

# Konepalveluyrityksen lisäinvestointitarpeen selvitys

Ville Saarela

Opinnäytetyö  
Lokakuu 2014

Logistiikan koulutusohjelma  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) Saarela, Ville	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 11.10.2014
	Sivumäärä 82	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: X
Työn nimi <b>Konepalveluyrityksen lisäinvestointitarpeen selvitys</b>		
Koulutusohjelma Logistiikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Hannu Lähdevaara		
Toimeksiantaja(t) Konetyö A. & A. Saarela Ay		
Tiivistelmä Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää joutsalaisen Konetyö A. & A. Saarela Ay:n investointitarve kuorma-autolle. Kuorma-autoa käytettäisiin lähinnä hakkeen kuljetukseen, mutta tarkoituksena oli selvittää sille muitakin sopivia työtehtäviä. Opinnäytetyöhön kuului myös työtehtäviin sopivan kuorma-auton ja lisälaitteiden suunnittelu. Tavoitteena oli kustannus- ja investointilaskelmien avulla saada aikaan ehdotus investoinnin kannattavuudesta.  Opinnäytetyön teoria koostuu kolmesta osasta, joista ensimmäisessä käydään läpi kuljetusjärjestelmiä, niiden suunnittelua ja logistista verkkoa. Toisessa kerrotaan biomassojen logistiikasta lähinnä metsähakkeen ja turpeen osalta. Kolmannessa osassa käsitellään investointilaskentaa. Tutkimus toteutettiin selvittämällä yrityksen palveluiden nykytilannetta, joista lähempään tarkasteluun valittiin hakkeen kuljetus sekä likakaivojen tyhjennys. Näiden työmäärää selvitettiin historiatiedoista ja raportissa esitellään tärkeimmät asiakkaat. Tämän jälkeen suunniteltiin työtehtäviin sopiva kuorma-autokalusto, jonka perusteella tehtiin kustannus- ja investointilaskelmat. Vertailun vuoksi laskelmat tehtiin myös liikennetraktorille.  Opinnäytetyön tulokseksi ei saatu selkeää kyllä tai ei -vastausta, sillä investointipäätöstä ei voida tehdä pelkkien taloudellisten lukujen perusteella. Ongelmaksi muodostuivat lämpölaitosten varastot, jotka ovat liian pieniä kuorma-autolla toimimiseen. Nykyisellä hakkeen kysynnällä investointi ei kannata, mutta jos toiminta laajentuu sekä etäisyyksien että määrien puolesta, hankinta olisi kannattava.		
Avainsanat (asiasanat) Kuljetus, kuljetusjärjestelmät, biomassa, metsähake, investoinnit, investointilaskenta, kustannuslaskenta		
Muut tiedot		



Author(s) Saarela, Ville	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 11.10.2014
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 82	Permission for web publication: X
Title of publication <b>Survey of a Machine Service Company's Need for an Additional Investment</b>		
Degree Programme Degree Programme in Logistics		
Tutor(s) Lähdevaara, Hannu		
Assigned by Konetyö A. & A. Saarela Ay		
Abstract The aim of the thesis was to find out the need for a truck investment at Konetyö A. & A. Saarela Ay. Mainly the truck would be used for the transportation of woodchips, but other tasks could be considered, too. The aim was also to design a truck suitable for the needs and find out the profitability of the investment through investment calculation and cost accounting.  The thesis theory was divided into three parts: transportation systems, the logistics of biomass and investment calculation. The research was conducted by figuring out the work load needed for woodchips transportation and sewage tank emptying, which were to be the main tasks for the truck. After this the designing of the truck and its accessories was done, and then cost accounting and investment calculation. These calculations were also made for a tractor, so that the comparison could be made between a truck and a tractor.  The result of the thesis was not simply giving an answer "yes" or "no", because the investment decision could not be made only by looking at the financial figures. There could be some practical problems with using a truck in woodchips transportation, especially at the warehouses which are too small. Having the current demand of woodchips, the investment would not be profitable. But if the demand increase and transportation distances grow, a truck would be a profitable investment.		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> ) Transportation, transportation systems, biomass, woodchips, investments, investment calculation, cost accounting		
Miscellaneous		

# Sisältö

<b>1 Johdanto .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Kuljetusjärjestelmät .....</b>	<b>4</b>
2.1 Kuljetukset .....	4
2.2 Kuljetusjärjestelmän suunnittelun tasot .....	5
2.3 Kuljetusten luokittelu .....	5
2.4 Terminaalit.....	7
2.5 Logistinen verkko.....	8
<b>3 Biomassojen logistiikka.....</b>	<b>11</b>
3.1 Biomassa.....	11
3.2 Logistiikka .....	15
3.2.1 Metsähake .....	16
3.2.2 Turve .....	20
3.3 Metsähakkeen logistiikka Keski-Suomessa .....	21
<b>4 Investointilaskelmat .....</b>	<b>24</b>
4.1 Lähtöarvot .....	24
4.2 Laskentamenetelmät.....	25
<b>5 Konetyö A. &amp; A. Saarela Ay .....</b>	<b>27</b>
5.1 Nykytilanne ja kehittäminen .....	27
5.1.1 Yrityksen toiminta.....	27
5.1.2 Hakkeen tuotanto- ja kuljetuspalvelu .....	28
5.1.3 Likakaivojen tyhjennyspalvelu .....	31
5.2 Asiakkaat.....	33
5.2.1 Hakeasiakkaat .....	33
5.2.2 Likakaivoasiakkaat .....	38
5.3 Markkinoiden tulevaisuus .....	38
<b>6 Kuorma-autoinvestointi.....</b>	<b>39</b>
6.1 Kaluston suunnittelu .....	39
6.2 Hakkeen kuljetuspalvelu kuorma-autolla.....	44
6.3 Likakaivojen tyhjennyspalvelu kuorma-autolla.....	47
6.4 Kustannuslaskelmat.....	49
6.5 Investointilaskelmat .....	51
6.5.1 Vertailulaskelmat.....	51
6.5.2 Herkkyyshanalyysi.....	53
6.5.3 Kuljetusetäisyyden vaikutus .....	54
6.5.4 Hakemäärän lisääntymisen vaikutus.....	56
6.6 Investoinnin SWOT -analyysi .....	57
<b>7 Johtopäätökset.....</b>	<b>58</b>
<b>Lähteet .....</b>	<b>62</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>65</b>
Liite 1. Uuden kuorma-auton kustannuslaskelma.....	65
Liite 2. Uuden liikennetraktorin kustannuslaskelma .....	71
Liite 3. Käytetyn kuorma-auton kustannuslaskelma .....	77

## Kuviot

Kuvio 1. Polttoaineiden osuus energian kokonaiskulutuksesta 2012 ja 2013* (* ennakkollinen).....	13
Kuvio 2. Kiinteiden puupolttoaineiden käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa 2000–2012 .....	14
Kuvio 3. Metsähakkeen raaka-aineosuudet lämpö- ja voimalaitosten käytössä vuonna 2012 .....	16
Kuvio 4. Metsähakkeen käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa Keski-Suomessa vuosina 2000–2012.....	21
Kuvio 5. Yli yhden megawatin lämpö- ja CHP-laitokset Keski-Suomessa.....	22
Kuvio 6. Metsähakkeen toimituskohteet ja materiaalivirtojen suunta Keski-Suomessa .....	23
Kuvio 7. Konetyön hakkeen tuotanto ja kuormat kuukausittain .....	29
Kuvio 8. Konetyön haketuksessa käytettävä kalusto .....	30
Kuvio 9. Likakaivojen tyhjennysten jakautuminen kuukausittain vuonna 2013.....	32
Kuvio 10. Lämpölaitokset, joihin Konetyö toimittaa haketta .....	33
Kuvio 11. Konetyön toimittaman hakkeen määrä asiakkaittain .....	34
Kuvio 12. Joutsan Lämmön lämpölaite ja varasto .....	35
Kuvio 13. Ekowatin teollisuusalueen varasto.....	36
Kuvio 14. Ekowatin Joutsenlammen varasto .....	37
Kuvio 15. Kolmiakselinen telivetoinen kuorma-auto koukkuvaihtolavalaitteella ja 45 m <sup>3</sup> :n kontilla .....	44
Kuvio 16. Kuorma-auton ja liikennetraktorin kustannusvertailu.....	50
Kuvio 17. Liikennetraktorin ja kuorma-auton SWOT-analyysi .....	58

## Taulukot

Taulukko 1. Työkiertovertailu hakkeen kuljetuksessa .....	46
Taulukko 2. Työkiertovertailu likakaivojen tyhjennyksessä .....	48
Taulukko 3. Investointilaskelmien vertailu .....	52
Taulukko 4. Kuorma-auton investointilaskelman herkkyyshanalyysi .....	54
Taulukko 5. Kuljetusetäisyyden vaikutus kannattavuuteen .....	55
Taulukko 6. Investointilaskelmat suuremmalla hakemäärällä.....	56

# 1 Johdanto

Biopolttoaineiden käyttö Suomen energiantuotannossa on kasvanut tasaisesti jo parin viime vuosikymmenen aikana. Varsinkin metsähakkeen käyttö on lisääntynyt, sen kulutus lämpö- ja voimalaitoksissa on kymmenkertaistunut viimeisen reilun 10 vuoden aikana. Suomen maakunnista eniten metsähaketta käytetään Keski-Suomessa.

Joutsalainen perheyritys Konetyö A. & A. Saarela Ay tuottaa haketta Joutsan lämpölaitoksille sekä muille asiakkaille seudulla. Haketuksesta ja hakkeen kuljetuksesta onkin tullut yksi suurimmista yritystä työllistävästä toiminnoista. Tällä hetkellä haketus hoidetaan tienvarsihaketuksella traktorin perässä vedettävällä rumpuhakkurilla ja hake kuljetetaan lämpölaitokseen liikennetraktorilla ja 30 m<sup>3</sup>:n perävaunuilla. Yrityksessä on pohdittu, olisiko kannattavaa investoida kuorma-autoon, jolla hakkeen kuljetus nopeutuisi.

Opinnäytetyön tavoitteena oli siis selvittää, kannattaako kuorma-autoinvestointi tällaiseen yritykseen. Lisäksi tehtävänä oli tutkia, miten haketus- ja kuljetusprosessi muuttuu, kun käytössä on kuorma-auto, sekä mitä muita yrityksen töitä kuorma-autolla voitaisiin tehdä esimerkiksi kesäaikaan, jolloin hakkeen kysyntä on pienempää. Tutkimukseen sisältyi myös hakkeen kuljetukseen ja muuhun käyttöön soveltuvan kuorma-auton ja siihen tarvittavien lisälaitteiden suunnittelu, kustannus- ja investointilaskelmat sekä investoinnin kannattavuuden tarkastelu ja vertailu nykyiseen toimintamalliin. Opinnäytetyössä keskityttiin vain kuljetuksiin ja niiden kehittämiseen, joten esimerkiksi kuorma-autoalustaisen hakkurin hankinta oli rajattu tutkimuksen ulkopuolelle.

Opinnäytetyö on tyypiltään case-tutkimus, jolla on kartoittava tarkoitus. Tutkimuksessa kartoitettiin kuorma-auton investointia Konetyö A. & A. Saarela Ay:lle. Tutkimuksessa on sekä kvalitatiivinen että kvantitatiivinen ote. Tutkimusmenetelminä käytettiin haastattelua ja kenttätutkimusta. Lisäksi käytettävissä oli yrityksen sisäistä materiaalia.

## 2 Kuljetusjärjestelmät

Kuljetusjärjestelmä koostuu rakenteista, laitteista ja ihmisistä. Rakenteet sisältävät mm. terminaalit, raiteet, sillat, tunnelit, opasteet, tiet, vesiväylät ja satamat. Laitteita ovat esimerkiksi kontit, kuorma-autot, perävaunut, junat, lentokoneet ja alukset. Ihmiset työskentelevät mm. kuljettajina, lastaajina ja purkajina, kunnossapidossa sekä operatiivisissa, hallinnollisissa ja avustavissa tehtävissä. (Kasilingam 1998, 158.)

### 2.1 Kuljetukset

Kuljetukset ovat yksi tärkeä osa logistisessa ketjussa. Tarve kuljettamiseen ja kuljetukseen syntyy mm. siitä, että raaka-aineet eivät usein sijaitse tehtaiden ja tuotantolaitosten yhteydessä eivätkä valmiiden tuotteiden kuluttajatkään usein sijaitse näiden yhteydessä, puolivalmisteita ja komponentteja valmistetaan ympäri maailmaa, välimatkat ovat pitkiä, toimitustiheydet kasvavat, toimitusajat lyhenevät, toimituseräkoot pienentyvät, varastoja pyritään pitämään ”pyörien päällä” sekä tuotteen laatua pyritään kasvattamaan parantamalla toimitusten laatua eli saatavuutta, toimitustäsmällisyyttä ja -nopeutta. Fyysisessä toimitusketjussa raaka-aineet eivät voi siirtyä tuotantolaitoksiin eivätkä valmiit tuotteet edelleen kuluttajille ilman kuljetuksia. (Oksanen 2004, 18.)

Globaali logistiikka ja toimitusketjut vaativat kuljetuksilta mm. kustannusten ja kuljetusaikojen vähennystä, toimitustäsmällisyyttä, kuljetusaikojen vaihtuvuuden vähentämistä, eri kuljetusmuotojen saumatonta yhteistyötä, myöhästymisten, vaurioiden ja katoamisten minimointia sekä muita palveluita, kuten varastointi, nouto ja jakelu (Kasilingam 1998, 157). Kuljetusten aikana kuljetettaviin tuotteisiin ei tule niiden arvoa lisääviä muutoksia, vaan kuljetusten hyödyt voidaan saavuttaa edellä mainituista vaatimuksista. Toimitusketjujen strategiseen päätöksentekoon eivät nykypäivänä vaikuta paljoa raaka-aineiden, tuotannon, markkinoiden ja jälkimarkkinoiden sijainti, kiitos tehokkaiden kuljetusten, kuljetusketjujen ja kuljetusjärjestelmien. (Ritvanen, Inkiläinen, Bell & Santala 2011, 106.)

## 2.2 Kuljetusjärjestelmän suunnittelun tasot

Kuljetusjärjestelmää suunniteltaessa jaetaan suunnitelmat yleensä kolmeen tasoon: strateginen, taktinen ja operatiivinen. Suunnitelmien tasot eivät ole tarkasti rajattuja, vaan eri yrityksissä samantyyppiset suunnitelmat voivat olla eri tasoissa, mikä riippuu mm. yrityksestä, liiketoiminnasta ja tuotteista. Strategisissa suunnitelmissa on yleensä vain suunnittelua, taktisissa on sekä suunnittelua että kontrollointia ja operatiivisissa vain kontrollointia. (Rushton, Croucher & Baker 2014, 19.)

Strategiset suunnitelmat tehdään yleensä pitkälle aikavälille, yhdestä viiteen vuoteen. Ne ovat yleisiä rakenteellisia päätöksiä ja esimerkiksi yrityksen taloudellisia suunnitelmia ja käytänteitä. Taktisen tason suunnitelmat tähtäävät lyhyemmälle aikavälille, puolesta vuodesta vuoteen. Niissä voidaan tehdä päätöksiä alijärjestelmistä tai ne ovat vuosittaista budjetointia. Päivittäistä päätöksentekoa ovat operatiiviset suunnitelmat, joita tehdään yleisten käytänteiden mukaan. (Rushton ym. 2014, 20.)

Strategisten tasojen logistisia elementtejä ovat esimerkiksi päätökset jakelukanavista, varastojen tai terminaalien sijainnista, kuljetusmuotojen valinnasta sekä kuljetuspalvelun perustamisesta. Taktisella tasolla logistisia päätöksiä ovat mm. ajoneuvojen tyypit, koot ja lukumäärät, pääreitit, aikataulut, kuljettajien lukumäärä sekä varastojen tai terminaalien layoutit ja käsittelylaitteet. Operatiivisen tason logistisia elementtejä ovat esimerkiksi tavaroiden vastaanotto ja tarkastus, keräily, kuormaamisen aikataulutus, ajoneuvojen aikataulujen muutokset sekä ajoneuvojen ylläpidot. (Rushton ym. 2014, 21.)

## 2.3 Kuljetusten luokittelu

Kuljetukset voidaan karkeasti jakaa sisäisiin ja ulkoisiin kuljetuksiin. Sisäiset kuljetukset ovat yleisesti tuotantoalueen sisällä tapahtuvia materiaalin siirtoja. Ulkoiset kuljetukset taas ulottuvat tuotantoalueen ulkopuolelle. Ulkoiset kuljetukset voidaan edelleen jakaa mm. kuljetusmuodon, liikennelajin sekä kaukokuljetusten ja jakelu- tai noutokuljetusten mukaan. (Hokkanen, Inkinen & Käenmäki 2010, 4.)



### **Kuljetusmuodot**

Kuljetusjärjestelmissä voi olla useita eri kuljetusmuotoja. Kuljetusmuotoja ovat maantiekuljetukset, rautatiekuljetukset, vesikuljetukset, ilmakuljetukset sekä putki- kuljetukset. Varsinkin ulkomaankuljetukset muodostuvat usein kuljetusketjuista, joissa on useita kuljetusmuotoja ja käsittelyvaiheita. Multimodaalisessa kuljetuksessa käytetään vähintään kahta kuljetusmuotoa, joiden välillä lasti puretaan ja kuormataan kuljetusyksiköstä toiseen. Intermodaalikuljetuksissa käytetään myös vähintään kahta eri kuljetusmuotoa, mutta lastia ei pureta ja kuormata välillä, vaan se on koko ajan samassa kuljetusyksikössä (esim. kontissa tai irtoperävaunussa). (Oksanen 2004, 21; Ritvanen ym. 2011, 108–109.)

### **Kuljetusmuodon valinta**

Kuljetusmuotoa valittaessa valintaprosessi voidaan jakaa neljään osa-alueeseen: operatiiviset tekijät, kuljetusmuodon ominaispiirteet, lähettämiseen liittyvät tekijät sekä kustannus- ja palveluvaatimukset. Operatiiviset tekijät sisältävät ulkoiset tekijät, asiakkaan ominaispiirteet, tuotteen ominaisuudet sekä muut logistiset komponentit. Jokaisella kuljetusmuodolla on omat erityispiirteensä, jotka pitää ottaa huomioon kuljetusmuotoa valittaessa. Lähettämässä vaikuttavat tekijät ovat mm. reititys, etäisyys, rahdin tyyppi ja määrä sekä tärkeys. Kustannus- ja palveluvaatimuksista kuljetusmuodon valintaan vaikuttavat mm. toimituksen kiireellisyys ja palvelun luotettavuus. (Rushton ym. 2014, 370–381.)

### **Liikennelajit**

Liikennelajeittain kuljetukset jaotellaan tilaus-, linja-, sopimus- ja yksityiseen liikenteeseen. Tilausliikenteessä kuljetusvälineessä kuljetetaan ainoastaan tilaajan osoittamaa rahtia eli kuljetusväline on tilaajan määräysvallan alainen. Linjaliikenne tapahtuu säännöllisesti ennalta määrätyillä reiteillä sekä usein myös aikataulutetusti. Linjaliikenteen kuljetusyksikön kuljetuskapasiteetti on useamman lähettäjän käytettävissä. Sopimusliikenteessä kuljetusväline on vuokrattu vuokraajan kuljetustarpeisiin, määräysvalta kuljetusvälineeseen on vuokraajalla. Operatiivisesti sopimusliikenne voi olla luonteeltaan tilaus- tai linjaliikennettä. Yksityinen liikenne on yksityisen henkilön tai yhteisön oman tavaran kuljettamista. (Oksanen 2004, 47.)

### **Kaukokuljetukset**

Kaukokuljetuksissa (tai runkokuljetuksissa) kuljetetaan täysiä kuormia suurilla kuljetusvälineillä ja tyypillisesti vain yhteen kohteeseen, usein joko tehtaalta terminaaliin tai terminaalista toiseen. Kuljetusmatkat ovat yleensä suhteellisen pitkiä. Kaukokuljetuksilla harvoin pystytään tuomaan lisäarvoa toimintaan, joten se yritetään tehdä mahdollisimman kustannustehokkaasti. Kaukokuljetuksissa käytettäviä ajoneuvoja pyritään pitämään toiminnassa kellon ympäri käyttöajan maksimoimiseksi. Tärkeä tekijä on paluukuorman saatavuus, jotta kuljetuskapasiteetti saataisiin maksimoitua. (Rushton ym. 2014, 478–479.)

### **Jakelu- ja noutokuljetukset**

Jakelu- ja noutokuljetuksissa käytetään pienempiä ajoneuvoja, joilla jaetaan tavarat terminaalista jälleenmyyjille tai loppukäyttäjille sekä noudetaan asiakkailta tavaraa terminaaliin. Tyypillisesti jakelu- ja noutopisteitä on useita yhdellä reitillä ja ne sijaitsevat rajatuilla alueilla. Jakelu- ja noutokuljetuksissa ollaan usein tekemisissä asiakkaiden kanssa. Jakelu- ja noutohetket voivatkin olla ainut fyysinen kontakti asiakkaan ja kuljetusyrittäjän välillä. Tästä syystä asiakaspalvelu on jakelu- ja noutokuljetuksissa tärkeää ja sillä voidaan saada lisäarvoa kuljetuspalvelulle. Koska jakelu- ja noutopisteitä on useampia, reittisuunnittelu on haastavampaa kuin kaukokuljetuksissa. Haastetta lisäävät myös useiden asiakkaiden vaatimat aikaikkunat jakelulle ja noudolle. (Rushton ym. 2014, 479.)

## **2.4 Terminaalit**

Terminaali eroaa oleellisesti varastoista siinä, että terminaaleissa tavaralle on jo olemassa toimitusosoite, kun taas varastoissa tavaroiden toimituspaikkaa ei vielä tiedetä. Terminaalit ovat usein kuljetusten solmukohdissa, joissa toisiinsa yhdistyvät eri kuljetusmuodot, tavara- ja henkilöliikenne, kansainväliset ja kotimaan kuljetukset sekä erilaiset tietovirrat. Perinteisessä kappaletavaraterminaalissa noutokuljetuksista tavarat yhdistellään kaukokuljetuksiin ja toisinpäin kaukokuljetuksista järjestellään tavarat jakelukuljetuksiin. Terminaaliin voidaan myös yhdistää varastointipalveluita. (Mäkinen, Saarialho & Timmerbacka 1992, 287–291.) Lähettäjä voi myös itse tuoda lähetyksensä terminaaliin kuljetusta varten tai vastaanottaja voi osoittaa saapuvan

tavaran määräpaikaksi terminaalin ja noutaa lähetyksen sieltä itse (Hokkanen, Luukkainen & Karhunen 2011, 137).

Terminaalit ovat yleensä kuljetusliikkeiden omistamia, joten ne tukevat luonnollisesti varsinaista liiketoimintaa, kuljettamista (Mäkinen ym. 1992, 291). Yleisesti terminaaleissa suoritettavia toimintoja ovat saapuvan tavaran vastaanotto, siirto osoitealueelle ja uudelleen kuormaus. Tavallisesti terminaaleissa itse tavaran arvo ei kasva, mutta lisäarvoa tuo toimituksen nopeutuminen. Lisäksi pienten tavaraerien lähettäminen on asiakkaalle edullisempaa, kun kuljetusliikkeellä on käytössään terminaali, jossa se voi yhdistellä kuljetuksia. (Hokkanen ym. 2011, 138.)

Perinteisten terminaalien rinnalle on kehittynyt logistiikkaterminaaleja, joissa tarjotaan erilaisia lisäarvopalveluita. Näillä yrityksen pyrkivät vastaamaan kilpailutilanteeseen, joka edellyttää suuren tuotevalikoiman tarjoamista lyhyellä toimitusajalla edullisesti. Logistiikkaterminaalit sijoitetaan markkina-alueella keskeiselle paikalle siten, että toimitukset olisivat mahdollisimman nopeita. Logistiikkaterminaaleissa varastoidaan tuotevalikoiman perustarvikkeita, joihin lisätään erikoisosat asiakkaiden tilausten mukaan ja toimitetaan asiakkaalle. Näin saadaan edullisesti ja nopeasti perustuotteista asiakkaiden toiveiden mukaisia monipuolisia tuotteita. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 403.)

## **2.5 Logistinen verkko**

Logistista verkkoa voidaan mallintaa solmukohtilla ja niitä yhdistävillä kaarilla. Solmukohtat ovat rakennuksia ja paikkoja, kuten tehtaat, toimittajat, varastot, terminaalit ja asiakkaat. Kaaret kuvaavat materiaalivirtaa solmukohtien välillä eli kuljetuksia. Yleensä logistinen verkko käsittää useita solmukohtia ja useita vaihtoehtoisia kaaria näiden välillä. Tästä syystä optimaalisen logistiikkaverkon suunnittelu ja konfigurointi on hyvin monimutkainen ja vaativa tehtävä. Logistisen verkon kehittämisellä voidaan kuitenkin saavuttaa jopa 5–15 % säästöjä logistiikkakustannuksissa. (Kasilin-gam 1998, 49–50.)

