

# KOIVUKUITUPUUN KORJUU PITKÄNÄ RANKANA JOUKKOKÄSITTELYMENETELMÄLLÄ



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Metsätalouden koulutusohjelma

Evo, 9.12.2011

*Juha Mäkelä*

Juha Mäkelä

EVO

Metsätalouden koulutusohjelma

---

**Tekijä**

Juha Mäkelä

**Vuosi** 2011

**Työn nimi**

Koivukuitupuun korjuu pitkänä rankana joukkokäsittelymenetelmällä

---

## TIIVISTELMÄ

Työn taustana on Suomessa lähivuosina lisääntyneiden harvennushakkuiden vähäinen harvesterikohtainen puunkorjuun kertymä ja sen kallis kustannus urakanantajalle. Tämän työn tilaaja on Metsäliitto Osuuskunta. Opinnäytetyön tavoite oli selvittää tehdaskokein joukkokäsittelynä pitkänä rankana hakattujen koivukuitupuun pölkkyjen laatuerojen eroavaisuudet normaaliin yksinpuin hakkuuseen verrattuna. Opinnäytetyössä on työn tutkimuksen keinoin selvitetty Metsäliitto Osuuskunnalle kahden eri hakkuumenetelmän eroavaisuudet. Työn tutkimusmenetelmä oli triangulaatiotutkimus. Menetelmä perustuu kohteen kuvaamiseen ja tulkitsemiseen tilastojen ja numeroiden avulla ja menetelmässä pyritään ymmärtämään kohteen laatua, ominaisuuksia ja merkityksiä kokonaisvaltaisesti.

Tutkimusaineisto perustui kenttäkokeisiin. Kerättyä aineistoa analysoimalla tarkasteltiin pölkkyjen mitta- ja laatuvaatimusten eroavaisuuksia ja tuloksista laskettiin hakkuumenetelmien eroavaisuutta mitanneet eri dimensiot. Tässä opinnäytetyössä tutkimustuloksista havainnollistetaan suhteellisina tuloksina latvaläpimitaltaan alamittaiset pölkkyt, laatuviallisten pölkkyjen osuudet ja pölkkyjen pituusdimensio jakaumat. Muut tutkimuksen tulokset ovat luottamuksellista tietoa.

Työssä sovelletussa teoriassa on käytetty ulkoisina lähteinä aiempien vuosien tutkimustöiden otoksia kirjallisuuden ja internetin maailmasta ja mukana on myös tämän tutkimuksen aikana esiin tulleita havaintoja. Tutkimuksen suoritteellinen työ tehtiin Metsä-Botnian Äänekosken sellutehtaalla. Opinnäytteen tutkimuksen tuloksina voin todeta, ettei koivukuidun joukkokäsittelyhakuu pitkänä rankana eroa laadullisesti yksinpuinhakkuusta. Se antaa hyvät edellytykset käyttää kyseistä puutavaralajia tehtaiden jatkojalostuksessa. Rankatavaran käyttö koivukuidulla ja joukkokäsittelytekniikan käytön kouluttaminen voisivat olla hyvinkin perusteltuja.

**Avainsanat** Joukkokäsittely, yksinpuinhakuu, metsätalous

**Sivut** 33 s. + liitteet 3 s.

EVO  
Degree Programme in Forestry

---

**Author**

Juha Mäkelä

**Year** 2011

**Subject of Bachelor's thesis**

Harvesting Pulpwood Birch Short Logs with the Multi-stemming Method

---

ABSTRACT

The background of this study was the problematic situation the recent increased intermediate felling causes: It brings a lot of expenses to a customer, but the outturn of logging per harvester, however, is at a low level. The commissioner of this study is Metsäliitto Osuuskunta. The aim of the research work was by means of factory tests to find out the differences in quality between two methods of felling. One is, when pulpwood birch short logs are felled using a multi-stemming method and the other is, when trees are cut down normally, as single trees. The differences between these two methods of felling were analyzed and explained and the research results will be handed to Metsäliitto Osuuskunta. The research method was a triangulation research. It is based on describing and analyzing the target by means of statistics and numbers and consequently it gives the good tools for understanding its quality, special features and significant factors in a holistic way.

The research material was based on the field tests. All the material that was collected, was analyzed, differences between the measurement and quality requirements of short logs were being studied. The final results gave the possibility of counting the different dimensions that measured the differences between these two methods of felling. In this thesis the distributions between the short logs with undersize top diameter, those with defect in quality and as to the length dimension, were visualized and made concrete as relative results. The other results of the research are confidential.

The main sources for the theory applied in this thesis were those earlier studies found in the literature and on the Internet. In addition during the research process attention was paid to many details in different contexts and important observations were made. The actual functional research work took place the Metsä-Botnia chemical pulp mill of Äänekoski. The results of the thesis show that qualitatively the multi-stemming of the pulpwood short logs of birch trees does not differ from the felling of single trees. The conclusion is that the bundle- harvesting technique can be recommended and it is a good alternative when reprocessing this type of wood in factories. Special education and training for those using this technique might be needed in the future.

**Keywords** Multi-stemming, single tree felling, forestry

**Pages** 33 p. + appendices 3 p.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	3
2.1	Aiheen valinta ja aikataulu.....	3
2.2	Tutkimuksen ongelma ja tavoite.....	4
2.3	Tutkimusmenetelmät.....	5
2.4	Tutkimuksen rajaus.....	5
3	JOUKKOKÄSITTELYN HISTORIA JA KÄYTTÖTARVE.....	7
3.1	Joukkokäsittelyn määritelmä.....	7
3.2	Joukkokäsittelyn historia.....	7
3.3	Joukkokäsittelytekniikan ongelmat.....	8
3.4	Joukkokäsittelyn tarve.....	8
4	JOUKKOKÄSITTELYN KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET.....	9
4.1	Joukkokäsittelyn edistysaskeleet.....	9
4.2	Energiapuun mittaustavan ratkaisu.....	10
4.3	Energiapuun hinnan nousu.....	11
5	AINEISTON KERUU.....	12
5.1	Tutkimuksen aineisto.....	12
5.2	Puutavaran laatu.....	12
5.3	Puutavaran pituusluokat ja pölkkyjen kokonaismäärät.....	13
6	AINEISTON ANALYYSIT.....	14
6.1	Aineisto.....	14
6.2	Tutkimusaineiston tulosten analysointi.....	15
6.3	Tutkimuksen mittauksen luotettavuus.....	17
7	JOUKKOKÄSITTELYN KÄYTTÖÖNOTTO.....	19
7.1	Joukkokäsittelyn kuljettajan osaaminen.....	19
7.2	Joukkokäsittelyn korjuujäljen varhaiset tutkimukset.....	19
7.3	Kuitupuunhakkuu joukkokäsittelynä.....	19
7.4	Energiapuunkorjuu joukkokäsittelynä.....	21
7.5	Energiapuun Kemera-tuki.....	21
8	JOUKKOKÄSITTELY LAITTEET JA TYÖTEKNIikka.....	23
8.1	Koneet ja laitteet.....	23
8.2	John Deere.....	23
8.3	Ponsse.....	24
8.4	Komatsu Forest.....	25
8.5	Työmenetelmät.....	26
8.6	Joukkokäsittelytekniikka.....	27
9	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	28

LÄHTEET ..... 30

LIITE 1 Tutkimuserien tiedonkeruulomake

LIITE 2 Vastaanottotodistus

LIITE 3 Kuitupuun yleiset mitta- ja laatuvaatimukset

## KÄSITTEITÄ

**1-sektori:** Harvesterihakkuussa syntyvä hakkuu-ura.

**Ainespuu:** Mitoiltaan ja laadultaan saha- ja sellu- tai paperiteollisuuden ja muun puunjälöstyksen raaka-aineeksi soveltuva puutavara. (Metsäsanasto)

**Eksakti:** Täsmällinen, tai lukuarvossa tarkka.

**Energiapu:** Energiapuulla tarkoitetaan latvussmassaa, harvennusenergiapuuta, tyveysiä, lumppeja, sekä kantopuuta. (TAPIO 2008).

**Ensiharvennus:** Metsikön ensimmäinen myyntikelpoista puutavaraa tuottava hakkuu, jonka tavoitteena on antaa kasvutilaa hakkuussa jätettävälle, metsikön parhaalle puustolle. (Metsäkeskus, metsäsanasto).

**Hakkuukone/ Harvesteri:** Puutavaran valmistuksessa käytettävä metsäkone, hakkuukone, joka tekee useita työvaiheita. (Metsäkeskus, metsäsanasto).

**Harvesteripää:** (Hakkuupää, koura) on harvesterin puita katkaiseva ja karsiva osa.

**Irtokuutiometri:** Polttopuiden (klapien) ja hakkeen myynnissä käytettävä mittayksikkö, i-m<sup>3</sup>. Yksi irtokuutiometri on noin 0,4 kiintokuutiometriä. (Metsäkeskus, metsäsanasto).

**Joukkokäsittely:** Joukkokäsittelyllä tarkoitetaan useamman kuin yhden puun tai sen osan samanaikaista käsittelyä esimerkiksi joukkokaatoa, joukkokarsintaa tai joukkokuorintaa. (GRANVIK 1993).

**Karsimatön ranka:** On pieniläpimittaista karsimatonta puuta tai karsitun rangan tai kuituosan yläpuolelta tuleva karsimatön latva, jonka pituus on 4—7 metriä. (Jalkanen).

**Karsittu ranka:** On karsittua ja 2,7m—5,0m katkaistu pölkky. Latvaläpimitta on minimissään 4cm. (Jalkanen).

**Kemera:** Kestävän metsätalouden rahoituslaki. (Tapio 2002).

**Kiintokuutiometri:** Puutavaran määrän kuorineen kertova mittayksikkö. Virallisesti käytetään nimitystä kuutiometri, m<sup>3</sup>. Kiintokuutiometri on runkopuun ja biomassan ensisijainen yksikkö.

**Kimmomoduuli:** Ilmaisee kappaleen taivutuslujuuden.

**Kokopuu:** Kokopuulla tarkoitetaan karsimatonta runkoa tai rungonosia. Pienpuu korjataan usein talteen kokopuuna, joten oksat kasvattavat energiapuukertymää. (Tapio 2008).

**Korjuri:** Yhdistelmäkone tai kombikone on metsäkonetyyppi, jolla voidaan tehdä puunkorjuun molemmat päävaiheet, hakkuu ja lähikuljetus. (Metsäntutkimuslaitos).

**Kuormatraktori:** Puutavaran metsäkuljetukseen tarkoitettu kuormaa kantava, yleensä runko-ohjauksella varustettu traktori. Käytetään myös nimitystä metsätraktori. (Metsäsananasto).

**Markkinahakkuu:** Markkinahakkuilla (teollisuuspuulla) tarkoitetaan kaikkea kotimais- ta raakapuuta, joka on hankittu teollisuuden käyttöön ja vientiin. Piensahojen rahti- eli vuokrasahauksen tukit ja pientalokiinteistöjen polttopuu jäävät tilaston ulkopuolelle. (Metsätilastollinen palvelu).

**Nuori kasvatusmetsikkö – 02:** Metsikkö on keskiläpimitaltaan rinnankorkeudelta enintään 16 cm ja vähintään 8 cm. Havupuiden valtapituus on yli 7 m ja koivujen yli 9 m. Keski-ikältään nuori kasvatusmetsikkö on yli 0,4 ja alle 0,8 kertaa vastaavan kasvu- paikansuosittelun kiertoaika. (Tapio 2006).

**Pitkä ranka:** Nimitys 2,7–5,5m pitkälle kuitupuupölkylle, joka täyttää minimi latvalä- pimitan rajan.

**Pituusdimensio:** Nimitys pölkkyjen pituusluokalle. (dimensiolla ilmaistaan myös läpi- mittaa).

**Pölkky:** Tietyn puutavaralajin mitta- ja laatuvaatimukset täyttävä, yleensä 3–5,5 metriä pitkä puun/rungon osa. (Metsäsananasto).

**Rotaattori:** Harvesterin hakkuupäähän kiinnitettävä osa, jolla hakkuupään käännettä- vyyttä voidaan hydraulisesti ohjata.

**Susipuu:** Paksuoksainen leveälatvuksinen ympäristöään kookkaampi puu, joka vie kas- vutilaa pienemmiltä puilta. (Metsäsananasto 1995).

**Tilttirunko:** Osa, josta hakkuupää kiinnitetään harvesterin kuormajaan.

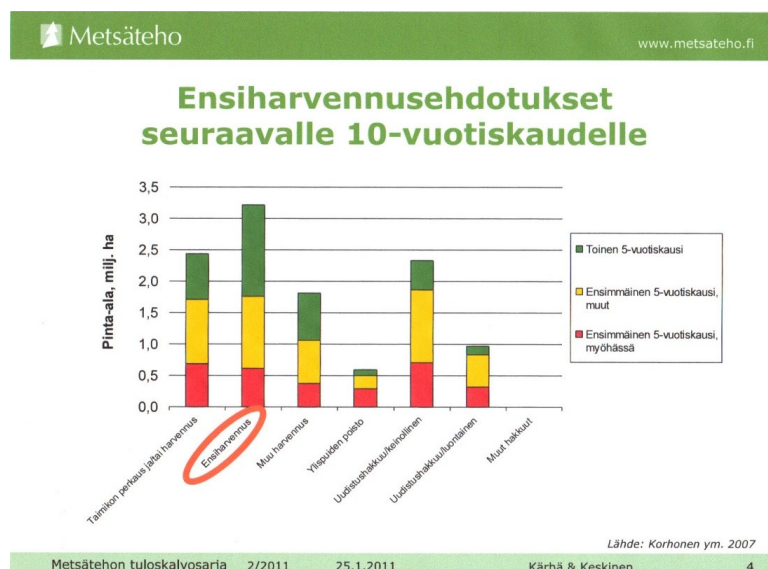
**VMI-Laskelma:** Määräajoin toistuva metsien seurantajärjestelmä, jolla seurataan valta- kunnan metsien kehitystä ja terveydentilaa. (Metsäsananasto).

