 1).



Kuva 1. Ryhmä Muu sisältää seuraavat energialähteet: maakaasu 0,6 %, turve 0,2 %, raskas polttoöljy 0,1 % ja hiili 0,01 % asumisen energiankulutuksesta.

Kahdella kolmasosalla maataloista ja vapaa-ajan asunnoista puu on pääsääntöinen lämmönlähde. Kiinteistöistä 38 %:lla puu on päälämmitystapa. Viidennes omakotitaloista ei käytä puuta lainkaan. Maataloilla käytetään kolmasosa poltetusta puusta vähäisestä maatalojen lukumäärästä huolimatta. Lisälämmönlähteenä puuta käytetään noin 60 %:lla omakotitaloista. Keskimääräisesti lisälämpönä puuta käyttävät kuluttavat vuodessa alle 2 kiintokuutiota ja 2-4 kiintokuutiometriä käytti enää viidesosa kiinteistöistä. (Tilastokeskus 2011; Erkkilä & Alakangas, VTT 2008).

### 2.2 Pilkkeen laatuvaatimukset

Pilkkeen tärkein laadullinen tekijä on kosteus. Puun kosteusprosentti määrittelee paljonko sen sisältämästä energiasta saadaan hyödynnettyä energiaa. Tuoreen puun kosteus on normaalisti 45–55 %. Pilkkeen sopiva kosteus on 15–20 %. Kaikki Suomessa kasvavat puulajit sopivat polttopuiksi. Puulajien ominaisuuksissa on eroja ja siten niiden käyttökohteet eroavat toisistaan. Havupuiden räiskintä tulee ottaa huomioon poltettaessa niitä avotakassa. Koivu on lämpöarvoltaan parasta korkean ominaistiheydensä ansiosta. Jatkuvalämmitteisiin tulisijoihin kuten savusaunoihin, avotakoihin ja helloihin sopii hyvin leppä, jonka lämpöarvo on matalampi. Tulisijoissa käytettävän puun voi jakaa kahteen kategoriaan, jotka ovat pilke ja halko. Pilke on 20-50cm pitkiä ja halkaistuja puun kappaleita. Halko on 50-100cm pitkiä halkaistuja puun kappaleita. Pilkettä käytetään pienemmissä tulisijoissa, kun halkoja käytetään isommissa tulisijoissa kuten keskuksilämmityskattiloissa. (Erkkilä & Alakangas, VTT 2008)

### 2.3 Pilkkeen valmistusmenetelmät

Pilkkeen valmistukseen on markkinoilla monipuolisesti erilaisia vaihtoehtoja. Laittevalmistajia on useita ja laitteita on pienistä kotitarvekoneista täyspäiväiseen urakointikäyttöön tarkoitettuihin lähes teollisuuslaitoksiin. Perinteisin menetelmä pilkkeen valmistukseen on kaadetun ja karsitun puun katkominen sopivan mittaisiksi kappaleiksi. Katkomisen jälkeen puut halkaistaan kirveellä tai vastaavalla halkaisevalla työkalulla. Halkaisun jälkeen puut pinotaan kuivumaan mielellään sydänpuoli ylöspäin. Puiden pilkkomisen tarkoituksena on saada puu kuivumaan ja saada se sopivan kokoiseksi käyttöä varten. (Erkkilä & Alakangas, VTT 2008)

Puun käytön lisääntyminen ja yleinen elintason nousu ovat vauhdittaneet erilaisten polttopuiden pilkontaan tarkoitettujen laitteiden myyntiä. Yhä useammalla käyttäjällä on omatoimiseen pilkkeen valmistukseen tarkoitettu kone. Koneita on pienistä sähkökäyttöisistä halkaisukoneista usean koneen muodostamaan koneketjuun. Yleisimmät käytössä olevat pilkekoneet poikkeavat vähän toisistaan ja kaikilla on kolme yhtäläistä ominaisuutta. Ne katkaisevat, halkaisevat ja siirtävät puun kuljettimella. Puun katkaisu tehdään joko giljotiiniterällä, joka puristaa puun poikki samalla halkaisten

sen. Toinen vaihtoehto on käyttää sahakatkaisua, jossa moottorisahan kaltainen ketju katkaisee puun. Kolmas vaihtoehto puun katkaisuun on pyörivä sirkkelinterä, joka katkaisee puun. Saha- ja sirkkelikatkaisulla varustetuissa koneissa on erillinen hydraulikalla toimiva halkaisumekanismi joka halkaisee puun. Puu halkaistaan työntämällä katkaistu kappale hydraulisylinterillä terää vasten, joka halkaisee puun. Yleisesti käytetään neljään osaan halkaisevaa terää, mutta markkinoilla on myös 6,8 ja 12 osaan halkaisevia teriä. (Erkkilä & Alakangas, VTT 2008)

