

POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU

Metsätalouden koulutusohjelma

Petri Räsänen

KOIVUTUKIN MITTAUKSEN JA LAADUTUKSEN SUUNNITTELU VANERITEHTAAN TUOTANTOPROSESSIN ALKUPÄÄN YHTEYTEEN

Opinnäytetyö

toukokuu 2012

Sisältö

1	Johdanto.....	2
2	Yritysesittely Metsä Group.....	3
3	Vanerin valmistus	7
4	Tukin mittaus	9
5	Koivutukin laatu, laatukriteerit ja käyttö	11
6	Koivutukin mittauksen vaihtoehdot Punkaharjun tehtailla.....	14
	6.1 Erillinen koivutukin mittaus- ja lajittelulinja vaneritehtaan alkupäähän.....	14
	6.2 Koivutukin lajittelun kapasiteetin lisäys Kerton tukkilinjalla	15
	6.3 Kuormainvaakamittaus.....	16
	6.4 Mittauksen toteutus osana nykyistä tukinkäsittelyä	18
7	Rfid tekniikka	18
	7.1 Rfid- tekniikan fysikaaliset perusteet.....	19
	7.2 Rfid teknologian historia ja tekniikan kokeiluja	22
8	Opinnäytetyön tavoite ja rajaus	26
9	Tutkimus ja testaus	28
10	Edellytykset Rfid tekniikan käyttöönotolle.....	34
11	Tulokset ja kustannusvertailua	39
12	Pohdintaa	41
	Lähteet.....	45

Liitteet

Liite 1. Vaneritehtaan prosessikaavio

Liite 2. Metsäliiton mitta- ja laatuvaatimukset koivutukille

Liite 3. Kustannusvertailua eri mallivaihtoehtojen kesken

1 Johdanto

Metsäklusterin kiristyvän kilpailun ja nousseiden raaka-ainekustannusten sekä tuotantokustannusten vuoksi raaka-aineen laadun tasaisuus on noussut merkittäväksi asiaksi ja tekijäksi metsäteollisuudelle. Teollisuudelle on tärkeää saada hyvää ja tasalaatuista raaka-ainetta riittävästi tuotannon tarpeisiin. Huonolaatuinen raaka-aine nostaa kustannuksia ylimääräisen käsittelyn muodossa sekä tuotannon tehokkuuden menetyksenä. Asiakkaat vaativat ostamistaan tuotteistaan enemmän tietoa ja korkeampaa laatua. Monessa tapauksessa tuotteen alkuperä ja laadun tasaisuus ovat ostopäätöksiä ohjaavia seikkoja. Tuotteen raaka-aineen alkuperää ja laadun varmistamista varten on kehitetty standardisointi ja sertifikaatit, jotka osoittavat tehdyille tuotteelle annettujen ominaisuuksien säilyvyyden ja pitävyyden. Standardeilla lisätään tuotteiden yhteensopivuutta ja parannetaan niiden käyttöturvallisuutta, suojellaan ympäristöä ja helpotetaan kansainvälistä kaupankäyntiä. Metsäalalla yleisesti käytössä olevia standardeja ovat PEFC ja FSC -standardit, jotka ovat käytössä myös Metsä Groupilla.

Saapuvien koivutukkierien laadun tasaisuuteen on myös Punkaharjun tehtailla kiinnitetty huomiota, jonka seurauksena pyritään jatkuvaan laatusuorintaan tehtaalle saapuvissa koivutukkierissä. Nykyisin kaikkia saapuvia tukkieriä ei voida laaduttaa ja huonolaatuisesta puusta ei päästä antamaan laatupalautetta puun toimittajille. Vajalaadun osuus koivutukeissa on korkea ja sitä tulisi pyrkiä madaltamaan. Korkea vajalaadun osuus tukeissa nostaa käyttökustannuksia tehtaalla.

Opinnäytetyö toteutettiin projektiluontoisena kehitystyönä. Opinnäytetyössä selvitettiin, kuinka Metsä Groupin Punkaharjun vaneritehtaalla voitaisiin jäljittää tehtaalle saapuvia painomitattavia puutavaraeriä hautomisprosessin jälkeen tukin katkaisuvaiheessa. Painomitatussa puussa on paljon laatueroa. Tarve palautteen antoon puuntoimittajille on suuri.

Nykyisin painomittausmenetelmällä vastaanotettavat puuerät niputetaan ja niputuksen jälkeen erät menevät sekaisin hautomossa. Haudonnan jälkeen puun alkuperä ei ole enää tiedossa. Samalla pyrittiin selvittämään, onko mahdollista päästä pois painovaakamittauksesta kokonaan hyödyntämällä radiotaajuudella toimivaa tekniikkaa puuerien jäljitettävyydessä. Tämän tekniikan hyödyntäminen voisi myös vähentää koivutukkierien tehdasmittaustarvetta Kertopuutehtaan tukinmittauksen yhteydessä. Nämä Kertopuutehtaan tukinmittauksen yhteydessä mitattavat koivuerät hidastavat tukinsyöttöä Kertotehtaan hautomoon.

2 Yritysesittely Metsä Group

Metsä Group on maailman kymmenenneksi suurin metsäteollisuuskonserni, ja sen liikevaihto vuodessa on 8,0 miljardia euroa. Konserni työllistää maailmassa yhteensä noin 20 000 henkilöä. Metsä Groupin viisi liiketoiminta-aluetta ovat puunhankinta, puutuoteteollisuus, sellunvalmistus, kartongin ja paperin tuotanto sekä pehmopaperin valmistus. Konsernin emoyritys on Metsäliitto Osuuskunta.

Metsä Groupin muodostavat Metsä Wood, Metsä Fibre, Metsä Board ja Metsä Tissue. Tuotantolaitoksia ja myyntikonttoreita tällä samaan yrityserheeseen kuuluvalla yrityksellä on 30 maassa. Emoyritys Metsäliitto Osuuskunnan omistaa yli 131 000 suomalaista metsänomistajaa. Konsernin pääjohtajana toimii Kari Jordan. (Metsäliitto 2009)

Metsä Wood käsittää useita mekaanisen puujalostusteollisuuden yksiköitä eri puolella Suomea. Mekaaninen puunjalostusteollisuus käsittää sahateollisuuden, vanerilevyteollisuuden, kertopuuteollisuuden sekä puutuotteiden jatkojalostusyksiköt.

2.1 Punkaharjun tehtaat

Punkaharjun tehtaat (kuva 1) ovat yksi yksikkö, jossa ovat sekä vaneritehdas, että kertopuutehdas. Vaneritehdas tuottaa vuosittain n. 70 000 m³ koivuvaneria ja kertopuutehdas n. 130 000 m³ havutukeista sorvattua ja liimattua kertopuuta. Kertopuu® on Metsäliiton rekisteröimä tuotemerkki. Viennin osuus vanerituotteissa on n. 90 % ja Kertopuutuotteissa n. 85 %. Vaneritehtaan valmistamaa koivuvaneria käytetään mm. kuljetusvälineiteollisuuden konttivalmistukseen, muottivälineiteollisuuden valumuotteihin, julkissisätilojen sisustuslevyinä sekä LNG kaasutankkereiden rakenteissa.

Työntekijöitä Punkaharjun tehtailla on yhteensä n. 500, joista toimihenkilöitä on noin 30. Tehtaalla toimii alihankkijoita, joiden tehtävänä ovat tehtaan sisäiset puutavarasiirrot, piha-alueiden puhtaanapito sekä tehtaan omalta kunnossapito-osastolta jäävät työt, johon tarvitaan lisäkalustoa, esim. nosturityöt. Vaneritehtaan tuotanto on aloitettu vuonna 1964 ja kertopuutehtaan tuotanto vuonna 2000.



Kuva 1. Punkaharjun tehtaat.

2.2 Puun toimitusmäärät ja vuotuinen tarve

Koivutukin vuotuinen tarve on n. 200 000 m³ vaneritehtaalla ja kuusitukin vuotuinen tarve kertopuutehtaalle n. 300 000 m³, nämä määrät ovat täyden käyntimuodon edellyttämiä määriä, esim. vuonna 2010 koivutukkia toimitettiin vaneritehtaalle n. 138 700 m³ ja vuonna 2011 n. 169 600 m³. Koivutukkia tehtaalle toimittavat Metsäliiton puunhankinnan lisäksi Stora Enso, Harvestia, Metsähallitus ja Vapo Timber. Metsäliiton puunhankinnan toimittama osuus vuotena 2010 oli n. 100 000 m³ ja vuonna 2011 n. 84 000 m³. Stora Enso on ollut vieraista puuntoimittajista merkittävin toimittaja molempina vuosina. n. 55 000 m³:n osuudella. Muiden ulkopuolisten toimittajien määrät olivat alle 200 – 6 000 m³:n väliltä. Venäjän tuontikoivua vuonna 2010 ja 2011 tuli tehtaalle n. 37 000 m³. Vuonna 2012 enusteen mukaan tuontikoivun määrä tulee vielä vuositasolla nousemaan. Koivuvaneritehtaan käyttösuhte on 3,0. Tämä tarkoittaa kolmea vastaanotettavaa tukkuuutiota kohden yhtä valmista vanerikuutiota. (Sorjonen 2011 Mikkola 2011)

2.3 Puun käsittely tehtaalla vanerin valmistusprosessissa

Vastaanotettavat koivutukkierät saapuvat tehtaalle autolla, junalla, tai uitaen. Osa puusta saapuu laivalla Saimaan laivaväylää pitkin Savonlinnaan, josta se kuljetetaan puutavara-autolla tehtaalle. Puutavarasta suurin osa mitataan painovaakamenetelmällä vastaanoton yhteydessä. Vuotena 2010 painovaa'alla mitattiin 129 600 m³ eli n. 93 % kaikista saapuvista puueristä ja vuotena 2011 painovaa'alla mitattiin 101 500 m³ mikä oli n. 60 % kaikista saapuvista puueristä. Näitä painovaakamitattavia eriä ovat Metsägroupin oman puunhankinnan toimittamat isommat puutavaraerät sekä Stora Enson toimittamat isommat puutavaraerät.

Myös tuontipuumäärän kasvaneesta osuudesta joudutaan osa mittaamaan painopuuna ilman laatu seurantaa. Sellaiset kuormaerät, joissa samassa autossa on useamman toimittajan puita, menevät tehdasmittaukseen tukkimittarille. Kaikki pienerät, vajaat autokuormat, osiin jaetut autokuormat, Harvestian, Metsähallituksen ja suurin osa tuonti puutavarasta mitataan Kertotehtaan tukimittauksen yhteydessä tukkimittarilla. Mittauksen jälkeen tukit varastoidaan tehtaan tukkikenttään odottamaan hautomoon syöttöä.

Tukkien hautomon syöttöpää on esiteltyä kuvassa 2. Metsä Groupin puunhankinnan toimittamaa uittopuuta ei mitata tukkimittarilla, eikä myöskään painovaa'alla. Tuontipuerät syötetään suoraan hautomoon vedestä nostamisen jälkeen.



Kuva 2. Hautomon syöttöpää.

Ennen hautomoon syöttöä mitatut tukit niputetaan kurottajan avulla metallivaijerilla tai ketjulla n. 20 m³:n kokoisiin nippuihin. Niput pudotetaan kurottajalla hautomoon n. 40 C°:n veteen, jossa niitä haudotaan 24 tuntia. Hautomossa on kolme erillistä läpiuittokanaalia, joiden kautta puunippuja joh-

detaan hautomon läpi. Hautomossa on pidettävä jatkuvasti täynnä ja siellä on jatkuvasti oltava n. 60 tukkinippua. Sikäli kun hautomon toisesta päästä nostetaan nippuja ylös, syötetään toisesta päästä nippuja hautomoon. On laskettu, että 60 nipun määrä riittää 24 tunnin haudonta-ajalla tehtaan tuotannon ylläpitoon.

Tärkeää on, että hautomo on koko ajan täynnä nippuja, koska se samalla ylläpitää riittävän korkeaa veden pintarajaa. Liian vahaassa hautomossa veden pinta on liian alhainen ja osa nipuissa olevista tukeista jäävät veden pinnan yläpuolelle. Tällöin haudontaa ei tapahdu. Riittäväällä haudonnalla saavutetaan riittävä poikittaissuuntainen vetolujuus pölleistä syntyvään viilumattoon sorvaustapahtuman aikana. Lisäksi haudonta vähetään puun halkeiluja sorvauksen aikana. Vuorokauden mittaisen haudonnan jälkeen tukkiniput avataan Loglift nostimella ja syötetään vaneritehtaan tukkien syöttöpöydälle. Syöttöpöydältä tukit siirretään kuljettimella katkaisun ja päiden tasauksen jälkeen sorville viilutuotantoon.

