

# METSÄKONEKETJUN TYÖTEHON SEURANTAMALLI

Ruokojärvi Tapani

Opinnäytetyö  
Tekniikka ja liikenne  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Insinööri AMK

2016

Tekniikka ja liikenne  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Insinööri AMK

---

<b>Tekijä</b>	Tapani Ruokojärvi	Vuosi	2016
<b>Ohjaaja</b>	Ins. Aslak Siimes		
<b>Toimeksiantaja</b>	Kylmämaan Konetyö Oy		
<b>Työn nimi</b>	Metsäkoneketjun työtehon seurantamalli		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	33 + 11		

---

Opinnäytetyön aiheena oli muodostaa yksinkertainen työtehon seurantamalli Kylmämaan Konetyö Oy:lle. Seurantamallin tavoitteeksi asetettiin yksinkertaisuus ja helppokäyttöisyys, jolloin mallin käyttöaste saadaan pidettyä mahdollisimman korkeana. Tutkittaessa metsäkoneiden työtehoa ja sen tekijöitä huomattiin, että metsäkoneiden työtehoon vaikuttaa useita eri tekijöitä, jotka kaikki tulisi huomioida seurantamallissa.

Opinnäytetyöhön kerättiin tietoja laaja-alaisesti henkilöhaastatteluiden, kirjallisuuden, sähköisten julkaisujen ja seurantalomakkeiden avulla. Haastatteluihin valikoitui alueella pitempään toimineita tekijöitä, joilla on näkemystä ja kokemusta alasta ja alueen erityispiirteistä. Ongelmiksi haastatteluissa havaittiin tiedon ja tuntemusten erottaminen toisistaan.

Tutkimusten perusteella muodostettiin prosenttilukuihin perustuva työtehon seurantamalli, jossa huomioidaan metsätyössä olevat muuttujat. Seurantamalli auttaa Kylmämaan Konetyö Oy:n päättäjiä kehittämään yrityksen konekalustoa vastaamaan mahdollisimman hyvin alueen ja työmaiden vaatimuksia.

Technology, Communication and  
Transport  
Mechanical and Production Engi-  
neering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Tapani Ruokojärvi	Year	2016
<b>Supervisor</b>	Aslak Siimes, B. Eng.		
<b>Commissioned by</b>	Kylmämaan Konetyö Oy		
<b>Subject of thesis</b>	Work efficiency model for forest machine chain		
<b>Number of pages</b>	33 + 11		

---

The main goal of this thesis was a simple work efficiency tracking tool for Kylmämaan Konetyö Oy. The aim was a model that is simple and easy to use. That should keep its utilization as high as possible. While researching forest machines work efficiency and factor that have influence on work efficiency it was found out that there are many different factors that should all be noticed in the tracking tool.

The data on this thesis was collected from a wide set of interviews, literature, online publications and by track sheets. For interviews we chose persons that have been working here for a longer time. So they have knowledge about the field and area they are working in. The problem was to solve the difference between knowledge and feelings.

After researching a work efficiency tracking tool was created so that is based on percentages. The tool notices the variables in forest work. The tracking tool helps Kylmämaan Konetyö Oy's decision-makers to develop the company's machines and that they meet the demands of the areas and worksites.

Key words

forest machine, work efficiency, tracking tool

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	8
2	SUOMEN METSÄT JA METSÄTALOUS.....	9
2.1	Suomen metsät yleisesti .....	9
2.2	Historia.....	9
2.3	Metsänhoidon päälinjat .....	10
2.4	Metsäteollisuus Suomessa .....	11
3	METSÄKONEIDEN HISTORIA JA KEHITYSKAARI POHJOISMAISSA .....	13
4	METSÄKONEYRITTÄMINEN .....	15
5	TYÖTURVALLISUUS .....	17
5.1	Työturvallisuus metsätyössä.....	17
5.2	Työturvallisuuden taloudelliset vaikutukset .....	18
6	HAKKUUKONEEN JA AJOKONEEN PÄÄTYÖVAIHEET .....	19
6.1	Hakkuukoneen päätyövaiheet ja työskentelyn tehostaminen.....	19
6.1.1	Siirtyminen .....	19
6.1.2	Kaatopään vienti puulle ja puun kaato.....	20
6.1.3	Rungon karsinta ja katkonta .....	20
6.1.4	Alikasvuston poisto.....	20
6.1.5	Keskeytykset .....	21
6.2	Kuljetuskoneen päätyövaiheet .....	21
6.2.1	Kuljetuskoneen työskentelyn tehostaminen .....	21
7	METSÄKONETYÖN KUSTANNUKSET JA KANNATTAVUUS .....	23
7.1	Työn tuottavuus .....	23
7.2	Konetyön kannattavuuden määrittäminen.....	23
8	TYÖTEHON SEURANTAMALLI .....	25
8.1	Työtehon seuranta .....	25
8.2	Työtehoon vaikuttavat tekijät .....	25
8.2.1	Metsä .....	25
8.2.2	Maasto-olosuhteet.....	26
8.2.3	Työmaan sijainti .....	27
8.2.4	Kuljettaja .....	27

8.2.5 Kaluston kunto .....	29
8.3 Seurantamalli.....	29
9 POHDINTA .....	31
LÄHTEET .....	32
LIITTEET .....	33

## ALKUSANAT

Haluan kiittää Kylmämaan Konetyö Oy:n perustajaa, jonka myötävaikutuksesta kyseistä opinnäytetyötä lähdettiin valmistelemaan ja viemään eteenpäin. Ohjauksesta ja tuesta opinnäytetyötä tehtäessä haluan kiittää erityisesti ohjaaja Aslak Siimestä ja kärsivällisestä kielentarkistuksesta opettaja Päivi Honkaa.

Kolarissa 2.6.2016

Tapani Ruokojärvi

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Moto

Monitoimikone eli harvesteri

Apteeraus

Kaadettavan puun katkaisukohtien määrittäminen

## 1 JOHDANTO

Kylmämaan Konetyö Oy on Länsi-Lapissa toimiva koneelliseen puunkorjuuseen erikoistunut 3-7 henkeä työllistävä metsäkoneyritys.

Kyseisen opinnäytetyön aihe nousi esiin Kylmämaan Konetyö Oy:n perustajan kanssa käydyissä keskusteluissa keväällä 2013. Yritys oli ollut toiminnassa jonkin aikaa ja yrittäjä halusi tehostaa toimintaansa kestävästi ja pitää sen mahdollisimman kustannustehokkaana, jotta yhtiön kilpailukyky saataisiin maksimoitua.

Aiheesta ei löytynyt aikaisempia opinnäytetöitä ja olemassa olevat seurantajärjestelmät keskittyvät ainoastaan tuotokseen m<sup>3</sup>/h, jolloin muuttuvien tekijöiden vaikutukset katoavat numeroiden taakse. Työntarkoituksena onkin kehittää yksinkertainen työtehonseurantamalli, joka huomioi myös työskentelyyn ja työntehoon vaikuttavat tekijät.

Opinnäytetyössä on tarkoitus tutkia Suomen metsätaloutta ja sen kehitystä sekä selvittää kuormankuljetustraktorin eli kuljetuskoneen ja Harvesterin eli moton toimintaperiaatteet, tekniset ominaisuudet ja koneiden kehityskaari justeerista nykyaikaiseen tietotekniseen laitteistoon. Lopuksi on tarkoitus laatia näiden kahden koneen muodostamalle metsäkoneketjulle yksinkertainen työtehon seurantamalli, jossa huomioidaan metsäkoneilla tehtävässä työssä olevat muuttujat.



## 2 SUOMEN METSÄT JA METSÄTALOUS

### 2.1 Suomen metsät yleisesti

Suomalaisten elämä on useiden sukupolvien ajan kytkeytynyt Suomen metsiin ja niiden monimuotoisuuteen elinympäristönä, virkistymisympäristönä, maisemana sekä taloudellisena tekijänä (Parviainen & Västilä 2012)

Euroopan valtioista Suomi on metsäpeitteisin. Suomen pinta-alasta noin kolme neljännestä on metsänpeitossa. Metsätalousalueisiin kuuluu myös alueita, joissa puiden määrä on vähäisempää kuten kallioita ja soita. (Metsäyhdistys 2014)

Golfvirran vaikutuksen vuoksi Suomen metsätalous poikkeaa hieman muiden samalla korkeudella sijaitsevien maiden, kuten Kanadan ja Venäjän, metsätaloudesta. Ilmasto on Golfvirran lämmittävän vaikutuksen vuoksi huomattavasti lempeämpää kuin muilla edellä mainituilla havupuualueilla. Suomi on kasvuolosuhteiden kannalta pitkä maa, minkä seurauksena Etelä- ja Pohjois-Suomen kasvuolosuhteet ja kasvien menestymisedellytykset muuttuvat merkittävästi. Siirryttäessä etelästä pohjoiseen ilmasto viilenee ja tulee humidisemmaksi, tällöin satavan veden määrä on suurempi kuin haihtuvan veden määrä. Ilmaston viilenemisestä johtuen Pohjois-Suomessa puusto kasvaa noin kolme kuukautta, kun vastaava puunkasvu aika Etelä-Suomessa on viisi kuukautta. Tämän seurauksena puut kasvavat etelässä noin kaksi kertaa nopeammin kuin pohjoisessa. (Parviainen & Västilä 2012)

