



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

LEIMIKOIDEN KUSTANNUSTEKIJÄT KO- NEELLISESSA HAKKUUSSA

Arttu Heinilä

Opinnäytetyö
Toukokuu 2018
Metsätalous



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Metsätalous

HEINILÄ, ARTTU:

Leimikoiden kustannustekijät koneellisessa hakkuussa

Opinnäytetyö 34 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Toukokuu 2018

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin erilaisten leimikoiden kustannuksia ja niiden korjuun kannattavuutta korjuuyrityksen kannalta. Leimikoiden korjuun kannattavuudesta laadittiin kustannuslaskelmamalli, jonka perusteella korjuuyrityksen toimintaa voitaisiin jatkossa kehittää. Opinnäytetyötä varten seurattiin kahden John Deere 1270 G -harvesterin hakkuutuotoksia ja ajankäyttöä helmi-maaliskuussa 2018. Aineistoa kertyi ajanjaksolla seisemältätoista työmaalta.

Aineistoa käsiteltäessä kiinnitettiin huomiota leimikoiden hakkuun kannattavuuteen ja pyrittiin löytämään syitä samankaltaisten leimikoiden hakkuun kannattavuuden eroihin. Aineistoon kerättiin koneista saatavat tiedot tuotannosta sekä ajankäytöstä ja polttoaineenkulutuksesta. Näiden tietojen pohjalta laskettiin korjuun kannattavuutta.

Tutkimuksen tuloksista voidaan päätellä, että hakkuun kannattavuuteen leimikkotasolla vaikuttavia tekijöitä ovat järjestyksessä korjattavien runkojen keskikoko, kuljettajan ammattitaito, hakkuutapa ja pinta-ala.

Osa tutkimuksen aineistosta on luottamuksellista. Nämä osat on poistettu tutkimuksen julkisesta versiosta.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Forestry engineering

HEINILÄ, ARTTU:
The Cost Factors of Logging Sites

Bachelor's thesis 34 pages, appendices 0 pages
May 2018

The purpose of this thesis was to study the cost factors of different logging sites and the profitability of harvesting them from the viewpoint of a forest machine contractor. From these cost factors a model was developed to help the contractor to improve logging operations. For this thesis the logging output and time usage of two John Deere 1270 G harvesters was followed for a period of one month between February and March 2018. Data was gathered from 17 logging sites.

When processing the gathered data attention was paid especially to the profitability of logging and finding reasons to why logging sites with similar characteristic had differences in profitability. Cost calculations based on the gathered data were used to point out reasons for these differences. The data gathered from machines included machine reports of production, time usage and fuel consumption.

From the results of this thesis it can be concluded that the factor affecting the costs most are the average size of stems on the logging site, harvester operator's expertise, logging method and the area of the logging site.

A part of the data in this thesis is confidential. This part of the data has been removed from the public version of this thesis.

Key words: timber harvesting, forestry, profitability, productivity of logging sites

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TUTKIMUKSEN TAUSTAA.....	6
	2.1 Tutkimuksen teoriaa.....	8
	2.2 Kuljettajan työtehtävät	9
	2.3 Timber Office 5 – ohjelmisto ja tiedonsiirto.....	11
	2.4 Lavettisiirtojen vaikutus kannattavuuteen	12
3	TUTKIMUSTAPA	14
	3.1 John Deere 1270 - G hakkuukone.....	14
	3.2 Raportit	15
	3.3 Kannattavuuslaskelmat	17
4	AINEISTO.....	19
	4.1 Leimikot.....	19
	4.2 Hakkuun tuottavuus ja ajankäyttö.....	21
	4.3 Kulurakenne	23
	4.4 Lavettisiirrot.....	24
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	26
	5.1 Runkojen keskikoon vaikutus tuntituotokseen	26
	5.2 Kuljettajan ammattitaito.....	27
	5.3 Hakkuutapa ja leimikon pinta-ala	28
	5.4 Lavettisiirrot.....	29
6	POHDINTA.....	30
	6.1 Rungon keskikoko, hakkuutapa ja pinta-ala	30
	6.2 Kuljettaja.....	31
	6.3 Kulurakenne	32
	6.4 Lavettisiirrot ja seisonta-aika.....	32
	6.5 Lopuksi	33
	LÄHTEET.....	34
	LIITTEET	36

1 JOHDANTO

Puunkorjuu Suomessa tehdään käytännössä kokonaan koneellisesti. Vuonna 2016 kaikesta puusta korjattiin koneellisesti 99,96 %. Pystykauppojen osuus kotimaan puunhankinnasta oli 86,1 %. Keskimääräinen korjuun yksikkökustannus oli 10,82 euroa kiinto-kuutiometriä kohden. (Metsäteho 2017.)

Koneellisesta puunkorjuusta päävastuun kantavat puunhankintaorganisaatioiden sopimusyrittäjät omalla kalustollaan. Viime vuosikymmeninä metsäyhtiöt ovat ulkoistaneet puunkorjuun ja kuljetuksen sopimusyrittäjille. Kehitys on jatkunut viime vuosina niin sanotun laajavastuisen yrittäjyyden suuntaan, jossa sopimusyrittäjä korjaa, kuljettaa ja mahdollisesti tekee myös muuta metsätalouteen liittyvää urakointia vastuualueellaan. Laajavastuisen yrittäjyyden myötä korjuuyritysten koko on ollut kasvussa ja pienten 1-2 koneen yrittäjien määrä on vähentynyt. Laajavastuisilla yrittäjillä on usein aliurakoitsijoita. (Metsäteho 2008.)

Tämän opinnäytetyön tilaaja on useammalle urakanantajalle puuta korjaava laajavastuinen yrittäjä. Yrityksellä on aliurakoitsijat mukaan luettuna toistakymmentä koneketjua korjaamassa pääasiassa ainespuuta.

Laajavastuiset yrittäjät, jotka vastaavat alueellaan sekä korjuusta että kuljetuksesta voivat johtaa kymmenien koneiden ja autojen toimintaa laajalla alueella. Perinteisesti korjuuyrittäjä itse on vastannut yrityksen toiminnasta lähes täysin: työnjohdosta- ja suunnittelusta, urakointisopimuksista, henkilöstön palkkaamisesta ja tarpeen vaatiessa myös ajanut kalustoa itse. Korjuuyrityksien koon kasvaessa ja vastuun lisääntyessä laajavastuiset yrittäjät ovat entistä kiinnostuneempia palkkaamaan toimihenkilöitä työnjohtotehtäviin (Viljamaa).

Laajavastuiseen yrittäjämalliin siirtyminen on myös lisännyt useille urakanantajille urakoivien korjuuyritysten osuutta (Metsäteho 2008). Useammalle urakanantajalle urakointi lisää myös vaatimuksia työnjohdolle johtuen eri urakanantajien erilaisista toimintatavoista aina käytettävistä tietojärjestelmistä apteraukseen.

2 TUTKIMUKSEN TAUSTAA

Urakointisopimuksia tehtäessä korjuuyrittäjällä on oltava tarkka tieto paitsi alueestaan laajemmin sekä myös erilaisten leimikoiden korjuun kannattavuudesta. Tämä tieto voidaan hankkia vain seurannalla ja siihen pohjautuvalla kannattavuuslaskennalla, jonka tulee olla riittävän tarkka niin että siitä selviää kannattavan korjuutoiminnan edellyttämät vähimmäisarvot.

Ennalta suurimpia leimikkokohtaisia hakkuun kannattavuuteen vaikuttavia tekijöitä mietittäessä esiin nousivat etenkin hakattavan puuston keskikoko, hakkuutapa, maasto ja muut olosuhteet leimikolla, leimikon pinta-ala, kuljettajan ammattitaito, leimikon suunnittelu; nauhaukset ja työohjeet sekä harvennushakkuilla ennakkoraivaus. Puuston keskikoko vaikuttaa koneen tuntituotokseen merkittävästi erityisesti harvennuksilla. Jos lisänä on vielä puutteellista suunnittelua epäselviä nauhoituksia tai huono ennakkoraivaus on tämä kaikki pois leimikon kannattavuudesta. Ääritapauksissa leimikko joudutaan jättämään kesken, mistä ei koidu juuri muuta kuin kustannuksia.

Metsätehon tutkimuksessa koneellisen harvennushakkuun kannattavuudesta päädyttiin tulokseen, jossa kuljettaja on merkittävin tekijä hakkuun tuottavuudessa: ”Tehokkaimpien kuljettajien tuottavuus oli samoissa olosuhteissa kaksinkertainen hitaimpiin verrattuna vastaavilla konetyypeillä. Tämän vuoksi eri konemerkkien tuottavuutta ei voi luotettavasti verrata keskenään.” (Metsäteho 1996.) Samaan tulokseen on päädytty myös Joensuun yliopistolla tehdyssä Pro Gradu tutkielmassa kaksikymmentä vuotta myöhemmin:

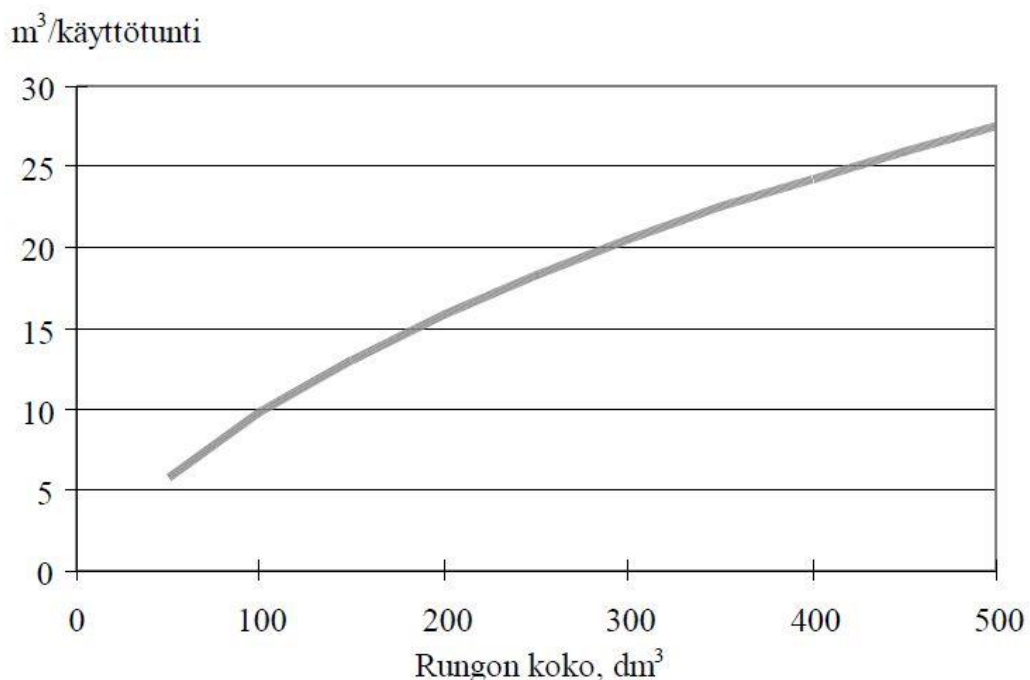
Regressioanalyysin perusteella pääte- ja harvennushakkuussa kuljettajan tuottavuudesta yli 20 % selittivät kuljettajan kokemusvuodet, ikä ja niiden suhde toisiinsa. Kuljettajan vaikutus harvesterin tuottavuuteen on niin merkittävä, että se pitäisi tulevaisuudessa ottaa huomioon kaikissa harvestereiden tuottavuusmalleissa. (Taskinen 2016.)

