

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Puutekniikan koulutusohjelma

Mitja Kuosmanen

MUUTOSTEN VAIKUTUKSET SUNILAN SELLUTEHTAAN PUUNVASTAANOTOSSA

Insinööriö 2011

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

#### Puutekniikka

MITJA KUOSMANEN

Muutosten vaikutukset Sunilan sellutehtaan puunvas-  
taanotossa.

Opinnäytetyö

54 sivua + 5 liitesivua

Työn ohjaaja

lehtori Jyri Mulari

Toimeksiantaja

Stora Enso Oyj Metsä, Sunilan terminaali

Maaliskuu 2011

Avainsanat

Terminaali, puutavaran mittaus, muutokset, investoinnit.

Tämä opinnäytetyö on tehty Sunilan sellutehtaan puutermiinaaliin. Sunilan puutermiinaali muuttui Stora Enso Oyj Metsän alaisuuteen 1 syyskuuta 2010. Tämän vuoksi termiinaalissa tehtiin useita uudistuksia. Työssä kuvataan muutosta termiinaalissa ja siellä esiintyviä ongelmia. Työssä esitetään parannusehdotuksia havaittuihin ongelmiin.

Päämääränä oli selvittää muutoksia ja niiden vaikutuksia puutermiinaalissa, sekä esittää kehityside-  
oita ongelmien poistamiseksi. Tässä työssä tarkasteltiin muutoksia puutavaran mittauksessa, otanta-  
puiden mittauksessa ja työtehtävissä. Tarkoitus oli tutkia miten nämä muutokset vaikuttavat. Tein  
myös kustannusarvion, ja arvioin mahdolliset säästöt.

Olen työskennellyt Sunilan puutermiinaalissa ja olen saanut seurata kuinka termiinaalitoiminta on  
muuttunut siellä. Myös vapaamuotoiset keskustelut alueella toimivien henkilöiden kanssa ovat ol-  
leet suuressa roolissa kuvattaessa toiminnan nykytilaa ja siinä ilmeneviä ongelmia.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että muutoksilla saavutettiin parempaa tehokkuutta termiinaalitoi-  
minnassa sekä säästettiin rahaa.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Wood Technology

KUOSMANEN MITJA

The Influence of Modification of the Sunilas Wood Terminal.

Bachelor's Thesis

54 pages + 5 pages of appendices

Supervisor

Jyri Mulari, MSc (For)

Commissioned by

Stora Enso Oyj Metsä, Sunila terminal

March 2011

Keywords

Terminal, measurement of wood, modifications, investments.

This thesis has been written for Sunila terminal. The wood terminal of Sunila was transferred to Stora Enso Oyj Metsä services on 1 September 2011. Because of this, many innovations were introduced in the terminal. The modifications of the terminal, and the problems that occur there, are described in this thesis. This thesis presents improvement proposals for detected problems.

The goal was to examine the modification of the wood terminal and its influence, also to present ideas to solve these problems. This thesis examines the modification of the measurement of wood, modifications in the measurement of sampling wood and the modification of work tasks. A purpose was to examine how these modifications come to effect. I also made a cost estimated and I was estimate prospective savings.

I was working in Sunila wood terminal and I got to follow how this terminal operation has changed there. Also freeform discussions with people who are working in the area have had a large role, describing the present situation and problems in the terminal.

It can be concluded that the modifications of the wood terminal obtain better effectiveness for terminal operation and also save money.

## ALKUSANAT

Tämä insinöörityö on tehty opinnäytetyönä puutekniikan insinöörin tutkintoa varten puutekniikan koulutusohjelmassa Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa.

Työ on tehty Stora Enso Oyj Metsä:lle Sunilan puuterminalissa. Stora Enso Oyj Metsän puolesta työn ohjaajana toimi terminaaliesimies Riina Haiko. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun puolesta työn ohjaajana toimi lehtori Jyri Mulari.

Kiittää työn ohjaajaa sekä valvojaa heidän avustaan työn valmistumisen hyväksi ja Stora Enso Oyj Metsän henkilökuntaa tutkimuksen aikana saamastani avusta.

# SISÄLTÖ

## TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	7
1.1 Työn tarkoitus.....	7
1.2 Työn tavoitteet ja rajaukset.....	7
1.3 Työn taustaa .....	8
1.4 Työn suorittaminen .....	8
1.5 Muutoksien tarkoitus puutavaran vastaanotossa.....	8
1.6 Työn viitekehys.....	9
2 TOIMINTAYMPÄRISTÖ JA SIDOSRYHMÄT.....	10
2.1 Stora Enso .....	10
2.2 Stora Enso Metsä.....	10
2.3 Stora Enso Oyj Sunila.....	10
2.4 Historiaa.....	11
2.5 Metsäntutkimuslaitos ja viralliset mittaajat.....	11
2.6 Laivat.....	12
2.7 RP-Group .....	12
2.8 VR.....	13
2.9 Puutavara-autot.....	13
3 PUUTAVARAN VASTAANOTTO .....	14
3.1 Sunilan puunvastaanotto.....	14
3.2 Pyöreä puu ja puukentät .....	16
3.3 Hake.....	18
3.3.1 Hakevarastot.....	18
3.3.2 Seulonnan tavoitteet .....	19
3.4 Puutavaran mittaus .....	20
3.5 Puutavaran mittaus tehtaalla .....	20
3.6 Mittausmenetelmät.....	20
3.6.1 Pinomittaus.....	20
3.6.2 Paino-otantamittaus.....	23
3.6.3 Hakkeen mittaus.....	25
3.7 Raportit ja asiakirjat.....	26
3.8 Tarkastusmittaukset .....	27

3.8.1 Laatuotantamittaus .....	27
3.8.2 Määräotanta .....	28
3.8.3 Hakenäytteiden laatu- ja määräotanta .....	29
3.9 Otanta-asema .....	31
3.9.1 Tukkilajittelija .....	32
3.9.2 Puutavaranosturi ja vaaka .....	32
3.9.3 Optinen tukkimittari .....	33
3.9.4 Mittaustulosten tarkkuus .....	33
4 Terminaalityöntekijät .....	35
4.2 Terminaaliesimies .....	35
4.3 Mittausesimiehet .....	35
4.4 Työkoneen kuljettajat .....	35
5 Työn tulokset ja tulosten tarkastelu .....	37
5.1 Muutokset mittausmenetelmissä ja niiden vaikutukset .....	37
5.1.2 Mittausmenetelmien muutoksien vaikutukset puutavara-autoilijoille .....	38
5.1.3 Muutokset mittaussuorituksien tehokkuudessa .....	38
5.1.4 Mittaustarkkuuden kehittyminen paino-otantamenetelmällä Sunilassa .....	39
5.2 Muutosten vaikutukset otantamittauksessa .....	46
5.3 Muutosten vaikutukset työtehtävissä .....	48
5.3.1 Muutosten vaikutukset puunvastaanoton toimihenkilöihin .....	48
5.3.2 Muutosten vaikutukset työkoneen kuljettajiin .....	49
5.4 Investoinnit ja kustannuslaskelmat .....	49
5.4.1 Uusien ohjelmien asennus ja käyttöönotto .....	50
5.4.2 Kustannukset .....	51
6 Johtopäätökset .....	51
LÄHTEET .....	54
LIITTEET	

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tarkoitus

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Stora Enso Oyj Metsä. Työn tarkoituksena on selvittää muutoksen vaikutuksia tehdasvastaanotossa Stora Enso Oyj Sunilan sellutehtaalla ja sitä mitä hyötyjä muutoksella saavutetaan puutavaran mittauksessa, vastaanottomittauksen tehokkuudessa, logistiikassa sekä rahallisena hyötynä. Kuvassa 1. havainnollistetaan työssä tutkittavia asioita ja niiden vaikutuksia.

## 1.2 Työn tavoitteet ja rajaukset

Opinnäytetyöni päätavoitteena on selvittää muutoksen vaikutukset tehdasvastaanotossa Sunilan sellutehtaalla. Tehtiin kartoitus siitä, mitä hyötyjä muutoksella saavutettiin. Tavoitteena on myös tunnistaa mahdollisia ongelmia, joita terminaalitoiminnassa voi ilmetä ja esittää parannusehdotuksia.

Tutkimuksessa selvitettäviä asioita ovat seuraavat:

- Muutokset vastaanottomittausmenetelmissä ja niiden vaikutukset.
- Muutokset kontrollimittausmenetelmissä ja niiden vaikutukset.
- Muutokset työtehtävissä.
- Kartoitus tarvittavista investoinneista.
- Kustannuslaskelmat ja mahdolliset säästöt.

Työn operatiivinen osa rajataan koskemaan Sunilan puuterminaalia ja sen toimintaa puun käsittelystä, mitta-asemalta aina kuorimolle saakka.

### **1.3 Työn taustaa**

Olen työskennellyt Stora Enso Sunilan tehtaan puunvastaanotossa mittausesimiehenä. Työtehtäviini on kuulunut sellupuun sekä hakkeen vastaanottaminen ja mittaaminen, hakkeiden seulonta, otantaniippujen ajaminen sekä kuskien ohjeistus puukentällä. Sunilan puunvastaanotto siirtyi 1.9.2010 Stora Enso Oyj Metsä:n alaisuuteen. Tämän muutoksen myötä otetaan käyttöön uusia toimintamalleja puunvastaanotossa.

### **1.4 Työn suorittaminen**

Opinnäytetyön tekoon liittyy olennaisena osana oma havainnointi työnteon yhteydessä tehdasvastaanotossa. Olennaisia ovat myös keskustelut muiden vastaanotossa olevien toimihenkilöiden sekä puutavara-autoilijoiden kanssa. Niissä kartoitetaan muutoksen vaikutuksia ja toiminnassa esiintyviä mahdollisia ongelmia. Teen myös vertailuja vanhojen ja uusien toimintamallien välillä selvittääkseni todellisia eroja.

### **1.5 Muutoksien tarkoitus puutavaran vastaanotossa**

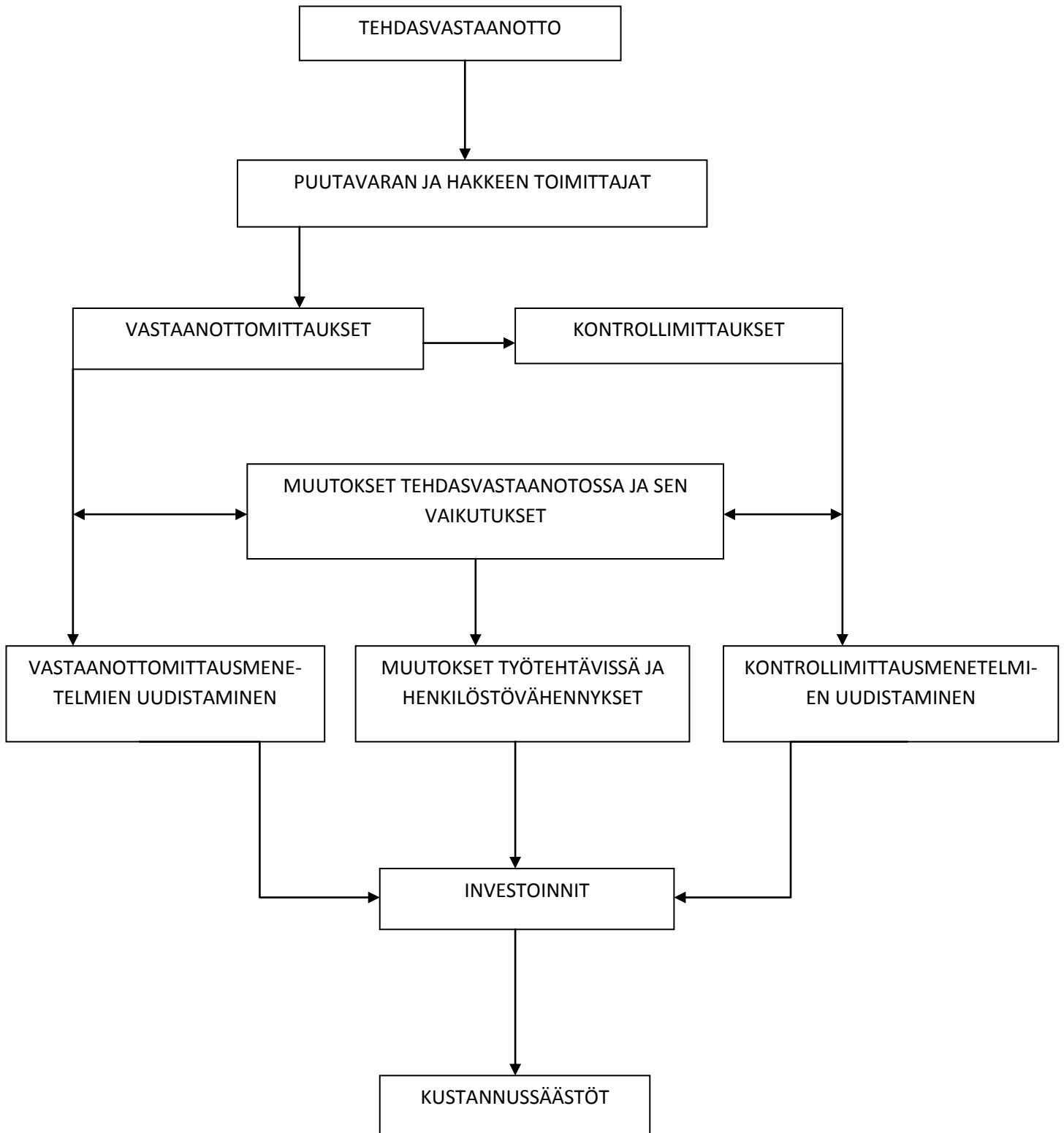
Muutoksien perimmäinen tarkoitus tämmöisissä tapauksissa on aina maksimoida kustannussäästöt ja työn tehokkuus. Näin saadaan toiminta kannattavammaksi ja lisättyä vastaanottokapasiteettia.

Sunilan sellutehtaan puuhuollosta on vastannut Stora Enso metsäosasto. Stora Enso Metsän ja asiakastehtaan saumattomamman yhteistyö ja raaka-aineen optimaalisen kokonaislogistiikan varmistamiseksi on joillekin tehtaille perustettu Metsän ohjauksessa oleva mittausterminaali. Myös Sunilan tehtaan puutavaran vastaanotto siirtyi 1.9.2010 Stora Enso Metsän ohjaukseen.

Mittausterminaalien tehtävänä on vastata tehtaille toimitettavan puun mittauksesta ja toteutumien kirjauksesta järjestelmiin. Mittausterminaalit osallistuvat yhteistyössä tehtaiden kanssa myös tehtaille vastaanotettavan puun ohjaukseen prosessiin ja tehdasvarastojen hoitoon. (4.)



## 1.6 Työn viitekehys



Kuva 1. Työn viitekehys

## **2 TOIMINTAYMPÄRISTÖ JA SIDOSRYHMÄT**

### **2.1 Stora Enso**

Stora Enso on maailmanlaajuinen paperi-, pakkaus- ja puutuotealalla toimiva yhtiö, jonka päätuotteet ovat sanomalehti- ja kirjapaperi, aikakauslehti- ja hienopaperi, kuluttajapakkauskartonki, teollisuuspakkaukset sekä puutuotteet. (1.)

Konsernin palveluksessa on noin 27 000 henkilöä, ja sillä on 88 tehdasta ja tuotantolaitosta. Toimintaa on yli 35 maassa. Stora Enson osakkeet noteerataan Helsingin ja Tukholman arvopaperipörssiissä. Asiakkaita ovat kustantamot, painotalot ja paperitukkurit sekä pakkaus-, puusepän- ja rakennusteollisuus. (1.)

Stora Enson vuosittainen tuotantokapasiteetti on 12,7 miljoonaa tonnia paperia ja kartonkia, 1,5 miljardia neliometriä aaltopahvia ja 6,9 miljoonaa kuutiometriä puutuotteita, josta 3,1 miljoonaa kuutiometriä on jatkojalosteita. Konsernin liikevaihto vuonna 2009 oli 8,9 miljardia euroa. (1.)

### **2.2 Stora Enso Metsä**

Stora Enso Metsä vastaa Stora Enson Suomen tuotantolaitosten puuhuollosta, niin kotimaan kuin tuontipuun hankinnasta. Stora Enso Metsä kuuluu Stora Enson puunhankintaorganisaatioon yhdessä Ruotsin, Baltian, Venäjän, Manner-Euroopan ja Aasian puunhankintayksiköiden kanssa. (1.)

### **2.3 Stora Enso Oyj Sunila**

Stora Enso Oyj Sunila on kotkalainen sulfaattisellutehdas. Sunila tuottaa vuosittain noin 370 000 tonnia tasalaatuista, puhdasta valkaistua havusellua. Tämän sellumäärän valmistamiseen tarvitaan noin 2 miljoonaa kuutiometriä puuta. Sunila on keskittynyt tuottamaan armeeraussellua puupitoisiin painopapereihin kuten päällystettyyn painopaperiin, SC-paperiin ja sanomalehtipaperiin. (2.)

Koska Sunila ei varsinaisesti varastoi käyttämäänsä puuta, puutavaraa toimitetaan tehtaalle päivittäin. Koska Sunilan tehdasalue on aikoinaan rakennettu meren päälle, puukenttä-alue on melko

pieni ja rajallinen. Sunilan tärkeimmät puuntoimittajat ovat Stora Enso Oyj metsäosasto ja Myllykoski Paper Oy. Päivittäinen puutarve Sunilassa vastaa noin 120 rekkakuormallista.

