



Karelia-ammattikorkeakoulu
Metsätalousinsinööri (AMK)

Ratasillan korjaustöiden vaikutukset kuljetuskustannuksiin Pohjois-Karjalassa

Päivi Eronen

Opinnäytetyö, toukokuu 2024

www.karelia.fi



Karelia
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2024
Metsätalouden koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Tekijä
Päivi Eronen

Nimike
Ratasillan korjaustöiden vaikutukset kuljetuskustannuksiin Pohjois-Karjalassa

Toimeksiantaja
Metsä Group Oy

Kiteellä sijaitsevan Syrjäsalmen ratasillan yli kulkee Imatran ja Joensuun välinen rata-osuus, joka on todella vilkas. Ratasilta on erittäin tärkeä ratayhteys niin henkilö- kuin tavaraliikenteellekin. Ratasillan korjaustöiden vaikutuksesta junayhteyksien täytyi pysähtyä jopa vuodeksi. Puutavarantoimituksen haasteet pakottivat tarkastelemaan kuljetuskustannuksien nousua sekä vaihtoehtoisia kuljetusmuotoja katkon ajaksi.

Opinnäytetyössä selvitettiin ratasillan korjaustöiden vaikutuksia raakapuun kuljetuskustannuksiin Pohjois-Karjalassa. Työssä tarkasteltiin kuljetuskustannuksien nousua, jos junalla kuljetettava puutavara toimitettaisiin muutamiin Metsä Groupin tehtaisiin kokonaan autokuljetuksena Pohjois-Karjalasta. Työn laskelmissa käytettiin 76 t puutavara-autoa ja hyötykuormana 53 t. Kuljetusmatkat laskettiin asemien läheisyydestä tehtaalle, jotka olivat enimmillään yli 300 km ja lyhimmillään 165 km.

Tutkimuksessa käytettiin Metsä Groupin yhteyshenkilöiden antamia kuljetuskustannustietoja sekä laskelmia. Kuljetuskustannuksien avulla voitiin vertailla eri kuljetusmuotojen kustannuksien eroja, sekä laskea hiilidioksidipäästöjen eroja. Tulokset ilmoitettiin opinnäytetyössä prosentuaalisesti. Tutkimus osoitti, että kuljetuskustannukset nousisivat noin 70 %, jos ratateitse toimitettavat raakapuumäärät korvattaisiin kaukokuljetuksena puutavara-autoilla. Puutavara-autoresurssien lisäystarve olisi 150 %, sekä päästöt nousisivat noin 300 %. Vertailussa huomioitiin myös vesitiekuljetukset, joka olisi kustannustehokkain, mutta haasteita tuova kuljetusmuoto.

Kieli
Suomi

Sivuja 25

Asiasanat
kuljetuskustannukset, puutavara-auto, raakapuu, kaukokuljetus, junakuljetus



THESIS
May 2024
Degree Programme in Forestry

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author
Päivi Eronen

Title
Effects of Railway Bridge Repair Work on Transport Costs in North Karelia

Commissioned by
Metsä Group Oy

The very busy railway section between Imatra and Joensuu passes over the Syrjäsalmi railway bridge located in Kitee. The railway bridge is a very important railway connection for both passenger and freight transport. Due to the railway bridge repair work, train connections had to stop for up to a year. The challenges of timber delivery a review of increasing transport costs and alternative forms of transport for the duration of the outage.

In the thesis, the effects of rail bridge repair work on raw wood transportation costs in North Karelia were investigated. The work looked at the increase in transport costs if the timber transported by train were delivered to a few Metsä Group factories entirely by road from North Karelia. In the work calculations, a 76 t timber truck was used and 53 t as a payload. The transport distances were calculated from the vicinity of the stations to the factory, which were more than 300 km at the most and 165 km at the shortest.

The research used transport cost information and calculations provided by Metsä Group's contact persons. With the help of transportation costs, it was possible to compare the differences in the costs of different modes of transportation, as well as to calculate the differences in carbon dioxide emissions. The results were reported in the thesis sample as a percentage. The study showed that the transport costs would increase by about 70% if the quantities of raw wood delivered by rail were replaced as long-distance transport by timber trucks. The need for an increase in timber truck resources would be 150%, and emissions would increase by about 300%. In the comparison, water transport was also considered, which would be the cheapest, but challenging mode of transport.

Language
Finnish

Pages 25

Keywords

transport costs, timber truck, roundwood, long-distance transport, train transport

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Puunhankinta metsäteollisuudessa.....	2
2.1	Logistiikka	2
2.2	Puunhankinnan suunnittelun eri tasot.....	2
2.3	Metsätuholaki osana puunkuljetuksia	4
3	Metsäteollisuuden kuljetukset	6
3.1	Puunhankinnan logistiikka	6
3.2	Rautatiekuljetukset	7
3.3	Vesitiekuljetukset	9
3.4	Autokuljetukset	11
3.5	Kuljetukset Metsä Groupilla	13
3.6	Hiilidioksidipäästöt	14
4	Ratasillan korjaushanke	14
5	Työn tavoite ja tehtävät	15
6	Menetelmälliset valinnat.....	16
6.1	Analysointimenetelmä.....	16
6.2	Aineiston keruu ja analysointi	17
7	Tulokset	20
8	Pohdinta.....	22
8.1	Tulosten tarkastelu	22
8.2	Luotettavuus ja eettisyys	24
8.3	Pohdinta	25
	Lähteet.....	27

1 Johdanto

Kiteen Syrjäsalmen ratasillan heikko kunto ja mahdolliset korjaustyöt ovat puhuttaneet pohjoiskarjalaisia. Junalla toimitettavien raakapuukuljetuksien keskeytymisellä korjauksien ajaksi olisi suuria vaikutuksia eri metsäyhtiöiden raakapuutoimituksiin tehtaille. Kiteen Syrjäsalmissa sijaitseva ratasilta on ainut yhteys eteläiseen Suomeen niin tavara- kuin henkilöliikenteen osalta. Korjaustöiden ajaksi ratasilta on mahdollisesti suljettava ja kuljetukset korvattava maanteitse. Korjaustyöt on aloitettu vuonna 2023 ja myös keskeytetty, koska nykyisessä sillassa tapahtui liikettä korjaustöiden vaikutuksesta. Korjaustyöt pysähtyivät siksi aikaa, että pohditaan, kuinka liikennöintiä voisi jatkaa sillalla turvallisesti. Tällä hetkellä sillalla on 30 km/h nopeusrajoitus kaikelle junaliikenteelle, minkä ansiosta sillan liikehdintä on loppunut ja junaliikennettä on voitu jatkaa. Uuden sillan rakentamien entisen ratasillan viereen on alkanut vuonna 2024.

Ratasillan sulkeminen junaliikenteeltä jopa 8 kuukauden ajaksi oli alkuperäinen suunnitelma. Suunnitelmat ovat muuttuneet niin, että ratasilta olisikin kiinni vain viikon verran uuden sillan raiteiden yhdistämiseksi olemassa olevaan rataan. Skenaarion muututtua tutkitaan opinnäytetyössä kuitenkin pitkän sulun vaikutuksia kuljetuskustannuksiin. Tämä helpottaa puuhuollon varmistamista Pohjois-Karjalasta eteläisen Suomen tehtaille.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia ratasillan korjaustyön vaikutuksia kuljetuskustannuksiin Pohjois-Karjalassa metsäyhtiö Metsä Groupin osalta. Tulokset ilmoitetaan prosentuaalisesti salassapitovelvollisuuden takia.

Tarkoituksena on myös pohtia ideoita ja uusia ratkaisuja vastaisuuden varalle. Tehtaiden läheisyydessä olevien terminaalien käyttö sekä vanhojen asemien ja terminaalien uudelleen käyttöönotto Syrjäsalmen ratasillan jälkeen olisivat potentiaalisia vaihtoehtoja.

Opinnäytetyön kirjoittaja on saanut idean Metsä Groupin henkilökunnalta kesätöistä vuonna 2023. Kirjoittaja on ajanut puutavara-autoa yli 10 vuotta, josta osan ajasta kuljettanut HCT-yhdistelmää. Myös kuljetusten järjestämisestä ja organisoinnista on työkokemusta, joka on suureksi eduksi tätä opinnäytetyötä kirjoittaessa.

2 Puunhankinta metsäteollisuudessa

2.1 Logistiikka

Logistiikka oli alun perin sotilaallinen termi, joka tarkoittaa sitä, kuinka sotilas-henkilö hankki, siirsi ja varastoi tarvikkeita. Nykyisin termiä käytetään siihen, miten resursseja käsitellään ja siirretään yrityksissä. (Investopedia 2024.) Logistiikalla tarkoitetaan siis tavaroiden varastointia ja kuljetusta, materiaalien-, raha- ja tietovirtojenhallintaa. Logistiikka on myös kokonaisien toimitusketjujen ja toimintojen hallintaa. (Logistiikan maailma 2024.) Logistiikkaan kuuluu ilmatie-, vesitie-, rautatie- ja maantiekuljetukset. Kuljetusten hallinta sisältää reittien suunnittelua ja tilausten hallintaa. Se ulottuu myös ajoneuvojen sekä toimituksien seurantaan. (Techtarget 2024.) Yksinkertaisesti logistiikan tavoitteena on saada oikea määrä komponentteja oikeaan paikkaan, oikeaan aikaan sekä asianmukaisessa kunnossa asiakkaalle. (Investopedia 2024.)

Yksi suomalaisen metsäteollisuuden avaintekijöistä on raaka-ainehuollon tehokkuus ja toimivuus. Joustava ja toimintavarma raaka-ainehuolto tehtaille on logistiikan ja tiedonhallinnan jatkuvan kehittymisen tulosta. Kuljetus- ja korjuuresursien riittävyys, vuodenajan muutokset, puukaupan aktiivisuus sekä tehtaiden tarpeet luovat logistisia haasteita. Logistiikan suunnittelussa ja ohjauksessa suurin merkitys on tiedonkulku reaaliajassa eri toimijoille ja toimintaketjuille. Yhdessä sopimuskumppaneiden kanssa metsäyhtiöt vastaavat tehtaiden puuntoimituksista. Liiketoiminnan ja tuotannon suunnittelussa logistiikka siis toimii keskeisessä osassa. (Tapio 2018, 356.)

2.2 Puunhankinnan suunnittelun eri tasot

Strategiseen suunnitteluun kuuluvat henkilöstöjärjestelyt sekä tehtaiden mitaus-, vastaanotto- ja puunkäsittelyjärjestelmät, joihin tehdään tarvittavat investoinnit ennakoiden tulevaisuutta. Puuntarpeet ja raaka-ainevarat ovat suunnittelun lähtökohtina asiakastehtaiden tarvitsemiin puumääriin.