Metsätehon tutkimuksessa hakkuun kannattavuudesta seurattiin myös ajankäytön eroja hakkuutavoittain. Toisella harvennuksella ajasta 43 % kului karsintaan ja katkontaan, 24 % tarttumiseen ja kaatosahaukseen, 16 % siirtymiseen työpisteeltä toiselle, 3 % alikasvoksen raivaukseen, 11 % alle 15 minuutin taukoihin ja 3 % apuaikoihin. Päätehakkuulla ajasta 53 % kului karsintaan ja katkontaan, 22 % tartuntaan ja kaatosahaukseen, 7 % siir-

tymiseen, 3 % alikasvoksen raivaukseen, 12 % alle 15 minuutin taukoihin ja 3 % apuajoihin. Apuajoilla Metsätehon tutkimuksessa tarkoitettiin esimerkiksi hakkuutähteiden sijoitteluun ajouralle kulunutta aikaa. (Metsäteho 1996.)

Edellä mainittu Metsätehon tutkimus on tällä hetkellä jo yli 20 vuotta vanha, mutta kuten edellä viitatussa Pro Gradu – tutkimuksesta sekä tästä tutkimuksesta käy ilmi, pitävät sen tulokset kuljettajan merkityksestä sekä harvesterin ajankäytön rakenteesta edelleen paikkaansa melko hyvin. Harvestereiden kehitys vuodesta 1996 tähän päivään on ollut huimaa ja tuottavuus on noussut, mutta tämä ei kuitenkaan poista ammattitaitoisen ja osaavan kuljettajan merkitystä.

Toiseksi tärkeimmäksi tuottavuuteen vaikuttavaksi tekijäksi Metsätehon tutkimuksessa nousi runkojen keskikoko. Kuten kuvaajasta (Kuvio 1) käy ilmi, harvennushakkuulla tuntituottavuus nousee rungon keskikoon mukana. Tämä lainalaisuus pätee edelleen hakkuutavasta riippumatta ja koneiden sekä työtapojen kehityksestä huolimatta.



KUVIO 1. ”Harvennushakkuun käyttötuntituottavuus rungon koon mukaan” (Metsäteho 1996)

2.1 Tutkimuksen teoriaa

Tässä tutkimuksessa käytettiin soveltuvin osin aika – ja tuotostutkimusta sekä seuranta-tutkimusta. Kaikki kolme ovat perinteisiä tapoja metsätyön tutkimuksien toteuttamisessa. Aikatutkimuksessa selvitetään työhön kuluva aikaa, tuotostutkimuksessa tutkitaan mitä tällä kuluneella ajalla on saatu aikaiseksi. Seurantatutkimuksessa selvitetään eri työvaiheiden kestoja ja niiden vaikutuksia tuotostutkimuksen tuloksiin (Uusitalo 2003, 165-169). Tässä tutkimuksessa aineiston kerääminen tehtiin aika – ja tuotostutkimuksena, mutta tulosten käsittelyssä sovellettiin seurantatutkimusta, pyrittäessä selvittämään aiemmin kerätystä aikatiedosta tuotokseen vaikuttavat asiat.

Aikatutkimusta tehtäessä työhön kulunut kokonaisaika on pilkottava tarkastelua varten tarkoituksenmukaisiksi osiksi. Metsätyötä tutkittaessa kokonaisaika jaetaan yleensä työ-aikaan, tuotantoaikaan, ja tehoaikaan. Kokonaisaika sisältää leimikolla vietetyn ajan kaikine katkoksineen, tuotantoaika sisältää tehoajan lisäksi määritetyn mittaiset katkokset ja tehoaika sisältää ainoastaan työn ilman katkoksia. Kaikkiin töihin kuuluu katkoksia työn-teossa, joten pelkkä tehoaikaan vertaaminen ei kerro työn todellista tuottavuutta (Uusitalo 2003, 167). Tätä jaottelua käyttävät myös konevalmistajat koneiden seurantaohjelmis-toissaan ja sitä käytetään hieman muokattuna myös tässä tutkimuksessa.

Tässä tutkimuksessa ajankäyttötieto kerättiin aineistoon sekä niin sanottuna G15 aikana, että G0 aikana. G15 - ajalla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa koneen tuotantoaikaa, joka sisältää alle 15 minuutin pituiset tauot. G0 – ajalla tarkoitetaan tehoaikaa.

Koneen tuottavuuden mittaamisessa tarvitaan aikatutkimuksen lisäksi tiedot koneen tuot-tamista tuloista ja koituneista kustannuksista tarkasteltavalla ajanjaksolla. Koneen kus-tannukset voidaan jakaa kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin. Kiinteisiin kuluihin las-ketaan usein kuuluviksi hankintahinta, arvonaleneminen, mahdolliset korot, vakuutukset ja yleiskustannukset. (Uusitalo 2003, 177-180.) Muuttuvat kustannukset ovat riippuvaisia koneen käytöstä ja näihin kuuluviksi lasketaan usein ainakin poltto- ja voiteluaineet sekä huollot ja korjaukset (Uusitalo 2003, 179-180).

Tärkeimpiä mittareita puunkorjuuprosessissa ovat leimikon tunnusluvut: koko, runkojen keskikoko, kokonais- ja työaika leimikolla sekä hakkuun tuottavuuden tunnusluvut

m³/tunti. (Kuva 1.) Leimikon koon pienentyminen lisää kustannuksia sekä heikentää tuntuotosta ja tehokkaan työajan osuutta kokonaisajasta (Houruranta 2013).

tunnus	Seurattava tunnus	yksikkö	Selite
	Leimikko		
P1	leimikon koko	m ³	Yhdeltä leimikolta korjatun puutavaran kokonaismäärä.
P2	hakatun puuston keskijäreys	dm ³	Kaikkien leimikolta hakattujen runkojen keskijäreys.
P3	puutavaralajien lukumäärä	kpl	Leimikolta korjattavien puutavaralajien lukumäärä.
P4	keskimääräinen metsäkuljetusmatka	m	Keskimääräinen puutavaran kuljetusmatka leimikolla.
	Aika		
P5	leimikkoaika	h	Leimikon aloitus- ja lopetusajan erotus.
P6	tuottava aika	h	Aika, jona kone valmistaa tai kuljettaa puutavaraa.
P7	lavettisiirtojen aika	h	Aika, jonka kone on lavetilla tai odottamassa siirtoa.
P8	korjausaika	h	Aika, jonka kone on korjattavana.
P9	käyttöaste	%	Leimikkoaika / kalenteri aika
P10	käyttöaste 2	%	Teho aika / käyttö aika
	Hakkuu		
P11	hakattu tilavuus	m ³	Leimikolta hakatun puutavaran kokonaistilavuus.
P12	runkojen lkm	kpl	Leimikolta hakattujen runkojen lkm.
P13	joukkokäsitteltyjen runkojen lkm	kpl	Leimikolta joukkokäsiteltynä hakattujen runkojen lkm.
P14	joukkokäsittelyn osuus	%	Joukkokäsitteltyjen runkojen lkm / runkojen lkm
P15	hakkuun tuottavuus1	m ³ /h	Hakattu tilavuus / leimikko aika
P16	hakkuun tuottavuus2	m ³ /h	Hakattu tilavuus / teho aika
	Metsäkuljetus		
P17	kuljetettu tilavuus	m ³	Leimikolta kuljetetun puutavaran tilavuus.
P18	kuljetettu massa	t	Leimikolta kuljetetun puutavaran massa.
P19	kuljetettujen kuormien lkm	kpl	Leimikolta kuljetettujen puutavarakuormien lkm.
P20	kokonaisajomatka	m	Kuormatraktorin ajama kokonaismatka leimikolla.
P21	kuljetussuorite	m ³ km	Kuljetettu tilavuus * keskimääräinen metsäkuljetusmatka
P22	kuljetuksen tehokkuus	%	(kuljetettujen kuormien lkm * keskimääräinen metsäkuljetusmatka) / kokonaisajomatka
P23	kuorman keskikoko	t/kuorma	Kuljetettu massa / kuljetettujen kuormien lkm
P24	kuljetuksen tuottavuus1	m ³ /h	Kuljetettu tilavuus / leimikko aika
P25	kuljetuksen tuottavuus2	m ³ /h	Kuljetettu tilavuus / teho aika
	Laatu		
P26	harvennusvoimakkuus	indeksi	Jäävän puuston ppa, ajouraleveys, ajouraväli
P27	korjuuvauriot	indeksi	Juurivauriot, runkovauriot, ajourapainumat
P28	tukkien hylkäysprosentti	%	Tukkien hylkäysprosentti sahalaitoksen vastaanotosta.
P29	häviö	%	(Hakattu tilavuus - kuljetettu tilavuus) / hakattu tilavuus
P30	polttoaineen kulutus	l/m ³	

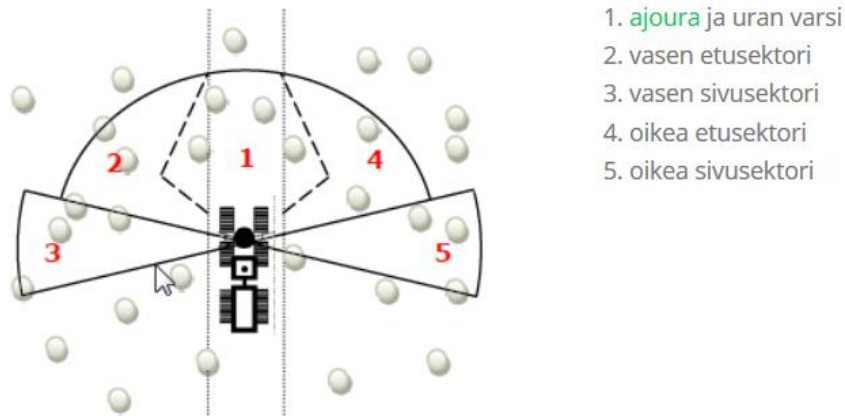
KUVA 1. Metsäkoneyritysten seurantatyökalun puunkorjuuprosessin mittarit. (Houruranta 2013)

2.2 Kuljettajan työtehtävät

Metsäkoneenkuljettajan työ on vaativaa ja itsenäistä. Kuljettajan on hallittava koneen käytön ja kunnossapidon lisäksi erilaiset hakkuutavat, puutavaralajit ja laatuvaatimukset,

erilaiset lait, määräykset sekä sertifikaatit ja nykyisin myös tietotekniikka. Työtä tehdään usein kahdessa vuorossa, ja metsässä on pärjättävä yksin. Lisäksi kuljettaja edustaa työmaalla sekä korjuuyrittäjää, että myös urakanantajaa. Korjuuyritykset korjaavat puuta yhtiöille useimmiten rungon keskikoon mukaan määräytyvällä kuutiotaksalla, toisin sanoen urakkapalkalla. Koneenkuljettajille maksetaan kuitenkin useimmiten tuntipalkkaa. Yhtiöistä riippuen voi käytössä olla erilaisia puutavaralajikohtaisia korotuksia taksoihin. Korjuuyritysten roolin muuttuessa myös koneenkuljettajan työ on muutoksessa. Etenkin tietotekniikan määrä koneissa on lisääntynyt ja sitä myöten kuljettajan on hallittava myös sen käyttö. (Kääriäinen 2017.)

