

PYÖREÄN PUUN AUTOKULJETUKSEN KUSTAN- NUKSET POHJOIS-SUOMEN ALUEELLA

Lasse Viitala

Opinnäytetyö
Arktiset luonnonvarat ja talous
Metsätalouden koulutusohjelma
Metsätalousinsinööri (AMK)

2019

Luonnonvara- ja ympäristöala
Metsätalouden koulutusohjelma
Metsätalousinsinööri (AMK)

Tekijä	Lasse Viitala	Vuosi	2019
Ohjaaja	Janne-Perttu Rantonen		
Toimeksiantaja	Keitele Forest Oy		
Työn nimi	Pyöreän puun autokuljetuksien kustannukset Pohjois-Suomen alueella		
Sivu- ja liitesivumäärä	59 + 0		

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia logistiikkayrittäjän näkökulmasta kuljetuksien kustannusrakenteen muodostumista yksittäiselle puutavara-autolle. Tavoitteena on saada selvitettyä puutavaran kaukokuljetuksien kustannustekijät.

Kuljetuksien kustannuksiin vaikuttavat monet yksittäiset seikat. Tämän vuoksi kuljetuksien kustannusten muodostumisessa on huomioitu useita yksittäisiä kustannustekijöitä. Tietoperustana tutkittavien kustannuksien muodostumiseen on käytetty edellisissä tutkimuksissa selvitettyjä tutkimustuloksia, tämänhetkisiä kustannusten markkinahintoja ja Keitele Forest Oy:n pyöreänpuun kuljetuksien logistiikkaa.

Tutkimusmenetelmänä käytetään kvantitatiivista tapaustutkimusmenetelmää. Tutkimuksen oletuksena on, että suurimmat kustannukset syntyvät työntekijä-, polttoaine-, pääoma-, korjaus- ja huoltokustannuksista sekä rengaskustannuksesta. Muita pienempiä kustannuksia ovat liikennöimis-, vakuutus-, ylläpito-, ja hallintokustannukset. Tutkimuksessa tuli selville 76 000 kiloa kokonaispainavien puutavara-autojen vaihteleva kustannusrakenne, jonka vuoksi on vaikea saada selvitettyä puutavara-auton kustannuksia. Toinen suuri haaste tutkimuksessa oli kustannuksia selvittäessä eri kustannustekijöistä tietävien yritysten taloudellinen salassapitovelvollisuus.

Tämän tutkimuksen tulokset tukevat kaukokuljetuksien yksikkökustannuksia koko Suomen mittakaavassa. Tutkimuksessa on rajattu osa kustannuksista pois, mistä johtuu kuljetuksen yksikkökustannuksen vajavuus. Tutkimuksessa rajatulle Pohjois-Suomen alueelle tutkimus sen sijaan ei ole luotettava. Pohjois-Suomen keskivertoa suuremman alempien hiekka- ja soratiluokkien määrän sekä haastavan arktisen ilmaston vuoksi tutkimusta ei voida pitää tutkimuksessa rajatulle alueelle luotettavana. Tutkimuksen mukaan suurimmat kustannustekijät ovat kuljettajan kustannus 36,5 prosenttia, polttoainekustannukset 35,2 prosenttia, pääoman poistot 11,9 prosenttia, huolto- ja korjauskustannukset 5,2 prosenttia ja rengaskustannukset 4,0 prosenttia.

Avainsanat logistiikka, kuljetus puutavara-autolla, kustannusrakenne

Arctic Natural Resources and Economy
Degree programme in Forestry
Forestry Engineer

Author	Lasse Viitala	Year	2019
Supervisor	Janne-Perttu Rantonen		
Commissioned by	Keitele Forest Oy		
Subject of thesis	Logging truck logistic cost in Northern Finland		
Number of pages	59 + 0		

The aim of this thesis was to investigate cost structure of timber trucking with one log truck from the perspective of the logistics company. The aim is to investigate the logistics expenses at Northern Finland.

There are several factors that affect logistics expenses. Therefore it is important to take into account many different factors when evaluating cost-effectiveness. Previous research results, current logistics prices and statistical information from Keitele Forest were used as the information base.

The quantitative research method is used in the study. The hypothesis was that employee, fuel, capital, repair and tire costs form the biggest expenses. There are other smaller expenses as navigation, insurances, maintenance and administration expenses. The research clarified that cost structures of a 76-ton truck vary between different logistic companies, therefore it was challenging to calculate average expenses of one truck. Another challenge was economic confidentiality of the sources.

These research results support remote transportation unit costs domestically. Some of the expenses are excluded from the thesis, what leads to deficiency of unit costs. In the northern parts of Finland the research results are not accurate because of a bigger portion of gravel roads and difficult climate conditions. According to the research results the biggest expenses are driver expenses 36.5 %, fuel expenses 3.2 %, capital withdrawal 11.9 %, maintenance and repair expenses 5.2 % and tire expenses 4.0 %.

Keywords logistics, timber transportation, truck logistic cost

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	PYÖREÄN PUUN KULJETUS PUUTAVARA-AUTOLLA	9
2.1	Puutavaran kaukokuljetuksen alue.....	9
2.2	Kaukokuljetuksessa käytettävä puutavara-auto	10
3	AJONEUVON KUSTANNUSLASKENNAN PERUSTEET	13
3.1	puutavara-auton ajokilometrit vuodessa ja pitoaika.....	13
3.2	Kiinteät kustannukset	13
3.2.1	Pääomakustannukset.....	13
3.2.2	Vakuutus-, liikennöimis-, ylläpito- ja hallintokustannukset	15
3.3	Muuttuvat kustannukset	16
3.3.1	Rengaskustannukset.....	16
3.3.2	Huolto- ja korjauskustannukset	17
3.3.3	Polttoainekustannukset	18
3.4	Puutavara-auton kuljettajan kustannukset.....	19
4	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	21
4.1	tutkimusmenetelmät	21
4.2	Pyöreän puun kuljetuksen työvaiheet.....	23
4.3	Tilastolliset arvot	25
4.4	Tutkimuksesta sadut arvot	26
4.5	Laskennalliset arvot.....	28
4.5.1	Puutavara-auton kuljettajan kustannukset.....	28
4.5.2	Pääomakustannukset.....	29
4.5.3	Rengaskustannukset.....	30
4.5.4	Korjaus- ja huoltokustannukset	31
4.5.5	Muut kiinteät kustannukset.....	32
4.6	Puutavara-auton pitoaika, ajokilometrit- ja ajotunnit vuodessa.....	33
4.7	Puutavara-auton purku-aika	34
5	TULOKSET.....	35
5.1	Puutavara-auton kuljettajan kustannus	35
5.2	Pääomakustannukset.....	35
5.3	Rengaskustannukset.....	36

5.4	Huolto- ja korjauskustannukset	37
5.5	Ylläpito- ja hallintokustannukset	37
5.6	Liikennöimiskustannukset	38
5.7	Vakuutuskustannukset	38
5.8	Dieselöljyn hinta	39
5.9	Puutavara-auton lastausaika	39
5.10	Puutavara-auton ajokilometrit vuodessa	40
6	TULOKSIEN TARKASTELU	41
6.1	Tulokset ja analysointi	41
6.2	Tuloksien luotettavuus	45
6.3	Luotettavat tulokset	47
6.3.1	Kustannustekijät	47
6.3.2	lastauksen ajanmenekki	50
6.3.3	Puutavara-auton kilometrit vuodessa	50
6.4	Tuloksia heikentävät tekijät	51
6.4.1	Kustannustekijät	51
6.4.2	Puutavara-auton purkamisen ajanmenekki	52
6.4.3	Ajonopeus	53
6.4.4	Puutavara-auton kuormakoko	53
7	POHDINTA	54

ALKUSANAT

Haluan kiittää Keitele Forest Oy:n puunhankintaorganisaatiota, että sain kesän 2018 aikana suorittaa metsätalousinsinöörin tutkinnon vaatiman syventävän harjoittelun heidän mukanaan metsäalan suunnittelu-, esimies- ja asiantuntijatehtävissä. Harjoittelun ansiosta myös päättötyön aihe tuli tutkittavakseni. Erityisesti haluan kiittää Keitele Forest Oy:n hankintapäällikkö Kalle Kyllöstä, joilta sain johdattelun päättötyöni aiheeseen. Toivottavasti tutkimuksen tuloksista on hyötyä Keitele Forest Oy:n puutavaran kuljetuksen logistiikkaan, heidän toivomallaan tavalla.

Lisäksi haluan kiittää perhettäni ja läheisiäni, joilta sain tukea tehdessäni tätä tutkimusta. Haluan kiittää myös ohjaajaani Janne-Perttu Rantosta tutkimuksen tuloksien selvittämisestä ja suunnittelusta, Tuija Haapasalmea kielenohjauksesta ja opinnäytetyön rakenteen ohjauksesta. Kiitos myös kaikille minua tutkimuksessa auttaneille kuljetusyrittäjille ja eri kehittämis- ja palveluyhtiöille.

Rovaniemellä huhtikuussa 2019

Lasse Viitala

1 JOHDANTO

Pelkästään vuosien 2015-2018 välillä puutavarayhdistelmän kokonaiskustannusten indeksiyksiköt ovat nousseet 5,2 prosenttia (Mäkinen 2019). Useammalla eri metsäorganisaatiolla on halu selvittää, mistä puutavara-auton kaukokuljetuksen kustannus syntyy tarkemmin. Minun tehtäväni tässä tutkimuksessa on selvittää pyöreän puun kuljetuksen kustannukset Pohjois-Suomen alueella yksittäiselle puutavara-autolle.

Puutavara-autojen yksikkökustannuksia on tutkittu paljon, mutta julkisesti tutkimuksia on julkaistu vähän. Monet organisaatiot kuten Metsäteho julkaisee vuosittain metsäalan kaukokuljetuksien kustannuksiin liittyvän tuloskalvosarjan ja Tilastokeskus julkaisee vuosittaisen metsäalan puutavara-auton indeksin kustannustekijöittäin. Edellä mainituissa julkaisussa ei kuitenkaan esitetä puutavara-auton kuljetuksien kustannuksia yksityiskohtaisemmin.

Tutkimuksessa ei pyritä saamaan täydellisesti oikeita yksikkökustannuksia, laajan kustannustekijöiden määrän vuoksi. Tarkoituksena on erilaisten tutkimusten ja ajosuoritteen mallintamisen avulla laskea, mistä kustannukset syntyvät ja eri tutkimusten tulokset yhdistämällä selvittää, kuinka paljon erilaiset ajosuoritteen työvaiheet kustantavat.

Tutkimuksen aikana täytyi syventyä kuljetusyrityksen kustannusrakenteeseen, puutavara-autojen kaukokuljetukseen ja useisiin tutkimusten tuloksiin, jotka liittyivät puutavaran kuljetuksiin. Kuljetuksien kustannusrakennetta selvittäessä täytyi perehtyä kuljetuskaluston hankinta- ja käyttökustannuksiin. Hankintakustannuksia selvittäessä opin raskaan kaluston pääomakustannusten laskennan perusteet ja niiden haastavuuden. Samalla täytyi selvittää tutkimuksista ajosuoritteen työvaiheet tarkemmin ja niiden aikamenekki. Lopuksi työvaiheiden aikamenekki ja kustannustekijän suuruus yhdistettiin tutkimuksessa laskennallisesti yhdeksi kustannustaulukoksi 1-300 kilometrin matkoille.

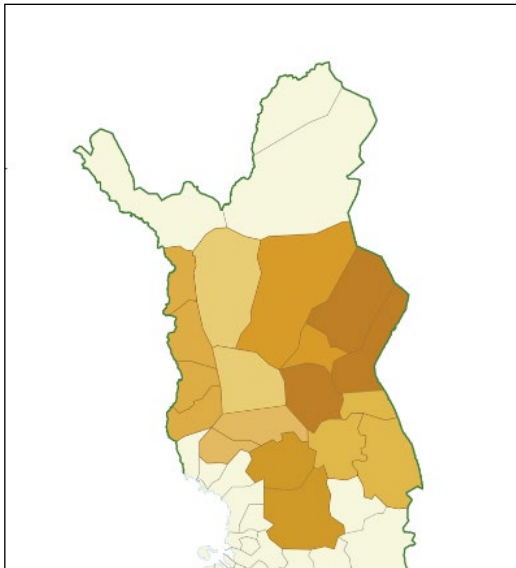
Työn tilaajana toimii Keitele Forest Oy, joka on puunhankintaan ja puuteollisuuden erikoistunut organisaatio. Työn toimeksiantaja hyödyntää tutkimuksen tuloksia liiketoiminnassaan. Aihe innosti erilaisten prosessien kustannusten mallinta-

mista Excel-työkalulla. Opinnäytetyöni aikana täytyi opetella ratkaisemaan luovasti ongelmia ja etsimään luotettavia tietolähteitä. Samalla kiinnostuin päätöstyön aikana perehtymään tarkemmin yrityksen kustannusrakenteeseen ja metsäteollisuuden logistiikkaan.

2 PYÖREÄN PUUN KULJETUS PUUTAVARA-AUTOLLA

2.1 Puutavaran kaukokuljetuksen alue

Keitele Forest Oy:n Pohjois-Suomen hankinta-alueen pyöreän puun kuljetukset muodostuvat pääosin Kolarin, Muonion, Kittilän, Sodankylän, Savukosken, Sallan, Pelkosenniemen, Kuusamon, Posion, Ranuan, Pudasjärven, Rovaniemen, Tervolan, Pellon ja Ylitornion alueelle (Kuvio 1). (Keitele Group, 2019). Yhden kuljetussunnan matkaksi muodostuu pisimmillään lähes 300 kilometriä, esimerkiksi Muoniosta Kemijärven sahalle.



Kuvio 1. Keitele Forest Oy:n Pohjois-Suomen hankinta-alue (Keitele Group 2019)

Mäntytukki ja mäntypikkutukki kuljetetaan puutavara-autoilla Kemijärven sahalle. Kuusitukki ja Kuusipikkutukki toimitetaan Kuusamossa ja Taivalkoskella sijaitseville Pölkky Oy:n sahoille. Järeä mäntytukki toimitetaan Pudasjärvelle Kontion hirsitehtaalle. Lehti- ja havukuitu sen sijaan ajetaan Ouluun Nuottasaareen ja Ruotsiin Karlsborgiin. Kustannussyistä havu- ja lehtikuitua liikennöidään rautateitse junatoimituksina Kemijärvi-Rovaniemi-Kemi-Oulu akselille muodostuvan rataverkoston pitkin. Rautatieverkoston puutavaran välivarastot sijaitsevat havu- ja lehtikuitupuulle Kemijärvellä sekä Rovaniemellä. (Kyllönen 2019.)

2.2 Kaukokuljetuksessa käytettävä puutavara-auto

Puutavarayhdistelmät koostuvat vähintään kahdesta ajoneuvosta: vetoautosta ja perävaunuista. Vetoauto voi olla itsekin kuormaa kantava auto tai perävaunuja vetävä perävaunuveturi. Perävaunu voi olla varsinainen perävaunu tai puoliperävaunu. (Venäläinen 2016.) Keitele Forest Oy:n vuoden 2019 keväällä toimitukset suoritetaan suurimmaksi osaksi 76 000 kiloa kokonaispainavalla puutavarayhdistelmällä. (Kyllönen 2019).

Tavanomainen 4-akselinen puutavara-auton kokonaismassa on 35 000 kiloa. 5-akselinen perävaunun kokonaispaino on 42 000 kiloa (taulukko 2). Yhteensä akseleita Puutavarayhdistelmässä on yhdeksän. Puutavara-autojen moottoritehot ovat yleensä vähintään 500 hevosvoimaa. Auton painosta vähintään 20 prosenttia tulee kohdistua ohjaaville akseleille ja 25 prosenttia autonpainosta vähintään vetäville akseleille. (Koskinen & Korpilahti 2013, 7,12, 15.)

ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen muuttamisesta

Taulukko 1. Puutavara-autoyhdistelmän tekniset tiedot (Koskinen & Korpilahti 2013, 28)

Autojen ja perävaunujen massat ja puutavaranippujen koot								
Tavanomaiset puutavara-autot								
Autot, kuormainvarustus, kuormain ei mukana	Kokonaismassa	Oma-massa	Kantavuus		Perävaunut	Kokonaismassa	Oma-massa	Kantavuus
3-akselinen	26	12,3	13,7		4-akselinen	38	7,5	30,5
3-akselinen	28	12,3	15,7		5-akselinen	42	8,5	33,5
4-akselinen	35	14,0	21,0					
5-akselinen	42	15,6	26,4					

Uuden voimaan tulleen asetusmuutoksen myötä 21.1.2019 eteenpäin ajoneuvoyhdistelmän kokonaispaino saa olla enintään 76 000 kiloa, kokonaispituus 34,50 metriä, leveys 2,55-2,60 m ja kokonaiskorkeus 4,4 metriä. (Venäläinen 2016). Neliakselinen auto ei saa ylittää 35 000 kiloa, jos sen vetävä akseli on varustettu paripyörin ja ilmajousitettu tai varustettu ilmajousitusta vastaavaksi tunnustetulla jousituksella taikka jos kukin vetävä akseli on varustettu paripyörin eikä yhdellekään akselille kohdistuva massa ylitä 10,5 tonnia (Valtioneuvoston asetus 407/2013 1:21 1; 1:24 1; 1:25 1-2 §.)

Auton ja perävaunun yhdistelmän paino ei sitä tiellä kuljetettaessa saa ylittää 76 000 kiloilla yhdistelmällä seuraavia arvoja. Vähintään yhdeksänakselisena, jos vähintään 65 prosenttia perävaunun massasta tai perävaunujen massasta yhteensä kohdistuu akseleille, jotka on varustettu paripyörin. (Valtioneuvoston asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen muuttamisesta 47/2017 1:23 1§.)