### 2.2 Historia

Suomen metsiä on hyödynnetty monipuolisesti. Metsästä saatavat hyödykkeet ovat olleet merkittävä ravinnon lähde. Metsiin vahvasti liittyvät eräkulttuuri, kaskikulttuuri ja tervanpoltto ovat ohjanneet ihmisten toimeentuloa ja henkistä kehitystä kohti nykypäivän metsä- ja biotaloutta (Parviainen & Västilä 2012)

Vuosituhsien ajan eränkävyn ja turkisten vaihtokauppa olivat pääelinkeinoja ennen maanviljelyn yleistymistä suomessa. 4000 vuotta sitten maanviljely alkoi

kaskiviljelynä ja muuttui pysyväksi noin 3500 vuotta sitten. Kaskiviljely edesauttoi asutuksen laajenemista rannikolta sisämaahan. (Parviainen & Västilä 2012)

Metsiä hyödynnettiin 1700- ja 1800 -luvuilla taloudellisesti tervan tuotantoon, kairo- ja laivanrakennusteollisuuden tarpeisiin, kotitarvepuuksi, rakentamiseen, maanviljelykseen ja karjan laiduntamiseen kaskiviljelyksen kautta. (Parviainen & Västilä 2012)

Luonnonmetsiä Suomessa ei enää juurikaan ole johtuen pitempään jatkuneesta metsien taloudellisesta hyödyntämisestä. Poikkeuksena ovat suojelualueet Lapissa ja Itä-Suomessa. (Parviainen & Västilä 2012)

### 2.3 Metsänhoidon päälinjat

Nykyaikaisen metsänhoidon tavoitteena on laadukkaan puuraaka-aineen tuotanto, metsien biologinen monimuotoisuuden säilyttäminen sekä metsien muiden käyttömuotojen turvaaminen ja edistäminen. Suomessa tapahtuva metsien hoito perustuu järjestelmään, jossa leimikot rajataan metsätyypin mukaan. (Parviainen & Västilä 2012)

Metsien kasvillisuus kertoo kasvupaikan ominaisuudet ja kasvumahdollisuudet, joiden mukaan metsänhoitoa suunnitellaan ja suunnataan kohti parasta mahdollista tuottoa. Metsänkasvatuksessa tärkein tavoite on turvata ja edistää metsän uusiutumista hakkuiden jälkeen. (Parviainen & Västilä 2012)

Suomen metsikkötaloudelle on tavanomaista, että metsää kasvatetaan tasaikäisrakenteisena, jolloin metsän puusto on pääosin tietyn ikäistä ja kokoista. Metsien kasvatuksessa ja hoidossa onkin selkeästi kasvatusvaihe ja uudistamisvaihe. Puuston kasvatusajaksi suositellaan 50-120 vuotta riippuen puuston sijainnista ja puulajista. Normaalmetsästä poikkeavissa kohteissa, esimerkiksi maisema- ja puistometsissä, kulttuurikohteissa tai erillisissä virkistyskäyttömetsissä, on usein sovellettu tasaikäisrakenteisesta poikkeavaa hoitoa, jolloin puustoa ei hoideta erikseen kasvatus- ja uudistamisvaiheittain vaan muiden tavoitteiden mu-

kaisesti. Kasvatusvaiheessa taimikkoja perataan ja harvennetaan, jolloin puustosta poistetaan heikompaa ainesta 25-30% puuston sen hetkisestä tilavuudesta. Kasvatusharvennuksia tehdään puustosta riippuen 1-3 kertaa ennen uudistushakkuuta. Uudistamisvaiheessa metsästä poistetaan puusto ja paikalle jätetään ainoastaan suojuspuita tai luontaisesti uudistettaessa siemenpuita. Pienemmissä kohteissa siemennys voidaan hoitaa myös reunasiemennyksenä. Luontaisen menetelmän ohella käytetään myös menetelmiä, joissa alueelle kylvetään siemeniä tai istutetaan puuntaimia. Ennen kylvöä tai istutusta alueiden puusto poistetaan kokonaan ja maapohjaa muokataan mekaanisesti, jotta humuskerros saadaan rikottua. (Metsähallitus 2015)

Uudistusvaiheessa on päämääränä saada metsän tilalle tuottava taimikko mahdollisimman nopeasti. Pääosassa Suomen metsistä on käytetty luontaista uudistusmenetelmää. Ainoastaan noin 35% nykyisistä metsistä on ns. viljelymetsiköitä, joiden puusto on joko istutettu tai kylvetty mutta viljelymetsiköissä kasvaa myös luontaisesti uudistuneita puita. (Parviainen & Västilä 2012)

Suomessa puut korjataan pääosin ns. tavaralajimenetelmällä, jossa puusta tehdään jo metsässä tarpeellisen mittaisia osia. Oksat ja latvus jätetään metsään, jossa ne osaltaan huolehtivat, että metsään jää ravinteita. Energiakäytössä on jonkin verran alettu käyttää kuusikoiden hakkuissa ja nuorten männiköiden ja lehtipuumetsien harvennuksista jääviä oksia ja latvaosia. Tavaralajimenetelmä sopii hyvin oloihimme maaston tasaisuuden vuoksi. Metsiä hakataan mahdollisuuksien mukaan ympäri vuoden, jolloin puunsaatavuus saadaan pidettyä tasaisena. Maasto-olosuhteista johtuen hakkuut keskittyvät useimmiten talveen jolloin maastossa on lunta ja routaa jolloin pehmeillä mailla liikkuminen helpottuu ja jäävään puustoon kohdistuvat haitat vähenevät (Parviainen & Västilä 2012)

#### 2.4 Metsäteollisuus Suomessa

Metsien käyttö sahatavaraksi ja paperituotteiksi on alkanut 1800-luvun loppupuolella. Vuoden 2010 bruttokansantuotteesta metsätalous ja -teollisuus muodostivat noin viisi prosenttia. Suomi onkin metsäsektorista riippuvaisin valtio, kun huomi-

oidaan valtioiden koot. Suomeen on tämän seurauksen muodostunut ainutkertaista metsätalouden ja metsäteollisuuden osaamista. Suuri osa Euroopan paperi-insinööreistä ja skandinaavisen metsänkorjuumenetelmän mukaisista metsäkoneenkuljettajista koulutetaan Suomessa, jossa on kuljettajakoulutuksen lisäksi vahvat perinteet myös koneiden valmistuksessa ja kehittämisessä. 1980-luvun alussa käynnistyi muutosprosessi, jonka aikana Suomeen syntyi yritysohjien ja fuusioiden kautta maailman suurimpiin kuuluvia metsäteollisuusyrityksiä, kolmen yhtiön kattaessa 90% paperiteollisuuden tuotannosta. Vastaava luku oli kaksi vuosikymmentä sitten ainoastaan 35 %. (Parviainen & Västilä 2012)

2000-luvun lopun yleinen lama on johtanut noin 20% leikkauksiin suomalaisessa massa- ja paperiteollisuudessa. Samanaikaisesti metsäteollisuuden tuotannon bruttoarvo on laskenut noin 16 miljardin euron tasolle. Suhdanteista riippumatta metsäteollisuudella on tärkeä rooli Suomen kehityksessä. Metsäteollisuuden rakennemuutoksessa onkin edelleen kehitetty vanhoja tuotteita ja niiden tuotantoa sekä lisätty panostusta uusiin biotuotteisiin ja energiaan. Lamasta huolimatta erityisesti puunkäytön rakentamisessa uskotaan lisääntyvän koska puu on uudistuva, matalaenerginen ja suurelta osin kotimainen raaka-aine. (Parviainen & Västilä 2012)

Suomen metsäteollisuuden tuotteet viedään pääosin ulkomaille. Metsäteollisuuden tärkein vientialue on Euroopan unioni, johon kohdistuu melkein 70% viennistä. Suomen viennin arvosta metsätaloustuotteiden osuus on vähän alle 20%, kun se sata vuotta sitten oli noin 80%.  $\frac{1}{4}$  viennistä muodostuu sahatavarasta ja loput  $\frac{3}{4}$  koostuu lähinnä massa- ja paperiteollisuuden osuudesta. (Parviainen & Västilä 2012)

Metsäteollisuuden päästöt vesistöihin ja ilmaan ovat pienentyneet merkittävästi vaikkakin tuotantomäärät ovat lisääntyneet, pääosin tämä johtuu tekniikan kehitymisestä. Harvasta asutuksesta huolimatta Suomessa kierrätetään noin 70% käytetystä paperista. Maailmanlaajuinen paperia kierrätetään noin 40-45%. Tämä on osoitus siitä, että ympäristöajattelu siirtyy pikkuhiljaa kohti tuotteen koko elinkaarta eikä huomiota kiinnitetä pelkästään tuotteen valmistukseen. (Parviainen & Västilä 2012)