Kuten edellä on mainittu, kuljettajan osuus korjattavien leimikoiden tuottavuudessa on suuri. Ammattitaitoinen kuljettaja hallitsee hakkuutavoittain oikeiden työmenetelmien käytön ja työjärjestyksen. Metsätehon oppaassa ”Koneellinen puunkorjuu” esitellään erilaisia työmalleja eri hakkuutavoille. Näitä ovat sektorityömalli ja sivulle- ja eteenpäin kaato. Sektorityömallissa hakattava alue jaetaan viiteen sektoriin jokaisella työpisteellä (Kuva 2). Sektorit käydään läpi järjestelmällisesti alkaen ajouran avaamisesta ja päättyen koneen sivuille jääviin sektoreihin. Sivulle kaadossa puut kaadetaan järjestelmällisesti kohtisuoraan ajouraan nähden koneen sivuille. Eteenpäin kaadossa puut kaadetaan koneen kulkusuuntaan päin samaan kaatopisteeseen. Sektorityömalli soveltuu etenkin ensiharvennuksille, sivulle kaato soveltuu harvennuksille ja uudistushakkuille. Eteenpäin kaato soveltuu lähinnä uudistushakkuille. Kaikkien työmallien tarkoituksena on parantaa koneen tuottavuutta minimoimalla muuhun kuin prosessointiin kuluva aika hakkuutyössä. Tuottavalla tasolla toimiva koneenkuljettaja hallitsee nämä työmallit ja osaa soveltaa niitä leimikon olosuhteiden mukaan (Metsäteho 2018).

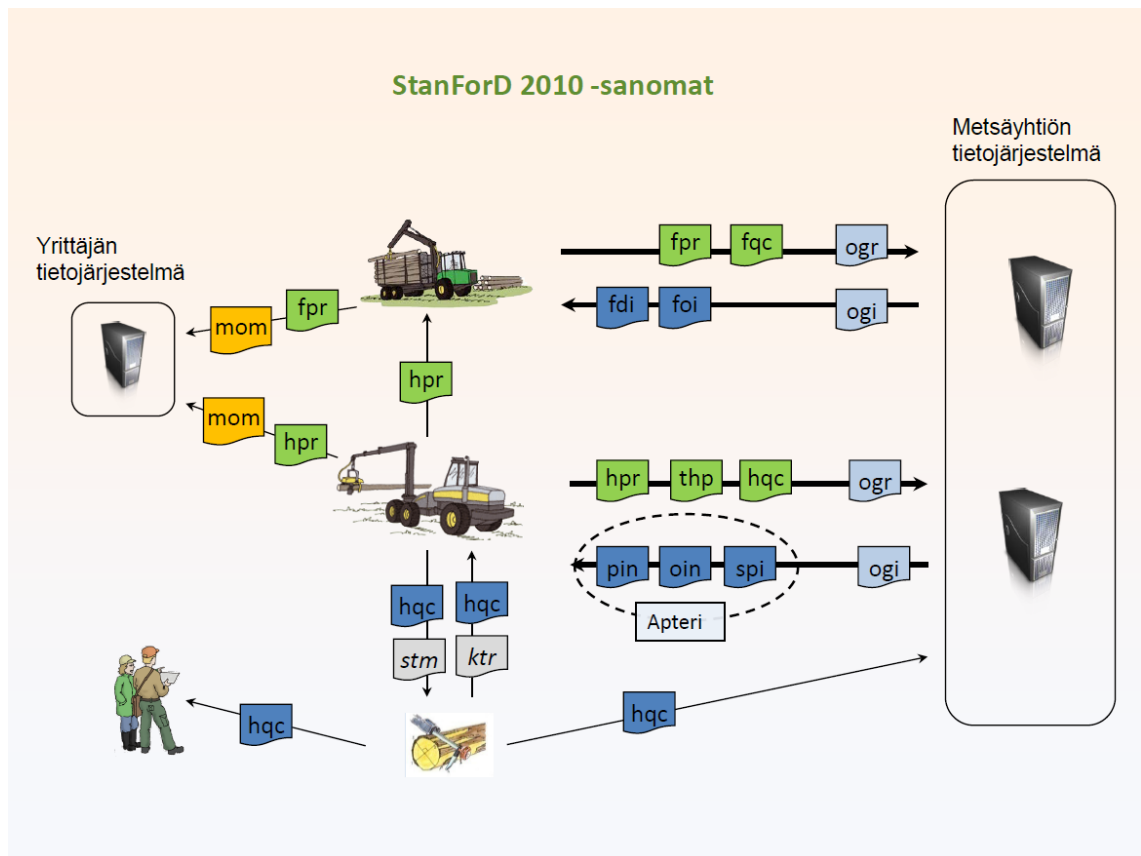


KUVA 2. Sektorityömalli (Metsäteho 2018)

2.3 Timber Office 5 – ohjelmisto ja tiedonsiirto

John Deeren Timber Office – 5 -ohjelmistoa käytettiin aineiston keräämisessä koneista. Timber Office – 5 -ohjelmiston Fleet Manager – toiminnolla koneista langattomasti lähetetyistä tiedoista saadaan tehtyä .csv tiedostomuotoisia raportteja, joita käytettiin Excel laskennan pohjana. Raportteja saa tehtyä tuotannon (.prd tai .hpr) lisäksi tuottavuudesta, ajankäytöstä (.drf tai .mom), polttoaineenkulutuksesta, koneen teknisestä kunnosta sekä mittalaitteiden kalibroinnista. Ajankäyttö- ja tuotantoraportit ovat saatavilla eri muodoissa riippuen harvesterin Timber Matic –ohjelmiston tallennusasetuksista. Tässä tutkimuksessa tiedot harvesterissa tallennettiin leimikoittain, jolloin myös raportit olivat leimikkokohtaisia, mikä oli paras vaihtoehto tämän tutkimuksen vaatimia leimikoiden kannattavuuslaskelmia varten.

Timber Office 5 –ohjelmisto on yhteensopiva hakkuukoneissa käytettyjen StanForD (Standard for Forestry Data and Communication) – ja StanForD 2010 tiedonsiirtostandardien kanssa. StanForD 2010 on näistä uudempi versio, joka on korvaamassa vuonna 1987 käyttöön otettua aiempaa standardia. Uudistuksen myötä metsäkoneiden tiedonsiirrossa on tapahtunut muutoksia (Kuva 3). Tällä hetkellä molemmat näistä ovat vielä käytössä. Tämän tutkimuksen kannalta olennaisimmat erot ovat muuttuneet tiedosto- ja sananimet: tuotantotieto .prd on uudessa standardissa .hpr ja ajankäyttötieto .drf on uudessa standardissa .mom. (Metsäteho 2011.)



KUVA 3. StanForD 2010 sanomat Metsäteho 2011

2.4 Lavettisiirtojen vaikutus kannattavuuteen

Myös lavettisiirtojen osuus kustannuksista nousee huomattavaksi tekijäksi erityisesti leimikoilla, jotka sijaitsevat kaukana yrityksen toimipisteestä tai toisistaan. Metsäkoneiden siirtokustannusten voidaan karkeasti ajatella olevan tämän kokoluokan toiminnassa erikseen palkatulla lavetin kuljettajalla n. 1€ per kilometri. Kuljetussuoritteiden kasvaessa kilometrikustannus pienenee. (Väättäinen, K., Asikainen, A. & Sikanen, L. 2006.)

Lavettisiirtojen kuluja pyritään korjuuyrityksissä minimoimaan ketjuttamalla työmaat tiettyltä alueelta. Ketjuttamisessa kone viedään alueelle, jossa on korjuuvalmista varantoa. Nämä leimikot pyritään korjaamaan pois ja sen jälkeen kone siirretään seuraavalle alueelle. Näin pyritään välttämään edestakaista koneiden siirtelyä ja pitkiä kuljetusmatkoja. Myöskin tyhjänä ajoa pyritään lavetilla välttämään mahdollisimman paljon. Ideaalitilanteissa ajokoneen saapuessa leimikolle harvesteri olisi valmiina odottamassa siirtoa leimikolta pois.

Korjuuyritysten tapa hoitaa koneiden siirrot vaihtelevat paljon. Erityisesti pienet yhdenkahden koneen yritykset teettävät siirtoja ostopalveluna. Näissä pienissä yrityksissä ei oman siirtoauton hankintaa ole nähty järkeväksi. Useimmilla korjuuyrittäjillä kuitenkin on omaa koneen siirtokalustoa. Perinteisesti korjuuyrityksissä ei välttämättä ole ollut palkattua lavetinkuljettajaa, vaan koneiden kuljettajat ovat hoitaneet omien koneidensa siirrot. Koneiden lukumäärän, ja sitä myöten siirtojen määrän kasvaessa varsinaisen lavetinkuljettajan palkkaaminen on kuitenkin tullut ajankohtaiseksi useissa yrityksissä. Osa yrityksistä kokee kuitenkin ongelmalliseksi puunkorjuun kausiluonteisuuden, joka vaikuttaa myös lavetin ajoihin. Talvella lavetilla olisi menoa aamusta iltaan, kun taas kesällä sille ei välttämättä koeta olevan riittävästi ajoa. Suurin osa metsäkonelaveteista soveltuu kuitenkin myös maansiirtokaluston siirtoihin, mistä voitaisiin saada riittävästi tuloja kesäkuukausina. (Väätäinen, K., Asikainen, A. & Sikanen, L. 2006.)

3 TUTKIMUSTAPA

Tässä opinnäytetyössä pyrittiin löytämään eräänlaisia koneyrittäjälle tärkeitä hakkuun kannattavuuteen liittyviä avainlukuja, joiden pohjalta saadaan selville eri leimikoiden välisiä eroja hakkuun kannattavuuden kannalta. Opinnäytetyön aineisto kerättiin helmimaaliskuussa 2018 kahdesta John Deere 1270 G – mallin hakkuukoneesta. Molemmat koneet hakkasivat aineiston keruun ajan kahdessa vuorossa. Aineistoon kerättiin kaikki ajanjakson työmaat näiltä koneilta. Aineistoa kertyi seitsemältätoista (17) työmaalta, kahden eri urakanantajan korjuukohteilta. Aineisto kerättiin käyttämällä John Deere Timber Office 5 – ohjelmistoa, jonka avulla koneesta saadaan langattomasti kerättyä muun muassa tuotantotiedot, ajankäyttötiedot, polttoainetiedot sekä useita kuljettajien ja koneen toimintaa ilmaisevia tietoja muun muassa hakkuupään käytöstä ja runkojen prosessoinnista.

Tämän työn kannalta tärkeimmät koneista saatavat tiedot olivat tuotostiedot, ajankäyttötiedot sekä polttoainetiedot. Tuotos - ja ajankäyttötiedot tuotiin taulukoina Excel – ohjelmistoon, jossa niiden pohjalta laskettiin leimikoittain tunnuslukuja muun muassa tunti-tuotoksesta, polttoaineen kulutuksesta, leimikon nettotulosta ja nettotulosta tunnilta. Leimikon kulut, kuljettajien palkka, koneen kiinteät kulut sekä polttoainekustannus laskettiin ja vähennettiin tuloista, jolloin saatiin leimikolta bruttotulo. Näiden lisäksi leimikolta kerättävää tietoa olivat hakkuutapa, pinta-ala, hakattujen runkojen keskijäreys sekä mahdolliset korjuuyrittäjästä riippumattomat kustannustekijät kuten esimerkiksi ennakkoraivauksen puute.

