

METSÄKULJETUSMATKOJEN VERTAILU
Stora Enso Metsän Pudasjärven hankintatiimin alueelle

Heikki Jokikokko

Opinnäytetyö
Luonnonvara- ja ympäristöala
Metsätalouden koulutusohjelma
Metsätalousinsinööri (AMK)

2016

Luonnonvara- ja ympäristöala
Metsätalouden koulutusohjelma
Metsätalousinsinööri

Tekijä	Heikki Jokikokko	Vuosi	2016
Ohjaaja	Oiva Hiltunen		
Toimeksiantaja	Stora Enso Metsä		
Työn nimi	Metsäkuljetusmatkojen vertailu		
Sivumäärä	49		

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää onko Stora Enso Metsän metsäasiantuntijat ja tähtiyrittäjät ilmoittaneet metsäkuljetusmatkat paikkansapitävästi. Metsäkuljetusmatkojen paikkansapitävyydellä on vaikutus korjuukustannuksiin ja sitä kautta koko puunhankintaorganisaation kulurakenteeseen.

Tutkimuksen aineisto koostuu Stora Enso Metsältä tulleista leimikkotiedoista ja maastossa kerätyistä tarkastusmittauksista. Tutkimuksessa oli mukana kolme metsäasiantuntijaa ja kahdeksan korjuuketjua, joiden ilmoitettuja metsäkuljetusmatkoja verrattiin tarkistettuihin todellisiin metsäkuljetusmatkoihin. Tutkimus toteutettiin Pudasjärven hankintatiimille. Kerätty aineisto käsiteltiin Excel-ohjelmistolla.

Kaikilla kolmella metsäasiantuntijalla on samansuuntaiset tulokset ilmoitetuissa metsäkuljetusmatkoissa. Metsäasiantuntijat ilmoittavat metsäkuljetusmatkan liian lyhyeksi. Korjuuketjujen ilmoittamat metsäkuljetusmatkat vastasivat todellisia metsäkuljetusmatkoja pääosin hyvin.

Tuloksista Stora Enso Metsä saa tietoa miten tarkasti metsäkuljetusmatkat on kokonaisuudessaan ilmoitettu Pudasjärven tiimin alueella. Tutkimuksen avulla Stora Enso Metsä voi ohjeistaa tarvittaessa metsäasiantuntijoitaan ilmoittamaan metsäkuljetusmatkat tarkemmin.

School of Forestry and Rural
Industries
Forestry Degree Programme

Author	Heikki Jokikokko	Year	2016
Supervisor	Oiva Hiltunen		
Commissioned by	Stora Enso Metsä		
Subject of thesis	Comparison of logging distances		
Number of pages	49		

Objective of this thesis is to examine if Stora Enso Metsä's forest experts and contract entrepreneurs have reported log transportation distances accurately. Accuracy of the reported log transportation distances affects harvest expenses and through that to the expenses of the whole wood acquisition organization.

Material for the study comprehends data from the cutting areas obtained from Stora Enso Metsä and from control measurements. The study includes three forest experts and eight logging chains whose reported logging distances were compared to actual logging distances. The study was executed to acquisition team of Pudasjärvi. Collected data was processed with Excel spread sheet software.

Every three forest experts has similar results in reported logging distances. Forest experts reported the logging distances too short. Logging distances reported by the logging chains reflects the actual logging distances mainly well.

From the results Stora Enso Metsä will gain information how accurately logging distances have been reported at Pudasjärvi acquisition team's region. With the help of the study Stora Enso Metsä can guide the forest experts to report logging distances more accurately on demand.

Key words

Yarding, wood procurement, logging

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 PUUTAVARAN METSÄKULJETUS.....	9
2.1 Kuormatraktorit	9
2.2 Optimaalinen metsäkuljetusmatka	10
2.3 Todellinen metsäkuljetusmatka.....	11
2.4 Työmaasuunnittelu	13
2.4.1 Ajourasuunnittelu.....	14
2.4.2 Ajouraverkosto ja -sijoittelu	15
2.5 Metsäkuljetusmatkan pituus ja arviointi.....	16
3 KUORMATRAKTORIN TYÖVAIHEET JA TUOTTAVUUS	18
3.1 Työvaiheet.....	18
3.2 Kuormatraktorin tuottavuus ja ajohinnoittelu.....	21
4 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT	23
5 TULOSTEN TARKASTELU	25
5.1 Tulokset metsäasiantuntijat	25
5.1.1 Metsäasiantuntija 1	25
5.1.2 Metsäasiantuntija 2	27
5.1.3 Metsäasiantuntija 3	28
5.2 Metsäasiantuntijoiden tulosten yhteenveto	30
5.3 Korjuuketjujen tulokset.....	32
5.3.1 Korjuuketjujen A, B, C ja D tulosten tarkastelu.....	32
5.3.2 Korjuuketjujen E, F, G ja H tulosten tarkastelu.....	38
5.4 Johtopäätökset.....	44
6 POHDINTA.....	46
LÄHTEET.....	48

Kuvio 1. Stora Enso Metsän hankinta-alueet	8
Kuvio 2. Metsäkuljetusmatkan riippuvuus tietiheydestä ja tiestön korjauskertoimesta	12
Kuvio 3. Ajouraverkosto	15
Kuvio 4. Esimerkki metsäkuljetusmatkan laskennasta	17
Kuvio 5. Metsäkuljetuksen työvaiheet	18
Kuvio 6. Kuormaus.....	18
Kuvio 7. Kuormausajo	19
Kuvio 8. Kuormattuna ja tyhjänä ajo	20
Kuvio 9. Kuorman purku	20
Kuvio 10. Metsäasiantuntija 1:n korjatut leimikot	25
Kuvio 11. Metsäasiantuntija 1:n todellisen ja ilmoitetun metsäkuljetusmatkan yhteys	26
Kuvio 12. Metsäasiantuntija 2:n korjatut leimikot	27
Kuvio 13. Metsäasiantuntija 2:n todellisen ja ilmoitetun metsäkuljetusmatkan yhteys	28
Kuvio 14. Metsäasiantuntija 3:n korjatut leimikot	29
Kuvio 15. Metsäasiantuntija 3:n todellisen ja ilmoitetun metsäkuljetusmatkan yhteys	29
Kuvio 16. Metsäasiantuntijan ilmoittamien metsäkuljetusmatkojen ja todellisten metsäkuljetusmatkojen erotuksien keskiarvo metreinä	30
Kuvio 20. Ilmoitetun ja todellisen metsäkuljetusmatkan yhteys korjuuketju B ...	36
Kuvio 22. Korjuuketju D kaikki tutkimuksen aikana korjatut leimikot	37
Kuvio 23. Ilmoitetun ja todellisen metsäkuljetusmatkan yhteys korjuuketju D ...	38
Kuvio 24. Korjuuketju E:n tutkimuksen aikana korjatut leimikot	39
Kuvio 26. Korjuuketju F:n tutkimuksen aikana korjatut leimikot	40
Kuvio 27. Ilmoitetun ja todellisen metsäkuljetusmatkan yhteys korjuuketju F ...	41
Kuvio 28. Korjuuketju G:n tutkimuksen aikana korjatut leimikot	42
Kuvio 30 Korjuuketju H:n tutkimuksen aikana korjatut leimikot	43
Taulukko 1. Kuormatraktoreiden jaottelu eri konetyyppeihin.....	10
Taulukko 2. Metsäkuljetusmatkojen aliarvioiden keskiarvo	31

1 JOHDANTO

Idean opinnäytetyöhöni sain Hannu Kaattarilta ollessani työharjoittelussa Stora Enso Metsällä kesällä 2014 Pudasjärven toimistolla. Hannu Kaattari toimii Pohjois-Suomen hankinta-alueen operaatiopäällikkönä. Aihe nousi esiin palaverissa, jossa oli mukana tähtiyrittäjiä ja Stora Enso Metsän henkilökuntaa Oulusta. Puheenaiheeksi tulivat korjuukustannukset ja varsinkin kuormatraktorin ilmoittaman metsäkuljetusmatkan paikkansapitävyys. Lopullisen muotonsa opinnäytetyön aihe sai alkuvuonna 2015.

Opinnäytetyön aihe on mielenkiintoinen sekä käytännönläheinen. Suunnitellesani työtä pyrin tekemään siitä mahdollisemman käytännönläheisen, jotta työ olisi mielenkiintoinen tehdä ja saisin parhaan mahdollisen tuloksen aikaiseksi. Työ on myös ajankohtainen, koska taloudellinen tilanne on tiukka ja työn tuloksilla voidaan vaikuttaa metsäkuljetusmatkojen ilmoittamiseen oikein. Metsäkuljetusmatkan oikein ilmoittamisella voidaan saada säästöjä aikaiseksi.

Metsäkuljetusmatkalla tarkoitetaan leimikolta kuljettua matkaa tienvarsivarastolle. Kuormatraktorilla kerätään harvesterilla kaadetut puut ja niistä tehdyt puutavaralajit omiin pinoihinsa mahdollisimman lähellä leimikkoa olevaan tienvarsivarastoon. Tienvarsivarastolta puut kuljetetaan puutavara-autolla tehtaille, missä puutavara jalostetaan. Kuljetuksen jälkeen jalostettu tuote lähtee asiakkaille ympäri maailmaa.

Koneellisen korjuun osuus hakkuista vuonna 2014 oli 99,9 prosenttia. Koneellisesti puuta korjattiin 38,4 miljoonaa kuutiometriä. Vuonna 2014 hakatusta puusta 58,9 prosenttia tuli uudistushakkuista. Uudistushakkuulta tulevan puun osuus nousi 1,2 prosenttia edellisestä vuodesta. Koneellisen korjuun yksikkökustannukset olivat 11,40 €/m³, muutos edellisvuoteen oli -1,1 prosenttia. Suomessa työskenteli 4000 kappaletta metsätraktoreita, 2000 harvesteria ja 2000 kuormatraktoria vuonna 2014. (Metsäteho Oy 2015, 3–4, 6–7 ja 13.)

Metsäkuljetusmatkan pituus vaikuttaa Stora Enso Metsän puunhankinnan kustannuksiin. Metsäkuljetusmatkalla on suora vaikutus tähtiyrittäjälle maksetta-

vaan korvaukseen puunkorjuusta, sekä osittain metsänomistajalle maksettavaan kantohintaan. Pelkistetysti voidaan ilmaista metsäkuljetusmatkan pidentyessä puun korjuukustannukset nousevat ja samalla metsänomistajalle maksettava kantoraha laskee. Metsäkuljetusmatkan lyhentyessä puun korjuukustannukset laskevat ja metsänomistajalle maksettava kantoraha kasvaa. Metsäkuljetusmatkalla on oleellinen merkitys Stora Enso Metsän kustannuksiin edellä mainittujen seikkojen takia. Tämän takia Stora Enso Metsä on alkanut miettimään metsäasiantuntijoiden ja tähtiyrittäjien ilmoittaminen metsäkuljetusmatkojen paikkansapitävyyttä.

Leimikon ostovaiheessa metsäasiantuntija ilmoittaa oman arvionsa metsäkuljetusmatkasta, joka vaikuttaa metsänomistajalle maksettavaan kantorahaan. Leimikon korjuun jälkeen tähtiyrittäjä ilmoittaa oman metsäkuljetusmatkansa, johon korjuuketjulle maksettava taksa osittain perustuu.

Opinnäytetyön tutkimusalueena toimi Pudasjärven hankintatiimi. Alueella puunostossa toimii kolme metsäasiantuntijaa, korjuuketjuja tutkimuksen aikana oli kahdeksan. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää pitävätkö metsäasiantuntijoiden ja tähtiyrittäjien ilmoittamat metsäkuljetusmatkat paikkaansa. Metsäasiantuntijoiden ja tähtiyrittäjien ilmoittamia metsäkuljetusmatkoja verrataan tarkistettuun todelliseen metsäkuljetusmatkaan. Todellinen metsäkuljetusmatka mitataan lankamittauslaitteella ja GPS:llä maastossa. Tuloksissa vertailu tehdään lankamittauslaitteella saatuun tulokseen.

Tutkimuksen aineisto koostuu Stora Enso Metsältä saatuihin leimikkotietoihin, sekä tarkistettuihin metsäkuljetusmatkoihin. Tutkimus alkoi 1.1.2015 ja loppui 31.6.2015, joten aineisto koostuu puolen vuoden aikana korjatuista leimikoista. Tarkistusmittaus tehtiin kaikkiin tutkimuksen aikana korjattuihin leimikoihin, mikäli se oli mahdollista. Joitakin leimikoita jouduttiin jättämään tutkimuksesta pois, esimerkiksi leimikoita, joilla oli paljon kuvioita tai jokin muu este, minkä takia metsäkuljetusmatkaa ei voitu mitata luotettavasti.

Tutkimus toteutettiin määrällisenä tutkimuksena, eli metrimääräisiä kuljetusmatkoja verrattiin toisiinsa. Tutkimuksessa selvitettiin myös onko pidentyvällä todellisella metsäkuljetusmatkalla korrelaatiota ilmoitettuun metsäkuljetusmatkaan. Karelia ammattikorkeakoulussa on vuonna 2013 tehty vastaava opinnäytetyö, jossa vertaillaan metsäasiantuntijoiden ja korjuuyrittäjien ilmoittamia metsäkuljetusmatkoja (Hakonen 2013). Hakosen työssä ajomatkoja ei ole tarkistettu maastossa, vaan vertailu perustuu ainoastaan Stora Enso Metsän toimittamaan aineistoon.

Stora Enso Metsän toimenkuvana on puunhankinta ja puutavaran toimittaminen asiakastehtaille. Palveluihin kuuluu puukauppa, puunkorjuu, energiapuun hankinta, metsänomistajien neuvonta ja metsänhoitopalveluiden myyminen. Stora Enso Metsä on jakautunut kolmeen hankinta-alueeseen (Kuvio 1).



Kuvio 1. Stora Enso Metsän hankinta-alueet (Stora Enso 2015)

2 PUUTAVARAN METSÄKULJETUS

Suomessa koneellisen puunkorjuun osuus metsäteollisuuden kokonaishankinnasta on noin 90 prosenttia. Koneellisen korjuun osuus teollisuuden pystykaupoista on yli 95 prosenttia. Osa ensiharvennuksista, maisemallisesti ja maastollisesti hankalat sekä pienialaiset kuviot hakataan miestyönä. (Uusitalo 2003, 63.)

Hakkuukoneella valmistettu puutavara kuljetetaan metsästä tienvarteen pääsääntöisesti kuormatraktorilla tai metsävarusteisella maataloustraktorilla. Kuormatraktorit on varustettu voimakkailla työvaloilla, jotka mahdollistavat ympäri vuorokautisen työskentelyn. Tavoitteena on kuljettaa puutavara mahdollisimman pian kaadon jälkeen tienvarteen. Tämä on tärkeää varsinkin talvella, jolloin on vaarana puutavaran jääminen lumen alle. Alkukesästä kaadettu puutavara olisi hyvä saada nopeasti pois metsästä tuholaisvaaran takia. (Uusitalo 2003, 80–81.)

2.1 Kuormatraktorit

Työhevosia käytettiin viimeksi 1950-luvulla, vuosikymmenen lopussa telaketju-, eli puskutraktorit alkoivat vallata alaa maataloustraktoreiden kanssa. Markkinoille tuli 1960-luvun alussa pelkästään puutavaran lähikuljetukseen tarkoitettuja kuormatraktoreita, joita ei ollut rakennettu maataloustraktoreista. (Vesterinen 2011, 57, 93.)

Nykyiset kuormatraktorit ovat joko kuusi- tai kahdeksanpyöräisiä. Kahdeksanpyöräiset kuormatraktorit voidaan varustaa kantavilla teloilla, jolloin ne soveltuvat kuusipyöräisiä paremmin pehmeille maille. Kaikilla kuormatraktoreilla voidaan ajaa pääte- ja harvennushakkuilla. Kuormatraktorit voidaan jakaa painon perusteella neljään luokkaan (Taulukko 1). (Uusitalo 2003, 81.)