Puutavaran kuljetuksessa käytetään vetoautoina kuorma-autoja, jotka ovat varustettuja puun kuljetukseen, jolloin ne rakentuvat puutavara-autoiksi. Nämä lisävarusteet ovat apurunko, etusermi, puutavarapankot, nosturi, kuormansidontalaitteet ja tarvittavat hydraili- ynnä muut laitteet. Akselijärjestyksiä ovat 2+2, trippeli (kantava akseli telin etummaisena) ja tridem (kantava akseli telin viimeisenä). Yleisin käytetty malli vetoautona on Volvo ja sen jälkeen yleisimpiä ovat Scania, Mercedes-Benz ja Sisu. (Venäläinen 2016.)

Suomessa käytännössä kaikki puutavara-autot varustetaan ajoneuvokohtaisella kuormaimella. Ainespuun nostureissa käytetään nostoleuoilla varustettua kahmariä. Nykyisin kuormaimet ovat noin 3 000 kiloa painavia hytillisiä kuormaimia. Yleisimmät mallit ovat Kesla, Loglift, Jonsered ja Epsilon Palfinger. (Venäläinen 2016.)

Rakenteellisesti on kahdenlasia perävaunuja. Jotta vetoauton perään asennetulla puutavarakuormaimella ylletään lastaamaan perävaunun takaosaa, täytyy takimmaisinta perävaunun puutavaranippua saada tuotua lähemmäksi kuormaajaa. Yhdistelmäperävaunun käytetyimpinä malleja ovat siirtopankoilla tai teleskooppirungolla varustetut perävaunut, jotka mahdollistavat takimmaisena nipun siirtelyn lähemmäksi kuormaajaa. Yleisimmät perävaunun valmistajat tai mallit ovat Jyki, Kome, Wekman ja Närko. (Venäläinen 2016.)

Loput tieverkoston kautta tapahtuvista Keitele Forest Oy:n kuljetuksista suoritetaan siirtoautolla. Tätä kalustoa käytetään Keitele Forest Oy:n Pohjois-Suomen hankinta-alueella markkinallisen vähän, jonka vuoksi ne on rajattu pois tutkimuksesta.

Siirtoauton tarkoitus on nimensä mukaisesti kuljettaa puutavaraa käyttöpaikkaan. Siirtoautoa ei lähtökohtaisesti suunnitella maastokäyttöön. Perinteinen puutavara-auto joudutaan varustaa huomioiden maastokäyttö ja puutavaran kuormaiminen. Näin yhdistelmän omapaino nousee ja hyötykuorma pienenee. Siirtokuljetuksia ajatellessa suurimmat hyödyt tulevat kasvaneesta hyötykuormasta ja edullisemmasta hankintahinnasta. Tämä on noin 6 000-7 000 kiloa enemmän kuin puutavara-autolla, joka on varustettu puutavarakuormaimella. (Vitikainen 2013, 10, 16.)

3 AJONEUVON KUSTANNUSLASKENNAN PERUSTEET

3.1 puutavara-auton ajokilometrit vuodessa ja pitoaika

Ajoneuvon taloudellinen pitoaika riippuu useista eri tekijöistä kuten esimerkiksi suoritealasta, ajoneuvotyypistä ja ajoneuvon toiminnan varmuudelle asetettavista vaatimuksista. Ajoneuvon kustannuksia seuraamalla pystytään kunkin auton taloudellinen pitoaika määrittelemään useinkin vasta jälkikäteen. (Hyttinen 2016, 3.) Puutavara-auton ajokilometrit vuodessa voidaan laskea (kuvio 2), kun tiedetään käyttöikä kilometreinä ja pitoaika vuosina.

$\text{Pitoaika (vuotta)} = \frac{\text{käyttöikä (km)}}{\text{ajokilometrit vuodessa}}$ $\text{Käyttöikä (km)} = \text{pitoaika (vuotta)} \times \text{ajokilometrit vuodessa}$
--

Kuvio 2. Laskentakaava puutavara-auton vuosittaiset ajokilometrit (Hyttinen 2016, 6)

Vetoautojen keskimääräinen pitoaika on noin viisi vuotta. (Venäläinen 2016). Taloudellinen käyttöikä joudutaan kustannuslaskelmissa arvioimaan aikaisempien kokemusten perusteella tai käyttämään saatavissa olevien ohjeellisten lukuarvojen taulukkoa. Perävaunujen käyttöikä on yleensä 1,5-2 kertaa vetoauton pitoaika. (Korpivaara 2010, 29-30.)

3.2 Kiinteät kustannukset

Kiinteiksi kustannuksiksi kutsutaan niitä osakustannuksia, jotka ovat pääasiallisesti riippumattomia ajosuoritteesta. Osa kiinteistä kustannuksista kuten osa poistoista voidaan eräissä tapauksissa katsoa kuuluviksi muuttuviin kustannuksiin. (Hyttinen 2016, 2, 7-8). Laskelmissa kiinteät kustannukset muodostuvat pääoma-, vakuutus-, liikennöimis-, ylläpitokustannuksesta sekä hallintokustannuksesta.

3.2.1 Pääomakustannukset

Pääomakustannukset muodostuvat ajoneuvon arvonalenemisesta johtuvista vuotuisista poistoista, oman ja vieraan pääoman koroista. Ajoneuvon vuotuinen

arvonaleneminen huomioidaan kustannuslaskelmissa poistoina. Vuotuinen poisto saadaan jakamalla hankintahinnan ja jäännösarvon erotus pitoajalla (kuvio 3). Hankintahintana käytetään laskentahetken uushankintahintaa. Vararenkaan hankintahintaa ei vähennetä ajoneuvon hinnasta. Hankintahinta laskelmissa käytetään arvonlisäverotonta hintaa. (Hyttinen 2016, 2, 7-8.) Poistoja laskettaessa käytetään renkaatonta hankintahintaa, koska käytössä olevat renkaat kuluvat ajosuoritteesta riippuen ja rengaskustannukset lasketaan tästä syystä ajoneuvon muuttuviin kustannuksiin. (Oksanen 2004, 91).

$\text{Vuosisiposto (€ / a)} = \frac{\text{uushankintahinta (€)} - \text{jäännösarvo (€)}}{\text{pitoaika (a)}}$ $\text{Jäännösarvo (€)} = H \times \left(1 - \frac{b}{100}\right)^n$ <p>H = uushankintahinta renkaita (€) b = arvonalenemisprosentti vuodessa (%) n = pitoaika (a)</p>

Kuvio 3. poiston laskentakaava (Hyttinen 2016, 8)

Pääoman korko sekä vieraan että oman, lasketaan aina kunkin pitovuoden alussa jäljellä olevalle investoidulle pääomalle. Omalle ja vieraalle pääomalle voidaan käyttää samaa korkokantaa. (Hyttinen 2016, 8). Vuosikorko saadaan vähentämällä kaluston arvosta vuosittainen arvon aleneminen, eli vuosipoisto ja kerrotaan jäävä kaluston arvo korkokertoimella. Pitoajan vuosikorkojen keskiarvo lasketaan pitoaikana maksetut vuosikorot yhteen ja jaetaan pitoajan vuosimäärällä. Lopuksi lasketaan kaikkien puutavara-auton kalustokohtaiset vuosikorkojen keskiarvot yhteen (kuvio 4). (Ojutkangas 2019.) Korkokustannuksiin vaikuttavat sekä korkoprosentti että pääoman hinta. (Molnar 2012, 11).

Vuosikorko=	Korkokerroin x (kaluston arvo - vuosittainen poisto)
Pitoajan vuosikorkojen keskiarvo=	Kaluston pääomakorot yhteensä/pitoaika (vuosi)

Kuvio 4. Pääomankoron laskentakaavat (Ojutkangas 2019)

3.2.2 Vakuutus-, liikennöimis-, ylläpito- ja hallintokustannukset

Vakuutusmaksujen suuruus saadaan kustannuslaskelmiin joko vakuutusmaksukuiteista tai vakuutusyhtiöstä. Kustannuslaskelmissa käytetään yleensä auton vakuutuksissa liikenne-, auto-, (kasko) ja tiekuljetusvakuutusta. (Hyttinen 2016, 8 – 9.) Vakuutusmaksuja alentavat bonukset lasketaan esimerkiksi keskimääräisinä ajoneuvotyypeittäin. (Oksanen 2004, 93). Puutavara-auton kuljetusyrittäjät ottavat tiekuljetusvakuutuksen tilalle vastuu- ja oikeusvakuutuksen. Tämän otetaan tilanteita varten, jossa kolmannelle osapuolelle on aiheutunut vahinkoa. (Kortesalmi 2019.)

Liikennöimismaksut muodostuvat pääasiassa ajoneuvoveroista (perusvero ja käyttövoimavero) ja katsastusmaksuista. Liikennelupamaksut ja vakuuskulut voidaan laskea myös liikennöimismaksuihin tai sisällyttää hallintokuluihin (Hyttinen 2016, 9). Liikennöimismaksuihin sisältyy myös liikenne- ja erikoiskuljetuslupien lunastusmaksut ym. maksut viranomaisille. (Oksanen 2004, 93).

Hallintokustannukset muodostuvat sellaisista kustannuseristä kuten kirjanpito-, posti-, puhelin-, ATK-, toimisto-, asianajo- sekä laskutusmaksuista ja kuljetusten hankintamaksuista. Hallintokulut sisältävät kakki hallinnollisista työtehtävistä aiheutuneet kustannukset. Liikenneluvasta ja sen edellyttämien vakuuksien hankinnasta aiheutuneet kustannukset sekä kaikki hallinnosta aiheutuneet työ kustannukset voidaan sisällyttää hallintokuluihin, ellei niitä ole huomioitu liikennöimiskuluihin. Hallintokustannukset vaihtelevat suuresti suoritealasta ja yrityksen koosta riippuen. Se on noin 2-10 prosenttia ajoneuvon vuotuisista kustannuksista. (Hyttinen 2016, 9.) Säännöllisesti sopimusliikenteessä toimivien ajoneuvojen ja pienyritysten hallintokustannukset ovat pienet, kun taas vaihtelevissa kuljetustehtävissä ja ulkomaanliikenteessä toimivien ajoneuvojen hallintokustannukset ovat suhteellisesti suuremmat. Kuljetusyrityksen koon kasvaessa myös ajoneuvoa kohti lasketut hallintokustannukset kasvavat. (Oksanen 2004, 94.)

Ylläpitokustannukset muodostuvat ajoneuvon säilytyksestä, pesusta ja sekalaisista pienvarusteista. Ajoneuvon säilytyskustannukset muodostuvat joko autotallimenoista tai ulkona säilytettäessä sähkölämmityskuluista. Pesukustannukset

saadaan kertomalla pesukerrat pesun kustannuksella. Pesumäärät vaihtelevat yrittäjäkohtaisesti. Pienvarusteisiin luetaan kuuluvaksi kaikki varusteet, joiden käyttöikä on auton ikää pienempi ja joita ei ole sisällytetty auton hankintahintaan. Tällaisia varusteita ovat esimerkiksi kuormansidontavälineet, lapiot, ketjut varoituskolmiot, ensiapulaukut, käsineet, työvaatteet ja niiden pesu. (Hyttinen 2016, 9.)

3.3 Muuttuvat kustannukset

Muuttuviksi kustannuksiksi kutsutaan niitä osakustannuksia, jotka muodostuvat pääasiallisesti silloin, kun ajoneuvolla ajetaan. Tietyissä tapauksissa osa poistoista voidaan katsoa kuuluviksi muuttuviin kustannuksiin. Muuttuvat kustannukset lasketaan ensin osatekijöittäin kilometriä kohti (euroa/kilometri) ja vasta yhteenlaskuvaiheen jälkeen kerrotaan vuotuisella ajomäärällä (km/vuosi), jolloin saadaan muuttuvat kustannukset vuositasolla (euroa/vuosi). (Hyttinen 2016, 5.) Ajettaessa kuljetuksen muuttuvat kustannukset muodostuvat silloin poltto- ja voiteluainekustannuksista, korjaus- ja huoltokustannuksista sekä rengaskustannuksista. Kustannusten määrään vaikuttavat ajoneuvon tyyppi, tarvittavat lisävarusteet, kuljetustehtävä ja kuljettajan ammattitaito. (Korpivaara 2010, 20.)

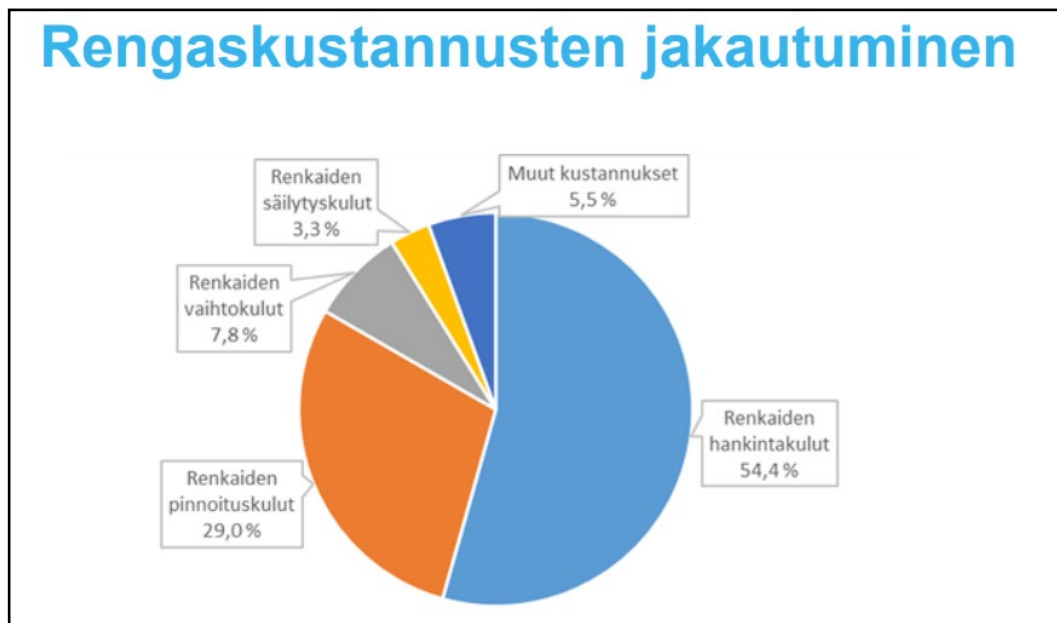
3.3.1 Rengaskustannukset

Rengaskustannukset lasketaan käytössä olevan rengaskerran kestoajan ja rengaskerran hinnan perusteella. Rengaskerran hintaan luetaan: Renkaiden ostohinta, pinnoitukset rengastöineen, nastoitukset, tasapainoitukset ja rengaskorjaukset. (Oksanen 2004, 96-97.) Renkaiden kestromatka riippuu akseliston lisäksi myös useista muista eri tekijöistä kuten ajo-olosuhteista, kokonaismassasta, ajonopeudesta, renkaiden tyypistä ja ilmanpaineesta, kuljettajan ajotavasta ja tienpinnan tyypistä. Rengaskustannukset saadaan määriteltäjä jakamalla renkaan arvonlisäveroton kokonaishinta renkaan kokonaiskestomatalla. Renkaan kokonaishinta muodostuu uuden renkaan hinnasta mahdollisine pinnoituksineen ja rengastöineen. Rengaskustannukset ilmoitetaan kustannuksena yhtä kilometriä kohden ja ne saadaan seuraavalla tavalla (kuvio 5). (Hyttinen 2016, 6 - 7.)

$$\text{Rengaskustannukset (€/km) =} \\ \frac{\text{renkaan hinta pinnoituksineen (€/kpl) x lukumäärä (kpl)}}{\text{uuden renkaan kestomatka (km) + pinnoitteiden kestomatka (km)}}$$

Kuvio 5. Rengaskustannusten laskentakaava (Hyttinen 2016, 7)

Renkailla on vaikutusta myös polttoainekustannuksiin, joiden osuus vaihtelee kevyen kaluston 10 prosentista perävaunuyhdistelmien noin 30 prosenttiin. Rengaskustannukset jakautuvat hankinta-, pinnoitus- renkaiden vaihto ja säilytyskustannuksiin sekä muihin kustannuksiin. Pinnoitukset lisäävät perusrenkaan kestoikää ja tällä tavalla lisää rengaskerralle kannattavuutta (kuvio 6). (Murto 2014, 3, 5.)



Kuvio 6. Pinnoitus ja uusien renkaiden rengaskustannustekijät (Murto 2014, 5)

3.3.2 Huolto- ja korjauskustannukset

Korjauksen ja huollon kustannuserä koostuu korjaamotyöstä, kulutus- ja varaosien hinnoista, voiteluaineista sekä AdBlue-urealiuoksesta. (Molnar 2012, 10). Korjaus- ja huoltokustannuksiin lasketaan kuuluvaksi varsinaiset korjaus- ja määräaikaishuoltomenot, jotka tulee arvioida keskimääräisenä kustannuksena ilman arvonlisäveroa euroa//vuosi tai euroa/kilometri ajoneuvon koko pitoajalle. Määriteltäessä kaikkia kustannuksia, tulee niissä huomioida myös oman työn

osuus. Kustannusten arvioinnissa tulisi käyttää oman kirjanpidon tietoja tai auto-liikkeiden huoltosopimusten hintoja. (Hyttinen 2016, 6.) Voiteluainekustannukset sisällytetään useissa laskelmissa korjaus- ja huoltokustannuksiin. Näihin luetaan määräaikaishuoltojen yhteydessä suoritettut moottori, voimansiirto- ja hydraulikkaöljyjen vaihdot, yleisvoitelu ja jäähdytys- ym. nesteet. (Oksanen 2004, 95.)