## 1 JOHDANTO

Konehakuun ensikokeilut tehtiin jo 1960-luvun lopussa mutta sen eteneminen oli hidasta 1980-luvun puoliväliin saakka ja koneilla hakattiin tuolloin vain 30 % metsäteollisuuden korjaamasta puumäärästä. Vertailuksi koneellisen puunkorjuun teknologisen kehittymisen myötä tänä päivänä jo 99 % metsäteollisuuden markkinahakkuista korjataan koneellisesti (Kari-niemi 07a/2010). Konekannan määrä vaihtelee markkinasuhteiden mukana, mutta esimerkiksi vuonna 2009 Suomen metsissä työskenteli kaikkiaan 1590 hakkuukonetta ja 1690 kuormatraktoria puunkorjuun pa-rissa. (Metsätilastollinen palvelu 2010). Koneellisesti korjatun puumäärän nousun ja osittain kuljettajapulankin myötä harvennushakkuiden puunkorjuun tehostaminen on kasvattanut myös yhtiöiden tarvetta viedä koneellista teknologiakehitystä eteenpäin yhdessä, laitevalmistajien kanssa.

Ensiharvennusten puunkorjuussa ongelma on konetyön alhainen tuotta-vuus. Sen parantamiseksi on vuosien varrella haettu ratkaisua niin koneita, kuin työmenetelmiä kehittämällä. Harvennuksilta kertyvän puunkorjuun kehittämisessä riittää haastetta, koska harvennuksilta kertyvän pienen puun korjuu on edelleen hidasta, niiden hehtaariohaiset puustokertymät ovat pieniä ja näistä tekijöistä johtuen pienen puun korjuun teettäminen on korjuukustannuksiltaan kallista. Näiden edellä lueteltujen haasteiden lisäksi harvennushakkuille soveltuvien laitteiden kehitystyössä pitää ottaa huomioon myös valmistettavan puutavaran jatkokäyttäjien laadulliset vaa-timukset. Työsarkaa harvennushakkuilla riittää tulevaisuudessa. Metsän-tutkimuslaitoksen valtionmetsien inventoinnin laskelmien mukaan pelkäs-tään ensiharvennuksia olisi tehtävä yli 300 000 hehtaaria vuodessa seuraav-an kymmenen vuoden aikana. Koko 2000-luvulla hakattujen ensiharven-nushakkuiden pinta-alamäärät ovat olleet keskimäärin 190 000 hehtaarin vuositasolla. (Kärhä & Keskinen 2/2011.)

Metsätehon tuloskalvosarja. (Metsäteho 2/2011.)



KUVA 1 Kuvassa näkyy ensiharvennusehdotukset seuraavalle kymmenelle vuodelle. (Korhonen 2007.)



Teknologinen kehitys on mennyt puunkorjuussa eteenpäin ja hakkuu- ja konetekniikat ovat kehittymässä. Kehityksestä johtuen tämän päivän metsien harvennushakkuilla puunrunkoja käsitellään lisääntyvässä määrin joukkokäsittelyllä. Joukkokäsittely on nimitys puunkorjuulle, jossa hakkuukoneen koura kerää useamman puun nipun ja käsittelee puutavaran valmistuksessa kerralla useamman kuin yhden rungon. Menetelmässä suoritetaan runkojen kaato, karsinta ja katkonta yhtenä nippuna, minkä jälkeen nipusta valmistetaan yhtä tai useampia eri tavaralajeja annettujen ohjeiden mukaisesti. (Tanttu 1999)

Tässä tutkimuksessa selvitettiin joukkokäsittelyyn kykenevällä hakkuukoneella valmistetun puutavaran laatua sekä pölkkyjen toteutunutta pituutta ja läpimittaa ja näissä esiintyvää hajontaa. Tuloksia on käytetty laskettaessa joukkokäsittelyn puutavaran soveltumista sellunvalmistukseen. Tässä tutkimuksessa keskityttiin joukkokäsittelyhakkuuna pitkänä rankana valmistetun koivukuitupuun ja määrämittaisena 5 metrisenä yksinpuin valmistetun koivukuitupuun dimensioiden ja laadun vertailuun. Laadun osalta tärkeänä tekijänä selvitettiin erityisesti karsinnan laatua. Tutkimustavoitteena oli Metsäliitto Osuuskunnan koivukuitupuun hankintaprosessin tehostaminen.

## 2 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

### 2.1 Aiheen valinta ja aikataulu

Tämän työn aihe tuli ehdotuksena keväällä 2009 Metsäliitto Osuuskunnalta. Työn aiheen takana on joukkokäsittelyn Euroopan ja Pohjoismaiden ensimmäiset tilastolliset tutkimukset 1980-luvun lopulla Metsätehossa käynnistänyt Risto Lilleberg. Nykyisin Metsäliitossa kehityspäällikön vakanssilla työskentelevä Lilleberg ehdotti minulle aiheeksi koivukuitupuunkorjuu pitkänä rankana joukkokäsittelymenetelmällä ja siltä istumalta tartuin tilaisuuteen. Tutkimus kuuluu osana Metsäliitto Osuuskunnan projektia selvittää joukkokäsittelynä suoritettua hakkuun tehokkuutta ja vaikutusta puutavaran laatuun. Kesällä vuonna 2009 aloitin opinnäytetyön käytännöntyön suunnittelun ja pyrin selvittämään asiat etukäteen mahdollisimman pitkälle valmiiksi, jotta työlle oli helpompi laatia aikataulutusta. Syksyn 2009 yhteisten palaverien jälkeen oli aineiston keruun vuoro, jonka aloitin Metsä-Botnian Äänekosken tehtaalla keväällä 2010. Aineiston keruu käynnisti opinnäytetyön varsinaisen kenttätöiden osuuden. Aineiston mittaus tapahtui kahdessa erässä helmikuun 16.2 – 17.2.2010 ja helmikuun 23.2 – 24.2.2010. Aineiston- ja tulostentarkastelu oli vuorossa syksyllä vuonna 2010. Varsinaisen opinnäytetyön kirjallisen osuuden aloitin heinäkuussa vuonna 2011.



KUVA 2 Kuvassa on aineiston purku käynnissä tehtaan kentälle.



KUVA 3 Tiedonkeruu käynnissä. Otantaniput on levitetty mittausta varten tehtaan varastokentälle.

### 2.2 Tutkimuksen ongelma ja tavoite

Eräänä ongelmatekijänä kasvatusmetsien puunkorjuussa on se, että yksinpuin hakkaavalla hakkuukoneella koivukuidun hakkuu kolmemetriseksi pölkyiksi on hidasta ja sen teettäminen on kallista. Lisäksi metsäkuljetuksen tuottavuus jää alhaiseksi johtuen pienestä kuorman koosta. Tämän lisäksi kuormatraktorilla pölkkyyä lastatessa ja kuormasta pölkkyyä purkaessa kourataakassa puita siirtyy paikasta A paikkaan B vähän kerrallaan. Näistä tekijöistä on seurauksena se, että palstalta siirtyy konekuormassa tienvarteen varastopaikalle vähemmän kuutioita, kuin rankatavaralla ja lisäksi kolmemetrinen pölkkyyen kuljettaminen kuormatraktorilla on kustannuksiltaan kalliimpaa, kuin rankatavaran kuljettaminen.

Tutkimuksen tavoite oli selvittää pitkänä rankana yksinpuin hakattujen ja joukkokäsittelynä hakattujen koivukuitujen mitta- ja laatuvaatimusten eroavaisuudet. Tutkimuskohteena olivat konehakkuussa yksinpuin- ja joukkokäsittelytekniikalla pitkänä rankana hakatut koivukuitupuun pölkyt. Tutkimuksen tavoiteltava hyöty oli Metsäliiton koivukuitupuun hankintaprosessin tehostaminen.

### 2.3 Tutkimusmenetelmät

Menetelmänä käytettiin triangulaatiotutkimusta, menetelmä on kvanti- ja kvalitatiivisen tutkimuksen yhdistelmä. Kvantitatiivinen tutkimus sisälsi mittaamista ja raportointia ja kvalitatiivinen tutkimus sisälsi aineiston havainnointia. Mittaamiseen sisältyi pölkkyjen pituuden ja läpimittamittojen mittaaminen. Havainnointi tehtiin pölkkyjen laatuviikojen silmämääräisenä tarkkailuna. Raportointi sisälsi mittauksen aikana ja työn edetessä suoritetun analysoinnin tutkimuksen tilaajalle.

### 2.4 Tutkimuksen rajaus

Tutkimus rajattiin joukkokäsittely- ja yksinpuinhakkuu menetelmällä rankana hakattuihin koivukuitupölkkyihin. Mitattavat puuerät valittiin satunnaisesti puutavara-auto yhdistelmistä. Valinnassa kiinnitettiin huomiota siihen, että joukkokäsittelyllä ja yksinpuinhakkuuna hakattuja pölkkyjä kertyy tasaisesti tutkimukseen kuuluneilta Metsäliiton hankintapiireiltä. Pölkkyjen pituusmitat olivat 2,50 – 5,0 metriä. Pituusalamitoiksi katsottiin alle 2,50 metriä olleet pölkkyt ja vastaavasti ylipitkiksi katsottiin yli 5,21 metriä olleet pölkkyt. Mitta- ja laatuvaatimukset rajattiin mittauksissa homogeenisesti joukkokäsiteltujen ja yksinpuin hakattujen pölkkyjen välillä. Tutkimus tehtiin Metsäliiton kuitupuulle laatimien mitta- ja laatuvaatimusten mukaisesti. Mitta- ja laatuvaatimuksissa tutkimuksessa huomioitiin pölkkyjen minimi latvaläpimitta, pituus, murtuneet ja katkenneet pölkkyt, pölkkyjen karsinta ja haarapölkkyt. Tutkimukseen sisällytettävien pölkkyjen maantieteellinen rajaus tehtiin Metsäliiton, Mikkelin, Jyväskylän, Kuopion, Viitasaaren ja Oulun hankintapiireille, tällä rajauksella tutkimukseen saatiin laaja aineisto-otos Metsäliiton keskeisiltä puunhankinnan alueilta. Tutkimukseen aineiston hakanneiden harvesterien tuotos, kustannus ja laatuvertailu seurantaa ei nähty tarpeelliseksi selvittää tässä tutkimuksessa ja se rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle.

Tutkimuksen kahden eri hakkuutavan aineiston tiedonkeruullinen rajaus tehtiin siten, että yksinpuin hakatut pölkkyt mitattiin 16.2 – 17.2 2010 ja joukkokäsiteltynä hakkuuna hakatut pölkkyt 23.2 – 24.2 2010. Näinä mainittuina päivinä tehtaalle ei otettu vastaan kuin mittaussuorituksissa olleen koe-erän hakattuja koivukuitu kuormia. Koe-eriin hakattujen koivukuitujen yhteiskuutiomäärä oli yli 2000m<sup>3</sup>, joka valmistettiin tehtaalla omana prosessinaan sellumassaksi, mutta pölkkyistä valmistetun sellumassan analysointi rajattiin tämän tutkimuksen ulkopuolelle.



KUVA 4 Kuvassa joukkokäsiteltyjä pölkkyjä Äänekosken sellutehtaan kuorimorummussa.



KUVA 5 Kuvassa Metsä-Botnian Äänekosken sellutehdas.

### 3 JOUKKOKÄSITTELYN HISTORIA JA KÄYTTÖTARVE

#### 3.1 Joukkokäsittelyn määritelmä

Puu- ja metsäteknologian peruskäsitteitä ja termejä koskevan julkaisun mukaan puutavaran hakkuussa joukkokäsittelyllä tarkoitetaan yhden puun tai sen osan samanaikaista käsittelyä, joko joukkokaatoa, joukkokarsintaa tai joukkokuorintaa. (Granvik 1993.) Määritelmä ei ole eksakti, koska joukkokäsittelyssä on aina, kaatokatkaisua lukuun ottamatta, kyse useamman rungon käsittelystä. Joukkokäsittelyllä pyritään kompensoimaan pienen yksikkökoon kustannusvaikutusta korvaamalla yksinpuinkäsittely usean puun samanaikaisella käsittelyllä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa korjuuketjua.

