

Niina Vuorinen

PUUTAVARAKULJETUSTEN DIGITAALISUUS

Opinnäytetyö
Liiketoiminnan logistiikka

2019



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Niina Vuorinen	Tradenomi (AMK)	Toukokuu 2019
Opinnäytetyön nimi		72 sivua
Puutavarakuljetusten digitaalisuus		
Toimeksiantaja		
Ei toimeksiantajaa		
Ohjaaja		
Juhani Heikkinen		
Tiivistelmä		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää puutavarakuljetusten digitaalisuutta ja erityisesti autokuljetukseen vaikuttavia sovelluksia. Työ käsittelee puutavara-auton kuljetusyrittäjyyttä ja siihen liittyvää lainsäädäntöä sekä raakapuun toimitusketjua. Työn tavoitteena oli selvittää, miten digitaalisuus näkyy puutavara-auton kuljettajalle ja miten digitaalisuus tulee muuttamaan alaa.</p> <p>Työn teoriaosuus rakentuu yleisesti puutavarakuljetuksesta ja raakapuuhanhinnan toimitusketjusta. Raakapuuhanhinnan toimitusketju alkaa puukaupasta ja päättyy raakapuun tehdasvastaanottoon tehtaalla. Näiden lisäksi työssä perehdytään digitaalisiin järjestelmiin ja sovelluksiin, joita on puutavarakuljetuksissa käytössä.</p> <p>Tämä opinnäytetyö on kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus, jonka tutkimusmenetelmäksi valikoituivat puolistrukturoitu teemahaastattelu ja kyselytutkimus. Teemahaastattelupyynnöt lähetettiin valikoituihin puunhankintaorganisaatioihin ja kuljetusalan yrityksiin. Pyyntöt lähetettiin sähköpostilla tammikuussa 2019. Pyyntöjä lähetettiin kuusi ja vastauksia tuli kolme. Haastattelut toteutettiin helmikuussa 2019. Kyselytutkimus tehtiin Webropol-kyselyn avulla. Kyselykutsu lähetettiin 70 puutavara-alan kuljetusyritykseen maaliskuussa 2019. Kyselytutkimukseen vastasi yhteensä 23 puutavara-alan kuljetusyritystä.</p> <p>Digitaalisuus näkyy puutavarakuljetuksissa tänä päivänä suurena osana tiedon välitystä sekä kuljetusten suunnittelua. Ilman toimivaa ajojärjestelmää eivät kuljetukset liikkuisi eikä työtä tehtäisi. Alan suurimmat haasteet ovat selkeästi metsäteiden huono kunto, taloudellinen kannattavuus sekä kuljettajien saatavuus. Digitaalisuus tulee muuttamaan puutavarakuljetuksia. Erilaisia sovelluksia ja järjestelmiä kehitetään jatkuvasti ja erilaiset etäjärjestelmät tulevat lisääntymään myös tulevaisuudessa.</p>		
Asiasanat		
puutavara, puunkuljetus, toimitusketju, puunhankinta		

Author (authors)	Degree	Time
Niina Vuorinen	Bachelor of Business Administration	May 2019
Thesis title The digitality of timber transportation		72 pages
Commissioned by No Commission		
Supervisor Juhani Heikkinen		
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was define how timber transport digitalization affects truck transport applications. The thesis discusses timber truck transportation entrepreneurship and related legislation as well as the raw wood supply chain. The aim of the work was to define how digitalization shows to a timber car the driver and how digitalization will change the field.</p> <p>The theoretical part of the thesis is based on timber transport and raw wood procurement supply chain. Raw timber supply chain starts from the wood trade and ends with raw wood factory reception at the factory. In addition, the thesis focuses on digital systems and applications that are used for timber transportation.</p> <p>This thesis is a qualitative research, by for which semi-structured theme interview and a survey were selected as research methods. The interview requests were sent to selected wood sourcing organizations and transport companies. Six requests were sent by e-mail in January 2019 and three replies received. Interviews were conducted February 2019. The survey was conducted using the Webropol poll, invitation to which was sent to 70 timber industry shipping company March 2019. The survey covered a total of 23 transportation companies who provide services to timber industry.</p> <p>Digitalization in timber transportation has today a major role in information transmission mixed transport planning. Without well-functioning driving system no transport would move and the work would not be done. The major challenges in the industry are clear bad condition of forest roads, financial profitability and the availability of drivers. Digitalization will change timber transport. Different applications and systems are constantly being developed and remote system will become increasingly popular.</p>		
<p>Keywords</p> <p>timber, timber transport, supply chain, timber procurement</p>		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	TYÖN TAUSTA.....	8
2.1	Tutkimuskysymykset.....	8
2.2	Tutkimusmenetelmä	9
2.3	Työn rajaus.....	10
2.4	Teoreettinen viitekehys.....	10
3	PUUTAVARAKULJETUS	11
3.1	Puutavarayrittäjäyys	12
3.2	Puutavara-auto	14
3.3	Lainsäädäntö	17
4	RAAKAPUUHANKINNAN TOIMITUSKETJU	19
4.1	Puunhankinnan suunnittelu	20
4.2	Puukaupan kulku	21
4.2.1	Puunmyyntisuunnitelma.....	23
4.2.2	Korjuun suunnittelu	27
4.2.3	Metsäkuljetus.....	30
4.3	Kuljetuksen suunnittelu.....	32
4.3.1	Kuljetuksen toteutus	34
4.3.2	Puutavaran vastaanotto	37
4.3.3	Puutavaraterminaali ja välivarasto	38
5	DIGITAALISET JÄRJESTELMÄT	39
5.1	Kuljetusjärjestelmiä.....	40
5.2	Big Data.....	42
5.2.1	Metsävaratietiedon hyödyntäminen	42
5.2.2	Mobiilisovellukset.....	44
6	HAASTATTELUIDEN YHTEENVETO	45

6.1	Digitalisuus ja sovellukset.....	46
6.2	Haasteet alalla.....	47
6.3	Tulevaisuuden näkemyksiä	48
7	KYSELYTUTKIMUS	49
7.1	Kyselyn tulokset.....	50
7.2	Sähköisten järjestelmien käyttö	52
7.3	Digitalisaatio	55
7.4	Tutkimusprojektit ja verkostomaisuus	57
7.5	Puutavarakuljetusten haasteet.....	58
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	59
9	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	61
	LÄHTEET.....	64
	KUVALUETTELO	71
	TAULUKKOLUETTELO.....	73

LIITTEET

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1 Teoreettinen viitekehys	10
Kuva 2 Metsäteollisuuden toimipaikat	12
Kuva 3 Puutavarayhdistelmä.....	14
Kuva 4 Puunhankinnan toimitusketju	20
Kuva 5 Puukaupan vaiheet.....	22
Kuva 6 Värimerkintä	30
Kuva 7 Tienvarsivarasto	31
Kuva 8 Pinomerkintä	32
Kuva 9 Velvoite metsätuholain määräajoista.....	34
Kuva 10 Välivarasto	39
Kuva 11 Kuljetusjärjestelmät	40
Kuva 12 Tiedon keräysmenetelmät (Pajuoja 2017).....	43
Kuva 13 Vastaaajien työtehtävät	50
Kuva 14 Yritysten koko.....	51
Kuva 15 Yritysten perustamisvuosi	51
Kuva 16 Yritysten toiminta-alue.....	52
Kuva 17 Järjestelmien käyttö.....	53
Kuva 18 Aikajakauma.....	54
Kuva 19 Monimutkaisuus digitalisaatiossa	55
Kuva 20 Digitalisaation vaikutus.....	55
Kuva 21 Keskiarvo järjestelmien ominaisuuksista	56
Kuva 22 Tutkimusprojektissa mukana	57
Kuva 23 Yhteistyö muiden yritysten kanssa	57
Kuva 24 Puutavarakuljetusten haasteet	58
Taulukko 1 Yhdistelmien maksimipainot.....	16
Taulukko 2 Ajoaikasäädökset.....	19

1 JOHDANTO

Suomen metsäteollisuudelle puutavarakuljetuksista tärkein kuljetusmuoto on autokuljetus, sillä noin 75 prosenttia raakapuusta kulkee maanteitse (Lilleberg ym. 2012, 3). Metsäteollisuus käytti vuonna 2016 noin 67 miljoonaa kuutiometriä raakapuuta, josta 88 prosenttia oli kotimaista puuta eli 59 miljoonaa kuutiota. (Väkevä 2018, 399). Riikilän (2018, 12) mukaan arvioidaan, että vuonna 2019 hakataan jopa 78 miljoonaa kuutiometriä ainespuuta, joka tarkoittaa, että se on aikaisempia vuosia enemmän. Kotimaisen raaka-aineen käyttö on kasvanut uusien investointien myötä viime vuosien aikana. Onkin ennustettu, että vuodesta 2025 alkaen, hakkuutaso nousee 89 miljoonaan kuutiometriin vuodessa. (Väkevä 2018, 400.)

Metsäteollisuuden investointien vuoksi puutavaravirrat ovat muuttuneet viime vuosien aikana, mikä on pidentänyt kuljetusmatkojen pituuksia. Puuta tullaan korjaamaan ja kuljettamaan jatkossakin kattavasti koko Suomen alueella, joten toimiva tieverkosto on puuhuollon perusedellytys. (Lilleberg ym. 2017, 3.) Vaikka hakkuumäärät olisivat ennätyselliset niin se ei tarkoita, että puutavarayrittäjä tekisi voittoa, vaan voi olla, että yritys tekee tappiota. Syynä on se, että aikatauluajot ovat tiukentuneet ja kaukokuljetusten hinnat laskeutuneet. (Järvinen 2019, 26.)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia puutavarakuljetuksissa käytettäviä digitaalisia ratkaisuja, joita on kehitetty puutavarakuljetuksien tueksi. Suurin osa kotimaisesta puuraaka-aineesta kuljetetaan puutavara-autolla metsäteollisuuden käyttöön. Puuraaka-ainetta kuljetetaan rautatie- ja vesikuljetuksena, mutta alkukuljetusmatkan puuraaka-aine kulkee autokuljetuksen mukana terminaaliin, joten puutavarakuljetuksissa kumipyöräkuljetus on korvaamaton. Keskimääräinen kuljetusmatka on noin 110 kilometriä metsävarastolta tehtaisiin. Rautatie- ja vesikuljetuksissa alkukuljetusmatka on noin 50 kilometriä riippuen varastopaikan sijainnista. (Greis 2018, 383.)

Opinnäytetyössä tutkitaan raakapuun toimitusketjua aina puukaupasta tehtaan vastaanottoon asti. Digitaalisten sovellusten ja niiden käytön lisäksi on tarkoitus selvittää puutavarakuljetusten haasteita ja yhteistyötä muiden kuljetusyri-

tysten kanssa. Tutkimuksen tarkoituksena on antaa kaikille puutavarakuljetuksista kiinnostuneille yleiskuva raakapuun toimitusketjusta, jossa puutavarakuljetuksien kaukokuljetus on merkittävässä osassa.

2 TYÖN TAUSTA

Työn aihe valikoitui kiinnostuksesta maantiekuljetuksiin ja metsäalaan. Yhdistämällä kaksi vahvaa kiinnostusta päädyin tutkimaan puutavarakuljetuksia. Opinnäytetyön taustalla ei ole kuitenkaan mitään konkreettista kokemusta puutavaralogistiikasta. Opinnäytetyöllä ei ole myöskään toimeksiantajaa ja lisäksi digitaalisuus on merkittävässä osassa työtä.

2.1 Tutkimuskysymykset

Tutkimustehtävänä onkin kerätä tietoa digitalisaation vaikutuksista puutavarakuljetuksiin. Opinnäytetyö on aiheena ajankohtainen, vaikka automatisaatiota ja robotiikkaa ei työssä käsitellä. Tutkimuskysymyksinä opinnäytetyössäni ovat:

- Miten digitaalisuus näkyy raakapuukuljetuksissa?
- Mitkä ovat alan suurimmat haasteet?
- Muuttaako digitaalisuus puutavarakuljetuksia?

Nämä tutkimuskysymykset ovat auttamassa pääsemään tutkimukseni tavoitteisiin. Tavoitteenani on haastatteluja ja kyselyn avulla kartoittaa digitalisaation vaikutuksia puutavarakuljetuksiin.

Puutavarakuljetuksiin liittyviä opinnäytetöitä ei ole kohtuuttomasti ammattikorkeakouluissa tehty, varsinkaan samanlaisia tai vastaavia ei ole puutavarakuljetuksista, mutta ei myöskään maantiekuljetuksista tehty. Puutavarakuljetuksiin liittyvää ammattikirjallisuutta ei löydy muita kuin joitakin satunnaisia oppaita ja osassa niissä teoria alkaa olemaan jo liian vanhaa. Metsäalan kirjallisuudessa kaukokuljetuksissa on pieniä otteita. Ammattilehtiä ja niissä olevia artikkeleita sekä internetlähteitä puutavara-auton kuljetuksiin liittyen löytyy kattavasti.

2.2 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyössä käytetään tutkimusmenetelmänä kvalitatiivinen eli laadullista tutkimusta. Hirsjärven ym. (1997, 160) mukaan kvalitatiiviselle tutkimukselle on tyypillistä, että tutkimussuunnitelma saattaa muuttua tutkimuksen edetessä. Tutkimuksessa valittu kohdejoukko on valittu tarkoituksella, ei satunnaisella otoksella. Kvalitatiivisen tutkimuksen tarkoituksena onkin tarkastella aihetta mahdollisimman kokonaisvaltaisesta näkökulmasta (Hirsjärvi ym. 2008, 160).

Tiedonkeruumenetelmiksi valitsin puolistrukturoidun haastattelun ja kyselytutkimuksen. Puolistrukturoidussa teemahaastattelussa lähetettiin kaikille haastateltaville kysymykset, joissa on teemat, mutta kysymykset vaihtelevat haastateltavan työtehtävän mukaan (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2006a).

Puolistrukturoidussa haastattelussa kaikilta haastateltavilta kysyttiin samat tai melkein samat kysymykset samassa järjestyksessä. Puolistrukturoidusta haastattelusta voidaan sanoa nimitystä teemahaastattelusta varsinkin silloin, kun kysytään kysymyksiä tietyistä teemoista, mutta kysymykset eivät ole kaikille samat. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2006b, 57.)

Tutkimukseen valittiin myös kysely eli survey-tutkimus, joka tarkoittaa, että valikoidulta joukolta kysytään samat asiat samalla tavalla. Aineistoa kerätään kyselylomakkeen avulla ja kerätyn aineiston avulla pyritään kuvaamaan, selittämään ja aukaisemaan ilmiöitä. (Hirsjärvi ym. 2008, 130.)

Haastattelupyynnöt lähetettiin sähköpostilla valikoituihin puutavara-alan kuljetusyrityksiin ja puunhankintayrityksiin. Haastatteluiden avulla selvitettiin muun muassa digitalisaation vaikutuksia heidän ammatteihinsa ja puutavarakuljetusalaan. Haastatteluiden ja teorian pohjalta rakentui kysely, joka toteutettiin Webropol-kyselyn avulla.

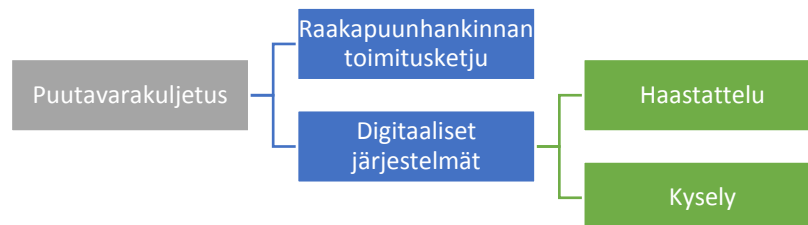
2.3 Työn rajaus

Opinnäytetyön aihe käsittelee maantieliikenteessä tapahtuvia raakapuun kuljetuksia, mutta aiheen ulkopuolelle jää energiapuun kuljetus. Työssä ei myöskään käsitellä rautatiekuljetuksia, eikä uittokuljetuksia. Myöskin puunkorjuuseen liittyvien koneiden eli hakkuukoneiden ja metsäkoneiden sekä puunkorjuuyrittäjyys on jätetty työn ulkopuolelle, koska aihe laajenisi liian laajaksi.

2.4 Teorettinen viitekehys

Kanasen (2005, 119) mukaan teorettinen viitekehys koostuu niistä tutkimuksista, jotka ovat tutkimusongelmalle oleellisia ja ovat mahdollisimman tuoreita julkaisuja. Teorettisessa viitekehyksessä kerrotaan kaikki se mitä tutkimuksesta tiedetään.

Opinnäytetyön teoriaosuus sisältää internetin lähteitä, kirjallisuutta sekä alaan liittyvien ammattilehtien lehtiartikkeleita. Lisäksi aiheeseen liittyviä tutkimuksia ja tietopaketteja käytetään opinnäytetyössä lähteinä.



Kuva 1 Teorettinen viitekehys

Teoriaosuuden tarkoituksena on antaa lukijalle selkeä kuva puutavarakuljetuksesta ja siihen liittyvästä raakapuunhankinnan toimitusketjusta ja digitaalisista järjestelmistä, joita on kehitelty puutavarakuljetusten tueksi. Aihealueille pyrittiin saamaan kaikki oleellinen tieto. Teoriaosuus alkaa puutavarakuljetuksen esittelyllä, joka sisältää tietoa kuljetusyrittäjyydestä, kalustosta ja lainsäädännöstä. Seuraava osuus käsittelee raakapuunhankinnan toimitusketjua ja kolmannessa osuudessa tarkastellaan digitaalisia järjestelmiä. Teorian pohjalta perehdytään haastattelujen ja kyselyiden avulla tutkimusongelmaan. (Kuva 1.)

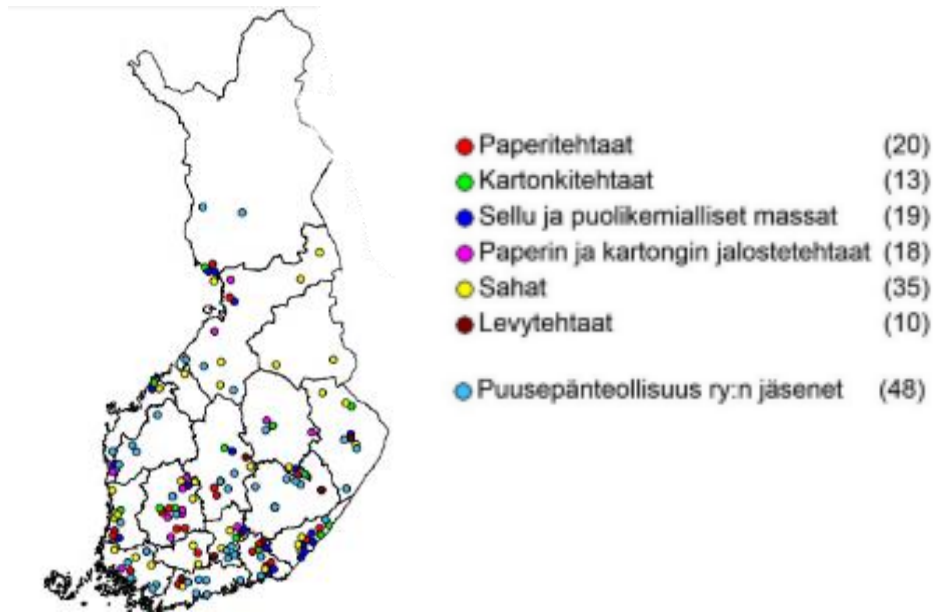
3 PUUTAVARAKULJETUS

Kuljetusketjun kokonaisvaltainen toimivuus sekä toimitusketjuun liittyvät kustannukset vaikuttavat suuresti metsäteollisuuteen, sillä pelkästään puutavara-logistiikan kokonaiskustannukset ovat vuodessa noin 1,2 miljardia euroa mak-sava kustannuserä. (Lilleberg ym. 2012, 3.) Jos yksikin kuljetusmuoto nostaa kustannuksia, vaikuttaa se silloin koko logistiikkaketjun kustannuksiin. Rahdin-antajalle eli metsäteollisuudelle vaikutus näkyy kuljetussopimuksien hinnassa, sillä jos esimerkiksi puutavara-autojen dieselpolttoaineen hintaa korotettaisiin vain sentillä tai parilla, olisi se toimialalle jopa miljoonien eurojen lisäkustan-nus (Nietola 2017).

Toimiva hyväkuntoinen tieverkko on myös Suomen metsäteollisuuden toimin-nalle elinehto, sillä huonokuntoiset tiet ja painorajoitetut sillat nostavat kulje-tuskustannuksia lähes seitsemän prosenttia. Varsinkaan kun yksityisten ja val-tioidenkin ylläpitämät metsätiet eivät vastaa nykyajan kaluston asettamia vaa-timuksia, mikä taas kasvattaa kaukokuljetusten ongelmia. (Metsätrans 2018b.) Kun raskaan liikenteen mitta- ja massakorotuksia nostettiin tavoitteena kus-tannustehokkuuden, ympäristöystävällisyyden sekä turvallisuuden parantami-nen, niin todellisuudessa toivottu hyöty tulee vasta sitten, kun tieverkko vastaa pidemmän ja painavampien kalustojen tarpeita. (Metsätrans 2018a.)

Hyväkuntoinen ja tiheä metsätieverkosto ei pelkästään paranna puunhankin-nan kannattavuutta, nosta puun kysyntää ja metsänomistajalle maksettavaa hintaa, vaan on myös turvallisuuden kannalta ehdoton pelastustoiminnan väylä. (Greis 2018, 378.)

Oleellista on, että tehtaat tarvitsevat puuta ympäri vuoden, mikä tarkoittaa, että puun korjuun metsässä ja kuljetusten metsäteillä tulee onnistua kaikkina vuodenaikoina ja joka säällä. Pelkästään kausivaihtelut tuovat lisäkustannuk-sia niin korjuussa, kuljetuksissa kuin varastoinnissakin. Alempiasteisten tiever-kostojen huono kunto lisäksi vaarantaa tehtaiden puuhuoltoa. (Metsälehti 2018.)



Kuva 2 Metsäteollisuuden toimipaikat

Metsäteollisuuden erilaisia tuotantolaitoksia on lähes 200. Näistä teollisuuden toimipaikoista suurimmat keskittymät ovat Etelä-Karjalassa, Kymenlaaksossa ja Keski-Suomessa (kuva 2). Puuta kuljetetaan erilaisiin puunjalostuslaitoksiin kuten sahoihin, massa-, kartonki-, ja paperitehtaisiin sekä vaneri- ja levytehtaisiin ympäri Suomen. Vuonna 2017 kuljetettiin raakapuuta yhteensä noin 76 prosenttia, joista energiatuotannon osuus on 12 prosenttia. Pientalojen polttopuiksi kuljetettiin raakapuuta 7 prosenttia ja metsähakkeen valmistukseen 5 prosenttia. (Metsäteollisuus 2017.)

