

# Työajan jakautuminen tuotantoai- kaan ja käyttöaikaan metsäko- netyössä

Sanna Ruuskanen

Opinnäytetyö, huhtikuu 2022



OPINNÄYTETYÖ  
Huhtikuu 2022  
Metsätalouden koulutus

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600

Tekijä(t)  
Sanna Ruuskanen

Nimeke  
Työajan jakautuminen tuotantoaikaan ja käyttöaikaan metsäkonetyössä.

#### Tiivistelmä

Opinnäytetyössä tutkittiin työajan jakautumista tuotantoaikaan ja käyttöaikaan harvesteri-, kuormatraktori-, koneketju- ja kuljettajakohtaisesti sekä harvestereiden ja kuljettajien käyttötuntituottavuutta hakkuutavoittain. Työ toteutettiin metsäkoneiden keräämien tietojen ja kuljettajien tekemien työaikakirjausten perusteella.

Aineisto koostettiin elokuun 2021 ja tammikuun 2022 väliseltä ajalta 13 harvesterilta, 10 kuormatraktorilta sekä näistä koostuneista 10 koneketjulta. Tiedot kerättiin myös näillä koneilla työskennelleiltä 47 kuljettajalta. Työ toteutettiin määrällisenä tutkimuksena. Analysoinnissa laskettiin tuotantoajan ja käyttöajan suhteelliset osuudet työajasta sekä suhteellisten osuuksien luottamusrajat ja vaihteluvälit. Työajan ja käyttöajan välistä yhteyttä tarkasteltiin lineaarista regressiomallia käyttämällä ja esiteltiin sirontakuvioiden ja selitysasteiden avulla.

Harvestereiden ja kuormatraktoreiden tuotantoaikojen ja käyttöaikojen osuudet työajasta ovat samansuuntaiset aikaisempien tutkimusten kanssa. Tuotantoaikojen ja käyttöaikojen suhteelliset osuudet työajoista olivat kuormatraktoreilla suuremmat kuin harvestereilla. Myös työajan ja käyttöajan välinen yhteys oli voimakkaampi kuormatraktoreilla kuin harvestereilla. Harvestereiden käyttötuntituottavuus oli keskimäärin 18,65 m<sup>3</sup> riippumatta hakkuutavasta.

Kieli  
suomi

Sivuja 38

Asiasanat  
Työaika, tuotantoaika, tuottavuus, metsäkoneet, harvesterit, kuormatraktorit



THESIS  
April 2022  
Degree Programme in Forestry

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600

Author (s)  
Sanna Ruuskanen

Title  
Distribution of working time by production time and operating time in forest machine work.

#### Abstract

In this thesis the distribution of working time based on production time and operating time were analysed. The distributions were made harvester-, forwarder-, machine chain- and driver-specific. Also the hourly productivity of harvesters and drivers were examined according to felling methods. The work was carried out based on data collected by forest machines and working time records made by drivers.

The data were compiled for the period from August 2021 to January 2022 from 13 harvesters, 10 forwarders and 10 machine chains made up of these. Data were also collected from 47 drivers working on these machines. The work was carried out as a quantitative study. The analysis calculated the relative shares of production time and operating time in working time, as well as the confidence limits and ranges of the relative shares. The relationship between working time and operating time was examined using a linear regression model and presented using scattering patterns and explanatory ratios.

The shares of production time and operating time of harvesters and forwarders are in line with previous studies. The relative shares of production times and operating times were higher for forwarders than for harvesters, and the relationship between working time and operating time was also stronger for forwarders than for harvesters. The average hourly productivity of the harvesters was 18.65 m<sup>3</sup>, regardless of the felling method.

Language  
Finnish

Pages 38

Keywords  
Working time, production time, productivity, forestry machinery, harvesters, forwarders

# Sisältö

1	Johdanto .....	5
2	Metsäkoneyrittäminen.....	5
2.1	Metsäkoneyritysten kannattavuus.....	7
2.2	Metsäkonetyö .....	7
3	Seurantatutkimus, aika- ja tuotostutkimus .....	8
3.1	Metsäkoneenkuljettajan työpäivä.....	10
3.2	Tuotantoaika ja käyttöaika .....	11
3.1	Metsäkoneen tuotos ja tuottavuuteen vaikuttavat tekijät.....	12
3.2	Metsäkoneiden käyttöasteen mittaaminen.....	14
4	Toimeksiantaja.....	15
4.1	Työajanseurantajärjestelmä ja työajankirjaus .....	15
4.2	Metsäkoneiden hallinnointijärjestelmä .....	16
5	Tutkimuksen tavoitteet.....	17
6	Aineisto ja aineiston käsittely .....	17
7	Tulokset .....	20
7.1	Harvestereiden työajan jakautuminen ja käyttötuntituottavuudet.....	20
7.2	Työajan jakautuminen kuormatraktoreilla .....	24
7.3	Työajan jakautuminen koneketjuilla .....	27
7.4	Kuljettajien työajanjakautuminen ja käyttötuntituottavuus .....	30
8	Pohdinta.....	31
8.1	Tulosten tarkastelu ja päätelmät .....	32
8.2	Luotettavuus ja eettisyys .....	34
8.3	Tulosten hyödyntäminen ja jatkotutkimusaiheet .....	35
	Lähteet.....	37

## 1 Johdanto

Puunkorjuuyritysten kannattavuudessa on ollut viime vuosina haasteita. Kannattavuus laskee, kun kustannukset nousevat. Vuoden 2020 Koneyrittäjien teettämästä kannattavuusselvityksestä paljastui, että palkkakorjattu liiketulos on painunut negatiiviseksi keskimääräisessä puunkorjuuyrityksessä ensimmäistä kertaa sinä aikana, kun kannattavuusselvityksiä on tehty. Lisäksi puunkorjuun ja puunkuljetuksen kustannukset ovat nousseet viime vuosina mm. saatavuusongelmien ja polttoainehintojen nousun myötä. (Koneyrittäjät 2021.) Työn tehostaminen on yksi keino parantaa puunkorjuuyrityksen kannattavuutta, sitä varten tarvitaan tietoa tämänhetkisestä työajan jakautumisesta ja tuottavuustasosta.

Metsäkoneenkuljettajan työpäivään kuuluu tehokkaan yritykselle tuloja tuottavan työn lisäksi myös paljon muita tärkeitä työtehtäviä, kuten koneiden huollot ja säädöt. Työmaavierailut, yllättävät tilanteet ja koneiden korjaustoimet aiheuttavat keskeytyksiä tehokkaaseen työskentelyyn, joten työn tehostaminen vaatii paljon hiomista.

Tutkimus käsittelee puunkorjuuyrityksen omistuksessa olevien metsäkoneiden tuotanto-, käyttö- ja työajan jakautumista sekä käyttötuntituottavuutta. Tietoja tarkastellaan kuljettaja-, metsäkone-, ja koneketjukohtaisesti elokuun 2021 - tammikuun 2022 väliseltä ajalta. Kuuden kuukauden tarkastelujakso sisältää vaihtelevia korjuukelpoisuusajanjaksoja, jolloin tuloksista saadaan tarpeeksi monipuoliset. Tutkimuksen tuloksia käytetään yrityksen kehittämiseen sekä koko henkilöstön motivointiin.

## 2 Metsäkoneyrittäminen

Ensimmäiset varsinaiset kuormatraktorit kehitettiin ja otettiin käyttöön 1960-luvun lopulla, joilla korvattiin aikaisemmin hevosella tehtävä puutavaran kuljetus metsästä varastolle. Hakkuussa käytettiin vielä perinteisiä menetelmiä

vuosikymmeniä, kunnes kokeilujen jälkeen hakkuutyökin koneellistui 1970-luvulla. Kehityksen myötä nykyisten metsäkoneiden tuottavuus, työn laatu ja työturvallisuus on parantunut huomattavasti verrattuna ensimmäisiin metsäkoneisiin. (Kare 2015, 5, 9.)

Suomessa metsäyhtiöt ovat pitkään käyttäneet yrittäjiä puutavaran metsäkuljetuksessa, aluksi hevosajureita, sitten maataloustraktoreiden kuljettajia ja myöhemmin varsinaisia metsäkoneurakoitsijoita. Alkuun työtä on tarjottu kausiluonteisesti, mutta myöhemmin metsätyönantajat alkoivat tehdä urakoitsijoiden kanssa pidempiä sopimuksia, joilla pyrittiin tarjoamaan mm. ympärivuotista työtä. (Leikola & Pakkanen 2010, 601–602.)

Monet metsäkoneyritykset ovat vuosien saatossa kasvaneet ja metsäkoneyritykset ovat laajentuneet yhden kuljettajan ja kuormatraktorin yrityksistä. Tänä päivänä yrityksillä on useita koneketjuja ja henkilöstöä on voitu palkata lisää. Työ on joissain määrin vieläkin kausiluonteista johtuen esimerkiksi huonoista talvista, pitkään jatkuvista kelirikkokausista tai sadejaksoista, jotka heikentävät maaston ja metsäteiden kantavuutta ja tekevät korjuuolosuhteista heikot eikä sopivia kelirikkokohteita ole aina tarpeeksi tarjolla.

Puunkorjuuyritysten asiakkaat odottavat urakoitsijoilta myös entistä laajempaa palveluiden tarjontaa. Urakointisopimukset ovat pidempiä sekä sisältävät laajoja vastuualueita. (Nieminen 2015, 7.) Korjuuyrittäjien vastuuksi on myös entistä enemmän siirtynyt mm. leimikon suunnittelu, tarkastusmittaukset ja korjuuohjelmien tekeminen koneille (Reikilä & Räsänen 2008). Pienet puunkorjuuyritykset eivät pysty vastaamaan suoraan suurten metsäyhtiöiden odotuksiin ja toimivat monesti isommille puunhankintayrityksille aliurakoitsijoina (Hamunen, Jylhä & Rikkinen 2020). Asiakkailla on myös entistä enemmän vaatimuksia työmaillaan työskentelevien kuljettajien koulutustasosta. Kuljettajalla tulee olla suoritettuna asiakaskohtaiset koulutukset sekä muut yleisesti vaaditut koulutukset, kuten työturvallisuuskoulutus.

## 2.1 Metsäkoneyritysten kannattavuus

Metsäkoneyrittämisen suurimpia haasteita on alusta asti ollut kannattavuus (Leikola & Pakkanen 2010, 601). Vaikka metsäkoneiden kehitys on nostanut metsäkoneiden tuottavuutta, on kehityksen seurauksena metsäkoneiden hankintahinnat ja valmistuskustannukset nousseet entisestään. Tämän päivän metsäkoneet ovat kustannustehokkaita, mutta puunkorjuutaksat eivät ole pysyneet kehitystahdissa mukana, mikä vaikuttaa tällä hetkellä kustannusten kanssa puunkorjuuyritysten kannattavuuteen. (Kare 2015, 35.) Vuoden 2020 koneyttäjien tilaaman kannattavuusselvityksen mukaan palkkakorjattu liike-tulos on ensimmäistä kertaa kääntynyt negatiiviseksi keskimääräisessä puunkorjuuyrityksessä sinä aikana, kun selvityksiä on tehty (Koneyrittäjät 2021).

Yritys tavoittelee toiminnallaan voittoa, joka saavutetaan kannattavan liiketoiminnan seurauksena. Yrityksen toiminta-aikana voi toiminta olla myös ajoittain tappiollista. Pitkällä aikavälillä tarkasteltuna yritystoiminnan on oltava taloudellisesti kannattavaa, jotta yritys pysyy elinkelpoisena ja sillä on mahdollisuus menestyä. Yrityksen taloudelliseen kannattavuuteen vaikuttaa monet tekijät ja sitä voidaan mitata monin tavoin. (Jylhä & Viitala 2014, 306–307.)

Kannattavan toiminnan ansiosta myös työn tuottavuuden parantamiselle on paremmat edellytykset, kun siihen on varoja käytettävissä. Tällöin tekniikkaa, järjestelmiä ja koneita on mahdollista kehittää. Työolosuhteita voidaan parantaa, palkata lisää henkilöstöä ja järjestää koulutuksia. (Jylhä & Viitala 2014, 312.)

## 2.2 Metsäkonetyö

Metsäkonetyöskentely on itsenäistä kaksi- tai kolmivuorotyötä, jossa kuljettajan on kyettävä tekemään itsenäisiä ja nopeita päätöksiä ja ratkaisuja sekä täyttämään metsäasiakkaan vaatimat mitta- ja laatuvaatimukset, työnantajan odotukset sekä metsänomistajan toiveet. Kuljettajan täytyy työssään jatkuvasti havainnoida ympäristöään, seurata työnsä laatua ja jälkeä sekä ottaa vastaan ja käsitellä suuret määrät informaatiota koneen kunnosta ja työmaasta.

Metsäkoneiden kuljettajille mieluisaa on työn vapaus ja vaihtuvat metsämaiset. Työmaat eivät aina ole lähellä, vaan ne voivat sijaita myös pitkien matkojen päässä, joten työmatkojen pituudet vaihtelevat. Konetyö on istumatyötä ja istumatyön haittojen vähentämiseksi kuljettajan olisi suositeltavaa verryttää ja jaloitella tauoilla. Lisäksi kuljettajalla on hyvä olla koneiden tuntemusta ja tekniikan osaamista, jotta huollot ja korjaukset onnistuvat.