3.1 John Deere 1270 - G hakkuukone

Tutkimuksen aineisto kerättiin kahdesta kahdessa vuorossa hakkaavasta John Deere 1270 G mallin harvesterista (Kuva 4), joiden työmaat sijoittuivat aineiston keräyksen aikana Pohjois-Pirkanmaalle. Harvesteri sijoittuu John Deeren malliston keskivaiheille 1170 – ja 1470 – mallisarjojen väliin. Koneetta voisi luonnehtia isoksi yleiskoneeksi, jolla varustuksesta riippuen pystyy vielä tekemään harvennushakkuuta ongelmitta sopivilla kohteilla. Koneessa on John Deeren yhdeksänlitrainen 200 kilowattia tuottava dieselmoottori, säätävätehoinen ja kuormantunteva kaksipumppuinen hydraulikkajärjestelmä sekä IBC-järjestelmä eli puomin kärkiohjaus. Koneen paino työkunnossa on varustuksesta riippuen

noin 22 tonnia. 1170 sarjan paino on noin 19 tonnia, kun taas 1470 sarja painaa varustuksesta riippuen joitakin tonneja enemmän kuin 1270 sarja (John Deere 2018).



KUVA 4. John Deere 1270 – G harvesteri (John Deere 2018)

3.2 Raportit

Tärkeimmät raportit tämän tutkimuksen tekemisessä olivat puutavaralajeittain eritelty tuotantoraportti sekä ajankäyttöraportti. Eriteltyä tuotantoraporttia käytettiin paitsi kannattavuuslaskelmissa myös johtopäätöksiä tehdessä. Puutavaralajeittain erittelystä raportista saatiin selville kunkin leimikon tarkat puutavaralajisuhteet, joiden avulla saatiin lisätietoa muun muassa samankaltaisten leimikoiden mahdollisista ajankäytöllisistä eroista.

Ajankäyttöraporteissa työaika tallennettiin kahdessa eri muodossa: G15– ja G0 – aikana. G15 – aika kuvaa leimikolla käytettyä työaika sisältäen kaikki alle viidentoista minuutin pituiset tauot hakkuutyössä. Nämä tauot ovat yleensä pieniä koneen huolto- tai korjaustöitä, kuten teräketjun vaihtoja. Lyhyiden taukojen suuri osuus työmaalla voi myös johtua muista syistä, kuten esimerkiksi hankalista olosuhteista leimikolla tai puutteellisesta ennakkoraivauksesta. Tämä aika on säädettävissä myös lyhyemmäksi tai pidemmäksi tarpeen mukaan. Kaikista yli 15 minuutin katkoksista kuljettajan piti antaa syy harvesterin

Timber Matic –ohjelmistolle. Nämä pidemmät seisokit pitivät sisällään sekä koneen huolto-ohjelman mukaisia huoltoja, että varsinaisia korjauksia. Lisäksi tähän aikaan sisältyvät maantiekuljetukset sekä kuljettajan tauot. Ajankäyttöraportti sisältää lisäksi avainluvut koneen käyttöasteesta ja kuljettajan toiminta-asteesta. (Kuva 5).

▼ Avainluvut	
Käyttöaste: %	99,8
Tekninen käyttöaste: %	89,1
Tehokas työn käyttöaste : %	89,0
Seisokkiaika: %	10,9
Korjausaika: %	0,0
Koneen toiminnallinen käytettävyys: %	89,1
Kuljettajan toiminta-aste: %	89,1

KUVA 5. Kuvakaappaus Timber Office 5 – ohjelmistosta

Lisäksi ohjelmistosta on saatavilla kuvaajia muun muassa työajan jakaumasta eri työvaiheiden välillä (Kuva 6), polttoainetaloudesta ja harvesteripään suoritusarvoista. Näille arvoille voi tallentaa referenssiarvon, joihin niitä verrataan. Tällöin ohjelmisto kertoo eron kyseisen koneen ja referenssikoneen suoritusarvojen välillä. Tämä helpottaa korjuuyrittäjän seuranta ja vertailua eri koneiden ja kuljettajien välillä.



KUVA 6. Työajan jakauman kuvaaja Timber Office 5 – ohjelmistosta

GO – aika kuvaa tehokasta työaikaa leimikolla sisältäen vain hakkuutyön: maastoajon, tarttumisen ja prosessoinnin. Näiden lisäksi raportista käy ilmi leimikolla käytetty kalenteriaika sekä käytetty kokonaisaika sisältäen mahdolliset seisokit.

Tutkimuksen aineistosta puuttuu tarkka koneiden siirtoihin kulunut aika, vaikka se on mahdollista kirjata koneen ajankäyttöraporttiin. Tarkan aikaperusteisen tiedon puuttuessa

lavettisiirtojen aiheuttamat kustannukset arvioidaan työmaiden välimatkojen perusteella ja oletuksena on, että koneiden ei ole tarvinnut odottaa siirtoa.

3.3 Kannattavuuslaskelmat

Tämän tutkimuksen leimikkokohtaisiin kannattavuuslaskelmiin laskettiin edellä mainittujen raporttien pohjalta seuraavan esimerkkitaulukon mukaiset tunnuksset (Taulukko 1). Opinnäytetyön julkaistavan version taulukoista on poistettu luottamukselliset tiedot.

TAULUKKO 1. Esimerkki kannattavuuslaskelmasta

Hakkuukertymä m3	553,1
Hakkuutaksa	
Työaika G15	15,63
Tehokas työaika G0	13,81
m3/G15	35,39
m3/G0	40,06
Runkoja kpl	852
Runkoja/h	55
Runkoja/h tehokas	62
Rungon keskikoko dm3	665,00
Pinta-ala ha	2,20
m3/ha	251,42
Nettotulo	
€/h	
€/tehokas h	
Palkkakulu €/h	25,50
Koneenkulut €/h	28,00
Polttoaine hinta €/l	0,70
Kulutus litraa/h	15,00
Kulutus yhteensä	234,44
Seisokkiaika	1,50
Seisokkikulut	38,34
Kulut	
Kulut €/m3	
Brutto	

Kuluihin tässä tutkimuksessa laskettiin kuljettajan palkka, koneen kiinteät kulut, polttoainekulut ja seisokkikulut. Seisokkikulut laskettiin ajankäyttöraportin seisokkiajan mukaan, kertoimena seisokkiajalle käytettiin kuljettajan palkkakulua. Kuljettajan palkka ja koneen kustannukset saatiin työn tilaajalta.

Kuljettajan palkkakuluna tässä tutkimuksessa käytettiin 15 euroa tunnilta, joka kerrottiin 1,7:lla palkansivukulujen huomioonottamiseksi. Tulokseksi saatiin yleismallinen arvio 25,5 € per tunti, joka sisältää palkan sivukulut mutta ei palkanlisiä. Yksinkertaisuuden vuoksi päädyttiin ratkaisuun, jossa palkkaa käsitellään ns. suorana palkkana ilman ilta – tai muita lisiä.

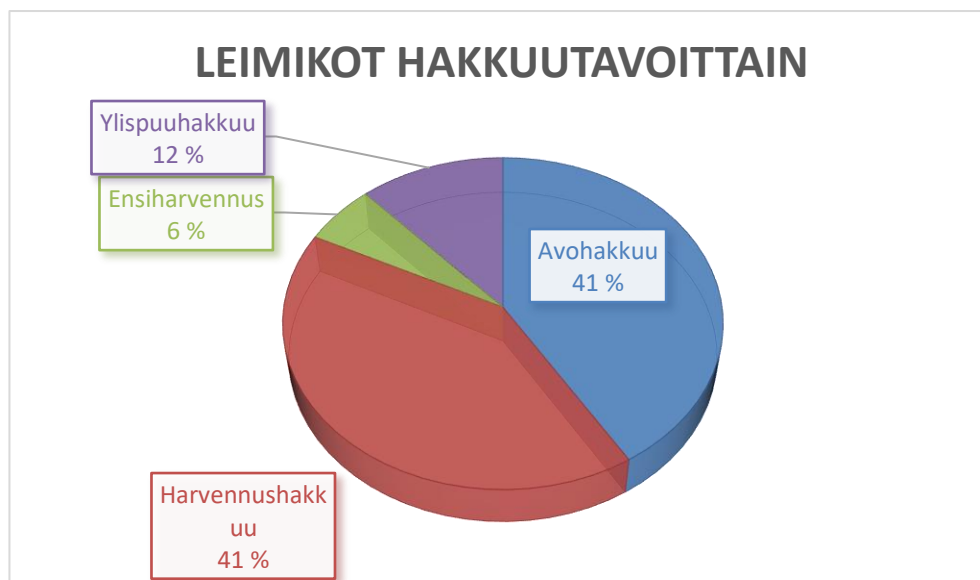
Polttoaineen kulutus saatiin Timber Office 5 –ohjelmistosta. Laskelmissa käytettiin litraa tunnissa (l/h) muotoa. Toisin kuin muut tutkimuksessa käytetyt tiedot, polttoaineenkulutusta ei ohjelmistossa ollut saatavilla leimikkokohtaisena, vaan ainoastaan kalenteripäivien mukaan, joten polttoaineenkulutustiedon tarkkuus ei ole samaa luokkaa ajankäyttö – ja tuotantotiedon kanssa.

4 AINEISTO

4.1 Leimikot

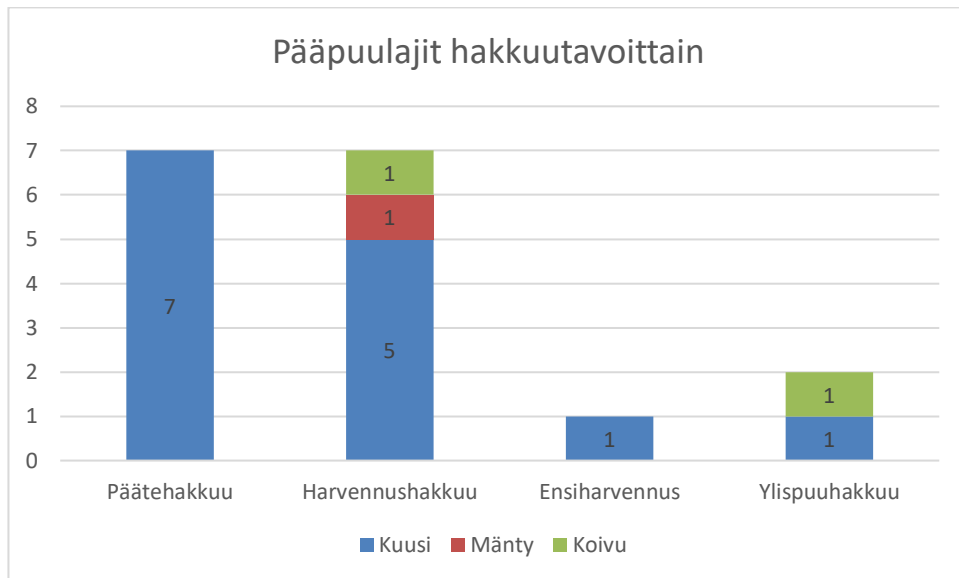
Yhteensä leimikoita aineistoon kertyi 17 kappaletta noin kuukauden ajanjaksolla helmikuun 2018 alusta maaliskuun 2018 alkuun. Näistä 7 kappaletta oli avohakkuita, 7 kappaletta harvennushakkuita, 1 kappale ensiharvennusta ja 2 muita hakkuita. Aineiston muut hakkuut olivat molemmat ylispuuhakkuita. Kaikilla leimikoilla korjattiin vain ainespuuta.