3.1 Puutavarayrittäjyys

Kuljetusyrittäjyydellä on tärkeä rooli metsän ja tehtaan välillä, sillä suurin osa puutavarasta liikkuu yksityisten yrittäjien tarjoamien kuljetuspalveluiden avulla (Venäläinen 2016e). Kuljetusyrittäjien toimesta puutavarakuljetukset toimitaan puunjalostuslaitoksiin kuten tehtaisiin ja sahoihin. Suurin osa kuljetusyrittäjistä on 1–3 puutavara-autoa omistavia yrityksiä, joten verkostomaisella yhteistyöllä muiden puutavarayrittäjien kanssa voidaan tarjota laajempia kuljetuskokonaisuuksia sekä tasoittamaan kausivaihteluja. On yleistä, että puutavaran-autokuljetusyrittäjät ovat perustaneet yhteisen yrityksen, jolloin he pystyvät vastaamaan suuremmista palvelukokonaisuuksista. (Venäläinen 2016e.)

Suuremmilla automäärillä on myös etunsa, sillä jos jokin kuorma meinaa viivästyä suunnitellusta aikataulusta on mahdollisuus, että jokin toinen auto pysyy paikkaamaan sen. Toimitusvarmuus on vakaampaa, kun on autoja ja kuljettajia, jotka voivat vastata haasteisiin, eikä kuljetuskyky heikkene vastoin käymisistä niin herkästi, kuin yhden auton yrityksissä. (Jussila 2018.)

Puutavarakuljettajan työ on yleensä kaksivuorotyötä. Aamuvuoro alkaa neljänviiden aikaa aamulla ja se kestää noin 10–12 tuntia, jonka jälkeen vaihdetaan kuskia. (Mäki 2015, 21.)

Kuljetussopimus

Kuljetussopimus on yleensä pitkäjänteisen yhteistyön tulos. Sopimukset ovat määräaikaaisia, mutta sopimusten pituus voi vaihdella. Sopimuksissa määritellään toimituspaikat, joihin puutavarayritys kuljettaa puuta, mutta ne voivat muuttua kesken sopimuskauden. Yrityksen kapasiteetit arvioidaan eli paljonko yritys voi kuljettaa puuta vuoden sopimuskauden aikana. Lisäksi kuljetusten keskimatka, kalustovaatimukset ja liikenneluvat merkitään sopimukseen. (Metsähallitus s.a.) Kuljetusyrityksen koolla ei ole kuitenkaan suurta merkitystä, mutta verkostoitumisella voi olla etua, kun kuljetussopimuksia neuvotellaan. Sopimus on monesti kilpailutuksen tulos, mutta kilpailutus ei kuitenkaan ole vuosittaista ja kilpailutuksen mittarit voivat vaihdella puunhankintaorganisaatioiden kesken. Puutavarayrittäjältä yleisesti vaaditaan ammattitaitoa, työnlaatua, hintakilpailukykyä sekä erityisesti joustavuutta kuljetustilanteiden mukaisesti. (Alarautalahti s.a.) On myös yleistä, että sopimuksia solmitaan useamman kuin yhden puunhankintaorganisaation kanssa (Perälä ym. 2009).

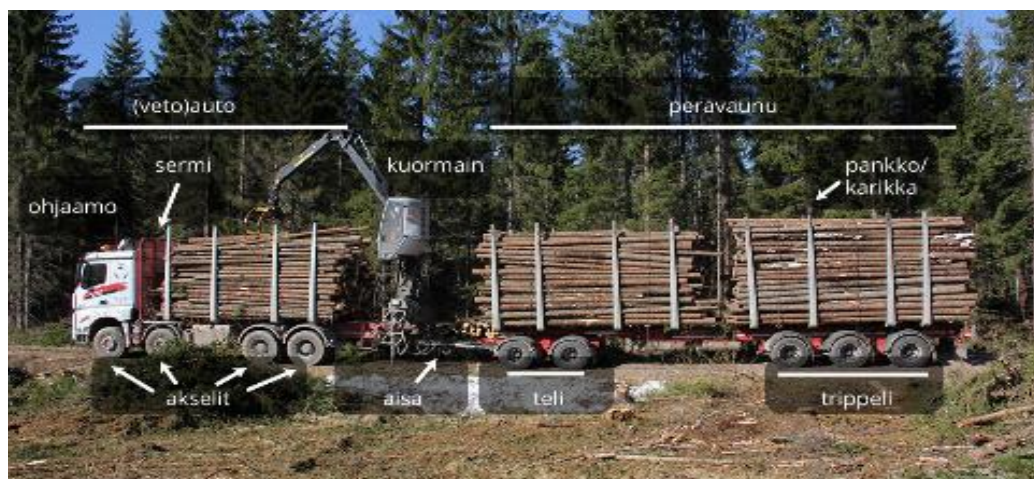
Puunhankintaorganisaatio sopii kuljetusyrityksen kanssa tavoitteista, jotka ovat esimerkiksi aikataulun noudattaminen, laatu ja asiallinen käyttäytyminen. Autokuljetustenkin laatua arvioidaan esimerkiksi asiakkailta saatujen palautteiden ja tietojärjestelmistä saatujen tietojen perusteella. Jos sopimuksen tai työohjeen vastaisesta toiminnasta aiheutuu haittaa, voidaan kuljettajalle tai kuljetusyritykselle antaa varoitus tai sopimussakko. (Metsähallitus 2018a.) Kuljetusyrityksen vastuulla on suunnitella ja vastata kuljetus tavoitteisiin, sekä varmistaa, että henkilöstön osaaminen on asianmukaista. Kuljetuksenantajan tehtävänä on kertoa kuljetusyritykselle tietoa tulevista muutoksista sekä perehdyttää kuljetusyritys heidän arvoihinsa ja tapoihinsa. (Kara 2018, 12.)

Kuljetussuorite

Kuljetussopimuksissa on polttoaineindeksiin perustuva tarkistusehto, joka tarkistetaan säännöllisesti. Kuljetusmaksu määräytyy jokaiselle kuormalle matkan ja kuorman tilavuuden tai painon mukaan. (Venäläinen 2016.) Tyhjästä kuormasta ei makseta kuljetusmaksua. Puutavara-auton keskimääräinen kustannusjakauma vaihtelee yritysakohtaisesti, mutta suurin osa kustannuksista syntyy polttoaineista, palkoista sekä pääoman poistosta. Kustannuksia syntyy myös korjauksesta, huollosta ja rengaskustannuksista. Lisäksi maksettavaa syntyy vakuutusmaksuista, liikennöimismaksuista sekä koroista. (Venäläinen 2016e.)

3.2 Puutavara-auto

Puutavara-auto on raakapuun kuljetuksissa välttämätön työkalu. Puutavara-autona on yleensä puutavarayhdistelmä, joka koostuu vetoautosta ja vähintään yhdestä perävaunusta. Perävaununa käytetään joko varsinaista perävaunua tai puoliperävaunua. Lisäksi mukana on kuormain, jonka avulla puutavara voidaan kuormata. Puutavara-autona voidaan käyttää myös B-junaa eli ajoneuvoyhdistelmää, jossa on puoliperävaununveturin lisäksi kaksi puoliperävaunua eli linkkivaunua sekä perinteinen puoliperävaunu. (Venäläinen 2016c.)



Kuva 3 Puutavarayhdistelmä

Puutavarayhdistelmä voi rakentua esimerkiksi neljä akselisesta vetoautossa ja viisi akselisesta perävaunusta (kuva 3). Vetoauto voi tulla tehtaalta ilman päällysrakenteita, mutta puutavara-autoksi se rakentuu, kun siihen asennetaan perusrunko, etusermi, puutavarapankot, kuormain, kuormansidontatarvikkeet ja -laitteet sekä tarvittavat lisävarusteet. Yhdistelmä onkin yleensä vetoautoa lu-

kuun ottamatta suunniteltu ja valmistettu Suomessa, sillä se on yleensä puutarayrittäjälle räätälöity kokonaisuus. (Venäläinen 2016c.)

Talvikauden aikana jokaisessa puutavara-autossa on mukana talviketjut eli metalliketjut, joita on oltava mukana kolme, viisi tai seitsemän, riippuen ajoneuvon koosta. Yksi ketjuista asennetaan etupyörään ja loput vetoauton ja perävaunun renkaisiin, silloin kun ajoneuvolla ajetaan talviolosuhteissa kuten lumella tai jäällä ja ajoneuvolta vaaditaan parempaa pitoa. (Michelin s.a.)

CTI-järjestelmä

Puutavara-autoissa voi olla rengaspaineiden säätöjärjestelmä eli CTI-järjestelmä, jonka avulla pystytään säätelemään rengaspaineita erilaisiin olosuhteisiin, kuten kuormatessa ja ajaessa, jatkuvien maksimipaineiden sijaan. Rengaspaineiden säätelyllä pystytään vähentämään metsäautoteille syntyneiden urien syntymistä, parantamaan puutavara-auton vetokykyä, sekä muun muassa auttamaan liikkeelle lähdössä ja vähentämään renkaiden kulumista. (Siekinen & Korpilahti 2015, 13.)

Oikeiden rengaspaineiden säätöihin vaikuttaa kuorma, ajonopeus sekä tienpohja. Jos kuljettaja ei ole muistanut asettaa maantieajoon sopivaan säätökohtaan, niin järjestelmä varoittaa automaattisesti liian alhaisista paineista ja alkaa nostamaan automaattisesti paineita. (Kuusjärvi 2010.) ELY-keskuksen luvalla CTI-varustetulla autolla voi ajaa myös rajoitetusti kelirikkoaikana (Venäläinen 2016c).

Ajoneuvoyhdistelmien maksimipainot

Kuormatessa täytyy tietää ajoneuvoyhdistelmän sallittu kokonaispaino sekä kokonaisuudessaan että ilman perävaunua. Vetoauton ja perävaunulla on omat sallitut tonnimäärät kokonaispainoineen, jotka vaihtelevat ajoneuvokohteisesti sekä yhdistelmän kokonaisuuden mukaan. (Taulukko 1.)

Taulukko 1 Yhdistelmien maksimipainot

Yhdistelmä- tyyppi, akselien lkm.	Vetoauto (tonnia)	Perävaunu (tonnia)	Yhdistelmä (tonnia)
3+4	22–26	34–38	60
3+4	26–28	36–38	64
3+5	26–28	40–42	68
4+4	30–35	33–38	68
4+5	34–35	41–42	76

Esimerkiksi kolme akselinen vetoauto saa painaa 22–26 tonnia kuorman kanssa. Perävaunu taas 34–38 tonnia, mutta kokonaisuudessa yhdistelmä saa painaa 60 tonnia. Taulukkoon on listattu yhdistelmien kokonaisuuden suurin sallittu massa, joka tukkirekoissa on 76 tonnia. (Näsärö & Korpilahti 2015, 7–13.)

Osalla autoissa kulkee myös kuormain mukana, koska lähes aina kuormataan auton omalla nosturilla, joka lisää painoa kokonaisuuteen. Nosturin voi irrottaa kuljetuksen ajaksi pois, sillä kuormain vie kuljetuskapasiteetista noin 2–3 tonnia. (Uusitalo 2003, 108.) Suurin sallittu yhdistelmäpituus vetoautolla ja puoli-perävaunulla on nykyään 22,5 metriä ja 31 metriä autolla ja perävaunulla sekä uusilla kolminivelisillä yhdistelmillä jopa 34,5 metriä. Sallittu korkeus ajoneuvolla on 4,40 metriä. (Traficom 2019a.)

Ylikuorma

Tieliikennelaissa (267/81) määritellään ylikuormamaksusta. Laki säätelee, että kun vetoauto tai perävaunu ylittää rekisteriotteessa sallitun kokonaispainorajan yli viisi prosenttia sallitusta kokonaismassasta tai jos ajoneuvoyhdistelmä kokoanaisuudessaan ylittää enemmän kuin kymmenen prosenttia sallitusta akseliin ja teliin kohdistuvasta painosta, niin maksu määräytyy riippuen siitä, kumpi aiemmin mainituista ylittyy suuremmin. Maksu määräytyy maksettavaksi sille, joka ylikuorman kuljettamisen aikana on ollut ajoneuvoyhdistel-

mässä olevan vetoauton omistaja. Maksu voidaan myös määrätä maksettavaksi ajoneuvon haltijalle, jos ajoneuvo on toisen pysyvässä käytössä. (Ylikuormalaki 14.1.1982/51.) Huomioitavaa on, että kuormauspaikalla puutavara-auton vaaka voi näyttää sallitun kuorman painoa, mutta määrittelemättömät olosuhteet voivat tuoda ajon aikana lisäpainoa sen verran, että se näkyy viranomaisen ja tehtaan vaa'alla ylikuormana. Ajoneuvoyhdistelmään kertyy ajon aikana pölyä, kuraa, hiekkaa sekä talvella lunta ja jäätä, joka tuo ajoneuvon vähintään 300 kg ja talvikelillä enimmillään 4 000 kg ylimääräistä painoa, joka tulee sääolosuhteista ja tien osuudelta, kuten suolauksesta ja hiekotuksesta, liikennemäärästä sekä ajoneuvon nopeudesta. Ainoastaan ajoneuvon pesemisellä ja ennakkohuollolla voidaan ehkäistä likakuorman syntymistä sekä estää likakuormasta syntyvät vauriot. (Metsäalan ammattilehti. 2016.)

HCT-ajoneuvo

HCT-ajoneuvokuljetus eli (High Capacity Transport) on yli 25,25 metriä pitkiä tai yli 76 tonnia painavia ajoneuvoyhdistelmiä. Ajoneuvon tunnistaa ajoneuvon takana olevasta, selkeästi erottuvasta pitkä kyltistä, joka on 100 x 50 cm:n kokoinen, heijastavilla ääriiviivamerkinnoilla erottuva. (Still 2019,11.)

Normaalia suuremmilla ajoneuvoilla tavoitellaan siitä, että kuormat ovat aikaisempaa suurempia, jolloin energiakustannukset ovat pienempiä. Päästövaikutukset laskevat, kun hyötykuorma on suurempi. Ajoneuvoyhdistelmässä paino jakautuu tasaisemmin, jolloin tierasitukset eivät kasva vaan vähenevät, kun ajoneuvojen määrä vähenee. Ajoneuvoyhdistelmät eivät lisää onnettomuusrisiä, vaan pikemminkin vähentävät, sillä niillä ajetaan suunniteltuja päätieverkkoja pitkin. Lisäksi niissä on käytössään jarrutusjärjestelmä, joka on uusin ja tehokkain malli, joka jarrutettaessa parantaa ajoneuvon hallintaa. (UPM 2015, 20–21.)

3.3 Lainsäädäntö

Lainsäädäntö säätelee kuljetustoimintaa monenlaisesti. Yleisimmät lainsäädännön säätelyt koskevat kuljetustoimintaa, kalustoa, polttoainetta, kuorman sijoittamista, kuormaamista, sitomista, koulutusta, verotusta, työehtoja ja ajo- ja lepoaikasäädöksiä. (Venäläinen 2016e.) Seuraavassa osiossa käydään suppeasti läpi liikennelupa, ammattipätevyys ja työaikalaki.

Tavaraliikennelupa

Huupponen (2016, 9) mukaan tavaraliikennelupaa säätelee Suomessa EU:n liikenteenharjoittaja-asetus (EY) 1071/2009, EU:n tavaraliikennelupa-asetus (EY) 1072/2009 sekä kansallinen tavaraliikennelaki, joka määrittelee tavaraliikenneluvan, niin että:

”Tavarain kuljettaminen tiellä korvausta vastaan ajoneuvolla (autolla tai traktorilla) on luvanvaraista liikennettä, jota varten tarvitaan tavaraliikennelupa”
(Huupponen 2016, 9).

Tavaraliikennelupa on liikenteenharjoittajakohtainen, joka edellyttää, että hakija täyttää muun muassa ammatillisen osaamisen eli luvanhaltijan tulee olla suorittanut kotimaan liikenneyrityskurssi. Lisäksi on erilaisia ehtoja luvan saannille, kuten rikkeettömyys ja vakavaraisuus. Tavaraliikennelupa on määräaikainen ja se myöntää Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus viideksi vuodeksi eteenpäin. (Huupponen 2016, 9–11.)

Ammattipätevyys

Kuorma-auton kuljettamiseen kuljettaja tarvitsee ajo-oikeuden lisäksi ammattipätevyyden, joka on vaadittu tavaraliikenteessä 10.9.2009 lähtien. Jos kuorma-auton ajo-oikeus on kuitenkin alkanut ennen 10.9.2009 ei perustason ammattipätevyyttä tarvita, mutta laissa säädellyillä jatkokoulutuksilla on käytävä. Ammattipätevyys on voimassa viisi vuotta ja jatkokoulutuksilla voimassaoloa voidaan jatkaa viideksi vuodeksi kerrallaan. (Traficom 2019b.)

Jatkokoulutuspäiviä on käytävä viisi, joista ennakoivan ajon koulutus on pakollinen. Ammattipätevyyden on voinut suorittaa verkko-opetuksena 4.2.2019 lähtien. (Takk s.a.)

Työaikalaki

Työaikalaki koskee kaikkia työsuhteessa työskentelevä henkilöitä, myös yrittäjiä. Raskaiden ajoneuvon kuljettajien ajo- ja lepoaikoja säännöstellään ajo- ja lepoaika-asetuksilla, joita seurataan niiden määrittämällä valvontalaitteilla kuten ajopiirturilla. (Hongisto & Huupponen 2016, 182–189.)

Taulukko 2 Ajoikasäädökset

Yhtämittäinen ajoaika	4 h + 30 min
<i>Tauko</i>	45 min
<i>TAI jaksotettu taukoajaka</i>	15 min + 30 min
Vuorokautinen ajoaika	9 h
<i>Pidennetty ajoaika</i>	10 h, 2 krt viikossa
Vuorokautinen lepoaika	11 h
<i>Jaksotettu lepoaika</i>	3 h + 9 h
<i>Lyhennetty lepoaika</i>	9 h, 3 krt viikossa
Viikoittainen ajoaika	56 h
<i>Kahden peräkkäisen viikon ajoaika</i>	90 h
Viikoittainen lepoaika	45 h
<i>Lyhennetty lepoaika</i>	24 h, korvattava

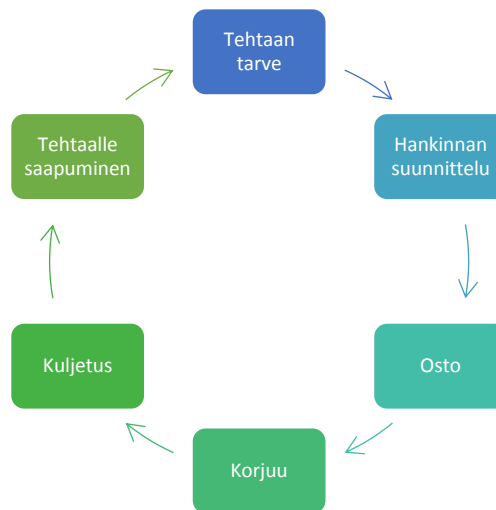
Vuorokautista enimmäistyöaikaa ei ole säädelty kuorma-autoalan työehtosopimuksessa, mutta vuorokautiselle enimmäistyöajalle on säädelty määräyksiä lepoaikoja ja taukoja koskien. Ajoikasäädöksistä on monta poikkeavaa seikkaa, jotka alalle työskentelevän täytyy tietää. (Taulukko 2.) Kuljettajan yhtämittäinen ajoaika saa olla enimmillään 4 tuntia ja 30 minuuttia. Kuljettajan on pidettävä silloin yhtämittäinen tauko, joka kestää 45 minuuttia tai se voidaan pitää kahdessa osassa, joista ensimmäinen on 15 minuuttia kestävä ja toinen 30 minuuttia kestävä tauko. Vuorokautinen ajoaika saa olla enintään 9 tuntia, mutta ajoaikaa saa pidentää 10 tuntiin, mutta vain kaksi kertaa viikossa. Vuorokautisen lepoajan on oltava vähintään 11 tuntia jokaisen 24 tunnin ajanjakson aikana. Yhtämittäinen lepoaika voidaan lyhentää yhdeksään tuntiin enintään kolme kertaa viikossa. Jaksotettu lepoaika voidaan jakaa kahteen osaan 24 tunnin aikana, joista ensimmäisen on oltava kolme tuntia ja jälkimmäisen yhdeksän tunnin yhtäjaksoinen lepoaika. Viikoittainen ajoaika saa olla enintään 56 tuntia ja kahden perättäisen viikon ajoaika on enintään 90 tuntia. Kuljettajalle on myös annettava viikoittainen yhtämittäinen lepoaika, joka on 45 tuntia. Se voidaan lyhentää 24 tuntiin joka toinen viikko. (Vasarainen & Jansson 2016, 186–188.)

4 RAAKAPUUHANKINNAN TOIMITUSKETJU

Seuraavassa osiossa tutustutaan raakapuuhanhinnan toimitusketjuun, joka käsittää puunhankinnan suunnittelun, puukaupan, korjuun, lähikuljetuksen eli metsäkuljetuksen, tienvarsivarastoinnin, kaukokuljetuksen ja tehdasvastaanoton vaiheet.

4.1 Puunhankinnan suunnittelu

Suomessa raakapuuhankinnan hoitavat pääsääntöisesti metsäyhtiöt, joilla on omia puunhankintaorganisaatioita. Puunhankintaorganisaatio on puuta ostava metsä- tai sahateollisuusyritys kuten Metsä Group tai Versowood, tai sitten metsänhoitopalveluita tarjoava yritys kuten Metsänhoitoyhdistys. Yleisesti nämä puunhankintaorganisaatiot on jaettu hankinta-alueisiin, joissa ostetaan tietyltä alueelta puuraaka-aineita. (Uusitalo 2003, 115–116.)