Noin 40 % raaka-aineesta tulee tuonnista, josta lähes kaikki on Baltian maista. Puutavarasta saapuu 40 % laivalla, 45 % rekalla ja loput 15 % junalla. (2.)

## **2.4 Historiaa**

Sunila Oy perustettiin Kotkaan Kymijoen suulle vuonna 1928. Tällöin perustettuun osakeyhtiöön kuului seitsemän osakasta: Enso-Gutzeit, Halla Oy, Aktiebolag Stockfors, Kymin Oy, Yhtyneet Paperitehtaat Oy, Karhula Oy ja Tampereen Pellava- ja Rautateollisuus. Tämä Alvar Aallon suunnittelema sulfaattitehdas käynnistettiin vuonna 1938. Ennen vuotta 2009 Sunilan omistivat Myllykoski Paper Oy (49 %) ja Stora Enso Oyj (51 %). Vuonna 2009 Stora Enso osti Sunilan tehtaat kokonaan omistukseensa. Sunilan tehdas ehdittiin jo pysäyttää, mutta käynnistettiin uudelleen 2009 havusellun hinnan noustessa voimakkaasti. (4.)

## **2.5 Metsäntutkimuslaitos ja viralliset mittaajat**

Koska puutavaran mittaus perustuu lakiin, Metsäntutkimuslaitos valvoo puutavaran mittaamista. Puutavaranmittauksen viranomais- ja valvontatehtävät hoidetaan Metlan Vantaan tutkimuskeskuksessa. Viranomaistehtävistä ja toiminnan kehittämisestä vastaa tutkimuskeskuksessa virallinen mittaaja Lauri Hjelm. Hjelmin vastuulla ovat myös viralliset mittaukset ja tehdasmittauksen valvonta läntisen mittauspierin alueella. Viralliset mittaajat Touko Putkonen Rovaniemeltä ja Veli-Pekka Vauhkonen Suonenjoelta hoitavat pohjoisen ja itäisen piirin mittauksia ja tehdasmittauksen valvontaa. (5.)

Lisäksi Metlan Joensuun tutkimuskeskuksessa on käynnissä puutavaran mittaukseen liittyvä tutkimushanke, jossa tutkitaan hakkuukonemittauksen ja painomittauksen menetelmiä ja niiden mittaus-tarkkuuteen vaikuttavia tekijöitä. (5.)

Viralliset mittaajat vierailevat ajoittain myös tehtailla ja valvovat, että mittaukset ja mittalaitteet ovat lain edellyttämällä tasolla. Kaikki virallisen mittauksen piiriin kuuluvat tehdasmittauksiedot ovat virallisten mittaajien saatavilla. Virallisten mittaajien tehtäviin kuuluu puutavaranmittausta

koskevien erimielisyyksien ratkaiseminen virallisella mittauksella. Edellisten tehtävien lisäksi viralliset mittaajat osallistuvat puutavaran mittauksen kehittämisen ja koulutustehtäviin. Viralliset mittaajat ovat päätoimisia Metsäntutkimuslaitoksen virkamiehiä. (5.)

Virallinen mittaus on asianosaisen pyynnöstä toimitettava silloin, kun:

- 1) asianosaisten kesken on syntynyt erimielisyyttä perusmittauksen tuloksesta
- 2) asianosaiset eivät sovi perusmittauksen toimittamisajasta tai
- 3) asianosainen on aiheetta jäänyt saapumatta perusmittaustoimitukseen, jonka asianosaiset ovat sopineet yhdessä suoritettavaksi. (5.)

## 2.6 Laivat

Sunilassa on oma satama, joka mahdollistaa tuontipuun tulon suoraan tehtaalle. Osa Sunilan satamaan tuodusta puusta viedään myös eteenpäin muille sellutehtaille lähinnä, Imatralla Kaukopään tehtaille. Etenkin kotimaisesta koivusta on ollut ajoittain pulaa, puupulan vuoksi koivua on jouduttu tuomaan laivoilla kauempaa. Laivapuusta ja laivahakkeen kotimaan lisäksi tulee Balttian maista, Venäjältä, sekä jopa manner-Euroopasta.

Aluskuljetus on sopiva kuljetusmuoto kaikelle puutavaralle. Tavallisesti toimitettavat puumäärät ovat 1500 m<sup>3</sup>-8000 m<sup>3</sup>. (9.) Sunilan satamaan toimitetaan laivoilla pyöreää puutavaraa, sekä haketta. Lastaus ja purkaus tapahtuvat pääsääntöisesti kaivukoneperustaisilla koneilla ja näitä voidaan myös kuljettaa aluksen mukana. Laivapuuta kuljetetaan lähinnä Lo-Lo -tyyppisillä aluksilla, jotka lastataan ja puretaan pystysuunnassa nostolaitteita käyttäen.

## 2.7 RP-Group

RP-Group on satama ja logistiikka palveluja tuottava yritys, joka on keskittynyt toimimaan satamissa ja tehdasympäristöissä. Sunilan vieressä sijainneesta pienimuotoisesta yrityksestä on kehittynyt 20 vuodessa logistiikan moniosaaja. Liiketoiminnan alkuvaiheissa yritys palveli vain Sunilan tehdasta erilaisissa tehdaspalveluissa. Nykyisin RP-Group on kasvanut suuryritykseksi, joka tarjoaa metsäteollisuuden palveluja monella tapaa niin tehtaissa kuin satamissa Kymenlaakson alueella. (12.)

Sunilan tehtaalla RP-Group vastaa puulaivojen purkamisesta ja sellulaivojen lastaamisesta nostureiden avulla. Laivapuut sekä hakkeet ajetaan RP:n autoilla tehtaalle käyttöön tai välivarastoihin. RP:llä on myös muuta kalustoa hoitamaan Sunilan tehtaalla tarvittavia töitä kuten hakkeen kasausta ja talvisin lumitöitä. (12.)

## **2.8 VR**

Valtion rautatiet hoitaa junapuun kuljetuksen rautateitse suoraan Sunilan tehdasalueelle. Junapuut on suoraan purettavissa kurottajakoneilla junavaunuista Sunilan pihan raiteilta. Junapuuta toimitetaan eripuolilta Suomea. Tavallisesti rautateitse toimitettavat puumäärät ovat 1 000 - 1 600 kiintokuutiota kuitupuuta, joka vastaa noin 16 - 30 junanvaunullista. (9.) Aikaisemmin puuta tuotiin paljon rautateitse myös Venäjältä. Nykyisin Venäjän puun tuonti on merkittävästi vähentynyt puutullien hinnan nousun vaikutuksesta. Sunilasta lähtee myös valmista sellua rautateitse paperitehtaiden käyttöön.

## **2.9 Puutavara-autot**

Puutavara-autoilijat toimittavat kuitupuuta lähialueen maakunnista Sunilan tehtaalle. Joskus puuta tuodaan myös kauempaakin. Silloin on useimmiten viety koivuja Sunilan satamasta, jotta paluu kuorma on kannattava. Puukuormat ajetaan kuorimon lähialueelle kurottajakoneiden purettaviksi, mutta tarvittaessa puuautot purkavat itse kuormat autoissa olevilla kuormainnostureilla sovituille paikoille välivarastoon. Puutavara- autoilijat purkavat itsenäisesti silloin, kun laiva on purussa ja konekapasiteetti ei riitä purkamaan enää maakunnista tuotuja puita. Joskus myös kuorimon vieressä olevat etukenttä ja takakenttä, jossa kurottaja purkaa, on pinottu täyteen puuta, silloin puutavara-autoilijat ohjataan purkamaan itse pöllit sovituille paikoille.

Yhteen puutavara-autoon mahtuu noin 50 kiintokuutiota puutavaraa, hieman puutavaran mukaan. Hyvinä päivinä Sunilaan toimitetaan jopa yli 100 autolastillista kuitupuuta, mikä vastaa yli 5 000 kiintokuutiollista. (9.) Suurin sallittu bruttopaino puutavara-autolla saa olla 63 000 kg, määrää valvotaan myös Sunilan mitta-asemalla. Ilman nosturia olevan puutavara-auton taarapaino on noin 20 000 kg ja kuormainnosturilla vastustettu puutavara-auto painaa noin 22 000 - 23 000 kg.

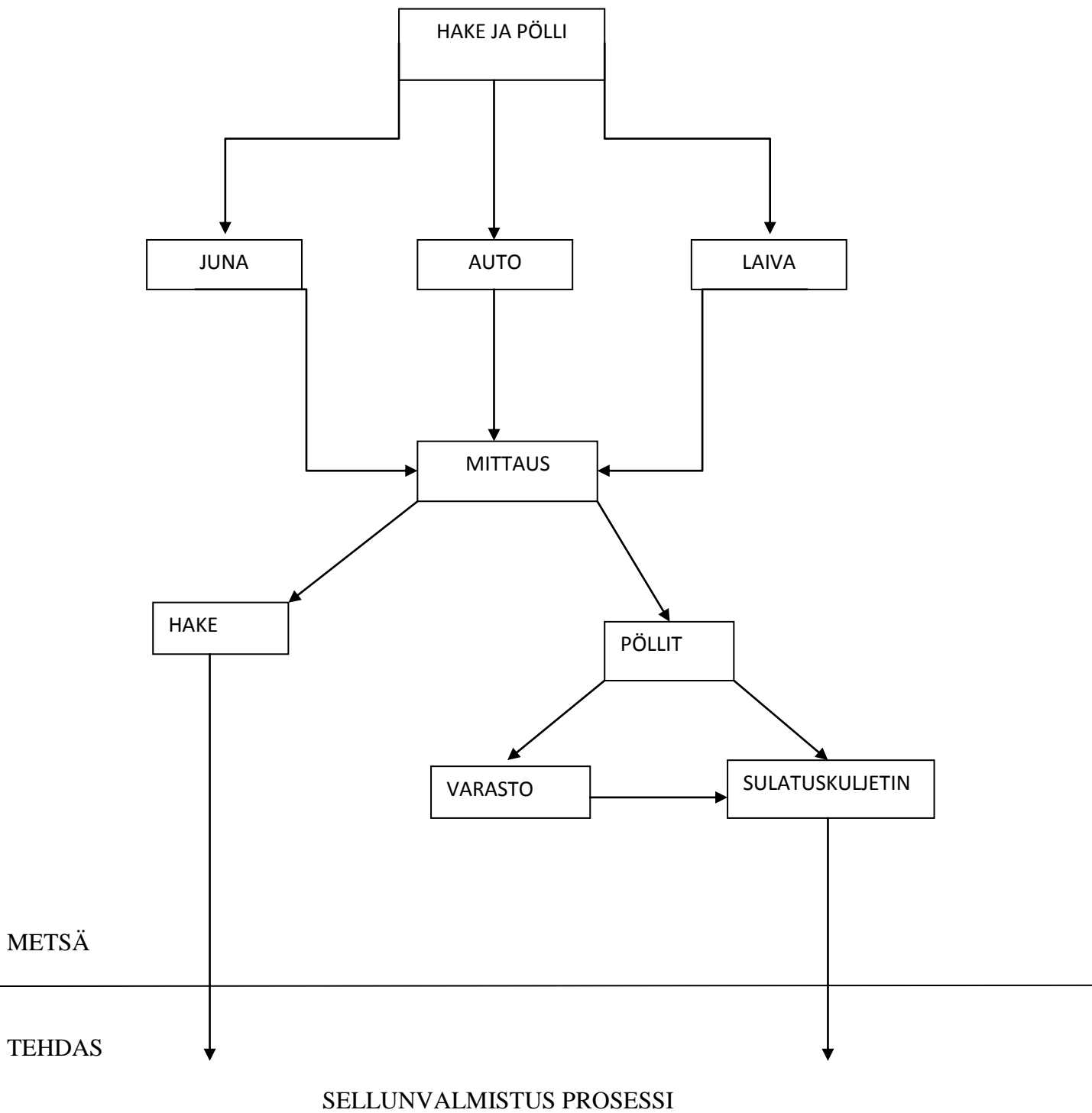
## **3 PUUTAVARAN VASTAANOTTO**

### **3.1 Sunilan puunvastaanotto**

Sunilan puunvastaanotto käsittää puutavaran mittauksen, otantamittauksen suorituksen, hakkeen vastaanoton, hakkeiden analysoinnin ja toimitettujen puutavaraerien laskutusraportoinnin, laatu- ja määräraportoinnin sekä yhteistyön Sunilan tehtaan puunkäsittelyn kanssa. Sunilan vastaanotto toimii kahdessa vuorossa viisi päivää viikossa ja vastaanottoaika on kello 6.30 - 21.30. Aikaisemmin Sunilan tehtaalle ei oltu viikonloppuisin eikä öisin toimitettu autopuuta.

Uudistusten myötä on 15.1.2011 alkaen siirrytty ottamaan vastaan Enson omia puita myös öisin ja viikonloppuisin. Koska yöaikaan Sunilan mittamiehet eivät ole töissä, puutavaran vastaanottaa silloin mittauksen valvontakeskus Imatralla. Mittauksen valvontakeskus suorittaa vastaanottomittauksia myös silloin kun Sunilan mittamiehet eivät ole tavoitettavissa.

## PUUTAVARAN VASTAANOTTOPROSESSI



Kuva 2. Puutavaran vastaanotto prosessin ja sellunvalmistus prosessin rajanveto

Sunilan puunvastaanoton tehtävänä on huolehtia raaka-aineen vastaanottamisesta ja varastoimisesta Stora Enso Oyj Sunilan sellutehtaalla. Puunvastaanotto huolehtii raaka-aineen syöttämisestä prosessiin sekä vastaa, ettei prosessiin pääse kelpaamatonta raaka-ainetta. Kaikki tehtaalle tuleva kuitupuu ja hake mitataan, ja mittaustiedot tallentuvat järjestelmään.

Sunilan puunvastaanotto siirtyi 1.9.2010 Stora Enso Metsän alaisuuteen. Siirtymisen myötä puun vastaanotossa otetaan käyttöön uusia toimintamalleja, jotka mahdollistavat entistä tehokkaamman ja taloudellisemman toiminnan.

Stora Enso Metsän alaisuudessa toimiva Sunilan mittaustermiinali ulottuu, vastaanottoportilta puukentät mukaan lukien aina kuorimon sulatuskuljettimelle saakka. Kuvassa 2 selviää puutavaran vastaanotto-prosessin vaiheet, sekä erotetaan se sellunvalmistusprosessista.

### **3.2 Pyöreä puu ja puukentät**

Sunilaan tulee pyöreää kuitupuuta autolla, junalla ja laivalla. Kaikki tuleva kuitupuu mitataan ja mittaukset tallentuvat järjestelmään. Tietokoneelta on helppo seurata vastaanotetun puun määrää ja tarkkailla varastotilannetta.

Suurin osa vastaanotetusta kuitupuusta on mäntyä, noin 70 % ja loput noin 30 % kuusta. (9.) Kuvassa 3. selviää Sunilaan toimitettujen puutavaralajien määrät vuonna 2010. Sunilaan tuleva kuitupuu on ryhmitelty puutavaralajeiksi, eli kuitupuu on katkottu, karsittu ja lajiteltu hakkuupaikalla käyttötarkoituksen mukaan puutavaralajeiksi. Kuitupuun hinta määräytyy puutavaralajin mukaan, joten myös mittaus on tehtävä puutavaralajeittain.

Sunilan puukentät on jaettu eri alueisiin. Pyöreän puun varastoja on selkeämpi kontrolloida kun eri puutavaralajit on eroteltu tietyille alueille. Jo puutavaran vastaanottovaiheessa tietokoneen järjestelmään merkitään minne vastaanotettu puutavara varastoidaan. Puukenttä-alueet ovat, etukenttä, takakenttä, radantaus ja Muokanniemi.

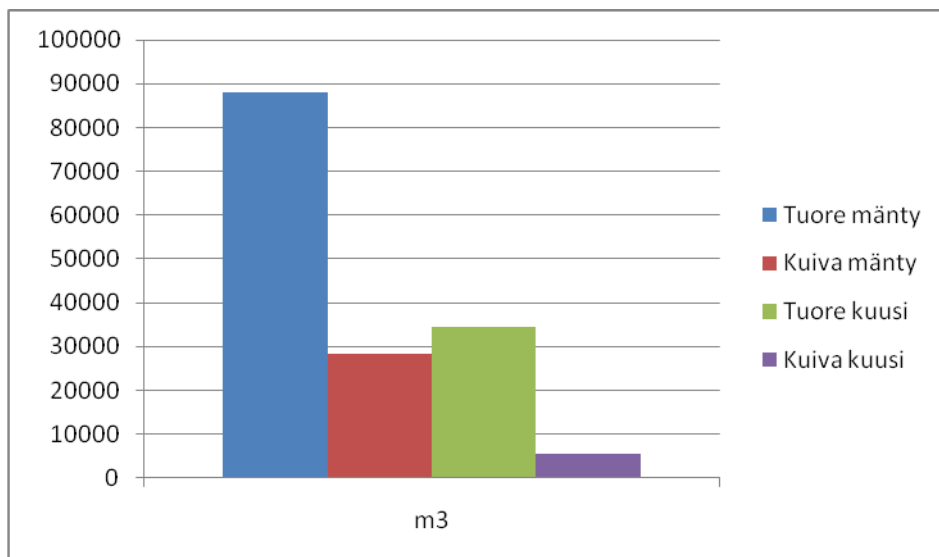
Pää-asiaassa kaikki tuleva pyöreä puutavara pyritään purkamaan heti sulatuskuljettimelle hakettukseen ja käyttöön. Ongelmana on se, että Sunilassa on vain yksi haketuslinja ja linjalla voidaan kerralla hakettaa vain mäntypuuta tai kuusipuuta. Havupuulajin hakettaminen, pyritään valitsemaan sen perusteella, mitä tehtaalle toimitetaan enemmän. Se pyöreä puutavara jota ei voida purkaa suoraan



sulatuskuljettimelle haketukseen, puretaan kentälle varastoon. Sunilassa on laadittu toimitettavalle pyöreälle puutavaralle mitta ja laatuvaatimukset.