3.3.3 Polttoainekustannukset

Polttoaineen kulutus riippuu ajoneuvon energiatarpeesta, joka puolestaan riippuu ajovastuksista: Vierintävastuksesta, ilmanvastuksesta, mäktivastuksesta ja kiihdytysvastuksesta. Vastusten pienentäminen pienentää välittömästi polttoaineen kulutusta. Kuljettajan ajotavalla on suuri vaikutus polttoaineen kulutukseen. Polttoaineen kulutusta voidaan säästää muun muassa ajamalla mahdollisimman tasaista nopeutta, välttämällä turhia kiihdytyksiä ja jarrutuksia, käyttämällä moottorijarrutusta ja niin sanottua vapaata rullausta, ennakoimalla tulevia tilanteita ja valitsemalla ajo-olosuhteisiin oikea vaihde ja kierroslukualue. (Oksanen 2004, 95.) Ajoneuvon kaluston oikea mitoitus, kesä- ja talvilaatujen oikea-aikainen käyttö ja korkealaatuiset voiteluaineet, viallinen polttoainejärjestelmän ja renkaiden alipaine sekä kuljetuksen suunnittelu tai tiestön ominaisuudet ovat polttoainekustannukseen vaikuttavia tekijöitä. (Pennanen & Väkevä, Örn 2004, 8). Edellä esitettyjen muuttujien suuresta määrästä ei polttoaineen kulutusta pystytä määrittelemään tarkasti matemaattisilla kulutusmalleilla, vaan kulutuslukemat tulisi ensisijaisesti pyrkiä määrittelemään kyseisen ajoneuvon kirjanpidon perusteella. (Hyttinen 2016, 6.)

Polttoainekustannuksia seurataan dieselöljyn hinnalla. (Molnar 2012, 10). Polttoainekustannukset lasketaan kertomalla laskentaperusteisiin valitulla polttoaineen kulutuksella polttoaineen keskimääräinen litrahinta (kuvio 7). Laskelmissa hintana käytetään arvonlisäverotonta hintaa. (Hyttinen 2016, 6.)

$$\text{Polttoainekustann. (€/km)} = \text{polttoain.hinta (€/l)} \times \frac{\text{kulutus (l/100 km)}}{100}$$

Kuvio 7. Polttoaineen kustannuksen laskentakaava (Hyttinen 2016, 3)

Polttoaineen kulutusfunktion rakentuu tyhjänäajo-, kuormattuna-ajo-, lastauksen-, purkamisen- ja keskeytyksen polttoaineen kulutukseen. Lopuksi kaikkien polttoaineenkustannukset lasketaan yhteen kokonaispolttoainekustannukseksi ajosuoritteelle. (Viitala 2019.)

3.4 Puutavara-auton kuljettajan kustannukset

Työkustannukset ovat maantiekuljetusten suurin kustannustekijä. Ne muodostuvat kuljettajille maksetuista rahapalkoista ja luontaiseduista, välillisistä palkkakustannuksista sekä erilaisista työhön liittyvistä kustannusten korvauksista. (Oksanen 2004, 89.)

Kuljettajan keskipalkka määritellään siten, että se sisältää mahdolliset ilta-, yö-, erikos- ja urakkalisät. (Hyttinen 2016, 5). Korvaus kuljettajien tekemästä työstä maksetaan rahapalkkana ja mahdollisina luontaisetuina, jotka yhdessä muodostavat ennakonpidätyksen alaisen ansion. Kuljettajille maksetut palkat perustuvat työhön käytettyyn aikaan ja alan työehtosopimukseen tai henkilökohtaisesti sovitettuun työsopimukseen (kuvio 8). (Oksanen 2004, 89.)

$$\text{Kuljettajan palkka (€/a)} = \text{palkkatunnit (h/a)} \times \text{keskim. tuntipalkka (€/h)}$$

Kuvio 8. Kuljettajan palkan laskentakaava (Hyttinen 2016, 5)

Välilliset palkkakustannukset muodostuvat sosiaalimenoista sekä lomakorvauksista, sairausajan palkoista ja palkallisista vapaapäivistä. Välillisten palkkakustannusten osuus lasketuista kuljettajan palkoista on yleensä noin 65-73 prosenttia (kuvio 9). (Hyttinen 2016, 5.) Välillisten palkkakustannusten kehitykseen vaikuttavat paitsi välillisten palkkojen perusteissa tapahtuneet muutokset myös kuljettajien palkoissa tapahtuneet muutokset. (Molnar 2012, 10).

$$\text{Välilliset palkat (€/a)} = \frac{\text{välilliset palkkakustann. (\%)} \times \text{kuljettajan palkka (€/a)}}{100}$$

Kuvio 9. Välillisten kustannusten laskentakaava (Hyttinen 2016, 5)

Työkustannuksiin lasketaan mukaan myös päivä- ja ruokarahat sekä mahdolliset majoituskustannukset. (Hyttinen 2016, 5). Työnantajan maksamat kustannusten korvaukset suoritetaan noudattaen verohallituksen päätöstä verovapaista päivä- ja ruokarahoista sekä matkakustannusten korvauksista. (Oksanen 2004, 91).

4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

4.1 tutkimusmenetelmät

Tämän opinnäytetyön tutkimusympäristö rajautuu Keitele Forest Oy:n Pohjois-Suomen toimialueelle, puutavara-auton pyöreän puun kuljetuksien kustannuksiin. Koska tutkimus on tapauskohtainen yksittäiselle alueympäristölle ja rajatulle yksittäiselle tapahtumalle tai kokonaisuudelle, on kyseessä tapaustutkimus. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006).

Tutkimus on tehty ainoastaan numeerisen tiedon pohjalta, joten tutkimus on tällöin kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus. Opinnäytetyössä haetaan vastausta: Mistä kuljetuksien kustannukset muodostuvat, kuinka paljon kuljetus maksaa euroa/kilometri ja mitkä ovat suurimmat kustannustekijät. (Heikkilä 2014.)

Tyypillistä tapaustutkimuksessa on valita tutkimuskohteeksi yksittäinen tapaus, tilanne, tapahtuma tai joukko tapauksia, joiden tarkastelussa kiinnostuksen kohteena ovat usein prosessit. Yksittäistapauksia pyritään tutkimaan niiden luonnollisessa ympäristössään kuvailemalla yksityiskohtaisesti tutkittavaa ilmiötä. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.) Tutkimuksen lähtökohtaisena tavoitteena on muodostaa malli, jonka avulla kuljetuksien kustannuksia kyettäisiin arvioimaan.

Hypoteesi tarkoittaa tutkimuksessa ehdotusta tutkimuksen tuloksista. Näitä ehdotuksia on tutkimuksessa tarkoitus testata ja todeta, pitivätkö hypoteesit paikkaansa (Jyväskylän yliopisto, 2014.) Tutkimuksessa on käytetty tutkimustapana tapaustutkimus menetelmää, johon on asetettu hypoteesi. Tässä tutkimuksessa se tarkoittaa sitä, että valmiiksi on asetettu oletuksien perusteella viisi suurinta kustannustekijää, jotka on oletettu suurimmiksi kustannustekijöiksi. Tutkimuksessa oletus on, että suurimmat kustannustekijät ovat työntekijän kustannus, polttoainekustannus, kaluston poisto, huolto- ja korjauskustannukset sekä rengaskustannukset. Muita kustannustekijöitä, jotka on oletettu vähemmän merkittävimmiksi kustannustekijöiksi ovat ylläpito-, korko-, vakuutus-, liikennöimis- ja

hallintokustannukset. Hypoteesin vuoksi suurin työpanos käytetään oletettuihin viiteen suurimpaan kustannustekijään.

Selvityksessä pyritään erittelemään ajosuoritteen kustannuksien muodostuminen kuljetusyrittäjän näkökulmasta. Jotta haluttu toimituserä saadaan toimitettua metsävarastolta jatkojalostukseen, syntyy kustannuksia, joita puunhankintayritys ei huomioi omassa kustannusrakenteessa. Nämä kustannukset, joita puunhankintayritys ei huomioi, on pyritty selvittämään tutkimuksessa. Tutkimuksessa on kuitenkin rajattu pois Hyttisen (2016) kustannuslaskennan perusteiden kustannustekijät käyttöpääoman korko, kuljetusyrittäjän ajosuoritteen ulkopuolinen muu ajo ja yrittäjäriski. (Hyttinen 2016, 8, 10).

Prosessi tai tutkittava kustannussuorituksen kokonaisuus muodostuu yksittäisestä puutavara-auton pyöreän puun ajosuoritteesta puun jalostustehtaalle tai sahalle. Tutkimuksen aineisto lähtökohtaisesti kerätään tutkimuksessa rajatulta alueelta. Jotta tulokset olisivat luotettavia, on edellisistä tutkimuksista saadut tulokset samanlaisista olosuhteista tai vähintään samankaltaisista olosuhteista. Tutkimuksen luotettavuutta heikentävät tekijät kerrotaan tutkimuksen luotettavuus osiossa.

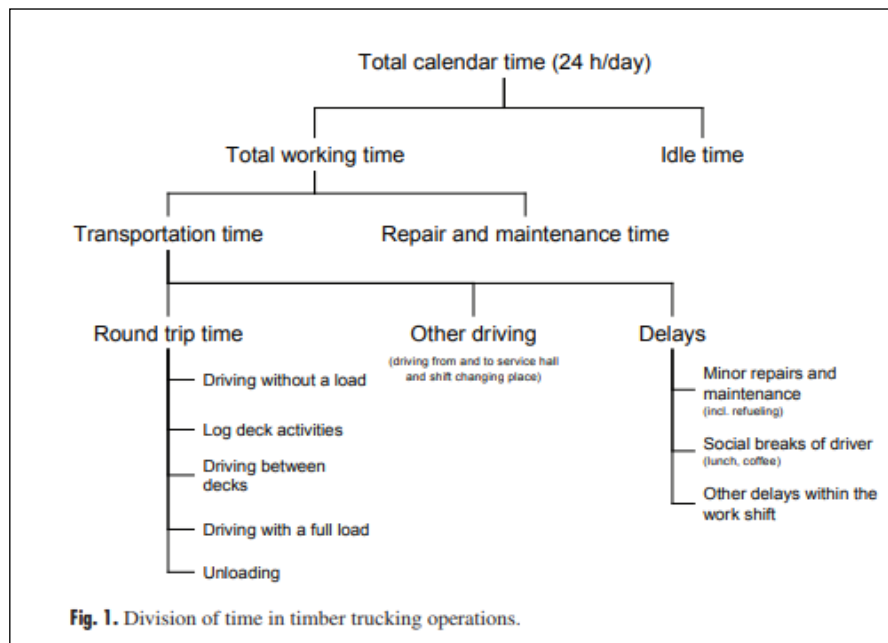
Kustannuslaskelmiin tarvitaan ajosuoritteen kulunut aika eriteltynä kustakin työvaiheesta ja kustannusten suuruus eri työvaiheille. Työvaiheen suuruus voidaan selvittää euroa/tunti tai euroa/kilometri eri kustannustekijöille. Kustannustekijöiden suuruus selvitetään kuorma-autoalan työehtosopimuksesta, raskaan kaluston internet myyntisivuilta, tutkimusalueella kuljetusyrittäjien käyttämistä rengas- ja huoltoliikkeistä ja polttoaine-nettisivuilta. Toinen laskentatapa on selvittää kirjanpidosta kustannusten määrä. Tätä tapaa ei tulla kuitenkaan hyödyntämään laskelmissa. Tutkimuksen tavoite on selvittää kustannukset ilman yrittäjän kirjanpidosta löytyviä kustannuksia. Kaikkien kustannusten aikamenekki selvitetään edellisistä tutkimuksista lukuun ottamatta purkuaikaa. Lopuksi työvaiheeseen kulunut aika voidaan kertoa selvitettyllä kustannustekijällä.

Kustannustekijät taulukkolaskelmassa on eriteltynä kustannustekijöittäin, jotka ovat keskeytys, meno- ja paluukuljetuskustannus sekä puutavaran lastaus- ja

purkukustannus. Laskelmissa puutavara-auto on käynnissä koko ajosuoritteen ajan. Laskelmista on rajattu pois lakisääteiset pakolliset työntekijän sosiaalitaumat. Kustannuslaskentaan liittyvä selvitys tehdään ajosuunnan pituusvälille 25-300 kilometrille. Tutkimuksessa tutkimustoimintatavat on jaettu edellisistä tutkimuksista saatuihin arvoihin, mitattuihin, laskennallisiin ja tilastollisiin arvoihin.

Kustannuslaskennoissa puutavara-auton kulkureitin mallintaminen tapahtuu seuraavassa suoritusjärjestyksessä: Puutavara-auton tyhjänäajo sahalta tai puun jalostustehtaalta metsävarastolle, lastaustyövaihe, kuormattuna-ajo ja lopuksi kuorman purkaminen sahan tai puunjalostustehtaan vastaanottoon. Tutkimuksien mukaan myös jokaiselle ajosuoritteelle voidaan laskea keskimäärin keskeytyksien aikamenekki. Tutkimuksessa ei aikamenekkiin huomioida muun ajon, korjaus- ja ylläpidon- sekä tyhjäkäynnin aikamenekkiä (taulukko 2).

Taulukko 2. Puutavara-auton kokonaisajanmenekki (Nurminen T & Heinonen J 2007, 474)



4.2 Pyöreän puun kuljetuksen työvaiheet

Työvaiheet ennen puutavara-auton ajoon lähtemistä ovat tärkeitä kuljetussuoritteen ajan säästämiseksi. Tietämättömyydestä tai väärästä tiedosta voi aiheutua

kuljetusyrittäjälle huomattavia kustannuksia. Hyvä ajo suoritteiden suunnittelu ja hyvät valinnat pienentää kuljetuksen kustannuksia, johon korjuuesimiehellä ja puutavara-auton kuljettajalla on suurin vaikutus.

Pyöreän puun kuljetuksen kustannusten laskenta alkaa siitä, kun kuljettaja lähtee puutavara-autolla sahan tai puunjalostuksen tehtaan vastaanotosta metsävarastolle. Tästä ajovälistä aiheutuu tyhjänäajon kustannus. Kustannusten laskentamallissa tyhjänäajo on ajosuoritteiden ajopituudesta puolet.

Metsävarastolla kuljettaja tekee lastausta valmistelevat työt. Tähän kuuluu puutavara-auton ajaminen leimikolla puutavaravaraston viereen ja kuormaan laitaminen kuljetusasennosta lastausasentoon. Lastauksen valmistelevat työvaiheet kuuluvat lastauksen aputöihin, jotka huomioidaan lastauskustannuksiin. (Nurminen & Heinonen 2007, 480). Tämän jälkeen seuraa varsinainen puutavara-auton lastaus. Lastauksen ajanmenekkiin vaikuttaa eniten Johanna Huissin (2009) kyselytutkimuksen mukaan tärkeysjärjestyksessä lueteltuna varaston laatu, kuormauspaikka, puutavaralaji ja sääolosuhteet. (Huissi 2009, 42). Lastauksen jälkeen kuljettaja laittaa kuormaimen kuljetusasentoon ja sitoo kuorman ketjuilla kuljetuskuntoon. Lastauksen lopuksi kuljettaja tekee paperityöt ja siirtää kuorman tiedot kuljetustietojärjestelmään (Nurminen T & Heinonen J 2007, 480). Tutkimuksessa ei käsitellä keräilykuormia ollenkaan. Joka toisella kuormalla lastaukseen sisältyy kuormaimen asennus- ja poistaminen kuormalla puutavara-autosta. Kuormauksen työvaiheen ajanmenekki ja työtehtävät ovat määriteltynä tähän tutkimukseen tarkemmin Tutkimuksista saadut tulokset osiossa.

Lastauksen jälkeen seuraa kuormalla-ajon kustannus, kun kuljettaja lähtee puutavara-autolla metsävarastolta kohti sahan tai puunjalostustehtaan vastaanottoa. Kuormalla-ajon kustannus on puolet ajosuoritteiden pituudesta.

Vastaanotossa ensimmäinen työvaihe on kuljetuksen sidontaketjujen irrottaminen ja poistaminen. Tämä tapahtuu vastaanoton odotuspaikalla, josta puutavara-auto siirtyy tämän jälkeen oman purkuajan tullessa purkupöydän viereen. Purku tapahtuu tässä tutkimuksessa puutavara-auton omalla kuormaimella. Havu- ja lehtikuidun purkaminen kuitupuun jalostamistehtaiden vastaanotossa tehdään

kurottajatrükilla. Purkamisen jälkeen kuljettaja ajaa sivuun ja hakee vastaanotosta vastaanottotodistuksen. Tämän jälkeen kuljettaja on suorittanut ajosuoritteen ja on valmis poistumaan vastaanotosta. Tutkimuksessa purkuajaksi lasketaan aika, jolloin kuljettaja saapuu vastaanottoon ja poistuu vastaanotosta.

Puutavara-auton kaukokuljetuksessa ajosuoritteella on myös keskeytyksiä ennen ja jälkeen ajosuoritetta. Tutkimuksessa näiden ajanmenekki lasketaan keskiarvona keskimäärin jokaista ajosuoritetta kohden. Tämän kustannus muodostuu työntekijän kustannuksesta ja auton tyhjäkäynnin polttoaineen kustannuksesta.

4.3 Tilastolliset arvot

Tilastollisia arvoja ovat Puutavara-auton kuorman koko puutavaralajeittain ja dieselöljyn hinta. Tilastolliset arvot on mitattu otantamenetelmällä. Molemmille arvoille otos on otettu rajatulta alueelta ja aikaväliltä, joista on laskettu lopuksi keskiarvo.

Kuormakoko puutavaralajeittain on saatu yhden kuukauden ajan toimitettujen puutavara-autojen toimituksien keskiarvosta lokakuussa 2018. Tukkikuorman tilavuus on Keitele Forest Oy:n Pohjois-Suomen hankinta-alueen yhden kuukauden kuormakokojen keskiarvo. Kuitukuorman koko on kaikkien Keitele Forest Oy:n Pohjois-Suomen toiminta-alueen kuitupuiden toimituksien keskiarvo yhden kuukauden ajalta. Mittaukset kuitupuulla ovat Keitele Forest Oy:n kanssa kuitupuun vastaanottospimuksen tehneiden tehtaiden vastaanottomittauksien keskiarvo. Kuitukuorman koko on 58,5 kiintokuutiometriä ja tukkikuorma 65,9 kiintokuutiometriä. Kuitukuormia otannassa on 281 kuormaa ja tukkikuormia 433 kuormaa.