Kuva 4 Puunhankinnan toimitusketju

Tehtaiden tuotannonsuunnitelmiin perustuva puun tarve määräytyy tehtaiden arvioimasta vuotuisesta puutarpeesta. Puun tarve määrittelee puunhankinnan suunnittelun. (Kuva 4.) Jokaisella tehtaalla on vuosittainen vuosihankintatavoite, joka jaetaan tehtaan puunhankintaorganisaatioille alue- ja piirikohtaisesti. Paikallisilla puunhankintaorganisaatioiden työnjohtajilla on käsitys metsävaroista ja niiden sijainnista, joiden avulla arvioidaan, voidaanko puunhankintatavoitteeseen päästä. (Uusitalo 2003, 117.) Metsävaroilla tarkoitetaan hankinta alueilla olevien puustojen määrää, joka perustuu julkisen metsävaratietojen lisäksi, puunhankintaorganisaatioiden arvioimaan pitkän ajan suunnitelmaan (Räsänen 2018, 358).

Vuosisuunnitelmassa otetaan huomioon korjuukustannukset ja kuljetuskustannukset, kuten yrittäjien lukumäärä, kalusto ja sopimusten sisältö sekä raaka-puun tuonti ulkomailta ja toimitussopimukset muista puunhankintaorganisaatioista (Uusitalo 2003, 116). Tehtäisiin saapuva puutavara ei ole aina lähimmästä metsästä korjattu.

Kun hankintamäärät on jaettu alueellisten puunhankintaorganisaatioiden kesken, tehdään kuukausitasoinen hankintasuunnitelma, johon kuuluu osto, korjuu ja kuljetus (kuva 4). Kuukausitasoisen hankintasuunnitelman pohjalta laaditaan kuljetus- ja vastaanottosuunnitelma puunhankintaorganisaatioiden ja asiakastehtaan yhteistyönä. Kuljetussuunnitelmat tarkennetaan ja niissä otetaan huomioon puutavaran tarjontamäärät ja resurssit. (Uusitalo 2003) Kuljetussuunnitelmassa valitaan kuljetusmuodot, joiden valintaan vaikuttavat kustannukset, kuljetuskaluston riittävyys ja sopimusmuodot. Suurissa puutavaramääräerissä käytetään muuta kuin autokuljetusta, mutta alkukuljetus suoritetaan joka tapauksessa puutavara-autolla. (Räsänen 2018, 361.) Kuljetussuunnitelmassa otetaan huomioon pystyvarannot eli puut, jotka odottavat korjuuta, sekä tienvarsivarastot, tehdasvarastot sekä katkotun puun varastot.

Puun tuoreuden vuoksi pyritään pitämään mahdollisimmat pienet varastot, sillä silloin voidaan paremmin hallita, ettei puutavara pilaannu kun puuta ei varastoida liian suuriksi varastoiksi. Käytännössä pyritään siihen, että puutavara saadaan mahdollisimman nopeasti metsästä tuotantoon. (Räsänen 2018, 357.)

4.2 Puukaupan kulku

Puunhankinnan toimitusketju alkaa puukaupasta, jossa puunhankintaorganisaatio solmii puukauppasopimuksen metsänomistajan kanssa. Toimitusketju on kuitenkin monivaiheinen prosessi, jossa haasteita tuo tuotantolaitosten vaihteleva puuraaka-aineen tarve, puukauppa, vaihtelevat vuodenajat sekä korjuuresurssien ja kuljetusresurssien riittävyys. (Räsänen 2018, 356–357.)

Venäläisen (2016f) mukaan pisimmillään toimitusketju voi kestää jopa neljä vuotta. Jokaisella toimitusketjussa olevalla toimijalla on oma tärkeä tehtävänsä, jotta tehtaot saisivat tiettyä puuta oikean määrän oikeaan aikaan (Räsänen 2018, 359).

Suomessa suurimman osan metsistä omistaa yksityiset metsänomistajat, joiden osuus on noin 60 prosenttia. Se tarkoittaa, että heidän puukauppansa on tärkeässä roolissa metsäteollisuuden kannalta. Valtion osuus Suomen metsistä on 25 prosenttia, osakeyhtiöiden 9 prosenttia ja muiden omistajien noin 5 prosenttia. (UPM 2016, 3.) Suurin haaste, joka näkyy varsinkin puunhankinnassa, on metsän omistajien pirstaloisuus, sillä metsänomistajien omistama hehtaarimäärä vaihtelee suuresti, mikä taas tuo haasteita korjuun suunnitteluun ja kustannuksiin (Uusitalo 2003, 33).



Kuva 5 Puukaupan vaiheet

Puukauppa alkaa, kun metsänomistaja ottaa yhteyttä puunhankintaorganisaatioon tai puunhankintaorganisaatio lähestyy metsänomistajaa (kuva 5). Puukaupan kohteena olevasta leimikosta on monesti tehty metsäsuunnitelma eli pitemmän aikavälin suunnitelma, jossa on suositukset hakkuiden ajoittamisesta leimikolle (Horne 2018, 333). Leimikko tarkoittaa hakattavaksi suunniteltua metsäkuviota. Hakkuukohteena voi olla yhtenäinen kuvio, rajattu alue, tietyt puut tai tietty puumäärä. (Uusitalo 2003, 34). Puunhankintaorganisaation ostaja voi puukaupan alkuvaiheessa tehdä käynnin suunnitellulle hakkuukohteelle, jossa leimikon rajat ja muut maastoon vaikuttavat tekijät huomioidaan (kuva 5).

Leimikosta laaditaan puunmyyntisuunnitelma, jonka perustella puunhankinta-organisaatio antaa leimikosta ostotarjouksen. Ostotarjous sisältää hintatiedot, jotka perustuvat puutavaralajeittaisiin hintoihin sekä puutavaraerän kokonaisuutensa määrään, laatuun, runkojen kokoon, hakkuutapaan, lähikuljetusmatkaan ja kaukokuljetusmatkaan sekä maastoon, korjuuajankohtaan ja korjuuolosuhteisiin liittyviin tekijöihin. Puutavaraerän hinta voi vaihdella merkittävästi, vaikka hakkuukohteina olevat leimikot olisivat vierekkäin. (Metsäalan ammattilehti. 2018b.)

Puukauppa on yleensä metsänomistajan eli myyjän ja puunhankintaorganisaation eli ostajan välinen kauppa, mutta metsänomistaja on voinut valtuuttaa kolmannen osapuolen kaupantekoon. Esimerkiksi Metsänhoitoyhdistys toimii kolmantena osapuolena, jolloin metsänomistaja solmii valtakirjakaupan, jolloin tarjouspyynnön laadinnan, tarjousten kilpailuttamisen, kaupan neuvottelun ja korjuun valvonnan hoitaa Metsänhoitoyhdistys. (Horne 2018, 333.)

Ostotarjouksesta tulee sitova, kun ostaja ja myyjä tai hänen valtuuttamansa kolmas osapuoli kirjoittavat kauppakirjan. Hankintakaupassa kauppakirjan nimi on hankintasopimus ja pystykaupassa metsänhakkuusopimus (Horne 2018, 333–337). Puunmyyntisuunnitelman avulla laaditaan kauppakirja, jonka lisäksi leimikkokartta liitetään liitteeksi. Leimikkokarttaan merkitään kaikki hakkuun kannalta oleellinen tieto, kuten hakkuuraja ja jyrkänteet. (Pesonen ym. 2005, 22).

4.2.1 Puunmyyntisuunnitelma

Leimikon korjuun suunnittelu alkaa jo puukauppasopimuksen tekovaiheessa, jossa ostaja ja metsänomistaja käyvät tarkemmin läpi, millainen leimikko on kyseessä sekä erityistoiveet hakkuun toteuttamisesta. (Horne 2018, 333–337.) Pesonen ym. (2005, 26) mukaan puunmyyntisuunnitelmaan saatavat tiedot perustuvat metsäsuunnitelmaan, ilmakuviin ja paikallistuntemukseen. Puunmyyntisuunnitelmassa tarvittavia tietoja ovat:

- ✓ omistaja- ja kiinteistötiedot
- ✓ leimikon tiedot (Hakkuumenetelmä, leimikon koko, puutavaralajit jne.)
- ✓ korjuu- ja kuljetuskelpoisuus
- ✓ tieoikeudet

- ✓ metsäsertifiointi
- ✓ metsälaki -> kaavat ja arvokkaat metsäkohteet
- ✓ muut huomioon otavat kohteet
- ✓ Myyjän toiveet (Pesonen ym. 2005, 26).

Puukauppamuoto

Puukaupan muotoja ovat hankintakauppa, pystykauppa ja käteiskauppa. Pystykaupassa puun ostajan tehtävänä on huolehtia korjuun toteutuksesta, kuljetuksesta sekä työn laadun valvonnasta. Hankintakaupassa metsänomistaja vastaa kaupan kohteena olevien puutavaraerien korjuusta ja toimittamisesta sovittuun varastopaikkaan. (Horne 2018, 336–337.) Käteiskaupassa metsänomistaja tekee korjuun tietyille puutavaralajille, kuljettaa sen tienvarsivarastoon ja lähtee vasta tämän jälkeen etsimään ostajaa puutavaraerälle (StoraEnso s.a.).

Leimikon tiedot

Leimikossa olevat puutavaralajit, korjuussa käytettävät mitat sekä arvio korjuun puumäärästä arvioidaan puukauppasopimuksessa (Stora Enso Metsä 2017). Puutavaralajien mukaan arvioidaan tukkipuiden ja kuitupuiden määrää. Tukkipuu eli mäntytukki, kuusitukki ja koivutukki, joka määräytyy puun rungon järeimmistä osista. Kuitupuita ovat pieniläpimittaiset rungot ja tukkipuiden latvusosat. Hakkuutapoja on monia, mutta hakkuutavan määrittelee yleensä leimikon ikä, sillä hakkuita tehdään 15–30 vuoden välein, jotta leimikossa olisi puilla tilaa kasvaa. (UPM Metsä s.a.)

Korjuu- ja kuljetuskelpoisuus

Sopimuksen teko vaiheessa sovitaan korjuun ajoitus, jonka määrittelee korjuukelpoisuus, joka riippuu puumäärän ja puutavaralajin lisäksi maaperän kantavuudesta. Korjuukelpoisuus jaetaan kolmeen kategoriaan, jotka ovat kelirikko-leimikko, kesäleimikko ja talvileimikko. Lopullisen ja tarkemman ajankohdan korjuulle päättää puunhankintaorganisaatio tai korjuuyrittäjä sekä tehtaan tarve. Kuljetuskelpoisuus arvioidaan eli voidaanko puutavara-autolla ajaa mihin vuodenaikaan tahansa leimikon läheisyyteen. Mahdollisten varastopaikkojen sijainnit ja kääntöpaikat ovat korjuun ja kuljetuksen kannalta tärkeitä asioita, jotka pitää huomioida jo suunnittelu vaiheessa. (Kontinen ym. 2019, 3–13.)

Tieoikeudet

Kun kuljetetaan yksityistien osakkaan puita, ei tarvita tiekunnan lupaa, vaan osakas maksaa normaalista käytöstä tiemaksun. Jos tiellä on tiekunta, täytyy tien käyttöön pyytää lupa toimitsijamieheltä tai tiekunnalta. Jos tie saa valtion tai kunnan avustusta, täytyy tiellä silloin sallia ulkopuoliset kuljetukset. (Räsänen ym. 2018, 367.)

Metsäsertifiointi

Puukauppakohteella voi olla metsäsertifikaatti eli Suomen metsäsertifiointijärjestelmä FFCS-sertifikaatti tai kansainvälinen PEFC-sertifikaatti (Uusitalo 2003, 44). Metsäsertifikaattien tärkein tarkoitus on, että metsää hoidetaan ekologisesti, taloudellisesti ja sosiaalisesti kestäväällä tavalla. Sertifiointi ei ole pakollista, eikä se metsänomistajalle luo kustannuksia. Sertifiointimerkki takaa myös, että puuraaka-aine voidaan jäljittää alkutekijöille asti eli millaisesta metsästä puuraaka-aine on tullut. (Metsäkustannus 2009, 77–78.)

Metsälaki

Metsälaki velvoittaa, että metsästä on tehtävä metsänkäyttöilmoitus Metsäkeskukselle 10 päivää ennen leimikon korjuuta. Metsänkäyttöilmoituksen tekee yleensä ostaja, mutta metsänomistajalla on lakisääteinen velvollisuus huolehtia, että ilmoitus on tehty. (Horne 2018, 333–337.) Eli tarkennetaan, kuka metsänkäyttöilmoituksen hoitaa. Jos metsässä tehdään uudistushakkuuta niin metsälaki velvoittaa, että hakkuualueelle huolehditaan uuden metsän kasvu. Lisäksi lakisääteiset luontokohteet, kuten suojelukohteet ja kulttuuriperintökohteet, kartoitetaan myös sopimuksessa sekä muut harvinaiset ja arvokkaat elinympäristöt, pohjavesialueet ja kaavaan perustuvat erityiskohteet. (Kontinen ym. 2019, 10–21.)

Muut huomioitavat asiat

Työturvallisuuden kannalta on tärkeää tietää myös sähkölinjojen, puhelinjojen, maakaapelilinjojen sijainnit. Lisäksi maakaasuputket, vesijohdot ja pumppaamot on hyvä varmistaa turvallisuuden kannalta. (Kontinen ym. 2019, 3–13.)

Mittavaatimukset ja laatuvaatimukset

Mittavaatimukset ja laatuvaatimukset ovat ostajan asettamia vaatimuksia, joita hakkuukoneen kuljettajan täytyy noudattaa. Vaatimukset vaihtelevat puutavaralajin lisäksi tehdas-, asiakas-, ja tuotekohtaisesti riippuen puutavaralajin käyttötarpeesta. Mittavaatimuksella säädellään puutavaralajin katkontamittoja eli minkä pituisiksi puutavaralajit hakkuukone katkaiseen. Laatuvaatimuksia ovat muun muassa puutavaralajin tyvenmitat, sallitut pituudet sekä sallitut laatuviat, kuten oksaisuus, mutkat, laho sekä muut viat, joita puuraaka-aineessa saa olla, että se läpäisee asetetut laatuvaatimukset. (Ovaskainen 2012b.)

Mittausmenetelmä

Puukauppasopimuksessa määritellään mittaustapa, joka tarkoittaa jalostamattoman puutavaran laadun ja määrän määrittelemistä. Jalostamaton puutavara koskee koko puuta riippumatta siitä, mihin käyttötarkoitukseen puuraaka-aine on menossa. Sopimuksessa sovitaan mittausosapuolet, mittausmenetelmä, mittaja, mittauseri ja mittayksikkö. On hyvinkin tavanomaista, että puuraaka-aine mitataan moneen kertaan toimitusketjun aikana, sillä mittauksen voi tehdä puunostaja, puunmyyjä, korjuu-urakoitsija, kuljetusurakoitsija tai palveluksessa oleva työntekijä. Mittaaminen voidaan tehdä hakkuun tai kuormauksen aikana, tienvarsivarastossa tai tehtaalla. Kaukokuljetuksessa käytetään yleensä paino mittausta eli tuorepainoa, joka tapahtuu tehtaan vastaanotossa. Puu on mittaamisen kannalta vaativa, sillä sen laatu ja ominaisuudet vaihtelevat ja vaikuttavat vahvasti mittauksen tarkkuuteen ja toteutumiseen. Puutavaran mittaamisella määritellään puutavaralle hinta eli kauppahinta, puunkorjuun ja kuljetuksen urakointihinta, sekä määritellään palkoille hinta. Mittaamista tarvitaan myös puutavaran varastokirjanpidossa, puutavaran ohjauksessa ja tuotantoprosessissa. (Lindblad & Wall 2018, 345–346.)

Maksuehdot

Uusitalon (2003, 35) mukaan puutavaran ostaja maksaa metsänomistajalle puukauppasopimuksessa määritellystä hinnasta osan, jolloin ostaja ”varaa” puutavaraerän. Metsänomistaja saa loppumaksun, kun puutavaraerät on mitattu ja niistä on tullut mittausasiakirja, josta selviää tarkemmin puutavaralajit ja niiden määrät. Mittausasiakirja on hakkuun ja kuljetuksen jälkeen saatu to-

distus, jonka puunhankintaorganisaatio lähettää metsänomistajalle. Mittaustodistuksessa näkyy esimerkiksi puutavaralajien erittely, hakkuumäärät sekä puukaupan arvo. (UPM 2018a, 18–19.)

Puukauppa voidaan nykyään tehdä myös sähköisesti Kuutio.fi-verkkosivun kautta. Metsänomistaja voi puukaupan lisäksi, ostaa metsänhoitoon, puunkorjuuseen ja puunkuljetukseen liittyviä palveluita. Isoimmilla puunhankintaorganisaatioilla on myös omia verkkopalveluita, joiden avulla myyjä voi sähköisesti tehdä tarjouspyynnön tai yhteydenottopyynnön myytävästä leimikosta. (Horne 2018, 334).

Metsästä voidaan tehdä myös toimituskauppa, joka on yleensä metsäyhtiöiden välinen kauppa silloin kun puutavaralajille ei löydy hankinta-alueella sopivaa käyttökohdetta. Puutavaran vaatimukset sekä puutavaran vastaanotto tehtaalla ovat samanlaisia kuin muissakin puukaupoissa. Ainoa ero on, että myyjä toimittaa puutavaran tehtaalle ja vastaa korjuusta sekä kuljetuksesta ja että toimituskaupan myyjänä toimii puunhankintaorganisaatio. (Räsänen s.a., 12.)

4.2.2 Korjuun suunnittelu

Kun puukauppasopimus on solmittu leimikosta, laaditaan työmaasuunnitelma ja korjuuohje, joissa on kaikki korjuun onnistumisen kannalta oleellinen tieto. Korjuuohje ja työmaasuunnitelma laaditaan puunmyyntisuunnitelman avulla. (Kariniemi 2018, 371). Viimeistään korjuuohjeen tekovaiheessa tehdään maastokäynti korjattavalle leimikolla, sillä kaikki huomioitava on hyvä merkitä maastoon kuitunauhalla. Kuitunauhat viestivät metsäkoneiden kuljettajille tärkeistä ja huomion arvoisista seikoista. Maastokäynti on voitu tehdä jo puunmyyntisuunnitelman teko vaiheessa. (Uusitalo 2003, 34)

Korjuuohjelma

Korjuuohjelmaan valitaan leimikot niiden korjuukelpoisuuden, puutavaralajin ja hakkuutavan mukaan. Korjuuohjelmassa laaditaan aikataulu konekohtaisesti, jokaiselle leimikolle. (Uusitalo 2003, 119) Konekohtaisen korjuukaluston valitsemiseen vaikuttavat hakkuutapa, puuston järeys, korjuuajankohta ja muut

korjuun olosuhteiden mukainen tieto. (Pesonen ym. 200) Kaikki koneet eivät sovi kaikille korjuukohteille.

Korjuun ajankohdan valitsemisen lisäksi huomioidaan, että metsäkuljetus, varastointi ja kaukokuljetus onnistuvat suunniteltuna ajankohtana. Aikataulujen suunnitteluun vaikuttaa myös tehtaiden toimitustavoitteet sekä korjattavissa olevien leimikoiden sijainti. Korjuuohjelmassa tarkistetaan, että kaikki korjuun kannalta oleellinen tieto on tiedossa ja varmistetaan esimerkiksi tieoikeudet ja että korjuun kannalta kaikki tärkeä tieto on tiedossa. (Räsänen 2018, 359–361)

Korjuuohjelmat tekee puunhankintaorganisaatio tai laajavastuinen korjuuyrittäjä (Kontinen ym. 2019). Laajavastuinen korjuuyrittäjä voi olla itsenäinen yrittäjä, verkostoyrittäjä tai yhteisyritys. Tärkeintä on, että korjuuyrittäjällä on selkeä liiketoiminta visio ja tulevaisuuteen tähtäävä strategia. (Kariniemi 2018, 371.) Korjuuohjelmat tehdään puunhankintaorganisaatioiden suunnittelujärjestelmässä tai korjuuyrittäjien suunnittelupalvelussa, johon puunhankintaorganisaatio siirtää leimikkotiedot, aikatavoitteet ja katkonnän ohjeet. (Räsänen 2018)

Hakkuun toteutus

Hakkuukoneen kuljettaja saa hakkuukoneessa olevaan tietojärjestelmään leimikon korjuuohjeen, työmaasuunnitelman ja muut leimikon kannalta oleellisen tiedon. Puunkorjuuyrittäjä tekee yksityiskohtaisemman työmaasuunnitelman leimikon, jossa korjuukelpoisuus arvioidaan tarkemmin. (Riipinen 2016, 34–35).

Korjuukelpoisuus suunnitellaan tarkemmin korjuukelpoisuuskarttojen avulla, jotka määräävät, missä järjestyksessä leimikot käsitellään suunnitelluilla hakkuualueilla. Esimerkiksi talvileimikoita voidaan korjata kesäaikaan oikealla kallustolla ja hyvällä ennakkosuunnitelmalla. Ratkaisevana tekijänä on tiestön kuljetuskelpoisuus, sillä puut täytyy saada joutuisasti tehtaalle. Ajourareitti valitaan niin, että korjuukelpoisuuskartasta valitaan kantavimmat kohdat reitiksi ja vältetään pehmeitä kohtia mahdollisuuksien mukaan. (Mäki 2018, 28.) Metsänomistajalle hakkuukoneen kuljettaja tai puunhankintaorganisaatio ilmoittaa,

kun hakkuu ensimmäisen kerran aloitetaan joko soittamalla tai tekstiviestillä.
(Pesonen ym. 2005, 56)

Ajourasuunnitelma

Hakkuukoneen kuljettaja suunnittelee viimeistään ennen hakkuualueelle menoa ajourasuunnitelman eli reitit, joita pitkin hakkuukone ja metsäkone kulkevat. Ajourasuunnitelma voidaan tehdä myös etukäteen paikkatietopohjaisten sovellusten avulla ilman, että leimikkoon tarvitsee mennä. Suunnitellun reitin tarkoituksena on hyvä työnjälki ja tuottavuuden varmistaminen. (Räsänen ym. 2018, 365.)

Ajourien suunnittelu aloitetaan niin, että hakkuukone karsii puiden rungoissa olevat oksat suunnitellun ajouran päälle, jolloin maanperästä tulee kantavampi ja oksat suojelevat painavan metsätraktorin painoa aluskasvillisuudelta. Metsätraktori kerää ajouran varteen kasatut rungot. (Metsäyhdistys, s.a.)