Joukkokäsittely voidaan yhdistää myös integroituun puunkorjuuseen. Integroitua korjuu nimitystä käytetään silloin, kun leimikosta korjataan ainespuun ohella myös energiapuuta, joka käytännössä tapahtuu niin sanottuna kahden kasan menetelmällä. Joukkokäsittelyssä puunipuista valmistetaan yhtenä käsittely-yksikkönä yhtä tai useampaa eri tavaralajia annettujen korjuuohjeiden mukaisesti. (Metsäteho opetusvideo)

#### 3.2 Joukkokäsittelyn historia

Kouraharvesterien joukkokäsittelyn tilastollinen historia on hieman yli kahdenkymmenen vuoden takaa. (Mutikainen, haastattelu 7.9.2011.) Vuosilla mitaten joukkokäsittelyn historia ei ulotu nykyhetkestä pitkälle taaksepäin, mutta joukkokäsittelyn eteenpäin viemiseksi on tehty pitkä päivätyö. Joukkokäsittelyn Euroopan ja Pohjoismaiden ensimmäiset tilastolliset tutkimukset tehtiin 1980-luvun ja 1990-luvun taitteessa, jolloin (Lilleberg 1990) julkaisi tuloksia joukkokäsittelynä valmistetuista pölkyistä esitutkimuksessaan. Pölkyjen tavoitepituus oli neljä metriä ja tulokset olivat tuolloin varsin lupaavia. Työmenetelmä soveltuu hyvin kohteisiin, joissa pienten runkojen määrä on suuri ja lisäksi runkojen oksaisuuden on oltava suhteellisen vähäinen. Edellisten johtopäätösten lisäksi ajansäästö pienillä rungoilla oli hyvin merkittävä. Joukkokäsittely ei vielä tuolloin tehnyt läpimurtoaan hakkutapojen työmenetelmänä, koska sillä ei saavutettu riittävän tarkkaa puutavaran kuutiointi tulosta. Soveltuvan mittausmenetelmän puute esti menetelmän käyttöönoton ja pysäytti myös sen tekniikan kehittämisen vuosiksi.

### 3.3 Joukkokäsittelytekniikan ongelmat

Puutavaran mittausta on säädetty lailla jo vuoden 1939 alusta lähtien. Siitä huolimatta oikean mittausten menetelmän puute ja samalla harvesterikourien teknologisen kehityksen vaatimustaso ovat hidastaneet joukkokäsittely puunkorjuun yleistymistä työmenetelmänä. Yksinpuinhakkuuna valmistetulle puutavaralle on päivitetty mittaustapa vuonna 1991. (Valtuutus säännökset puutavaran mittaustapa (MMM364/1991 17:1§.) Puutavaran käsittelyä tekevillä yhtiöillä on sen sijaan tehdaskäytössä tehtaille tuleville ainespuuerille suunniteltu mittaustapa. Mittaaminen suoritetaan joko kehysmitalla, pölymittain tai vaakapunnituksena. Vaakapunnitus mitataan tehtaan kiinteällä vaakajärjestelmällä tai pyöräkuormaajissa ja puutavara-autoissa olevilla kuormainpunnitus laitteistoilla (MMM364/1991 17:1§.)

Metsäpäässä ongelma on ollut se, ettei joukkokäsittelymenetelmällä ainespuuta valmistettaessa useamman rungon nippua ole pystytty kuutioimaan. Hakkuupäiden rakenne ja mittaustapa on suunniteltu alun perin vain yhden rungon käsittelyyn kerrallaan. Harvesterin hakkuupäällä puunrunгон läpimitan mittaaminen tapahtuu laitteesta riippuen runkoa kouran läpi syötettäessä, joko terien tai syöttörullien kosketuksen kautta. Runkoa syötettäessä saadaan hakkuupään mittapyörältä myös pölyn pituustieto, jolloin pituus- ja läpimita impulssien kautta saadaan rungolle tarkka kuutiointitulokset. Tällä yksinpuinhakkuuseen kehitetyllä mittaustapalla useamman rungon käsittely joukkona johtaisi kuutiointivirheisiin, koska useamman rungon yhtäaikainen syöttäminen jättäisi runkojen väliin ilmatilan, ja tällöin kuutiointitulokset olisi epärealistinen. Tätä menetelyä on tutkittu mutta sen epätarkkuus on ongelma, jota ei ole kyetty ratkaisemaan. (Pitkäranta, haastattelu 4.10.2011.)

### 3.4 Joukkokäsittelyn tarve

Suomessa käytetään hakkuissa lähes yksinomaan tavaralajimenetelmää, jossa puu korjataan tavaralajeina. Ensiharvennuksien ja myöhempien harvennuksien sekä päätehakkuiden korjuussa yleiskoneketjun ongelmaksi nousevat korkeat kustannukset suhteessa työn tuottavuuteen. Kustannusten alentaminen erityisesti pienillä rungoilla on vaikeaa, joten ainoaksi vaihtoehtoiseksi keinoksi jää tuottavuuden nostaminen, esimerkiksi käyttämällä eri hakkuumenetelmissä hakkuutekniikkana joukkokäsittelyä. (Tanttu 1999)

## 4 JOUKKOKÄSITTELYN KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET

### 4.1 Joukkokäsittelyn edistysaskeleet

Harvesterien joukkokäsittelykourat ovat yleistyneet metsien käsittelyssä merkittävästi viimeisen kolmen vuoden aikana (Mutikainen, haastattelu 7.9.2011.) Joukkokäsittely voi olla ratkaisu ainespuun, vajaakarsitun ja karsimattoman kuitupuun sekä energiapuun tuottavaan korjuuseen. Joukkokäsittelyyn soveltuvien hakkuupäiden tuotevalikoima on melko kattava ja osa harvesterien hakkuupää vaihtoehtoista soveltuvat joukkokäsittelyyn joko sinällään, tai haluttaessa pienin komponentti muutoksin. Vaihtoehtoina on sekä syöttäviä, että giljotiini katkaisulla olevia hakkuupäitä jokaiselle tarpeen mukaan. Hakkuupäissä on vaihtoehtoja eri runkokoon tarpeen mukaan toteuttaa joukkokäsittelyä. Avautumiskulmaltaan suurempi hakkuupää jaksaa luonnollisesti kannatella paremmin järeämpiä joukkokäsiteltäviä runkoja ja runkokoon pienentyessä voidaan käyttää siihen tarkoitukseen soveltuvia kevyempiä hakkuupää vaihtoehtoja. Merkittävin edistysaskel joukkokäsittelyn yleistymisessä on puutavaran mittauksen ratkaisu, johon suositellaan käytettävän kuormainvaaka.

Kuormainvaaka on ratkaisu kuormapainojen mittaukseen. Kuormainvaaka punnitsee, erittelee, tallentaa ja hallinnoi kuorman tiedot työn ohessa. Kuormainvaakaa voidaan käyttää virallisena mittausten menetelmänä ja kuormatiedot sekä kuormapäiväkirjat voidaan siirtää asiakkaiden tietojärjestelmiin USB-muistitikulla tai vaihtoehtoisesti ne voidaan tulostaa suoraan paperille. Puutavaran punnitus tehdään kuorman purkamisen yhteydessä ja punnitus voidaan tehdä puutavaraeräkohtaisesti, jolloin aines- ja energiapuukuutiot saadaan selville. (Ponsse News 2011, 17.)

Hakattujen runkojen keskikoon määrittämiseksi on kehitetty hakkuulaitteisiin runkolaskuri. Runkolaskuri laskee ja tallentaa hakatut rungot ja lähettää tiedon tietojärjestelmään. Kun kuormainvaakan mittaustulos muunnetaan kuutioiksi, saadaan kuutiomäärän ja runkoluvun perusteella laskettua hakatun rungon keskikoko. Runkolukulaskurien toiminnasta on tehty selvityksiä ja käytännössä tehdyt mittaukset osoittavat, että runkolukujen laskentatulokset ovat suhteellisen hyviä. Harvennuspuunkorjuussa on tapahtunut merkittävä kehityshyppäys kuluneen parin kolmen vuoden aikana ja joukkohakkuuta on hyödynnetty kemera-leimikoiden lisäksi ensiharvennusleimikoissa. Merkittäviä määriä energiapuuta korjataan integroidusti kuitupuuleimikoista. (Kärhä, Mutikainen 14/2011.)



## 4.2 Energiapuun mittaustavan ratkaisu

Lähtökohta sopimuksen laadinnalle oli tilanne, jossa energiapuun mittauksen periaatteet, toimintatavat ja menetelmät puuttuivat. Ainespuun mittausta säätelevää puutavaran mittaustulkia ei ole sovellettu energiapuulle. Mittaukseen tarvittiin yleisesti hyväksytyt menettelytavat, sillä paineet energiapuun käytön lisäämiseen ovat kovia. EU:n ilmasto- ja energiapaketissa Suomelle esitetään uusiutuvan energian käytön lisäämistä huomattavasti vuoteen 2020 mennessä ja merkittävä osa tästä kertynee puun lisääntyvästä energiakäytöstä. Energiapuun mittaumenetelmään löytyi ratkaisu, kun keskeiset metsä- ja energia-alan toimijat sopivat toimijoiden välisellä sopimuksella energiapuunmittauksen järjestämisestä tammikuussa 2008. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion koordinoima hanke toteutui yhteistyössä Metsäntutkimuslaitoksen kanssa. (Metsäntutkimuslaitos tiedote 2008)

Sopimusta ovat olleet laatimassa ja sen ovat hyväksyneet Energiateollisuus ry, Koneyrittäjien liitto, L&T Biowatti, maa- ja metsätalousministeriö, Maa- ja metsätaloustuottajien keskusliitto MTK ry, Metsäalan kuljetusyrittäjät ry, Metsähallitus, Metsäliitto Osuuskunta, Metsäntutkimuslaitos, Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio, Puu- ja erityisalojen liitto, Stora Enso Oyj, Suomen sahat ry, UPM-Kymmene Oyj ja Vapo. (Metsäntutkimuslaitos tiedote 2008)

Sopimus edistää mittaosapuolten keskinäistä luottamusta ja parantaa oikeusturvaa. Sopimus myös edistää energiapuumarkkinoiden toimintaa ja osaltaan myös energiapuun kansallisten käyttötavoitteiden toteutumista. Sopimuksella on sovittu energiapuun mittauksen yleisistä ehdoista ja menettelytavoista sekä organisoitumisesta, joiden perusteella sopimusosapuolet toteuttavat ja kehittävät energiapuun mittauksia Suomessa. Massan mittaauksessa käytetään metsätraktorin tai puutavara-auton kuormaimeen tai muihin rakenteisiin asennettua vaakaa tai erillistä vaakalaitetta. Kuormainvaakaa käytettäessä kourataakat punnitaan kuormauksen tai purkamisen yhteydessä. Mittauserä punnitaan punnitussyksiköittäin joko kourataakkana tai kuormana puutavaralajeittain. (Lindblad, Äijälä, Koistinen, 2010.)

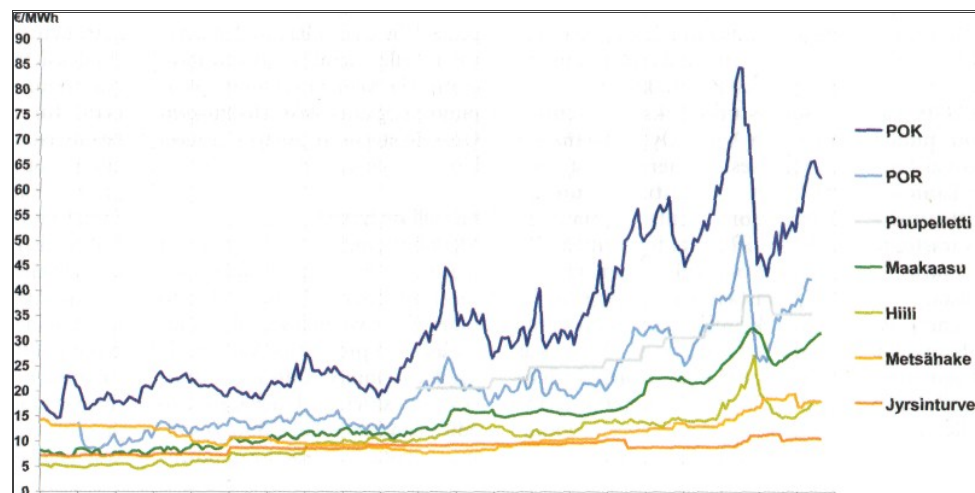
Vaakalaitteen punnitustarkkuutta seurataan punnitsemalla massaltaan tunnettua kalibrointipunnusta tai vertaamalla mittaustuloksia tarkastettujen vaakalaitteiden punnitustuloksiin. Ohjeistuksessa mainitaan, että kalibrointipunnitus tehdään käyttöviikoittain tai aina silloin, kun vaa'an punnitustarkkuuteen vaikuttavat olosuhteet muuttuvat. Vaa'an kalibrointi toteutetaan vaakavalmistajan antamien ohjeiden mukaisesti taaraamalla ja vaakalaitteiden toimintavarmuutta seurataan koko ajan työn aikana. (Lindblad, Äijälä, Koistinen, 2010.)

### 4.3 Energiapuun hinnan nousu

Eri energialähteiden kuten raskas- ja kevytpolttoöljyjen, sekä maakaasun hintojen nousu muun muassa verojen myötä on lisännyt eri energiamuotojen kysyntää polttoaineina. Fossiilisten polttoaineiden hintojen nousu on lisännyt kotimaan uusiutuvan energian käyttöä, joista etenkin puun käyttö sähkön ja lämmön lähteenä on lisääntynyt runsaasti vuodesta 2006 alkaen (Ruuska, sähköpostiviesti 28.9.2011).