Taulukko 1. Kuormatraktoreiden jaottelu eri konetyyppeihin (Uusitalo 2003, 81)

Konetyyppi	Pyörät	Omapaino (tonnia)	Kantavuus (tonnia)
Harvennuskoneet	8	10	8
Yleiskoneet	6(8)	12	10
Päätehakkuukoneet	8	15–16	14
Raskaat päätehakkuukoneet	8	18–19	14–17

Harvennuskoneet ovat kevytrakenteisia ja erityisesti harvennuskohteisiin tarkoitettuja, vähän maastoa vaurioittavia kuormatraktoreita. Yleiskoneet ovat kompromissiratkaisuja, joilla voidaan työskennellä harvennus- ja päätehakkuukohteilla. Päätehakkuukoneet ovat kömpelömpiä ja raskastekoisempia, kuin yleis- ja harvennuskoneet, joten ne aiheuttavat enemmän korjuuvaurioita harvennuksilla. Raskaita päätehakkuukoneita käytetään lähinnä vain ulkomailla. Kuormatraktorin hankintaan vaikuttaa eniten alueen metsien rakenne sekä metsäkoneurakoitsijan neuvotteleman sopimuksen hakkuiden jakautuminen harvennuksiin ja päätehakkuihin. (Uusitalo 2003, 81–82.)

2.2 Optimaalinen metsäkuljetusmatka

Puutavaran metsäkuljetusmatka koostuu ajomatkasta varastopaikalta leimikolle ja takaisin. Varastopaikka pyritään sijoittamaan aina kaukokuljetuskelpoisen tien varteen, mikä joissain tapauksissa pidentää ajomatkaa. Tästä syystä tieverkoston tiheys vaikuttaa oleellisesti ajomatkaan. Parhaassa tapauksessa varastopaikka sijaitsee leimikon keskellä, jolloin hakattavilta alueilta metsäkuljetusmatka varastopaikalle jää mahdollisimman lyhyeksi koko leimikon alueelta. (Viitala & Uotila 1999, 169–170.)

Optimaalinen metsäkuljetusmatka voidaan laskea kaavalla, jossa otetaan huomioon kuormatraktorin ajokustannukset, metsätien rakentamisesta aiheutuvat kustannukset, sekä korjattava puumäärä:

$$L_0 = 50 \sqrt{\frac{C_r}{Q \times a}} \quad (1)$$

missä

L_0	on	optimaalinen metsäkuljetusmatka
a	on	metsätraktorin ajokustannukset €/m ³ /100m
C_r	on	tienrakentamisen kustannukset €/100m
Q	on	tien vaikutusalueella korjattava puumääräm ³ /ha

Käytännössä kuormatraktorit eivät aja suoraan lähimmälle tielle. Ajomatalla voi olla esteitä ja varsinkin harvennushakkuissa puutavaran ajo tapahtuu maastoon tehtyä pääajouraa myöten. Lisäksi puutavara yleensä ajetaan yhteen isoon tienvarsivarastoon, eikä pieniin kasoihin tien varteen. Tämän takia todellinen metsäkuljetusmatka on pidempi kuin optimaalinen metsäkuljetusmatka. (Viitala & Uotila 1999, 170–171.)

2.3 Todellinen metsäkuljetusmatka

Optimaalista metsäkuljetusmatkaa ei ole mahdollista toteuttaa edellä mainittujen seikkojen johdosta. Tämän takia todellisen metsäkuljetusmatkan kaavassa käytetään maastokorjauskerrointa, jolla mallinnetaan maaston vaihtelua, sekä tieverkoston korjauskerrointa, joka puolestaan mallintaa tieverkoston vaihtelua. (Viitala & Uotila 1999, 172.)

$$L_0 = 50 \sqrt{\frac{C_r \times M_{korj} \times T_{korj}}{Q \times a}} \quad (2)$$

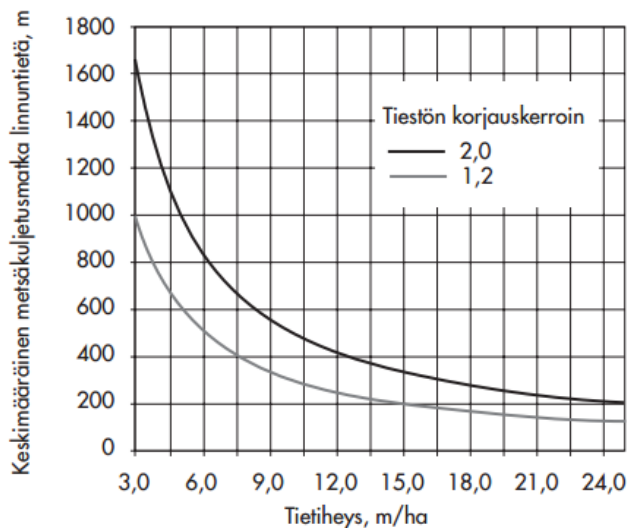
missä

L_0	on	optimaalinen metsäkuljetusmatka
a	on	metsätraktorin ajokustannukset €/m ³ /100m
C_r	on	tienrakentamisen kustannukset €/100m

Q	on	tien vaikutusalueella korjattava puumäärä m ³ /ha
M _{korj}	on	maastokorjauskerroin (1,2 – 1,6)
T _{korj}	on	tieverkon korjauskerroin (1,2 – 2,0)

Todellisen metsäkuljetusmatkan kaavassa käytetty maastokorjauskerroin määräytyy maaston vaikeuden ja kuljetusmatkan perusteella. Tutkimuksissa kerroin on vaihdellut 1,2:n ja 1,5:n välillä. Kerrointa on voinut pienentää kuormatrakto- reiden maasto-ominaisuuksien kehittyminen, toisaalta puuta korjataan entistä hankalammista maastoista, mikä puolestaan nostaa kerrointa. Yleisimmin käytetty maastokerroin on Metsäntutkimuslaitoksen mukaan 1,4. (Viitala & Uotila 1999, 171–172.)

Tiestön korjauskertoimella kuvataan sitä, kuinka suuri osa teiden vaikutusalueista menee päällekkäin. Esimerkiksi korjauskerroin 1,2 tarkoittaa 83 prosenttia tieverkon vaikutusalueella olevista metsistä olevan yhden tien vaikutuspiirissä, loput 17 prosenttia teiden vaikutuspiiristä menevät päällekkäin. Kerroin johdetaan prosenteista seuraavalla tavalla: $1/1,2 \approx 0,83$. Metsäntutkimuslaitoksen mukaan korjauskertoimet vaihtelevat 1,1:n ja 1,7:n välillä. Pienen korjauskertoimen käyttöä puoltaa harva tieverkosto ja helppo maasto. Korjauskertoimen merkitys metsäkuljetusmatkojen laskennassa selviää kuviosta (Kuvio 2). (Uotila & Viitala 2000, 23.)



Kuvio 2. Metsäkuljetusmatkan riippuvuus tietiheydestä ja tiestön korjauskertoimesta (Uotila & Viitala 2000, 23)

Tietiheydellä on merkittävä vaikutus metsäkuljetusmatkoihin. Liian harva tieverkosto pidentää metsäkuljetusmatkoja. Liian tiheäksi rakennettu verkosto puolestaan lisää tienrakennuskustannuksia, ja johtuen teiden päällekkäisistä vaikutusalueista hyödyt kustannuksiin nähden jäävät pieniksi. Metsäntutkimuslaitos on tutkimuksessaan saanut optimaaliseksi tietiheudeksi Pohjois-Suomessa 6,1 m/ha (tietiheys) ja 980 metriä edullisimmaksi keskimääräiseksi metsäkuljetusmatkaksi. (Viitala & Uotila 1999, 172.)

$$V_0 = 50 \sqrt{\frac{Q \times a \times M_{korj} \times T_{korj}}{C_r}} \quad (3)$$

missä

V_0	on	optimaalinen tietiheys
a	on	metsätraktorin ajokustannukset €/m ³ /100m
C_r	on	tienrakentamisen kustannukset €/100m
Q	on	tien vaikutusalueella korjattava puumäärä m ³ /ha
M_{korj}	on	maastokorjauskerroin (1,2 – 1,6)
T_{korj}	on	tieverkon korjauskerroin (1,2 – 2,0)

2.4 Työmaasuunnittelu

Metsälaki, Hyvän metsänhoidon suositukset sekä metsänomistajan tavoitteet asettavat lähtökohdat puunkorjuun suunnittelulle ja toteutukselle. Korjuuta ohjaa puunkorjuuorganisaatio- ja leimikkokohtaiset ohjeet. Leimikko voidaan jakaa korjuulohkoihin; esimerkiksi kesä- ja talvilohkoihin, sekä hakkuutapojen mukaan. Leimikko- ja korjuulohkot merkitään maastoon kuitunauhalla sekä hakkuukoneeseen toimitettavaan korjuukarttaan. (Kariniemi 2008, 400.)

Leimikon suunnitteluvaiheessa tarkistetaan teiden ja varastopaikkojen sijainti, niiden käyttöoikeus sekä saavutettavuus ja puuautojen kääntöpaikkojen kunto. Korjuuta suunniteltaessa on myös huomioitava korjuuta rajoittavat tekijät, kuten metsälakikohteet, METSO-kohteet tai maisemallisesti tärkeät kohteet. Harvenuskohteissa tarkistetaan ennakkoraivauksen tarve. Käsiteltävällä alueella voi

olla sähkö- tai puhelinlinjoja, jotka on merkittävä korjuukarttoihin ja maastoon. (Kariniemi 2008, 400.) Vähintään 10 päivää ennen korjuun aloittamista on tehtävä metsänkayttöilmoitus metsäkeskukselle (Metsäkeskus, 2013, 4).

Mikäli leimikolle tehdään useampi korjuulohko, jokaiselle lohkolle määritetään korjuukelpoisuus hakkuulle, lähikuljetukselle ja puutavaran kaukokuljetukselle. Eri hakkuutavoille määritetään oma metsäkuljetusmatka. (Kariniemi 2008, 400–401.)

2.4.1 Ajourasuunnittelu

Hakkuun jälkeen puutavara on kuljetettava tienvarsivarastolle. Varastopaikan määrittäminen kuuluu leimikon suunnittelijalle. Varastopaikan on oltava sopiva kuormatraktorin lastin purkamiseen sekä puutavara-auton lastaukseen. Varastot tulisi sijoittaa koville maille maastopainaumien minimoimiseksi ja suoralle tienpätkälle, jotta puutavara-auton lastaaminen olisi turvallista. Varaston sijainti vaikuttaa merkittävästi puunkorjuukustannuksiin, sillä pitkät kuljetusmatkat lisäävät kustannuksia. (Pesonen ym. 2005, 21, 52–54.)

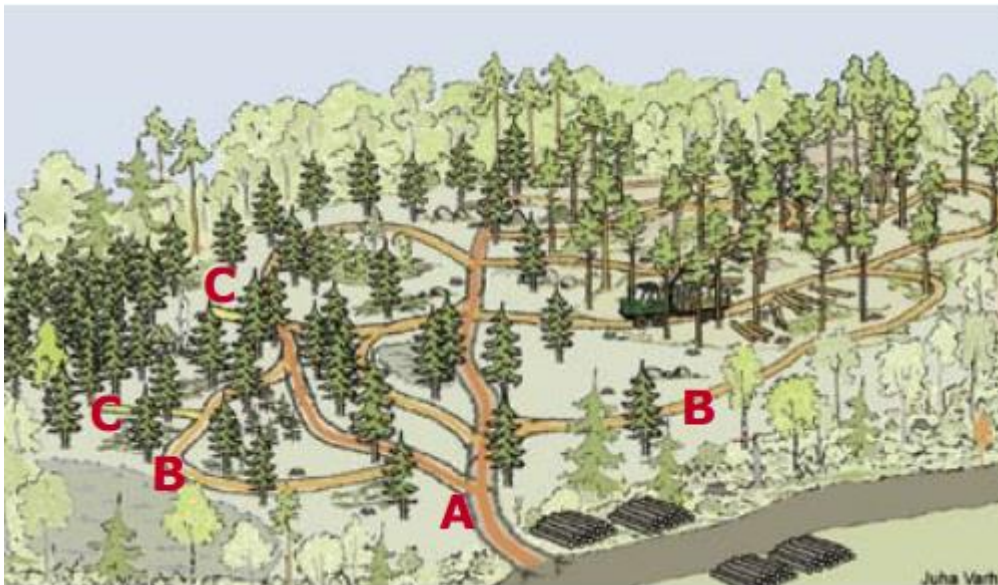
Puutavaran metsäkuljetusmatka leimikolta tienvarsivarastolle muodostuu ajouraverkostosta. Hyvällä ajourasuunnittelulla voidaan lyhentää metsäkuljetusmatkaa, taata laadukas korjuujälki sekä lisätä puunkorjuun tuottavuutta. Ajourasuunnittelu on erityisen tärkeässä asemassa harvennushakkuissa, koska kuormatraktorilla täytyy ajaa ajouria pitkin. Päätehakkuilla ajourat muodostuvat vapaammin, koska kuormatraktorilla on enemmän reittejä valittavana. Ajourasuunnittelusta vastaa yleensä hakkuukoneen kuljettaja. Erikoistapauksissa leimikon suunnittelija tai metsänomistaja voi suunnitella ajouraverkoston. (Uusitalo 2003, 46–52.)

Metsätehon laatimien ohjeiden mukaan ajouraväli tulee olla 20 metriä tai enemmän. Ajouran leveydeksi suositellaan 4–4,5 metriä. Noudattamalla ajouraverkon tiheys- ja leveyssuosituksia saadaan hyödynnettyä metsikön potentiaali- nen kasvutila tehokkaasti sekä luodaan edellytykset koneelliselle puunkorjuulle. Varsinkin ensiharvennuksilla ajouratunnuksia tulisi tarkastella riittävästi, koska

ajourat ovat käytössä koko metsikön loppukierron ajan. (Littiläinen ym. 2003, 18.)

2.4.2 Ajouraverkosto ja -sijoittelu

Ajouraverkosto voidaan jaotella kokooja-, keruu- ja pistouriin (Kuvio 3). Ajouraverkoston runko koostuu kokoojaurasta (A), joka lähtee varastopaikalta lävistäen leimikon. Keruu-urat (B) muodostavat pääosan leimikon ajourista, ne muodostavat lenkkejä, joiden lähtö- ja päätepiste ovat kokoojauralla. Pistourat (C) voivat lähteä kokooja- tai keruu-uralta. Pistourat ovat umpikujia, joten ajaessa palataan takaisin samaa jälkeä. Pistouria pyritään välttämään, koska puiden keruu niiltä hidastaa kuormatraktorin työskentelyä. Pistouria käytetään vain silloin, kun keruu-urien käyttö on mahdotonta. (Pesonen ym. 2005, 52–53.)



Kuvio 3. Ajouraverkosto (Pesonen ym. 2005)

Ajourien sijoittelussa tärkeintä on niiden sijoittaminen kantaville maille, varsinkin kokoojauran, koska valtaosa leimikon puista kuljetetaan sen kautta. Kokoojaura pyritään sijoittamaan helppokulkuiseen maastonosaan. Vältettäviä kohteita ovat jyrkät rinteet, sekä kalliot ja kivikot. Kaltevia pintoja tulisi välttää kuormatraktorin kaatumisvaaran vuoksi. Ajourien teossa yritetään hyödyntää luontaisia aukkoja, vanhoja uria ja kuviodien rajoja. Ajourat pyritään häivyttämään maaston luontaisia muotoja mukailleen. Tielle kohtisuoraan aukeavia ajouria vältetään niiden

maisemavaikutuksen takia. Korkeat kivet pyritään jättämään ajouran keskelle, jotta kiven päältä ajaminen ei kallistaisi konetta ja aiheuttaisi korjuuvaurioita ajouraa ympäröiviin puihin. Maaston kantavuutta voidaan parantaa puimalla hakkuutähteet uralle. (Pesonen ym. 2005, 52–53; Iittiläinen ym. 2003, 18.)