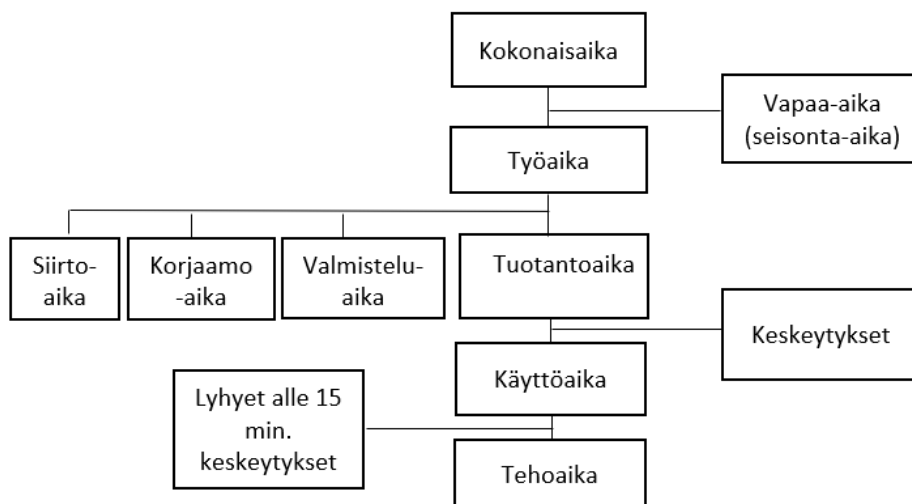
### **3 Seurantatutkimus, aika- ja tuotostutkimus**

Metsäkoneiden seurantatutkimusten tarkoituksena on selvittää tietyltä aikaväliltä käyttö- tai tehoajan suhteellinen osuus tuotantoajasta, kokonaisajasta ja työajasta. Seurantatutkimuksessa voidaan myös tarkastella ajanmenekkiä, mikä kuuluu muihin työhön liittyviin tehtäviin. (Uusitalo 2003, 169.) Metsäkonetyön seurantatutkimusten aikajänne on yleensä pitkä eli aikajänne voi olla kuukausia tai jopa vuosia.

Aika- ja tuotostutkimuksella tutkitaan työvaiheisiin kuluneen ajan määrää ja mitataan työn tuotosta. Aika- ja tuotostutkimuksen tarkoitus on selvittää, millaisen panoksen tutkittavat työvaiheet vaativat ja mitkä asiat vaikuttavat tuottavuuteen ja ajan menekkiin. Aika- ja tuotostutkimuksissa käytetään yleensä pieniä otosmääriä, joten koehenkilöiksi suositellaan valittavaksi työntekijät, joilla on jo enemmän kokemusta työstään. Yleensä aikatutkimuksessa paneudutaan pelkästään yksittäisen työvaiheen tai menetelmän tehoajan tai käyttöajan määrittämiseen. (Uusitalo 2003, 165–166.)

Perinteisesti aineistot aikatutkimusta varten on kerätty hakkuutyömaalla maastotallentimella tai videoinnin avulla (Uusitalo 2003, 169). Aikatutkimusta varten tietojen keräämisessä voidaan nykyään hyödyntää metsäkoneiden keräämiä ja tallentamia tarkkoja ajanmenekkitietoja eri työvaiheista (Nuutinen 2013, 12).





Kuva 1. Metsätyötutkimuksissa käytetty koneelliseen hakkuutyöhön soveltuva työaikajaottelu (Kauranen 1987).

Työaikajaottelun mukainen kokonaisaika sisältää työajan lisäksi koneiden seisonta ajan. Työaika sisältää tuotantoajan lisäksi siirtoihin käytetyn ajan, korjaamoajan ja valmisteluajan. Tuotantoaikaan kuuluu kaikkien konetyön keskeytysten lisäksi käyttöaika, joka puolestaan koostuu tehoajasta ja lyhyistä alle 15 minuuttia kestävästä keskeytyksistä. Tehoaika koostuu runkojen käsittelyyn käytetystä ajasta ja maastoajasta eikä se sisällä keskeytyksiä. (Kuva 1.)

Tässä tutkimuksessa työaika koostuu kuljettajan tekemistä huolloista, kuljettajan työpäivän aikana tehdyistä siirtoajoista ja mahdollisista koulutuksista sekä opastus- tai suunnittelutöistä tuotanto- ja käyttöajan lisäksi. Tuotantoaika koostuu käyttöajan lisäksi kaikista keskeytyksistä ja ajasta, jolloin koneen moottori on käynnissä esimerkiksi kovien pakkasten aikaan moottorin lämmittämiseen käytetty aika ennen työskentelyn aloitusta. Käyttöaika sisältää hakkuu- tai lastausajan, maastoajot ja alle 15 minuuttia kestävät keskeytykset. Kuormatraktoreiden lastausaika koostuu kuorman lastaamisesta ja purkamisesta. Harvesteilla hakkuuaika koostuu rungon käsittelystä, kuten hakkuupään puulle viennistä, kaadosta, karsinnasta, katkonnasta ja latvan käsittelystä.

### 3.1 Metsäkoneenkuljettajan työpäivä

Koneketjun toimivuus vaatii kuljettajilta hyvää yhteistyötä, jotta toiminta on sujuvaa. Koneketju muodostuu harvesterista, jonka tehtävänä on puun käsittely, kaato ja karsinta sekä mitta- ja laatuvaatimusten mukainen puun katkonta. Koneketjuun kuuluu myös kuormatraktori, jonka tehtävänä on kuljettaa harvesterin katkomat puut varastopaikalle. (Juvonen & Kortelainen 2018, 8.)

Harvesterinkuljettajan työaika alkaa, kun hän kirjaa itsensä sisään työaikajärjestelmään saapuessaan työmaalle. Käytännössä työpäivän alussa on tehtävä erilaisia valmistelutoimenpiteitä, varoituskylttien paikalleen laitto, auton parkkeeraus, koneen käynnistäminen ja kunnon tarkastus sekä korjuuohjeiden tarkastaminen (Juvonen & Kortelainen 2018, 8).

Kun valmistelutyöt on tehty, voi aloittaa hakkuutyön tarvittaessa varastopaikan ja ajouran avaamisella. Hakkuutyön edetessä kuljettaja joutuu välillä keskeyttämään työnsä kalibrointimittausten ja satunnaisten runkojen mittausten vuoksi. Hakkuun edetessä kuljettaja tarkastelee työnsä laatua. (Juvonen & Kortelainen 2018, 9.)

Työvuoron lopuksi kuljettaja ajaa harvesterin huoltopisteelle ja tarkastaa koneen kunnon sekä tekee tarvittavat huollot, nesteiden lisäykset ja vaihtaa tietoja vuorokaverin kanssa. Tuotantotiedot lähetetään sopimuksen mukaan urakanantajalle. (Juvonen & Kortelainen 2018, 9.) Lopuksi harvesterinkuljettaja kirjaa itsensä ulos työaikajärjestelmästä.

Metsätraktorinkuljettajan työnkuva koostuu lähes samoista asioista, kuin harvesterinkuljettajan, lukuun ottamatta hakkuuta. Hakkuun sijaan metsätraktori kulkee harvesterin tekemää jälkeä ja kerää katkotut puut koneen kyytiin ja kuljettaa ne varastopaikalle. Ainespuun ajossa ei tavallisesti tehdä satunnaismittauksia, vain hakkuutähteiden kuljetuksessa tehdään satunnaisotantamenetelmällä tarkistuspunnituksia päivittäin. Leimikon loputtua kuormatraktorinkuljettaja päättää metsäyhtiön järjestelmässä työmaan.

Harvesterityön keskeytys ja ajanmenekki tutkimuksen (Juvonen & Kortelainen 2018) mukaan harvesterinkuljettajan työkokemus vaikuttaa keskeytysten määrään toisin kuin kuljettajan koulutus, konemerkki tai urakanantaja. Kuljettajan kohdatessa fyysisiä keskeytyksiä paljon työvuoronsa aikana voivat keskeytykset vaikuttaa kuljettajaan myös henkisesti, mikä vaikuttaa kuljettajan keskittymiskykyyn. Tutkimuksen aineisto kerättiin maastossa tehtävällä keskeytysten kello-  
tuksella ja kuljettajien haastattelulla. (Juvonen & Kortelainen 2018, 16, 41.)

### 3.2 Tuotantoaika ja käyttöaika

Tuotantoaikaan kuuluu käyttöajan ja tehoajan lisäksi kaikki työn keskeytykset riippumatta keskeytyksen pituudesta. Metsäkoneen tehoaikaan kuuluu vain työhön sisältyvät työvaiheet, tehoaika ei sisällä työn keskeytyksiä. Käyttöaikaan kuuluu myös lyhyet alle 15 minuuttia kestävät keskeytykset. Käyttöaika kuvaa työn tuottavuutta paremmin, koska metsäkonetyöskentelyssä tulee aina keskeytyksiä esimerkiksi koneen huoltotoimien vuoksi. Yleisen käytännön mukaan tehoaikaa kuvataan yksikkönä  $E^0$  ja käyttöaikaa  $E^{15}$ . Kokonaisaika yleisesti koostuu käyttöajan ja tehoajan lisäksi työajasta ja tuotantoajasta. (Uusitalo 2003, 167.)

Jylhä, Jounela, Koistinen ja Korpunen (2019) selvitti laajalla seurantalutkimuksella 23 harvesterin keräämien tietojen pohjalta harvestereiden tuottavuuden sekä ajankäytön rakennetta eri puolilla Suomea (Jylhä ym. 2019, 6). Tutkimuksen tuloksien mukaan, kun tarkasteltiin koko aineistoa, oli käyttöajan osuus keskimäärin 87 % tuotantoajasta hakkuutavasta riippumatta. Tehoaikaa pystyttiin mittaamaan kahden konemerkin osalta ja tehoajan suhde tuotantoajasta oli koko aineistolla mitattuna ja hakkuutavasta riippumatta 79 % tuotantoajasta. (Jylhä ym. 2019, 25–26.)

Tarkemmin tarkasteltuna tuotantoaika jakautui Jylhän ym. (2019) tutkimuksen mukaan niin, että prosessoinnin osuus oli 70,7 %, maastoajo 6,9 %, muu työ 1,2 %, siirtoajo 0,5 %, alle 15 minuuttia kestävät keskeytykset 6,8 % ja yli 15 minuuttia kestävät keskeytykset 13,9 % tuotantoajasta, kun tarkastellaan koko

aineistoa riippumatta hakkuutavasta. Työvuoron aikana harvesterilla työskenneltiin keskimäärin 7,27 tuntia. Tulokset työvuoron aikana koneella työskentelemisestä saatiin vain yhden konemerkin osalta. (Jylhä ym. 2019, 27.)

Vanhemmassa Kuiton ym. (1994) laatimassa aika- ja seurantalututkimuksessa tutkittiin mm. harvestereiden sekä metsäkuljetuksen ajanmenekkiä ja tuottavuutta sekä työajan, tuotantoajan ja käyttöajan rakennetta. Tiedot kerättiin kahdena eri ajanjaksoina yhteensä 60 koneelta eri puolilta Suomea. Harvestereilla käyttöajan osuus tuotantoajasta oli 82 % ja keskimääräinen tuotantoajan osuus työajasta oli 91 %. Metsäkuljetuksessa käyttöajan osuus tuotantoajasta oli 91 % ja keskimääräinen tuotantoajan osuus työajasta 90 %. (Kuitto ym. 1994, 7–8, 19–20, 27.)

### **3.1 Metsäkoneen tuotos ja tuottavuuteen vaikuttavat tekijät**

Tuotos on tulos, esimerkiksi tuote tai hyödyke, joka syntyy työn tai toiminnan seurauksena. Tuotos metsäkonetyössä on usein tehdyt kiintokuutiot tai hehtaarit. Tuotoksen aikaan saamiseen käytetään panosta, joka voidaan ilmoittaa esimerkiksi työtunteina. (Uusitalo 2003, 164.)

Tuottavuus on tuloksen suhde verrattuna sen valmistukseen käytettyihin panoksiin. Tuottavuutta voidaan ilmaista esimerkiksi tehtyjen kiintokuutioiden määrä käyttötunnissa. Tällöin voidaan puhua työn tuottavuudesta. (Uusitalo 2003, 164.)

Tuottavuutta voidaan parantaa, jos samoilla panoksella tehdään enemmän tai samoilla panoksilla nostetaan asiakasarvoa. Tuottavuutta voidaan parantaa myös käyttämällä aiempaa edullisimpia panoksia tai tuotetta kohden käyttämällä panoksia vähemmän. (Jylhä & Viitala 2014, 312.)

Harvesterin, kuormatraktorin, kuljettajan ja leimikon ominaisuuksilla on paljon vaikutusta konetyön tuottavuuteen, esim. kuljettajan vireystila, motivaatio, henkinen ja fyysinen kestävyys, koulutus sekä yleinen työpaikan ilmapiiri.

