

Puutavaran kuljetusten tehostaminen terminaaleja hyödyntäen



YAMK opinnäytetyö

Biotalousliiketoiminnan kehittäminen

2017

Jarkko Repo

Biotalous liiketoiminnan kehittäminen

Tiivistelmä

Tekijä Jarkko Repo

Vuosi 2023

Työn nimi Puutavaran kuljetusten tehostaminen terminaaleja hyödyntäen

Ohjaaja Ilpo Pölönen & Elise Stenroos

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, saadaanko kuljetusyritysten toiminnasta tehokkaampaa ja kannattavampaa lisäämällä terminaalien käyttöä. Työn toimeksiantajan Metsäavain Oy:n tavoitteena oli saada opinnäytetyön tuloksena laskentamalli, jolla pystytään analysoimaan kuljetusyritysten kannattavuutta ja arvioimaan millaisella kalustolla toiminta olisi mahdollisimman tehokasta ja kannattavaa.

Tutkimuksessa selviää, että puutavaraa pystytään siirtämään tehokkaasti lähialueilla oleviin terminaaleihin. Kyseiset ajoneuvot ovat suunniteltu metsässä ajamiseen ja niiden ominaisuudet ovat parhaimmillaan juuri tässä työssä. Terminaalista tehtaalte puut ajetaan maantiekuljetuksiin suunnitelluilla siirtoajoneuvoilla, joihin pystytään lastaamaan mahdollisimman iso kuorma ja jotka ovat keveitä ja taloudellisia metsäajoneuvoihin verrattuna. Siirtoajoneuvojen lastaamiseen tarvitaan erillinen lastauskone. Tutkimuksessa selviää, että lastauskustannukset kuormaa kohden ovat kuitenkin maltilliset, edellyttäen että toiminta on riittävän laajaa.

Työssä tutkittiin myös toiminnasta urakan antajalle koituvia mahdollisia säästöjä kustannuksista. Näitä on auras- ja tienhoitokustannusten pieneneminen, toimitusvarmuuden parantaminen ja tehdasterminaalikustannusten pieneneminen.

Nykyinen käytössä oleva kuljetusyrittäjien taksamalli on rakennettu niin, että kuljetusyrityksen kannalta on aina kannattavaa ajaa puut terminaalin kautta ja tästä tulevat kustannukset koituvat urakan antajan maksettaviksi. Työn avulla voidaan yhdessä kuljetusyrityksen ja urakan antajan kanssa sopia terminaalin ja tehtaan välille oma kuljetustaksa, niin että molemmat osapuolet ovat tyytyväisiä.

Opinnäytetyössä tutkittiin kuljetusyrityksen kulurakenne kattavasti läpi ja tulokseksi saatiin, että valitsemalla oikea kalusto, voidaan kannattavuutta parantaa. Tutkimus tehtiin monen yrittäjän tunnuslukujen keskiarvoilla ja koska muuttujia on paljon, tulee jokaisen yrityksen kohdalla tehdä omat laskelmat. Kuljettajien työhyvinvointiin ja alalla kestämiseen työ ei ota kantaa ja tästä olisi hyvä tehdä oma tutkimuksensa.

Avainsanat Puutavara-auto, Terminaalit, Kuljetusyritys

Sivut 44 sivua ja liitteitä 3 sivua

This study investigated whether the operation of transport companies can be made more efficient and profitable by increasing the use of terminals. The goal of Metsä avain Oy, the client of the work, was to obtain a calculation model as a result of the thesis, which can be used to analyze the profitability of transport companies and to assess what kind of equipment would make the operation as efficient and profitable as possible.

The research shows that it is possible to move timber efficiently to terminals in nearby areas. The vehicles in question are designed for driving in the forest and their properties are at their best in this work. The trees are transported from the terminal to the factory with transport vehicles designed for road transport, which can load as large a load as possible and are light and economical compared to forest vehicles. A separate loading machine is required for loading transport vehicles. The research reveals that the loading costs per load are however moderate, provided that the operation is sufficiently extensive.

The work also investigated possible cost savings for the contractor. These include reducing plowing and road maintenance costs, improving supply reliability and reducing factory.

The current tax model for transport companies is structured in such a way that it is always profitable for the transport company to drive the timber through the terminal and the resulting costs are paid by the contractor. With the help of the work, together with the transport company and the contractor, it is possible to agree on a separate transport fee between the terminal and the factory, so that both parties are satisfied.

In the thesis, the cost structure of the transport company was comprehensively investigated and the result was that by choosing the right equipment, profitability can be improved. The research was conducted using the averages of key figures of many entrepreneurs, and since there are many variables, each company must make its own calculations. The work does not take a position on the drivers' well-being at work and sustainability in the field, and it would be good to do own research on this.

Keywords Timber truck, Terminals, Transport company

Pages 44 pages and appendices 3 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tutkimuksen tausta	2
2.1	Metsäteollisuus suomessa	2
2.2	Työvoimapula.....	5
2.3	Yleinen kustannusten nousu	6
2.4	Puutavaran kuljetusmuodot	7
2.4.1	Autokuljetus	8
2.4.2	Rautatiekuljetus	8
2.4.3	Laiva- ja proomukuljetus sekä uitto	9
2.5	Erilaiset ajoneuvot ja muu kalusto.....	9
2.5.1	Puutavara-auto.....	9
2.5.2	Perävaunut	11
2.5.3	Kuormaimet.....	11
2.5.4	Siirtoauto	11
2.5.5	HCT-ajoneuvoyhdistelmät.....	12
2.5.6	Lastauskoneet	13
2.6	Ajo- ja lepoajat	14
2.7	Metsäauton työvaiheet.....	14
2.8	Puun välivarastoalueet ja terminaalit.....	15
3	Tutkimustuloksissa käytettävät kustannustiedot.....	17
3.1	Työvoimakustannukset	17
3.2	Tienhoito	18
3.2.1	Tienhoidon kustannukset.....	19
4	Aineisto ja menetelmät	20
5	Tulokset	21
5.1	Kaluston käyttö- ja pääomakustannukset	21
5.2	Polttoaine ja keskinopeudet	23
5.3	Työvoimakustannukset	24
5.4	Tienhoito	25

5.4.1	Varastojen kunnostus ja liukkauden torjunta	26
5.5	Terminaalit	27
5.6	Lastauskone.....	28
5.7	Taksa	30
5.8	Kuormaesimerkit.....	31
5.9	Kaluston tarve –laskelmat.....	35
5.10	Kuormankoko	36
6	Pohdinta	37
6.1	Johtopäätökset.....	37
6.2	Kerätyn tiedon luotettavuuden arviointi	38
6.3	Kestävä kehitys.....	39
6.4	Ehdotuksia jatkotutkimuksia varten	39
	Lähteet.....	41

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1 Metsäteollisuus ry:n ja Puusepänteollisuus ry:n jäsenyritysten tuotantolaitokset (Metsäteollisuus ry, 2022)	3
Kuva 2. Metsäteollisuuden tuotantomäärät Suomessa 1960-luvulta alkaen (Metsäteollisuus ry, 2023, -b).....	4
Kuva 3. Suomen metsäteollisuuden vienti alueittain 2022 (Metsäteollisuus ry, 2023, -c)5	
Kuva 4. Kuluttajahintaindeksi vuosina 2007-2022 (Koskela, 2022)	6
Kuva 5. Puutavaran kuljetusmuodot (Autokuljetusopas, 2023)	8
Kuva 6. Puutavara yhdistelmä (Autokuljetusopas, 2023, -b)	10

Kuva 7. Puoliperävaunu yhdistelmä 4-akselisella perävaunulla. J. Repo galleria	13
Kuva 8. Ajo- ja lepoajat (Autokuljetusopas, 2023, -c)	14
Kuva 9. Terminaalien tilantarve puutavara lajeittain (Korjuun suunnitteluopas, 2022).	16
Kuva 10. Yhdistelmäajoneuvokuljettajan palkkataulukko (AKT, 2023).....	17
Kuva 11. Metsäautokuljettajan palkkataulukko.....	25
Kuva 12. Siirtoautokuljettajan palkkataulukko.....	25
Kuva 13. Aurauskertojen vaikutus kuutiohintaan keskimääräisellä varastopaikalla	26
Kuva 14. Murskekuorman vaikutus kuutiohintaan keskimääräisellä varastopaikalla	27
Kuva 15. Terminaalien vuokrien vaikutus kuutiohintaan.....	28
Kuva 16. Lastauskoneen kululaskelma	29
Kuva 17. Taksataulukko	31
Kuva 18. Laskelmataulukko metsäautolla tehtaalle ajosta.	32
Kuva 19. Laskentataulukko metsäautolla terminaaliin ajosta.....	32
Kuva 20. Laskentataulukko siirtoautolla tehtaaseen ajosta.....	33
Kuva 21. Kulurakenteet puutavarankuljetuksesta.	35
Kuva 22. Kuvakaappaus ajoneuvon tarve -laskurista	36

Liitteet

Liite 1. Kalusto- ja kustannuskysely

1 Johdanto

Suomen metsäteollisuuden puunkäyttö on lisääntynyt viime vuosina runsaasti.

Pakkausmateriaalien ja sellun kasvava menekki on lisännyt puukäyttöä viime vuosina merkittävästi. Myös muilla tuotteilla paperia lukuun ottamatta on ollut kysyntää maailman markkinoilla.

Venäjän aloitettua hyökkäyssodan keväällä 2022 loppui itärajan yli tuleva tuontipuu kokonaan. Suomeen tuotiin puuraaka-ainetta Venäjältä vuonna 2021 yhteensä 9,3mil. m³, mikä oli noin 10 prosenttia Suomessa käytetystä puuraaka-aineesta. Tämä määrä pyrittiin korvaamaan kotimaisella raaka-aineella. (Metsäteollisuus ry, 2023. -a)

Myös turpeen ja kivihiilen korvautuminen on lisännyt kiinteiden puupolttoaineiden kysyntää kaikkialla Suomessa. Tätä kehitystä vauhditti entisestään Venäjän tuontirajoitukset.

Puunkäytön lisääntyminen on lisännyt suoraan myös kuljetusyritysten kuljetettavia puumääriä. Kuljetusyritykset yrittävät parhaansa mukaan vastata teollisuuden tarpeeseen.

Kuljetusalaa ja etenkin metsäalan kuljetusyrityksiä on vaivannut jo pitkään kuljettajapula. Nuoria ei saada alalle ja kouluttaminen kestää pitkään ja on kallista. Lisäksi haastavat olosuhteet houkuttelevat ammattilaisia vaihtamaan muihin tehtäviin.

Kuljettajapulana lisäksi kuljetusalan ongelmana on komponenttipula, joka on venyttänyt kaluston tilausajan jopa pahimmillaan puoleentoista vuoteen. Investointeja voitaisiin tehdä mutta kalustoa ei ole saatavilla. Komponenttipula on myös lisännyt huoltokustannuksia, sillä myös varaosien saaminen on hankalaa.

Edellä mainittujen lisäksi yleinen hintojen nousu on lisännyt entisestään kuljetusyritysten kustannuksia. Pääomakulut ovat nousseet ja lisäksi kaikki on kallistuneet maailmantalouden elpyessä covid-19 -pandemiasta.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, voisiko toimintatapoja muuttamalla vaikuttaa kannattavuuteen sekä työvoimapulaan. Tutkimuksessa tullaan selvittämään, voiko terminaaleja enemmän hyödyntämällä saada ratkaisuja kalusto-, kannattavuus- ja työvoimaongelmiin.

Terminaalien hyödyntämisen lisäämisen ajatuksena on, että puita ajettaisiin lähellä metsävarastoja oleviin terminaaleihin ja niistä puut lastattaisiin maantielle paremmin sopiviin ajoneuvoyhdistelmiin. Näiden yhdistelmien kuljettajilta ei vaadita samanlaista osaamista kuin perinteisiltä puutavara-ajoneuvojen kuljettajilta. Kannattavuuden kannalta edellä mainitut ajoneuvoyhdistelmät ovat kevyempiä ja niiden hyötykuorma on merkittävästi isompi kuin perinteisissä ajoneuvoyhdistelmissä. Lisäksi nämä maantiekuljetuksissa hyödynnettävät yhdistelmät ovat hankinta- ja käyttökustannuksiltaan merkittävästi edullisempia ja niiden saatavuus on myös parempi.

Tutkimuksessa keskitytään laskemaan eri vaihtoehtojen kustannuksia erilaisia esimerkkimalleja hyödyntäen. Työ tehdään toimeksiantajalle Metsäavain Oy:lle, joka hyödyntää työn tuloksia asiakasyritystensä kanssa.

2 Tutkimuksen tausta

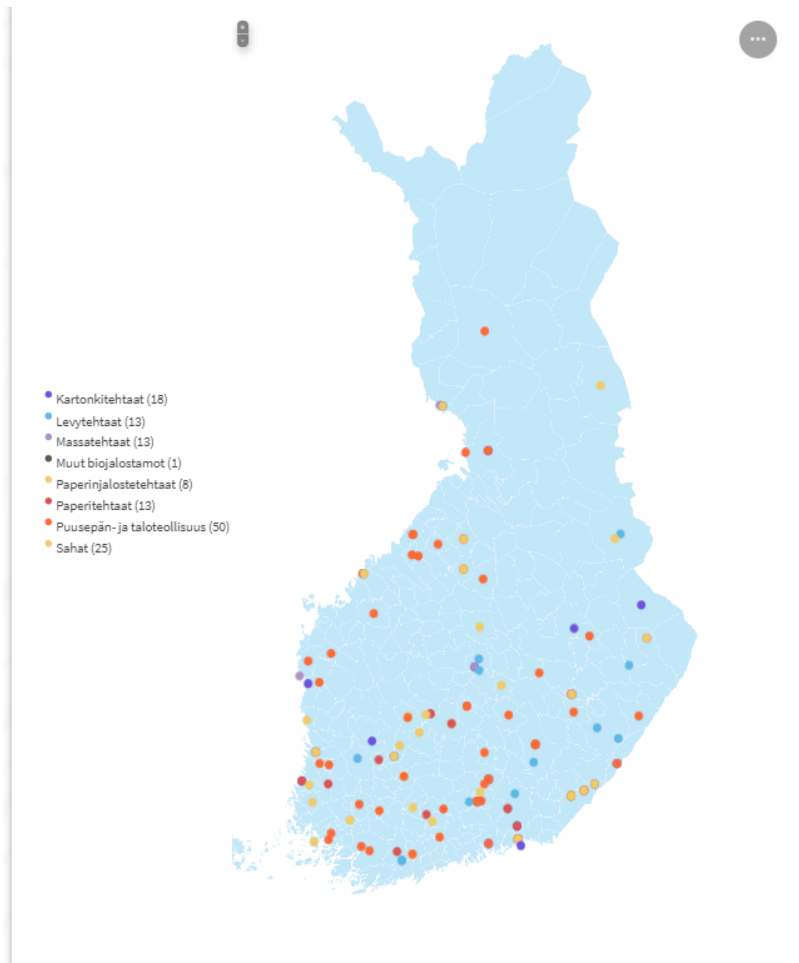
Tässä kappaleessa käsitellään metsäteollisuutta suomessa, kuljetuksien määrästä, kustannusten noususta ja kuljetuksessa käytettävästä kalustosta ja siihen vaikuttavista tekijöistä.