3 Vanerin valmistus

Vaneri on levyä, joka on valmistettu liimaamalla yhteen päällekkäin ladottuja levyn tason suuntaisia puuviiluja. Viilut ovat yleisesti valmistettu joko kuusesta tai koivusta. Ne ovat syiden suuntaan nähden ristikkäin, ja levyn rakenne on keskitasoon nähden symmetrinen. Vaneri on johdettu englannin kielen sanasta veneer, mikä tarkoittaa puuviilua. Suomessa nykyistä vaneria kutsuttiin pitkään ristivaneriksi sen syysuunnan ristikkäisyyden takia. Vanerituotteiksi luetaan myös samansuuntaisista viiluista liimaamalla valmistetut levyt, joita Suomessa kutsutaan tuotenimellä kertopuu. Muita vanerituotteita ovat rima- ja sälelevyt, joiden keskikerros on koottu ohuista

rimoista tai viiluista liimaamalla valmistetuista säleistä. (Koponen 2000, 13-14)

Vanerilevyt jaetaan liimauksen säänkestävyyden perusteella seuraaviin ryhmiin sisäkäyttöön (INT) ja ulkokäyttöön (EXT) soveltuviin vanereihin. Toinen luokitteluperuste on valmistuksessa käytetty puuraaka-aine, joita ovat kuusi (havuvaneri) ja koivu (koivuvaneri). Myös sekavaneria valmistetaan ja myydään sekavanerilaatuna, jolloin pintaviilut ja puolet sisäviiluista on koivua ja toinen puolet sisäviiluista on kuusta.

Vaneri on parannettua luonnonpuuta, josta on suurelta osin poistettu puun alkuperäiset, tuotteiden käyttöä haittaavat epäedulliset ominaisuudet. Kun viilut liimataan syysuunnaltaan ristiin, lujuusominaisuudet tasaantuvat pituus- ja leveyssuunnissa. Lisäksi varastoimisen ja loppukäyttökohteen muuttuvista kosteusoloista ja olosuhteiden muutoksista johtuvat levyn ulkoiset mittamuutokset pienenevät huomattavasti. Lujutta alentavat puun viat, kuten oksat, tasaantuvat vanerin kerrosrakenteesta. Huonoimman kohdat sorvatuista arkeista poistetaan saumauskoneilla ja liitetään jäljellä jääneet, laatuun kelpaavat palat yhteen. Vanerin lujuusominaisuudet suhteessa sen painoon ovat hyvät kilpaileviin materiaaleihin verrattuna. (Koponen 2000, 13 - 14)

Vanerilevyjä jalostetaan sahaamalla asiakkaan haluamiin määrämittäihin. Lisäksi jalostusastetta lisätään pinnoittamalla levyjä fenolifilmillä betoni-muottiteolliseen käyttöön. Fenolifilmi (fenolihartsilla imeytetty paperi) kiinnitetään kuumassa pinnoitepuristimessa vanerilevyn molemmille puolille. Suomen vaneriteollisuus valmistaa laajan valikoiman erilaisia jalosteita, joissa yleensä pinnoituksen tai pintakäsittelyn avulla parannetaan perusvanereiden ominaisuuksia. (Koponen 2000, 13 - 14)

Näillä toimenpiteillä kotimainen vaneriteollisuus on pysynyt tähän päivään saakka mukana tiukassa maailmanlaajuisessa kilpailussa. Kilpailevilla ulkomaisilla yrityksillä ovat yleensä etuna halvempi työvoima, halvempi raaka-aine, halvemman tuotantokustannukset sekä maantieteellisesti edullisempi sijainti (lähempänä asiakkaita).

Suomessa on tällä hetkellä vaneria valmistavat UPM Kymmene Oyj, Metsä wood, entiseltä nimeltään Metsäliitto (Finnforest) sekä Koskinen Oy. Metsäliitto ja Finnforest sulautuivat yhdeksi yhtiöksi 2006, tätä ennen Finnforest oli Metsäliiton tytäryhtiö. Metsäliiton nimi muutettiin Metsä Groupiksi vuonna 2012. Ainoastaan Finnforest säilytettiin tuotemerkkinä asiakassuhteiden ja tunnettuuden takia. Finnforest levytuotteet ja insinööripuutuotteet ovat Euroopan tasolla hyvin tunnettu. Liitteessä on esitelty prosessikaa-
vio vanerin valmistuksesta.

4 Tukin mittaus

Puutavaran käyttöpaikalla toteutettavaa mittausta kutsutaan tehdasmittaukseksi, jota on säädösten mukaisesti valvottava tehtaalla toteuttavilla valvontamittauksilla. Puutavaramittauksen ylimpänä valvojana ja ohjeistajana toimii maa- ja metsätalousministeriö. Tehdasmittauksen valvonnan järjestäminen ja toteuttaminen kuuluu maa- ja metsätalousministeriön tulosohjauksessa toimivalle Metsäntutkimuslaitokselle. Valvontamittauksia toteuttavat Metsäntutkimuslaitoksessa työskentelevät viralliset mittaajat. (Metla Puutavaranmittauslaki 1991)

Valvontamittauksen perusteena on tehdasmittaajan toimittama tehdasmittausilmoitus, joka on aina tehtävä ennen uuden mittaerän aloittamista.

Tehdasmittausilmoituksesta on ilmentävä tehdasmittaajan nimi, yhteystiedot ja mittapaikka. Lisäksi siitä on oltava myös käytettävä mittausmenetelmä, mittauslaite sekä mittauksen aloittamisajankohta. Tehdasmittausilmoituksen on tarkoitus antaa kokonaiskuva tehdasmittaajan mittaustoiminnasta, toiminnan laajuudesta sekä mittauksessa käytettävistä menetelmistä ja laitteista. Valittavissa olevista määrän mittausmenetelmistä tuokin mittauksessa, jotka ovat maa- ja metsätalousministeriön vahvistamia ovat

- Latva- ja keskuskiintomittaus, joka tehdään tukkimittarilla. Tukkimittari muodostaa tukista kolmiulotteisen kuvan ja laskee tukin tilavuuden.
- Punnitusmittaus, joka tehdään siltavaa'alla ajoneuvokuormien massamittauksena. Punnitusmittauksessa kuorma-ajoneuvo ajetaan kuorman kanssa vaa'an päälle ja mitataan kokonaispaino. Kuorman purun jälkeen tyhjä ajoneuvo ajetaan uudelleen vaa'an päälle, jolloin saadaan ajoneuvon tyhjäpaino, erotukseksi muodostuu kuormassa olleiden tukkien paino.
- Kuormainvaakamittaus, joka tehdään yhdistettynä perusmittausmenetelmän kanssa.
- Otantaan perustuvat mittausmenetelmät, joita ovat paino-otanta- ja ositemittaus, kehysotantamittaus. Otantamittaukset perustuvat satutuman varaan perustuviin otantoihin puueristä, joiden otos taajuus on etukäteen määrätty.

(Metla tietopaketti/mittaus/mittauslait 1991)

Tukkimittarilla ajetuista tukkieristä osa päätyy kontrollimittaukseen. Tukkimittariin asetetun ohjelman perusteella tukkimittari arpoo kontrollitukit, jotka otetaan erilleen ja numeroidaan tukkimittarin tekemän mittauksen jälkeen. Näin jokaiselle numeroidulle tukille pitää olla pituus- ja tilavuustieto tiedossa. Yleisohjeessa asetettu taajuus kontrolliin päätyvien tukkien määräksi on 30 tukkia viikossa puulajia kohden. Tukit mitataan uudelleen

elektronisilla mittasaksilla ja rullamitalla. Tulosta verrataan tukkimittarilta saatuun pituus- ja tilavuustietoon. Mikäli pituusvaihtelu on yli tai alle 1 cm tai tilavuustieto on yli tai alle 4 %, pitää tukkimittari kalibroida uudelleen. Lisäksi mikäli kolmen perättäisin kontrollimittauksen tulos negatiivinen tai positiivinen, pitää tukkimittaria säätää päinvastaiseen suuntaan ja mitat uusi kontrollierä. (Sorjonen 2012)

5 Koivutukin laatu, laatukriteerit ja käyttö

Metsä Groupin puunhankinnan asettamat koivutukin laatu- ja mittavaatimukset on esitetty erillisenä liitteessä 2. Pienin vastaanotettava ja mitattava puutavaramäärä- ja erä on 3 m³. Nämä pienerät tulevat aina ajettavaksi tukkimittarilla, niitä ei koskaan mitata painovaa'alla painopuuna. Koivutukit laadutetaan tehtaalla tukkimittarilla tehtävän latva- ja keskuskiintomittauksen yhteydessä eri laatuihin. Vajaalaatuisten (VL) tukkien hylkäyssyytät ovat alamittaisuus latvaläpimitassa, oksaisuus, mutka, lenko, laho, koro, sinistymä, korjuuvaurio ja pituusalamitta. Vajaalaatuisten tukkien hylkäys perustuu niiden käsiteltävyyteen sorvauksessa.

Lahot ja pituusalamitat ovat raakaussyytät, jolloin sorvipölli ei kestä kiinni pyörityskaroissa. Tällöin pölliä ei voida sorvata ja tukki on raakattava. Viilusaantoon vaikuttavia liian mutkaisia, lenkoja, sinistyneitä, oksaisia, latvaläpimitaltaan ohuita tukkeja ja korjuun vuoksi vaurioituneita tukkeja ei kannata sorvata, koska niistä ei saada ehjää, kunnollista ja riittävän pitkää viilumattoa. (Metsäliitto 2009)

Koivu on puulajina kuuseen ja mäntyyn verrattuna rungoltaan moni-ilmeisempi ja siitä syystä siinä sallitaankin enemmän lieviä vikoja ja mutkaisuutta sekä lenkoa. Tukit katkotaan niiden pituuden mukaan ennen

sorvausta 1,5 metriä tai 1,6 metriä pitkiksi sorvipölleiksi, jossa yleensä saadaan tasattua lenkoa ja mutkia. Tukkien pituudet ovat jaettu Metsäliiton asettamissa mittavaatimuksessa valmiiksi sopiviin pituusmittoihin ajatellen katkontapituuksia ennen sorvausta. Kuvassa 3 esitetään tukkien katkonta-asema ennen sorvausvaihetta.



Kuva 3. Tukkien katkonta-asema.

Vuonna 2010 tukkimittarilla mitattuja tukkeja oli yhteensä 9100 m³, joista vajaalaatujen osuus oli 13,2 %. Vuonna 2010 vastaanotettujen tukkien yhteismäärä 138 700 m³, tästä määrästä vajaalaadun osuudeksi muodostuu 18 300 m³ olettaen, että laatu olisi samaa luokkaa kuin tukkimittarilla mitatuissa tukeissa. (Sorjonen 2011)

Vastaavat määrät vuonna 2011 olivat 60 700 m³ tukkimittarilla mitattuja ja painopuuna vastaanotettuja sekä mitattuja 101 500 m³. Vuonna 2011 tehdasmittausmenetelmällä mitattujen kaikkien erien vajaalaatujen määrä oli 9 % kokonaismäärästä. Kun oletetaan, että painovaakamittauksena vastaanotetut puuerät ovat laadultaan samaa tasoa, muodostuu vajaalaatuisien tukkien määräksi yhteensä n. 14 600 m³. (Sorjonen 2011)

Hylätyt tukit käsitellään tuotannossa samalla tavalla kuten normaalilaatuiset. Yhdestä tukista saa minimissään 2 kpl ja maksimissaan 4 kpl sorvipölejä. Vaikka tukissa onkin vajaalaatua sekä hylkäysperuste, saadaan siitä sorvaukseen arvioituna 50 %, jopa 75 % käytettyä tuotannossa. Tästä syystä vajaalaatuisia tukit syötetään normaalilaatuisten tapaan hautoon. Tästä voidaan laskea vuoden 2010 vajaalaatuisen 18 300 m³:n tukkimäärästä n. 4 500 – 9 000 m³ menneen hakkeeksi. Vuoden 2011 vastaavasta 14 600 m³:n tukkimäärästä on mennyt n. 3 500 – 7 300 m³ hakkeeksi. Koivutukin kantokeskihinta vuosina 2010 ja 2011 oli Metlan mukaan 39,4 euroa kuutiolta. (Metla Metinfo tilastopalvelu/julkaisut)

Yhteensä laskettuna vuotena 2010 hakkeeksi menneen puumäärän arvo oli 177 000 – 354 000 euroa. Vuotena 2011 vastaava määrä oli 138 000 – 287 000 euroa. Kyseessä ovat siis suuret määrät puutavaraa sekä pääomaa.