Leimikonominaisuudet kuten ennakkoraivaamattomuus, läpimitaltaan pieni puusto tai vaikeat maaston muodot ja kohdat vaikuttavat tuottavuuteen heikentävästi. Monilla pienillä asioilla voi kuitenkin vaikuttaa positiivisesti tuottavuuteen, kuten käyttämällä tarpeeksi tehokkaita valoja pimeänaikaan sekä käyttämällä kestäviä laippoja ja ketjuja.

Metsätehon tutkimuksessa tutkittiin mm. ennakkoraivauksen vaikutusta hakkuun ja metsäkuljetuksen tuottavuuteen. Tutkimuksen tuloksissa todetaan mm. mikäli hakattavassa kohteessa on 2 metristä kuusialuskasvillisuutta 2000 runkoa hehtaarilla laskee se työn tuottavuutta 12–14 % verrattuna kohteisiin, joilla aluskasvillisuutta ei ole. Aluskasvillisuuden runkoluvun noustessa 10 000 runkoon hehtaarilla laskee hakkuun tuottavuus 30–34 % (Kärhä, Kallio, Keskinen, Liikkanen & Lindroos 2006, 8–9.) Ennakkoraivauksella on merkitystä hakkuun ja metsäkuljetuksen tuottavuuteen. Varsinkin tiheä kuusialikasvos lisää hakkuun ajanmenekkiä, koska hakkuupään puulle vienti ja kaato hankaloituvat sekä hakkuupäällä joutuu painelemaan sekä raivaamaan alikasvosta. Alikasvoksella on vaikutusta myös metsäkuljetuksen tuottavuuteen. Kohteilla, joissa alikasvos on tiheää, joutuu kuormatraktorin kuljettaja poistamaan kuormaan tulleita alikasvopuita tai tiputtelemaan taakan mukana tulleita puita kourasta. Kuorman siistiminen ja tiputtelu lisää ajanmenekkiä. (Kärhä ym. 2006, 9, 67.)

Taskisen (2016) pro gradussa selvitettiin hakkuutyön tuottavuutta sekä iän ja kokemuksen vaikutusta tuottavuuteen. Tavoitteena tutkimukselle oli luoda tarkemmat tuottavuusmallit pääte- ja harvennushakkuille sekä tutkia, kuinka metsäkoneen kuljettajan kokemus ja ikä vaikuttavat tuottavuuteen. Tutkimuksessa koneiden kuljettajille laadittujen oppimiskäyrien avulla havaittiin, että rajaa ei voida selkeästi määrittää, milloin kuljettajan tuottavuustaso lähtee laskemaan kuljettajan ikääntyessä. Tutkimuksen tuloksista pääteltiin, että harvennushakkuussa ja päätehakkuussa yli 20 % tuottavuudesta selittää harvesterin kuljettajan kokemus ja ikä sekä niiden keskinäinen suhde. (Taskinen 2016, 2, 43.)

Jylhän ym. laatiman harvestereiden seurantalutkimuksen mukaan tuotantoaika-tuottavuuden osuus käyttötuntituottavuudesta oli 87 % ja koko aineistoa tarkastellessa keskimääräinen käyttötuntituottavuus oli harvennuksilla 11,8 m<sup>3</sup>/E<sub>15</sub>-h ja

päätehakkuilla 25 m<sup>3</sup>/E<sub>15</sub>-h. Yhden konemerkin osalta voitiin tutkia myös teho-  
tuntituottavuutta, joka oli harvennuksilla keskimäärin 13,4 m<sup>3</sup>/E<sub>0</sub>-h ja päätehak-  
kuilla 28,4 m<sup>3</sup>/E<sub>0</sub>-h. (Jylhä ym. 2019, 29–30.)

### 3.2 Metsäkoneiden käyttöasteen mittaaminen

Puunkorjuuyrityksessä metsäkoneisiin sitoutuu paljon pääomaa, joten konere-  
surssien käyttö pyritään pitämään tehokkaana. Käytön tehokkuutta voidaan ku-  
vata käyttöasteiden avulla. Korjuuyrittäjä pyrkii toiminnallaan pitämään käyttöas-  
teen korkealla. Käyttöasteeseen kuitenkin vaikuttaa myös monet koneyrittäjästä  
riippumattomat syyt, kuten kelirikkoaika, puu raaka-aineen kysyntä ja vaihtele-  
vat sääolosuhteet. (Nieminen 2015, 14–15.)

Metsäkoneiden teknistä käyttövarmuutta voidaan kuvata teknisen käyttöasteen  
(machine availability, MA) avulla. Tekninen käyttöaste saadaan, kun koneen  
käyttöaika jaetaan käyttöajan, korjaamoajan ja huoltoon käytetyn ajan sum-  
malla. (Jylhä 2019, 14.) Tekninen käyttöaste on metsäkoneilla yleensä noin 85–  
90 % (Uusitalo 2003, 181).

$$MA = \frac{\text{Käyttöaika}}{\text{Käyttöaika} + \text{korjaus} + \text{huolto} + \text{korjauksen odotus}}$$

(Jylhä 2019,14.)

Toiminallinen käyttöaste (machine utilization, MU) kuvaa metsäkoneen valmiutta  
käytännössä. Toiminnallinen käyttöaste ottaa huomioon teknisen käyttöajan li-  
säksi mm. työmaakeskeytykset. Toiminallinen käyttöaste saadaan, kun metsä-  
koneen käyttöaika jaetaan käyttöajan, maastoajoon käytetyn ajan, muuhun työ-  
hön käytetyn ajan, korjaamoajan, korjaamoon pääsyn odotusajan ja huoltoihin  
käytetyn ajan sekä lavettisiirtoihin käytetyn ajan ja keskeytysajan summalla.  
(Jylhä 2019,14.) Yleisesti harvesterin toiminnallinen käyttöaste on 85 % ja kuor-  
matraktoreiden 81 % (Uusitalo 2003, 181).

$$\text{MU} = \frac{\text{Käyttöaika}}{\text{Käyttöaika} + \text{maastoajo} + \text{muu työ} + \text{korjaus} + \text{huolto} + \text{korjauksen odotusaika} + \text{siirrot} + \text{keskeytykset}}$$

(Jylhä 2019,14.)

## 4 Toimeksiantaja

Työn toimeksiantajana toimii metsäpalveluyritys, joka on tarjonnut palveluitaan jo yli 50 vuotta. Alkuun yritys tarjosi muiden senaikaisten yrittäjien tapaan puunkorjuuta, joka oli lähinnä pelkkää puun metsäkuljetusta. Myöhemmin yritys alkoi tekemään myös hakkuita. Tänä päivänä yritys tarjoaa puunkorjuun lisäksi erikoishakkuita kuten, myrskytuho-, reunavyöhyke-, tontti-, tienvarsi- ja puistomet-sähakkuita.

Toimeksiantaja toimii Suomessa ja on myös vakiinnuttanut paikkansa Keski-Euroopan myrskytuhokohteilla. Yritys on perheyrittäjä, mikä näkyy vielä tänä päivänäkin yrityksen arvoissa ja toimintatavoissa. Yrityksen halu kasvaa ja kehittyä, innokkuus ja tilaisuuksiin tarttuminen on auttanut yritystä pitkän historiansa luomisessa.

### 4.1 Työajanseurantajärjestelmä ja työajankirjaus

Toimeksiantajalla on käytössä sähköinen työajankirjaus. Työajanseurantajärjestelmä helpottaa koko organisaation työntekijöiden arkea. Metsäkoneenkuljettaja voi ladata puhelimeensa työajanseurantajärjestelmän mobiilisovelluksen, jolloin työpäivän aloitus- ja lopetuskirjaukset saa tehtyä heti työmaalle saavuttaessa tai lähdetessä sieltä. (Kiho 2022.)

Käytössä oleva järjestelmä on räätälöity toimeksiantajalle sopivaan muotoon. Metsäkoneenkuljettaja merkitsee työajanseurantaan töiden aloitusajan ja lopetusajan lisäksi asiakkaan, kenelle työskentelee ja koneen millä työskentelee.

Lisäksi kuljettaja valitsee palkkalajin, kuten hakkuutyön tai metsäkuljetuksen. Mikäli kuljettaja tekee muita yllättäviä korjaustoimia työpäivän aikana, valitsee kuljettaja palkkalajikseen koneen korjauksen ja huollon. Vuoronvaihdossa tapahtuvia normaaleja huoltotoimia ja nesteiden lisäyksiä, ei kirjata erikseen. Koulutuspäiville kuljettaja merkitsee palkkalajikseen koulutuksen. Mikäli kuljettajalle kertyy pankkituntikertymiä tai hän on tasoittumisvapaalla, valitsee kuljettaja palkkalajia vastaavan merkinnän. Kuljettajalla on myös mahdollisuus kirjata työpäivänsä sisällöstä. Tämän kuljettajat ovat yleensä tehneet vain silloin, kun työpäivä on ollut normaalista poikkeava. Mahdolliset korvaukset, kuten kilometrikorvaukset ja ateriakorvaukset kuljettajat merkkäävät työaikajärjestelmään kulujen aiheutumispäivälle.

## **4.2 Metsäkoneiden hallinnointijärjestelmä**

Koneenvalmistaja tarjoaa metsäkoneyrittäjille suunnatun metsäkoneiden hallinnointijärjestelmän, jota kautta yrittäjä saa tarvittaessa tietoa koneistaan. Hallinnointijärjestelmän kautta yrittäjä voi seurata hakkuun edistymistä, sekä tarvittaessa auttaa kuljettajaa ongelmatilanteissa metsäkoneen etähallinnan avulla. Järjestelmän sisältämien toimintojen kautta yrittäjä voi tarkastella koneiden kuntoa ja tuotostietoja leimikoittain. Lisäksi eri toimintojen avulla voidaan tarkastella konekohtaisesti kokonaistuotosta tai koneen ja kuljettajan tuotosta käyttötunneissa. Kuljettaja- ja konekohtaisesti voidaan tarkastella myös polttoaineen kulutusta käyttötunnissa tai polttoaineen kulutusta hakattua kiintokuutiota kohti sekä keskimääräistä rungon käsittelyyn käytettyä aikaa, joka on vielä tarkemmin jaoteltu luokkiin hakkuupään puulle vienti, kaatosahaus, puun syöttö, katkontasahaus, lajittelu ja latvan käsittely. (Ponsse 2022.)

Vertailua tai tarkempaa tarkastelua varten koneiden eri tunnusluvuista, polttoaineenkulutusta tai tuottavuudesta on mahdollista saada raportit haluamaltaan aikaväliltä hakkuutavoittain tai rungon kokoluokan mukaan. Järjestelmä sisältää myös huolto-osion, joka kertoo konetunnit ja muistuttaa koneen huollosta, mikäli huoltoväli on sovellukseen asetettu. (Ponsse 2022.) Lisäksi järjestelmästä on



saatavissa mittaustodistukset. Tiedot hallinnointijärjestelmässä ovat metsäkoneiden järjestelmien automaattisesti keräämiä tietoja.

## **5 Tutkimuksen tavoitteet**

Metsäkoneiden keräämien tietojen ja kuljettajien tekemien työaikakirjausten perusteella haettiin toimeksiantajalle vastausta, kuinka metsäkoneilla tehty työaika, tuotantoaika ja käyttöaika jakautuvat koneittain ja koneketjuittain sekä laskea tuotantoajan ja käyttöajan suhteelliset osuudet työajasta. Lisäksi selvitettiin, mikä on tämänhetkinen harvestereiden käyttötuntituottavuuden taso eri hakkuutavoilla.

Kuljettajien osalta selvitettiin työajan jakautuminen tuotanto- ja käyttöaikaan niiden kuljettajien osalta, jotka tekevät eniten ja vähiten tunteja sekä niiden mediaaniarvot ja ilmoitettiin keskimääräisen kuljettajan työajan jakautuminen ja suhteelliset osuudet sekä käyttötuntituottavuudet. Tutkimuksen toivotaan tarjoavan tukea ja materiaalia yrityksen kehityksessä saada toiminta kannattavammaksi, tuottavammaksi ja taloudellisemmaksi.

## **6 Aineisto ja aineiston käsittely**

Tutkimus tehtiin harvestereiden ja kuormatraktoreiden keräämien tietojen sekä kuljettajien työaikakirjausten perusteella. Määrällinen tutkimusmenetelmä valittiin tutkimusmenetelmäksi, koska se sopi tässä työssä käytetyn aineiston käsittelyyn. Työssä käytettiin koneellisen metsätyön työaikajaottelun mukaista työaika, tuotantoaika ja käyttöaika. Koneilla työskenneltiin pääsääntöisesti kahdessa vuorossa ja viitenä päivänä viikossa. Mukana oli myös koneita, joilla työskenneltiin yhdessä vuorossa.

Tiedot kerättiin elokuun 2021 ja tammikuun 2022 väliseltä ajalta viidelle eri asiakkaalle työskentelevältä 13 harvesterilta ja 10 kuormatraktorilta ja näistä koostuneista 10 koneketjulta. Tiedot kerättiin myös näillä koneilla työskenteleviltä 47 kuljettajalta. Kahden harvesterin kanssa koneketjun muodosti metsäkuljetuksen osalta osayrittäjä, joiden tietoja ei kerätty.