### 3 METSÄKONEIDEN HISTORIA JA KEHITYSKAARI POHJOISMAISSA

Koneellistuminen alkoi Pohjoismaissa 1910-luvun alkupuolella Pohjois-Amerikan esimerkistä. Vintturivetoinen reki oli ensimmäinen metsissä käytetty kone. Seuraava suuri askel pohjoisen metsien koneellistumiseen oli vuonna 1913 Hugo Sandbergin höyryveturisavotta joka ei menestynyt rahallisesti monista tekijöistä johtuen mutta rahallisesta epäonnistumisesta huolimatta höyryveturi aloitti aikakauden, joka tuli syrjäyttämään hevoset ja reet. Samana vuonna Ruotsissa valmistui ensimmäinen Munktell - merkkinen maataloustraktori, joka aloitti traktoreiden kehittymisen. (Konttinen & Drushka 1997)

Ensimmäiset moottorisahat käynnistyivät pohjoisissa metsissä vuonna 1916. Nämä kyseiset sahat olivat kömpelöitä, hitaita ja vaativat kaksi käyttäjää. Ongelmista huolimatta työntekijöiden mielestä sahat olivat keveämpiä käyttää kuin käsiikäyttöiset saha ja kirves. Polttomoottorin tekninen kehitys vauhditti moottorisahojen käyttöä pohjoisissa metsissä ja vuonna 1936 Ruotsissa aloitettiin ensimmäinen täysin moottorisahoilla hoidettu savotta. (Konttinen & Drushka 1997; Vesterinen 2011)

Ruotsissa kokeiltiin kuorma-autoja, vinssejä ja maataloustraktoreita puutavaran metsäkuljetuksissa 1930-luvulla. Koska koneita ei oltu suunniteltu suoraan raskaisiin metsätöihin, kokeet jäivät melko suuntaa antaviksi eivätkä vielä aiheuttaneet suurta läpimurtoa. Lopullinen koneiden läpimurto alkoi 1950-luvulla, kun Ruotsalainen Ösa asensi maataloustraktoriin puolitelat, jotka vähensivät pintapainetta ja lisäsivät vetopitoa. (Konttinen & Drushka 1997)

Vuonna 1957 ilmestyi Bamse-metsätraktori, joka oli ensimmäinen metsäkuljetukseen kehitetty metsätraktori. Bamsesta tuli sen ajan menestys. Koneessa oli mekaaninen kuormaaja, maansiirtopuskuri ja monipuoliset kytkentämahdollisuudet, jotka lisäsivät koneen käytettävyyttä raskaissa metsätöissä. 1959 Hiabilta ilmestyi hydraulinen kuormaaja Bimbo, joka syrjäytti nopeasti mekaaniset kuormaajat. 1960-luvulla alkoi valmistua nykyisiä kuormatraktoreita muistuttavia koneita, joissa oli käytössä hydrauliset kuormaajat ja siihen aikaan uutta oleva hydraulii-

nen runko-ohjaus. Ensimmäinen kaatokouran malli kehitettiin Garpenbergin yliopistossa 1960-luvun puolessavälissä. VSA Brunett aloitti suurten prosessoreiden aikakauden 1960-luvun puolen välin jälkeen. Prosessoreiden kehityksen seurauksena moottorisaha tultiin korvaamaan koneella. (Konttinen & Drushka 1997; Vesterinen 2011)

1970-luvun alussa suomalainen Sakari Pinomäki sai valmiiksi Pika 75:n harvesterin, jota pidetään Pohjoismaiden ensimmäisenä harvesterina. Seuraavana harvesterimarkkinoille tuli Ösa omilla koneillaan. Ösa oli ottanut omissa koneissaan käyttöön hydrostaattisen voimansiirron. Samoihin aikoihin reletekniikkaan perustuvat mittausautomaatit ilmestyivät. Ensimmäiset mittausautomaattien rinnalla puita mitattiin myös pinoihin koska ensimmäisiin automaatteihin ei luotettu riittävästi. 1978 ilmestyivät ensimmäiset Skogsjan-merkkiset kouraprosessorit. Tietotekniikan kehitys tuli myös metsäkoneisiin, kun mittausautomaatiikassakin siirryttiin releistä mikroprosessoriohjattuihin sovelluksiin. (Konttinen & Drushka 1997)

1980-luvun metsäkoneiden valmistajat alkoivat yhdistää voimiaan ja markkinoilta poistuiakin yritysostojen kautta monia valmistajia kuten Rauma-Repolan ostama Ösa. 1980-luvun aikana nykyisen kaltaiset yksioteharvesterit alkoivat virallisesti lyödä itseään läpi markkinoilla ja syrjäyttää käytössä olleita prosessoreita (Konttinen & Drushka 1997)

1992 Suomi hyväksyi kuutioivan mittausautomaatiikan viralliseksi mittausjärjestelmäksi, jolloin metsäkoneesta saatava raportti hyväksyttiin viralliseksi puukaupan dokumentiksi ja käsimittauksesta voitiin luopua. 1990-luvulla koneet alkoivat muuttua yhä teknisemmiksi, minkä seurauksena kuljettajiin kohdistuvat vaatimukset alkoivat kasvaa samassa suhteessa. Tämä huomioitiin myös kuljettajakoulutusta tarjoavissa laitoksissa jotka 1996 yhteistyössä Plustechin kanssa kehittivät metsäkonesimulaattorin, jossa saattoi koneen käytön lisäksi harjoitella puutavaran apteerausta ja metsäsuunnittelua. (Konttinen & Drushka 1997)

2000-luvulla metsäkoneiden tekniikka on jatkanut kehittymistään. Suurimpia haasteita valmistajille ovat olleet tiukentuneet päästönormit ja niiden saavuttaminen. (Konttinen & Drushka 1997)

#### 4 METSÄKONEYRITTÄMINEN

Suomen metsäteollisuuden puuhuolto nojautuu suurelta osin yksityisten puunkorjuu- ja puutavara-autoyrittäjien varaan. Valtaosalla puunkorjuuyrittäjistä onkin yksi tai kaksi koneketjua yhden koneketjun käsittäessä tyypillisesti yhden hakkuukoneen ja yhden kuormatraktorin jotka toimivat samoilla työmailla korjaten ja kuljettaen samoja puita (Salakari & Heimonen 1998.)

Metsäteollisuus on voimakkaasti yrittänyt keskittää puunkorjuuta yrityksille, jotka huolehtivat sekä hakkuusta että lähikuljetuksesta, ja uutena suuntana metsäteollisuus pyrkii keskittämään työt yrityksille jotka huolehtivat puut kannolta tehtaalle asti. Suomessa on silti runsaasti yhden koneen yrittäjiä, jotka toimivat yhteistyössä keskenään muodostaen koneyhtymiä, jotka kattavat sekä puunkorjuun että jatkokuljetuksen. (Salakari & Heimonen 1998.)

Puunhankintayritykset luonnollisesti pyrkivät pitämään urakointitaksat mahdollisimman alhaisella tasolla koska konetyön tuottavuus on lisääntynyt, mutta ei millä tahansa hinnalla. Puunkorjuuyrittäjän taloudellinen pärjääminen on myös urakanantajan etu, puunkorjuuyritys on kuitenkin itsenäinen tulosityksikkö, jonka on tuotettava voittoa. Puunkorjuuyrittäjä joutuu tekemään runsaasti pääomaa vaativia investointeja, joten korkea toiminta-aste on liiketoiminnan kannalta keskeisimpiä menestystekijöitä. Koneiden ympärivuotinen työllistyminen on tärkeää koska pääoma ja palkkakulut pyörivät ympärivuotisesti, vaikka koneet eivät olisikaan töissä. Koneiden ympärivuotinen työllistyminen ei tosin ole aina mahdollista koska luonnon olosuhteet vaihtelevat vuosittain huomattavasti jolloin niin sanotut kelirikkoseisokit voivat venyä jopa kuukausien mittaisiksi. Metsäteollisuus onkin pyrkinyt keskittämään korjuu-urakat organisoiduille yrityksille, joilla on mahdollista toimia vuosivaihtelujen mukaisesti ja kehittää toimintaansa pitkäjänteisesti (Rautio 2016)

Korjuuyritysten sopimukset ovat yleisesti noin 3-5-vuotisia. Pidemmät sopimukset mahdollistavat yritysten tulevaisuuden suunnittelun ja investoinnit pitemmällä aikataululla myös hakkuu- ja korjuutoimintaa tukeviin rakenteisiin kuten huoltoau-toihin ja korjaamotiloihin. Tilaajalle sopimus vastaavasti tuo takuun siitä, että

puunkorjuukalustoa on käytettävissä sovitulla kapasiteetilla koko sopimuskauden ajan. (Salakari & Heimonen 1998; Rautio 2016)



## 5 TYÖTURVALLISUUS

### 5.1 Työturvallisuus metsätyössä

Metsätyötä voidaan edelleen pitää yhtenä vaarallisimmista ammateista, joskin koneellisen korjuun lisääntyminen on vähentänyt metsätyössä tapahtuneita työtaturmia. Siitä huolimatta metsäkoneyrittäjän on kiinnitettävä huomiota työturvallisuuteen. Koneellisessa metsänkorjuussa työtaturmia sattuu määrällisesti eniten koneiden huoltotöissä (Virta & Aaltonen 2014)