Logistista verkkoa suunniteltaessa rakennusten (kuten tehtaiden, varastojen, jakelukeskusten ja terminaalien) sijaintien määrittely on tärkeää. Ne voivat olla joko strategisen tai taktisen tason päätöksiä. Sijaintipäätökset voivat vaikuttaa kysynnän määrään. Sijaintien päättämisessä on erilaisia ongelmia, kuten:

- **aikajänne:** yksivaiheisessa (*single-period*) mallissa kaikki sijainnit päätetään heti suunnittelun alussa perustuen ennusteisiin, kun taas monivaiheisessa (*multi-period*) mallissa sijoituspäätöksiä tehdään suunnitelman edetessä
- **rakennusten tyyppi:** yksityyppisessä (*single-type*) mallissa kaikki rakennukset ovat samantyyppisiä (esim. vain jakelukeskus), monityyppisessä (*multi-type*) mallissa on useita erilaisia rakennuksia (esim. tehtaita, jakelukeskuksia, kauppoja)
- **materiaalivirta:** yksitavaraisessa (*single-commodity*) mallissa verkossa liikkuva materiaalia on samanlaista, homogeenista, kun taas monitavaraisessa (*multi-commodity*) mallissa verkossa liikkuu erilaista tavaraa, joilla on erilaisia ominaispiirteitä
- **rakennusten vuorovaikutus:** monimutkaisissa verkoissa materiaalivirtoja voi olla samantyyppisten rakennusten välillä, jolloin optimaalinen sijainti riippuu valmiin tuotteen kysynnän lisäksi rakennusten keskinäisestä asemasta
- **hallitseva materiaalivirta:** yksitasoisessa (*single-echelon*) mallissa joko lähtevä tai tuleva materiaalivirta on merkityksetön (esimerkiksi painon suhteen), kun taas monitasoisessa (*multiple-echelon*) mallissa molemmat virrat ovat relevantteja
- **kysynnän jaollisuus:** jaetussa (*divisible*) mallissa jokaisen asiakkaan toimitukset tulevat yhdestä jakelukeskuksesta, jakamattomassa (*indivisible*) mallissa asiakkaiden toimitukset tulevat kahdesta tai useammasta jakelukeskuksesta
- **kuljetusten vaikutus:** kuljetuskustannukset vaihtelevat sen mukaan, kuljettaanko tavaraa vain kahden pisteen välillä, vai tehdäänkö jakelua ja noutoa useasta pisteestä samalla kuljetuksella
- **jälleenmyynnin sijainti.** (Ghiani, Laporte & Musmanno 2004, 74–76.)

## Reittisuunnittelu

Kuljetuskustannukset muodostavat tyypillisesti noin  $\frac{1}{3}$ – $\frac{2}{3}$  logistiikkakustannuksista, joten kuljetusvälineiden ja työntekijöiden maksimaalinen hyödyntäminen on tärkeää. Tutkittaessa kuljetuskustannusten pienentämismahdollisuuksia yleiseksi ongelmaksi muodostuu parhaan reitin valinta logistisessa verkossa eli millä reitillä voidaan minimoida aika ja matka. Reitittämisiongelmaa on useita erilaisia, joista muutama on perustyyppin ongelmia. Ensimmäisessä ongelmassa on erilliset lähtö- ja määräpaikat ja molempia on vain yksi. Tämä on yksinkertainen ongelma, joka voidaan ratkaista lyhimmän reitin menetelmällä (*shortest route method*). Toisessa perusongelmassa on edelleen erilliset lähtö- ja määräpaikat, mutta niitä molempia on useita. Tämän ratkaisussa käytetään usein lineaarisen optimoinnin algoritmia (*transportation method*). Kolmannessa perusongelmassa lähtö- ja määräpaikat ovat samat, mutta niiden välillä on pisteitä, joissa pitää käydä. Tällainen ongelma esiintyy esimerkiksi jakelukuljetuksessa, joka lähtee terminaalista ja jonka reitillä on myös noutoja, jotka vievät terminaaliiin. Tätä kutsutaan myös kauppamatkustajan (*traveling salesman*) ongelmaksi. Tähän ongelmaan on laskennallisesti vaikeampi saada tarkkaa ratkaisua, kun mukana on useita pisteitä, joissa pitää käydä. Tästä syystä ongelma ratkaistaan usein heuristiikan (kokemusten, arvioiden) avulla. (Ballou 1992, 483–491.)

Hyvän reittisuunnitelman tekemiseksi kolmanteen perusongelmaan Ballou antaa kahdeksan peruseriaatetta:

1. Suunnittele reitti niin, että kohteet ovat lähellä toisiaan.
2. Aikatauluta lähetykset niin, että lähellä toisiaan olevat kohteet ajetaan samana päivänä.
3. Aloita reitin rakentaminen kauimmaisesta kohteesta.
4. Vältä risteävyyksiä reitillä, pyri tekemään reitistä pisaran muotoinen.
5. Suunnittele reitit ensiksi suurimmille kuljetusvälineille.
6. Yhdistä noudot mahdollisuuksien mukaan jakelun kanssa samalle reitille jakeluiden väleihin.
7. Yksittäisille muista kaukana oleville kohteille suunnittele oma jakelu ja nouto tai osta kuljetuspalvelu toiselta palveluntarjoajalta.

8. Vältä kapeita aikaikkunoita, tarvittaessa neuvottele uudestaan. (Ballou 1992, 492–493.)

## 3 Biomassojen logistiikka

### 3.1 Biomassa

Biomassalla tarkoitetaan biologista alkuperää olevaa orgaanista ainesta eli toisin sanoen eloperäistä kasvimassaa. Biomassasta tuotetaan suoraan tai epäsuorasti polttoaineita, joita kutsutaan biopolttoaineiksi. Biomassasta suoraan luonnosta tuotettua biopolttoainetta ovat esimerkiksi hake ja ruokohelpi, epäsuorasti tuotettua esimerkiksi maa- ja metsätalouden sekä teollisuuden orgaanista alkuperää olevat jätteet ja sivutuotteet. Biopolttoaineet jaetaan kiinteisiin (mm. hake, turve, ruokohelpi, jätteet), nestemäisiin (mm. biodiesel, mustalipeä) ja kaasumaisiin (mm. biokaasu, puukaasu). Biopolttoaineesta saadaan edelleen bioenergiaa riippumatta sen olomuodosta. (Hakkila n.d.; Lähdevaara, Savolainen, Paananen & Vanhala 2010, 18.)

Tässä luvussa keskitytään vain kiinteisiin, suoraan luonnosta tuotettuihin biopolttoaineisiin ja niistä keskeisimpiin Suomen energian tuotannossa käytettyihin metsähakkeeseen ja turpeeseen. Vielä 2000-luvun alkupuolella uskottiin, että ruokohelvestä tulisi uusi bioenergian lähde hakkeen ja turpeen rinnalle, mutta näin ei käynytäkään. Ruokohelven energiakäytössä kuljetuskustannukset nousivat liian suuriksi. Ruokohelpeä ei saada kuljetuksia varten tarpeeksi tiiviiksi, jotta voitaisiin kuljettaa täysimassaisia kuormia. Esimerkiksi yhteen ruokohelpikuormaan mahtuu vain kolmasosa siitä energiamäärästä, joka saadaan kuljetettua turvekuormassa. Lisäksi lämpölaitoksia ei pystytä käyttämään pelkästään ruokohelvellä, vaan se pitäisi murskata ja sekoittaa hakkeeseen tai turpeeseen. Tämä taas lisää kustannuksia. (Siponmaa & Vaara 2013.) Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen Tiken tilastojen mukaan ruokohelven viljely oli suurimmillaan 19 000 hehtaaria vuonna 2007, vuoden 2014 ennakkotietojen mukaan viljelyalaa on enää 6 000 hehtaaria (Käytössä oleva maatalo-

usmaa 2007; Käytössä oleva maatalousmaa 2014). Ruokohelven käytön vähentymisen vuoksi raja sen ulos tästä luvusta.

Biomassojen yhteydessä käytetään useita eri yksiköitä. Näistä keskeisempiä ovat

$m^3$	kuutiometri, teoreettinen kiintotilavuus
$i\text{-}m^3$	irtokuutiometri, tilavuus esim. kuljetusvälineessä
t	tonni
MWh	megawattitunti
GWh	gigawattitunti
TWh	terawattitunti

Lukujen muuntaminen näiden yksiköiden välillä tapahtuu muuntokertoimien avulla:

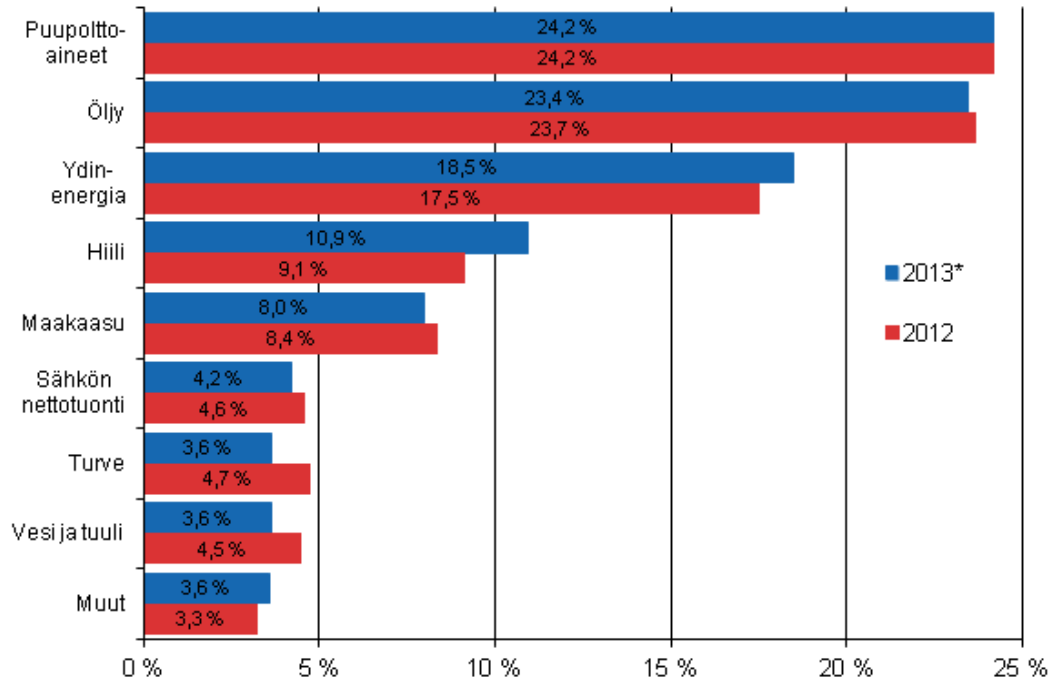
$1 m^3$  puuta  $\approx 2,5 i\text{-}m^3$  metsähaketta  $\approx 1,9$  MWh

$1 i\text{-}m^3$  metsähaketta  $\approx 0,8$  MWh  $\approx 0,3$  t

$1$  t jyrsinturvetta =  $2,81$  MWh; tiheys  $0,320$  t/ $m^3$

$1$  TWh =  $1\ 000$  GWh =  $1\ 000\ 000$  MWh (Lähdevaara ym. 2010, 20–21.)

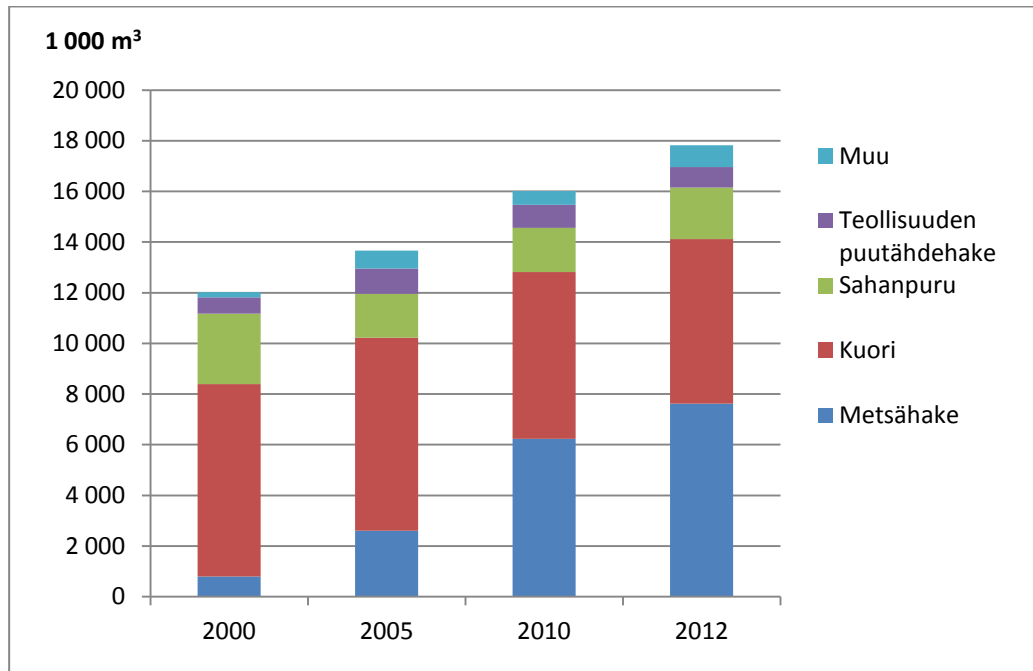
Tilastokeskuksen ennakkotietojen mukaan vuonna 2013 energian kokonaiskulutus oli n.  $1\ 341$  PJ (petajoule) eli n.  $373$  TWh (terawattituntia). Tästä lähes neljännes tuotettiin puupolttoaineilla (ks. kuvio 1). Tässä tilastossa mukana ovat sekä suoraan että epäsuorasti tuotetut puupolttoaineet. Turpeen käyttö väheni vuoteen 2012 verrattuna yli 25 prosenttia. Vuoden 2013 lämmin loppuvuosi vaikutti vähentävästi lämmitysenergian kulutukseen. (Suomen virallinen tilasto (SVT): Energian hankinta ja kulutus 2014.)



Kuvio 1. Polttoaineiden osuus energian kokonaiskulutuksesta 2012 ja 2013\* (\* ennakkollinen) (Suomen virallinen tilasto (SVT): Energian hankinta ja kulutus 2014, Liitekuvio 7.)

Suomen lämpö- ja voimalaitoksissa poltettiin vuonna 2012 kiinteitä puupolttoaineita 17,8 miljoonaa kuutiometriä. Suurin osa tästä oli metsähaketta, jota kului 7,6 miljoonaa m<sup>3</sup>. Pientaloissa poltetun metsähakkeen kanssa kokonaiskäyttö kasvoi 8,3 miljoonaan kuutiometriin, mikä on ennätyslukema. Kiinteiden puupolttoaineiden käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa on kasvanut tasaisesti ja metsähake on tämän vuosikymmenen alussa noussut käytetyimmäksi puupolttoaineeksi (ks. kuvio 2). (Metsäntutkimuslaitos 2013, 274.)





Kuvio 2. Kiinteiden puupolttoaineiden käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa 2000–2012 (Metsäntutkimuslaitos 2013, 288.)

### Metsähake

Metsähake on puusta koneellisesti leikkaamalla tai murskaamalla tuotettu pienirakeinen pala. Sitä käytetään polttoaineena kiinteistöjen automaattisissa lämmityslaitteissa, aluelämpölaitoksissa ja kaupunkien sekä teollisuuden lämpö- ja voimalaitoksissa. Hakkeen raaka-aineena käytetään latvus- ja oksamassaa, pienpuuta, kantoja sekä runkpuuta, joka ei lahovikaisuuden, liiallisen mutkaisuuden, lenkouden tai haaraisuuden vuoksi kelpaa puunjalostusteollisuuden raaka-aineeksi. Metsähakkeen tärkeimmät ominaisuudet energiakäytössä ovat palakoko, kosteus ja tilavuuspaino. Hakkeen palakoot ryhmitellään neljään eri luokkaan: alle 16 mm, alle 45 mm, alle 63 mm ja alle 100 mm. Lisäksi eri luokilla on omat vaatimuksensa hienon ja karkean aineksien osuuksille. Haluttu palakoko saadaan aikaan hakkurissa tai murskaimessa olevalla seulalla. Kosteudella on suurin merkitys hakkeen lämpöarvoon ja siitä saata-vaan energiahyötyyn. Metsähakkeen kosteus poltettaessa on tavallisesti 20 - 50 % välillä. (Lähdevaara ym. 2010, 32–33; Metsähake 2014.)

## **Turve**

Turve on kuolleesta kasvillisuudesta maatunutta ainesta, jota muodostuu kosteissa ja hapettomissa olosuhteissa. Olosuhteiden vuoksi kasvit eivät hajoa kunnolla, vaan niistä syntyy ohut levymäinen turvekerros. Turpeen uusiutumisaika on 2000–3000 vuotta, minkä johdosta se on Suomessa määritelty hitaasti uusiutuvaksi biopolttoaineeksi. Energiantuotannossa turpeesta valmistetaan jyrsin- ja palaturvetta. Jyrsin- turve on rakeista kooltaan 0,1–10 mm, palaturve on muodoltaan sylinterimäinen ympyrälieriö tai lainemainen nauha pituudeltaan 50–200 mm ja halkaisijaltaan 40–70 mm. (Lähdevaara ym. 2010, 90; Turve 2010.)

## **3.2 Logistiikka**

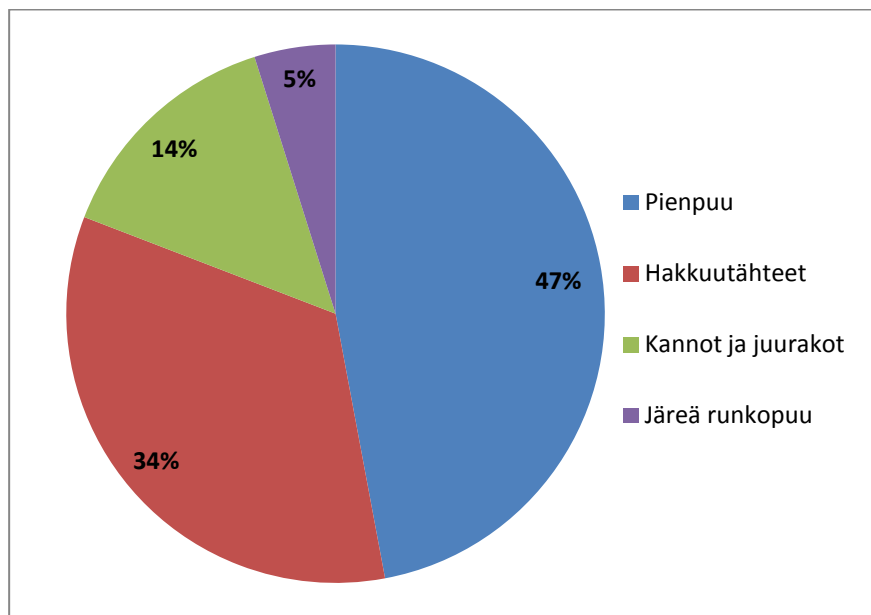
Biopolttoaineiden logistiikkaan liittyy samoja osa-alueita kuin muidenkin tavaroiden logistiikkaan: varastointi, kuljetus, eräkoon määrittäminen, varastotilat sekä vaihtomaisuuden ja kysynnän hallinta. Kun logistiikan hallinta laajennetaan koko toimitusketjun (tai toimitusverkon) hallinnaksi, mukaan tulee myös tuotannonohjaus. Biopolttoaineiden toimitusketjun tulee olla mahdollisimman kustannustehokas, eli suuria volyymeja toimitetaan mahdollisimman pienillä panostuksilla. Metsähakkeen toimitusketju saadaan tehokkaaksi, kun materiaali sijaitsee 10–50 kilometrin etäisyydellä käyttöpaikasta. Turvekuljetukset ovat yleensä pidempiä, jopa 200 kilometriä. Kuljetusetäisyyteen vaikuttaa käyttöpaikan kokoluokka; suurille voimalaitoksille etäisyydet ovat pidempiä kuin pienille lämpölaitoksille. Lisäksi suurten käyttöpaikkojen kohdalla varastojen tarve lisääntyy, jolloin kuljetuksien ja varastoinnin aiheuttamien kustannuksien täytyy olla tasapainossa. Logistiikkaan vaikuttaa myös erityisesti kaukolämpöä tuottavien laitosten kohdalla kysynnän voimakas vaihtelu vuodenaikojen ja sääolosuhteiden mukaan. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat mm. kelirikkoaika, toimittajien kilpailu metsäenergiavaroista, tarjonnan vaihtelu ja energian hinta laitoksella. (Lähdevaara ym. 2010, 23–26.)

Tässä luvussa käyn läpi biopolttoaineiden logistiikkaa metsähakkeen ja turpeen osalta. Lisäksi metsähakkeen yhteydessä kerron tarkemmin sen tuotantotavoista, sillä metsähake on tärkeä osa tätä opinnäytetyötä.

### 3.2.1 Metsähake

#### Tuotanto

Metsähakkeen raaka-aineista latvus- ja oksamassaa saadaan pääasiassa kuusi-, mänty- ja koivuleimikoiden päätehakuista. Päätehakuista saadaan myös teollisuudelle kelpaamatonta järeää runkopuuta sekä kantoja. Pienpuuta saadaan erillisistä energiapuuharvennuksista joko kokopuuna tai karsittuna rankana. Pienpuuta saadaan myös integroidusta puunkorjuusta, jossa korjataan sekä ainespuuta että energiapuu- ta. Vuonna 2012 lämpö- ja voimalaitoksissa käytettiin metsähaketta yhteensä n. 7,6 miljoonaa kuutiota, josta lähes puolet oli pienpuuta (ks. kuvio 3). (Lähdevaara ym. 2010, 32; Metsäntutkimuslaitos n.d.)



Kuvio 3. Metsähakkeen raaka-aineosuudet lämpö- ja voimalaitosten käytössä vuonna 2012 (Tiedot: Metsäntutkimuslaitos n.d.)

Metsähakkeen raaka-aineet kuljetetaan leimikolta metsätraktorilla kasoihin joko metsäteiden varsille tai metsäpalstalle. Raaka-aineita kuivatetaan kasoissa vähintään yhden kesän yli. Tästä eteenpäin hakkeen tuotanto tapahtuu joko hajautetun tai keskitetyn mallin mukaan. Hajautetussa mallissa haketus tapahtuu joko tienvarsilla tai metsäpalstalla. Metsäpalstalla tapahtuva haketus on nykyään melko vähäistä. Tien-

varsihaketuksessa hakkuri tai murskain tuodaan raaka-ainekasan viereen, jossa kasa haketetaan kuljetusvälineeseen, joka kuljettaa hakkeen käyttöpaikalle. Keskitetyssä mallissa tuotantopaikkana on varastoalue (terminaali) tai käyttöpaikka. Terminaalihaketuksessa raaka-aineet kuljetetaan tienvarresta terminaaliin, jossa haketus tapahtuu hakkurilla tai murskaimella. Haketta tehdään joko kasaan tai suoraan kuljetusvälineeseen, jolla se viedään käyttöpaikalle. Käyttöpaikkahaketuksessa raaka-aineet kuljetetaan tienvarsilta suoraan käyttöpaikalle, jossa haketus tai murskaus tapahtuu. Hake voidaan syöttää joko varastoon tai suoraan kattilaan johtavalle kuljettimelle. Keskitetyssä mallissa murskaimet voivat olla kiinteitä laitoksia. Haketustavoista tienvarsihaketus on yleisintä, vuonna 2012 sen osuus kaikesta metsähakkeen tuotannosta oli 60 %, kun taas terminaalihaketuksen osuus oli 22 % ja käyttöpaikkahaketuksen osuus 18 %. Raaka-aineiden mukaan eriteltyinä tienvarsihaketus oli yleisintä pienpuu- (69 %) ja hakkuutähdehaketuksissa (75 %), kannoissa käyttöpaikkahaketuksella oli suurin osuus 42 % ja järeässä runkopuussa terminaalihaketus oli yleisintä 46 %:n osuudella. (Lähdevaara ym. 2010, 36–37; Metsäntutkimuslaitos 2013, 290.)

### **Varastointi**

Metsähakkeen raaka-aineiden varastoinnilla voidaan vaikuttaa paljon hakkeen kosteuteen ja energiasisältöön. Raaka-aineet kuivuvat kasoissa, joten niiden tekemiseen tulee kiinnittää riittävästi huomiota. Kuivumista edistävät varastokasojen oikea-aikainen perustaminen, suurien kasojen suosiminen, kasojen tekeminen vettä hylkiviksi sekä kasojen peittäminen. Hyvä varastopaikka on tasainen, kantava, avoin ja tuulinen, eikä kiviä, kantoja tai puita ole koneiden esteenä tai kasan alla. Lisäksi tulee varmistaa, että tieyhteydet varastolle ja kääntöpaikat ovat riittävät tarpeen vaatiessa suurillekin kuorma-autoyhdistelmille. (Varastointi 2014.)

Varastoalueen eli terminaalin perustamisessa tärkeitä seikkoja ovat sijainti ja koko sekä toimintaidea. Sijainti voidaan ratkaista optimoimalla ja ottamalla huomioon kustannustekijät. Hakkeen tai murskeen tuotantoon tarkoitettu terminaali tulee sijoittaa tarpeeksi etäälle asutuksesta melu- ja pölyhaittojen sekä liikennemäärän vuoksi. Terminaalin pohjan tulee olla kantava ja tarpeen vaatiessa asfaltoitu. Terminaalissa raaka-aineet varastoidaan kasoissa ja hakkeesta ja murskeesta tehdään au-

matyyppisiä varastoja. Jotta terminaalin perustaminen olisi kannattavaa, tulisi vo-lyymien olla tarpeeksi suuria. (Lähdevaara ym. 2010, 62–63.)