Puutavaralajittelu

Hakkuukoneen kuljettaja on saanut korjuuohjeessa ohjeet puutavaralajien lajittelusta, jossa lajittelu määritellään laatumääreellä, hakkuumuodostelmalla tai värimerkintä lajittelulla. Laatumääreellä tapahtuvassa lajittelussa tunnistus perustuu pituus- ja läpimitta ja laatutietoiseen lajitteluun. Hakkuumuodostelmaan perustuvassa lajittelussa hakkuukoneenkuljettaja tekee kasoja, kuitenkin niin, että puutavaralajit ovat etäällä toisistaan. Metsätraktorinkuljettajaa helpottaa, jos kasat ovat isoja, mutta puutavaralajeja ei ole kasattu ristikkäin. (Ovaskainen 2012b.)



Kuva 6 Värimerkintä

Värimerkinnässä jokaiselle puutavaralajille on annettu värikoodi, jonka hakkuukone ruiskuttaa pölkkyjen päihin erotellakseen puutavaralajit. Värimerkintä tulee ruiskuttaa pölkkyjen päihin niin, että metsätraktorin kuljettaja havaitsee värimerkinnät. (Ovaskainen 2012b.) Mäntykuitupuut ovat saaneet punaisen värimerkinnän (kuva 6).

4.2.3 Metsäkuljetus

Kun hakkuukoneenkuljettaja on saanut työtehtävän päätettyä, merkitsee hän järjestelmään hakkuun suoritetuksi, sekä kirjaa tarvittavat lisätiedot hakkuusta. Seuraavaksi metsätraktori tekee lähikuljetuksen, eli kuljettaa puutavaralajit tienvarsivarastoon odottamaan kaukokuljetusta. Metsätraktorin kuljettajan tehtävänä on suunnitella työmaaohjeen avulla lähikuljetus sopivalle varastopaikalle. (Kjellberg 2018, 22–23.)

Puutavara varastoidaan yleensä metsäteiden varteen, sillä puutavaran kuormaaminen on kielletty valta- ja kantateiden vieressä tai vierialueella. Puutavara voidaan varastoida seutu- tai yhdystien varteen, jos kuormausaluetta ei voi kohtuudella järjestää. Maantiellä kuormaamisen reunaehtoja on muun muassa, että muuta liikennettä varoitetaan ennakkomerkein. (Kontinen ym. 2019, 17.)

Kuljettajan on otettava huomioon leimikon maasto ja puutavaralajin ennakkoon arvioitu kokonaispuumäärä (Ovaskainen 2012c). Räsänen ym. (2018,

366–367) ovat listanneet tienvarsivaraston suunnittelussa ja toteutuksessa huomioon otettavia asioita, joista oleellimmat on listattu alla olevaan listaan:

- ✓ Sijaitsee tasaisella paikalle, ja on riittävästi tilaa puutavaralajeille.
- ✓ Jokaisella puutavaralajilla on oma pino.
- ✓ Voidaan kuljettaa halutussa järjestyksessä.
- ✓ Ei sijaitse sähkölinjojen alla, eikä maakaapelin päällä.
- ✓ Ei sijaitse kasvavien puiden välissä.
- ✓ Kauko- ja lähikuljetus onnistuvat.
- ✓ Tulee olla tienvarressa, tiensuuntainen.
- ✓ Pinon keskikohta korkeintaan viisi metriä.
- ✓ Huomioidaan maisemallinen näkymä. (Ovaskainen. 2012c.)

Liikenneturvallisuus syistä varastointialueelta tulee olla hyvä näkyväisyys tielle ja tieltä varastointialueelle. Puutavara-auton tarvitsema tilantarve kuten kääntöpaikka on otettava huomioon, että kuorma saadaan kuormattua kyytiin.

(Ovaskainen. 2012c.)



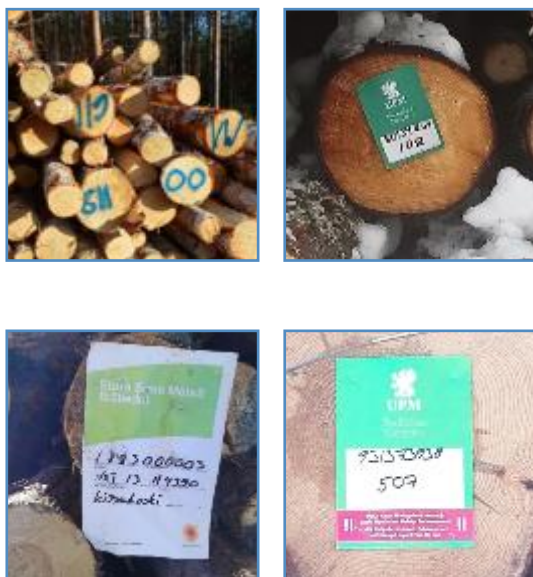
Kuva 7 Tienvarsivarasto

Tienvarsivarasto on rakennettu tasaiselle maaperälle ja puutavaralajit kasattu kahden – kolmen metrin päähän tiestä (kuva 7).

Kun kuormatraktorin kuljettaja on saanut ajettua puutavarat sopivaan varastopaikkaan, merkitsee hän tiedot järjestelmään, kuten varastopaikan sijainnin ja mahdolliset kääntöpaikat tai muut puutavara-auton kuljettajalle oleelliset tiedot. Tiedot siirtyvät automaattisesti tietojärjestelmään, josta puutavara-auton kuljettajat, puutavarayrittäjät ja puunhankintaorganisaatioiden kuljetusesimiehet näkevät varastopaikkojen puutavara määrän sekä paikan reaaliaikaisesti ja osaavat suunnitella kuljetuksen puutavara-ainekselle. (Riipinen 2016, 34–35.)

Pinomerkintä

Metsätraktorin kuljettaja tai puutavaraerien ostaja kiinnittää pinolapun, kun korjuu on loppunut. Pinolapussa tai maalimerkinnässä on puutavaran ostajan tunnusmerkki ja sopimusnumero. Pinolapussa voidaan ilmoittaa myös puutavarylaji ja varastopaikan tunnus. (Venäläinen 2016b)



Kuva 8 Pinomerkintä

Pinomerkintöjä on erilaisia ja ne voivat vaihdella ostajan mukaan. Pinomerkinnässä voidaan myös varoittaa varastopinon sortumisvaarasta. (Kuva 8.)

4.3 Kuljetuksen suunnittelu

Puutavaran kaukokuljetukset perustuvat puunhankintaorganisaation tekemään kuljetussuunnitelmaan, joka perustuu toimitusmäärätavoitteisiin (mts. 21).

Kuljetussuunnitelman pohjalta tehdään kuljetusmääräykset, jotka jyvitetään toiminta-alueella olevien puutavarayrittäjien kesken (Venäläinen 2016d).

Tiedot kuljetusmääräyksestä tulee puunhankintaorganisaation ja puutavarayrityksen yhteiseen ajosuunnittelujärjestelmään, joka toimii myös ajoneuvon ajo-tietokoneella (Räsänen 2018, 362).

Järjestelmään siirtyvät myös toimitusvalmiit leimikot eli tienvarsivarastot sitä mukaan, kun metsätraktori tai puunhankintaorganisaation on kuitannut ne valmiiksi (Uusitalo 2003, 120). Puutavara-autoon lähetetään tehdaskohtaiset ohjeet, joissa on ohjeet esimerkiksi kuorman purkamisesta ja tehtaalle saapumisesta (Räsänen 2012, 16).

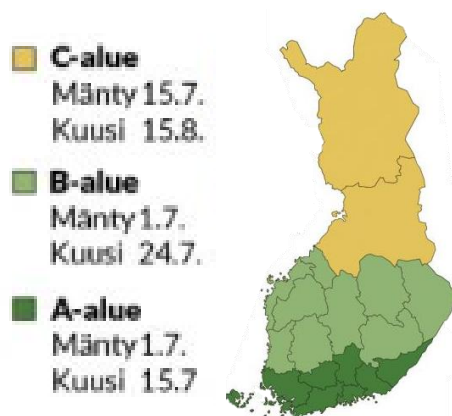
Esimerkiksi avainyrittäjä, jolla on useampia aliurakoitsijoita, saa ajosuunnittelujärjestelmään perjantaisin seuraavan viikon ajomääräykset. Ajosuunnittelujärjestelmässä on viikon ajomäärien lisäksi niiden aikataulut, lähtöpaikkavarastot ja toimituspaikat. Näiden tietojen pohjalta yrittäjä jakaa ajosuunnittelujärjestelmän avulla ajot jokaiselle autolle ja ajotunnit kuljettajille. Lisäksi tarkemmat muokkaukset, kuten varastopaikkojen sijainnit, yrittäjä merkitsee ohjelmaan. (Mäki 2014, 35.)

Puutavarayrittäjä voi suunnitella yksityiskohtaisemman ajojärjestyksen autokohtaisesti ja huolehtia, että toimitusmäärät eli kuljetuskiintiöt toimitetaan aikataulun puitteissa (Räsänen 2012, 15). Yrittäjä raportoi tarpeen tulleen puunhankintaorganisaatiolle kuljetuksen etenemisestä (Metsähallitus 2018a). Ajoneuvo kohtaisen kuljetuksen ja reitityksen voi yrittäjän lisäksi suunnitella kuljettaja tai yrityksen ajojärjestelijä riippuen siitä, mikä on puutavarayrityksen käytäntö.

Ajot pyritään suunnittelemaan niin, että mepa eli meno- ja paluukuljetuksia voitaisiin hyödyntää mahdollisimman useasti. Meno- ja paluukuljetuksilla tarkoitetaan, että ajoneuvo voi kuorman toimittamisen jälkeen ottaa kyytiinsä toisen kuorman ja välttyä näin tyhjällä kuormalla ajamisesta. (Venäläinen 2016a.) Kuljetuksien suunnittelu ei kuitenkaan ole aina mahdollista, jos yhteistä ympäristöä ei ole, eivätkä kuljetukset sovi suunnitellun reitin varrelle. (Perälä ym. 2009.)

Metsätuholaki

Kuljetusten suunnittelu vaiheessa puunhankintaorganisaation kuljetusesimiehen täytyy ottaa huomioon kesäaikaan oleva laki metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta. Metsätuhojen torjuntalaki (1087/2013) velvoittaa kuljettamaan puutavaran, joka on tyviläpimitaltaan yli 10 cm, pois hakkuupaikalta ja välivarastolta tietyn ajan kuluessa. Poistovelvoite koskee myös, jos hehtaarilla on 10 m³ vahingoittunutta kuusta tai 20 m³ mäntyä, mutta poistovelvoite ei koske, jos puu on kuollutta tai lahonnutta. (Heliövaara 2018, 198.)



Kuva 9 Velvoite metsätuholain määräajoista

Puutavaran omistajan on huolehdittava, että puutavara joka on kaadettu 1.9.–31.5. välisenä aikana, on kuljetettava määräaikojen puitteissa pois varastopaikoilta (kuva 9.) Poistamisvelvoite vaihtelee alueittain, jotka ovat A eteläinen, B keskinen ja C pohjoisin Suomi. Jos puutavaraa ei kuljeteta määräajan puitteissa, on se peiteltävä, kasteltava, kuorittava tai muulla tavalla huolehdittava, ettei puutavarasta pääse leviämään metsätuhoa aiheuttavia hyönteisiä, kuten kirjanpainajia. (Heliövaara 2018, 198.)

4.3.1 Kuljetuksen toteutus

Kun kuljettaja saapuu kuormauspaikalle on varmistuttava, että kyseessä on oikea puutavaraerä vertaamalla kuljetusmääräyksessä annettuja tietoja pinoihin merkittyihin tietoihin. Kuljettajan on lisäksi havaittava, että puutavara täyttää määrättyt laatuvaatimukset. Jos näin ei ole, on toimittava annettujen ohjeiden mukaan tai kysyttävä neuvoa kuljetuksenantajalta. Kuljettajan tehtävänä on kuljettaa laatuvaatimuksia täyttävää raakapuuta. (Venäläinen, P 2016b.)

Kuormaamisesta on hyvä varoittaa muita tiellä liikkujia varoitusmerkillä, varsinkin silloin, kun kuormataan yleisellä tiellä. Kuormaamisen jälkeen merkki on välittömästi poistettava, ettei merkki menetä tehoaan. Ajoneuvo tulee lisäksi pysäköidä aina ajoradan kulkusuunnan mukaisesti. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus s.a., 1.) Jos kuormausta tapahtuu mäessä, on ajoneuvon renkaiden alle laitettava varmistuspalat. Kuljettajan suositellaan varustautuvan huomiovaatteilla ja tarvittaessa myös kypärän käyttö on suotavaa, työturvallisuuden kannalta. (Venäläinen 2016b.)

Puutavara-auto tulee pysäköidä mielellään tasaiselle maaperälle noin kahden metrin päähän puupinosta. Lastaus aloitetaan tukijalkojen alas laskemisella ja nosturin siirtämisellä. (Koskiniemi 2018, 22–23.) Jos kuorma lastataan päällystetyllä ajoradalla, tulee tukijalkojen alle laittaa suojalevyt, jottei tukijalka vaurioita ajoradan päällystettä. Jos muu liikenne ohittaa puutavara-auton, niin kuormaaminen on keskeytettävä, ettei vaaratilannetta synny. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. s.a., 1) Vetoauto kuormataan ensin, jolloin painava kuorma tukevoittaa ajoneuvon lisäksi myös nosturia, jolloin nosturista tulee vakaampi. Sen jälkeen kuormataan perävaunun takaosa ja viimeiseksi perävaunun etuosa. (Koskiniemi 2018, 22–23.)

Kun puutavaraeriä kuormataan, on kuljettajan otettava huomioon, että puunippujen tulee olla kuormatessa suorina eli sivusta katsottuna suorassa. Puutavaraniput kuormataan vähintään kahden saman sivun pystytolppia vasten. Kuorman oltava päältä kupera, jolloin niput asettuvat paremmin. Akseli- ja kokonaispainoraja eivät saa ylittää sallittua määrää, joka on määritelty ajoneuvon rekisteriotteessa. Puutavaraniput saa ylittyä perävaunun uloimmalta osalta enintään kaksi metriä, mutta ajoneuvon sallittu kokonaispituus ei saa kuitenkaan ylittyä. Jos kuorma ylittää yli metrin perävaunun uloimmasta osasta, täytyy se merkitä keltaisella tai punaisella merkkilipulla. Pimeään aikaan ylitettävässä osassa on oltava punainen huomiovalo. (Venäläinen 2016b).

Maantiellä kuormatessa, kuljettaja siivoaa kuormaamisesta tulleet roskat ja oksat pois maantieltä (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus s.a. 2).

Puutavaran sidonta

Kuormauksen jälkeen kuljettaja siirtää nosturilla ketjut kuorman päälle ja kiristää ne. Ketjut voivat olla manuaali- tai automaattikiristyksellä. (Koskiniemi 2018, 22–23.) Puutavaraniput sidotaan ajoneuvon alustaan tai kuormakoriin. Jos puutavara on enintään kolme metrinen, sidotaan yhdellä sidoksella, mutta jos on yli kolme metrinen niin kahdella sidoksella. Lisäksi on suotavaa, että vetoauton ja perävaunun viimeiset niput ovat sidottu kahdella sidoksella riippumatta nipun pituudesta. (Venäläinen 2016b.) Ajoneuvoissa voi olla myös kiristinpankot, joiden avulla kuorman voi sitoa automaattisesti hytistä käsin vain

kauko-ohjaimen avulla, koska kiristinjärjestelmä on integroitu pankoihin. Järjestelmä kiristää automaattisesti kuormaa myös ajon aikana. (Alucar Eagle 2017.)

Koskiniemen (2018, 22–23) mukaan kuorman kiinnittämiseen voidaan käyttää myös manuaalikiristyksellä tai automaattikiristyksellä käytettäviä liinoja. Metsätiellä oltaessa liinat kannattaa kiinnittää vasta sitten, kun puutavara-autolla on päästy tasaisemmalle maantielle. Kun ajetaan metsätiellä on vaarana, että kun kuorma liikkuu metsätien epätasaisuuden takia, niin liinat saattavat katketa. Tärkeintä on kuitenkin varmistaa, että puutavaralasti pysyy tukevasti matkan aikana mukana ja on turvallisesti sidottu viimeistään silloin kun hiljaiselta metsätieltä siirrytään vilkas liikenteisemmälle tielle. Huonosti kiinnitetty lasti on muille tielläliikkuville suuri onnettomuuden riski. Lisäksi ennen kuin kuorman kanssa voidaan lähteä jatkamaan matkaa, täytyy kuljettajan huolellisesti tarkastaa kuorma ja irrottaa esimerkiksi heikosti kiinni tai irti olevat oksat ja jääpalat. Puunkuormaaminen on aina vaarallista ja riskit ovat olemassa, joten kuormaamisessa kannattaa olla huolellinen eikä hätiköidä, koska pahimmassa tapauksessa onnettomuus voi tapahtua metsässä tai tienpäällä. (Koskiniemi 2018, 22–23.)

Ajoneuvon lastauksen jälkeen, kuljettaja päivittää kuormauksen jälkeiset tiedot varastotiedoista sekä tiedot kuormasta ja nippukaaviotiedoista. Tiedot siirtyvät ajoneuvosta suoraan puunhankintaorganisaation ja tehtaan vastaanottojärjestelmään sekä yrittäjän tietojärjestelmään. Vastaanottotiedoissa on tietoa ajoneuvon määrätiedoista, kuljetusmatkasta sekä tehtaalla otetusta vastaanottoajasta. Lisäksi kuljetustilaukseen liittyviä tietoja voidaan antaa erikseen, kuten silloin kun tulee jokin poikkeama vastaanottoaikaan. (Räsänen 2012, 16.)

Nippukaavio

Kuljetuksista voidaan tehdä myös nippukaavio silloin kun kuormassa on useamman sopimuksen puita. Nippukaavion on merkitty missä kohdassa vetoautoa ja perävaunua on kuormattu minkäkin sopimuksen puita. Lisäksi puut täytyy erottaa toisistaan esimerkiksi kuormaliinoilla, ettei eri sopimuksien puutavaralajit sekoitu keskenään. (Farmit s.a.) Nippukaavio tulee lähettää sähköisesti toimituspaikan mitta-asemalle, jotta se on valmiina, kun kuljetus saapuu toimituspaikkaan (Huhtiniemi 2006).

4.3.2 Puutavaran vastaanotto

Jokaisella tehtaalla on omat käytäntönsä, joihin kuljettajan on hyvä tutustua ennen ensimmäisen kuorman viemistä. Tietyt tehtaat ovat ottaneet käyttöönsä purkuaikasovelluksen, jossa kuljettajan on etukäteen varattava sopiva purkuaika kuormalle. (Tamtron s.a.) Purkuaikasovelluksen tarkoituksena on esimerkiksi parantaa liikenneturvallisuutta niin tehdas alueella kuin lähialueella. Sovelluksen avulla kuljettaja varaa itselleen sovelluksen ehdottamista ajoista sopivan neljän tunnin aikaikkunan, jolloin hän aikoo tulla kuorman kanssa tehdasalueelle. Sovellus näyttää myös varatut saapumisajankohdat, joten päällekkäisyyksiä ei synny. (Myöhänen 2018.) Jussilan (2018) mukaan, jos kuljettaja myöhästyy sovitusta purkuajasta syystä tai toisesta, voi uutta purkuaikaa joutua odottamaan useamman tunnin. Maksimiaika, jonka kuljettaja voi määränpäässä odottaa, on noin puolituntia, joten jokainen ylimenevä aika on kuljetusyrittäjälle tappiota.

Auton saapuessa tehtaan porteille ajoneuvo ajetaan vaa'alle, jossa ajoneuvon paino punnitaan ja rekisterinumero tunnistetaan automaattisen kulunvalvonnan kautta. Ajoneuvon saapuminen ja punnitustiedot rekisteröidään ja tiedot liitetään kuormasta saatuihin tietoihin vastaanottojärjestelmään. (Tamtron s.a.) Ajoneuvo punnitaan varsinkin silloin, kun kuormasta maksetaan painon mukaan. Mittatietona voidaan käyttää myöskin kuormainvaa'asta saatua painolukemaa, kiintokuutiomäärän tilavuuslaskelmaa tai laserkuvausta. (Venäläinen 2016f.) Mittausmenettely (mts. 25) määritellään jo puukauppasopimuksen tekovaiheessa.

Tieto kuorman saapumisesta välitetään lastin purkajille. Valotekstiohjaus ohjaa kuljettajan odotus- tai purkupaikalle tai arpoo sattuman varaisesti kontrollimittauksen, jossa kuorma puretaan tyhjälle alueelle ja mittaus tehdään tarkemmin. (Tamtron s.a.) Kuljettaja avaa kuormaliinat ennen purulle siirtymistä. Kuorma puretaan joko kurottajatruckeilla tai ajoneuvon omalla nosturilla. Puutavara menee suoraan tehdasvarastoon odottamaan tuotantolinjalle pääsyä tai suoraan tuotantoprosessiin. Viimeiseksi kuljettaja puhdistaa ajoneuvon puusta tulevista roskista tehdas alueella olevalle siivouspaikalle. (Kjellberg 2018, 24–25.)

Vastaanottojärjestelmä hakee kuljettajan lähettämät ennakkotiedot kuormasta ja liittää niihin punnitustiedot ja hyväksyytään ne kuljettajalla. Ajoneuvo punnitaan myös lähtötapahtumassa, jolloin punnitustietojen perusteella pystytään laskemaan puukuorman tilavuus ja maksamaan raaka-aineesta sekä rahdista oikea hinta. (Tamtron s.a.)

Kun puutavaraerät ovat vastaanotettu tehtaalle, saadaan niistä vastaanottotodistus, joka on tehtaan luovutuksen ja vastaanoton asiakirja. Vastaanottotodistuksessa on tiedot mittauksesta ja kuljetuksesta. Puutavaraerästä saadut mitaustiedot rekisteröidään tehtaan vastaanottojärjestelmään ja välitetään sähköisesti puunhankintaorganisaation tietojärjestelmään. Tietojärjestelmästä on saatavissa kaikki mittauksista koskevat raportit ja asiakirjat ja jokaiselle mittausosapuolelle tulostetaan mittausasiakirja (mts. 26) sekä muut tarvittavat asiakirjat. (Melkas 2018.)

Kuljetusjärjestelmään kirjautuu tieto toimitetun puutavaramäärän tiedoista. Esimerkiksi tienvarsivarastoista noudetuista puista vähennetään toimitettujen puiden määrä, jolloin tiedetään paljonko tienvarsivarastossa on puutavaralajia vielä jäljellä. Toimitustavoitteiden toteutumista voidaan seurata pitkälläkin aikavälillä toimituksesta. (Metsähallitus 2018a.)