Hakkuutapojen suhde aineistossa näyttäisi vastaavaan melko pitkälti keskikokoisen harvesterin normaalia leimikkojakaumaa: se ei ole puhtaasti aukkokone, mutta ensiharvennuksille se on hieman liian suuri (Kuvio 2).



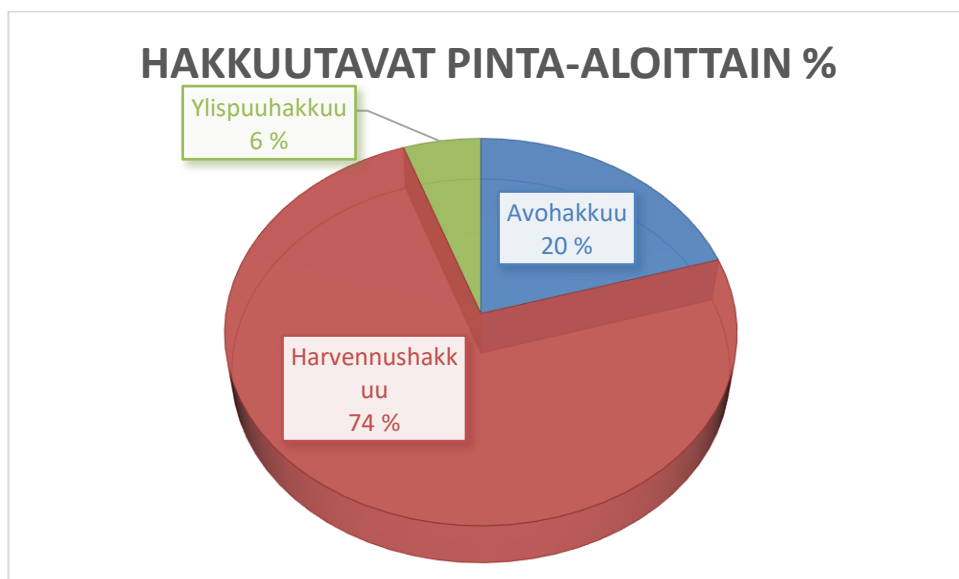
KUVIO 2. Leimikot hakkuutavoittain kappaletta

Pääpuulajina useimmilla leimikoilla oli kuusi; kaikilla avohakkuilla, viidellä harvennuksella, ainoalla ensiharvennuksella sekä yhdellä muulla hakkuulla (Kuvio 3). Koivu oli pääpuulajina 1 harvennuksella ja yhdellä ylispuuhakkuulla, mänty oli pääpuulajina ainoastaan yhdellä harvennushakkuulla. Puulajisuhde aineistossa kuvastaa myöskin yrittäjän alueen puustoa, jossa kuusi on valtapuuna alueella (Luke 2015).



KUVIO 3. Pääpuulajit hakkuutavoittain

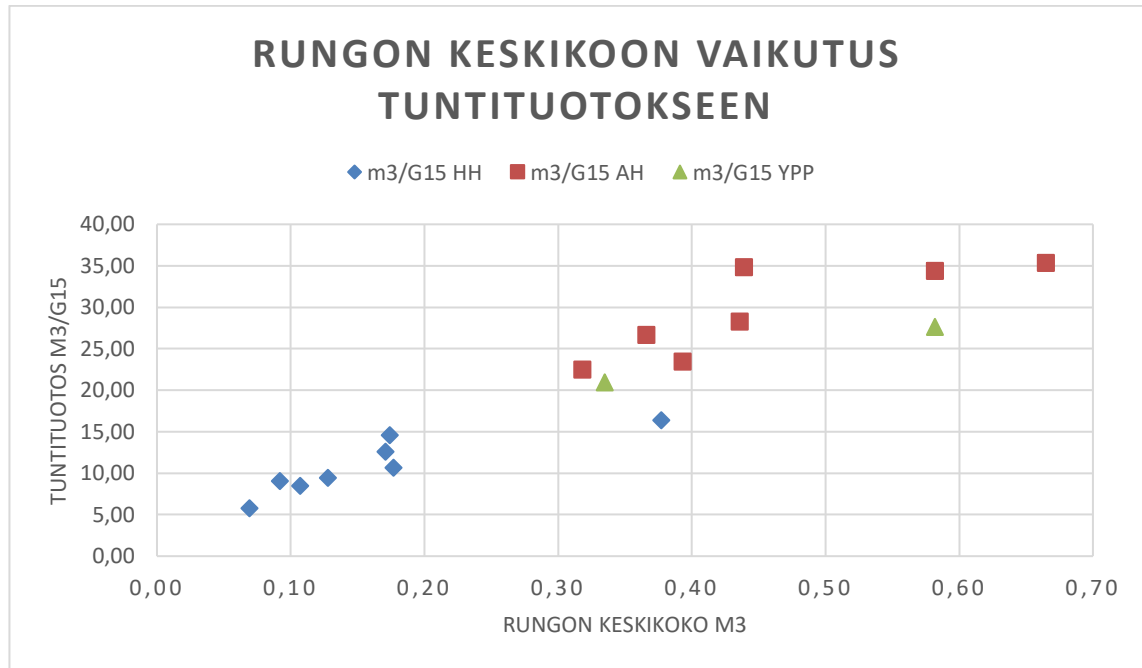
Leimikoiden pinta-alat vaihtelivat 0,5 hehtaarista 38 hehtaariin. Avohakkuun osuus pinta-alasta oli 20 %, harvennushakkuun 74 % ja ylispuuhakkuun 6 % (Kuvio 4). Keskimääräinen avohakkuuleimikko oli kooltaan 1,99 hehtaaria, harvennusleimikko 6,44 hehtaaria ja muu hakkuu 2,1 hehtaaria, aineiston kokonaispinta-alan ollessa 78,09 hehtaaria. Kaikki aineiston leimikot olivat yksityisten metsänomistajien omistuksessa.



KUVIO 4. Hakkuutavat pinta-aloittain

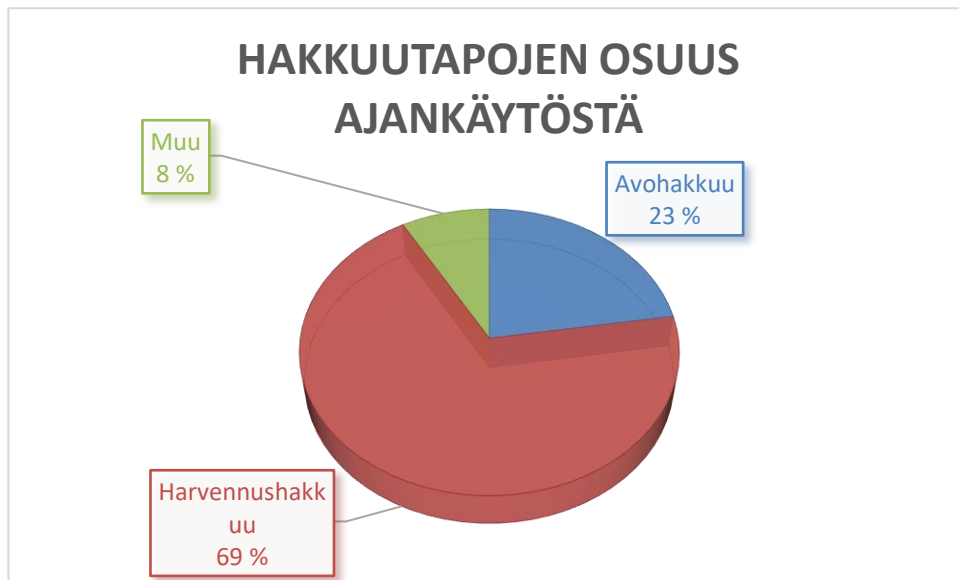
4.2 Hakkuun tuottavuus ja ajankäyttö

Hakkuukertymästä avohakkuilta tuli 38 %, harvennuksilta 51 % ja muilta hakkuilta 11 %. Keskimääräinen tuntituotos avohakkuulla oli 29,4 m³/G15 ja 33,1 m³/G0, harvennushakkuulla 12,8 m³/G15 ja 13,9 m³/G0 sekä muulla hakkuulla 23,9 m³/G15 ja 26,9 m³/G0. Runkojen keskikoko vaihteli 69 litrasta yli 600 litraan, mikä näkyi tuntituotoksissa: parhaan ja huonoimman tuntituotoksen ero oli lähes 30 m³ (Kuvio 5.)

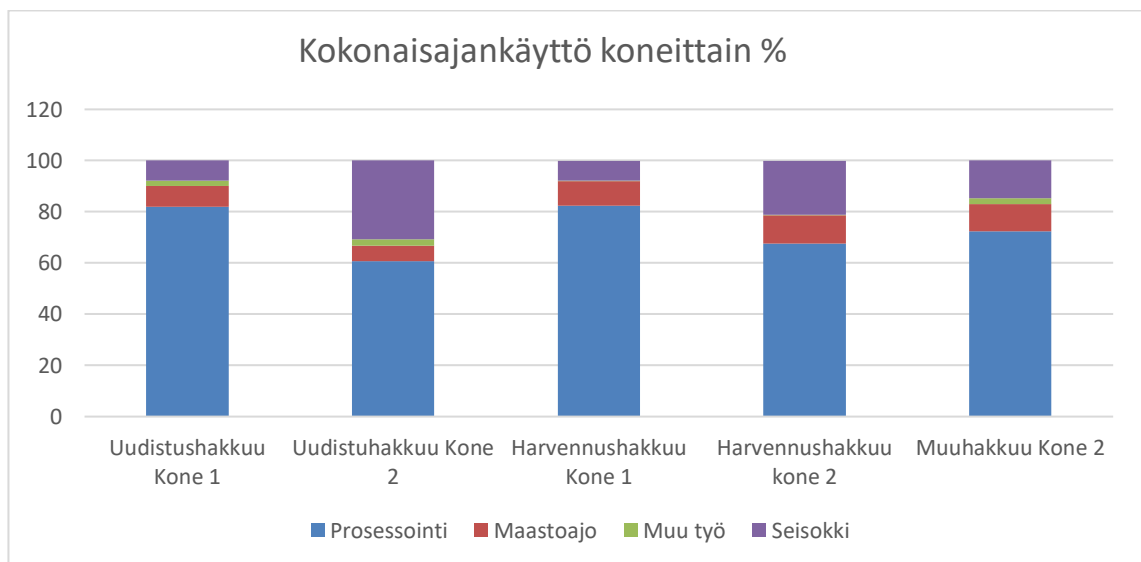


KUVIO 5. Rungon keskikoon vaikutus tuntituotokseen

Kerätystä G15 – ajasta päähakkuilla kului 23 %, harvennuksilla 69 % ja muilla hakkuilla 8 % (Kuvio 6). Molemmat koneet tekivät lähes saman määrän kokonaistunteja mutta kokonaistyöajan jakaumassa oli koneiden välillä eroja (Kuvio 7). Kone 1 suoritti koko tutkimusajan erinomaisella tasolla, prosessointiajan osuuden pysyessä hakkuutavasta riippumatta korkeana. Kone 2:n suuri seisonta-ajan osuus uudistushakkuilla johtuu isosta korjauksesta kesken työmaan ja se näkyy pienessä otannassa selvästi. Harvennushakkuun osalta tulokset ovat paremmin vertailukelpoisia.