Toinen merkittävä tekijä puun käytön kasvuun yhteiskunnan energialähteenä ovat biopolttoaineiden tuet. Tuet parantavat puusta maksukykyä suhteessa muihin polttoaineisiin. Tämän takana ovat osin poliittisetkin päätökset ilmastonmuutos ajattelun myötä. Suomi on sitoutunut nostamaan uusiutuvan energian omavaraisuusasteen nykyisestä 30 % vuoteen 2020 mennessä 38 %. Tämä merkitsee tuntuva lisäystä vuoden 2009 metsähake määrään, jolloin käyttömäärä oli 10 terawattituntia. Vuonna 2010 työ- ja elinkeinoministeriön asettama tavoite nostaa uusiutuvan energian omavaraisuusaste 38 % edellyttää 25 terawattitunnin käyttömäärää vuodessa. Tämä kasvutavoite edellyttää metsähakkeen käytön nostoa vuositasolla 13,5 miljoonaan kuutiometriin. (Neuvoston direktiivi (EY) 2009/28).

Energialähteiden arvonlisäverottomien nimellishintojen kehitys vuosina 1990 – 2010. ( Bioenergia. 2010, 40.)



KUVA 6 Kuvassa näkyy eri energialähteiden arvonlisäverottomat nimellishinnat lämmöntuotannossa 1990-2010. (Pöyry Oyj.)

## 5 AINEISTON KERUU

### 5.1 Tutkimuksen aineisto

Tutkimus perustuu tutkijan omakohtaisesti ohjeiden mukaan suorittamiin mittauksiin ja havaintoihin. Koko aineisto mitattiin kenttäolosuhteissa 1985 perustetussa Metsä-Botnian Äänekosken sellutehtaalla.

Tämän tutkimuksen aineisto kerättiin Metsäliiton Mikkelin, Kuopion, Viitasaaren, Jyväskylän ja Oulun piirien alueilta toimitetusta puusta. Leimikot olivat koivukuitupuun osalta koivuvaltaisia harvennuksia ja koe-eriin kuuluneet leimikot hakattiin Metsäliiton varannossa olevista kohteista. Koe-eriin hakattujen leimikoiden puustomittaukset rajoittuivat ostoiesimiehen tekemään silmävaraiseen arvioon hakattavan puuston kokonaismäärästä ja jakaantumisesta eri puutavaralajeihin sekä ostoiesimiehen arvioon hakattavan rungon keskikoosta. Hakatuista kohteista ei mitattu ennen hakkuuta eikä hakkuun jälkeenkään jäävän puuston määriä. (Lilleberg, haastattelu 14.9.2011.) Koe-erien yhteenlaskettu kuutiomäärä oli yli 2000m<sup>3</sup>. Poikkeuksena Metsäliiton puunhankinta-alueista oli Mikkelin piiri, josta ei ollut joukkokäsittelyaineistoon joukkokäsittely kohdetta.

### 5.2 Puutavaran laatu

Tämän tutkimuksen ensisijainen lähtökohta oli mitata pölkkyjen dimensioita ja puutavaran laatua. Molemmissa hakkuumenetelmissä sekä yksipuinhakattujen ja joukkokäsiteltujen pölkkyjen laadun määrittämisessä huomioitiin pölkkyjen haarat, huonosti karsitut ja murtuneet tai katkenneet pölkkyt. Pölkkyistä mitattiin myös pituus ja latvaläpimitta. Pölkkyjen pituuden mittaus suoritettiin metsurin mitalla senttimetrin tarkkuudella ja paksausmittaus otettiin Masser mittasaksilla millimetrin tarkkuudella.

Haaraksi määritettiin pölkky jossa oli läpimitaltaan 40 mm tai yli oleva toinen latva tai määritelmän 40 mm ylittävä oksanhanka.

Molempien hakkuumenetelmien koe-erien pölkkyistä jotka olivat latvaläpimitta ja pituusinventoinnissa, laskettiin vajaakarsitut pölkkyt sekä karsimatta jääneiden oksien lukumäärä. Huonosti karsituksi pölkkyksi määritettiin pölkky, jossa oksan pituus oli yli 100 mm ja mikäli oksia oli pölkkyä kohti kolme kappaletta tai enemmän. Koe-eristä määritettiin silmänvaraisesti murtuneet tai katkenneet pölkkyt, jotka olivat vaurioituneet, joko pölkkyjen hakkuuvaiheessa, kuormatraktori- tai autokuljetuksessa. Näiden lukumäärä merkittiin ylös.

### 5.3 Puutavaran pituusluokat ja pölkkyjen kokonaismäärät

Pituusluokat olivat 2,50 – 3,49 metriä; 3,50 – 4,59 metriä; 4,60 – 5,20 metriä ja yli 5,21 metriä. Pituusalamitoiksi luettiin alle 2,50 metriä olleet pölkkyt ja ylipitkiksi määritettiin yli 5,21 metriä olleet pölkkyt. Lämpimitaltaan alamitoiksi luettiin alle 5 cm olleet pölkkyt. Hakkuutapojen kuutiomäärät ja pölkkyjen kappaleet jakaantuivat seuraavasti. Yksinpuinhakkuulla hakattuja aineistoon mitattuja pölkkyjä oli yhteensä 1109 kappaletta ja 49,7m<sup>3</sup>. Joukkokäsittelymenetelmällä hakattuja pölkkyjä mitattiin aineistoon yhteensä 1538 kappaletta ja 56,7 m<sup>3</sup>.

Pölkkyjen kirjanpito tehtiin valmiisiin Metsäliiton tiedonkeruulomakkeisiin, joissa oli pituus- ja läpimittaluokat eroteltuna. Samaan lomakkeeseen merkittiin myös pölkkyt omiin sarakkeisiin joissa esiintyi laatuviikoja. Lomakkeisiin kirjattiin puuerätunnus ja liitettiin tehtaan vastaanottotodistus. (Liite 1.)

## 6 AINEISTON ANALYYSIT

### 6.1 Aineisto

Kaikkien koe-erien tiedonkeruulomakkeet koottiin hakkuumenetelmittäin yhteen ja niistä muodostettiin Excel taulukko-ohjelmalla yhdistelmätaulukko. Pölkkyjen jakaantumisesta laskettiin pituusluokkien, läpimitta-alamittojen ja laatuvaatimusten osalta luokkakohtainen jakautuminen hakkuumenetelmittäin. Hakkuumenetelmien kappale ja kuutiokohtaisia tuloksia vertailtiin toisiinsa ja molempien hakkuumenetelmien pölkkykappaleista laskettiin kokonaiskuutiot. Pölkkyjen kuutiolaskenta tukeutui Kärkkäisen taulukoihin. (Kärkkäinen 1982)

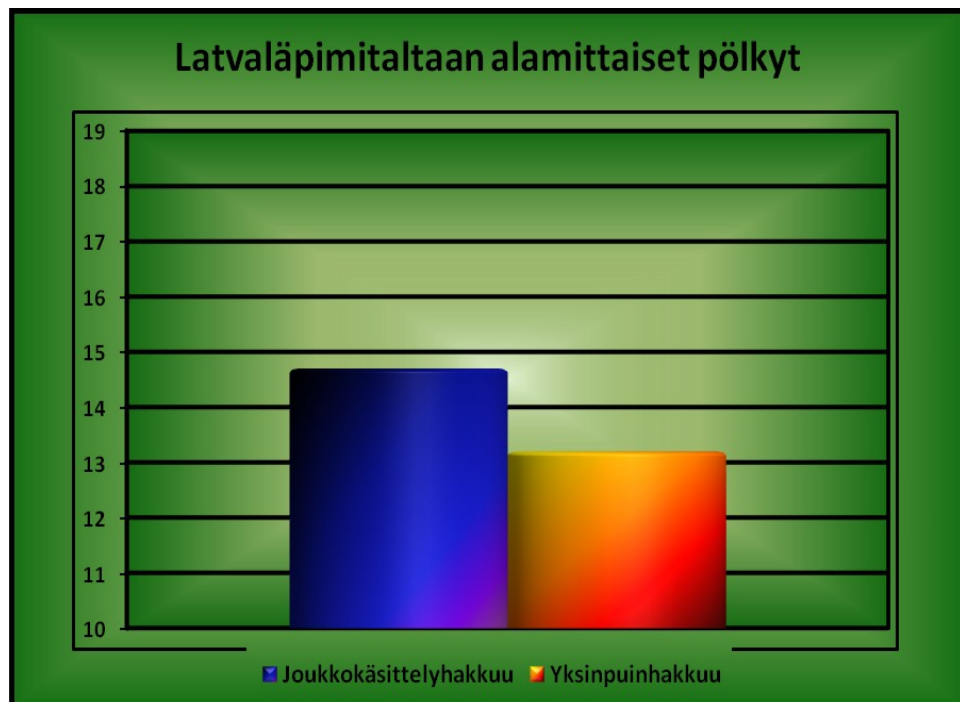
Pölkkyjen kuutiointilaskelmaan Kärkkäisen taulukko ei suoraan antanut muotolukukerrointa pölkyn päästä mitattuihin läpimittoihin ja useiden Suomen puunmittaus asiantuntijoiden (Lindblad, Melkas, haastattelu 4.5.2010.) kanssa keskusteltuani pölkkyjen kuutiointi laskelmissa, päätettiin käyttää Kärkkäisen laatimaa pölkyn keskusmuotoluku kerrointa suhteutettuna latvasta mitattuun läpimittaan.

Pölkyn keskikoon laskenta pituusluokittain laskettiin jokaisen pituusluokan kokonaiskuutio määrästä, jakamalla pituusluokan kokonaiskuutiot kyseisen pituusluokan kokonaiskappale määrällä. Samalla tavalla laskettiin myös tutkimuksessa mukana olleiden kahden eri hakkuumenetelmän aineistoerän pölkyn keskikoko. Tulos saatiin jakamalla koe-erän kokonaiskuutio määrä koe-erän kokonaiskappale määrällä. Tutkimuksessa laskettiin läpimitta-alamitoista prosentuaalinen osuus pölkkyjen kokonaiskappale määrästä ja läpimitta-alamittojen osuus prosentteina koe-erien kokonaiskuutiomäärästä.

## 6.2 Tutkimusaineiston tulosten analysointi

Tutkimus tuloksissa läpimitta-alamittojen osuus oli suurempi joukkokäsittelyssä pölkkyissä suhteessa yksinpuin hakkuuseen. Tuloksista oli selvästi nähtävissä pölkkyjen katkonnan painottaminen 4,60 – 5,20 metrin dimensio pituusluokkaan, joka osaltaan on voinut vaikuttaa läpimitta-alamittojen pölkkykappaleiden suureen osuuteen 3,50 – 459 metrin dimensioluokassa. Ongelman vähentämiseksi on tärkeää koota joukkokäsittelyyn rinnan korkeusläpimitaltaan hyvin lähellä toisiaan olevia runkoja. Silloin mahdollisesti vähennetään latvaläpimittojen alamitta osuutta 3,50 – 4,59 metrin pituusluokassa pisintä pituusluokkaa tavoiteltaessa. Toinen vaihtoehto on yhdistetty aines- ja energiapuunkorjuu, jolla alamittojen osuutta pystytään kompensoimaan.

Seuraavassa kuvassa on alimman latvaläpimitan 50 mm alapuolelle jääneiden pölkkyjen suhteelliset osuudet.



KUVA 7 Kuvassa näkyy tutkimuksen latvaläpimitaltaan almittaisten pölkkyjen osuudet kahden eri hakkuumenetelmän välillä.

Laatuviallisten pölkkyjen tuloksissa yksinpuin hakattujen pölkkyjen osuus nousi suuremmaksi kuin joukkokäsitteltyjen pölkkyjen. Suurin tekijä laatueroon oli yksinpuin hakattujen pölkkyjen korkea kaksihaaraisten määrä 50 – 60 mm luokassa. Mikäli leimikossa on mahdollisuus korjata energiapuuta, niin tutkimustulosten perusteella molempien työmenetelmien osalta olisi syytä katkoa kaikki alle 80 mm latvaläpimitaltaan olevat koivukuitupuupölkkyt energiapuu kasaan. Menetelmä vähentäisi haarapölkkyjen määrää selluteollisuudessa merkittävästi ja tällä voisi olla merkitystä myös sellumassan valmistusprosessissa. Muut laatuviat murtuneiden ja katkenneiden, sekä huonosti karsittujen osalta jakaantuivat työmenetelmittäin hyvin tasaisesti.

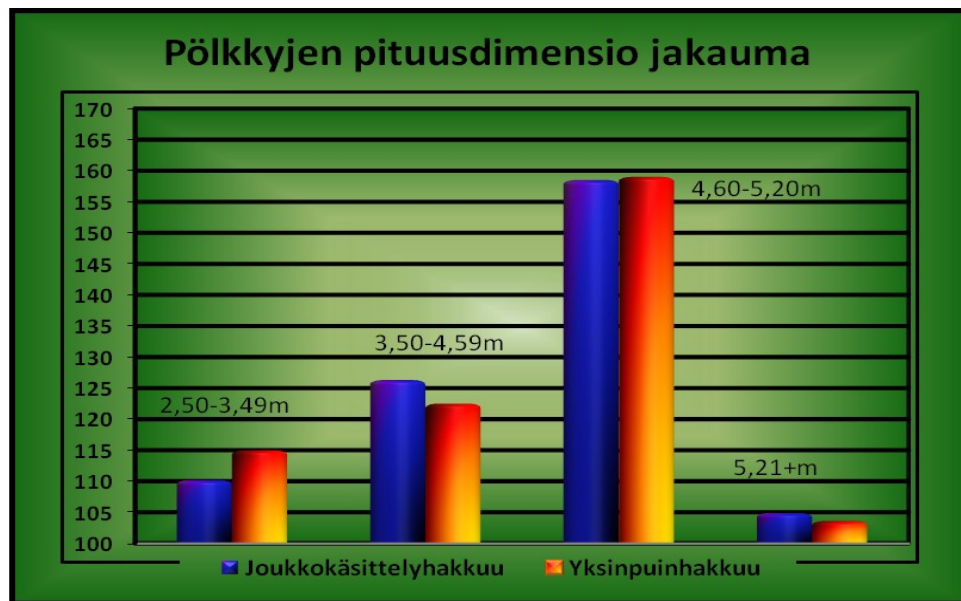
Seuraavassa kuvassa on joukkokäsittely- ja yksinpuinhakkuu menetelmällä hakattujen laatuviallisten pölkkyjen suhteellisia tuloksia.