Työturvallisuus lähtee työmaan suunnittelusta. Työmaasta on tehtävä suunnitelma ja kartta, josta näkyy työmaan kannalta olennaiset vaaratekijät kuten esimerkiksi sähkölinjat, tienylitykset, jyrkänteet jne. Kyseiset vaaratekijät on myös käytävä läpi työmaalla työskentelevien henkilöiden kesken. Erityistä huolellisuutta on kiinnitettävä varastopaikkojen suunnitteluun, jotta koneiden purku voidaan suorittaa turvallisesti siten että purkamisesta ei aiheudu vaaraa muille alueella liikkuville eikä purkavalle kalustolle. Varastopaikan valinnassa tulee huomioida myös puiden jatkokuljetus ja niiden vaatimukset. Jos hakkuutyömaa rajoittuu yleisiin kulkureitteihin, se on merkittävä näkyvästi varoituskilpien ja rajanauhojen avulla, jotta muulle liikenteelle aiheutuvat vaarat saadaan minimoitua. (Virta & Aaltonen 2014)

Koska hakkuutyötä tehdään useimmiten yksin, on työnantajan järjestettävä säännöllinen yhteydenpito työntekijään. Työntekijän velvollisuutena on taas informoida työnantajaa, mikäli hän joutuu tekemään vaarallisia koneiden huolto- tai korjaustöitä ilman asianmukaista valvontaa tai toisin sanottuna yksin. Puunkorjuutyömaalla on aina oltava asianmukainen ensiapuvalmius. Konetyön kohdalla tämä tarkoittaa sopivaa ensiapupakkausta, josta löytyvät perustarvikkeet. Työntekijöille suositellaan säännöllistä ensiapukoulutusta. Työntekijöiden käyttöön tulee osoittaa taukovarustus, jos käytävissä ei ole kiinteitä taukutiloja. Lisäksi työnantajan on hankittava varoitusvaatetus hakkuukonetyömaalla muille kuin yksin työskenteleville hakkuukoneenkuljettajille. (Virta & Aaltonen 2014)

## 5.2 Työturvallisuuden taloudelliset vaikutukset

Yrityksen toiminta perustuu sen henkilöstöön ja sen toimintakykyyn. Toimintakykyinen ja terve henkilöstö mahdollistaa yrityksen jatkuvuuden ja päivittäisen toiminnan. Työstä johtuvat sairaudet ja ammattitaudit sekä tapaturmat heikentävät yrityksen tulosta aiheuttaen kuluja menetettynä työaikana, aineellisina vahinkoina, ympäristövahinkoina ja hallinnollisina kuluina jotka muodostuvat töiden uudelleen järjestelemisistä ja tapaturmien aiheuttamista paperitöistä. (Mäkeläinen 2011, 1)

Sairauspoissaoloista aiheutuu yritykselle suoria kustannuksia. Poissaolopäivistä työnantaja yritys maksaa ensimmäiset kymmenen päivää. Pitempien poissaolopäivien osalta Kela maksaa työntekijälle ansiotasoon sidotun päivärahan kolmeensataan päivään asti. Työnantajan osuudeksi jää työehtosopimuksen mukaisesti osa sairausajan palkasta 28–56 päivään asti riippuen työsuhteen aiemmasta kestosta. (Mäkeläinen 2011, 3.)

Poissaolosta aiheutuu työnantajalle myös epäsuoria kustannuksia erilaisina tuotannon häiriöinä ja tuotantoketjun katkeamisina. Tuotantoketjun katkeamisia joudutaan usein paikkaamaan ylitöinä ja töiden järjestelystä koituu ylimääräistä toimistotyötä. (Mäkeläinen 2011, 3.)

## 6 HAKKUUKONEEN JA AJOKONEEN PÄÄTYÖVAIHEET

### 6.1 Hakkuukoneen päätyövaiheet ja työskentelyn tehostaminen

Hakkuukoneella työskentely voidaan jakaa kuuteen työvaiheeseen:

1. hakkuukoneen siirtyminen työpisteestä toiseen eli koneen liikkuminen kaatopisteestä seuraavalle kaatopisteelle
2. kaatopään vienti puulle ja puun kaato
3. rungon karsinta ja katkonta sopivan mittaisiksi pätiksi
4. puutavaran järjestely puutavaralajeittain
5. alikasvuston poisto
6. alle 15 minuutin keskeytykset

Tehostettaessa hakkuukoneen työskentelyä tulisi kiinnittää huomiota jokaiseen työvaiheeseen ja pyrkiä optimoimaan koneen ja kuljettajan toiminnot. (Kariniemi & Vartiamäki 2010)

#### 6.1.1 Siirtyminen

Siirtymisen lasketaan alkavan siitä, kun kone lähtee liikkeelle ja se päättyy, kun kaatopää siirretään puulle. Kyseinen työvaihe sisältää siirtymisen lisäksi kuljettajan tekemiä havaintoja ja päätöksiä. Siirryttäessä yleisesti päätetään karsittavat puut ja alustavasti apteerataan kaadettavat puut. (Kariniemi & Vartiamäki 2010)

Siirtymiseen käytettävään aikaan vaikuttavat hakkuutapa, puuston tiheys, maaston laatu, siirtymäreitti, lumi ja vuodenajan tuomat maaston vaihtelut. Luonnon olosuhteisiin ja hakkuutapaan kuljettaja ei voi vaikuttaa. Ainoa keino jolla kuljettaja pystyy lyhentämään siirtymiin kuluvaan aikaan, on siirtymien huolellinen suunnittelu. Siirtymät suunnitellaan siten, että vältetään turhaa koneen liikuttamista. Kone pyritään siirtämään kerralla mahdollisimman hyvään paikkaan, josta voidaan tehdä useampia kaatoja ja puut saadaan kasattua järkeviin kasoihin joista ne ovat helposti ajokoneen saatavilla. (Kariniemi & Vartiamäki 2010)

### 6.1.2 Kaatopään vienti puulle ja puun kaato

Toinen työvaihe alkaa, kun kaatopää viedään rungolle ja siitä tartutaan kiinni. Tarttumisen jälkeen tehdään kaatosahaus ja runko kaadetaan haluttuun suuntaan. Kaadettavan puun valinta ja apteeraus sisältyvät molemmat tähän työvaiheeseen. Työvaihe päättyy, kun kaatopään syöttörullat alkavat pyöriä. Työvaiheeseen käytettävään aikaan vaikuttaa hakutapa, kaadettava puulaji, kaadettavan rungon koko ja tuuliolosuhteet. Kuljettaja ei juuri pysty vaikuttamaan hakkuutaan tai kaadettaviin puihin mutta tuulen ollessa kova kuljettajan tulisi välttää kaatamista vastatuuleen. Tällä pyritään pitämään puun kaato mahdollisimman turvallisena ja hallittuna. (Kariniemi & Vartiamäki 2010)

### 6.1.3 Rungon karsinta ja katkonta

Karsinta ja katkonta työvaiheeseen sisältyvät rungon karsinta, katkonnan koneellinen mittaus sekä katkonta ja katkotun puutavaran kasaus. Tässä työvaiheessa tehdään lopulliset apteerauspäätökset. Työvaihe päättyy, kun kaatopäätä aletaan siirtää seuraavalle rungolle tai konetta aletaan siirtää seuraavaan työpisteeseen. Työvaiheen aikana tulisi päättää seuraava kaadettava puu. Työvaiheeseen käytettävään aikaan vaikuttavat karsittava puutavaralaji, rungon koko ja katkottavan puutavaran pituus. Puutavaran järjestely puutavaralajeittain hoidetaan yleensä tämän työvaiheen yhteydessä siten että karsittavat puut katkotaan puutavaralajeittain omiin pieniin pinoihinsa. Tukit ja kuitupuut tulisi erottaa selkeästi toisistaan, jotta kuljetuskoneen kuljettajan ei tarvitsisi käyttää ylimääräistä aikaa puiden erotteluun. (Kariniemi & Vartiamäki 2010; Rautio 2016)

### 6.1.4 Alikasvuston poisto

Alikasvuston poistolla tarkoitetaan kaatoa haittaavan alikasvuston poistoa monitoimikoneen kaatopäällä. Kuljettaja ei voi vaikuttaa alikasvuston määrään mutta kuljettajan tulisi optimoida poistettavan kasvuston määrä, sillä ylimääräisen kasvuston poistaminen vie työaikaa tuottavilta työvaiheilta. (Kariniemi & Vartiamäki 2010)