Kuva 4. Sorvaukseen kelpaamattomia raakkipölejä.



Kuva 4. Sorvaukseen kelpaamattomia raakkipöllejä.

Yleisesti ottaen vastaanotettavan puumäärän taso vaihtelee vuosittain, riippuen tehtaan tilauskannasta. Tehdasmittauksen tukkimittarilla ajettavien erien määrä on kasvanut, johtuen tuontipuun ja tehdasmittaerien määrän lisääntymisestä. Tämä on lisännyt tarvetta löytää toinen keino mittaukselle ja laadun valvomiseksi, koska Kertotehtaan yhteydessä oleva tukkimittausaseman kapasiteettiä ei järkevästi voida lisätä ja koivutukin käsittelemääriä siellä lisätä.

6 Koivutukin mittauksen vaihtoehdot Punkaharjun tehtaila

6.1 Erillinen koivutukin mittaus- ja lajittelulinja vaneritehtaan alkupäähän

Tukinmittaus ja laadutus tulisi suorittaa tukkien hautomoon syötön yhteydessä, mikä on käytössä useilla vaneria valmistavilla tehtailla. Punkaharjulla vaneritehtaan hautomon edessä ei kuitenkaan ole tilaa erilliselle tukinmittaukselle ja syöttölinjalle. Kuvassa 1 havainnollistetaan tehdaspihan

ahtautta erilliselle koivunmittauslinjalle ennen hautomoa. Lisäksi perusinvestointina se olisi kallis vaihtoehto ja veisi suurimman osan nykyisestä koivuvarastotilasta tehtaan pihalla.

Erillisestä koivutukin mittaus- ja syöttölinjasta on tehty jo aiemmin kustannusarviota. Laitakustannusarvioksi on arvioitu 1 500 000 euroa. Erillinen tukinmittaus lisäksi nostaisi henkilöstö- ja käyttökustannuksia Punkaharjulla. Sen käyttöön tarvitaan kaksi henkilöä ja lisäksi puutavaran käsittelyyn (syöttöön ja vastaanottoon) yksi pyöräkoneen kuljettaja. Henkilöstökustannukseksi muodostuisi täten n. 120 000 euroa vuodessa. Korjauksiin ja ylläpitoon on arvioitu n. 30 000 euroa vuodessa. Henkilöstön lisäystarpeesta ja korkeasta investointikulusta johtuen tähän vaihtoehtoon ei ole tartuttu. (Liski 2011)

6.2 Koivutukin lajittelun kapasiteetin lisäys Kerton tukkilinjalla

Kertotehtaan tukkilinjan (kuva 5) kapasiteetin lisäys voitaisiin toteuttaa asentamalla lisäsyöttöpöydän yhteyteen toinen tukkimittari, jolla mitattaisiin erikseen kertotehtaan hautomoon syötettävä havutukit. Lisäksi tukkilinjaa tulisi tahdistaa uudelleen käymään kovemalla syöttönopeudella, mikä taas lisää häiriöiden määrää. Tällä ratkaisulla tukkimittari pitäisi asentaa kertotehtaan tyvisievistäjän paikalle, joten tehtaan havutukkien sievistysmahdollisuus jäisi pois. Tyvisievistäjä ei ole ollut käytössä muutoinkaan useaan vuoteen.

Tämä kapasiteetin lisäysratkaisu pitäisi jokseenkin ennallaan henkilöstö- sekä käyttökustannukset. Linjan käyttötehokkuus saattaisi laskea, koska sama henkilö joutuisi samaan aikaan mittaamaan ja laaduttamaan sekä koivu- että havutukit. Käytännössä on koettu, että linjan häiriöherkkyys lisääntyy kun sama henkilö hoitaa yhtä aikaa sekä koivutukkien laadutuksen sekä havutukkien syötön Kertotehtaan hautomoon. Lisäksi tällä rat-

kaisulla ei päästä eroon alihankintana tehtävästä koivutukkien siirtelystä vaneritehtaan hautomoon ja myöskään raakkien määrä pakkasjaksoilla ei tulisi alenemaan.

Puun vastaanottomäärät ja tehdasmitalla mitattavien erien määrät ovat kasvaneet ja tätä myötä paine tukkimittarilinjan kapasiteetin riittävydestä kasvanut. Kuvassa 5 on meneillään koivun lajittelu Kerton tukkilinjalla, taustalla näkyvältä toiselta tukkipöydältä syötetään samaan aikaan havutukkeja syöttölinjaan ja etualalla olevalta syöttöpöydältä koivutukkeja linjan sivulla oleviin lokeroihin. Lokerot tyhjenetään kuvassa olevan pyöräkonin avulla. (Liski 2011, Erämo 2008)



Kuva 5. Kertotehtaan tukkilinja.

6.3 Kuormainvaakamittaus

Kuormainvaakamittaus on sovellettavissa koivutukin mittaukseen. Kuormainvaakamittauksella voidaan määrittää puutavaran tuoremassa sekä

kuorellinen tilavuus. Tässä mittausmenetelmässä mittaus tehdään puutavaran kuormauksen tai purkamisen yhteydessä puutavaraerän painoon pohjautuen. (Metla, mittauslait 1991)

Joensuun UPM:n vaneritehtaalla vastaavaa menetelmää sovelletaan puuden kurottajassa olevalla painovaakamittarilla. Kurottajan kuormasta tietty osa otetaan sattumanvaraisesti tarkempaan otantaan ja mittaukseen. Puutavaran laadutus tapahtuu tällä menetelmällä silmävaraisesti ja otantoihin perustuen, joten kaikkia tukkeja ei tällä menetelmällä saada laadutettua opinnäytetyölle asetetun tavoitteen mukaisesti ja laadusta ei saada annettua palautetta, elleivät vajaalaatuiset tukit satu juuri tuohon otantaan. Kuormainvaakamittaus on hyvin samantapainen kuin Punkaharjun vaneritehtaalla oleva painovaakamittaus (kuva 6), josta osa ohjataan ja otetaan vastaavasti tehdasmittauskontrolliin ja otantaan.



Kuva 6. Vaneritehtaan painovaaka.

6.4 Mittauksen toteutus osana nykyistä tukinkäsittelyä

Yhtenä vaihtoehtona olisi investoida ja sijoittaa tukkimittari koivuvaneritehtaan hautomon ja kuorimakoneen väliin. Tämä edellyttäisi uutta kuljetinjärjestelmää. Puiden laadutus voitaisiin tehdä uusittavalla tukkimittarilla ja puun katkaisua hoitavan operaattorin toimesta. Tämä vaihtoehto edellyttää hautomoon syötettävien tukkinippujen merkitsemistä jäljittimellä, jolloin ne ovat jäljitettävissä ja kohdistettavissa haudonnan jälkeen oikeaan kauppaan ja vastaanotettuun puuerään. Jäljitys- ja tunnistusjärjestelmänä voitaisiin käyttää RFID -tekniikkaa, joka edellyttäisi pienissä hankintakaupparissa tunnistetta jokaisessa tukissa. Tällä vaihtoehdolla päästäisiin pois tukkien ylimääräisestä käsittelystä ja siirtelystä sekä ylimääräisten raakkeen syntymisestä mittausvaiheessa. Onnistuessaan tämä menetelmä voisi korvata tulevaisuudessa painovaakamittauksen kokonaan ja vähentää puiden mittaustarvetta Kertopuutehtaan tukkimittarilla. (Liski 2011)

7 Rfid tekniikka

RFID lyhenne tulee englannin kielen sanoista Radio Frequency Identification, eli radiotaajuinen etätunnistus. Tämä tarkoittaa tiedonsiirtoa tunnisteen ja lukijalaitteen välillä ilman näköyhteyttä radioaaltojen avulla. Jokainen tunniste (tarra, kortti, lappu, implantti, tagi) on yksilöllinen ja sisältää sirun, joka on uudelleen ohjelmoitavissa. Tunniste voi sisältää tietoa tuotteesta itsestään, prosessivaiheesta, ajankohdasta, kauppa- tai puuerästä tms. Tunniste kiinnitetään kohteeseen, tämän jälkeen se on luettavissa etälukijalla missä vaiheessa tahansa tuotantoprosessia.

Tunnisteen sisältöä voi muuttaa tarvittaessa missä vaiheessa tahansa tuotantoprosessia, ja tunnisteet sietävät melko hyvin teollisia olosuhteita riippuen käyttötavasta ja ympäristöolosuhteista. RFID -tekniikka on ollut teknisesti mahdollista jo kymmeniä vuosia, ja sitä on käytetty jo pitkään kulkuavaimissa, matkakorteissa ja eläinten tunnistetiedoissa. (RFID Lab Finland ry 2009)

Teollisuudessa RFID -teknologiaa käytetään osana tuotannon tehostamisessa, laadunvalvonnan parantamisessa, varastohallinnassa sekä logistiikassa materiaalivirtojen hallinnassa. Kaupan alalla automaattiset kassajärjestelmät tekevät tuloaan RFID -tekniikan avulla. Suomessa tekniikan ovat ottaneet käyttöön useat yritykset tietotekniikan ja puhelinoperaattorien alalta: Sonera, Elisa sekä Nokia. Valmistavan tuotantoteollisuuden alalta tekniikan käyttäjiä ovat mm. Martela, Honka sekä UPM. Koskella sijaitsevalla Raunion sahalla tukkien etätunnistemerkkausta on kokeiltu pilottihakkeena.

Tuotantoteknologian on ottanut opetuskäyttöön Kuopiossa sijaitseva Savon ammatti- ja aikuisopisto, jolla on oma koulutusohjelma ja simuloitava RFID -ympäristö aiheesta kiinnostuneiden yritysten käyttöön. (RFID Lab Finland ry 2009, VTT Häkli 2006)

7.1 Rfid- tekniikan fysikaaliset perusteet

RFID- laitteilla on kaksi eri perustoimintatapaa. Passiivitunnisteiset RFID-tunnisteet eivät sisällä omaa virtalähdettä. LF- ja HF radiotaajuusalueilla lukija ja tunniste muodostavat keskenään induktiivisen kytkennän muuntajan tapaan. Tunnisteessa on nähtävissä kuparisia silmukoita, jotka muodostavat käämin ja toimivat tunnisteen ”antennina”. Antenni on kuitenkin tässä tapauksessa hieman harhaanjohtava sana, koska tunniste ja lukija eivät varsinaisesti välitä radioaaltoja keskenään vaan keskustelevat modu-

loimalla oskilloivaa magneettikenttää. Lukija luo tämän oskilloivan magneettikentän johtamalla vaihtovirtaa antennisilmukkaansa tietyllä radiotaajuudella. Magneettikenttä indusoi vastaavaan vaihtovirran tunnisteeseen käämiin, jos - ja kun se on tarpeeksi lähellä.

Tunnisteessa oleva siru saa virtansa indusoituneesta virrasta, ja sirun muistissa olevaa dataa käytetään moduloimaan tunnisteeseen käämin virtaa, joka näkyy magneettikentän yli lukijan antennisilmukan jännitteessä. Induktiivisen kytkennän vuoksi tunnisteeseen asennolla on merkitystä, koska magneettikentän täytyy päästä tunnisteeseen käämin läpi. Tunnisteeseen asennolla ei ole merkitystä, ja se voi olla monissa asennoissa. Kuvassa 7 on esiteltyinä erilaisia sirutunnisteita. (RFID Lab Finland ry 2009)



Kuva 7. Erilaisia sirutunnistemalleja.

UHF- ja mikroaaltotaajuusalueilla tunniste ja lukija keskustelevat keskenään radioaaltoja välittämällä, samaan tapaan kuin matkapuhelimet tai radiot. Lukija lähettää antenninsa kautta radioaaltoja ja tunnisteeseen dipoliantenni vastaanottaa aallot ja heijasta niitä takaisin sisältäen sirun tiedot.