Puiden pilkkomisen jälkeen ne varastoidaan kuivumaan ja odottamaan käyttöä. Kuivumiseen vaikuttaa puulaji, läpimitta, valmistustapa ja kuivauspaikan olosuhteet. Kuivauspaikan tulee olla sellainen että ilma pääsee kiertämään vapaasti ja kosteus haihtumaan pois puista. Puiden varastointiin on erilaisia vaihtoehtoja. Yleisimmät käytössä olevat tavat on varastoida puut käsintehtyihin pinoihin tai erilaisiin pilkkeen varastointiin tarkoitettuihin säkkeihin. Kotitarvepuut tehdään myös usein kasoihin, joista ne kuivumisen jälkeen siirretään varastotilaan pinoihin. Pilkkeen valmistusajankohta on keväällä. Ennen toukokuun loppua tehdyt puut ehtivät olosuhteiden salliessa kuivua polttokuiviksi. Puun koko ja laji vaikuttavat kuivumisaikaan. (Erkkilä & Alakangas, VTT 2008)



### 3 LAITEKOKONAISUUDEN SUUNNITTELU

#### 3.1 Käytössä olevat koneet

Yrityksellä on käytössään monenlaisia pilkkeen valmistukseen tarkoitettuja työkoneita. Yhdistelmäkoneita, eli sellaisia jotka katkovat, halkaisevat ja kuljettavat valmiin pilkkeen on kaksi. Vanhempi kone on malliltaan Klapituiko. Toimintaperiaatteena on, että jatkuvasti pyörivään giljotiiniin syötetään käsin alle 20 cm halkaisijaltaan olevaa puuta. Terävä giljotiinin kärki halkaisee puun ja samalla katkaisee sen hyödyntäen pyörivän terän liikettä sekä kiinteää vastaterää. Edellä mainittujen toimien jälkeen kuljetin kuljettaa valmiin pilkkeen, joka putoaa joko maahan tai alla olevaan säkkiin tai vastaavaan. Koneen hyviä puolia on nopeus ja yksinkertaisuus. Haittapuolena voidaan pitää maksimissaan 20 cm halkaisijaltaan olevaa puuta, sillä harvoin valmistettavassa erässä on kaikki puut alle edellä mainitun halkaisijan. Lisäksi koneen mekaaninen giljotiiniterä, joka puristamalla katkaisee puun, saattaa ns. lyödä puun syöttäjää käsille, jolloin työtaturman vaara on ilmeinen.

Toisena koneena on nykyaikainen laippakatkaisulla ja hydraulisella halkaisulla varustettu Palax ks35ergo yhdistelmäkone. Palax pystyy käsittelemään 35 cm halkaisijaltaan olevia puita. Sen toiminta on osittain automatisoitu siten että käyttäjän katkaistua puun kone automaattisesti halkaisee sen ja siirtää kuljettimelle. Palax on käyttäjäystävällisempi ja työturvallisempi kone sekä soveltuu paremmin vaihtelevan kokoisten puiden työstämiseen.

Lisäksi käytössä on Hakki-pilke halkomakone, jolla saa halottua maksimissaan metrin mittaisia puunkappaleita kahteen tai neljään osaan. Laitteen pääasiallinen käyttötarkoitus on sellaisten puiden halkominen, jotka eivät kokonsa puolesta mahdu yhdistelmäkoneisiin.

Puiden siirtoon ja nosteluun on traktorin tuppisovitteisiin kytkettävä Nokan valmistama puutavarakuormain. Puutavarakuormaimen asentaminen traktoriin ei estä traktorin kolmipistenostolaitteiden käyttöä.

#### 3.2 Koneiden yhdistäminen ketjuksi

Tarkoituksena on rakentaa yhtenä kokonaisuutena liikuteltava koneketju, jossa kulkee mukana traktori, puutavarakuormaja, pilkekone, syöttöpöytä sekä kaikki tarvikkeet, joita tarvitaan siirryttäessä pilkkeentekopaikalta toiselle (Kuva 2). Ketjun alkupää eli traktori, puutavarakuormaja ja pilkekone on jo nykyisellään mahdollista liikutella kerralla, mutta syöttöpöytä joudutaan kuljettamaan erikseen. Pilkekoneeseen tulee siis rakentaa vetolaite, johon syöttöpöytä voidaan kiinnittää. Markkinoilla ei ole yhtään tehdasvalmisteista hinattavaa syöttöpöytää, joten se joudutaan rakentamaan omatoimisesti.