Tätä kautta mitoitetaan resurssit puunhankintaan, organisoidaan toimintaa sekä huolehditaan riittävästä logistiikasta. Hankittavat puumäärät riippuvat raaka-aineen saatavuudesta sekä hankintakustannuksista. Puuvirrat ja logistiikka suunnitellaan suurissa metsäyhtiöissä kokonaisvaltaisesti. Näihin vaikuttavat maailman markkinatilanteet, raaka-aineen tarjonta, tuotelajit sekä eri maissa olevat tehtaat. Puunhinta ja markkinat pyritään ennakoimaan mahdollisten muutosten varalta. Keskeisin osa strategista järjestelyä on siis puunoston suunnittelu. Puunhankintaa tukevat ohjaus- sekä tietojärjestelmät. (Ovaskainen & Schildt, 2022.)

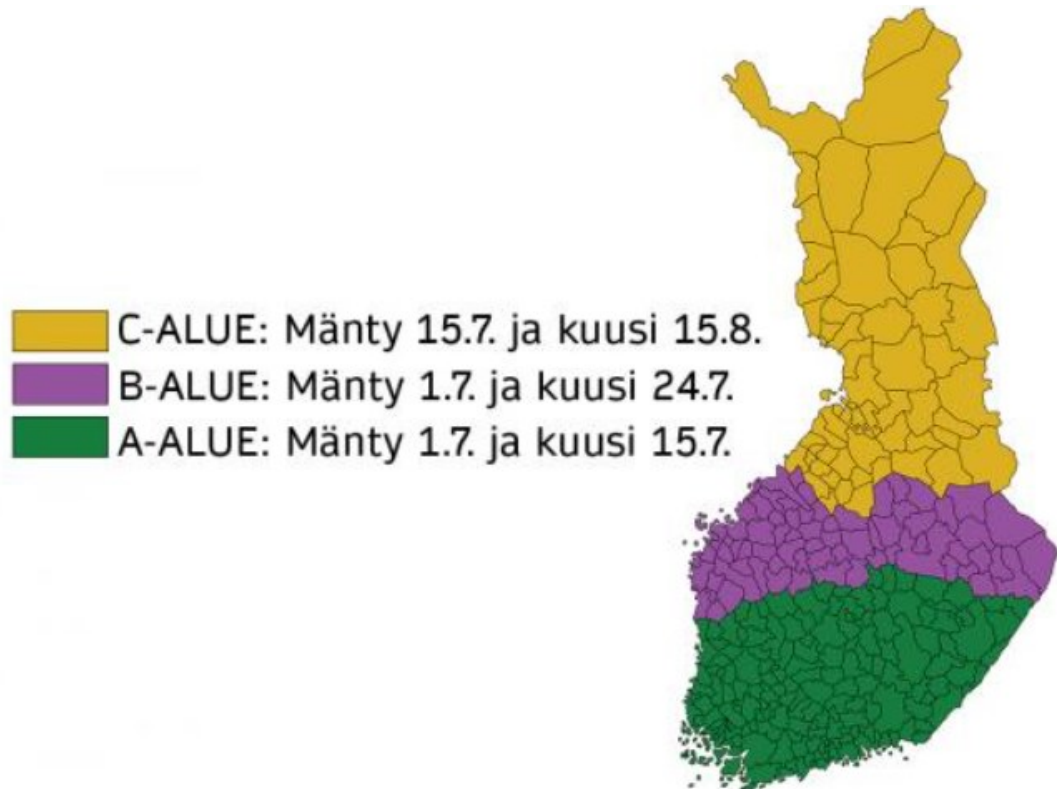
Raaka-ainetarpeet sekä kausisuunnitelmat puutoimituksille ovat taktista suunnittelua. Suunnitelma tehdään parin kuukauden aikajaksoina ottaen huomioon kaikki tasot hankintaorganisaatiossa. Näin ollen korjuu- ja kuljetusyrittäjien on helpompi tehdä suunnitelmat omiin yrityksiinsä. Kausittaisen suunnittelun haasteena niin korjuu- kuin kuljetusyrittäjillä on kelirikko. Talvella hakattavat leimikot, esimerkiksi suot, voivat jäädä lauhan talven takia hakkaamatta, jos maa ei ole jäänyt niin, että se kantaisi konetta suolla. Kelirikko haittaa myös kuljetuksia ajettaessa suoteitä, jotka eivät ole ennättäneet jäätyä. Puut jäävät silloin varastoon odottamaan seuraavaa talvea. Tavoitteena kuitenkin on, että talvella suolla hakatut puut pystyttäisiin kuljettamaan tienvarsi varastosta puutavara-autolla pois saman talven aikana ja että puutavara pyritään kuljettamaan mahdollisimman tuoreena tehtaalte asti. Ainespuun hankinnan yhteydessä suunnitellaan myös energiapuun hankinta ja korjuu. (Ovaskainen & Schildt, 2022.)

Lyhyen aikavälin toiminnat suunnitellaan operatiivisessa suunnittelussa. Korjuun ja kuljetuksien suunnittelua ohjaa päivittäinen puuntarve käyttöpaikoissa. Metsäkoneiden korjuuohjelmat ovat valmiina jo pari viikkoa etukäteen, mikä helpottaa korjuun suunnittelua. Puutavara-autoissa kuljetusohjelmat ovat viikko-kohtaisia, ja ne tulevat näkyviin aina loppuviikosta. Näin ollen seuraavan viikon alkavat kuljetukset on helpompi suunnitella edellisen viikon lopussa. Esimerkiksi talvella tienvarsivarastoiden auraukset on hyvä sopia niin, että ne ovat auki jo heti alkuvuikosta. Yhtiöiden sopimusyrittäjät suunnittelevat itse oman korjuu- sekä kuljetusohjelmansa niin, että viikko- ja kuukausitavoitteet toteutuvat annettujen suunnitelmien mukaan. Eri toimijoiden välillä tiedonkulun on oltava sujuvaa. (Ovaskainen & Schildt, 2022.)

2.3 Metsätuholaki osana puunkuljetuksia

Metsätuholaki on säädetty sitä varten, että kasvavalle puustolle ei aiheudu vaaraa sieni- ja hyönteistuhosta. Pitkäksi aikaa varastoitava puutavara metsäteiden varsilla ja myrskytuhot voivat aiheuttaa edellä mainittuja tuhoja metsikölle. Kesäisin metsässä varastoitava havupuutavara on lailla rajoitettu, jotta tuohyönteiset eivät pääsisi leviämään ja niiden määrät pysyisivät alhaisena. Myös vahingoittuneet havupuut on kuljetettava pois metsästä. Puut ovat voineet vaurioitua lumi- tai myrskytuhojen seurauksena. Metsälaki koskee puutavaran omistajaa eli yleensä yhtiötä, joka on ostanut maanomistajalta puutavaran. Puutavaran omistajan on huolehdittava havupuutavaran pois kuljettaminen metsätievarastoilta määräaikoihin mennessä. Tämä velvoite aiheuttaa kesäaikaan kiirettä, jos puuta on paljon metsävarastoissa. Myös kesäaikaan pyörivät kesälomat aiheuttavat sen, että kuljetuskapasiteetti ei ole 100 - prosenttisesti käytössä yrityksissä. (Metsäkeskus 2024.)

Havupuutavara pitää poistaa metsästä määräaikaan mennessä. (Laki metsätuhojen torjunnasta 1087/2013.) Suomi on jaettu kolmeen alueeseen (A, B ja C), joissa on eri aikamääreet mihin mennessä havupuutavara pitää poistaa, pinot täytyy kuoria tai pinot tulee peittää laissa edellytettävällä tavalla (kuvio 1). Pinon kuorimisella tarkoitetaan puutavarapinon pintaosan poistamista 50 senttimetrin paksuudelta. 30 päivän sisällä ensimmäisestä kuorimisesta toimenpide on toistettava. (Metsäkeskus 2024.)



Kuvio 1. Metsätuholain aikarajat ja vyöhykkeet 1.1.2022 alkaen. (Metsäkeskus 2024).

A-alueella kesä-elokuussa kaadettu havupuutavara on kuljetettava pois 30 päivän sisällä hakkuusta. Poistovelvoite koskee tyviläpimitaltaan yli 10-senttimetristä havupuutavaraa. Velvoite ei koske yksittäistä mäntypuutavarapinoa, jonka tilavuus on maksimissaan 50 kiintokuutiometriä. Jos pino sijaitsee 200 metrin päässä muista vastaavista pinoista, katsotaan se yksittäiseksi pinoksi. Poistovelvoite ei koske pinoa, josta puolet on tyviläpimitaltaan 10 senttimetriä tai puutavara on lahoa tai kuollutta. (Metsäkeskus 2024.)

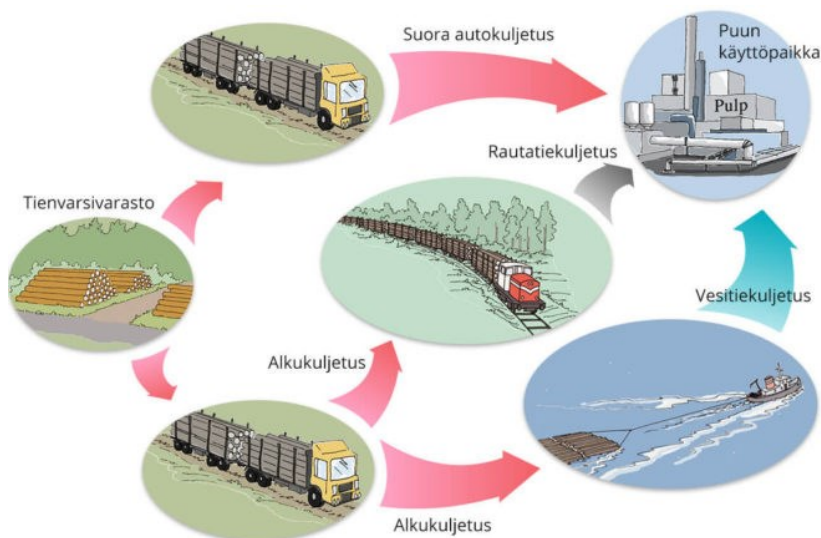
Myrskytuhoalueelta on poistettava vaurioituneet puut hyönteistuhojen estämiseksi. Yli 10 kuutiometriä hehtaarilla ja yli 10 senttimetriä tyviläpimitaltaan oleva kuusipuut on poistettava. Mäntypuut, joita on yli 20 kuutiometriä hehtaarilla ja tyviläpimitaltaan yli 10-senttimetriset puut on poistettava tuhoalueelta. Nämä rajat on määrätty metsätuholaissa. (Metsäkeskus 2024.)