KUVA 8 Kuvassa näkyy tutkimuksen laatuviallisten pölkkyjen osuudet kahden eri hakkuumenetelmän välillä.

Tulosten vertailussa pölkkyjen pituusjakauma jakaantui melko tasaisesti. Suurin eroavaisuus oli yksinpuinhakkuun suurempi kolmemetrinen pölkkyjen osuus, sekä kappale, että kuutiomäärällä tarkasteltuna suhteessa joukkokäsiteltyihin pölkkyihin. Yksinpuinhakattuja kolmemetrisiä pölkkyjä esiintyi läpimitaltaan alimitaksi luetuissa 40 mm luokassa ja tutkimuksen minimi latvaläpimitta 50 mm luokkaa lukuunottamatta kaikissa läpimitta luokissa enemmän, kuin joukkokäsittelyhakkuuna hakatuissa pölkkyissä.

Seuraavassa kuvassa on joukkokäsittely- ja yksinpuinhakkuu menetelmällä hakattujen pölkkyjen suhteellisia pituusdimensio jakautuman tuloksia.



KUVA 9 Kuvassa näkyy pölkkyjen jakautuminen pituusdimensioihin kahden eri hakkuumenetelmän välillä.

### 6.3 Tutkimuksen mittauksen luotettavuus

Tämän tutkimuksen perusjoukkona olivat koivukuitupölkkyt ja aineiston koko oli otoksena varsin mittava. Tutkimusmenetelmä oli triangulaatio tutkimus. Menetelmä perustuu kohteen kuvaamiseen ja tulkitsemiseen tilastojen ja numeroiden avulla ja menetelmässä pyritään ymmärtämään kohteen laatua, ominaisuuksia ja merkityksiä kokonaisvaltaisesti. Tämän tutkimuksen aineistonmittauksen osuus tehtiin haastavissa olosuhteissa. Ulkoilma lämpötila vaihteli tutkimuksen mittauspäivinä – 22 asteen ja – 26 pakkasasteen välillä, joka osaltaan loi mittaukselle omat fyysiset haasteensa. Ongelmia vaativista olosuhteista huolimatta ei varsinaisen mittauksen yhteydessä kuitenkaan syntynyt.



Pölkkyjen pituuden mittauksessa käytetty metsurinmitta ja latvaläpimitan mittauksessa käytettyjen Masser mittasaksien toimintakunto ja mittaus-tarkkuus tarkastettiin ennen mittauksen aloittamista. Tarkastuksessa todettiin, että laitteet soveltuivat tutkimuksen aineiston mittaamiseen. Pölkkyjen laaduntarkkailu haarapölkkyjen, huonosti karsittujen ja murtuneiden tai katkenneiden pölkkyjen osalta tehtiin silmänvaraisesti. Laatuvikojen havaitsemista pyrittiin helpottamaan asettelemalla mitattavat pölkkyt rinnakkain tehtaan kentälle välttämällä päällekkäisyyttä. Pölkkyjen asettelussa huomioitiin myös otantaerän pölkkyjen kappalemäärä ja mittauspaikan kokonaistila.

Pölkkyjen kuutioiden laskentaan tutkimukselle ei ollut varsinaista pölkkyt-äistä kuitupuun latvaläpimitaan tukeutuvaa taulukkoa. Tutkimuksessa käytettiin pölkkyjen keskusmuotolukuun suhteutettua kuutiokerrointa. Taulukosta kuutiokerrointa määrittäessä aineiston tyvipölkkyjen osuus perustui silmämääräiseen arvioon. Näistä edellä mainituista syistä johtuen tutkimuksen kuutiomäärälaskelmiin tulee suhtautua varauksellisesti. Syy miksi tutkimuksen osalta jouduttiin erikoisratkaisuihin kuutiomäärän selvittämiseksi, johtui tutkimuksen luonteesta. Tutkimuksessa ei ollut tavoite selvittää aineiston kuutiomääriä, mutta aineiston analysoinnin edetessä haluttiin selvittää myös pituusdimensioiden jakauma-osuudet kappalemääri-en lisäksi myös kuutiomääräisenä jakaumana. Lisäksi haluttiin selvittää koe-erien kokonaiskuutio määrä.

Tämän tutkimuksen kokonaisluotettavuutta tarkasteltaessa on ilmeistä, että pölkkyjen mittaustavasta, laaduntarkkailun silmämääräisestä havainnoinnista ja kuutioiden laskentamenetelmästä johtuen tutkimuksen toistettavuudella tulos ei välttämättä ole identtinen, mutta kokonaiskuvaltaan tutkimuksen luotettavuudelliset tavoitteet saavutettiin.

## 7 JOUKKOKÄSITTELYN KÄYTTÖNOTTO

### 7.1 Joukkokäsittelyn kuljettajan osaaminen

Hakkuukoneen kuljettajalta vaaditaan hyvää ammattitaitoa joukkokäsittelyllä puuta korjattaessa. Hakkuun tuottavuuteen vaikuttavat korjuuolosuh- teiden lisäksi kuljettajan menetelmän osaaminen ja työskentelytekniikka. Kuljettajan on luontevinta käyttää joukkokäsittelytekniikkaa puunkorjuus- sa silloin, kun runkojen sijainti ja koko antavat siihen mahdollisuuden. Hakkuun tuottavuutta voidaan nostaa keräämällä hakkuulaitteeseen kaato- vaiheessa useita runkoja samanaikaisesti, jolloin koko runkonipun valmis- tusprosessi keruu, karsinta ja katkonta voidaan suorittaa yhtenä käsittely- yksikkönä. (Heikkilä, Laitila, Tanttu, Lindblad, Siren, Asikainen, Pasanen, Karri ja Korhonen Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja 2005, 10.)

### 7.2 Joukkokäsittelyn korjuujäljen varhaiset tutkimukset

Joukkokäsittelytekniikan käytön oivaltamisesta löytyvät luultavastikin tu- levaisuuden koneenkuljettajien työ- ja korjuujälki, sekä tuotoserot. Jouk- kokäsittely- ja yksinpuinhakkuun korjuujälki mittauksia teki (Lilleberg 1991) tutkimuksissaan, joista ilmeni seuraavanlaisia tuloksia. Yksinpuin- hakkuulle mitattiin korjuujälki tarkastuksessa koealueiden vaihteluväliksi 2,3 - 8,1 % ja joukkokäsittelyhakkuulle samaisessa tarkastuksessa mitattiin kaikissa kohteissa vaihteluväliksi 3,9 - 5,5 %.

Kohde oli leimattu etukäteen valmiiksi, joka osaltaan ehkä lisäsi korjuu- vaurioiden määrä normaalihakkuuseen verrattuna, jossa koneenkuljettaja valitsee poistettavat rungot. Tämä ehkä nosti korjuujälki prosentit mo- lemmilla hakkuumenetelmillä maksimi vauriotason 3 % yli. Joukkokäsit- tely on taitolaji ja vaatii erityistä ammattitaitoa, jotta vauriotaso pysyy alle 3 %. Nytemmin koneiden ohjaustarkkuus on parantunut huomattavasti ja on todennäköistä, että vauriotasoissa ei ole juuri eroa.

### 7.3 Kuitupuunhakkuu joukkokäsittelynä

Sellupuunhakkuu joukkokäsittelynä on kasvattanut suosiotaan työmene- telmänä yhtiöiden puunkorjuussa. Joukkokäsittelyjen runkojen määrä vai- kuttaa suoraan työn tuottavuuteen ja joukkokäsittelystä on saatu lupaavia tuloksia ainespuunhakkuussa. (Lilleberg 1994) Lilleberg totesi tutkimus- tuloksissaan, että joukkokäsittelytekniikkaa käytettäessä kahden puun nipun käsittely vie 75 % siitä ajasta, joka kuluisi samojen runkojen valmistuk- seen yksitellen.

Hän totesi samassa tutkimuksessaan myös, että kolmen rungon joukkokäsittely vei jo enemmän aikaa, jos vertailua tehtiin suhteessa kolmen rungon yksinpuinhakkuuseen. Tämä tosin johtui osaltaan kuljettajan vähäisestä kokemuksesta joukkokäsittelytekniikan käytössä.

Joukkokäsittelymenetelmällä hakattaessa käsittely-yksiköt muodostuvat erikokoisiksi niissä olevien runkojen lukumäärän ja koon vaihdellessa olosuhteiden mukaan. Tästä johtuen puutavaran laatu ja mittavaatimusten hallinta on joukkokäsittelyssä huomattavasti vaikeampaa kuin yksinpuinkäsittelyssä. Erilaisista puutavaran mitoista ja joukkokäsittelyssä puutavaraan jäävistä oksista johtuen taakkojen sekä kuormien kiintotilavuus ja sitä kautta myös metsä- ja autokuljetusten tuottavuudessa esiintyy vaihtelua hakkuumenetelmästä johtuen. (Tanttu 1999) Tantun tekemän tutkimuksen jälkeen tekniikan kehittyminen on korjannut useimmat ongelmat ja esimerkiksi karsintajälki on parantunut merkittävästi. (Lilleberg, haastattelu 15.9.2011.)

Metsäteho teki laajan tutkimuksen koskien eri puulaji ja tavaralaji eriä. Tutkimuksessa tehtiin aikatutkimukset ensiharvennuspuun joukkokäsittelystä aines ja rankapuunhakkuusta, jossa kumpare edusti Metsähallitusta. (Kärhä, Kumpare, Keskinen, Petty 1/2011.) Tutkimuksessa vertailtiin kaikkiaan kuutta eri hakkuumenetelmää, joista seuraavaksi lista ja yhteenvedo tuloksista.

1. Kuitupuun erillishakkuu yksinpuin. (Kuitu YP).
2. Kuitupuun erillishakkuu joukkokäsittelyhakkuuta hyödyntäen. (Kuitu JH).
3. Kuitu ja rankapuun integroituhakkuu joukkohakkuuta hyödyntäen kuitupuu puulajipuhtaana. (Integroitu).
4. Kuitu ja rankapuun integroituhakkuu <10cm rungot joukkohakkuuna energiapuuksi ja sitä isommat yksinpuin kuitupuu puulajipuhtaana. (Integroitu 10cm).
5. Rankapuun erillishakkuu joukkohakkuuta hyödyntäen puulajipuhtaana. (Ranka erilleen).
6. Rankapuun erillishakkuu joukkohakkuuta hyödyntäen kaikki samaan kasaan. (Ranka samaan).

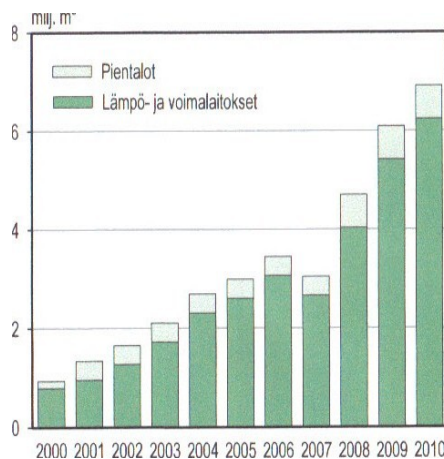
Tehdyn tutkimuksen aineisto oli yli 3000 runkoa ja poistumasta 47 % oli kuusta, männyn osuus oli 38 % ja koivun osuus oli 15 %. Yli puolet poistettavista rungoista oli rinnankorkeus läpimitaltaan 7cm – 10cm välillä ja poistuman keskikoko oli 63dm<sup>3</sup>/runko. Tutkimuksen mukaan 7cm – 11cm rinnankorkeus läpimitaltaan olleiden runkojen suhteellinen tuottavuus oli joukkokäsittelynä 10 % – 12 % tehokkaampaa kuin yksinpuinhakkuu. Vastaavasti rinnankorkeusläpimitan kasvaessa yli 11cm yksinpuinhakkuu oli 11cm – 15cm luokassa 3 % – 6 % ja 15cm – 18cm luokassa 6 % – 17 % tuottavampaa.

Poistuman ollessa alle 15cm tuottavimmat hakkuumenetelmät olivat molemmat integroidut hakkuut, sekä Integroitu & integroitu 10cm hakkuumenetelmät, että ranka samaan kasaan menetelmä. Kun poistettava puusto oli rinnankorkeus läpimitaltaan yli 15cm, niin kuitupuun yksinpuinhakkuu oli tuottavin menetelmä.