Kuva 2. Monta erillistä konetta vaativa pilkkeen valmistusketju

### 3.3 Hinattavan syöttöpöydän rakentaminen

Rakenteeltaan syöttöpöydästä pyrittiin tekemään mahdollisimman kevyt-rakenteista ja yksinkertaista, mutta kuitenkin sellaista, joka kestää puuta-varakuormaajalla käsittelyä sekä raskaiden puiden painon. Yleinen käytös-sä oleva raakapuun mitta on n. 3 metriä, mutta usein joukossa on myös se-kä lyhyempiä että pidempiä puita. Syöttöpöytä ei voi olla niin leveä, että sen hinaaminen liikenteessä aiheutuisi vaaratilanteita. Syöttöpöytää on ky-ettävä myös hinaamaan erikseen, joten kiinnitysratkaisun tulee olla yleis-mallinen. Rakenteen tulee olla yksinkertainen ja ilman mitään erikoisia teknisiä ratkaisuita, jotteivät syöttöpöydän valmistuskulut nouse liian kor-keiksi. Kuljetuskuntoon ja käyttökuntoon laitossa voidaan hyödyntää puu-tavarakuormaajaa, joka mahdollistaa yksinkertaisen rakenteen.

## 4 HINATTAVA SYÖTTÖPÖYTÄ

Syöttöpöydän tarkoitus on, että sen päälle nostellaan tietty määrä puutava-  
raa, joka sitten osittain oman painonsa avulla liukuu kohden apurullia, joi-  
den päältä pilkekoneen hihnakuljetin kuljettaa puun pilkekoneen käsiteltä-  
väksi.

### 4.1 Rakentamisen aloittaminen ja vaadittavat ominaisuudet

Ennen käytännön töihin ryhtymistä aloitin työn tekemällä paperille luon-  
noksia syöttöpöydän rakenteesta. Apuna suunnittelussa käytin markkinoil-  
la olevien kiinteiden syöttöpöytien rakenteita ja mittasuhteita. Suunnitte-  
lun pääkohdat olivat seuraavat: syöttöpöytää voi täyttää puutavarakuor-

maajalla ylhäältäpäin sekä trukkihaarukalla tai vastaavalla takaapäin. Rakenteen on oltava niin kestävä, että pöytää voi nostella ja siirrellä koneellisesti tyhjänä ollessa. Kuormankantokykyä tulee olla siten että pöytä kestää kymmenen pinokuution painon. Pöydän paino jaetaan neljälle tukijalalle, joista etummaisesta ovat 10 cm takimmaisista lyhyemmät, jolloin puut valuvat painovoiman avulla kohti apurullia. Pöydän etuosaan tulee kaksi apurullaa, joiden päälle käsiteltävä puu putoaa pöydältä.

### 4.2 Materiaalien hankinta

Luonnosten jälkeen siirryin pajalle, missä aloin tutkia mitä materiaalia nurkista löytyisi pöydän rakentamiseen. Hyviksi aihioiksi totesin kuorma-auton jalkalavan tukijalat (Kuva 3).



Kuva 3. Kuorma-auton jalkalavan jalka uusiokäytössä.

Tukijalat olin aiemmin hankkinut romuliikkeestä rakentaessani metsäpe rävaunuun jalkalavaa. Nyt jaloille löytyi parempi sijoituskohde, kun totesin niistä saatavan varsin tukevat aihiot syöttöpöydän runkoon. Edellisistä projekteista oli jäänyt myös 100mm x 5mm rhs-putkea, joka oli sisähalkaisijaltaan juuri sopivaa tukijaloille. Lisäksi varastossa oli myös 50 mm x 50 mm x 5 mm rhs-putkea josta sai tehtyä tukirakenteita (Kuva 4).



Kuva 4. Tukirakenteissa käytettyä 50\*50\*5 rhs-putkea

Rakenne on yksinkertainen kaksipalkkirunkoinen, jossa puu on kahden tukipisteen varassa. Puutavaraa voidaan nostella syöttöpöydälle koneellisesti joko puutavarakuormajalla, nostohaarukalla tai vastaavalla kuormaimen apulaitteella. Rakenteessa ei ole liikkuvia osia lukuun ottamatta apurullia, joiden päälle puu putoaa ja pilkekoneen syöttöhihna vetää puun pilkekoneen käsiteltäväksi.