2.5 Metsäkuljetusmatkan pituus ja arviointi

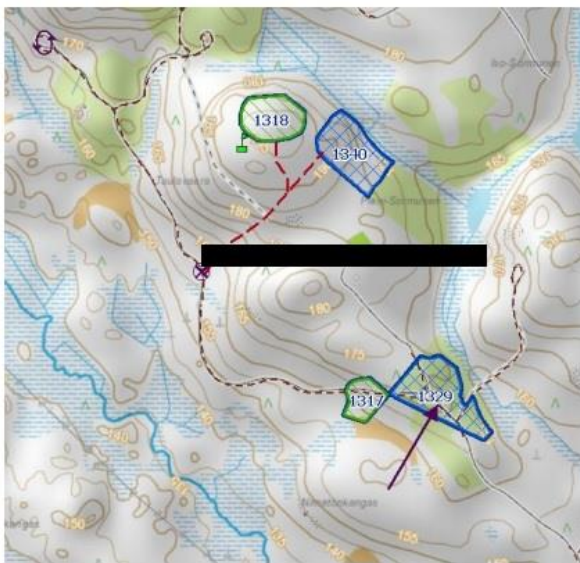
Metsäkuljetusmatkan pituus muodostaa perustan kuormatraktorin ajon hinnoittelulle. Metsäkuljetusmatkan pituuteen vaikuttaa tietiheys. Pohjois-Suomessa tietiheyden tavoitteeksi on Maa- ja metsätalousministeriön sekä metsätalouden kehittämiskeskus Tapion toimesta asetettu 6–7 metriä hehtaaria kohden. Tällöin keskimääräinen metsäkuljetusmatka olisi 400–600 metriä. Tietiheyden ylittäessä edellä mainitun ja metsäkuljetusmatkan muodostuessa lyhyemmäksi ei metsätien rakentaminen ole kustannustehokas ratkaisu. (Viitala & Uotila 1999, 168.)

Puukauppaa tehdessä Stora Enso Metsän metsäasiantuntija tekee arvion metsäkuljetusmatkasta. Asiantuntija voi tehdä arvion maastossa tai käyttäen karttaohjelman matkammittaustoimintoa. Arvioitu metsäkuljetusmatka syötetään hintalaskuriin, joka laskee puutavaralajien yksikköhinnat. Eri hakkuutavoille ja lohkoille lasketaan puutavaralajien yksikköhinnat erikseen riippuen lohkon metsäkuljetusmatkasta. (Toivanen & Pesälä 2014.)

Mikäli metsäkuljetusmatkan arvio tehdään karttaohjelmalla, eikä reittiä käydä tarkistamassa maastossa, voi arvio muuttua korjuun aikana. Todellinen metsäkuljetusmatka voi muuttua korjuuolosuhteiden, maastoesteiden tai luonnon monimuotoisuuskohteen vuoksi. Varastopaikan sijainti voi muuttua korjuun aikana. Keväällä kelirikon aikana talviteiden pohjat voivat alkaa pettää ja varastopaikka täytyy siirtää talvitien alkupäähän, kovan tien varteen. Tästä johtuen ajomatkat voivat muuttua jopa useita kilometrejä. (Toivanen & Pesälä 2014.)

Stora Enso Metsällä on oma ohjeistus metsäkuljetusmatkan mittaamiseen (Kuvio 4), esimerkkipuusta on peitetty kaupan eränumero ja metsänomistajan nimi. Ohjeen mukaan metsäkuljetusmatka mitataan palstan puumäärällä painote-

tusta keskipisteestä lyhintä ajoreittiä pitkin varaston keskipisteeseen. Palstan sisällä tehty tyhjänä ajo (esim. kuvion perällä kääntyminen) ei lisää metsäkuljetusmatkaa. Mikäli kuvioilla on sama hakkuutapa, mutta metsäkuljetusmatkat ovat selkeästi eripituiset, tulee kuviot hakata omille tekoalueille. Urat tulee suunnitella mahdollisimman lyhyeksi korjuuolosuhteiden sallimissa rajoissa. Metsäkuljetusmatka tulee ilmoittaa vähintään 10 metrin tarkkuudella. (Stora Enso Metsä 2014.)



Kuvioilla hakkuutavoittain tasainen kertymä tiet yms. mukaan lukien avohakkuulla 250 m³/ha ja harvennuksella 100 m³/ha

- Kuvio 1317: harvennus; pinta-ala 0,7ha; kertymä 70m³; metsäkuljetusmatka 50m; varasto keskellä kuviota
- Kuvio 1318: harvennus; pinta-ala 1,2ha; kertymä 120m³; metsäkuljetusmatka 455m; varasto eräpisteessä
- Kuvio 1329: avohakkuu; pinta-ala 2,0ha; kertymä 500m³; metsäkuljetusmatka 80m; varasto nuolen kohdalla
- Kuvio 1340: avohakkuu; pinta-ala 1,7ha; kertymä 425m³; metsäkuljetusmatka 465m; varasto eräpisteessä

Mikäli kuviot on tehty hakkuutavoittain samoille tekoalueille, ovat metsäkuljetusmatkat hakkuutavoittain:

- Harvennus (kuviot 1317 ja 1318, yhteensä 190m³): $70 / 190 * 50m + 120 / 190 * 455m \approx 305 m$
- Avohakkuu (kuviot 1329 ja 1340, yhteensä 925m³): $500 / 925 * 80m + 425 / 925 * 465m \approx 255 m$

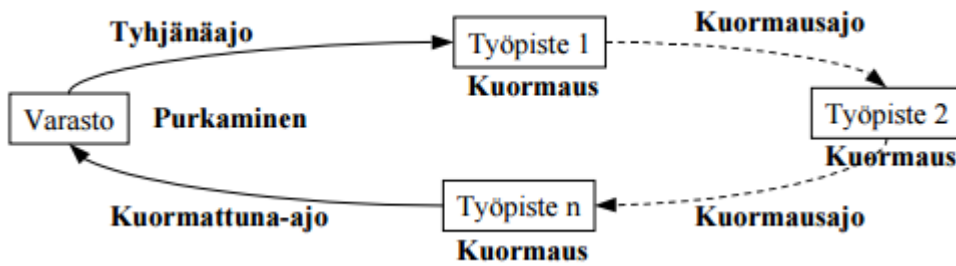
Kuvio 4. Esimerkki metsäkuljetusmatkan laskennasta (Stora Enso Metsä 2014)

Korjuuohje toimitetaan hakkuukoneeseen. Leimikon valmistuttua lähetetään päättymisilmoitus, jossa ilmoitetaan kuormatraktorin tai hakkuukoneen kuljettajan mittaama metsäkuljetusmatka. Kuljettaja mittaa metsäkuljetusmatkan joko hakkuukoneen karttaohjelmassa olevalla mittaustyökalulla tai kuormatraktorin matkamittarilla. Mikäli kuljettajan ilmoittama metsäkuljetusmatka poikkeaa huomattavasti metsäasiantuntijan arviosta, voi tilityksen tekijä käydä tarkistamassa ilmoitetun metsäkuljetusmatkan. (Toivanen & Pesälä 2014.)

3 KUORMATRAKTORIN TYÖVAIHEET JA TUOTTAVUUS

3.1 Työvaiheet

Kuormatraktorin ajankäytön voi jaotella viiteen eri osa-alueeseen. Alla olevasta kuviosta selviää kuormatraktorin työvaiheet ja missä järjestyksessä työvaiheet suoritetaan (Kuvio 5).



Kuvio 5. Metsäkuljetuksen työvaiheet (Väkevä ym. 2003, 12)

Kuormaus (Kuvio 6) tarkoittaa aikaa, joka kuormatraktorilla kuluu työpisteessä puutavaran lastaamiseen koneen paikallaan ollessa. Hakkuutavan ja puutavara-lajien määrä ovat suurimmat tekijät kuormaukseen kuluvassa ajassa. Hakkuutavoista suurimmat erot ajankäytössä ovat harvennus- ja päätehakkuilla. Harvennushakkuilla kuormaukseen menevä aika on pidempi kuin avohakkuilla, sillä harvennuksilla on varottava pystypuiden korjuuvaurioita. Vaikka avohakkuilla korjuuvaurioita ei tarvitse varoa samalla tavalla kuin harvennushakkuilla, voi puutavaralajien suuri määrä pidentää kuormaukseen kuluvaa aikaa. (Väkevä ym. 2003, 12; Nurminen, Korpunen & Uusitalo 2006, 355–356.)



Kuvio 6. Kuormaus

Kuormausajo (Kuvio 7) käsittää työpisteiden välillä tapahtuvat siirtymiset, kuormausta valmistelevat ja kuormauksen jälkeiset toimenpiteet. Kuormausajo katsotaan alkaneeksi kuormausvaiheen päätyttyä ja loppuvaksi seuraavalla työpisteellä kuormauksen alkaessa. Kuormausajoon kuluvaan aikaan vaikuttaa koneen ajotekniset ominaisuudet, työpisteiden määrä, hakkuutapa, maastoluokka, vuodenaika ja kuljettajan ajotapa. Kuormausajomatkan pituus on riippuvainen poistettavasta puumäärästä ja kuormatilan koosta. (Väkevä ym. 2003, 13; Nurminen ym. 2006, 349.)



Kuvio 7. Kuormausajo

Kuormattuna ja tyhjänä ajo (Kuvio 8) sisältää ajon täydellä kuormalla viimeiseltä työpisteeltä varastolle. Kuormausajoon kuuluu kuormatraktorin ajokuntoon valmistelu ja ajon päättämistoimenpiteet. Tyhjänä ajo tarkoittaa kuormatraktorin siirtymistä purkupaikalta tyhjänä ensimmäiselle työpisteelle sekä siihen liittyviä valmisteluja. Kuormattuna ja tyhjänä ajoon vaikuttavat samat tekijät kuin kuormausajoon poislukien työpisteiden määrä ja hakkuutapa. (Väkevä ym. 2003, 13; Nurminen ym. 2006, 348.)



Kuvio 8. Kuormattuna ja tyhjänä ajo

Kuorman purkamisella (Kuvio 9) tarkoitetaan toimenpidettä, jossa puutavara puretaan kuormatilasta puutavarapinoon. Purkamisaikaan voi liittyä työn suunnittelua ja puutavaralajien järjestelyä. Sekakuormia ajaessa pinojen välillä siirtymistä ei lasketa kuorman purkamisajaksi. Tärkein kuorman purkamisaikaan vaikuttava tekijä on kuskin ammattitaito. (Väkevä ym. 2003, 14; Nurminen ym. 2006, 351.)



Kuvio 9. Kuorman purku

3.2 Kuormatraktorin tuottavuus ja ajohinnoittelu

Kuormatraktorin työn tuottavuuteen vaikuttavat eniten metsäkuljetusmatka, hakkuutapa, poistuva puumäärä (m^3/ha), puutavaralajien määrä ja kuormatilan koko (Uusitalo 2003, 80). Kuormatraktorin tuottavuuteen merkittävänä vaikuttavana tekijänä on yhdeltä työpisteeltä kuormattavissa oleva puumäärä. Työpiirteen puumäärä vaikuttaa erityisesti kuormauksen tuottavuuteen. Harvennuksilla kuormausaika on viidenneksen pidempi kuin päätehakkuilla. Yhden puutavaralajin lisääminen harvennus- tai päätehakkuulla lisää kuormatraktorin ajanmenekkiä kolmella prosentilla. Runsaspuustoiset, yhden puulajin metsiköt ovat puunkorjuun tuottavuuden kannalta ihanteellisia. Hakattaessa vain yhden puulajin metsiköitä kertymä on suuri, mutta puutavaralajien määrä pysyy alhaisena. (Sirén 2005, 150–151.)

Lähikuljetuksen tuottavuus kasvaa metsäkuljetusmatkan lyhentyessä ja poistuman kasvaessa. Erityisesti pitkillä metsäkuljetusmatkoilla kuormatraktorin kuormakoolla on suuri merkitys. Mitä suurempi kuormakapasiteetti kuormatraktorilla on, sitä parempi tuottavuus on metsäkuljetusmatkojen pidentyessä. Pitkillä metsäkuljetusmatkoilla suuri osa kuormatraktorin ajankäytöstä on kuormattuna ja tyhjänä ajoa. Suuremmalla kuormakapasiteetilla pyritään kuljettamaan mahdollisimman paljon puuta kerralla varastoon ja siten minimoimaan kuormattuna ja tyhjänä ajoa. (Sirén 2005, 150–151; Nurminen ym. 2006, 353.)

Talvella roudan ja lumen aikana puuntavaran metsäkuljetus on nopeampaa kuin kesällä. Kesällä maaperä on pehmeämpi ja upottavampi kuin talvella, riippumatta kasataanko hakkuutähteitä ajouralle. Kuormausnopeuteen vuodenaikalla ei ole merkitystä tukkivoittoisilla päätehakkuilla. Harvennushakkuilla kuormaus on talvella nopeampaa kuin kesällä. Talviaikaan puutavaralajikasat ovat lumen päällä, joten kuormattaessa ei tarvitse varoa hakkuutähteiden päätymistä kuormatilaan. (Kuitto ym. 1994, 24–25.)

Kuormatraktoreiden työn hinnoittelu perustuu lähikuljetusmatkan pituuteen. Lähikuljetusmatkan pidentyessä taksa nousee ja vastaavasti lyhentyessä taksa

laskee. Lähikuljetuksessa urakoitsijalle maksetaan tietyn puukuutiomäärän kuljettamisesta tietyltä matkalta varastopaikalle. (Toivanen & Pesälä 2014.)

4 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

Opinnäytetyön tutkimusaineisto kerättiin Stora Enso Metsän Pudasjärven alueella korjatuista pystykaupoista, leimikot korjattiin 1.1.2015 – 30.6.2015 välisenä aikana. Korjuukartoissa on ostajan ja korjuuyrittäjän ilmoittamat metsäkuljetusmatkat. Aineistoon kuuluu myös omat mittaukset todellisista metsäkuljetusmatkoista. Aineistoon valikoitiin leimikoita, joiden metsäkuljetusmatkan mittaaminen pystyttiin tekemään luotettavasti. Mittaamiseen vaikutti kuvioiden hajonta leimikolla ja niiden määrä. Mikäli kuvioita on paljon isolla alueella, tai niiden välimatka on suuri, mittauksien määrä kasvaa ja tarkkuus heikkenee.

Kohteita oli kaikkiaan 61 kappaletta, joista vertailukelpoisia oli 58 kappaletta. Kolme kohdetta hylättiin, koska niistä ei voinut tarkasti määrittää ajomatkaa. Aineisto jakaantuu kahdeksalle korjuuketjulle ja kolmelle metsäasiantuntijalle. Mittaukset eivät jakaannu tasaisesti korjuuketjujen tai metsäasiantuntijoiden välillä. Epätasaisuus korjuuketjujen välillä johtuu siitä, että osa korjuuketjuista korjaa isompia leimikoita kuin toiset korjuuketjut, mikä vähentää ajomatkojen määrää. Aineiston jakautuminen metsäasiantuntijoiden välillä riippuu siitä, kuinka paljon metsäasiantuntijat ovat ostaneet leimikoita ja missä järjestyksessä korjuuketjut ovat leimikoita korjanneet.

Maastomittaukset tehtiin 1.1.2015–30.6.2015 välisenä aikana. Jokaisella kohteella käytiin kuviot läpi ja mittaus suoritettiin Stora Enso Metsän ohjeen mukaan (Stora Enso Metsä 2014). GPS-mittauksessa mittalaitteena toimi Karttaselain-sovellus älypuhelimella. Toinen osa maastomittausta oli matkan mittaus lankamittalaitteella. Oma aineistoni on ilmoitettu yhden metrin tarkkuudella.

Osassa kohteita metsäkuljetusmatka on laskettu korjatun puun kuutiometrimäärällä painotetulla keskiarvolla. Tällä tavoin kohteilta, joilla korjuuyrittäjä ja metsäasiantuntija ovat ilmoittaneet eri määrän metsäkuljetusmatkoja, tulokset saadaan vertailukelpoisiksi.