Tunniste voi välittää heijastetussa signaalissa tiedot lukijalle monella eri tavalla, kuten nostamalla heijastuneen signaalin amplitudia, siirtämällä heijastuneen signaalin vaihetta tai muuntamalla heijastuneen signaalin taajuutta. Lukijan lähettämät radioaallot voivat olla polarisoituja, jolloin tunnisteiden antennin asennolla on merkitystä. Lineaaripolarisoidut antennit vaativat tunnisteiden antennin olevan vastaavasti suunnattu, ympärilariisoidut sallivat vapaamman sijoittelun. Kumpikaan tyyppi ei voi lukea kunnolla pitkästi radioaaltojen kulkusuuntaan vasten sijoiteltuja tunnisteita. (RFID lab Finland ry 2009)

Seuraavassa on vertailua passiivisten, semipassiivisten (paristotuettujen) sekä aktiivisten tunnisteiden toiminnallisuudesta

Passiiviset tunnisteet:

- ei omaa virtalähdettä
- hyvin pitkä elinikä
- soveltuu pääosin vain tunnistamiseen
- edullinen hinta
- lukuetaisyys yli 10m
- vaatii voimakkaan lukijasygnalin
- tunnisteelta lukijalle signaali voi olla matala
- keskinkertainen tietoturvaso

Semipassiiviset, eli paristoilla tuetut tunnisteet

- paristolla tuettu toiminta
- kohtuullinen hinta
- lukijan signaali matala
- lukuetaisyys yli 30m

- matala signaali tunnisteelta lukijalle
- parannettu tietoturvaso

Aktiiviset tunnistheet

- toimintaenergia paristoista
- korkeahko hinta
- nopea tiedonsiirto
- lukuetaisyys yli 100m
- matala vaadittu lukijasignaali
- voimakas tunnisteelta lukijalle signaali
- rajoitettu elinikä
- korkea tietoturvaso

(RFID Lab Finland ry, 2009)

7.2 Rfid teknologian historia ja tekniikan kokeiluja

RFID -teknologia juuret liittyvät tutkan keksimiseen vuonna 1935. Toisen maailmansodan aikana Sir Robert Alexander Watson-Wattiin keksimää tutkaa käytettiin varoittamaan lähestyvistä lentokoneista. Pian brittiläiset keksivät lisätä lentokoneisiin lähettimen, joka osasi automaattisesti vastata tutkasignaaliin tunnistussignaalilla. Järjestelmää kutsuttiin nimellä IFF - järjestelmä (Identify friend or foe) ja se oli ensimmäinen RFID -järjestelmä maailmassa. Tutka- ja radiotekniikan kehittyessä 1950- ja 1960 -luvulla RFID -ideaa ryhdyttiin käyttämään varashälyttimissä ja 1970 -luvulla elektronisissa kulunvalvontajärjestelmissä, johon saatiin myös ensimmäinen RFID -tekniikan patentti. 1980-luvulla RFID -tekniikan käyttö laajeni materiaalivirtojen ja varastojen seurantaan. 1990 -luvulla tekniikka levittyi eläinten tunnistukseen ihon ja nahan alle asennettavien sirujen myötä. Eläimen

tiedot syötettiin siruun, joka oli luettavissa lukijalaitteella. Tekniikkaa sovelletaan myös sairaiden eläinten ruokinnassa, jolloin sairas eläin voidaan tunnistaa isommasta laumasta ja lääkkeiden anto kohdistuu oikeaan yksilöön. (RFID Lab Finland ry, 2009)

VTT on omalta osaltaan tutkinut aikaisemmin RFID -tekniikan soveltuvuutta metsäteollisuuden käyttötarpeisiin. Vuonna 2006 toteutettu kansainvälinen Indisputablekey- tutkimus, jossa osana tutkittiin ja kehitettiin prototyyppiä tukkien merkitsemiseen ja seurantaan metsästä sahalle. Käyttökohteita järjestelmälle olivat sellunkeittoon soveltuvat RFID -tunnisteet tukeille, käyttöä kestävä lukijalaitteen prototyyppi metsäkoneeseen (harvesteriin), RFID -lukijoiden käyttö metsäteollisuudessa sahaympäristössä sekä etätunnisteiden kiinnittäminen tukkeihin. (Teknologian tutkimuskeskus RFID Teknologiaa Metsäteollisuudelle 2006, Teknologian tutkimuskeskus Häkli 2006)

VTT:n tutkimuksen tuloksena kehitettiin biohajoava tunniste, joka soveltuu automaattiseen tukkien tunnistamiseen. Tunniste on kehitetty käyttömahdolliseksi ympärivuotisesti ulkona, se on helppo kiinnittää ja kiinnipysyvyys tukeissa on hyvä. Valmistuskustannukset ovat edulliset. Biohajoavuuden takia se soveltuu puumassan valmistukseen. Lukuetaisyys tunneilla on 2 – 3 metriä tuoreista ja myös märistä tukeista. Tunniste ei ime vettä ja on kovempaa kuin useimmat muovit. Koskella sijaitsevalla Rainion sahalla biotunneilla on kokeiltu pilottihankkeena tukkien seurannassa tuotantoprosessin aikana. (Teknologian tutkimuskeskus RFID Teknologiaa Metsäteollisuudelle 2006, Teknologian tutkimuskeskus Häkli 2006)

Harvesteriin tutkimuksen tuloksena kehitettiin prototyyppinä RFID -lukija sekä automaattinen tunnisteen kiinnityslaite (applikaattori), joiden ominaisuuksina ovat vesitiiviys ja iskun- sekä värinänkesto. Valmistus tehtiin laajan lämpötila-alueen komponenteista, joten se sietää ääriolosuhteita. Tek-

niikalla saavutetaan harvesterin tuottaman tiedon yhdistäminen tehtyihin puutavaraeriin. Näin puutavaraerät ovat automaattisesti seurattavissa metsästä tehtaalle koko valmistus- ja kuljetusketjun ajan. Käyttöön saakka kuitenkin prototyyppiä ei ole otettu juuri ääriolosuhteiden johdosta, liasta, lumesta, sateesta, jotka häiritsevät lukijapäänteen toimintaa. Lisäksi lukijalaitteen käyttö vaatii luonnollisesti teollisuuden kiinnostumista RFID -tekniikan käyttöönottoon, mikä toistaiseksi ei ole herättänyt mielenkiintoa metsäteollisuudessa tukkipuutavaravirtojen seurannassa. Tukkeja ei ole tarvetta merkata tunnisteilla metsässä, jos niitä ei teollisessa tuotannossa seurata. (Teknologian tutkimuskeskus RFID Teknologiaa Metsäteollisuudelle 2006, Teknologian tutkimuskeskus Häkli 2006)

Sahateollisuuden tutkimuksen tuloksena on kehitetty ja kokeiltu lautojen merkintää ja automaattista tunnistusta sahauskeskusten yhteydessä. Tunnisteiden kiinnitys kokeilussa on tehty käsin muoviniittejä käyttäen. Saavutettu lukuetaisyys on ollut 3 – 4 metriä lautojen pinnasta. Tällä toiminnalla lautojen laatu- ja alkuperätiedot ovat tunnisteiden mukana joka laudassa koko sahausprosessin läpi. Tämä auttaa lautamateriaalivirtojen hallinnassa ja laatusurannassa. Tunnistetekniikan kiinnittämiseen tarvitaan automatisointia, koska tunnisteiden kiinnittäminen on hidasta ja aikaa kuluttavaa, muodostaen ”pullonkaulan” sahaustuotannossa. (Teknologian tutkimuskeskus Rfid Teknologiaa Metsäteollisuudelle 2006, Teknologian tutkimuskeskus Häkli 2006)

VTT kehittämät eri ratkaisut metsäteollisuuden käyttöön eivät toistaiseksi ole saaneet ja löytäneet suurta määrää käyttäjiä. Jatkokehitystarpeita jo suunnitelluille asioille on olemassa ja mietitty. Jo suunniteltuun automaattiseen kiinnityslaitteeseen harvesteripäähän tarvitaan nopeampi ja luotettavampi toimintavarmuus sekä pidempi ja kestävämpi rakenne kiinnityslaitteelle ja Rfid lukijan osille. Suunnitellun tunnisteiden osalta tarvitaan optimointia sen toimintaan ja etenkin kestävyteen. RFID -lukijoita pitää saada pienempään muotoon ja niiden toiminnallisuutta on pyrittävä lisäämään.

Tämä tarkoittaa lisää kaupallistamista ja pilotointia metsä- ja puuteollisuudessa. Lisäksi teknologiaa pitää pyrkiä soveltamaan lisää erilaisissa metsäteollisuuden tuotantoympäristöissä.

Yhdeksi isoksi haasteeksi RFID -tekniikan hyödyntämisessä on sen alkuvaiheessa tuottamat kustannukset verrattuna heti saataviin hyötyihin. Laitteisto sekä ohjelmisto kuhunkin kohteeseen sovitettuna sekä tarvittavat rakenteet vaativat investointeja. Vasta laajamittainen käyttö laskee kustannuksia ja mahdollistaa täysimääräiset hyödyt. (Teknologian tutkimuskeskus Rfid Teknologiaa Metsäteollisuudelle 2006, Teknologian tutkimuskeskus Häkli 2006)

Muutamet metsäteollisuuden yritykset ovat jo alkaneet soveltamaan RFID -tekniikkaa erilaisissa käyttötarkoituksissa. Metsägroup suunnittelee ottavansa Rfid tekniikan käyttöön kaikissa selluteollisuusyksiköissä ja suurimmissa satamissa. Tekniikan avulla sellun koko logistiikkaketju automatisoituu ja nopeutuu. Luonnollisesti inhimillisten virheiden mahdollisuus vähenee. Selluerien tiedot tunnetaan jatkossa reaaliaikaisesti sekä varastossa, että satamissa. Muutos tuo säästöjä selluvirtojen hallintaan. (Metsägroup 2012)

Stora Enson Imatran selluysiköissä junakuljetuksina tuotavaa kuitupuumäärää kontrolloidaan RFID -tekniikan avulla. Tehtaan junaraiteiden viereen on tehty automaattisia lukupisteitä, jotka lukevat junavaunuissa olevat sirut. Laser mittaa puutavaran tilavuuden vaunuissa ja RFID -tekniikka hoitaa vaunukohtaisesti tilavuuden tallennukset tehtaan järjestelmään. Tällä voidaan seurata ja kontrolloida raakapuutaraston määrää ilman ylimääräisiä inventaarioita, kun tiedetään minkä verran tuotanto tarvitsee ja käyttää puuta. (Toivonen 2011)

8 Opinnäytetyön tavoite ja rajaus

Nousseesta puunkäyttömäärästä sekä vaihtelevasta tukkilaadusta johtuen vaneritehtaalla on tarve päästä antamaan laatupalaute painovaakamene-
telmällä vastaanotettavista tukkieristä. Ainoastaan osa vastaanotettavasta
koivutukkimäärästä pystytään mittaamaan tehdasmittauksessa Kertoteh-
taan tukinmittauksen yhteydessä tukkimittarilla. Nämä tehdasmitattavat
erät ovat ulkopuolisten toimittajien toimittamia tukkeja, Metsäliiton hankin-
tapuutoimituksia sekä painovaakamittauksesta puutavaramittauslain otan-
tajärjestelmään pohjautuvia eriä. Painovaakamittauksen huonona puolena
on se, että puusta ei voida antaa palautetta puun toimittajalle ja se joudu-
taan ottamaan painovaakamittauksen osalta vastaan ilman kontrollia. Ai-
noastaan tietty prosentuaalinen osuus tukkinipuista päätyy otantamittauk-
seen, jolloin sen sisältämät tukit mitataan ja laadutetaan tarkemmin Kerto-
puutehtaan tukkilinjan tukkimittarilla.