### 4.3 Kuormatila

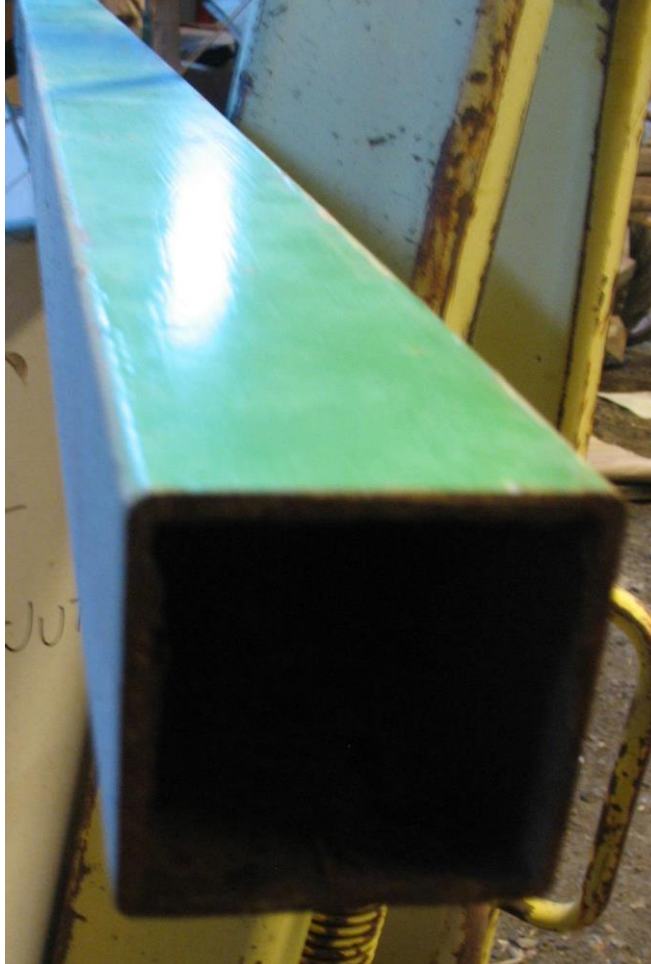
Kuormatilan toteutus ei suuria suunnitelmia vaatinut. Etuosassa olevat apurullat ja niiden sijoittaminen korkeussuunnassa olivat ainoa mittauksia ja piirtämistä vaativa kohde (Kuva 5).





Kuva 5. Veneen kölirullista tuli syöttöpöydän apurullat.

Takapäähän tulevat pystykarikat suunniteltiin olemassa olevasta 70\*70\*4 metalliputkesta. Niiden avulla kuormatilan pituus ja korkeus saataisiin kasvamaan (Kuva 6).



Kuva 6. Kuormatilan takaosan pystykarikoihin käytetty putki.

Pilkekoneen syöttöhihnan korkeus maasta on noin 900 mm, joten apurullat tuli asentaa sellaiselle korkeudelle, että käyttäjän kevyesti painaessa rullien päällä olevaa puuta, alkaa hihna vetää puuta kohti konetta (Kuva 7). Asettelin pilkekoneen ja syöttöpöydän rungon oletettuihin asemiinsa ja tein testejä sopivasta apurullien korkeudesta. Sopivaksi korkeudeksi osoitautui 850 mm maasta. 50 mm kuljetinta matalammalla olevat rullat saivat aikaan sen että puun toinen pää oli automaattisesti kuljettimen päällä ja sitten lähti liikkeelle ilman apuvoimia (Kuva 8). Apurulliksi löysin paikallisesta varaosaliikkeestä venetrailerin kölirulliksi tarkoitetut rullat. Rullat ovat leveydeltään 300 mm ja niiden sisällä tulee 20mm vahva akseli. Rullien kiinnityksen toteutin hitsaamalla akselin päihin 12mm jatkomutterit, joista rullat kiinnitetään syöttöpöydän runkoon. Varsinaisen syöttöpöydän rungon etuosaan tein 200 mm pöydän poikkipalkkeja alemmas kaksi tukirautaa 50\*50\*5 rhs-putkesta. Ylempään tukeen on hitsattu 400mm pitkät 50x50x5 rhs-putket kohtisuoraa syöttöpöydän runkoon nähden. Näihin

pitkittäin oleviin rhs-putkiin on molempiin päihin hitsattu 50\*20\*5 rhs-putket korkeudeltaan 150mm, joissa on läpiporatut reiät 70mm korkeudella rullien kiinnittämistä varten.



Kuva 7. Apurullien kiinnitys.



Kuva 8. Syöttöpöytä koekäytössä.