Polttoaineen hintana on otettu Kemin, Rovaniemen, Kemijärven, Pellon, Pudasjärven, Kuusamon, Oulun, Sodankylän ja Tornion polttoaineasemien dieselöljyn hintojen keskiarvona. Hinta perustuu Polttoaine.net ja halvinbensa.fi- nettisivujen hintoihin. Paikkakuntia laskentoihin on otettu yhteensä yhdeksän ja polttoaineasemia 47, joilta dieselöljyn hinta on otettu laskentaan. Hinnat on otettu ylös 23.2.2019-26.2.2019 välisenä aikana. Ilmoitettujen hintojen keskiarvosta on poistettu lopuksi arvonlisävero 24 prosenttia.

4.4 Tutkimuksesta sadut arvot

Tutkimuksista saatuja arvoja ovat polttoaineen kulutus, ajonopeus, lastaus- ja keskeytyksiin kulunut aika. Tutkimuksista saadut arvot ovat edellisistä tutkimuksista selvitettyjä kustannustekijöitä.

Puutavara-auton ajonopeus tarvitaan, kun halutaan saadaksesen selville kuljetukseen kulunut ajoaika. Ajonopeuden keskiarvo vaihtelee ylempiasteisilla asfaltti-päälysteisillä tieverkostoilla, päälystämättömillä sorateilla ja leimikoille johtavalla metsäautotiellä. Ajonopeus voidaan jakaa kustannuslaskelmassa kuormalla- ja tyhjällä puutavara-autolla ajonopeuteen. Puutavara-auton ajonopeus lastattuna on 49,1 kilometriä/tunnissa ja tyhjänäajolla 56 kilometriä/tunnissa. (Svenson 2016).

Kustannuslaskelmissa polttoainekulutus perustuu laskennallisiin tutkimuksista saatuihin polttoainekulutusmalleihin 1-350 kilometrille. Laskennassa puutavara-auton polttoainekulutus kuormattuna-ajossa on 66,9 litraa/100 kilometrille, tyhjänäajossa 48,4 litraa/100 kilometrille ja keskikulutuksena ajosuoritteella 62,25 litraa/100 kilometrille. (Venäläinen 2017, 13). Polttoaineen kulutus purku- ja lastausaikana on 8,7 litraa/tunnissa ja tyhjäkäynnillä 7,8 litraa/tunnissa. (Uusi-Pantti, Lindroos, Rajamäki & Väkevä 2000, 10; Pennanen ym. 2004, 19). Polttoaineen kulutus purku- ja lastausaikana on selvitetty yhdistämällä metsäteon 166:n tutkimuksen polttoaineen kulutus- tutkimus ja Metsätehon 96:n tutkimuksen puutavaran lastauksen ajanmenekki- tutkimus. Kustannuslaskelmissa polttoainekulutukset puutavara-auton ollessa paikallaan lastauksen ja purkamisen aputöiden aikana lasketaan tyhjäkäynnin mukaan.

Lastausaika saadaan laskemalla yhteen varsinaiseen kuormaukseen kulunut aika, kuormauksen viimeistelytyöt sisältäen kaikki työvaiheiden aikamenekki ja nosturin irrotus- ja paikalleen asennusaika. Kustannuslaskentaan ei huomioida keräilykuormia. Lastausajan menekki saadaan laskemalla lastattavan kuorman tilavuus kertomalla lastausnopeudella. Kuorman tilavuutena käytetään Keitele Forest Oy:n tukki- ja kuitukuormien keskiarvoa, eli kuidulla 58,5 kiintokuutiometriä ja tukki-kuormilla 65,9 kiintokuutiometriä. Kuormauksen viimeistelyn työvaiheiden

ajanmenekki muodostuu puutavara-auton lähisiirtelystä metsävarastolle, nosturin valmistelemisestä purku- ja lastausasentoon, pankkojen ja peräkärryn siirtelystä, kuorman sitomisesta lastauskuntoon, varastotietojen käsittelemisestä kuljetusjärjestelmään ja muista aputoiminnoista. (Nurminen & Heinonen 2007, 480).

Laskelmissa nosturin irrotus- ja takaisinasennus suoritetaan, joka toisella ajosuoritteella. Tämä sen vuoksi, koska laskennoissa ajosuoritteiden mallintamisessa ajatellaan, että puolet toimituksista on kuitu- ja puolet tukkitoimituksia. Kuitupuun jalostustehtaan vastaanotossa on oma purkukalusto, jolloin sitä ei tarvitse kuljettaa mukana. Tällöin kuormaimen irrotus- ja asennus puutavara-autoon suoritetaan, ennen kuitukuorman ajosuorittamista ja tukkiukuorman ajosuoritteella pidetään paikallaan. Kuormaimen irrotukseen ja kiinnitykseen kuluu aikaa 14 minuuttia (Uusi-Pantti ym. 2000, 22). Kun kuormaimen poistaminen ja kiinnitys jaetaan kahdella, on sen aika tutkimuksessa käytettävä seitsemän minuuttia.

Lastauksen viimeistelytyön aikamenekki on yhteensä 11,3 minuuttia (kuvio 10). Lastausnopeutena tukilla on 0.84 kiintokuutiota/minuutissa ja kuitupuulla 0,44 kiintokuutiota/minuutissa. (Nurminen & Heinonen 2007, 481).

Table 8. Average time consumption for auxiliary activities at the log deck.

Subphase of the work	Single-sourced loads	Multi-sourced loads	
	(min load ⁻¹)	(min load ⁻¹)	(min deck ⁻¹)
Preparing the crane	2.6	6.1	1.9
Completing loading and binding the load	5.2	8.3	2.6
Driving inside the deck	0.1	0.2	0.1
Handling the trailer and bunks	1.6	1.1	0.4
Data communications and paperwork	1.1	2.6	0.8
Other auxiliary activities	0.7	1.9	0.7
Total	11.3	20.2	6.5

Kuvio 10. Lastauksen viimeistelytyön ajanmenekki (Nurminen & Heinonen 2007, 481)

Tutkimuksessa ei huomioida keräilykuormia. Tämän vuoksi tutkimuksessa las-
taus suoritetaan yhdeltä varastopaikalta, vaikka todellisuudessa keräilykuormia
suoritetaan myös tutkimuksessa rajatulla toimialueella.

Keskeytyksen aika muodostuu, pienistä korjaus- ja huolloista, polttoaineen tank-
kauksesta, työntekijän sosiaalitausta ja muusta viivästyksestä. Keskeytykset
ovat keskimäärin ajosuoritetta kohden on 7,83 minuuttia/ajosuorite. (Nurminen &
Heinonen 2007, 478.)

4.5 Laskennalliset arvot

Laskennallisesti selvitettäviä kustannustekijöitä ovat kuljettajan kustannus, pää-
oman poistot, rengas-, korjaus- ja huoltokustannukset ja logistiikkayrittäjän muut
kustannukset korko-, vakuutus-, ylläpito- ja hallintokulut. Laskennallisesti on sel-
vitetty myös puutavara-auton käyttökilometrit vuodessa.

4.5.1 Puutavara-auton kuljettajan kustannukset

Puutavara-auton kuljettajan palkkakustannus muodostuu 2017-2021 vuosien vä-
lille sovitun kuorma-autoalan työehtosopimuksen mukaan. Palkan suuruus tau-
lukkopalkassa saadaan työehtosopimuksen pienimmän alle neljä vuotta työkoke-
musta ja suurimman yli 12 vuotta työkokemusta tuntipalkkaluokkien keskiarvo
laskemalla. Kuorma-autoalan työehtosopimuksen mukaan työntekijän palkka alle
neljä vuotta ajokokemusta omaavalla on 13,91 euroa/tunti ja yli 12 vuotta työko-
kemusta omistavalla kuljettajalla 14,85 euroa/tunti (Autoliikenteen Työnantaja-
liitto 2019, 6).

Puutavara-auton kuljettajalle maksetaan 5 prosentin erikoislisää kuormauslait-
teen käytöstä (Autoliikenteen Työnantajaliitto 2019, 9). Yleisesti ottaen tutkimuk-
sessa rajatulla toimialueella puutavara-auton kuljettajat ajavat kahdessa vuo-
rossa, joka toisen viikon yö- ja iltatyövuorona ja joka toisen päivätyövuorossa.
Päivätyövuorosta maksetaan normaali tuntipalkka. Yötyövuorosta maksetaan 20
prosenttia ja iltatyövuorosta 15 prosenttia erillistä lisää (Autoliikenteen Työnanta-
jaliitto 2019, 8). Kuorma-autoalan työehtosopimuksen mukaan iltatyö on klo

17.00-22.00 ja yötyö klo 22.00-06.00 välisenä aikana. Prosentuaaliset työlisät lasketaan työntekijän taulukkopalkasta (Autoliikenteen Työnantajaliitto 2019, 8). Keitele Forest Oy:n osa kuitupuukuljetuksista suoritetaan myös Ruotsin puolelle Karlsborgiin. Tästä syntyy autoalan työehtosopimuksen mukaan ulkomaanlisääkustannus (Autoliikenteen Työnantajaliitto 2019, 7). Ulkomaanlisää ei kuitenkaan oteta huomioon laskelmissa, koska ulkomaan ajokustannukset laskelmissa on rajattu pois laskelmissa.

Olen käyttänyt puutavara-auton kuljettajan välillisten palkkakustannuksien kertoimenä Suomen kuljetusalan liiton kustannuslaskennan perusteen ohjeistuksen antamaa viitearvojen 65-73 prosentin keskiarvoa, eli 69 prosenttia. (Hyttinen 2016, 5).

Laskelmissani oletuksena on, että kuljettaja ei ole työvuoron aikana yli kymmentä tuntia poissa asemapaikkakunnalta, kuljettajan työpaikan autovarikko sijaitsee kuljettajan asumalla kotipaikkakunnalla ja kuljettajan vuorokausilepo vieraalla paikkakunnalla ei ylitä 12 tuntia. Näin ollessa kuljettajalle ei makseta ruoka-, päivä- tai majoitusrahaa (Autoliikenteen Työnantajaliitto 2019, 19-21).

4.5.2 Pääomakustannukset

Poistojen kustannusten määrittäminen aloitetaan selvittämällä kaikille kalustolle laskentahetken uushankinta-, jäännösarvon hinta ja kaluston käytettävä pitoaika. Laskelmissa tarkoitetaan puutavara-auton kalustolla vetoautoa, kuormainta ja yhdistelmän peräkärriä. Laskelmissa vetoauton merkinä on käytetty Volvon FH16 -merkkistä ajoneuvoja. Laskennoissa esimerkkipuormaimena olivat, Loglift 96 S T, Epsilon Q150L97, Jonsered 1080 DT, Jonsered 1140 Z 93 sekä Kesla 2009LT-malleja. Yhdistelmäkärriä olen käyttänyt viisiakselista Jyki V42-TOO -mallia. Jäännösarvon määrittämiseen olen käyttänyt Mascus-internetisivuja. Puutavara-auton ja yhdistelmäkärriä jäännösarvon hinnan keskiarvon muodostumisessa on käytetty viittä eriä netti-ilmoituksena ilmoitettua kalustoa. Kuormaimen jäännösarvon laskennassa on käytetty kymmentä myynti-ilmoitusta. Uuden hankintahintana olen käyttänyt yrittäjien kokemuspohjalla sanomia hinta-arvioita sekä Volvo-, Kesla- ja Jyki jälleenmyyjien arviota.

Olen käyttänyt uushankintahintana vetoautolle 225 000 euroa, kuormaimella 85 000 euroa ja perävaunulla 85 000 euroa. Jäännösarvo vetoautolla on 80 680 euroa ja vetokärrylle 26 632 euroa. Näistä hinnoista on poistettu uusien renkaiden hinta puutavara-autolla 4572,8 euroa ja yhdistelmäkärryllä 7 100,8 euroa. Kuormaimella jäännösarvo kymmenen vuoden jälkeen on 19 960 euroa. Lopuksi vuosittain kertyvän poistojen euromäärä on laskelmissa jaettu vuosittaisella tunteina kertyneellä ajomäärällä.

Laskelmissa korko on laskettu vuosittain jokaisen vuoden puolella välissä vuotta. Korkokertoimena laskennoissa on yhteensä kolme ja puoli prosenttia. Tämä muodostuu oman pääoman rahoituksen tuottotavoitteesta 1,5 prosenttia ja vieraan pääoman tuottotavoitteesta kahden prosentin korosta. Laskelmissa vieraan ja oman kaluston rahoitusta on laskettu samassa laskelmassa yhtenä korkolaskelmalla. Puutavara-autoyhdistelmän pitoajalla korot ovat vetoautolla 5269,37 euroa, kärryllä 1829,3 euroa ja kuormaimella 12857,6 euroa.

4.5.3 Rengaskustannukset

Suurin osa Pohjois-Suomen alueella toimivat raskaan kaluston kuljetusyrittäjistä käyttää renkaiden huollon ylläpidossa rovaniemeläisen rengasalan erikoisliikkeen Lapin Kumi Oy:n palveluita. Rengaskustannukset ovat jaettuna vetoautolle ja yhdistelmäkärrylle erikseen, koska niillä on erilainen kustannusrakenne. Laskelmissa vetoauton rengasmallina on käytetty 315/80 R 22,5 rengasta ja yhdistelmäkärryllä 275/70 R 22,5 mallia. Renkaan kestomatka uudelleen pinnoituksen kanssa vetoautolla on käytetty 190 000 kilometriä ja yhdistelmäkärryllä 300 000 kilometriä. Yrittäjien tiedon mukaan yhdistelmäkärryn rengas kestää noin kaksi vuotta. Tämä tarkoittaisi noin 380 000 kilometriä. Puutavara-autojen kärrynrenkaat saavat ahtailla metsätiellä paljon iskuja pitkän yhdistelmän ja huonolaatuisten teiden vuoksi. Tämän vuoksi puutavara-auton kärryn renkaasta pinnoituksen kanssa on vähennetty 80 000 kilometriä. tällöin sen ajoiksi muodostuu 300 000 kilometriä. Nämä arviot perustuvat kokemuseräiseen Lapin Kumi Oy:n raskaan kaluston myyjän ja Keitele Forest Oy:n Pohjoisen-Suomen hankinta-alueella toimivan kuljetusyrittäjän antamiin keskiarvioihin. Tällä hetkellä Keitele Forest Oy:n

toimialueella logistiikkayrittäjät käyttävät vetoauto, jossa on kahdeksan kuluva rengasta. Ilmassa olevia telirenkaita ei olla huomioitu rengaskustannuksiin, niiden vähäisen kulumisen vuoksi. Yhdistelmäkärryissä niitä on kaksikymmentä. Laskelmissa yksi rengassarja pinnoitetaan yhden kerran elinkaarensa aikana.

Vetoautossa uuden renkaan hinta sisältäen asennustyöt ovat 400 euroa ja pinnoitus maksaa kaikki työt sisältäen 399 euroa. Vannetyön, tasapainotus- ja alleasennuksen työ yhteenlaskettu keskiarvohinta on 57,29 euroa/rengas vetoautolle. Yhdistelmäkärrylle uuden renkaan hinta sisältäen työt kustantaa 325 euroa ja uudelleenpinnoitus kaikki työt sisältäen kustantaa 306 euroa. Puutavara-auton yhdistelmäkärryihin ei tehdä tasapainoitusta. Vanne- ja kärryn alleasennustyö yhdistelmäkärrylle on 30,04 euroa/rengas. (Erola 2019.)

4.5.4 Korjaus- ja huoltokustannukset

Korjaus- ja huoltokustannukset muodostuvat huoltosopimushinnasta. Laskelmissa huolto- ja korjauskustannukset teetetään ulkopuolisella korjausyrittäjällä, eikä omia töitä ole huomioitu laskelmissa. Huoltosopimuksen kuljetusyrittäjä tekee erikseen autokohtaisesti korjausjälleenmyynti yrityksiensä kanssa. Laskelmissa käytetään Keitele Forest Oy:n kanssa kuljetussopimuksen tehneiden kuljetusyrityksien huoltokustannus hinnoittelusopimuksia. Laskelmissani huoltosopimuksen hinnat ovat tehty Volvo FH16- merkkiselle puutavara-autolle. Volvon korjaus- ja huollon jälleenmyynti Pohjois-Suomen alueella tapahtuu Wetteri Powerin Rovaniemen toimipisteellä, joihin huoltosopimuksien hinnat perustuvat. Kustannuksen laskennassa käytetään autoa, joka uutena ostettuna alusta lähtien on ollut samassa huoltopaikassa ja huoltosopimuksessa.

Huoltosopimus on 1 000 000 ja 35 000 kilometrin huoltovälillä. Huoltosopimuksen kustannus on laskelmissa 0,082 euroa/kilometri. Sopimus kattaa kaiken muun paitsi omat kaluston ulkoisesti aiheutetut vahingot (Lepola 2019.) Laskelmissa ei ole huomioitu kuormaimen ja kärryn korjaus- ja huoltokustannuksia.

Laskelmissa lisäainekustannus lasketaan huolto- ja korjauskustannuksiin. Kustannus muodostuu AdBlue-lisäaineen kulutuksesta, jonka arvonlisäveroton litrahinta laskelmissa on 63 senttiä/litra. AdBluen-lisäaineen kulutus vaihtelee vuodenajan mukaan noin 4-7 prosenttia. (Yara 2019.) Laskelmissa AdBluen-lisäaineen kulutuksena on käytetty 6 prosenttia polttoaineen kulutuksesta ja polttoaineen kulutus 62,25 litraa/100 kilomerille.