3 Metsäteollisuuden kuljetukset

3.1 Puunhankinnan logistiikka

Kuljetusmuotoja ovat maantie-, rautatie- sekä vesitiekuljetukset. Vuosittaiset kuljetusmäärät metsäteollisuudessa pyöreällä puulla maanteitse ovat 55 miljoonaa kuutiota, rautateitse 10 miljoonaa kuutiota ja vesiteitse noin 1,1 miljoonaa kuutiota. Aluskuljetusmatka on noin 220 km ja uittokuljetus 270 km. (Tapio 2018, 384)

Puutavaraa kuljetetaan tienvarsivarastoista autokuljetuksina juna-asemalle, josta se lähtee eteenpäin rautatiekuljetuksena. Terminaaleista puut lähtevät eteenpäin nosturittomalla siirtoautolla. Satamista tai puiden veteenpudotuspai- kalta puut lähtevät uittona vesitiekuljetuksina eteenpäin tai puut voidaan kuljet- taa suoraan tienvarsivarastoista tehtaalle (kuvio 2). Metsäteollisuus käyttää vuosittain noin 50 miljoonaa kuutiometriä puutavaraa, josta alle 80 % toimitetaan autokuljetuksena suoraan metsätievarastolta tehtaalle. Keskimääräinen kuljetusmatka tehtaalle metsävarastolta on 104 km. Alkukuljetus rautateitse kul- jettavalle puutavaralle on tehtävä puutavara-autoilla, jotta puut saadaan rauta- tieasemalle. Aseman terminaalista puut lastataan junavaunuihin. Alkukuljetus- matka asemalle on noin 50 km. (Venäläinen 2016; Metsäteho 2022)



Kuvio 2. Puutavaran logistinen matka. (Puuhuolto 2023).

Puutavara-autolla haetaan kuljetustilauksen mukaiset puutavaralajit metsästä tienvarsivarastosta, jonne ne on kuljetettu metsästä ajokoneella. Puut lastataan ajoneuvon perään kytkettävällä puutavaranosturilla. Kuorman ollessa valmis se sidotaan metsässä joko puutavara-autossa olevilla ketjuilla tai kevyemmillä sidontalaitteilla eli liinoilla. Vetoautossa olevat puut sidotaan kahdella sidontalaitteella. Jos perävaunun kyydissä on kaksi nippua viisi metriä pitkiä puutavaralajeja, perävaunussa olevat puut sidotaan viidellä sidontalaitteella. Kuorma on sidottava yhdellä sidontalaitteella per nippu, jos puutavaralajit ovat kolme metriä pitkiä. Niitä mahtuu kolme tai neljä nippua riippuen perävaunun pituudesta. Vetoautoon tällaisia nippuja mahtuu kaksi. Perävaunun etummainen nippu on sidottava kahdella sidontalaitteella, jos puutavara on kolmemetristä. Puutavaran ollessa viisimetristä nippu on sidottava kolmella sidontalaitteella. (Venäläinen 2016.)

3.2 Rautatiekuljetukset

Puutavaraa kuljetetaan vuosittain rautateitse noin 10 miljoonaa kuutiometriä. Osuus on 23 % tehtaille toimitetusta kotimaisesta puutavarasta. Junalla kuljetettu puutavara on edullisempi vaihtoehto pitkillä matkoilla. Keskimääräinen kuljetusmatka rautateitse on 298 km. (Venäläinen 2016; Metsäteho 2022)

Puutavara-auto toimittaa asemalle alkukuljetuksessa junaan tilattuja puutavaralajeja ja lastaa junanvaunun omalla puutavaranosturilla. Jos kyydissä on sellaisia puutavaralajeja, jotka eivät ole menossa junavaunuun, puretaan ne aseman terminaaliin odottamaan jatkokuljetusta. Yleensä junavaunut lastaa urakoitsija isommalla asemakohtaisella kuormaimella. Näin toimitaan ainakin sellaisten asemien terminaaleissa, joista lähtee useampi juna joka viikko eri metsäteollisuuden yritysten tehtaisiin. Tällainen asema on esimerkiksi Kiteen juna-asema. Pienemmillä asemilla junavaunut lastaa kyseisen alueen kuljetusyrittäjä, joko yksin omilla autoilla tai viereisen alueen yrittäjän kanssa yhteistyössä. (Metsäteho 2022)

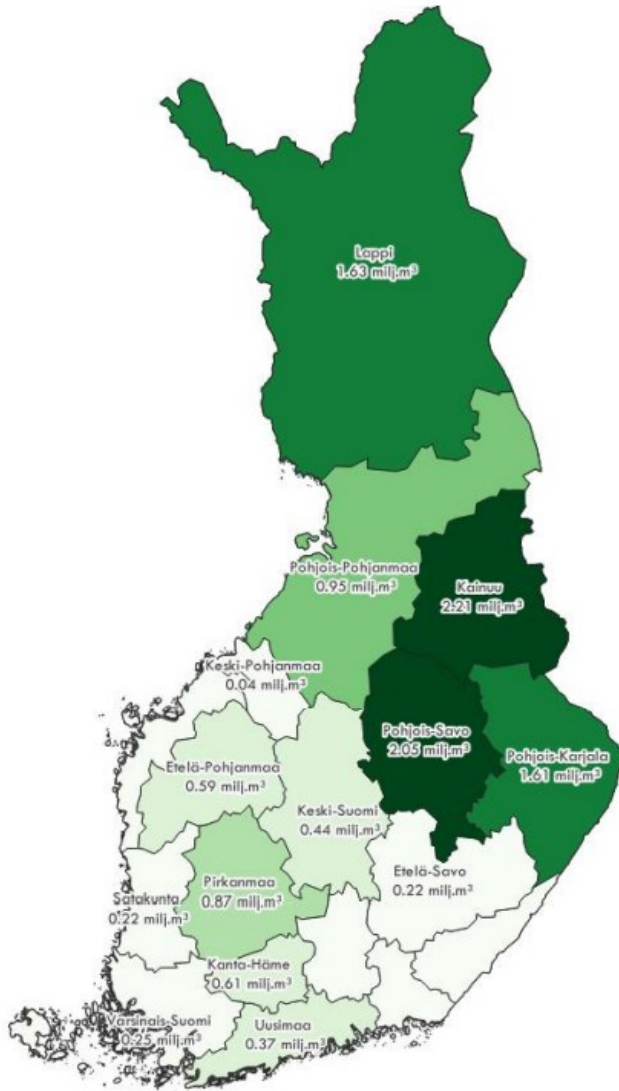
Rautatiekuljetusten operaattorina puutavaran kuljetuksessa toimii VR-Yhtymä. Junatilaukset tulevat yrityksille joka kuukausi, minkä jälkeen junakuljetukset vahvistetaan. Kuljetusten järjestelijät ilmoittavat tarvittavat päivämäärät, jolloin junan lastaus tapahtuu, sekä puutavaralajit ja -määrät puutavarankuljetusyrityksille. Näin ollen yrityksiä on helpompi suunnitella mahdolliset alkukuljetusajankohdat ja ne saavat toimitettua tarvittavan määrän puutavaraa aseman terminaaliin tai junan lastauspäivänä suoraan junavaunuun. (Venäläinen 2016)

VR Group on Suomen valtion omistama logistiikan, kunnossapidon ja matkustuksen palveluyritys, joka on perustettu vuonna 1862. Vuonna 2022 VR Groupin liikevaihto oli 1107,0 miljoonaa euroa. Yhtiö jakautuu liiketoiminnassaan kaukoliikenteeseen, kaupunkiliikenteeseen ja VR Transpointiin eli logistiikkapalveluihin. Vuonna 2022 VR Transpointin liikevaihto oli 386 miljoonaa euroa. Vuonna 2022 VR Group teki 194,2 miljoonaa matkaa ja tavaraa kulki 34,4 miljoonaa tonnia. (VR Group 2023.) Väylävirasto vastaa Suomen rataverkosta ja sen huolloista sekä kunnossapidosta. (Väylävirasto 2024.)

Ratayhteys Imatralta Kontiomäelle muodostuu yksiraiteisesta ja sähköistetystä Imatran ja Joensuun välisestä rataosuudesta.

Raakapuun kuljetukset suuntautuvat pääasiassa Lappeenrantaan, Joutsenoon ja Imatralle. (Väylävirasto 2022) Kiteen Puhoksessa sijaitseva Syrjäsalmen rautasilta jää Joensuu-Imatra-rataosuuden välille, jolloin raakapuuvaunut eivät kulje Joensuun ja Kiteen asemilta etelään.

Rautatiekuljetuskalustona toimii junan raakapuuvaunut, joita lastataan 24 kappaletta. Jokaisen vaunun kokonaismassa saa olla vaunun tyypistä riippuen 58,5–57,0 tonnia. (VR Transpoint 2023) Vuosittain VR Group kuljettaa Metsä Groupin raakapuuta noin viisi miljoonaa kuutiometriä. Muista metsäteollisuuden tuotteista VR Group kuljettaa esimerkiksi sellua ja kartonkia 2,1 miljoonaa tonnia. (Konepörssi 2022) Pohjois-Karjalasta raakapuuta kulki vuonna 2021 1,61 miljoonaa kiintokuutiometriä (kuvio 3; Väylävirasto 2022).



Kuvio 3. Raakapuun junakuljetusten määrä maakunnittain vuonna 2021. (Väylävirasto 2022)

3.3 Vesitiekuljetukset

Puuta kuljetetaan uittamalla Suomessa ainoastaan Saimaalla. Uitto oli tärkein kaukokuljetusmenetelmä 1960-luvun puoliväliin asti. Puutavaran kuljettamiseen ja varastointiin uitto on ympäristöystävällisintä ja energiatehokkainta. Verrattuna autokuljetuksiin energiankulutus on kolmasosan vähemmän ja rautatiekuljetuksiin verrattuna puolet vähemmän. Puuta pudotetaan veteen laitureilta, joita on itäisessä Suomessa noin 20 kappaletta. Pohjoisimmat laiturit sijaitsevat Nurmeksessa ja Iisalmissa. Lappeenrannassa ja Ristiinassa sijaitsevat vesivarastot, jotka ovat käytettävissä ympäri vuoden, joten havusellu ja vaneritukkien varastointi veteen onnistuu myös talvella. (Korhonen 2024.)

Keskiuittomatka on noin 300 kilometriä, ja pisimmillään uittomatkat ovat jopa 450 kilometriä. Puulautalla voi olla pituutta jopa toista kilometriä hinaajan kanssa mitattuna. (kuva 1.) Lautta liikkuu hitaasti, vain 2 km/h, kun vedettävänä on satojen puutavarayhdistelmien verran puuta. Tämä kuljetettava puutavaramäärä on pois kuluttamasta suomalaista tiestöä. Vaikka vauhti olisi hidasta, on uitto siitä huolimatta nopein kuljetusmuoto suurille puumäärille. Saimaalla uiteetaan tänä päivänä vuosittain reilut 400 000 kiintokuutiota puuta, joka vastaa 8000 rekkakuormaa. Uitto on nykypäivänäkin osa Saimaan kulttuuria sekä suomalaisuutta. (Korhonen 2024.)