Kertopuutehtaan linjan alkupäässä olevan tukkimittarin käytön määrää
koivutukin mittaukselle ei voida sellaisenaan nostaa, koska samaisen mit-
tarin kautta pitää jatkuvasti syöttää kertotehtaan hautomoon havutukkeja.
Lisäksi kertotehtaan tukinmittauksen ohessa mitattavat koivutukkierät laji-
tellaan sivuttaissiirtäjällä lokeroihin. Tukkilokerot ovat korkeita ja sivuttais-
siirron yhteydessä tukin tippuessa lokeron pohjalle syntyy raakkeja tukkien
päiden haljetessa, etenkin pakkasjaksoilla. Lisäksi siirto lokeroista alihan-
kintana pyöräkoneella vaneritehtaan hautomoon synnyttää kustannuksia
ja on suhteessa hidasta.

Yhtenä työn tavoitteista oli pohtia uutta toimintamallia puiden vastaanot-
tomittauksen jakoon; mitä eriä jatkossa kannattaisi mahdollisesti mitata
painomittauksella ja mitä eriä tukkimittarilla ja miten mahdollinen RFID -
tekniikka voisi auttaa puun vastaanottoa ja mittausta. Nykyinen mittaus-

käytäntö on havaittu kuormittavan liikaa Kertotehtaan tuotantolinjan alkupäässä olevaa tehdasmittauksen tukinmittausta. Tavoitteina oli löytää ratkaisu, jonka avulla päästään vähentämään tukkimittarilla ajettavien koivuerien määrää sekä samalla tavoitteena oli saada laskettua vajaalaadun osuutta tukeissa alemmaksi laatupalautetta lisäämällä. Nykyisin kaikki tuontipuu sekä tehdasmitta- ja kontrolliotantaerät menevät tukkimittarin läpi. Vuonna 2010 tehdasmittarilla mitattu puumäärä oli n. 25 500 m³, joka vastasi 19 %:n osuutta kaikista vastaanotetuista puutavaramäärästä. Vuonna 2011 vastaanotettu ja mitattu tehdasmittarilla puutavaramäärä oli 60 700 m³, mikä oli 36 % kaikista vastaanotetuista puutavaramäärästä.

Vuonna 2010 ja 2011 vajaalaatuisten koivutukkien osuus oli 9 - 13 %, mikä on suhteellisen paljon puun kokonaiskäyttöä katsoen. Näistä tekijöistä johtuen tarvitaan selvitystä, voiko tukinmittauksen suorittaa ja laaduttaa vaneritehtaan puolella omana prosessina tuotantoprosessin alkuvaiheessa siten, että jokainen tukki saataisiin mitattua erillisinä kappaleina tai erinä ja kohdennettua toimitusketjun alkuun saakka. Tällöin tukkien laaduttaminen ja vastaanottomittaus tapahtuisi haudonnan jälkeen ja olisi samalla myös puueristä suoritettavien erien maksun peruste. Tällä pyrittäisiin tasoittamaan tehtaalle tulevaa puun laatua ja alentamaan vajaalaatuisten tukkien osuutta antamalla toimittajille palautetta tukkien laadusta.

Mikäli yksittäiskohtaiseen mittaukseen tukeittain ei RFID -tekniikan avulla pystytä, on toisena vaihtoehtona selvittää, pystytäänkö tekniikan avulla nippukohtaiseen seurantaan ja antamaan tukeista laatupalautte toimittajille? Mikäli selviää, että RFID -laitteisto on sopiva käyttää laatusurantaan, pitää työn ohessa myös ratkaista millä toimintamallilla sitä voidaan ryhtyä kokeilemaan ja toteuttamaan tehtaalla? Pystytäänkö tukit tai tukkierä merkkaamaan tunnistein jo metsässä tai tienvarressa varastopaikoilla? Vai onko tunnistemerkkkaus tehtaalla toteutettavaa työtä osana puunvastaanottoprosessia?

Rakenteellisia, mekaanisia ja automaatoratkaisuja laitteistojen tarkemmasta sijoittelusta ja niihin vaadittaviin osiin, komponentteihin sekä ohjelmiin tässä työssä ei ole tarkoitus tarkemmin selvittää. Ne ovat laitetoimittajien ja tehtaan kunnossapidon ratkaistavissa sen jälkeen kun tutkimustyöstä saatavat vaihtoehdot ovat nähtävissä. Tutkimuksessa tuodaan esille parannusehdotuksia ja niitä vaatimuksia, jotka käytännön toteutuksen kannalta pitää tehdä ennen mahdollista käyttöönottoa, mekaanisiin ratkaisuihin ei tarkemmin paneuduta. Muotoutuvia kustannuksia verrataan eri vaihtoehtojen kesken niiltä osin, mitä uuden linjan perustaminen lisähenkilöstöineen tulisi kustantamaan ja mitä RFID -laitteiston ja sirujen käyttöönotto tulisi maksamaan.

9 Tutkimus ja testaus

Työssä on hyödynnetty aikaisempia tutkimuksia RFID -tekniikan soveltuvuudesta mekaanisen metsäteollisuuden prosesseihin sekä puun alkuperän todentamiseen ja jäljittämiseen. Tähän aiheeseen liittyen on VTT tehnyt EU-rahoitteisen tutkimuksen (Forest RFID system operation), josta on tarkoitus poimia ja johtaa lähdetietoa. Opinnäytetyö perustui haastatteluihin sekä internetistä eri tietolähteistä poimittuihin tietoihin. Lisäksi työn ohessa on tehty havainnollistamiskoe, kuinka käytännössä tukkeihin kiinnitettävät sirut toimivat ja ovat luettavissa puiden vastaanotosta, haudonnan jälkeiseen tukkien siirtoon katkaisupaikalle.

Siruilta vaadittavat vaatimukset ovat seuraavat: niiden pitää pysyä puussa kiinni koko alkuprosessin ajan ja samalla kestää hyvin erilaisia olosuhteita (pakkasta sekä n. 40 C°:n vedessä liottamisen 24 tunnin ajan). Merkintätapa ja siihen käytettävä laitteisto (sirut) eivät saa pilata puusta sorvattavaa pintaviilua eivätkä tylsyttaa sorvin teriä. Sirut eivät saa pilata murskat-

tavasta viilusta muodostuvaa hake-erää. Tämä havainnollistamiskoe on siten tärkeä osa kehitystyöstä. Toimeksiantajaa kiinnostaa myös se, minkä suuruiseksi RFID etälukijan sekä sirujen käytön kustannukset tulisivat muodostumaan nykyisellä puunkäyttömäärällä.

Yhteydenottoja alalta toimivilta yrityksiltä haettiin RFID Lab Finland ry:n kautta. Tämä RFID Lab Finland ry on alalla toimiva neutraali ja voittoa tavoittelematon yhdistys, joka edistää Suomessa toimivien yritysten tehokkuutta tunnistusteknologian avulla. Yhdistys tarjoaa tietoa RFID teknologioiden mahdollisuuksista, edistää alan verkottumista sekä auttaa käynnistämään uusia asiaa edistäviä hankkeita. (Rfid Lab Finland ry 2009)

Tutkimus käynnistettiin yhteydenotolla RFID Lab Finland ry:n teknologiapäällikölle Sami Isomäelle, joka lähetti yhteydenottopyynnöt eteenpäin jäsenyrityksille. Tuloksena oli viisi eri yhteydenottoa, joista tehtaalla vierailun ja tutustumisen toimintaympäristöön teki kolme edustajaa (Toptunniste oy, Vilant/Condidex oy sekä Santa Margarita oy). Kaikkien edustajien kanssa esiteltiin tehtaan tuotantoprosessi sekä sen asettamat haasteet Rfid tekniikalle, lisäksi käytiin läpi heidän tarjoamiaan tehtaan käyttöön oletettavasti sopivia laite- ja tunnistevaihtoehtoja sekä niiden hintoja.

Toimintaympäristöön soveltuvien eri vaihtoehtojen läpikäynnin jälkeen oletetuiksi toimiviksi oletusvaihtoehtoiksi muotoutui kaksi vaihtoehtoa; kiila-maiset biohajoavat tunnisteet (kuva 11), jotka asennetaan kirveen tapaisella aplikaattorilla tukkien päihin tai tukkinippujen sidelankoihin asennettavat alumiiniset tunnisteet. Näiden kahden erityylisten tunnisteiden käyttötapa poikkeaa toisistaan. Biohajoavat tunnisteet ovat kertakäyttöisiä, hakeen sekaan kelpaavia, joten ne voidaan asentaa tukkien päihin ja tukit voidaan ajaa linjalla normaaliin tapaan. Tunnisteautomaatiikka hoitaa tunnistuksen automaattisesti.

Nidelankoihin kiinnitettävät tunnisteet (kuva 9) ovat otettavissa talteen nipun aukaisun jälkeen. Tunnisteiden lukijalaite tulee sijoittaa nidelankojen kierrätyslaatikon läheisyyteen, jolloin nipussa olevan erän kohdistus vastaanotettuun tukkierään tapahtuu. Nidelankoihin kiinnitettävät tunnisteet ovat kierrätettäviä ja niihin on syötettävissä tulevien erien tiedot uudelleen. Toimintaperiaatteelta ne sopivat käytettäväksi ja kierrätettäväksi useita kymmeniä kertoja. Kuitenkaan ei ole olemassa tarkkaa tietoa, kuinka pitkään kierrossa olevat tunnisteet pystytään aktivoimaan uudelleen käyttöön.

Näiden kahden erityyppisen tunnisteiden käyttö eroaa myös prosessissa toisistaan. Biohajoavat tunnisteet voidaan käyttää tukkikohtaisessa seurannassa, jolloin jokainen tukki voidaan merkata tunnisteella ja tukkimittarin yhteyteen voidaan asentaa sirunlukija, jolloin jokainen tukki kohdentuu sirutunnisteiden avulla toimitettuun tukkierään. Tukkimittarilta saatavan tiedon perusteella voi mitattu erä olla maksun perusteena, olettaen, että sirut pysyvät kiinni jokaisessa tukissa, eivätkä katoa tai hajoa nippujen käsittelyn ja haudonnan aikana. Biohajoavat tunnisteet lyödään tukkien päihin, jolloin ne tuotantoprossissa poistuvat tukkien päiden tasauksen yhteydessä hakettavaksi. Biohajoavuutensa vuoksi niiden käyttö hakettavan sellumassa joukossa on mahdollista. Biohajoavien tunnisteiden käyttö vaatii Rfid lukulaitteiston sijoituksen suoraan syöttölinjastoon, jolloin tärinä, lika, kosteus ja lumi tuovat lisäävät haasteita, koska nämä huonontavat lukuvarmuutta tunnisteista.



Kuva 8. Vaneritehtaan tukkien syöttölinja.

Nippukohtaiset tunnisteet (kuva 9) pitää poistaa nippujen nidelangoista ennen tukkien syöttöpöydälle syöttämistä. Ne eivät saa joutua tukinkatkaisuun metallisuuden vuoksi.



Kuva 9. Metallinen nidelankoihin kiinnitettävä tunniste.

Nidelankoihin kiinnittäminen tosin varmistaa niiden kiinnipysyvyyden varmuudella, joten tukinsyöttölinjaan joutumisen vaara on mitättömän pieni.

Tunnisteiden lukuantennit sijoitetaan nippujen sideketjujen säilytyslaatikon läheisyyteen, jolloin luku tapahtuu samassa toimenpiteessä kun nippujen sideketjut lasketaan kuvassa 10 näkyvään laatikkoon. Laatikon läheisyyteen sijainti on tärinästä vapaa ja lisäksi niitä voidaan suojata lisäsuojin mahdollisilta kolhuilta, lumelta, lialta ja sateelta.