#### Mitta- ja laatuvaatimukset

- Mäntyä ja kuusta. Erikoistapaukset sovittava aina erikseen mittausaseman kanssa.
- Puutavaralajit toimitettava omina nippuina.
- Minimiläpimitta 7 cm kuoren päältä männyllä.
- Minimiläpimitta 8 cm kuoren päältä hiomakuusella.
- Maksimiläpimitta 60 cm paksuimmalta kohdalta.
- Pölkkyjen pituus 3-6 metriä.
- Puissa tai puiden seassa ei sallita muovia, hiiltä, nokea, metallia, torjuntakemikaaleja tai muita epäpuhtauksia. (10,1.)



Kuva 3. Sunilaan vastaanotettujen puutavaralajien määrät vuonna 2010 (9.)

### 3.3 Hake

Sunilaan tulee mänty- sekä kuusihaketta autolla ja laivalla. Hakekuormat mitataan, ja mittaukset tallentuvat järjestelmään. Hakkeet puretaan hakkeenpurkupaikalla, josta se siirtyy omiin siiloihin haketavaralajeittain. Myös kaikki Sunilaan tuleva kuitupuuta haketetaan, joko siiloihin tai pihalle hakekasalle. Kuvassa 4 selviää Sunilan tehtaalle toimitettujen mänty- ja kuusihakemäärien jakautuminen vuonna 2010.

Sunilan kuorimo hakettaa noin 5 000 kiintokuutiollista kuitupuuta vuorokaudessa. Pyöreän kuorellisen kuitupuun konekuljettajat purkavat sulatuskuljettimelle, jossa pöllit ensin kuoritaan ja sen jälkeen haketetaan. Kuori hyödynnetään energiaksi polttamalla, sillä Sunilan tehtaalla on oma polttokattila. Kuorimo toimii 3/7-seemalla, eli haketus on päällä aina, kun puuta on saatavilla ja siiloissa tilaa uudelle hakkeelle.

Omia hakkeita analysoidaan joka päivä kolmesta eri prosessivaiheesta, hakkausvaiheesta, keittovaiheesta ja ennen seulaa olevasta hakkeesta. Joka päivä omasta hakatusta hakkeesta määritetään palakokojakauma ja perjantaisin keittohakkeesta määritetään myös kuiva-aineprosentti ja kuoriprosentti.

Tuoduista auto- ja laivahakekuormista analysoidaan näytteet ennalta määrättyjen prosenttien mukaan. Toimitetuista hakkeista määritetään palakokojakauma, kuiva-aineprosentti sekä kuoriprosentti. Näiden perusteella määräytyy hakkeen ostohinta.

#### 3.3.1 Hakevarastot

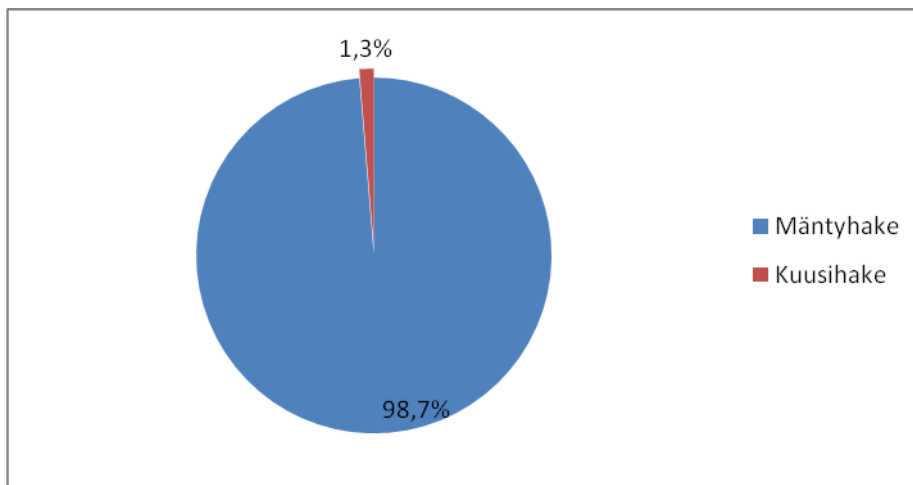
Sunilan hakevarastoihin mahtuu noin 130 000 kiintokuutiollista haketta. Tämä määrä riittää noin kahden viikon tarpeisiin. Hakevarastot käsittävät 4 kpl siiloja ja pihalla olevan mäntyhakekasan. Jokainen siilo on tilavuudeltaan 50 000 m<sup>3</sup>, tämän kokoiseen siiloon mahtuu 24 000 kiintokuutiollista haketta. Siilot on numeroitu ja jokaisessa siilossa on vain yhden puutavaralajin haketta. 1- ja 2-siiloissa on mäntyhaketta ja 3- ja 4-siiloissa kuusihaketta. Pihalla olevaan avoimeen mäntyhakekasaan mahtuu noin 35 000 kiintokuutiollista mäntyhaketta. Sekä siilojen että mäntyhakekasan pohjalla on purkuruuvit, josta haketta siirretään tarpeen mukaan seulonnan kautta käyttöön.

### 3.3.2 Seulonnan tavoitteet

Kaikki haketettu ja tehtaalle toimitettu hake seulotaan. Lisäksi osasta hakkeesta otetaan näytteitä, jotka analysoidaan tarkemmin mitta-asetella. Seulonnassa hakkeesta pyritään poistamaan sellun valmistuksen kannalta haitalliset jakeet, joita ovat lähinnä ylisuuri jae, ylipaksu jae ja puru. Hakkeen lajittelussa olisi tärkeää saada erilleen myös oksat, jotka eivät kypsy keitossa. (6, 86.)

Koska pienenkin puumäärän poistaminen raaka-ainevirrasta lisää kustannuksia suuresti, ei seulontaa ole syytä pitää prosessina, jolla huonoa hakkeen laatua parannetaan pysyvästi. Hakeseula onkin tavallaan varolaite, joka ylisuuren jakeen tai hienojakeen määrän lisääntymisellä ilmoittaa viasta haketuksessa.

Tuoduista auto- ja laivahakekuormista analysoidaan näytteet ennalta määrättyjen prosenttien mukaan. Toimitetuista hakkeista määritetään palakokojakauma, kuiva-aineprosentin sekä kuoriprosentin. Näiden edellä mainittujen perusteella määräytyy hakkeen ostohinta.



Kuva 4. Sunilan tehtaalle toimitettujen mänty- ja kuusihakemäärien jakautuminen vuonna 2010 (9.)

### 3.4 Puutavaran mittaus

Puutavaran mittauksella tarkoitetaan leimikon pystypuuston tai valmiin puutavaran mittaamista sen määrän tai laadun toteamiseksi. Puutavaranmittauslaissa on säädökset, milloin ja miten mittaus on suoritettava. Puutavaran laatua ja määrää koskevat erimielisyydet ratkaistaan lain mukaisessa virallisessa mittauksessa. Maa- ja metsätalousministeriö vahvistaa puutavaran mittauksessa käytettävät menetelmät ja niitä koskevat mittausohjeet. (6,64.)

### 3.5 Puutavaran mittaus tehtaalla

Puutavaran tehdasmittaus alkoi yleistyä 1990-luvulla. Tehdasmittauksen yleistymiseen vaikuttivat mittausmenetelmien kehittyminen sekä puutavaramittauslakiin ja -asetuksiin vuonna 1997 tehdyt muutokset. (6,73.) Puutavaran mittausmenetelmät ja mittauslaitteet ovat kehittyneet vuosien saatossa. Tehdasmittaus on nykyään tarkkaa, ja se on etu sekä myyjälle että ostajalle. Myyjä sekä ostaja sopivat ostosopimuksessa mittauspaikasta, mittaajasta sekä siitä mitä mittausmenetelmää käytetään. Ostosopimuksessa täytyy myös ilmetä, mitä mitta- ja laatuvaatimuksia käytetään, sekä kuljetus- ja käsittelyoikeus.

### 3.6 Mittausmenetelmät

Puutavaran tilavuusmittaus voidaan suorittaa monenlaisilla menetelmillä. Tässä työssä keskitytään kuitenkin kuvaamaan Sunilan tehtaalla käytettyjä mittausmenetelmiä.

#### 3.6.1 Pinomittaus

Sunilassa luovutusmittauksissa pinomittausta on sovellettu auto ja junapuulle. 8.11.2010 autopuun siirryttyä painolle pinomittausmenetelmä on poistunut Sunilan tehtaalta päävastaanottomittausmenetelmänä. Pinomittausmenetelmä on kuitenkin vielä käytössä varamittausmenetelmänä.

Pinomittauksessa kuorman kehystilavuus saadaan mittaamalla nipun pituus, korkeus sekä leveys ja kertomalla nämä keskenään. Nipulle määritetään vielä keskiläpimitta, oksaisuus ja karsinta, mutkaisuus sekä ladonta, ennalta määrättyjen kertoimien avulla. Nipun kiintotilavuusprosentti saadaan,

kun lasketaan pinotiheystekijöiden vaikutusarvot yhteen ja lisätään ne keskimääräiseen kiintotilavuusprosenttiin. Kuorellinen kiintotilavuus saadaan kertomalla nipun kehystilavuus kiintotilavuusprosentilla. Tulos ilmoitetaan kuutiometrin kymmenesosan tarkkuudella. (3,18.)

Mittaaja määrittää kuitupuulle laatuluokan tehtaan seurantaan varten. Puun tuoreus ja lahous määritetään silmämääräisesti. Laatuluokilla ei ole vaikutusta laskutukseen.

## LAATULUOKAT

1 Tuore kuitupuu

3 Kuiva kuitupuu

4 Tuore, laho kuitupuu

5 Kuiva, laho kuitupuu

(10,1.)

## *Kiintotilavuusprosentti*

Kiintotilavuusprosentti määräytyy puun pituuden mukaisen peruskiintotilavuusprosentin ja pinotiheystekijöiden vaikutuksesta. (11,5.) Havupuiden keskimääräiset kiintotilavuusprosentit on esitetty taulukossa 1 ja pinotiheystekijöiden vaikutus taulukossa 2,3,4 ja 5.

**Taulukko 1.** Keskimääräiset havupuiden kiintotilavuusprosentit (11,5.)

PUUTAVARAN PITUUS, M	KIINTOTILAVUUS, %
2,00-2,50	66
2,51-3,50	63
3,51-4,50	61
4,51-5,50	60
5,51-6,00	59

**Taulukko 2.** Havupuiden pinotiheystekijät: keskiläpimitta (11,5.)

KESKILÄPIMITTA CM	PROSENTTIVAIKUTUS
7,0 – 9,9	-3
10,0 – 11,9	0
12,0 – 13,9	+2
14,0 – 15,9	+3
16,0 – 20,9	+4
21,0 – 24,9	+5
25,0 ja isommat	+6

**Taulukko 3.** Havupuiden pinotiheystekijät: karsinta ja oksaisuus (11,6.)

KARSINTA JA OKSAISUUS	MÄÄRITELMÄ	PROSENTTIVAIKUTUS
1	Ei oksantynkiä eikä oksankyhmyjä.	+2
2	Jotain lyhyitä oksantynkiä ja vähäisiä oksankyhmyjä.	0
3	Oksantynkiä ja oksankyhmyjä siellä täällä.	-2
4	Runsaasti oksantynkiä ja oksankyhmyjä.	-4

**Taulukko 4.** Havupuiden pinotiheystekijät: mutkaisuus (10,6.)

MUTKAISUUS	MÄÄRITELMÄ	PROSENTTIVAIKUTUS
1	Pölkkyt ovat suorina.	+1
2	Pölkkyt edustavat puulajin tavallista, luontaista mutkaisuutta	0
3	Pölkkyt ovat mutkaisia. Nipuissa on pölkkyjen mutkaisuutta aiheuttavia rakoja.	-1

**Taulukko 5.** Havupuiden pinotiheystekijät: ladonta (11,7.)

LADONTA	MÄÄRITELMÄ	PROSENTTIVAIKUTUS
1	Pölkkyt tiiviisti lomittain.	+2
2	Pölkkyjä on jonkin verran ristikkäin, ja niiden välissä on ladonnasta aiheutuvia rakoja.	0
3	Monet pölkkyt ovat ristikkäin, ja pölkkyjen välissä on isoja ladonnasta aiheutuvia rakoja.	-2
4	Pölkkyt ovat erittäin runsaasti ristikkäin. Kuormassa on isoja ladonnasta johtuvia rakoja	-4

### 3.6.2 Paino-otantamittaus

Nykyisin käytetyistä vastaanottomittausmenetelmistä yleisin on paino-otantamittaus. Sunilan tehtaalla paino-otantamittaus on ollut käytössä laivapuiden mittausmenetelmänä. Sunilassa paino-otantamittaus otettiin myös käyttöön uudistusten myötä autopuille, puutavaran vastaanoton siirtyessä Stora Enso Metsälle. Tulevaisuuden tavoittele Sunilassa on, että kaikki puutavara pystytään ottamaan vastaan ja mittaamaan paino-otantamenetelmällä. (6,80 - 81.)

Paino-otantamittaus soveltuu kuitu- ja tukkipuutavaralajien sekä koko- ja osapuun kuorelliseen kiintokuutiutilavuuden mittaukseen. Menetelmän hyväksyttävä tarkkuus on  $\pm 4 \%$ . (5.)

Paino-otantamittauksessa koko mittauserä punnitaan ja sen massa muunnetaan tilavuudeksi, otannassa arvotuista näyte-eristä mitatun keskimääräisen tuoretiheyden perusteella. Jos jokin erä eroaa selvästi tuoretiheydeltään, se erotetaan ennen mittauksia omaksi eräksi. Tuoretiheys poikkeaa selvästi, jos tuoretiheys poikkeaa yli 15 % koko mittauserän arvioidusta tuoretiheydestä. Ongelmana ovat kuormat, jotka sisältävät heterogeenistä puuta, eli jossa on sekaisin eri puutavaralajeja sekä painoluokkia. (5.)

Tuoretiheyden määrittämiseksi valitaan näyte-eriä, jotka voivat olla esimerkiksi ajoneuvokuormia, puutavaranippuja tai puutavaranipun osia. Erät punnitaan ja tilavuus määritetään puutavarapölkkyjen mittausohjeen mukaisesti. Näyte-erän tuoretiheys on sen massan ja tilavuuden suhde. Tulos ilmoitetaan  $1 \text{ kg/m}^3$ :n tarkkuudella. Näyte-erät mitataan mahdollisimman pian, sillä jos näytteet ovat pitkään ulkoilmassa, näytteiden painoarvot voivat vaihtua jonkin verran ilman kosteuden mukaan. Vaarana voi myös olla, että näytteisiin nidotut tiedot häviävät, minkä jälkeen nippu on hyödytön

mittaamisen kannalta. Periaatteena onkin hyvä pitää, että näytteet mitataan aina siinä järjestyksessä, missä ne otettu vastaan. (5.)

Mittaaja määrittää kuitupuulle painoluokan silmämääräisesti. Arviointiin vaikuttavat tekijät ovat puutavaran ulkonäkö, kokonaismassan suhde puutavaranippujen kokoon sekä se, millaista puuta puutavaranippu sisältää. On myös syytä arvioida puutavara-auton tyhjäpaino ja ottaa huomioon onko autossa kuormainnosturia, joka tuo huomattavasti lisää massaa. Painoluokan perusteella määräytyy kuorman kuutiosisältö eli kollektiivi. Painoluokat Sunilassa ovat, 1 tuore ja 2 puolikuiva. Tietokone hakee keskimääräisen kuutiotilavuuden kuormalle, joka määräytyy otantojen perusteella. Kollektiivi vaihtelee sen mukaan, kun otantatuloksia tallennetaan järjestelmään. Kun otantoja tallennetaan järjestelmään, tietokone laskee kymmenen viimeisen tallennetun otantamittauksen keskiarvon, josta pienin ja suurin arvo jätetään huomioimatta. Näin saadaan pidettyä painoluokkien ominaispainot ajan tasalla, jotka saattavat hieman vaihdella myös vuodenaikojen mukaan. Tämä kuitenkin edellyttää, että näytteitä otetaan riittävästi, sillä muuten tulokset jäävät laahaamaan perässä. Riittävä otantaprosentti männyllä on 2 % ja kuusella 4 %.

### ***Laiva sekä autopuu***

1. Niput ajetaan autoilla Sunilan autovaa'an kautta, jolloin saadaan lastin kokonaispaino selvitettyä. Tätä painoa kutsutaan bruttopainoksi.
2. Puutavaralastin paino saadaan vähentämällä bruttopainosta auton tyhjäpaino eli taarapaino. Tätä erotusta kutsutaan nettopainoksi, joka on puutavaralastin paino.
3. Kone arpoo satunnaisin välein nippuja tarkistusmittaukseen ennalta sovittavan otantaprosentin mukaisesti.
4. Koenippujen kuutiomäärä selvitetään tukkimittarin avulla. Otantanippujen painot saadaan otantamittauslaitteen kuormainnosturin vaa'an avulla ja myöhemmin tulevaisuudessa kurottajan punnitsemana. Otantaniput ovat osanippuja keskimäärin noin  $6 \text{ m}^3$ .
5. Lastin keskimääräinen kiintokuutiopaino on koenippujen paino jaettuna koenippujen kuutiomäärällä.
6. Punnitustiedot sekä otantatiedot tallennetaan Stora Enso Metsän tehdasvastaanotto (TEVA)-järjestelmään.