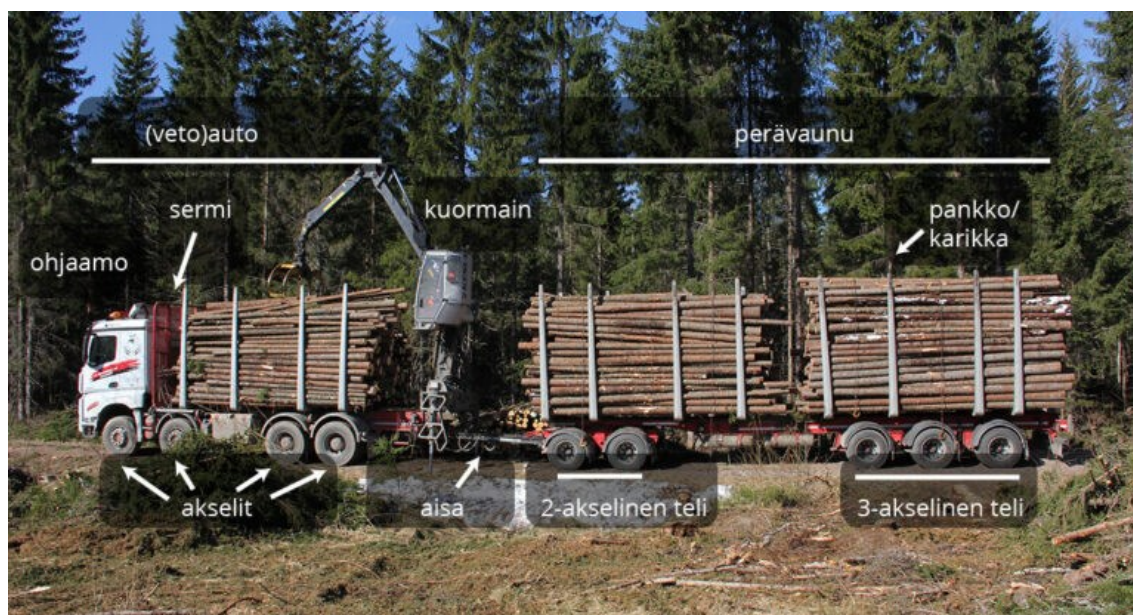


Kuva 1. Puutavaran uittolautta Rääkkylässä kesällä 2023. (Päivi Eronen)

Koivuvaneri- ja havusellupuuniput sidotaan joko ketjulla tai teräslangoilla. Uitto-yhtiöt toimittavat uittopaikoille kaiken mahdollisen materiaalin, mitä tarvitsee nippujen uittossa: langat, ketjut, sidontalangat sekä nippulaput. Tätä toimenpidettä kutsutaan niputukseksi. Nippujen on kestettävä kasassa niin veteen pudotettaessa kuin läpi uiton tehtaalle. Niput on merkittävä nippukohtaisilla lapuilla, jossa on tiedot siitä, kuka omistaa nipun, mille tehtaalle puut ovat menossa, mikä on puutavaralaji sekä kuka on toimittaja. Laput ovat yleensä värikoodein merkattuja. Sidottu nippu nostetaan uittopaikkakohtaisella trukilla ja pudotetaan veteen odottamaan jatkokuljetusta. (Venäläinen 2019.)

3.4 Autokuljetukset

Puutavaran kuljetuskalustona toimii yleensä yhdeksänakselinen täysperävau-
nyhdistelmä. Vetoautot ovat neliakselisia ja perävaunut viisiakselisia. Yhdistel-
män kokonaispaino saa olla enintään 76 000 kiloa, kokonaiskorkeus 4,4 metriä,
kokonaispituus 34,50 metriä ja leveys 2,55–2,60 metriä. Puutavara-autojen
päällysrakenteet on varustettu niin, että ne soveltuvat raakapuun kuljetuksiin.
Päällysrakenteen lisävarusteita ovat etusermi, apurunko, puutavarapankot,
kuormansidontalaitteet, hydraulikkajärjestelmä sekä nosturi. (kuva 4.) Siirtoau-
toja, jotka kuljettavat raakapuuta vain terminaaleista tehtaalle, ei ole varustettu
hydraulikkajärjestelmällä eikä puutavaranosturilla. (Venäläinen 2016)



Kuva 4. Puutavara yhdistelmän kuvaus. (Puuhuolto 2023.)

Akselijärjestyksiä voi olla kolme eri vaihtoehtoa: Tridem, Trippeli ja 2+2 akseli-
järjestelmä. Tridemissä kantava akseli on telin viimeisenä. Trippelissä kantava
akseli on telin etummaisena. Yleisimmin puutavara-autoissa on käytetty 2+2-ak-
selijärjestyksestä, jossa kaksi akselia on auton etuosassa ja kaksi akselia auton pe-
räosassa. (Venäläinen 2016.) Raakapuukuormaa lastattaessa on huomioitava
myös, etteivät laissa määrätyt maksimiakselipainot sekä telipainot ylitä. Teli on
autossa oleva akseli, joka on paineilmalla nouseva sekä ykköspyörin varustettu.
Auton ja perävaunun yhdistelmän suurin sallittu massa on vähintään yhdek-
sänakselisenä 76 000 kg.

Vähintään 65 % perävaunun tai perävaunujen massasta on kohdistuttava akselleille, jotka ovat varustettu paripyörin. (Laki tieliikennelain muuttamisesta 122 § liite 6.6) Tyypillisiä puutavara automerkkejä ovat Scania, Volvo, Sisu ja Mercedes Benz. (Venäläinen 2016.)

Puutavara-autoon liitetään puutavarakuormain, jolla lastataan ja puretaan kuorma. Kuormaajan voi jättää terminaaliin tai turvalliseen paikkaan ennen kuin kuormaa lähdetään kuljettamaan tehtaalle tai terminaaliin, jos purkamisessa tai paluukuorman teossa ei sitä tarvitse. Kuormain painaa merkin mukaan noin 3 tonnia, mikä tarkoittaisi 3,5–4 kuutiometriä lisää puutavaraa yhdistelmän kyytiin. Kuormaimia on olemassa hytillisiä sekä hytittömiä versioita. Myös kuormaimia on tarkastettava Tämän voi suorittaa kerran vuodessa henkilö, jolla on tarkastus luvat. Tavalliset Suomessa myytävät kuormainmerkit ovat Hiabin Loglift ja Kesla sekä Epsilonin Palfinger. (Venäläinen 2016.)

HCT-yhdistelmät ovat liikenteessä nykypäivänä jo tuttu näky. HCT-yhdistelmä (High Capacity Transport) kuljettaa pyöreää puuta kerralla enemmän, kuin tavallinen puutavara-auto. HCT-yhdistelmän suurin sallittu kokonaispaino voi vaihdelle erikoisluvan mukaan 84–104 t. HCT-yhdistelmistä on maininta erikseen tieliikennelaissa 192 §:ssa. Uudessa 21.1.2019 voimaan tullessa lakimuutoksessa sallitaan kokonaispituuden nosto 34,50 metriin edellisestä 25,25 metristä. Vetoauton pituus saa olla 13,00 metriä aikaisemmasta 12,00 metristä. Näin ollen vetoautoon mahtuu kaksi kuitupuunippua yhden sijasta. (Venäläinen 2023.) Erikoisajoneuvojen lisääntyminen muun muassa alentaa kuljetuskustannuksia (Tapio 2023, 11) HCT-yhdistelmän kustannussäästö on 8 % kuljetettua kuutiota kohden 76-tonniseen puutavara-autoon verrattuna. Puutavaraa mahtuu 8000 kg enemmän HCT-yhdistelmän kyytiin, kuin tavalliseen puutavara-autoon, jolloin se on kustannustehokkaampi. Myös päästöt vähenevät, kun yhdessä kuormassa kuljetetaan enemmän puuta. (Metsäteho 2023.) HCT-yhdistelmillä liikutaan pääasiassa asfalttipäällysteisiä teitä esimerkiksi 6-tietä, pitkin. Kiteen Syrjäsalmissa sijaitseva autosilta on vanha kotelopalkkisilta, jonka kestävyyttä ja liikkuvuutta on selvitetty mittauksin. Koekuormituksessa mitataan kiertymiä sekä taipumia sillassa. (Kalliovalkama 2022 a.)

Puutavara-autoissa on käytössä kuljetusohjausjärjestelmä Logforce, jonka avulla pystytään paikantamaan metsästä varastopaikat sekä tienvarsivarastosta kuljetettavat puutavaralajit ja määrät. Tällä järjestelmällä pystytään seuraamaan varaston kiertoa sekä kuljetettavia puutavaralajeja. Logforce-palvelusta on kaksi ohjelmaa, suunnittelu- ja kuljetusohjelma. Suunnittelusovelluksen avulla työnantaja voi merkata palveluun käytettävät ajoneuvot sekä kuljettajat, joilla on käyttöoikeus kuljetusohjelmaan. Suunnittelusovellukseen tulee logistiikka-asiantuntijalta viikoittain ajomääräykset, joissa näkyvät ajettavat kuutiomäärät tehdaskohdaisesti. Yrittäjä jakaa ajoneuvoille tilaukset, jotka näkyvät autojen tietokoneilla kuljetussovelluksessa. Kuljetussovelluksessa kuljettaja näkee varastopaikat sekä varastopaikoilla olevat puutavaralajit sekä niiden kiintokuutiomäärät. Näin kuljettaja pystyy valitsemaan varastopaikan, josta saa haettua oikeat puutavaralajit kuljetustilauksen mukaisesti käyttöpaikkaan tai terminaaliin. (Venäläinen 2016.)

3.5 Kuljetukset Metsä Groupilla

Metsä Group on kansainvälinen metsäteollisuuden yritys, joka toimii 28 eri maassa. Emoyhtiönä toimii Metsäliiton Osuuskunta, jonka omistaa yli 90 000 suomalaista metsänomistajaa. Metsä Groupin liikevaihto on vuosittain noin 7 mrd. euroa. Yhtiön toimialaan kuuluvat Metsä Forest puunhankinta ja metsäpalvelut, Metsä Wood puutuotteet, Metsä Fibre sellu- ja sahateollisuus, Metsä Board kartonki sekä Metsä Tissue pehmo- ja tiivispaperit. (Metsä Group 2023.)

Metsä Groupin liiketoiminta perustuu uusiutuviin raaka-aineisiin ja kierrätettäviin materiaaleihin. Valmistettavien tuotteiden raaka-aineena käytetään pohjoisten metsien puita, joita on vastuullisesti hoidettu. 80 % Metsä Groupin käyttämästä ja hankkimasta puusta tulee suomalaisista metsistä. Metsien sertifiointeja ovat PEFC sekä FSC, jonka ansioista puun alkuperä on aina jäljitettävissä. Pohjoisesta puuaineksesta on hyödynnetty 100 % eri vaiheissa arvoketjua. (Metsä Group 2023.)