2.1 Metsäteollisuus suomessa

Vuonna 2021 Suomessa käytettiin raakapuuta yhteensä noin 85 milj. m³. Tästä 85 prosenttia eli 72,2 milj. m³ meni metsäteollisuuden tuotannon käyttöön tukki- ja kuitupuuna. Tästä kotimaista puuraaka-ainetta oli 62,4 milj. m³ ja tuontipuuta 9,8 milj. m³. Loput 15 prosenttia eli 13 milj. m³ poltettiin energiaksi pienpuuna sekä järeänä runkopuuna lämpö- ja voimalaitoksilla sekä pientaloissa. Raakapuun käyttö kasvoi vuodesta 2020 9 prosenttia ja oli historian suurin. (Luke, 2022)

Metsäteollisuus ry:n ja Puusepänteollisuus ry:n jäsenyrityksillä oli vuonna 2022 Suomessa 141 tuotantolaitosta. Näitä tuotantolaitoksia on kartonkitehtaat, levytehtaat, massatehtaat, muut biojalostamot, paperinjalostustehtaat, paperitehtaat, puusepän- ja taloteollisuus sekä sahat. (Metsäteollisuus ry, 2022) Kuvan kartasta pystyy hahmottamaan, miten tuotantolaitokset ovat sijoittuneet maantieteellisesti Suomessa.

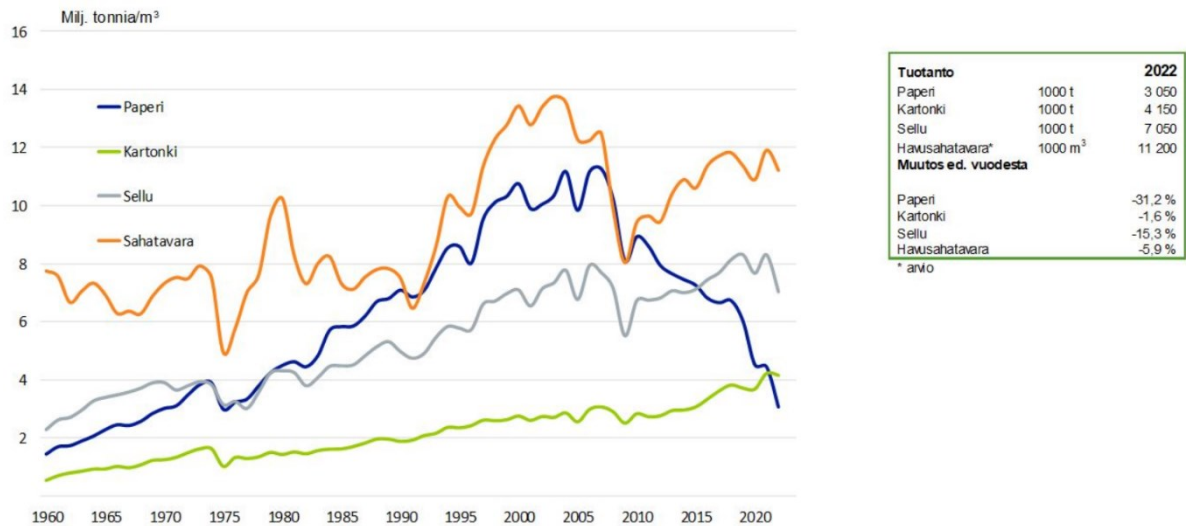
Kuva 1 Metsäteollisuus ry:n ja Puusepänteollisuus ry:n jäsenyritysten tuotantolaitokset (Metsäteollisuus ry, 2022)



Metsäteollisuuden tuotantomäärät ovat olleet trendinomaisessa kasvussa paperia lukuun ottamatta. Kartongin tuotantomäärien kasvu on ollut hyvin tasaista, kun taas sellun ja havusahatavaran tuotannon määrissä on ollut enemmän vuosittaista vaihtelua. Paperin tuotantomäärät ovat olleet pitkään laskussa. Syynä tähän on erityisesti paino- ja kirjoituspaperituotteiden kysynnän heikentyminen. Suomessa tuotettiin vuonna 2022 sellua

7 050 000 tonnia, kartonkia 4150 000 tonnia ja paperia 3050000 tonnia. Havusahatavaran määrä oli 11 200 000 kuutiometriä. Kuvasta näkee tuotantomäärien kehityksen 1960 – luvulta tähän päivään. (Metsäteollisuus ry, 2023, -b)

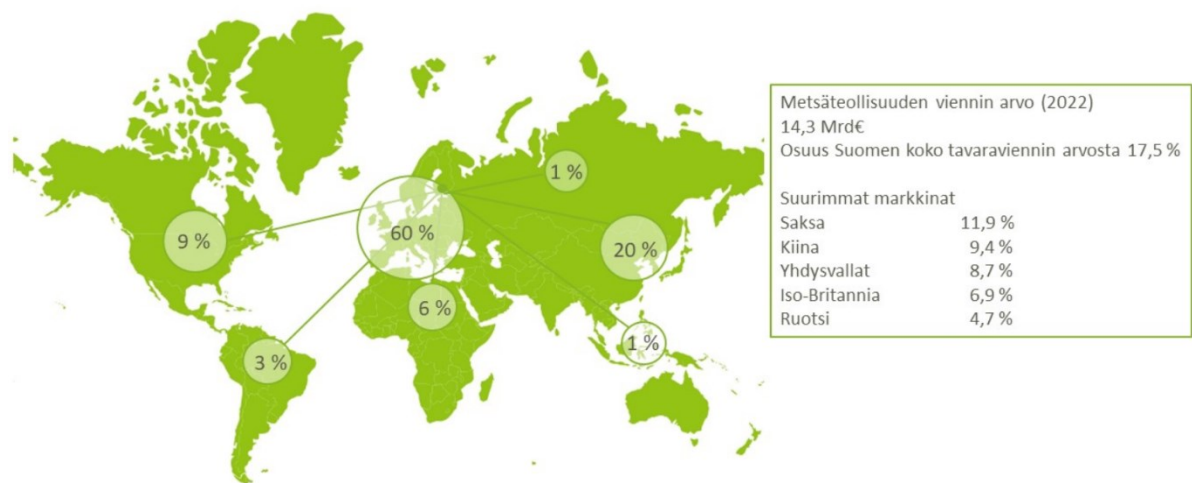
Kuva 2. Metsäteollisuuden tuotantomäärät Suomessa 1960-luvulta alkaen (Metsäteollisuus ry, 2023, -b)



Viennin osuus metsäteollisuuden tuotannosta on suuri. Kemiallisen metsäteollisuuden vienti oli vuonna 2022 10 600 000 tonnia eli noin 75 prosenttia koko tuotannosta. Saha- ja levyteollisuudesta vienti oli 9 500 000m³ eli 84 prosenttia tuotannosta. Vuonna 2022 metsäteollisuuden viennin arvo oli yhteensä 14,3 Mrd€. Suurin markkina-alue oli Eurooppa, jonne suuntautuu 60 prosenttia viennistä. Saksan osuus Euroopan maista on 11,9 prosenttia. Muita isoja vientimaita oli Kiina (9,7 %) ja Yhdysvallat (8,7%). Kuvasta näkee, minne vienti on maailmassa suuntautunut. (Metsäteollisuus ry, 2023. -c)

Kuva2. Suomen metsäteollisuuden vienti alueittain 2022 (Metsäteollisuus ry, 2023, -c)

Kuva 3. Suomen metsäteollisuuden vienti alueittain 2022 (Metsäteollisuus ry, 2023, -c)



Suomen vuoden 2022 koko tavaraviennin arvon osuus metsäteollisuuden tuotteiden osalta oli 17,5 prosenttia. (Metsäteollisuus ry, 2023. -d) Metsäteollisuuden tuotteiden viennin rahallinen arvo vuonna 2021 oli 13,2 miljardia euroa. Metsäteollisuus työllisti vuonna 2021 40 000 henkilöä. Vuonna 2018 kokonaistyöllisyys oli 74000 henkilöä, kun huomioidaan myös toimialan epäsuora työllisyysvaikutus muilla toimialoilla. (Metsäteollisuus ry, 2022. -b)

2.2 Työvoimapula

Metsäalalla ja etenkin puutavara-auton kuljettajista on jo pitkään ollut pula. Perinteisesti yrittäjät olivat yhden tai muutaman auton yrityksiä, ja lapset olivat mukana jo pienestä pitäen ja ajautuivat alalle. He oppivat työn jo nuorena ja ajokortit saatuaan olivat valmiita ammattilaisia. Nykyään yrityskoot ovat kasvaneet isoiksi ja puutavara-auton kuljettajiksi ei enää niin sanotusti kasveta, kuten ennen. (Ala-Kutsi, 2022)

Kuljettajan kouluttaminen on myös erittäin aikaa vievää ja kallista. Metsässä ajaminen vaatii kuljettajalta kokemusta ja ammattitaitoa, jonka pystyy saavuttamaan vain kokemuksella.

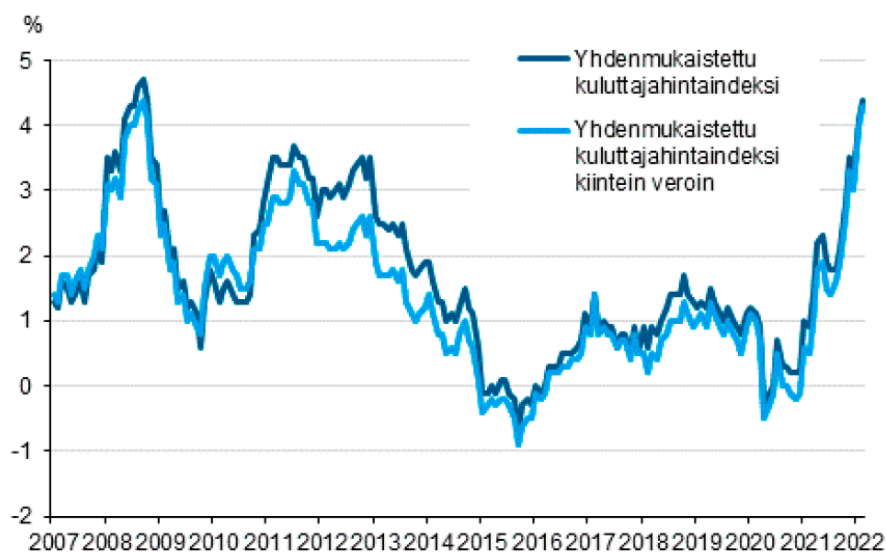
Puutavara-auton kuljettajat ajautuvat myös helposti muille aloille. Kuljettajan työ on erittäin haastavaa ja ammattilaisilla riittää työtä myös muilla aloilla. Syitä alanvaihdoksiin on tutkittu 2000-luvulla useasti, joten uudesta ongelmasta ei ole kyse. Isona syynä alanvaihtoon on ollut

alan palkkaus, joka ei vastaa työn vaatimuksia (Alkkiomäki, 2008) Lisäksi tutkimuksien vastauksista suurimmasta osasta työolosuhteet ovat syitä alanvaihtoon. Olosuhteiden ja palkkauksen lisäksi viime vuosina on yleistynyt tehtaille tulleita aikatauluajoja, jotka lisäävät kuljettajien paineita. (Nurmi, 2022)

2.3 Yleinen kustannusten nousu

Vuonna 2022 kuluttajahinnat nousivat keskimäärin 7,1 prosenttia. Vuonna 2021 keskimääräinen inflaatio oli 2,2 prosenttia. Vaikka vuonna 2021 inflaatio oli maltillista, oli se silti huomattavasti korkeampaa kuin edellisinä vuosina, joten voidaan katsoa, että inflaation voimakas kiihtyminen alkoi jo vuonna 2021. Alla olevasta kuvasta näkee, kuinka viimeiset vuodet kuluttajahintaindeksi on ollut hyvin tasainen ja nousuun se on lähtenyt vuoden 2021 loppupuolella. (Koskela, 2022)

Kuva 4. Kuluttajahintaindeksi vuosina 2007-2022 (Koskela, 2022)



Nopeat hintojen nousun syyt juontaa juurensa talouden elpymiseen koronapandemiasta. Rajoitusten poistuttua taloudellinen toiminta lisääntyi vauhdilla. Sulkutoimien aikana säästöön jäänyttä rahaa käytettiin. Tämän seurauksena yrityksillä oli varaa nostaa hintoja, pelkäämättä että menettävät asiakkaitaan. Kulutus tasoittui kuitenkin pikaisesti, kun lykättyt hankinnat oli tehty ja säästettyjä rahoja kulutettu. (ECP, 2021)

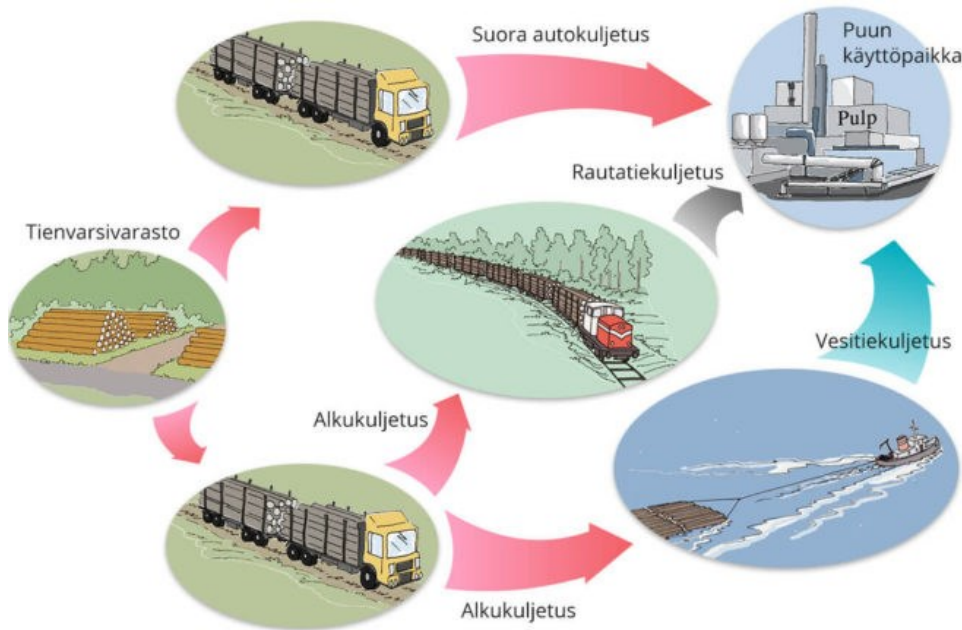
Monilla yrityksillä oli myös vaikeuksia vastata nopeaan kysyntään. Esimerkiksi pandemian aikana varastot ovat huvenneet ja nopeaan kysynnän kasvun alkaessa aiheutui tavarankuljettamisesta ylimääräisiä kustannuksia muun muassa konttipulasta johtuen. Yritykset joutuivat luonnollisesti ottamaan edellä mainitut ylimääräiset kustannukset huomioon hinnoittelussa. Pandemian seurauksena kulutustottumukset muuttuivat. Ulkomailta tuotavia osia, kuten puolijohteita, oli vaikea saada. Tuotteita ei ollut saatavilla riittävästi, joten niiden hinnat nousivat. Nämä ongelmat ovat osittain helpottuneet ja tulevat helpottumaan, kun kysyntään pystytään vastaamaan paremmin lisäämällä tuotantoa. (ECP, 2021)