Suurin osa harvestereista olivat konemalleiltaan Ponssen Ergo 8w. Harvesteri 3 ja harvesteri 7 olivat Ponssen Scorpion King ja harvesteri 9 Ponssen Cobra. Ainoastaan harvesteri 6 oli Ponssen Scorpion. Kuormatraktorit olivat kaikki malliltaan Ponssen Buffalo 8w.

Koska ajanjakso, jolta tiedot kerättiin, oli suhteellisen pitkä, jouduttiin kuljettajakohtaisista tulosten tarkastelusta karsimaan pois kuljettajia, jotka olivat joko päättäneet tai aloittaneet työsuhteensa kesken tarkastelukauden. Lisäksi haastetta toi ulkomailla työskennelleiden kuljettajien siirtyminen Suomeen kesken tarkastelukauden. Näiden osalta ei saatu tietoja koko ajalta ja ne jätettiin pois tarkastelusta. Konekohtaisia, koneketjukohtaisia ja kuljettajien tuloksia työajan jakautumisesta tarkastellaan soveltuvin osin.

Työaikakirjaukset saatiin Excel-muotoisena toimeksiantajalla käytössä olevasta työaikaseurantajärjestelmästä. Taulukosta selvitettiin kuljettajakohtaisesti, millä koneilla kuljettaja oli työskennellyt, mille asiakkaalle ja kuinka monta tuntia ajanjaksolla. Lisäksi työtunneista eroteltiin mahdolliset koulutus, kuljettajien tekemät muut kuin rutiinihuoltotoimet ja kuljettajien tekemät koneiden siirtotyöt ja muut työt erilleen. Merkintöjä muista työlajeista kuin hakkuutyöstä tai metsäkuljetuksesta oli tehty tarkastelukautena kohtalaisen vähän, joten niiden tarkastelu jäi niukaksi. Tätä tutkimusta tehtäessä täytyi huomioda, että kuljettajalle voi sattua kirjausta tehtäessä virhe, jota esihenkilökään tunteja tarkastaessaan ei välttämättä havaitse, jolloin kirjaus voi vaikuttaa virheellisesti tämän tutkimuksen tuloksiin. Kuitenkin pääsääntöisesti kirjaukset oli tehty huolellisesti ja ohjeistuksen mukaan.

Kuljettajakohtainen tuotantoaika, käyttöaika, muu aika ja kuormatraktoreilla työskennelleiden kuljettajien tekemät lastausajat saatiin koneiden

hallintajärjestelmän kautta Excel-muotoisena. Metsäkoneiden keräämät tuotos-tiedot avohakkuulla, ensiharvennuksella ja muilla harvennuksilla saatiin saman ohjelman kautta.

Jokaiselle kuukaudelle tehtiin oma laskentataulukko, johon eriteltiin kuljettaja-kohtaisesti työajan jakautuminen niille koneille, millä kuljettajat olivat työskennelleet. Näistä tiedoista saatiin summaamalla harvesteri-, kuormatraktori- ja koneketjukohtaiset tiedot. Tämän jälkeen niiden kuljettajien ja koneiden tiedoista, joilla ei esiintynyt lainkaan tai vain vähän tietojen puutteellisuutta koostettiin yksi iso laskentataulukko tarkastelua ja analysointia varten. Harvestereiden ja kuljettajien käyttötuntituottavuudet hakkuutavoittain koostettiin myös samoihin taulukoihin.

Tiedoista laskettiin harvestereilla, kuormatraktoreilla ja koneketjuilla tehdyt sekä kuljettajakohtaiset kokonaistyöajat, tuotantoajat ja käyttöajat koko tarkastelu-kauden ajalta. Näistä saatiin laskettua tuotantoajan ja käyttöajan suhteelliset osuudet työajasta, sekä niiden keskiarvot ja suhteellisten osuuksien luottamus-rajat ja vaihteluvälit. Harvestereilla, kuormatraktoreilla ja koneketjuilla tehdyn työajan ja käyttöajan välistä riippuvuutta mitattiin lineaarista regressiomallia hyödyntämällä ja kuvattiin sirontakuvioiden selitysasteen avulla. Lopuksi tehtiin lasketuista tiedoista havainnollistavia kuvaajia ja kaavioita.

Lineaarinen regressiomalli sopii käytettäväksi, kun halutaan selvittää määrällistä laatua olevasta aineistosta vähintään yhden muuttujan ja yhden selitettävän tekijän välistä yhteyttä. Selityskerroin kertoo kuinka hyvin muuttuja selittää selitettävän vaihtelua. (Taanila 2020, 1.)

Kuljettajien tiedoista koostettiin kuvaaja, joka kertoo työajan, tuotantoajan ja käyttöajan minimi-, maksimi-, mediaani- ja keskiarvot. Tuotostiedoista laskettiin kuljettajien ja harvestereiden keskimääräiset käyttötuntituottavuudet hakkuutavoittain. Tuotostiedoissa ei huomioitu puiden kokoa.

Alkuperäiseen suunnitelmaan kuului koneiden käyttöasteiden laskenta, mutta niitä ei saatu laskettua tietojen puutteellisuuden vuoksi. Toimeksiantaja on

ulkoistanut siirrot, joten siirtoihin käytettyjä aikoja ei saatu ja koneiden toiminnallisia käyttöasteita ei voitu laskea. Koneiden teknistä käyttöaikaa ei voitu myöskään laskea, koska korjaamalla huollon aikaa ja huollon odotusaikaa ei ollut saatavilla.

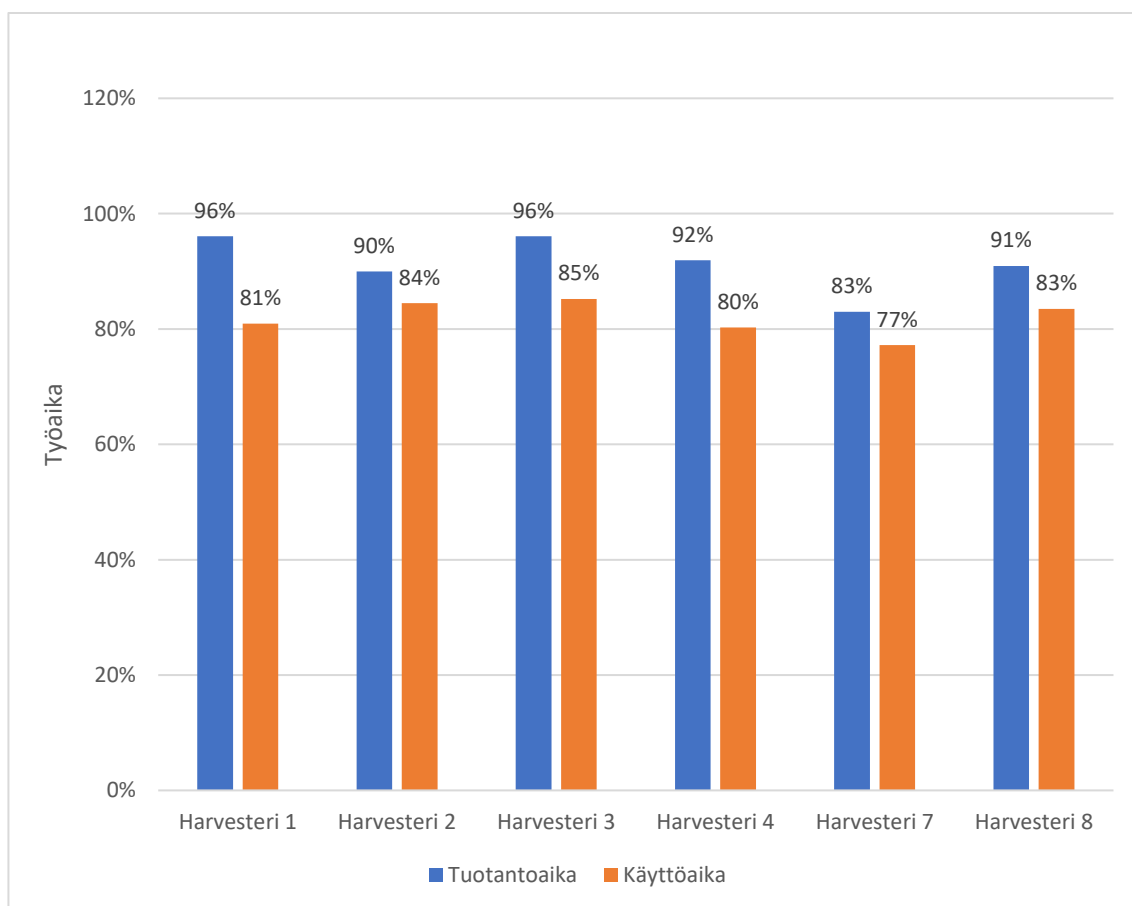
## **7 Tulokset**

Työajan jakautumista saatiin laskettua kuuden harvesterin, kolmen kuormatraktorin ja koneketjun sekä kahdeksan kuljettajan osalta. Virhemarginaalien laskennoissa käytettiin 95 % luottamustasoa.

Tuotostiedot käyttötunnissa ensiharvennushakkuulla, harvennushakkuulla, avohakkuulla ja riippumatta hakkuutavasta tarkastellaan myös soveltuvin osin, koska kaikki harvesterit tai kuljettajat eivät olleet tehneet joka kuukausi töitä kaikilla hakkuutapa kohteilla, jonka vuoksi joidenkin kuukausien osalta tuotostiedot olivat vajaat. Käyttötuntituottavuutta kaikilla hakkuutavoilla tarkasteltiin seitsemän koneen osalta. Tuotostietoja harvennushakkuilta tarkasteltiin viiden koneen osalta ja tuotostietoja avohakkuulla tarkasteltiin vain neljän koneen osalta. Ensiharvennuksilla tehtyjen hakkuiden tuotostietoja ei pystytty tarkastelemaan.

### **7.1 Harvestereiden työajan jakautuminen ja käyttötuntituottavuudet**

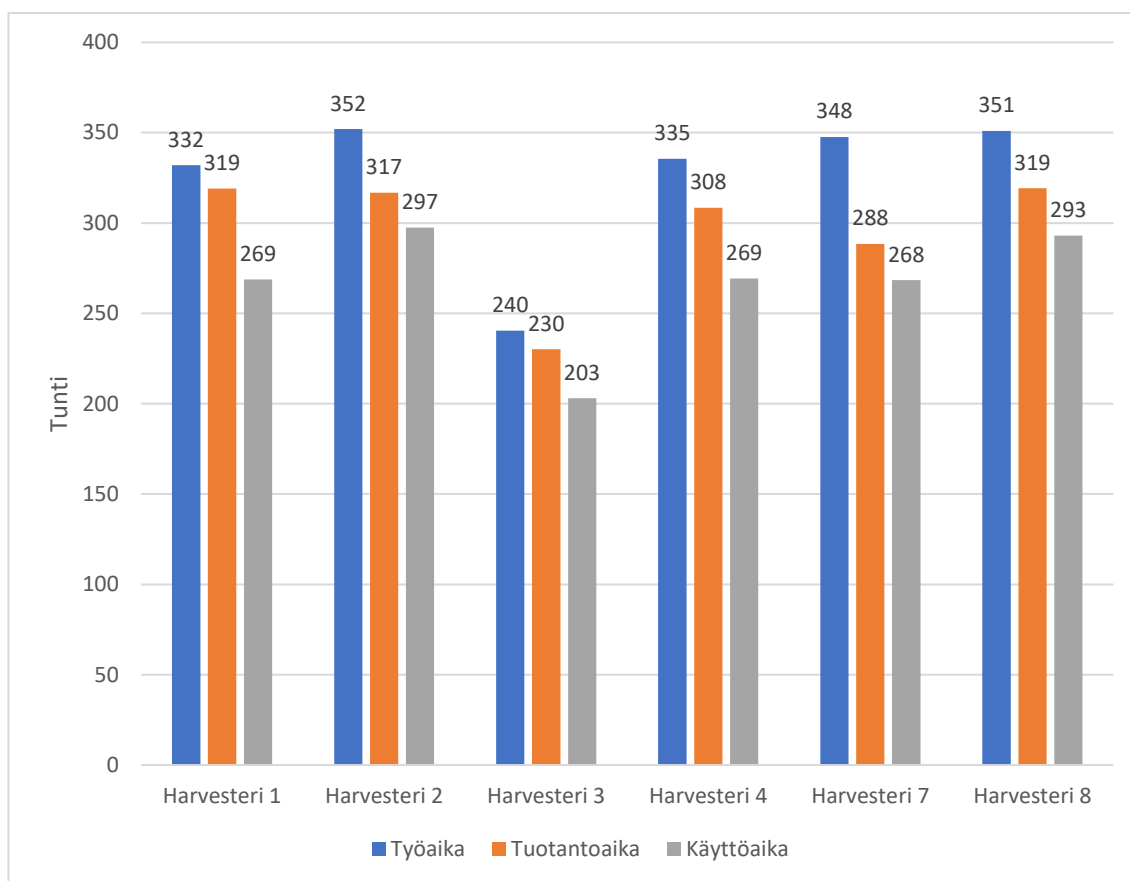
Harvestereilla tuotantoajan osuus työajasta oli keskimäärin 91 % virhemarginaalin ollessa 23 %. Vaihteluväli asettui 83–96 % tasolle. Käyttöajan osuus työajasta oli keskimäärin 82 % virhemarginaalin ollessa 31 %. Vaihteluväli asettui seurannassa 77–85 % tasolle. (Kuvio 1.) Käyttöajan osuus tuotantoajasta oli keskimäärin 90 % virhemarginaalin ollessa 24 %. Vaihteluväli asettui välille 84–94 %.