### 6.1.5 Keskeytykset

Alle viidentoista minuutin keskeytykset koostuvat pääasiassa pienistä koneen huolloista ja korjauksista, kuljettajan pitämistä tauoista, työsuunnittelusta tai koneen juuttumisista. Myös yli 20 metriä pitkät mutta alle 15 minuuttia kestävät siirtymiset luetaan keskeytyksiin. Pienet huollot ja korjaukset koostuvat useimmiten kaatopäähän, esimerkkeinä terän teroitukset ja laipan vaihdot. Talviolosuhteissa lumi aiheuttaa myös pieniä keskeytyksiä, kun kuljettajat joutuvat poistamaan pak-kautunutta lunta. Laipan ja terän kestoikää pystytään jatkamaan, kun vältetään terän maakosketuksia. Kuljettajan pitämät tauot ovat poissa tehollisesta työajasta mutta voivat toisaalta lisätä kuljettajan tuottavuutta. Lyhytkin tauko virkistää kuljettajaa ja auttaa siten kuljettajaa jaksamaan paremmin työssään mikä taas lisää kuljettajan tarkkaavaisuutta ja tuottavuutta. Yleinen käytäntö on pitää päivässä kaksi kahvitaukoa ja yksi hieman pidempi ruokatauko. Tauot pyritään jakamaan siten että päivä rytmittyy tasaisesti ja kuljettajan vireystaso pysyy mahdollisimman tasaisena. (Kariniemi & Vartiamäki 2010; Rautio 2016)

## 6.2 Kuljetuskoneen päätyövaiheet

Kuljetuskoneen työskentely voidaan myös jakaa päätyövaiheisiin jotka koostuvat tyhjänä ajosta jonka aikana kuljetaan metsään, metsässä suoritettavasta kuormauksesta ja kuormausajosta, jonka aikana siirrytään seuraavalle kuormattavalle kasalle. Kuorman täytyttyä siirrytään seuraavaan päätyövaiheeseen, jolloin ajetaan kuormattuna purkupaikalle, jossa tapahtuu viides vaihe, kuorman purkaminen varastokasaan. Näiden vaiheiden lisäksi seurannassa havaittiin kuudes työvaiheeksi laskettava osio, joka on alle 15 minuutin keskeytykset. Liitteenä (Liite 1) olevassa taulukossa työvaiheet on purettu osiin, joissa näkyy jokaiseen toimintaan vaikuttavat tekijät ja missä yksiköissä tekijöitä tulisi tarkastella. (Kariniemi & Vartiamäki 2010; Rautio 2016)

### 6.2.1 Kuljetuskoneen työskentelyn tehostaminen

Kuljetuskoneen tehokkuuteen vaikuttaviin tekijöihin paneuduttaessa huomattiin, että yhdeltä pysähdykseltä kuormattavissa olevan puutavaran määrä on merkittävin tekijä kuljetuskoneen työtehoa seurattaessa. Tässä kohtaa nousee esille

hakkuukoneen kuljettajan vastuu ajokoneen työtehosta. Ajokoneen kuljettajan panostaessa puutavaran lajitteluun ja pinoamiseen kuljetuskoneen tehokkuus kasvaa. Pinottaessa puutavaraa ajouran varteen tulisi huomioida kuljetuskoneen kuormaajan ulottuvuus, jotta pinot eivät jää liian kauas ajourasta. Muita merkittäviä tekijöitä ovat ajojäljet ja kuorman muodostaminen. Ajojäljet seuraavat perinteisesti hakkuukoneen muodostamia uria joiden varrelle puupinot on kaadon jälkeen kasattu. Harvennushakkuukohteissa hakkuukoneen kuljettajan tulee muodostaa urat siten että myös kuljetuskone mahtuu kulkemaan niitä ilman että jäävälle puustolle kohdistuu vahinkoja. Ajouran kurvit ja risteymät toisten ajourien välillä tulee muodostaa siten että kuljetuskoneen kääntyminen onnistuu ilman peruuttelua ja ylimääräistä kääntelyä. Tämä mahdollistaa kuljetuskoneen sujuvan työskentelyn sekä vähentää koneen metsäpohjalle aiheuttamia vahinkoja. (Kari-  
niemi & Vartiamäki 2010; Rautio 2016)

## 7 METSÄKONETYÖN KUSTANNUKSET JA KANNATTAVUUS

### 7.1 Työn tuottavuus

Työn tuottavuus on tuotannon tuloksen suhde käytettyihin panoksiin. Se ilmaistaan määränä panosyksikköä kohden, esimerkiksi määrä/ihmistyöpanos (m<sup>3</sup>/h). Tuotos on toiminnan tulos hyödyke- tai tuotemäärinä. Se voidaan ilmaista esimerkiksi kuutiometreinä (m<sup>3</sup>) tai hehtaareina (ha). Tuotannon aikaansaamiseen käytetty panos ilmaistaan panosyksikköinä esimerkiksi työtunteina, pääomapanoksina (eur) tai energiana (J).

### 7.2 Konetyön kannattavuuden määrittäminen

Metsäkoneita vertailtaessa kiinnitetään usein liian paljon huomiota koneen tuottavuuteen (m<sup>3</sup>/h). Korjuutoiminnan kokonaisvaltaisen kannattavuuden kannalta keskeisempiä tekijöitä ovat kuitenkin korjuun yksikkökustannus (€/m<sup>3</sup>), joka lasketaan koneen tuottavuuden (m<sup>3</sup>/h) ja koneen käyttötuntikustannuksen (€/h) perusteella.

Metsäkoneiden käytöstä aiheutuneet kustannukset voidaan jakaa kiinteisiin ja muuttuviin. Kiinteät kustannukset pysyvät tietyn ajanjakson, yleensä vuoden, muuttumattomina koneen käyttömäärästä riippumatta, kun taas muuttuvat kustannukset vaihtelevat tietyn ajanjakson aikana koneen käyttömäärän mukaan. Kiinteitä kustannuksia ovat pääoman korko ja poistot, vakuutukset, suurin osa työkuustannuksista sekä työn järjestelystä ja hallinnosta aiheutuvat kustannukset. Muuttuvia kustannuksia ovat poltto-, voiteluaine-, korjaus- ja huoltokustannukset sekä kuljettajien kulkemis- ja ylläpitokorvaukset. (Rautio 2016)

Konetyön yksikkökustannukset saadaan, kun tuntikustannus (€/h) jaetaan tunti-tuottavuudella (m<sup>3</sup>/h). Tuntikustannus puolestaan lasketaan summaamalla kiinteät ja muuttuvat kustannukset ja jakamalla näin saadut kokonaiskustannukset vuotuisella käyttötuntimäärällä.

Liitteenä kustannuslaskelma jossa on käyty kokonaisvaltaisesti läpi metsäko-  
neketjun kustannukset (Liite 2).



## 8 TYÖTEHON SEURANTAMALLI

### 8.1 Työtehon seuranta

Olen tehnyt seurantalomakkeet liitteet 3 ja 4, joiden avulla on tarkoitus seurata kuljettajakohtaisia suoritteita erityyppisissä metsissä ja olosuhteissa. Ensimmäiset lomakkeet toimitin yrittäjälle jo vuoden 2014 keväänä mutta en koskaan saanut niitä täytettynä takaisin. Uudet lomakkeet olen toimittanut uudelleen syksyllä 2014 ja uudelleen keväällä 2015. Sain 2015 toimitetut laput täytettynä takaisin. Ongelmaksi tässä kohtaa nousee otannan laajuus, joka on ainoastaan noin kuukausi ja siitä johtuen eri olosuhteista saadaan melko vähän vertailukelpoista tietoa. Tiedonkeruuta olisi jatkettu mutta kelirikko katkaisi työt suunniteltua aikaisemmin.

Lomakkeiden ja haastatteluiden pohjalta kehitettiin kerroin maasto-olosuhteille ja metsätyypeille, joiden avulla voitaisiin määrittää koneen työmaakohtainen työteholukema.

Tiedonkeruujakson aikana urakoitiin kahdessa erityyppisessä leimikossa, kosteapohjaisessa pienipuustoisessa leimikossa ja vaaranlaitaan sijoittuvassa kovapohjaisessa mäntyvaltaisessa leimikossa. Leimikoiden puusto ja niiden laatu edustavat Länsi-Lapin puustojen ääripäitä, jolloin seurantalomakkeista nähdään kuinka paljon metsäkonetyössä on muuttuvia muuttujia.

### 8.2 Työtehoon vaikuttavat tekijät

Metsäkoneketjun työtehoon vaikuttavat tekijät jaettiin molempien koneiden osalta pienempiin tekijöihin. (Liite 8 ja 9) Tekijät on saatu lomakkeista saatujen tietojen pohjalta ja metsäkoneurakoitsijoiden ja kuljettajien kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta.