4.5.5 Muut kiinteät kustannukset

Vakuutuksien hinnat on saatu Rovaniemen ja Ranuan LähiTapiolan toimipisteestä. Hinnat perustuvat Lapin alueen vakuutuksien hinnoitteluluokkaan. Vakuutuksien hintaan vaikuttaa suurimmaksi osaksi yrityksen toimintaikä ja yritystoiminnan historia. Laskelmissa vakuutuksen hinnaksi on määritelty keskiverto puutavarankuljetus yritysmallin ja puutavara-auton tiedoilla. Liikenne-, auto- ja vastuu- vakuutus on puhelinhaastattelun perusteella 6 000- 12 000 euroa/auto (Elkki 2019). Yrittäjän omia vakuutuksia ovat lain mukaan veloitettu yrittäjäläkevakuutus ja vapaaehtoinen tapaturmavakuutus. Nämä kustannukset on kuitenkin rajattu tutkimuksesta pois. Kustannusten toimintamallina tutkimuksessa ajatellaan, että autokohtaiset kustannukset auton toimimiseksi eivät vaadi yrityksen toiminnan vaatimia vakuutuksia.

Laskelmissa hallintokustannukset sisältävät kirjanpitäjän kuukausittaisen kirjanpitokustannuksen ja vuositarkastuksen. Hallintokustannukset eivät sisällä kuljetusyrityksen hallinnollisia kustannuseriä muun muassa posti, ATK, toimisto, asianaajo, ajoneuvon tietojärjestelmä ja kuljetuksien hankintakustannuksia. Laskelmissa ei ole myöskään huomioitu liikenneluvasta ja sen edellyttämien vakuutuksien hankinnasta aiheutuneita kustannuksia. Kuukausittainen kirjanpitokustannus on 400 euroa kuukaudessa ja vuositarkastus on 1200 euroa vuodessa. (Pulju 2019).

Ylläpidon kustannus on saatu käyttämällä apuna Tilastokeskuksen vuoden 2015 metsäalan kone- ja autokustannusindeksiä. Ylläpitokustannus vuonna 2015 on ollut kustannusindeksissä 1,1 prosenttia kokonaiskustannuksista. (Mäkinen

2019). Asettamalla kustannusindeksiin muut kustannustekijöiden vuosittaiset kustannukset, voidaan laskennallisella yhtälöllä selvittää ylläpidon kustannus.

Liikennöimiskustannukset muodostuvat laskelmassa käyttövoimaverosta ja katsastuskuluista. Vetoautolle katsastuskustannus on selvitetty Rovaniemen A-katsastusasemalta ja kuormaimelle Heiskarin Teräspaja Oy:n raskaan kaluston asiakaspalvelusta. Vuosittainen yhdistelmän määräaikaikatsastus maksaa autolle ja kärrylle yhteensä 250 euroa, jarrujen mittaus 286 euroa ja vetoauton päästömittaus 43 euroa (A-katsastus 2019). Nosturitarkastus kustantaa 120 euroa (Heiskarin Teräspaja Oy 2019). Nämä kaikki yhteensä kustantavat 699 euroa vuodessa. Käyttövoimaveron kustannus on selvitetty Traficom liikenne- ja viestintävirastosta. Hinnan selvittämiseksi on Mascus-internetisivuilta otettu kolme myytävää puutavara-autoa malliesimerkiksi. Näiden kolmen auton vuosittainen verokustannuksien keskiarvo on laskennassa käytetty käyttövoimaveron kustannus.

4.6 Puutavara-auton pitoaika, ajokilometrit- ja ajotunnit vuodessa

Pitoaika laskelmissa vetoautolla on käytetty viittä vuotta, kuormaimella kuutta vuotta ja perävaunulla kymmentä vuotta. Pitoajat perustuvat tämän hetkisiin kuljetusyrittäjien toimintamalliin.

Laskelmiin on saatu puutavara-auton kilometrimäärä pitoaikana Mascus-internetisivuilta. Vuosittainen autokohtainen kilometrimäärä on saatu jakamalla yhteensä ajetut kilometrit auton pitoajan vuosimäärällä. Laskelmissa on käytetty keskiarvoa, joka on saatu kymmenen puutavara-auton vuosittain ajetuista kilometrimääristä. Kaikilla otannan autoilla on ajettu 2-5 vuotta ja ajot on suoritettu Suomen sisällä. Otannassa yksi auto on Scania R 730 merkkinen ja yhdeksän Volvo FH16 -merkkisiä vetoautoja.

Laskelmissa vuosittainen puutavara-autolla ajettava tuntimääränä on käytetty 4697 tuntia. Tämä on saatu Keitele Forest Oy:n toimituksia kuljettavalta kuljetusyrittäjän käytössä olevasta vetoautosta. Kuljetusyrittäjä toimii Keitele Forest Oy:n

Pohjois-Suomen hankinta-alueella. Tuntimäärä autolle on otettu yhden auton pitoajan aikana kertyneistä tuntimääristä. Autolla oli 25 kuukauden ajalla ajettu 9786 tuntia. Vuodessa kertyvät auton tuntimäärä on tällöin 4697,3 tuntia.

4.7 Puutavara-auton purkuaika

Kemijärven sahan vastaanotossa puutavara-auton purkamiseen kulunut aika mitattiin, mittaamalla yhden päivän ajan puutavara-auton purkamiseen kulunutta aikaa. Mittaus tapahtui yksinkertaisella satunnaisotoksella, josta laskettiin lopuksi keskiarvo (KvantiMOTV 2003). Puutavara-auton purkuaikaan on mitattu kaikki puutavara-auton purkutyövaiheet sisältäen vastaanotossa jonotuksen ja keskeytyksiin kuluneen ajan. Mittauksessa yhteensä puutavara-auton purkuaikoja on 18 autollista. Mittauksen aikana vastaanotossa tuli yksi keskeytys 48 minuutin ajaksi, vastaanoton purkupöydän teknisen vian vuoksi. Tällöin vastaanotossa kului normaalia pitempi jonotusaika. Yksittäisen purkuajan mittaus on aloitettu, kun puutavara-auto pysähtyi sahan vastaanottoon. Jokaisen puutavara-auton purkuajan mittaus loppui siihen, kun puutavara-auto lähti pois sahan vastaanotosta. Mittaus suoritettiin 17. tammikuuta 10-15 asteen pakkasessa. Aikaa puutavara-autolla purkamiseen kului keskimäärin 38,82 minuuttia. Mittauksesta on rajattu pois siirtoautot, sekä vastaanoton kuormainta käyttäneet puutavara-autot. Muuten autot on mitattu järjestyksessä saapumisjärjestyksen mukaan (liite 1).

5 TULOKSET

5.1 Puutavara-auton kuljettajan kustannus

Yhteensä puutavara-auton kuljettajan kustannus on 27,75 euroa/tunti (taulukko 3). Kuljettajan palkkakustannus on laskelmissa 16,42 euroa/tunti. Puutavara-auton kuljettajan sivukustannus on 11,3 euroa/tunti.

Taulukko 3. Puutavara-auton kuljettajan kustannus

Puutavara-auton kuljettajan kustannus													
Kuljettajan palkka		Kuormaimen erikoisissä		Yötyölisä		iltatyölisä		Kuljettajan palkkakulu yhteensä		Sivukulut		Palkkakulut yhteensä	
€/h	14,4	€/h	0,7	€/h	1,0	€/h	0,4	€/h	16,42	€/h	11,3	€/h	27,745

5.2 Pääomakustannukset

Puutavara-auton yhteen laskettu poistojen määrä on 42 367,5 euroa vuodessa. Laskelmissa käytetään 9,01 euroa/tunti poiston kustannuksena (taulukko 4).

Taulukko 4. Puutavara-auton pääoman poistot vuodessa

Puutavara-auton poistot vuodessa			
		Vetoauto	
Vuosipoisto (€/a)		27949,43	
		yhdistelmäkärry	
Vuosipoisto (€/a)		5126,666667	
		Kuormain	
Vuosipoisto (€/a)		9291,4	
Ajotunteja autolla vuodessa (h)	4697,28	ja kilometreinä (km)	189306
Tunteja kuukaudessa (h)	391,44		
		Poisto Vetokärry + kuormain	Vetoauto
Vuosipoisto (€/a)	14418,1	27949,43	42367,53
Poisto €/h	3,069456204	5,950131424	9,01959
Poisto €/km	0,076162741	0,14764124	0,2238

puutavara-auton pääoman korkokustannus vuodessa 8 935 euroa. Laskelmissa korkokustannus on 1,90 euroa/tunti (taulukko 5). Korkokustannukseen sisältyy vieraan- ja oman pääoman korkokustannus.

Taulukko 5. Puutavara-auton pääomankorko

pääomankorko	
Pääoman korko yhteensä vuodessa €/a	8 935
Pääoman korko €/h	1,902
Pääoman korko €/km	0,047201158

5.3 Rengaskustannukset

Puutavara-auton rengaskustannus tutkimuksessa on 0.08 euroa/kilometri. Vuodessa rengaskustannus on 15 192,9 euroa (taulukko 6). Uuden rengassarjan ja pinnoituksen yhteiskustannus asennustöineen on 20 071,21 euroa.

Taulukko 6. Puutavara-auton rengaskustannus

Rengaskustannukset		
	Kustannukset ALV 0%	
Nimike	Rengaskustannus auto	Rengaskustannus kärry
Malli	315/80 R 22,5 (8KPL)	275/70R22.5 (20 kpl)
Uusi rengas (€)	400	325
Pinnoitus (€)	399	306
Rengastyöt sis. Vanne-, tasapainoitus- ja alleasennustyö ym	57,29	30,04
Rengasmäärä (kpl)	8	20
Yhteensä hinta	6850,32	13220,8
Hinta yht.	20071,12	
Pinnoituksella ja uudella kumilla ajettava km määrä	189306,412	300000
Kustannus €/km	0,036186413	0,044069333
Kustannus yhteensä (€/km)	0,08026	
Vuodessa rengaskustannukset	15192,92737	
Km määrä vuodessa autolla	189306,412	
Renkaat autolle vuodessa	6850,32	
Renkaat kärrylle vuodessa	8342,607373	

5.4 Huolto- ja korjauskustannukset

Huolto- ja korjauskustannukset ovat yhteensä 10,92 euroa/kilometri. Korjaus ja huoltosopimuksen kustannus on laskelmissa 0,082 euroa/kilometri. Sopimus kattaa kaiken muun paitsi omat kaluston ulkoisesti aiheutetut vahingot. Laskelmissa ei ole huomioitu kuormaimen ja karryn korjaus- ja huoltokustannuksia. AdBlue-lisäaineen kustannus on 0,023 euroa/kilometri (taulukko 7).

Taulukko 7. AdBlue-lisäaineen kustannus

AdBlue-kustannus	
AdBlue suhde polttoaineeseen	6 %
Puutavara-autolla kilometrit vuodessa	189306,4
Polttoainekulutus l/1 kilometri	0,62
AdBlue kulutusmäärä l/1 kilometri	0,037
AdBluen hinta (€/l)	0,63
AdBlue kustannus vuodessa	4436,59
AdBlue kustannus autolle €/km	0,023

5.5 Ylläpito- ja hallintokustannukset

Ylläpito- ja hallintokulut yhteensä ovat yhteensä 0,054 euroa/kilometri (taulukko 8). Ylläpidon kustannus on laskelmissa 4 300 euroa vuodessa eli 0,023 euroa/kilometri. Hallintokustannus on yhteensä 6 000 euroa/vuosi eli 0,031 euroa kilometri.

Taulukko 8. Hallinto- ja ylläpitokustannukset

Hallinto- ja ylläpitokustannus	
Kk. Kirjanpitäjän hallintokust.	400
Kuukausia vuodessa	12
kuukasikustannukset Yhteensä	4800
Kirjanpitäjän vuosittainen tilintarkastus	1200
Hallintokustannus yhteensä (€)	6000
Hallintokustannus €/km	0,032
Ylläpito- ja hallintokustannus €/km	0,054

5.6 Liikennöimiskustannukset

Liikennöimiskustannus on yhteensä vuodessa 0,012 euroa/kilometri (taulukko 9). Käyttövoimaveron kustannus on 1637,8 euroa vuodessa. (Traficom 2019). Katsastuskustannus puutavara-autolla on yhteensä 699 euroa vuodessa. (A-katsastus 2019; Heiskarin Teräspaja Oy 2019).

Taulukko 9. Puutavara-auton liikennöimiskustannukset vuodessa

Liikennöimiskustannus vuodessa				
Kaikki yht. (€)		2336,85		
Kustannus €/km		0,012		
Kustannus €/h		0,50		
Katsastuskustannus				
	Auto	Kärky	kuormain	
Määräaikaiskatsastus (€)	125	125	120	
Päästömittaus (€)	43	-	-	
Jarruajo/jarrumittaus (€)	143	143	-	
Yhteensä (€)	311	268	120	
Kaikki Yht. (€)	699			
käyttövoimaveron kustannus				
	Auto			
Malli	Hinta	Rek.nro	Vuosimalli	
volvo FH16	1620,5		2017	
volvo FH16	1632,3		2014	
volvo FH16	1660,8		2014	
Keskiarvo	1637,9			

5.7 Vakuutuskustannukset

Puutavara-auton vakuutukset ovat 0,039 euroa/kilometri (taulukko 10). Vakuutus sisältää puutavara-auton vakuutukset, ei kuljetusyrityksen vakuutuksia.

Taulukko 10. Puutavara-auton vakuutuskustannus vuodessa

Vakuutukset veto-auto, kuormain ja kärky	
Kustannus €/h yhdistelmän vakuutus	1,5796376
Kustannus €/km yhdistelmän vakuutukset	0,0391957

5.8 Dieselöljyn hinta

Dieselöljyn hinta ilman arvonlisäveroa on 1,098 euroa/litra (taulukko 11). Hinta on selvitetty helmikuussa 2019.

Taulukko 11. Dieselöljyn hinta

Dieselöljyn hinta		
Kemijärvi		
Keskihinta	1,35	
Jakeluasemien määrä:	7	
Kuusamo		
Keskihinnat	1,42	
Jakeluasemien määrä:	4	
Kemi		
Keskihinta	1,29	
Jakeluasemien määrä:	7	
Tornio		
Keskihinnat:	1,37	
Jakeluasemien määrä:	1	
Sodankylä		
Keskihinta	1,33	
Jakeluasemien määrä:	7	
Oulu		
Keskihinnat	1,36	
Jakeluasemien määrä:	11	
Pudasjärvi		
Keskihinta	1,31	
Jakeluasemien määrä:	4	
Rovaniemi		
Keskihinnat	1,39	
Jakeluasemien määrä:	2	
Pello		
Keskihinnat	1,44	
Jakeluasemien määrä:	4	
Kaikkien hintojen keskiarvo	1,36	
Polttoasemia	47	
Veroton hinta jota käytetty laskelmissa	1,098	

5.9 Puutavara-auton lastausaika

Puutavara-auton lastausaika on yhteensä 57,3 minuuttia (taulukko 12). Lastauksen varsinaiseen kuormaukseen aikaa kuluu 39 minuuttia. Lastausaika sisältäen lastauksen ja aputyön ajanmenekin on 50,32 minuuttia.

Taulukko 12. Puutavara-auton lastauksen ajanmenekki

Lastausaika		
	Tukki	Kuitu
Kuorman koko	65,9	58,5
Lastausnopeus min/m ³	0,44	0,84
Aika kuormaukselle (min)	29,00	49,15
Tukille ja kuidulle keskiaika (min)	39,07	
Kuormauksen aputyövaiheet (min)	11,25	
Lastaus (min)	50,32	
Lastaus (h)	0,84	
Nosturin Irroitus/kiinnitys 14 min	7	
Yhteensä lastausaika (min)	57,32	
Yhteensä lastausaika (h)	0,96	

5.10 Puutavara-auton ajokilometrit vuodessa

Puutavara-auton ajokilometri vuodessa on 189 306 kilometriä (taulukko 13 ja 14). Ajokilometrit sisältävät kaiken puutavara-autolla vuoden aikana ajettavat kilometrit.

Taulukko 13. Puutavara-auton kilometrit vuodessa

Puutavara-auton vuosittainen käyttömäärä					
Auto	1	2	3	4	5
Merkki / malli	Volvo FH16	Volvo FH16	Volvo FH16 750	Volvo FH16	Volvo FH16
Vuosimalli	2014	2014	2013	2016	2014
Mittarilukema	899000	770995	1002000	733500	852000
Veroton hinta	ei ilmoitettu	69 000 EUR	39 500 EUR	105 000 EUR	Ei hintaa
Rek. no					
Käyttöönottovuosi	2014	2014	26.3.2013	2016	2014
Maa	suomi	Suomi	Suomi	Suomi	Suomi
Km/v	179800	154199	182181,8182	244500	170400

Puutavara-auton kilometrit on selvitetty yhdeksästä Volvo FH 16- ja yhdestä Scania R 730 merkisistä puutavara-autoista. Näiden kaikkien vetoautojen käyttöikä on käyttöikä 2-5 vuotta.