Kuvio 1. Harvestereilla tehdyn tuotantoajan ja käyttöajan suhteelliset osuudet työajasta.

Keskimääräisesti harvesterilla tehtyjä työtunteja kertyi 326 tuntia kuukaudessa. Työtuntien vaihteluväli oli 185–427 tuntia. Työajasta tuotantoajan osuus oli keskimäärin 297 tuntia vaihteluvälein 177–407 tuntia. Käyttöajan osuus työajasta oli keskimäärin 267 tuntia vaihteluvälein 161–351 tuntia.

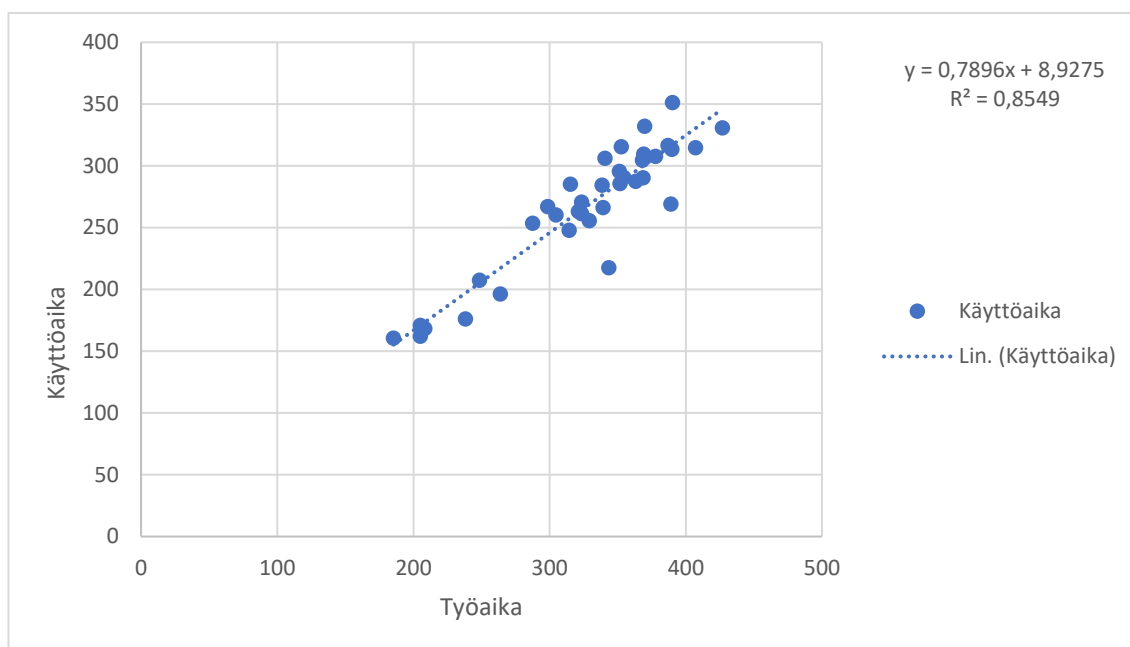
Suurin työajan ja käyttöajan välinen keskimääräinen ero kuukaudessa oli harvesteri 7:lla, jolla työajan ja käyttöajan välinen ero oli keskimäärin 80 tuntia ja pienin harvesteri 3:lla, jolla työajan ja käyttöajan välinen ero oli keskimäärin 37 tuntia. Keskimääräinen työajan ja käyttöajan välinen ero oli 60 tuntia. (Kuvio 2.)



Kuvio 2. Harvestereilla tehdyn työn keskimääräinen jakautuminen kuukaudessa.

Kuljettajien tekemien kirjausten perusteella keskimäärin harvestereille oli kirjattu kuukaudessa työaikaseurantajärjestelmään hakkuutyöksi keskimäärin 320 tuntia vaihteluvälein 184–419 tuntia. Hakkuutyön suhteellinen osuus oli 98 % kokonaistyöajasta, vaihteluvälein 95–99 %. Näin ollen keskimäärin 6 tuntia, jonka suhteellinen osuus kokonaistyöajasta on 2 %, kului näiden harvestereiden kuljettajilta kuukaudessa muihin kuin päivittäisiin vuoronvaihdon yhteydessä tehtäviin huoltoihin ja korjaustoimiin, koulutukseen, huoltosiirtoihin tai opastukseen.

Harvestereilla tehty työaika selittää 85 % käyttöajan vaihtelusta. (Kuvio 3).



Kuvio 3. Työajan vaikutus käyttöaikaan.

(n=36)

Keskimääräinen käyttötuntituottavuus harvesterilla oli hakkuutavasta riippumatta 18,7 m<sup>3</sup>/E<sub>15</sub>-h ja avohakkuilla käyttötuntituottavuus oli keskimäärin 25,7 m<sup>3</sup>/E<sub>15</sub>-h ja harvennushakkuilla 15,0 m<sup>3</sup>/E<sub>15</sub>-h (Taulukko 1).

Tuotostietoja ensiharvennushakkuilta ei tarkasteltu, koska jokaiselta kuukaudelta ei ollut tuotostietoja saatavissa. Puiden kokoja ei ole huomioitu tuotostietojen tarkastelussa.

	Keskimääräinen tuotos m <sup>3</sup> /käyttötunti
<b>Harvesteri 1</b>	
Harvennushakkuu	
Avohakkuu	
Kaikilla hakkuutavoilla	19,3
<b>Harvesteri 2</b>	
Harvennushakkuu	13,9
Avohakkuu	30,5

Kaikilla hakkuuta-voilla	24,5
<b>Harvesteri 3</b>	
Harvennushakkuu	18,7
Avohakkuu	30,5
Kaikilla hakkuuta-voilla	25,3
<b>Harvesteri 4</b>	
Harvennushakkuu	12,3
Avohakkuu	25,5
Kaikilla hakkuuta-voilla	20,6
<b>Harvesteri 5</b>	
Harvennushakkuu	
Avohakkuu	16,5
Kaikilla hakkuuta-voilla	15,2
<b>Harvesteri 6</b>	
Harvennushakkuu	13,0
Avohakkuu	
Kaikilla hakkuuta-voilla	13,7
<b>Harvesteri 9</b>	
Harvennushakkuu	11,4
Avohakkuu	
Kaikilla hakkuuta-voilla	12,0

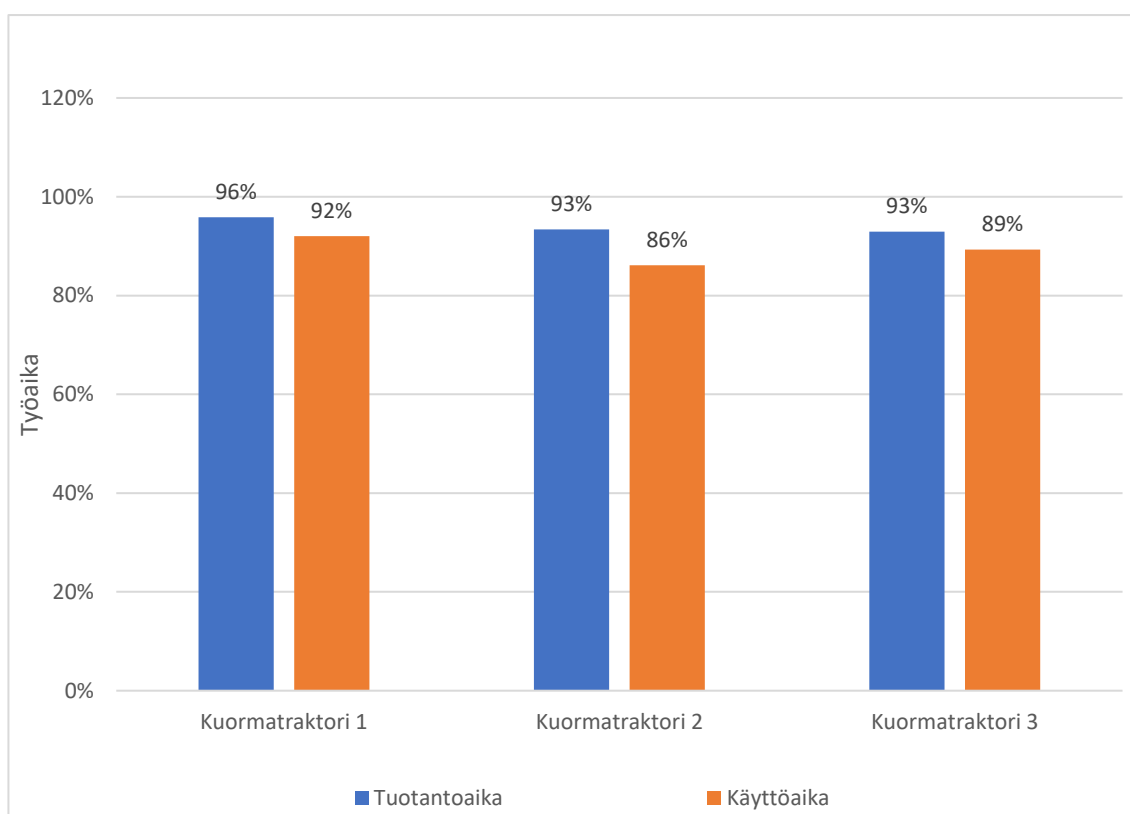
Taulukko 1. Käyttötuntituotokset hakkuutavoittain.

## 7.2 Työajan jakautuminen kuormatraktoreilla



Kuormatraktoreilla työaikaa, tuotantoaikaa ja käyttöaikaa voitiin tarkastella kolmen kuormatraktorin osalta syystä, että tuotantoajan ja käyttöajan tiedot olivat puutteelliset.

Kuormatraktoreilla tuotantoajan osuus työajasta oli keskimäärin 94 % virhemarginaalin ollessa 27 %. Vaihteluväli asettui 93–96 % tasolle. Käyttöajan osuus työajasta oli 89 % virhemarginaalin ollessa 35 %. Vaihteluväli oli 86–92 %. (kuvio 4.) Kuormatraktoreilla käyttöajan osuus tuotantoajasta oli keskimäärin 95 % virhemarginaalin ollessa 25 %. Vaihteluväli asettui seurannassa 92–96 %.



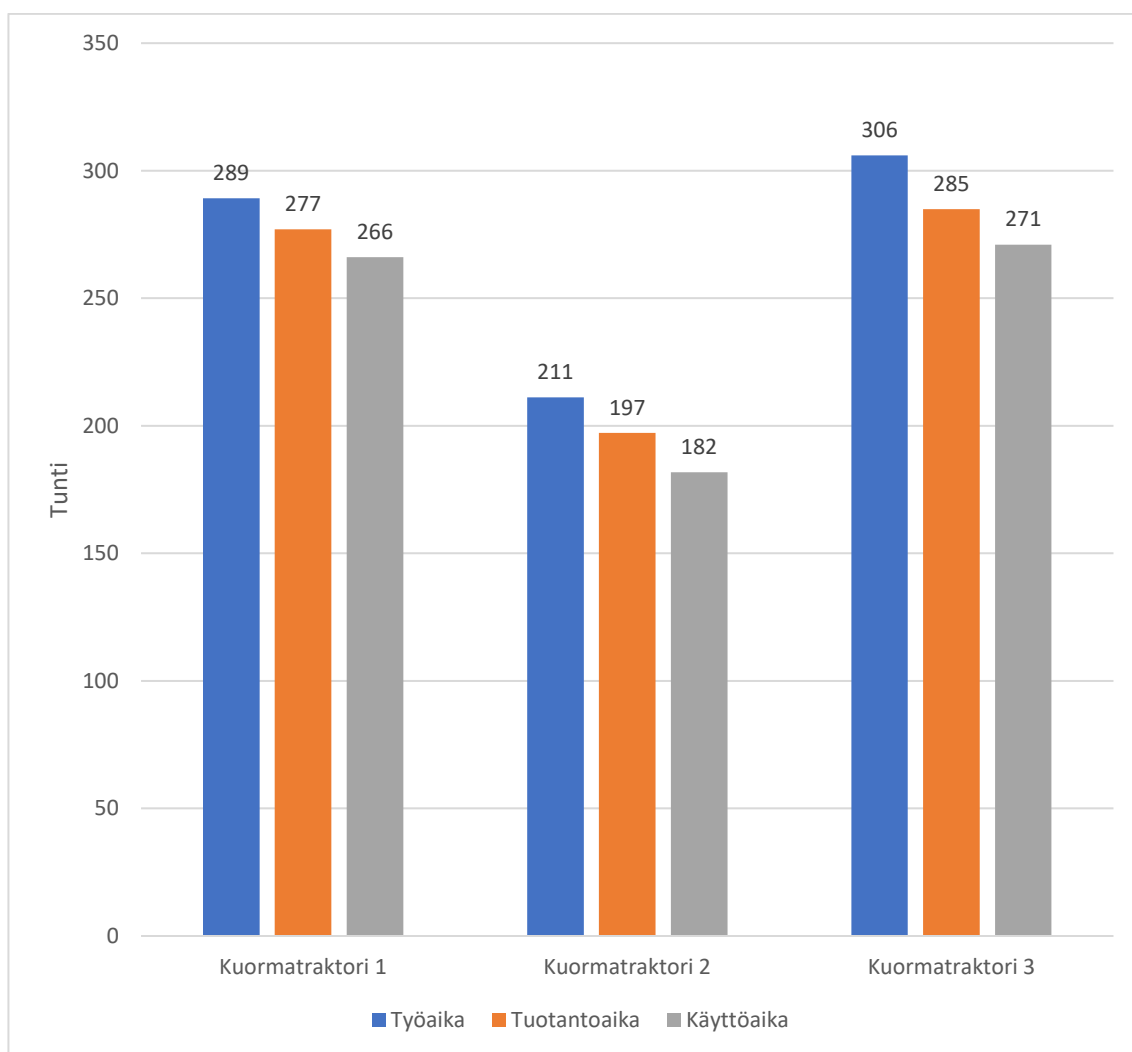
Kuvio 4. Kuormatraktoreiden tuotantoajan ja käyttöajan suhteelliset osuudet työajasta.