Vuonna 2022 alkanut Venäjän hyökkäyssota kiihdytti inflaatiota entisestään. Syitä tähän olivat kansainväliset pakotteet, joiden seurauksena hinnat lähtivät tasaiseen nousuun. Etenkin lainakorkojen nousu, energiatuotteiden ja elintarvikkeiden nousu kiihdytti inflaatiota. (Tilastokeskus, 2023)

2.4 Puutavaran kuljetusmuodot

Metsäteollisuuden hankkimasta raakapuusta kuljetetaan noin 80 prosenttia tehtaille suoraan puutavara-autoilla. Loput 20 prosenttia kuljetetaan rautateitse tai vesitiekuljetuksena joko uittamalla tai aluksilla. Rauta- ja vesiteitse kuljetettavan puun alkukuljetus tehdään autolla. Kuvassa eri kuljetusmuotojen vaiheet tienvarsivarastolta puunkäyttöpaikalle. (Autokuljetusopas, 2023)

Kuva 5. Puutavaran kuljetusmuodot (Autokuljetusopas, 2023)



2.4.1 Autokuljetus

Autokuljetuksen keskimääräinen kuljetusmatka tehtaille vuonna 2018 oli 105 kilometriä. Kuljetusmatka uittopaikoille, satamiin ja lastausasemille oli noin 50 kilometriä. (Metsäteho, 2019)

Puutavara-autoilla kuljetetaan suoraan tehtaille ja sahoille vuodessa noin 40 miljoonaa kuutiometriä puuta. Metsäteollisuuden kuljetusten lisäksi puutavara-autoja työllistää lisääntyvässä määrin myös puupolttoaineiden eli energiaksi menevien rankapuiden, hakkuutähteiden, kantojen ja risujen kuljetus. Vuonna 2018 puupolttoaineiden kuljetusmäärät olivat noin 18 miljoonaa kuutiometriä. (Metsäteho, 2019)

2.4.2 Rautatiekuljetus

Rautateitse puutavaraa kuljetetaan vuosittain noin 10 miljoonaa kuutiometriä. Rautatiekuljetus on pitkillä kuljetusmatkoilla autokuljetusta edullisempaa. Vuonna 2018 keskimääräinen rautatiekuljetusmatka oli 282 kilometriä. (Metsäteho, 2019)

Rautatiekuljetuksien alkukuljetuksessa puutavara-autot ajavat puut joko suoraan vaunuihin tai vaihtoehtoisesti asematerminaaleihin. Terminaalista vaunut lastataan joko lastaukseen suunnitellulla lastauskoneella tai puutavara-autolla. (Autokuljetusopas, 2023, -a)

2.4.3 Laiva- ja proomukuljetus sekä uitto

Suomessa kuljetetaan puuta uittaen tai aluksilla pääsääntöisesti Vuoksen vesistössä, joka käsittää Kallaveden, Pielisen ja Saimaan tasavesialueen.

Vesitiekuljetusten vuotuinen määrä on noin miljoona kuutiota. Kuljetusmatka oli keskimäärin noin 250 kilometriä. Vesikuljetukset ovat kuitenkin lisääntyneet viime vuosina johtuen Venäjän tuontipuun loppumisesta ja sen korvaamisesta kotimaisella puulla. Puuta joudutaan tuomaan kauempaa eikä auto- tai junaresursseja ole saatavilla. Lisäksi vesiteitse tehtävä kuljetus on noin 20 prosenttia edullisempaa kuin auto- tai rautatiekuljetus. (Metsäteho, 2019)

Suurin syy vesiteitse tehtävän kuljetuksen lisääntymiseen on kuljetusten hiilijalanjäljen pieneneminen. Pitkillä matkoilla saadaan puuta kuljetettua kerralla merkittäviä määriä ja päästöt ovat huomattavasti pienempiä autokuljetukseen verraten. (Tanskanen, 2022)

2.5 Erilaiset ajoneuvot ja muu kalusto

Puutavarankuljetuksissa käytetään perinteisesti nosturillisia puutavara-autoja. Lisäksi käytössä on erilaisia HCT-ajoneuvoja sekä nosturittomia siirtoautoja. Tutkimuksessa käytetään perinteisestä puutavara-autosta nimitystä metsäauto, nosturittomasta autosta nimitystä siirtoauto ja HCT-ajoneuvoista joko nosturillista HCT-ajoneuvoa tai HCT-siirtoautoa.

2.5.1 Puutavara-auto

Perinteisesti puuta kuljetetaan 5-akselisella vetoautolla, jossa on joko irrotettava tai kiinteä nosturi. Lisäksi ajoneuvon perässä on 4- tai 5-akselinen perävaunu

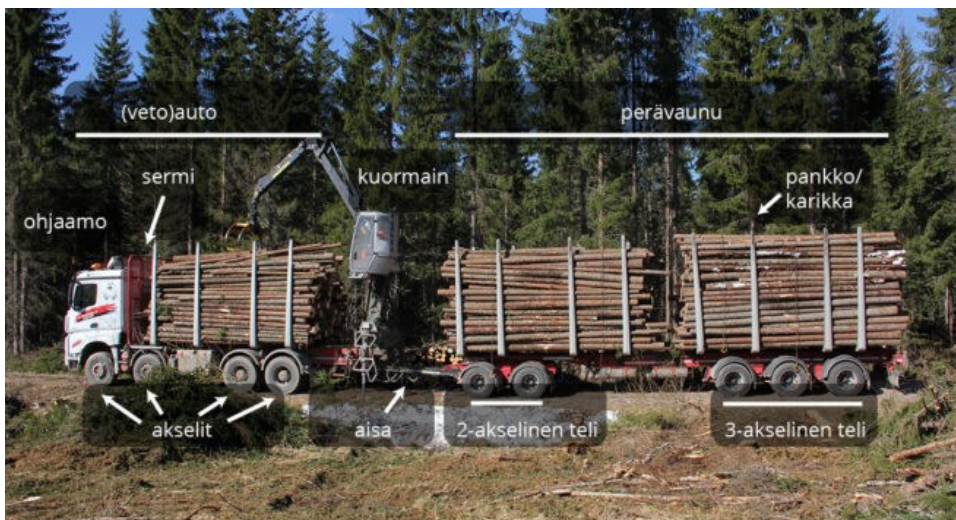
Vuonna 2013 tullut ajoneuvoasetuksen muutos mahdollisti useampiakselisten ajoneuvoyhdistelmien käytön. Tämän asetuksen voimaantulon jälkeen on vakiintunut 9-akseliset yhdistelmät, joiden suurin sallittu kokonaismassa on 76 tonnia. Muita enää vähemmän käytössä olevia yhdistelmiä on 7-akseliset yhdistelmät, joiden suurin sallittu kokonaismassa on 64 tonnia sekä 8-akseliset yhdistelmät, joiden suurin sallittu kokonaismassa on 68 tonnia. Muut kuin 9-akseliset ajoneuvot ovat harvinaisia.

4-akselisen vetoauton suurin sallittu massa on 34–35 tonnia. Tyypillisesti auton tyhjäpaino on 13–14 tonnia riippuen varustuksesta. Lisäksi nosturi painaa noin 3–5 tonnia.

Metsäautot on yleensä varustettu valmistajan suurimmilla tai toiseksi suurimmilla moottoreilla. Haasteellisissa maasto-olosuhteissa ajaessa moottoritehoa tarvitaan. Autojen keskikulutukset vaihtelevat hyvin paljon johtuen olosuhteista.

Alla olevassa kuvassa on perinteinen puutavara yhdistelmä. 4-akselinen vetoauto, kuormain sekä 5-akselinen perävaunu. (Autokuljetusopas, 2023, -b)

Kuva 6. Puutavara yhdistelmä (Autokuljetusopas, 2023, -b)



2.5.2 Perävaunut

Puutavarankuljetuksessa käytetyt perävaunut ovat yleensä 5-akselisia. Tällaisen perävaunun suurin sallittu kokonaisuus on 42 tonnia. Perävaunu painaa 7–8 tonnia. Rakenteellisesti perävaunuja on kahdenlaisia, jäykkärunkoisia perävaunuja, joiden pankeja pystyy siirtämään niin, että yletetään lastaamaan perävaunu tai teleskooppisella rungolla varustettuja ns. jatkokärriä. (Autokuljetusopas, 2023, -b)

2.5.3 Kuormaimet

Perinteiset puutavara-autot on varustettu kuormaimella eli nosturilla. Nostureita on joko hytillisiä hyttinostureita tai hytittömiä avonostureita. Pääosin nosturit ovat irrotettavissa ajoneuvoista. Nosturi painaa 3–4 tonnia ja ne pyritäänkin mahdollisuuksien mukaan jättämään lastauspaikalle maksimaalisen hyötykuorman saamisen vuoksi. Aina nosturia ei kuitenkaan voi jättää pois kuorman viennin yhteydessä, sillä osalla tehtaista ja sahoista joudutaan puut purkamaan itse. Lisäksi nosturia joudutaan pitämään mukana, mikäli ajoneuvolla on paluukuormia. (Autokuljetusopas, 2023, -b)

2.5.4 Siirtoauto

Siirtoauto on maantiekuljetuksiin räätälöity nosturiton- ja nosturivarusteeton puutavara-auto. Siirtoauto lastataan ja puretaan erilliskuormaimilla metsäpäässä joko puutavara-auton toimesta tai lastauskoneella ja tehtaalla tehtaan purkukalustolla.

Siirtoauto on yleensä pienempitehoinen ja huomattavasti kevyempi kuin puutavara-auto. Lisäksi kuormatila on tehty mahdollisimman isoksi. Siirtoauton etuja onkin pienempi kulutus, johtuen pienemmästä moottorista sekä kevyemmästä painosta. Etuja tulee myös isommista kuormista, sillä yhdistelmän ollessa kevyempi voidaan kuormaa laittaa enemmän. Myöskään nosturivarustus ei ole viemässä tilaa ajoneuvosta. (Ammattilehti, 2011)

Siirtoautoja voi varustella myös ns. siirtolava-autoksi. Tällöin siirtolavoihin lastataan puut valmiiksi metsäautoilla ja auto käy vaihtamassa tyhjän siirtolavan lastattuun ja toimittaa

tämän tehtaalle. Tämä tehostaa ajankäyttöä, kun kenenkään ei tarvitse olla lastaamassa siirtoautoa. (Vilkuna, 2021)

2.5.5 HCT-ajoneuvoyhdistelmät

HCT eli High Capacity Transport -ajoneuvoilla tarkoitetaan yli 25,25 metriä pitkiä tai yli 76 tonnia painavia ajoneuvoyhdistelmiä. Raskaiden ajoneuvoyhdistelmien suurimpia sallittuja mittoja ja massoja koskeva asetusmuutos tuli voimaan vuonna 2013. Tämä asetus mahdollisti käynnistää enimmäispainoja tai -mittoja suurempien ajoneuvojen ja yhdistelmien kokeiluja. Traficom on myöntänyt näitä poikkeuslupia myös useille puutavarayhdistelmille. (Traficom, 2020)

Vuonna 2019 astui voimaan lainsäädäntömuutos, joka mahdollistaa ajoneuvoyhdistelmien kokonaispituuden kasvattamisen 34,6 metriin ja vetoauton pituuden 12 metristä 13 metriin. Vetoauton pituuden nostaminen 13 metriin mahdollistaa puutavarankuljetuksessa kahden ranka- tai tukkinipun laittamisen vetoautoon. (Raskassarja, 2019)

HCT-kokeilussa mukana olleet puutavarayhdistelmät ovat kaikki olleet kokonaismassaltaan suurempia kuin 76 tonnia. Ajoneuvoja on ollut joko nosturillisia yhdistelmiä, jotka ovat tehneet itse kuormansa joko metsästä tai terminaalista, sekä nosturittomia yhdistelmiä, jotka on lastattu terminaalista. (Metsäteho, 2023)

Vuoden 2019 mittojen lainsäädösmuutokset mahdollistivat niin sanottujen B-junien hyödyntämisen. B-junalla tarkoitetaan ajoneuvoyhdistelmää, jossa on puoliperävaunuveturin eli rekkaveturin lisäksi kaksi puoliperävaunua. Lisäksi tästä voi olla myös eri versioita kuten puoliperävaunu, jonka perässä on normaali puutavara-auton perävaunu. Tällaiset yhdistelmät soveltuvat etenkin kuivan raakapuun kuljettamiseen, sillä kuormatila on suuri mutta maksimipaino 76 tonnia ei ylity. (Autokuljetusopas, 2023, -b)

Kuvassa oleva ajoneuvo on juuri edellisen kaltainen. Kuvasta näkee hyvin, että vaikka kyydissä on neljä nippua, ei kuormatila ole siltikään täynnä.