### 7.4 Energiapuunkorjuu joukkokäsittelyinä

Puu on Suomessa käytettävistä energianlähteistä toiseksi merkittävin energianlähde öljyn jälkeen. Esimerkiksi metsäteollisuuden käyttämistä polttoaineista puun osuus on 80 % ja Suomessa energiapuun käyttö on kasvanut koko 2000-luvun. (Metsätilastollinen palvelu.) Energiapuunkorjuussa energiajake koostuu kuitupuuksi kelpaamattomasta pienpuusta, kuitupuukoisten runkojen oksista ja latvakappaleista, sekä leimikossa kasvavista huonolaatuisista susipuista. Energiapuu voidaan korjata joko kokopuuna tai karsittuna rankapuuna. (Metsäteho opetusvideo 2010)

Suomen energiapuun käyttö on kasvanut koko 2000-luvun. (Metsätilastollinen palvelu. 2010.)



KUVA 10 Kuvassa näkyy Suomessa käytetyn metsähakkeen käyttömäärät 2000 luvulla. (Metsäntutkimuslaitos.)

### 7.5 Energiapuun Kemera-tuki

Tukea voidaan myöntää energiakäyttöön luovutettavan puun kasaukseen ja metsäkuljetukseen. Kohteet voivat koostua taimikoista, nuorista ja varttuneista kasvatusmetsistä, §:ssä 61 momentin 1 kohdassa tarkoitetuista metsänuudistamiskohteista sekä metsätie- ja ojalinjoilta. Lisäksi Kemera-tukeen oikeuttavia säädöksiä on määritelty erikseen, joista seuraavassa yhteenvedo. (Metsätilastollinen palvelu.)

Hyväksyttävissä kohteissa puuston valtapituus ei saa olla yli 14 metriä eikä lehtimetsikössä yli 15 metriä laatuharvennuksen jälkeen. Silloin, kun korjattava puu korjataan kokonaan energiapuuksi valtapituus voi olla tätä suurempi. Tämän lisäksi kasvatettavan puuston pohjapinta-alalla punnituskeskiläpimitta rinnankorkeudelta tulee käsittelyn jälkeen olla alle 16 cm. Harvennuksessa kantoläpimitaltaan 4cm puiden poistuman on oltava yli 1000 runkoa hehtaarilta. Harvennuksen jälkeen kuviolle ei saa jäädä välitöntä harvennustarvetta. Työn lopputuloksen arvioinnissa käytetään metsänhoitosuosituksen harvennusmallien tavoiterunkoluja soveltuvin osin. Mikäli lähtöpuusto on ylitiheä ja sen harvennus aiheuttaa tuhoriskejä, kasvamaan jätettävän puuston tiheys saa olla kakkoskehitysluokan kohteissa enintään 2000 runkoa hehtaari. Nuoren metsänhoitona ei voida rahoittaa ennen harvennusta tehtävää pelkkää alueen raivausta. (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio ja metsäkeskus Pirkanmaa 2002 - 2008.)

Tällä hetkellä käytössä olevaa Kemera-tukea myönnetään nuorenmetsän kunnostushakkuuseen. Korjuutukea saa, kun nuorenmetsän hoitokohteelta kertyy energiapuuta vähintään 20 kiintokuutioita hehtaari. Kemera-kohteen puunkorjuu tukea myönnetään kasaukseen 3,50,- euroa kiintokuutio ja metsäkuljetukseen 3,50,- euroa kiintokuutio eli yhteensä 7,- euroa kiintokuutio. Tämän lisäksi tuen alle kuuluu nuorenmetsän toteutusselvitystuki, joka on työllisyystyönä teetettäessä 104,50,- euroa + 18,50,- euroa hehtaari, mikäli kohde on kooltaan vähintään 2,6 hehtaaria. Tätä pienemmissä kohteissa tuki on enintään 59,50,- euroa hehtaari. Silloin, kun nuoren metsänhoitoon liittyy alueelta energiakäyttöön luovutettavan puun kausta ja metsäkuljetusta maksetaan edellä mainittua toteutusselvityksen laadinnan tukea korotettuna 4,60,- euroa hehtaari sen alueen osalle, jolta energiapuuta kertyy. Näiden lisäksi kemeratuen tukipiiriin kuuluu energiapuulle maksettava haketustuki, jonka suuruus on 1,7,- euroa irtokuutiometri ja haketuksen toteutusselvityksen laadinnasta tuki on 0,10,- euroa irtokuutiometri. Yllä esitetyt keskikustannukset ja muut tiedot perustuvat maa ja metsätalousministeriön 15.2.2008 määrittelemiin, toistaiseksi voimassa oleviin euromääräisiin arvoihin. (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio ja metsäkeskus Pirkanmaa 2002 - 2008.)

Metsätalouden Kemera-tuki säädöksiin on tulossa uusia muutoksia, jotka astuvat tämän hetkisen käsityksen mukaan voimaan vuoden 2012 alusta. (Ässämäki 2011, Maaseudun Tulevaisuus 27.4.2011, 10.)

## 8 JOUKKOKÄSITTELY LAITTEET JA TYÖTEKNIikka

### 8.1 Koneet ja laitteet

Joukkokäsittelyyn suunnitelluista laitteistoista ei ole tällä hetkellä tilastoituna koneiden kappale määriä, mutta niiden määrä on merkittävästi kasvanut viimeisen kolmen vuoden aikana. (Mutikainen, haastattelu 7.9.2011.) Seuraavassa metsäkoneiden valtamerkkien John Deeren, Ponssen, ja Komatsu Forestin joukkokäsittely laitteista.

### 8.2 John Deere

John Deeren joukkokäsittely ominaisuus on saatavissa konemerkin 745, 754, H412, H414, H480, H480C ja 758HD -kouramalleihin. Kouramalleihin voidaan asentaa suoraan kokoonpanotehtaalla tai sitten jälkiasennuksena John Deeren Lanseeraamat Universal joukkokäsittelykypälät. Kouraan ei edellytetä rotaattorin vaihtoa, koska kypäläsarja pultataan tilttirungon ja rotaattorin väliin. Universal joukkokäsittely kypäläsarja on yksinkertainen sekä nopea asentaa ja paikallaan ollessaan kypäläsarja nostaa kouran kokonaiskorkeutta noin 75 mm. Asennuksen yhteydessä lisäventtiilin painetaso säädetään 150bar. Joukkokäsittelymenetelmää käytettäessä kouran pituuden mittaamiseen on valittavissa yksi tai vaihtoehtoisesti kaksi mittapyörää rinnakkain. (Saukkomaa, 20.5 – 21.5 2010.)

Joukkokäsittelyautomaatiikan toimintaan kytkeminen tehdään ohjelmiston kautta klikkaamalla joukkokäsittely-moodi toimintaan rasti ruutuun menetelmällä ja samaa logiikkaa käytetään myös erikoispainetasojen päälle kytkennässä. Tällöin harvesterin kouran asetukset muuttuvat siten, että karsimateriaalien, syöttörullien, sahalaitteen ja kouratiltin automaatiikkatoiminnot ja painetasot muuttuvat koneenkuljettajan joukkokäsittelymenetelmässä asettamiin arvoihin. Hakkukoneen ohjelmistoksi joukkokäsittelytekniikalle John Deere suosittelee päivitettäväksi 1.9.2011 version. (Saukkomaa, 20.5 – 21.5 2010.)

Mittaustodistukseen saadaan näkyviin erittely runkolukulaskurista. Tulosteesta näkyvät rungot joita on syötetty ja katkottu, rungot jotka on ainoastaan kaadettu ja kaikki rungot yhteensä jossa on mukana myös rungot joita ei ole joukkokäsitelty.



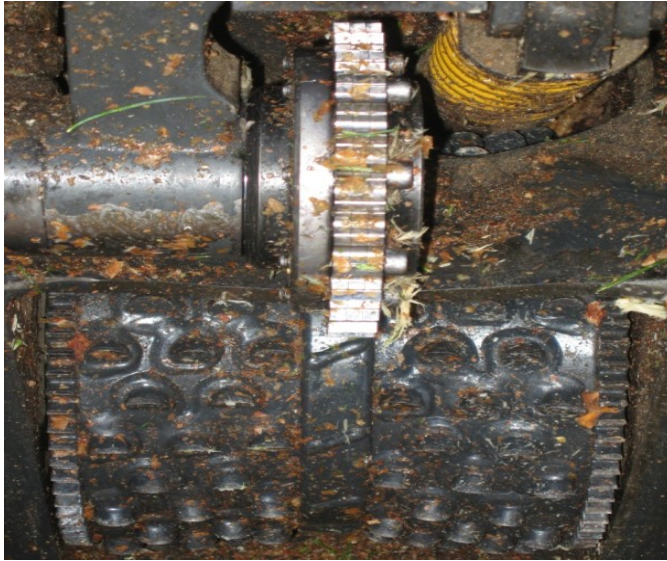
KUVA 11 John Deeren H412 hakkuupää joukkokäsittely varustuksella.

### 8.3 Ponsse

Ponssen joukkokäsittelyohjelma ja lisävarustus ovat saatavissa konevalmistajan kaikkiin harvesteri ja korjurimalleihin. Joukkokäsittelyominaisuus on saatavissa konevalmistajan seuraaviin valmistuksissa oleviin kouramalleihin H53, H5, H6, H7 ja H8 lisäksi joukkokäsittely on mahdollista suorittaa kokopuuhakkuuna giljotiinikatkaisulla olevalla EH25 mallilla. (Uusi-Mikkola, haastattelu 14.9.2011.)

Kouramalleihin joukkokäsittely komponentit voidaan asentaa tehtaalla kokoonpanolinjalla tai ne voidaan asentaa hakkuupäihin myös jälkiasennuksena asiakkaan toiveiden mukaisesti. Joukkokäsittely varustukseen kuuluu alasyöttörulla sileällä reunuksella ja toiselle puolelle alasyöttörulla hammaskehärullalla. Näiden lisäksi varusteluun kuuluu pohjasyöttörulla kahdenpuoleisella piikkirivillä ja leveämpi pituusmittapyörä. Hakkuupäähän ei ole pakko tehdä joukkokäsittelyn onnistumiseksi mekaanisia muutoksia, mutta komponenttimuutoksilla työskentely on huomattavasti sujuvampaa. (Havimäki, 20.5 – 21.5 2010.)

Harvesterikouran joukkokäsittelyautomaatiikka voidaan kytkeä käyttöön valitsemalla hakkuukoneen ohjelmistosta joukkokäsittely välilehti ja sieltä aktivoidaan kohta joukkokäsittely. Välilehdeltä valitaan kouratyyppi kuljettajakohdaisesti asetettujen asetteiden mukaisesti. Joukkokäsittelymenetelmälle harvesterikouran toimilaitteille, kuten karsimaterille, syöttörullille ja sahalaitteelle automaatiikan ja painetasojen asetukset voidaan säätää peruskoneen 4G ohjelmiston kautta ilman mekaanista säätöä. Tehtaan suosituksissa on, että etu ja takakarsimaterien sekä syöttörullien painetasoja muutetaan joukkokäsittelyä käytettäessä. (Havimäki, 20.5 – 21.5 2010.)



KUVA 12 Ponsse H6 hakkuupään joukkokäsittelyyn soveltuva ylärulla, jossa reunahammas.

#### 8.4 Komatsu Forest

Komatsu Forestin kantavana ajatuksena joukkokäsittelyn kehittämisen päämääränä on ollut työn tehostaminen ja tuottavuuden nousu. Komatsu Forestin tuotteista joukkokäsittelyyn soveltuu mikä tahansa valmistuksessa olevista harvestereista. Harvesteri kouramalleista joukkokäsittelyyn soveltuvat 330, 350, 360 ja 365 mallit. Komatsu Forestin joukkokäsittely varustukseen ei kuulu lisenssisyistä joukkokäsittely kypäliä ja joukkokäsittely on suunniteltu suoritettavaksi kouriin tehtävillä muilla joukkokäsittelyä edistävillä muutoksilla. Joukkokäsittely varustuksessa Komatsu Forestin kouramalleihin voidaan asentaa alkuperäiset syöttörullat käännettynä normaalista asetuksesta poiketen 180 astetta, jolloin syöttörullien piikit ovat ottavammassa kulmassa. Syöttörullien suojaraudat voidaan myös poistaa kokonaan, jonka seurauksena runkojen keruuvaiheessa päästään lähemmäksi otettavaa runkoa. (Konttelin, 20.5. – 21.5.2010.)

Joukkokäsittelyyn Komatsu Forest suosittelee harvesterin ohjelmisto versioksi uusinta 3.13.1 versiota. Tällä ohjelmaversiolla harvesteripään karsimateria ja syöttörullia ohjataan automatiikalla toisin kuin tätä edeltävissä ohjelmaversioissa joissa karsimateria, sekä syöttörullien ohjaus edellytti kuljettajan manuaalista ohjausta napeilla. Joukkokäsittelytoiminto asetetaan päälle harvesterin Maxi automatiikka järjestelmästä rasti ruutuun logiikalla. Välilehdelle koneen kuljettaja voi myös asettaa kouran karsimateria joukkokäsittelyyn sopivat automatiikka-asetukset. (Konttelin, 20.5. – 21.5.2010.)



Harvesterin kouran joukkokäsittelyä koskevista painetasojen asetuksista osa tehdään manuaalisesti kouran lohkolta venttiiliä säätämällä ja osa tehdään koneen ohjelmistoautomaatiikan kautta. Joukkokäsittelymenetelmään käytännön työn sujuvuuden kannalta on syytä korottaa kouran toimilaitteiden painetasoja. Painetasojen korotusta suositellaan syöttörullien avautumiselle, kouran tilitoiminnolle ja sahalaitteen sisään- ja ulostuloliikkeille. Painetasoa sen sijaan suositellaan alennettavan kouran karsimateriltä. (Konttelin, 20.5. – 21.5.2010.)