### ***Junapuu (tällä hetkellä)***

1. Junavaunuissa olevat puutavaraniput mitataan mittakepillä pinomittausmenetelmällä.
2. Mittaustiedot tallennetaan käsitietokoneelle mittausvaiheessa.
3. Käsitietokone arpoo satunnaisin välein nippuja tarkistusmittaukseen ennalta sovitun otantaprosentin mukaisesti. Otantaniput mitataan kokonaisina, jossa verrataan mitattua kuutiomäärää todelliseen kuutiomäärään.
4. Junan mittaustiedot puretaan taskutietokoneelta Stora Enso Metsän tehdasvastaanotto (TEVA)-järjestelmään.

### ***Junapuu (myöhemmin)***

1. Kurottaja punnitsee junapuuniput purkamisen yhteydessä sekä määrittää nipulle oikean painoluokan.
2. Kone arpoo tasaisin välein nippuja tarkistusmittaukseen ennalta sovittavan määrän.
3. Koenippujen kuutiomäärä selvitetään tukkimittarin avulla. Otantanippujen painot saadaan joko kurottajan punnitsemana tai otantamittauslaitteessa olevalla kuormainnosturiin asennetulla vaa`alla.
4. Lastin keskimääräinen kiintokuutiopaino on koenippujen paino jaettuna koenippujen kuutiomäärällä.
5. Punnitustiedot sekä otantatiedot tallennetaan Stora Enso Metsän tehdasvastaanotto (TEVA)-järjestelmään.

### **3.6.3 Hakkeen mittaus**

Tehtaalle tuleva hake mitataan kuivamassan otantamittauksella. Mittausmenetelmä sovelletaan pyöreän puutavaran, hakkeen ja purun kuivamassan mittaamiseen. Menetelmän hyväksyttävä tarkkuus on  $\pm 4\%$ . (5.) Kuorman nettopaino punnitaan autovaa`alla, jonka jälkeen tietokone hakee toimittajan kyseisen hakelajin viiden viimeisen kuiva-aineprosentin keskiarvon. Tuorepaino kerrotaan tällä

kuiva-aineprosentilla, jolloin saadaan kuiva-ainetonnit. Tämän jälkeen tietokone muuttaa kuiva-ainetonnit kiintokuutioiksi kuiva-ainekertoimella. (6,85.)

Kuiva-ainekerroin on hakelajikohtainen ja sitä päivitetään aika ajoin hakkeen toimittajarakenteen muuttumisen mukaan.

### **3.7 Raportit ja asiakirjat**

Tehdasmittauksen yhteydessä tai mittauksen jälkeen ovat kaikki mittausta koskevat raportit ja asiakirjat mittausosapuolten saatavissa ja käytettävissä. Jokaisesta mittaustapahtumasta syntyy mittauksen päätyttyä vastaanottotodistus, joka toimii tehtaalte luovutuksen ja vastaanoton asiakirjana. Kyseiset tiedot annetaan myös toimittajalle, joko kuormittain tai koosteena.

Kaikki mittaustiedot tallennetaan Stora Enso Metsän TEVA- järjestelmään. Myös jokaiselle mittausosapuolelle voidaan tulostaa heidän tarvitsemat asiakirjat. Kyseiset tiedot ovat myös tehtaan käytettävissä, joka on Stora Enso Metsän asiakas.

Luovutustositteesta ilmenevät seuraavat asiat.

- luovutustositteen numero
- vastaanottava tehdas
- mittauspäivämäärä
- auton rekisterinumero
- organisaatiotunnukset
- kaupan/erän numero/numerot
- mitatut tilavuudet laadittain
- todellinen tilavuus
- katkontavirheen mukainen korjattu tilavuus
- vajaalaatuisen puun määrä
- vajaalaadun syy
- vastaanottomittaajan ja autoilijan kuittaukset (9.)

### 3.8 Tarkastusmittaukset

Tehdasmittauksille on järjestetty tarkastusmittausjärjestelmä, jolla pystytään kontrolloimaan mittauksien todenmukaisuutta. Järjestelmä arpoo osan mittauksista tarkastusta varten, näitä kutsutaan otannoiksi. Sunilassa otantapuut mitataan tukkimittarilla ja tulokset tallennetaan Stora Enso Metsän TEVA- järjestelmään, jossa ne ovat kaikkien osapuolten nähtävissä. Hakenäytteet seulotaan, jolloin saadaan palakokojakauma. Hakenäytteistä määritetään myös kuiva-aineprosentti sekä kuoriprosentti. Hakenäytteiden tarkoituksena on määrittää jokaiselle haketoimittajalle ostohinta, joka määräytyy toimitetusta hakkeesta tehtyjen analyysien perusteella. Esimerkiksi osa jakeista vähentää hakkeen ostohintaa myös suuri kuorimäärä laskee hakkeen ostohintaa. (5.)

Otantamittaus suoritetaan mittaamalla satunnaisesti valittu riittävän edustava osa mittauserästä näyte-erien mittaukseen soveltuvalla mittausmenetelmällä ja laajentamalla mittaustulos koskemaan koko mittauserää. Mikäli mitattavassa tunnuksessa ei esiinny jaksoittaisuutta, voidaan käyttää myös systemaattista otantaa. (5.)

Otanta suoritetaan eräkohtaisesti. Se kohdistetaan koko mittauserään, jonka kaikilla yksiköillä (kuorma, nippu, runko, pölkky) on oltava sama todennäköisyys tulla valituksi otokseen. Mittauserän kaikkien näyte-erien tulee olla samantyyppisiä, ts. otosyksikön tyyppiä ei saa vaihtaa kesken erän mittauksen. (5.)

#### 3.8.1 Laatuotantamittaus

Sunilassa laatuotantamittaus on ollut käytössä pinomittausmenetelmän yhteydessä. Pinomitta on auto ja junapuilla kehysmitta, joten jokainen nippu mitataan erikseen. Laatuotannassa on määrätöntä samassa, joten nippu sekä laadutetaan ja siitä mitataan kuutiosisältö. Nipun mittakepillä mitattua mittaustulosta verrataan otantamittauslaitteen antamaan todelliseen kuutiomäärään. Mittaustuloksen hyväksyttävä tarkkuus on  $\pm 4\%$ . (5.)

Luovutusmittauksen yhteydessä tietokone arpoo satunnaisesti, ennalta määritetyn prosentin mukaisesti puutavaraerän osia otantamittaukseen. Otantamittauksessa mitataan arvotun puutavaraerän tilavuussisältö ja määritetään sen vajaalaatuisen puun määrä. Jokaiselle vajaalaatuluokalle lasketaan otantamittauksen perusteella vajaalaatuisen puosuuden keskiarvo. Puutavaraerän kiintotilavuus

lasketaan vähentämällä puutavaraerän kokonaistilavuudesta sen vajaalaatuluokan puunosuuden tilavuus. (5.)

### **3.8.2 Määräotanta**

Kun autopuu siirtyi 8.11.2010 Sunilassa paino-otantamittaukseen, laatuositus lopetettiin ja kaikille paino-otannalla vastaan otetuille kuormille tarkastusmittausmenetelmäksi tuli määräotantamittaus.

Luovutusmittauksen yhteydessä tietokone arpoo satunnaisesti, ennalta määritetyn prosentin mukaisesti puutavaraerän otantamittaukseen. Määräotanta eroaa laatuotannasta sillä, että määräotantaniipuista mitataan ainoastaan nippujen kiintokuutiomäärä. Puita ei tarvitse laaduttaa eikä määrittää vajaalaatuisen puunosuuden sisältöä. Silloin kun puut on otettu vastaan paino-otantamittauksella, määräotantaniipulle määritetään puun ominaispaino. Nipun ominaispaino määritetään punnitsemalla kontrollinipun massa, minkä jälkeen tämä jaetaan mitatulla nipun kuutiomäärällä. Ominaispaino on massan ja tilavuuden suhde ( $\text{kg/m}^3$ ). Mitatuista tuloksista paino ilmoitetaan 1 kg:n tarkkuudella ja tilavuus  $0,1 \text{ m}^3$ :n tarkkuudella.

Niput mitataan mahdollisimman pian, jotta sen tuoretiheys vastaa mittausvaiheen suoritusajankohdan tuoretiheyttä. Nipun punnitusvaiheessa lumen ja jään vähennystä ei tehdä, vaan painon täytyy olla sama, millä nippu on otettu vastaan.

#### ***Otoksen koon määrittäminen***

Sunilassa pinomittauksen yhteydessä arvotuista laatuotannoista mitattiin aina koko puutavaranippu, joka oli tilavuudeltaan keskimäärin noin  $15 \text{ m}^3$ . Tämä oli melko hidasta, sillä tämän kokoisessa kuitupuunipussa voi olla jopa 400 pölkkä.

Paino-otantamittauksen yhteydessä määräotantaniiput ovat osanippuja, keskimäärin noin  $6 \text{ m}^3$ . Nippujen mittaaminen on huomattavasti nopeampaa, ja tämä mahdollistaa sen, että otantoja voidaan ottaa enemmän. Paino-otantamittauksessa suurempi otosten määrä heijastuu tarkempiin mittaustuloksiin ja mittaustulokset pysyvät paremmin ajan tasalla.

Otoksen koko on määritettävä sellaiseksi, että mittausmenetelmälle asetettu tarkkuusvaatimus ( $\pm 4\%$ ) saavutetaan. Koska mittausmenetelmän tarkkuus määräytyy otantavirheen lisäksi muiden mitta-

usvirheiden perustella, sallitun otantavirheen tulee olla enintään  $\pm 3$  % ja luotettavuustason 95%. Otoksen koko (otantasuhde) määritetään mittausserän koon ja näyte-eristä mitattavan tunnuksen (esim. tuoretiheys, kiintotilavuus-%) arvioidun keskihajonnan perusteella. (5.)

Otoskoko osittamattomassa otannassa lasketaan seuraavalla kaavalla.

$$n = \frac{N * t^2 * s^2}{N * d + t * s^2}$$

jossa n = otoskoko

N = mittausserän yksiköiden lukumäärä

t = valittua luotettavuustasoa vastaava t-jakauman arvo (95 % = 1,96)

d = sallittu otantavirhe, %

s = mitattavan tunnuksen keskihajonta, %.

(5.)

(1)

### 3.8.3 Hakenäytteiden laatu- ja määrätanta

Sunilaan toimitettavista hakekuormista tietokone arpoo hakkeen vastaanottovaiheessa hakenäytteitä, määritetyn otantaprocentin mukaisesti. Näytteen osuessa kohdalle, hakekuski ottaa näytteen hakeenpurkupaikalla muoviympäriin ja sulkee kannen tiiviisti. Tämä estää hakkeen kuivumista ennen näytteen mittausta. Hakenäytteet seulotaan ja näytteistä mitataan määrätanta eli kuiva-aineprocentti, sekä laatuotanta eli kuoriprocentti. Tämän perusteella määrättyy hakkeen hinta. (6,86.)

#### *Hakenäytteen laatuotanta*

Hakenäytteiden laatuotantamittauksessa näyte seulotaan reikäseulalla. Seulalaatikoita on yhteensä 6 kappaletta päällekkäin, joista suurimmat jakeet jäävät ylös ja pienemmät jakeet seuloutuvat palakoon mukaan omiin laatikoihin. Yhden näytteen seulominen kestää 10 minuuttia, jonka aikana seula tekee edestakaista liikettä pudottaen jakeet omiin laatikoihin. Seulonnan jälkeen kuhunkin laatik-

koon jäänyt hakemäärä punnitaan 1 gramman tarkkuudella ja merkitään ylös. Hakeraportissa näkyy jakeiden prosentuaalinen jakautuminen, joka vaikuttaa hakkeen ostohintaan.

Hakepalan optimikoko massan valmistuksen kannalta, että paksuus on alle 8 mm ja pituus 13 - 45 mm. Liian suurista hakepaloista kuidut eivät irtoa riittävän hyvin ja taas liian pienet lisäävät hieno-aineen määrää massassa. (6,86.)

### ***Hakenäytteen määrätanta***

Hakenäytteen määrätannassa otetaan kuiva-ainenäyte. Aluksi näyteämpäristä otetaan 215 - 235 gramman suuruinen tuoremassanäyte joka punnitaan. Tämä tuoremassanäyte kuivataan uunissa absoluuttisen kuivaksi 17 tunnin ajan, jolloin kaikki kosteus näytteestä on poistunut. Kuivauksen jälkeen näyte punnitaan heti uudelleen, sillä absoluuttisen kuiva puu imee hyvin tehokkaasti kosteutta huoneilmasta. Kun näyte on punnittu absoluuttisen kuivana, siitä voidaan laskea hakkeen kuiva-aineprosentti. Kuiva-aineprosenttia laskettaessa on muistettava vähentää näytteen tuoremassasta sekä absoluuttisen kuivasta massasta näyteastian paino (17 grammaa).

Hakenäytteen kosteusprosentti lasketaan seuraavalla kaavalla.

$$n = \frac{a - b}{a} \times 100$$

jossa n = kosteusprosentti

a= näytteen tuoremassa

b= näytteen kuivamassa

(3.)

(2)

Hakenäytteen kuiva-aineprosentti lasketaan kaavalla.

$$n = \frac{b}{a} \times 100$$

jossa n = kuiva-aineprosentti

a= näytteen tuoremassa

b= näytteen kuivamassa

(3.)

(3)

Hakenäytteen määrätunnusmerkeissä määritetään myös kuoriprosentti. Kun hakenäyte on seulottu ja jakeet asettuneet palakoon mukaan omiin laatikoihin, erotetaan punnituksen jälkeen hakkeesta kuori. Kuori erotetaan hakkeesta veitsellä ja kuoripalat asetetaan kuoriastiaan joka painaa tyhjänä 7 grammaa. Kun kaikki kuori on eroteltu hakkeesta, punnitaan kuorimäärän tuorepaino. Tämän jälkeen kuoriastiat laitetaan uuniin kuivumaan 17 tunnin ajaksi jolloin kuorinäytteestä tulee absoluuttisen kuiva. Kun kuorinäyte on kuivunut absoluuttisen kuivaksi, se punnitaan välittömästi uudelleen. Kuoriprosenttia laskettaessa alimmassa seulalaatikossa olevaa purua ei huomioida. Kuorimäärä siis lasketaan 5 ylimmän seulalaatikon hakemäärän yhteismassasta. Laskussa täytyy myös aina muistaa vähentää kuoriastian paino.

Liian suuri kuoripitoisuus, roskat ja väriviivat lisäävät kemikaalien määrää sellun valmistuksessa. Sallittu kuoripitoisuus on 1 % hakkeen kuivapainosta. (6,86.)

**Taulukko 6.** Hakkeen palakokojakauma, hintakerroin ja laatuarvo (6,87.)

Seulakoko	Hintakerroin	Palakokojakauma	Laatuarvo
Reikäseula > 45 mm, ylisuuri hake	0,00	0,00	0,00
Reikäseula > 8 mm, ylipaksu hake	0,25	5,00	1,25
Reikäseula > 13 mm, hyväksytty hake	1,30	65,00	84,50
Reikäseula > 7 mm, hyväksytty hake	0,55	25,00	13,75
Reikäseula > 3 mm, tikkuhake	0,10	5,00	0,50
Pohja - puru	0,00	0,00	0,00
			100

### 3.9 Otanta-asema

Otantapuita voidaan mitata monella tavalla, kuten mittasaksilla, upottamalla veteen tai optisella tukkimittarilla. Sunilassa otantapuut mitataan optisella tukkimittarilla. Sunilan tehtaalle rakennettiin vuonna 1997 otanta-asema tarkempien mittaustuloksien saavuttamiseksi sekä helpottamaan otantapuiden mittaamista.

Sunilan käyttämästä puumäärästä tulee noin 95 % pyöreänä puutavarana tehtaalle. (9.) Pyöreän puutavaran toimitusmäärä vuonna 2010 oli noin (1,6 miljoonaa m<sup>3</sup>). (9.) Näin suurilla puutavaramääri-

lä vaaditaan kontrolli- ja otantamittaukselta suurta kapasiteettia, johon saksimittauksella ei nykyisellä henkilöstöresursseilla päästä. Näin pystytään pitämään yllä lain vaatimia otantaprosentteja ja valvomaan mittauksien todenmukaisuutta lain vaatimalla tasolla. Vuoteen 1997 Sunilassa mitattiin kaikki otantaniput mittasaksilla. Otantamittauslaitoksen rakentamisen myötä mittaustuloksien tarkkuus ja työergonomia ovat parantuneet huomattavasti.

### **3.9.1 Tukkilajittelija**

Tukkilajittelija koostuu useista eri osista. Pääosat ovat kaksi tukkipöytä, porrasannostelija, laadutuskuljetin, lajittelukuljetin ja taskut, jonne käsitellyt pölkyt siirtyvät. (8,2 - 5.)