#### 8.2.1 Metsä

Metsien kasvatusvaiheessa taimikkoja perataan ja harvennetaan miestöinä ja koneellisesti. Nuoria ja varttuneita kasvatusmetsiä käsitellään harvennushakkuilla,

joita tehdään metsikön koko kasvatusaikana 1–3 kertaa. Kullakin kerralla poistetaan 25–30 % puuston sen hetkisestä tilavuudesta. Niin sanottujen kasvatushakuiden eli harvennushakkuiden tarkoituksena on suunnata metsien puuston kasvu parhaiden puuyksilöiden hyväksi, edistää niiden järeytymistä ja tuottaa paras mahdollinen rahallinen tulos ennen päätehakkuuta. Metsän ja hakkutyypin vaikutus koneiden työtehoon on määritetty olevan 25%. Hakkutyypit jaetaan kolmeen eri hakkutyyppiin; ensiharvennus, harvennus ja päätehakkuu. (Metsähallitus 2015)

Ensiharvennus on ensimmäinen metsässä tapahtuva hakkuu. Sen tarkoituksena on poistaa heikompi puuainekas ja antaa tilaa sekä valoa jäävälle puustolle. Tuloksena on pääosin kuitupuuta ja alimitaista teollisuuteen kelpaamatonta puutavaraa joka jätetään maahan lannoitteeksi tai polttopuuksi. Kyseiset harvennukset suoritettavissa pienemmälläkin konekalustolla poistettavan puuston keskikoon ollessa n.60 litraa. (Rautio 2016)

Harvennukset suoritetaan pääosin 10-20 vuotta ensiharvennuksen jälkeen. Puusto on yleisesti järeytynyt ja kasvanut. Puusto sisältää jo tukeiksi kelpaavia puita sekä teollisuuden kuitupuuta. Harvennuksilla ei enää pärjätä pienimmillä hakkuukoneilla vaan toiminta vaatii tukkipuiden vuoksi jo keskikokoisen harvesterin siitä huolimatta, että puuston keskikoko pysyttelee 100 litran tuntumassa. (Metsähallitus 2015; Rautio 2016)

Päätehakkuu suoritetaan metsätyypistä riippuen 1-3 harvennuksen jälkeen jolloin puusto poistetaan hakkutyypistä riippuen joko kokonaan tai siemenpuut säästäten. Poistettava puusto on pääosin järeää tukkipuuta, runkojen keskikoko vaihtelee yleisesti 200 litrasta ylöspäin. Tehokkain ratkaisu pääte- ja uudishakkuilla on isomman kokoluokan harvesteri. (Rautio 2016)

### 8.2.2 Maasto-olosuhteet

Keskusteluissa koneen kuljettajien kanssa maasto-olosuhteiden vaikutus metsäkoneketjun työtehoon arvioitiin merkittäväksi. Maasto-olosuhteisiin voidaan vaikuttaa kalustovalinnoilla ja hakkuiden ajankohdalla. Pehmeimmät alueet pyritään hakkaamaan talven aikaan, jolloin maa on jäässä ja lumen peittämää. Maan ollessa pehmeää koneiden teloilla ja renkailla voidaan vähentää koneen

muodostamaa pintapainetta mutta pehmeässä maastossa toimivat varusteet eivät välttämättä ole parhaita vaihtoehtoja talvella jolloin lumi vastustaa koneen kulkemista tai toimittaessa kivikkoisissa maastoissa. Metsäkonevalmistajilla on mallistossaan myös pehmeille maastoille suunnattuja malleja, joissa koneen maahan kohdistamaa pintapainetta on pyritty pienentämään lisäämällä akseleita ja käyttämällä leveämpiä renkaita. (Koivuniemi 2016; Lantto 2016)

### 8.2.3 Työmaan sijainti

Työmaan sijaintia tulisi verrata työmaiden keskeisellä etäisyydellä ja työmaiden etäisyydellä päätoimipisteestä. Työkohteiden välillä tehtävien siirtojen merkitys työtehoon sekä tulokseen vähenee suorassa suhteessa, kun leimikosta saatava puumäärä kasvaa. Pieniä leimikoita tulisikin mahdollisuuksien mukaan ketjuttaa alueellisesti, jotta välttyttäisiin ns. tyhjän ajolta. Työmaiden välillä tehtävät siirrot tuovat suoraa kuluja lavetin muodossa ja epäsuoria kuluja kuljetettavan koneen ollessa poissa tuottavasta työstä. Koneen kuljettajan ja lavetin kuljettajan tuleekin suunnitella siirrot siten että kumpikaan yksikkö ei joudu odottamaan turhaan.

### 8.2.4 Kuljettaja

Kuljettaja vaikuttaa päätöksillään kaikkiin koneen tekemisiin. Kuljettajan vastuulla ovat koneet joilla työskennellään ja metsät joissa töitä tehdään.

Moton kuljettaja vastaa eteenkin harvennusemetsissä jäävästä puustosta ja siitä että metsällä on parhaat mahdollisuudet tuottaa lisää kasvua ja paras mahdollinen tuotto omistajalleen. Metsän tuoton lisäksi on huolehdittava koneen ja puunostajan tuloksesta, joka pyritään aina maksimoimaan suhteessa käytettyyn pääomaan. Maksimoitaessa koneen tuottoa kuljettajan tulee huomioida koneen huollot ja säännölliset tarkistukset, jotta koneen tehokas työaika saadaan hyödynnettyä ilman ylimääräisiä seisokkeja. (Ruokojärvi 2015; Koivuniemi 2016)

Arvokasta tietoa tehokkaista työtavoista saadaan kokeneilta työntekijöiltä. Niin sanottua hiljaista tietoa ei missään tapauksessa tule ohittaa uusia ja vähemmän

kokeneita kuljettajia koulutettaessa. Ongelmaksi näissä tapauksissa nousee hilaisten tietojen käsittely. Tiedoista tulee hyödyntää ne, joilla on tuloksen kannalta merkitystä ja ohittaa ne tiedot ja käytännöt jotka perustuvat tapoihin ja ajatteluun ”että ainahan näin on tehty”.

Matalan suoritustason kuljettajien osaamista onkin kehitettävä siihen suuntaan, että huippu ammattikuljettajien eli korkean tason kuljettajien ja matalamman suoritustason kuljettajien tulosten vaihteluväli pienenee. Keskimääräinen kuljettajan suoritustaso on mitoitettava siten, että se vastaa yleisiä normeja työn rasittavuudesta ja terveysvaikutuksista. Tehdyn työn tulee määrän lisäksi täyttää laatuun liittyvät tekijät, työn ajattelu ja suunnitteluvaatimukset. Näiden lisäksi kuljettajan on tuotettava mahdollisimman suuri rahallinen tulos. Henkilöhaastattelussa nousi esiin mielenkiintoinen ajatus, kun keskusteltiin työntekijöistä ja niiden roolista yrityksessä. Yrittäjä ei palkkaa työntekijää joka tekee tai ajaa puuta vaan hän palkkaa työntekijän jonka tavoitteena on maksimoida käytetyistä voimavaroista saatu hyöty eli tulos. (Rautio 2016)

#### Harvesterin kuljettaja

Harvesterin kuljettaja suunnittelee metsään hakkuureitit ja läjittää kaadettavat puut siten että ne ovat ajokoneen saatavilla ja sujuvasti ajettavissa. Henkilöhaastatteluiden perusteella harvesterin kuljettajan yhden työvuoron tavoitearvona pidetään 1000 rungon kaatamista ja käsittelemistä. Kiivaasta työtahdista huolimatta puut on apteerattava ja harvennuskasvatukset harvennettava tavoitteiden mukaisiksi. (Koivuniemi 2016; Rautio 2016)

#### Ajokoneen kuljettaja

Ajokoneen kuljettajan tehtäviin kuuluu suunnitella ajoreittinsä ajettavien puiden mukaan siten että välttää ajamasta tyhjänä. Puita lajitellaan metsässä kerättyä siten että kuormassa tuodaan useampia lajikkeita tarpeen vaatiessa lähemmäksi lanssia tai lanssiin asti ns. sekakuormina. Ajokoneen kuljettajan onkin hyvissä olosuhteissa ajettava yhden työvuoron aikana hakkuukoneen 2 vuoron tuotokset. (Lantto 2016)

### 8.2.5 Kaluston kunto

Käytettävissä olevan kaluston kunnosta huolehtiminen kuuluu kuljettajien päivittäisiin tehtäviin. Silmämääräinen tarkastus tulisi suorittaa aina vuoron alussa ja huollot aikataulujen mukaisesti, jotta koneesta saadaan työaikana irti mahdollisimman paljon. Haastatteluissa todettiin rikkiäisen koneen olevan tuottamaton kone. Konerikkoja ei kuitenkaan metsätöissä pystytä täysin välttämään, joten yrityksellä on oltava tietty määrä kuluvia osia nopeasti saatavilla, esimerkiksi kuluviimmat hydraulikkaletkut pidetään koneen tai huoltovaunun mukana. Näin koneen seisonta-ajoista saadaan minimoitua turha varaosien hakeminen ja etsiminen. (Rautio 2016; Ruokojärvi 2015)

### 8.3 Seurantamalli

Työtehoseurantamallin tarkoituksena on seurata yrityksen työskentelyä työmaa-kohtaisesti ja sitä kuinka tehokkaasti kyseisellä työmaalla toimitaan. Malliin on kehitetty seurantatyökalu, jolla nähdään, onko käytössä ajankohtainen ja paras mahdollinen kalusto. Työkalun tulosten perusteella yritys voi kohdistaa konehankinnat järkevästi ja kustannustehokkaasti. Konehankintojen lisäksi työntekijöiden osaamista voidaan kehittää toimintaa vastaavalle tasolle.

Mekaanisen tehon kaava:

$$p=w/t \tag{1}$$

missä

p	on	teho
w	on	mekaaninen työ
t	on	käytettävä aika

Työn kaava

$$w = F * s \quad (2)$$

missä

F	on	voima
s	on	matka

Kyseiset kaavat (Kaava 1 ja Kaava 2) kertovat tehon ja työn määrän mutta metsäkoneiden tapauksessa niiden soveltaminen työtehon seurantalomallissa ei onnistu koska kaavat eivät ota huomioon metsätyössä olevia muuttujia.