KUVA 13 Kuvassa on Komatsu Forestin syöttörulla ilman suojarautaa.

### 8.5 Työmenetelmät

Vaihtoehtoisia työmenetelmiä on joukkokäsittely varustuksella olevalla harvesterille useampia. Puutavaraa voidaan valmistaa perinteiseen tapaan yksinpuinhakkuuna tai vaihtoehtoisesti puutavaraa voidaan valmistaa integroituna korjuuna. Silloin kun leimikosta korjataan aines- ja energiapuu- ta puhutaan yhdistelmä, eli integroidusta korjuusta. Aines- ja energiapuun korjuu on kahden kasan menetelmä, joka on yleistynyt voimakkaasti nuorissa kasvatusmetsissämme. Kahden kasan menetelmässä puuainees erotellaan hakkuun yhteydessä kahteen kasaan ainespuukasaan ja energiapuu kasaan. Energiapuu voidaan tehdä integroidussa hakkuussa karsittuna rankana tai vaihtoehtoisesti karsimattomana kokopuuna. Integroidun korjuun suosiota on kasvattanut sen hyvä soveltuvuus nykyiseen puunhankinnan logistiikkaan. Merkittävä hyöty saavutetaan, kun metsä- ja kaukokuljetuksessa voidaan käyttää samaa korjuukalustoa, kuin tavanomaisessa ainespuunkorjuussa. Integroidun korjuumenetelmän käytön leimikossa määrittelee, kohteen sijainti teollisuuden laitoksiin nähden ja puutavaralajisuh- teiden kysyntä. (Metsäteho opetusvideo 2010)

## 8.6 Joukkokäsittelytekniikka

Joukkokäsittelyn hakkuutekniikan käyttö on suurimmalle osalle koneyrittäjiä ja kuljettajia uusi haaste työmenetelmänä. Työmenetelmä tarjoaa harvesteri työskentelyyn uuden työskentelytekniikan, mahdollisuuden tuotekehitykseen, vaihtelua ja ennen kaikkea mahdollisuuden nostaa harvenushakkuiden ja pienirunkoisten avohakkuiden kustannustehokkuutta. Joukkokäsittelytekniikkaa on tarkoitus käyttää leimikossa vain silloin, kun sen käyttämisestä on optimaalista hyötyä.

Työpistekohtaisessa runkojen hakkuujärjestyksessä susipuut ja muut leveäoksaisten rungot on syytä käsitellä yksinpuin ja aina ensimmäisenä, jotta joukkohakkuun hyödyntämiseen saadaan riittävä tila. Työpisteen hakkuu aloitetaan hakkuu-uran etusektorilta 1, jolta edetään sivusektoreille 2, 3, 4 ja 5, tällöin koko sektorialueen käyttöaste on noin 220 astetta hakkuukoneen edessä.

Susipuut ja leveäoksaisten rungot kannattaa poistaa välittömästi työpisteen sektoreista, tällöin sektoreita on mahdollista hyödyntää joukkokäsittelyynippujen kaatumistilana luontaisten aukkojen lisäksi. Silloin, kun työsektoreilla on tilaa riittävästi työpisteeltä voidaan seuraavaksi poimia lähekkäiset rinnankorkeudeltaan mahdollisimman tasakokoiset rungot joukkohakkuuna ja valmistaa ne tyhjiin tiloihin pölkyiksi. Joukkokäsittelyhakkuussa runkoja kerätessä kannattaa viimeiseen runkoon tarttua siten, että nippu voidaan kaataa kohti ajouraa, koska metsään päin kaadettaessa jäävien runkojen kolhiintumisriski kasvaa moninkertaiseksi.

Uuden tekniikan tavoitteena on, että nosturia käytetään mahdollisimman vähän, mutta silti kaikkia mitan täyttäviä runkoja ei kuitenkaan aina kannata käsitellä joukkokäsittelynä. Kyseeseen tulevat varsinkin ryhmissä kasvavat juuri vaaditun mitan täyttämät oksaisemmat havupuut. Havupuut ovat peittävyytensä takia vaikeita koota nipuiksi, jos kourassa on samaan aikaan huomattavasti pidempiä lehti tai havupuu runkoja. Peittävyytensä takia pienemmät havupuuryhmät on käytännöllisempää korjata jätettävien runkojen läheisyydestä yksinpuin.

Joukkokäsittely vähentää nosturin liikuttelun tarvetta. Tähän kun yhdistetään työpisteestä hakkuusektorien yhteiskäyttö, voidaan 1 sektorille karsia vähäisellä nosturin käytöllä runsas havumatto tarvittaviin kohtiin tasamaan kulkua. Tällä yhdistelmällä vähennetään runkovaurio riskiä, ja samalla ajouralle kertyvällä runsaalla havumatolla vältetään juuristovauriot ja ajoura painumat, sekä turvataan metsäpohjan ravinnetasapainoa.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Viime vuosien ainespuu- ja energiapuumarkkinat ovat tehneet tilaa joukkokäsittelynä tapahtuvalle puunkorjuulle kuitu ja energiapuun tarpeen kasvaessa. Samalla kun Suomessa puunkorjuu kärsii kuljettajapulasta ja korjattavien runkojen tilavuuden pieneneminen nostaa korjuukustannuksia on joukkokäsittelytekniikasta tullut mittaustavan ratkaisun myötä käytännöllinen koneellisen puunkorjuun työmenetelmä. Tämän tutkimuksen tulosten tarkastelussa selvisi, että joukkokäsitteltyjen pölkkyjen laadulliset eroavaisuudet laatuviokojen osalta olivat marginaalisia verraten tuloksia yksinpuinhakkuuseen, joiden laatuviollisten osuus oli tutkimuksessa hieman korkeampi. Yksinpuinhakattujen suurin laadullinen tekijä korkeampaan laatuviokojen osuuteen johtui pölkkyissä olleista suuremmasta haarojen lukumäärästä. Läpimitta-alamittojen ja ylipitkien pölkkyjen osuus kasvoi joukkokäsittelyhakkuussa pölkkyjen kokonaiskappale ja kuutiomäärällä tarkasteltuna nimellisesti suhteessa yksinpuinhakkuuseen. Tutkimustulokset myös osoittivat, että pitkänä rankana korjattujen joukkokäsitteltyjen pölkkyjen keskipituus kasvoi, kun verrattiin tuloksia yksinpuinhakkuuseen. Pölkkyjen keskipituuden kasvu joukkokäsittelymenetelmällä nostaa pölkkyjen siirtelyn kertakohtaisia käsittelymääriä työtekniisesti katsottuna sekä metsätraktorin, että muiden puun kuljetusmuotojen osalta. Keskipituuden kasvulla on suoria vaikutuksia puunkorjuun ja eri kuljetusmuotojen kustannussäätöihin.

Laadulliset eroavaisuudet näiden tutkimuksessa mukana olleiden kahden eri hakkuumenetelmän välillä eivät suuresti poikenneet toisistaan, joten pitkänä rankana joukkokäsittelynä hakatun koivukuidun käyttö selluteollisuuden raaka-aineena on hyvinkin perusteltua. Lisäksi hyvät laadulliset tulokset joukkokäsitteltyjen pölkkyjen osalta indikoivat siitä, että teknologissa kehityksessä on menty eteenpäin ja joukkokäsittelytekniikkaa on syytä hyödyntää metsien käsittelyssä. Se, että joukkokäsittelyn tulokset puhuvat puolestaan, unohtaa ei sovi uuden työmenetelmän kasvavaa koneyrittäjien ja koneenkuljettajien lisäkoulutus tarvetta. Muut tutkimuksen tarkemmat laatu- ja mittaustulokset ovat tilaajan pyynnöstä luottamuksellista tietoa.

Joukkokäsittely on vaativa laji myös laitevalmistajille, koska joukkokäsittelyyn laitteistolta vaaditaan erikoisominaisuuksia verraten joukkokäsittelyä yksinpuinhakkuuseen. Joukkokäsittelyyn kykenevien laitteiden tuotekehityksessä lienee selvää, että käytäntö on tässä paras opettaja sillä tuskin yhdelläkään laitevalmistajalla tuotekehitys on vielä saavuttanut alansa huippua.

Tämän tutkimuksen koivukuitupölkkyjen puunkorjuu oli suoritettu talvela, joten pölkkyjen kimmomoduuli oli sen johdosta suurempi ja tältä pohjalta on vaikea sanoa mikä merkitys sillä oli tutkimustuloksiin. Tästä ei voi päätellä suoraan millä tavalla mittaustulokset olisivat eronneet eri työskentelymenetelmien osalta toisistaan, mikäli vastaavanlainen tutkimus olisi toteutettu kesäkorjuuna? Esitänkin samalla, että tässä olisi aihetta jatkotutkimukselle sillä tuskin tehokkainta harvennustyömenetelmää on vielä löydetty.

## LÄHTEET

- Arvonlisäverottomat nimellishinnat lämmöntuotannossa. BioEnergia 5/2010, 40.
- Granvik B. A 1993.  
Puu ja metsäteknologian peruskäsitteitä ja termejä. Osa 2: Metsäteknologia. Helsingin yliopiston metsävarojen käytön laitoksen julkaisuja no 1. Helsinki
- Havimäki, E. 2010. Joukkokäsittely koulutus. Seminaari. Mikkeli. 20.5. – 21.5.2010  
Metsäliitto. Powerpoint esitys.
- Korhonen, K.T., Ihalainen, A., Heikkinen, J., Henttonen, H. & Pitkänen, J. 2007. Suomen metsävarat metsäkeskuksittain 2004–2006 ja metsävarojen kehitys 1996–2006. Metsätieteen aikakauskirja 2B/2007: 149–213.
- Kottelin, S. 2010. Joukkokäsittely koulutus. Seminaari. Mikkeli. 20.5. – 21.5.2010  
Metsäliitto. Powerpoint esitys.
- Kärkkäinen, M. 1982. Pölkyittäinen kuitupuun mittausta. Metsäntutkimuslaitos Folia Forestalia 501 1982. Helsinki.
- Lehtoviita, J. & Virtanen, H. 1995. Metsäsanasto. Paltamo. Paltamon kirjapaino Ky.
- Lilleberg, R 1990. Puiden joukkokäsittelyn mahdollisuuksista harvennushakkuissa. Metsäteho tuloksia esitutkimuksesta 1990. Helsinki.
- Lilleberg, R 1994. Joukkokäsittelyharvesteri Pohjois-Suomen päätehakuissa. Metsäteho katsaus 2/1994. Helsinki.
- Ponsse Oyj. 2011. Ponsse tarjoaa tuottavat ratkaisut energiapuunkorjuuseen. Ponsse News, 1/2011, 17.
- Pöyry Oyj. 2010. Polttoaineiden hintataso. Bioenergia 14.10.2010, 40.
- Saukkomaa, H. 2010. Joukkokäsittely koulutus. Seminaari. Mikkeli. 20.5. - 21.5.2010  
Metsäliitto. Powerpoint esitys.
- Tanttu, V 1999. Joukkokäsittelyhakkuukone männikön ensiharvennuksessa. Helsingin yliopisto. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Metsävarojen käytön laitos. Metsäteknologia. Pro Gradu- tutkielma.
- Ässämäki, A. 2011. Petulla kemeraa vähemmän ehtoja. Maaseudun Tulevaisuus 27.4.2011, 10.

## SÄHKÖISET LÄHTEET

Heikkilä, Jani, Laitila, Juha, Tantt, Vesa, Lindblad, Jari, Sirén, Matti, Asikainen, Antti, Pasanen, Karri & Korhonen, Kari T. 2005 Karsitun energiapuun korjuuvaihtoehdot ja kustannustekijät. s.8 Metlan työraportteja 10. Metla, pdf-tiedosto. Viitattu 7.9.2011. <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2005/mwp010.pdf>

Jalkanen, J. 2010. Energiapuuharvennusten tuntituotoksia sekä koneyrittäjien kokemuksia energiapuutyömailta hankinnan alkuvaiheessa. Tampereen Ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 13.9.2011. [https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/21320/Jalkanen\\_Janne.pdf?sequence=2](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/21320/Jalkanen_Janne.pdf?sequence=2)

John Deere Oy. Joukkokäsittely. Viitattu 23.10.2011. [http://www.deere.fi/wps/dcom/fi\\_FI/products/equipment/energy\\_wood/energy\\_wood.page](http://www.deere.fi/wps/dcom/fi_FI/products/equipment/energy_wood/energy_wood.page)

Kariniemi, A. Puunkorjuu ja kaukokuljetus 2010. Metsäteho tulosalvosarja 07a/2010. Metsäteho Oy. Viitattu 30.9.2011. [http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja\\_2010\\_07a\\_Puunkorjuu\\_ja\\_kaukokuljetus\\_vuonna\\_2009\\_aka2.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja_2010_07a_Puunkorjuu_ja_kaukokuljetus_vuonna_2009_aka2.pdf)

Komatsu Forest Oy. Joukkokäsittely. Viitattu 24.10.2011. <http://www.komatsuforest.com/default.aspx?newsid=35487&id=13656>

Kärhä, K. Keskinen, S. 2011. Ensiharvennukset metsäteollisuuden raaka-ainelähteenä 2000-luvulla. Metsäteho tulosalvosarja 2/2011. Metsäteho Oy. Viitattu 30.9.2011. [http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja\\_2011\\_02\\_Ensiharvennukset\\_metsateollisuuden\\_raaka-ainelahteen\\_kk\\_slk.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja_2011_02_Ensiharvennukset_metsateollisuuden_raaka-ainelahteen_kk_slk.pdf)