Taulukko 14. Puutavara-auton kilometrit vuodessa

6	7	8	9	10
Volvo FH16	Scania R 730	Volvo FH16	Volvo FH16	Volvo FH16
2014	2016	2017	2015	2015
942000	540000	294000	797000	595000
ei hintaa	ei hintaa	159 000 EUR	Ei ilmoitettuna	85 000 EUR
ei ilmoitettu	ei ilmoitettu	2017	2015	2015
Suomi	Suomi	Suomi	Suomi	Suomi
188400	180000	196000	199250	198333,3333
Kilometrimäärät otettu 1.3.2019 Mascus- nettisivuilta.				
Km/v keskiarvo	186216,1636			
Tunteja vuodessa (h)	4697,28	kuukaudessa 391,4 h		

6 TULOCSIEN TARKASTELU

6.1 Tulokset ja analysointi

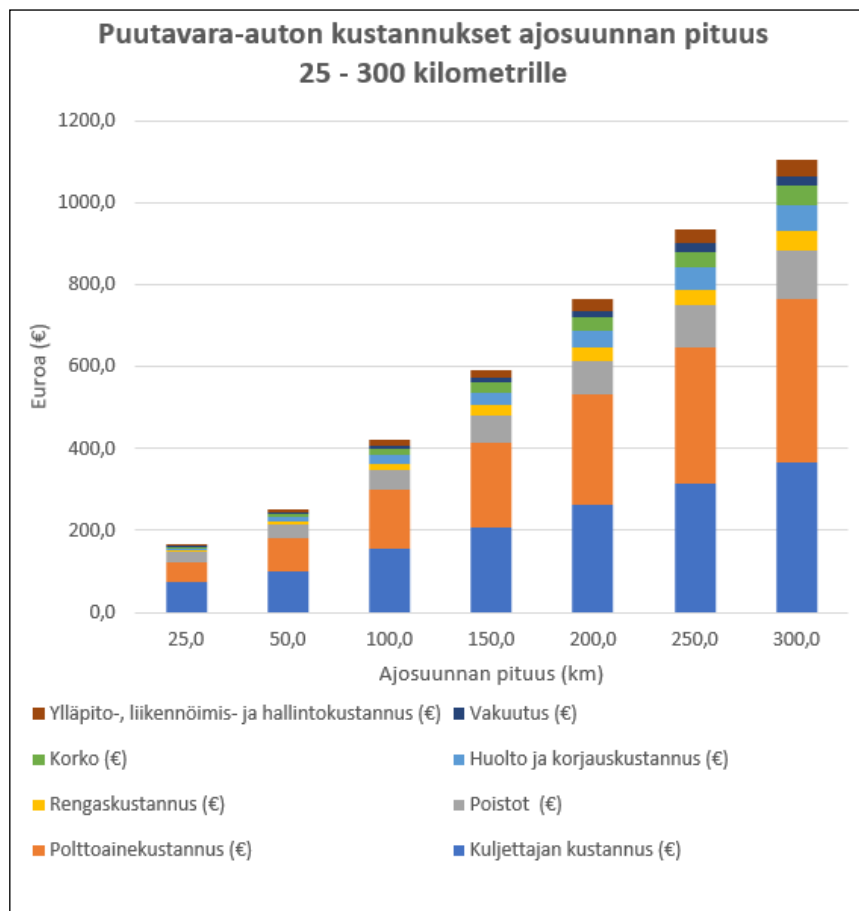
Laskelmien tulokset esitetään kolmella eri esittämistavalla. Tutkimuksessa keskeytys, lastaus- ja purkamiskustannukset ovat jokaisella ajosuoritteen pituudella saman verran. Kustannusmallintamisessa jokaiselle 25-300 kilometrin ajosuoritteelle on huomioitu ajokustannuksien lisäksi purku- ja kuormauskustannus, vaikka autolla ei ajettaisi yhtään kilometriä. Tämän vuoksi kuljettajan, polttoaineen, poistojen ja korkojen kustannukset tutkimuksessa ei lähde ensimmäisellä kilometrillä nollasta eurosta.

Ensimmäisessä kustannusten mallintamisessa tutkimustulokset on eritelty kuljetuskustannukset ajosuoritteilla 25, 50, 100, 150, 200, 250, ja 300 kilometrin ajomatalla (taulukko 15 ja kuvio 11). Toisessa kustannusten mallintamisessa tulokset kerrotaan 25-300 kilometrin ajosuunnan pituudella. Toisessa kustannuksien mallintamisessa 25-300 kilometrin välille tulevat ajosuoritteiden kustannukset esitetään kustannustekijöittäin keskiarvona (kuvio 12). Puutavara-auton ajosuoritteen pituus vuosina 2008-2017 on ollut 105-110 kilometriä (Strandström 2018, 20). Kolmannessa esittämistavassa kustannukset ovat Suomen kaukokuljetuksien keskimatkan mukaan 110 kilometrille. Tässä kustannukset esitetään työvaiheittain syntyvien kustannuksien (kuvio 13) ja kustannustekijöittäin (kuvio 14) mukaan.

Tutkimuksen tuloksien mukaan ajosuoritteen yhden suunnan ajopituuden ollessa 25-300 kilometrin välillä, puutavara-auton ajokustannukset ovat: kuljettajan kustannus 74,6-366,5 euroa, polttoainekustannus 48,1-369,3 euroa, poistot 24,2-119 euroa, huolto- ja korjauskustannukset 5,0-62,8 euroa, rengaskustannukset 4,0-48,0 euroa, korot 3,7-18,2 euroa, vakuutukset 2,0-23,4 euroa ja ylläpito-, liikennöimis- ja hallintokustannukset yhteensä 3,3-40,0 euroa (taulukko 15), (kuvio 11).

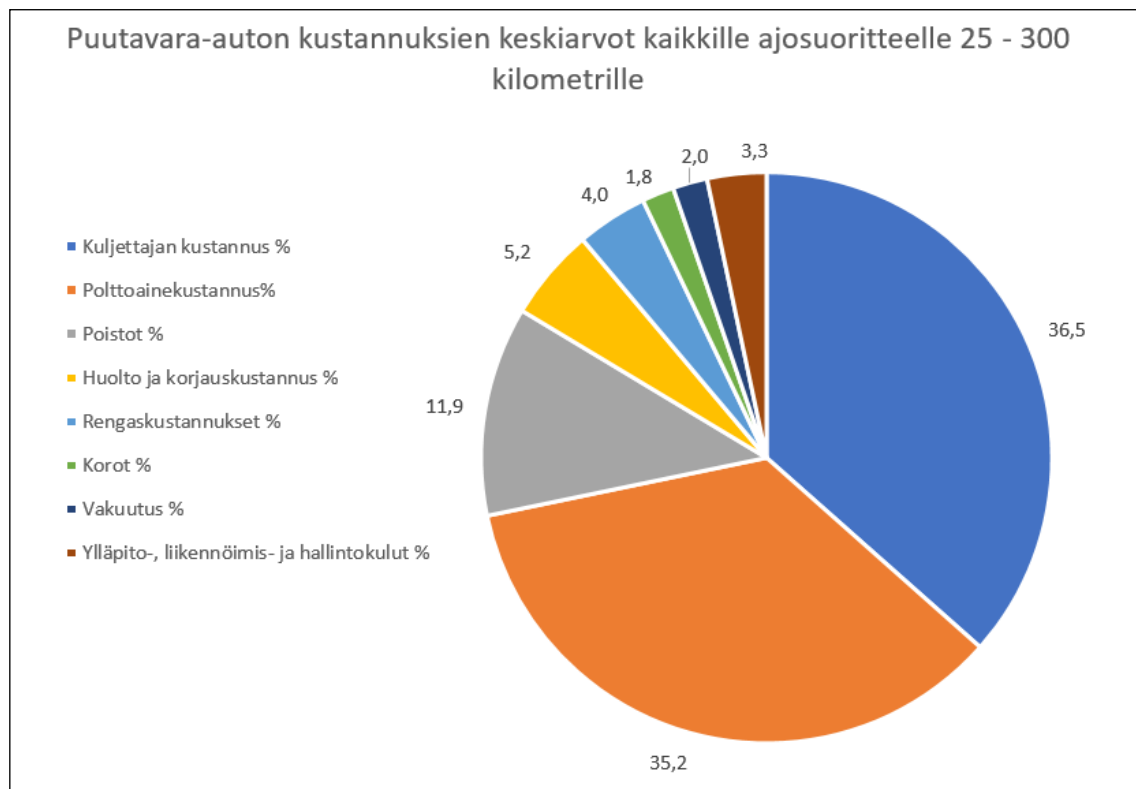
Taulukko 15. Puutavara-auton kustannukset seitsemällä eri ajosuoritteella

Puutavara-auton kustannukset ajosuunnan pituus 25 - 300 kilometrille										
Ajosuunnan pituus (km)	Ajosuoritteiden pituus yhteensä (km)	Kuljettajan kustannus (€)	Polttoainekustannus (€)	Poistot (€)	Huolto ja korjauskustannus (€)	Rengaskustannus (€)	Korko (€)	Vakuutus (€)	Ylläpito-, liikennöimis- ja hallintokustannus (€)	Yhteensä (€)
25,0	50,0	74,6	48,1	24,2	5,0	4,0	3,7	2,0	3,3	164,9
50,0	100,0	101,1	79,7	32,8	10,3	8,0	5,0	3,9	6,7	247,6
100,0	200,0	154,2	143,0	50,1	20,8	16,0	7,7	7,8	13,3	412,9
150,0	300,0	207,3	206,3	67,3	31,3	24,0	10,3	11,7	20,0	578,2
200,0	400,0	260,4	269,6	84,6	41,8	32,0	13,0	15,6	26,6	743,5
250,0	500,0	313,4	332,9	101,8	52,3	40,0	15,6	19,5	33,3	908,9
300,0	600,0	366,5	396,3	119,0	62,8	48,0	18,2	23,4	40,0	1074,2



Kuvio 11. Puutavara-auton kustannukset seitsemällä eri ajosuoritteella

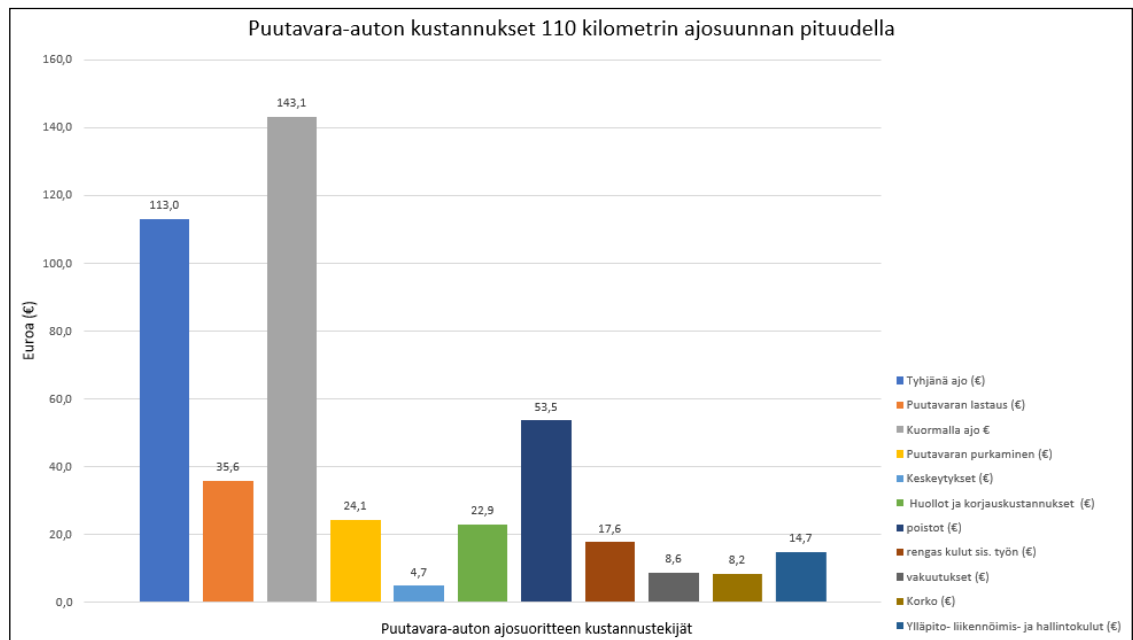
Puutavara-auton ajosuoritteen ajosuunnan pituuden ollessa 25-300 kilometriä kustannukset muodostuivat seuraavanlaisesti: Kuljettajan kustannus 36,5 prosenttia, polttoainekustannukset 35,2 prosenttia, poistot 11,9 prosenttia, huolto- ja korjauskustannukset 5,2 prosenttia, rengaskustannukset 4,0 prosenttia, korot 1,8 prosenttia, vakuutukset 2,0 prosenttia ja ylläpito- liikennöimis- ja hallintokustannukset yhteensä 3,3 prosenttia (kuvio 12). Prosentuaaliset määrät ovat kaikilta ajosuoritteilta 25-300 kilometrin välillä ajosuoritteiden kustannuksien keskiarvo. Tutkimuksen Luotettavat tulokset- ja Tutkimusta heikentävät tekijät- osioissa viitataan alla olevaan kuvioon.



kuvio 12. Puutavara-auton kaukokuljetuksien kustannukset

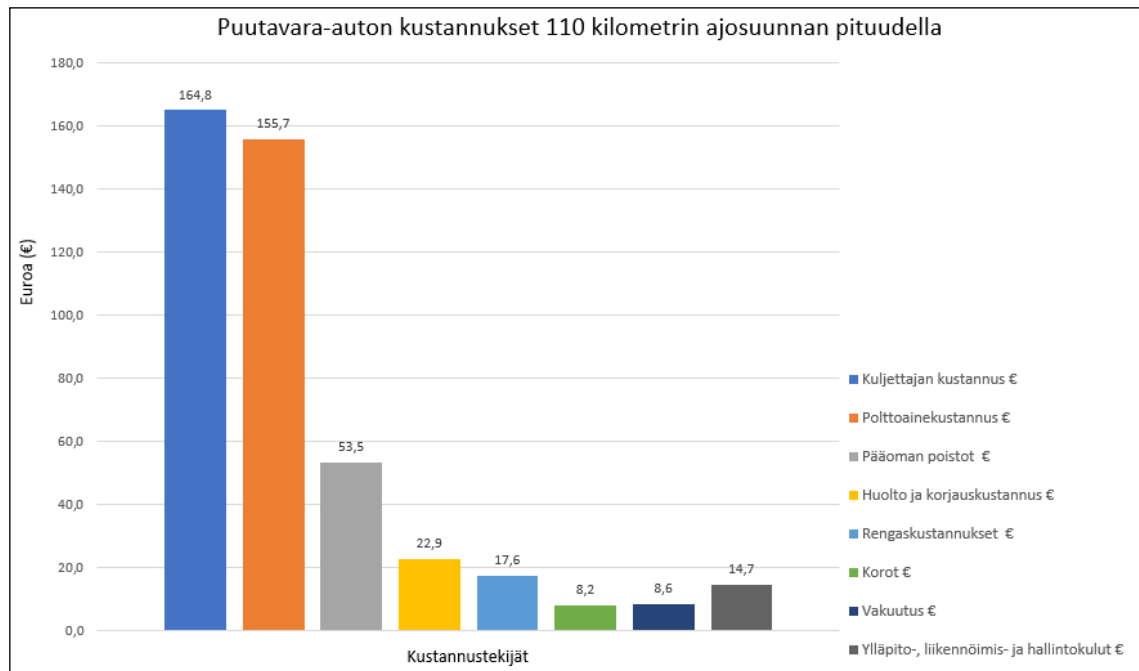
Metsätehon tutkimuksen mukaan keskikuljetusmatka vuosina 2008-2017 on ollut 105-110 kilometriä (Strandström 2018, 20). Ajosuoritteen ollessa 110 kilometriä ja puutavara-auton keskikuorma ollessa 62,2 kuutiota, kaukokuljetuksien kustannus on 7,2 euroa/kuutiometri. Laskelmissa 110 kilometrin ajosuoritteeseen kuluu aikaa 5,9 tuntia.

Tutkimuksen mukaan ajosuoritteen kustannukset jakautuvat seuraavasti (kuvio 13). Tyhjänäajon kustannus 113 euroa ja kuormalla-ajo 143,1 euroa/ajosuorite. Työntekijän ja polttoaineen kustannus lastauksessa on yhteensä 35,6 euroa/lastaus. Puutavara-auton purkamisen työntekijän ja polttoaineen kustannus yhteensä 24,1 euroa/purkaminen. Keskeytyksen polttoaineen- ja työntekijän kustannus ajosuoritteella on 4,7 euroa. Ajosuoritteella huolto ja korjauskustannus 22,9 euroa, rengaskustannukset 17,9 euroa, poistot 53,5 euroa, vakuutukset 8,6 euroa, korko 8,2 euroa ja ylläpito- liikennöimis ja hallintokustannukset 14,7 euroa. Yhteensä ajokustannus 110 kilometrille ovat 445,97 euroa.



Kuvio 13. Puutavara-auton kustannukset 110 kilometrille työvaiheittain

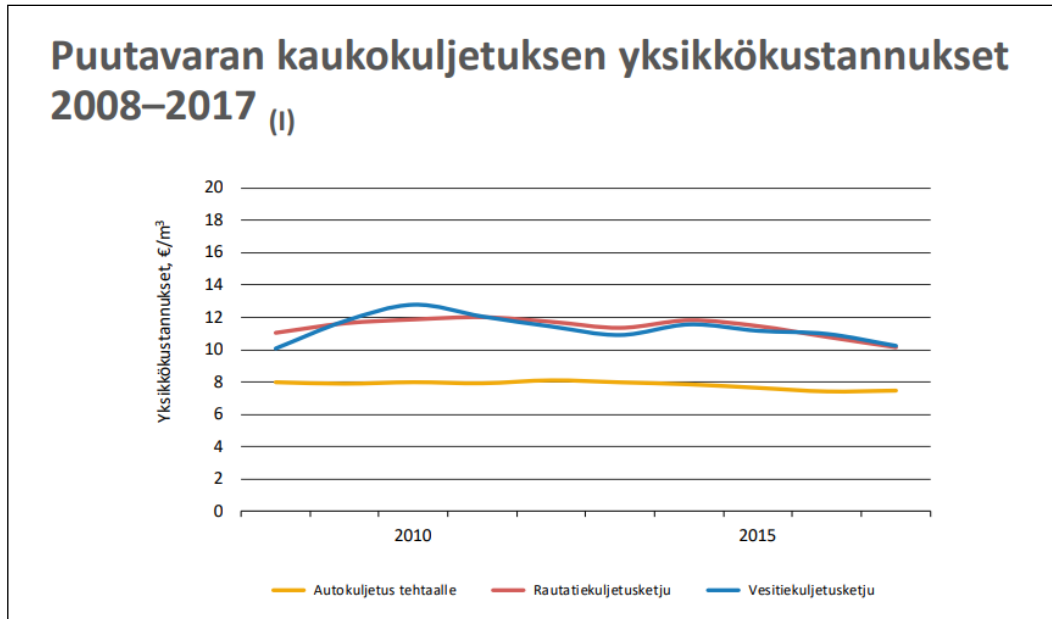
Ajosuoritteen kustannuksia eriteltynä kustannustekijöittäin 110 kilometrillä kuljetusten kustannukset ovat seuraavanlaisia (kuvio 14). Kuljettajan kustannus 168,8 euroa, polttoaineen kustannus 155,7 euroa, pääoman poistot 53,5 euroa, huolto- ja korjauskustannukset 22,9 euroa, rengaskustannukset 17,6 euroa, korot 8,2 euroa, vakuutukset 8,6 euroa ja ylläpito-, liikennöimis- ja hallintokustannukset 14,7 euroa.