4.3.3 Puutavaraterminaali ja välivarasto

Puutavaraterminaalilla tarkoitetaan aluetta, jonne puutavaralaji kuljetetaan odottamaan joko rautatiekuljetusta tai uittokuljetusta. Puutavara voidaan myös välivarastoida eli jättää odottamaan seuraavaa kuljetusta.

Välivarastoinnin syitä on muun muassa kelirikkokausi, metsäautoteiden huono kantavuus, pienten puutavaraerien yhdistely, meno- ja paluukuljetukset sekä tehdas varastoinnin minimoiminen. (Venäläinen & Ovaskainen 2016, 6–8.)



Kuva 10 Välivarasto

Välivarastotyyppejä on kolme erilaista: tyyppi 1, tyyppi 2 ja tyyppi 3. Tyyppi 1 on tarkoitettu vain perävaunun ja kuormaimen tilapäiseksi säilytyspaikaksi. Perävaunu voidaan jättää varastopaikalle siksi aikaan, kun vetoautolla haetaan kuorma hankalalta tieosuudelta. Tyyppi 2 on tyypillinen tienvarsivarasto, johon metsästä tuodut puutavaraerät on lajiteltu tienvarteen. Kuorma täytetään soveltuvista puutavaralajeista ja loput puuerät jätetään odottamaan seuraavaa kuormaa. (Venäläinen & Ovaskainen 2016, 12.) Tyyppi 3 on tarkoitettu esimerkiksi kelirikkokauden puskurivarastoksi, joka tarkoittaa silloin pidempiaikaista varastointia (kuva 10.)

5 DIGITAALISET JÄRJESTELMÄT

Tehtaiden, puunhankintaorganisaatioiden ja puutavarayrittäjien väliseen yhteistyöhön tarvitaan tänä päivänä erilaisia järjestelmiä, jotta tiedonsiirto ja esimerkiksi kuljetusmääräykset pystytään suunnittelemaan molempien aikataulun ja tarpeen mukaan sopiviksi. Järjestelmiä tarvitaan myös jakamaan erilaisia tietoja, kuten kuormiin liittyvä tieto reaaliaikaisesti.

Puunhankinnan tiedonhallinnan kannalta keskeisiä tietoja ovat metsävarat, ostokohteet, leimikot, ajourat, tienvarsivarastot, käänköpaikat ja tiestöt, joiden tietoja tarvitaan päivittäin (Räsänen 2018, 362). Ajojärjestelmät eli suunnittelujärjestelmät, ovat yleensä ajoneuvon tietokoneella, jolloin tieto siirretään niihin

langattomasti. Kuljettaja saa langattomasti järjestelmien avulla ajoneuvon tietokoneeseen kuljetusohjeet, varastotiedot, karttatiedot sekä toimituspaikkaohjeet. Lisäksi toimituspaikkarekisteri ja tehdaskohtaiset puutavaraan liittyvät laatutiedot pidetään ajan tasalla keskitetysti. (Metsähallitus 2018b.)

Ajoneuvoissa on myös paikannus- ja karttajärjestelmät, joiden avulla kuljettaja löytää tienvarsivaraston vaikka keskellä yötä (Venäläinen 2016a). Puutavarakuljetuksissa käytetään PapiNet -sanomastandardia, jonka avulla pystytään välittämään tietoa esimerkiksi kuljetustilauksesta ja joka mahdollistaa, että puutavaratoimituksen eri osapuolet pystyvät viestimään keskenään kuljetukseen ja vastaanottomittauksiin liittyviä tietoja. (Räsänen 2018, 363.)

5.1 Kuljetusjärjestelmiä

Puutavarakuljetuksissa tärkein järjestelmä on ajojärjestelysovellus, jonka avulla kuljetusmääräykset vastaanotetaan ja kuljetukset suunnitellaan aikatauluihin sopivaksi. Esimerkiksi Trimble Solutions Oy kehittänyt LogForce-sovellus tarjoaa palveluja kuljetusten ohjaukseen, seurantaan, kuin suoritusten valvontaan. LogForce-ajojärjestelysovelluksen avulla voidaan suunnitella tehokkaasti kuljetukset, eikä ole suurta merkitystä, minkä kokoinen yritys on. (Mulju 2018, 2.) Piimegan tarjoama LogPro-järjestelmä on hyvin samanlainen kuin LogForce, jonka avulla pystytään myös suunnittelemaan kuljetukset, ylläpitämään varastosaldoja sekä kuormaustoimintoja (Piimega s.a.).



Kuva 11 Kuljetusjärjestelmät

Kuljetusjärjestelmiä on monia, joista vain muutamit käydään seuraavassa osuudessa läpi. Jokaisella järjestelmällä on oma ominaisuutensa ja hyötynsä, mutta jokainen niistä on erilainen. (Kuva 11.) Ajoneuvojärjestelmän etuna on,

että se kertoo paljon tietoa ajoneuvon tilan lisäksi kuljettajan ajotavasta, nopeudesta, pysähdyksistä ja kaarreajoista. Kuljettajan ajotavan seurannan avulla voidaan tehdä ajotavan muutos, joka edesauttaa taloudellisempaan ajoon, jolloin myös polttoaineen kulutus pienenee.

Esimerkiksi Dynafleet-ajoneuvojärjestelmään on saatavilla sovellus, jonka kuljettaja saa omaan puhelimeen, jolloin ajotapaa ja polttoaineen kulutusta pystyy seuraamaan itsenäisesti ja reaaliaikaisesti. Tämä taas tuo kuljettajalle motivaatiota, kun näkee heti, mitä ajotavoissa pitää kehittää. (Volvo Truck 2017, 14–21.) Scania Fleet Management on Scanian ajoneuvojärjestelmä, joka on hyvin samanlainen kuin Volvon Dynafleet. Ajotapaseuranta, reaaliaikainen ajoneuvoseuranta sekä erilaiset monitoimiraportit, joiden avulla voidaan saada kuljettajasta ja ajoneuvosta tietoa, joidenka avulla voidaan parantaa ja kehittää toimintaa (Scania s.a).

Ajoseurantalaitteiden avulla voidaan etäpurkaa kuljettajakortti ja seurata kuljettajan työ- ja lepoaikojen noudattamista. Ajohistoria kertoo ajoneuvon käyttämät reitit, pysähtymispaikat ja pysähtymisen kestot. (ABAX. s.a). Karttaohjelmistojen avulla maantieteellisten paikkojen sijainnit, suunnittelu, löytäminen on helpompaa ja nopeaa, kun karttoja voidaan jakaa myös kuljettajien kesken (Esri Finland. s.a.).

HiVision-etäohjausjärjestelmän avulla kuljettaja voi VR-lasien avulla kuormata kuorman hytistä käsin, jolloin turvallisuus ja tehokkuus lisääntyvät, kun ajoneuvosta ei tarvitse poistua kuormaamisen takia. Nosturi on normaalia nosturia kevyempi ja lyhyempi, koska nosturin hytti on poistettu. Nosturissa on kuusi kameraa, joiden tunnistimet reagoivat ohjaajan päänliikkeisiin sekä vaihtavat näkymää portaattomasti VR-laseissa. Järjestelmä toimii ajoneuvon hyttiin asennetun tietokoneen avulla. Nosturia ohjataan apumiehen paikalta, joten on tärkeää, että työasento saadaan mahdollisimman ergonomiseksi. (Eagle 2017.)

HiVisionin-etäohjausjärjestelmän kehitys on vasta alkanut, vaikka VR-lasien avulla kuormaava nosturi ei Suomessa suosiota ole kasvattanut muutoin kuin opetuskäytössä. Etäohjausjärjestelmän ansiosta kuljettaja voi napin painalluk-

sella kuormata ajoneuvon niin, että kuljettajan ei tarvitse poistua hytistä. Nosturi on siitä turvallinen, että se ei suostu kuormaamaan, jos ihminen on nosturin välissä. Monessa ajoneuvossa nosturi on turhaan mukana, joka taas vie käyttökapasiteettia ajoneuvosta. (Järvinen 2019, 26–27.) Kun nosturin hytti jätetään pois, tulee ajoneuvosta silloin kevyempi, jolloin käyttökapasiteetti lisääntyy kuormaamisessa.

5.2 Big Data

Big Data eli massadata tarkoittaa, että tietoa kerätään tietolähteistä, kuten ajoneuvotekniikasta, yritysten järjestelmistä, pilvipohjaisista ratkaisuista sekä sijaintitiedoista. Erilaiset sensorit, monitorit ja ennusteet, joiden avulla voitaisiin kerätä tietoa liikenteestä ja säästä. Tietoa keräävän Big Data–hankkeen tavoitteena on muun muassa yhdistää ajoneuvojen sensorit, sääennusteet, tiettyöinfot sekä henkilöstön työvuoro tiedot niin, että reitit voidaan ajaa ilman yllätyksiä. Kun toimitusketjusta tulee läpinäkyvä ja tiedonkulku on soljuvaa, tietävät kaikki osapuolet silloin, missä toimitusketjun vaiheessa ollaan menossa. Näiden lisäksi toimitusketju säästää kustannuksia ja aikaa. Toimitusketjun etenemistä voitaisiin seurata langattoman verkon, älypuhelimien ja gps:n avulla. (Satuli 2017, 14–16.)

Kaikki eivät kuitenkaan kannata datan liikkuvuutta, sillä tietojen vääränlainen käyttö lisää vakavia vastuuongelmia ja turvallisuusriskejä. Yksityisyys ja tietosuoja täytyy suojata etteivät henkilökohtaiset tiedot leviä, mutta mahdollistaa avoimen, kaupallisen datan käyttämisen. Ennen kuin dataa päästää hyödyntämään ja käyttämään tarvitaan kokeilevia yrityksiä mukaan tekemään muutosta, muuten datan hyödyt jäävät saamatta. (Satuli 2017, 16.) Metsäsektoriin on keskittynyt Forest Big Data, jonka tavoitteena on parantaa puutavaralogistiikkaa koko toimitusketjulta kehittelemällä välineitä ja menetelmiä, joiden avulla pystyttäisiin hyödyntämään ja jalostamaan tietoa. (Louhi 2018).

5.2.1 Metsävaratietiedon hyödyntäminen

Forest Big Dataan kuuluu Forest Digiroad hanke, jonka tarkoituksena oli kehittää menetelmiä, joiden avulla valtakunnallisesti ja ajantasaisesti saataisiin kerättyä kaikki metsäautoteitä koskeva tieto, joka on pysyväluontoista (Venä-

läinen 2016d, 18). Mittausmenetelmiä olisivat kuva- ja anturidata, laserleikkausmenetelmät, säämallit- ja ennusteet, kannettavat mittauslaitteet, satelliittii-ilmakuvat sekä ajoneuvotietokoneiden data (Venäläinen ym. 2016, 30). Monen mittausmenetelmän tavoitteena on, että tietoa voitaisiin kerätä mahdollisimman automaattisesti tiestöstä ilman, että kuljettajan keskittyminen liikenteeseen herpaantuu (Venäläinen ym. 2017, 42).

Tiestötiedon keräämisen tarkoituksena onkin saada tietoa alempien tieverkostojen ja yksityisteiden kunnosta. Varsinkin korjuun ja kuljetusten ajankohdan suunnittelussa ajantasaisen tiedon saaminen olisi tarpeen. Suunnittelu tehostuisi, kun metsäteiden kunnan voisi arvioida päivää, jopa tunteja ennen metsätielle menoa. (Venäläinen ym. 2016, 38.)

Pysyvät tiestötiedot	Muuttuvat tiestötiedot	Olosuhdetiedot	Liikenne
<ul style="list-style-type: none"> • Tien leveys • Kääntöpaikat • Liittymät • Kohtaamispaikat • Raskaan liikenteen ajorajoitukset 	<ul style="list-style-type: none"> • Kantavuus • Kelirikko • Urat, kuopat, lätäköt yms. • Vesakoituminen • Näkemäalueet 	<ul style="list-style-type: none"> • Ajosää • Este (onnettomuus, iso esine tai eläin) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kuljetusvirrat tiestöllä • Muu liikenne yksityisteillä

Kuva 12 Tiedon keräysmenetelmät (Pajuja 2017)

Tietoa kerättäisiin pääasiassa pysyväluontoisista tiestötiedoista, mutta myös muuttuvista tiestötiedoista, olosuhdetiedoista sekä liikenteestä (kuva 12).

Kerätyn, ajantasaisen ja yhteen kootun tiestödatan tarkoituksena ovat

- metsäsektorin ja tiestöjen kustannustehokkuus
- turvallisuuden lisääntyminen tiellä
- tiestöjen vaurioitumisten pienentyminen.

Kerättyä tietoa voisi käyttää vapaasti ja maksutta niin julkisten kuin yksityisten sektoreiden käytössä. Kerätyn tiedon avulla voisi syntyä uusia lisäpalveluita ja digitaalista liiketoimintaa. (Venäläinen 2016d, 18.)

Lilleberg ym. (2017, 2–8) mukaan kaukokuljetuksien kannalta olisikin tärkeää saada metsäteiden ajettavuudesta ennakkoon tietoa, jotta muuttuvat olosuh-

teet kuten säävaihtelut olisivat ennakoitavissa. Hämäläinen (2018, 23) uskoo-kin, että digitalisaatio mahdollistaa kehityshyppäyksen korjuulogiikassa ja puutavaralogistiikassa, mutta myös puutuotannon tehostamisessakin.

5.2.2 Mobiilisovellukset

Mobiilisovellusten avulla voidaan helposti jakaa tietoa reaaliaikaisesti, myös kaikkien sovellusta käyttävien kesken. Teiden kunto vaihtelee sääolosuhteista ja vuodenaikasta riippuen jopa yllättävän nopeasti. Metsään Tie-sovelluksen avulla voi tienkäyttäjä tietää metsäteiden kunnan ja EGrip-sovellus auttaa tienkäyttäjää ennakoimaan mustaa jäätä ja tarkastelemaan reaaliaikaisesti ke-likameroita.

Metsään Tie-sovellus otettiin käyttöön tammikuussa 2019. Sovelluksen tarkoituksena on kerätä tietoa metsätiestöjen kunnosta Metsäkeskuksen karttapalveluun. Jokainen voi ilmoittaa metsäteiden kunnosta Metsään Tie-puhelinsovelluksella anonyymisti. Sovelluksen tarkoituksena on kerätä tietoa tieverkoston kunnosta ja auttaa liikennöitsijää sekä tienkunnan hoidossa pitäjiä tietämään täsmentävät ongelmakohdat metsäteiden verkossa. Sovelluksen avulla voidaan kerätä tietoa ajon aikana, sillä puhelimen sensorit mittaavat ajoneuvon tärinää ja tallentavat tiedot sovellukseen. Kuljettaja voi ajon jälkeen ilmoittaa nimettömästi havainnoistaan esimerkiksi metsätien kuopista, kivistä, kelirikosta, liukkaudesta, tulvahaitoista tai vaikka aurauksen tarpeesta. Lisäksi sovellukseen voi kertoa tietoa mahdollisista käänköpaikoista tai rajoituksista, kuten kapeasta sillasta tai suurimmasta sallitusta leveydestä tieosuudella. (Ruo- kangas 2019.)

EEE-Innovations Oy:n on kehittänyt keksinnön, joka antaa reaaliaikaista tietoa teiden liukkaudesta kuljettajille, liikennöitsijöille sekä kaikille tietoa tarvitseville. Ohjelmiston avulla kuljettaja saa tietoa tienpintojen liukkaudesta ja pystyy ennakoimaan mustaa jäätä, jolloin kuljettaja voi ajaa taloudellisemmin. Järjestelmän avulla voidaan välittää tietoa, jota esimerkiksi tien kunnossapitäjät voivat hyödyntää työssään. Myöskin liikennekameroiden tarkastelu on mahdollista sovelluksen avulla. (EEE Innovations Oy 2018.)

EGrip-ohjelmiston eli liukkaustietoa muodostavan ohjelmiston avulla pystytään saamaan maantiestä liukkaustietoa, kun ajoneuvon tietokone laskee pyöriä ja vetävien renkaiden pyörimiseron ja suhteuttaa sen ajoneuvon moottoritteeseen. (Venäläinen ym. 2019, 50–53) Järjestelmä on tällä hetkellä noin 200 ajoneuvossa, mutta tavoite on, että se on tuhannessa raskaan liikenteen ajoneuvossa vuoden kuluttua (Europörssi 2019).

6 HAASTATTELUIDEN YHTEENVETO

Haastattelupyynnöt lähetin tammikuussa 2019 valitsemilleni metsäalan ja kuljetusalan asiantuntijoille. Haastateltavia valikoitaessa ei ollut suuria kriteereitä, vaan valitsin satunnaisesti keskisuuria kuljetusyrityksiä, joissa olisi yli 10 puutavara-autoa. Valitettavasti kukaan kuljetusyrityksistä ei suostunut haastattelupyyntöön. Haastatteluihin suostuivat kaksi puunhankintaorganisaatiossa työskentelevää metsäalan asiantuntijaa sekä yksi puutavarakuljetuksien asiantuntijatehtävässä työskentelevä ammattilainen.

Haastatteluvaihtoehdot olivat puhelinhaastattelu, sähköpostihaastattelu ja kasvotusten haastattelu. Kysymykset olivat suurimmaksi osaksi samoja, joten teema säilyi koko ajan, mutta muutama kysymys määräytyi haastateltavien työtehtävien mukaan. Puolistrukturoidun teemahaastattelujen aiheet olivat:

- digitaalisuus ja sovellukset
- haasteet alalla
- tulevaisuuden näkemykset.

Puolistrukturoitu teemahaastattelu valikoitui myös sen vuoksi, että haastateltavista kaksi haastateltiin sähköpostin välityksellä, joten etukäteen lähetettävät kysymykset olivat tässä kohtaan oikea vaihtoehto. Kun vastaukset kysymyksiin saatiin, laitoin myös tarkentavia kysymyksiä haastateltaville niistä vastauksista, joista vastaus jäi epäselväksi tai vaativat tarkennusta. Haastattelut toteutettiin helmikuussa ja maaliskuussa 2019.

Haastatteluista kaksi, tehtiin sähköpostihaastattelun välityksellä, jolloin lähetin kysymykset haastateltaville ja he vastasivat kysymyksiini. Yksi haastattelu ta-

pahtui kasvotusten ja haastattelu äänitettiin, jonka jälkeen vastaukset litteroitiin. Kaikki haastattelut tapahtuivat anonyymisti, joten haastateltavat ovat A, B ja C.

6.1 Digitalisuus ja sovellukset

Kaikilta haastateltavilta kysyttiin, miten digitalisuus näkyy alalla. Haastateltava A kertoi, että digitalisaatio on alkanut 1990-luvulta lähtien, kun puutavara-autoihin alkoi tulla kuljetusten ohjausjärjestelmiä karttasovelluksineen. Ohjelmistot, tietoliikenneyhteydet sekä laitteet ovat kehittyneet merkittävästi kuljettajan työn tehokkuuden nostamisen työkaluiksi.

”Metsä- ja kuljetustenohjausjärjestelmät niin monimutkaisia ja käyttäjäkuntaa vähän, että niiden uusiminen on kallista.”

Digitalisaation haittoja ovat ohjelmistojen ja tiedonsiirtojen kustannukset. Kun tiedonsiirto- tai kuljetustenohjausohjelmisto on jumissa, niin puita ei pystytä kuljettamaan. Lisäksi kuljettaja tekee toimistotöitä joka kuormalla noin 10 minuuttia ja on väärä ihminen tekemään niitä. Ohjelmistoissa on tällä hetkellä hivenen myös monopoliaseman uhkaa. Lisäksi tietokone autossa voi häiritä kuljettajan ajamista. Mutta on digitaalisuuden myötä tullut hyötyjäkin, kuten tietojen ajantasaisuus, tehokkuus ja suurempien kokonaisuuksien hallinta.

Haastateltava B:n käytössä on tällä hetkellä Silva Data Oy:n ohjelmisto, joka kattaa 50 erillistä toimintoa puunkorjuusta aina myyntireskontraan asti. Tällä hetkellä yrityksellä ei ole puunkorjuuyrittäjän kanssa samaa ohjelmistoa, joten haastateltava B lähettää puunkorjuuseen liittyvät ohjeet ZIP-tiedostona, jonka puunhankintaorganisaation ohjelma lähettää puunkorjuuyrittäjän sähköpostiin. Puunkorjuuyrittäjän GIS-ohjelmisto purkaa tiedoston luettavaan muotoon. Muuten yhteydenpito toimii puhelimen välityksellä, koska yrityksellä ei ole järkevää, nopeaa, reaaliaikaista ja kahden suuntaista tiedonvaihtoa. Yritys on aikeissa vaihtaa heille räätälöityyn toiminnanohjausjärjestelmään jossakin vaiheessa.

"Haasteita on kuten se, että kun toiminnanohjausjärjestelmä valmistuu, niin se on valmistuessaan jo vähän vanha, niin ongelmana seuraa jatkuvaa muutosta, koska muutokset ympäristössä on niin nopeita. Toiminnanohjausjärjestelmässä kaiken perusta on toimivuus ja se, että tietoa pystyisi jakamaan ja hakemaan reaaliaikaisesti. Jos sovellus ei toimi, esimerkiksi palvelin on alhaalla, niin käytännössä työt voi lopettaa ja lähteä kotiin."

Haastateltava C:n työssä työtä tehdään tietokoneen ja puhelimen välityksellä ja käytössä on Trimblen Oy:n sekä Silvadata Oy:n ohjelmat. Haasteena on, että molempien ohjelmistoja käytetään rinnakkain ja päällekkäin, joka on erittäin hankalaa ja työllistävää sekä toimimatonta.

"Ohjelmissa ylipäätään pitäisi miettiä käyttäjäystävällisyyttä. Järjestelmiin yritetään "ympätä" liikaa asioita, jolloin niitä ei lopulta saadakaan toimimaan toivotulla tavalla, vallikoissa sen tuhannen "palikkaa" ja valinnan mahdollisuutta..."

6.2 Haasteet alalla

Haasteena A näkee kuljetusalalla tulevaisuudessa kuljettajien saatavuuden ja taloudellisen kannattavuuden. Kuljettajien saatavuus voisi parantua, jos naisia saataisiin alalle, työviihtyvyyden parantaminen, kuten työvuorojen ja töiden tasaisuus sekä töiden parempi ennustettavuus. Myöskin kuljetusyrittäjien työnjohdon osaaminen ja työturvallisuuden kehittäminen voisivat parantaa kuljettaja pulaa.