Käyttöpaikalla valmista haketta ei yleensä varastoida pitkiä aikoja, vaan kuormat puretaan punnituksen jälkeen joko vastaanottoasemaan tai kentälle, josta ne myöhemmin siirretään kuljettimille. Käytössä voi olla myös hakesiiloja, joihin mahtuu käyttöpaikan koon mukaan maksimissaan muutaman vuorokauden kulutusta vastaava määrä. Pienemmissä lämpölaitoksissa hake puretaan suoraan varastoon, josta se siirtyy kattilaan automatisoitujen kuljettimien avulla. (Lähdevaara ym. 2010, 68.)

### **Kuljetus ja kalusto**

Metsähakkeen kuljetus tapahtuu pääasiassa kuorma-autoyhdistelmillä. Tieverkkoa pitkin taloudellisesti kannattava kuljetusetäisyys metsähakkeelle on noin 100–150 km. Varsinkin tienvarsihaketuksessa kuljetusmatkan kasvaessa toimitusketjun tehokkuus kärsii joko hakkurin tai autojen odotusaikojen lisääntyessä. Metsästä saatavien biopolttoaineiden vesitiekuljetuksia on myös kokeiltu. Aluskuljetuksen etuina pidettiin pientä työvoiman tarvetta, kuljetustehokkuutta yli 100 km etäisyyksillä, toimitusvarmuutta ja pieniä CO<sup>2</sup>-päästöjä. Heikkouksia sen sijaan ovat huono kustannuskilpailukyky alle 100 km:n etäisyyksillä, lastauspaikkojen rajallinen määrä, lastaus- ja purkukustannukset satamissa, käyttö mahdollista vain talvikauden ulkopuolella, proomujen saatavuus sekä vaatimus suurille vuotuisille hankintamäärille. Rautateillä on kuljetettu risutukkeja ja kokeiluja on tehty myös hakkeelle, kantomurskeelle ja murskaamattomille kannoille sekä energiapuulle. Metsähakkeen kuljetuksissa junakuljetus voittaa autokuljetuksen kustannustehokkuudessa, kun kuljetusetäisyys on yli 150 km. Junakuljetuksissa heikkouksia ovat terminaalialueiden puute, rajattu loppuasiakkaiden määrä, kilpailun puute ja vaunukaluston saatavuus. (Laitila, Leinonen, Flyktman, Virkkunen & Asikainen 2010, 41–43.)

Hakkeen ja murskeen tuotannossa käytetään joko hakkuria tai murskainta. Hakkurilla työestetään latvusmassaa, pienpuuta sekä järeää puuta. Murskainta käytetään pääasiassa kantojen ja muiden erikokoisten ja -tyyppisten biomassojen murskaamiseen. Murskain sietää epäpuhtauksia hakkuria paremmin. Murskaimessa on tylpät, vasaramaiset terät, joilla aines murskataan ja kuljetetaan hihnakuljetinta pitkin kuljetus-

välineeseen tai kasaan. Murskain rakennetaan yleensä pyöräalustaisena, jolloin sitä voidaan liikutella kuorma-autolla, tai kiinteänä laitoksena esimerkiksi terminaaleihin tai käyttöpaikoille. Hakkurin päätyypit ovat rumpu- ja laikkahakkuri, joista rumpuhakkuria käytetään suuremmissa kokoluokissa. Rumpuhakkurissa on terät lieriömäisen rummun ympärillä, joilla puuainees haketetaan. Rummun jälkeen hakkurissa on seula, jolla saadaan haluttu palakoko. Seulan läpäistyään hake lentää torvesta kuljetusvälineeseen tai kasaan. Laikkahakkurin toimintaperiaate on muuten samanlainen, mutta terät ovat kiinnitettynä teräpyörän sivupinnalle säteen suuntaisesti ja puut syötetään vinosti teräpyörän sivupintaa kohden. Hakkurit voivat olla kuorma-auton päälle rakennettuja, suoraan työkoneeksi rakennettuja tai traktorin perässä vedettäviä. Hakkureita käytetään pääasiassa tienvarsihaketuksissa, mutta myös terminaaleissa ja käyttöpaikoilla, jos koneessa on korkea tuntituotos. (Lähdevaara ym. 2010, 33–35.)

Tieverkoilla hakkeen yleisin kuljetusväline on kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmä. Myös puoliperävaunuyhdistelmiä käytetään. Pienemmille lämpölaitoksille haketta kuljetetaan myös traktorin perävaunussa. Kuorma-autot ovat yleensä 3- tai 4-akselisia ja telivetoisia. Varsinaisissa perävaunuissa akseleita on kolme, neljä tai viisi, puoliperävaunuissa yleensä kolme. Haketta kuljetetaan joko kiinteissä kuormatiloissa tai vaihtolavakonteissa. Kuorma-auton kiinteän kuormatilan koko vaihtelee akselien määrästä, kantavuudesta, akselivälistä ja ohjaamomallista riippuen 44–66 m<sup>3</sup>:oon. Myös perävaunujen kuormatilojen koko vaihtelee akselien lukumäärästä, akselivälistä ja pituudesta riippuen 80–100 m<sup>3</sup>:oon. Kuorman purkaminen voi tapahtua kippaamalla sivulle tai taakse, ketjupurkulaitteella, kolatekniikalla (koko kuormatilan levyinen ja korkuinen levy liikkuu pituussuunnassa) tai liikkuvalla lattialla. Kantoja ja pienpuuta kuljetetaan nk. kantoautoilla, joissa kuormatilan kokoa voidaan säätää liikkuvalla kopalla ja jotka on varustettu nosturilla. Myös ainespuun kuljetukseen tarkoitetuilla autoilla voidaan kuljettaa karsimatonta pitkää irrallista pienpuuta, rankaa ja risutukkeja. (Lähdevaara ym. 2010, 70–72.)

### 3.2.2 Turve

#### Tuotanto

Energiakäyttöön turpeesta tuotetaan sekä jyrsin- että palaturvetta, joista jyrsinurpeen osuus on noin 90 %. Turpeen tuotannossa käytettäviä menetelmiä ovat haku-, imuvaunu-, kokoojavaunu- ja karheen siirtomenetelmät sekä palaturpeen tuotanto. Menetelmän valintaan vaikuttaa mm. tuotetaanko jyrsin- vai palaturvetta sekä tuotantoalueen koko ja yhtenäisyys. (Lähdevaara ym. 2010, 90; Turvetta tuotetaan usealla tavalla n.d.)

#### Varastointi

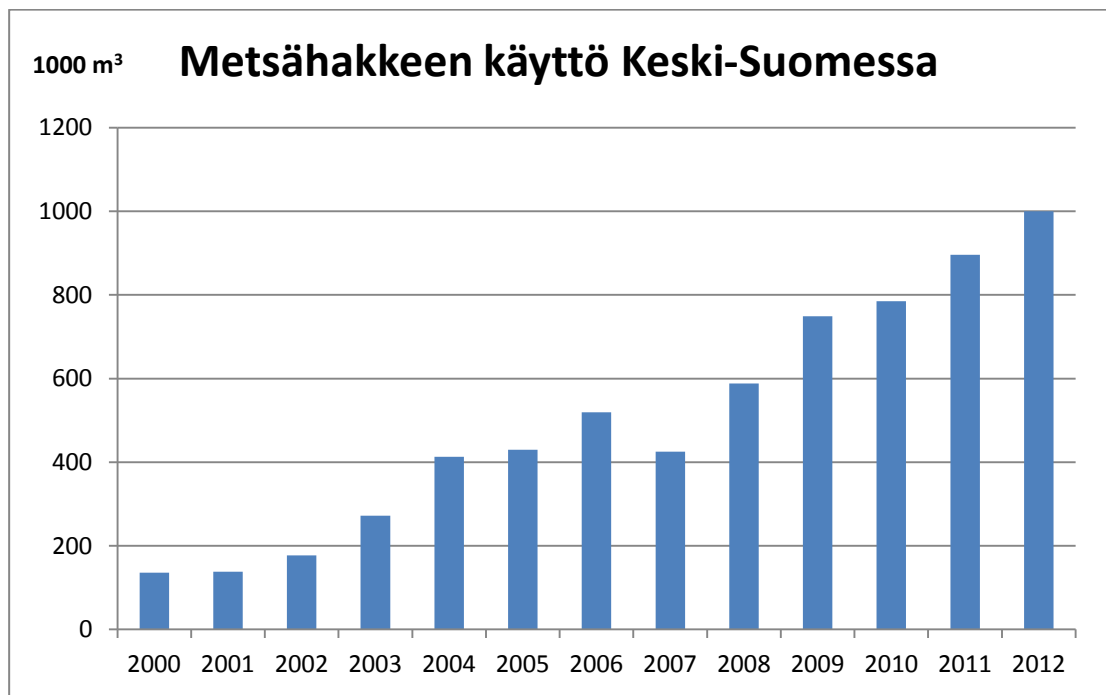
Turvetta varastoidaan suoalueella turvepenkereissä eli aumoissa. 3–4 kuukautta kestävä tuotantokauden aikana kesällä suolle muodostuu suuria varastoja, joita käytetään tuotantokauden jälkeen syyskuun ja kesäkuun välisenä aikana. Turvetta toimitetaan aumavarastoilta asiakkaan tilauksen mukaan, koska suuren turvemäärän toimitus ennakkoon asiakkaan varastoon on mahdotonta. Turveauman rakentamistavalle ja koolle on annettu tarkat määräykset, joiden tavoitteena on korkea, tiivis auma, mikä vähentää turpeen kastumista ja itsekuumenemistä. Aumat peitellään muovilla. (Lähdevaara ym. 2010, 90–91.)

#### Kuljetus ja kalusto

Jyrsinurvetta kuljetetaan pääasiassa voimalaitoksille ja palaturvetta lämpölaitoksille. Kuten metsähakkeenkin kohdalla, myös turvetta kuljetetaan eniten kuorma-autoyhdistelmillä. Junakuljetuksiakin on kokeiltu, mutta ongelmana ovat uudenaikaisempien vaunujen puute. Maantiekuljetuksissa kalusto on samanlaista kuin metsähakkeen kuljetuksissa käytettävät kuorma-auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmät. Kuormatila on kiinteä ja mahdollisimman kevytrakenteinen. Tuotannossa kalustona käytetään traktoreita ja niihin kytkettäviä vetolaitteita. Aumoilla kuormat lastataan kuorma-autoihin joko pyöräkuormaajalla tai kaivinkoneella. Purku tapahtuu käyttöpaikalla yleensä ketjupurkulaitteella tai sivulle kippaamalla. (Lähdevaara ym. 2010, 94, 99; Turvetta tuotetaan usealla tavalla n.d.)

### 3.3 Metsähakkeen logistiikka Keski-Suomessa

Metsähakkeen käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa Keski-Suomessa on kasvanut lähes joka vuosi vuosituhannen alusta lähtien (ks. kuvio 4). Vuonna 2012 Keski-Suomen maakunnassa käytettiin eniten metsähaketta lämpö- ja voimalaitoksissa, 1 000 m<sup>3</sup> eli n. 13 % koko maan käytöstä. Metsähakkeen osuus kiinteistä puupolttoainesta Keski-Suomen lämpö- ja voimalaitoksissa oli 53 %. Metsähakkeen raaka-aineeksi Keski-Suomessa käytettiin eniten pienpuuta (44 %) ja hakkuutähteitä (33 %), kantojen ja juurakoiden osuus oli 21 % ja järeän runko puun osuus vain 3 %. (Metsäntutkimuslaitos n.d.; Metsäntutkimuslaitos 2013, 288.)

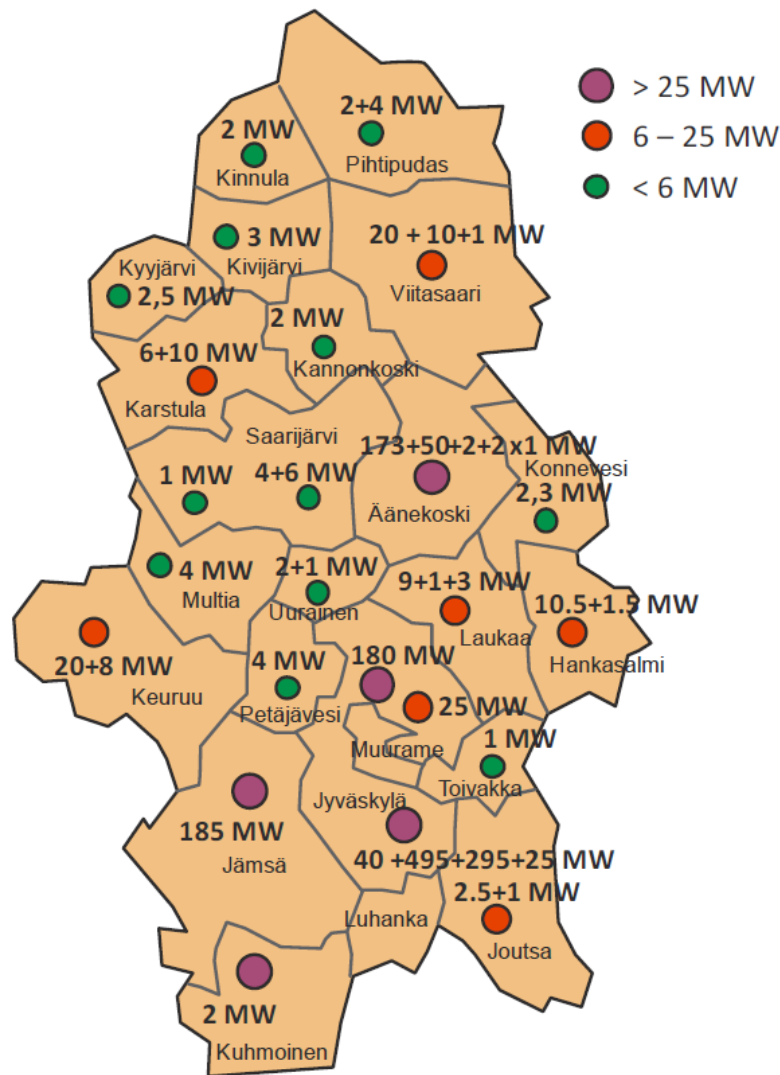


Kuvio 4. Metsähakkeen käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa Keski-Suomessa vuosina 2000–2012 (Tiedot: Metlan Metinfo tilastopalvelu.)

Keski-Suomen lämpölaitoksista suurimmat ovat Jyväskylän Keljonlahden ja Rauha-  
lahden voimalaitokset. Yhteensä näiden laitosten polttoainetarpeeksi on arvioitu 3–4  
TWh. Muita maakunnan suuria laitoksia ovat Jämsässä UPM-Kymmene Oyj:n Jäm-  
sänkosken ja Kaipolan paperitehtaiden voimalaitokset ja Äänekosken voimalaitos.



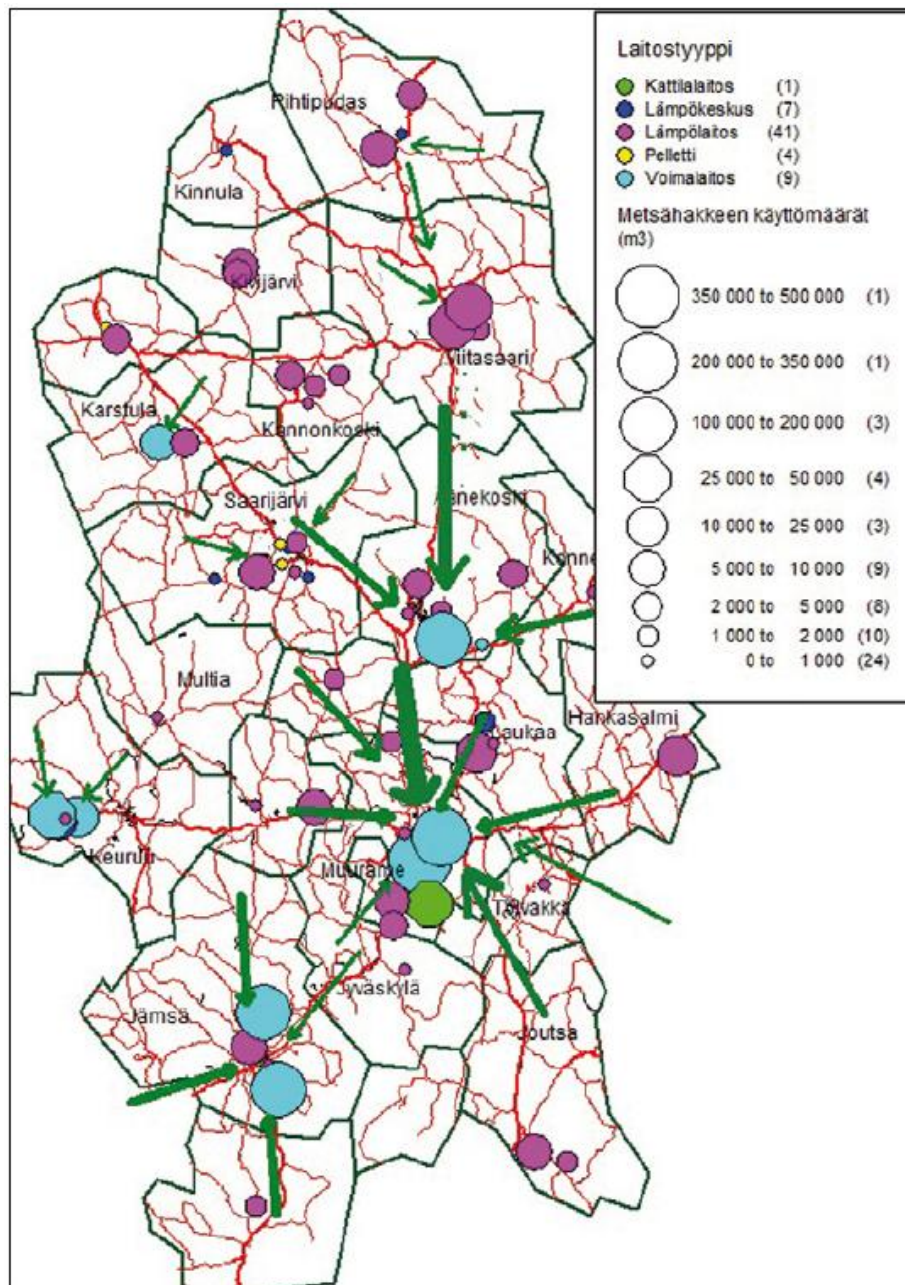
Keski-Suomen yli yhden megawatin lämpö- ja CHP-laitokset ovat kuviossa 5. CHP tarkoittaa yhdistettyä lämmön- ja sähköntuotantoa, *Combined Heat and Power*. (Lähdevaara ym. 2010, 43–44.)



Kuvio 5. Yli yhden megawatin lämpö- ja CHP-laitokset Keski-Suomessa (Alakangas, Keränen, Flyktman, Jetsu, Penttinen, Tukia & Kataja 2012, 22.)

Keski-Suomen energiapuumäärät arvioitiin vuonna 2009, mistä saatu nk. teknis-ekologinen korjuumäärä on noin 1,5 milj. kiintokuutiometriä. Keski-Suomen puusto ja maapohjat jakautuvat karkeasti niin, että maakunnan luoteisosassa on mäntyvaltaista metsää ja suota paljon, kaakkoisosassa taas mänty-koivuvaltaista metsää, kivisiä rinteitä ja vaihtelevuutta. Näiden kahden alueen väliin jäävällä keskikaistaleella on

kuusivaltaista metsää, joissa on hyvät hakkuumahdollisuudet. Kuviossa 6 on karkeasti arvioitu metsähakkeen materiaalivirtoja ja laitosten käyttömääriä Keski-Suomen alueella. Ympyrän koko kertoo metsähakkeen vuotuisesta käyttömäärästä, nuolet näyttävät materiaalivirtojen suunnan ja nuolen paksuus kertoo materiaalivirran suuruudesta. (Lähdevaara ym. 2010, 46, 48; Kauppinen 2009, 3.)



Kuvio 6. Metsähakkeen toimituskohteet ja materiaalivirtojen suunta Keski-Suomessa (Lähdevaara ym. 2010, 49.)

## 4 Investointilaskelmat

Investointi on rahan sijoittamista tuotannon tai liiketoiminnan kohteeseen, josta odotetaan tuloja pidemmän aikavälin aikana. Reaali-investointi on sijoitus aineellisiin tai aineettomiin tuotannontekijöihin, kuten koneeseen tai henkilökunnan koulutukseen, finanssi-investoinnilla taas tarkoitetaan esimerkiksi sijoitusta jonkin yrityksen osakkeisiin. Investointipäätös on usein merkittävä, sillä investointiin sitoutunut pääoma on yleensä suuri ja tulon odotusaika pitkä. Lisäksi sidottu pääoma on poissa muusta käytöstä. Investointipäätöksen tueksi tehdään investointilaskelmia, joilla voidaan selvittää yksittäisen investoinnin kannattavuutta tai vertailla eri investointivaihtoehtoja. Peruseriaate on, että kannattava investointi tuottaa enemmän kuin siihen täytyy sijoittaa. (Saaranen, Koltola & Pösö 2011; Suomala, Manninen & Lyly-Yrjänäinen 2011, 152.)

### 4.1 Lähtöarvot

Investointilaskelmia varten on selvitettävä lähtöarvoja, joista jotkut voidaan mitata, mutta suurin osa täytyy arvioida ja ennustaa. Lähtöarvojen täytyy kuitenkin olla mahdollisimman tarkkoja, jotta laskennasta olisi hyötyä. Investointilaskennan jälkeen voidaan herkkyyksianalyysin avulla tutkia, miten yhden tai useamman lähtöarvon muutokset vaikuttavat kannattavuuteen. Tarvittavat lähtöarvot ovat seuraavat:

- **Hankintameno** on yleensä investoinnin pitoajan alussa oleva meno, esimerkiksi uuden koneen hankintahinta, joka sisältää myös asennuskustannukset ja henkilökunnan koulutuksen.
- **Vuotuiset kustannukset** ovat investoinnin vuosittaisesta ylläpidosta aiheutuvat kustannukset, esimerkiksi koneen huolto- ja korjauskustannukset. Investointilaskelmissa kustannukset ajatellaan eräännyväksi vuoden välein hankintahetkestä lähtien.
- **Vuotuiset tuotot** ovat investoinnin seurauksena saadut tuotot tai kustannussäästöt, mitkä ajatellaan myös muodostuvaksi vuoden välein hankintahetkestä lähtien.

- **Vuotuiset nettotuotot** ovat vuotuiset tuotot vähennettynä vuotuisilla kustannuksilla.
- **Jäännösarvo** on arvioitu investoinnin myyntiarvo investointiajan lopussa. Voi olla myös negatiivinen, jos investointikohteen hävittäminen aiheuttaa kustannuksia.
- **Investointiaika** on investoinnin taloudellinen pitoaika. Usein lyhyempi kuin se aika, jonka esimerkiksi kone olisi toimintakuntoinen.
- **Laskentakorkokanta** on investoinnin minimituottovaatimus, tavoite sijoitetulle pääomalle tarvittavalle tuotolle. Laskentakorkokantaan vaikuttavat mm. vieraan pääomaan ja oman pääoman korkotaso, pääoman tuotto jossain muussa kohteessa sekä investointiin liittyvä riski. (Saaranen ym. 2011, 296–297.)

## 4.2 Laskentamenetelmät

Investoinnin taloudellista kannattavuutta voidaan selvittää usealla eri laskentatavalla. Tässä luvussa esittelen niistä yleisimmät.

### Takaisinmaksuajan menetelmä

Takaisinmaksuajan menetelmä on yksinkertaisin investointilaskelma, jossa selvitetään, kuinka monen vuoden kuluttua investointi maksaa itsensä takaisin, eli milloin vuotuiset nettotuotot kattavat hankintamenon. Mitä lyhyempi takaisinmaksuaika, sitä parempi investointi. Korottomassa takaisinmaksuajan laskelmassa (*payback period*) ei oteta huomioon rahan aika-arvoa eli laskentakorkokantaa, jolloin takaisinmaksuaika lasketaan jakamalla hankintameno vuotuisella nettotuotolla. Jos nettotuotot ovat erisuuruiset joka vuosi, niitä lasketaan yhteen niin kauan, että niiden summa on yhtä suuri kuin hankintameno. Tähän tarvittava aika on takaisinmaksuaika. Korollisessa takaisinmaksuajan menetelmässä (*discounted payback period*) laskentakorkokanta otetaan huomioon laskemalla yhteen vuotuisia diskontattuja nettotuottoja niin kauan, että niiden summa on yhtä suuri kuin hankintameno. Takaisinmaksuajan menetelmä ei huomioi takaisinmaksuajankohdan jälkeen investoinnista tulevia tuottoja ja kustannuksia, joten se ei sovi hyvin kannattavuuden arviointiin.

Menetelmällä voidaan kuitenkin helposti ja nopeasti rajata ulos rahoitusvaikutuksiltaan ja riskeiltään epäedullisimmat investointivaihtoehdot. (Saaranen ym. 2011, 299–301; Suomala ym. 2011, 159–160.)

### **Nykyarvomenetelmä**

Nykyarvomenetelmässä (*net present value*) diskontataan laskentakorkokannalla investoinnin kaikki vuotuiset kustannukset ja tuotot nykyhetkeen, myös jäännösarvo. Hankintamenoa ei tarvitse diskontata, koska se on jo nykyarvossaan. Tämän jälkeen lasketaan nettonykyarvo eli vähennetään tuottojen nykyarvosta kustannusten nykyarvo. Jos tulos on positiivinen, investointi on kannattava. Laskentaa voidaan helpottaa vähentämällä toisistaan saman vuoden tulot ja kustannukset ennen diskonttaamista, jolloin saadaan vuosittainen nettotuotto tai -kustannus. Investoinnin kannattavuuden arviointiin nykyarvomenetelmää pidetään teoreettisesti oikeimpana vaihtoehtona. (Saaranen ym. 2011, 303–304; Suomala ym. 2011, 155–156.)