VR Group vastaa Metsä Groupin raakapuun junakuljetuksista asemilta tehtaille. VR Groupilla sekä Metsä Groupilla on yhteinen sopimus korvata osa maantiekuljetuksista rautateitse sekä vähentää näin päästöjä.

Sopimus ulottuu vuoteen 2030 saakka. Metsä Groupin vuotuinen fossiilisten päästöjen vähennys olisi 14 000 tCO₂, joka vastaa yli 25 000 rekkakuljetusta. (Konepörssi 2022.)

3.6 Hiilidioksidipäästöt

Hiilidioksidi eli CO₂ on luonnollinen ja välttämätön yhdiste maailman ekosysteemeille. Sitä vapautuu ilmakehään ihmisten ja eläinten uloshengitysilmassa. Ilmasta hiilidioksidia talteen ottavat kasvit tuottavat vuorostaan happea, jota ihmiset ja eläimet tarvitsevat. Tämä ei ole haitallista, paitsi jos hiilidioksidia on ilmakehässä liikaa. Suurimmat päästöt aiheutuvat liikenteessä tapahtuvasta fossiilisten polttoaineiden käytöstä sekä öljyn ja maakaasun poltosta. (Tieteen Kuvalehti 2022.)

Liikennepäästöt vuonna 2020 olivat noin 10,1 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia (Mt CO₂-ekv). Päästöistä vain 33 % syntyi kuorma-autoista. Suurimman osan päästöistä; 53 %, aiheutti henkilöautoliikenne. Rautateiden päästöt olivat 0,06Mt Co₂-ekv, joka on alle prosentti kotimaanliikenteen päästöistä. Vesiliikenteen päästöt olivat 0,4Mt CO₂-ekv eli n. 3 % liikenteen päästöistä. (Trafficom 2024.)

4 Ratasillan korjaushanke

Syrjäsalmen ratasilta on rakennettu vuonna 1967. Silta on 117,5 metriä pitkä ja sen vapaakorkeus on 19 metriä. (Rautatiemuseo 2024.) Sillan yli kulkee Imatran ja Joensuun välinen rataosuus, joka on todella vilkas. Syrjäsalmen silta kulkee yli salmen, joka yhdistää Pajarinselkä- ja Hiekanpääselkä-järvet. (Väylävirasto 2023.)

Alustava aikataulu hankkeen valmistumiselle on 2023–2026. Hankkeen arvioidut kustannukset ovat noin 13 miljoonaa euroa. Sen tavoitteena on korvata nykyinen ratasilta uudella ratasillalla, sekä tehdä siihen liittyvät raiteistomuutokset ja ratalinjat. Uusi ratasilta rakennetaan olemassa olevan ratasillan viereen, minkä jälkeen vanha ratasilta puretaan pois. (Väylävirasto 2023.)

Uuden sillan rakentaminen vanhan sillan viereen käynnistyi tammikuussa 2023. Vanhassa sillassa havaittu liike rakennustöiden yhteydessä aiheutti asettamaan varotoimenpiteenä sillalle nopeusrajoituksen noin 30 km/h. Näin ollen uuden ratasillan rakennustyöt keskeytyivät. Kesällä 2023 tehtyjen maaperätutkimuksien sekä koepaalutuksien perusteella uuden ratasillan rakentaminen tapahtuisi 45 metrin päähän vanhasta sillasta. Syynä tähän on se, että rakentaminen ei näin ollen aiheuttaisi vanhassa ratasillassa liikettä. Uuden paikan myötä ratasuunnitelmat ja vesiluvat on uusittava, ja hakuprosessi vie arviolta muutaman vuoden. (Väylävirasto 2023.)

Ratasillan tilaajana on Väylävirasto ja urakoitsijana toimii Kreate. Työsillan rakentaminen on ensimmäinen työvaihe projektissa. Teräsbetoninen 170 metriä pitkä jatkuva palkkisilta pystytään rakentamaan työsillalta käsin. Perustuksien paalukilometreiksi on arvioitu jopa 4 km ja pisimmät paalut ovat 70 metriä pitkiä, ja ne porataan kantavaan peruskallioon työsillan valmistuttua. Kahden koneyksikön voimin porapaalutuksen toteuttaa KFS Finland. Veneliikenteen kulkuaukko uudessa ratasillassa tulee olemaan 12 metriä. Vanhan ratasillan nopeusrajoitus on käytössä uuden sillan rakentamisen ajan ja sitä seurataan monitoroinnin avulla erittäin tarkkaan. Ratalinjan oikaisu tapahtuu uuden ratasillan käyttöönoton jälkeen kummallakin puolella ratasillaa noin kilometrin verran. Vanhan sillan purku tapahtuu samanaikaisesti siltapuolen ammattilaisten toimesta. Vedenalaisessa purkamisessa on otettava huomioon tärkeät luontoarvot, jotka vaativat veden sameuden tarkkailua aktiivisesti. (Kreate 2024.)

5 Työn tavoite ja tehtävät

Opinnäytetyön tavoite on selvittää kuljetuskustannuksien vaikutusta Pohjois-Karjalan alueelta ratasillan ollessa kiinni junaliikenteeltä. Työssä lasketaan Metsä Groupin kuljetuskustannuksia niin auto- kuin rautateitse ja vertaillaan kuinka paljon kustannukset nousevat sekä eroavat toisistaan.

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Kuinka paljon kuljetuskustannukset muuttuisivat ratayhteyden katkeamisen takia?
2. Kuinka varmistetaan puuntoimitukset tehtaille ratayhteyden ollessa poikki?
3. Millaisia haasteita ratayhteyden katkeamisesta muodostuu puukuljetuksille?
 - henkilöstön määrän riittävyys
 - puunkuljetuskaluston riittävyys
 - puutavaran riittävyys tehtaille
 - aikataululliset ongelmat
 - metsätuholain alaiset puutavarat
 - kelirikon vaikutus
4. Olisiko mahdollista kuljettaa puutavaraa vesiteitse tehtaille ratayhteyden ollessa poikki?

6 Menetelmälliset valinnat

6.1 Analysointimenetelmä

Tutkimusmenetelmä on määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa varmin ja edustavin lopputulos saadaan vertaamalla aineistoa, joka on mahdollisimman laaja ja tarkka. Tutkimuksella kartoitetaan riippuvuuksia eri asioiden välillä tai muutoksia, jotka tapahtuvat tutkittavassa ilmiössä. Olemassa oleva tilanne saadaan selvitettyä tutkimuksen avulla, mutta asioiden syiden riittävään selvittelyyn tutkimus ei pysty. Numeerinen aineisto on paras analysoida kvantitatiivisella tutkimuksella. (Heikkilä 2014.)

Kvantitatiivista tutkimusotteen ilmiötä kuvataan määrin, numeroin ja paljousin. Vertailuun vaaditaan samanlaatuiset mitattavat kohteet sekä myös tekijät on va-
littava huolella. Tutkimuksen lähtökohtana on, että tutkitaan saatavilla olevaa
mahdollisimman tarkkaa aineistoa tai olemassa olevia tietoja. Positiivisessa tut-
kimusnäkemyksessä tutkijan on oltava havaintojen tekijä, ei osallistuja. Tämän
vuoksi asiaan ja kohteisiin on pidettävä tiettyä etäisyyttä. Tutkimuksessa on
mietittävä, tutkitaanko ongelmaa kokonaisuudessaan vai pelkästään jotakin ra-
jattua osaa. (Anttila 1996a, 133.) Tuloksena saadaan tietoa, joka on yleistettä-
vissä tai yleistä. Yksittäiset tapaukset sulautuvat joukkoon, kun tuloksia tarkas-
tellaan keskiarvon käsitteenä. (Anttila 1996b, 134.) Tämä osoittaa, miten kaik-
kien eri yrittäjien eri kuljetuskustannukset sulautuvat joukkoon, kun kustannuk-
set lasketaan keskiarvallisesti. Tässä tutkimuksessa osa on rajattu pyöreän-
puun kuljetuksiin, joten muuttujien osuus täytyy rajata niin, että kustannuslaskel-
mat pysyvät pyöreänpuun kuljetuksissa eivätkä esimerkiksi hakkeenkuljetuk-
sissa.

Tutkimuksen kohderyhmänä on Metsä Groupin Joensuun piirin eli Pohjois-Kar-
jalan alueen kuljetuskustannukset. Opinnäytetyössä tarkasteltava ja analysoi-
tava aineisto on numeerisesti tarkka pohjautuen nykyisiin maksettaviin kuljetus-
kustannuksiin sekä toimitettaviin raakapuumääriin. Tutkimuksella haetaan tulok-
sia, joista selviää mahdollinen kustannusten nousu saman puutavaramäärän
kuljetuksesta tehtaille kaukokuljetuksena maanteitse, kuin mikä kuljetettaisiin ju-
nalla. Tarvittava aineisto kuljetuskustannuksista kerätään haastattelemalla sekä
pitämällä palavereita Metsä Groupin yhteyshenkilöiden kanssa. Tuloksia analy-
soidaan numeerisesti, mutta tulokset ilmoitetaan prosentuaalisesti.