Kuva 7. Puoliperävaunu yhdistelmä 4-akselisella perävaunulla. J. Repo galleria



2.5.6 Lastauskoneet

Terminaaleista vaunujen, aluksien ja siirtoautojen lastaukseen on kahdenlasia vaihtoehtoja. Yleisempi vaihtoehto on materiaalinkäsittelykone joka rakenteeltaan muistuttaa kaivuria, mutta on suunniteltu erityisesti materiaalien kuten puutavaran, romun ja jätteiden käsittelyyn. Materiaalinkäsittelykone on pyöräalusteinen ja varustettu tukevilla tukijaloilla. Koneen hytti nousee korkealle, mikä mahdollistaa kuljettajan hyvän näkyvyyden. Materiaalinkäsittelykoneen haittana on sen siirrettävyys terminaalien välillä, sillä huippunopeudet eivät ole suuria eikä sillä voi kovin korkeiden siltojen alitse kulkea. (Mantsinen, 2023)

Toisena vaihtoehtona on kuormausauto. Tässä vaihtoehdossa tavallisen kuorma-auton päälle on lisätty puutavaran käsittelyä varten nosturi sekä järeät tukijalat. Nosturi on normaalia puutavara-auton nosturia kookkaampi ja tehokkaampi ja mahdollistaa nopeamman lastauksen. Kuormaus auton on nopea siirtää terminaalista toiseen ja sitä voi mahdollisesti hyödyntää myös metsävarastoilla. (Vilkuna, 2019)

2.6 Ajo- ja lepoajat

Raskaiden ajoneuvoyhdistelmäkuljettajien kuten myös puutavara-auton kuljettajia koskee työ- ja lepoaika-asetukset. Pääsääntöisesti jokaista 4,5 tunnin ajoa kohden on pidettävä 45 minuutin mittainen lepotauko, jolloin ajoneuvo ei saa liikkua. Tauko voidaan pitää myös kahdessa osassa, joista ensimmäinen on oltava vähintään 15 minuuttia ja toinen vähintään 30 minuuttia. Taukojen lisäksi kuljettajan on seurattava ja noudatettava myös päivittäisiä ja jaksottaisia työ- ja lepoaikoja. Nämä sisältävät vuorokautiset ajoajat, vuorokautiset lepoajat, viikoittaiset ajoajat sekä viikoittaiset lepoajat. (Autokuljetusopas, 2023, -c) Alla olevassa kuvassa on kuvattu vuorokautinen- ja viikoittainen ajoaika ja pidettävät tauot.

Kuva 8. Ajo- ja lepoajat (Autokuljetusopas, 2023, -c)

Yhtämittäinen ajoaika	4,5 h
Tauko	45 min
 Jaksotettu taukoaika	15 min + 30 min
Vuorokautinen ajoaika	9 h
 Pidentetty ajoaika	10 h, 2 kertaa viikossa
Vuorokautinen lepoaika	11 h
 Jaksotettu lepoaika	3 h + 9 h
 Lyhennetty lepoaika	9 h, 3 kertaa viikossa
Viikottainen ajoaika	56 h
 Kahden perättäisen viikon ajoaika	90 h
Viikottainen lepoaika	45 h
 Lyhennetty lepoaika	24 h, korvattava jälkikäteen *

2.7 Metsäauton työvaiheet

Jokaisen kuorman kuljettaminen sisältää seuraavat työvaiheet riippuen hieman kuorman määräpaikasta: tyhjänä ja kuormattuna ajaminen, kuormaaminen, kuorman vastaanottaminen tehtaalle ja kuorman mittauksen, kuorman purun, odotukset purussa sekä

liikenteessä, tauot ja muut mahdolliset keskeytykset. Kuormaus- ja purkamisvaihe pitää sisällään vaihtelevasti erilaisia tehtäviä kuten kääntäminen, kuormaus, kuorman punnitseminen, kuorman sitominen tai sidonnan irrottaminen ja kuormatietojen tallentaminen järjestelmään.

Kuljetusyrittäjä saa kuljetusten antajalta eli yleensä metsäyhtiöltä kuljetustilauksen. Kuljetustilaus sisältää puutavaralajeittain ja tuotantopaikoittain tilauksen lähiajalle, joka kuljetusyrittäjän tulee toimittaa. Kuljetusyrittäjän ajojärjestelijä suunnittelee ajoneuvokohtaisesti lähiajan tilauksen ja lähettää suunnitelman autoihin. Suunnitelma voidaan tehdä joko tarkasti varastokohtaisesti tai niin että kuljettajalle jätetään vastuu mistä varastoista tilaus toteutetaan. Kuljetusyrittäjän vastuulla on myös mahdollinen aurausten ja tienkunnossapidon järjestäminen joko yrittäjän, ajojärjestelijän tai kuljettajan toimesta. (Autokuljetusopas, 2023, -d)

2.8 Puun välivarastoalueet ja terminaalit

Puun välivarastoalueita eli terminaaleja hyödynnetään, kun puita ei ajeta suoraan lopullisille käyttöpaikoille.

Puutavaran välivarastoja tarvitaan monesta eri syystä. Puuta joudutaan siirtämään nopeasti esimerkiksi lähestyvän kelirikon takia, varastolla olevan tilanpuutteen takia tai metsätuholain vaatimusten takia. Lisäksi välivarastoja hyödynnetään, kun metsävarastolle menevä tie ei ole ajettavissa perävaunun kanssa vaan puuta joudutaan siirtämään eli telaamaan välivarastossa olevaan peräkärriin. Välivarastoja hyödynnetään myös, kun jätetään nosturi pois täyden hyötykuorman saavuttamiseksi.

ELY-keskuksella on kolmentyyppisiä välivarastoalueita: Alueet, jotka on tarkoitettu vain kuormaimien ja perävaunujen säilyttämiseen, alueet, joita edellisten lisäksi saa hyödyntää myös lyhytaikaiseen puutavaran varastointiin ja alueet, jotka on suunniteltu pitkäaikaiseen varastointiin esimerkiksi juuri kelirikkoajan puskurivarastoiksi. (Autokuljetusopas, 2023, -e)

ELY-keskuksen alueiden lisäksi kuljetusyriyksillä ja metsäyhtiöillä on käytössä lukuisia erikokoisia välivarastoja. Välivarastoille hyviä paikkoja on isojen kantateiden läheisyydessä ja alueella, jossa on joko asfalttipinta, tai tie on muuten liikennöitävissä ympäri vuoden.

Terminaalien, jota käytetään ympäri vuoden ja ajetaan paljon puuta, vaatimuksena on riittävä koko, kuljetettavuus kelillä kuin kelillä sekä hyvä sijainti. Koon puolesta puuta tulee mahtua kymmeniä tuhansia kuutioita ja vielä niin että jokainen puutavaralaji voidaan pitää erillään toisistaan. ELY-keskuksen välivarastointialueet eivät kokonsa puolesta sovellu tähän käyttötarkoitukseen. Alla olevasta taulukosta näkee paljonko mikäkin puulaji tarvitsee tilaa. Esimerkiksi 100m³ kuitupuuta tarvitsee tilaa leveyssuunnassa noin 5 metriä ja pituussuunnassa 25 metriä. Tukilla pituussuunnassa tarve on laskennallisesti 16 metriä. (Korjuun suunnitteluopas, 2022)

Kuva 9. Terminaalien tilantarve puutavara lajeittain (Korjuun suunnitteluopas, 2022)

Puutavaralaji	Puutavaraa, m ³				
	100	200	300	400	500
	Tilantarve, m				
Tukki	16	30	40	50	60
Kuitu 5 m	25	43	55	65	75
Kuitu 3 m	35	60	78	92	105
Energiapuu*	7	14	21	28	35
Energiapuu**	12	24	36	48	60
Hakkuutähdepaali 3 m	7	12	17	21	28
Kantoauma***	40 m jokaista nostettavaa hehtaaria kohti				

*Kasan korkeus 5 m

**Kasan korkeus 4 m

***Auman korkeus ja leveys 5 m

Lisäksi pinojen välialueita varten tarvitaan jokaista puutavaralajia kohden 2 m.

3 Tutkimustuloksissa käytettävät kustannustiedot

Tutkimuksen tuloksissa käytetään pohjatietona kustannustietoja, jotka ovat yleisiä tietoja kuten esimerkiksi palkkaukseen liittyvät numeraaliset arvot. Tässä kappaleessa on kuvattu tietoja, joita käytetään tuloksien laskennassa kyselylomakkeen tietojen rinnalla.

3.1 Työvoimakustannukset

Puutavarankuljettajan palkka määräytyy työehtosopimuksen mukaan joko tunti- tai 2-viikkojakson palkkana. Työntekijöille maksetaan 2-viikkojakson palkka, vaikka työaika olisi alle 80 tuntia. Palkka määräytyy kuljettajan kokemuksen mukaan. (AKT, 2023) Alla olevasta palkkataulukosta näkee kuljettajan tuntipalkan, 2-viikon palkan ja kuinka kokemus vaikuttaa palkkaukseen.

Kuva 10. Yhdistelmäajoneuvokuljettajan palkkataulukko (AKT, 2023)

	tunti	2-viikko
Täysperävaunukuljettaja ja moduuliyhdistelmän kuljettaja		
alle 4 vuotta	15,53	1242,40
4-8 vuotta	15,69	1255,20
8-12 vuotta	16,15	1292,00
yli 12 vuotta	16,48	1318,40

Iltalisä maksetaan työehtosopimuksen mukaan kello 18.00–22.00. Iltalisän suuruus on 15 prosenttia taulukkopalkasta. Yötyölisä maksetaan työstä, joka tehdään aikavälillä 22.00–06.00 ja se on suuruudeltaan 20 prosenttia taulukkopalkasta.

Lisäksi puutavaranauton kuljettajille, jotka käyttävät kuormauslaitetta eli nosturia maksetaan erikoislisää, joka on 5 prosenttia taulukkopalkasta.

Säännöllinen työaika on 80 tuntia 2-viikkojaksossa. Jos viikkotunnit ylittyvät, maksetaan ensimmäisiltä 20 tunnilta viidelläkymmenellä prosentilla ja sen yli meneviltä sadalla

prosentilla korotettua palkkaa. Sunnuntaina, kirkollisena juhlapäivänä, itsenäisyyspäivänä ja vapunpäivänä tehdystä työstä maksetaan sadalla prosentilla korotettu palkka. (AKT, 2023)

Palkkakustannus sisältää bruttopalkan lisäksi monia muita maksuja. TYEL-maksu koostuu työnantajan- ja työntekijän osuudesta. Työnantaja maksaa koko maksun työeläkeyhtiölle ja pidättää työntekijän osuuden palkasta. Vuonna 2023 työvakuutusyhtiö Elon TyEL-perusmaksu oli 25.3 prosenttia palkoista. Työntekijän osuus maksuista määräytyy iän mukaan. Alle 53-vuotiailla 7,15 prosenttia, 53–62-vuotiailla 8,65 prosenttia ja 63 vuotta täyttäneillä 7,15 prosenttia. (Elo, 2023) Työnantajan tulee maksaa sairausvakuutusmaksua työntekijästä, joka on sairausvakuutuslain mukaan Suomessa vakuutettu.

Sairausvakuutusmaksu on kaikilla työnantajilla 1,53 prosenttia palkoista. (Elo, 2023. -a)

Työttömyysvakuutusmaksu koostuu työntekijän ja työnantajan osuuksista. Työntekijän osuus pidätetään palkanmaksun yhteydessä. Pientyönantajan työttömyysvakuutusmaksu on 0,52 prosenttia palkasta ja työntekijän työttömyysvakuutusmaksu on 1,5 prosenttia palkasta. Työttömyysvakuutusmaksua maksetaan kaikista 17–64-vuotiaista työntekijöistä. (Elo, 2023. -a)

Pakollisiin palkkakustannuksiin kuuluu lisäksi vielä tapaturmavakuutus ja ryhmähenkivakuutusmaksut. Tapaturmavakuutusmaksun suuruus vaihtelee työn vaarallisuuden ja toimialan mukaan. Keskimääräinen maksu on 0,7 prosenttia. Ryhmähenkivakuutusmaksu vaihtelee vakuutusyhtiöittäin. Keskimääräinen maksu on 0,06 prosenttia. (Elo, 2023. -b)

Palkkakustannuksen lisäksi työvoimakustannuksia tulee myös työterveyshuollon, työvaatteiden, henkilöstökoulutuksen ja työntekijän oman auton käyttöön liittyvistä kuluista. (Työelämään, 2023)

3.2 Tienhoito

Tienhoitoon sisältyy talvella auraukset, liukkauden torjunta suolaamalla tai hiekoittamalla sekä polanteiden poisto. Tienkunnossapito pitää sisällään myös lanaukset ja sorastukset sekä

mahdollisten painaumien ja muuten huonojen paikkojen korjauksen. Lisäksi metsäteillä ja puutavaravarastoilla joudutaan mahdollisesti rakentamaan ja kunnostamaan kääntöpaikkoja. Kunnostuksissa tarvitaan raekooltaan karkeaa mursketta ja kaivinkonetyötä.

Yleisten teiden kunnossapidosta ja talvihoidosta vastaa valtio, vakituksessa käytössä olevien yksityisteiden kunnossapidosta ja talvihoidosta tie- ja hoitokunnat. Metsäautoteitä, joita käytetään satunnaisesti puutavarankuljetuksiin, aurataan kuljetusyrittäjän tilaaman auraajan toimesta metsäyhtiön laskuun. Edellä mainittujen lisäksi joudutaan puutavara-autoilla ajamaan joskus myös talvi- ja jääteillä. Näitä käytetään, kun ympärivuotisesti ajettavaa tietä ei ole tai sen rakentaminen ei ole kannattavaa esimerkiksi soiden ja vesistöjen takia. Yleisesti talviteiden suunnittelusta, rakentamisesta ja hoidosta vastaa puun ostaja yhdessä kuljetusyrittäjän kanssa. (Autokuljetusopas, 2023. -f)

3.2.1 Tienhoidon kustannukset

Metsäteiden auraukset toteutetaan yleisesti kuljetusyrittäjien kumppanuusyrittäjien toimesta. Auraukset toteutetaan pääsääntöisesti traktoreilla, joissa on työhön soveltuvat aurat ja lingot. Aurauksen tuntihinta vaihtelee 60–100 euron välillä. Auruksien lisäksi samalla kalustolla suoritetaan myös polanteiden poistot sekä liukkauden vähentämistä hiekoittamalla. Talvihoidon kustannuksista vastaa puun ostaja. Jokainen aurauksetta lisää varastojen puun kuutiohintaa ja aurauksia pyritäänkin suorittamaan mahdollisimman vähän.

Koska talvien lumimäärät vaihtelevat runsaasti, on vuosittaisesta aurauksekustannuksesta metsäyhtiölle mahdotonta saada luotettavaa ennustetta. Varastojen systemaattinen nopeasti tyhjentäminen vähentää kuitenkin aurauksetta määrää. Metsätie on aurattava, kun tielle on kertynyt 5 cm lunta. Terminaaliin ajon lisäämisellä pystyttäisiin helposti vähentämään aurauksetta, kun varasto tyhjennettäisiin lähimpään terminaaliin.