#### 4.4 Akselit ja renkaat

Pitkällisen pohdinnan jälkeen päätin toteuttaa pyörävarustuksen tuppisovi-tetyyppisesti, kahden rhs-putken yhdistelmällä, jossa ulkohalkaisijaltaan

70 mm x 70 mm putki tuli sisähalkaisijaltaan 70 mm x 70 mm rhs-putken sisään. Molempiin palkkeihin työstettiin 20 mm reiät lukitustapeille. Sisempään putkeen hitsattiin akseli-napa yhdistelmä (Kuva 9). Valmiita akseli-napa yhdistelmiä oli saatavilla tarvikeliikkeistä. Varastossa on vanhoja henkilöauton renkaita vanteineen, josta saa pyörät pöytään



Kuva 9. Pyörä käyttöasennossa

Syöttöpöydän rungon valmistumisen jälkeen aloin tehdä hinausvarustusta. Työn aloitin katkaisemalla 70x70x5 rhs-putkesta kaksi 250 mm pitkä kappaletta. Vastakappaleiksi tuli 75x75x5 rhs-putken kappaleet jotka olivat pituudeltaan 150 mm. Hankin paikallisesta varaosaliikkeestä pyörännavat, joissa oli sopivasti 4 x 100 pulttijako, johon sopi suoraan olemassa olevat autonpyörät (Kuva 10). Kantavuutta navoille luvattiin 450kg/napa jonka totesin riittäväksi tyhjän pöydän painolle.



Kuva 10. Vanne kiinnitettynä pyörännapaan.



#### 4.5 Hydrauliikka

Suunnitteluvaiheessa oli ajatus, että syöttöpöytään asennetaan takimmaisena apurullan paikalle hydraulimoottori, joka auttaa puun siirtämisessä kohti pilkekonetta. Pilkekoneessa on valmius kytkeä valmistajan oma syöttöpöytä, jossa on hydraulimoottori. Lisähydrauliikka olisi siis ollut jo valmiina. Hydraulimoottorikin löytyi varastosta, kun kaivinkoneeseen oli takuulla vaihdettu uusi pyörittäjän moottori ja varastoon jääneessä oli vain tiivistevaurio. Työn edetessä kuitenkin hydraulimoottorin asennus jäi tekemättä, kun moottorin päähän ei löytynyt helposti sopivaa syöttötelaa. Suunnitteluvaiheessa oli myös ajatus toteuttaa syöttöpöydän vetoaisa ja kuljetuspyörien nosto/lasku hydraulisylinterillä, mutta siitä luovuin. Sopivaa mekanismia ei voinut toteuttaa ilman että kuormatilan täytön helppoudesta ei olisi jouduttu tinkimään. Lisäksi rakenne olisi ollut rikkoutumisherkkä kuormatilaa lastatessa sekä tilanteissa, joissa puu pääsee putoamaan tukirakenteiden välistä.

#### 4.6 Valot

Päätin asentaa valot syöttöpöytään, koska pilkekone saattaa tietyissä tilanteissa peittää traktorin valot ja yhdistelmällä tultaisiin liikkumaan usein yleisillä teillä. Valot toteutin tähän maalaamattomaan prototyyppiin magneettikiinnitteisellä perävaunun yleisvalosarjalla, jossa lamppuihin on yhdistetty parkki-, jarru- sekä suuntavalot (Kuva 11). Valojen kiinnitys tapahtui magneetin avulla pöydän runkoon, jolloin ne oli helppo irrottaa työn ajaksi. Valoille tulee tehdä hyvät suojakotelot valmiiseen versioon, jotta ne ovat suojassa iskuilta. Asensin syöttöpöydän runkoon kiinteästi hitaan ajoneuvon kolmion.



Kuva 11. Magneettikiinnitteiset takavalot.

#### 4.7 Vetoaisa

Vetoaisan suunnittelu oli työn haasteellisimpia vaiheita. Sen piti olla kestävä ja toimiva, mutta se ei saanut haitata pöydän käyttöä (Kuva 12). Yksi suunnitelma oli toteuttaa aisa kuorma-auton perävaunun aisasta, joita löytyi paikallisesta romu-liikkeestä.





Kuva 12. Vetoaisan suunnittelua.

Valmiin vetoaisan käyttö olisi kuitenkin vaatinut rungon rakenteen muuttamista, joten luovuin siitä. Valmiiden ratkaisujen puuttuessa päätin toteuttaa aisan rhs-putkesta. Varastossa oli vielä jäljellä 50x50x5 rhs-putkea, josta päätin aisan rakentaa. Aisan tuenta on otettu syöttöpöydän eturungosta ja se on tuettu sekä korkeus- että leveysuunnassa. Vetolaiteratkaisuksi päätin käyttää henkilöauton perävaunun vetolaitetta ja kuulaa. Vetolaitte sopi suoraan 50x50x5 rhs-putkeen ja niinpä kiinnitin vetolaitteen hitsaamalla aisaan (Kuva 13). Aisan mitoituksen tein siten, että pilkekoneen ollessa maassa vetolaitteen kytkettynä on myös syöttöpöydän etummaisat tukijalat maassa. Näin ei rasiteta pilkekoneen vetopistettä, vetoaisaa eikä syöttöpöydän runkoa turhaan konetta varastoidessa.