Keskimääräisesti kuormatraktoreilla tehtyjä työtunteja kertyi 269 tuntia kuukaudessa ja työtuntien vaihteluväli oli 187–360 tuntia. Työajasta tuotantoajan osuus oli keskimäärin 253 tuntia vaihteluvälein 181–331 tuntia. Käyttöajan osuus työajasta oli keskimäärin 240 tuntia vaihteluvälein 171–317 tuntia.

Eniten eroa työajan ja käyttöajan välillä oli kuormatraktori 3:lla, joka oli keskimäärin 35 tuntia kuukaudessa. Pienin ero 23 tuntia oli kuormatraktori 1:llä.

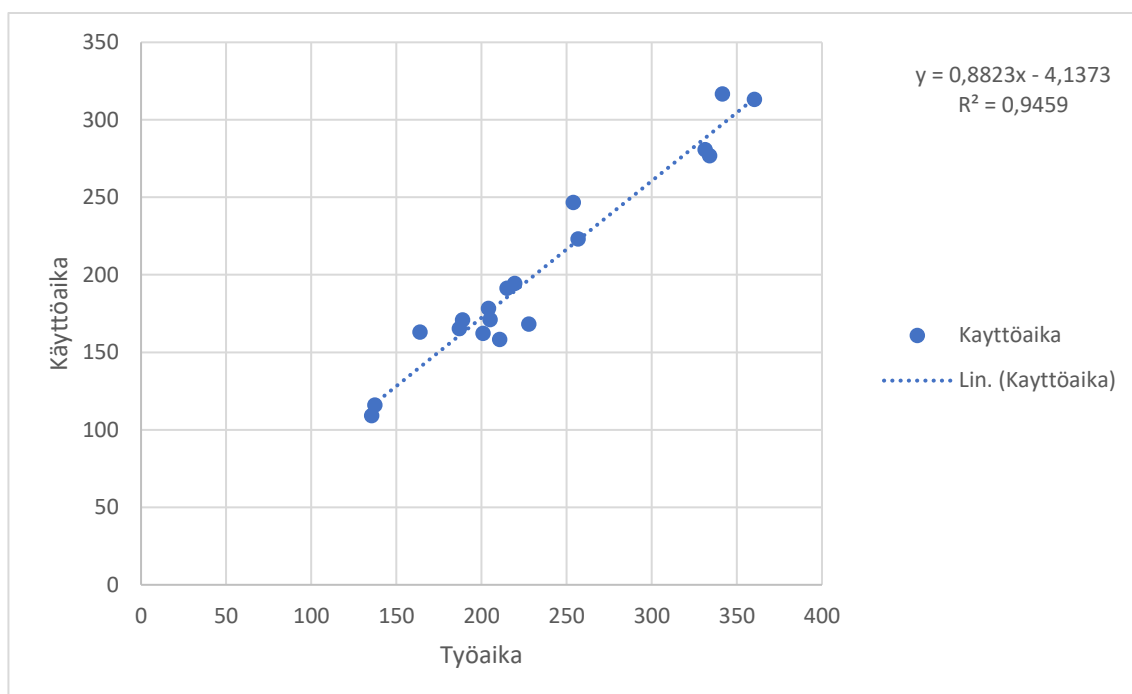
Keskimääräinen työajan ja käyttöajan välinen ero oli 29 tuntia kuukaudessa. (Kuvio 5.)

Työaikaseurannasta saatavien kirjausten perusteella koulutukseen, opastukseen, huoltokuljetuksiin ja kuormatraktoreille tehtäviin muihin kuin rutiini huolto-toimiin, kolmen kuormatraktorin osalta käytettiin kokonaistyöajasta vain yksi tunti kuukaudessa, kun kokonaistyöaika oli keskimäärin 269 tuntia vaihteluvälein 187–359, josta metsäkuljetusta oli 268 tuntia vaihteluvälein 187–350.



Kuvio 5. Keskimääräinen kuormatraktorilla tehdyn työajan jakautuminen kuukaudessa koneittain.

Kuormatraktoreilla tehty työaika selittää 94 % käyttöajan vaihtelua. (Kuvio 6).

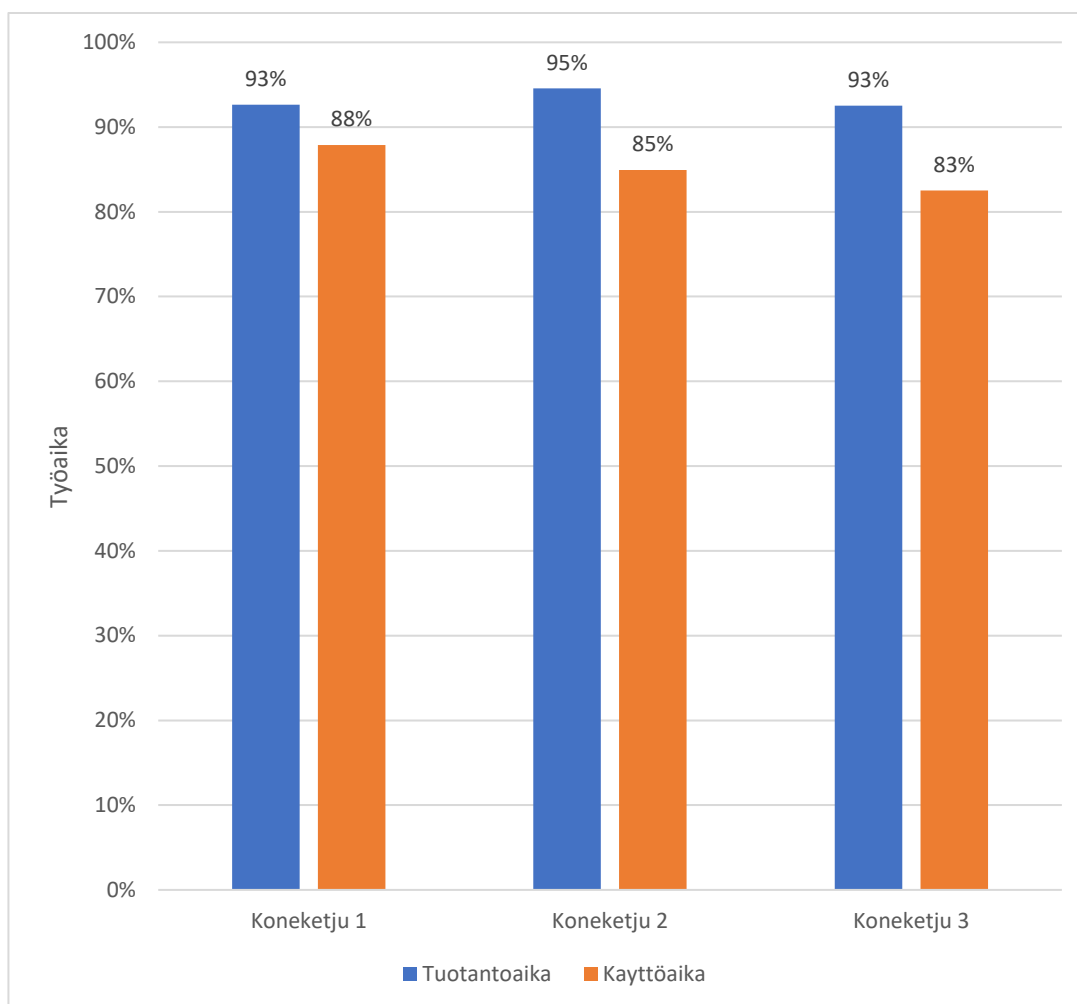


Kuvio 6. Työajan vaikutus käyttöaikaan kuormatraktoreilla. (n=18)

### 7.3 Työajan jakautuminen koneketjuilla

Työajan jakautumista tuotantoaikaan ja käyttöaikaan tarkasteltiin kolmen koneketjun osalta.

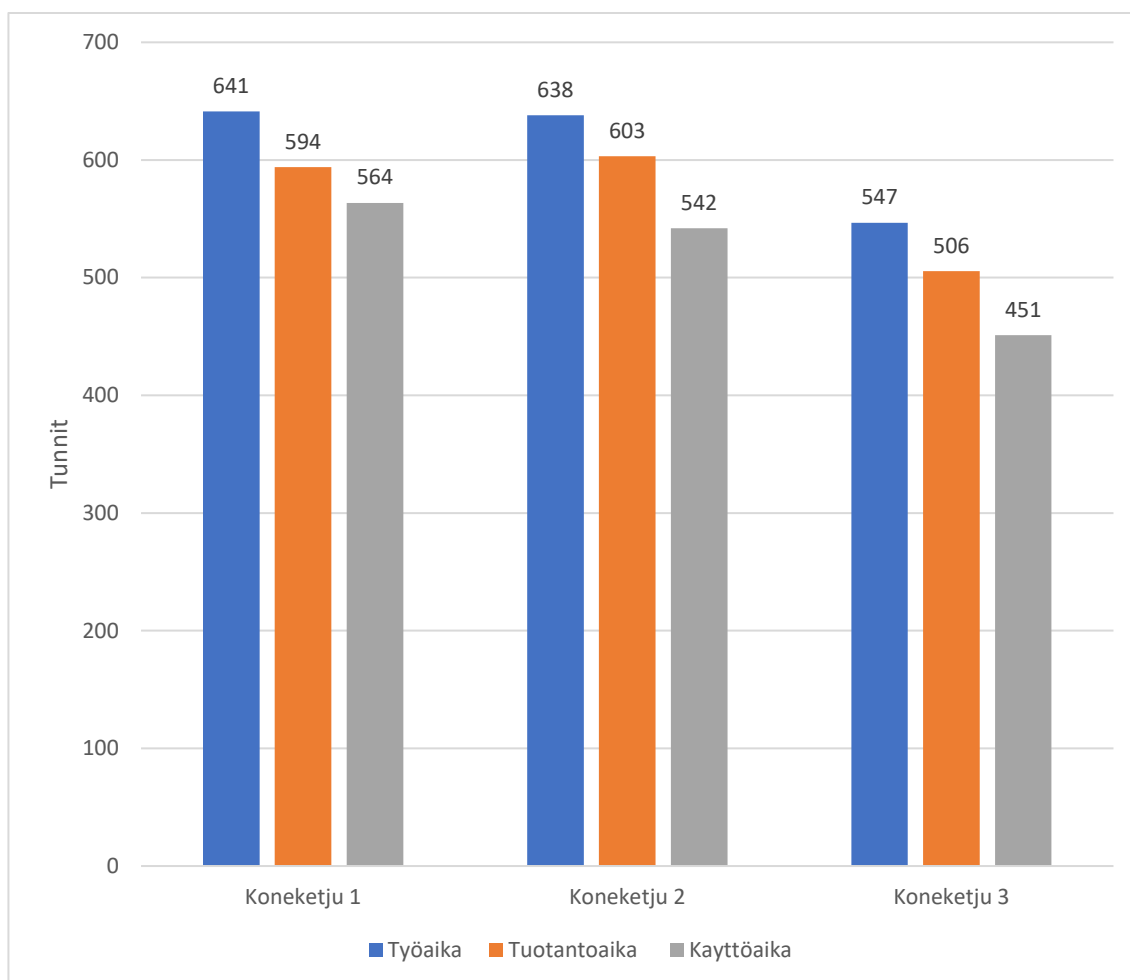
Koneketjuilla keskimääräinen tuotantoajan osuus työajasta oli keskimäärin 93 % virhemarginaalin ollessa 29 % vaihteluvälein 93–95 %. Käyttöajan osuus työajasta oli keskimäärin 85 % vaihteluvälein 83–88 % virhemarginaalin ollessa 40 %. Käyttöajan osuus tuotantoajasta oli 91 % virhemarginaalin ollessa 32 % vaihteluvälein 89–95 % (Kuvio 7.)



Kuvio 7. Koneketjukohtaiset tuotantoajan ja käyttöajan keskimääräiset suhteelliset osuudet työajasta.