(Autokuljetusopas, 2023. -f)

4 Aineisto ja menetelmät

Opinnäytetyön tarkoituksena on vastata tutkimuskysymykseen, voidaanko terminaaliin ajoa lisäämällä tehostaa kuljetusyrityksen toimintaa ja sitä kautta parantaa kannattavuutta. Tutkimus on ajankohtainen hintojen voimakkaan nousun takia. Hintojen nousun lisäksi myös kuljetettavat puumäärät ovat kasvussa ja toimintoja täytyy tehostaa, että saadaan kuljetettua enemmän puuta. Kasvavat puumäärät lisäävät myös jo alaa valmiiksi vaivannutta työvoimapolua ja tutkimuksella selvitetään myös, saisiko tähän helpotusta lisäämällä siirtoautoja, joihin löytyy kuljettajia paremmin kuin metsäautoihin.

Tutkimusta varten on kerätty Metsäavain Oy:n yhteistyökumppaniyrityksiltä kuljetuksen tunnuslukuja. Näitä ovat tiedot kaluston, työvoiman ja muun toiminnan kustannuksista. Lisäksi erilaisista ajoneuvoista on kerätty muun muassa kulutustietoja, ajomatkoja ja käyttöastetietoja. Yrittäjille on toimitettu kysely, johon he ovat vastanneet. Kyselyn tuloksista on laskettu keskiarvolukuja, joita hyödynnetään tutkimuksen laskelmissa.

Tunnuslukuja käsitellään ja vertaillaan tuloksissa aihealueittain ja laskentakaavioissa mallinnetaan toimintatapojen vaikutusta kustannuksiin. Laskentakaaviot on rakennettu niin että tunnuslukuja voidaan muuttaa ja näin niitä voidaan hyödyntää erilaisissa olosuhteissa toimiviin kuljetusyrityksiin.

Aihealueittain tehdyistä laskentakaavioista yhdistetään tiedot, joilla saadaan kokonaiskuva, kuinka toimintaa muuttamalla voidaan toimintoja tehostaa ja miten se vaikuttaa kustannuksiin ja työvoiman tarpeeseen. Laskelmissa käytetään erilaisia skenaarioita ajettavista puumääristä ja kalustovaihtoehdoista puiden tehtaalle toimittamiseen.

Tutkimuksen tarkoituksena on rakentaa Metsäavain Oy:n käyttöön laskentamallit, joiden avulla pystytään tarjoamaan kannattavuuslaskentaa puutavarankuljetusyrityksille.

5 Tulokset

Tässä kappaleessa käsitellään keskimääräisiä tunnuslukuja ja optimitilanteita, ja kootaan niistä selkeä runko (laskentamalli), jota puutavarankuljetusyritys voi käyttää kustannusten muuttuessa ja vertaillen kahden eri kuljetusmenetelmän kannattavuutta. Tunnusluvut on saatu kyselyn avulla.

5.1 Kaluston käyttö- ja pääomakustannukset

Tutkimuksen kyselyn mukaan keskimäärin puutavara-autolla ajetaan käyttöikänsä aikana noin miljoona kilometriä. Vuodessa kilometrejä tulee 200 000 ja käyttöikä on viisi vuotta. Ajoneuvon ja päällisrakenteen hankintahinnan ollessa noin 260 000 euroa, on jälleenmyyntiarvo viiden vuoden päästä 60000 euroa arvonalenemisen ollessa 25 prosenttia vuodessa. Ajoneuvolla ajettut kilometrit vaikuttavat eniten ajoneuvon arvoon. Lisäämällä terminaaliin ajoa pystytään auton kilometrejä vähentämään huomattavasti ja tämän kautta myös käyttöikää pidentämään jonkin verran. Auton arvoon vaikuttaa myös käyttötunnit, joten arvo ei ole suoraan verrannollinen ajettuihin kilometreihin.

Puutavara-auton nosturin hankintahinta asennuksineen on noin 100 000 euroa. Nosturin käyttöikä on noin viisi vuotta ja arvonalenema 25 prosenttia vuodessa. Käyttöiän päättyessä jälleenmyyntiarvo on noin 25000 euroa. Arvon alenemiseen vaikuttaa nosturin käyttötunnit. Terminaalin ajoa lisäämällä, lisääntyvät myös kuormaus- ja purkukerrat ja myös arvonaleneminen on nopeampaa kuin ajettaessa pidempään matkaan.

Puutavara-auton perävaunun hankintahinta on noin 100 000 euroa. Perävaunun käyttöikä on noin kymmenen vuotta ja arvonalenema 20 prosenttia vuodessa. Kymmenen vuotta vanhan perävaunun jälleenmyyntiarvo on noin 10000 euroa. Perävaunun jälleenmyyntiarvoon vaikuttaa perävaunun kunto, johon pystyy vaikuttamaan huoltotoimenpiteillä.

Metsäauton huolto- ja korjauskustannukset ovat noin 0,15 euroa kilometriä kohden ja samoin päällisrakenteen huolto- ja korjauskustannukset ovat noin 0,15 euroa kilometriä

kohden. Perävaunun huolto- ja korjauskustannukset ovat noin 0,08 euroa kilometriä kohden. Nosturin huolto- ja korjauskustannukset ovat vuodessa on 6500 euroa. Ajetut kilometrit eivät vaikuta nosturin huoltokustannuksiin mutta vertailun mahdollistamiseksi keskimääräisesti 200 000 kilometriä vuodessa ajavan yhdistelmän nosturin huolto- ja korjauskustannukset kilometriä kohden ovat 0,0325 euroa. Yhdistelmän huolto- ja korjauskustannukset yhteensä ovat siis 0,4125 euroa kilometriä kohden.

Nosturilla varustetun puutavara yhdistelmän pääomakustannus on vuodessa noin 65000 euroa ajoneuvon ja nosturin käyttöiän ollessa 5 vuotta ja perävaunun 10 vuotta. Käyttöasteen ollessa 100 prosenttia tuntia kohden kustannus on 9,5 euroa. Haastattelujen perusteella käyttöaste on todellisuudessa lähempänä 60 prosenttia. Käyttöastetta laskee, että kahdessa vuorossa ei yhdistelmä liiku viikonloppuisin. Myös huollot, tehtaalla odotukset ja tauot laskevat käyttöastetta. 60 prosentin käyttöasteella pääomakustannus tuntia kohden on noin 15,99 euroa.

Perinteisen 5. akselisen siirtoauton hankintahinta on noin 180000 euroa ja päällisrakenteen 30000 euroa. Tutkimuksen laskelmissa käytetään samoja vuotuisia kilometrimääriä kuin metsäajoneuvolla eli 200000 kilometriä käyttöiän ollessa viisi vuotta. Vain siirtoautossa käytettävä perävaunu on hankintahinnaltaan hieman perinteistä perävaunua edullisempi 90000 euroa.

Siirtoauton huolto- ja korjauskustannukset ovat noin 0,08 euroa, päällisrakenteen 0,04 euroa ja perävaunun 0,017 euroa kilometriä kohden. Yhteensä huolto- ja korjauskustannukset ovat 0,137 euroa kilometriä kohden.

Siirtoauton pääomakustannus on vuodessa noin 40000 euroa ajoneuvon käyttöiän ollessa 5 vuotta ja perävaunun 10 vuotta. Käyttöasteen ollessa 100 prosenttia, tuntia kohden kustannus on 4,59 euroa. Käyttöasteen ollessa 60 prosenttia tuntia kohden kustannukseksi jää 7,71 euroa. Siirtoauton käyttöastetta terminaalista ajoa voidaan lisätä laittamalla auto kolmeen vuoroon. Käyttöasteen ollessa 70 prosenttia, jää pääomakustannukseksi tuntia kohden 6,53 euroa ja käyttöasteen ollessa 80 prosenttia, pääomakustannus on 5,71 euroa tunnissa.

Niin sanotun hct-puoliperävaunusiirtoauton hankintahinta ja kustannukset ovat samaa kokoluokkaa kuin perinteisen siirtoauton eikä niitä erotella tässä tutkimuksessa.

Yhdellä tutkimukseen haastatellulla yrittäjällä oli siirtoautona 5-akselinen auto. Tämän hankintahinta päällisrakenteen kanssa on erikoisuutensa takia noin 40000 euroa kalliimpi kuin perinteisen siirtoauton. Perävaununa käytettiin normaalia 5-akselista kärkeä.

Ajoneuvoyhdistelmän pääomakustannus vuodessa on noin 50000 euroa. 100 prosenttisella

käyttöasteella tuntikustannukseksi tulee 5,63 euroa, 60 prosentin käyttöasteella 9,47 euroa, 70 prosentin käyttöasteella 8,02 euroa ja 80 prosentin käyttöasteella 7,01 euroa.

5.2 Polttoaine ja keskinopeudet

Dieselin hinta on vaihdellut runsaasti lähivuosina. Se on pyörinyt kahden euron molemmilla puolilla. Dieselin lisäksi nykyisissä raskaan liikenteen ajoneuvoissa on pakollista käyttää myös ureaa eli AdBlue -lisäainetta. Tämän aineen tarkoituksena puhdistaa dieselmoottorin pakokaasuja. Tutkimuksen laskelmien yksinkertaistamiseksi käytetään dieselistä ja adbluesta nimitystä polttoaine ja niiden yhteiskustannuksena käytetään kahden euron hintaa.

Tutkimuksessa kerättiin tietoa usean yrityksen kaluston kulutuksesta. Kulutukseen vaikuttaa kuorman koko, maaston mäkyisyys, ajoneuvo sekä kuljettajan ajotapa. Keskkulutukset vaihtelivat jonkin verran ja laskelmiin valittiin keskimääräisiä arvoja.

Metsäauton kulutukset vaihtelivat 55 litrasta 75 litraan sadalla kilometrillä. Tutkittavaa puskuriin ajoa vastaavaa ajoa ajavilla autoilla, joiden keskimääräiset ajomatkat kuormakohtaisesti olivat 20–40 kilometrin luokkaa, kulutus oli 65 litraa sadalla kilometrillä ja tätä käytetään laskelmissa. Keskinopeus lyhyttä matkaa ajavilla autoilla oli 20–30 kilometriä tunnissa. Laskelmissa käytetään keskinopeutta 22 kilometriä tunnissa. Keskinopeus lasketaan auton liikkeelläoloajasta.

Selkeästi pidempää matkaa ajavilla metsäautoilla kulutukset olivat 55–65 litran luokkaa.

Tällaisten ajoneuvojen kuormanvientimatkat olivat keskimäärin 100 kilometrin molemmin

puolin. Laskelmiin valitaan keskiarvoinen kulutus 60 litraa sadalle kilometrille keskinopeuden ollessa 45 kilometriä tunnissa.

Haastattelutulosten joukossa oli yksi metsäajoneuvo, joka ajoi energiapuuta terminaaleista toiseen. Tämän ajoneuvon keskinopeus oli 68 kilometriä tunnissa ja kulutus 55 litraa sadalla kilometrillä. Kuormanvientimatkat olivat yli 100 kilometriä ja terminaalit sijaitsivat isojen kantateiden varsilla. Tämän auton keskinopeudet vastaavat terminaalista lastattavan siirtoauton nopeuksia pitkillä matkoilla.

Siirtoajoneuvojen keskikulutukset vaihtelivat 48 ja 55 litran välillä. Merkittävää eroa ei ollut ajoneuvon tyyppillä. Laskelmissa käytetään 50 litran kulutusta sadalla kilometrillä.

Keskimääräiset ajomatkat olivat 100 kilometrin molemmin puolin. Erityisen pitkää matkaa ajavaa siirtoautoa ei tähän tutkimukseen osunut. Siirtoauton keskinopeutena käytetään laskelmissa 55 kilometriä tunnissa.

5.3 Työvoimakustannukset

Laskelmissa käytetään palkkaesimerkkinä työntekijää, joka tekee työtä kahdessa vuorossa ja keskimääräinen kahden viikon työtuntimäärä on 100 työtuntia. Kuljettajalla on kokemusta 4–8 vuotta. Lisäksi on tehty vaihtoehtoiset laskelmat niin, että työntekijän tuntimäärä on 120 tuntia ja 80 tuntia. Kokonaispalkkakustannus on laskettu kertoimella 1,3. Alla olevasta taulukosta näkee kuljettajan palkkalaskelmat ja ylitöiden vaikutuksen keskituntipalkkaan.

Kuva 11. Metsäautokuljettajan palkkataulukko

tuntipalkka kokemus 4-8 vuotta	15,53
nosturilisä	0,7765
Tuntipalkka nosturilisällä	16,3065
Iltatyö lisä 18.00-22.00	2,3295
Yötyö lisä 22.00-06.00	3,106
Ylityö 50 %	7,765
Ylityö 100 %	15,53
Keskituntipalkka 80h/2vk	17,7042
Keskituntipalkka sivuikuileen 80h/2vk	23,01546
Keskituntipalkka 100h/2vk	19,2572
Keskituntipalkka sivuikuileen 100h/2vk	25,03436
Keskituntipalkka 120h/2vk	21,61258
Keskituntipalkka sivuikuileen 120h/2vk	28,09636

Siirtoautokuljettajan palkka on hieman pienempi sillä nosturilisää ei makseta. Alla olevassa kuvassa siirtoautokuljettajan palkkalaskelmat ja ylityönvaikutus keskituntipalkkaan.

Kuva 12. Siirtoautokuljettajan palkkataulukko

tuntipalkka kokemus 4-8 vuotta	15,53
nosturilisä	0,7765
Tuntipalkka nosturilisällä	16,3065
Iltatyö lisä 18.00-22.00	2,3295
Yötyö lisä 22.00-06.00	3,106
Ylityö 50 %	7,765
Ylityö 100 %	15,53
Keskituntipalkka 80h/2vk	16,9277
Keskituntipalkka sivuikuileen 80h/2vk	22,00601
Keskituntipalkka 100h/2vk	18,4807
Keskituntipalkka sivuikuileen 100h/2vk	24,02491
Keskituntipalkka 120h/2vk	20,83608
Keskituntipalkka sivuikuileen 120h/2vk	27,08691

5.4 Tienhoito

Tutkimuksen laskelmissa käytetään aurauksesta keskihintaa 80 euroa/tunti. Keskimääräinen aurauksera vie noin puolitoista tuntia eli auraukseran hinnaksi tulee 120 euroa. Laskelmien

varaston keskikoko on 400 kuutiometriä. Tällöin jokaiselle aurauskerralle saadaan hinnaksi 0,3 €/m³. Aurauskertojen määrä vaihtelee lumisateiden mukaan. Taulukkoon on kuvattu miten aurauskertojen määrät vaikuttavat kustannuksiin.