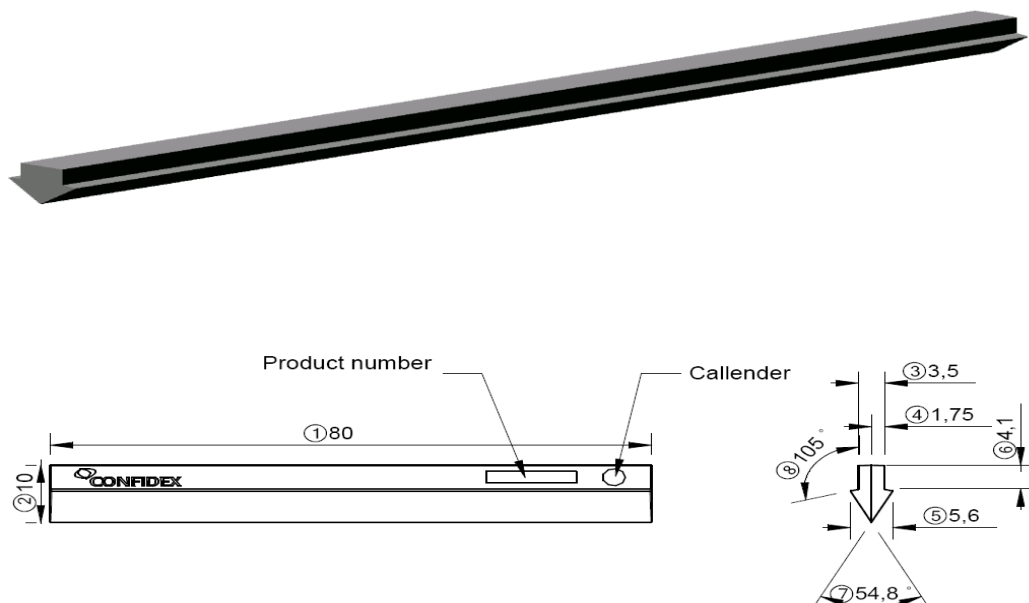
Kuva 10. Nippujen ketjusidelaatikko.

Biohajoavien sirujen testaus suoritettiin normaaleissa ulko-olosuhteissa pakkasjaksolla helmikuussa. Pakkasta testauspäivänä oli -20 °C sekä aikaisempina päivinä oli ollut usean päivän mittainen pakkasjakso. Testaus pakkasjaksolla valittiin, siksi, että oletettu puiden jäisyys oli ennalta arvioitu yhdeksi haastavammista seikoista. Laitevalmistajan sekä sirujen toimittajien edustajat tulivat tehtaalle testaukseen mukaan. Testauskappaleina käytettiin mekaaniseen puuteollisuuteen suunniteltuja biohajoavia kiilamaisia siruja (kuva 11), jotka olettamuksena olivat parhaiten soveltuvia kyseiseen käyttöön. Sirujen toimittajan osalta asia oli myös uusi siinä määrin, että siruja ei ole koskaan aikaisemmin kokeiltu sorvaavassa teollisuudessa,

jossa puut pitää haudata ennen käyttöönottoa. Ennalta valittuun ja maalilla merkattuun koivunippuun asennettiin 6 sirua, yksi kappale tukkia kohti. Tukkien päät maalattiin eri värillä niiden erottamiseksi.

Asennusvaiheessa oli vaikeuksia saada kiillamaisia tunnisteita asennettua jäisiin tukkeihin. Tunnisteista 10 kpl meni rikki asennuksen yhteydessä ja 6 kpl upposi puun päähän vain osittain. Siruja saatiin asennetuksi hyväksytysti 6 kpl, minkä jälkeen nippu upotettiin hautomoon. Asentaminen jäiseen puuhun kirveen mallisella applikaattorilla oli siis todella hankalaa ja työlästä. Tunnisteet eivät kestäneet lyömällä tapahtuvaa asentamista.

Vuorokauden kuluttua nippu saapui tukinnostoon hautomon toiseen päähän. Nippu avattiin ja tukit nostettiin tukkien syöttöpöydälle. Maalilla merkatuissa tukkien päissä, joissa siru olisi pitänyt olla, oli havaittavissa vain yksi kokonainen ja yksi puolikas sirutunniste. Tuo yksi ehjä siru oli luettavissa lukijalla 50 cm:n päästä, mikä on riittävä etäisyys. Sidelankoihin asettavia alumiinisia tunnisteita ei testattu, koska ne on testattu jo aikaisemmin vastaavissa olosuhteissa ja vedessä toimiviksi.



Kuva 11. Biohajoava kiillamainen tunniste.

10 Edellytykset Rfid tekniikan käyttöönotolle

RFID -tekniikan käyttöönotto vaatii useita eri muutoksia toiminnan osalta tehtaalla, sekä mekaanisia muutoksia tukkien käsittelyssä. Nippujen vastaanotossa tarvitaan koulutus aliurakoitsijan (Paunonen Oy) operaattorille, jonka käyttöön tarvitaan RFID -käsilukija sekä tunnisteet. Toimintatapaa tulee muuttaa siten, että kaikki painovaakamenetelmällä vastaanotettu puutavara pitää niputtaa heti punnitsemisen jälkeen, jolloin niiden alkuperä on vielä tiedossa. Kuvassa 12 on puuauton tukkikuorma niputuspaikalla.



Kuva 12. Puutavara-auto tukkinippujen niputuspaikalla.

Nykyisen toimintamallin mukaan painovaakauksen jälkeen osa kuormista puretaan kenttään ja niputetaan vasta sitten kun tarve hautomoon syötölle tulee ja tässä yhteydessä puun alkuperätieto katoaa. Samalla tavalla voidaan toimia myös uittamalla tehtaalle tuotujen tukkinippujen kohdalla. Ni-

pun sitomisen yhteydessä nippusiteeseen kiinnitetään tunniste ja tunnisteeseen syötetään vastaanotetun puuerän numerosarja.

Puiden toimituksia ja vastaanottoa tehtaalle pitäisi pystyä rytmittämään siten, että kaikki vastaanotettava painomenetelmällä mitattava puu ehditään niputtamaan ennen kenttään purkua. Suunnitelmissa on investoida tehtaalle metallikehikoita, joihin puukuormat voidaan purkaa, mikäli niitä ei ehditä välittömästi niputtamaan vastaanoton yhteydessä. Metallikehikoissa erät eivät sekoitu ja puun alkuperä pystytään kohdistamaan vastaanotettuun puutavaraerään.

Osa nipuista hajoaa haudonnan, joten nippulankojen kiinnitysvarmuutta on parannettava ennen tekniikan käyttöönottoa. Nippulangoissa on käytetty kahta eri mallia, joista toinen on osoittautunut käytöltään varmemmaksi ja vahvemmaksi. Näiden nidemallien käyttöä tulisi lisätä ja luopua käytössä huonommaksi osoittautuneista. Lisäksi tarvittaessa yksi nippu pitäisi tarvittaessa sitoa kahdella langalla riittävän sitovuuden varmistamiseksi, kuten jo kuvan 13 esittämässä tukkinipussa on toimittu.



Kuva 13. Koivutukkinippu.

Niputetut tukkierät on saatava pidettyä erillään haudonnan ja nippujen aukaisun jälkeen. Käytännössä toimintaperiaate on käytössä nykyisinkin, mutta nippuerien rajapinnat menevät sekaisin. Eli hautomoon saattaa jäädä kellumaan vielä yksittäisiä tukkeja kun seuraava nippu jo avataan ja sen tukkien syöttö aloitetaan annostelupöydälle. Niput avataan yksi kerrallaan ja nostetaan viimeistä tukkia myöten tukin annostelupöydälle, josta kiramo annostelee tukit tukkienkatkaisuun menevälle kuljettimelle.

Järjestelmän käyttöönotto edellyttää, että jokaisen tukkinipun ensimmäinen ja viimeinen tukki on merkattava, tai nippuerien välillä on pidettävä tauko, jolloin tukki kuljettimelle muodostuu muutaman tukin väli. Tällöin erien ja nippujen rajapinnat pystytään erottamaan ja tukeissa ollut laatu saadaan kohdistettua vastaanotettuun puuerään.

Nippujen avaus ja purku haudonnan jälkeen on nykyolosuhteissa etenkin talvella haastavaa. Lämpimästä hautomovedestä muodostuu talvella paljon vesihöyryä, joka vie näkyvyyden Loglift tukkinostimen käyttäjältä välillä kokonaan (kuva 14) Tästä syystä on ajoittain hankalaa tietää, milloin avatusta nipusta on nostettu viimeinen tukki, ennen seuraavan nipun avausta. Erien erillään pitäminen edellyttää mekaanisia muutoksia. Hautomon päätyyn pitää suunnitella laite, joka nostaa käsittelyyn tulevaa nippua ylöspäin, siten että nippu ei jää kellumaan veden varaan.

Nykyisin veden varassa kelluvista tukkinippujen tukeista saattaa osa nipun aukaisun jälkeen upota hautomon pohjaan, jolloin jokaista nipun tukkia ei saada mitattua. Erillisellä nostimella tukkien uppoaminen estettäisiin ja nostimen varassa olevat tukit olisi helpommin nostettavissa ja löydettävissä myös huonoissa näkyvyysolosuhteissa. Tämän nostolaitteen suunnittelu on jo ollut aikaisemminkin kunnossapidon suunnittelun alla, koska tukkien uppoaminen nipun aukaisun jälkeen on ollut jo pitkäaikainen ongelma, jota on pyritty ratkaisemaan.

Näkyvyysolosuhteiden parantamista on yritetty sekä vaneri- että kertopuu-tehtaiden tukinnostossa mm. erilaisia sumuvaloja sekä sumupuhaltimia kokeilemalla kuitenkin tuloksetta.



Kuva 14. Vaneritehtaan hautomon Loglift tukkinostin ja tukkien annostelu-pöytä.

Käyttöönotto edellyttää myös uuden tukkimittarin investointia hautomon ja kuorimakoneen väliin. Tukkimittarin myötä pitäisi uusia myös kuljetinjärjestelmä, josta on jo esisuunnitelma valmiina. Loglift nosturin käyttäjällä on näköyhteys tukkimittariin ja erien rajapinnat vaihtokohta pitäisi sijoittaa juuri ennen tukkimittaria.

Järjestelmätoimittajien ja kunnossapidon suunnittelijan kanssa on selvitetty, että rajapinnat tukkierissä voidaan erotella tekemällä järjestelmään maalausmerkkauslaite. Tällöin Loglift nosturin käyttäjä ilmoittaa painonapin painalluksella järjestelmälle kun ensimmäinen tukki erästä alkaa ja kun viimeinen tukki erästä on syötetty. Tunnistetta käytetään erän alussa lukulaitteella, jolloin nippu kohdentuu vastaanotettuun tukkierään. Erien rajakohtien maalaus viestittää tukin katkojalle erien rajapinnat, jolloin kat-

konnassa esille tuleva vajaalaatu voidaan kohdentaa lukulaitteen ja tunnisteen antamaan erään.

Nykyinen käytössä oleva vanha tukkimittari ei ole kelvollinen tukista annettavaan laatupalautteeseen. Nykyisellään se antaa tukista kuorettoman pituus- ja tilavuustiedon, koska se on sijoitettu linjaan kuorimakoneen jälkeeseen. Samalla se antaa pölliin katkaisijalle ehdotelman mihin mittoihin tukki tulisi katkaista. Uusi tukkimittari tulisi sijoittaa kuorimakoneen etupuolelle, jolloin saataisiin kuorellinen tilavuus mitattua, mikä on lainmukainen tapa mitata. Tunnisteelta luettava toimittajatieto yhdistetään tukkimittarilta tulevaan tilavuus- ja laatutietoon, jonka perusteella voidaan laskea mahdollinen vajaalaatujen osuus.

Mikäli uutta tukkimittaria ei investoida, voitaisiin vajaalaaduista antaa vain kappalepohjainen vajaalaatutieto. Johtuen koivutukkien tilavuuden vaihteluista, kappaleisiin perustuva vajaalaatutieto ei ole tarpeeksi tarkka palautteenannon perusteena. Uuden tukkimittarin investoinnin myötä tulee myös selvittää, miten mahdollinen puun kuorellinen tilavuus muuttuu vedessä haudonnan aikana, eli onko kuorellinen mittatilavuus luotettava ja käyttökelpoinen vettyneissä tukeissa.

Pienet tukkierät vaativat oman käsittelyn. Tehtaalle pienin vastaanotettava erä on 3 m³:n suuruinen. Mikäli näitä ”pieneriä” tullaan jatkossa seuraamaan RFID järjestelmän kautta, pitäisi muodostaa jokaisesta erästä pienniput, ja näistä piennipuista muodostaa isompi noin 20 m³:n kokoinen nippu hautomoon syöttöä varten. Jokaisen niputetun pienerän nippulankoihin tulisi kiinnittää tunniste, josta nämä piennippujen puiden alkuperä tunnistetaan. Tämä piennippujen käsittely hidastaa jonkin verran puutavara-auton kuorman purkua sekä nipunmuodostukseen kuluu myös kurottajalla enemmän aikaa.