Kuva 13. Aisa hitsattuna

#### 4.8 Vetokoukun suunnittelu ja asennus pilkekoneeseen

Pilkekoneen rungossa oli keskellä tukirautarakenne, johon valmistaja oli ilmeisesti kaavaillut kiinnitettäväksi toisen mallisessa koneessa jotakin. Totesin rakenteen olevan riittävän kestävä, jotta siihen voisi kytkeä vetolaitteen kevyelle syöttöpöydälle (Kuva 14). Jälleen kerran varastoista löytyi sopivasti kuorma-auton vetolaitteeseen rakennettu 50 mm vetokuulalla varustettu rakennelma, jota päätin hyödyntää. Kaksi 12 mm reikää poraamalla ja pienellä plasmaleikkurilla leikkaamisen jälkeen sain vetolaitteen asennettua pilkekoneeseen (Kuva 15).



Kuva 14. Vetopisteen kiinnitys pilkekoneeseen



Kuva 15. Vetolaite ja aisa

#### 4.9 Valojen sähköjärjestelmä pilkekoneeseen

Kokemusten tuoman tarpeen myötä päätin asentaa myös pilkekoneeseen kaksi työvaloa, jotka antavat valoa sekä katkaisulaipalle että halkaisuterälle sekä toinen valo käyttövivuille ja syöttökuljettimelle (Kuva 16, 17).





Kuva 16. Syöttöhihnan työvalo asennettuna



Kuva 17. Työvalo halkaisukammiossa.

Kaikissa traktoreissani on jo olemassa 7-napainen pistoke, josta saa tarvittavan lisävirrän työvaloille tai muuhun tarpeeseen. Lisäksi asensin pilkekoneeseen asennetun vetolaitteen viereen valopistokkeen, jotta kytkettäessä syöttöpöytä pilkekoneen perään on valot helppo myös kytkeä. Pistokkeelta vedin 7-napaisen johdon, jonka toisessa päässä on koiraspistoke. Johto asetetaan traktorissa olevaan valopistokkeeseen. Kytketettäessä pilkekone traktorin perään kytketään siis myös kaksi sähköpistoketta.

#### 4.10 Syöttöpöydän maalaaminen

Koekäyttöjen jälkeen totesin rakenteen olevan sellainen, että tätä ensimmäistä versiota ei tulla radikaalisti muuttamaan. Päätin maalata syöttöpöydän yhdentääkseni sen ulkoasun muuhun kalustoon, sekä saadakseni pöydästä siistin näköisen. Väreiksi tuli muun kaluston värikartan mukaan punainen ja musta. Pöydän runko on mustaa ja käytössä varottavat sekä puiden kanssa kosketuksissa olevat osat punaista (Kuva 18).



Kuva 18. Syöttöpöytä maalauksessa

## 5 MOBILISOITU PILKKEEN VALMISTUSYKSIKÖ

Työn tavoitteena oli toteuttaa kerralla liikuteltava koneketju, joka mahdollistaa tehokkaamman ja tuottavamman pilkkeen valmistuksen. Tavoite oli hyödyntää mahdollisimman paljon olemassa olevaa kalustoa ja tarvittavat lisävarusteet tehdä itse. Itse valmistettavan syöttöpöydän prototyypissä pyrittiin käyttämään varastosta löytyviä materiaaleja tai sitten muita hankintahinnaltaan edullisia materiaaleja.

### 5.1 Koneketjun kuljetuskuntoon laittaminen

Mobilisoitu pilkkeen valmistusyksikkö koostuu traktorista, siihen kytketystä puutavarakuormaajasta, traktorin kolmipistenostolaitteeseen kytkettävästä pilkekoneesta sekä pilkekoneeseen kytkettävästä hinattavasta syöttöpöydästä (Kuva 19). Kaikki edellä mainitut laitteet ovat erillisiä yksiköitä, joita voidaan käyttää erillään.