KUVIO 6. Hakkuutapojen osuus ajankäytöstä %

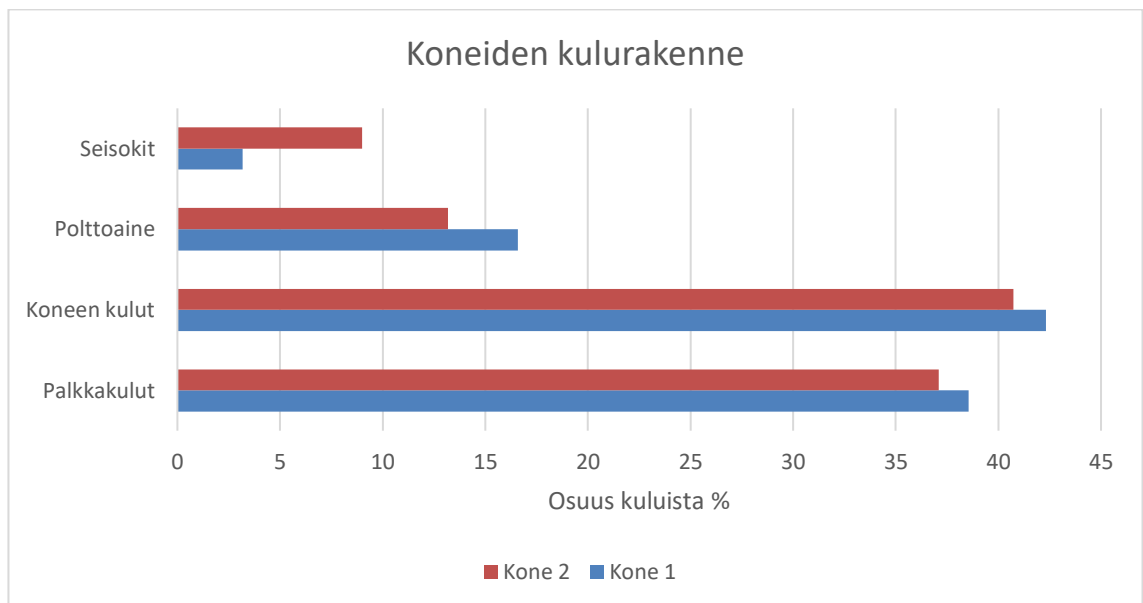


KUVIO 7. Kokonaisajankäyttö koneittain %

Seisokkiaika leimikoilla oli kaikkiaan 87 tuntia, jakaantuen hakkuutavoittain seuraavasti: uudistus 32h, harvennus 48h ja muu 7h. Seisokeista määrällisesti suurin osa johtui normaaleista huolloista ja kontrollimittauksista, mutta ajallisesti pisimmät johtuivat isommista korjauksista, joista osa kesti yli vuorokauden.

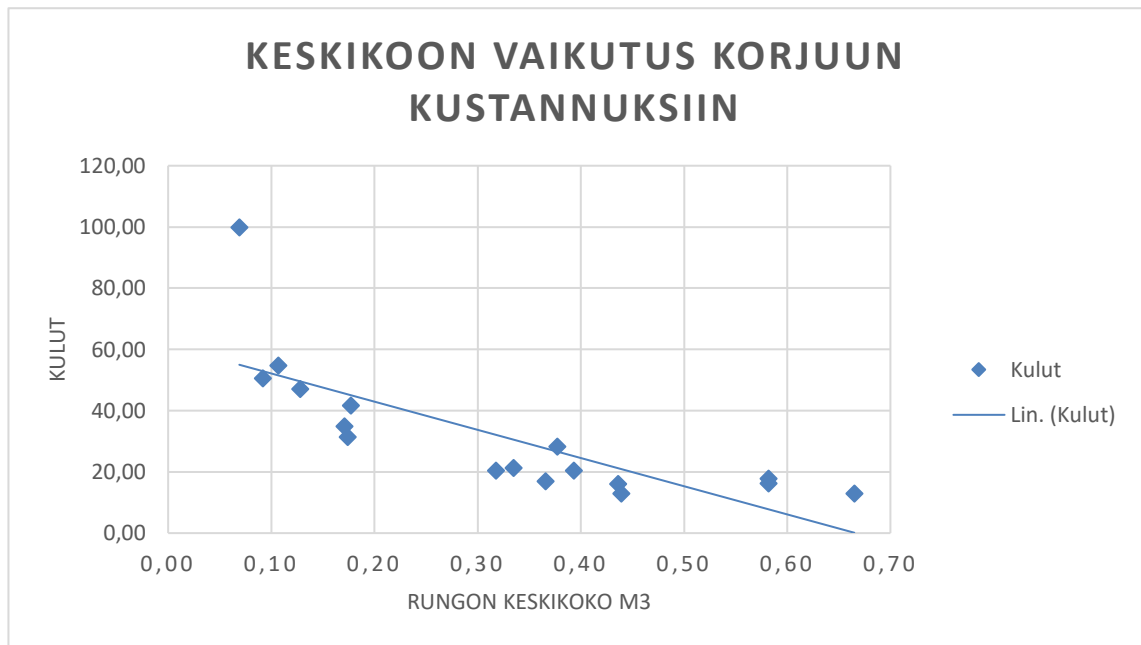
4.3 Kulurakenne

Tutkittujen koneiden kulurakenne jakautui samankaltaisesti (Kuvio 8), koneen kulut ja kuljettajien palkat vastasivat yhteensä n. 70 % kuluista, polttoaine – ja seisokkikulujen osuuden ollessa n. 30 %. Hakkuutavalla ei ollut suurta vaikutusta kulujen jakautumiseen, seisokkikulujen osuuden ollessa avohakkuilla hieman suurempi. Koneen tuntikustannuksena laskelmissa käytettiin 28 euroa, palkkakulun ollessa edellä mainittu 25,5 euroa. Polttoaineen kulutus laskettiin Timber Office 5 –ohjelmistosta saadun tiedon perusteella, hintana käytettiin helmikuun 2018 polttoöljyn hintaa 0,7 euroa litralta. Seisokkiajan kustannuksena käytettiin kuljettajan palkkakulua.



KUVIO 8. Koneiden kulurakenne

Rungon keskikoko vaikuttaa paitsi hakkuun tuottavuuteen myöskin korjuun yksikkökustannuksiin (Kuvio 9). Kuvaajasta on selkeästi nähtävissä korjuun yksikkökustannusten lasku rungon keskikoon kasvaessa. Kuvaajan arvot on johdettu lasketuista tuloksista.

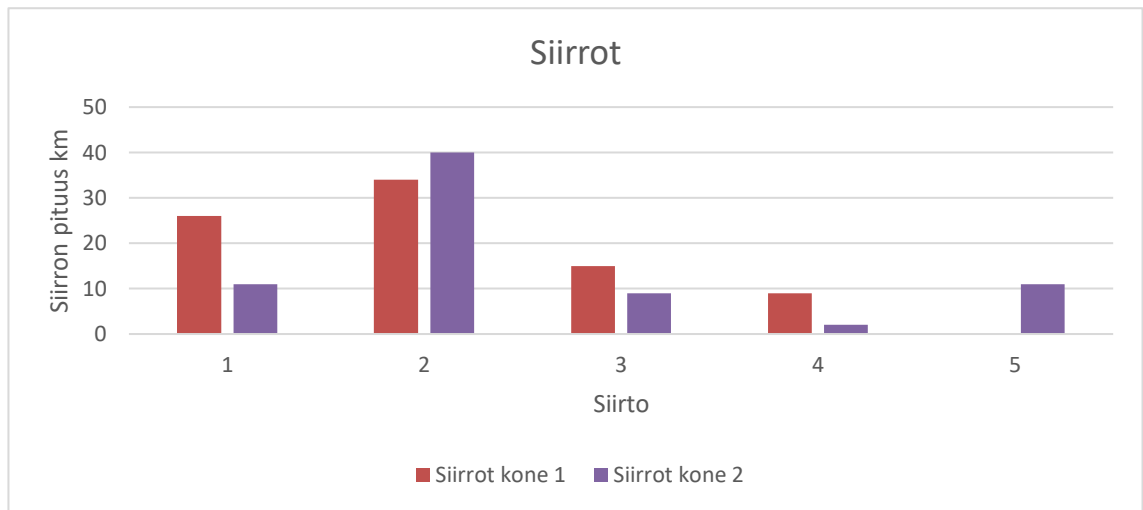


KUVIO 9. Rungon keskikoon vaikutus korjuun yksikkökustannuksiin

4.4 Lavettisiirrot

Lavettisiirtoja seurantajaksolla kertyi yhteensä 8 kappaletta, 4/kone. Lisäksi yksi kahden (2) kilometrin siirto tehtiin koneella ajamalla. Tämän työn tilaajalla oli käytössä kaksi kappaletta neljä- ja viisiakselisia siirtolavetteja.

Siirtomatkat vaihtelivat 40 ja 2 kilometrin välillä, keskimääräinen siirtomatka oli 19 kilometriä (Kuvio 10). Siirtolavetin keskinopeutena siirtoajossa käytettiin laskelmissa 50 kilometriä tunnissa. Tällöin pisimmässä 40 kilometrin siirrossa kului noin yksi tunti ja keskimääräinen siirtoon kulunut aika oli noin puoli tuntia. Molemmat koneet siirtyivät toisille työmaille pidemmän matkan tehtyään aiemmalta alueelta tehtyään korjuuvalmiit leimikot edelliseltä alueelta. Ketjutus näyttää onnistuneen ja siirtomatkat pysyvät sopivina loppuilla työmaille.



KUVIO 10. Lavettisiirrot

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkimuksen tuloksia tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon sen verrattain kapea otanta, vain 17 työmaata reilun kuukauden ajalta. Tämä näkyy poikkeamina tuloksissa.

Suurimmat tekijät, jotka vaikuttavat leimikon korjuun kannattavuuteen korjuuyrittäjän näkökulmasta ovat tämän tutkimuksen valossa korjattavien runkojen keskikoon vaikutus tuntituotokseen, kuljettajan ammattitaito, hakkuutapa ja leimikon pinta-ala. Seuraavat kappaleet on omistettu näiden tekijöiden käsittelylle. Tämän lisäksi yksi kappale on omistettu lavettisiirroille.

5.1 Runkojen keskikoon vaikutus tuntituotokseen

Rungon keskikoon vaikutus harvesterin tuntituotokseen on merkittävä ja sitä kautta se on tämän tutkimuksen valossa suurin yksittäinen tekijä leimikon korjuun kannattavuutta lasettaessa. Keskikoon vaikutus tuntituotokseen voi leimikosta riippuen olla useita kymmeniä kiintokuutioita tunnissa. Tämä vaikuttaa suoraan siihen, kauanko harvesteri viettää työmaalla aikaa. Taksojen perustuessa tehtyihin kuutioihin työmaalla vietetty aika vaikuttaa merkittävästi korjuun tuottavuuteen.