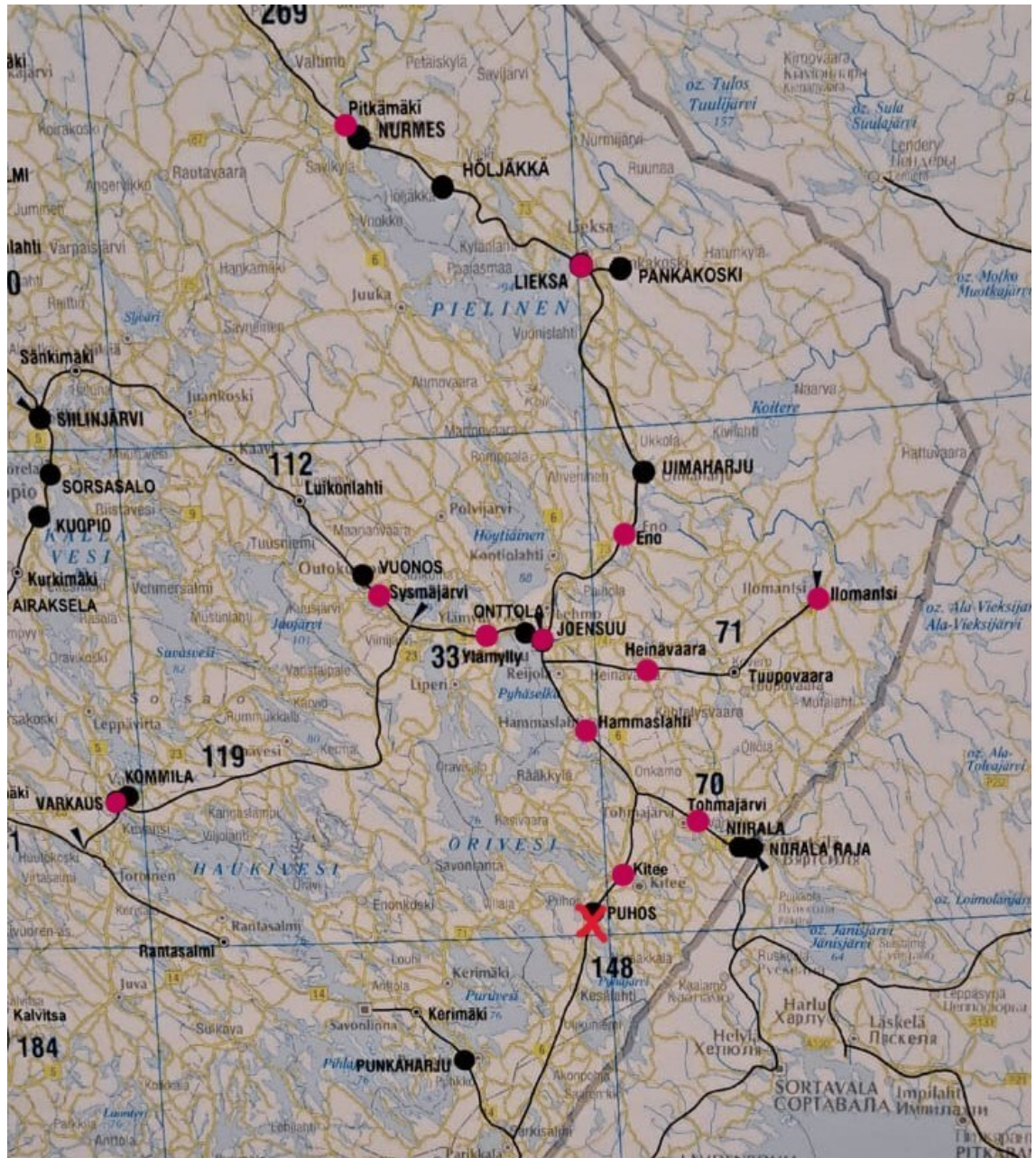
6.2 Aineiston keruu ja analysointi

Metsä Groupin raakapuulastauspaikat Pohjois-Karjalassa ovat Pitkämäki,
Lieksa, Eno, Joensuu, Ylämylly, Sysmäjärvi, Varkaus, Heinävaara, Ilomantsi,
Hammaslahti, Tohmajärvi ja Kitee. (Kuvio 5.) Lastauspaikat on merkitty karttaan
punaisella pisteellä. Punaisella rastilla on merkitty paikka, jossa sijaitsee Syr-
jäsalmen ratasilta. Karttaan on merkitty kaikki asemat, joilta raakapuuta kuljete-
taan rautateitse puutavara-autoilla ratasillan ollessa kiinni. Kuljetusmatkat

pitenevät huomattavasti vietäessä raakapuuta suoraan käyttöpaikkaan, kuin mitä asemille kuljettaessa.

Excel pohjaisella laskelmalla vertaillaan kuljetuskustannuksia, joiden tulokset analysoidaan ja ilmoitetaan prosentuaalisesti. Kuljetuskustannuksien laskemiseen tarvitsee tiedon siitä, paljonko rautateitse kuljettaminen kustantaa tällä hetkellä sekä paljonko autokuljetus kustantaa nykyisillä hinnoilla. Kustannuksiin lasketaan mukaan rautateitse kuljetettavat raakapuumäärät Joutsenon sellutehtaalle Fibrelle sekä Boardille, kuusitukkimäärät Haminan sahalle ja mäntytukkimäärät Lappeenrannan sahalle. Eri yrittäjillä on eri hinnat riippuen kuljetusmatkoista ja kuljetuskapasiteetista, mikä lisää haastavuutta tuloksien laskennassa. Kustannukset kuitenkin lasketaan yhteistuloksena koko Pohjois-Karjalan osalta, joten suurta vaikutusta yrittäjien välisillä hinnoilla ei ole. Nykyiset kuljetuskustannuksien arvot saan Metsä Groupin yhteyshenkilöltä tuloksien laskemista varten.

Korvattava reitti maanteitse kulkee osittain 9-tietä Sysmäjärveltä etelään päin. Joensuussa se vaihtuu 6-tieksi ja kulkee Pitkämäestä ja Lieksasta 73-tietä, joka Joensuusta alkaen on 6-tietä etelään päin. Syrjäsalmissa on autosilta ratasillan vieressä, mikä mahdollistaa henkilöauto- ja raskaankalustonliikenteen normaalisti. Ongelmana on, ettei autotiesilta kestä HCT-yhdistelmien painoa. Siltaa koekuormittamalla ja mittaamalla tietyllä aikavälillä on saatu tuloksia sillan kestävydestä. HCT-yhdistelmä ajetaan sillalle tai sillan yli ja mittaristot kertovat kuormituksesta sillalla. Tällöin saadaan tulokset sillan kuormituksesta ja mahdollisesta kestävydestä. (Kalliovalkama 2022b.) HCT-yhdistelmät joutuisivat kiertämään Kerimäelle tien 71 kautta ja Punkaharjulta tien 14 kautta takaisin 6-tielle. Tämä kuljetusreitti lisää kuljetuskustannuksia sekä työpäivän pituutta kuljettajilla. Työpäivän pituus sekä kiertotie lisäisi myös kuljetuskustannuksia.



Kuvio 5. Metsä Groupin raakapuulastausasemat Pohjois-Karjalassa. (Päivi Ero-
nen 2024.)

Aineisto saatiin haastattelemalla Metsä Groupin Joensuun piirin logistiikka-asi-
antuntijaa Matti Mikkolaa sekä resurssipäällikköä Jarmo Pulkista. Ensimmäi-
sessä palaverissa helmikuussa Metsä Groupin Lappeenrannan aluetoimistolla
laskettiin logistiikka-asiantuntijan kanssa kuljetushintoja ja toimitettavia puumää-
riä tehtaille. Toisessa palaverissa maalikuussa resurssipäällikön ja logistiikka-
asiantuntijan kanssa laskettiin kuljetuskustannuksia, -hintoja ja tarvittavan re-
surssin lisäystä toimitettaville puumäärille.

Kattavasta aineistosta saatiin laskettua prosentuaalinen kustannuksien nousu sekä tarvittavien resurssien lisäys. Aineistona käytettiin viime vuoden junakuljetusmääriä sekä kustannuksia niin auto- kuin rautateitse Pohjois-Karjalassa. Edellisvuoden aineistoon pohjautuen voitiin laskea kuluvan vuoden mahdollisesti nousevat kuljetusmäärät sekä kustannukset, jos ratasilta olisi kiinni ja maanteitse kuljetettaisiin samat puumäärät kuin edellisvuonna junalla. Aineisto laskettiin Excel-ohjelmalla.

Tuloksissa laskettiin Kiteen, Hammaslahden, Pitkämäen, Sysmäjärven, Enon, Tohmajärven, Heinävaaran, Ylämyllyn, Lieksan, Joensuun sekä Ilomantsin asemilta kuljetettuja puumääriä Joutsenon Fibren ja Boardin tehtaille sekä Lappeenrannan ja Haminan tehtaille. Kuljetetut määrät jaettiin edellisellä siirrolla, josta saatiin kuljetetut kuutiot kilometriä kohden. Tästä tehtiin arvioitu laskutoimitus, monta kuormaa vuodessa voitaisiin viedä tehtaille. Kuormien vienti vuodessa tehtaalle on arvioitu ajoaikojen sekä kuljetusmatkojen perusteella.

7 Tulokset

Tulokseksi saatiin kuljetusresurssien lisäystarve toimitettaville puutavaramäärille eri tehtaille Pohjois-Karjalan alueelta. Autoja tarvittaisiin Pohjois-Karjalan alueelle prosentuaalisesti 150 % enemmän, kuljettamaan raakapuukuljetukset tehtaalle. Prosentuaalisesti suurin resurssien lisäystarve on Joutsenon Fibren ja Boardin sellutehtaalle johtuen suurista puutavaran kuljetusmääristä junalla tehtaalle. Kuljetusresurssien lisäystarve on selvitetty laskemalla jokaiselta asemalta junalla toimitetut puutavaramäärät, josta on laskettu resurssien lisäystarve puutavara-autoilla toimitettavalle puutavaramäärälle.

Laskelmissa on käytetty tavallisia 76 t puutavara autoja, joissa ei ole nosturia mukana, joten hyötykuorma olisi 53 t. Kuormien toimituksien laskennallinen määrä on kaksi kuormaa vuorokaudessa eli yksi kuorma per työvuoro. Työvuoron oletettu pituus on 10 h - 12 h. Arviointilaskelmissa on laskettu viikkotoimitukseksi 10 kuormaa, joka on kerrottu 52 viikolla. Tulokseksi saadaan 520 kuormaa vuodessa.

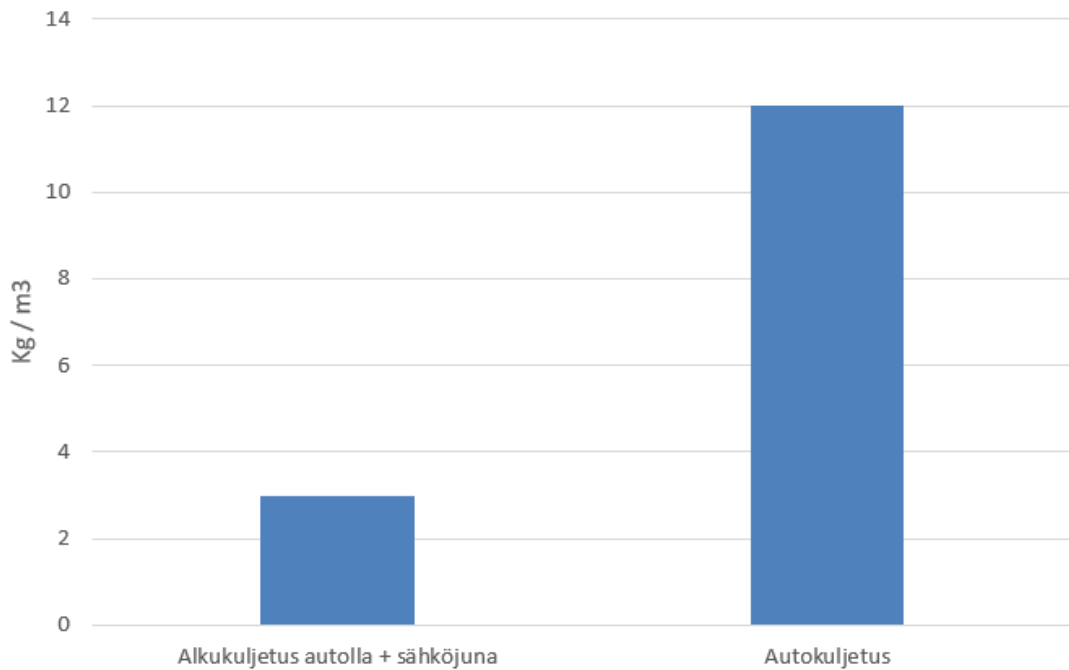
Metsä Groupin materiaaleja hyödyntäen voidaan laskea tarvittava resurssin lisäys junalla kuljetettavien puiden korvaamiseksi autokuljetuksena. Laskelmiin saadaan edellisen laskun perusteella henkilöstömäärän lisäys, joka on melko suuri.