Tässä työssä luotu malli noudattaa haastatteluista ja seurantalomakkeista saatuja työtehoon vaikuttavia tekijöitä joita käsiteltiin edellisessä kappaleessa. Taulukko toimii siten, että yhteenlaskettu prosentti määrä kertoo työtehon, sata prosenttia on paras mahdollinen työteho ja nolla prosenttia heikoin mahdollinen. Eri tekijöiden prosenttikohtaiset määrät perustuvat haastatteluilla ja seurantalomakkeilla saatuihin työtehon vaikuttajien prosenttijaotteluihin.

Suunniteltaessa työtehon seurantalomaketta Kylmämaan Konetyön edustajan kanssa tulimme siihen tulokseen, että yksinkertainen Excel-pohjainen lomake jossa on riittävästi tilaa työmaa kohtaisille tiedoille, on helppokäyttöisin ja antaa oletettavasti parhaan lopputuloksen. Lomakkeet ovat liitteinä 5 ja 6. Lomakkeiden täyttöohje liitetään koneessa kulkevaan kansioon ja annetaan yhtiön työnjohtajalle, liitteenä 7.

## 9 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli muodostaa yksinkertainen työtehon seurantamalli jota yritys voi käyttää kalustovalintojen ja toiminnan kehittämisen tukena. Opinnäytetyön taustaksi on tutkittu suomen metsiä, metsien ja metsäkoneiden historiaa ja muita yrityksen toimintaan vaikuttavia tekijöitä kuten työturvallisuutta ja toiminnan kustannuksia.

Tutkimusten jälkeen saatiin kehitettyä malli, joka huomioi metsäkonetyössä olevia muuttujia paremmin kuin nykyisin käytössä olevat tuotannon määrään perustuvat seurantamenetelmät. Metsäkonetyössä olevien muuttujien määrä paljastui tutkimuksissa ja haastatteluissa suuremmaksi kuin mitä olin alun perin odottanut, jonka seurauksena mallin kehittäminen vaati oletettua enemmän panostuksia. Hyväksi keinoksi muuttujien ja tekijöiden havainnoiksi koin koneenkuljettajien kanssa tehdyt henkilöhaastattelut, jotka suoritettiin pääosin kuljettajien mukana heidän työpaikallaan.

Seurantamalli palvelee yritystä tulevaisuudessa tavoitteiden mukaisesti, jos yrityksen henkilökunta saadaan asennoitumaan oikein. Kyseisen seurantamallin käyttö ja täysipainoinen hyödyntäminen vaatii, että malli täytettäisiin joka leimikosta, jotta tulokset olisivat täysin hyödynnettävissä.

Opinnäytetyö prosessin aikana mietittiin, että aihetta voisi tutkia myös kunnossapidon kannalta, jolloin pitemmän seuranta-ajan avulla selvitettäisiin kunnossapidon merkitystä metsäkoneketjun työtehoon ja käytettävyyteen.

Oman oppimisen kannalta kyseinen opinnäytetyö on laajentanut tietämystäni yrittämisestä ja erityisesti kone yrittämiseen liittyvistä tekijöistä ja muuttujista. Työteho käsitteen käsittelyssä oli myös mielenkiintoista havaita mitä kaikkea siihen sisältyykään.

## LÄHTEET

- Kare, E. 2015. Puunkorjuun koneistuminen – kehityspolku. Tekes. Viitattu 18.5.2016. [www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/puunkorjuun\\_kehityspolku304\\_2015.pdf](http://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/puunkorjuun_kehityspolku304_2015.pdf)
- Kariniemi, A. & Vartiamäki, T. 2010. Hakkuukoneen tietojärjestelmä tutkimustiedon lähteenä. Helsinki. Metsäteho. Viitattu 20.5.2016 [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2010/01/Metsatehon\\_raportti\\_212\\_Hakkuukoneen\\_tietoj%C3%A4rjestelm%C3%A4\\_tutkimustiedon\\_aka.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2010/01/Metsatehon_raportti_212_Hakkuukoneen_tietoj%C3%A4rjestelm%C3%A4_tutkimustiedon_aka.pdf)
- Koivuniemi, M. 2016. Kylmämaan Konetyö Oy. Kuljettajan haastattelu 1.3.2016
- Konttinen, H. & Drushka, K. 1997. Metsäkoneiden Maailmanhistoria. Helsinki: Otava
- Lantto, P. 2016. Kautto & Viuhkola Oy. Ajokoneen kuljettajan haastattelu. 15.4.2016
- Metsänhoito. 2015. Metsähallitus. Viitattu 21.5.2016 <http://www.metsa.fi/metsanhoito>
- Mäkeläinen, J. 2011. Työsuojelun taloudelliset vaikutukset ja tunnuslukuja. TTK. Viitattu 25.5.2016 [http://www.tyoturva.fi/files/2213/Tyosuojelun\\_taloudelliset\\_vaikutukset\\_27092011.pdf](http://www.tyoturva.fi/files/2213/Tyosuojelun_taloudelliset_vaikutukset_27092011.pdf)
- Rautio, A. 2016. Veljekset Rautio Oy. Osaomistajan haastattelu 20.4.2016
- Ruokojärvi, U. 2015. Tmi Uljas Ruokojärvi. Toimitusjohtajan haastattelu 11.10.2015
- Salakari, H. & Heimonen, R. 1998. Koneellinen puunkorjuu. Helsinki: Metsälehti Oy
- Suomen metsävarat. 2014. Metsäyhdistys. Viitattu 19.4.2016 <http://www.smy.fi/forest-fi/metsatietopaketti/suomen-metsavarat/>
- Parviainen, J. & Västilä, S. 2012. Suomen metsät 2011. Metla. Viitattu 24.5.2016 <http://www.metla.fi/metinfo/kestavyys/SF-1.htm>
- Vesterinen, J. 2011 Metsäkoneita Suomesta ja Suomessa 1910-2000. Alfamer Oy
- Virta, H. & Aaltonen, M. 2005-2007. Työtaturmaseurausten ja -kustannusten selvittäminen yritystasolla. Viitattu 6.4.2014 [http://www.ttl.fi/fi/tyoturvallisuus\\_ja\\_riskien\\_hallinta/tapaturmien\\_ehkaisy/tutkimuksia\\_tyoturvallisuudesta/Documents/Tyotaturmien\\_aiheuttamat\\_kustannukset\\_tutkimusosio\\_3.pdf](http://www.ttl.fi/fi/tyoturvallisuus_ja_riskien_hallinta/tapaturmien_ehkaisy/tutkimuksia_tyoturvallisuudesta/Documents/Tyotaturmien_aiheuttamat_kustannukset_tutkimusosio_3.pdf)



## LIITTEET

- Liite 1. Metsäkuljetuksen tehoajanmenekin rakennejakauma
- Liite 2. Metsäkonealan liiketoiminnan kustannuslaskelma
- Liite 3. Moton seurantalomake
- Liite 4. Ajokoneen seurantalomake
- Liite 5. Työtehon seurantalomake Motolle
- Liite 6. Työtehon seurantalomake Ajokoneelle
- Liite 7. Työtehoseurantamallin täyttöohje
- Liite 8. Ajokoneen työtehoon vaikuttavat tekijät
- Liite 9. Moton työtehoon vaikuttavat tekijät

Liite 1. Metsäkuljetuksen tehoajanmenekin rakennejakauma

Ryhmä	Työnvaihe	Vaikuttavat päätekijät	Tarkastelu yksikkö
Ajot	Tyhjänajon päättäminen ja valmistelut	Tekniset ja kuljettajasta johdettavat tekijät	min/kuorma
	Tyhjänajon aika	Vuodenaika, hakkuun suorittaja, maastoluokka	min/100m
	Kuormattuna-ajon valmistelu ja päättäminen	Tekniset ja kuljettajasta johdettavat tekijät	min/kuorma
	Kuormattuna-ajon aika	Vuodenaika, hakkuun suorittaja, maastoluokka	min/100m
Kuormaus	Kuormauksen valmistelu	Tekniset ja kuljettajasta johdettavat tekijät	min/m <sup>3</sup>
	Kuormausaika	Työpisteen koko, vuodenaika, puutavaralaji, ajouranvarsitiheys, hakkuun suorittaja, hakkuutapa	min/työpiste
	Kuormausajon valmistelu ja päättäminen	Tekniset ja kuljettajasta johdettavat tekijät	min/siirtymäkerta
	Kuormattuna ajon aika	Vuodenaika, hakkuun suorittaja, hakkuutapa, maastoluokka	min/siirtymäkerta
Purkamisen	Purkamisen valmistelu	Tekniset ja kuljettajasta johdettavat tekijät	min/m <sup>3</sup>
	Purkamisaika	Puutavaralaji, lajittelu	min/m <sup>3</sup>
	Purkamisajon aika	Varasto-olot, lajittelu	min/kuorma

Taulukko 2 Metsäkuljetuksen tehoajanmenekin rakennejakauma

Liite 2. Metsäkonealan liiketoiminnan kustannuslaskelma

Liite poistettu julkisesta versiosta. Sisältää liiketoiminnan kannalta tärkeitä tietoja.