Alle 20 m³:n nippuja ei hautomoon voida syöttää niiden huonosti uitettavuuden takia, lisäksi pienet niput joutuessaan isompien nippujen alle saatavat upota kokonaan hautomon pohjaan. Piennipuista muodostettujen suurempien nippujen aukaisu tulisi tapahtua siten, että jokaisen pienemmän nipun nidelangassa oleva tunniste viedään lukulaitteelle tunnistettavaksi ja nipun sisältä puretaan syöttöpöydälle ennen seuraavan piennipun nidelangon avausta. Tämäkin menettely omalta osaltaan hidastaa sorvin syöttölinjan toimintaa kun lankojen avauksessa menee aikaa. Lisäksi pienet tulisi käsitellä omina erinään linjalla, jolloin avatusta nipusta ensimmäinen sekä viimeinen puu tulisi olla tiedossa, ennen seuraavan erä ja nipun avausta.

Kertotehtaan tukkimittarilla mitattavat koivutukkierät tulisi syöttää hautomoon käyttäen esimerkiksi vain yhtä kolmesta kanaalista. Tukkimittarilla mitattuja eriä ja nippuja ei tarvitse merkitä tunnistein, koska niistä on jo saatu tarkka tilavuus- ja laatutieto. Näitä eriä ei siis oteta enää mukaan laatuseurantaan. Tällöin jo etukäteen tiedettäisiin, missä kanaalissa on tunnisteilla varustettuja tukkinippuja, jotka on käsiteltävä erät erillään pitäen. Lisäksi tunnistein varustettuihin tukkinippuihin pitää laatia värilliset tunnistelevyt, jolloin jo värin perusteella tiedetään olettaa, mitkä niput pitävät tunnisteiden sisällään.

11 Tulokset ja kustannusvertailua

Biohajoavien tunnisteiden asentamisen hankaluus jäiseen puuhun sekä käyttövarmuus osoittautui liian epävarmaksi, jotta käyttöönotto voitaisiin tehdä. Osa tunnisteista hajosi sekä hävisi haudonnan aikana, joten kyseenalaisen sirutekniikkaan ei voida tukeutua haudontaprosessin jälkeisessä tukkien tunnistettavuudessa eikä luonnollisesti myöskään voida suositella

käyttöön maksuun perustuvassa tukimittauksessa. Biohajoavien tunnistajien yksikköhintakustannukset ovat alhaiset n. 1 euroa per kpl (olettaen, että tarve on n. 50 000 kpl per vuosi). Isommissa käyttömäärissä kappalekustannus on alhaisempi. Arvioitu käyttömäärä pohjautuen puunkäyttömäärään vuosina 2010 ja 2011 on n. 1 200 000 tunnistetta, mikäli jokaiseen tukkiin käytetään yksi tunniste. Tämä nostaisi vuosittaiset tunnistekustannukset todella korkeaksi. (Toivonen Vilant Oy)

Paremmaksi vaihtoehdoksi ilmenivät nippusidelankoihin kiinnitettävät tunnistajat (kuva 8), joita voidaan tehdasolosuhteissa kierrättää uudelleen. Nippusidelankoihin kiinnitettävät tunnistajat ovat arvokkaampia, mutta pitkä aikaväli laskelmalla ne tulevat edullisemmiksi koska niitä voidaan kierrättää jatkuvasti uudelleen. Lisäksi näitä nippusidemallin tunnistajia tarvitaan kertahankintana vain n. 500 kpl, jotta niitä on riittävä määrä kierrossa koko ajan.

Hautomossa on nippuja jatkuvasti n. 60 kpl ja lisäksi tukkikentällä 100 – 300 nipun verran tukkeja. Luonnollisen poistuman kuten rikkoontumisen ja häviämisen varalta täytyy tunnistajia olla jonkin verran ylimääräisiä. Tunnistajien toimitusaika vaihtelee 1 – 2 kuukautta tilauksesta riippuen tunnistajamallista. Tämän vuoksi tietynkokoisen varmuusvaraston ylläpitoa jatkuvasti tunnistajissa on välttämätöntä.

Kustannuksena RFID käsikäyttöinen lukulaite on n. 3 000 euron arvoinen. Lukulaite tarvitaan nippuihin kiinnitettävien sirujen aktivoimiseen. Lukijapäättimen arvoksi on arvioitu n. 3 000 euroa. Yhteen lukijapäättimeen saadaan tarvittaessa liitettyä useita antennia, jotka toimivat eri vaiheessa prosessia lukupaikkoina. Tässä tapauksessa kaksi antennia riittää, mikäli päädytään nippukohtaisiin nippusidelankoihin kiinnitettäviin tunnistajisiin. Tietojärjestelmän arvoksi laitteistolle on arvioitu n. 20 000 euroa. Kierrätettävän nippusidetunnistajien arvoksi on arvioitu n. 5 euroa per kpl. Kokonaiskustannukseksi muodostuu n. 26 000 euroa. (Toivonen, Vilant Oy)

RFID -tekniikan käyttöönotto edellyttäisi vielä tukkialtaaseen nippujen nostinta, millä nippu saataisiin esille. Tämän nostimen hinnaksi on arvioitu n. 150 000 euroa. Tukkimittarin uusinta tulisi maksamaan n. 200 000 euroa uuden kuljetinjärjestelmän kanssa. (Lampola 2012)

Kustannukset verrattuna kiinteään tukkilinjaan sekä kiinteään uuden tukkilinjan lisätyövoiman tarpeeseen ovat RFID -tekniikan eduksi edelleen selkeät, oletuksena, että tekniikan käyttöönoton myötä saadaan laatuvalvontaa annettua puun toimittajille ja tätä kautta 9 – 13 %:n raakkitukkien osuutta laskettua alaspäin. Tutkimustyön alkupuolella käsitellyistä tukkien vastaanottomääristä voidaan päätellä jo ilman tarkempia laskuja, kuinka suuri määrä puuta ja pääomaa säästetään jos 9 – 13 %:n vajaalaadun osuus saadaan esimerkiksi puolitettyä 4 – 6 %:n tasoon.

Kustannusvertailusta on tehty taulukko liitteessä 3, jossa esitetään eri vaihtoehtojen kustannukset sekä niiden hyvät ja huonot puolet vaikutuksineen.

12 Pohdintaa

RFID -tekniikan käyttöönotolla saataisiin oletettavasti vuotuista säästöä puunkäyttöön. Suureksi muodostuvaa vajaalaadun osuutta tukkimäärässä on saatava laskettua. Tehdasympäristö ei ole nykyisellään valmis RFID -seurantaan. Opinnäytetyössä tulleet kehitysasiat on ensin ratkaistava, jotta riittävä varmuus ja kehys tekniikan käyttöönotolle turvataan. Tekniikan käyttövarmuus puista suoritettavan maksun perusteena on nykyisellään vielä liian epävakaa, mutta laatuvalvontaan ja laadusta annettavaan palautteeseen kylläkin kelpaava.

RFID -tunnistemerkitä on pidettävä tehtaalla omana toimenpiteenään ja omana toimintona. Sitä ei voida laajentaa puunhankintaorganisaatiolle johdettuna siitä, koska tehtaalle tulee paljon puuta vierailta sekä ulkopuolisilta puuntoimittajilta sekä tuontipuuta Venäjältä. Oikeaksi oletettu nippusiteen tunnistustoimintamalli puoltaa myös tehtaalla niputuksen yhteydessä tapahtuvaa tunnistusten kiinnitystä. Nippuja ei muodosteta nidelangalla puun lanssipaikoilla metsässä sekä tienvarressa, vaan niputus tapahtuu tehtaalla.

Tästä syystä on huomioitava, että niputus vaatii henkilöstöltä (aliurakoitsija) tarkkaa perehdytystä ja tinkimätöntä tunnollisuutta nippujen merkinnässä ja seurannassa sekä nippuerien rajapintojen erillään pidossa haudonnan jälkeen. Myös työhön ja erien käsittelyyn menee oletettavasti enemmän aikaa entiseen toimintatapaan verrattuna, jonka mukaan puuta on otettu vastaan, purettu kenttään pinoihin ja niputettu sitä mukaa kun on ollut tarve. Haudonnan jälkeen erien rajapinnoilla ei ole ollut merkitystä ja tukit on nostettu kuljettimelle sitä mukaa kun nippuja on purettu.

Jatkossa yhtenä tulevien puutavaraerien käsittelyvaihtoehtona voisi olla se, että tehdasmittaan Kerton tukkilinjalle ohjataan kaikki pienet määrät yksityisten maanomistajien tekemät hankintapuerät, kuten aikaisemminkin on tehty. Aikaisemmin esillä ollut piennippujen muodostaminen isommaksi nipuksi on siinä määrin aikavievää sekä nippujen muodostuksessa, että nippujen aukaisussa, että linjan käyntitehokkuus kärsii siitä liikaa. Lisäksi kontrolli- ja otantaerät mitattaisiin jatkossa luonnollisesti tehdasmitauksessa tukkimittarilla.

Painomitalla (maksun perusteena) ja RFID laatupalauteseurantaan ohjataan suurtoimittajien (Stora Enso, Vapo, Metsähallitus) kaupalliset mittauerät, Venäjän tuontipuu sekä oman Metsä Groupin puuhankinnan tuottamat suuremmat puutavaraerät.

Tuontipuun laatu on ollut erittäin ailahtelevaa ja siksi tuontipuuta kannattaisi pyrkiä mittaamaan myös tehdasmittauksen tukkimittarilla niissä rajoissa missä sitä on kapasiteetin suhteen mahdollista mittarilla ajaa ja sinne saakka kunnes mahdollinen laatuseuranta voidaan ottaa käyttöön. Viime vuosina noussut tuontipuun määrä on pakottanut ajamaan tuontipuuta myös painovaa'alla. Myös tästä syystä laatuseuranta olisi hyvä saada käyttöön RFID -tekniikkaa apuna käyttäen. Mahdollisesti laatuseurannan käyttöönoton myötä jatkossa kaikki suuremmat tuontipuuerät voitaisiin mitata painovaa'alla.

Uittopuussa RFID laatuseurannan käyttöönotolla saataisiin selville kuinka paljon tehtaalla tuodussa uittopuussa on laatuheittoa sekä samalla saataisiin selville vastaanotetut uittopuumäärät. Nykyisellään vastaanotetut uittopuumäärät pohjautuvat vain puunhankinnalta saataviin määriin ja niitä ei voida tehtaalla kontrolloida tarkemmin. Tarkalleen ei pystytä tietämään uittopuun reaaliaikaista tilannetta, paljon sitä on tehtaalle syötetty, paljon on tehtaan rannassa vedessä ja paljon on matkalla tehtaalle. Tiedossa on vain puunhankinnan antama toimitusmäärä, kuinka paljon uittopuuta kuu-kausitasolla toimitetaan.

Laatuseuranta käyttöön ottaen saataisiin painetta kevennettyä tehdasmittauksesta ja pystyttäisiin keskittymään tehdasmittauksessa enemmän havutukkien ajoon Kertotehtaan hautomoon. Lisäksi menettely vähentäisi koivutukkien siirtelytarvetta Kertotehtaan tukkilinjalta vanerin hautomoon sekä pakkasjaksoilla tukkien lokeroihin siirron yhteydessä tapahtuvaa tukkien päiden halkeilua.

Tukkimittari-investointi ja sen toteuttaminen ennen kuorimakonetta sekä RFID laatuseurannan käyttöönotto tulee hidastamaan jossakin määrin linjan tehokkuutta ja linjanopeutta. Tähän voidaan kuitenkin vaikuttaa lisää-

mällä linjaston käyntinopeutta nykyisestään. Lisäksi laatuseurannan käyttöönoton oletetaan alentavan raakkiprosenttia ja tätä kautta linjan tehokkuus paranee kun tukeista lyhennettäviä sorvipöllejä tulee suhteessa enemmän nykyiseen verrattuna. Nykyisin linjan käyntiajasta menee paljon tukeista syntyvän raakkiosuuden pätkimiseen, kun tukista voidaan sahata maksimissaan 20 cm:n pätkä pois kerrallaan.

Opinnäytetyön teon yhteydessä ovat avautuneet RFID -tekniikan käyttömahdollisuudet erilaisissa teollisuusolosuhteissa. Tekniikasta voi saada paljon hyötyjä joilla edistää tuotannon ja logistiikan tehokkuutta. Tekniikan avulla päästään tuotannon ja logistiikan seurannassa kiinni reaaliaikaan ja tätä kautta voidaan saada kustannussäästöjä materiaalihankinnoissa ja voidaan myös tuottaa lisäarvoa asiakkaille. Olisi toivottavaa, että tekniikkaa ruvettaisiin soveltamaan tuotanto- ja logistiikka-alalla enemmän.