Opinnäytetyössäni käytän kvantitatiivista eli määrällistä tutkimusmenetelmää, koska aineisto on numeromuodossa ja tutkimus perustuu tilastollisiin menetel-

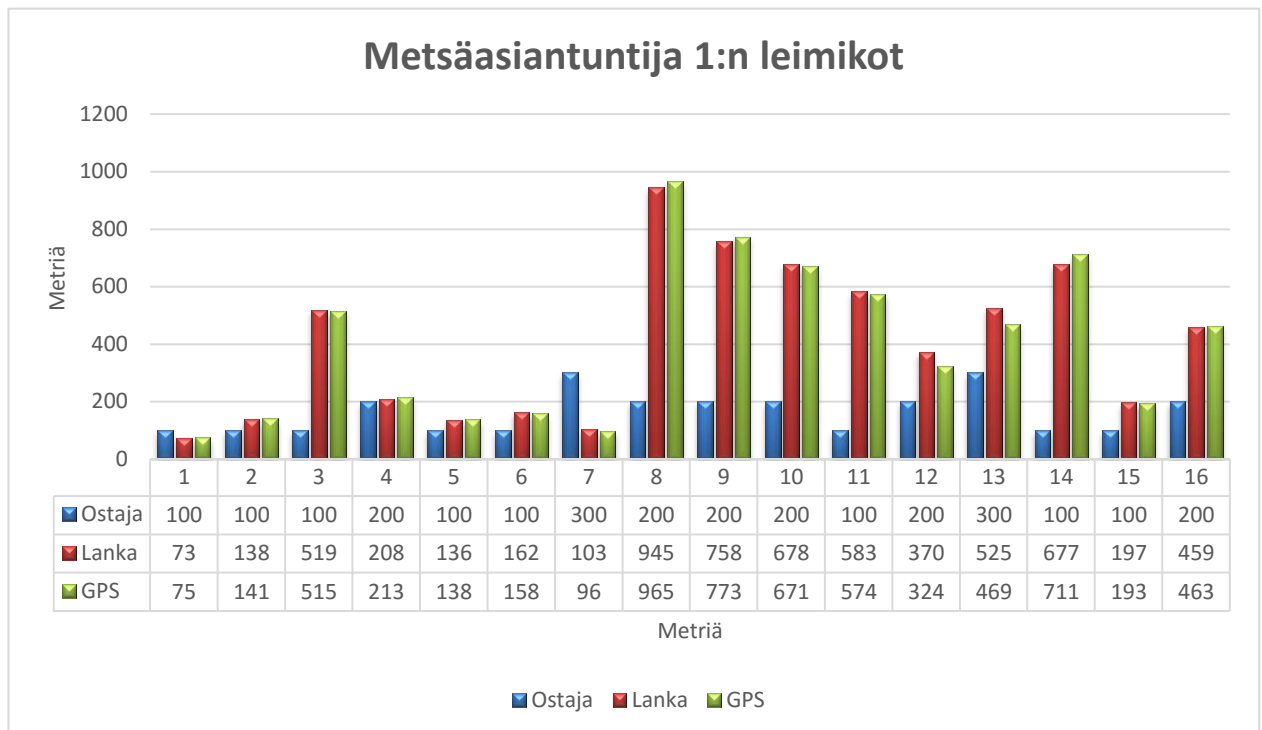
miin (Hirsijärvi, Remes, Sajavaara 2000, 123). Mitattu aineisto sekä Stora Enso Metsältä saatu aineisto kerättiin Microsoft Excel -ohjelmaan, jossa niitä vertailtiin toisiinsa. Tuloksissa tarkistettu metsäkuljetusmatka on ilmoitettu lankamittauslaitteelle ja GPS:lle. Metsäasiantuntijoiden ja korjuuyrittäjien saatuja tuloksia verrataan aina lankamittauslaitteella saatuun tulokseen, koska tutkimuksen alussa päätimme Stora Enson ohjaajan kanssa lankamittauslaitteella saadun tuloksen olevan tarkin. Osana tutkimusta oli GPS-mittausten vertailu lankamittauslaitteella saatuun tulokseen. Tutkimuksen edetessä todettiin GPS:n ja lankamittauslaitteen erojen olevan niin pieniä, ettei tarkempaa vertailua ollut tarpeen tehdä. GPS:llä saatu tulos on ilmoitettu tuloksissa, vaikka vertailuja ei ole tehty.

5 TULOSTEN TARKASTELU

5.1 Tulokset metsäasiantuntijat

5.1.1 Metsäasiantuntija 1

Metsäasiantuntija 1 ostamia leimikoita korjattiin 16 kappaletta tutkimuksen aikana. Alla olevassa pylväsdiagrammissa (Kuvio 10) näkyy metsäasiantuntija 1:n ostamat leimikot, metsäasiantuntijan ilmoittamat ajomatkat, sekä GPS:llä että lankamittauslaitteella tarkistettut matkat.

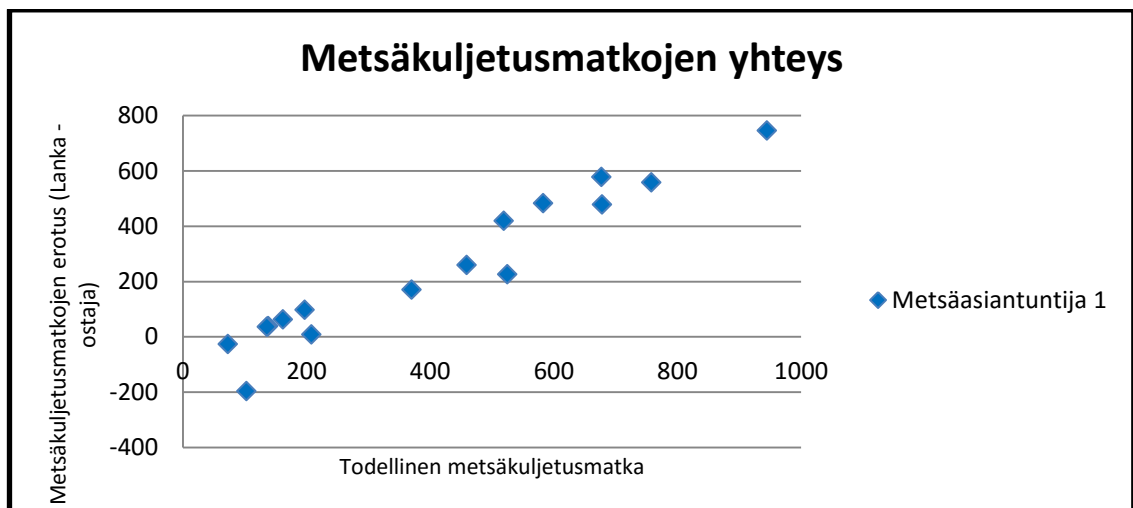


Kuvio 10. Metsäasiantuntija 1:n korjatut leimikot

Pylväsdiagrammista näkyy, että metsäasiantuntija 1 ilmoittaa metsäkuljetusmatkan sadan metrin tarkkuudella, vaikka Stora Enso Metsän ohjeessa metsäkuljetusmatka pitää ilmoittaa kymmenen metrin tarkkuudella (Stora Enso Metsä 2014). Pylväsdiagrammista näkyy selvästi, että metsäasiantuntijan ilmoittama metsäkuljetusmatka on selvästi lyhempi, kuin tarkastusmittauksessa saatu tulos.

Mikäli todellinen metsäkuljetusmatka on 100 - 200 metriä, metsäasiantuntijan ilmoittama matka ei poikkea huomattavasti todellisesta metsäkuljetusmatkasta. Todellisen metsäkuljetusmatkan mennessä yli 400 metrin metsäasiantuntijan ilmoittamat metsäkuljetusmatkat saattavat jäädä useita satoja metrejä todellista metsäkuljetusmatkaa lyhemmäksi. Lankamittauslaitteella ja GPS:llä saaduissa tuloksissa ei ole suuria eroja.

Todellisen ja metsäasiantuntijan ilmoittaman metsäkuljetusmatkan väliltä etsittiin korrelaatiota hajontakuviolla (Kuvio 11). Hajontakuviossa metsäasiantuntijan ilmoittaman ja todellisen metsäkuljetusmatkan erotusta verrataan todelliseen metsäkuljetusmatkaan. Tällä tavoin voidaan nähdä, vaikuttaako matkan kasvaminen metsäkuljetusmatkojen erotukseen.

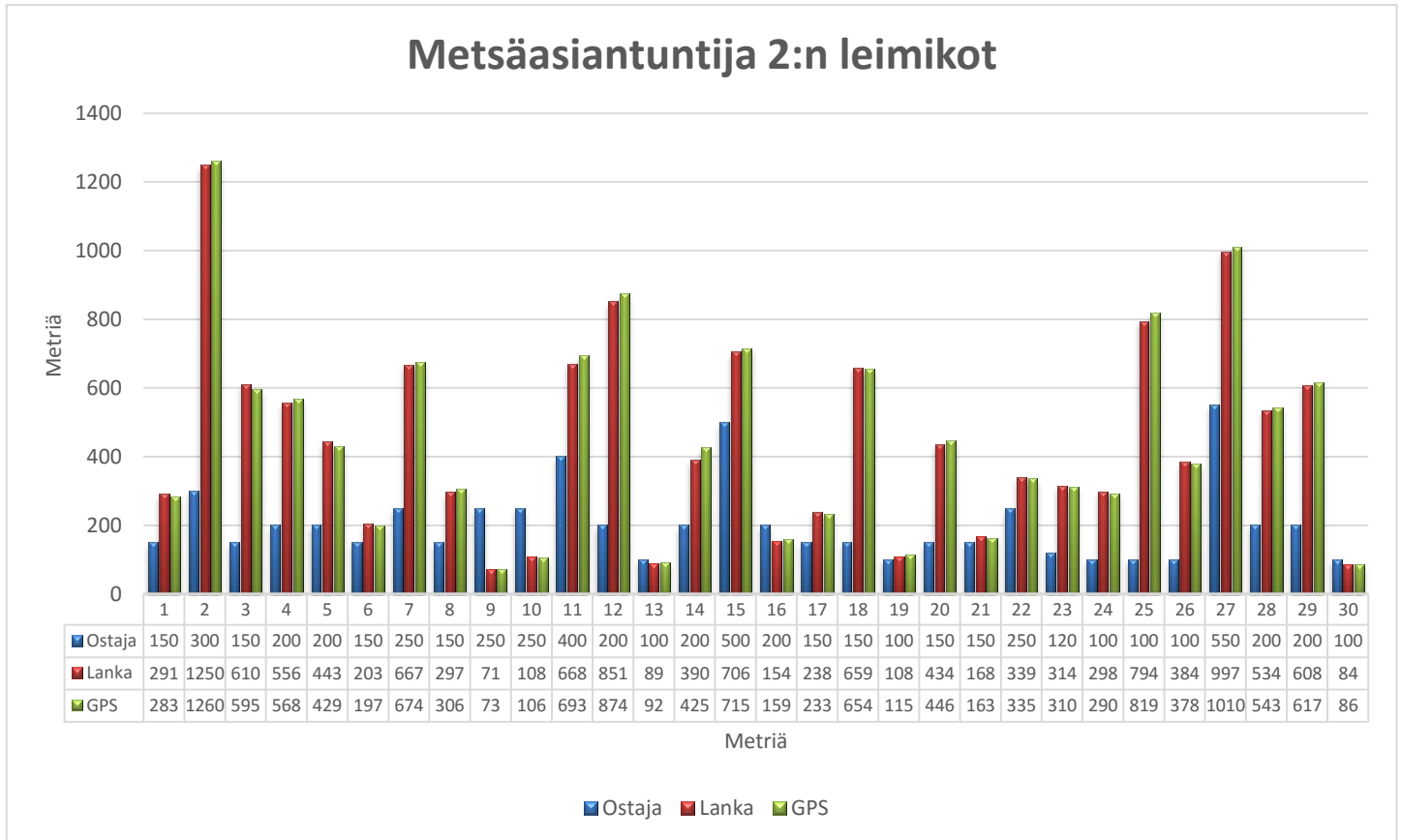


Kuvio 11. Metsäasiantuntija 1:n todellisen ja ilmoitetun metsäkuljetusmatkan yhteys

Hajontakuviossa voidaan nähdä, että metsäasiantuntijan ilmoittama metsäkuljetusmatka jää todellisesta sitä enemmän, mitä suuremmaksi todellinen metsäkuljetusmatka kasvaa. Todellisen metsäkuljetusmatkan jäädessä 200 metrin ilmoitetut metsäkuljetusmatkat ovat tarkimmillaan.

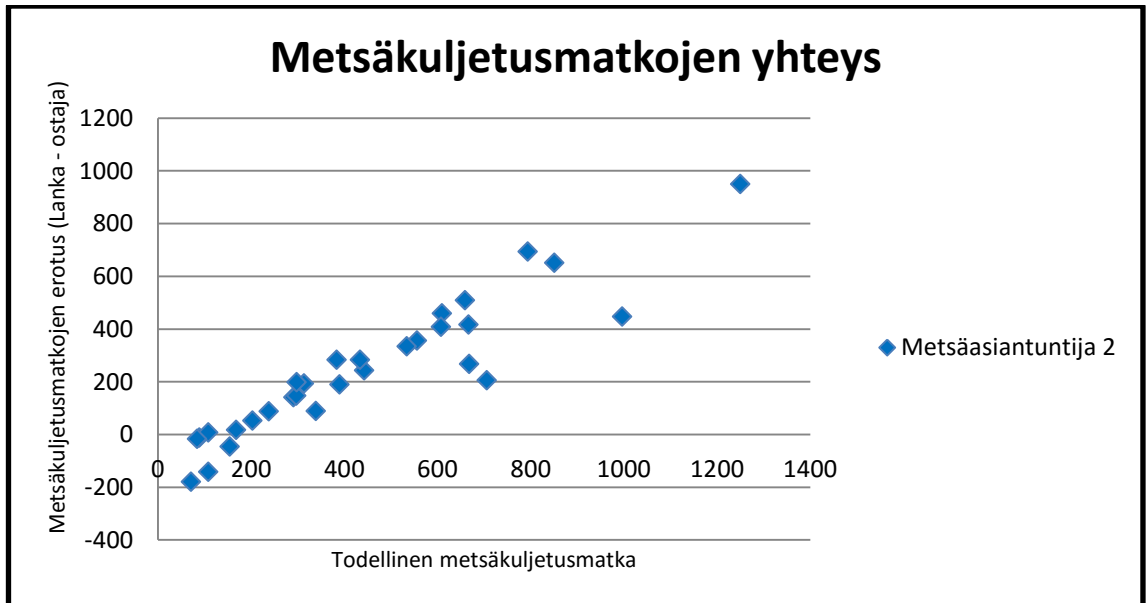
5.1.2 Metsäasiantuntija 2

Metsäasiantuntija 2:n ostamia leimikoita korjattiin tutkimuksen aikana 30 kappaletta. Alla olevasta pylväsdiagrammista (Kuvio 12) näkyy metsäasiantuntijan ilmoittama metsäkuljetusmatka, sekä GPS:llä että lankamittaustuloksella tarkistettut todelliset metsäkuljetusmatkat.



Kuvio 12. Metsäasiantuntija 2:n korjatut leimikot

Metsäasiantuntija 2 ilmoittaa metsäkuljetusmatkan sadan metrin tarkkuudella. Hajontakuviosta (Kuvio 13) käy ilmi, että mikäli todellinen metsäkuljetusmatka on sadan metrin luokkaa, metsäasiantuntijan ilmoittama metsäkuljetusmatka ei poikkea huomattavasti todellisesta metsäkuljetusmatkasta. Todellisen metsäkuljetusmatkan ylittäessä 200 metriä metsäasiantuntijan ilmoittamat metsäkuljetusmatkat alkavat jäädä useita satoja metrejä todellisesta metsäkuljetusmatkasta.

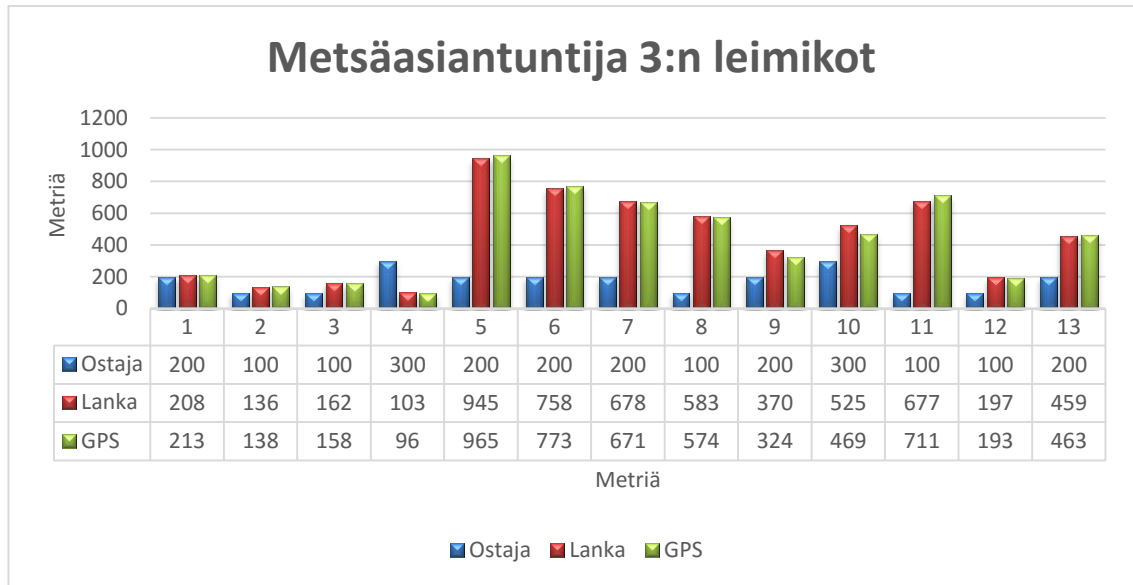


Kuvio 13. Metsäasiantuntija 2:n todellisen ja ilmoitetun metsäkuljetusmatkan yhteys

Metsäasiantuntija 2:n ilmoittamat metsäkuljetusmatkat ovat tarkimmillaan alle 200 metrin metsäkuljetusmatkoilla. Metsäkuljetusmatkojen erotus ei aivan kasva suorassa suhteessa; 600 ja 800 metrin välillä tulokset tarkentuvat hieman.