Kuva 19. Koneketjun nostolaitteisiin kytkettävät laitteet

Koneketjun käyttökuntoon laittaminen aloitetaan kytkemällä puutavara-kuormain traktorin takasillassa oleviin tuppisovitteisiin. Nosturin ollessa paikallaan kytketään pilkekone traktorin kolmipistenostolaitteeseen. Pilkekoneen voimansiirtoakseli kytketään traktorin voiman ulosottoon. Sähköjohdot kytketään traktorin perässä oleviin pistokkeisiin. Pilkekoneen traktorin perään kytkemisen jälkeen peruutetaan pilkekone lähelle syöttöpöytä. Syöttöpöydän kytkentään on kaksi vaihtoehtoa. Poistutaan ohjaamosta ja käsin siirretään syöttöpöydän vetolaite pilkekoneen vetokuulan päälle. Vetolaite lukittuu automaattisesti laskettaessa se kuulan päälle. Toinen vaihtoehto on siirtää syöttöpöytä puutavara-kuormajaa hyödyntäen, siten että vetolaite asettuu kuulan päälle ja lukittuu. Puutavara-kuormajalla tehtävä kiinnitys on haasteellinen sekä vaatii kuormajan käytön ammattimaista hallintaa, sillä vetokuulaa ei näe ohjaamosta (Kuva 20).



Kuva 20. Syöttöpöytä valmiina siirrettäväksi hinaukseen.



Pehmeissä olosuhteissa, kuten maastossa, kuljetuskuntoon laittamista kannattaa auttaa puutavaranormaajalla siirtämällä pöytä lähemmäs ja sitten suorittaa kytkentä loppuun käsivoimin. Pehmeissä olosuhteissa syöttöpöydän paino vaatii fyysistä voimaa, joten kuormaajan käyttö helpottaa. Syöttöpöydän kytkennän jälkeen liitetään valojen sähköjohto pistokkeeseen ja siirretään puutavaranormaaja kuljetustelineeseen. Ennen liikkeelle lähtöä nostetaan traktorin nostolaiteella pilkekone ilmaan, jolloin syöttöpöydän tukijalat nousevat irti maasta. Näin koneketju on kuljetuskunnossa.

### 5.2 Koneketjun käyttökuntoon laittaminen

Koneketjun käyttökuntoon laittaminen on nopea toimenpide. Ajetaan sopivalle etäisyydelle työstettävästä puupinosta ja pysäköidään traktori (Kuva 21).



Kuva 21. Traktori pysäköitynä työstettävän kasan viereen.

Lasketaan nostolaite alas, jolloin syöttöpöydän etumaiset jalat tukeutuvat maahan. Poistetaan ohjaamosta ja nostetaan vetolaite irti kuulasta. Irrotetaan valopistoke. Syöttöpöytä siirretään pilkekoneen vasemmalle puolelle siten että apurullien ja syöttökuljettimen keskilinjat kohtaavat (Kuva 22).



Kuva 22. Syöttöpöydän sijoittamien linjaan syöttöhihnan kanssa.

Pilkekoneen puoleinen apurulla tulisi olla n. 20cm irti syöttökuljettimesta. Syöttöpöydän siirron voi tehdä käsin tai puutavarakuormaajalla tarttuen syöttöpöydän aisasta kiinni ja siitä kuljettaen pöytä kohdilleen. Pöydän siirtämisen jälkeen tartutaan kouralla pöydän takaosassa olevasta poikitaistuesta ja nostetaan pöydän takaosa ilmaan. Takaosan ollessa ilmassa poistutaan ohjaamosta ja irrotetaan kuljetuspyörien lukitustapit ja laskeetaan pyörä pois tupesta. Pyörän voi halutessaan laittaa ylösalaisin kiinnikkeeseensä, jolloin se pysyy tallessa työskentelyn ajan. Edellä mainittu toimenpide tehdään molemmille pyörille. Pyörien irrottamisen jälkeen laskeetaan pöydän takapää maahan ja tarkistetaan pöydän korkeuden sopivuus suhteessa syöttöhihnaan. Pieniä korkeusmuutoksia sekä maaston epätasaisuudesta johtuvia pinnan korkeuseroja voi tasata sahaamalla pilkottavista puista sopivan korkuisia kiilapaloja tukijalkojen alle.

## 6 KONEEN KÄYTTÖÖNOTTO JA TOIMINTA KÄYTÄNNÖSSÄ

Syöttöpöytää lukuun ottamatta muu kalusto oli jo olemassa ja käyttö hallinnassa. Niinpä suurimman osan koneketjun toimivuuden toteamisessa käytetystä ajasta vei syöttöpöydän soveltuvuuden testaaminen. Ensimmäiset testit suoritettiin heti pöydän rungon valmistumisen jälkeen. Toimintaa tahdottiin testata heti alusta alkaen säännöllisesti, sillä korjaustoimenpiteiden tekeminen olisi helppoa. Aikaisemmista koneiden kehittäelyprojekteista oli tuttua, että mikään laite ei ensimmäisellä kerralla tule valmiiksi. Aina jää jotain kehitettävää, niinpä testausta pyrittiin tekemään paljon.