### **Sisäisen korkokannan menetelmä**

Sisäisen korkokannan menetelmässä (*internal rate of return*) selvitetään korkokanta, jolla tuottojen nykyarvo on yhtä suuri kuin kustannusten nykyarvo. Mikäli sisäinen korkokanta on vähintään yhtä suuri kuin tavoitteeksi asetettu laskentakorkokanta, investointi on kannattava. Sisäinen korkokanta kertoo samalla myös investointiin sijoitetulle pääomalle saatavan vuotuisen tuottoprosentin. Laskennan aluksi saman vuoden tulot ja kustannukset voidaan vähentää toisistaan, minkä jälkeen nettotuotot ja jäännösarvo diskontataan investointiajan alkuun. Diskonttauksen korkokanta eli sisäinen korkokanta merkitään tuntemattomaksi muuttujaksi. Diskontattujen nettotuottojen ja jäännösarvon summa merkitään yhtä suureksi kuin investoinnin hankintameno. Näin syntyy  $n$ :nnen asteen yhtälö, jolle voi löytyä useampi kuin yksi ratkaisu. Tästä ongelmasta huolimatta sisäinen korkokanta on yleisimpiä liike-elämän päätöksentekijöiden käyttämistä menetelmistä. Sisäinen korkokanta voidaan määrittää helpoiten Excelin rahoitusfunktioilla. (Saaranen ym. 2011, 307–308; Suomala ym. 2011, 156–159.)

## **Annuiteettimenetelmä**

Annuiteettimenetelmässä (*annuity method*) jaetaan kaikki tuotot ja kustannukset investointiajalle yhtä suuriksi suoritteiksi eli annuiteeteiksi, joita verrataan keskenään. Laskennan aluksi hankintamenosta vähennetään jäännösarvon nykyarvo, jolloin saadaan nettohankintameno. Tämä jaetaan annuiteetin kaavan avulla tasaeriksi, johon lisätään vuotuiset kustannukset. Näin saadaan menoannuiteetit. Tuloannuiteetit muodostuvat vuotuisista tuotoista. Mikäli vuotuiset kustannukset tai tuotot ovat erisuuruisia eri vuosina, on ne ensin diskontattava nykyhetkeen ja vasta sitten jaettava vuosien lukumäärällä yhtä suuriksi meno- tai tuloannuiteeteiksi. Investointi on kannattava, jos tuloannuiteetti on vähintään yhtä suuri kuin menoannuiteetti. (Saaranen ym. 2011, 311–312.)

# **5 Konetyö A. & A. Saarela Ay**

## **5.1 Nykytilanne ja kehittäminen**

### **5.1.1 Yrityksen toiminta**

Konetyö A. & A. Saarela Ay on Joutsanseudulla toimiva traktori- ja koneurakointiyri-tytys. Yrityksen palveluihin kuuluvat haketus ja hakkeen kuljetus, lumenauraus ja lumen poisajo, hiekoitus, katujen sekä pihojen harjaus ja pesu, tienvarsien niitto ja raivaus, teiden lanaus, likakaivojen tyhjennykset, puiden ja risujen ajo sekä muut kone- ja traktoriyöt.

Yrityksen perustivat vuonna 1994 serkukset Aulis ja Markku Saarela. Yrityksen alkuperäinen nimi oli Konetyö M. & A. Saarela Ay vuoteen 1996 asti, jolloin Auloksen poika Anssi ryhtyi toiseksi yrittäjäksi Markun jäädessä pois toiminnasta. Tällöin myös nimi muutettiin nykyiseksi. Yrityksessä työskentelee vakituisesti 3 henkilöä ja tarvittaessa sesonkiaikaan 1–3 henkilöä lisää. Yrityksen asiakkaita ovat pääasiassa kunnat, paikalliset yritykset sekä yksityiset asiakkaat. (Saarela 2014.)

Yritys toimii Aulis Saarelan maatalan yhteydessä, ja osa traktoritöistä tehdään maatalouden lukuun. Yrityksen konekalustoa ovat pyöräkuormaaja ja taajamakone, joiden lisäksi käytössä on maatalan nimissä olevat neljä traktoria. Muuta kalustoa ovat mm. hakkuri, auraus-, hiekoitus-, harjaus- ja niittolaitteet sekä perävaunut erilaisiin työtehtäviin. Maatalan yhteydessä on konehalli traktoreiden ja koneiden säilytystä sekä huolto- ja korjaustoimia varten.

Yrityksen työtehtävät ovat jakautuneet hyvin pitkälti vuodenaikojen mukaan: talvella on aurausta ja hiekoitusta, keväällä harjausta, kesällä ja syksyllä tienvarsien niittoja sekä raivauksia. Teiden lanauksia on kevästä syksyyn ja likakaivoja tyhjenetään ympäri vuoden, kuitenkin enimmäkseen kesäaikaan. Syksystä 2006 lähtien yrityksen palveluvalikoimaan on kuulunut haketus ja hakkeen kuljetus. Tästä on vuosien saatossa kasvanut yksi merkittävimmistä yrityksen tulonlähteistä, se muodostaa jo noin 59 % liikevaihdosta. Tämän johdosta yrityksessä on mietitty, olisiko kannattavaa investoida kuorma-autoon, jolla hoidettaisiin hakkeen kuljetus. Kuorma-autoa olisi mahdollista käyttää myös muihin työtehtäviin, kuten likakaivojen tyhjennyksiin.

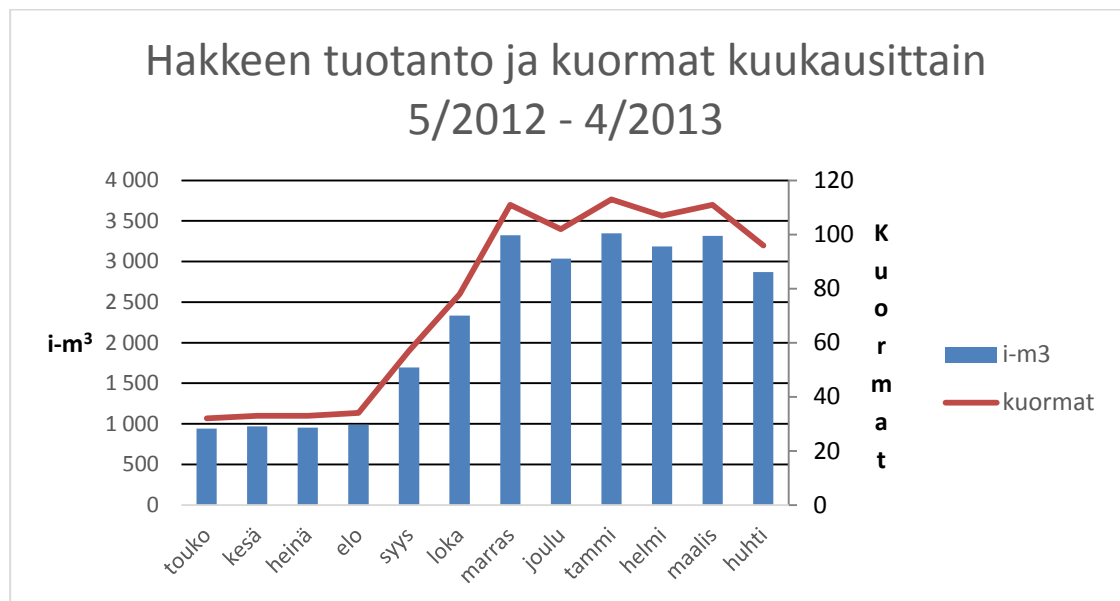
### **5.1.2 Hakkeen tuotanto- ja kuljetuspalvelu**

Haketta tuotetaan pääasiassa kolmelle lämpölaitokselle Joutsassa, joiden lisäksi asiakkaita ovat pienet yritysten ja maatilojen lämpölaitokset. Joidenkin pienten asiakkaiden luona haketus tapahtuu suoraan heidän varastoonsa. Asiakkaat on eriteltyinä tarkemmin luvussa 5.2.1.

Konetyö toimii hakkeen tuotannossa aliurakoitsijana paikalliselle metsäpalveluyritykselle, jolla on sopimukset lämpölaitosten kanssa hakkeen toimittamisesta. Metsäpalveluyritys korjaa energiapuut kasoihin metsäteiden varsille. Kuivumisajan jälkeen Konetyö hakettaa kasat tienvarressa ja kuljettaa hakkeen lämpölaitosten varastoihin. Hakettavat energiapuukasat sijaitsevat pääasiassa alle 40 km:n etäisyydellä lämpölaitoksista. Metsäpalveluyrityksellä on käytössään myös eräänlainen energiapuuterminaali, johon tuodaan hakettavaksi tarkoitettuja rankoja. Terminaalissa rangat haketetaan ja kuljetetaan lämpölaitoksille. Terminaalialia käytetään pääasiassa kelirikojen ja suuren kysynnän aikaan hakkeen saatavuuden turvaamiseksi. Se sijaitsee

Joutsan taajaman läheisyydessä, joten sieltä voidaan täydentää nopeasti lämpölaitosten varastoja.

Kaikki lämpölaitoksille kuljetetut hakekuormat merkataan hakelistaan. Näistä listoista keräsin tiedot Excel-taulukkaan, josta sain seuraavanlaisia tietoja: Konetyön tilikauden aikana aikavälillä 1.5.2012–30.4.2013 haketta tuotettiin lämpölaitoksille yhteensä 26 963 i-m<sup>3</sup> ja noin 900 kuormaa. Kuukausittainen jakauma on esitetty kuviossa 7. Kuljetettujen irtokuutioiden mukaan painotettu kuljetusetäisyyden keskiarvo oli noin 14,1 km. Kilometrejä kuljetuksia hoitavalle liikennetraktorille kertyi n. 25 500 km. Hakkeen tuotantomäärään ei ole laskettu niitä irtokuutioita, jotka on hakettu asiakkaan luona suoraan varastoon.



Kuvio 7. Konetyön hakkeen tuotanto ja kuormat kuukausittain

Haketuksessa käytetään traktorin perässä vedettävää ja traktorista voiman ottavaa yksiakselista Kesla C645 -rumpuhakkuria. Traktorina on Valtra T182 -liikennetraktori varustettuna Cranab FC53DT -kuormaajalla (ks. kuvio 8). Hakkeen kuljetukseen käytetään kahta tilavuudeltaan 30 m<sup>3</sup>:n perävaunua sekä Valtra N142 -liikennetraktoria. Molempien traktoreiden maksimi ajonopeus on 50 km/h. Kuljetuksia tekevässä liikennetraktorissa on etunostolaitteessa kiinni nivelaura, jonka avulla hakkeet työnne-



tään lämpölaitoksen varastolla korkeammaksi kasaksi. Näin varastoon mahtuu enemmän tavaraa kuin pelkästään kippaamalla.



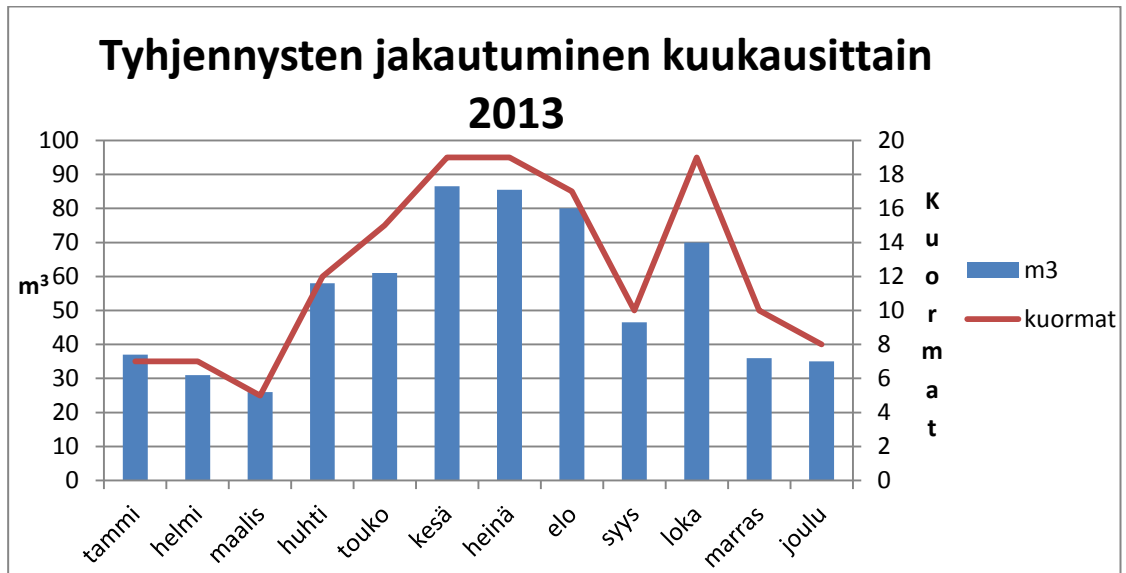
Kuvio 8. Konetyön haketuksessa käytettävä kalusto

Hakkeen kuljetus toteutetaan niin, että toista perävaunua täytetään tienvarsikasoilla tai terminaalissa sillä välin, kun toista kuljetetaan lämpölaitokselle tyhjennettäväksi. Tämä järjestelmä toimii hyvin lyhyillä etäisyyksillä, mutta pidemmiltä matkoilta kuljettessa hakkuriyksikölle tulee pakostikin odotusaikaa. Kuljetuksia nopeuttaakseen hakkurin käytössä oleva traktori voi lähteä tuomaan täyttä perävaunua vastaan, jolloin täyden ja tyhjän perävaunun vaihto tapahtuu jossain matkan varrella. Näin saadaan työllistettyä toinenkin traktori kokoaikaisesti ja samalla lyhennetään koko hakeutusprosessin kokonaisaikaa, mutta hakkurille tulee silti odotusaikaa.

Nykyisellä hakkurilla päästään valmistajan mukaan haketustehoon  $160 \text{ m}^3/\text{h}$  (KESLA C645 n.d.). Käytännössä  $30 \text{ m}^3$ :n perävaunun täyttämiseen kuluu aikaa keskimäärin noin puoli tuntia riippuen haketettavasta puutavarasta. Tämä kuitenkin riittää hyvin nykyiselle hakkeen tuotantomäärälle, joten kuorma-autohakkurin investoinnin selvitys on rajattu ulos tästä työstä. Lisäksi jotkin haketettavat kasat ovat sen verran vaikeissa paikoissa, että niihin ei kuorma-autolla välttämättä pääsisi. Kuorma-autoa käytettäisiin pääasiassa hakkeen kuljetukseen. Koska kuorma-autoa olisi tarkoitus hyödyntää myös yrityksen muissa työtehtävissä, olisi vaihtolavajärjestelmä paras ratkaisu päällirakenteeksi. Kahdella vaihtolavakontilla kuljetukset onnistuisivat samalla tavalla kuin nykyään kahdella perävaunulla, eli toista täytetään sillä välin kun toista kuljetetaan lämpölaitokselle. Kuorma-autolla saataisiin kuljetuksia hoidettua nopeammin varsinkin pidemmältä matkalta ja näin hakkurin tehokkaampi käyttö onnistuisi. Kuorma-auton suunnittelua käydään tarkemmin läpi luvussa 6.1.

### **5.1.3 Likakaivojen tyhjennyspalvelu**

Hakkeen kuljetuksessa kuorma-autoa ei kuitenkaan pystytä täysipäiväisesti työllistämään. Varsinkin kesäaikaan hakkeen kysyntä on luonnollisesti pienempää, joten kuorma-autolle pitäisi saada myös muita työtehtäviä. Likakaivojen tyhjennys pystytetään hoitamaan samalla kuorma-autolla kuin hakkeen kuljetuskin, kun siihen hankittaisiin vaihtolavaimuvaunu. Nykyisin likakaivoja tyhjenetään traktorin perässä vedettävällä imuvaunulla, jonka tilavuus on  $8 \text{ m}^3$ . Likakaivojen jätevedet kuljetetaan Joutsan jätevedenpuhdistamolle. Likakaivojen tyhjennykset olisi helppo yhdistää samalle kuorma-autolle kuin hakkeen kuljetus, sillä kaivojen tyhjennykset ajoittuvat pääasiassa kesäaikaan (ks. kuvio 9). Likakaivojen tyhjennykset tehdään tällä hetkellä vielä maatalouden lukuun.



Kuvio 9. Likakaivojen tyhjennysten jakautuminen kuukausittain vuonna 2013

Kuviossa 9 olevat tiedot olen koontanut laskutetuista laskuista. Vuonna 2013 jätevesikuormia oli yhteensä 148 kpl, joissa kuljetettiin yhteensä 653 m<sup>3</sup> jätevettä. Kuormakoko oli keskimäärin 4,4 m<sup>3</sup>. Keskimääräinen kuljetusmatka kuormattuna oli n. 8 km ja kuormaamattomana n. 11 km eli yhden työsuorituksen kokonaismatka oli keskimäärin n. 19 km. Vuoden aikana likakaivojen tyhjennyksistä kertyi ajoa n. 2 700 km.

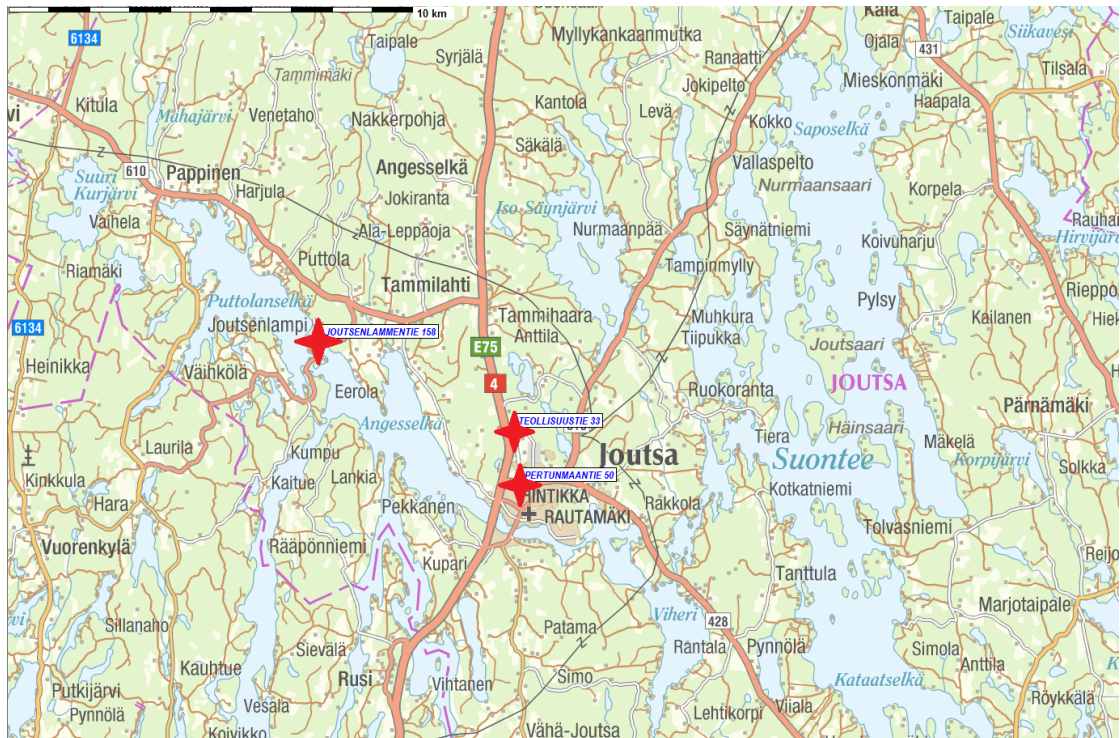
Kuorma-auton käyttöajan lisäämiseksi nykyisistä Konetyön töistä kuorma-autoa voisi hyödyntää myös talvisin lumen poisajossa sekä keväisin harjaushiekan poisajossa. Nämä hoituisivat jollain hakelavaa pienemmällä vaihtolavalla. Lisäksi vaihtolava-kuorma-autolla onnistuisi myös kaluston siirto koneenkuljetuslavalla. Esimerkiksi tienvarsien niitoissa ja raivauksissa sekä harjauksissa jotkin kohteet ovat melko kaukana, joten kaluston siirto kuorma-autolla sujuisi nopeammin kuin ajamalla. Näissä töissä kuorma-auton tarve ja ajokilometrit vuosittain olisivat kuitenkin sen verran vähäisiä, että en tutki niitä sen tarkemmin tässä työssä. Niitä voidaan selvittää paremmin sitten, jos päädytään investoimaan kuorma-autoon.

## 5.2 Asiakkaat

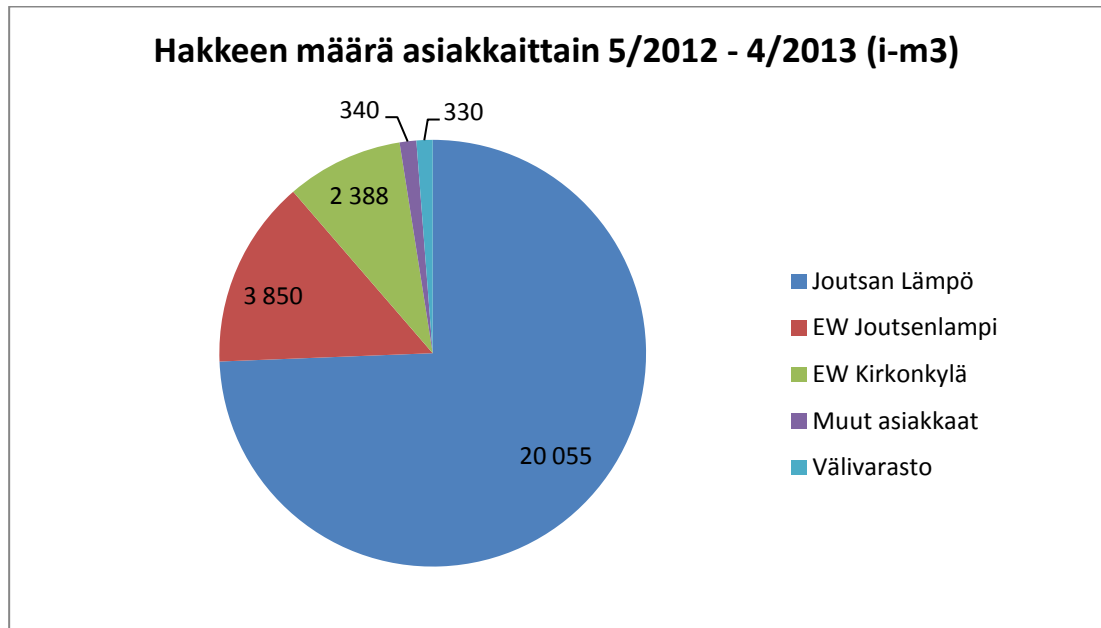
Tässä luvussa tarkastellaan niitä Konetyön asiakkaita, joiden palvelemisessa voitaisiin investoinnin jälkeen käyttää kuorma-autoa traktorin sijaan, eli käytännössä hake- ja likakaivoasiakkaita.

### 5.2.1 Hakeasiakkaat

Tärkeimmät hakeasiakkaat ovat siis kolme lämpölaitosta, jotka kaikki sijaitsevat Joutsassa. Näiden laitosten sijainnit on merkitty karttaan kuviossa 10. Silloin tällöin hakekuormia viedään myös pienempiin maatalouksien ja yritysten lämpölaitoksiin. Toimitetun hakkeen määrä asiakkaittain aikavälillä 1.5.2012–30.4.2013 on esitetty kuviossa 11. Yhteensä haketta toimitettiin tuolla aikavälillä 26 963 i-m<sup>3</sup>.



Kuvio 10. Lämpölaitokset, joihin Konetyö toimittaa haketta



Kuvio 11. Konetyön toimittaman hakkeen määrä asiakkaittain

### Joutsan Lämpö Oy

Joutsan Lämpö Oy:n laitos on lämpölaitoksista selvästi suurin. Se sijaitsee lähellä Joutsan keskustaa Pertunmaantien varrella. Kaukolämpöverkon asiakkaat ovat pääasiassa keskustan alueella. Joutsan Lämpö tuotti lämpöä 21,2 GWh vuonna 2012. Lämpö tuotettiin 78-prosenttisesti biopolttoaineilla ja loput öljyllä. Biopolttoaineina käytettiin haketta ja turvetta. Lämpölaitoksessa on kaksi 1,25 MW:n biokattilaa sekä varalaitteina käytettävät 0,6 ja 1,2 MW:n öljykattilat. Kesällä 2013 lämpölaitoksen toiminnalle jouduttiin hakemaan ympäristölupaa. Ympäristöluvan yhteydessä Joutsan Lämpö Oy haki lupaa myös uudelle 6 MW:n biokattilalle. Laajennuspäätöstä ei vielä ole tehty, mutta sen arvioidaan ajoittuvan vuosille 2016–2019. (Huikko 2013, 8.)