Pienin työajan ja käyttöajan välinen keskimääräinen ero kuukaudessa oli koneketju 1:llä, jolla työajan ja käyttöajan välillä oli keskimäärin 77 tuntia. Koneketjuilla 2 ja 3 työajan ja käyttöajan välillä oli molemmilla keskimäärin 96 tuntia. Keskimääräinen työajan ja käyttöajan välinen ero oli 88 tuntia kuukaudessa. (Kuvio 8.)

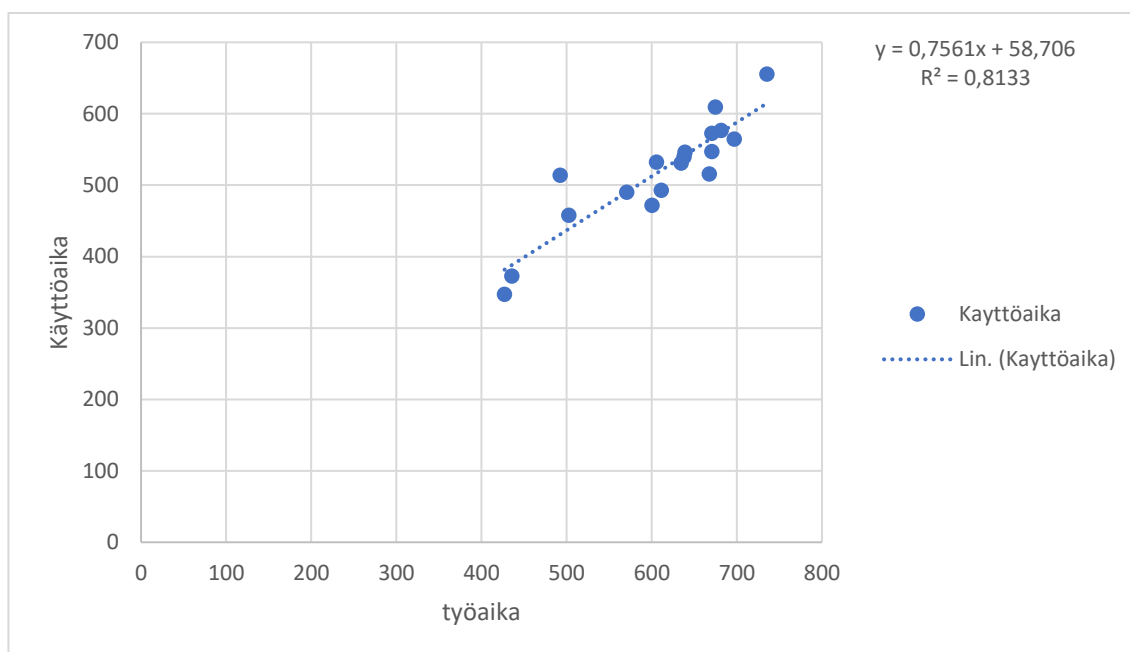
Keskimääräisesti koneketjuilla tehtyjä työtunteja kertyi 609 tuntia kuukaudessa. Työtuntien vaihteluväli oli 427–735 tuntia. Työajasta tuotantoajan osuus oli keskimäärin 568 tuntia vaihteluvälein 387–690 tuntia, käyttöajan osuus työajasta oli keskimäärin 518 tuntia vaihteluvälein 347–656 tuntia.



Kuvio 8. Koneketjuilla keskimääräinen työajan jakautuminen tuotantoaikaan ja käyttöaikaan kuukaudessa tunteina.

Työaikaseurannasta saatavien kuljettajien kirjausten perusteella koneketjuilla työskenneltiin kuukaudessa keskimäärin 609 tuntia kuukaudessa, josta hakkuutyötä tai metsäkuljetusta oli 602 tuntia, joten kirjausten perusteella koneketjulla kuluu keskimäärin 7 tuntia kuukaudessa koulutukseen, opastukseen, huoltokuljetuksiin ja kuormatraktoreille sekä harvestereille tehtäviin muihin kuin päivittäisiin huoltotoimiin.

Koneketjuilla tehty työaika selittää 81 % käyttöajan vaihtelua. (Kuvio 9).

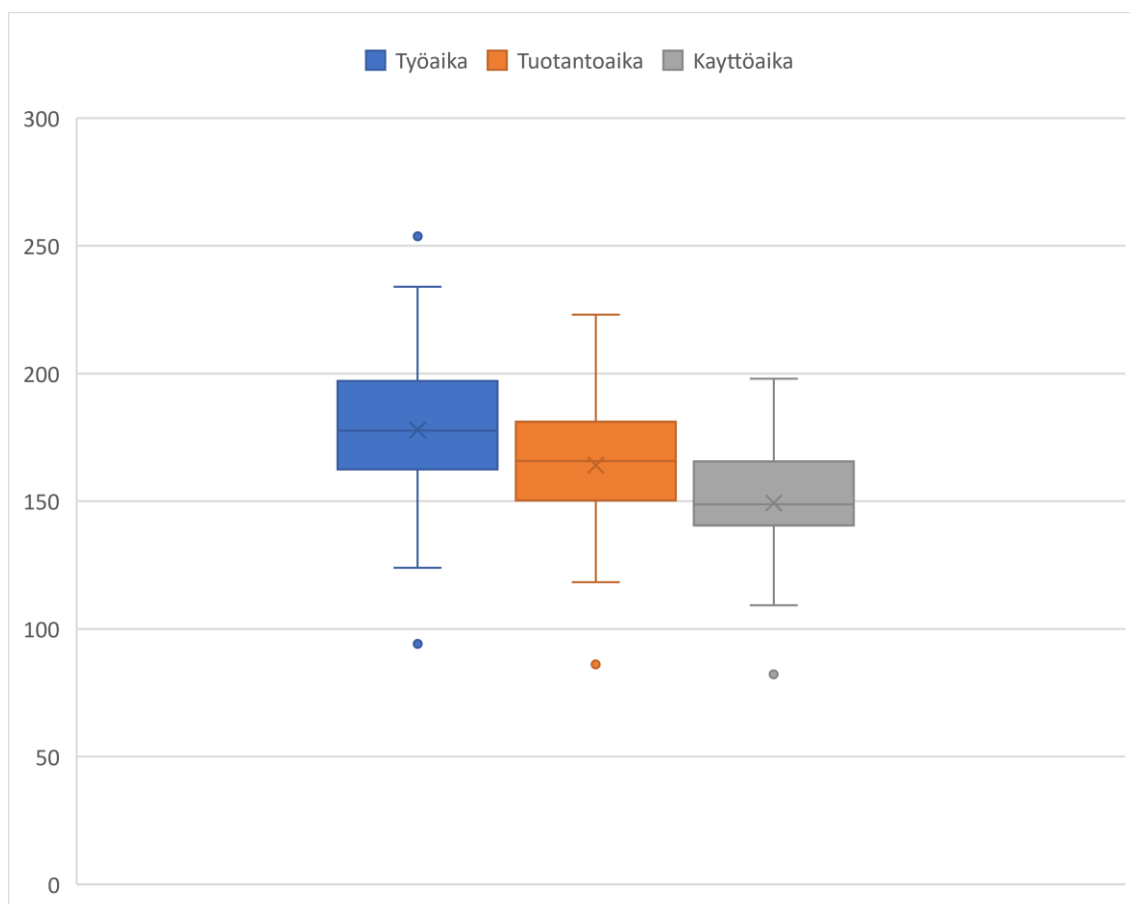


Kuvio 9. Työajan vaikutus käyttöaikaan koneketjuilla. (n=18)

#### 7.4 Kuljettajien työajanjakautuminen ja käyttötuntituottavuus

Kahdeksan kuljettajan tiedoista saatiin laskettua kuukaudessa tehdyn työajan, tuotantoajan ja käyttöajan maksimi, minimi ja mediaani tuntimäärät. Enimmillään kuljettaja työskenteli 254 tuntia kuukaudessa ja vähimmillään 94 tuntia kuukaudessa. Mediaani kuljettaja työskenteli 178 tuntia kuukaudessa. Työaika jakautui niin, että suurimmillaan tuotantoaikaa oli työajasta 223 tuntia ja pienimmillään 86 tuntia kuukaudessa. Mediaani kuljettajalla tuotantoaikaa työajasta oli 166 tuntia kuukaudessa. Käyttöaika työajasta oli suurimmillaan 198 tuntia ja pienimmillään 82 tuntia kuukaudessa. Käyttöajan mediaani oli 149 tuntia. Keskimäärin kuljettaja työskenteli kuukaudessa 178 tuntia, josta tuotantoaikaa oli 164 tuntia ja käyttöaikaan lukeutui 150 tuntia. (Kuvio 10.)

Kuljettajilla tuotantoajan osuus työajasta oli 92 % virhemarginaalin ollessa 19 % vaihteluvälein 84–96 %. Käyttöajan osuus työajasta oli 84 % virhemarginaalin ollessa 25 % vaihteluvälein 78–90 %.



Kuvio 10. Kuljettajien työajan jakautuminen.

Kuljettajalla keskimääräinen käyttötuntituottavuus oli  $19,2 \text{ m}^3/\text{E}_{15\text{-h}}$  kaikilla hakkuutavoilla. Tiedot saatiin laskettua seitsemältä kuljettajalta. Harvennushakkuilla kuljettajan käyttötuntituottavuus oli keskimäärin  $15,7 \text{ m}^3/\text{E}_{15\text{-h}}$ . Tuotostiedot harvennushakkuilla saatiin laskettua viiden kuljettajan osalta.

Tuotostiedot ensiharvennushakkuilta ja avohakkuilta olivat puutteelliset lähes jokaisen kuljettajan osalta, joten keskimääräistä käyttötuntituottavuutta ei saatu näiden osalta laskettua.

## 8 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää toimeksiantajalle tuotantoajan ja käyttöajan jakautuminen sekä niiden suhteelliset osuudet työajasta koneittain, koneketjuittain ja kuljettajittain. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää harvestereiden ja kuljettajien käyttötuntituottavuuden taso hakkuutavoittain. Kuljettajien tiedoista kuitenkin tuotettiin vain yleisesti kuvaavaa tietoa.

## **8.1 Tulosten tarkastelu ja päätelmät**

Harvestereilla tuotantoajan osuus työajasta oli keskimäärin 91 %. Myös sama tulos oli saatu Kuiton ym. (1994, 20) tutkimuksessa. Käyttöajan osuus tuotantoajasta oli keskimäärin 90 %. Jylhän ym. (2019, 25) tutkimuksessa käyttöajan osuus tuotantoajasta oli keskimäärin 87 % ja Kuiton ym. (1994, 19) vastaavasti 82 %. Käyttöajan osuus työajasta oli keskimäärin 82 %.

Vertailusta voidaan huomata, että harvestereilla tuotantoajan osuus työajasta on pysynyt samana vuodesta 1994. Täytyy kuitenkin huomioida, että Kuiton ym. laatimassa tutkimuksessa työaika sisälsi tuotantoajan ja käyttöajan lisäksi kaikki lavettisiirrot, työmailla muuhun työhön käytetyn ajan sekä korjaus- ja huoltoajan (Kuitto ym. 1994, 20). Tässä tutkimuksessa työaika sisältää tuotantoajan ja käyttöajan lisäksi vain kuljettajien tekemät huoltokuljetukset sekä huollot, siirrot, opastukset ja koulutukset. Samaan aikaan käyttöajan osuus on kuitenkin kasvanut kahdeksan prosenttiyksikköä, tällöin voidaan todeta, että yli 15 minuuttia kestävät keskeytykset ovat vuosien saatossa vähentyneet.

Kuormatraktoreilla käyttöajan osuus työajasta oli 89 %. Tuotantoajan osuus työajasta oli keskimäärin 94 % ja käyttöajan osuus tuotantoajasta oli 95 %. Kuiton ym. (1994, 27) tutkimuksessa koneellisen hakkuun jälkeisessä metsäkuljetuksessa tuotantoajan osuus työajasta oli keskimäärin 90 % ja käyttöajan osuus tuotantoajasta oli keskimäärin 91 %.

Tulosten perusteella harvestereiden sekä kuormatraktoreiden tuotantoaikojen ja käyttöaikojen osuudet työajasta ovat saman suuntaiset aikaisempien tutkimusten kanssa.



Koneketjuilla käyttöajan osuus työajasta oli 85 %. Tuotantoajan osuus työajasta oli 93 % ja käyttöajan osuus tuotantoajasta 91 %. Kuljettajilla tuotantoajan osuus työajasta oli 92 % ja käyttöajan osuus työajasta oli 84 %

Keskimääräinen ero työajan ja käyttöajan välillä oli harvestereilla 60 tuntia kuukaudessa. Tämä aika sisältää konetyössä yli 15 minuuttia kestävät keskeytykset, muut kuljettajien tekemät huollot kuin vuoronvaihdon yhteydessä tehtävät päivittäiset huollot, kuljettajille pidetyt tai kuljettajien pitämät koulutukset ja opastukset sekä suunnittelutyöt. Lisäksi aika sisältää työpäivän aikana tapahtuvat siirrot ja ruokatauot, työaikaan kuuluvat hallilla käynnit, kuten tarvikkeiden ja nesteiden noudot ja täydennykset sekä työmaalla tehdyt valmistelutyöt. Työaikaseurannan kirjausten perusteella harvestereille oli merkattu muihin kuin päivittäisiin vuoronvaihdon yhteydessä tehtäviin huoltoihin ja korjaustoimiin, koulutukseen, huoltosiirtoihin tai opastukseen keskimäärin 6 tuntia kokonaistyöajasta kuukaudessa.