Kuva 13. Aurauskertojen vaikutus kuutiohintaan keskimääräisellä varastopaikalla

Aurauskerrat	€/m ³	400m ³ varasto
0	0	0
1	0,3	120
2	0,6	240
3	0,9	360
4	1,2	480
5	1,5	600

Laskelmissa käytettävän keskimääräisen 400m³ varasto on noin seitsemän kuormaa. Terminaalin ollessa 20 kilometrin päässä vie yhden kuorman viennissä aikaa noin kolme tuntia. Seitsemän kuorman ajossa menee 21 tuntia. Kuljettajien tauot huomioiden pystyttäisiin keskimääräinen varasto siirtämään terminaaliin vuorokaudessa. Tällöin aurauskerrat jäävät kuljetuksen osalta minimiin.

5.4.1 Varastojen kunnostus ja liukkauden torjunta

Metsäautoteitä on hyvin eritasoisia ja jotkut kestävät kuljettaa puita aina, toiset vain talvella, ja jotkin on ajettavissa kuivalla kelillä. Huonoimmille teille joudutaan ajamaan mursketta, että puut saadaan liikkumaan kelillä kuin kelillä. Kuten aurauskuluissa, pystytään myös tien kunnostuskuluissa säästämään, kun puut ajetaan kerralla terminaaliin. Kuivalla kelillä saadaan puut terminaaliin eikä märällä kelillä tarvitse varastolle mennä, jolloin sitä pitäisi kunnostaa murskeella.

Varastojen kunnostuksessa käytettävissä laskelmissa käytetään samaa keskimääräistä 400m³ varastoa mitä aurauslaskelmissa. Läheskään jokaiselle varastolle ei mursketta tarvitse ajaa ja laskelmissa selviää, kuinka paljon lisähintaa kuutiolle tulee murskeenajokertojen lisääntyessä. Laskelmissa joka kymmenelle varastolle ajettaessa 1000 euroa maksava murskekuorma jää kustannus kuutiota kohden 0,25 euroa kun taas jokaiselle varastolle

ajettaessa sama kustannus on 2,5 euroa. Taulukossa tarkemmin kuvattuna kustannusten nousu murskeen ajon lisääntyessä.

Kuva 14. Murskekuorman vaikutus kuutiohintaan keskimääräisellä varastopaikalla

Murskekuorma (1000€) / varasto	€/m ³	400m ³ varasto
0	0	0
0,1	0,25	100
0,2	0,5	200
0,3	0,75	300
0,4	1	400
0,5	1,25	500
0,6	1,5	600
0,7	1,75	700
0,8	2	800
0,9	2,25	900
1	2,5	1000

5.5 Terminaalit

Haastattelujen perusteella hyviä terminaaleja ovat etenkin maannostoalueet eli soramontut. Ne ovat usein hyvien teiden varsilla ja tilaa riittää varastoida isojakin määriä puita. Lisäksi näillä alueilla on yleensä hyvä kantavuus eli ne ovat ajettavissa ympäri vuoden. Toinen hyvä terminaali-alue on vanhat maanteiden pohjat. Nämä ovat aina ajettavissa ja hyvällä sijainnilla. Ongelmaksi kuitenkin muodostuu lastaaminen erillisellä koneella, kun tilaa ei ole niin paljon kuin tarvitsisi.

Maanottopaikoille sijoitettujen terminaalien vuokrat vaihtelivat hyvinkin paljon kuukausitasolla 100–1000 euroa. Alla kaavioon laskettu paljon lisähintaa kuutiolle tulee terminaalin vuokrasta. Esimerkiksi 100 euron kuukausivuokralla ja 10000 kuution kuukausittaisella puumäärällä kustannukseksi jää 0,01 euroa kuutiota kohden. Vuokran ollessa 1000 euroa kuukaudessa vastaavalla puumäärällä kuutiokohtainen hinta on 0,1 euroa.

Kuva 15. Terminaalien vuokrien vaikutus kuutiohintaan.

	Kuukausittainen varastointimäärä (m ³)				
Vuokra(kk)	1000	5000	10000	20000	50000
100	0,1	0,02	0,01	0,005	0,002
500	0,5	0,1	0,05	0,025	0,01
1000	1	0,2	0,1	0,05	0,02

Hyviä terminaali-alueita ovat myös vanhat teollisuusalueet tai muut isot asfalttikentät. Näitä on kuitenkin harvemmin tarjolla toisin kuin maanottopaikkoja, joita löytyy paljon.

5.6 Lastauskone

Lastauskoneita on monenlaisia. On erikokoisia materiaalinkäsittelykoneita, kaivinkoneita, joissa on lastauskauha sekä kuorma-auton lavalle rakennettuja lastauskoneita. Tämän tutkimuksen tarkoituksena ei ole selvittää minkälainen lastauskone sopii parhaiten puutavara-autojen lastaamiseen. Tästä johtuen laskelmiin on valittu uusi materiaalinkäsittelykone hankintahinnaltaan 250000 euroa. Koneiden hintahaitarikin on suuri ja kone tulee valita käyttöasteen mukaan. Laskelmien luvut on muutenkin tehty arvioiden kuluja ja kustannuksia. Lukuja on arvioitu koska tästä ei kovin tarkkoja lukuja ollut tähän tutkimukseen saatavilla. Luvut ovat kuitenkin riittävän tarkat kertomaan lastauksen kustannukset ja miten se vaikuttaa terminaaliajon kannattavuuteen.

Lastauskoneen kulut koostuvat arvonalenemisesta, korjaus- ja huoltokustannuksista, kuljettajan palkasta sekä polttoainekustannuksista. Kulut laskettiin oletuksella, että käyttöaste on 100 prosenttia. Todellisuudessa näin ei kuitenkaan varmasti ole. Alla olevassa taulukossa on eritelty kuluja. Tuntihinnaksi lastauskoneelle tulee laskelmien mukaan 62,75 euroa.

Kuva 16. Lastauskoneen kululaskelma

Lastauskone	250000
Käyttöikä	10
Vaihtoarvo/poisto	20%/v
Korjaus ja huolto €/h	0,20 €
Huoltokulu/päivä	4,80 €
Kulutus h	15
Kulutus 24h	360
Kulutus euroa(2€/l)h	30
Kulutus euroa(2€/l)24h	720
Kuljettajan palkka sivukuluineen	30
kuljettajan palkka 24h	720
Poistokustannus h	2,55
Poistokustannus 24h	61,14
Tuntihinta	62,75 €

Haastattelujen mukaan laskelmien mukainen lastauskone pystyy lastaamaan tai purkamaan 2–3 kuormaa tunnissa riippuen puutavaran laadusta. Lastauskustannus kuormaa kohden on noin 21 euroa ja kuorman koon ollessa 55 kiintokuutiometriä, jää kuutiolle hintaa 0,38 euroa. Käyttöasteen ollessa 100 prosentin sijaan 50 prosenttia, on tuntihinta 125,5 euroa, kuorman lastauksen hinta 41,83 euroa ja kuutiota kohden 0,76 euroa.

Materiaalinkäsittelykoneella lastaaminen on melko yksinkertaista työtä. Koska lähes puolet lastauskoneen kustannuksesta on kuljettajan palkkaa, opettamalla siirtoautokuljettajat käyttämään lastauskonetta saadaan kuluja pienemmäksi, kun ei tarvitse erillistä työntekijää kuormaamaan ajoneuvoja.

Koska lastauskoneen kuluissa on suurta heittelyä riippuen lastauskoneen hinnasta, käyttöasteesta ja mahdollisesta lastaajasta, käytetään tämän opinnäytetyön laskelmissa keskimääräistä arvoa 0,5 euroa lastattua tonnia kohden.

5.7 Taksa

Puutavarankuljetuksen taksa muodostuu yleisesti ajetuista tonneista kilometrejä kohden sekä erilaisista lisistä. Ajetut tonnit sidotaan yleensä taksapisteeseen mikä on euroa sataa kilometriä kohden ja siitä muodostetaan taulukko muille kilometrilukemille. Perustaksa on lisäksi sidottu joko indeksiin, joka korjaa taksaa kulujen noustessa tai laskiessa tai polttoaineklausuuliin, joka huomioi sen hetkisen polttoaineen hinnan. Tarkoituksena indekseillä ja klausuuleilla on, että kuljetusyrityksen ei tarvitse kantaa riskejä nousevista kuluista vaan urakan antaja vastaa näistä. Erilaisia lisiä ovat vajaakuormalisät, purkulisät, pyhälisät, vaununlastauslisät, nosturinkuljetuslisät ja energiapuunkuormaus lisät. Lisät vaihtelevat eri urakan antajien välillä.

Jokaisella kuljetusyrityksellä on omat neuvottelemansa taksat, ja ne vaihtelevat alueittain ja urakanantajittain. Tämän opinnäytetyön laskelmissa käytetään taksapisteinä 12 euroa tonni sadan kilometrin matkalta. Haastattelujen perusteella tämä on riittävän tarkka luku opinnäytetyön laskelmiin ilman, että se paljastaa tutkimuksiin osallistuneiden liikesalaisuuksia. Tutkimuksen kannalta olennaisia lisiä on purkulisä ja laskelmissa käytetään lukua 0,5 euroa jokaiselta itse puretulta tonnilta. Vajaakuorman rajana pidetään 46 tonnia ja kaikista alle tämän menevistä alkavista tuhat kiloista lasketaan kuorman päälle 2 prosenttia lisää. Muut mahdolliset lisät eivät ole olennaisia tämän opinnäytetyön tutkimuksen kannalta.

Alla olevaan taulukkoon on kuvattu tämän tutkimuksen laskelmissa käytetty taksataulukko. Taulukosta näkee että 1 kilometrin taksa lähtee 3,5 euron kohdalta ja taksa on suhteessa hieman korkeampi pienemmillä kilometreillä, kunnes tasautuu matkan kasvaessa. Tämä johtuu siitä, että kuorman teosta ei makseta erillistä korvausta.

Kuva 17. Taksataulukko



5.8 Kuormaesimerkit

Tässä kappaleessa on laskettu tutkimuksessa selvitettyillä luvuilla kuorman viennin kulut, aika ja taksa suoraan metsäautolla tehtaalle ja metsäautolla terminaaliin ja tästä siirtoautolla tehtaalle. Laskelmat on tehty niin, että muuttujia voi tulevaisuudessa soveltaa ja käyttää yrityskohtaisissa laskelmissa. Tässä laskelmassa metsävarastolta tehtaalle on 120 kilometriä, metsästä terminaaliin 20 kilometriä ja terminaalista tehtaalle 100 kilometriä.

Ajettaessa metsäautolla suoraan tehtaalle, kului aikaa 7 tuntia 20 minuuttia kuormanteon aloituksesta siihen, että oli takaisin samassa paikassa. Kuorman taksa oli 729,73 euroa ja kustannuksia kuormasta aiheutui 717,81 euroa taulukossa näkyvillä käytetyillä muuttujilla. Voittoa kuormasta jäi 11,92 euroa.

Kuva 18. Laskelmataulukko metsäautolla tehtaalle ajosta.

Muuttujia Metsäauto tehtaalle			
Kilometrit	120	Palkka	
taksa (€/tn)	13,2678	Käytetty aika (h)	7,333333
kulutus (l/100km)	60	kuljettajan palkka (€/h) (välilliset kulut)	183,5533
Kulutus kuormatessa (l/1h)	10	Huolto-, korjaus-, ja pääomakustannukset	
Kulutus tyhjänäkäynti (l/h)	5	Huolto ja korjauskustannus yhdistelmä	0,4125
odotusaika tehtaalla (h)	1	Huolto ja korjauskustannus yhdistelmä ku	99
kuljettajan palkka (€/h) (välilliset kulut)	25,03	Pääomakustannus 60% käyttöaste	15,99
Kuorman koko (tn)	55	pääomakustannus kuormalla	117,26
Keskinopeus km/h	45	Yhteensä	216,26
Kuormausaika (h)	1	Eurot	
Polttoaine (€/l)	2	Kuorman hinta	729,729
Polttoaine		Taksa - kulut	11,91567
Polttoaineen kulutus ajossa	144	Kulut	717,8133
Polttoaineen kulutus kuormatessa/purkaessa	10	Tuntihinta brutto	99,5085
Polttoaineen kulutus odotusaika	5	Tuntihinta netto	1,624864
Polttoaineen kulutus yhteensä	159		
Polttoainekustannus	318		

Kun kuljetus tapahtui terminaalin kautta, joka oli 20 kilometrin päässä, metsäautolla kului aikaa yhteensä 3 tuntia 20 minuuttia. Kuorman taksa oli 318,59 euroa ja kustannuksia kuormasta aiheutui 234,61 euroa taulukossa näkyvillä käytetyillä muuttujilla. Voittoa kuormasta jäi 83,98 euroa.

Kuva 19. Laskentataulukko metsäautolla terminaaliin ajosta.

Muuttujia Metsäauto terminaaliin			
Kilometrit	20	Palkka	
taksa (€/tn)	5,29254	Käytetty aika (h)	3,318182
kulutus (l/1km)	65	kuljettajan palkka (sis. välilliset kulut)	83,05409
Kulutus kuormatessa (l/1h)	10	Huolto-, korjaus-, ja pääomakustannukset	
Kulutus tyhjänäkäynti (l/h)	5	Huolto ja korjauskustannus yhdistelmä	0,4125
kuljettajan palkka (€/h) (välilliset kulut)	25,03	Huolto ja korjauskustannus kuormalla	16,5
Kuorman koko (tn)	55	Pääomakustannus 60% käyttöaste	15,99
Purkulisä (€/tn)	0,5	pääomakustannus kuormalla	53,05773
Keskinopeus km/h	22	Yhteensä	69,55773
Kuormausaika + purku aika (h)	1,5	Eurot	
Polttoaine (€/l)	2	Kuorman hinta	318,5897
Polttoaine		Kuorman hinta - kulut	83,97788
Polttoaineen kulutus kuormatessa/purkaessa	15	Kulut	234,6118
Polttoaineen kulutus ajossa	26	Tuntihinta brutto	96,01333
Polttoaineen kulutus yhteensä	41	Tuntihinta netto	25,3084
Polttoainekustannus	82		

Kuljetuksen jälkimmäiseen osaan eli terminaalista tehtaalle ja takaisin kului siirtoautolla aikaa yhteensä 5 tuntia. Kuorman taksa oli 649,54 euroa ja kustannuksia kuormasta aiheutui 428,70 euroa taulukosta näkyvillä muuttujilla. Voittoa kuormasta jäi 428,70 euroa.

Kuva 20. Laskentataulukko siirtoautolla tehtaaseen ajosta.