Syksystä 2012 lähtien Joutsan Lämmön biopolttoaineena on käytetty ainoastaan haketta. Aikavälillä 1.5.2012–30.4.2013 Konetyö toimitti Joutsan Lämmölle 20 055 i-m<sup>3</sup> haketta, joka vastaa noin 15,4 GWh lämpöenergiaa. Tämä on laskettu standardimallin mukaisella, kosteudeltaan 40-prosenttisen hakkeen energiasisällöllä 767 kWh/i-m<sup>3</sup> (Härkönen 2012, 24). Lämpölaitoksen piha-alue on laaja, sinne pääsee hyvin myös kuorma-autoyhdistelmällä. Piha-alueella on siltavaaka, jolla kuorma punnitaan. Lisäksi jokaisesta kuormasta otetaan näyte, josta mitataan hakkeen kosteus. Lämpölaitoksen nykyisen varaston koko on noin 300 i-m<sup>3</sup> (ks. kuvio 12). Joutsan Lämpö aikoo laa-

jentaa myös varastoaan, sillä hakkeen lisääntyneen käytön myötä haketta on jouduttu väliaikaisesti varastoimaan lämpölaitoksen pihalla taivasalla. Uuden biokattilainvestoinnin toteutuessa hakkeen käytön arvioidaan kasvavan 1,3–1,5 -kertaiseksi. (Huikko 2013, 8; Saarela 2014.)



Kuvio 12. Joutsan Lämmön lämpölaitos ja varasto

### **Joutsan Ekowatti Oy**

Joutsan Ekowatti Oy:llä on kaksi lämpölaitosta Joutsassa. Ekowatteihin vietäviä kuormia ei punnita eikä niistä oteta näytteitä kosteuden määrittämiseksi. Yksi lämpölaitos on Joutsan teollisuusalueella ja toinen Joutsenlammella, noin 10 kilometrin päässä Joutsan keskustasta. Teollisuusalueen lämpölaitoksen asiakkaita ovat muut teollisuusalueen yritykset. Lämpöä tuotetaan pääasiassa hakkeella, jonkin verran seassa poltetaan myös viereiseltä ovi- ja ikkunatehtaalta tulevaa purua. 1.5.2012–30.4.2013 Konetyö toimitti teollisuusalueen Ekowattiin 2 388 i-m<sup>3</sup> haketta, joka vastaa standardimallin mukaan noin 1,8 GWh lämpöenergiaa. Lämpölaitoksessa on 0,8

MW:n biokattila ja varalla öljykattila. Teollisuusalueen lämpölaitoksen varastoon mahtuu hieman alle 300 i-m<sup>3</sup> haketta (ks. kuvio 13). Lämpölaitoksen piha-alueella mahtuu hyvin työskentelemään traktoriyhdistelmällä. Tarvittaessa myös kuorma-autoyhdistelmällä pihaan pääsee, sillä lämpölaitoksen pystyy kiertämään ympäri. Kuorma-autolla haketta tuotaessa ongelmaksi voi muodostua varaston mataluus, mikäli purku tapahtuu kippaamalla. Traktorin perävaunullakin kipattaessa saa olla tarkkana, ettei osu kattotuoleihin.



Kuvio 13. Ekowatin teollisuusalueen varasto

Ekowatin toinen lämpölaitos Joutsenlammella tuottaa lämpöä lähinnä lakkautetun hotellin läheisyydessä oleville loma-asunnoille. Joutsenlammella biopolttoaineena käytetään ainoastaan haketta. 1.5.2012–30.4.2013 Konetyö toimitti Joutsenlammen Ekowattiin 3 850 i-m<sup>3</sup> haketta, joka vastaa standardimallin mukaan noin 3,0 GWh lämpöenergiaa. Lämpölaitoksessa on 1,0 MW:n biokattila ja varalla öljykattila. Joutsenlammen hakevaraston koko on noin 300 i-m<sup>3</sup> (ks. kuvio 14). Joutsenlammen läm-

pöytäoksen piha-alue on hieman suurempi kuin Ekowatin teollisuusalueen lämpöläitoksen piha-alue. Joutsenlammellekin pääsee tarvittaessa kuorma-autoyhdistelmällä, mutta myös siellä ongelmaksi voi muodostua varaston mataluus purettaessa kuormakippaamalla.



Kuvio 14. Ekowatin Joutsenlammen varasto

### **Muut hakeasiakkaat**

Muita hakeasiakkaita ovat pienet yritysten ja maatalouksien lämpölaitokset. Näihin Konetyö toimitti aikavälillä 1.5.2012–30.4.2013 haketta  $340 \text{ i-m}^3$ , joka vastaa standardi mallin mukaan noin  $0,3 \text{ GWh}$  lämpöenergiaa. Muualta kuljetetun hakkeen lisäksi Konetyö käy myös yritysten ja maatalouksien luona hakettamassa heidän omia puitaan suoraan varastoon. Konetyöllä on myös oma välivarasto hakkeelle, johon sopii noin  $200 \text{ i-m}^3$ . Tämä toimii eräänlaisena varmuusvarastona, josta haketta vietään lämpölaitoksille silloin, jos sitä ei muualta ehditä tarpeeksi tuottamaan.



### 5.2.2 Likakaivoasiakkaat

Likakaivoasiakkaita oli vuonna 2013 yhteensä 64 kpl. Näistä 77 % oli yksityisiä kotitalouksia sekä vapaa-ajan asuntoja, muut asiakkaat olivat yrityksiä ja yhteisöjä sekä Joutsan kunta. Keskimääräinen asiakkaalta tulleen kuorman koko oli 4,4 m<sup>3</sup>. Asiakkaat sijaitsevat pääasiassa Joutsan alueella. Keskimääräinen kuljetusmatka asiakkaalta jätevedenpuhdistamolle oli n. 8 km. Yhden työsuorituksen kokonaismatka oli keskimäärin noin 19 km.

Asiakkailta tyhjennettävistä kaivoista noin puolet on sakokaivoja ja puolet umpikaivoja. Umpikaivojen koot ovat noin 4–10 kuutiota ja sakokaivojen noin 2–4 kuutiota. Asiakkaiden kaivot käydään tyhjentämässä pääsääntöisesti 1–3 kertaa vuodessa, joidenkin useammin. Kuten jo aiemmin kuviosta 9 kävi ilmi, likakaivojen tyhjennykset painottuvat kesään ja sulan maan aikaan. Tällöin kaivoille pääsy on helpompaa ja kannet saa paremmin auki. Myös vapaa-ajan asuntojen kaivojen tyhjennykset painottuvat kesäaikaan, jolloin niissä on enemmän asutusta.

## 5.3 Markkinoiden tulevaisuus

Hakkeen tuotanto ja kuljetus ovat työllistäneet Konetyötä vuosi vuodelta yhä enemmän. Uskon, että trendi on jatkossakin samansuuntainen ja mikäli Joutsan Lämmön laajennus toteutuu, hakkeen kysyntä voi kasvaa 1,3–1,5 -kertaiseksi. Tämä tarkoittaisi noin 10 000 i-m<sup>3</sup>:n lisäystä hakkeen tuotannossa ja kuljetuksessa. Joutsan Ekowasteissa kysyntä pysynee seuraavina vuosina melko samana, ainakaan tällä hetkellä ei ole tiedossa laajennuksia heidän lämpölaitoksiin.

Kuorma-autolla hakkeen kuljetusetäisyyttä voitaisiin kasvattaa ainakin 40 kilometriin menettämättä paljoakaan hakkurin käyttötehoa verrattuna liikennetraktoriin ja noin 20–30 kilometrin kuljetusetäisyyksiin. Tämä tarkoittaisi sitä, että haketta voitaisiin tehdä kauempana olevilta kasoilta tai haketta voitaisiin kuljettaa kauempana oleville lämpölaitoksille. Hartolan lämpölaitokselle, noin 20 km Joutsasta etelään, Konetyö on jo joskus toimittanut haketta liikennetraktorilla. Kuorma-autolla kuljetus Hartolaan onnistuisi huomattavasti nopeammin, jolloin voitaisiin taas neuvotella hakkeen toi-

mittamisesta myös sinne. Tällöin saataisiin kuorma-autollekin lisättyä käyttöaika, joka nykyisillä hakkeen toimitusmäärillä jäisi melko pieneksi. Myös Leivonmäellä, noin 20 km Joutsasta pohjoiseen, voisi olla tulevaisuudessa kysyntää hakkeelle. Sinne on tulossa kolme hakkeella toimivaa lämpökonttia, joilla lämmitetään pääasiassa kunnan kiinteistöjä. Näihin lämpökontteihin hakkeen menekki voi olla verrattain melko pientä, mutta kuorma-autolla satunnainen kuljetus onnistuisi Leivonmäellekin nopeasti.

Likakaivojen tyhjennyspalvelun kysyntä saattaa myös lisääntyä tulevaisuudessa. Nykyiset asiakkaat ovat tyytyväisiä saamaansa palveluun ja tilaavat tyhjennyksen aina tarpeen mukaan uudestaan. Kyselyitä ja tilauksia tulee silloin tällöin myös uusilta asiakkailta. Joutsassa on melko paljon vapaa-ajan asutusta, jonka kasvu tuo mukanaan myös potentiaalisia uusia asiakkaita. Lisäksi uusiin vapaa-ajan asuntoihin rakennetaan yhä useammin vesi-wc, joka vaatii likakaivon tyhjennystä. Myös haja-asutusalueiden uuden jätevesiasetuksen siirtymäajan läheneminen kohti loppuaan saattaa tulevaisuudessa näkyä likakaivojen tyhjennysten kysynnän lisääntymisenä. Kuorma-autolla likakaivoja voitaisiin tyhjentää kauempaa ja palvelua voitaisiin myydä uusille asiakkaille ja laajemmalle alueelle.

## **6 Kuorma-autoinvestointi**

### **6.1 Kaluston suunnittelu**

Kuorma-auton suunnitteluun ja tekniseen valintaan vaikuttavat mm. kuljetettava materiaali ja sen käsittely-yksikkö, toimintaympäristö, kuormatila sekä käsittelylaitteet. Nämä vaikuttavat kuorma-auton alustan valintaan, joka taas rakentuu ohjaimosta, vetotavasta, jarruista, moottorista, renkaista, jousituksesta, runkorakenteesta ja tehonsiirrosta. Periaatteessa näistä jokainen voidaan valita erikseen useasta vaihtoehdosta, mutta usein valmistajat ja maahantuojat tekevät monet valinnat ostajan puolesta. (Hokkanen, Inkinen & Käenmäki 2010, 380.)

Konetyöllä kuorma-autolla tehtävät työt olisivat pääasiassa hakkeen kuljetusta sekä likakaivojen tyhjennystä. Muista tällä hetkellä tehtävistä töistä ainakin lumen poisajo sekä harjaushiekan poisajo olisi mahdollista suorittaa myös kuorma-autolla. Lisäksi kauempana oleville työmaille kaluston siirto voitaisiin hoitaa kuorma-autolla. Tällöin avautuisi myös mahdollisuus tarjota palveluita laajemmalle alueelle. Mikäli kuorma-autolle ei saataisi tarpeeksi työtä edellä mainituista tehtävistä, voitaisiin tutkia palvelualikoiman laajennusta esimerkiksi pienimuotoiseen maa-ainekuljetuksiin sekä vaihtolavojen vuokraukseen ja siirtelyyn. Tästä tutkimuksesta olen rajannut ulos investoinnin kuorma-auton perävaunuun. Hakkeen kuljetuksessa ajomatkat ovat niin lyhyitä, että pelkällä kuorma-autolla ja kahdella vaihtolavakontilla kuljettaminen on tarpeeksi nopeaa. Lisäksi kuorma-autoyhdistelmän käsittely vaatii tienvarsihaketuksessa isomman kääntöpaikan, joita ei välttämättä aina ole hakekasojen yhteydessä. Tulevaisuudessa, jos hakkeen määrä ja kuljetusetäisyydet kasvavat, voitaisiin tutkia tarkemmin perävaunun hankintaa.

Työtehtävät ovat siis erilaisia ja vaativat erilaisia ominaisuuksia ajoneuvolta ja varsinkin päällirakenteelta. Tästä syystä vaihtolavajärjestelmä olisi paras päällirakenne, sillä saadaan kuorma-autosta monipuolinen ja toimiva kaikkiin suunniteltuihin työtehtäviin. Koukkuvaihtolavajärjestelmä sopisi mielestäni vaijeria paremmin näihin käyttötarkoituksiin. Koukulla lavojen vaihtaminen on hieman nopeampaa ja se on kuljettajalle mukavampi käyttää, kun ei tarvitse välillä hypätä ulos autosta. Suunnittelin kuorma-auton ensisijaisesti hakkeen kuljetukseen, koska sitä työtä on enemmän ja sillä on enemmän vaatimuksia autolta kuin likakaivojen tyhjennyksessä.

### **Kuljetettava materiaali ja käsittely-yksikkö**

Metsähake on ikään kuin bulkkitavaraa, jota käsitellään irtokuutioina. Sen massa kuljettaessa riippuu puun laadusta, kosteudesta ja kuorman tiivyydestä. Härkösen (2012, 19) mukaan kosteudeltaan 30–50 % mäntyhakkeen irtotiheys on n. 230–320 kg/i-m<sup>3</sup> ja vastaavan koivuhakkeen n. 280–390 kg/i-m<sup>3</sup> (molemmilla sama tiiviys 0,40 m<sup>3</sup>/i-m<sup>3</sup>). Pidän itse muutamana päivänä kirjaa Joutsan Lämpöön viedyn hakkeen painoista, joista laskin keskimääräiseksi irtotiheydeksi hieman alle 300 kg/i-m<sup>3</sup>. Haketettu puu oli sekalaista ja yli vuoden kuivunutta, eli melko kuivaa. Suunnitellessani autoa

laskin kuorman massan käyttämällä hakkeen irtotiheytenä arvoa  $350 \text{ kg/m}^3$ , jolloin kantavuus riittää myös hieman kosteammalle hakkeelle.

Likakaivoista tyhjennettävä jätevesi on suurimmaksi osaksi nestettä, jossa on mukana jonkin verran kiinteää ainetta. Jätevettä käsitellään kuutioina. Sen massan määrittely on vaikeaa, koska se riippuu nesteen ja kiinteän aineen suhteesta. Suurin osa jätevedestä on kuitenkin nestettä, joten suuntaa-antava massa kuormalle voidaan laskea käyttämällä veden tiheyttä  $1\,000 \text{ kg/m}^3$ .

### **Toimintaympäristö**

Tienvarsilla hakettavat kasat sijaitsevat usein pienten metsäteiden varsilla, jotka saattavat olla huonokuntoisia ja mäkisiä, talvella liukkaita ja jopa auraamattomia. Liikkuvuuden ja etenemisen varmistamiseksi kuorma-auton tulisi olla telivetoinen. Likakaivojen tyhjennykset suoritetaan pääsääntöisesti asiakkaiden piha-alueella, joten se ei aseta erityisiä vaatimuksia kuorma-auton vetotavalle. Tietysti telivetoinen parantaa liikkumismahdollisuutta tarvittaessa myös piha-alueen ulkopuolella.

### **Kuormatila**

Hakkeen kuljetuksessa kuormatilana toimisi vaihtolavakontti. Tarkoitukseen sopivia vaihtolavakontteja löytyy tilavuudeltaan jopa  $50 \text{ m}^3$ :iin asti. Jotta omapaino pysyisi pienempänä, riittäisi Konetyön hakkeen kuljetukseen n.  $40\text{--}45 \text{ m}^3$ :n kontti. Tämäkin olisi jo huomattavasti suurempi nykyisiin  $30 \text{ m}^3$ :n perävaunuihin verrattuna ja vuosittaisen kysynnän pysyessä samana kuormien määrä vähentyisi jopa yli 200 kuormalla vuodessa. Ulkomitoiltaan liian suuri kontti voisi myös aiheuttaa ongelmia kuormanpurussa ainakin Joutsan Ekowatin lämpölaitosten varastoissa, joissa kattotuolit ovat melko matalalla.

Likakaivojen tyhjennyksissä käytettäviä vaihtolavasovitteisiä imusäiliöitä on tilavuudeltaan ainakin  $20 \text{ m}^3$ :iin saakka. Asiakkaiden kaivot ovat kuitenkin maksimissaan n.  $10 \text{ m}^3$ :n suuruisia, joten nykyisen traktorin imusäiliöperävaunun kokoinen  $8 \text{ m}^3$ :n tai hieman suurempi  $10 \text{ m}^3$ :n kokoinen imusäiliö olisi riittävä.

### **Käsittelylaitteet**

Vaihtolavakonttien käsittelyä varten vaihtoehdot kuorma-auton päällirakenteeksi ovat koukku- tai vaijerivaihtolavalaitteet. Kuten aiemmin jo totesin, koukkuvaihtolavalaite olisi vaijeria nopeampi ja kuljettajaystävällisempi, joten päädyin siihen vaihtoehtoon. Koukkulaitteiden valinta tapahtuu pääasiassa tarvittavan nostovoiman perusteella. Ruotsalaisen CMT Cargo Modul Trading Ab:n valmistaman 45 m<sup>3</sup>:n hakekontin omapaino on n. 2 tonnia (CMT Opticont MAX n.d.). 45 i-m<sup>3</sup>:a irtotiheydeltään 350 kg/i-m<sup>3</sup> haketta painaa n. 15,8 tonnia. Eli koukkulaitteelta tarvittava kapasiteetti on enimmillään 2 t + 15,8 t = 17,8 t. Tällöin kuorma-autoon riittäisi 18 tonnin koukkulaite. Likakaivojen tyhjennyksessä 10 m<sup>3</sup>:n jätevesikuorma painaa n. 10 t. Imusäiliön omapaino on muutaman tonnin, joten 18 t:n koukkulaite riittää mainiosti likakaivojen tyhjennyksiinkin.

### **Kuorma-auton alusta**

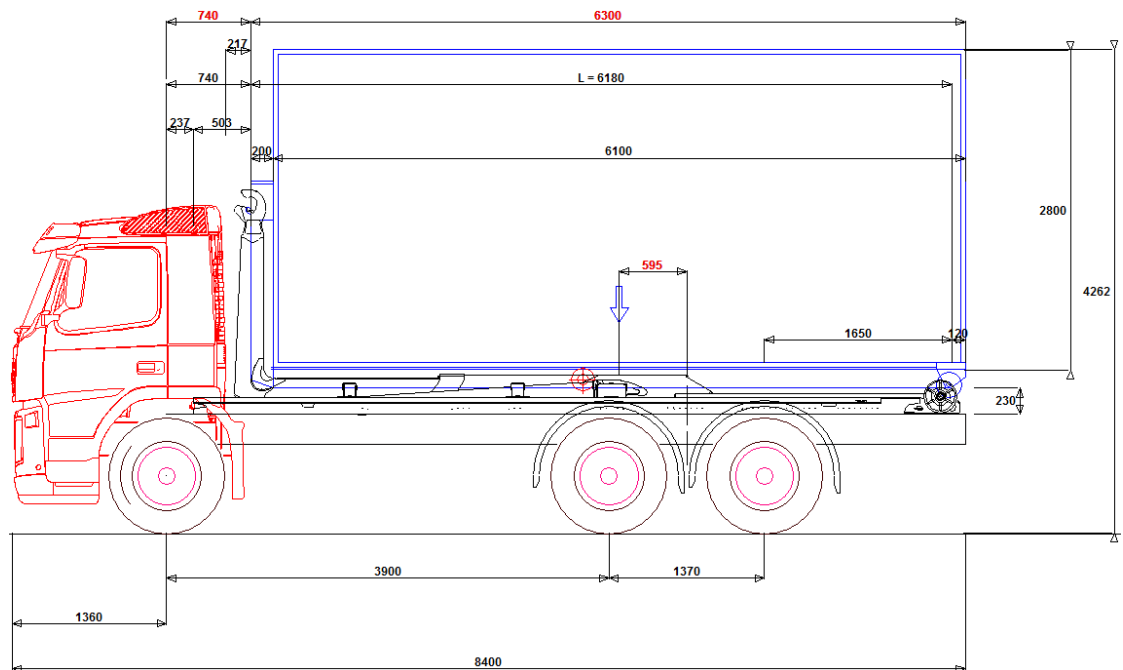
Sopivat vaihtoehdot kuorma-auton alustaksi olisivat kolmiakselinen 6x4-vetotavalla tai neliakselinen 8x4-vetotavalla. Vetotapamerkinnoissä ensimmäinen numero tarkoittaa pyörien kokonaislukumäärää ja toinen numero vetävien pyörien määrää (paripyörä lasketaan yhdeksi pyöräksi) (Hokkanen, Inkinen & Käenmäki 2010, 385).

Kolmiakselisen auton kokonaismassa saa olla enintään 26 tonnia, edellyttäen, että vetävä akseli on varustettu paripyörin ja ilmajousitettu tai jousitus on ilmajousitusta vastaava, taikka kukin vetävä akselin on varustettu paripyörin eikä yhdellekään akselille kohdistuva massa ylitä 9,5 tonnia. Kuitenkin ennen 1.11.2013 käyttöön otetun edellä mainitun kolmiakselisen auton korotettu enimmäismassa on 28 t ja yhdenkään akselin massa ei saa ylittää 10,5 t. Tämä suurempi enimmäismassa on voimassa 30.4.2018 asti. (A 407/2013.)

Neliakselisen auton enimmäismassa on 35 t, edellyttäen, että vetävä akseli on varustettu paripyörin ja ilmajousitettu tai jousitus on ilmajousitusta vastaava, taikka kukin vetävä akselin on varustettu paripyörin eikä yhdellekään akselille kohdistuva massa ylitä 10,5 tonnia. (A 407/2013.)

Hakkeen kuljetuksessa massat ovat suuremmat kuin likakaivojen tyhjennyksessä, joten laskiessani ajoneuvon enimmäismassoja käytän hakkeen kuljetuksessa esiintyviä massoja. Hakekontin ja -kuorman yhteenlaskettu massa oli siis noin 17,8 t. Cargotec Finland Oy:n valmistama Hiab Multilift XR18S.53 18 t:n koukkuvaihtolavalaitte painaa noin 2 t (Hiab Multilift XR Power -koukkulaitesarja n.d.). Kuorma-autojen alustojen massa vaikuttavat mm. merkki ja malli, varustelu, vetotapa, akseliväli ja ohjaamo. Vertailin vetotavoiltaan 6x4 ja 8x4 ajoneuvoja Volvo Trucks:n sivustoilta löytämäni tietojen perusteella. Volvo FM D11 6x4 takailmajousitetun akseliväliltään 3 900 mm kuorma-auton alustan massa on n. 8,1 t (Mallisto FM D11 6x4, Rigid, Ilmajousitus 2014). Tämän kuorma-auton kokonaismassaksi tulisi täydellä kuormalla n. 27,9 t. Eli ennen 1.11.2013 käyttöön otetun kolmiakselisen kuorma-auton massat riittävät tähän tehtävään, kunhan se on muutokatsastettu suuremmille massoille. Volvo FM D11 8x4 takailmajousitetun, jossa vapaasti pyörivä akseli on telin takana, akseliväliltään 3 200 mm kuorma-auton alustan massa on 9,6 t (Mallisto FM D11 8x4, Rigid, Tag-Tridem (takateli-Tridem) 2014). Kuorma-auton kokonaismassaksi tulisi täydellä kuormalla n. 29,4 t, eli neliakselisessä riittäisi massat hyvin.

Konetyön tehtävissä tulisi kuorma-autolle niin vähän kilometrejä, että täysin uuteen kuorma-autoon ei alussa kannata investoida. Mielestäni käytetty kolmiakselinen kuorma-auto 6x4-vetotavalla, minkä saisi muutokatsastettua suuremmille massoille, olisi paras vaihtoehto. Vaikka neliakselisessä ajoneuvossa riittäisi suuremmalla varmuudella massat kuin kolmiakselisessa, on kolmiakselisen kuorma-auton hankintahinta kuitenkin huomattavasti edullisempi. Konetyön tuottama hake on harvemmin niin kosteaa, että irtotiheys olisi  $350 \text{ kg/i-m}^3$ , joten 28 t:n kokonaismassa riittäisi kuitenkin varmasti. Lisäksi kolmiakselisen puolesta puhuu pienempi polttoainenkulutus, koska vierintävastusta on vähemmän, sekä pienemmät rengaskustannukset. Myös käyttövoimaverossa säästetään hieman pienemmillä kokonaismassoilla. Toisaalta neliakselinen kuorma-auto ei ole täysin poissuljettu vaihtoehto. Niistäkin saa usein yhden akselin nostettua tarvittaessa ylös, joten polttoaine- ja rengaskustannuksissa ei tule niin suurta eroa. Jos tällainen malli on saatavilla hyvään hintaan, kannattaa sitäkin harkita. Kuviossa 15 on TrailerWin -ohjelmalla piirretty kolmiakselinen telivetoinen kuorma-auto koukkuvaihtolavalaitteella ja  $45 \text{ m}^3$ :n kontilla.



Kuvio 15. Kolmiakselinen telivetoinen kuorma-auto koukkuvaihtolavalaitteella ja 45 m<sup>3</sup>:n kontilla

## 6.2 Hakkeen kuljetuspalvelu kuorma-autolla

Tällä hetkellä hakkeen kuljetus toteutetaan siis kahdella traktorin perävaunulla. Suunnittelin kuljetusprosessin samantyylliseksi kuljetettaessa haketta kuorma-autolla. Käytössä olisi kaksi tilavuudeltaan 45 m<sup>3</sup>:n vaihtolavakonttia, joista toista täytetään tienvarsikasoilla tai terminaalissa sillä välin, kun toista kuljetetaan lämpölaitokselle. Tilavuudeltaan suuremman kuormatilan täyttämiseen kuluu hakkuriyksiköltä enemmän aikaa ja samalla nopeammalla kuljetusvälineellä kuljetusaika lyhenee, joten hakkuriyksikön odotusaika pienentyisi myös pidemmiltä matkoilta kuljetettaessa.