Tukkipöydän tehtävänä on siirtää ja osittain levittää nippu pienemmiksi osiksi ennen porrasannostelijaa. Porrasannostelija erottelee pölkyt yksin kappalein ja siirtää ne yksitellen laadutuskuljettimelle, jossa laitteiston käyttäjällä on mahdollisuus laaduttaa pölkyt erikseen. (8,3)

Lajittelukuljettimen jälkeen puut putoavat pitkittäiskuljettimelle, jonka yhteyteen on asennettu pituusmittari, joka mittaa jokaisen pölkyn pituuden 1 cm:n tarkkuudella. Pituuskuljetin kuljettaa tukit yksitellen optisen tukkimittarin läpi, jonka jälkeen puut putoavat haluttuihin taskuihin. Taskut joihin puut ohjataan, on yhteensä kolme kappaletta. Jokaiseen taskuun mahtuu arviolta noin 8 m<sup>3</sup> puuta, sen mukaan miten pöllit pudotessaan asettuvat. Kun taskut ovat täynnä, kurottajakuski tyhjentää niissä olevat puut suoraan käyttöön.

### **3.9.2 Puutavaranosturi ja vaaka**

Loglift-puutavaranosturia käytetään pölkkyjen oikomiseen, kun tarve vaatii. Nosturiin on asennettu myös vaaka (PNV-200), joka mahdollistaa nippujen punnituksen yksi kourallinen kerrallaan. Mittaustulos näkyy yhden kilon tarkkuudella. Tämä mahdollistaa paino-otantanippujen mittauksen osanippuina myös ilman kurottajapunnitusta.



### 3.9.3 Optinen tukkimittari

Optisen tukkimittarin toimintaperiaatteena on mitata tilavuus nipun puista pölleittäin. Tämän jälkeen tehdään vastaanottoraportti, jossa kaikki nipun puut on laskettu yhteen ja saadaan nipun kuutiotilavuus.

Optinen tukkimittari mittaa puun läpimitan valokuvan perusteella 3 cm:n välein. Kameran on asennettu 90 asteen kulmaan toisistaan. Tukin läpimitta kuvataan kahdesta suunnasta 1 mm tarkkuudella ja pituus mitataan 1 cm:n tarkkuudella. Näin saadaan muodostettua puun muotoprofiili ja laskettua sen tilavuus. (7,4.)

### 3.9.4 Mittaustulosten tarkkuus

Otantamittauslaitteistolta vaadittava mittatarkkuus on määritelty maa- ja metsätalousministeriön ohjeessa. Laitteen mittaustulostarkkuuden on oltava 3 % ja eräkohtaisen mittaustarkkuuden  $\pm 4$  %. (5.)

Optisen tukkimittarin mittatarkkuus tarkastetaan joka viikko, mittaamalla 40 koepölkkyä mittasaksilla manuaalisesti. Tämän jälkeen mittasaksilla mitatut pölkkyt ajetaan optisen tukkimittarin läpi ja tulokset dokumentoidaan koneelle. Tietokoneelle Microsoft Excel taulukkolaskentaohjelmaan on laadittu kontrollipölleille taulukko, joka laskee mittauksien välisen prosentuaalisen eron sekä hannon viikoittaisesti ja kumulatiivisesti (kuva 5).

Optisen tukkimittarin läpi ajetaan joka aamu 3 m pitkä ja 200 mm halkaisijaltaan oleva putki. Tämä putki ajetaan mittarin läpi kolme kertaa ja verrataan mittaustuloksia keskenään kontrolliraportista. Näin varmistetaan, että otantamittauslaitteiston tarkkuus on joka päivä riittävä otantanippujen mittaamiseen. Tarpeen mukaan otantamittauslaitetta voidaan kalibroida. Kontrolliraportit dokumentoidaan kansioihin, jolloin laitteen mittatarkkuus voidaan myöhemmin näyttää.

Loglift-puutavaranosturiin asennettuun vaakaan (PNV-200) on olemassa punnus, jolla voidaan tarkistaa vaak`an mittatarkkuus. Vaa`an mittatarkkuus on syytä tarkistaa joka aamu, kun ajetaan painotantanimppuja. Mikäli vaakaa ei kalibroida riittävän usein, otantatulokset alkavat mennä väärään suuntaan helposti. Vaaka kannattaakin nollata joka punnituksen alussa ja punnitukset tehdä mahdollisimman rahallisesti, odottaa, että taakka on vakaa.

Mittalaitteiston ja kontrollipölkkyjen mittaustuloksen ero-% lasketaan kaavalla 4.

$$x = \frac{v1}{v2} \times 100$$

jossa x= mittasaksien ja tukkimittarin ero- %

v1= mittasaksien ja tukkimittarin ero dm<sup>3</sup>

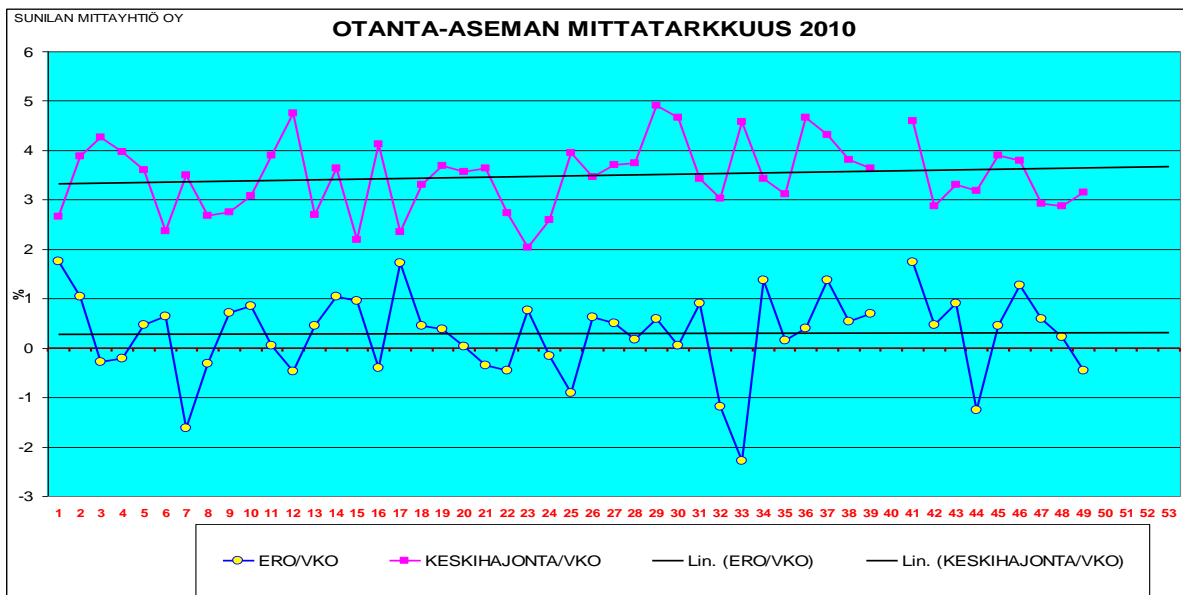
v2= mittasaksilla mitattu pölkyn tilavuus dm<sup>3</sup> (4)

Tukkimittarin ja mittasaksien mittaustuloksen keskihajonta laskettiin kaavalla 5.

$$\sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum [x])^2}{n - (n - 1)}}$$

jossa n= mittauserien lukumäärä

x= pölkyn tilavuus (5)



Kuva 5. Otantamittalaitteiston mittatarkkuus tarkastelumittauksessa vuonna 2010

## **4 Terminaalityöntekijät**

### **4.2 Terminaaliesimies**

Terminaaliesimiehen vastuulla on mittausesimiehien, puunpurkajien sekä aliurakoitsijoiden toiminnan ohjaaminen sekä seuraaminen terminaalissa. Terminaaliesimies vastaa varastoista ja ohjaa puut oikeaan paikkaan, pitää kirjaa varastoista ja raportoi tehtaan johdolle. Terminaaliesimies myös raportoi asiakaspalvelupäällikölle. (4.)

### **4.3 Mittausesimiehet**

Mittausesimiehet mittaavat tehtaalle toimitettavan kuitupuun ja hakkeen sekä tekevät toimittajille vastaanottositteet. Toimenkuvaan kuuluu myös otantapuiden mittaaminen optisella tukkimittarilla sekä hakenäytteiden analysointi. Mittausesimiehet ajavat joka päivältä raportin vastaanotetusta puusta ja hakkeesta, joka on tehtaan nähtävissä. Mittausesimiehet opastavat myös tarvittaessa puutavara-auton kuljettajien toimintaa puukentällä.

### **4.4 Työkoneen kuljettajat**

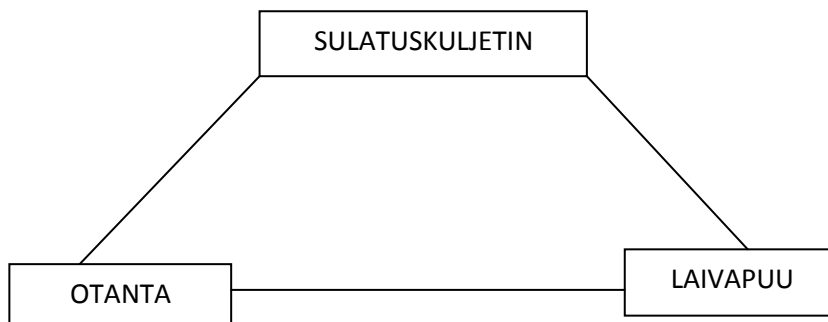
Työkoneen kuljettajien toimenkuvaan kuuluvat korottajakoneella, pyöräkuormaajalla, sekä traktorilla tehtävät työt. Töitä kierrätetään päivittäin työkoneen kuljettajien välillä, mikä antaa työnkuvaan vaihtelevuutta sekä mahdollisuuden hallita kaikki työkoneilla tehtävät työt. Työkoneen kuljettajia on yhteensä 13 kappaletta ja työvuoromuoto on 3/7-seema. Eli työkoneen kuljettajia on jokaisena vuorokauden aikana paikalla.

Kurottajakoneen kuljettajien pääasiallisena toimenkuvana on purkaa kuorimon lähikentälle autolla tuodut puukuormat sekä junalla toimitetut kuormat suoraan sulatuskuljettimelle, tai varastoida puukentälle. Tärkeintä työssä on huolehtia tasaisesta puunsiyöstä sulatuskuljettimelle, jotta raaka-aineena oleva puu saataisiin kuorimon prosessissa hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti. Jatkuva puunsiyöttö sulatuskuljettimelle heijastuu myös tehtaalla suurempina tuotantolukuina.

Laivapuiden purku menee aina maakunnista toimitettujen puiden purkamisen edelle. Tämä johtuu siitä, että laivan seisottaminen rannassa tulee hyvin kalliiksi ja laiva tulisi purkaa tyhjäksi mahdolli-

simman nopeasti. Tarpeen mukaan maakunnista tuodut puut ohjataan purkamaan itse nostureilla kasoille.

Kurottajakuljettajien toimenkuvaan kuuluu myös toimittaa mittaajien ohjeiden mukaan otantanippu- ja otanta-aseman pöydälle sekä tyhjentää tarvittaessa täyttyneet puutaskut. Kovimpien ruuhkien sattuessa otanta-aseman palveleminen on ollut ongelmallista, sillä myös otanta-asema työllistää hyvin. Kasvavien otantamäärien myötä työllistävä vaikutus vielä lisääntyy.



Kuva 6. Sunilan puunpurkajien tärkeimmät työnkuvaukset ja priorisointi tilanteen mukaan

Pyöräkoneen kuljettajien toimenkuvaan kuuluu puukenttä-alueen siistiminen, lumityöt, junanvaunujen liikuttaminen sekä erilaiset aputyöt tarpeen mukaan. Varsinkin lumisina talvina lumityöt ovat hyvin työllistäviä pyöräkoneelle puukenttäalueen laajuuden vuoksi.

Traktorin kuljettajien toimenkuvaan kuuluu erilaisten kuormien kuljettelu tehdasalueella. Sunilassa on myös oma kaatopaikka, johon traktorin kuljettajat vievät päivittäin runsaasti sellunvalmistusprosessissa syntyvää jätettä. Traktorin kuljettajat ottavat myös näytteitä analysoitavaksi sellunvalmistuksessa syntyvästä jätteestä eri prosessivaiheista.

## 5 Työn tulokset ja tulosten tarkastelu

Tehdasvastaanotot ovat muuttuneet vuosien saatossa paljon. Muutoksiin ovat suurelta osin vaikuttaneet erinäiset lakimuutokset puutavaran mittauksessa. Nykyisin tehdasvastaanotot toimivat entistä vähemmällä työvoimalla, ne ovat nopeita ja tehokkaita sekä mittaus on entistä tarkempaa ja oikeudenmukaisempaa molempia osapuolia kohtaan.

Myös Sunilan tehtaalla on tehdasvastaanottoa uudistettu paljon vuosien saatossa paremmaksi ja nykyaikaisemmaksi. Sunilan puunvastaanotossa oli suuria muutoksia edessä, kun se siirtyi 1.9.2010 Stora Enso Metsän alaisuuteen. Suurimpana muutoksena oli syrjäyttää puutavaran pinomittausmenetelmä kokonaan vuoden 2011 kevääseen mennessä. Muutos toteutettiin vaihe kerrallaan.

Olen työskennellyt helmikuusta 2010 Sunilan sellutehtaalla puunvastaanotossa ja tehden samalla kartoitusta muutoksien vaikutuksista. Olen seurannut työn ohella puunvastaanotossa tapahtuvaa muutosvaihetta, joka on ollut käynnissä syyskuusta 2010 saakka.

Työ on ollut luonteeltaan selvitystyö. Kirjallisen materiaalin tutkimusta varten hankin kirjastosta, Metsäntutkimuslaitoksen internet-sivuilta sekä hyödynsin Sunilan puunvastaanottoon laadittuja ohjeita. Tutkimukseen on sisältynyt erilaisia vertailuja uusien ja vanhojen menetelmien välillä, sekä pohdintaa mahdollisista vaikutuksista.

### 5.1 Muutokset mittausmenetelmissä ja niiden vaikutukset

Autopuukuormat siirryttiin mittaamaan 8.11.2010 paino-otantamittausmenetelmällä, pinomittausmenetelmän sijaan. Autopuiden mittaus paino-otantamenetelmällä ei vaatinut juuri mitään investointeja. Järjestelmän tietokoneiden TEVA- ohjelmassa oli valmiiksi paino-otantamittaukseen soveltuva toiminto, jonka avulla kuormat pystyttiin mittaamaan. Kuitenkin Sunilan tehtaan molemmille autovälineille asennettiin uudet vaakalinkit. Nämä vaakalinkit lähettävät kuorman tiedot sekä punnustiedot suoraan TEVA- ohjelmaan, auton kirjautuessa tehtaalle. Aikaisemmin esimerkiksi laiva-kuormien tiedot eivät siirtyneet ollenkaan TEVA- ohjelmaan, vaan kaikki kuormatiedot merkittiin käsin paperille ja myöhemmin laskettiin kokonaisuudet Microsoft Excel- taulukkolaskentaohjelmalla.

### 5.1.2 Mittausmenetelmien muutoksien vaikutukset puutavara-autoilijoille

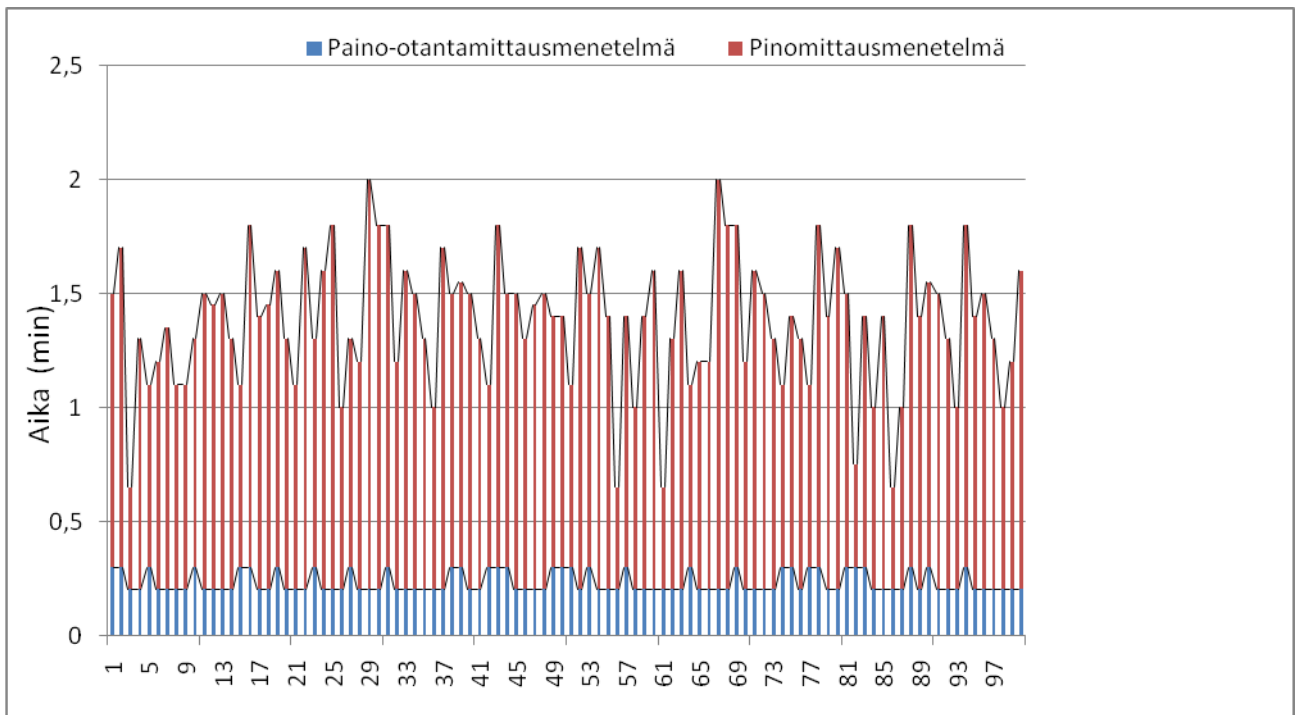
Autopuun siirryttyä paino-otantamittaukseen, lähtökohtana on, että kuormien on oltava puutavaralajipuhtaita eli nipuissa ei saa olla sekaisin eri puutavaralajeja. Poikkeuksena ovat Stora Enson omat puut, edellyttäen että puutavaralajien ennakkomäärät on punnittu valmiiksi, jotta tietokone pystyy suhteuttamaan puutavaranippujen osille painon mukaan oikeat kuutiomäärät. Puutavaralajipuhtaat niput tuottivat suurimman ongelman puutavara-autoilijoille, mittausmenetelmän siirtyessä paino-otantamittaukseen. Puutavara-autoilijat harvoin saavat yhdestä paikasta noudettua täysin puutavaralajipuhtaita nippuja. Usein myös tienvarsille jää pieniä puutavaraeriä, jotka eivät ole kerralla mahduneet puutavara-auton kyytiin. Nämäkin pienet erät on kuitenkin noudettava tienvarsilta kyytiin, jolloin kuormaan tulee useimmiten sekalaisia puutavaralajeja sisältäviä nippuja tai ainakin eri painoluokkaa sisältäviä puutavaranipun osia. Ongelmana on se, että puutavara-autoilijoiden kannalta ei ole kovin kannattavaa keräillä eri paikoista puutavaraeriä niin, että autoon saataisiin puutavaralajipuhtaita nippuja. Ei ole myöskään kovin kannattavaa tuoda vajaita kuormia tehtaalle, sillä puutavarakuorman määrän perusteella autoilijoille maksetaan korvaus.