## Liite 3. Moton seurantalomake

Kylmämaan Konetyö Oy Seurantalomake Moto

pvm / 201 5	Tehdyt kuutiot m3							Kulut			
	työ- aika h	Mänt y tukki	Mänt y muut	Kuus i tukki	Kuus i muut	Koiv u kaikk i	Muu t puu lajit	Polt- to- aine l	Öljyt vat	ras- vat	Muut kus- tannukset ja kulut
8.4	10	10	5	20	30	30		135	4		60 (hyd.öljy)
9.4	11	30	105	12	8	9		172	4		
10.4	9	6	78	2	5	21		110	4		
11.4	6	70	29	0	0	3		87	0		
12.4	9	42	79	3	9	6		118	30 (hyd.ölj)		25 (Letku)
13.4	19	23	145	0	3	16		238	30 (kes.rasva)		40 ( letku)
14.4	17	19	150	0	31	32		268	4		
15.4	17	62	126	0	17	7		210	4		180 (let- kuja)
16.4	8	24	46	0	16	2		92	0		
17.4	10	39	36	0	4	8		77	0		
20.4	8	1	4	6	17	72		106	4		
21.4	8	2,5	7	1	31	60		86	0		
22.4	9	8	13	11	38	19		71	4		
23.4	8	8	19	3	19	8		66	0		
24.4	7	17	32	16	21	17		85	0		
25.4	7	30	46	0	5	6		89	4		
27.4	18	146	82	0	0	0		290	0		
28.4	11	120	57	0	0	0		183	4		
29.4	10	106	61	0	0	0		151	4		
30.4	8	70	41	0	0	0		114	60 (hyd.öljy)		110 (letku)

## Liite 4. Ajokoneen seurantalomake

**Kylmämaan Konetyö Oy Seurantalomake Ajokone**

Ajetut kuutiot m <sup>3</sup>							Kulut				
pvm / 2015	työ- aika h	Mänt y tukki	Mänt y muut	Kuusi tukki	Kuusi muut	Koiv u kaikk i	Muut puu- lajit	Polt- to- aine l	Öljyt rasvat	Muut kus- tannukset ja kulut	
8.4	9	5	80	0	10	7		100	4	65 (letkuja)	
9.4	8	13	80	0	0	25		120	60 (hydr.)		
10.4	9	3	60	35	40	20		100	4		
13.4	15	30	140	0	40	15		170	4		
14.4	7	40	50	0	5	7		60	0		
15.4	11	70	25	7	0	55		130	4		
16.4	12	30	160	0	0	0		155	4		
17.4	9	25	100	0	10	16		80	0		
20.4	8	10	120	0	0	30		120	0		
21.4	18	130	50	0	0	60		210	4		
22.4	9	15	10	20	5	95		120	0		
23.4	7	15	5	0	120	0		100	4		
24.4	7	0	0	0	0	55		60	80 ( m.öljy)	260 (m-ölj. Suoda)	
27.4	4	0	25	16	8	7		50	0		
28.4	10	100	65	0	0	0		130	0		
29.4	12	160	45	0	0	0		170	4		
30.4	15	190	70	0	0	0		180	4		
1.5	7	100	25	0	0	0		100	0		
4.5	8	70	60	0	0	0		90	4		
5.5	10	140	30	0	0	0		125	0		

## Liite 5. Työtehon seurantalomake motolle

**Moton Työtehon seurantalomake****Kylmämaan Konetyö Oy****Työmaa** \_\_\_\_\_**Kuljettaja** \_\_\_\_\_**Kone** \_\_\_\_\_**1. Metsä 0-25%** \_\_\_\_\_ %**2. Maasto 0-15%** \_\_\_\_\_ %**3. Työmaan sijainti 0-10%** \_\_\_\_\_ %**4. Kuljettaja 0-25%** \_\_\_\_\_ %**5. Kaluston kunto 0-25%** \_\_\_\_\_ %**Yhteensä** \_\_\_\_\_ /100%**Työmaa kohtaiset kommentit:**


---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

**päivämäärä****allekirjoitus**

Liite 6. Työtehon seurantalomake ajokoneelle

**Ajokoneen Työtehon seurantalomake**

**Kylmämaan Konetyö Oy**

**Työmaa** \_\_\_\_\_

**Kuljettaja** \_\_\_\_\_

**Kone** \_\_\_\_\_

**1. Metsä 0-10%** \_\_\_\_\_ %

**2. Maasto 0-15%** \_\_\_\_\_ %

**3. Työmaan sijainti 0-10%** \_\_\_\_\_ %

**4. Kuljettaja 0-20%** \_\_\_\_\_ %

**5. Kaluston kunto 0-25%** \_\_\_\_\_ %

**6. Moton kuljettaja 0-20%** \_\_\_\_\_ %

**Yhteensä** \_\_\_\_\_ /100%

**Työmaa kohtaiset kommentit:**

---



---



---



---



---



---



---



---

**päivämäärä**

**allekirjoitus**

## Liite 7. Työtehon seurantamallin täyttöohje

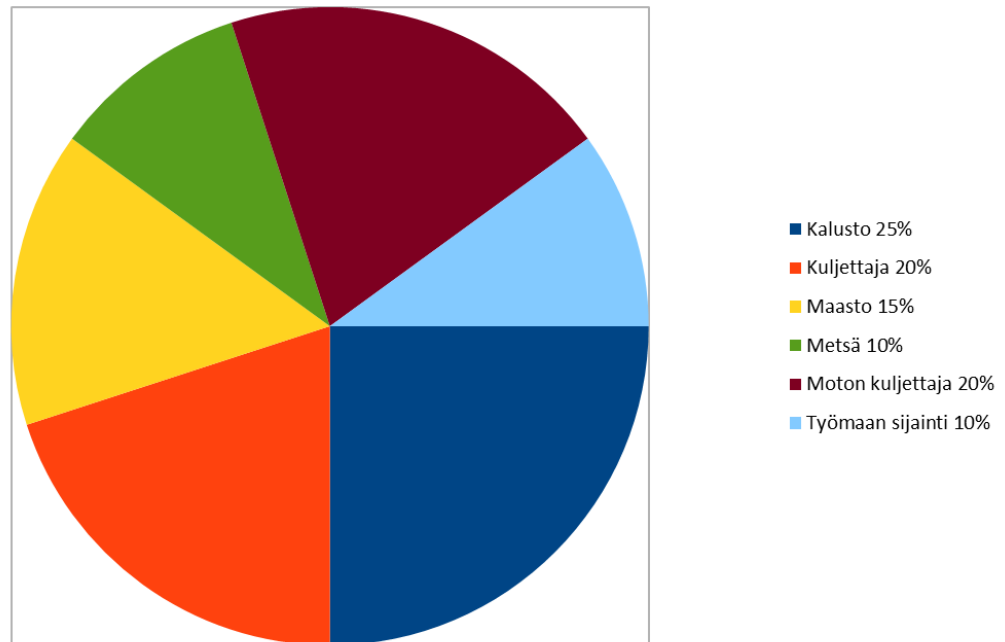
**Työtehon seurata lomakkeen täyttöohjeet:**

- **Lomakkeen täyttämistä vastaa yrityksen työjohto yhdessä kuljettajien kanssa.**
- **Lomakkeen perusarvoina käytetään prosenttitaulukkoa jossa 0% on huonoin mahdollinen ja 100% on paras mahdollinen yhdistelmä työtehon kannalta.**
- **Maastoa arvioitaessa arvioidaan koneen soveltuvuus suhteessa maaston kantavuuteen ja tarvittaviin kulkuominaisuuksiin.**
- **Metsää arvioitaessa seurataan kaadettavan metsän kokoa suhteessa käytettävän kaluston kokoon ja varusteluun.**
- **Työmaille tehtävät siirrot arvioidaan työmaalta saadun tuotoksen ja siirtojen välisenä suhteenä.**
- **Työnjohtajan arvioidessa kuljettajiensa panosta vertailuarvona käytetään parhaan kuljettaja tuotosta, johon verrataan muiden kuljettajien tuotosta.**
- **Arvioitaessa ajokoneen suoritusta moton kuljettajan vaikutus työtehoon keskustellaan lomaketta täytettäessä ajokoneen kuljettajan kanssa. Keskusteluista saatavat havainnot ja parannusehdotukset kirjataan työmaakohtaiset kommentit kenttään.**
- **Työmaakohtaiset kommentit kenttään täytetään lyhyt kuvaus jokaiseen arviointi kenttään liittyen, parannusehdotukset kaluston näkökulmasta ja arviot kuljettajasta jolloin kerätessä lomakkeiden tietoja yhteen nähdään missä yrityksellä on kehitettävää ja missä on onnistuttu.**



## Liite 8. Ajokoneen työtehoon vaikuttavat tekijät

Ajokoneen työtehoon vaikuttavat tekijät



## Liite 9. Moton työtehoon vaikuttavat tekijät

Moton työtehoon vaikuttavat tekijät