Lämpölaitosten varastoilla tulisi hieman muutoksia nykyiseen toimintaan, jossa kippaamisen jälkeen hakkeet työnnetään korkeaksi kasaksi traktorin etunostolaitteessa olevan nivelauran avulla. Näin varastot saadaan mahdollisimman täyteen. Kuorma-autolla haketta ei käytännössä pystytä varastoon kasaamaan, vaikka periaatteessa hakkeen työntäminen olisikin mahdollista kuorma-auton eteen kiinnitetyn levyn tai auran avulla. Kuorma-autolla ei kuitenkaan pääsisi ”kasan päälle” niin hyvin eikä sillä saataisi niin korkeita kasoja tehtyä kuin traktorilla. Kuorma-autolla varastot pitäisi

täyttää ensin kippaamalla niin täyteen kuin ne menevät ilman työntämistä ja loput kuormat, jotka mahtuisivat vielä työntämällä sisään, voitaisiin kipata pihaan. Pihasta hakekasat käytäisiin sitten päivän päätteeksi kasaamassa varastoon joko pyöräkuormaajalla tai traktorilla. Hakkeen kasaukseen sopivaa kalustoa Konetyöltä löytyy jo valmiiksi, esimerkiksi Kramer 880 -pyöräkuormaaja, jolla homma hoituu nopeasti. Tietysti tästä aiheutuvat lisäkustannukset on otettava myöhemmin huomioon vertailtaessa kuorma-auton ja traktorin kustannuksia hakkeen kuljetuksessa.

Kuorma-autolla haketta kuljetettaessa tulisi nykyiseen toimintatapaan myös toinen huomioon otettava muutos. Nykyisellä toimintamallilla hakettava traktori voi itse siirtää täytettävänä olevaa perävaunua tarpeen mukaan, joko vaihtaakseen kasaa tai tehdäkseen tilaa muille tielläliikkuville. Vaihtolavakontteja sen sijaan ei pystyittäisi siirtämään kuin kuorma-autolla. Vaihtolavakonttien kanssa pienet kasat pitäisi siis tehdä kuorma-auton odottaessa ja isommilla kasoilla kontti pitäisi jättää sen verran tien sivuun, ettei se häiritse muuta liikennettä. Jälkimmäinen ei kuitenkaan aina ole mahdollista, esimerkiksi kapeiden teiden ja syvien ojien takia. Toki tämänkokoisilla teillä ei paljon muita liikkuja ole, jolloin lyhytaikaiset tien tukokset eivät ole kovin haitallisia. Mutta mikäli tästä tai muista syistä konttien siirto pelkästään kuorma-autolla koetaan ongelmaksi, ratkaisuksi voitaisiin harkita traktoriin sopivan koukkulavaperävaunun hankintaa. Tällöin samoja kontteja voitaisiin käsitellä myös traktorilla. Koukkulavaperävaunusta olisi hyötyä myös sellaisissa paikoissa, joissa haketettavalle kasalle ei kuorma-autolla välttämättä pääse. Tällöin vaikeakulkuinen osuus voitaisiin kuljettaa traktorilla. Tästä työstä kuitenkin rajaan koukkulavaperävaunun hankinnan tutkimukseni ulkopuolelle, koska sen mahdollinen tarve nähtäisiin käytännössä vasta sitten, kun kuorma-auto olisi otettu käyttöön kuljetuksissa.

### **Työkiertovertailu**

Vertaillakseni kuorma-auton ja liikennetraktorin eroja hakkeenkuljetuksessa työajan suhteen tein niiden välillä työkiertovertailun (ks. taulukko 1). Työkierrossa lasketaan yhteen kuormaukseen ja purkamiseen kuluva aika, kuormattuna ja tyhjänä ajon aika sekä hukka-aika, jota kuluu mm. odotteluun ja muihin satunnaisiin tapahtumiin. Näin saadaan yhden työkierron aika, joka kuluu yhden kuorman toimittamiseen sisältäen paluun aloituspaikalle, josta alkaa taas uusi työkierto. Pidän parina päivänä kirjaa eri



tehtäviin kuluviista ajoista, joista sain keskimääräiset ajat liikennetraktorin työkiertoon. Kuorma-auton työkiertoon arvioin, että vaihtolavakontin vaihtoon kuluu keskimäärin sama aika kuin traktorin perävaunun vaihtoon. Samoin arvioin kuorman purun ja hukka-ajan yhtä pitkiksi molemmilla, koska purku kippaamalla tapahtuu yhtä nopeasti kummallakin ja hukka-aika on joka tapauksessa arvioitu lisää. Työkiertoissa erot syntyvät siis ainoastaan kuljetuksista.

Taulukko 1. Työkiertovertailu hakkeen kuljetuksessa

Kuljetusmatka yhteen suuntaan n. 14 km					
Kuorma-auto			Liikennetraktori		
Keskinopeus kuormattuna	42 km/h		Keskinopeus kuormattuna	25 km/h	
Keskinopeus tyhjänä	45 km/h		Keskinopeus tyhjänä	30 km/h	
Kontin vaihto	0,22 h	13 min	Perävaunun vaihto	0,22 h	13 min
Kuljetus lämpölaitokselle	0,34 h	20 min	Kuljetus lämpölaitokselle	0,57 h	34 min
Kuorman purku	0,20 h	12 min	Kuorman purku	0,20 h	12 min
Paluu	0,31 h	19 min	Paluu	0,48 h	29 min
Hukka-aika	0,17 h	10 min	Hukka-aika	0,17 h	10 min
<b>Työkierron kokonaisaika</b>	<b>1,23 h</b>	<b>74 min</b>	<b>Työkierron kokonaisaika</b>	<b>1,63 h</b>	<b>98 min</b>

Liikennetraktorin keskinopeudet on laskettu mitatuista arvoista, kun taas kuorma-auton keskinopeudet ovat arvioita. Koska kuljetusmatkat ovat melko lyhyitä, keskinopeudetkin pysyvät alhaisina. Kuorma-auton työkierron kokonaisaika on 24 minuuttia liikennetraktoria pienempi, mikä siis saavutetaan pelkästään nopeammilla kuljetuksilla. Liikennetraktorilla pystytään 8 tunnin työpäivän aikana kuljettamaan 4–5 kuormaa, kun taas kuorma-autolla pystytään helposti kuljettamaan 6 kuormaa. 6 kuormalla ajoaikaa tulisi keskimäärin hieman alle 4 tuntia, joten ajo- ja lepoaika-asetuksen mukaista 45 min taukoa ei tarvitse pitää.

Kuorma-auton suurempien kuormatilojen ansiosta vuosittaisten kuormien määrä nykyisellä hakkeen kysynnän määrällä laskisi liikennetraktorin n. 900 kuormasta kuorma-auton n. 650 kuormaan. Tämä tarkoittaa myös vuosittaisten ajokilometrien pientymistä n. 25 500 kilometristä n. 19 200 kilometriin. Suuremman kuormatilan

ja nopeamman työkierron ansiosta kuorma-autolla kuluisi hakkeen kuljetukseen puolet vähemmän työpäiviä vuodessa kuin liikennetraktorilla laskettuna keskimääräisellä kuljetusetäisyydellä (14 km) sekä olettaen, että työpäivät olisivat maksimissaan 8 tunnin mittaisia ja että varastoihin mahtuisi yhden päivän aikana 6 kuormaa. Tämä tarkoittaisi huomattavia säästöjä työkustannuksissa. Toisaalta se mahdollistaisi myös hakepalvelun tai jonkin muun Konetyön palvelun laajentamisen, sillä niille jäisi enemmän aikaa. Jopa kokonaan uuden palvelun tarjoaminen voisi onnistua kuorma-auton tarjoamien mahdollisuuksien myötä. Joka tapauksessa hakkeen kuljetuksessa säästetty työaika voitaisiin hyödyntää tekemällä muita töitä, jolloin samassa ajassa tuottoja tulisi enemmän.

### **6.3 Likakaivojen tyhjennyspalvelu kuorma-autolla**

Likakaivojen tyhjennyspalveluun ei tulisi juurikaan suuria muutoksia, vaikka sitä suoritettaisiin kuorma-autolla. Kuormatilaksi riittäisi 10 m<sup>3</sup>:n vaihtolavaimusäiliö. Likakaivot tyhjenetään asiakkaiden tilausten mukaan sovittuna päivänä. Kiireettömiä tilauksia voidaan yhdistää kuljetettavaksi samalle päivälle. Likakaivojen tyhjennysten työkierto alkaa siirtymällä Konetyön asemapaikalta asiakkaan luo. Asiakkaan luona kaivo tyhjenetään ja jätevedet kuljetetaan Joutsan jätevedenpuhdistamolle. Siellä kuorma tyhjenetään, jonka jälkeen lähdetään joko seuraavan asiakkaan luo tai palataan asemapaikalle.

#### **Työkiertoverailu**

Tein myös likakaivojen tyhjennyksestä työkiertoverailun kuorma-auton ja liikennetraktorin välillä (ks. taulukko 2). Käytin molemmille samoja keskinopeuksia kuin hakkeen kuljetuksen työkiertoverailussa, koska tässäkin kuljetusmatkat ovat lyhyitä. Keskimääräinen kuljetusmatka kuormattuna oli n. 8 km ja kuormaamattomana n. 11 km, eli yhden työsuorituksen kokonaismatka n. 19 km. Kaivon tyhjennykseen ja kuorman purkuun kuluva ajasta sain arviot kuljetuksia tehneeltä Aulis Saarelalta.

Taulukko 2. Työkiertovertailu likakaivojen tyhjennyksessä

Kuljetusmatka yhteensä n. 19 km					
Kuorma-auto			Liikennetraktori		
Keskinopeus kuormattuna	42 km/h		Keskinopeus kuormattuna	25 km/h	
Keskinopeus tyhjänä	45 km/h		Keskinopeus tyhjänä	30 km/h	
Kaivon tyhjennys	0,25 h	15 min	Kaivon tyhjennys	0,25 h	15 min
Kuljetus jätevedenpuhdistamolle	0,19 h	11 min	Kuljetus jätevedenpuhdistamolle	0,32 h	19 min
Kuorman purku	0,20 h	12 min	Kuorman purku	0,20 h	12 min
Tyhjänä ajo	0,24 h	14 min	Tyhjänä ajo	0,36 h	22 min
Hukka-aika	0,17 h	10 min	Hukka-aika	0,17 h	10 min
<b>Työkierron kokonaisaika</b>	<b>1,04 h</b>	<b>62 min</b>	<b>Työkierron kokonaisaika</b>	<b>1,29 h</b>	<b>78 min</b>

Tässäkin työkiertovertailussa erot syntyvät ainoastaan kuljetuksiin kuluva ajasta. Kuorma-auton nopeuden vuoksi sen työkierto on 16 min lyhyempi. Liikennetraktorilla pystytään 8 tunnin työpäivän aikana tekemään 6 kaivon tyhjennystä, kuorma-autolla 7. Käytännössä kuitenkin vain harvoin tyhjennyksiä on niin paljon samalle päivälle, että niissä kuluisi koko päivä. Vaikka tyhjennyksiä olisikin koko päivälle, ei näissäkään kuljetuksissa tarvitse pitää 45 min ajo- ja lepoaika-asetuksen mukaista taukoa, sillä ajoaikaa tulisi kuorma-autolla keskimäärin vain n. 3 tuntia. Likakaivojen tyhjennyksessä ei siis tule niin suuria eroja kuin hakkeen kuljetuksessa, koska kuljetusmatkat ovat lyhyempiä.

Likakaivojen tyhjennyksessä kuormien määrä ei muutu vaikka kuormatila kasvaisi, sillä kaivoja tyhjennetään aina asiakkaiden tilausten mukaan. Tästä syystä likakaivojen tyhjennyksiin kuluviin työpäiviin vuodessa vaikuttaa vain kuljetuksissa aikaansaatua hyötyä. Liikennetraktoriin verrattuna kuorma-autolla säästettäisiin vuodessa neljä työpäivää. Tämä on laskettu sillä oletuksella, että kaivojen tyhjennykset voitaisiin suorittaa niin, että niihin kuluu koko työpäivä. Likakaivojen tyhjennyksessä kuorma-autolla saataisiin aikaan vain melko pieni hyöty ajallisesti nykyisillä tyhjennysmäärillä, mutta toisaalta palvelua voitaisiin markkinoida laajemmalle ja tyhjennyksiä voitaisiin tehdä kauempaa, minkä avulla saataisiin lisää uusia asiakkaita.

## 6.4 Kustannuslaskelmat

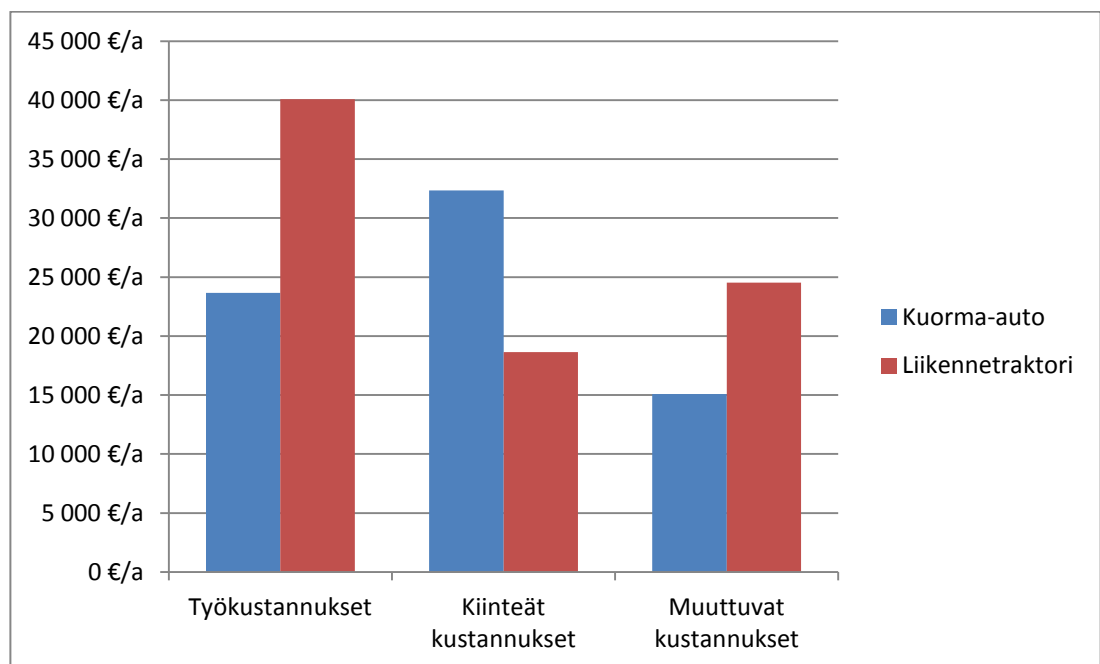
Yleisesti kuljetuskustannukset voidaan jaotella viiteen pääryhmään: kuljetustyökustannukset, kuljetuskaluston kustannukset, kuljetusorganisaation kustannukset, tavarankäsittelykustannukset ja väyläkustannukset. Kuljetustyökustannuksia ovat kuljettajien palkat, välilliset palkkakustannukset ja muut lisät. Kuljetuskaluston kustannuksiin kuuluu sekä kiinteitä (eivät riipu suoritemäärästä) että muuttuvia (riippuvat suoritemäärästä) kustannuksia. Kiinteitä kustannuksia ovat mm. pääomakustannukset, vakuutusmaksut, liikennöimismaksut ja ylläpitokustannukset. Muuttuvia kustannuksia ovat polttoaine-, voitelu-, korjaus-, huolto- ja rengaskustannukset. Kuljetusorganisaation kustannuksia ovat mm. kiinteät palkkakustannukset, toimitilojen kustannukset, puhelin- ja markkinointikustannukset sekä taloushallinnon kulut. Tavarankäsittelykustannuksiin kuuluvat kuljetusvakuutus, terminaali- ja käsittelykustannukset, TIR-maksut ym. tavarankäsittelykustannukset. Väyläkustannuksia ovat tie-, silta-, tunneli ja lauttamaksut. (Oksanen 2004, 62–63.)

Tässä työssäni käytin Logistiikkatalouden opintojaksolla tehtyä Excel-pohjaista Ajoneuvon kustannuslaskentapohjaa. Laskin sillä vuotuiset kustannukset sekä uudelle kuorma-autolle (ks. liite 1) että uudelle liikennetraktorille (ks. liite 2) Konetyön töissä. Liikennetraktoria varten jouduin hieman muokkaamaan laskentapohjaa, koska traktorin käyttöä mitataan tunteina eikä kilometreinä. Näiden laskelmien avulla pystyin vertailemaan kustannuksia. Lisäksi tein yhden kustannuslaskennan myös käytetylle kuorma-autolle (ks. liite 3), vaikka kustannuslaskennassa pitäisi aina käyttää ajoneuvon uushankintahintaa. Mutta jo alkuvaiheessa oletuksena oli, että uuden kuorma-auton hankinta ei ole kannattavaa näin pienillä ajomäärillä, joten tein laskelmia myös käytetylle kuorma-autolle.

Kuorma-auton laskelman lähtötiedoissa ovat kolmiakselisen kuorma-auton, koukkuvaihtolavalaitteen, kahden vaihtolavan ja imusäiliön hankintahinnat. Tämän hetkisen kysynnän mukaan ajokilometrejä tulisi vuodessa n. 22 000 km. Ajoneuvon ja päällirakenteiden pitoajaksi asetin 8 vuotta, vaihtolavoille 16 vuotta. Liikennetraktorin laskelman lähtötiedoissa ovat traktorin, kahden hakeperävaunun ja imuvaunun sekä nivelauran hankintahinnat. Pienemmästä kuormatilasta johtuen ajokilometrejä tulee

n. 28 000 km vuodessa. Traktorin pitoajaksi laitoin 8 vuotta, perävaunuille 12 ja nive-  
lauralle 10 vuotta.

Kuorma-auton ja liikennetraktorin kustannusvertailu on esitetty kuviossa 16, jossa  
ovat mukana työkustannukset sekä kuljetuskaluston kiinteät ja muuttuvat kustan-  
nukset. Näissä kustannuslaskelmissa ei tullut lainkaan tavarankäsittely- eikä väyläkus-  
tannuksia. Kuljetusorganisaation kustannukset olivat pienet ja molemmilla samat,  
joten ne on vain lisätty kiinteisiin kustannuksiin.



Kuvio 16. Kuorma-auton ja liikennetraktorin kustannusvertailu

Yhteensä kuorma-auton vuosittaisiksi kustannuksiksi tuli n. 73 300 €, kun taas liiken-  
netraktorilla sama luku oli n. 85 800 €. Suurimmat erot tulivat työkustannuksissa.  
Koska hakkeenkuljetuksessa kuorma-autolla kuormatilan tilavuus on 45 m<sup>3</sup> ja liiken-  
netraktorilla vain 30 m<sup>3</sup>, pitää liikennetraktorilla ajaa useampia kuormia, jotta saa-  
daan sama määrä haketta kuljetettua. Tähän kuluu enemmän työaikaa, joten palkka-  
kustannukset ovat suuremmat. Kiinteät kustannukset ovat taas kuorma-autolla suu-  
remmat lähinnä suurempien hankintahintojen takia. Kuorma-auton, päällirakenteen,  
vaihtolavojen ja imusäiliön hankintahinta yhteensä olisi n. 184 500 €. Liikennetrakto-

rin, perävaunujen ja nivelauran hankintahinta on n. 135 000 €. Tästä syystä kuorma-autolla on suuremmat pääomakustannukset. Lisäksi vakuutusmaksut ovat kuorma-autolla suuremmat. Muuttuvissa kustannuksissa liikennetraktorin suuremman osuuden selittää taas suurempi työmäärä. Siten suurimmat erot tulevat polttoaine- ja rengaskustannuksissa. Rengaskustannuksia selittää myös traktorin ja traktorin perävaunun renkaiden suurempi hankintahinta verrattuna kuorma-auton renkaisiin.

Käytetyn kuorma-auton kustannuslaskenta ei täysin ole vertailukelpoinen uuden kuorma-auton ja uuden liikennetraktorin laskelmien kanssa, koska alemmalla hankintahinnalla on suuri vaikutus kustannuksiin. Kompensoin tätä hieman asettamalla käytetyn kuorma-auton pitoajaksi vain neljä vuotta ja korottamalla huolto- ja korjauskustannuksia. Käytetyn kuorma-auton ja lisälaitteiden hankintahinta yhteensä olisi noin 99 000 €. Käytetylle kuorma-autolle vuosittaisiksi kustannuksiksi laskin n. 68 400 euroa. Suurimmat erot uuteen kuorma-autoon verrattuna tulevat pääomakustannuksissa, jotka uudella ovat isommat. Toisaalta käytetyssä on hieman suuremmat muuttuvat kustannukset lähinnä huolto- ja korjauskustannusten takia. Näitä on kuitenkin vaikeampi arvioida käytetylle kuin uudelle kuorma-autolle.

## **6.5 Investointilaskelmat**

Investointilaskelmat päätin tehdä nykyarvomenetelmää käyttäen. Suomalan ja muiden (2011, 156) mukaan investoinnin kannattavuuden arviointiin nykyarvomenetelmää pidetään teoreettisesti oikeimpana vaihtoehtona. Tässä työssä pyrin arvioimaan investoinnin kannattavuutta, joten menetelmä sopii siis hyvin tähän tarkoitukseen.

### **6.5.1 Vertailulaskelmat**

Tein investointilaskelmatkin sekä uudelle kuorma-autolle että uudelle liikennetraktorille. Näin on helppo vertailla myös niiden kannattavuuksia. Molemmat investointilaskelmat ovat taulukossa 3. Lähtöarvoista suurimman osan sain aiemmin tekemistäni kustannuslaskelmista. Hankintamenoissa ovat mukana kaikki tarvittavat hankinnat eli kuorma-auton hankinnoissa itse kuorma-auto, päällirakenne, vaihtolavat ja

imusäiliö sekä liikennetraktorin hankinnoissa itse traktori, perävaunut ja nivelaurea. Pitoaika molemmilla on 8 vuotta ja laskentakorkokantana käytin 6:ta prosenttia. Jäännösarvoissa ovat myös mukana kaikki hankittavat ajoneuvot ja lisälaitteet. Jäännösarvot laskettiin jo kustannuslaskelmissa arvonalenemisen yhteydessä, mutta arvioin niihin hieman lisää arvoa selvitettyäni tällä hetkellä markkinoilla olevien samalaisten, noin 8 vuotta vanhojen kuorma-autojen ja traktoreiden hintoja. Vuotuiset tuotot sain laskemalla yhteen hakkeen kuljetuksesta ja likakaivojen tyhjennyksistä saatavat tulot. Hakkeen kuljetuksessa taksa on irtokuutioperusteinen ja likakaivojen tyhjennyksessä tunti- tai kertaperusteinen. Näissä laskelmissa on siis otettu vain nämä kaksi suoritetta mukaan, ja ne on laskettu nykyisellä kysynnällä, eli mahdollista hakkeen kuljetuksen lisääntymistä ei ole otettu huomioon. Suurin osa likakaivojen tyhjennyksistä veloitetaan tyhjennyskertojen mukaan, joten vaikka kuorma-autolla aikaa tyhjennyksiin kuluu vähemmän, laitoin tulot silti yhtä suuriksi kuin liikennetraktorilla. Näin saadaan kuorma-auton nopeudesta tuleva hyöty esiin ja voidaan vertailla kustannusten vaikutusta kannattavuuteen. Vuotuiset kustannukset tulivat suoraan kustannuslaskelmista, paitsi kuorma-auton kustannuksiin lisäksi tässä vaiheessa lämpölaitosten varastoilla erikseen tapahtuvan hakkeen työnnön kustannukset, joita arvioin tulevan noin 4 000 € vuodessa. Vuotuiset nettotuotot on saatu vähentämällä vuotuisista tuotoista vuotuiset kustannukset.

Taulukko 3. Investointilaskelmien vertailu

Uusi kuorma-auto		Uusi liikennetraktori	
Hankintameno	184 500 €	Hankintameno	135 090 €
Pitoaika	8 a	Pitoaika	8 a
Laskentakorko	6 %	Laskentakorko	6 %
Jäännösarvot yht.	60 456 €	Jäännösarvot yht.	55 381 €
Vuotuiset tuotot	99 139 €/a	Vuotuiset tuotot	99 139 €/a
Vuotuiset kustannukset	77 251 €/a	Vuotuiset kustannukset	85 836 €/a
Vuotuiset nettotuotot	21 888 €/a	Vuotuiset nettotuotot	13 303 €/a
Nykyarvomenetelmä		Nykyarvomenetelmä	
Nettotuottojen ja jäännösarvon nykyarvo	173 850 €	Nettotuottojen ja jäännösarvon nykyarvo	117 353 €
Nettonykyarvo	-10 650 €	Nettonykyarvo	-17 737 €

Nykyarvomenetelmässä vuotuiset nettotuotot ja jäännösarvot diskontataan laskentakorkokannalla, eli tässä tapauksessa 6 prosentilla, nykyhetkeen. Tästä luvusta vähennetään hankintameno, jolloin saadaan netto nykyarvo. Kuten taulukosta 3 on nähtävissä, sekä kuorma-auton että liikennetraktorin netto nykyarvot ovat negatiivisia, eli kumpikaan investointi ei olisi kannattava. Liikennetraktorin osalta on kuitenkin huomioitava, että tässä saadut nettotuotot on laskettu vain hakkeen kuljetuksen ja lika-kaivojen tyhjennyksien perusteella. Eli pelkästään näihin kahteen työhön traktoriaakaan ei kannattaisi investoida, mutta todellisuudessa kun traktorilla tehdään paljon myös muita töitä, esimerkiksi aurauksia, sen kannattavuus paranee. Näihin laskelmiin tein tällaisen rajauksen, jotta voisin tehdä vertailua kuorma-auton kanssa. Kuorma-auton netto nykyarvo on siis myös negatiivinen, eli uutta kuorma-autoa ei kannatta investoida näihin kahteen työhön nykyisellä kysynnällä. Netto nykyarvon luku on kuitenkin vähemmän negatiivinen kuin liikennetraktorilla, mikä kertoo siitä, että kuorma-auto on lähempänä kannattavuutta kuin liikennetraktori. Vertailun vuoksi tehty käytetyn kuorma-auton investointilaskelman netto nykyarvo oli positiivinen 22 960 € eli investointi olisi kannattava. Käytetyn kuorma-auton hankintahinnat kuitenkin vaihtelevat paljon ja niiden kustannuksia ja riskejä on vaikeampi arvioida, joten laskennan luotettavuus heikkenee.