"Aina kun on aikataulu ajo, niin kuljettaja joutuu suunnittelemaan keikan aina liian väljäksi. Kyllä, jonoa ei ole tehtaalla ja puita tulee tasaisemmin. Mutta jonot ovat huoltoasemien pihalla, kun kuskit odottavat aikatauluaan. Jos joka kuormalle varataan ylimääräistä vientiaikaa esim. vain 15 min. niin tuhannella vuosikuormalla saadaan hukattua 15.000 minuuttia kuljettajan aikaa. Aikataulu ajo on lisäpalvelu asiakkaalle ja siitä pitäisi saada lisäkorvaus, vai mitä?"

"Aikataulu ajo on mielestäni seurausta siitä, että puun vastaanotto ja varastointitilat eivät vastaa tehtaalle / sahalle tulevia puumääriä. Myös taustalla saattaa olla toimitusmäärien suunnittelun on epäonnistuminen."

Kuljetusten oikea hinnoittelu sekä teiden parempi kunto parantaisivat kuljetusten tehokkuutta. Lisäksi kuljetusyrittäjien sopimustekstit ovat pääsääntöisesti heikkoja yrittäjän kannalta, joten kuljetusten taloudellinen kannattavuus on sopimusten vuoksi haasteena. Kun haastateltavalta kysyttiin minkälaista kehitystä toivoisi näkevänsä alalla, niin vastaus oli selvä: ”Tiet kuntoon!”

Haastateltava B näkee haasteena muutos vauhdin, jonka keskellä pitäisi säilyttää fokus ja tekeminen olemalla hyvinvoivia ja tehokkaita, mutta muutos kuitenkin rasittaa älyttömästi.

”Muutosvauhtia me ei pystytä hillitsemään ja pysäyttämään, mutta mitä se aiheuttaa työpaikoilla meissä ihmisissä niin siihen pitää pystyä jotenkin reagoimaan. Käytännössä se on residenssin lisäämistä, sitä muutos kestävyyttä, oppimaan oppimista, miten me pärjätään paremmin siinä alati kiihtyvässä muutos vauhdissa.”

Puunhankinnassa organisaatiot ovat tehostaneet toimintojaan, joten kilpailu on kovaa, sillä mitä lähempää puu tulee tuotantolaitokselle, sen halvempaa se on organisaatiolle. Arvojen ristiriidat, kuten luontojärjestöt, jotka kyseenalaistavat esimerkiksi avohakkuut tulevat aiheuttamaan isoja ristiriitaisuuksia tulevaisuudessakin. Osaavan työvoiman saaminen niin käytännön tekijästä, johtosemaan saakka on haasteena. Ilmastomuutos, myös lisää haasteita korjuussa.

Haastateltava näkee tietojärjestelmät haasteena, sillä ne ovat hänen mielestään kaukana todellisuudesta, eivätkä aina taivu käytäntöön. Myös meno- ja paluukuljetukset ovat haaste, sillä monilla kuljetusyrittäjillä kuorma on tyhjiä, joten niissä valtava kehittäminen.

6.3 Tulevaisuuden näkemyksiä

Haastateltava A:lta kun kysytään lähitulevaisuuden näkemyksiä, haastateltava näkee HiVision By Hiabin yleistyvän, eli etäluettavien ajoneuvojen ja nosturien käytön sekä ajoneuvojenkustannus ja talousseurannan kasvun kasvavan. Esi-

merkiksi LogForce, HiVision ja Vaisalan tietutka ovat ratkaisuja, joita kannattaisi soveltaa laajemmin. (Vaisalan tietutka mittaa tien veden, lumen ja jään määrää ja laskee tien kitkan, jonka avulla selviää, onko tiellä liukasta).

Haastateltava B:n mielestä tulevaisuudessa isot kuljetusyrietykset tekevät käytännön työn ja että Trimblen ja Piimegan järjestelmät ovat kärkipäässä.

Haastateltava C näkee, että tulevaisuudessa digitaalisuus tulee varmasti lisääntymään. Raha ja resurssit ovat kuitenkin ratkaisevassa osassa kehitystyössä, mutta sovellusten kehittäjä PiiMegalta saattaa löytyä ratkaisuja haasteisiin.

7 KYSELYTUTKIMUS

Kyselytutkimus tehtiin huhtikuussa 2019 Webropol-ohjelmalla, joka lähetettiin 70 kuljetusyrietykselle ympäri Suomen. Kuljetusyrietykset, jotka saivat kutsun kyselyyn, olivat raakapuuta kuljettavia kuljetusyrietyksiä. Koska työ tehtiin ilman toimeksiantajaa, oli kuljetusyrietyksien yhteystietojen saaminen haasteena.

Yrietyksien sähköpostiosoitteet etsin Google-hakukoneen avulla. Yrietyksillä piti olla kotisivu tai yhteystietosivu, jossa oli sähköpostiosoite sekä tieto, että yrietyks toimii puutavarakuljetusalalla. Kuljetusyrietyksien hakua hankaloitti muun muassa, että yrietyksen toiminnasta ei ollut tietoa, yrietyks tiedot olivat puutteelliset tai epäselvät. Lisäksi monelta yrietykseltä puuttui sähköpostiosoite.

Valituille 70 kuljetusyrietykselle lähetettiin saatekirje, jossa kerrottiin opinnäyetyön taustoista sekä tutkimusaiheesta. Saatekirjeessä myös kerrottiin, että kysely tapahtuu anonymisti, luottamuksellisesti ja korostettiin, että kyselyn vastaamiseen menisi aikaa vain viisi minuuttia. Kysely oli avoinna 1.–14.4.2019 ja saatekirje lähetettiin 1.4.2019. Lisäksi kaikille valituille yrietyksille lähetettiin 8.4.2019 muistutusviesti, jossa pyydettiin vastaamaan kyselyyn. Muistutusviesti auttoi lisäämään vastanneiden määrää.

Webropol-kyselyn kysymykset valikoituivat hyvin pitkälti tutkimuskysymyksien ja teorian pohjalta. Jaoin kysymykset teemoihin, jotka ovat:

- sähköisten järjestelmien käyttö
- digitalisaatio
- verkosto ja tutkimusprojektit
- haasteet puutavarakuljetus alalla.

Kyselyyn vastausprosentti oli 33 prosenttia. Kyselyyn vastaamatta jättämisen syynä voi olla kiinnostuksen puute, ajanpuute tai se, että kyselyyn vastanneiden kesken ei ollut mitään arvontaa, jonka kautta olisi voinut voittaa jotakin. On myös mahdollista, että sähköpostiviesti on mennyt roskapostiin. Sähköpostin kautta lähetettävä kysely oli kuitenkin joustava vaihtoehto ja tähän tutkimukseen paras mahdollinen ratkaisu, varsinkin kun työllä ei ole toimeksiantajaa.

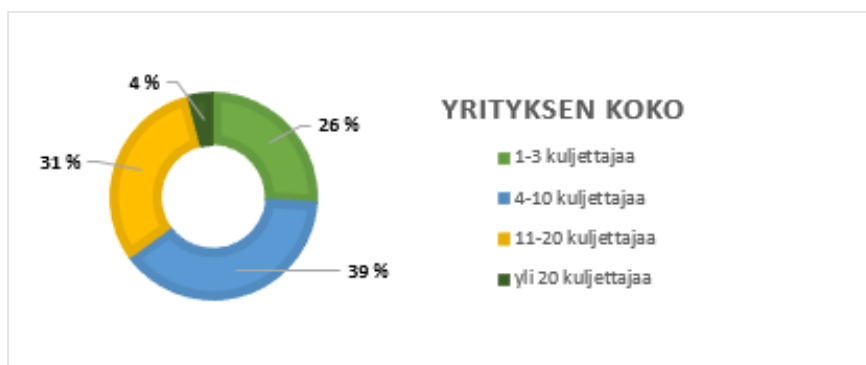
7.1 Kyselyn tulokset

Seuraavissa osiossa on kyselyyn vastanneiden tuloksia, mutta ensin tarkastellaan taustatietoja. Kyselyyn vastanneiden työtehtävät, yrityksen koko, perustamisvuosi ja toiminta-alue, joissa kyselyyn vastanneet yritykset toimivat.



Kuva 13 Vastaajien työtehtävät

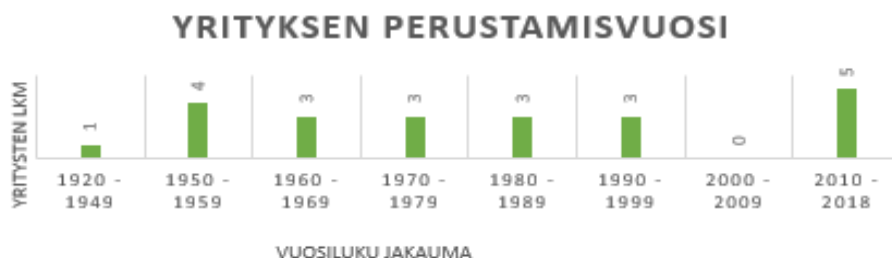
Kyselyyn vastanneista 78 prosenttia oli kuljetusyrittäjiä tai muuten yrityksen johdollisia henkilöitä, johon varmasti vaikutti se, että sähköpostiosoitteet olivat monesti yritysten yrittäjien. Vastausvaihtoehtoina oli lisäksi ajoneuvon kuljettaja ja muu työntekijä. Hallinnollisia työntekijöitä oli vastaajista 18 prosenttia ja 4 prosenttia ajojärjestelijöitä. (Kuva 13.)



Kuva 14 Yritysten koko

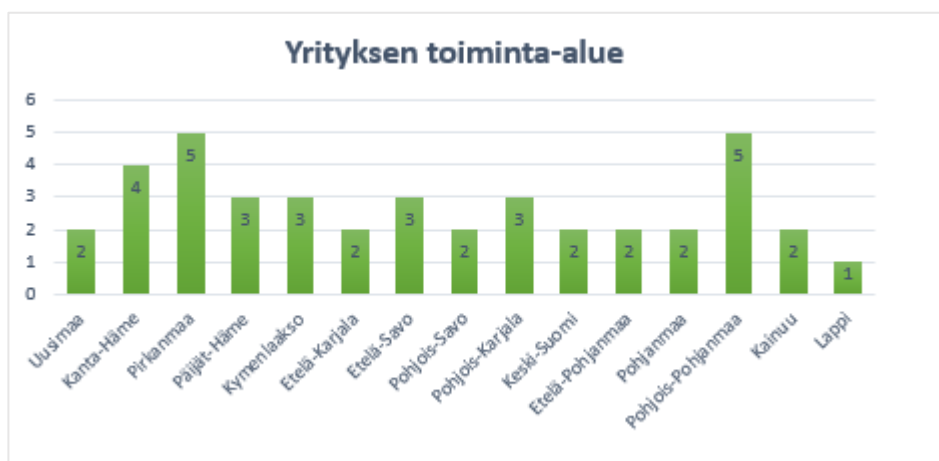
Vastanneiden yritysten yleisin koko oli 4–10 kuljettajan kokoinen yritys. Näiden osuus on 39 prosenttia vastaajista. (Kuva 14). Seuraavaksi eniten vastasivat 11–20 kuljettajan yritykset, joiden osuus oli 31 prosenttia. Pienten yritysten osuus oli 26 prosenttia ja yli 20 kuljettajan osuus 4 prosenttia.

Seuraavaksi tarkastelemme kyselyyn vastanneiden yritysten perustamisvuotta. Yritykset oli perustettu hyvin tasaisesti, vaikka muutamia poikkeuksia-kin löytyi.



Kuva 15 Yritysten perustamisvuosi

Olennaista on, että vuosina 2000–2009 ei ole vastanneista yrityksistä perustettu yhtäkään yritystä. Suurin osa yrityksistä on perustettu vuoden 2010 jälkeen. (Kuva 15.) Seuraavaksi eniten on perustettu 1950 vuosikaudella. Vuosien 1960 alkaen vuoteen 1999 asti on perustettu yhtä monta yritystä.



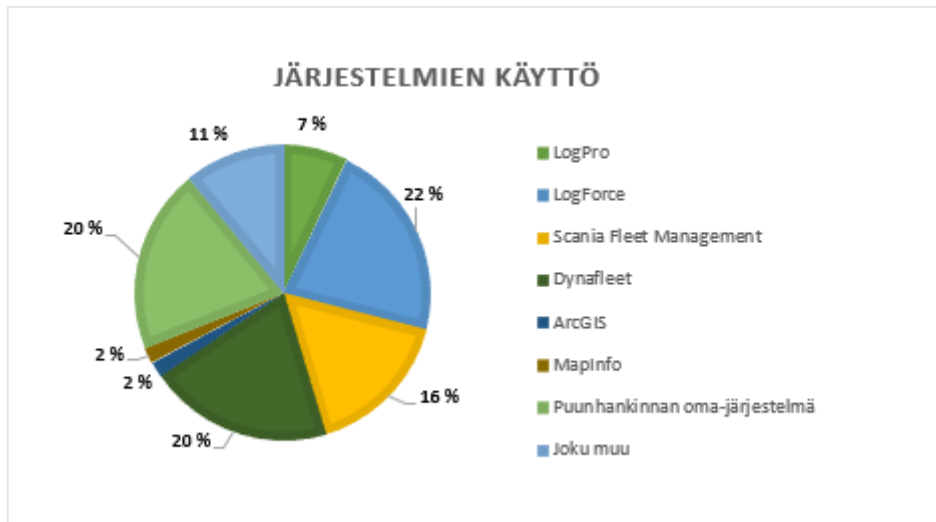
Kuva 16 Yritysten toiminta-alue

Kyselyssä pyydettiin valitsemaan ne maakunnat, jotka ovat yrityksen toiminta-alueita. Vastauksia saatiin yhteensä 41. Eniten toiminta-alueiksi valittiin taulukon mukaan Pirkanmaa, Pohjois-Pohjanmaa ja Kanta-Häme. (Kuva 16.) Lapin toiminta-alueen valitsi vain yksi. Kyselyyn ei vastattu Varsinais-Suomen, Satakunnan, Keski-Pohjanmaa eikä Ahvenanmaan toiminta-alueista.

Jos ennen kyselyn lähettämistä olisi selvitetty sähköpostin ja yrityksen nimen perusteella paikkakunta, olisi silloin voitu suhteuttaa määrä lähettyjen yritysten toimipaikkakuntaa vastanneiden yritysten toiminta-alueeseen. On kuitenkin huomioitava, että kaikki yritykset eivät mainosta toiminta-alueitaan ja näin ollen tulos ei olisi luotettava.

7.2 Sähköisten järjestelmien käyttö

Seuraavassa osiossa käsitellään kyselyn vastauksia digitaalisten järjestelmien käytöstä. Kyselyssä listattiin järjestelmiä, jotka ovat olleet teoriassa käytyjen asioiden mukaan oleellimmat sovellukset.

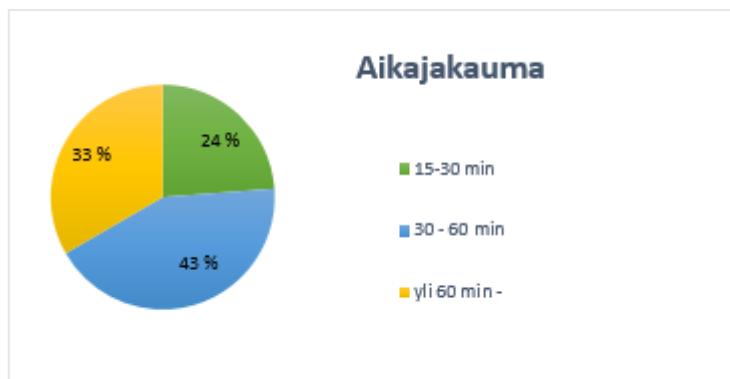


Kuva 17 Järjestelmien käyttö

Vastauksia tuli yhteensä 55, joista eniten valittiin ajosuunnittelujärjestelmä LogForce, jonka osuus on 22 prosenttia, ajoneuvojärjestelmä Dynafleet 20 prosenttia ja ajoneuvojärjestelmä Scania Fleet Management 16 prosenttia. Vastaajista 20 prosentilla on käytössä puunhankinnan omajärjestelmä. Karttaohjelmien ArcGIS:in ja MapInfon osuus on neljä prosenttia (kuva 17). Ymmärrettävää on, että suurin käyttäjäkunta kohdistuu juuri ajoneuvojärjestelmille, koska niiden avulla ajomääräykset saadaan. Ajoneuvojärjestelmät ovat ajoneuvojen omia järjestelmiä, joten muillakin ajoneuvojen valmistajilla kuin Volvo ja Scanialla on vastaavanlaisia järjestelmiä.

Vastaus vaihtoehdoissa oli myös joku muu-vaihtoehto, johon vastaaja sai halutessaan kertoa ohjelmiston nimen. Tämä vaihtoehto tuotti kuitenkin kysymyksiä, koska vastaajista neljä kertoi käyttävänsä Piimega-ohjelmaa ja kyselyssä oli vastausvaihtoehtona LogPro, joka on Piimegan valmistama ajosuunnittelujärjestelmä. Avoimeksi jäi, käyttävätkö kyselyyn vastanneista henkilöistä LogPro-ohjelmaa, vai jotakin muuta, joka on Piimegan valmistama. Muita ohjelmia olivat UPM AutoGis, Metsähallituksen oma-ajo-ohjelma ja Ecoweb Manager. Vastaajista kukaan ei käyttänyt ABAX-ajoneuvon seuranta sovelluksia eikä HiVision-etäjärjestelmää.

Kyselyssä pyydettiin myös arvioimaan, kauanko kuluu aikaa sähköisten työkalujen parissa työvuoron aikana. Kysymys oli avoin kysymys, johon kyselyyn vastanneet pystyivät kirjoittamaan arvioimansa ajankäytön. Kyselyyn vastanneiden vastaukset jaettiin kolmeen kategoriaan, jotka olivat 15–30 minuuttia, 30–60 minuuttia ja yli 60 minuuttia. Vastauksia tuli 20 ja ne jaettiin kategorioihin, joten tuloksena saatiin seuraavanlaista.



Kuva 18 Aikajakauma

Vastauksien perusteella 47 prosenttia arvioi kuluttavansa aikaa 30–60 minuuttia työvuoron aikana järjestelmien käyttöön (kuva 18). Erot aikajakaumien välillä on noin 10 prosenttia. Lisäksi kyselyyn vastanneista kommentoitiin seuraavanlaista:

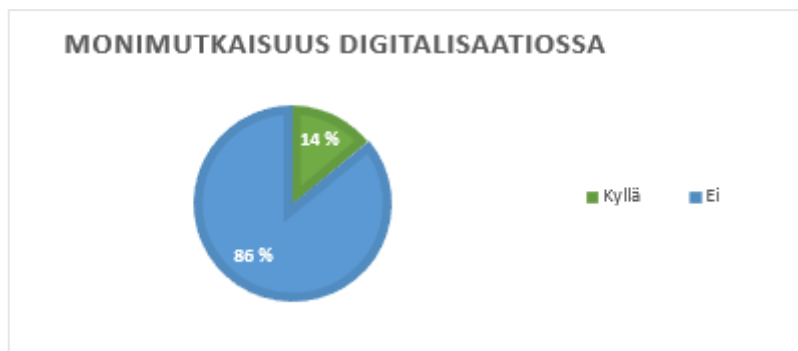
”Ajossa 10%, lisäksi 1–2 toimistopäivää viikossa”

”Aika ei kulu kerrallaan tietokoneen parissa vaan pikkuhiljaa, esimerkiksi työvuoron aluksi karttaohjelmaa tutkimalla ja kuorman purun jälkeen kuorman tietojen lähettämisen parissa. Tietojärjestelmät, ovat jo olennainen osa puutavarakuljetuksia.”

Toisin sanoen ajankäyttö on hyvin tasaista, mitään suuria eroja vastanneiden välillä ei ole. Ajankäyttö riippuu varmasti ohjelmien käyttöjärjestelmästä sekä käyttäjän osaamisesta. Lisäksi koska vastaajista suurin osa oli kuljetusyrittäjiä, niin ajankäyttö kuluu myös toimistotehtävien parissa.

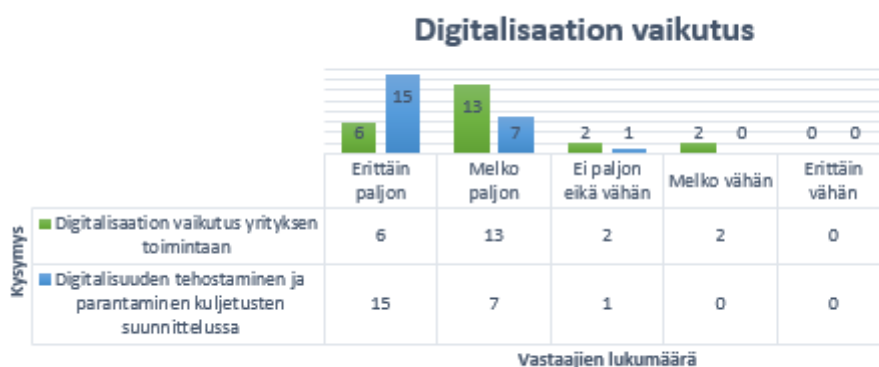
7.3 Digitalisaatio

Seuraavaksi tarkastellaan digitalisaation vaikutuksia sekä kokevatko kyselyyn vastanneet digitalisaation monimutkaiseksi.