5.1.3 Metsäasiantuntija 3

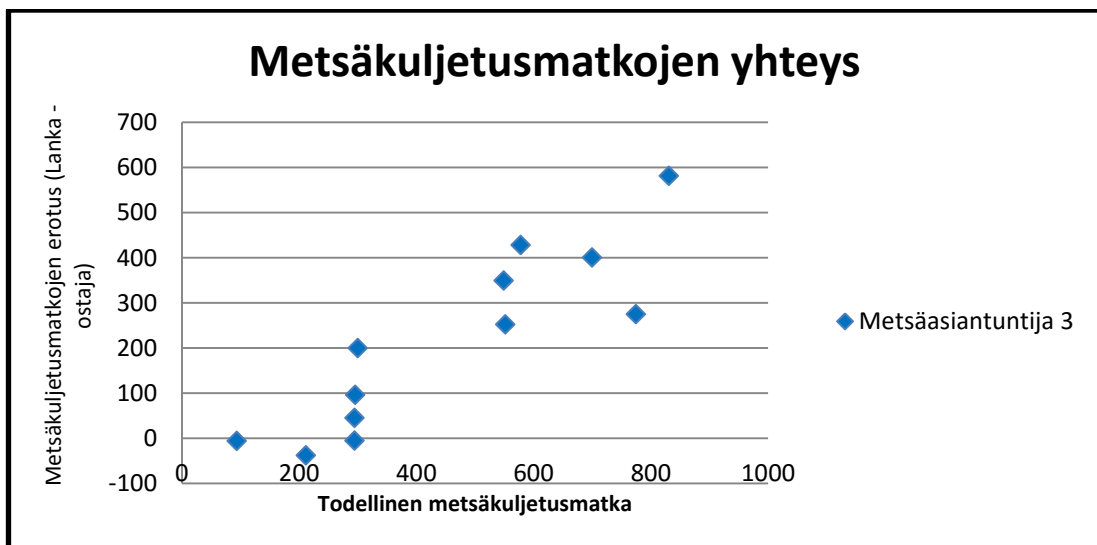
Metsäasiantuntija 3:n ostamia leimikoita korjattiin 12 kappaletta tutkimuksen aikana. Pylväsdiagrammista (Kuvio 14) näkyy metsäasiantuntija 3:n ilmoittamat metsäkuljetusmatkat, sekä GPS:llä että lankamittauslaitteella mitatut todelliset metsäkuljetusmatkat.



Kuvio 14. Metsäasiantuntija 3:n korjatut leimikot

Metsäasiantuntija 3 ilmoittaa metsäkuljetusmatkat sadan metrin tarkkuudella. Pylväsdiagrammista käy myös ilmi, että todellisen metsäkuljetusmatkan jäädessä sadan metrin luokkaan metsäasiantuntijan ilmoittama metsäkuljetusmatka pitää paikkaansa.

Todellisen metsäkuljetusmatkan pidentyessä metsäasiantuntijan ilmoittama metsäkuljetusmatka jää satoja metrejä todellisesta metsäkuljetusmatkasta. Tämä näkyy myös hajontakuviossa (Kuvio 15).



Kuvio 15. Metsäasiantuntija 3:n todellisen ja ilmoitetun metsäkuljetusmatkan yhteys

5.2 Metsäasiantuntijoiden tulosten yhteenveto

Pylväsdiagrammissa (Kuvio 16) on esitetty kuinka monta metriä leimikkoo kohti metsäasiantuntijan arvio jää todellisesta metsäkuljetusmatkasta. Kaaviossa on esitetty keskiarvo metreinä leimikkoo kohti havaintojoukosta.



Kuvio 16. Metsäasiantuntijan ilmoittamien metsäkuljetusmatkojen ja todellisten metsäkuljetusmatkojen erotuksien keskiarvo metreinä

Tutkimuksen tuloksissa näkyy selvästi, että kaikki kolme metsäasiantuntijaa ilmoittavat metsäkuljetusmatkan liian lyhyeksi. Tutkimuksen tuloksiin vaikuttaa lämmin talvi ja aikainen kevääntulo, näistä johtuen talviteitä ei aina voitu käyttää kaukokuljetukseen ja kaikki varastopaikat eivät olleet kartalle merkityillä paikoilla. Metsäasiantuntijat ovat arvioineet metsäkuljetusmatkat alkuperäisistä varastopaikoista. Varastopaikan muuttuessa ensimmäinen metsäkuljetusmatkan arvio jää kuitenkin voimaan. Todellinen metsäkuljetusmatka on mitattu puutavaran todellisesta varastopaikasta ja tämä todennäköisesti selittää suurimmat yksittäiset erotukset metsäkuljetusmatkoissa.

Tuloksia tarkastellessa on syytä muistaa, ettei metsäasiantuntijoilla ole mahdollisuutta vaikuttaa suurimpiin yksittäisiin metsäkuljetusmatkojen eroihin edellä mainittujen tekijöiden ennustamattomuudesta johtuen. Tuloksissa on kuitenkin otettu huomioon kaikki mittaustulokset, kuten työn tilaajan kanssa on sovittu.

Metsäasiantuntijoiden arvioimia metsäkuljetusmatkoja vertailtiin aluksi keskiarvon avulla (Taulukko 2). Alhaisin leimikkokohtainen keskikuljetusmatkavirhe metreissä mitattuna on metsäasiantuntija 3:lla. Keskiarvon merkitys korostuu metsäasiantuntija 3:n kohdalla, koska perusjoukko on pienin kolmesta metsäasiantuntijasta. Pienessä havaintojoukossa yksittäisillä havainnoilla on suuri vaikutus keskiarvoon.

Keskiarvon osalta metsäasiantuntija 1:n ja 2:n ovat lähes samat ja havaintoja on enemmän kuin metsäasiantuntija 3:lla. Keskiarvon mukaan metsäasiantuntija 1 aliarvioi eniten metsäkuljetusmatkan leimikkoa kohti.

Taulukko 2. Metsäkuljetusmatkojen aliarvioiden keskiarvo

Metsäasiantuntija ja havaintojen määrä (kpl)	Metsäkuljetusmatkan keskiarvo (m)
Metsäasiantuntija 1 (16)	-246
Metsäasiantuntija 2 (30)	-241
Metsäasiantuntija 3 (12)	-215

Suurin ero on metsäasiantuntija 3:lla, tämä johtuu havaintojen epätasaisesta jakaantumisesta. Todellisia metsäkuljetusmatkoja on paljon 550 ja 850 metrin väliltä ja nämä on ilmoitettu liian lyhyiksi. Vaikka havaintoja on yhtä paljon lyhyillä sadan ja kolmensadan metrin matkoilla, eivät metsäasiantuntijan ilmoittamat matkat ole todellisia metsäkuljetusmatkoja pidempiä.

Hajontakuviosta (Kuvio 15) nähdään selkeästi, että metsäasiantuntija 3:n metsäkuljetusmatka-arviot ovat tarkempia 300 metriin asti, kuin sen jälkeen. Metsäkuljetusmatkan ylittäessä 300 metriä ilmoitetut metsäkuljetusmatkat jäävät yli 250 metriä jokaisella kohteella. Metsäkuljetusmatkojen erotuksien hajontaväli on -38–581 metriä, joten hajonta on suuri. Metsäasiantuntijan arvio on tarkimmillaan alle 200 metrin todellisilla metsäkuljetusmatkoilla, jolloin mittauksissa ei

käytännössä ole virheitä, mutta otannassa on vain kaksi havaintoa tältä matkalta. Todellisen metsäkuljetusmatkan 300 metrin luokassa metsäasiantuntija 3:lla on neljä leimikkoa. Jokaiselle leimikolle arvioitu metsäkuljetusmatka on eri ja metsäkuljetusmatkojen poikkeaman hajontaväli on -5–200 metriä.

Metsäasiantuntija 2:n hajontakuviosta (Kuvio 13) voidaan huomata, että metsäkuljetusmatkojen arviot ovat tarkimmillaan todellisen metsäkuljetusmatkan pyssyessä kahdessa sadassa metrissä, tai sen alla. Metsäasiantuntija 2:lla on kaikista eniten negatiivisen erotuksen havaintoja, kaikki havainnot sijoittuvat alle kahden sadan metrin todelliselle metsäkuljetusmatkalle. Todellisen metsäkuljetusmatkan ylittäessä 200 metriä metsäkuljetusmatkojen erotus nousee lähes lineaarisesti.

Metsäasiantuntija 1:n hajontakuviosta (Kuvio 11) metsäkuljetusmatkojen erotuksen lineaarinen kasvu suhteessa todelliseen metsäkuljetusmatkaan on selkeimmin nähtävissä. Tarkimmillaan metsäkuljetusmatkan arviot ovat alle 150 metrin todellisilla metsäkuljetusmatkoilla.

5.3 Korjuuketjujen tulokset

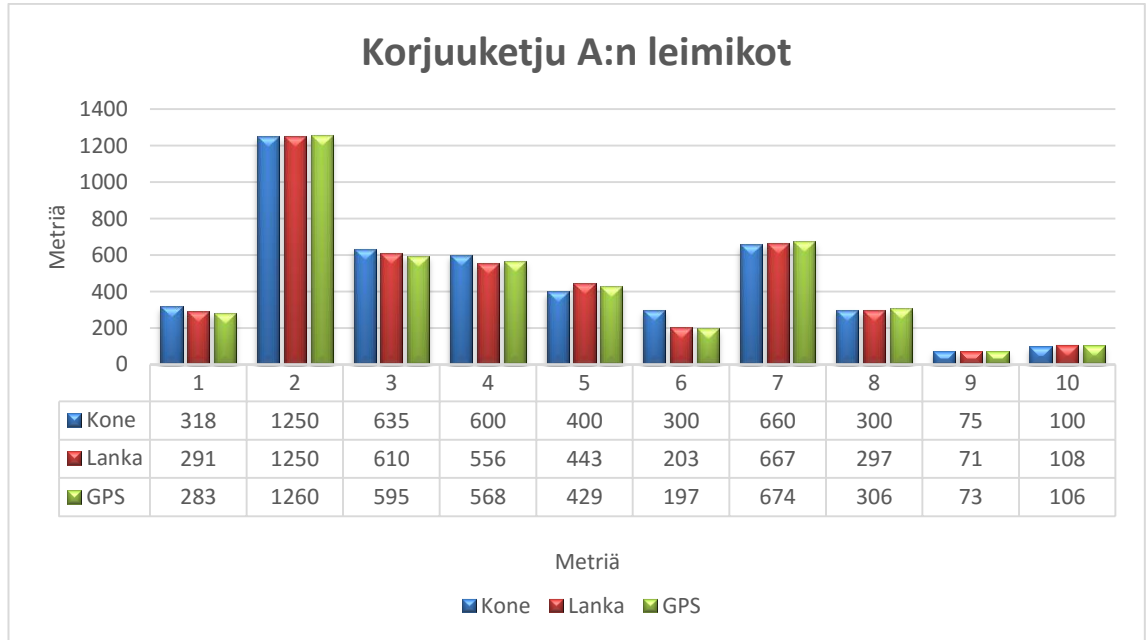
Tutkimuksen aikana alueella toimi kahdeksan korjuuketjua. Korjuuketjut on eroteltu kaavioissa kirjaimin A, B, C, D, E, F, G. Korjuuketjut on jaettu kahteen ryhmään tulosten luettavuuden parantamiseksi.

Pylväsdiagrammeissa näkyy jokaisen korjuuketjun korjaamat leimikot, ilmoitetut metsäkuljetusmatkat sekä tarkistetut metsäkuljetusmatkat lankamittauslaitteella ja GPS:llä. Jokaisen korjuuketjun tuloksissa on myös esillä hajontakuvio, mikäli aineistoa on ollut riittävästi.

5.3.1 Korjuuketjujen A, B, C ja D tulosten tarkastelu

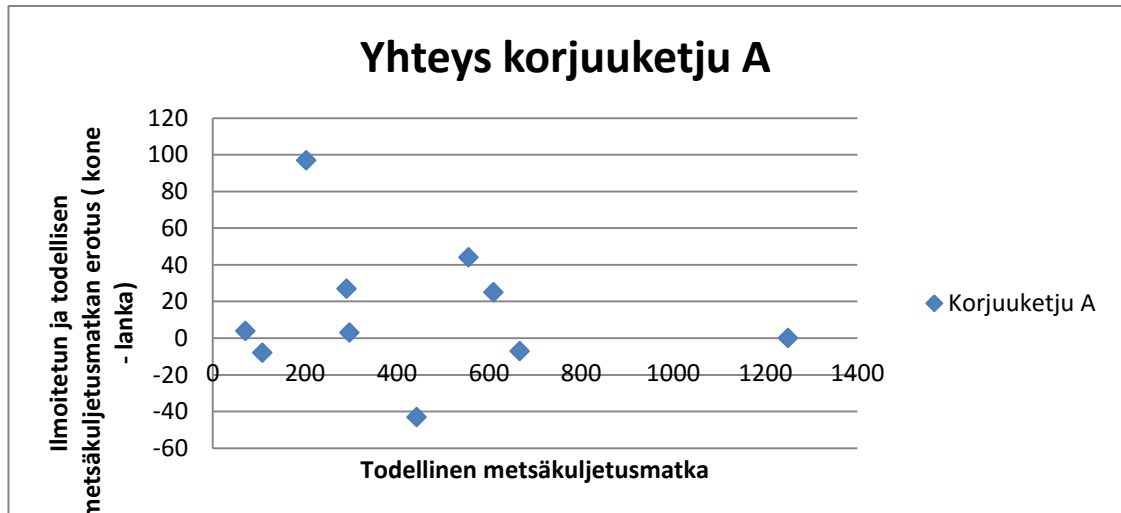
Korjuuketju A:lle kertyi tutkimuksen aikana kymmenen tutkittavaa leimikkoa Korjuuketju A ilmoittaa metsäkuljetusmatkan kymmenen metrin tarkkuudella, kuten Stora Enso Metsä ohjeistaa (Stora Enso Metsä 2014). Korjuuketju A:n ilmoitta-

mat metsäkuljetusmatkat eivät eroa huomattavasti todellisista metsäkuljetusmatkoista. Ainoastaan leimikko 6:ssa metsäkuljetusmatka on ilmoitettu yli sata metriä pitemmäksi kuin todellinen metsäkuljetusmatka (Kuvio 17).