Kärhä, K. Kumpare, T. Keskinen, S. Petty, A. 2011. Ponsse Ergo/H7 rankapuunhakkuussa ensiharvennuksella. Metsäteho tulosalvosarja 1/2011. Metsäteho Oy. Viitattu 15.9.2011. [http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja\\_2011\\_01\\_PonsseErgoH7\\_kk\\_ym.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja_2011_01_PonsseErgoH7_kk_ym.pdf)

Kärhä, K. Mutikainen, A. 2011. Hakkuukoneen runkolaskurin lukutarkkuus. Metsätehon tulosalvosarja 14/2011. Metsäteho Oy. Viitattu 10.9.2011. [http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja\\_2011\\_14\\_Hakkuukoneen\\_runkolaskurin\\_lukutarkkuus\\_kk\\_am.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja_2011_14_Hakkuukoneen_runkolaskurin_lukutarkkuus_kk_am.pdf)

Lindblad, J., Äijälä, O., Koistinen, A. 2010. Energiapuun mittaaminen. URN: ISBN: 978 - 952 - 5694 - 28 - 4. 2008 Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio ja metsäntutkimuslaitos. Viitattu 13.9.2011. [http://www.metla.fi/metinfo/tietopakettit/mittaus/aineistoja/energiapuun\\_mittausopas\\_EMTHyvaksytyy\\_27092010.pdf](http://www.metla.fi/metinfo/tietopakettit/mittaus/aineistoja/energiapuun_mittausopas_EMTHyvaksytyy_27092010.pdf)

MMM, Maa ja metsätalousministeriön asetus hakkuukoneella valmistettavan puutavaran tilavuuden mittaamisesta koneen mittalaitteella nro 364/1991 17:1§. Viitattu 21.9.2011.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1991/19910365>

MMM. Maa ja metsätalousministeriön asetus kestävän metsätalouden rahoituksesta annetun lain nojalla nro 411/2008. Viitattu 10.10.2011.

<http://www.finlex.fi/data/normit/31558-08002fi.pdf>

MMM asetus nro 8/10. Maa- ja metsätalousministeriön asetus kuormainvaa'an käytöstä puutavaran mittauksessa ja erien erillään pidosta maa ja metsätalousministeriön asetuksen muuttamisesta. 10.3.2010. Dnro 666/14/2010. Viitattu 13.9.2011.

<http://www.finlex.fi/data/normit/35513-asetus8-10fi.pdf>

MMM Maa ja metsätalousministeriö on tänään vahvistanut puutavaran mittaustilain nro 364/1991 17:1§.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1991/19910364>

Metla Metinfo tilastopalvelu. Viitattu 12.9.2011.

<http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/laatu/mhmpptermi.htm>

Metla Metinfo tilastopalvelu. Viitattu 12.9.2011.

<http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/tilatut/mtt/puupolttoaine2010.pdf>

Metsäkeskus. Viitattu 13.9.2011.

[http://www.metsakeskus.fi/web/fin/metsaneuvot/metsasanasto/t\\_a/etusivu.htm#v](http://www.metsakeskus.fi/web/fin/metsaneuvot/metsasanasto/t_a/etusivu.htm#v)

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio ja metsäkeskus Pirkanmaa 2002. Kemera-opas. Viitattu 6.9.2011.

[http://www.metsavastaa.net/files/metsavastaa/pdf/amm\\_kemeraj.pdf](http://www.metsavastaa.net/files/metsavastaa/pdf/amm_kemeraj.pdf)

Opetusvideo. 2011. Metsäteho. Aines ja energiapuun integroidunkorjuun mahdollisuudet. Viitattu 10.9.2011.

[http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Joukkokasittely/opetusvideo\\_2011\\_1b.wmv](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Joukkokasittely/opetusvideo_2011_1b.wmv)

Ponsse Oyj. Joukkokäsittely. Viitattu 25.10.2011.

<http://www.ponsse.com/suomi/tuotteet/bioenergia/joukkokasittely/index.php>

Ruuska, P. 28.9.2011. Puuenergian käytön muutokset. Vastaanottaja Juha Mäkelä. [Sähköpostiviesti].

Viitattu 3.10.2011.

Tiedote. 2006. Metla. Korjuri osaksi puunkorjuukalustoa.

Viitattu 16.9.2011.

<http://www.metla.fi/tiedotteet/2006/2006-10-02-korjuri.htm>

Tiedote. 2008. Metla. Energiapuun mittauksen pelisäännöistä sovittiin. Viitattu 14.9.2011.

<http://www.metla.fi/tiedotteet/2008/2008-02-19-energiapuunmittaus.htm>

Työ ja elinkeinoministeriö. Uusiutuvan energian velvoitepaketti. Neuvoston direktiivi 2009/28/EY. Viitattu 27.10.2011

[http://www.tem.fi/files/26643/UE\\_lo\\_velvoitepaketti\\_Kesaranta\\_200410.pdf](http://www.tem.fi/files/26643/UE_lo_velvoitepaketti_Kesaranta_200410.pdf)

## HAASTATTELUT

Lilleberg, R. 2011. Kehittämispäällikkö. Metsäliitto Osuuskunta. Espoo. Haastattelu. 15.9.2011.

Lindblad, J. 2010. Vanhempi tutkija. Metla. Joensuu. Haastattelu 4.5.2010.

Melkas, T. 2010. Tutkija. Metsäteho. Helsinki. Haastattelu 4.5.2010.

Mutikainen, A. 2011. Tutkija. TTS. Rajamäki. Haastattelu 7.9.2011.

Pitkäranta, A. 2011. Hydrauliiikka ja automaatiotiimin suunnittelupäällikkö. Ponsse. Vieremä. Haastattelu 4.10.2011.

Uusi-Mikkola, J. 2011. Piirimyyntipäällikkö. Ponsse. Tampere. Haastattelu 14.9.2011.





# Koivukuitupuun korjuu pitkänä rankana joukkokäsittelymenetelmällä

Vastaanottotodistus

LIITE 2

Mittaportti Oy **VASTAANOTTOTODISTUS: 9081**  
Mittaportti, Äänekoski

44100 Äänekoski  
puh. 01046 62212

Tehdas: MB Äänekoski **Kuorma: 547**  
Toimittaja: 2271 ML Karttula  
Autoilija: JGB-900 Lähivaara Oy  
Moto: 8058

Lisätieto

ptl	alue/ piiri	var/ pvm	kum/ rivi	erä lop	varku/ kauppa	pit/kor/lev	kehys m3	kiinto %	kiinto m3	vajaalaatu %	m3	syy	hyv. m3
848	01	3	0054	E	2271	485/216/232	24,3	52,0	12,6	0,0	0,0		12,6
<b>Kok8</b>	<b>25</b>	<b>16</b>	<b>14</b>		<b>19108</b>								
848	01	3	0054	E	2271	485/273/235	31,1	50,0	15,5	4,1	0,6	Oksahaa	14,9
<b>Kok8</b>	<b>25</b>	<b>16</b>	<b>14</b>		<b>19108</b>								
848	01	3	0054	E	2271	490/260/235	29,9	50,0	15,0	0,0	0,0		15,0
<b>Kok8</b>	<b>25</b>	<b>16</b>	<b>14</b>		<b>19108</b>								
<b>Yht.</b>							<b>85,3</b>		<b>43,1</b>		<b>0,6</b>		<b>42,5</b>

	Brutto kg	Taara kg	Netto kg
Vetovaunu			
Perävaunu			
<b>Yhdistelmä</b>	<b>64560</b>	<b>24760</b>	<b>39800</b>

Mittaaja Jukka Myllylä  
ninomenetelmämittaus

Tuloaika 24.02.2010 13:28  
Lähtöaika 24.02.2010 13:53

 <b>Metsäliitto</b>		<b>Metsänhakkusopimuksen liite</b>	
Itä-Suomi		Piiri: Lohja	
Laatija		Päiväys	Versio nro
Asiakaspäällikkö (JJU)		4.5.2010	1/2010
<b>Kuitupuun yleiset mitta- ja laatuvaatimukset</b>			
<b>Kaikille kuitupuutavaraajalle yhteiset mitta- ja laatuvaatimukset</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tuoretta puuta. Pystykuivia ei sallita.</li> <li>● Pinta- tai varastolahoa ei sallita. Tällaiseksi luetaan laho, jossa kuiturakenne on selvästi heikentynyt.</li> <li>● Kuoriutumista ja tehdaskäsittelyä haittaavia mutkia, oksia ja haara-pölkkyjä ei sallita.</li> <li>● Muovia, nokea, hiiltä, kiviä, metalleja, torjuntakemikaaleja tai muita haitallisia vieraita esineitä tai aineita ei sallita</li> <li>● Käytettäessä joukkokäsittelyä kuitupuun minimiläpimitta tarkoittaa keskimääräistä toteutuvaa minimiläpimittaa.</li> <li>● Kuitupuun ja energiarangan yhdistelmäkorjuussa voidaan kuitupuun minimiläpimittaa nostaa hakkuuvaiheessa, mikäli kuitupuulla ja energiarangalla on sama kantohinta.</li> <li>● Puiden alkuperän tulee täyttää vastaanottajan vaatimukset</li> </ul>			
<b>Puutavaraajakohtaiset mitta- ja laatuvaatimukset</b>			
<b>143 Mäntykuitupu</b> <b>145 (mäntykuitu sellu)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tuoretta mäntyä.</li> <li>● Minimiläpimitta 6 cm, suurin läpimitta 70 cm</li> <li>● Katkontapituus 3,00 - 5,50 metriä, lyhin apumitta 2,7 metriä.</li> <li>● Kaadon ja vastaanottamisen välinen aika saa olla enintään 60 päivää kuivumiskauden (1.5. - 31.10.) välisenä aikana</li> <li>● Värivikaa sallitaan</li> <li>● Lahoja ei sallita</li> </ul>		
<b>243 Kuusikuitu hiomo</b> <b>245</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Kotimaista, tervettä, tuoretta, lahotonta kuusta</li> <li>● Minimiläpimitta 7 cm, suurin läpimitta 40 cm</li> <li>● UPM: katkontapituudet <u>määrämitat</u> 4,45 m ja 2,95 m</li> <li>● SAPPI Kirkniemi: katkontapit. määrämitat 4,9 m, 3,9 m, 2,9 m tai 4,4 m ja 2,9 m</li> <li>● Myllykoski: katkontapituudet <u>määrämitat</u> 4,90 m, 3,90 m ja 2,90 m</li> <li>● SE Varkaus:katkontapituudet 2,70-5,00m, tavoite 5,00m</li> <li>● MR Simpele:katkontapituudet <u>määrämitat</u> 2,80m, 3,75m, 4,70m</li> <li>● Tyvilaajenemaa, poikkeuksellista oksaisuutta, yli 4 cm:n poikaoksia tai muita hiomista haittaavia vikoja ei sallita</li> <li>● Lenkous enintään 5 cm metrin matkalla</li> </ul>		
<b>253 Kuusikuitu sellu</b> <b>255</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Kotimaista tuoretta kuusta</li> <li>● Minimiläpimitta 6 cm, suurin läpimitta 70 cm</li> <li>● Katkontapituus 3,00 - 5,50 metriä, lyhin apumitta 2,7 metriä.</li> <li>● Kaadon ja vastaanottamisen välinen aika saa olla enintään 60 päivää kuivumiskauden (1.5. - 31.10.) välisenä aikana</li> <li>● Värivikaa sallitaan</li> <li>● Lahoja ei sallita</li> <li>● Varastointi ja toimitus erillään muista laaduista</li> <li>● Mikäli kus korjataan kuk:n mitta- ja laatuvaatimusten mukaisesti hiomoon,</li> </ul>		
korotetaan kauppakirjan kus yksikköhintaa päätehakuulla 0,5 €/m <sup>3</sup> ja harvennuksella 1 €/m <sup>3</sup>			
<b>263 Havukuitupu B</b> (Lahovikainen tai kuivunut)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Kuusta ja / tai mäntyä</li> <li>● Minimiläpimitta 6 cm, suurin läpimitta 70 cm</li> <li>● Katkontapituus 3,00 - 5,50 metriä, lyhin apumitta 2,7 metriä.</li> <li>● Värivikaa ja kovaa lahoa sallitaan</li> <li>● Pehmeää sydänlahoa sallitaan. Tervettä puuta oltava vähintään 5 cm:n vaippa</li> <li>● Toimitus erillään muista laaduista</li> </ul>		
<b>413 Haapakuitupu</b> <b>415</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Minimiläpimitta 7 cm, suurin läpimitta 60 cm</li> <li>● Katkontapituus 3,00 metriä, lyhin apumitta 2,7 metriä.</li> <li>● Sydänlahoa sallitaan enintään 1/3 läpimitasta. Tervettä puuta oltava vähintään 7 cm:n vaippa</li> </ul>		
<b>843 Koivukuitupu</b> <b>845</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Minimiläpimitta 6 cm, suurin läpimitta 60 cm</li> <li>● Katkontapituus 3,00 metriä, lyhin apumitta 2,7 metriä.</li> <li>● Savon Sellu: katkontapituus 3,00m, 4,00m, 5,00 m</li> <li>● Sydänlahoa sallitaan enintään 1/2 läpimitasta. Tervettä puuta oltava vähintään 6 cm:n vaippa</li> </ul>		