Kuvio 14. Puutavara-auton kustannukset 110 kilometrille kustannustekijöittäin

6.2 Tuloksien luotettavuus

Tutkimusta voidaan pitää vertailukelpoisena ja suuntaa antavana tämän hetkisiin hintoihin verrattuna koko Suomen mittakaavassa. Laskelmista puuttuu kustannustekijöitä, mistä johtuu tutkimuksessa saadun yksikkökustannuksen vajavuus verrattuna Metsätehon yksikköhintaan. Metsätehon tulosalvosarjan mukaan keskimääräinen keskikuljetusmatka vuonna 2017 on ollut 100-110 kilometriä ja yksikkökustannus 7,45 euroa/kiintokuutiometriä (kuvio 15). (Strandström 2018, 4.)



Kuvio 15. Autokuljetuksien kustannus 7,45 €/m³ vuonna 2017 (Strandström 2018, 17)

Tämän tutkimuksen mukaan ajosuoritteiden yhden suunnan keskipituuden ollessa 110 kilometriä yksikkökustannus on 7,17 euroa/kiintokuutiometriä. Tämä tarkoittaa 3,8 prosentin poikkeamaa tutkimuksessa saadun ja metsätehon yksikkökustannuksien välillä. Tutkimuksessa käytetyn keskikuorman koko 62,2 kiintokuutiometriä voi olla eri kuin metsätehon laskelmissa, josta kustannuspoikkeama voi myös aiheutua. Osa kustannuksista on myös rajattu tutkimuksista pois, josta tutkimuksen alempi yksikkökustannus voi johtua.

Pohjois-Suomen alueelle ei löytynyt vertailukelpoista selvitystä kaukokuljetuksen kustannuksista, joten tutkimusta ei voida verrata tutkimukselle rajatulle alueelle. Kustannuslaskelmaa ei voida pitää tutkimuksessa rajatulle Pohjois-Suomen alueelle luotettavana tutkimuksessa selvinneen eriävän kustannusrakenteen vuoksi. Suurempi polttoaineen kulutus ja alhaisempi ajonopeus aiheuttavat suurempia kustannuksia Pohjois-Suomen alueella puutavaran kuljetuksissa kuin mitä tutkimuksessa on selvitetty. Suurimmat tutkimusta heikentävät arvot kokonaisuuden näkökulmasta ovat polttoaineen kulutus, puutavara auton nopeus ja laskennassa käytetty puutavara-auton kuorman koko.

6.3 Luotettavat tulokset

6.3.1 Kustannustekijät

Työntekijän palkka on selvitetty kuljetusalan työehtosopimuksesta 2017-2021 vuosille. Työntekijän sivukulut on saatu Suomen autoalan kustannuslaskentamallin mukaan viitteellisestä arvosta. Tällöin työntekijän kustannusta voidaan pitää luotettavana ja lähellä tämän hetkistä työntekijän kustannusta. Yrittäjillä voi olla työntekijän kanssa sovittuja erillisiä työehtosopimuksia, pakollisia koulutuksia sekä velvollisuuksia työntekijän ylläpitämiseksi, mutta tutkimuksen näkökulmasta ne ovat suhteellisen pieniä ja rajattu tämän vuoksi pois. Tällaisia ovat muun muassa yrittäjille velvoitetut pakolliset kuljettajan vuosittaiset koulutukset tai työntekijän kanssa erikseen sovitut etuudet tai päivä- ja ruokaraha kustannukset. Tutkimuksessa kuljettajan työkustannus on 36,5 prosenttia (kuvio 12). Tilastokeskuksen kustannusindeksin mukaan puutavarayhdistelmän kuljettajan kokonaiskustannus on 37,6 prosenttia. (Mäkinen 2019).

Polttoaineen hinnoista kuljetusyrittäjillä on polttoaineen jakeluyhtiöiden kanssa sopimuskohtaisia hintoja. Tästä syystä polttoaineen hinta on 1-2 senttiä enemmän tutkimuksessa todellista kuljetusyrittäjien käyttämää polttoaineen hintaa. Kuljetusyrittäjät myös tankkaavat samoilta polttoaineasemilta, joissa hinta on alhaisin. Erityisesti Pohjanlahdelta Kemin ja Tornion alueelta tullessa kohti sisämaata Kemijärvelle, polttoaineen hinta nousee huomattavasti. Tällöin on ihan johdonmukaista tankata puutavara-auto meren lähellä olevilla polttoaineen jakeluasemilla, kun vie kuitukuorman tehtaalte Ruotsiin Billerud Korsnäsiin. Tällöin otanta voi olla 1-3 senttiä liian korkea ja harhaan johtava. Tutkimuksessa polttoaineen hinta sen sijaan on otettu ympäri Pohjois-Suomea. Tutkimuksen luotettavuuden näkökulmasta hintaa voidaan pitää kuitenkin luotettavana.

Poistot ja korko on laskettu perustuen Mascus-nettisivujen jäännösarvoihin ja puutavara-auton kalustoa myyvien jälleenmyyjien uushankintojen hintoihin. Tällöin jäännösarvon ja uuden hankintahintoja voidaan pitää luotettavina, lukuun ottamatta kuormaimen jäännösarvoa. Kustannukset ovat laskelmissa verrannollisia

vuonna 2015 julkaistuun tie- ja rautatieliikenteen yksikköarvoihin. Liikenneviraston julkaisun mukaan poistot ovat vuonna 2013 olleet 9,12 euroa/tunti ja korko 1,45 euroa/tunti ajoneuvoyhdistelmällä. (Metsäpelto & Goebel 2015, 10). Laskelmissani poisto on 9,02 euroa/tunti ja korko 1,9 euroa/ tunti, mitkä ovat lähelle liikenneviraston vuonna 2015 julkaisemia pääomakustannuksia.

Tilastokeskuksen kustannusindeksin mukaan vuosien 2015-2018 välillä puutavarayhdistelmän korot ovat laskeneet 19,2 yksikköä ja poistot nousseet 4,3 yksikköä indeksissä. (Mäkinen 2019). Kuljetusyrittäjien mukaan yleisesti jäännösarvo puutavara-autoyhdistelmällä on noin 115 000-120 000 euroa ja tutkimuksessa jäännösarvo on 127 000 euroa. Tämä voi johtua kuormaimen jäännösarvon hinnan suuresta vaihtelevuudesta Mascus-nettisivuilla. Poistojen ja korkojen kustannus tuntia kohden on laskettu vain yhden auton 25 kuukauden pitoajan tuntimäärien perusteella. Näistä edellä mainituista syistä pääoman kustannustuloksissa on epätarkkuutta.

Rengaskustannukset perustuvat Lapin Kumi Oy:n Rovaniemen toimipaikan raskaan kaluston rengashuollon hintoihin. Hinnat ovat tämänhetkisen hintatason mukaan Pohjois-Suomen alueelle. Tilastokeskuksen kustannusindeksin mukaan vuonna 2015 rengaskustannukset ovat olleet 5,9 prosenttia puutavarayhdistelmän kokonaiskustannuksista. (Mäkinen 2019). Tutkimuksessa rengaskustannukset ovat neljä prosenttia puutavara-auton kokonaiskustannuksista (kuvio 12).

Renkaan ja pinnoituksen ikä perustuu kuljetusyrittäjien ja Lapin Kumi Oy:n Rovaniemen toimipaikan raskaan kaluston henkilökunnan kokemuspohjaiseen arviointiin. Rengaskustannuksien tulosta ainoa heikentävä tekijä on rengasiän arvio. Rengaskustannuksia voidaan pitää kuljetuksien kustannuksien selvittämisen näkökulmasta kuitenkin riittävän luotettavana. Kuljetusyrittäjät tekevät osan rengas-
toista itse, mikä laskee vuosittaisia autokohtaisia rengaskustannuksia. Yrittäjillä voi olla myös rengasliikkeiden kanssa yrityskohtaisia sopimuksia, jotka laskevat myös kustannuksia.

Tilastokeskuksen kustannusindeksin mukaan vuonna 2015 huolto- ja korjauskustannukset ovat olleet 5,7 prosenttia puutavarayhdistelmän kokonaiskustannuksista. (Mäkinen 2019). Tutkimuksessa huolto- ja korjauskustannukset ovat 5,2 prosenttia puutavarayhdistelmän kokonaiskustannuksista (kuvio 12). Laskelmista puuttuu kuormaimen ja vetokärryn kaikki huolto- ja korjauskustannukset. Kuljetusyrittäjät käyttävät kuormainta ja peräkärryä korjattavana useassa paikassa. Samalla osa korjauksista tehdään myös omalla kuljetusyhtiön työvoimalla. Täten kysymilläni korjaus- ja huoltoliikkeillä ei löytynyt yksittäisen puutavara-auton kuormaimen ja kärryn kokonaiskorjaushistoriaa. Tästä syystä laske- mista puuttuu niiden korjaus- ja huoltokustannukset. Kuormaimen ja yhdistelmän kärryn huolto- ja korjauskustannukset ovat kokonaiskorjauskustannuksista kuitenkin huomattavan pieni osa.

Puutavara-auton huolto- ja korjaussopimus on tehty tavanomaiselle kilometrimäärälle 200 000 kilometriä vuodessa, yleisimmälle puutavaraa kuljettavalle Volvo FH16 mallille ja tavanomaiselle 30 000-35 000 kilometrin huoltovälillä. Auto on myös noin yhden vuoden vanha ja jatkuvassa päivittäisessä käytössä. Tämän takia voidaan auton vuosittaista huolto- ja korjauskustannusta pitää luotettavana. AdBluen-lisäaineen kulutus perustuu Yara lannoiteyrityksen ohjeistamaan viitteelliseen käyttösuositukseen. AdBlue-lisäaineen kustannus perustuu yrittäjien kertomaan 0,63 euroa/litra kustannukseen.

Liikennöimiskulut puutavara-autolla ovat keskimäärin koko Suomen sisällä samaa hintaluokkaa. Tutkimuksen näkökulmasta liikennöimiskulut eivät ole suurin kustannustekijä, eivätkä vaikuta kuljetuksien kustannuksiin merkittävästi. Kustannusindeksin mukaan vuonna 2015 liikennöimiskulut ovat olleet 0,6 prosenttia puutavarayhdistelmän kustannuksista. (Mäkinen 2019). Myös liikennöimiskustannuserot autojen välillä ovat pienet. Tämän vuoksi tutkimuksessa käyttövoimaveron on laskettu Mascus-myyntisivuilta vain kolmen esimerkkiautojen keskiarvona. Hinnat perustuvat Traficom liikenneviraston vaihteen puhelinhaastatteluun, joita voidaan pitää luotettavana. Katsastuskustannus on A-katsastuksen Rovaniemen toimipisteen asiakaspalvelusta. Koska liike on valtakunnallinen ja hintataso katsastuksissa on samaa hintaluokkaa, voidaan katsastuksen kustannusta pitää luotettavana.

Autokohtaiset hallintokulut ovat kuljetusyrittäjien välillä pieniä. Tästä syystä hallintokulut on otettu tutkimukseen yhden kuljetusyrittäjän haastattelun pohjalta. Hallintokulut ovat olleet puutavarayhdistelmällä vuonna 2015 keskimäärin 1,2 prosenttia kokonaiskustannuksista. (Mäkinen 2019). Tutkimuksen näkökulmasta virheellisyys on marginaalinen.

6.3.2 lastauksen ajanmenekki

Lastausnopeus ja lastauksen muiden työvaiheiden ajanmenekki pohjautuu Nurminen & Heinosen (2007) tutkimukseen. Vaikka tutkimus on suoritettu Keski-Suomessa, on lastausaika tähän tutkimukseen luotettava. Lastauksen aika on laskeutu käyttäen apuna Keitele Forest Oy:n kuormakokoja. Tämän vuoksi voidaan lastausaikaa pitää vähän epäluotettavana. Kuorman koon epäluotettavuuden syyt löytyvät tutkimuksessa epäluotettavat tulokset osiosta. Lastausajasta puuttuvat keräilykuormat, mikä heikentää lastausajan luotettavuutta. Keräilykuormat pidentävät ajosuoritetta ja tällöin kokonaiskustannuksia. Keräilykuormien ajosuoritteiden määrä verrattuna samasta varastopaikasta lastattujen kuormien ajosuoritteiden määrään ei löytynyt tutkimusta. Tästä syystä keräilykuormat on rajattu kokonaan pois tutkimuksesta. Keräilykuormien puuttumista lukuun ottamatta lastausaikaa voidaan pitää luotettavana.

6.3.3 Puutavara-auton kilometrit vuodessa

Tutkimuksessa käytetty puutavara-auton kilometrimäärä perustuu koko Suomen alueella käytettyjen puutavara-autojen kilometrikertymämmäriin. Pohjois-Suomen pitkien ajoetäisyyksien vuoksi tutkimuksessa rajatulla alueella kilometrejä kertyy vuodessa keskimäärin enemmän. Tämän vuoksi voidaan pitää lukemaa liian alhaisena. Otannassa on kuitenkin käytetty kymmenen auton myynti-ilmoituksen kilometrikertymää, mikä tasaa autojen välistä eroavaisuutta. Puutavara-auton kilometrien määrän otantaan ei myöskään käytetty myynti-ilmoituksia, joissa määrät olivat selvästi poikkeavia, eikä autoja joilla oli ajettu alle kolme vuotta. Näistä edellä mainituista syystä voidaan kilometrimäärää pitää luotettavana.

6.4 Tuloksia heikentävät tekijät

6.4.1 Kustannustekijät

Polttoaineen kustannus tutkimuksessa on 35,2 prosenttia puutavara-auton kokonaiskustannuksista (kuvio 12). Polttoaineen kustannus on ollut vuonna 2015 puutavarayhdistelmän kokonaiskustannuksista 30,3 prosenttia. (Mäkinen 2019). Metsätehon polttoaineen kulutusmallin selvitystä voidaan pitää luotettavana. Kuitenkin jo tässä tutkimuksessa aikaisemmin (sivu 17) mainitaan Hyttisen mukaan: polttoainekustannusta ei voida matemaattisilla laskentakaavoilla mallintaa, vaan polttoainekustannus on luotettavinta selvittää kuljetusyrittäjän kirjanpidosta. (Hyttinen 2016 3). Tämän vuoksi voidaan pitää polttoaineen kulutusarvoja epäluotettavina.

Tutkimuksessa käytetty polttoaineenkulutus perustuu Metsätehon polttoaineen kulutuksen selvitykseen, joka on tehty vuonna 2004 Keski-Suomessa 60 000 kiloa painavalle puutavara-autolle. (Pennanen ym. 2004). Tutkimuksen pohjalta saadut tulokset, joiden pohjalta polttoaineenkulutusmalli on tehty, on korjattu kulmakeroimien avulla nykyisin pyöreän puun kuljetuksissa käytössä oleville 76 000 kiloa kokonaispainaville puutavarayhdistelmälle. (Poikela 2019). Polttoaineen kulutuksen selvitys on 15 vuotta vanha, minkä vuoksi polttoaineen kulutusarvoja voidaan pitää kyseenalaistettavina. Polttoaineen kulutuksessa ei olla huomioitu Pohjois-Suomen pitkää talvea ja Webasto-lisälämmittimen käyttöä. Pohjois-Suomessa on myös talvisin matalampi lämpötila, jonka vuoksi joudutaan käyttämään kovimmilla pakkasilla arktista dieselöljyä, joka taas nostattaa polttoaineen kulu- tusta. Näistä edellä mainittujen syiden vuoksi voidaan polttoaineen kulutus arvoja pitää tutkimukseen rajatulle alueelle harhaanjohtavana.

Vakuutuksien hinta perustuu yksittäisen puutavara-auton keskimediaani hintatasoon. Hinnan selvittämiseksi on valittu 2-5 puutavara-autoa omistava tavanomaisella yrityshistorialla omaava kuljetusyrittäjän keskiverto auton vakuutuksien hinta. Yrityksen ikä on yli neljä vuotta vanha, mutta ei kuitenkaan useita kymmeniä vuosia vanha. Yrityskohtaisia erityisalennuksia laskelmissa ei olla otettu huo-

mioon. Koska hintaa ei ole selvitetty tilastollisesti, eikä vakuutuksen keskiarvohintaa ole laskettu matemaattisilla laskentaperusteilla, voidaan vakuutuksien kustannusta pitää epäluotettavana. Kuten jo aikaisemmin tutkimusten menetelmät osiossa kerrotaan, puutavara-auton vakuutuksien hinnat vaihtelevat yrittäjäkohdaisesti huomattavan paljon. Yrittäjien kesken teknisesti samanlaisella autolla voi olla jopa kaksinkertaisesti korkeammat vakuutuksien hinnat. Laskelmissa käytetyt vakuutuksien hinnat perustuvat kokeneiden yritys vakuutusmyyjien tietoihin. Nämä henkilöt toimivat pohjois-Suomen LähiTapiolan toimialueella. Vakuutuksien kustannus puutavarayhdistelmälle vuonna 2015 on ollut 4,0 prosenttia kokonaiskustannuksista (Mäkinen 2019). Tutkimuksessa vakuutuksen kustannukset ovat kaksi prosenttia kokonaiskustannuksista.