Tämän tutkimuksen aineiston otannan ollessa verrattain pieni keskikoon suhde tuntituotavuuteen ei näy aivan yhtä selkeästi kuin tutkimuksissa, joissa otanta on isompi. Tässä tutkimuksessa samalla hakkuutavalla hakatuissa leimikoissa, joissa runkojen keskikoko oli lähestulkoon sama, tuntituotokset erosivat hieman toisistaan johtuen muista tekijöistä. Tällaisia tekijöitä voivat olla puuston laatu ja leimikon olosuhteet. Lahovikaisen, oksaisen tai lengon puuston apteraukseen, laadun varmistukseen ja yksinkertaisesti karsintaankin kuluu enemmän aikaa kuin samalla hakkuutavalla kohteessa, jossa puusto on laadukasta. Trendinä on kuitenkin selvästi nähtävissä se, että järeämpirunkoisilla kohteilla päästään suurempiin tuntituotoksiin.

5.2 Kuljettajan ammattitaito

Kuten aineistoa käsitelleessä luvussa totesin, tässä tutkimuksessa käytettyjen koneiden kuljettajat ovat kaikki kokeneita ja ammattitaitoisia ja kaikilla on hakkuukokemusta useita vuosia. Tästä syystä suuria eroja ei tämän tutkimuksen tuloksia tarkasteltaessa voida nähdä. Tämän tutkimuksen aineisto koostuu yhden kuukauden ajalta kootusta aineistosta, minkä vuoksi erot jäävät pieniksi, mutta vuositasolla tällaiset pienetkin erot muodostuvat merkittäviksi.

Esimerkkitapauksessa (Taulukko 2) vertaillaan kahta saman kokoluokan päätehakkuuta. Leimikkotekijät molemmissa ovat samankaltaiset, mutta prosessointiajan osuus Avohakkuu 2:lla on 4 % pienempi kuin Avohakkuu 1:lla. Tämä varsin pieni ero aiheuttaa kuitenkin sen, että tuntituotos Avohakkuu 2:lla on yli 3 m³ pienempi kuin Avohakkuu 1:lla.

TAULUKKO 2. Prosessointiajan vaikutus tuntituotokseen avohakkuulla

Avohakkuu 1		Avohakkuu 2	
Hakkuukertymä m ³	371,53	Hakkuukertymä m ³	312,12
Työaika G15 tuntia	13,91	Työaika G15 tuntia	13,30
m ³ /G15 tunti	26,72	m ³ /G15 tunti	23,47
Rungon keskikoko dm ³	366,00	Rungon keskikoko dm ³	393,00
Pinta-ala ha	1,30	Pinta-ala ha	1,20
Prosessointiaika tuntia	12,98	Prosessointiaika tuntia	11,87
Prosessointiajan osuus %	93	Prosessointiajan osuus %	89

Vastaavassa vertailussa kahden vertailukelpoisen harvennushakkuun välillä (Taulukko 3) 2 % lasku prosessointiajan osuudessa Harvennushakkuu 2:lla tarkoittaa kahden kuution laskua tuntituotoksessa. Harvennushakkuu 2:lla prosessointiajan määrään vaikutti myös tekemättä jäänyt ennakkoraivaus.

TAULUKKO 3. Prosessointiajan osuuden vaikutus tuntituotokseen harvennushakkuulla

Harvennushakkuu 1		Harvennushakkuu 2	
Hakkuukertymä m ³	2867,38	Hakkuukertymä m ³	683,51
Työaika G15 tuntia	196,66	Työaika G15 tuntia	54,04
m ³ /G15 tunti	14,58	m ³ /G15 tunti	12,65
Rungon keskikoko dm ³	174,00	Rungon keskikoko dm ³	171,00
Pinta-ala ha	38,01	Pinta-ala ha	5,00
Prosessointiaika tuntia	177,40	Prosessointiaika tuntia	47,78
Prosessointiajan osuus %	90	Prosessointiajan osuus %	88

Tutkimuksessa seuratuille koneille kertyy molemmille noin 2000 käyttötuntia vuodessa. Tästä määrästä voidaan ajatella avohakkuun muodostavan noin puolet olettaen koneiden hakkaavan tämän aineiston mukaisella hakkuutapojen jakaumalla. Tästä puolesta kokonaisajasta $G - 15$ aikaa on noin kolme neljäsosaa. Siten vuositasolla yllä taulukoiduilla luvuilla laskettaessa eroksi muodostuu yli 2000 m³.

Näiden tulosten perusteella voidaan yhtyä aiemmin tässä tutkimuksessa viitattuihin tutkimuksiin kuljettajan merkityksestä hakkuun tuottavuudelle. Eri leimikoiden välillä vertailua tehtäessä on kuitenkin otettava huomioon mahdolliset eroavuudet leimikon korjuuolosuhteissa ja suunnittelussa. Harvennushakkuilla ei voida myöskään verrata ainoastaan tuntituotoksia, sillä niillä korjuun on oltava paitsi tehokasta, mutta myös korjuujäljen on oltava laadukasta. Vaikeissa korjuuolosuhteissa korjuujäljen laadun varmistaminen on tehtävä tarvittaessa tuntituotoksen kustannuksella.

5.3 Hakkuutapa ja leimikon pinta-ala

Hakkuutapa vaikuttaa tuntituottavuuteen ja työajan jakautumiseen ja siten leimikon korjuun kannattavuuteen. Luonnollisesti on otettava huomioon, että harvennus- ja päätehakkuu tehdään metsissä, joiden runkojen keskikoko voi erota toisistaan useita satoja litroja. Tämän tutkimuksen aineistossa oli kuitenkin yksi poikkeuksellisen järeä harvennus, jossa rungon keskikoko oli 377 litraa. Tuntituotos tällä leimikolla jäi kuitenkin yli kymmenen kuutiota alhaisemmaksi kuin uudistushakkuiden keskimääräinen tuntituotos (Taulukko 4), prosessointiajan osuuden ollessa yli 30 % alhaisempi verrattuna Päätehakkuu 1:en. Tämä selittyy hakkuutapojen erolla. Harvennushakkuulla poistettavat puut täytyy valikoida ja kaataa jäävää puustoa vahingoittamatta, mihin kuluu enemmän aikaa kuin päätehakkuulla, jossa säästöpuita lukuun ottamatta kaikki puut poistetaan. Lisäksi harvennuksen keskijäreiden kasvaessa korjuuvaurioiden välttämistä tulee haastavampaa.

TAULUKKO 4. Hakkuutavan vaikutus tuntituotokseen ja prosessointiaikaan

Avohakkuu 1		Harvennushakkuu 3	
Hakkuukertymä m3	371,53	Hakkuukertymä m3	88,31
Työaika G15 tuntia	13,91	Työaika G15 tuntia	5,39
m3/G15 tunti	26,72	m3/G15 tunti	16,38
Rungon keskikoko dm3	366,00	Rungon keskikoko dm3	377,00
Pinta-ala ha	1,30	Pinta-ala ha	0,50
Prosessointiaika tuntia	12,98	Prosessointiaika tuntia	3,36
Prosessointiajan osuus %	93	Prosessointiajan osuus %	62

Leimikon pinta-ala vaikuttaa korjuun kannattavuuteen etenkin harvennusleimikoilla. Hakattaessa pienirunkoista ja pienipinta-alaista leimikkoa aikaa kuluu kertymän jäädessä määrältään pieneksi. Lisäksi kuljettajan on vaikeampi päästä työn rytmiin kiinni pienellä leimikolla, jossa muut tekijät kuten rajojen läheisyys, ajourien sijainnin suunnittelu ja prosessoitujen pölkkyjen sijoittelu vaikuttavat työajan rakenteeseen. Pienialaisten harvennusleimikoiden kannattavuus osoittautui tutkimuksessa säännönmukaisesti heikommaksi kuin keskikokoisten tai sitä suurempien.

5.4 Lavettisiirrot

Tulokset koneiden siirroista osoittavat, että työmaat onnistuttiin tutkimusjaksolla ketjutamaan tehokkaasti. Molemmilla koneilla oli yksi pidempi siirto, jonka jälkeen ne siirtyivät lyhyempiä matkoja lähellä sijaitseville työmaille. Ketjutuksen onnistuminen ei aina ole pelkästään korjuuyrittäjän hallinnassa. Sen onnistumiseksi varannossa täytyy olla riittävästi korjuukelpoisia leimikoita.

Siirtomatkan ja käytetyn ajan osalta nämä siirrot ovat melko lähellä pitemmän ajan keskiarvoa tilaajayrityksessä, jopa hieman lyhyempiä. Aineiston keräämisen aikana molemmat yrityksen lavetit olivat päivittäin ajossa ja puunkorjuun sesonki oli hyvien sääolosuhteiden ansiosta täydessä käynnissä.

6 POHDINTA

Tutkimuksen yhteenvedona voidaan todeta leimikon tuottavuustekijöiden muodostuvan järjestyksessä rungon keskikoosta, koneen kuljettajasta, hakkuutavasta ja pinta-alasta. Tutkimuksen perusteella ei voi antaa yleispätevää ohjetta, jolla toiminta on tuottavaa leimikosta riippumatta. Tutkimuksen tuloksista kuitenkin nousi esiin muutamia kehitysehdotuksia näihin osa-alueisiin liittyen.

6.1 Rungon keskikoko, hakkuutapa ja pinta-ala

Tämän kappaleen otsikossa mainitut kolme tuottavuustekijää ovat leimikkokohtaisia, eikä niihin voida suoraan vaikuttaa. Tutkimuksen tuloksista käy ilmi, että kannattavuudeltaan heikoimmat leimikot olivat harvennuksia, joissa yhdistyi pieni rungon keskikoko ja leimikon pinta-ala. Näillä leimikoilla kuljettajankin mahdollisuudet vaikuttaa tunti-tuotokseen ovat rajalliset ja jotta niiden korjuu olisi kannattavaa, on kuljettajan jo oletuksena oltava erittäin ammattitaitoinen. Ongelmana näillä leimikoilla onkin juuri se, että vaikka korjuu sujuisi erinomaisesti ne eivät silti kannatta korjuuyrittäjän näkökulmasta, eivätkä kuvatus kaltaiset leimikot puunostajien tahollakaan ole niitä kaikkein kysytyimpiä. Todennäköisesti heikosti kannattavan leimikon tunnistaa alle sadan litran keskijäreystä, alle 150 kuution hakkuukertymästä ja alle 1,5 hehtaarin pinta-alasta (Taulukko 6).

TAULUKKO 6. Esimerkkejä huonosti kannattaneista leimikoista

Harvennushakkuu 3		Harvennushakkuu 4	
Hakkuukertymä m ³	86,26	Hakkuukertymä m ³	146,18
Työaika G15 tuntia	8,07	Työaika G15 tuntia	25,07
m ³ /G15 tuntia	10,69	m ³ /G15 tunti	5,83
Runkoja kpl	499,00	Runkoja kpl	2118,00
Runkoja/G15 tunti	61,85	Runkoja/tunti	84,48
Rungon keskikoko dm ³	177,00	Rungon keskikoko dn	69,00
Pinta-ala ha	1,09	Pinta-ala ha	3,60
Poistuma m ³ /ha	79,14	Poistuma m ³ /ha	40,60

Jos tuntituotokseen kuvatus kaltaisilla leimikoilla ei voida juuri vaikuttaa on niiden korjuun kannattavuutta lähdeittävä pohtimaan muilta kannoilta. Vaihtoehtoiksi jää käytännössä suurempi korjuutaksa näiltä kannattavuusrajan alittavilta leimikoilta, tai korjuun kulujen pienentäminen.