### 6.5.2 Herkkyysanalyysi

Selvittääkseni, kuinka vuotuisten tuottojen ja kustannusten muutokset vaikuttavat investoinnin kannattavuuteen, tein uuden kuorma-auton investointilaskuista kaksisuuntaisen herkkyysanalyysin (ks. taulukko 4). Vasemmalla yläkulmassa on tämän hetkinen netto nykyarvo. Vasemmassa pystysarakkeessa juoksevat vuotuiset kustannukset, ylärivillä taas vuotuiset tuotot.



Taulukko 4. Kuorma-auton investointilaskelman herkkyyssanalyysi

		Vuotuiset tuotot						
		98 000 €	99 000 €	100 000 €	101 000 €	102 000 €	103 000 €	104 000 €
Vuotuiset Kustannukset	Nettonykyarvo	-10 650 €						
	75 000 €	-3 744	2 466	8 675	14 885	21 095	27 305	33 515
	76 000 €	-9 954	-3 744	2 466	8 675	14 885	21 095	27 305
	77 000 €	-16 164	-9 954	-3 744	2 466	8 675	14 885	21 095
	78 000 €	-22 373	-16 164	-9 954	-3 744	2 466	8 675	14 885
	79 000 €	-28 583	-22 373	-16 164	-9 954	-3 744	2 466	8 675
	80 000 €	-34 793	-28 583	-22 373	-16 164	-9 954	-3 744	2 466
	81 000 €	-41 003	-34 793	-28 583	-22 373	-16 164	-9 954	-3 744

Investointilaskelmassa käytettyjä lukuja lähellä olevat tuotot ja kustannukset on keltaisella yliviivattu. Taulukon keskellä olevat luvut ovat nettonykyarvoja eri kustannuksilla ja tuotoilla. Esimerkiksi nykyisillä n. 77 000 euron kustannuksilla tuottojen pitäisi olla n. 101 000 €, jotta investointi olisi kannattava. Tai toisinpäin ajateltuna nykyisillä 99 000 euron tuotoilla kustannuksia olisi pienennettävä 75 000 euroon, jotta investointi kannattaisi. On huomioitavaa, että jos esimerkiksi hakkeen kuljetuksen suoritemäärä nousee ja siitä saatavat tuotot lisääntyvät, kasvavat myös kustannukset muuttuvien ja työkustannusten osalta.

### 6.5.3 Kuljetusetäisyyden vaikutus

Hakkeen kuljetuksessa etäisyydellä on suuri vaikutus kuorma-auton ja liikennetraktorin kannattavuuksiin. Laskin taulukkoon 5, miten uuden kuorma-auton ja liikennetraktorin investointilaskelman nettonykyarvo muuttuu eri kuljetusmatkoilla. Laskelmissa on muutettu vain hakkeen kuljetuksen etäisyyksiä, likakaivojen tyhjennykset ovat mukana samoilla arvoilla kuin edellisissäkin laskelmissa. Luvut on laskettu niin, että kaikki hake kuljetettaisiin samalta etäisyydeltä. Esimerkiksi 20 km:n kohdalla olevat luvut on laskettu siten, että kaikki hakekasat sijaitsisivat tasan 20 km:n etäisyydellä lämpölaitoksesta. Todellisuudessa näin ei ole, mutta tällä tavoin voidaan

vertailla etäisyyksien vaikutuksia kuorma-autolla ja liikennetraktorilla tapahtuviin kuljetuksiin.

Taulukko 5. Kuljetusetäisyyden vaikutus kannattavuuteen

Hake		Kuorma-auto				
Kuljetusetäisyys	Kuljetuksen taksa	Työkierron kokonaisaika	Tuotot	Kustannukset	Nettotuotot	Investointilask. nettonykyarvo
5 km	3,15 €/i-m <sup>3</sup>	0,8 h	94 514 €/a	68 850 €/a	25 665 €/a	12 802 €
10 km	3,15 €/i-m <sup>3</sup>	1,0 h	94 514 €/a	73 485 €/a	21 029 €/a	-15 984 €
15 km	3,15 €/i-m <sup>3</sup>	1,3 h	94 514 €/a	77 923 €/a	16 592 €/a	-43 538 €
20 km	3,60 €/i-m <sup>3</sup>	1,5 h	106 648 €/a	82 598 €/a	24 050 €/a	2 774 €
25 km	3,60 €/i-m <sup>3</sup>	1,7 h	106 648 €/a	87 690 €/a	18 958 €/a	-28 846 €
30 km	4,15 €/i-m <sup>3</sup>	2,0 h	121 477 €/a	91 532 €/a	29 945 €/a	39 385 €
35 km	4,15 €/i-m <sup>3</sup>	2,2 h	121 477 €/a	97 457 €/a	24 020 €/a	2 590 €
40 km	4,15 €/i-m <sup>3</sup>	2,4 h	121 477 €/a	101 299 €/a	20 178 €/a	-21 268 €
Hake		Liikennetraktori				
Kuljetusetäisyys	Kuljetuksen taksa	Työkierron kokonaisaika	Tuotot	Kustannukset	Nettotuotot	Investointilask. nettonykyarvo
5 km	3,15 €/i-m <sup>3</sup>	1,0 h	94 514 €/a	61 472 €/a	33 042 €/a	104 842 €
10 km	3,15 €/i-m <sup>3</sup>	1,3 h	94 514 €/a	74 621 €/a	19 894 €/a	23 191 €
15 km	3,15 €/i-m <sup>3</sup>	1,7 h	94 514 €/a	88 095 €/a	6 419 €/a	-60 483 €
20 km	3,60 €/i-m <sup>3</sup>	2,1 h	106 648 €/a	101 637 €/a	5 011 €/a	-69 228 €
25 km	3,60 €/i-m <sup>3</sup>	2,4 h	106 648 €/a	114 594 €/a	-7 946 €/a	-120 491 €
30 km	4,15 €/i-m <sup>3</sup>	2,8 h	121 477 €/a	128 922 €/a	-7 444 €/a	-123 609 €
35 km	4,15 €/i-m <sup>3</sup>	3,2 h	121 477 €/a	141 946 €/a	-20 468 €/a	-227 448 €
40 km	4,15 €/i-m <sup>3</sup>	3,6 h	121 477 €/a	154 970 €/a	-33 493 €/a	-308 325 €

Taulukossa 5 kuljetusetäisyys on siis yhdensuuntainen matka hakekasalta lämpölaitokselle. Kuljetuksen taksa on laskettu kokonaistaksasta, joka sisältää sekä haketuksen että hakkeen kuljetuksen. Taksa nousee etäisyyden kasvaessa 20 ja 30 km:n kohdalla. Työkierron kokonaisaika kuvaa yhden kuorman kuljetusta alusta loppuun. Tuotot, kustannukset, nettotuotot ja nettonykyarvot on laskettu samalla tavalla kuin aiemmassa investointilaskelmassa. Taulukosta on nähtävissä, että 10 kilometrin ja sen alle olevilla etäisyyksillä liikennetraktori on kuorma-autoa kannattavampi. Vaikka nettotuotot eivät suuresti eroa näillä etäisyyksillä, liikennetraktorin alempi hankintameno nostaa sen parempaan kannattavuuteen. Kuljetusetäisyyden kasvaessa kuorma-autosta tulee liikennetraktoria kannattavampi ja nettonykyarvokin on posi-

tiivinen silloin, kun taksa nousee. Etäisyyden kasvaessa liikennetraktorin kustannukset nousevat nopeammin kuin kuorma-auton, koska liikennetraktorilla työkierto on pidempi, joten se lisää sekä työkustannuksia että muuttuvia kustannuksia.

#### 6.5.4 Hakemäärän lisääntymisen vaikutus

Tein vielä yhden laskelman, jolla hahmottelin tilannetta, jossa Joutsan Lämpö Oy:n suunniteltu laajennus on toteutunut ja sinne kuljetettavan hakkeen määrä lisääntynyt 1,5-kertaiseksi eli n. 10 000 i-m<sup>3</sup>:oon. Laskelmassa otin huomioon myös sen, että tällöin haketta jouduttaisiin kuljettamaan hieman pidemmiltä etäisyyksiltä. Tässä laskelmassa kuljetettujen irtokuutioiden mukaan painotettu kuljetusetäisyyden keskiarvo nousi 14,1 km:stä 17,7 km:iin.

Taulukossa 6 ovat lisääntyneen hakkeen määrän perusteella lasketut uudet investointilaskelmat. Liikennetraktorin vuotuiset kustannukset kasvavat kuorma-auton kustannuksia enemmän. Tämä selittyy pääosin sillä, että suuremman hakemäärän ja pidempien kuljetusetäisyyksien johdosta traktorilla kuluu työhön enemmän aikaa, jolloin työkustannukset ja muuttuvat kustannukset kasvavat enemmän. Tämän investointilaskelman perusteella molemmat ovat kannattavia investointeja, mutta kuorma-auto olisi nyt selvästi kannattavampi hankinta.

Taulukko 6. Investointilaskelmat suuremmalla hakemäärällä

Uusi kuorma-auto		Uusi liikennetraktori	
Hankintameno	184 500 €	Hankintameno	135 090 €
Pitoaika	8 a	Pitoaika	8 a
Laskentakorko	6 %	Laskentakorko	6 %
Jäännösarvot yht.	60 456 €	Jäännösarvot yht.	55 381 €
Vuotuiset tuotot	136 214 €/a	Vuotuiset tuotot	136 214 €/a
Vuotuiset kustannukset	96 261 €/a	Vuotuiset kustannukset	119 634 €/a
Nettotuotot	39 953 €/a	Nettotuotot	16 580 €/a
Nykyarvomenetelmä		Nykyarvomenetelmä	
Nettotuottojen ja jäännösarvon nykyarvo	286 028 €	Nettotuottojen ja jäännösarvon nykyarvo	137 707 €
Nettonykyarvo	<b>101 528 €</b>	Nettonykyarvo	<b>2 617 €</b>

## 6.6 Investoinnin SWOT -analyysi

SWOT -analyysi eli nelikenttäanalyysi on yksinkertainen yritystoiminnan analysointimenetelmä, jota käytetään yrityksen vahvuuksien ja heikkouksien sekä tulevaisuuden mahdollisuuksien ja uhkien selvittämiseen ja tunnistamiseen. SWOT -analyysissa yrityksen toimintaan vaikuttavat tekijät ryhmitellään nelikenttämuotoon. Ryhmät ovat nykytilanteen vahvuudet (*Strengths*) ja heikkoudet (*Weaknesses*) sekä tulevaisuuden mahdollisuudet (*Opportunities*) ja uhat (*Threats*). SWOT -analyysi voidaan tehdä koskemaan joko koko yritystä tai vain joitain toiminnan osaa. Analyysin jälkeen yritys näkee, mitkä ovat sen vahvuuksia, joita kannattaa hyödyntää jatkossakin, ja mitä heikkouksia olisi korjattava ja parannettava. Lisäksi analyysistä nähdään, mitä tulevaisuuden mahdollisuuksia voitaisiin hyödyntää ja mitkä ovat uhkia, joihin pitää varautua. (Nelikenttäanalyysi - SWOT n.d.)

Käytän tässä työssä SWOT -analyysia kerätäkseni yhteen työn aikana esiin nousseita ajatuksia kuorma-autohankinnan kannattavuudesta Konetyölle. Taloudellisten lukujen lisäksi investointiin liittyy paljon muita asioita, jotka on helppo koota nelikenttäanalyysiin. Kuviossa 17 esitettyssä SWOT-analyysissa vahvuudet ja heikkoudet kuvaavat nykytoimintaa liikennetraktorilla, kun taas mahdollisuudet ja uhat kuvaavat mahdollista tulevaisuuden toimintaa kuorma-autolla. Toiminnalla tarkoitetaan pääasiassa hakkeen kuljetusta ja likakaivojen tyhjennyksiä.

<p><b>VAHVUUDET (liikennetraktori)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monipuolisuus</li> <li>• Hakkeen työntö varastoilla</li> <li>• Kärkyjen siirto mahdollista myös hakettavalla traktorilla</li> <li>• Pääsee myös vaikeakulkuisiin paikkoihin</li> </ul>	<p><b>HEIKKOUEDET (liikennetraktori)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidas ajonopeus, rajoittava tekijä varsinkin pitkällä etäisyyksillä</li> <li>• Pieni kuormatila</li> <li>• Työaikaa kuluu enemmän, jolloin palkkakustannukset suuremmat</li> </ul>
<p><b>MAHDOLLISUUDET (kuorma-auto)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suurempi ajonopeus, jonka myötä kuljetusetäisyyksiä voitaisiin kasvattaa</li> <li>• Suurempi kuormatila, kuormien määrä vähenee</li> <li>• Säästöt palkkakustannuksissa</li> <li>• Jää enemmän aikaa muulle työlle</li> <li>• Uusien palveluiden kehittämismahdollisuudet, varsinkin vaihtolavalaitteiden avulla</li> <li>• Nykyisten palveluiden tarjonta laajemmalle alueelle</li> </ul>	<p><b>UHAT (kuorma-auto)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suuri investointi (varsinkin uutena)</li> <li>• Hake pitää käydä erikseen työntämässä sisään varastoihin</li> <li>• Ekowattien matalissa varastoissa kippaus haasteellista</li> <li>• Konttien siirto mahdollista vain kuorma-autolla (ellei hankinta tarkoitukseen sopivaa perävaihtoa traktoriin)</li> <li>• Ei välttämättä pääse yhtä vaikeakulkuisiin paikkoihin kuin traktorilla</li> </ul>

Kuvio 17. Liikennetraktorin ja kuorma-auton SWOT-analyysi

## 7 Johtopäätökset

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kuorma-autoinvestoinnin kannattavuutta Konetyö A. & A. Saarela Ay:lle. Lisäksi tehtävänä oli tutkia haketus- ja kuljetusprosessia, kun kuljetukset hoidetaan kuorma-autolla sekä muita työtehtäviä kuorma-autolle. Tutkimukseen sisältyi myös käyttöön soveltuvan kuorma-auton ja lisälaitteiden suunnittelu, kustannus- ja investointilaskelmat sekä investoinnin kannattavuuden tarkastelu ja vertailu nykyiseen toimintamalliin.

Hoidettaessa hakkeen kuljetuksia kuorma-autolla suurimmat haasteet tulisivat vastaan lämpölaitosten varastoilla. Varastot ovat niin pieniä, että ilman hakkeen työntämistä ja kasaamista niihin mahtuu vain pari kuormaa. Kuorma-autolla kasaaminen ei onnistuisi niin kuin liikennetraktorilla, vaan kuormat olisi kipattava pihaan ja ne pitäisi käydä päivän päätteeksi työntämässä varastoon sisään traktorilla tai pyörä-

kuormaajalla. Joutsan Ekowatti Oy:n lämpölaitosten varastot ovat lisäksi sen verran matalia, että kippaaminen varaston sisällä korkealla vaihtolavakontilla voi olla haasteellista. Joutsan Lämpö Oy:n varastoa on aikomus tulevaisuudessa laajentaa, joten siihen tilanteeseen voi tulla helpotusta riippuen varaston laajennustavasta.

Hakkeenkuljetuksen lisäksi muita työtehtäviä kuorma-autolle löytyisi ainakin likakaivojen tyhjennyksistä, jolloin palvelua voitaisiin tarjota laajemmalle alueelle. Myös lumen ja harjaushiekan poisajossa sekä kaluston siirrossa voitaisiin hyödyntää kuorma-autoa. Kuorma-auton myötä yrityksen palveluvalikoimaa olisi mahdollista laajentaa esimerkiksi pienimuotoisiin maa-aineskuljetuksiin.

Tehtäviin sopiva kuorma-auto olisi kolmiakselinen ja telivetoinen 6x4, koukkuvaihtolavalaitteilla varustettuna. Vaihtolavalaitteet lisäävät auton monikäyttöisyyttä. Hakkeen kuljetuksessa käytettäisiin kahta 45 m<sup>3</sup>:n vaihtolavakonttia ja likakaivojen tyhjennyksessä 8–10 m<sup>3</sup>:n vaihtolavasovitteista imusäiliötä. Muihin tehtäviin hankittaisiin tarpeen mukaan sopivia vaihtolavoja.

Uuden kuorma-auton vuosittaiset kustannukset pelkästään hakkeenkuljetuksessa ja likakaivojen tyhjennyksessä olisivat noin 12 000 € pienemmät kuin liikennetraktorilla. Tämä tosin selittyy pääasiassa pienemmillä työkustannuksilla, jotka saavutetaan nopeamman kuljetuksen ja sitä kautta lyhentyneiden työaikojen johdosta. Sama asia vaikuttaa myös muuttuviin kustannuksiin. Kiinteät kustannukset sen sijaan ovat kuorma-autolla suuremmat selvästi suuremman hankintahinnan takia. Investointilaskelmat tehtiin nykyarvomenetelmällä, joka sopii hyvin kannattavuuden arviointiin. Investointilaskelmien perusteella uuden kuorma-auton hankinta ei olisi kannattavaa tämän hetkiselällä kysynnällä. Toisaalta, laskennoissa ei otettu huomioon mahdollisista kuorma-auton muista töistä saatavia tuloja, jotka voisivat hieman nostaa kannattavuutta. Käytetyn kuorma-auton hankinta sen sijaan voisi olla taloudellisten lukujen perusteella kannattavaa jo nykyisillä kuljetusmäärillä. Pitää kuitenkin muistaa, että varsinkin käytetyn kuorma-auton kustannuslaskuissa käytetyt lähtöarvot ovat suureksi osaksi arvioita, joten saadut tulokset ovat lähinnä suuntaa-antavia. Lisäksi käytetyn kuorma-auton hankintaan liittyy enemmän riskejä, joita on vaikea arvioida las-

kelmissä, joten käytetyn kuorma-auton laskelmien luotettavuus ei ole samalla tasolla kuin uuden.

Kuorma-auton hankintaa ei siis voida perustella ainoastaan taloudellisilla luvuilla. Opinnäytetyön edetessä kävi selväksi, että investointipäätökseen vaikuttaa muutama muukin seikka, joista suurin este on lämpölaitosten varastojen pieni koko, joka vaikeuttaa kuorman purkua. Lisäksi haketuspaikoilla voi olla välillä tarvetta siirtää kuljetusvälinettä ja jos se onnistuu vain kuorma-autolla, se hidastaa hakkeen tuotantoa ja toimituksia. Tästä syystä kuorma-autoinvestoinnin myötä saattaisi tulla tarvetta myös traktorin perävaunulle, jossa on koukkuvaihtolavalaitteet. Kuorma-auton toimivuuden hakkeen kuljetuksessa näkisi parhaiten vasta käytännössä.

Kuorma-auton hankintaan ei siis pystytty antamaan yksiselitteistä kyllä tai ei - vastausta. Mikäli tulevaisuudessa hakkeen tuotanto ja kuljetus lisääntyy varsinkin pitkiltä etäisyyksiltä ja edes Joutsan Lämpö Oy:n varastosta tulisi suurempi, voisi kuorma-auton hankinta tulla kyseeseen. Hankinta olisi kannattava etenkin silloin, jos Joutsan Lämpö Oy:n suunniteltu laajennus toteutuu. Jos taas haketus tapahtuu yhä enenevässä määrin lämpölaitosten läheisyydessä sijaitsevassa terminaalissa ja muutenkin alle 10 km:n etäisyyksiltä, olisi liikennetraktori edelleen käyttökelpoinen ja kannattava. Tällöin voitaisiin harkita vain perävaunujen vaihtoa suurempiin, tosin silloinkin voisi tulla samat purkuongelmat vastaan varastoilla kuin kuorma-autolla. Kuorma-auton investoinnista päätettäessä olisi tärkeää myös olla varmuutta töiden jatkosta, eli sopimusten olisi hyvä olla mahdollisimman pitkiä.

Opinnäytetyössä päästiin tavoitteeseen, eli tehtiin selvitys kuorma-autoinvestoinnin kannattavuudesta Konetyö A. & A. Saarela Ay:lle. Vaikka selkeää vastausta investointipäätökseen ei saatu, on tutkimus kuitenkin hyvänä tukena päätöksenteossa jatkossa. Mikäli tulevaisuudessa yrityksessä päätetään investoida kuorma-autoon, jatkoselvityksiä voitaisiin tehdä vaihtolavaperävaunun hankinnasta traktoriin sekä muiden vaihtolavojen, kuten koneenkuljetuslavan, hankinnasta kuorma-autoon. Kuorma-auton myötä myös palveluvalikoiman laajentamista voitaisiin selvittää tarkemmin.

Opinnäytetyötä tehdessä kävi myös ilmi, että yrityksen kustannuslaskentaa ja kustannusten seuranta voitaisiin kehittää. Tämä onnistuisi tekemällä jokaiselle traktorille ja koneelle oma kustannuslaskelma. Laskelman avulla kustannuksia olisi helppo seurata, ja sen avulla voitaisiin tarkistaa hinnoittelun oikea taso. Tästä olisi apua myös erilaisten tarjousten tekemiseen. Lisäksi laskelmia tehdessä nähdään konkreettisesti, mistä kustannukset kertyvät, jolloin voidaan löytää uusia säästämisen kohteita. Kustannuslaskelmien tekeminen ja kustannusten seuranta vaatii jonkin verran työpanosta, mutta niiden avulla voidaan vaikuttaa koko yrityksen kannattavuuteen.



## Lähteet

A 407/2013. 2013. Valtioneuvoston asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen muuttamisesta. Finlex. Viitattu 17.4.2014.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130407>.

Alakangas, E., Keränen, J., Flyktman, M., Jetsu, P., Penttinen, L., Tukia, J., & Kataja, J. 2012. Keski-Suomen biomassavarat, tuotanto, käyttö, jalostus ja logistiikka - käyttö vuonna 2010 ja 2020. 20.11.2012. BIOCLUS - Developing Research and Innovation Environment in Five European Regions in the Field of Sustainable Use of Biomass Sources. Viitattu 8.6.2014.

[http://www.bioclus.eu/en/images/files/Keski\\_Suomen\\_biomassavarat\\_ja\\_niiden\\_k%C3%A4ytt%C3%B6.pdf](http://www.bioclus.eu/en/images/files/Keski_Suomen_biomassavarat_ja_niiden_k%C3%A4ytt%C3%B6.pdf).

Ballou, R. H. 1992. Business Logistics Management. New Jersey: Prentice-Hall.

CMT Opticont MAX. N.d. Vaihtolavakontin esittely CMT Cargo Modul Trading Ab:n sivustolla. Viitattu 22.4.2014. <http://www.cmt.se/lastvaxlarflak-fi/cmt-fliscontainer-fi/cmt-opticont-max-fi.html>.

Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. 2004. Introduction to Logistics Systems Planning and Control. Chichester: John Wiley & Sons.

Hakkila, P. N.d. Bioenergia-käsitteitä. Artikkelit Puuenergia ry:n sivustolla (nykyisin Bioenergia ry). Viitattu 25.5.2014.

[http://www.puuenergia.fi/files/kk\\_hakkilatermit.pdf](http://www.puuenergia.fi/files/kk_hakkilatermit.pdf).

Hiab Multilift XR Power -Koukkulaitesarja. N.d. Hiab Multilift XR18S tekniset tiedot. Cargotec Finland Oy. Viitattu 22.4.2014.

[http://www.podshop.se/content/12/opensearchresult.aspx?file=BD-XR18S-FI-SFS\\_L.pdf](http://www.podshop.se/content/12/opensearchresult.aspx?file=BD-XR18S-FI-SFS_L.pdf).

Hokkanen, S., Inkinen, M. & Käenmäki, J. 2010. Tavaraliikenneyrittäjä. 34. painos. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu, logistiikka.

Hokkanen, S., Luukkainen, M. & Karhunen, J. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. 6. uudistettu painos. Jyväskylä: Sho Business Development.

Huikko, J. 2013. Joutsan Lämpö kaavailee huomattavaa laajennusta. Joutsan Seutu 11.12.2013, 8.

Härkönen, M. 2012. Puun polttoainekäyttö pienissä aluelämpölaitoksissa. Kokkola: Keski-Pohjanmaan Ammattikorkeakoulu Centria, Tutkimus ja Kehitys. Viitattu 7.3.2014.