Ylläpitokustannus on ollut vuonna 2015 kokonaiskustannuksista 1,1 prosenttia (Mäkinen 2019). Tämän perusteella ylläpitokustannukset eivät ole tärkeä osa puutavara-auton kustannuksien selvityksessä. Kustannustekijän vähäisen merkittävyyden vuoksi tutkimuksen näkökulmasta, on ylläpitokustannukset selvitetty suurpiirteisenä arviona. Koska tutkimuksessa on haluttu vain huomioida ylläpitokustannukset suurpiirteisesti, on niiden vuosittainen kustannus laskettu puutavarayhdistelmän kustannusindeksiä apuna käyttäen. Edellä mainittua tutkimustapaa ei voida pitää luotettavana laskentatapana, koska muiden kustannustekijöiden virheellisyys tulee esille ja kertaantuu myös ylläpitokustannuksissa.

6.4.2 Puutavara-auton purkamisen ajanmenekki

Puutavara-auton purkuaika on mitattu yhden päivän aikana. Tämän vuoksi tulosta voidaan pitää suuntaa antavana ja liian pienenä otoksena. Jotta tulos olisi vertailukelpoinen, täytyisi purkuaikoja mitata ympärivuotisesti useana päivänä. Mittauksen aikana purkaminen tapahtui normaalin purkuaikataulun mukaan, eikä Kemijärven sahan vastaanoton henkilöstön mukaan purkamisessa ollut teknisesti poikkeavuutta. Tutkimuksessa Nurminen & Heinonen (2007) on saanut vastaavanlaisia tuloksia eli 31,5 minuuttia. (Nurminen & Heinonen 2007, 478).

6.4.3 Ajonopeus

Puutavara-auton ajonopeus on polttoaineen kulutuksen lisäksi yksi tutkimuksen suurimmista tekijöistä, jotka lisäävät tutkimuksen epäluotettavuutta. Pohjois-Suomen alueelle ei ole selvitetty tarkemmin puutavara-auton nopeutta. Tutkimuksessa käytetty puutavara-auton nopeus on selvitetty vuonna 2016 Lounais-Ruotsissa Umeåssa ja vastaa tutkimuksien tuloksien mukaan lähelle Nurmisen & Heinosen (2007) tutkimusta Keski-Suomessa. Tutkimuksen tulos voidaan pitää luotettava ja ajonopeus on selvitetty tarkkaan kuormalla ja ilman kuormaa eri tieluokissa. Ongelmaksi muodostuu Pohjois-Suomen ja Lounais-Ruotsin eriävät tieluokkajakojen määrien eriävyys. Pohjois-Suomessa ei ole taas selvitetty keskimäärin puutavara-auton ajon tieluokkasuhteiden määrää, jotta ajonopeus voitaisiin laskea Pohjois-Suomen alueelle. Tutkimukseen on jouduttu ottamaan tutkimuksessa selvitetty keskivertonopeus kuormalla- ja tyhjänäajolle. Tästä johtuen ajonopeus ei ole tutkimuksessa rajatulle alueelle luotettava.

6.4.4 Puutavara-auton kuormakoko

Kuorman koko on otettu laskelmiin vuoden 2018 lokakuussa, kuukauden toimittuksien keskiarvona. Puun tilavuus ja paino vaihtelevat huomattavasti vuodenajan vaihtelun mukaan. Tähän syynä on puun vaihteleva kosteus. Tämän vuoksi kuorman koko on harhaan johtava. Jotta kuorman koko olisi tutkimuksessa luotettava, täytyisi kuorman paino ja tilavuus mitata koko vuoden ajalta ja laskea todellinen kuormakokojen keskiarvo. Kuorman koko on laskettu lokakuussa puuaineksen ollessa kosteimmillaan. Koska kuormien keskiarvo on otettu yhdeltä kuulta koko vuodenajan mittaamisen sijaan, voidaan pitää mittaustulosta harhaan johtavana.

7 POHDINTA

Hypoteesi toteutui ennakoidun oletuksen mukaisesti. Samalla tutkimuksessa asetettuihin kysymyksiin saatiin vastaukset. Tutkimus vastasi kysymyksiin, kuinka paljon ja mitä kukin työvaihe puutavaran kaukokuljetuksessa maksaa. Oletuksena ennen tutkimusta oli, että suurimmat kustannukset syntyvät kuljettajan kustannuksesta, polttoainekustannuksesta, pääomakustannuksista, huolto- ja korjauskustannuksista sekä rengaskustannuksista. Pienemipä kustannuksia ovat ylläpito-, hallinto-, liikennöimis- ja vakuutuskustannukset. Näin myös laskennat todistivat tutkimuksen tuloksissa.

Kustannuksien muodostumisessa merkittävimiksi tekijöiksi muodostuu yhden ajosuoritteeseen kulunut aika, joka on suoraan verrannollinen puutavara-auton kuljettajan ammattitaitoon tehdä oikeita valintoja. Ammattitaitoinen kuljettaja osaa suunnitella lakisääteisen lepoajan oikeaan vaiheeseen ajosuoritetta lisäämättä kuitenkaan kuljetuksen kustannuksia. Oikein ajoitettu lepotauvon ajankohta on esimerkiksi lastauksen työvaiheessa, kun auto on tyhjäkäynnillä.

Ajosuoritteeseen kuluvaa aikaa vähentää puutavara-auton kuljettajan ammattitaito ajoittaa pakolliset paperityöt ja suoriteilmoituksen tekeminen ajoneuvon tietojärjestelmään pakollisten taukojen aikana. Pakollisia taukoja ajosuoritteessa on esimerkiksi jonotuksen aikana tehtaan tai sahan vastaanotossa. Tällöin hyvin suunnitteleva kuljettaja saa myös keskeytykset ajosuoritteelle pienemmäksi ja tämän seurauksena huomattavia kuljetuksien kustannussäästöjä.

Tärkeä ajosuoritteen aikaa lyhentävä tekijä on oikealla toimintatavalla suoritettu kuljettajan vaihdoksen tekeminen puutavara-autolle. Kustannuksia säästävässä kuljettajan vaihdossa työvuoron vaihtopaikalle ajetaan tarvittaessa henkilöautolla ennemmin, puutavara-auton ylimääräisen ajokilometrien välttämiseksi.

Ammattitaitoinen kuljettaja osaa tehdä oikeita reittivalintoja. Paikallinen tieverkoston tietäminen vähentää ajosuoritteen kustannuksia. Joskus säästää aikaa ajamalla pitempää reittiä, vaikka se olisi puunhankintaorganisaatio maksaisi ajosuoritteen lyhimmän kuljettavan reitin mukaan.

Ajosuoritteeseen kuluvan ajan määrään vaikuttaa paljon lastaukseen kulunut aika. Tähän vaikuttaa huomattavasti minkälaisesta pinosta metsävarastolla lastaa. Hyvä yhteistyö puutavara-auton kuljettajan ja metsäkoneen kuljettajan kanssa lyhentää lastausaikaa ja sen seurauksena ajosuoritteen kokonaisaikaa.

Toinen merkittävä kustannustekijä on kuorman koko. Mitä tiheämpi ja suurempi kuormakoko on, sen halvemmaksi kustannus euroa/kilometri ajosuoritteessa muodostuu. Samalla kuljettajan täytyisi osata lastaa ylittämättä Suomen lakisäädöksissä määrättyjä yhdistelmäajoneuvon kokonaispainorajoituksia. Tähän vaikuttavat useat tekijät, joihin tässä tutkimuksessa ei perehdytty tarkemmin. Tutkimuksessa kuorman koko vaikutti lastaus- ja purkuaikaan, polttoaineen kulutukseen sekä ajonopeuteen.

Kolmas kuljetuksien kustannuksiin vaikutta suurin tekijä on tässä tutkimuksessa selvitettyjen kustannustekijöiden suuruus. Niiden tärkeimmät tekijät ovat tutkimuksen tuloksissa selvinneet kustannustekijät.

Lisätutkittavia asioita olisi polttoaineen kulutusta nostavat tekijät ja ajonopeutta hidastavat tekijät Pohjois-Suomen alueella. Laskelmissa käytetyt arvot on saatu tutkimuksista, jotka on toteutettu Lounais-Ruotsissa ja Keski-Suomen alueella. Edellä mainitut kustannustekijät ovat ilmastollisista ja topografisesta poikkeavuudesta johtuen epäluotettavia Pohjois-Suomen alueelle. Myös puutavara-auton todellinen purkuaika vastaanotossa olisi tärkeää selvittää tarkemmin.

Jälkeen päin ajateltuna olisi suunnitteluvaiheessa voinut pohtia tutkimuksen rajasta tarkemmin. Esimerkiksi vakuutuksien hinta, joka suhteellisesti muodostaa pienen kuljetuksien kustannuksen kokonaisuudesta. Tähän meni huomattavan paljon aikaa sen tiedon tarpeellisuutteen nähden. Samalla opin panostamaan tiedonhakumenetelmiin. Tiedon haku väärästä paikasta vie huomattavan paljon aikaa ja ohjaa ajatuksen väärään suuntaan. Pahimmillaan epäpäteviltä henkilöiltä tietoa kysyessä aikaa kului epäolennaisiin asioihin, minkä seurauksena kustannuksia oli entistä vaikeampi selvittää.

Tutkimuksen aikana opin soveltamaan Excel-työkalua ja hakemaan tietoa monista lähteistä. Erilaisten prosessien ja kokonaisuuksien määrien laskennassa Excel-työkalu on välttämätön ja helpottaa erityisesti laskelmia, joissa toistuu sama laskentatapa. Tällainen tilanne oli esimerkiksi, kun selvitin ajosuoritteen kustannuksia 300 kilometrille.

Tulevaisuudessa metsätalousinsinöörin tehtävissä tarvitsen tutkimuksessa opittua tietoa. Yksi metsätalousinsinöörin ammattitaidosta on hahmottaa leimikkoa suunnitella kuljetuksen järjestäminen suunniteltavalle työmaalle. Kuljetuksien järjestäminen sujuvaksi leimikolle vaatii kokonaisvaltaista kaukokuljetuksen hahmottamista, ja kuljetuksien kustannusrakenteen ymmärtämistä. Vielä viime vuosina puutavaran kaukokuljetusmuotona noin 80 prosenttia Suomessa tapahtuu autokuljetuksena. Tällöin voidaan pitää välttämättömänä, että metsätalouden koulutuksesta valmistavana tulee tietää puutavara-auton kaukokuljetuksen kustannuksista.

LÄHTEET

- A-katsastus. 2019. A-katsastus Rovaniemi. Raskaan kaluston asiakaspalvelun haastattelu 25.2.2019.
- Autoliikenteen Työnantajaliitto. 2019. Autoliikenteen Työnantajaliitto ry:n ja Auto- ja Kuljetusalan Työntekijäliitto AKT ry:n välinen Kuorma-autoalan työehtosopimus 1.2.2017-31.1.2021. Viitattu 5.2.2019 https://www.alt.fi/document/1/1458/7cf26b330d91372c5f872159054c25f8/Kuorma_autoalan_tyoehto-sopimus_1_2_2017_31_1_2021.pdf.
- Elkki, J. 2019. LähiTapiola Rovaniemi. Yritysvakuutuksien myynnin liiketoiminnan johtajan haastattelu. 17.1.2019.
- Erola, S. 2019. Lapin kumi Oy Rovaniemen. Raskaan kaluston erikoismyyjän haastattelu. 10.1.2019.
- Heikkilä, T. 2014. Kvantitatiivinen tutkimus. Viitattu 22.4.2019 <http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>
- Heiskarin teräspaja 2019. Heiskarin teräspajan asiakaspalvelun haastattelu. 26.3.2019.
- Huissi, J. 2009. Kuormauksen ja kuorman purkamisen ajanmenekki puutavaran kuljetuksessa. Tampereen ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- Hyttinen, J. P. 2016. Ajoneuvon kustannuslaskennan perusteet. Viitattu 30.1.2019 <https://docplayer.fi/938898-Ajoneuvojen-kustannuslaskennan-perusteet.html>.
- Jyväskylän yliopisto, 2014. Tutkimuksen suunnittelu. Viitattu 25.3.2019 <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/tutkimusprosessi/tutkimuksen-suunnittelu#hypoteesien-ja-odotettavissa-olevien>.
- Keitele Group. 2019. Hankinta-alue. Viitattu 29.12.2019 <http://www.keitele-group.fi/hankinta-alue>.
- Kortesalmi, A. 2019. LähiTapiola Ranua. LähiTapiola Ranuan toimipisteen toimitusjohtajan haastattelu 27.2.2019.
- Korpivaara, S. 2010. Ajoneuvokohtainen kustannuslaskelma. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Liiketoiminnan logistiikka. Opinnäytetyö.
- Koskinen, O & Korpilahti, A 2013. Uusien mittojen ja massojen puutavara-autot. Viitattu 11.4.2019 http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Tuloskalvosarja_2013_02_Uusien_mittojen_ja_massojen_puutavara-autot_ak_ok.pdf.
- KvantiMOTV. 2003. Otos ja otantamenetelmät. Viitattu 27.3.2019 <https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/otos/otantamenetelmat.html>.
- Kyllönen, K. 2019. Keitele Forest Oy. Hankintapäällikön haastattelu. 28.1.2019.

- Lepola, M. 2019. Wetteri Power Oy. Huollon työjohtajan haastattelu. 13.3.2019.
- Marjomaa, J. Uurtamo, K. 1996. Puutavaran tilavuuspainon määrittäminen. Metsätehon raportti 7. Metsäteho Oy. Osakkaiden yhteishanke.
- Metsäpelto, R. Goebel, A. 2015. Tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin yksikköarvot 2013. Viitattu 2.4.2019 <https://vayla.fi/documents/20473/34253/Tie-+ja+rautatieliikenteen+hankearvioinnin+yksikk%C3%B6arvot+2013.pdf/5f165edd-c827-4f2a-95a6-5b17649340d4>.
- Molnar, K. 2012. Kuorma-autoliikenteen kustannusindeksi 2010=100 käyttäjän käsikirja. Viitattu 12.3.2019 http://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/julkaisuluettelo/yksk49_201000_2012_10345_net.pdf.
- Murto, P. 2014. Kuljetusalan rengaskäytännöt ja –kustannukset. Viitattu 1.2.2019 http://www.autonrengasliitto.fi/arl/wp-content/uploads/2016/08/rf14_RengasfoorumiMurto021014.pdf.
- Mäkinen, P. 2019. Metsäalan kone- ja autokustannuksien indeksi 2015 -2018. Sähköposti viitala.lasse@gmail.com 28.3.2019. Tulostettu 16.4.2019.
- Nurminen, T & Heinonen, J. 2007. Characteristics and Time Consumption of Timber Trucking in Finland. Viitattu 1.2.2019 <https://silvafennica.fi/pdf/article284.pdf>.
- Oksanen, R. 2004. Kuljetustuotannon toimintolaskenta. kuljetustalouden perusteista moderniin toimintalaskentaan. Sarja A. Nro 5. Hyvinkää. Ekodata Oy.
- Ojutkangas, A. 2019. Lapin Ammattikorkeakoulu. Metsätalousinsinöörikoulutus lehtorin Haastateltu 1.2.2019
- Pennanen, O., Väkevä, J., Örn, J. 2004. Puutavara-autojen polttoainekulutus. Metsätehon raportti 166. Metsäteho Oy. Ryhmähanke.
- Poikela, A. 2019. Metsätehon polttoaineen kulutusmallin. Sähköposti viitala.lasse@gmail.com 7.3.2019. Tulostettu 16.4.2019.
- Pulju, J. 2019. Kuljetus Pulju Ky. Toimitusjohtajan haastattelu. 21.3.2019.
- Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2006. Tapaustutkimus. Viitattu 4.2.2019 https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L5_5.html.
- Strandström, M. 2018. Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2017. Viitattu 1.4.2019 http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja_2018_08a_Puunkorjuu_ja_kaukokuljetus_vuonna_2017.pdf.
- Svenson, G. 2016. The impact of road geometry, surface roughness and truck weight on operating speed of logging trucks. Viitattu. 19.3.2019 <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02827581.2016.1259426?scroll=top&needAccess=true>.

Traficom. 2019. Traficom – Liikenne- ja turvallisuusvirasto. Puhelinvaihteen haastattelu 25.2.2019.

Uusi-Pantti, K., Lindroos, J., Rajamäki, J., Väkevä, J. 2000. Puutavara-auton keräilyajon ajanmenekki. Metsätehon raportti 96. Metsäteho Oy. Ryhmähanke.

Valtioneuvoston asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen muuttamisesta 47/2017

Venäläinen, P. 2017. Tutkimustuloksia jättirekoista. Valtakunnalliset vientikuljetus- ja laivauspäivät. Viitattu 7.2.2019 http://puumies.fi/wp-content/uploads/2017/05/Venalainen_J%C3%A4ttirekat.pdf.

Venäläinen, P. 2016. Autokuljetuskalusto. Viitattu 18.4.2019 <http://puu-huolto.fi/autokuljetusopas/kaukokuljetus/autokuljetuskalusto/>

Viitala, L. 2019. Polttoaineen kustannukset. Sähköposti viitala.lasse@gmail.com 10.4.2019. Tulostettu 19.4.2019

Vitikainen, P 2013. Puutavaran kuljetus siirtoautolla. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Yara 2019. AdBlue moottorityökoneille. Viitattu 25.3.2019 <https://www.yara.fi/kemikaalit-ja-ymparistoratkaisut/adblue-ajoneuvoille/adblue-moottorityokoneille/>.