Kustannukset on laskettu vertaamalla autokuljetuksen hintoja junakuljetuksen hintoihin. Laskelmiin vaikuttavat ajatut kilometrit sekä nosturin kuljetus puutavara-auton mukana. Suurin vaikuttava tekijä kustannuksiin on kuljetun matkan pituus raakapuukuorman kanssa. Tuloksiin vaikuttavat kuljettavat matkat tehtaalle. Pisimmästä matkasta kuljetettu puutavara on kalliimpaa kuin lähempää tehtaita toimitettu puutavara. Tämä johtuu kuljetettavan matkan hinnasta. Lieksasta matkaa tehtaalle tulisi 335 km, Ilomantsista 269 km, Heinävaarasta 222 km, Joensuusta 250 km, Ylämyllyltä 238 km ja Kiteeltä 165 km.

Laskelmissa vertailtiin autokuljetuskustannuksia laiva- ja aluskuljetuksiin, uittokuljetuksiin sekä junakuljetuksiin. Tulokset laskettiin Metsä Fibren tehtaalle Joutsenoon Pohjois-Karjalan alueelta. Laskelmissa käytettiin keskiarvollisia kustannuksia eri kuljetusmuotojen osalta. Laskettiin toimitetut puutavaramäärät Pohjois-Karjalasta Metsä Fibren tehtaalle Joutsenoon viimevuoden ajalta, sekä keskiarvolliset kustannukset eri kuljetusmuotoja vertaillen. Laskelmissa ei ole huomioitu puutavara-autojen toimituksia satamaan, eikä myöskään lastaus ja purkukustannuksia. Laskelmissa on käytetty ainoastaan laiva-/aluskuljetuksen sekä uittokuljetuksen hintoja. Tuloksissa laskettiin myös junakuljetuskustannuksen eroa laiva-/aluskuljetuksen kustannukseen. Kuljetuskustannus laskettiin Pohjois-Karjalan alueelta toimitettavien puutavaramäärien kuljetuskustannukset Metsä Fibren tehtaalle Joutsenoon. Näiden kahden kuljetusmuodon kustannusero oli noin 20 %

Metsä Groupin toimihenkilön laskelmissa ilmeni päästöjen lisääntyminen. Junakuljetuksen korvaaminen autokuljetuksella nostaisi hiilidioksidi- eli CO₂-päästöjä arviolta noin 300 %. Päästöarvoissa laskettiin sähköjunan ja autolla tapahtuvan alkukuljetuksen yhteispäästöjä, kun puutavara kuljetettaisiin tehtaalle junalla. Päästöarvot nousivat huomattavasti, kun puutavaran toimitus tehtaalle tapahtuisi pelkästään autokuljetuksena.

Laskelmissa käytettiin päästöarvoa 3 kg/m³ alkukuljetus autolla yhdistettynä sähköjunakuljetukseen. Pelkästään autokuljetuksen päästöarvoksi laskettiin 12 kg/m³. (Kuvio 6.)



Kuvio 6. Päästöarvot puutavara-auton alkukuljetus yhdistettynä sähköjunakuljetukseen verrattuna autokuljetukseen.

8 Pohdinta

8.1 Tulosten tarkastelu

Tulosten perusteella korvattaessa junapuu määrät autokuljetuksena kuljetuskustannukset nousisivat jopa yli 50 %. Tuloksissa on laskettu keskimääräiset kuljetusmatkat eri yrittäjien alueelta sekä logistisien alueiden erot on otettu huomioon. Kustannukset koostuvat kuljetettavien puutavarakuormatonnien määrän mukaan metsävarastolta suhteutettuna ajettuihin kilometreihin tehtaalle. Tulokset on laskettu tavalliselle puutavara-autolle, jonka kokonaispaino kuorman kanssa on 76 t sekä maksimaalisella hyötykuormalla 53 t. Tämä tarkoittaa, että nosturia ei ole kuljetettu mukana tehtaalle, vaan se on irrotettu puutavara-auton perästä turvalliseen paikkaan.

Nosturin jättäminen puutavara-auton perään pienentäisi hyötykuormaa nosturin painon verran eli noin 4000 kg. Aiemmissa tutkimuksissa on saatu samanlaisia tuloksia nosturin jättämisellä pois kyydistä kuin tässäkin tutkimuksessa. (Kasurinen 2023.) Jos nosturi jätetään pois, ei tarvitsisi investoida siirtoautoihin, joihin ei tulisi hydraulikkaa eikä nosturia laisinkaan.

Vaikka siirtoautojen hyötykuorma olisikin 2000 kg enemmän kuin nosturittoman puutavara-auton, ei se tuo tässä tilanteessa huomattavaa hyötyä metsäyhtiölle tai yrittäjille. HCT-puutavara-autojen suurempaa kuormatilaa ja kantavuutta ei ole huomioitu kustannus- tai resurssilaskelmissa.

Kustannusten nousuun vaikuttavat puutavaran kuljetusmatkat Pohjois-Karjalan pohjoisosista toimitettuna tehtaalle. Kuljetusmatkojen kasvaessa toimitettavien kuormien määrä pienenee. Kuljettajien on noudatettava työssään laissa määrättyjä ajo- ja lepoaikoja. Ajoaika vuorokaudessa saa olla enintään yhdeksän tuntia. Sitä voidaan kahdesti pidentää kymmeneen tuntiin viikonaikana. Kuljettajan on pidettävä 45 minuutin tauko neljän ja puolen tunnin ajon jälkeen. Vuorokausilevon tulee olla kestoaltaan vähintään 11 tuntia ja yhdenjaksoinen jokaista 24 tunnin jaksoa kohden. Työhönsidonnaisuusaika eli ajoaika, odotusaika, muu työaika sekä tauot yhteensä voi olla enintään 13 tuntia. Vuorokausilevon saa lyhentää kahden viikoittaisen lepoajan välillä enintään yhdeksän tunnin mittaiseksi. Työaika saa olla enintään 15 tuntia vuorokausilevon lyhentämisen takia. (Työsuojelulaki 2024.)

Pitkät kuljetusmatkat tarkoittavat yhden kuorman toimitusta tehtaalle kuljettajan työvuoron aikana, joka kestää keskimäärin 12 tuntia. Aineistosta selvisi että, pisimmillään kuljetusmatka tehtaalle olisi yli 300 km ja lyhimmillään noin 130 km. Tuloksista ilmenee, että Pohjois-Karjalan eteläosista kuormia voisi toimittaa yhden vuoron aikana Joutsenoon sellutehtaalle jopa kaksi. Pohjois-Karjalan pohjoisosista yhden vuoron aikana taas olisi mahdollista toimittaa vain yksi kuorma ajoajallisten haasteiden takia. Tuloksissa on huomioitu keskimääräisesti yhden kuorman toimitus yhden vuoron aikana.

Tämänhetkiset kuljetusresurssit eivät riittäisi tarvittavien puumäärien toimitukseen. Tuloksista ilmenee, että tämänhetkiset resurssit eivät pystyisi ajallisesti kuljettamaan tarvittavia puumääriä pitkien ajomatkojen takia. Kuljetusresurssien lisäykset toisivat kuljetusyrittäjille sekä metsäyhtiölle huomattavasti lisäkustannuksia. Pelkkä kuljetuskaluston lisäys ei riittäisi vaan olisi otettava huomioon myös uusien kuljettajien palkkaus. Kuljettajia olisi kaksinkertainen määrä kalustolisäykseen verrattuna. Tämä johtuu siitä, että yhdessä autossa on kaksi kuljettajaa ja auto kulkee kahdessa vuorossa, jolloin työaika kuljettajaa kohden olisi n. 12 h. Pelkästään yhden vuoden ajaksi suuri resurssien lisäys olisi turha kustannus yrittäjille, jos kapasiteettia ei tarvittaisi muuhun kuin korvaamaan junapuidenkuljetus tehtaille.

8.2 Luotettavuus ja eettisyys

Työssä noudatetaan hyvää tieteellistä käytäntöä. Opinnäytetyön avulla tuotetaan uutta tietoa yritykselle hyödynnettäväksi tulevaisuudessa. Tuloksia käsitellessä toimitaan hyvien tapojen mukaan rehellisesti, huolellisesti sekä tarvittavalla tarkkuudella. Opinnäytetyössä noudatetaan koulun ohjeistusta lähdeviitteiden oikeaoppisesta merkinnästä. Hyödynnettävän materiaalin ymmärtäminen sekä osaava käyttäminen edellyttää hyvää lopputulosta.

Kattavan aineiston ja materiaalit toimittaa toimeksiantaja analysointia ja tulosten laskemista varten.

Analyysimenetelmän tulokseen vaikuttaa inhimilliset erehdykset esimerkiksi puuttuvat pilkut tai merkintävirheet. Myös eri kuljetuskalustojen hinnat vaikuttavat tulokseen. Nosturittomien siirtoautojen kustannukset ja nosturillisten puutavara-autojen kustannukset voivat olla eri hintaluokissa, mikä vaikuttaa tuloksen tarkkuuteen. Jokaisella yrittäjällä ei ole nosturittomia autoja, jotka on tarkoitettu siirtoautoiksi kuljettamaan raakapuuta terminaaleista tehtaille.

Opinnäytetyötä varten sain käyttööni tarvittavat materiaalit Metsä Groupin yhteishenkilöltä. Tulokset ilmoitetaan prosentuaalisesti, koska hintoja ei saa tässä opinnäytetyössä näkyä. Maksettavat korvaukset yrittäjille ovat yhtiön salassa pidettäviä tietoja. Opinnäytetyön tekijä pysyy puolueettomana opinnäytetyötä tehdessä. Tuloksiin ei saa vaikuttaa tekijän positio yhtiössä.

8.3 Pohdinta

Metsäliiton Osuuskunta Metsä Group Oy voi hyödyntää opinnäytetyötä laskelmissaan nykyisessä ratasillantyössä sekä tulevaisuudessa uusissa samankaltaisissa haasteissa. Yhtiö saa myös kaiken käytetyn materiaalin ja laskelmat käytettäväksi opinnäytetyön valmistuttua.