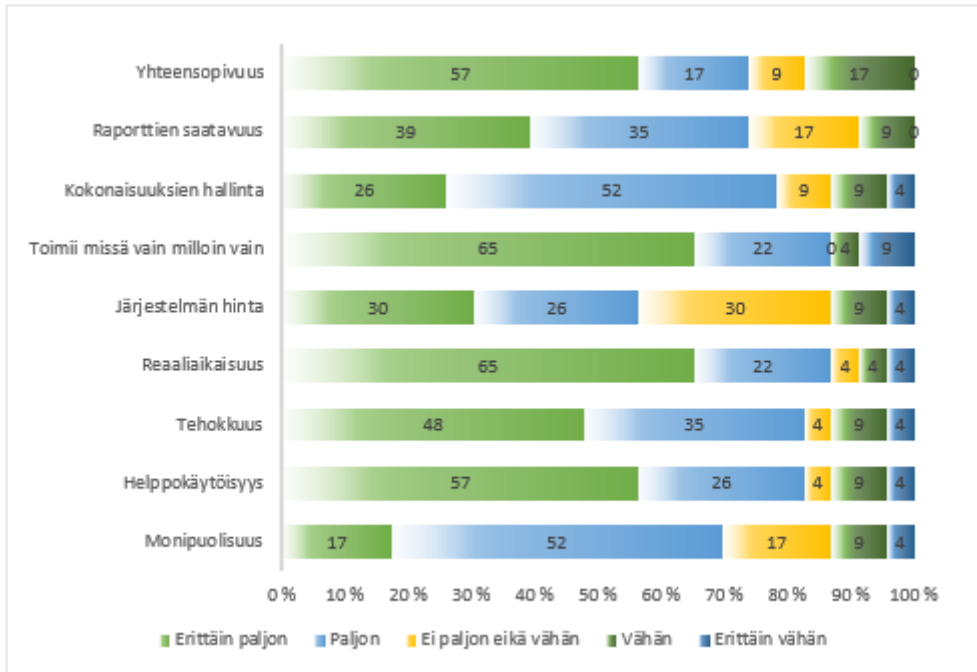
Kuva 19 Monimutkaisuus digitalisaatioissa

Vastaajista 86 prosenttia vastasi, ettei koe digitaalista kehitystä monimutkaiseksi ja loput 14 prosenttia myönsivät, kokevansa digitaalisen kehityksen monimutkaiseksi (kuva 19).



Kuva 20 Digitalisaation vaikutus

Digitalisaatio vaikuttaa yritysten toimintaa suurimmaksi osaksi joko erittäin paljon tai melko paljon (kuva 20). Digitalisaation uskotaan tehostavan ja parantavan kuljetusten suunnittelussa tulevaisuudessakin, sillä suurin osa on vastannut vaihtoehtoihin erittäin paljon tai melko paljon. Kahteen yritykseen digitalisaatio on vaikuttanut melko paljon tai ei paljon, mutta ei vähänkään.



Kuva 21 Keskiarvo järjestelmien ominaisuuksista

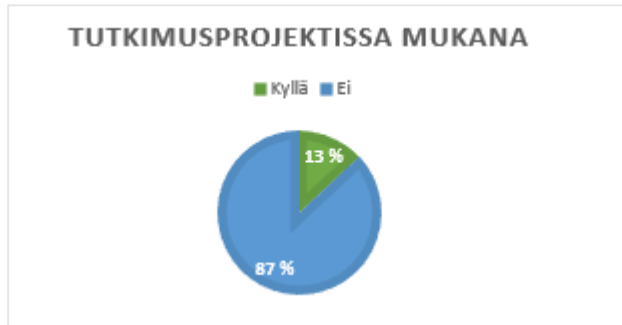
Kyselyssä pyydettiin arvioimaan sähköisten järjestelmien ominaisuuksia. Tavoitteena oli selvittää, mitkä ovat tärkeimmät asiat, joita järjestelmien hankinnassa vaikuttavat. Erittäin paljon vaikuttaa reaaliaikaisuus, yhteensopivuus ja toimivuus missä vain, milloin vain. Toiseksi eniten painoarvoa annettiin monipuolisuudelle ja kokonaisuuksien hallinnalle. (Kuva 21.)

”Kuljetusyrittäjä harvoin pystyy itse valitsemaan mitä ohjelmaa hankkii. Ohjelmistot tulevat aina metsäyhtiöiden mukana.”

Harvemmin kuljetusyrittäjä saa itse päättää minkälaista ohjelmistoa käyttää. Monelle vastaajalla ei ollut painoarvoa hinnan suhteen. Myöskin yhteensopivuudella ja raporttien saatavuudella oli erittäin vähän painoarvoa ohjelmiston ominaisuuksista. (Kuva 21.)

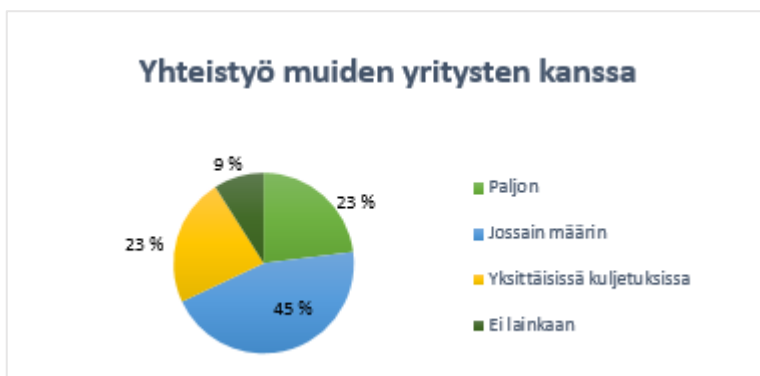
7.4 Tutkimusprojektit ja verkostomaisuus

Seuraavassa osuudesta kartoitetaan yritysten verkostomaisuutta eli yhteistyötä muiden yritysten kanssa sekä tutkimusprojekteissa mukana oloa.



Kuva 22 Tutkimusprojektissa mukana

Kyselyssä kysyttiin: ”Oletko ollut mukana jossakin tutkimusprojektissa tai kokeilussa? Esimerkiksi Metsäteho, HCT ym.” Kyselyyn vastanneista 13 prosenttia on ollut mukana jossakin tutkimusprojektissa tai kokeilussa. Vastaajista 87 prosenttia ei ole ollut mukana. (Kuva 22.)

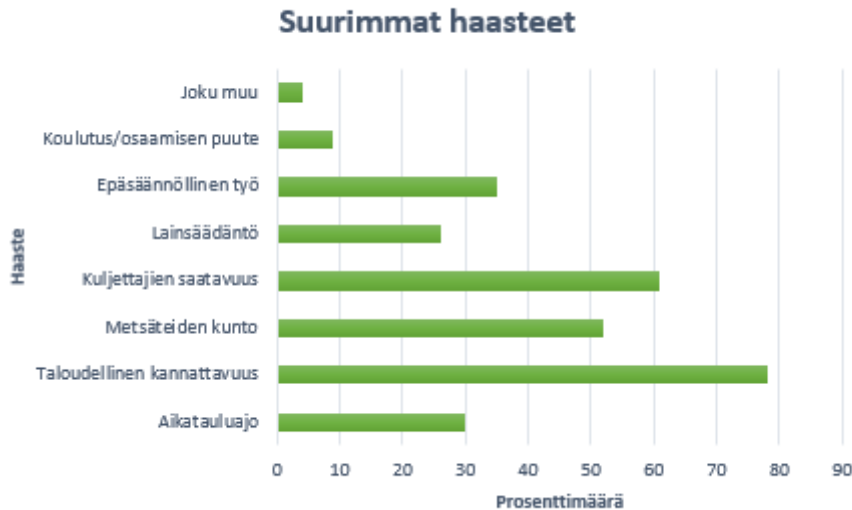


Kuva 23 Yhteistyö muiden yritysten kanssa

Yhteistyötä muiden yritysten kanssa jossain määrin tekee 45 prosenttia vastanneista (kuva 23). Yhteensä 43 prosenttia vastasi, että tekee yhteistyötä paljon tai yksittäisissä kuljetuksissa, mutta jopa 9 prosenttia vastasi, että ei tee yhteistyötä lainkaan.

7.5 Puutavarakuljetusten haasteet

Kyselyssä pyydettiin valitsemaan epäkohdat, jotka ovat vastaajan mielestä suurimmat haasteet. Aiheet valikoituivat teorian ja haastatteluiden pohjalta. Vastanneita pyydettiin valitsemaan kolme suurinta, koska jos määrää ei olisi rajannut, olisi vastaaja voinut valita kaikki aiheet.



Kuva 24 Puutavarakuljetusten haasteet

Kyselyyn vastanneista, suurimpina haasteina pidetään taloudellista kannattavuutta 78 prosenttia, metsäteiden kuntoa 52 prosenttia ja kuljettajien saatavuutta 61 prosenttia (kuva 24).

”Päästövaatimusten liian nopea tiukkeneminen aiheuttaa sen, että autot tuodaan puolinaisina markkinoille, ja siten aiheuttavat todella paljon ongelmia. Mm. urean käyttö aiheuttaa usein tehojen pudottamisen, ja se tarkoittaa meidän korkeuksilla 100 km:n turhaa ajoa huoltoon. Näinköhän todellisuudessa syntyy päästösäästöjä.”

”Ammattitaitoisten kuljettajien saatavuus on suuri ongelma ja aiheuttaa jo nyt paljon haasteita operatiiviseen toimintaan ja sitä kautta toiminnan kannattavuuteen. Teiden kunto aiheuttaa paljon kustannuksia, pahimmillaan autot tai perävaunut ovat nurin ja harvasen päivä vaihdetaan renkaita tai korjataan jotakin muuta, mikä on teiden huonon kunnon takia rikkoontunut.”

Melkein 30 prosenttia vastanneista pitää haasteina aikatauluajoa, lainsäädäntöä ja epäsäännöllistä työtä. Koulutus tai osaamisen puute oli 9 prosentin mielestä haasteena. Lisäksi päästövaatimuksista syntyneet ongelmat autojen toiminnan suhteen aiheuttaa haasteita, kun laitteen eivät toimi niin kuin toivoisi.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Haastatteluiden ja kyselyjen tuloksista saatiin selkeä käsitys puutavarakuljetusten haasteista ja ongelma kohdista. Vaikka suoranaista ratkaisua ei jokaiseen ongelmaan digitaalisten sovellusten avulla saada niin moneen ongelman ratkaisuun löytyisi keino, mutta kehitys ei ole vielä niin edellä, että hyöty saataisiin käytäntöön. Tai vaikka jokin ratkaisu ongelmaan löytyisi digitaalisen sovelluksen avulla, niin silloin tulevat kustannukset vastaan.

Suurin osa vastaajista ei pidä digitalisaatiota monimutkaisena, mutta järjestelmiltä odotetaan käyttäjäystävällisyyttä, eli toisin sanoen jonkinlaisten digitaalisten ohjelmien koulutusta varmasti kaivattaisiin, kun kehitys menee eteenpäin. Ajojärjestelmät ovat nykyään ohjelmistoja, joita ilman puutavarakuljetukset eivät hoidu. Jos ohjelmisto hajoaa tai tietoliikenne häiriintyy niin pahimmassa tapauksessa ajot jäävät ajamatta ja työt tekemättä. Lisäksi kuljettaja kuluttaa jokaisen työvuoronsa aikana noin 30–60 minuuttia työaika kirjaimella tai tarkastelemalla järjestelmiä samalla kun ajo- ja lepoaikoja täytyy tarkkailla ja noudattaa. Kuljettaja toisin sanoen menettää työaika siitä mitä osaa.

Digitaalisten sovellusten hyvinä puolina pidetään niiden tehokkuutta, ajantasaisuutta ja suurten kokonaisuuksien hallintaa. Sovelluksien ominaisuuksissa nähdään näiden lisäksi olevan tärkeitä helppokäyttöisyys, reaaliaikaisuus, toimii missä vain, milloin vain sekä yhteensopivuus muiden järjestelmien kanssa. Huonoina puolina koetaan olevan digitaalisissa ohjelmistoissa niiden kustannukset ja se, että toimistotyöt ovat yhä enemmän kuljettajan vastuulla. Haastatteluissa ilmenneissä tuloksissa ei koeta, että kuljettaja olisi oikea henkilö tekemään toimistotöitä, koska toimistotöissä käytetty aika on poissa muusta ajasta.

Tutkimustulosten perusteella suurimmat haasteet ovat taloudellinen kannattavuus, metsäteiden kunto ja kuljettajien saaminen alalle. Taloudellinen kannattavuus johtuu siitä, että kuljetuksista maksettavat hinnat ovat aivan kannattavuuden rajalla. Huomion arvoista on, että kuljetuksista saatavaa maksua saa odottaa pitkänkin aikaa, joten yrityksellä täytyy olla resursseja pitkällekin aikatahtimelle. Lisäksi suunnitelluista aikatauluajoista ei makseta lisähintaa, vaikka se on selkeästi lisäpalvelu. Kuljetusten oikea hinnoittelu parantaisi kannattavuutta kuljetusyrityksissä. Vaikka kuljetuksista maksettava hinta on taloudellisen kannattavuuden rajoilla, niin silti yrityksiltä vaaditaan ympäristöystävällisempää ja uudempaa kalustoa, mutta millä hinnalla sitä maksetaan, jos kuljetusmaksut ovat aivan äärirajalla.

Metsäteiden kunto lisää yrityksille kustannuksia, kun huonokuntoiset tiet aiheuttavat puutavara-autoille vaurioita. Yleisimmät vauriot kohdistuvat iskunvaimentimiin, jousitukseen sekä renkaisiin. Pahimmassa tapauksessa puutavara-auto voi rikkoutua niin, että se on korjaamolla monta viikkoa ja kuljetusyritystä maksaa. Metsäteiden kunnan takia ei kuljetusyrityksien pitäisi kustantaa kuljetusvaurioita. Lisäksi kun ajoneuvo rikkoutuu, kuljetustehtävät viivästyvät ja tehtaalle saavutaan aikataulusta myöhässä olevan kuorman kanssa. Kun kuljetukset viivästyvät se kuormittaa kuljettajaa ja kuljetusten kannattavuutta. Tiestöjen rappeutuminen ei näy pelkästään metsäteillä vaan yksinkertaisesti kaikkialla.

Metsäteiden kunnan parantamiseen varmasti Forest Digi Road -hankkeessa kehitettyjen menetelmien avulla voitaisiin parantaa metsäteiden kuntoa, kun resurssit voitaisiin keskittää niihin ongelmakohtiin, jotka ovat kriittisimpiä. Lisäksi ajojen suunnittelu olisi helpompaa, kun reaaliaikainen tietieto nähtäisiin. Menee kuitenkin aikaa ennen kuin menetelmät ovat käytössä, mutta hyvä ensi askel on Metsään Tie-sovellus. Kun sovelluksen aktiiviset käyttäjät määrät lisääntyvät, niin sovelluksen tiedoista saadaan enemmän tietoa.

Kuljettajien saatavuus nähtiin myös ongelmana, kun ammattitaitoisia kuljettajia ei saada alalle. Työvuorojen ja töiden parempi ennustettavuus ja tasaisuus sekä naisten saaminen alalle nähtiin parantavina keinoina. Lisäksi työnjohdon osaaminen, työturvallisuuden lisääminen ja työviihtyvyyden parantaminen lisääisi kuljettajien saatavuutta.

Puutavarayrittäjien haasteena on myös pysyä mukana alan nopeassa kehityksessä, joka koskee varsinkin digitaalisten sovelluksien käyttöä. Hankaluutta tuottaa kuitenkin se, että yrittäjällä ei ole sanavaltaa siinä, minkälaista ajosuunnittelujärjestelmää käyttää. Vääränlainen sovellus ei tuota yrittäjälle toivottua hyötyä.

Selkeänä näkemyksenä nähdään, että digitaalisuus tulee lisääntymään ja vauhdittamaan muutosta. Digitaalisuus on jo nyt vaikuttanut yritysten toimintaan melko paljon, joten jatkossa se tulee entisestään tehostamaan ja parantamaan kuljetusten suunnittelua. Digitaaliset sovellukset kehittyvät ja muuttavat sovelluspohjiaan jatkuvasti, joka tulee näkemään metsäsektorin toimitusketjussa. Lisäksi HiVision-etaohjausjärjestelmän uskotaan lisääntyvän, vaikka kyselyyn vastanneista kenelläkään ei sitä ollut käytössä. Näistä voidaan päätellä, että digitaalisuus tulee lisääntymään ja muuttamaan puutavarakuljetuksia niin, että logistiikkaketjusta tulee reaaliaikainen ja läpinäkyvämpi.

9 YHTEENVETO JA POHDINTA

Opinnäytetyön aihe hyväksyttiin lokakuussa 2018, mutta alkuun oli vaikeuksia päästä alkuun työn rakenteesta sekä tutkimuskysymyksistä. Teoria alkoi muodostumaan joulukuussa 2018 alkaen ja siitä lähtien työ on rakentunut opiskeluiden ohella, jotka ovat hidastaneet osittain opinnäytetyön tekoa. Huhtikuussa 2019 tapahtui viimeistely vaihe, jolloin työ sai lopullisen rakenteen, mutta opinnäytetyöstä hävisi epäonnisen sattuman vuoksi osa kirjoitettua tekstiä, jonka vuoksi työn lopullinen viimeistely oli haastavampaa.

Tämän jälkeen on hyvä tarkastella, ovatko työssä olevat tulokset sitten luotettavia. Työn teoriaa pidän luotettavana, koska teoria on kerätty uusimmista internetilähteistä sekä metsäalaa ja kuljetusalaa liittyvistä ammattilehdistä. Harmittavaa on, että lähteissä ei ole ulkomaalaisia lähteitä, koska puunkorjuussa ja kuljetuksessa on eroavaisuutta ulkomaihin verrattuna. Ja jos jotakin yhtenäistä kirjallisuutta löytyi, niin se ei ollut tarpeeksi kattavaa käytettäväksi lähteenä.

Vaikka teemahaastattelu tehtiin vain kolmelle haastateltavalle, niin jokaisella haastateltavalla oli kokemusta ja tietotaitoa jo pitkältä ajalta ammatistaan. Haastattelujen pohjalta saatu tieto on luotettavaa, mutta toki henkilökohtaisia haastatteluja olisi voinut olla enemmänkin. Vaikka kyselytutkimuksessa määrä jäi pieneksi, niin pidän niitä luotettavana, koska kysymykset on lähetetty sähköpostin välityksellä henkilökohtaisesti haastateltaville.

Opinnäytetyön prosessi oli haastava kokonaisuudessaan, mutta erittäin opettavainen. Varsinkin muutamassa teoriakohdassa oli haasteita löytää yksiselitteistä tietoa. Teemahaastattelun ja kyselyhaastattelun valmistelu vei yllättävän paljon aikaa, varsinkin kun kyselyyn yhteystietojen hankkiminen oli vaativampaa kuin olin edes ajatellut. Halusin myös, että kysely on auki kaksi viikkoa, joka tarkoitti, että haastattelu aukesi huhtikuun alussa. Kyselytutkimukseen tarvittavien kuljetusyritysten sähköpostien etsiminen oli työlästä, mutta vaikka vastausprosentti jäi 33 prosenttiin, niin mitään en muuttaisi.

Mielestäni teemahaastattelut ja kyselytutkimukset toimivat tiedonkeruumenetelminä hyvin. Pääpainoksi kuitenkin muodostui kyselytutkimuksesta saadut tulokset. Teemahaastattelu olisi voinut muodostua pääpainoksi, jos haastatteluun olisin saanut enemmän haastateltavia ja haastattelut olisi käynyt kasvo-tusten. Varsinkin jos haastattelun yhdeksi näkökulmaksi olisi saanut kuljetus-yrityksessä työskentelevän ajojärjestelijän.

Työn tekeminen on ollut alusta asti pääsääntöisesti mukavaa ja mielenkiintoista, vaikka matkan varrelle on sattunut hidasteita ja epäonnistumisia, joita ei olisi voinut ennakoida ja joihin ei olisi voinut varautua, jonka vuoksi alkuperäinen aikataulu ei onnistunut. Aikataulu oli alkuun suunniteltu erittäin tiiviiksi, joten huomasin aikaisessa vaiheessa, etten tutkimussuunnitelmassa asetettuun aikatavoitteeseen pääsisi. Koska työllä ei ollut toimeksiantajaa niin päätin, että aikataulun muuttaminen on aiheellista. Työn teko ei kuitenkaan tuntunut vastenmieliseltä ja oma päämääräni oli, että ennen kesää työ olisi valmis, joten siihen nähden aikataulu oli oikea.

Opinnäytetyötä kirjoittaessa opin paljon uutta asiaa puutavarakuljetuksista, puunhankinnan toimitusketjusta ja erityisesti digitaalisista järjestelmistä.

Vaikka aiheella ei toimeksiantajaa ollut, on se silti vaatinut suuren kokonaisuuden hallintaa sekä itsenäistä päätöksentekoa. Työllä voisi olla toisenlainen näkökulma, jos työlle olisi saatu toimeksiantaja. Opinnäytetyön pituus yllätti myös tekijän, joten työstä olisi voinut tehdä ohjekirjan. Missään vaiheessa työtä ei tullut mieleenkään jättää jotakin pois, vaan siitä lähtien kun pääsin alkuun, on selkeä kuva työn teosta muodostunut ja se on pysynyt mukana loppuun asti.

Työstä voi tehdä jatkotutkimuksia, joista päällimmäisenä on puunhankintaorganisaation näkökulmasta tehty työ, joka vaatisi silloin toimeksiantajan työlle. Aiheesta voi myös tehdä tavarakuljetuksiin liittyvän työn, jossa voisi tutkia digitaalisuuden osuutta tavarakuljetuksissa. Tällöin työssä voitaisiin paremmin ja tarkemmin tutkia muun muassa aikatauluajojen suunnittelua ja toteuttamista. Vaikka työ ei suoranaisesti puutavarakuljetuksien käytäntöön tuo ratkaisua, niin toivonkin, että tekemäni opinnäytetyö on hyödyksi jollekin puutavarakuljetuksista kiinnostuneelle tietopakettina.

LÄHTEET

Alarautalahti, H. s.a. Haluamme kasvaa kumppaniemme kanssa. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.metsagroup.com/fi/Media/Pages/Case-Alarautalahti-kasvua-kumppanien-kanssa.aspx> [viitattu 27.1.2019].

Aukia, J-P. 2017. Digitalisaatiosta vauhtia metsätöihin. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.loimu.fi/lehti/artikkelit/2017/6/Digitalisaatiosta_vauhtia_metsatoihin [viitattu 27.1.2019].

Alucar Eagle. 2017. Puunkuormausta hytistä käsin. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.alucareagle.com/2017/05/29/puunkuormausta-hytista-kasin/> [viitattu 26.1.2019].

ABAX. S.a. ABAX Fleet Management Transport. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.abax.fi/Sivut/Finland/ABAX-Fleet-Management-Transportation> [viitattu 27.1.2019].

Baklund, S. 2016. Toiminnanohjausjärjestelmä. Kuinka lähteä liikkeelle toimintajärjestelmän käyttöönottamiseksi – vinkkejä kuljetus- ja logistiikkayritykselle. Kuljetusyrityksen perustaminen. Forssa: Forssa Print.

DIMECC. s.a. Data to Intelligence. Innovative data intensive services and business development. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.datatointelligence.fi/> [viitattu 22.3.2019].

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. s.a. Puutavaran lastaus ja varastointi maanteillä. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/58652/Puutavaran+lastaus+ja+varastointi+maanteill%C3%A4.pdf/acb9a824-fa6e-43f2-89dd-1f3470b4d444> [viitattu 22.3.2019].