Koneiden kulurakennetta tarkasteltaessa suurin kulujen aiheuttaja oli harvesteri, joten näiden leimikoiden korjuu pienemmällä koneella voisi parantaa niiden kannattavuutta kulujen pienentyessä. Oletuksena erityisesti pääoma- ja polttoainekulut olisivat pienemmät kuin isomman koneen kohdalla.

Leimikoiden järkevällä ketjutuksella voidaan vaikuttaa jonkin verran pienten leimikoiden korjuun kannattavuuteen. Järkevintä olisi tehdä näitä pieniä leimikoita mahdollisuuksien mukaan aina isompien kohteiden kanssa samaan aikaan, pyrkien siten minimoimaan niille kohdistuvat siirtokulut. Tehokkailla siirroilla kannattavuuden rajoilla keikkuvan leimikon voi saada kannattavaksi tai vastaavasti toisinpäin: tehottomilla siirroilla ne saadaan varmasti kannattamattomiksi.

6.2 Kuljettaja

Kuljettajan huomattavan suureen rooliin korjuun kannattavuudessa ei myöskään ole tarjolla yhtä oikeaa ratkaisua. Luonnollisesti kuljettajia kouluttamalla voidaan saada tuottavuuden eroja pienennettyä. Uusien kuljettajien perehdyttäminen käytettävään kalustoon ja talon tavoille on myöskin tärkeää. Aiemmin viitatussa Taskisen Pro Gradussa todetaan aloittelevalta kuljettajalta kuluvan noin 2,5 vuotta kokeneen kuljettajan keskimääräisen tuottavuustason saavuttamiseen (Taskinen 2016). Koulutuksen ja perehdyttämisen lisäksi kuljettajille pitää antaa palautetta tehdyistä leimikoista ja niiden korjuun kannattavuudesta. Tätä varten käytössä pitää olla kattava seurantamenetelmä.

Koulutus, perehdyttäminen ja palaute ovat etenkin aloitteleville kuljettajille tärkeitä. Vaikka aloittelijoiden tuottavuus ei kokeneiden tasolla olekaan, pitää myös heille antaa leimikoita vaihtelevilla hakkuutavoilla kokemuksen kartuttamiseksi.

Kaikista kuljettajista ei kuitenkaan voida saada kaikkein kovimman luokan ammattilaisia. Koulutuksella päästäneen kuitenkin tarvittavalle tasolle tuottavuudessa ja koneen pidossa kaikkien osalta. Etenkin kuljettajien asenteisiin voidaan vaikuttaa koulutuksella ja tätä kautta saavuttaa huomattaviakin säästöjä esimerkiksi polttoainekuluissa. Tärkeää olisikin seurata kuljettajan työtä ja löytää tämän vahvuudet. Erinomaista harvennusjälkeä tekevä kuljettaja ei välttämättä tee suurta tuntituotosta tai ole kaikkein nopein ja vastaavasti eniten kuutioita aukolla tunnissa tekevä kuljettaja ei välttämättä saa maanomistajilta kehuja harvennuksella. Havaittujen vahvuuksien perusteella leimikoita voisi ketjuttaa myöskin

kuljettajan osaamisen perusteella, etenkin kannattavuudeltaan heikoille leimikoille pitäisi aina, mikäli mahdollista, pyrkiä lähettämään osaavin kuljettaja.

Palkkauksen rooli kuljettajan suorittamisessa on myös pohdinnan arvoinen asia. Suoran tuntipalkan sijaan osa korjuuyrityksistä on siirtynyt urakkapalkkoihin. Asiassa on kuitenkin monta puolta ja riippuu täysin kuljettajasta, miten palkkaus vaikuttaa työtehoon. Osalle urakkapalkka sopii luonnostaan, toisille se voi aiheuttaa turhia paineita ja kiirettä, jotka mahdollisesti näkyvät negatiivisesti tuotoksessa ja etenkin työnjäljessä. Urakka- luonteinen palkkaus olisi todennäköisesti sopiva vain kokeneiden kuljettajien palkka- muotona, aloittelijoille kokemuksen kerääminen on tehtyjä kuutioita tärkeämpää.

6.3 Kulurakenne

Koneellisessa puunkorjuussa, kuten muillakin koneurakointialoilla urakointikaluston kustannukset näyttelevät huomattavaa osaa yrityksen toiminnassa palkkakulujen ohella. Koneen käyttökustannusten alentaminen merkittävästi on vaikeaa, johtuen korkean hankintahinnan aiheuttamista pääomakuluista. Koneen kulujen kurissa pitämisessä ammattitaitoinen kuljettaja on jälleen kerran tärkeä. Polttoainekuluihin vaikuttaminen lienee helppointa, pienetkin vähennykset kulutuksessa vaikuttavat vuositasolla tämän kokoluokan yrityksessä huomattavasti.

6.4 Lavettisiirrot ja seisonta-aika

Tehokkaat lavettisiirrot voivat ratkaista kannattavuuden rajoilla keikkuvan leimikon lopullisen tuloksen. Työmaiden järkevän ketjutuksen lisäksi tehokkaiisiin siirtoihin vaaditaan toimiva yhteydenpito lavetinkuljettajan ja koneenkuljettajien välillä. Etenkin talvi- kuukausina, jolloin korjuu käy täydellä teholla on lavettikin täystyöllistetty. Turhan ajamisen ja odottelun välttämiseksi lavetinkuljettajan on mieluiten tiedettävä tulevista siirroista päivää ennen, jotta siirtojen järkävä suunnittelu on mahdollista. Huono yhteydenpito lavetin ja koneiden välillä johtaa helposti tilanteeseen jossa lavetti ajaa turhaan tyhjänä edestakaisin ja muut koneet joutuvat odottamaan lavettia.

Koneiden seisonta-aika on kannattavassa toiminnassa minimoitava: isommat huollot on sovitettava niin, ettei koneita siirreltäisi kesken työmaan pajalle. Koneen rikkoutumisesta johtuvat korjaukset on suoritettava mahdollisimman nopeasti. Kaikkiin korjauksiin ei voi

varautua etukäteen mutta yleisimpiä varaosia olisi hyvä löytyä huoltohallin hyllystä, jotta kuljettajan ei tarvitse lähteä hakemaan niitä kauempaa.

6.5 Lopuksi

Koneellisen puunkorjuun kannattavuuteen leimikkotasolla vaikuttavia asioita on paljon. Kannattavan korjuun vähimmäisedellytykset voidaan kuitenkin kiteyttää toimivaan konekalustoon, ammattitaitoisiin kuljettajiin ja toimivaan työnjohtoon. Nämä tekijät yhdessä muodostavat kannattavan puunkorjuun edellytykset.

Tämän työn luotettavuuteen vaikuttaa pieni otanta aineistossa, minkä vuoksi kuten aineistoluvussa on todettu, eivät tämän tutkimuksen tulokset ole täysin yleistettävissä, mikä puolestaan vaikuttaa tulosten luotettavuuteen. Tutkimuksen tuloksista on kuitenkin nähtävissä samanlainen suuntaus kuin muissa aiheesta tehdyissä tutkimuksissa. Tuottavuus urakkaluontoisessa työssä rakentuu pääosin korkeasta tuntituottavuudesta.

Tämän tutkimuksen tulokset eivät ole täysin yleistettävissä johtuen aineiston otannan pienestä koosta. Tämän tutkimuksen tuloksista on kuitenkin nähtävissä samanlainen suuntaus kuin muissa vastaavasta aiheesta tehdyissä tutkimuksissa. Tilaajayrityksessä jatketaan koneiden seurannan kehittämistä tässä tutkimuksessa käytetyn kustannuslaskelmallin pohjalta.

LÄHTEET

- Houruranta, P. 2013. Suorituskyvyn mittaaminen metsäkoneyrityksissä. Tuotantotalous. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/93314/Suorituskyvyn%20mittaaminen%20mets%C3%A4koneyrityksiss%C3%A4.pdf?sequence=2>
- John Deere. 1270 – G esittelysivut. Luettu 20.4.2018. <https://www.deere.fi/fi/harvest-erit/1270g/>
- John Deere 1270 – G kuva. Luettu 15.5.2018. https://www.deere.fi/common/media/r2/images/media_gallery/forestry/1270G_1_Thumb.jpg
- Kääriäinen, R. 2017. Metsäkoneenkuljettajan osaamistarpeet metsäkoneyrityksessä. Biotalousliiketoiminnan kehittäminen. Hämeen ammattikorkeakoulu. Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö. <http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/132569/Opinnaytetyo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Luke. 2015. Pirkanmaan metsävarat ja hakkuumahdollisuudet. <http://juri.luke.fi/bitstream/handle/10024/531529/Pirkanmaan%20mets%c3%83%c2%a4varat%20ja%20hakkuumahdollisuudet.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Metsäteho. 2017. Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2016. Metsäteho tulosalvosarja 1a/2107. Luettu 22.4.2018. www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulosalvosarja_2017_01a_Puunkorjuu_ja_kaukokuljetus_vuonna_2016.pdf
- Metsäteho. 2008. Laajavastuinen yrittäjäyys puunhankinnassa. Metsätehon katsaus nro 33/2008. Luettu 15.3.2018. www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Katsaus_33.pdf
- Metsäteho. 1996. Koneellisen harvennushakkuun tuottavuus. Metsätehon raportti 008/1996. <http://www.metsateho.fi/koneellisen-harvennushakkuun-tuottavuus/>
- Metsäteho. 2018. Koneellinen puunkorjuu. Metsätehon opas. Luettu 8.5.2018. <http://puuhuolto.fi/koneellinen-puunkorjuu/>
- Metsäteho. 2011. Metsätehon tulosalvosarja 11/2011. <http://www.metsateho.fi/stanford-2010n-ensimmäinen-versio-hyväksytty/>
- Taskinen, J. 2016. Koneellisen hakkuutyön tuottavuus sekä iän ja kokemuksen vaikutus tuottavuuteen. Luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta. Itä-Suomen yliopisto. Pro Gradu. http://publications.uef.fi/pub/urn_nbn_fi_uef-20160698/urn_nbn_fi_uef-20160698.pdf
- Uusitalo, J. 2003. Metsäteknologian perusteet. Metsälehti kustannus. Hämeenlinna: Karisto.
- Viljamaa, M. 2014. Toimihenkilötehtäviä ja yrittäjämahdollisuuksia puunkorjuussa. Yrittäjyyden ja liiketoimintaosaamisen koulutusohjelma, ylempi amk. Opinnäytetyö.

Tampereen ammattikorkeakoulu. http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/84511/Viljamaa_Manne.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Väätäinen, K., Asikainen, A. & Sikanen, L. 2006. Metsäkoneiden siirtokustannusten laskenta ja merkitys puunkorjuun kustannuksissa. Metsätieteen aikakauskirja 3/2006: 391-397. <http://www.metsatieteen aikakauskirja.fi/pdf/article5695.pdf>

LITTEET