Kuormatraktoreilla työajan ja käyttöajan välinen ero oli pienempi, keskimäärin 29 tuntia kuukaudessa. Työaikakirjausten perusteella muihin töihin kuin metsäkuljetukseen käytettiin keskimäärin 1 tunti kuukaudessa. Koneketjukohtaisesti tarkasteltuna työajan ja käyttöajan välinen ero oli 88 tuntia ja muihin töihin, kuin metsäkuljetukseen tai hakkuutyöhön käytettiin keskimäärin 7 tuntia kuukaudessa. Harvestereilla ja kuormatraktoreilla työskenneltiin pääsääntöisesti kahdessa vuorossa.

Kuljettajat työskentelivät kuukaudessa keskimäärin 178 tuntia, josta tuotantoajan osuus oli 166 tuntia ja käyttöajan osuus 149 tuntia.

Työajan ja käyttöajan välinen yhteys oli voimakkaampi kuormatraktoreilla, kun harvestereilla. Harvestereilla työaika selitti 85 % käyttöajan vaihtelua, kun taas kuormatraktoreilla työaika selitti 94 % käyttöajan vaihtelua. Koneketjuilla tehty työaika selitti 81 % käyttöajan vaihtelua.

Harvestereilla keskimääräinen käyttötuntituottavuus kaikilla hakkuutavoilla oli 18,7 m<sup>3</sup>, avohakkuilla käyttötuntituottavuus oli 25,7 m<sup>3</sup> ja harvennushakkuilla käyttötuntituottavuus oli keskimäärin 15,0 m<sup>3</sup>. Jylhän ym. (2019, 30) tutkimuksen tulosten mukaan koko aineistosta mitatut keskimääräiset käyttötuntituottavuudet olivat kaikilla hakkuutavoilla 17,3 m<sup>3</sup>, päätehakkuilla sama 25,7 m<sup>3</sup>, kun tämän tutkimuksen avohakkuilla. Harvennushakkuilla käyttötuntituottavuus oli hiukan tämän tutkimuksen tulosta matalampi 11,8 m<sup>3</sup>. Kuljettajilla keskimääräinen käyttötuntituottavuus oli 19,2 m<sup>3</sup> kaikilla hakkuutavoilla ja harvennuksilla 16,7 m<sup>3</sup>.

## 8.2 Luotettavuus ja eettisyys

Tietojen keräämisen vaiheessa oli suuret odotukset siitä, että tiedot olisi saatu kerättyä kattavasti ja että vajaavaisuutta ei olisi paljon. Kuitenkin tutkimuksen edetessä kävi toisin ja analysointia varten jouduttiin valitsemaan ne koneet ja kuljettajat, joilla tiedot eivät olleet vajaat tai vajaavaisuutta oli vain vähän, jolloin tietojen tarkistaminen oli vielä helppoa. Mikäli koko aineisto olisi tarkastettu samalla tavalla, olisi saatu enemmän koneita ja kuljettajia mukaan analysointiin, mutta tuntien tarkastaminen niin suuresta aineistosta olisi vienyt kohtuuttomasti aikaa.

Haasteita oli tuntitietojen ja tuotostietojen puutteellisuuden vuoksi ja tuloksia jouduttiin tarkastelemaan soveltuvin osin. Ongelmaksi ilmeni kuljettajien vaihtuminen eri koneiden välillä sekä koneiden vaihtuminen eri asiakkuuksien välillä. Mikäli kuljettaja oli yhden kuukauden aikana tehnyt töitä usealla harvesterilla tai ajokoneella, ei metsäkoneiden hallintajärjestelmän raportointiohjelma suoraan eritellyt eri koneilla kuljettajan tekemiä tunteja koneittain, vaan tunnit jouduttiin laskemaan jokaisen päivän osalta erikseen, jokaiselle koneelle ja koko tarkastelukaudesta. Työmäärän helpottamisen vuoksi koneista ja kuljettajista valittiin tarkasteltavaksi vain sellaiset, joilla vaihtumista oli vähän tai ei lainkaan. Luonnollisesti kuljettajien tai metsäkoneiden vaihtumista eri kustannuspaikkojen alla ei voitu estää. Tämä kuitenkin vaikuttaa jonkin verran tulosten luotettavuuteen, sillä niiden kuljettajien ja koneiden osalta, joilla vaihtuvuutta oli paljon, ei tuntien

jakautumista tarkastella. Haasteena myös oli, että tuntemattomasta syystä metsäkoneiden hallintajärjestelmään ei ollut kaikkien kuljettajien ja koneiden osalta tallentunut tuntien jakautumista jokaisena kuukautena. Lisäksi mikäli kuljettaja oli tehnyt töitä saman kuukauden aikana kahdella tai useammalla eri kuorma-traktorilla ei järjestelmästä pystynyt erottelemaan koneilla tehtyä lastausaikaa, joten lastausajan tarkastelusta luovuttiin luotettavien tietojen puutteellisuuden vuoksi.

Mietintään jäi olisiko alunperin täytynyt tehdä valinta ja kerätä tiedot vain tiettyjen koneiden ja kuljettajien osalta. Todennäköisesti myös silloin, mikäli ajanjakso olisi pysynyt samana olisi otoskokoon tullut muutoksia kuljettajien työsuhteen aloittamisen ja lopettamisen, sekä ulkomaan työmaille lähteneiden tai sieltä tulleiden kuljettajien vuoksi.

Kuljettajia informoitiin tutkimustyön edetessä, työn aloittamisvaiheessa sekä vielä erikseen tietojen keruun aloituksen aikana. Tiedot kerättiin vain tämän tutkimuksen tekemistä varten, jonka tuloksia toimeksiantaja hyödyntää yrityksen ja koko henkilöstön kehityksessä.

### **8.3 Tulosten hyödyntäminen ja jatkotutkimusaiheet**

Opinnäytetyön aihetta ideoitiin yhdessä toimeksiantajan kanssa keskustellen ja tutkimustarpeiden kartoittamisella. Aiheen valinnan jälkeen aloitettiin heti suunnitelman laatiminen, lopulta kuitenkin tutkimus poikkeaa jonkin verran alkuperäisestä suunnitelmasta.

Tutkimustyön erivaiheissa jouduttiin useasti kertaamaan tutkimustyön tavoitteita. Opinnäytetyön aihe myös meinasi helposti lähteä laajentumaan, kun huomattiin mitä kaikkea tietojärjestelmistä olisi saatavilla. Aihe kuitenkin pyrittiin pitämään lopulta melko napakkana, jotta työ saataisiin valmiiksi ajallaan, vaikka aikaa oli varattu melko runsaasti työn tekemiselle. Koska opinnäytetyöprosessi ei ollut ennestään tuttu, meni ajasta paljon raportin muotoiluun, tiedon keräämiseen sekä analysointimenetelmiin ja opinnäytetyöprosessiin tutustumiseen.

Tutkimustyön tuloksista voidaan huomata, että tuotanto- ja käyttöaikojen suhteelliset osuudet työajasta ovat saman suuntaiset aikaisempien tutkimusten kanssa. Jää toimeksiantajan arvioitavaksi, voiko tehokasta työaikaa lisätä entisestään ja millä keinoin.

Jatkotutkimuksena toimeksiantajalle voisi tehdä enemmän aika- ja tuotostutkimustyyppisen selvityksen. Tämä tutkimus oli enemmän seurantatutkimuksen kaltainen. Aika- ja tuotostutkimuksessa otoskoko on yleensä pienempi ja tutkimuksen aikajänne lyhyempi, jolloin pystyttäisiin paremmin keskittymään ja tutkimaan esimerkiksi keskeytysten määriä ja syitä sekä tutkimaan tarkemmin prosessointiajan muodostumista (Uusitalo 2003, 165–166).

Tehokkaan työajan lisääminen on yksi keino parantaa työntuottavuutta. Metsäkonetyön tuottavuuteen kuitenkin vaikuttavat monet tekijät, joten välttämättä työn tuottavuus ei nouse merkittävästi, mikäli muut tuottavuuteen vaikuttavat tekijät eivät ole kunnossa. Jatkotutkimuksen aiheena voisi olla muiden asioiden, kuten ennakkoraivauksen tai leimikonsuunnittelun onnistumisen vaikutus tuottavuuteen.

Toimeksiantaja voi käyttää tutkimusta tukena päätöksenteossa, kehityskeskusteluissa sekä koko yrityksen kehityksessä. Tutkimusta voidaan käyttää myös koko henkilöstön motivointiin ja työn kehittämiseen tehokkaammaksi.

## Lähteet

- Hamunen, K., Jylhä, P. & Rikkinen, P. 2020. Pienet metsäkoneyritykset kuilun partaalla, suuret kasvu-uralla. Metsätieteen aikakauskirja. <https://www.metsatieteenaikakauskirja.fi/article/10473/selected/10473>. 21.2.2022.
- Juvonen, E. & Kortelainen, M. 2018. Harvesterityön keskeytykset ja ajanmenekki. Karelia ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/141734/Juvonen\\_Elias\\_Kortelainen\\_Miikka\\_2018\\_03\\_02.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/141734/Juvonen_Elias_Kortelainen_Miikka_2018_03_02.pdf?sequence=1&isAllowed=y). 27.11.2021.
- Jylhä, P., Jounela, P., Koistinen, M. & Korpunen, H. 2019. Koneellinen Hakkuu: Seurantatutkimus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/543864/luke-luobio\\_11\\_2019\\_v2.pdf?sequence=7&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/543864/luke-luobio_11_2019_v2.pdf?sequence=7&isAllowed=y).
- Jylhä, E. & Viitala, R. 2014. Liiketoimintaosaaminen. Menestyvän yritystoiminnan perusta. Helsinki: Edita Publishing Oy.
- Kallio, T. Keskinen, S. Kärhä, K. Liikanen, R. & Lindroos, J. 2006 Ennakko-raivaus osana ensiharvennuspuun korjuuta. Metsätehon raportti 187. Helsinki: Metsäteho Oy. [https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/metsatehon\\_raportti\\_187.pdf](https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/metsatehon_raportti_187.pdf).
- Kare, E. 2015. Tekes. Puunkorjuun koneistumien — kehityspolku. <https://docplayer.fi/2137355-Puunkorjuun-koneistuminen-kehityspolku.html>. 27.11.2021.
- Kauranen, H. 1987. Metsäkoneiden kustannuslaskenta. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Kiho. Työajanseuranta. <https://www.kiho.fi/tyoajanseuranta/>. 10.1.2022.
- Koneyrittäjät. 2021. Puunkorjuussa kurja yhdistelmä: kannattavuus pakkasen puolella, kustannukset laukkaavat nousukiidossa. <https://www.koneyrittajat.fi/pages/etusivu/medialle/tiedotteet/tiedotteet2021/20210823.php#>. 27.11.2021.
- Kuitto, P.-J., Keskinen, S., Lindroos, J., Ojala, T., Rajamäki, J., Räsänen, T. & Terävä, J. 1994. Puutavaran koneellinen hakkuu ja metsäkuljetus. Tiedotus 410. Metsäteho. [https://metsateho.fi/wp-content/uploads/tiedotus-1994\\_410.pdf](https://metsateho.fi/wp-content/uploads/tiedotus-1994_410.pdf).
- Leikola, M. & Pakkanen, E. 2010. Metsää, puuta ja kovaa työtä. Helsinki: Metsäkustannus Oy.
- Nieminen, A. 2015. Resurssitehokas puunkorjuu. Tapion raportteja nro 5.
- Nuutinen, Y. 2013. Possibilities to use automatic and manual timing in time studies on harvester operations. Dissertationes Forestales 156. <https://dissertationesforestales.fi/pdf/article1939.pdf>.
- Ponsse. 2022. Ponsse Manager vie metsäkoneiden digitalisaation uudelle tasolle. [https://www.ponsse.com/fi/services/online-services/ponsse-manager#](https://www.ponsse.com/fi/services/online-services/ponsse-manager#/). 25.1.2022.
- Reikilä, M. & Räsänen, T. 2008. Laajavastuinen yrittäjyys puunhankinnassa. Metsätehon katsaus. nro 33. Helsinki: Metsäteho Oy. [https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Katsaus\\_33.pdf](https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Katsaus_33.pdf). 17.2.2022.
- Taanila, A. 2020. Lineaariset regressiomallit. <https://taanila.fi/regressio.pdf>.

- Taskinen, J. 2016. Koneellisen hakkuutyön tuottavuus sekä iän ja kokemuksen vaikutus tuottavuuteen. Luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta. Pro Gradu. urn\_nbn\_fi\_uf-20160698.pdf. 27.11.2021.
- Uusitalo, J. 2003. Metsäteknologian perusteet. Helsinki: Metsälehti Kustannus.