Tarkoitus oli valmistaa yksinkertainen ilman hienouksia oleva syöttöpöytä ja siinä onnistuttiin. Yksinkertaisuudesta johtuen mm. syöttöpöytään ei asennettu hydraulimoottoria eikä muitakaan puita siirtäviä mekanismeja



## 7 KUSTANNUKSET

Kustannusten tarkka määrittäminen on mahdotonta, sillä työssä käytettiin paljon varastoista löytyneitä osia ja tarvikkeita. Ainoastaan pyörännavat, vetolaite sekä kölirullat eli apurullat olivat varta vasten syöttöpöytään hankittuja.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tarkoitus oli muodostaa koneketju ja valmistaa pilkekoneeseen kytkettävä hinattava syöttöpöytä. Alusta alkaen oli selvää, että valmistettava syöttöpöytä on prototyyppi ja sitä tullaan jatkossa jalostamaan. Koneketju osoittautui tehokkaaksi ja nopeaksi liikutella paikasta toiseen. Työn tehokkuus kasvoi ja työntekijän fyysinen kuormitus pieneni.

Koekäyttövaiheessa ilmeni parannusideoita koneketjuun sekä varsinkin syöttöpöydän rakenteeseen. Syöttöpöydän apurullista toinen tullaan korvaamaan hydraulimoottorilla, jolloin latva edellä sekä tukkikokoiset puut saa helpommin ajettua pilkekoneeseen. Lisäksi jo valmistusvaiheessa olettamuksena ollut syöttöpöydän pituus osoittautui käytännössäkin liian lyhyeksi (Kuva 23). Pöydän pituutta täytyy kasvattaa, jotta siihen mahtuu koko metsäperävaunu kuormallinen puita ilman kasan korkeuden liiallista nousua. Kolmas kehitettävä kohde on vetoaisa, johon tulee asentaa auton perävaunujen tyylinen nokkapyörä liikuttelun helpottamiseksi.



Kuva 23. Syöttöpöydän kuormatila osoittautui käytännössäkin liian lyhyeksi

Syöttöpöytä yhdistettynä pilkekoneeseen osoittautui merkittäväksi työn tehostajaksi. Kohteissa, joissa puut oli ajettu ennakolta pilkontapaikalle, selvittiin yhden henkilön työpanoksella, mikäli puita ei joutunut pilkontapaikalta kuljettamaan eteenpäin. Kohteet, joissa puita täytyi ennen tai jälkeen pilkonnan siirtää, tarvitaan edelleenkin toinen henkilö ja kone (Kuva 24). Yhdellä henkilölläkin työ onnistuu, mutta koneiden siirtäminen hidastuu ja työteho laskee siten että kannattavuus heikkenee merkittävästi.



Kuva 24. Kohteessa, jossa puut kuljetetaan pois pilkontapaikalta, tarvitaan paikalla kaksi traktoria.

Yhden henkilön työpanoksella pilkkeen valmistus kuitenkin onnistuu, jos työmaat ovat ennakolta tiedossa ja puiden siirto voidaan suorittaa etukäteen oikealle paikalle. Pilkkeet voidaan myös valmistaa siirrettäviin säkkeihin tai perävaunuun, jonka voi jälkeenpäin käydä siirtämässä.

Useassa kohteessa kävi myös ilmi, että asiakkaiden omatoiminen auttaminen hidasti työn sujuvuutta. Puiden katkomien ennakolta lyhyiksi pätkiksi hidasti merkittävästi työtä. Toinen työtä lisäävä tekijä oli puiden teettäminen maahan kasalle. Useammassa tapauksissa maahan tehdyt kasat tilattiin siirtämään varastoon tai säkittämään, kun oli havahduttu pinoamisen olevan työlästä.

Loppupäätelmänä voikin todeta, että pilkkeen valmistus tehokkaalla koneketjulla on sekä työn tilaajan että tekijän etu.

## LÄHTEET

Erkkilä,A & Alakangas, E 2008 VTT Tulisijapolttoaineen valmistaminen  
VTT-R-11020-08

Tilastokeskus, 2011 Asumisen energiankulutus;  
[http://www.tilastokeskus.fi/til/asen/2011/asen\\_2011\\_2012-11-16\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.tilastokeskus.fi/til/asen/2011/asen_2011_2012-11-16_tie_001_fi.html)

LIITE 1.  
Syöttöpöydän luonnospirros