Esri Finland. s.a. ArcGIS-paikkatietoalusta. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.esri.fi/tuotteet/arcgis/platform> [viitattu 26.1.2019].

EEE Innovations Oy. 2018. Keksintö otettiin nyt käyttöön Suomessa: Raskas liikenne tuottamaan liukkaustietoa autoilijoille. *Rahtarit* (1), 22.

Europörssi. 2019. Teiden liukkaudesta varoittava suomalaiskeksintö otettu käyttöön. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://europorssi.com/fi/teiden-liukkaudesta-varoittava-suomalaiskeksinto-otettu-kayttoon/?fbclid=IwAR2dM5VEFtR8O9QFKHKHTSKakg6BXKe_JtaG-BDt2WLYdLDALX9Bs2Se4L4U [viitattu 23.4.2019].

Farmit. s.a. Kuljetus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.farmit.net/metsa/puukauppa/metsasta-kayttajalle/kuljetus> [viitattu 30.3.2019].

Greis, I. 2018. Metsätiet. Metsäteollisuuden puuhuolto. Teoksessa Rantala, S. (toim.) Tapion Taskukirja. 26 uudistettu painos. Latvia: Jelgava Printing House. 378–385.

- Heliövaara, K. 2018, 198. Metsän eläintuhot. Laki metsätuhojen torjunnasta. Teoksessa Rantala, S. (toim.) Tapion Taskukirja. 26 uudistettu painos. Latvia: Jelgava Printing House. 194–199.
- Hongisto, L. & Huupponen, K. 2016. Tiekuljetussopimuslaki. Kuljetusyrityksen perustaminen. Forssa: Forssa Print Oy. 106–137.
- Horne, P. 2018. Puumarkkinoiden toiminta. Teoksessa Rantala, S. (toim.) Tapion Taskukirja. 26 uudistettu painos. Latvia: Jelgava Printing House. 331–339.
- Huhtiniemi, K. 2006. Puun tie metsästä tehtaalle. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.tekniikkatalous.fi/arkisto/2006-10-04/Puun-tie-mets%C3%A4st%C3%A4-tehtaalle-3274565.html> [viitattu 13.3.2019].
- Huupponen, K. 2016. Tavaraliikenteen luvanvaraisuus ja kuljetusmarkkinat. Kuljetusyrityksen perustaminen. 1 painos. Forssa: Forssa Print. 6–26.
- Hämäläinen, J. 2018. Digitalisaatio mullistaa metsäalaa. PDF-tiedosto. Saatavissa: http://www.pikes.fi/documents/89838/353163/3_Digitalisatio.pdf/293270e8-2949-377c-3fe4-2f36be0c5d8b [viitattu 26.1.2019].
- Jussila, R. 2018. Puutavararekan kuljettajan työ on kilpajuoksua kellon kanssa – yrittäjä kustantaa myöhästymiset itse. WWW-dokumentti. Saatavissa: www.aarrelehti.fi/jutut/artikkeli-1.321140 [viitattu 22.1.2019].
- Kananen, J. 2005. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Näin kirjoitat opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja 202. Jyväskylä: Juvenes Print Oy.
- Kara, T. 2018. Energiatehokas puunkorjuu ja puunhankintaorganisaation näkökulmasta. Vastuullinen liiketoiminta. Metsäteho. PDF-tiedosto. Saatavissa: http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja_2018_03_Energiatehokas_puunkorjuu_ja_puutavaran_autokuljetus.pdf [viitattu 26.1.2019].
- Kariniemi, K. 2018. Korjuuyrittäminen. Teoksessa Rantala, S. (toim.) Tapion taskukirja. 26 uudistettu painos. Latvia: Jelgava Printing House. 370–371.
- Kjellberg, L. 2018. Mitä näistä tehdään. *Metsälehti Makasiini* Vsk. 39 (6), 20–27.
- Kontinen, K., Kotiharju A. & Vanhatalo, K. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset puukauppakohteen laadintaan, työopas. Tapion julkaisuja. Saatavissa: https://www.metsanhoitosuosituks.fi/wp-content/uploads/2019/01/Metsanhoidon_suosituks_tuukauppakohteen_laadintaan_Tapio_2019.pdf [viitattu 14.4.2019].
- Koskiniemi, J. 2018. Tukkeja tunteella. *Auto, tekniikka ja kuljetus* Vsk. 39 (8), 22–23.

Kuusjärvi, J. 2010. CTI Säättää rengaspaineet sopiviksi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.koneporssi.com/uutiset/cti-saataa-rengaspaineet-sopiviksi/> [viitattu 3.4.2019].

Laki ylikuormamaksusta. 14.1.1982/51.

Lilleberg, R., Anttila, T., Karjalainen, J., Nietola, Hämäläinen, J. & Rajala T., P. 2017. Kohti tehokkaampaa puuhoitoa. Puutavaralogistiikka 2020 -kehittämismisio ja T&K-ohjelma. PDF-tiedosto. Saatavissa: <https://www.metsateollisuus.fi/uploads/2017/03/30035227/462.pdf> [viitattu 14.12.2018].

Lindblad, J. & Wall, T. 2018. Puutavaran mittaus. Teoksessa Rantala, S. (toim.) Metsäteollisuuden puuhoito. Tapion Taskukirja. 26 uudistettu painos. Latvia: Jelgava Printing House. 345–355.

Louhi, R. 2018. Forest Big Data. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.hankeportaali.fi/hankkeet/115-forest-big-data> [viitattu 22.3.2019].

Metsäalan ammattilehti. 2018a. Ainutlaatuinen kokeilu osoitti: metsäteiden parannustöihin lisäpotkua 3D-mallinnuksella. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ammattilehti.fi/uutiset.html?a300=147678> [viitattu 13.2.2019].

Metsäalan ammattilehti. 2018b. Puukauppa ennätysvauhdissa – kustannukset nousseet merkittävästi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ammattilehti.fi/uutiset.html?147569> [viitattu 14.12.2018].

Metsäalan ammattilehti. 2016. Puutavara-yhdistelmän likakuorma: Mitä se painaa ja mitä sen kuljettaminen maksaa? WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ammattilehti.fi/uutiset.html?a100=5253> [23.3.2019].

Metsähallitus. 2018a. Palvelukuvaus – kuljetukset. WWW-dokumentti. Päivitetty 12.05.2015. Saatavissa: <http://www.metsa.fi/puutavaran-maantiekuljetus/palvelukuvaus> [viitattu 22.3.2019].

Metsähallitus. 2018b. Puutavaran maantiekuljetus. WWW-dokumentti. Päivitetty 5.3.2018. Saatavissa: http://www.metsa.fi/puutavaran_maantiekuljetus [viitattu 31.12.2018].

Metsätrans. 2018a. Puunkuljetukseen saatava lisää tekemisen meininkiä. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://metsatrans.com/puunkuljetukseen-saata-lisaa-tekemisen-meininkia/> [viitattu 14.3.2019].

Metsätrans. 2018b. Metsäbiotalouden kasvu edellyttää toimivaa tieverkkoa. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://metsatrans.com/metsabiotalouden-kasvu-edellyttaa-toimivaa-tieverkkoa/> [viitattu 24.1.2019].

Metsäyhdistys. s.a. Puunkorjuu. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://smy.fi/sanasto/puunkorjuu-harvesting/> [16.3.2019].

Melkas, T. 2018. Johdanto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://puuhoito.fi/mittaus-ja-laatu/johdanto> [31.12.2018].

Michelin. s.a. Oikeudellinen opas. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://kuljetus.michelin.fi/Ohjeet/Oikeudellinen-opas> [viitattu 22.3.2019].

Mulju, T. 2018. Puutavara-autojen tienkäyttötiedot – Loppuraportti. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://vayla.fi/documents/20473/367242/Puutavara-autojen_tienk%C3%A4ytt%C3%B6tiedot_trimble/157eaf49-5ad0-42ae-9778-a7b64d1e02bc [viitattu 26.1.2019].

Myöhänen, U. 2018. Puunsyöttö on jättiläisten tanssia: Äänekosken biotuote-tehtaan kita nielee päivittäin 240 rekkakuormallista ja 70 junavaunullista puutavaraa. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10508227> [viitattu 24.1.2019].

Mäki, P. 2018. Kesäkorjuu onnistuu turvemailla. *Metsän Henki* Vsk. 21 (2), 28–29.

Mäki, P. 2014. Puu siirtyy metsästä tehtaalle. *Metsän Henki*, Vsk. 16 (1), 35.

Nietola, O. 2017. Panostukset liikenneväyliin ja kaluston tehokkuuteen parantavat kuljetusketjun toimivuutta. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.metsateollisuus.fi/edunvalvonta/logistiikka-ja-liikennevaylat/panostukset-liikennevayliin-ja-kaluston-tehokkuuteen-parantavat-kuljetusketjun-toimivuutta/> [viitattu 31.12.2018].

Näsärö, O-P. & Korpilahti, A. 2015. Ajoneuvojen maksimipainot akselien lukumäärän mukaan. Ajoneuvojen ja yhdistelmien sallitut massat. WWW-dokumentti. Saatavissa: http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja_2015_09_Puutavarayhdistelmien_akselimassat_ja_kuormatilan_koko_ak.pdf [viitattu 1.3.2019].

Ovaskainen, H. 2012a. Ennakkotieto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://puuhuolto.fi/koneellinen-puunkorjuu/koneellinen-puutavaran-valmistus/hakkuukonetyon-suunnittelun-tyomalli/ennakkotieto-hakkuukonetyon-suunnittelun-tyomallissa/> [viitattu 17.2.2019].

Ovaskainen, H. 2012b. Puutavaran mitta- ja laatuvaatimukset. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://puuhuolto.fi/koneellinen-puunkorjuu/koneellinen-puutavaran-valmistus/puutavaran-mitta-ja-laatuvaatimukset/> [viitattu 24.1.2019].

Ovaskainen, H. 2012c. Varastopaikka. Koneellinen puunkorjuu. Metsätehon opas. Metsäteho Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://puuhuolto.fi/koneellinen-puunkorjuu/koneellinen-puutavaran-valmistus/hakkuukonetyon-suunnittelun-tyomalli/varastopaikka/> [viitattu 17.2.2019].

Perälä, T., Perälä, M., Luittinen, V. & Teppo, M. 2009. Puutavaran autokuljetusten palvelusopimukset. PDF-tiedosto. Saatavissa: http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Raportti_210_Puutavaran_autokuljetusten_palvelusopimukset_ak.pdf [viitattu 27.1.2019].

Pesonen, M., Iittiläinen, P., Immonen, K., Jaakkola, S., Kariniemi, A., Korpilahti, A., Nieminen, T., Roininen, K., Strandström, M. & Vartiamäki, T. 2005. Korjuun suunnittelu ja toteutus – opas. Helsinki: Käpylä Print Oy. Saatavissa:

http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/03/Korjuun_suunnittelu_ja_toteutus_ver02.pdf [viitattu 26.4.2019].

Piimega. Piimega LogPro. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.piimega.fi/metsa/piimega-logpro> [viitattu 20.2.2019].

Riikilä, M. 2018. Ennätystä urakoimassa. *Metsälehti Makasiini* Vsk. 86 (8), 12.

Ruokangas, P. 2019. Metsäteiden kunnosta voi kertoa uudella sovelluksella. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10614317> [viitattu 26.2.2019].

Räsänen, T. 2018. Puunhankinnan logistiikka. Teoksessa Rantala, S. (toim.) Tapion Taskukirja. 26 uudistettu painos. Latvia: Jelgava Printing House. 356–363.

Räsänen, T. s.a. Toimituskauppa. Korjuun suunnittelu. WWW-dokumentti. Saatavissa: http://puuhuolto.info/korjuun_suunnittelu/start.html [viitattu 26.2.2019].

Räsänen, T., Ovaskainen, H., Poikela, A. & Kariniemi, A. 2018. Korjuun työmaasuunnittelu ja toteutus. Teoksessa Rantala, S. (toim.) Tapion Taskukirja. 26. uudistettu painos, Jelgava Printing House, Latvia. 364-375.

Räsänen, T., Hämäläinen, J., Rajala, M. & Ritala, R. 2017. Metsävaratiedon hyödyntäminen puuhuollossa. Forest Big Data – hankkeen osaraportti. Metsäteho. PDF-tiedosto. Saatavissa: http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti_245_Metsavaratiedon_hyodyntaminen_puuhuollossa.pdf [viitattu 26.2.2019].

Tamtron. s.a. Sekunninnopeaa punnitusta biotuotetehtaalla. Puunkäsittely. Saatavissa: <https://www.tamtrongroup.com/fi/puun-kasittely/> [viitattu 26.2.2019].

Traficom. 2019a. Pitkät rekat yleistyvät liikenteessä. Päivitetty 15.1.2019. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/pitkat-rekat-yleistyvat-liikenteessa> [viitattu 3.2.2019].

Traficom 2019b. Kuorma- ja linja-auton kuljettajan ammattipätevyys. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/kuorma-ja-linja-auton-kuljettajan-ammattipatevyys> [viitattu 24.2.2019]

Saaranen-Kauppinen, A & Puusniekka, A. 2006a. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Saatavissa: https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_3.html. [viitattu 30.3.2019].

Saaranen-Kauppinen, A & Puusniekka, A. 2006b. KvaliMOTV - menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere : Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto PDF-tiedosto. Saatavissa: <https://www.fsd.uta.fi/fi/tietoarkisto/julkaisut/kvalimotv.pdf> (Viitattu 15.4.2019.)

Satuli, H. 2017. Data on valtaa. *Osto & Logistiikka*. Vsk. 22 (6), 12–19.

Scania. s.a. Scania Fleet Management. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.scania.com/fi/fi/home/products-and-services/connected-services/fleet-management.html> [viitattu 26.2.2019].

Siekkinen, A. & Korpilahti, A. 2015. CTI-järjestelmät vähentävät tiekuormitusta ja mahdollistavat ympärivuotiset puukuljetukset. *Verkkolehti*. Saatavissa: <https://issuu.com/ammattilehti.fi/docs/ammattilehti-6-2015> [viitattu 21.1.2019].

Still, A. 2019. Ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen muutos – Aiempaa pidemmät ja uudentyypiset ajoneuvoyhdistelmät. PDF-tiedosto. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/LVM%20HCT%20Forum.pdf> [viitattu 15.3.2019].

Stora Enso Metsä. 2017. Puunkorjuun suunnittelu aloitetaan jo puukaupan teossa. WWW-dokumentti. Muokattu 23.3.2017. Saatavissa: <https://www.metsalehti.fi/kumppaniartikkelit/puunkorjuun-suunnittelu-aloitetaan-jo-puukaupan-teossa/> [viitattu 30.3.2019].

Uusitalo, J. 2003. Metsäteknologian perusteet. Hämeenlinna: Karisto Oy.

UPM. 2015. Iso mutta hyvätapainen. *Metsän Henki*. Vsk. 18 (4), 20–21.

UPM. 2018a. Puutavaran mittaus. *Metsän Henki* Vsk. 21 (1), 18–19.

UPM. 2018b. Puun matka metsästä tehtaalle. *Metsän Henki* Vsk. 21 (3), 18–19.

UPM. 2016. Opas uudelle metsänomistajalle. Millaisia metsänomistajia on suomessa. PDF-tiedosto. Saatavissa: https://www.upmmetsa.fi/siteassets/tiedostot/opaat/upmopas_uudelle_metsanomistajalle.pdf [13.4.2019].

Vasarainen, M & Jansson, A. 2016. Työaikäsäädökset. Kuljetusyrityksen perustaminen. Forssa: Forssa Print Oy. 181-199.

Venäläinen, P. 2016a. Ajoneuvokohtainen kuljetussuunnittelu ja reititys. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kuljetusten-suoritus/ajoneuvokohtainen-kuljetussuunnittelu-ja-reititys/> [viitattu 7.1.2019].

Venäläinen, P. 2016b. Ajoneuvon kuormaus ja kuorman sitominen. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kuljetusten-suoritus/ajoneuvon-kuormaus-ja-kuorman-sitominen/> [viitattu 7.1.2019].

Venäläinen, P. 2016c. Autokuljetuskalusto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kaukokuljetus/autokuljetuskalusto/> [viitattu 24.2.2019].

Venäläinen, P. 2016e. Kuljetusyrittäjäyys. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kaukokuljetus/kuljetusyrittajyys/> [viitattu 21.1.2019].

Venäläinen, P. 2016f. Ohjaus- ja suunnitteluprosessi. Metsätehon opas. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/ohjaus-ja-suunnittelu/suunnitteluprosessi/> [viitattu 9.1.2019].

Venäläinen, P., Raatevaara, A., Pihlajisto, I., Melander, M., Hienonen, P., Hämmäläinen, J & Strandström, M. 2017. Tilannekuva ja automatisoitu tiedontuotanto metsäsektorin kuljetuksista. PDF-tiedosto. Saatavissa: http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti_244_Tilannekuva-ja-automatisoitu-tiedontuotanto.pdf [viitattu 5.1.2019].

Venäläinen, P., Räsänen, T. & Hämmäläinen, J. 2016. Forest Big Data – tietödatan nykytila visio ja toimenpideohjelma. HTML-tiedosto. Saatavissa: <https://docplayer.fi/32244884-Forest-big-data-tiestodatan-nykytila-visio-ja-toimenpideohjelma.html> [viitattu 7.2.2019].

Venäläinen, P. & Ovaskainen, H. 2016. Terminaalitoiminnot energiatehokkaassa puutavaralogistiikassa T1 Nykytilaselvitys. Metsäteho. PDF-tiedosto. Saatavissa: http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja_2016_05_Terminaalitoiminnot_energiatehokkaassa_puutavaralogistiikassa.pdf [viitattu 7.2.2019].

Venäläinen, P., Niskanen, S., Vahtila, M. & Räsänen, T. Yksityistietiedon tietolajit ja tiedonkeruumenetelmät. Yksityistietiedon palvelualusta -hankkeen osaraportti. PDF-tiedosto. Saatavissa: http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti_249_Yksityistietiedon_tietolajit_ja_tiedonkeruumenetelmät.pdf [viitattu 20.4.2019].

Volvo Trucks. 2017. Älykäs kuljetus 2017 – testiraportti. PDF-tiedosto. Saatavissa: <https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/alykas-kuljetus/tilaa-alykas-kuljetus.html> [viitattu 24.4.2019].

Väkevä, J. 2018. Metsäteollisuus ja Suomi. Teoksessa Rantala, S. (toim.) Tapon taskukirja. 26 uudistettu painos. Latvia: Jelgava Printing House. 395–411.

KUVALUETTELO

Kuva 1. Teoreettinen viitekehys. Vuorinen, N. 25.4.2019.

Kuva 2. Kuvakaappaus PowerPointista. Metsäteollisuuden toimipaikat ja tiestön käyttö Suomessa. Saatavissa: https://www.tieyhdistys.fi/site/assets/files/1484/outi_nietola.pdf [viitattu 23.1.2019].

Kuva 3. Kuvakaappaus sivulta. Puutavarayhdistelmä. Saatavissa: <http://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kaukokuljetus/autokuljetuskalusto/> [viitattu 21.1.2019].

Kuva 4. Puunhankinnan toimitusketju. Vuorinen, N. 14.2.2019.

Kuva 5. Puunhankinnan suunnittelu. Metsäteollisuus. Saatavissa: <https://www.metsateollisuus.fi/edunvalvonta/metsat-ja-puunhoito/puukauppa/miten-teen-puukaupan/puukaupan-vaiheet-2/> [viitattu 14.4.2019].

Kuva 6. Puukaupan eri vaiheet. Vuorinen, N. 13.1.2019.

Kuva 7. Värimerkintä. Vuorinen, N. 20.4.2019.

Kuva 8. Tienvarsivarasto. Vuorinen, N. 12.4.2019.

Kuva 9. Pinomerkintä. Vuorinen, N. 20.4.2019.

Kuva 10. Kuvakaappaus yrityksen sivuilta. Velvoite metsätuholain määräajoista. Määräajat puun kuljettamiseen hakkuupaikalta tai välivarastosta. Metsäkeskus. Saatavissa: <https://www.metsakeskus.fi/muistilista-metsatuholain-velvoitteista> [viitattu 4.4.2019].

Kuva 11. Välivarasto. Vuorinen, N. 26.4.2019.

Kuva 12. Kuljetusjärjestelmät. Vuorinen, N. 14.3.2019.

Kuva 13. Tiedon keräysmenetelmät. Hämäläinen, J. 2016, 19. Uusi teknologia tukee tiestötiedon hallintaa. Tiedon keräys menetelmät. Saatavissa: http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja_2016_11_Kohti-puuhuollon-digitalisaatiota_FBD_jh.pdf [viitattu 7.2.2019].

Kuva 14. Vastaajien työtehtävät. Webropol-kyselyn tulokset. 14.4.2019.

Kuva 15. Yrityksien koko. Webropol-kyselyn tulokset. 14.4.2019.

Kuva 16. Yrityksien perustamisvuosi. Webropol-kyselyn tulokset. 14.4.2019.

Kuva 17. Yrityksien toiminta-alueet. Webropol-kyselyn tulokset. 14.4.2019.

Kuva 18. Järjestelmien käyttö. Webropol-kyselyn tulokset. 14.4.2019.

Kuva 19. Sähköisten järjestelmien aikajakauma. Webropol-kyselyn tulokset. 14.4.2019.

Kuva 20. Digitalisaation vaikutus. Webropol-kyselyn tulokset. 14.4.2019.

Kuva 21. Sähköisten järjestelmien ominaisuuksien arviointi. Webropol-kyselyn tulokset. 14.4.2019.

Kuva 22. Yhteistyö yrityksen kanssa. Webropol-kyselyn tulokset. 14.4.2019.

Kuva 23. Suurimmat haasteet. Webropol-kyselyn tulokset. 14.4.2019.

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Ajoneuvojen maksimipainot akselien lukumäärän mukaan. Ajoneuvojen ja yhdistelmien sallitut massat. WWW-dokumentti. Saatavissa: http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja_2015_09_Puutavarayhdistelmien_akselimassat_ja_kuormatilan_koko_ak.pdf [viitattu 1.3.2019].

Taulukko 2. Venäläinen, P. 2016. Ajo- ja lepoaika-asetuksen pääkohtia – II Luku, artikkelit 6–9. Ajo- ja lepoajat. Metsäteho Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kuljetusten-suoritus/ajo-ja-lepoajat/> [viitattu 14.1.2019].