Muuttujia siirtoauto terminaalista			
Kilometrit	100	Palkka	
taksa (€/tn)	11,8098	Käytetty aika (h)	5,036364
kulutus (l/100km)	50	kuljettajan palkka (sis. välilliset kulut)	120,9735
Kulutus tyhjänäkäynti (l/h)	5	Huolto-, korjaus-, ja pääomakustannukset	
odotusaika tehtaalla (h)	1	Huolto ja korjauskustannus yhdistelmä	0,137
kuljettajan palkka (€/h) (välilliset kulut)	24,02	Huolto ja korjauskustannus kuormalla	27,4
Kuorman koko (tn)	55	Pääomakustannus 60% käyttöaste	7,71
Keskinopeus km/h	55	pääomakustannus kuormalla	38,83036
lastausaika (h)	0,4	Yhteensä	66,23036
lastauskustannus (€/tn)	0,5	Eurot	
Polttoaine (€/l)	2	Kuorman hinta	649,539
Polttoaine ja lastauskustannukset		Kuorman hinta - kulut	220,8352
Polttoaineen kulutus ajossa	100	Kulut	428,7038
Polttoaineen kulutus odotusaika	7	Tuntihinta brutto	128,9698
Polttoaineen kulutus yhteensä	107	Tuntihinta netto	43,84814
Polttoainekustannus	214		
lastauskustannus + polttoainekustannus	241,5		

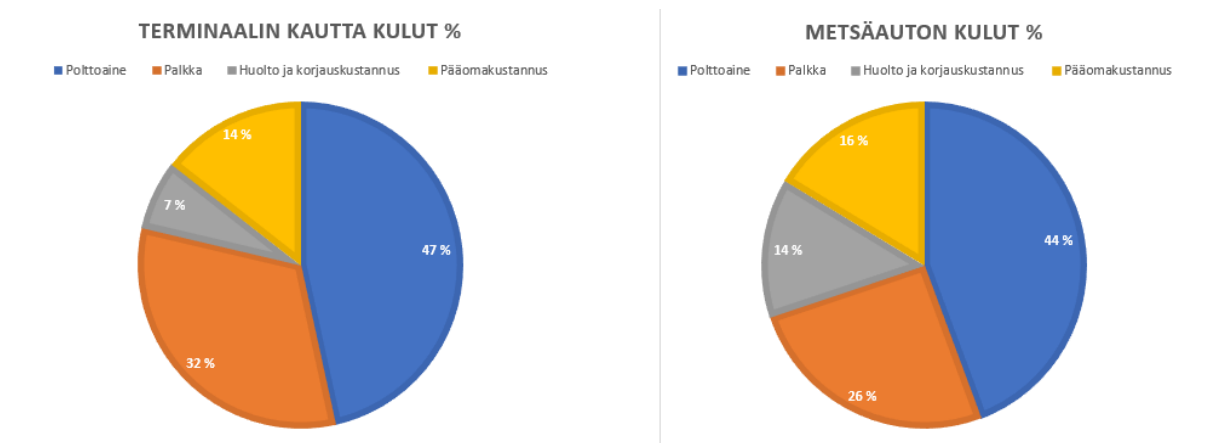
Terminaalien kautta ajaessa kuormien yhteenlaskettu taksa oli 968,13 euroa. Kustannuksia kuljetuksesta aiheutui 663,32 euroa ja voittoa jäi 304,81 euroa. Laskelmaa vääristää taksamalli, joka on rakennettu niin että pienemmillä kilometreillä taksa on suhteessa korkeampi suurempiin kilometrilukuihin ja terminaalien kautta tämän vaikutus kertaantuu. Laskelmien tunnuslukuja muuttamalla tehtiin johtopäätös, että nykyisen kaltaisella taksamallilla terminaalien kautta ajaminen on aina kannattavaa kuljetusyritykselle. Urakan antajalle tästä koituu kuitenkin merkittäviä kustannuksia. Esimerkkilaskennassa terminaalien kautta ajaminen maksoi urakan antajalle yli 30 prosenttia enemmän kuin suoraan metsästä tehtaalle. Jos halutaan että taksat olisivat samat, eikä urakan antajalle koituisi näin ylimääräisiä kustannuksia, tulee esimerkiksi siirtoauton 100 kilometrin taksa 11,81 e/tn muuttua 7,5 €/tn. Tällöin kuormista saatavat eurot ovat samoja ja nähdään että voittoa terminaalien kautta ajosta jäi 65 euroa eli 54 euroa enemmän kuin metsäautolla suoraan ajettaessa.

Laskelmissa ajateltiin optimaalista tilannetta, jossa terminaali on metsävaraston ja tehtaan välisen matkan varrella, niin että ylimääräisiä kilometrejä ei kertynyt. Esimerkin omaisesti laskettiin, että metsävarastolta terminaaliin matka on 40 kilometriä ja terminaalista tehtaalle sama 100 kilometriä. Tällöin metsäauton ajaman terminaalin kulut nousivat noin sadalla eurolla ja yhteiskulut olivat jo 35 euroa korkeammat kuin suoraan metsästä tehtaalle ajaessa. Metsävaraston ollessa 30 kilometrin päässä terminaalista kulut olivat samat kuin että puut olisi ajettu suoraan tehtaalle. Terminaalien sijainteja suunnitellessa kannattaa huomioida, että ylimääräistä ajoa tulisi mahdollisimman vähän.

Kuormaesimerkissä käytettiin kuormakokona 55 tonnia. Tämä on käytännössä maksimikuorma ja edellyttää metsäautossa, ettei nosturi ole mukana kuljetuksessa. Koska kuormakoot vaihtelevat puun painosta ja katkonnasta johtuen, oli laskelmissa selkeintä käyttää laskennallista maksimikuormaa. Kuorman koon vaikutusta käsitellään myöhemmin.

Esimerkilaskelmien perusteella on selvää, että vaikka terminaalin ja tehtaan välistä taksaa laskettaisiin huomattavasti, on terminaalin kautta siirtoautoilla ajaminen kannattavaa johtuen pienemmistä kuluista. Terminaalin kautta kuljetuksen kulut olivat 54 euroa pienemmät. Kuten alla olevasta kaaviosta näkee, suurin kuluerä molemmissa vaihtoehtoissa oli polttoainekustannus. Myös palkkakustannukset olivat erittäin merkittävät. Laskelmien tuntipalkka sivukuluineen oli laskettu 100 tuntia kahden viikon jaksossa tekevän keskituntipalkalla sivukuluineen. Mikäli ylitöitä tehdään enemmän, nousee luonnollisesti myös palkkakulujen osuus kokonaiskustannuksista keskipalkan noustessa. Kuluista palkkakustannuksiin pystyy vaikuttamaan merkittävästi juuri ylitöiden takia. Siirtoautojen hyödyntäminen on tässä yhtenä vaihtoehtona.

Kuva 21. Kulurakenteet puutavarankuljetuksesta.



5.9 Kaluston tarve –laskelmat

Kaikkia puita ei voida toimittaa tehtaalle siirtoautolla, sillä monessa paikassa kuorma puretaan itse joko maahan tai suoraan tukkilajittelun lajittelupöytään. Alueellisesti on suuria eroja, miten paljon kuormia joudutaan purkamaan itse. Tämän työn laskelmiin valittiin että 30 prosenttia kaikista kuormista vie metsäauto tehtaalle ja 70 prosenttia ajaa puskuriin, josta siirtoauto vie puut tehtaalle. Kyseisen malliin kalustontarvelaskelmissa käytetään edellisen kappaleen esimerkkilaskelman tuloksia.

Yhdellä metsäautolla, jonka käyttöaste on 60 prosenttia, pystytään kuljettamaan pelkästään terminaaliin kuukaudessa puuta 50 tonnin kuormilla noin 4700 tn. Kuormia kertyy noin 95 kappaletta. Pelkästään tehtaalle ajaessa samankokoisilla kuormilla tonneja liikkuu noin 2700tn. Kuormia kertyy 54 kappaletta.

Jos metsäauton kuormista 70 prosenttia ajetaan puskuriin ja 30 suoraan tehtaalle, kertyy tonneja terminaaliin 3100tn ja tehtaalle 1330tn, yhteensä 4430tn. Siirtoautolla saadaan 60 prosentin käyttöasteella ajettua terminaalista kuukaudessa 55 tonnin kuormilla 4370 tn.

Laskelmien perusteella rakennettiin alla olevan kuvan mukainen laskuri, johon syöttämällä kuukausittaisen toimitettavan tonnimäärän, laskee se ajoneuvojen tarpeen. Laskurissa voi myös käyttää muita tehdas- ja puskurikuorman suhdelukuja. Kuvan esimerkissä toimitettava tonnimäärä on 25000 tonnia. Tämän kuljettamiseen pelkästään metsäautoja tarvitaan

laskennallisesti 9,2 kappaletta. Siirtoautoja hyödyntäessä metsäautoja tarvitsee 5,6 ja siirtoautoja 4 kappaletta.

Kuva 22. Kuvakaappaus ajoneuvon tarve -laskurista

Ajoneuvon tarve -laskuri	
Metsäauto+Siirtoauto	
kuljetettava puumäärä kuukaudessa tn	25000
Puskurikuormien osuus %	70
Tehdaskuormien osuus %	30
Puskuriin tn	17500
Tehtaalle tn	7500
Metsäautoja	5,6
Siirtoautoja	4,0
Metsäauto	25000
Metsäautoja	9,2

Laskuria voidaan hyödyntää lukuja muuttamalla eri alueiden puukuljetuksiin.

5.10 Kuormankoko

Esimerkilaskelmissa kuormakoko laskettiin 55 tonnin kuormilla. Hyötykuorma metsäautossa on kuitenkin monesti alle tämän ja kuorman koolla onkin suuri merkitys kuljetusten kannattavuuteen. Siirtoautot jo keveytensä ansiosta mahdollistavat varmemmin isommat hyötykuormat. Puu on kuitenkin monesti katkottu epäedullisesti kuljetusten näkökulmasta ja tällöin kuormatilaa jää hyödyntämättä vaikka ajoneuvoyhdistelmän maksimipainot eivät tulekaan vastaan. Myös tienvarressa kuivaneella puulla ja karsitulla energiarangalla on lähes mahdotonta saada täysiä painoja. Tutkimuksen haastatteluissa oli kahden tyyppisiä siirtoautoja, joihin mahtui kuormatilan puolesta tekemään yhden nipun normaalia ajoneuvoa enemmän. Näillä yhdistelmillä saadaankin aina maksimikuormat polttoon menevää karsittua energiarankaa lukuun ottamatta.

6 Pohdinta

Tutkimuskysymykseen voidaanko terminaaleihin ajoa lisäämällä tehostaa kuljetusyrityksien toimintaa ja kannattavuutta saadaan tutkimuksessa selkeä vastaus, että voidaan. Laskelmat on tehtävä yrityskohtaisesti jokaisen omilla tunnusluvuilla ja niiden perusteella voidaan tehdä arvioita, millaisella kalustolla on tehokkain ja kannattavin kuljettaa puuta.

Laskelmilla saadaan selkeitä lukuja kuljetusyrityksen toiminnasta. On myös selkeää, että esimerkiksi tienhoitokustannuksista pystytään säästämään merkittäviä summia, mutta koska esimerkiksi aurausten määrä vaihtelee lumimäärästä riippuen, ei tarkkoja lukemia ole mahdollista saada, vaan lukemat on arvioita. Myöskään toimitusvarmuudelle on hyvin vaikeaa laskea euromääräistä hintaa, mutta selkeää on, että toimitusvarmuus tulee kasvamaan terminaalien käyttöä lisäämällä, sillä puu on varmemmin kuljetettavissa terminaalista sitä tarvittaessa kuin metsäteiden varsilla.

Yleisesti käytössä oleva taksamalli takaa sen, että kuljetus terminaalin kautta ei tuo kuljetusyrityksille lisäkustannuksia, vaan kustannukset tulevat urakan antajille. Onkin käytävä neuvotteluja, kuinka paljon urakan antajana toimiva metsäyhtiö hyötyy itse terminaaliin ajosta ja terminaalista taksa sovittava sen mukaiseksi. Lisääntyvät kuljetusmäärät ja kuljettajapula ajavat kuitenkin kehittämään uusia toimintamalleja, ja terminaali ajon lisääminen on ainakin yksi mahdollinen ratkaisu.

6.1 Johtopäätökset

Jo tutkimusta aloittaessa oli selvillä, että puutavaran kuljetus sisältää runsaasti kannattavuuteen vaikuttavia muuttujia. Tämä tuli selväksi myös työn laskelmia tehdessä, sillä kaikki vaikuttaa kaikkeen ja jotain muuttujaa muuttamalla oli vaikutus merkittävä koko ketjuun. Puutavaran kuljetuksesta on tehty tutkimuksia, mutta nämä ovat käsitelleet jotain tiettyä muuttujaa, kuten esimerkiksi polttoaineen kulutusta tai kuormakoon vaikutusta ja niistä onkin saatu selkeitä johtopäätöksiä.

Merkittävimpanä havaintona tutkimuksessa nousi kaluston hintojen suuret erot. Oikeanlaisella kalustolla pystytään kannattavuutta lisäämään merkittävästi hyödyntämällä jokaiseen tehtävään parhaiten soveltuvaa ajoneuvoyhdistelmää.

Kaluston lisäksi merkittävä osa kuljetuksen kustannuksista on kuljettajien palkat. Alalle on tyypillistä, että ylitöitä tehdään paljon. Syitä tähän ovat, että kuljettajat saavat vaihdettua vuorot niin sanotusti lennosta tienpäällä. Terminaaliin ajaessa voi auton jättää terminaaliin odottamaan toista kuljettajaa. Ylitöitä teetetään myös, että saadaan kalusto tehokkaaseen käyttöön ja puut ajettua tehtaalle. Toimintojen tehostaminen oikealla kuljetuskalustolla vähentää tarvetta siihen, että auton täytyy olla koko ajan liikenteessä ja tätä kautta vähentää myös kuljettajien ylityötunteja.

Kolmantena merkittävänä kustannuksena kuljetuksissa on polttoainekustannukset. Vuositasolla pystytään näistä säästämään suuria summia, kun käytössä on vähemmän kuluttavia siirtoautoja. Siirtoautokuljettajia on myös järkevää kouluttaa taloudelliseen ajoon, sillä maantiellä ajaessa tämä on mahdollista. Lisäksi seuranta on helppoa. Metsäteillä ei taloudellista ajoa pysty harjoittamaan sillä haastavat olosuhteet eivät salli sitä.