Puutavaran varastointi lähemmäksi tehtaita sekä uusien puutavaraterminaalien perustaminen olisi hyödyksi metsäyhtiöille. Tehtaiden läheisyydessä sijaitsevat terminaalit auttaisivat varmistamaan tehtaiden puuhuollon niin kelirikon kuin ratasiltaremontin aikaankin. Tässäkin tapauksessa kuljetuskustannukset nousisivat jonkin verran ajettaessa puutavaraa lähemmäs tehtaita terminaaleihin. Kuitenkin suurilta resurssi-investoinneilta vältyttäisiin, jos puutavaraa olisi jo valmiiksi suurissa terminaaleissa tehtaan lähetyvillä, eikä sitä tarvitsisi lähteä kuljettamaan yli 300 km päästä tehtaalle.

Terminaaliin varastoitavilla puumäärillä voitaisiin vähentää mahdollisten kelirikojen aiheuttamia haasteita metsäteillä. Terminaalista saatava puutavara estäisi metsäteiden rikkoutumisia ja vähentäisi maksettavia korjauskustannuksia metsänomistajille ja aliurakoitsijoille. Tällä varmistettaisiin puuhuoltoa niin, että kelirikon aikaan saataisiin lastausasemille tarvittava määrä puutavaraa. Mahdollisten olemassa olevien ja vanhojen junan lastauspaikkojen uudelleen avaaminen ratasillan sille puolelle, missä junayhteys toimisi, mahdollistaisi raakapuun kuljetuksen junalla ratasiltaremontista huolimatta.

Aiemmin tutkimuksessa kerrotuista hyönteistuholain alaisista puutavaroista osiossa 2.3 käy ilmi, että tiettyinä aikoina kaadettu pyöreäpuu on kuljetettava pois metsävarastoilta tai pinot kuorittava tiettyyn aikaan mennessä. Puutavaran varastointi terminaaleihin, jotka eivät ole hyönteistuholain alaisia paikkoja mahdollistaisivat kiireen vähentymisen kesäaikaan. Myös junanlastausasemat kuuluvat hyönteistuholain ulkopuolelle. Yleensä havupuuta sisältäviä metsätievarastoja on paljon, ja niiden pinot pitää kuoria tai kuljettaa pois riippuen puutavaramäärästä varastolla. Metsätievarastoihin nähden keskeisellä paikalla sijaitsevat terminaalit, joihin voisi varastoida puutavaraa, tehostaisivat kuljetuksia ja helpottaisivat kiirettä.

Jatkoa ajatellen puutavaran junakuljetuksista on opinnäytetöitä todella vähän, joten siinä olisi hyvä paikka tutkia kuljetuksia. Voisi myös vertailla junakuljetusten ja puutavara-autojen kaukokuljetusten keskinäisiä haittoja ja hyötyjä.

Voisi myös pohtia junaliikenteen vaunujen lisääystä nykyisen 24 vaunun sijasta 30 vaunuun. Aina se ei ole mahdollista pienillä lastauspaikoilla olemassa olevien ratojen pituuden vuoksi. Kysymyksenä voisi toimia, paljonko vaunujen lisääys vaikuttaisi kustannuksiin niin kuljetusten kuin tarvittavien hankintojen osalta.

Vesitiekuljetuksen lisäys tulevaisuudessa olisi ympäristöystävällinen vaihtoehto niin junakuljetuksen kuin autokuljetuksenkin korvaamiseksi. Haasteita tuovat vuodenajat sekä kausittainen puutavarankuljetus vesiteitse. Vesiteitse toimitettava puutavara on mahdollista kuljettaa tehtaalle vuodesta vain kahdeksan tai jopa yhdeksän kuukauden ajan. Talvella järvien ollessa jäässä vesitiekuljetus ei onnistu. Haasteita tuottavat myös muiden metsäyhtiöiden vesitiekuljetukset sekä vesitiekuljetuskaluston riittävyys monille metsäyhtiöille samanaikaisesti. Myös kesäaikaan suoritettavat saarisavotat vähentävät kapasiteettia vesitiekuljetuksista. Vesitiekuljetuksen kapasiteetin ollessa riittävä olisi hyvä pohtia vesitiekuljetusvaihtoehtoa junakuljetuksen sekä autokuljetuksen rinnalle ainakin kesäaikaan.

Lähteet

- Anttila, P. 1996. Tutkimisen taito ja tiedon hankinta. Akatiimi Oy.
16.1.2024
- Heikkilä, T. 2024. Tilastollinen tutkimus. Kvantitatiivinen tutkimus.
<http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf> 8.1.2024
- Investopedia. 2024. Logistics.
<https://www.investopedia.com/terms/l/logistics.asp> 14.2.2024
- Kalliovalkama, R. 2022. Teräsbetonisen kotelo-poikkileikkauksen toiminta ja HCT-yhdistelmien vaikutus rasituksiin.
<https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/141680/Kalliovalkama-Reetta.pdf?sequence=6&isAllowed=y> 31.1.2024.
- Kasurinen, S. 2023. Opinnäytetyö. Raakapuukuljetusten kustannusrakenne.
<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2023122038798> 8.4.2024
- Konepörssi. 2022. VR ja Metsä Group tiivistävät vastuullisuusyhteistyötään.
<https://koneporssi.com/kuljetuskalusto/vr-ja-metsa-group-tiivistavat-vastuullisuusyhteistyotaan/> 20.12.2023
- Korhonen, E. 2024. Suomen vesitiet ry. Uitto suomessa ja Saimaalla.
<https://www.vesitiet.org/post/uitto-suomessa-ja-saimaalla> 14.2.2024
- Korpilahti, A. 1992. Puutavaran kaukokuljetuksen terminaalivaiheet.
https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/katsaus-1992_08-compressed.pdf 5.12.2023
- Kreate. 2024. Syrjäsalmen ratasillan rakentaminen Kiteellä.
<https://kreate.fi/project/syrjasalmen-ratasillan-rakentaminen-kiteella/>
- Laki metsätuhojen torjunnasta. 1087/2013
- Laki tieliikennelain muuttamisesta 360/2020 122 § liite 6.6.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200360> 16.1.2024
- Logistiikan maailma. 2024. Mitä on logistiikka?
<https://www.logistiikanmaailma.fi/aineistot/logistiikkaa-lukiolaisille/mita-on-logistiikka/> 14.2.2024
- Metsä Group Oy. 2023. Strategia. <https://www.metsagroup.com/fi/tietoa-metsa-groupista/kasvunstrategia/strategia/> 1.2.2024
- Metsä Group Oy. 2023. Yritysrakenne.
<https://www.metsagroup.com/fi/tietoa-metsa-groupista/tietoa-meista/yritysrakenne/> 4.12.2023
- Metsäkeskus. 2024. Metsää koskevia säädöksiä.
<https://www.metsakeskus.fi/fi/metsan-kaytto-ja-omistus/oikeudet-ja-velvollisuudet/metsaa-koskevia-saadoksia> 13.2.2024
- Mikkola, M. 2024. Logistiikka-asiantuntija Joensuunpiiri. Metsä Group. Haastattelu 27.2.2024, 13.3.2024.
- Ovaskainen, H & Schildt, V. 2022. Korjuun suunnittelu. Puuhuolto.
<https://puuhuolto.fi/korjuun-suunnittelu/johdanto/suunnittelun-tasot/> 14.2.2024
- Pulkinen, J. 2024. Resurssipäällikkö. Metsä Group. Haastattelu 13.3.2024
- Rautatiemuseo. 2024. Syrjäsalmen rautatiesilta.
<https://rautatiemuseo.finna.fi/Record/srm.166927637153000> 14.2.2024
- Strandström, M. 2022. Puunkorjuu ja kaukokuljetus tilasto 2022 julkaistu.
<https://www.metsateho.fi/puunkorjuu-ja-kaukokuljetus-tilasto-2022-julkaistu/> 5.12.2023
- Tapio. 2018. Tapion taskukirja. Metsäkustannus Oy.
- Tapio. 2023. Metsäpolitiikkaforumi loppuraportti.

- https://tapio.fi/wp-content/uploads/2022/02/Metsalogistiikka_Metsapolitiikkafourmi_loppuraportti10022022.pdf 10.2.2022.
- Techtarget. 2024. What is logistics?
<https://www.techtarget.com/searcherp/definition/logistics> 14.2.2024
- Tieteenkuvailehti. 2022. Ilmastonmuutos.
<https://tieku.fi/ilmasto/ilmastonmuutos/mista-vapautuu-eniten-hiilidioksidia> 16.4.2024
- Traficom. 2024. Liikenteen kasvihuonekaasupaastot- ja -energiankulutus
<https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/liikenteen-kasvihuonekaasupaastot-ja-energiankulutus> 16.4.2024
- Työsuojelu. 2024. Ajo- ja lepoaikasäädökset.
<https://tyosuojelu.fi/tyosuhde/ajo-ja-lepoajat/saadokset> 8.4.2024
- Venäläinen, P. 2016. Autokuljetuskalusto.
<https://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kaukokuljetus/autokuljetuskalusto/> 5.12.2023
- Venäläinen, P. 2016. Kaukokuljetus.
<https://puuhuolto.fi/autokuljetusopas/kaukokuljetus/kuljetusmuodot/> 4.12.2023
- Venäläinen, P. 2019. Uitto-opas. Niputus ja veteen siirto.
<https://puuhuolto.fi/uitto-opas/niputus-ja-veteensiirto/> 14.2.2024
- Venäläinen, P. 2023. Puukuljetusten päästöjä voi vähentää myös kustannustehokkaasti.
<https://www.metsateho.fi/puukuljetusten-paastoja-voi-vahentaa-myos-kustannustehokkaasti/> 20.12.2023
- VR Transpoint. 2023. Raakapuuvaunut -Sp, Sps, Spa, Spar.
<https://www.vrtranspoint.fi/fi/vr-transpoint/asiakkaan-opas/kalusto/rautatiekalusto/kotimaan-liikenteen-vaunut/avovaunut/raakapuuvaunu/raakapuuvaunut-sp-sps-spa-spar/> 10.12.2023.
- Väylävirasto. 2022. Rataverkon raakapuun kuormauspaikkaverkon tilanne ja tulevaisuuskuva.
https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/185109/vj_2022-29_978-952-317-966-0.pdf 20.12.2023
- Väylävirasto. 2023. Syrjäsalmen ratasillan rakentaminen.
<https://vayla.fi/syrjasalmen-ratasillan-rakentaminen> 16.1.2024
- Väylävirasto. 2024. Tietoa väylistä. Rataverkko.
<https://vayla.fi/vaylista/rataverkko> 31.1.2024