### 5.1.3 Muutokset mittaussuorituksien tehokkuudessa

Mittamiehillä mittaustyö taas helpottui huomattavasti, kun siirryttiin vastaanottamaan autoja paino-otantamittauksella. Paino-otantamittauksessa ei tarvitse tehdä fyysistä mittausta kuten pinomittauksessa, vaan painoluokka valitaan silmämääräisesti ja tietokone määrittää painoluokkaan perustuvan kuutiomäärän. Paino-otantamittaus on myös huomattavasti nopeampaa pinomittausmenetelmään verrattuna. Autoja siis pystytään ottamaan enemmän sisälle tehtaaseen, mutta rajoittavana tekijänä vastaan tulee kurottajakoneiden purkunopeus.

Tein vertailuja pinomittausmenetelmän ja paino-otantamittausmenetelmän välillä, kellottamalla ajan mittaussuorituksista. Kellotin 100 mittaussuoritusta pinomittausmenetelmällä sekä paino-otantamittausmenetelmällä. Kellotin kaikki ajat omista mittaussuorituksista, sillä mittaajien välillä voi olla eroja mittaussuorituksien nopeuksissa. Näin sain minimoitua muuttuvien tekijöiden vaikutusta ja todellisemman kuvan mittaussuorituksien nopeuksista. Myös eri puutavarakuormissa on eroja, jonka vuoksi myös mittaussuorituksien ajoissa tuli hajontaa. Kuitenkin kun mittaussuorituksien nopeuksia tarkastellaan pidemmällä aikavälillä, ero on selvästi havaittavissa. Mittaussuoritus on huomattavasti nopeampaa paino-otantamittausmenetelmällä kuin pinomittausmenetelmällä (kuva

7). Kellottamalla 100 mittausuoritusta kummallakin mittausmenetelmällä, sain riittävän vertailupohjan mittausmenetelmien välille, sillä erot olivat niin suuria. Varsinkin ruuhka-aikoina mittausajan nopeudesta on hyötyä. Silloin autojonot eivät kasva liian pitkiksi ja autoja saadaan otettua enemmän sisälle tehtaaseen. On hyvä kuitenkin huomioida, että paino-otantamittauksen yhteydessä otantaprosentit ovat suurempia kuin pinomittausmenetelmässä. Tämä tarkoittaa sitä, että kuormista arpoutuu otantanippuja entistä suurempi määrä ja otantanippujen talteenotto vie hieman enemmän aikaa.



Kuva 7. Mittausuoritukseen käytetty aika paino-otantamittausmenetelmällä ja pinomittausmenetelmällä

#### 5.1.4 Mittaustarkkuuden kehittyminen paino-otantamenetelmällä Sunilassa

Pinomittausmenetelmän vaihtuessa Sunilan puunvastaanotossa paino-otantamittaukseen tein kirjantutkimusta, miten paino-otantamittauksien mittauksen tarkkuus lähti kehittymään. Tein kaksi erilaista tutkimusta paino-otantamenetelmän mittauksen tarkkuudesta. Seurasin neljän kuukauden ajan otantatulosten tarkkuutta männyllä, sekä kuusella.

Ensimmäinen tutkimus perustui kuukausikohtaisiin painoluokkien keskimääräisiin ominaispainoihin, jossa vertailin Sunilassa mitattuja ominaispainoja Etelä-Suomen keskimääräisiin ominaispainoihin. Tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla miten Sunilan mittaukset ovat menneet Etelä-Suomen keskiarvoihin nähden.

Toisessa tutkimuksessa vertailin Sunilan mittaustulosten virheprosentista laskettua keskihajontaprosenttia kuukausikohtaisesti. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten hyvin uuden mittaustuloksen käyttöönoton yhteydessä on pysytty sallituissa mittaustarkkuuksissa ja miten mittaustarkkuus on lähtenyt kehittymään.

Mittaustulosten tarkkuus perustuu paino-otantamenetelmässä oikeiden painoluokkien valintaan. Kontrollimittaukseen arpoutuneista puutavaraniipuista määritetään puun todellinen ominaispaino, joka tallennetaan TEVA- järjestelmään. Jos kuorma on otettu vastaan väärällä painoluokalla, lähtee kyseisen painoluokan keskimääräinen ominaispaino menemään väärään suuntaan, joka taas vääristää seuraavien puutavarakuormien vastaanottomääriä. Tämän vuoksi on erityisen tärkeää vastaanottaa puutavarakuormat oikeilla painoluokilla.

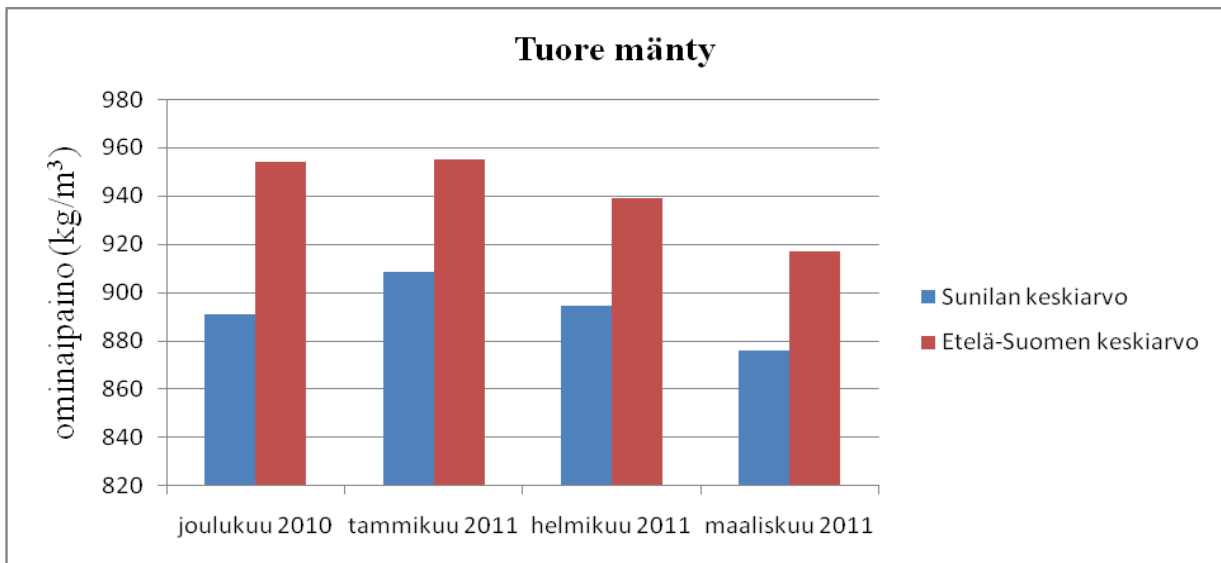
### ***Mänty***

Seurasin Sunilassa neljän kuukauden ajalta joulukuusta 2010 – maaliskuuhun 2011 männyn painoluokkien keskimääräisten ominaispainojen kehittymistä. Keräisin jokaiselta kuukaudelta kontrollimittauksesta saadut tulokset ja laskin keskimääräisen ominaispainon kyseiselle painoluokalle. Keräisin myös Etelä-Suomen keskimääräiset ominaispainot samojen kuukausien ajalta, jotta sain vertailupohjaa. Keskimääräiset ominaispainot vaihtelevat luonnollisesti puulla vuodenaikojen ja säiden mukaan. Tekemäni vertailuajankohtani aikaan joulukuusta – maaliskuuhun, ominaispaino männyllä on suurimmillaan.

Paino-otantamittauksessa Sunilassa, on männyllä käytössä kaksi painoluokkaa. Painoluokat ovat 1 tuore ja 2. puolikuiva. Karkeasti voidaan sanoa että mänty on tuoretta, jos sen ominaispaino on yli  $830 \text{ kg/m}^3$ . Jos taas männyn ominaispaino on alle tämän, se voidaan luokitella painoluokkaan 2 eli puolikuivaksi. (9.)

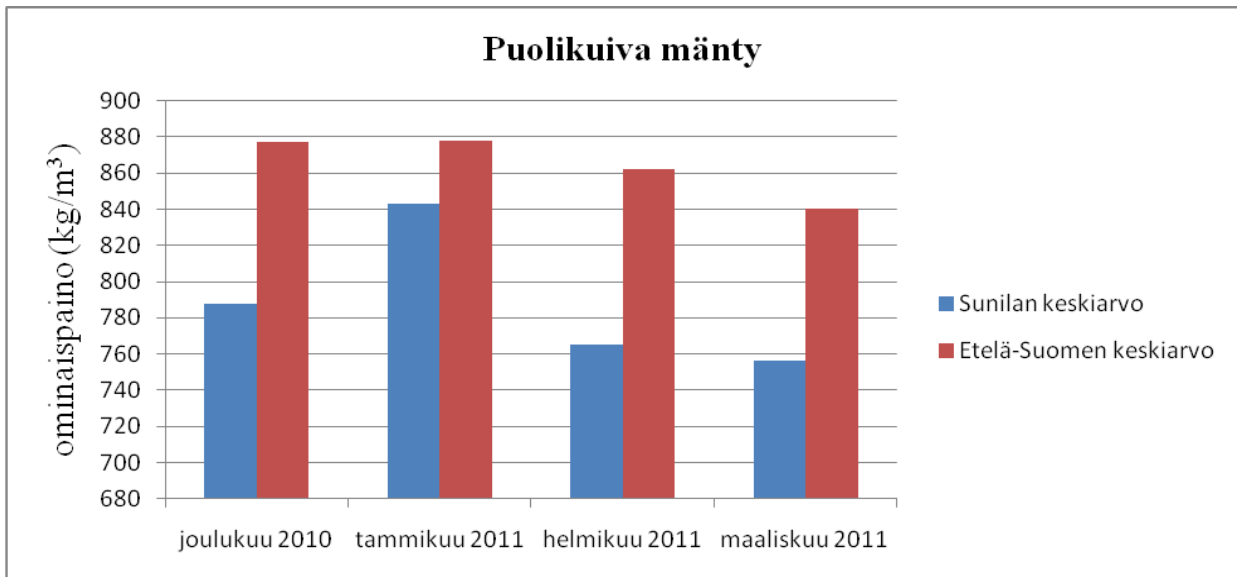
Painoluokan 1. eli tuoreen männyn mittaustulokset ovat menneet suhteellisen hyvin tämän neljän kuukauden seurannan aikana. Keskimääräiset ominaispainot Sunilan mittauksissa ovat noudatelleet melko hyvin Etelä-Suomen keskiarvoja, tosin Sunilan keskimääräiset ominaispainot ovat olleet suuruudeltaan hieman Etelä-Suomen keskiarvoja pienempiä. ( kuva 8).





Kuva 8. Tuoreen männyn kontrollimittauksessa saadut keskimääräiset ominaispainot neljän kuukauden ajalta, Etelä-Suomessa sekä Sunilassa. (9.) (5.)

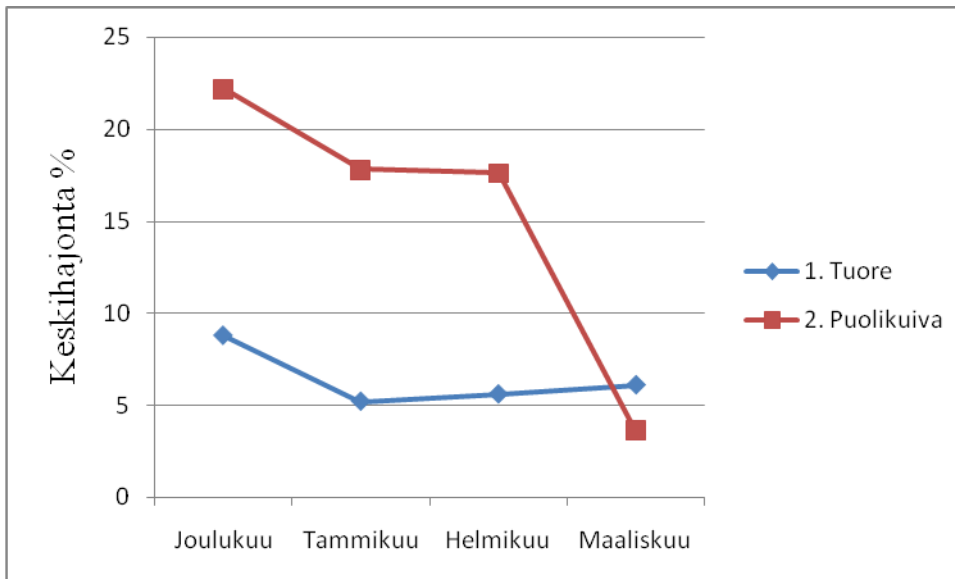
Painoluokan 2. eli puolikuivan männyn mittaustulokset eivät ole menneet täysin halutunlaisesti. Erot kuukausikohtaisten keskiarvojen välillä ovat olleet liian suuria Sunilan ja Etelä-Suomen välillä. Esimerkiksi helmikuun keskimääräisten ominaispainojen ero Etelä-Suomen ja Sunilan välillä on ollut lähes 100 kg/m<sup>3</sup>. (kuva 9).



Kuva 9. Puolikuivan männyn kontrollimittauksessa saadut keskimääräiset ominaispainot neljän kuukauden ajalta, Etelä-Suomessa sekä Sunilassa. (9.) (5.)

Männylle määritettiin mittaustarkkuuden selvittämiseksi keskihajontaprosentti. Mittaustarkkuus saatiin vertailemalla vastaanottovaiheessa määrättyä ominaispainoa otantamittauslaitteen määrittämään todelliseen ominaispainoon. Keräsin Sunilan neljän kuukauden kontrollimittaus tulokset joulukuusta 2010 – tammikuuhun 2011, ja laskin jokaisen kuukauden mittausvirheprosentista keskihajontaprosentin. Paino-otantamittauksessa, mittaustuloksen tarkkuus tulisi olla  $\pm 4\%$ . (5.)

Painoluokan 1. eli tuoreen männyn kaikkien neljän kuukauden keskihajonnat ovat pysyneet tasaisina ja sallituissa rajoissa. Painoluokalla 2. eli puolikuivalla männyllä keskihajonnat ovat kolmen ensimmäisen vertailukuukauden aikana olleet liian suuret. Puolikuivalla männyllä kuitenkin keskihajonta on kokoajan pienentynyt. ( Kuva 10).

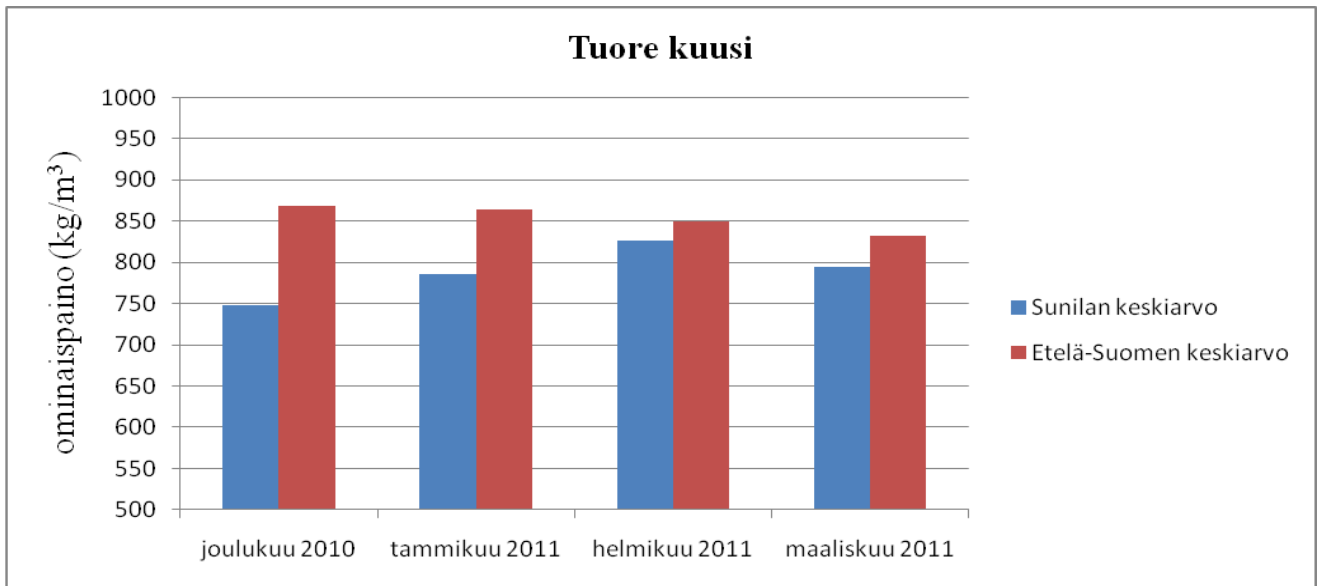


Kuva 10. Painoluokkien tuoreen, sekä puolikuivan männyn mittaustulosten keskihajontaprosentit neljän kuukauden ajalta 2010- 2011 Sunilassa. (9.)