6.2 Kerätyn tiedon luotettavuuden arviointi

Tutkimukseen kerättiin tietoa viideltä eri kuljetusyritykseltä. Kyselyä tehdessä kerrottiin, ettei yritysten tarvitse luovuttaa liikesalaisuuksiaan vaan toivottiin ns. riittävän tarkkoja lukuja. Eri kuljetusyrityksiltä saaduista muuttujista laskettiin keskiarvot ja niiden tarkkuus sopi tähän tutkimukseen erinomaisesti. Tutkimuksen tarkoituksena toimeksiantajan osalta oli saada rakennettua laskentamalli, jota voidaan hyödyntää laskiessa kuljetusyrityskohtaista kannattavuutta ja suunnitella erilaista kaluston rakennetta.

Kalustolaskelmissa käytettiin vain uusien kaluston hintoja eikä käytetyn kaluston hyödyntämistä huomioitu tutkimuksessa lainkaan. Käytetyn kaluston hyödyntäminen voi tapauskohtaisesti olla erittäin järkevää ja kannattavaa esimerkiksi, jos kuljetusyrityksellä on oma korjaamo ja osaamista laittaa ajoneuvoja.

Tutkimukseen olisi saatu lisää syvyyttä keräämällä tietoa myös toteutuneista kuormakoista. Siirtoajoneuvoilla saatiin yleisesti poikkeuksetta lähes maksimi hyötykuorma mutta sitä ei päästy vertaamaan metsäautojen toteutuneisiin hyötykuormiin. Toteutuneita kuormakokoja voi kuitenkin laskea, kun toimeksiantaja tekee myöhemmin yrityskohtaisia laskelmia.

6.3 Kestävä kehitys

Puutavaran kuljetusten hiilijalanjäljestä merkittävä osa tulee ajoneuvojen päästöistä. Terminaalijonon lisääminen mahdollistaa, että kalusto pystytään valitsemaan paremmin käyttötarkoitukseen sopivammin ja tätä kautta raskaita, paljon kuluttavia metsäautoja voidaan korvata maantieajossa pienempimoottorisilla, vähempikulutuksisilla ja keveimmillä siirtoautoilla.

Terminaalien ja tehtaiden välillä voidaan myös lähitulevaisuudessa ajatella vaihtoehtoisilla polttoaineella toimivia ajoneuvoja, kuten esimerkiksi kaasuautoa. Normaalin metsäauton korvaajaksi näistä ei vielä ole johtuen siitä, että ne ovat matalampitehoisia ja tankkausmahdollisuudet eivät ole vielä kattavia. Terminaalista ajaessa tehot ovat kuitenkin riittävät ja tankkauskin helpottuu, kun reitti on yksinkertainen eikä sisällä raskasta metsäajoa.

Myös sähkön hyödyntäminen nyt ja etenkin tulevaisuudessa on terminaaleissa mahdollista. Lastauskoneita on saatavilla sähköisinä ja myös sähkörekat tekevät tuloaan vaikkeivat ne vielä tehojen ja kantaman puolesta olekaan ihan tätä päivää. Terminaaliin on mahdollista asentaa myös metsäautojen latausasemia, ja esimerkiksi puutavara-auton nosturit voisivat tulevaisuudessa toimia sähköllä.

6.4 Ehdotuksia jatkotutkimuksia varten

Tutkimus rajattiin jo alkuvaiheessa käsittelemään kalustoa ja kustannuksia. Terminaaliin ajon lisäämistä ei kuljettajan työhyvin voinnin kannalta käsitelty mitenkään. Tämä on kuitenkin merkittävä asia alalla vallitsevaan työvoimapulaan liittyen ja tätä pitäisikin tutkia ja selvittää löytyisikö tästä ongelmaan ratkaisua.

Haastattelujen perusteella on selvää, että siirtoautoihin on helpompi löytää kuljettajia kuin metsäautoihin sillä vaatimukset ovat paljon matalammat. Tämä oli kuitenkin yrittäjien omaan kokemukseen perustuva mielipide ja myös tätä olisi hyvä tutkia enemmän.

Lähteet

Metsäteollisuus ry. (31.3.2023. -a) Puuntuonti Venäjältä loppuu - Mistä korvaava puuraaka-aine. Metsäteollisuus ry. <https://www.metsateollisuus.fi/uutishuone/puuntuonti-venajalta-loppuu-mista-korvaava-puuraaka-aine>

Luke.(17.11.2022) Puun käyttö 2021, luonnonvarakeskus.

<https://www.luke.fi/fi/tilastot/puun-kaytto/puun-kaytto-2021>

Metsäteollisuus ry. (25.11.2022) Tuotantolaitoskartta, Metsäteollisuus ry.

<https://www.metsateollisuus.fi/uutishuone/tuotantolaitoskartta>)

Metsäteollisuus ry. (22.3.2023. -b) Metsäteollisuuden tuotantomäärät, Metsäteollisuus ry.

<https://www.metsateollisuus.fi/uutishuone/metsateollisuuden-tuotantomaarat>

Metsäteollisuus Ry. (7.3.2023. -c) Viennin osuus metsäteollisuuden tuotannosta,

Metsäteollisuus ry. <https://www.metsateollisuus.fi/uutishuone/viennin-osuus-metsateollisuuden-tuotannosta>

Metsäteollisuus Ry. (7.3.2023. -d) Metsäteollisuuden vienti alueittain, Metsäteollisuus ry.

<https://www.metsateollisuus.fi/uutishuone/metsateollisuuden-vienti-alueittain>

Metsäteollisuus ry. (26.8.2022. -b) Metsäteollisuus numeroina, Metsäteollisuus ry.

<https://www.metsateollisuus.fi/uutishuone/metsateollisuus-numeroina#tyollisyysvaikutus>

Ala-Kutsi, S. (13.4.2022) Puutavara-autotilastot 2021 – Suurimmat yritykset, Metsätrans

<https://metsatrans.com/artikkeli/2852/puutavara-autotilastot-2021-suurimmat-yritykset>

Alkiomäki, J. (2008) *Miksi puutavara-auton- ja metsäkoneenkuljettajat eivät pysy alalla ja millä he saataisiin pystymään alalla*, (Tutkintotyö, Tampereen ammattikorkeakoulu)

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9335/Alkiom%C3%83%3Fki.Jukka.pdf?sequence=2>

Nurmi, T. (10.4.2022) Miksi puutara-autonkuljettajat vaihtavat alaa? - Työnteon ososuhteet suurin syy monelle, Metsätrens <https://metsatrans.com/artikkeli/2632/miksi-puutavara-autonkuljettajat-vaihtavat-alaa?%EF%BB%BF%EF%BB%BF-tyonteon-olosuhteet-suurin-syy-monelle>

Koskela, A. (7.4.2022) Ukrainan sota nostaa inflaatiota, STTK ry <https://www.sttk.fi/2022/04/07/ukrainan-sota-nostaa-inflaatiota/>

ECP. (16.11.2021) Miksi inflaatio on nopeaa? Euroopan keskuspankki https://www.ecb.europa.eu/ecb/educational/explainers/tell-me-more/html/high_inflation.fi.html

Tilastokeskus. (13.1.2023) Vuoden 2022 inflaatio 7,1 prosenttia – hintojen nousu korkeinta 40 vuoteen, Tilastokeskus <https://www.stat.fi/uutinen/vuoden-2022-inflaatio-71-prosenttia-hintojen-nousu-korkeinta-40-vuoteen>

Autokuljetusopas (2.1.2023. -a) Kuljetusmuodot, metsätehon autokuljetusopas, Metsäteho Oy <https://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kaukokuljetus/kuljetusmuodot/>

Metsäteho (2019) Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2018. Metsäteho Oy https://metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja_2019_17a_Puunkorjuu_ja_kaukokuljetus_vuonna_2018.pdf

Tanskanen, J. (15.7.2022) Metsäteollisuus kaivoi satoja vuosia vanhan kuljetustavan naftaliinista - tältä näyttää, kun 938 tukkinippua seilaa Saimaalla jonossa, Yle uutiset <https://yle.fi/a/3-12523637>

Autokuljetusopas (2.1.2023. -b) Autokuljetuskalusto, Metsätehon autokuljetus opas, Metsäteho Ry <https://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kaukokuljetus/autokuljetuskalusto/>

Ammattilehti. (14.6.2011) Mikä on "siirtoauto" ja missä sitä käytetään? Ammattilehti <https://www.ammattilehti.fi/uutiset.html?a100=2687>

Vilkuna, V. (27.4.2021) Siirtoauton ja metsäauton saumaton yhteistyö, Metsätrans
<https://metsatrans.com/artikkeli/1689/siirtoauton-ja-metsaauton-saumaton-yhteistyo>

Traficom (13.2.2020) Pidemmät ja raskaammat HCT –rekat, Traficom
<https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/pidemmat-ja-raskaammat-hct-rekat>

Raskassarja. (10.1.2019) Yhdistelmien enimmäispituudeksi 34,5 metriä, Raskassarja
<https://www.raskassarja.fi/yhdistelmien-enimmaispuuudeksi-345-metria/>

Metsäteho. (24.1.2023) Puutavaran HCT-yhdistelmien kokeilut, Metsäteho
<https://www.metsateho.fi/hct/#puutavaran-hct-yhdistelmien-kokeilut>

Mantsinen. (2023) Materiaalinkäsittelykoneet, Mantsinen
<https://mantsinen.com/fi/materiaalinkasittelykoneet/>

Vilkuna, V. (5.6.2019) Kuormausautolla joustavuutta puuralliin, Metsätrans-Lehti Oy
<https://metsatrans.com/artikkeli/647/kuormausautolla-joustavuutta-puuralliin>

Autokuljetusopas (2.1.2023. -c) Ajo- ja lepoajat, Metsätehon autokuljetusopas, Metsäteho Ry
<https://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kuljetusten-suoritus-2/ajo-ja-lepoajat/>

Autokuljetusopas (2.1.2023. -d) Kuljetusten vaiheet, Metsätehon autokuljetusopas, Metsäteho Ry
<https://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kuljetusten-suoritus/kuljetusten-vaiheet/>

Autokuljetusopas (2.1.2023. -e) Puun välivarastoalueet, Metsätehon autokuljetusopas, Metsäteho Ry
<https://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kuljetusten-suoritus/puun-valivarastoalueet/>

Korjuun suunnitteluopas. (22.9.2022) Varastopaikan suunnittelu, Metsätehon korjuun suunnitteluopas, Metsäteho Ry
<https://puuhuolto.fi/korjuun-suunnittelu/leimikon-suunnittelu/varastopaikat-ja-tiet/varastopaikan-suunnittelu/>

AKT (2023) Kuorma-autoalan työehtosopimus, AKT

https://www.akt.fi/site/assets/files/18066/kuorma-autoalan_tes_2023-2025.pdf

Elo. (2023. -a) TyEl –vakuutusmaksut ja todistukset, Keskinäinen Työeläkevakuutusyhtiö Elo

https://www.elo.fi/fi-fi/tyonantaja/tyel-vakuuttaminen/maksut-ja-todistukset?sc_campaign=B16F4B3D514248AA8E611E008AC49E95&gclid=CjwKCAjwo7iiBhAEEiwAslxQEddRv9HZvfkY1RnpfW_eOSUKNoccEeqAV7qZ0vMa75ITPzDN4UHM6xoCGFQQAvD_BwE

Elo. (2023. -b) Palkkalaskuri, Keskinäinen Työeläkevakuutusyhtiö Elo

<https://palkkalaskuri.elo.fi/>

Työelämään.fi(2023) Mitä ovat välilliset työvoimakustannukset, työelämään.fi

<https://tyoelamaan.fi/blog/2021/07/30/valilliset-tyovoimakustannukset/>

Autokuljetusopas (2.1.2023. -f) Tiestön kantavuus, ajorajoitukset ja talvikunnossapito, Metsätehon autokuljetusopas, Metsäteho Ry

<https://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kuljetusten-suoritus/tieston-kantavuus-ajorajoitukset-ja-talvikunnossapito/>

Liite 1. Kalusto- ja kustannuskysely

	Hankintahinta			
	Yritys1	Yritys2	Yritys3	Yritys4
Metsäauto + päällirakenne	250000	260000	270000	260000
ATK-laitteet				
nosturi	110000	100000	98000	95000
peräv.	100000	105000	100000	98000
Hyötykuorma kg	52	54	55	55
Siirtoauto 4 akselia	210000	215000		
Peräv.	90000	100000		
Hyötykuorma kg	56	56		
Siirtoauto 5 akselia	250000			
Peräv.				
Hyötykuorma kg	55			
HCT-puolip.		210000		
Hyötykuorma kg		54		
Materiaalinkäsittelykone			250000	
Kuorma-auton päällä oleva lastauskone				

	Vaihtoarvo/poisto%			
	Yritys1	Yritys2	Yritys3	Yritys4
Metsäauto + päällirakenne	20	25	25	20
ATK-laitteet				
nosturi				
peräv.	20	25	20	20
Hyötykuorma kg				
Siirtoauto 4 akselia	20	20		
Peräv.	20	20		
Hyötykuorma kg				

Siirtoauto 5 akselia				
Peräv.	20			
Hyötykuorma kg				
HCT-puolip.		20		
Hyötykuorma kg				
Materiaalinkäsittelykone			20	
Kuorma-auton päällä oleva lastauskone				

	Korjaus ja huolto €/km			
	Yritys1	Yritys2	Yritys3	Yritys4
Metsäauto + päällirakenne				
ATK-laitteet	0,15	0,18	0,14	0,14
nosturi				
peräv.	0,03	0,04	0,04	0,03
Hyötykuorma kg	0,05	0,1	0,8	0,8
Siirtoauto 4 akselia				
Peräv.	0,12	0,11		
Hyötykuorma kg	0,02	0,015		
Siirtoauto 5 akselia				
Peräv.	0,12			
Hyötykuorma kg				
HCT-puolip.				
Hyötykuorma kg		0,12		
Materiaalinkäsittelykone				
Kuorma-auton päällä oleva lastauskone				
	Käyttöikä			
	Yritys1	Yritys2	Yritys3	Yritys4
Metsäauto + päällirakenne	5	5	5	5
ATK-laitteet				

nosturi				
peräv.	10	12	10	10
Hyötykuorma kg				
Siirtoauto 4 akselia	5	5		
Peräv.	10	10		
Hyötykuorma kg				
Siirtoauto 5 akselia	5			
Peräv.				
Hyötykuorma kg				
HCT-puolip.	6			
Hyötykuorma kg				
Materiaalinkäsittelykone	10			
Kuorma-auton päällä oleva lastauskone				

Metsäauto	Auto1	Auto2	Auto3	Auto4
	69	68	60	65
Siirtoauto 4 akselia	Auto1	Auto2	Auto3	Auto4
	52	51	50	49
Siirtoauto 5 akselia	Auto1			
	52			
	Auto1	Auto2		
HCT-puolip.		52		