Opinnäytetyön pohjalta jatkoa laatuseurannalle on sovittu tilaamalla lisää kierrätettäviä tunnisteita. Tunnisteita otetaan haudonnan nippukiertoon mukaan ja käsimallisella lukijalaitteella testataan niitä lisää ja ryhdytään muodostamaan opinnäytetyössä tulleiden ehdotusten pohjalta käytännön mallia, millä laatuseuranta saadaan otettua käyttöön. Aluksi niput merkaataan tunnisteilla ja identifioidaan lukijalaitteella ja haudonnan jälkeen avatut niput luetaan uudelleen. Tätä alustavaa yhteistyötä on ryhdytty tekemään Vilant oy:n kanssa. Vilantilla on jo valmiina Metsägroupin kanssa Software sopimus ja ohjelmisto RFID -tekniikalle, joten opinnäytetyön toimeksiantajalle ovat jo valmiudet valmiiksi neuvoteltuina. Metsägroupin selutehtailla tullaan tänä vuonna ottamaan laajasti tekniikka käyttöön.

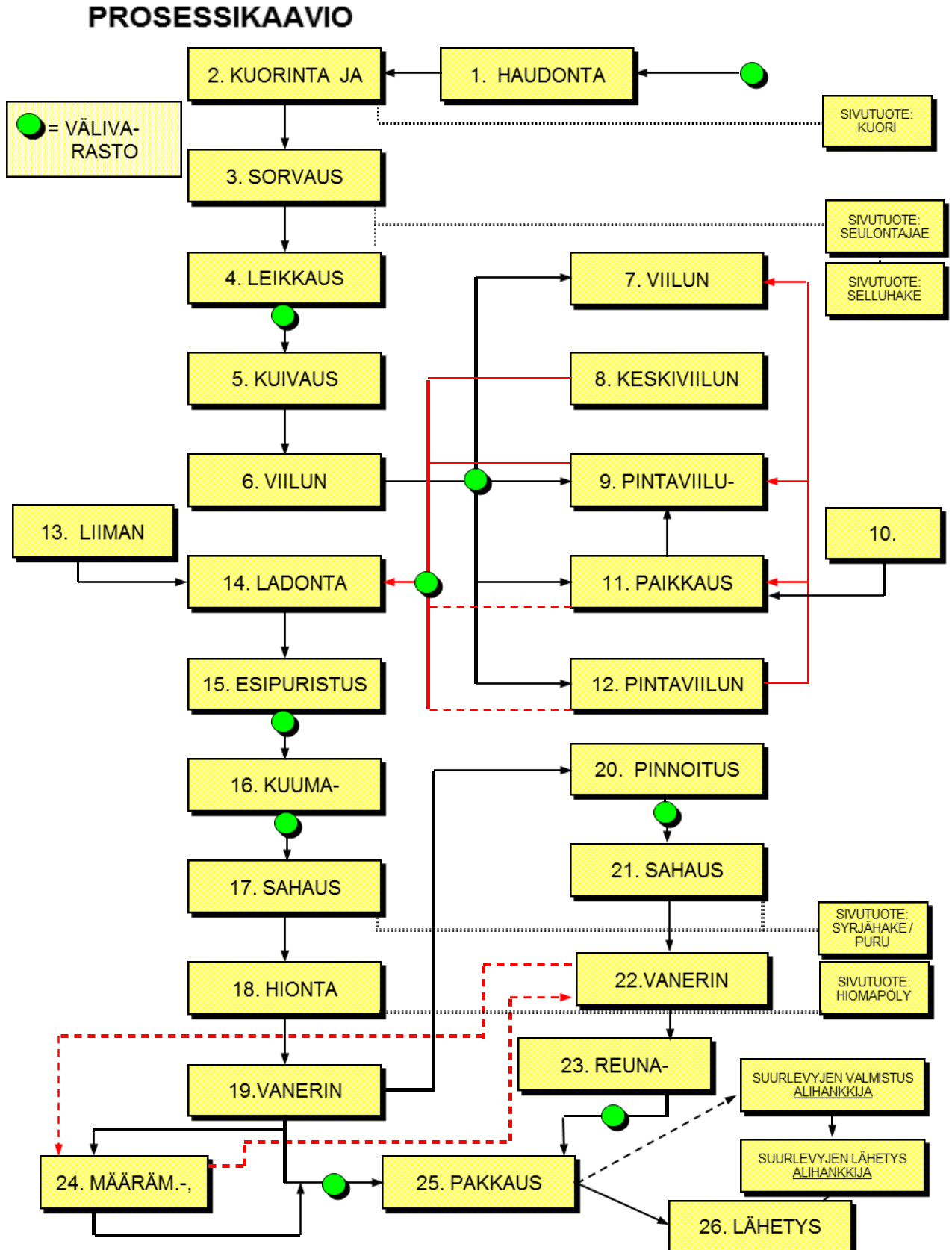
Lähteet

1. Koponen H. Suomen vaneriteollisuus 1893 – 2000. Helsinki 2001. S.13-15. ISBN 952-9506-62-7.
2. RFID lab Finland ry <http://www.rfidlab.fi> 28.11.2011.
3. Metsäteho.
<http://www.metsateho.fi/tiedotteet/tiedote?id=16895886&year=2009>
6.12.2011.
4. Metla.<http://www.metla.fi/metinfo/tietopakettit/mittaus/mittauslait.htm>
6.12.2011.
5. Metsäliitto.
<http://intra.metsaliitto.com/fi/group/konserni/Sivut/default.aspx>
21.11.2011.
6. VTT Häkli J. Forest RFID system operation tutkimus. 2006.
7. Erämo A. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. opinnäytetyö. ker-
topuutehtaan tukkilinjan kapasiteetin maksimointi. 2008.
8. Sorjonen T. Tehdasmittauksen esimies. Punkaharjun tehtaat. Haas-
tattelu 10.11.2011.
9. Mikkola P. Tuotantopäällikkö. Punkaharjun tehtaat. Haastattelu
21.11.2011.
10. Liski K. Kehitysjohtaja. Alustava tutkimus koivutukin mittauksen
vaihtoehtoista. 2011.
11. Toivonen E. Vilant Oy. Punkaharjun tehtaat. Haastattelu 6.3.2012

Liitteet

Liite 1. Vaneritehtaan prosessikaavio

(Vaneritehtaan toimintajärjestelmä 1999)



Liite 2. Metsäliiton mitta- ja laatuvaatimukset koivutukille

(Metsäliitto 2003)

Laatu- luokka	Tukin yleis- kuvaus	Latvaläpi- mitta cm		Suurin sallittu oksa cm			Pituudet dm
		Min.	Maks.	Kuiva/ Laho	Poika	Tuore	
Koivu 325	Koivuvaneri tukki	20	50	3,0	EI	7,0	<ul style="list-style-type: none"> Toivotut: 68, 60, 44 Apumitat: 50, 47, 31 (31 maks. 20 % kappalemäärästä)
Suurin sallittu tyviläpimitta = 80 cm							
Tyviläpimitaltaan 60 – 80 cm :n koivutukit katkotaan pituuteen 54 dm							

Koivuvaneritukkien laatu luokkien kuvaukset

Laatuluokka	Kuvaus
A-laatu	Erikoistyyvitukki: oksaton ja kyhmytön, latvaläpimitta yli 24 cm.
B-laatu	Muu tyvitukki: pituus vähintään 50 dm ja paksuus yli 24 cm sekä tyvessä vähintään 2,5 m oksaton osuus
C-laatu	Muu vaneritukki
Lenkous ja mutkaisuus:	<ul style="list-style-type: none"> * Lenkoutta sallitaan 3 cm sorvipölkyn (140 cm) matkalla * Jyrkkää mutkaa tai monivääryyttä ei sallita * Tukin tulee mahtua kuviteltuun 60 cm:n lieriöön
Kova laho ja värivika:	<ul style="list-style-type: none"> * Koivutukeissa enintään 1/3 läpimitasta * Kuusitukissa noudatetaan muilta kuin em. osin Vilppulan laatua
Vajaalaatuinen tukin osa:	<ul style="list-style-type: none"> * Koivutukeissa sallitaan em. laatuvaatimuksia täyttämätöntä osaa yhteensä enintään 150 cm. * Koivutukkien tyvessä ja latvassa tulee olla laadun täyttävää puuta vähintään sorvipölkyn pituus eli 140 cm * Vajaalaatuisesta tukin osasta huolimatta tukit katkotaan em. pituuksille
Tukissa ei sallita:	<ul style="list-style-type: none"> * Tuulenkaatoja * Pehmeää lahoa * Pintahalkeamia tai lahopohjaista koroa latvalieriön sisäpuolella * Sydänhalkeamia yli 1/3 läpimitasta * Metallia tai vieraita esineitä * Epämuodostumia, (esim. pahkat), syviä poimuja * Korjuuvaurioita (halkeamat, syvät piikkirullan jäljet, syvät kaatokolot) * Oksaryhmiä (3 maksimioksa 20 cm:n matkalla)
Purkaminen, vastaanotto ja mittaus:	<ul style="list-style-type: none"> * Purku pyöräkuormaajalla * Vastaanotto ma-pe 6.00-23.00, aikatauluajo * Painomittaus ja otanta * VR-kuljetus ja uittokuljetus erikseen sovittaessa
Huomioitava:	<ul style="list-style-type: none"> * Koivutukkien tyivistä ja hyvistä rungonosista tavoitteena tehdä aina 68 dm:n tukki * Motohakuussa huomio karsintaan ja katkontatarkkuuteen * 1.5.-31.8. välisenä aikana motopuut tehtaalle 2 viikossa.

Liite 3. Kustannusvertailua eri mallivaihtoehtojen kesken

RFID

Tukkimittari ja kuljetinmuutokset	200 000 euroa
Henkilöstökulut	20 000 euroa (sisältää lisätyön niputtamiseen, Rfid sirujen laitto- ja aktivointi)
Rfid käsilukija	3 000 euroa
Rfid lukupäätte	3 000 euroa
Ohjelmasovellus ja asennus	20 000 euroa
Tunnisteet 500 kpl	2 500 euroa
Nippujen nostolaite	150 000 euroa
Kunnossapitokulut	20 000 euroa per vuosi
Yht.	418 500 euroa
Vaikutustekijät	Puun laatupalautteen anto joka erästä, vajaalaadun pudotus puoleen Puun siirtelystä johtuvien kulujen pienentyminen Kerton tukkilinjalta vanerin hautomoon Pakkasjaksolla puiden päiden halkeilusta johtuva vajaalaatujen määrän pudotus Kerton havuhautomon täyttökapasiteetin maksimointi

KAPASITEETIN LISÄ- YS KERTON TUKKI- MITTARILLA

Uusi tukkimittari	200 000 euroa
Henkilöstökulut	ei lisäkustannuksia
Kunnossapitokulut	5 000 euroa
Yht.	205 000 euroa

Vaikutustekijät

Puun laatupalautetta ei saada annettua joka erästä, osa puista edelleen mitatta painovaa-
kamenetelmällä

Puun siirtelystä Kerton tukkilinjalta vanerin
hautomoon koostuvat kulut eivät pienene
Pakkasjaksolla puiden päiden halkeilusta
johtuva vajaalaatujen määrä pysyy ennallaan
Kerton havuhautomon täyttökapasiteetti kär-
sii koivun samanaikaisesta mittauksesta joh-
tuen

**UUSI LAJITTELU JA
MITTAUSLINJA VA-
NERITEHTAALLE**

Uusi lajittelulinja vaneri-
tehtaalle 1 500 000 euroa

Henkilöstökulut 120 000 euroa

Kunnossapitokulut 30 000 euroa

Yht. 1 650 000 euroa

Vaikutustekijät Puun laatupalaute saadaan joka puuerästä
Kertotehtaan havuhautomon täyttökapsi-
teetti maksimituu
Puun siirtelystä johtuvat kulut poistuvat Ker-
ton tukkilinjalta vanerin hautomoon
Pakkasjaksolla puiden päiden halkeilusta
johtuva vajaalaatujen määrä loppuu