Kuvio 17. Korjuuketju A:n tutkimuksen aikana korjatut leimikot

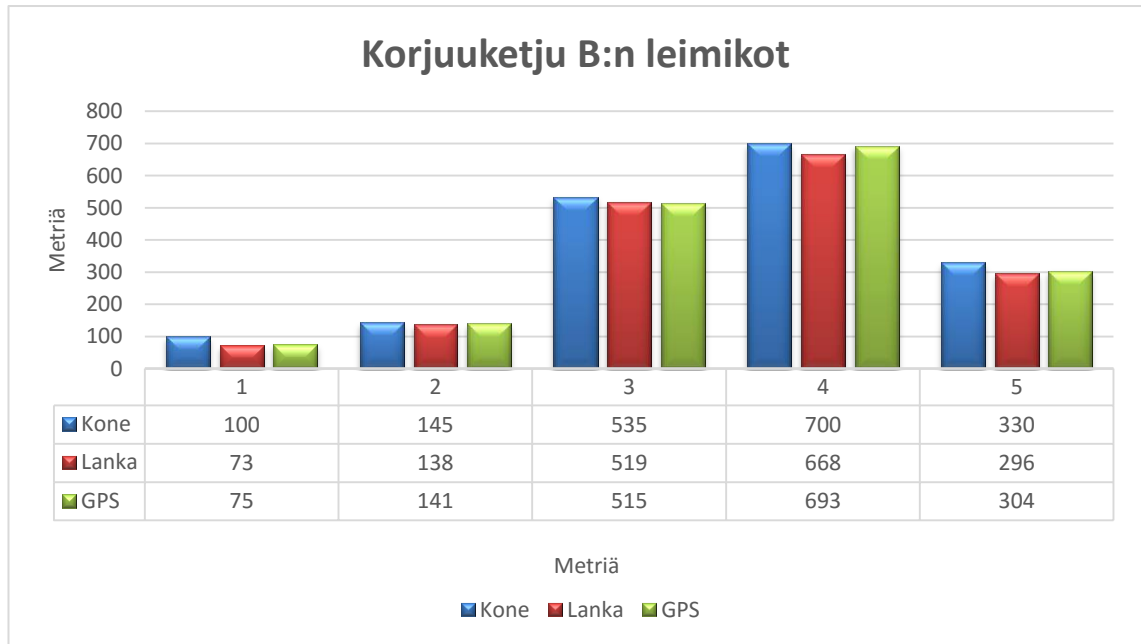
Korjuuketju A:n ilmoittamien ja todellisten metsäkuljetusmatkojen erotus on keskimäärin 14,2 metriä yli todellisen metsäkuljetusmatkan korjattua leimikkoa kohden. Tutkimuksen ajalta korjuuketju on ilmoittanut keskimäärin metsäkuljetusmatkat 3,1 prosenttia todellista metsäkuljetusmatkaa pidemmäksi jokaista korjattua leimikkoa kohden. Hajontakuviosta (Kuvio 18) näkyy selkeästi mille todellisille metsäkuljetusmatkoille erotukset jakaantuvat.



Kuvio 18. Ilmoitetun ja todellisen metsäkuljetusmatkan yhteys korjuuketju A

Hajontakuviosta ei voi todeta todellisen metsäkuljetusmatkan vaikuttavan ilmoitetun metsäkuljetusmatkan poikkeamaan. Metsäkuljetusmatkojen erotuksen vaihteluväli on -43–97 metriä.

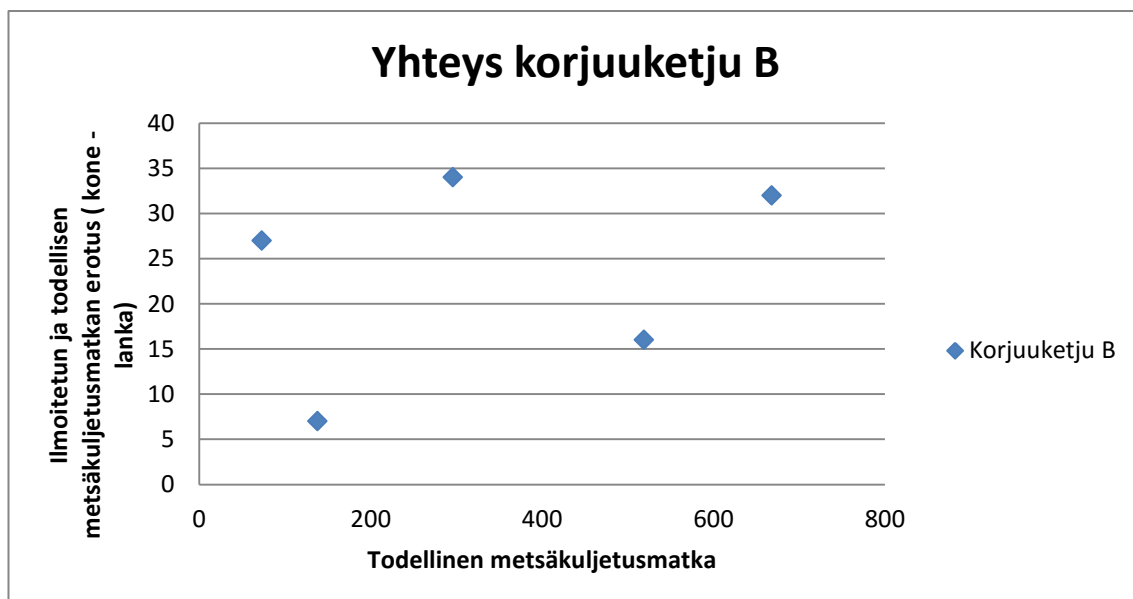
Korjuuketju B:lle kertyi tutkimuksen aikana viisi tutkittavaa leimikkoa (Kuvio 19). Korjuuketju B:n on ilmoittanut metsäkuljetusmatkan kymmenen metrin tarkkuudella, yhdessä leimikossa jopa viiden metrin tarkkuudella. Korjuuketju B ilmoittamat metsäkuljetusmatkat ovat linjassa todellisten metsäkuljetusmatkojen kanssa.



Kuvio 19. Korjuuketju B:n tutkimuksen aikana korjatut leimikot

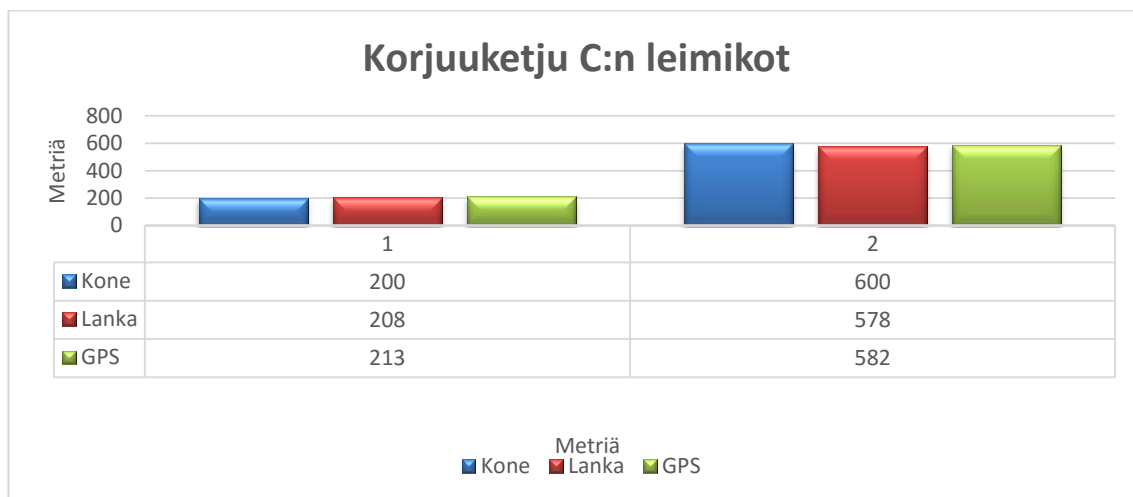
Korjuuketju B:n ilmoittamien ja todellisten metsäkuljetusmatkojen erotus on keskimäärin 23,2 metriä yli todellisen metsäkuljetusmatkan korjattua leimikkoa kohden. Tutkimuksen ajalta korjuuketju on ilmoittanut keskimäärin metsäkuljetusmatkat 6,8 prosenttia todellista metsäkuljetusmatkaa pidemmäksi jokaista korjattua leimikkoa kohden.

Hajontakuviosta (Kuvio 20) näkyy mille todellisille metsäkuljetusmatkoille erotukset jakaantuvat. Hajontakuviosta ei voi päätellä, että todellisella metsäkuljetusmatkalla olisi vaikutusta ilmoitetun metsäkuljetusmatkan poikkeamaan todellisesta. Metsäkuljetusmatkojen erotuksen vaihteluväli on 7–34 metriä.



Kuvio 170. Ilmoitetun ja todellisen metsäkuljetusmatkan yhteys korjuuketju B

Korjuuketju C:lle kertyi tutkimuksen aikana kaksi tutkittavaa leimikkoa (Kuvio 21). Korjuuketju C ilmoittaa metsäkuljetusmatkan kymmenen metrin tarkkuudella. Korjuuketjulle ei tullut tutkimuksen aikana kuin kaksi leimikkoa tarkistukseen, mutta molemmissa leimikoissa ilmoitettu metsäkuljetusmatka on linjassa todellisen metsäkuljetusmatkan kanssa.

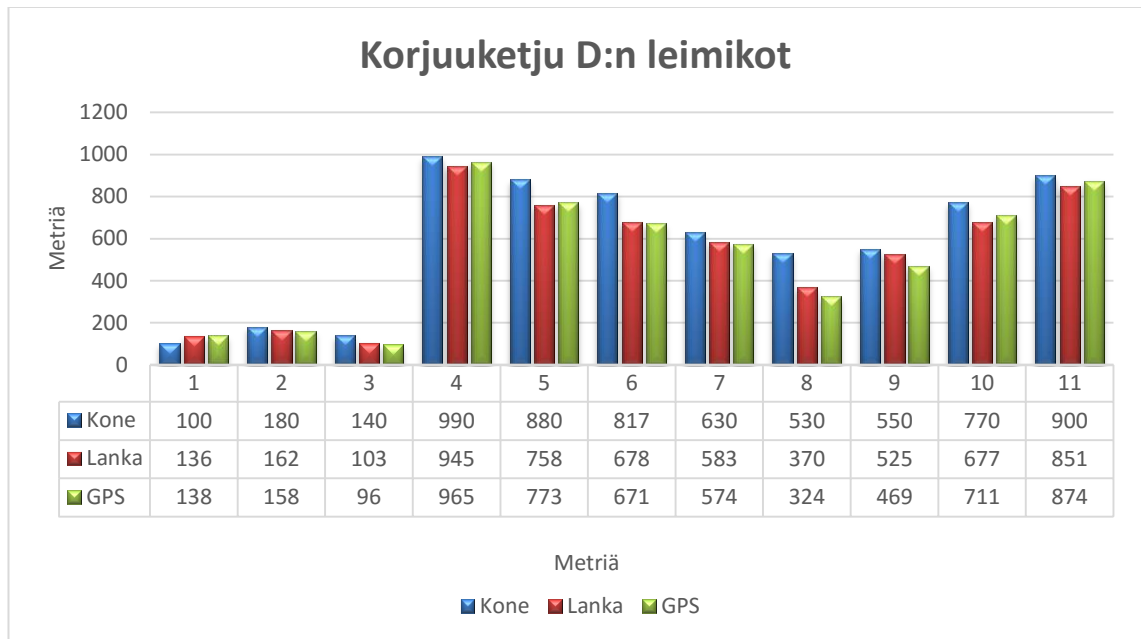


Kuvio 21. Korjuuketju C:n tutkimuksen aikana korjatut leimikot

Korjuuketju C:n ilmoittamien ja todellisten metsäkuljetusmatkojen erotus on keskimäärin seitsemän metriä yli todellisen metsäkuljetusmatkan korjattua leimikkoa kohden. Tutkimuksen ajalta korjuuketju on ilmoittanut keskimäärin met-

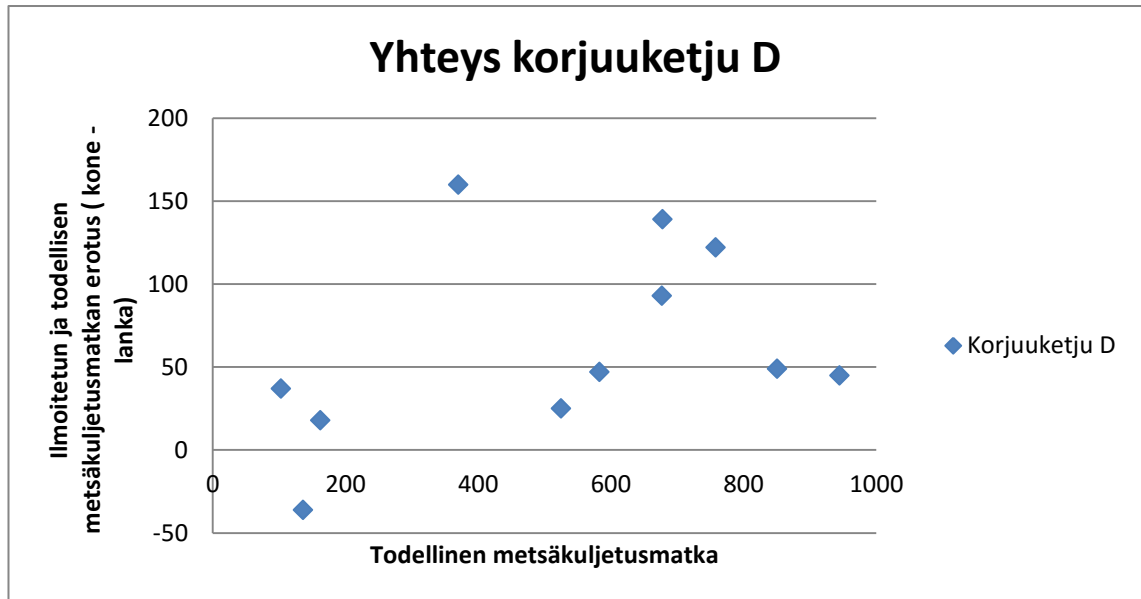
säkuljetusmatkat 1,7 prosenttia todellista metsäkuljetusmatkaa pidemmäksi jokaista korjattua leimikkoa kohden. Hajontakuviota korjuuketju C:n osalta ei kannata esittää, koska otokseen ei tullut kuin kaksi leimikkoa.

Korjuuketju D:lle kertyi tutkimuksen aikana 11 tutkittavaa leimikkoa (Kuvio 22). Korjuuketju D:n ilmoittaa metsäkuljetusmatkan kymmenen metrin tarkkuudella. Korjuuketju D:n ilmoittamat metsäkuljetusmatkat ovat leimikkoa 1 lukuun ottamatta liian pitkiä todelliseen metsäkuljetusmatkaan verrattuna.



Kuvio 18. Korjuuketju D kaikki tutkimuksen aikana korjatut leimikot

Korjuuketju D:n ilmoittamien ja todellisten metsäkuljetusmatkojen erotus on keskimäärin 64 metriä yli todellisen metsäkuljetusmatkan korjattua leimikkoa kohden. Tutkimuksen ajalta korjuuketju on ilmoittanut keskimäärin metsäkuljetusmatkat 12,1 prosenttia todellista metsäkuljetusmatkaa pitemmiksi jokaista korjattua leimikkoa kohden. Hajontakuviosta (Kuvio 23) näkyy mille todellisille metsäkuljetusmatkoille erotukset jakaantuvat.

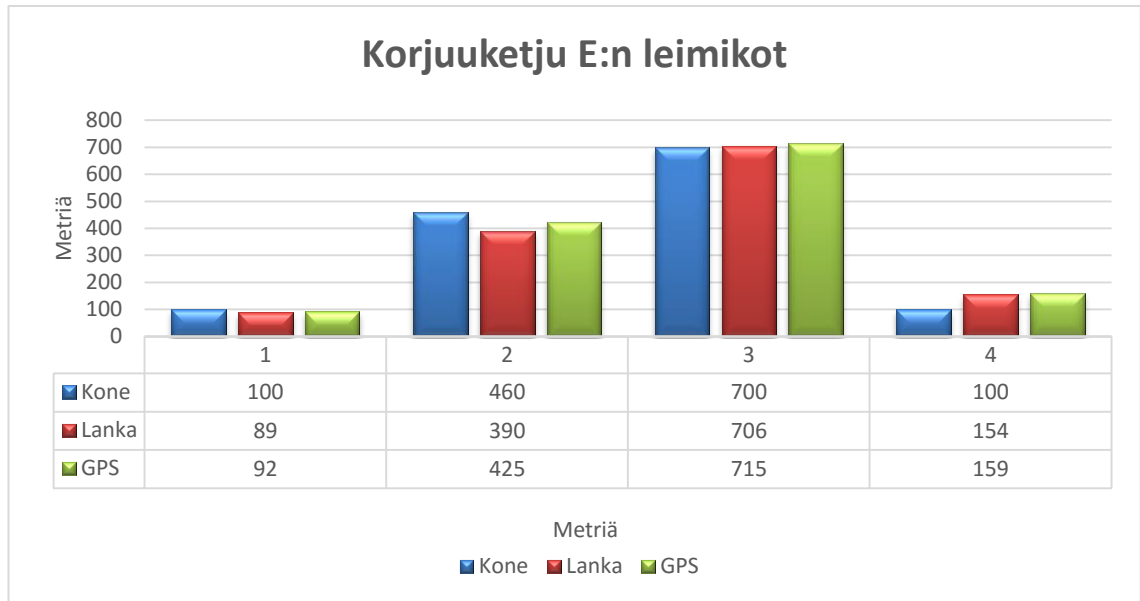


Kuvio 193. Ilmoitetun ja todellisen metsäkuljetusmatkan yhteys korjuuketju D

Hajontakuviosta voi päätellä, että todellisella metsäkuljetusmatkalla ei ole vaikutusta ilmoitetun metsäkuljetusmatkan poikkeamaan. Metsäkuljetusmatkojen erotuksen vaihteluväli on -36–160 metriä.