### ***Kuusi***

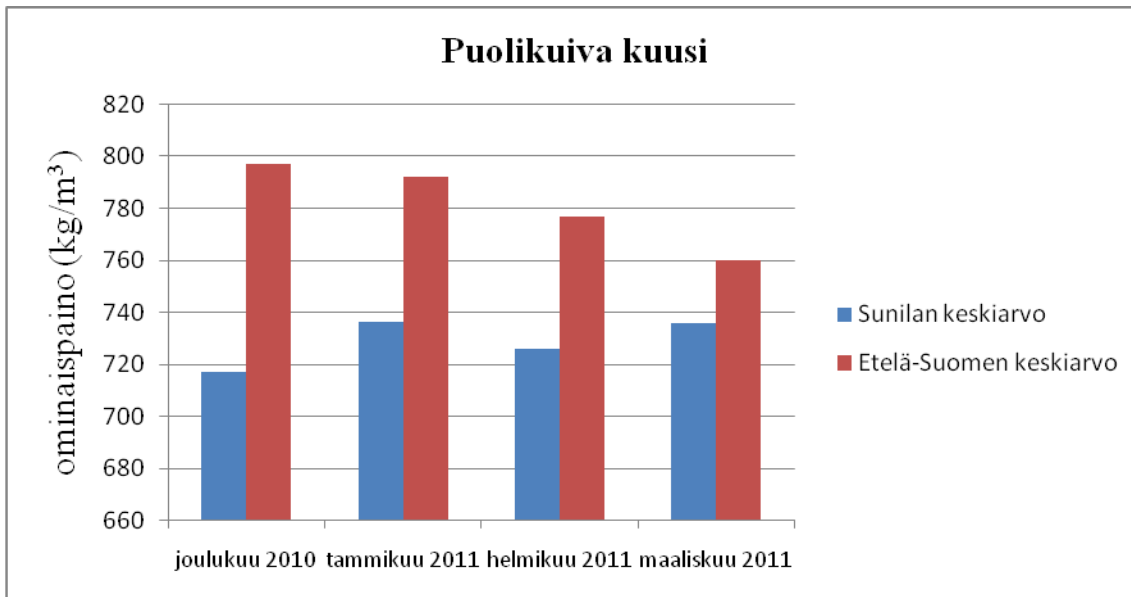
Seurasin Sunilassa neljän kuukauden ajalta joulukuusta 2010 – maaliskuuhun 2011 kuusen painoluokkien keskimääräisten ominaispainojen kehittymistä. Keräisin jokaiselta kuukaudelta kontrollimittauksesta saadut tulokset ja laskin keskimääräisen ominaispainon kyseiselle painoluokalle. Keräisin myös Etelä-Suomen keskimääräiset ominaispainot samojen kuukausien ajalta, jotta sain vertailupohjaa. Myös kuusella on Sunilassa paino-otantamittauksessa käytössä kaksi painoluokkaa. Painoluokat ovat 1 tuore kuusi ja 2 puolikuiva kuusi.

Tuoreen kuusen mittaustulokset ovat menneet neljän kuukauden seurannan aikana kokoajan parempaan suuntaan. Seurannan kahden ensimmäisen kuukauden aikana keskimääräiset ominaispainot ovat jääneet vielä melko reilusti Etelä-Suomen keskimääräisten ominaispainojen alle. Helmikuun, sekä maaliskuun aikana ero on kaventunut Sunilan ja Etelä-Suomen keskimääräisten ominaispainojen osalta. (kuva 11).



Kuva 11. Tuoreen kuusen kontrollimittauksessa saadut keskimääräiset ominaispainot neljän kuukauden ajalta, Etelä-Suomessa sekä Sunilassa. (9.) (5.)

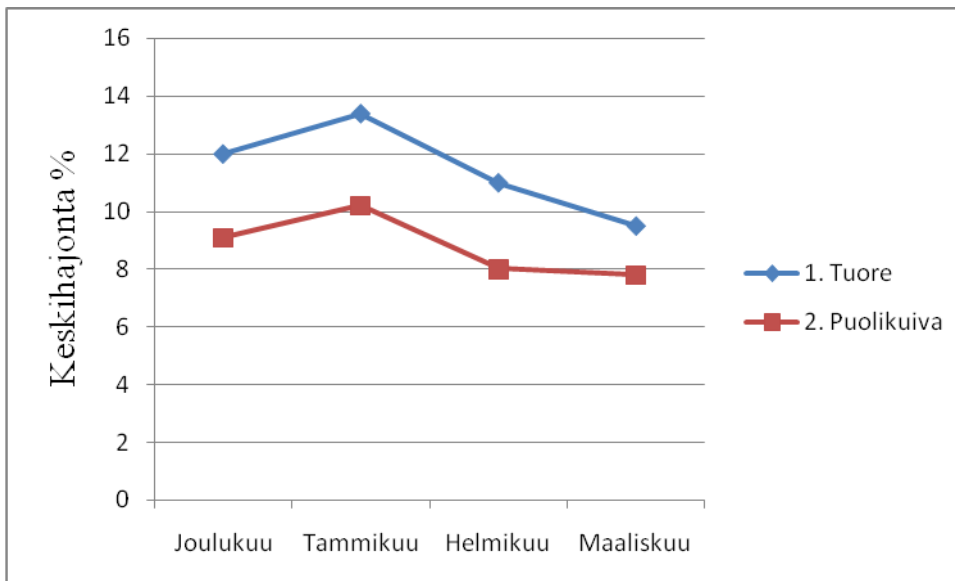
Myös puolikuivan kuusen mittaustulokset ovat menneet neljän kuukauden seurannan aikana kokoajan parempaan suuntaan. Ero on kaventunut tasaisesti jokaisen seurantakuukauden osalta Sunilan ja Etelä-Suomen keskimääräisissä ominaispainoissa. ( kuva 12).



Kuva 12. Puolikuivan kuusen kontrollimittauksessa saadut keskimääräiset ominaispainot neljän kuukauden ajalta, Etelä-Suomessa sekä Sunilassa. (9.) (5.)

Kuuselle määritettiin mittaustarkkuuden selvittämiseksi keskihajontaprosentti. Mittaustarkkuus saatiin vertailemalla vastaanottovaiheessa määräytyntä ominaispainoa otantamittauslaitteen määrittämään todelliseen ominaispainoon. Keräsin Sunilan neljän kuukauden kontrollimittauksitulokset joulukuusta 2010 – tammikuuhun 2011, ja laskin jokaisen kuukauden mittausvirheprosentista keskihajontaprosentin. Paino-otantamittauksessa, mittaustuloksen tarkkuus tulisi olla  $\pm 4\%$ . (5.)

Sekä tuoreella kuusella, että puolikuivalla kuusella keskihajonnat ovat olleet koko neljän kuukauden seurannan aikana hieman liian korkeat. Kuitenkin sekä tuoreella kuusella, että puolikuivalla kuusella keskihajonnat ovat pienentyneet seurannan edetessä. ( Kuva 13).



Kuva 13. Painoluokkien tuoreen, sekä puolikuivan kuusen mittaustulosten keskihajontaprosentit neljän kuukauden ajalta 2010- 2011 Sunilassa. (9.)

## 5.2 Muutosten vaikutukset otantamittauksessa.

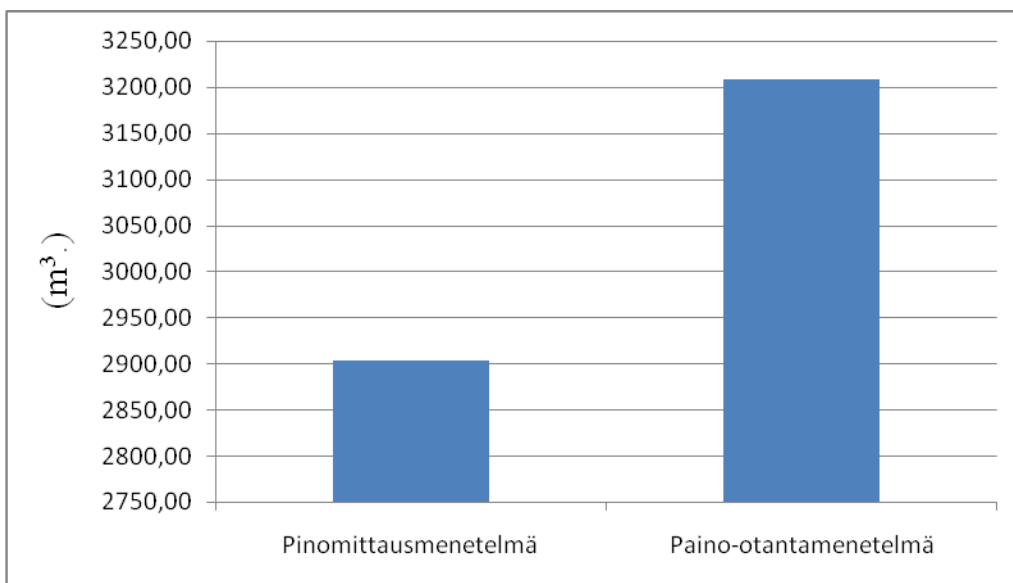
Sunilassa pinomittausmenetelmän vaihtuessa paino-otantamittausmenetelmään, aiheutti muutoksia myös otantanippujen mittaamisessa. Kun pinomittausmenetelmän otantanipuista määritetään koko kyseisen nipun kuutiosisältö, niin paino-otantamittauksen otantanipuista määritetään nipun kuutiopaino  $\text{kg/m}^3$ . Eli paino-otantamenetelmän otantaniput sekä punnitaan, että määritetään kuutiosisältö. Lisäksi paino-otantamenetelmässä otantaniput ovat osanippuja. (keskimäärin n.  $6 \text{ m}^3$ .) Paino-otantamenetelmässä myös otantaprosentit ovat suurempia kuin pinomittausmenetelmässä, eli nippuja arpoutuu enemmän tarkistusmittaukseen.

Sunilan otantamittauslaitteisto on hyvin työllistävää. Otantamittauslaitteella on ajettava nippuja 8 tuntia vuorokaudessa, vähintään viitenä päivänä viikossa jotta Sunilan tehtaan otantanippukertymä saadaan ajettua.

Tein selvityksen kuormittaako pinomittausmenetelmä vai paino-otantamittausmenetelmä enemmän otantalaitteistoa. Laskin pinomittausmenetelmällä sekä paino-otantamittausmenetelmällä vastaan-

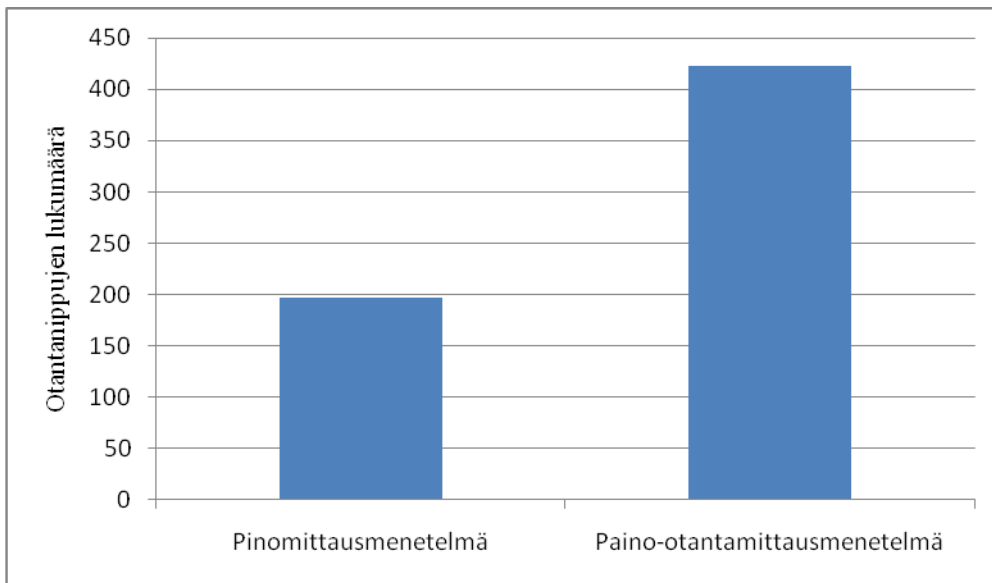
otetusta puutavaramäärästä (300 000 m<sup>3</sup>.) otantamittaukseen arpoutuneen puutavaramäärän. Tämä 300 000 m<sup>3</sup> vastasi noin kolmen kuukauden vastaanotettua autopuumäärää.

Seuranta osoitti, että paino-otantamittausmenetelmällä vastaanotetusta puutavaramäärästä arpoutui määrällisesti enemmän puuta kontrollimittaukseen. Vaikka paino-otantamittauksessa koeniput ovat osanippuja noin 6 m<sup>3</sup>, niin siitäkin huolimatta kyseisellä mittausmenetelmällä arpoutui määrällisesti enemmän puuta kontrollimittaukseen. Tämä johtuu paino-otantamittausmenetelmällä käytetyistä korkeammista otanta prosenteista. Ero arpoutuneen puutavaran määrissä, ei näiden kahden mittausmenetelmän välillä ollut kuitenkaan suuri, kun ero oli vain noin 300 m<sup>3</sup>. (kuva 14).



Kuva 14. Pinomittausmenetelmällä sekä paino-otantamittausmenetelmällä vastaanotetusta puutavaramäärästä (300 000 m<sup>3</sup>), tarkastusmittaukseen arpoutunut puutavaramäärä.

Paino-otantamittauksessa käytetyistä korkeammista otantaprosenteista kuitenkin arpoutuu enemmän koenippuja kontrollimittaukseen. Seuranta osoitti, että arpoutuneiden koenippujen määrä oli yli kaksinkertainen paino-otantamittauksessa, pinomittaukseen verrattuna. (kuva 15). Suurempi koenippujen lukumäärä työllistää kurottajakoneita huomattavan paljon, sillä siirtoja nipuille tulee enemmän. Tämä heijastuu myös koenippujen mittaamiseen, sillä ruuhka-aikoina ei mitattavia koenippuja ehditä siirtämään kurottajien toimesta otantamittauslaitteen pöydälle riittävän nopeaan tahtiin.



Kuva 15. Pinomittausmenetelmällä sekä paino-otantamittausmenetelmällä vastaanotetusta puutavaramäärästä (300 000 m<sup>3</sup>), tarkastusmittaukseen arpoutuneiden nippujen lukumäärä.

### 5.3 Muutosten vaikutukset työtehtävissä

Sunilan puunvastaanoton siirtyessä Stora Enso Metsälle, lähtökohtaisena tavoitteena olivat rahalliset säästöt. Tämä tarkoitti henkilökunnan vähentämistä puunvastaanotossa. Myös työtehtävät Sunilan puunvastaanotossa tulivat muuttumaan oleellisesti henkilöstövähennyksien, kun myös uusien toimintamallien myötä.

#### 5.3.1 Muutosten vaikutukset puunvastaanoton toimihenkilöihin

Sunilan puunvastaanoton vanhassa toimintamallissa, työskenteli yhteensä seitsemän toimihenkilöä. Toimihenkilötehtävät koostuivat viidestä mittausesimiehestä, yhdestä kehitysesimiehestä, sekä yhdestä terminaaliesimiehestä. Mittausesimiehet työskentelivät 2/7-seemalla, kehitysesimies sekä terminaaliesimies työskentelivät päivävuorossa.



Sunilan puunvastaanoton siirtyessä Stora Enso Metsälle, toimihenkilötehtäviä karsittiin. Uuden Stora Enso Metsän toimintamallin mukaan Sunilan puunvastaanotossa työskentelee terminaaliesimiehen lisäksi vain yksi mittausesimies. Eli henkilöstövähennykset koskivat neljää mittausesimiestä, sekä kehitysesimiehen tehtävä jäi pois. Myös toimihenkilöiden työtehtävissä tapahtui muutoksia. Terminaaliesimiehen työtehtävät rajattiin uudestaan, koskemaan lähinnä terminaalialuetta. Aikaisemmin terminaaliesimiehen työtehtävät ovat ulottuneet osittain myös tehtaan puolelle. Mittausesimiehen työtehtävät tulevat painottumaan jatkossa kontrollinippujen mittaamiseen. Myös mittausesimiehen työvuoromuoto tulee muuttumaan päivävuoroksi.

### **5.3.2 Muutosten vaikutukset työkoneen kuljettajiin**

Työkoneen kuljettajien määrää ei vähennetty, vaan henkilöstömäärä pidettiin samana. Sunilan puunvastaanotossa työskentelee yhteensä 13 työkoneen kuljettajaa työvuoromuoto 3/7-seemalla. Työkoneen kuljettajilla tuli kuitenkin suuria muutoksia työtehtävissä. Mittausesimiesten henkilöstövähennykset aiheuttivat työtehtävien lisäämistä työkoneen kuljettajilla. Aikaisempien työtehtävien eli puun purkamisen, sekä puunkenttä-alueiden siistimisen lisäksi työtehtäviin tuli mukaan puutavaran vastaanottomittaus, sekä hakeanalyysien teko.

Uudet työtehtävät työkoneen kuljettajilla vaati usean viikon koulutuksen puutavaran mittaamiseen, sekä TEVA-ohjelman opetteluun. Myös työkoneisiin vaadittiin investointeja, kuten kurottajiin tietokoneet, kurottajavaa`at sekä WLAN- yhteydet.

Uuden toimintamallin myötä työkoneen kuljettajien työtehtävät ovat melko laajat. Ongelmaksi voi varsinkin ruuhka-aikoina tulla, että kaikki työt pystytään tekemään ja priorisoimaan kyseisillä henkilöstöresursseilla.

## **5.4 Investoinnit ja kustannuslaskelmat**

Sunilan puunvastaanoton muuttaminen Stora Enso Metsän toimintamallien mukaiseksi, vaati myös jonkin verran investointeja. Suurimmat rahalliset investoinnit olivat erilaisten tietoteknisten laitteiden hankinta, jotta kurottajakoneet voivat suorittaa paino-otantamittauksen.

Aluksi tehtiin selvitys Sunilan puunvastaanoton nykytilasta, työkoneista ja muista laitteista. Selvitettiin mitä pitää investoida ja millaiset lähtökohdat muutosprojektilla on. Tehtiin myös arvio mitä investoinnit tulevat maksamaan ja millä aikataululla projektissa edetään. Kun hyväksyntä suunniteltuun muutosprojektiin saatiin päättävältä taholta, tehtiin työlista ja työjärjestys. Tarvittavista investoinneista tehtiin tarjouskilpailu, jonka perusteella tehtiin valinnat ja sidottiin sopimukset. Muutosprojekti toteutettiin vaihe kerrallaan työnteon yhteydessä.

#### **5.4.1 Uusien ohjelmien asennus ja käyttöönotto**

Muutosprojekti vaati useiden tietoteknisten ohjelmien asentamista, sekä käyttöönottoa. Uusien tietoteknisten ohjelmien käyttöönotto aiheutti jonkin verran ongelmia. Ohjelmien asennus ja käyttöönotto kuitenkin pyrittiin toteuttamaan niin, että puutavaran vastaanotto toiminta ei kärsinyt.

Autovaa`an kirjautumistolpalle asennettiin uusi ohjelma, jolloin vanhat kytkennät purettiin. Tämän ohjelman kanssa oli hyvin paljon ongelmia, ja ongelman aiheuttajia myös tutkittiin runsaasti. Ongelmat koskivat lähinnä tiedonsiirtoja. Myös kaikki vanhat puutavara-autoilijoiden scalex-kortit, joilla autoilija kirjautuu tehtaaseen, oli muutettava.

Myös sataman autovaa`an kirjautumistolpalle asennettiin uusi ohjelma, joka on kytketty TEVA-ohjelmaan. Aikaisemmin laivapuiden punnitustiedot eivät siirtyneet TEVA:lle vaan punnitustiedot kirjattiin käsin, jonka jälkeen ne siirrettiin koneelle. Tämä helpottaa huomattavasti laivapuiden punnitustietojen seuranta ja käsittelyä. Uuden ohjelman käyttöönotto kuitenkin vaati RP:n kuljettajilta uusien käytäntöjen opettelun, sekä ohjeistuksen.

TEVA- ohjelma uusittiin kokonaan, sillä vanhassa ohjelmassa oli paljon ongelmia. Vanhassa TEVA- ohjelmassa varastotiedot eivät pitäneet paikkansa. Uuden TEVA- ohjelman asentamisen myötä, myös varastot uusittiin. Nyt hakkeet tallentuvat luovutettavaksi suoraan tehtaaseen ja pöllit varastojen kautta.

## 5.4.2 Kustannukset

Tein myös kustannusarvion muutosprojektissa tehdyistä investoinneista, sekä arvioin investointien takaisinmaksuajan tuoman hyödyn. Alla on esitetty lista tarvittavista investoinneista ja hinnoista.

WLAN	15000 €/kpl * 3
Kurottaja-PC:t	4000 €/kpl * 3
Välineet ja asennustyöt	<hr/> 70 0000 – 100 000 €

Takaisinmaksuaika

5 mittamiestä á 60 000 €/vuosi

kustannukset 100 000 €       $\longrightarrow$        $100\,000\text{ €} / 300\,000\text{ €} = 0,33\text{ vuotta (4 kk)}$

## 6 Johtopäätökset

Tämän työn aiheena oli selvittää muutosten vaikutuksia Sunilan puunvastaanotossa. Selvittää millaisia vaikutuksia tuli Sunilan puunvastaanoton muuttamisella Stora Enso Metsän toimintamallien mukaisiksi. Suurimpana muutoksena oli syrjäyttää aikaisemmin päämittausmenetelmänä käytetty pinomittausmenetelmä paino-otantamittauksella.

Suurimpana muutoksena Sunilan puunvastaanottoon tuli paino-otantamittauksen käyttöönotto päämittausmenetelmänä. Tutkimukset osoittavat että mittaustarkeus paino-otantamittauksen käyttöönoton yhteydessä ei ole ollut aivan riittävän tarkkaa puolikuivan männyn, puolikuivan kuusen sekä tuoreen kuusen osalta. Sen sijaan tuoreella männyllä mittaukset ovat menneet hyvin uuden mittausmenetelmän käyttöönoton alusta saakka. Kaikilla puutavaralajeilla ja painoluokilla on kuitenkin tapahtunut jatkuvaa kehitystä parempaan suuntaan. Tämä on osittain myös ymmärrettävää, että uuden mittausmenetelmän käyttöönoton alussa tulokset eivät ole aivan halutunlaisia. Tähän vaikuttaa uuden mittausmenetelmän käyttöönoton opettelu, sekä mittaamisen kehittyminen.

Paino-otantamittauksen käyttöönotto nopeutti tutkimusten mukaan mittaamista autopuulla. Tutkimusten mukaan mittaussuoritus on jopa neljä kertaa nopeampaa paino-otantamittauksella kuin pinomittausmenetelmällä. Tämä myös hieman nopeuttaa puutavara-autoilijoiden viipymistä tehdasalueella. Pinomittausmenetelmän jäädessä pois päämittausmenetelmänä, myös mittaussuoritus helpottui. Mittaussuorituksen nopeutumisen ja helpottumisen yhteisvaikutuksesta, puutavaran mittauksen voi hoitaa entistä vähäisemmällä henkilömäärillä, joka taas tarkoittaa säästöjä.

Sunilassa mittausmenetelmän vaihtumisen muutokset puutavara-autoilijoille, näkyivät lähinnä vaatimuksena toimittaa puutavaralajipuhtaita nippuja. Tämä tuotti puutavara-autoilijoille suuren vaikeuden löytää kustannustehokkaasti samaa puutavaralajia sisältäviä nippuja. Mittausmenetelmän vaihtuminen on myös vaikeuttanut tehdasmittaerien toimittamista Sunilaan, sillä tehdasmittaerät on mitattava mittaajan ollessa paikalla mittakepillä.

Muutoksia ja niiden vaikutuksia ilmeni myös kontrollimittauksessa. Paino-otantamittauksen käyttöönoton yhteydessä otantaniput ruvettiin mittaamaan osanippuina kesimäärin  $6 \text{ m}^3$ . Kuitenkin paino-otantamenetelmässä myös otantaprosentit ovat huomattavasti suuremmat, kun pinomittausmenetelmässä. Tutkimuksen mukaan paino-otantamittauksen yhteydessä puutavaraa arpoutuu määrällisesti enemmän otantamittaukseen. Tämä työllistää entistä enemmän otantamittauslaitetta. Tutkimuksen mukaan otantanippuja arpoutuu paino-otantamittauksen yhteydessä, määrällisesti yli kaksinkertaisesti verrattuna pinomittausmenetelmään. Suurempi otantanippujen määrä työllistää kurottajakoneen kuljettajia entistä enemmän, sillä otantanippujen siirtelyitä ja talteenottoja tulee nykyisellä mittausmenetelmällä enemmän.

Sunilan puunvastaanoton siirtyessä Stora Enso Metsälle, lähtökohtaisena tavoitteena olivat rahalliset säästöt. Tämä tarkoitti henkilökunnan vähentämistä puunvastaanotossa. Myös työtehtävät Sunilan puunvastaanotossa tulivat muuttumaan oleellisesti henkilöstövähennyksien, kun myös uusien toimintamallien myötä. Henkilöstövähennykset kohdistuivat toimihenkilöihin, yhteensä viisi puunvastaanotossa työskentelevää toimihenkilöä vähennettiin. Tämä taas lisäsi työtehtäviä työkoneen kuljettajilla. Suurimmat muutokset työtehtävissä koskivat työkoneen kuljettajia. Työkoneen kuljettajien työtehtäviin tuli lisäksi puutavaran vastaanottomittaus, sekä hakeanalyysien teko. Myös terminaaliesimiehen työtehtävät rajattiin muutosten myötä uudelleen koskemaan terminaalialuetta.

Muutosten tekemiseen ja rahallisten säästöjen tavoitteluun liittyy usein myös riskejä. Sunilan puunvastaanotossa rahallisia säästöjä tehtiin henkilöstövähennyksillä. Tuloksena saattaa kuitenkin olla että pois jääneet työtehtävät kuormittavat entistä enemmän jäljelle jäänyttä henkilöstöä. Sunilan

puunvastaanotossa työkoneen kuljettajilla työtehtävät lisääntyivät merkittävästi ja tämä lisäsi kuorimitusta.

Muutoksilla Sunilan puunvastaanotossa oli sekä myönteisiä, että myös vähän kielteisiä vaikutuksia. Rahallisia säästöjä katsottaessa muutoksista, oli hyötyä. Laskelmien mukaan muutosten vaatimat investoinnit on maksettu neljässä kuukaudessa takaisin uudella toimintamallilla.

## LÄHTEET

1. Stora Enso 10.10.2010. Internet sivut <http://www.storaenso.com>
2. Sunila Intranet. Sunilan tehtaan sisäiset Internet sivut.
3. Perehdyttämisaineisto. Sunilan puunvastaanotto. Jorma Valkeinen. 1995
4. Stora Enso Metsä sisäiset Internet sivut.
5. Metsäntutkimuslaitoksen Internet sivut 25.2.2011. <http://www.metla.fi/>
6. Marketta Sipi 2009. Puuraaka-aineen mittaus: Mittausmenetelmät ja niiden perusteet. Metsävarojen käytön laitos.
7. KS-Automatiikka Oy. 1998. Tukkimittari. Käyttöohje, versio 3.10. Jyväskylä.
8. KS-Automatiikka Oy. 1999. Tukkilajittelija. Käyttöohje. Kotka: Sunila Oy.
9. Tehdasvastaanotto (TEVA)- järjestelmä.
10. Voimaan tulevat mitta- ja laatuvaatimukset Sunilan puunvastaanotossa.
11. Maa ja Metsätalousministeriön ohje. 9.6.1997. Pinomittaus. Helsinki: Maa- ja Metsätalousministeriö.
12. RP-Groupin Internet sivut 20.03.2011. <http://www.rpgroup.fi/>

Taulukko 7. Tuore mäntykuitupuu, tuoretiheys kg/m<sup>3</sup>

LIITE 1

Kuukausi	Etelä-Suomi	Pohjanmaa	Kainuu, Koillismaa	Lappi	Ylä-Lappi
1	955	951	955	926	821
2	939	941	940	910	805
3	917	923	923	892	787
4	892	901	904	874	769
5	872	882	891	861	756
6	861	870	884	855	750
7	860	866	886	858	753
8	870	872	896	868	763
9	889	887	912	885	780
10	912	907	930	904	799
11	937	929	948	921	816
12	954	946	959	931	826

Taulukko 8. Puolikuiva mäntykuitupuu, tuoretiheys kg/m<sup>3</sup>

LIITE 2

Kuukausi	Etelä-Suomi	Pohjanmaa	Kainuu, Koillismaa	Lappi	Ylä-Lappi
1	878	912	907	885	780
2	862	902	892	869	764
3	840	884	875	851	746
4	815	862	856	833	728
5	795	843	843	820	715
6	784	831	836	814	709
7	783	827	838	817	712
8	793	833	848	827	722
9	812	848	864	844	739
10	835	868	882	862	757
11	860	890	900	880	775
12	877	907	911	889	784



Taulukko 9. Tuore kuusikuitupuu, tuoretiheys kg/m<sup>3</sup>

LIITE 3

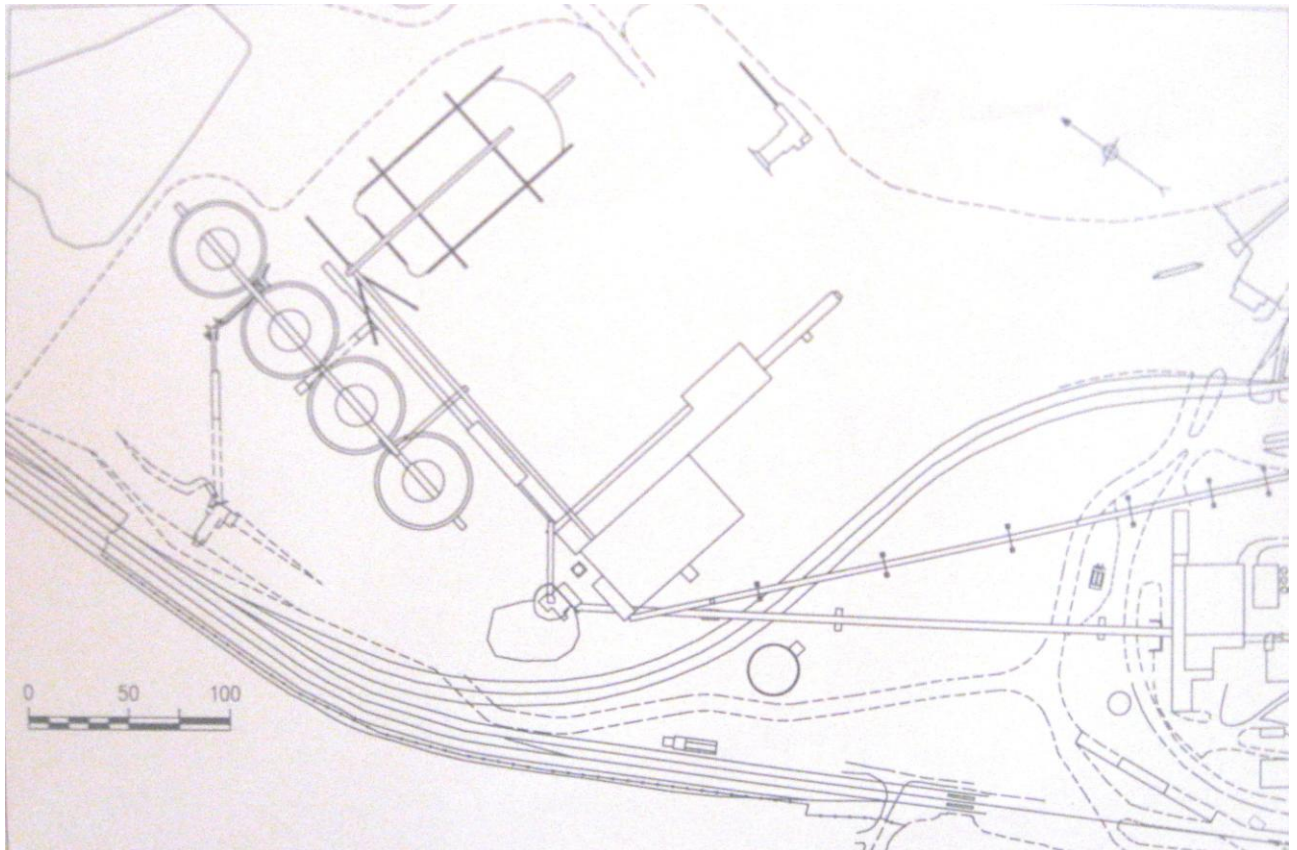
Kuukausi	Etelä-Suomi	Pohjanmaa	Kainuu, Koillismaa	Lappi	Ylä-Lappi
1	864	860	870	860	860
2	849	851	863	850	850
3	832	838	851	839	839
4	814	823	838	826	826
5	801	811	827	816	816
6	795	803	820	811	811
7	798	802	819	811	811
8	808	808	824	817	817
9	824	819	834	828	828
10	842	833	846	840	840
11	859	848	859	853	853
12	869	859	869	861	861

Taulukko 10. Puolikuiva kuusikuitupuu, tuoretiheys kg/m<sup>3</sup>

LIITE 4

Kuukausi	Etelä-Suomi	Pohjanmaa	Kainuu, Koillismaa	Lappi	Ylä-Lappi
1	792	821	833	827	827
2	777	812	826	818	818
3	760	799	814	806	806
4	742	784	790	793	793
5	729	772	783	784	784
6	723	765	782	779	779
7	726	764	787	779	779
8	736	770	797	785	785
9	752	781	809	796	796
10	770	795	846	809	809
11	787	810	822	821	821
12	797	820	832	829	829

## LIITE 5



Kuva 16 Sunilan puukenttä