5.3.2 Korjuuketjujen E, F, G ja H tulosten tarkastelu

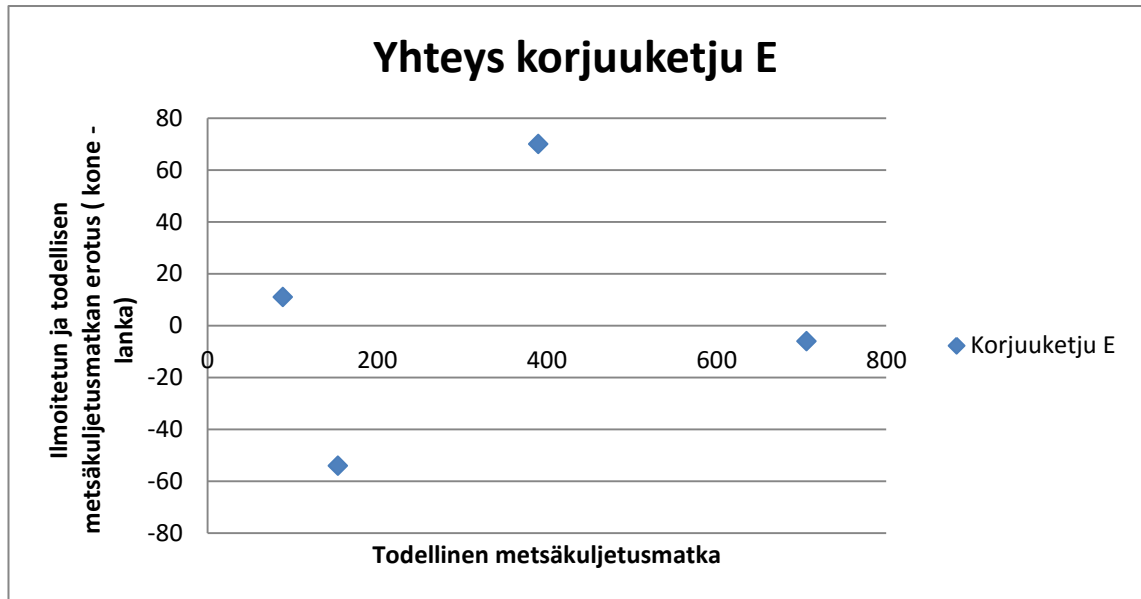
Korjuuketju E:lle kertyi tutkimuksen aikana neljä tutkittavaa leimikkoa (Kuvio 24). Korjuuketju E ilmoittaa metsäkuljetusmatkan kymmenen metrin tarkkuudella. Korjuuketju E:n ilmoittamat metsäkuljetusmatkat ovat linjassa todellisten metsäkuljetusmatkojen kanssa, paitsi leimikossa 2, jossa metsäkuljetusmatka on ilmoitettu liian pitkäksi. Leimikossa 4 ilmoitettu metsäkuljetusmatka on todellista metsäkuljetusmatkaa lyhempi.



Kuvio 204. Korjuuketju E:n tutkimuksen aikana korjatut leimikot

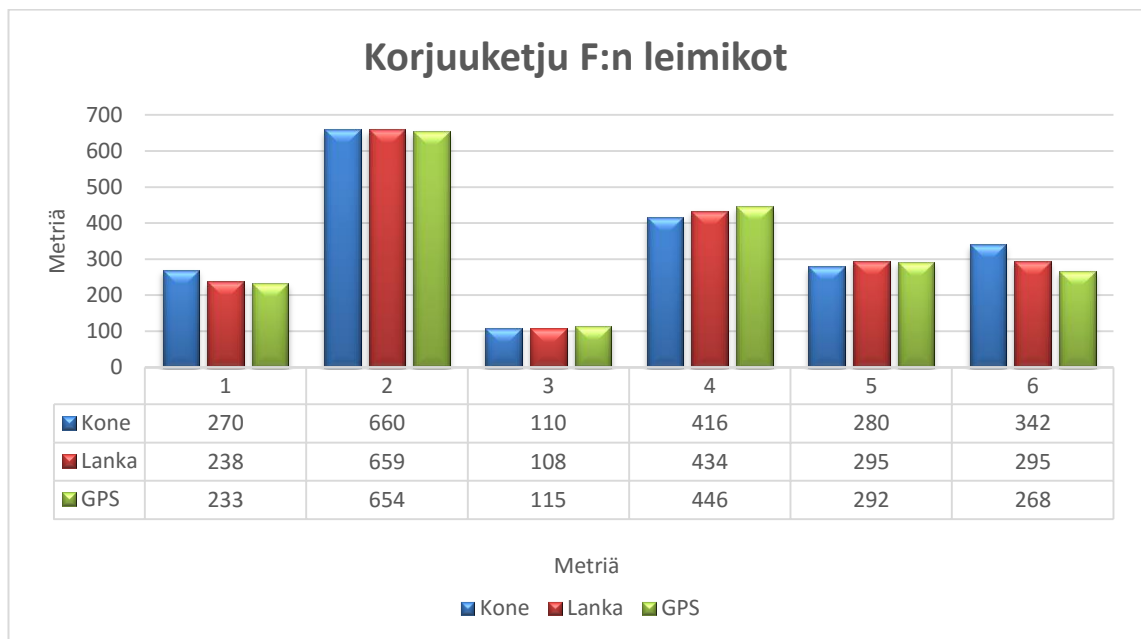
Korjuuketju E:n ilmoittamien ja todellisten metsäkuljetusmatkojen erotus on keskimäärin 5,5 metriä yli todellisen metsäkuljetusmatkan korjattua leimikkoa kohden. Tutkimuksen ajalta korjuuketju on ilmoittanut keskimäärin metsäkuljetusmatkat 1,6 prosenttia todellista metsäkuljetusmatkaa pidemmäksi jokaista korjattua leimikkoa kohden.

Hajontakuviosta (Kuvio 25) näkyy mille todellisille metsäkuljetusmatkoille erotukset jakaantuvat. Hajontakuviosta voi päätellä, että todellisella metsäkuljetusmatkalla ei ole vaikutusta ilmoitetun metsäkuljetusmatkan poikkeamaan. Metsäkuljetusmatkojen erotuksen vaihteluväli on -54–70 metrin välillä.



Kuvio 25. Ilmoitetun ja todellisen metsäkuljetusmatkan yhteys korjuuketju E

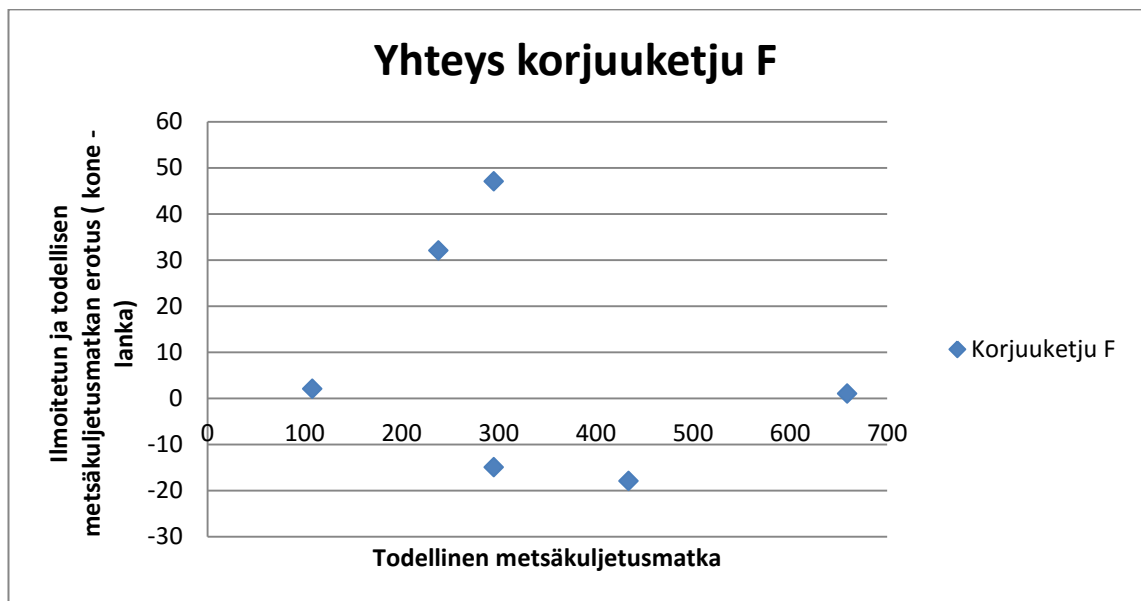
Korjuuketju F:lle kertyi tutkimuksen aikana kuusi tutkittavaa leimikkoa (Kuvio 26). Korjuuketju F on ilmoittanut metsäkuljetusmatkan yhden metrin tarkkuudella kahdessa leimikossa ja lopuissa kymmenen metrin tarkkuudella. Korjuuketju F ilmoittamat metsäkuljetusmatkat ovat pääosin linjassa todellisten metsäkuljetusmatkojen kanssa, paitsi leimikoissa 1 ja 6. Leimikossa 4 ilmoitettu metsäkuljetusmatka on lyhempi entä todellinen metsäkuljetusmatka.



Kuvio 21. Korjuuketju F:n tutkimuksen aikana korjatut leimikot

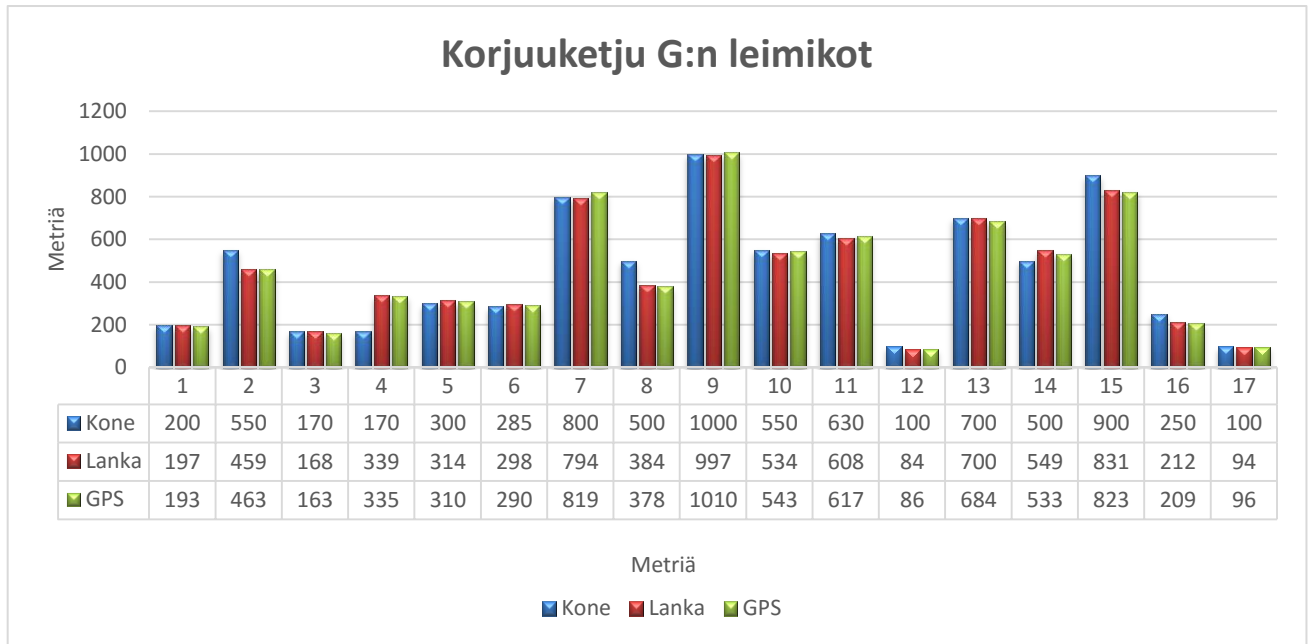
Korjuuketju F:n ilmoittamien ja todellisten metsäkuljetusmatkojen erotus on keskimäärin 8,2 metriä yli todellisen metsäkuljetusmatkan korjattua leimikkoa kohden. Tutkimuksen ajalta korjuuketju on ilmoittanut keskimäärin metsäkuljetusmatkat 2,4 prosenttia todellista metsäkuljetusmatkaa pidemmäksi jokaista korjattua leimikkoa kohden.

Hajontakuviosta (Kuvio 27) näkyy mille todellisille metsäkuljetusmatkoille erotukset jakaantuvat. Hajontakuviosta voi päätellä, että todellisella metsäkuljetusmatkalla ei ole vaikutusta ilmoitettuun metsäkuljetusmatkaan. Metsäkuljetusmatkojen erotuksen vaihteluväli on -18–47 metriä.



Kuvio 227. Ilmoitetun ja todellisen metsäkuljetusmatkan yhteys korjuuketju F

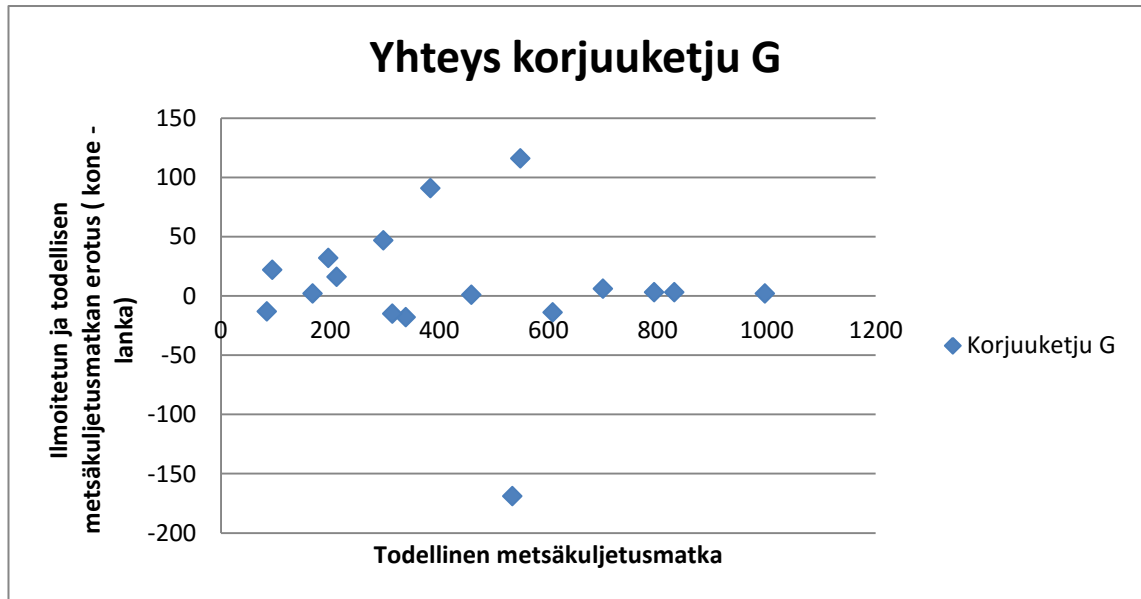
Korjuuketju G:lle kertyi tutkimuksen aikana 17 tutkittavaa leimikkoa (Kuvio 28). Korjuuketju G ilmoittaa metsäkuljetusmatkat kymmenen metrin tarkkuudella. Korjuuketju G:llä on eniten korjattuja leimikoita tutkimuksen ajalta. Suurimassa osassa leimikoita ilmoitettu metsäkuljetusmatka on linjassa todellisen metsäkuljetusmatkan kanssa. Leimikoissa 2 ja 15 ilmoitettu metsäkuljetusmatka on pidempi, entä todellinen metsäkuljetusmatka. Leimikossa 4 ilmoitettu metsäkuljetusmatka on todellista metsäkuljetusmatkaa huomattavasti lyhempi.



Kuvio 23. Korjuuketju G:n tutkimuksen aikana korjatut leimikot

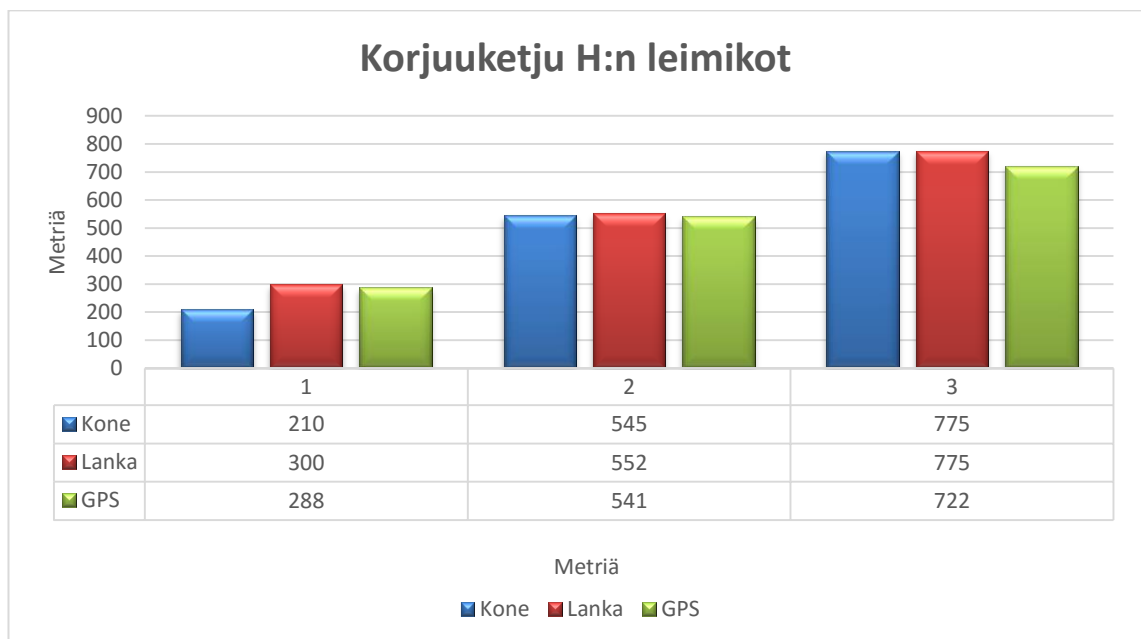
Korjuuketju G:n ilmoittamien ja todellisten metsäkuljetusmatkojen erotus on keskimäärin 8,4 metriä yli todellisen metsäkuljetusmatkan korjattua leimikkoa kohden. Tutkimuksen ajalta korjuuketju on ilmoittanut keskimäärin metsäkuljetusmatkat 1,9 prosenttia todellista metsäkuljetusmatkaa pidemmäksi jokaista korjattua leimikkoa kohden.

Hajontakuviosta (Kuvio 29) näkyy mille todellisille metsäkuljetusmatkoille erotukset jakaantuvat. Hajontakuviosta voi päätellä, että todellisella metsäkuljetusmatkalla ei ole vaikutusta ilmoitetun metsäkuljetusmatkan poikkeamaan.



Kuvio 29. Ilmoitetun ja todellisen metsäkuljetusmatkan yhteys korjuuketju G

Korjuuketju H:lle kertyi tutkimuksen aikana kolme tutkittavaa leimikkoa (Kuvio 30). Korjuuketju H ilmoittaa metsäkuljetusmatkat viiden metrin tarkkuudella. Korjuuketju H ilmoittamat metsäkuljetusmatkat on linjassa todellisen metsäkuljetusmatkan kanssa. Leimikossa yksi ilmoitettu metsäkuljetusmatka on huomattavasti lyhempi kuin todellinen metsäkuljetusmatka.



Kuvio 24 Korjuuketju H:n tutkimuksen aikana korjatut leimikot

Korjuuketju H:n ilmoittamien ja todellisten metsäkuljetusmatkojen erotus on keskimäärin -32,3 metriä alle todellisen metsäkuljetusmatkan korjattua leimikkoa kohden. Tutkimuksen ajalta korjuuketju on ilmoittanut keskimäärin metsäkuljetusmatkat 6 prosenttia todellista metsäkuljetusmatkaa lyhemmiksi jokaista korjattua leimikkoa kohden. Suuren eron selittää leimikko 1. Hajontakuviota korjuuketju H:n osalta ei kannata esittää, koska otokseen ei tullut kuin kolme leimikkoa.

5.4 Johtopäätökset

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää vastaavatko Pudasjärven hankintatien metsäasiantuntijoiden ja korjuuketjujen ilmoittamat metsäkuljetusmatkat todellisia metsäkuljetusmatkoja. Mielestäni tutkimuksellani vastattiin edellä mainittuun kysymykseen.

Metsäasiantuntijoiden osalta tuloksia tarkastellessa näkyy selvästi, että kaikki kolme metsäasiantuntijaa ilmoittavat metsäkuljetusmatkan liian lyhyeksi, varsinkin yli 300 metrin todellisilla metsäkuljetusmatkoilla. Keskimäärin kaikkien kolmen metsäasiantuntijan ilmoitetut metsäkuljetusmatkat jäävät yli 200 metriä leimikkoa kohden.

Mikäli metsäasiantuntija mittaa metsäkuljetusmatkan toimistolla karttaohjelman avulla, erot eivät voi olla näin isoja. Kuten hajontakuviot todistavat, mikäli todellinen metsäkuljetusmatka kasvaa myös metsäasiantuntijoiden aliarvio metsäkuljetusmatkasta kasvaa. Tuloksesta voidaan päätellä että metsäasiantuntijoiden metsäkuljetusmatkan aliarvio on systemaattista. Vaikka metsäkuljetusmatka mitataan linnuntietä karttaohjelmalla, aliarviointi on liian suurta. Varsinkaan, jos otetaan huomioon, että todellisen metsäkuljetusmatkan jäädessä 100–300 metriin arviot metsäkuljetusmatkasta ovat tarkempia. Pitkillä metsäkuljetusmatkoilla aliarvio metsäkuljetusmatkasta kasvaa.

Metsäasiantuntijoilla täytyy olla jokin syy, miksi todellisen metsäkuljetusmatkan pidentyessä aliarviot kasvavat. Talviteiden pettämisellä voidaan selittää osa pisimmistä metsäkuljetusmatkan eroista, mutta ei kaikkia. Osasyynä saattaa

olla, että metsäasiantuntijat yrittävät nostaa leimikon kantohintaa. Metsäkuljetusmatkan pidentyessä korjuukustannukset kasvavat ja metsänomistajalle maksettava kantohinta pienenee. Leimikoista on kova kilpailu puunostajien kesken, joten metsäasiantuntijat saattavat aliarvioida metsäkuljetusmatkaa saadakseen nostettua kantohintaa.

Korjuuketjujen tuloksia tarkastellessa huomaa, että korjuuketjut ilmoittavat metsäkuljetusmatkan huomattavasti tarkemmin kuin metsäasiantuntijat. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että korjuuketjut ilmoittavat joko GPS:llä tai kuormatraktorin matkamittarilla mitattua metsäkuljetusmatkaa. Suurin keskimääräinen yliarvio leimikkoa kohden on 63,5 metriä. Tämä on ainoa tulos, joka herättää huomiota tulosten tarkastelussa. Suurin osa korjuuketjuista on päässyt alle kymmenen metrin keskiarvoon leimikkoa kohden. Yksi korjuuketju on ilmoittanut metsäkuljetusmatkan 32,3 metriä liian lyhyeksi leimikkoa kohden.

Tulos on omasta mielestäni hyvä kaikilla korjuuketjuilla, paitsi yhdellä, jonka ilmoittama metsäkuljetusmatka on 63,5 metriä liikaa leimikkoa kohden. Tulos on yllättävä, koska kuormatraktorin taksa perustuu juuri ilmoitettuun metsäkuljetusmatkaan. Kuormatraktorille maksettavaa taksaa on helpoin nostaa ilmoittamalla metsäkuljetusmatkat liian pitkiksi.

6 POHDINTA

Opinnäytetyöni aiheen koin mielenkiintoiseksi ja tätä kautta mieleiseksi tehdä. Olen myös itse ilmoittanut metsäkuljetusmatkoja toimiessani hakkuukoneenkuljettajana Stora Enson korjuuyrittäjälle neljän vuoden ajan. Käytännönläheinen työ oli juuri tämän takia minulle sopiva. Tarkastusmittauksia varten minulla oli valmiiksi työkokemusta, jonka avulla määritellä oikea paikka leimikolta metsäkuljetusmatkan mittaamiseen. Opinnäytetyöprosessi oli opettavainen kokemus, joka vaati oma-aloitteisuutta ja päätöksentekokykyä. Työssäni sain olla tekemisissä Stora Enso Metsän henkilökunnan kanssa, ja sain kontakteja työelämästä tulevaisuutta varten.

Tarkastettavat leimikot työhöni toimitti Jussi Korhonen Stora Enso Metsältä. Tarkastusmittausten teko oli haastavin osa opinnäytetyössäni. Tutkimuksen kestoksi määriteltiin kuusi kuukautta ja tarkastusmittaus piti tehdä mahdollisimman pian korjuun jälkeen. Tarkastettavaksi leimikoita tuli kerran kuukaudessa ja leimikot sijaitsivat ympäri Pudasjärveä, joten välillä piti tehdä pitkiä päiviä ja autolla ajoa kertyi satoja kilometrejä tutkimuksen aikana. Talvella lumi toi oman haasteensa mittauksiin ja kesällä haasteena oli löytää kuormatraktorin käyttämä keruu-ura. Tarkastusmittaukset olivat haastavia varsinkin silloin, kun leimikko oli iso, tai kuvioita oli paljon. Leimikkoa piti kävellä ympäriinsä, jotta Stora Enso Metsän ohjeen mukainen metsäkuljetusmatkan mittaaminen onnistui.

Haasteista huolimatta tein tarkastusmittaukset huolella ja tunnollisesti, joten tulokset ovat luotettavia mittausten osalta. Työkokemuksestani oli suurta hyötyä työn tekemisessä. Stora Enso Metsän ohjeen mukaan metsäkuljetusmatka mitataan leimikolta siitä kohdasta, missä on eniten puuta. Tämän paikan löytäminen on haastavaa, koska puut oli jo ajettu pois leimikolta tarkastusmittausta tehdessä. Työkokemukseni avulla kuitenkin määritin leimikoilta oikeat mittauspaikat luotettavasti.

Opinnäytetyöni eteni suunnitellussa aikataulussa tarkastusmittausten osalta, mutta tulosten kirjoittaminen ja tarkastelu jäi suunnitellusta aikataulusta muuta-

man kuukauden. Olen tyytyväinen siihen miten olen esittänyt tulokset työssäni, ja hajontakuvioiden avulla esitetty tulokset ovat mielestäni selkeät.

Tehdessäni opinnäytetyötä huomasin, että olisi ollut järkevää painottaa metsäkuljetusmatkoja puumäärillä eli kuutiometreillä. Työni ei ota huomioon kuinka paljon puuta korjataan miltäkin matkalta, työssäni vertaillaan pelkästään metri-määräisiä matkoja. Pitkät metsäkuljetusmatkat nostavat keskiarvoja tuloksissani, joten olisi ollut järkevää painottaa matkoja puumäärillä. Kulurakennetta saataisiin paremmin selville, kun tiedettäisiin kuinka paljon puuta korjataan ja kuinka paljon metsäasiantuntijoiden ilmoittama metsäkuljetusmatka poikkeaa todellisesta. Tässä onkin mahdollinen idea jatkotutkimukselle Stora Enso Metsälle. Tuloksieni takia olisi hyvä tehdä samanlainen tutkimus isommalle alueelle, jotta saataisiin selville koskeeko metsäkuljetusmatkojen aliarvioiminen muitakin alueita. Jatkotutkimuksen voisi myös tehdä samalle alueelle sen jälkeen, kun tulokset on esitelty metsäasiantuntijoille, näin saadaan selville muuttavatko metsäasiantuntijat metsäkuljetusmatkan arvioimistapaansa.

Kokonaisuutena olen tyytyväinen työhöni, ainoastaan aikataulun venyminen oli ainoa pettymys työssäni. Käyttämäni tutkimusmenetelmä oli oikea työhöni, koska olen löytänyt vastaukset tutkimuksen alussa esitettyihin tutkimusongelmiin. Olen esittänyt vastaukset tutkimusongelmiin selkeästi ja ymmärrettävästi. Stora Enso Metsä voi hyödyntää tutkimustuloksiani ohjeistaessaan tutkimuksessa mukana olleita metsäasiantuntijoita ja korjuuketjuja.

LÄHTEET

Hakonen, O. 2013. Metsäkuljetusmatkan arvioinnin erot puunostajan ja puunkorjuuyrittäjän välillä Stora Enso Metsän Itä-Suomen hankinta-alueella. Joensuu: Karelia ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Metsätalouden insinööri.

Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P. 2000. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

littiläinen, P., Hyppölä, A., Kariniemi, A., Nieminen, T., Poikela, A., Ranta, R., Roininen, K., Rumpunen, H., Tolonen, H. & Äijälä, O. 2003. Korjuujälki harvenushakkuussa -opas. Helsinki: Metsäteho Oy.

Kariniemi, A. 2008. Puunhankinta. Teoksessa S. Rantala (toim.) Tapion taskukirja. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy, 391–427.

Kuitto, P.-J., Keskinen, S., Lindroos, J., Oijala, T., Rajamäki, J., Räsänen, T. & Terävä, J. 1994. Puutavaran koneellinen hakkuu ja metsäkuljetus. Metsäteho report 410. Helsinki: Metsäteho.

Metsäkeskus. 2013. Metsänkäyttöilmoitus. Viitattu 10.11.2015
<http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/doc/metsankayttoilmoitus.pdf>

Metsäteho Oy. 2015. Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2014. Metsätehon tuloskalvosarja 7a/2015. Viitattu 17.11.2015
http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja_2015_07a_Puunkorjuu_ja_kaukokuljetus_vuonna_2014_ms.pdf

Nurminen, T., Korpunen, H. & Uusitalo, J. 2006. Time consumption analysis of the mechanized cut-to-length harvesting system. *Silva Fennica* 40(2): 335–363.

Pesonen, M., littiläinen, P., Immonen, K., Jaakkola, S., Kariniemi, A., Korpilahti, A., Nieminen, T., Roininen, K., Strandström, M. & Vartiamäki, T. 2005. Korjuun suunnittelu ja toteutus -opas. Helsinki: Metsäteho Oy.

Sirén, M. 2005. Metsänkasvatus ja puunkorjuu. Teoksessa J. Hynynen, S. Valkonen & S. Rantala (toim.) Tuottava metsänkasvatus. Hämeenlinna: Karisto Oy, 148–158.

Stora Enso Metsä 2014. Metsäkuljetusmatkan määrittäminen ja mittaus. Sisäinen intranet.

Stora Enso Metsä 2015. Hankinta-alueet. Sisäinen intranet.
 Toivanen, H. & Pesälä, V. 2014. Stora Enso Metsä. Keskustelu metsäasiantuntijoiden kanssa 12.6.2014.

Uotila, E. & Viitala, E-J. 2000. Tietiheys metsätalouden maalla. Metsätieteen aikakauskirja 1/2000: 19–33.

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

Viitala, E-J. & Uotila, E. 1999. Optimaalinen tietiheys yksityismetsätalouden kannalta. Metsätieteen aikakauskirja 2/1999: 167–179.

Vesterinen, J. 2011. Metsäkoneita Suomessa ja Suomesta 1910-2000. Helsinki: Alfamer Oy.

Väkevä, J., Kariniemi, A., Lindroos, J., Poikela, A., Rajamäki, J. & Uusi-Pantti, K. 2003. Puutavaran metsäkuljetuksen ajanmenekki. Metsätehon raportti 123. Helsinki: Metsäteho Oy.