[http://www.forestpower.net/data/liitteet/144035=puun\\_polttoainekaytto\\_harkonen.pdf](http://www.forestpower.net/data/liitteet/144035=puun_polttoainekaytto_harkonen.pdf).

Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. Kuljetukset ja varastointi: järjestelmät, kustusto ja toimintaperiaatteet. Suomen logistiikkayhdistys, WS Bookwell.

Kasilingam, R. G. 1998. Logistics and Transportation: Design and Planning. 2nd ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Kauppinen, V.-P. 2009. Keski-Suomen metsien energiapuuvarat. 28.10.2009. Power-Point -esitys energiapuuvaroista. Viitattu 8.6.2014.  
[http://www.metsakeskus.fi/fi/FI/c/document\\_library/get\\_file?uuid=6637193f-c58a-4f81-ba67-3cebb346a8f4&groupId=10156](http://www.metsakeskus.fi/fi/FI/c/document_library/get_file?uuid=6637193f-c58a-4f81-ba67-3cebb346a8f4&groupId=10156).

KESLA C645. N.d. Tuote-esittely Kesla Oyj:n sivustolla. Viitattu 13.3.2014.  
<http://www.kesla.fi/c645>.

Käytössä oleva maatalousmaa 2007. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen Tiken maataloustilasto. 14.12.2007. Viitattu 7.6.2014.  
[http://www.maataloustilastot.fi/kaytossa-oleva-maatalousmaa-2007\\_fi](http://www.maataloustilastot.fi/kaytossa-oleva-maatalousmaa-2007_fi).

Käytössä oleva maatalousmaa 2014, Ennakkotieto 2014. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen Tiken maataloustilasto. 27.5.2014. Viitattu 7.6.2014.  
[http://www.maataloustilastot.fi/k%C3%A4yt%C3%B6ss%C3%A4-oleva-maatalousmaa-2014-ennakkotieto\\_fi](http://www.maataloustilastot.fi/k%C3%A4yt%C3%B6ss%C3%A4-oleva-maatalousmaa-2014-ennakkotieto_fi).

Laitila, J., Leinonen, A., Flyktman, M., Virkkunen, M., & Asikainen, A. 2010. Metsähakkeen hankinta- ja toimituslogistiikan haasteet ja kehittämistarpeet. VTT Tiedotteita 2564. Viitattu 8.6.2014. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2564.pdf>.

Lähdevaara, H., Savolainen, V., Paananen, M. & Vanhala, A. 2010. Mailta ja manuilta, soilta ja saloilta: Selvitys Keski-Suomen biomassakuljetusten logistiikasta. Jyväskylä: Jyväskylän Ammattikorkeakoulun julkaisuja 107.

Mallisto FM D11 6x4, Rigid, Ilmajousitus. 2014. Tietolomake Volvo Trucks Finland:n sivustolla. Viitattu 22.4.2014.  
[http://productinfo.vtc.volvo.se/files/pdf/modelrange/fm64r1ha\\_fin\\_fin.pdf](http://productinfo.vtc.volvo.se/files/pdf/modelrange/fm64r1ha_fin_fin.pdf).

Mallisto FM D11 8x4, Rigid, Tag-Tridem (takateli-Tridem). 2014. Tietolomake Volvo Trucks Finland:n sivustolla. Viitattu 22.4.2014.  
[http://productinfo.vtc.volvo.se/files/pdf/modelrange/fm84tr1ha\\_fin\\_fin.pdf](http://productinfo.vtc.volvo.se/files/pdf/modelrange/fm84tr1ha_fin_fin.pdf).

Metsähake. 2014. Tietoa metsähakkeesta Motiva Oy:n sivustolla. Päivitetty 28.3.2014. Viitattu 31.5.2014.  
[http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/bioenergia/energiaa\\_metsasta/metsahake](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_metsasta/metsahake).

Metsäntutkimuslaitos. N.d. Metsähakkeen kokonaiskäyttö raaka-aineittain 2000–2012. Taulukko metsähakkeen raaka-aineista Metla:n Metinfo tilastopalvelussa. Viitattu 7.6.2014. [http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/rek/metsahakkeen\\_raaka-aineet-2000-2012.xls](http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/rek/metsahakkeen_raaka-aineet-2000-2012.xls).

- Metsäntutkimuslaitos. 2013. Metsätilastollinen Vuosikirja 2013. Sastamala: Vammalan Kirjapaino.
- Mäkinen, I., Saarialho, A. & Timmerbacka, E. 1992. Kuljetusjärjestelmät. MH-Konsultit.
- Nelikenttäänalyysi - SWOT. N.d. Tietoa SWOT -analyysistä ja ohjeita sen käyttöön Suomen Riskienhallintayhdistys ry:n sivustolla. Viitattu 15.6.2014. <http://www.pk-rh.fi/index.php?page=swot>.
- Oksanen, R. 2004. Kuljetustuotannon toimintolaskenta: kuljetustalouden perusteista moderniin toimintolaskentaan. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Hyvinkää: Ekodata
- Ritvanen, V., Inkiläinen, A., Bell, A. & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Logistiikan Maailma. Helsinki: Suomen Huolintaliikkeiden Liitto, Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY.
- Rushton, A., Croucher, P. & Baker, P. 2014. The Handbook of Logistics and Distribution Management: Understanding the Supply Chain. Kogan Page Publishers.
- Saaranen, P., Kolttola, E. & Pösö, J. 2011. Liike-elämän matematiikkaa. 7.-8. painos. Helsinki: Edita Prima.
- Saarela, A. 2014. Yrittäjä. Konetyö A. & A. Saarela Ay. Haastattelu 17.1.2014.
- Siponmaa, K. & Vaara, K. 2013. Ruokohelvestä ei ollutkaan kultakaivokseksi. Yle Uutiset 7.8.2013. Viitattu 7.6.2014. [http://yle.fi/uutiset/ruokohelvesta\\_ei\\_ollutkaan\\_kultakaivokseksi/6767347](http://yle.fi/uutiset/ruokohelvesta_ei_ollutkaan_kultakaivokseksi/6767347).
- Suomala, P., Manninen, O. & Lyly-Yrjänäinen, J. 2011. Laskentatoimi johtamisen tukena. Helsinki: Edita Prima.
- Suomen virallinen tilasto (SVT): Energian hankinta ja kulutus. 2014. 4. Vuosineljännes 2013. 24.3.2014. Helsinki: Tilastokeskus. Viitattu 25.5.2014. [http://www.stat.fi/til/ehk/2013/04/ehk\\_2013\\_04\\_2014-03-24\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/ehk/2013/04/ehk_2013_04_2014-03-24_tie_001_fi.html).
- Turve. 2010. Energiateollisuus. Tietoa turpeesta Energiateollisuus ry:n sivustolla. Viitattu 7.6.2014. <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energialahteet/turve>.
- Turvetta tuotetaan usealla tavalla. N.d. Tietoa turpeen tuotannosta Bioenergia ry:n Turveinfo.fi -sivustolla. Viitattu 8.6.2014. <http://www.turveinfo.fi/turvetta-tuotetaan-usealla-tavalla>.
- Varastointi. 2014. Tietoa metsähakkeen raaka-aineiden varastoinnista Motiva Oy:n sivustolla. Päivitetty 28.3.2014. Viitattu 7.6.2014. [http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/bioenergia/energiaa\\_metsasta/metsahake/varastointi](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_metsasta/metsahake/varastointi).

# Liitteet

## Liite 1. Uuden kuorma-auton kustannuslaskelma

### AJONEUVON KUSTANNUSLASKENTA

ALV 0 %

30.9.2014 19:18

Uusi kuorma-auto 6x4

rev.

7.10.2012

### LÄHTÖTIEDOT

	Syöttötiedot	Kaavat	Tulokset
Ajoneuvon veroton hankintahinta	120 500 €		
Renkaiden lukumäärä	10 kpl		
Renkaan veroton hinta	600 €/kpl		
Renkaiden veroton hinta yhteensä		6 000 €	
Ajoneuvon veroton ja renkaaton hinta		114 500 €	
Perävaunun veroton hankintahinta	0 €		
Renkaiden lukumäärä	0 kpl		
Renkaan veroton hinta	0 €/kpl		
Renkaiden veroton hinta yhteensä		0 €	
Perävaunun veroton ja renkaaton hinta		0 €	
Päällysrakenteet verottomina	35 000 €		
Ajoneuvopääte verottomana	0 €		
Lisälaite verottomana 1 vaihtolava x 2	14 000 €		
Lisälaite verottomana 2 imusäiliö	15 000 €		
Lisälaite verottomana 3	0 €		
Lisälaite verottomana 4	0 €		
Ajokilometrit vuodessa hake	19 253 km/a		
Ajokilometrit muussa ajossa 1 liete	2 739 km/a		
Ajokilometrit muussa ajossa 2 muut	0 km/a		
Ajokilometrit muussa ajossa 3	0 km/a		
Vuotuiset ajokilometrit		21 991 km/a	
Ajoneuvon pitoaika	8 a		175 931 km
Perävaunun pitoaika	0 a		0 km
Päällysrakenteiden pitoaika	8 a		175 931 km
Ajoneuvopäätteen pitoaika	0 a		0 km
Lisävarusteiden pitoaika 1 vaihtolavalava x 2	16 a		351 862 km
Lisävarusteiden pitoaika 2 imusäiliö	16 a		351 862 km
Lisävarusteiden pitoaika 3	0 a		0 km
Lisävarusteiden pitoaika 4	0 a		0 km
Polttoaineen keskikulutus	34 l/100 km		
Polttoaineen keskikulutus muussa ajossa	30 l/100 km		
Painotettu keskikulutus		33,4 l/100 km	
Renkaan kestoikä vetoautossa	100 000 km		
Renkaan kestoikä perävaunussa	0 km		

Käyttötunnit päivässä hake	7,4 h/d		
Käyttöpäiviä vuodessa	113 d/a		
Käyttötunnit vuodessa		834 h/a	
Työtunnit päivässä	7,8 h/d		
Työpäiviä vuodessa	113 d/a		
Työtunnit vuodessa		876 h/a	
Muut käyttötunnit päivässä liete	7,28 h/d		
Muut käyttöpäivät vuodessa	21 d/a		
Muut käyttötunnit vuodessa		154 h/a	
Muut työtunnit päivässä	7,65 h/d		
Muut työpäivät vuodessa	21 d/a		
Muut työtunnit vuodessa		162 h/a	
Työpäivät vuodessa yhteensä		134 d/a	
Palkkatunnit keskimäärin päivässä		7,75 h/d	
Apuaikaprosentti	5 %		
Apuikatunnit päivässä		0,39 h/d	
Maksettavat tunnit päivässä		8,14 h/d	
Maksettavat tunnit vuodessa		1 089 h/a	
<b><u>KUSTANNUSLASKENTA</u></b>			
<b>Työkustannukset</b>			
Palkkakustannukset		13 919 €/a	23 662 €/a
Perustuntipalkka	12,78 €/h	13 919 €/a	21,73 €/h
Iltalisä	15 %	1,92 €/h	1,08 €/km
Yölisä	20 %	2,56 €/h	
Ylityö	50 %	6,39 €/h	
Ylityö	100 %	12,78 €/h	
Ylityö	200 %	25,56 €/h	
Ulkomaan lisä	8 %	1,02 €/h	
Erikoislisä	5 %	0,64 €/h	
Iltalisä	0 h/d	0 €/a	
Yölisä	0 h/d	0 €/a	
Ylityö 50%	0,0 h/d	0 €/a	
Ylityö 100%	0,0 h/d	0 €/a	
Ylityö 200%	0 h/d	0 €/a	
Ulkomaan lisä	0 h/d	0 €/a	
Erikoislisä	0 h/d	0 €/a	
Muut veronalaiset edut	0 €/a	0 €/a	
Välilliset palkkakustannukset	70,0 %	9 743 €/a	
Päivärahat ja majoituskulut		0 €/a	
Osapäiväraha	13,60 €/d		
Kokopäiväraha	30,20 €/d		
Korotettu päiväraha	38,00 €/d		
Euroopassa	56,70 €/d		
Euroopan ulkopuolella	60,70 €/d		
Ruokaraha ulkomailla	32,30 €/d		
1/2 ruokaraha ulkomailla	16,15 €/d		
Osapäiväraha	0,00 kpl/a	0 €/a	

Kokopäiväraha	0,00 kpl/a	0 €/a	
Korotettu päiväraha	0,00 kpl/a	0 €/a	
Euroopassa	0,00 kpl/a	0 €/a	
Euroopan ulkopuolella	0,00 kpl/a	0 €/a	
Ruokaraha	0,00 kpl/a	0 €/a	
1/2 ruokaraha	0,00 kpl/a	0 €/a	
<b>Kiinteät kustannukset</b>			<b>30 644 €/a</b>
<b>Pääomakustannukset</b>		<b>20 481 €/a</b>	<b>229,01 €/d</b>
			<b>31,02 €/h</b>
			<b>1,39 €/km</b>
1. Arvonaleneminen yhteensä vuodessa		17 029 €/a	
Ajoneuvo			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	20 %		
Jäännösarvo		19 210 €	
Vuotuinen arvonaleneminen		11 911 €/a	
Perävaunu			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	0 %		
Jäännösarvo		0 €	
Vuotuinen arvonaleneminen		0 €/a	
Päällysrakenteet			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	20 %		
Jäännösarvo		5 872 €/a	
Vuotuinen arvonaleneminen		3 641 €/a	
Ajoneuvopäät			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	0 %		
Jäännösarvo		0 €/a	
Vuotuinen arvonaleneminen		0 €/a	
Lisälaite 1 vaihtolava x 2			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	10 %		
Jäännösarvo		2 594 €/a	
Vuotuinen arvonaleneminen		713 €/a	
Lisälaite 2 imusäiliö			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	10 %		
Jäännösarvo		2 780 €/a	
Vuotuinen arvonaleneminen		764 €/a	
Lisälaite 3			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	0 %		
Jäännösarvo		0 €	
Vuotuinen arvonaleneminen		0 €/a	
Lisälaite 4			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	0 %		
Jäännösarvo		0 €	
Vuotuinen arvonaleneminen		0 €/a	

2. Pääoman korko yhteensä vuodessa		3 139 €/a
Oma pääoma	10 000 €	
Oman pääoman korko	10 %	
Vieras pääoma		168 500 €
Vieraan pääoman korko	3 %	
Painotettu keskiporko		3,392 %
Korkokerroin ajoneuville		0,170
Korkokerroin perävaunulle		0,000
Korkokerroin päällysrakenteille		0,170
Korkokerroin ajoneuvopäätteelle		0,000
Korkokerroin lisälaitteelle 1		0,339
Korkokerroin lisälaitteelle 2		0,339
Korkokerroin lisälaitteelle 3		0,000
Korkokerroin lisälaitteelle 4		0,000
Korkokustannus vetoautolle		2 020 €/a
Korkokustannus perävaunulle		0 €/a
Korkokustannus päällysrakenteille		618 €/a
Korkokustannus ajoneuvopäätteelle		0 €/a
Korkustannus lisälaitteelle 1		242 €/a
Korkustannus lisälaitteelle 2		259 €/a
Korkustannus lisälaitteelle 3		0 €/a
Korkustannus lisälaitteelle 4		0 €/a
3. Käyttöpääoman korko		314 €/a
Pääoman korosta laskettuna tai	10 %	314 €/a
Keskimääräiset myyntisaamiset	0 €	
Keskimääräiset ostovelat	0 €	
Keskimääräinen "vaihto-omaisuus"	0 €	
Ennakkomaksut	0 €	
Käyttöpääoma		0 €
Käyttöpääoman korko		0 €/a
Vakuutusmaksut vuodessa		7 400 €/a
Liikennevakuutus vetoautolle	3 900 €/a	
Liikennevakuutus perävaunulle	0 €/a	
Autovakuutus vetoautolle	3 100 €/a	
Autovakuutus perävaunulle	0 €/a	
Tiekuljetusvakuutus	200 €/a	
Vastuuvakuutus	200 €/a	
Muut vakuutukset	0 €/a	
Liikennöimismaksut		1 190 €/a
Käyttövoimavero	818 €/a	
Katsastusmaksut	250 €/a	
Liikennelupamaksut	72 €/a	
Muut katsastukset	0 €/a	
Käyttö- ja rekisteröintimaksut	50 €/a	
Ylläpitokustannukset		350 €/a
Pesut	100 €/a	
Säilytys	0 €/a	
Lämmitys	50 €/a	
Pienvarusteet	200 €/a	

Muut kiinteät ja Hallintokustannukset		966 €/a	
Kirjanpito	685 €/a		
Puhelin	66 €/a		
Toimisto	27 €/a		
Edustus	0 €/a		
Markkinointi	162 €/a		
Ajovälitys	0 €/a		
Laskutus	15 €/a		
Tietotekniikka	12 €/a		
Korvaukseton ajo		257 €/a	
Kilometrejä päivässä	4 km/d	535 km/a	
Osuus muuttuvista kustannuksista	70 %		
<b>Muuttuvat kustannukset</b>			<b>15 092 €/a</b> <b>0,69 €/km</b>
Polttoainekustannukset		8 731 €/a	0,40 €/km
Kesälaadun hinta		1,169 €/l	
Talvilaadun hinta	1,20 €/l		
Erikoistalvilaadun hinta	1,35 €/l		
Arktinen laatu	1,45 €/l		
Ulkomailta ostettu	0,80 €/l		
Kesälaadun käytön osuus	40 %		
Talvilaadun käytön osuus	60 %		
Erikoistalvilaadun käytön osuus	0 %		
Arktisen laadun käytön osuus	0 %		
Ulkomailta ostettu	0 %		
Yhteensä		100 %	
Painotettu keskihinta		1,188 €/l	
AdBlue	5 %	178 €/a	0,01 €/km
Voiteluainekustannukset		873 €/a	0,04 €/km
Arvio tai	0 €/a		
Polttoainekustannuksista laskettuna	10 %		
Huolto- ja korjauskustannukset		4 434 €/a	0,202 €/km
Arvio tai lasketaan HK-prosentin avulla	0 €/a		
HK-prosentti, ajoneuville	25 %	0,16 €/km	
HK-prosentti, perävaunulle	0 %	0,00 €/km	
HK-prosentti, päällysrakenteille	15 %	0,03 €/km	
HK-prosentti, ajoneuvopäätteelle	0 %	0,00 €/km	
HK-prosentti, lisälaitteelle 1 vaihtolava x 2	10 %	0,00 €/km	
HK-prosentti, lisälaitteelle 2 imusäiliö	12 %	0,01 €/km	
HK-prosentti, lisälaitteelle 3	0 %	0,00 €/km	
HK-prosentti, lisälaitteelle 4	0 %	0,00 €/km	



Rengaskustannukset		876 €/a	0,0399 €/km
Ajoneuvo		0,0399 €/km	
Pinnoitusten lukumäärä	1,60 kertaa		
Pinnoituksen hinta	250 €/kpl		
Pinnoituksen kesto vs. uusi rengas	110 %		
Vaurioitumisriski	10 %		
Perävaunu		0,0000 €/km	
Pinnoitusten lukumäärä	0,00 kertaa		
Pinnoituksen hinta	0 €/kpl		
Pinnoituksen kesto vs. uusi rengas	0 %		
Vaurioitumisriski	0 %		
Vetoauto yksin	100 %		
Yhdistelmä kokonaan		0 %	
<b>Kustannukset ennen toimintaylijäämää</b>		71 109 €/a	
Toimintaylijäämä		2 199 €/a	
Toimintaylijäämäprosentti	3 %		
<b>Kokonaiskustannukset</b>			<b>73 308 €/a</b>
<b>Kustannukset</b>			
Kilometrikustannus		3,33 €/km	
Tuntikustannus		74,21 €/h	
Päiväkustannus		547,85 €/d	

Yhdistetty maksu, työkustannukset	22,40 €/h
Yhdistetty maksu, ajoneuvon muuttuvat kustannukset	0,71 €/km
Yhdistetty maksu, ajoneuvon kiinteät kustannukset	33,76 €/h
Yhdistetty maksu, ajoneuvon kiinteät kustannukset	249,27 €/d

<b>Kuljetusorganisaation kustannukset</b>	1 710 €/a
Johdon ja toimihenkilöiden palkat (sis. vpk)	0 €/a
Toimitilojen vuokrat	0 €/a
Toimitilojen sähkö, vesi, lämmitys ja kunnossapito	200 €/a
Viestintä ja tietotekniikka	0 €/a
Taloushallinto	0 €/a
Yrittäjän eläke- ja vastuuvakuutukset	6 419 €/a
Ajovälitysmaksut	0 €/a
Koulutus	220 €/a
Jäsenmaksut	0 €/a
Jyvitys laskettavalle ajoneuvolle	25 %

## Liite 2. Uuden liikennetraktorin kustannuslaskelma

### AJONEUVON KUSTANNUSLASKENTA

ALV 0 %

30.9.2014 19:18

Uusi liikennetraktori

rev.

7.10.2012

### LÄHTÖTIEDOT

	Syöttötiedot	Kaavat	Tulokset
Ajoneuvon veroton hankintahinta	77 800 €		
Renkaiden lukumäärä	4 kpl		
Renkaan veroton hinta	1 500 €/kpl		
Renkaiden veroton hinta yhteensä		6 000 €	
Ajoneuvon veroton ja renkaaton hinta		71 800 €	
Perävaunun veroton hankintahinta x3	49 090 €		
Renkaiden lukumäärä	12 kpl		
Renkaan veroton hinta	1 000 €/kpl		
Renkaiden veroton hinta yhteensä		12 000 €	
Perävaunun veroton ja renkaaton hinta		37 090 €	
Päällysrakenteet verottomina	0 €		
Ajoneuvopäätte verottomana	0 €		
Lisälaite verottomana 1 nivela	8 200 €		
Lisälaite verottomana 2	0 €		
Lisälaite verottomana 3	0 €		
Lisälaite verottomana 4	0 €		
Ajokilometrit vuodessa hake	25 547 km/a		
Ajokilometrit muussa ajossa 1 liete	2 739 km/a		
Ajokilometrit muussa ajossa 2 muut	0 km/a		
Ajokilometrit muussa ajossa 3	0 km/a		
Vuotuiset ajokilometrit		28 285 km/a	
Tunnit vuodessa hake	1 482 h/a		
Tunnit muussa ajossa 1 liete	192 h/a		
Tunnit muussa ajossa 2 muut	0 h/a		
Vuotuiset tunnit		1 674 h/a	
Ajoneuvon pitoaika	8 a		13 389 h
Perävaunun pitoaika	12 a		20 083 h
Päällysrakenteiden pitoaika	0 a		0 h
Ajoneuvopäätteen pitoaika	0 a		0 h
Lisävarusteiden pitoaika 1 nivela	10 a		16 736 h
Lisävarusteiden pitoaika 2	0 a		0 h
Lisävarusteiden pitoaika 3	0 a		0 h
Lisävarusteiden pitoaika 4	0 a		0 h
Polttoaineen keskimääräinen kulutus	11 l/h		
Polttoaineen keskimääräinen kulutus muussa ajossa	11 l/h		
Painotettu keskimääräinen kulutus		11,0 l/h	
Renkaan kestoikä traktorissa	4 000 h		
Renkaan kestoikä perävaunussa	8 000 h		

Käyttötunnit päivässä hake	6,5 h/d		
Käyttöpäiviä vuodessa	227 d/a		
Käyttötunnit vuodessa		1 482 h/a	
Työtunnit päivässä	6,9 h/d		
Työpäiviä vuodessa	227 d/a		
Työtunnit vuodessa		1 556 h/a	
Muut käyttötunnit päivässä liete	7,77 h/d		
Muut käyttöpäivät vuodessa	25 d/a		
Muut käyttötunnit vuodessa		192 h/a	
Muut työtunnit päivässä	8,16 h/d		
Muut työpäivät vuodessa	25 d/a		
Muut työtunnit vuodessa		201 h/a	
Käyttötunnit vuodessa yhteensä		1 674 h/a	
Työpäivät vuodessa yhteensä		251 d/a	
Palkkatunnit keskimäärin päivässä		6,99 h/d	
Apuaikaprosentti	5 %		
Apuaikatunnit päivässä		0,35 h/d	
Maksettavat tunnit päivässä		7,34 h/d	
Maksettavat tunnit vuodessa		1 845 h/a	
<b><u>KUSTANNUSLASKENTA</u></b>			
<b>Työkustannukset</b>			<b>40 088 €/a</b>
Palkkakustannukset		23 581 €/a	<b>21,73 €/h</b>
Perustuntipalkka	12,78 €/h	23 581 €/a	<b>1,42 €/km</b>
Iltalisä	15 %	1,92 €/h	
Yölisä	20 %	2,56 €/h	
Ylityö	50 %	6,39 €/h	
Ylityö	100 %	12,78 €/h	
Ylityö	200 %	25,56 €/h	
Ulkomaan lisä	8 %	1,02 €/h	
Erikoislisä	5 %	0,64 €/h	
Iltalisä	0 h/d	0 €/a	
Yölisä	0 h/d	0 €/a	
Ylityö 50%	0,0 h/d	0 €/a	
Ylityö 100%	0,0 h/d	0 €/a	
Ylityö 200%	0 h/d	0 €/a	
Ulkomaan lisä	0 h/d	0 €/a	
Erikoislisä	0 h/d	0 €/a	
Muut veronalaiset edut	0 €/a	0 €/a	
Välilliset palkkakustannukset	70,0 %	16 507 €/a	
Päivärahat ja majoituskulut		0 €/a	
Osapäiväraha	13,60 €/d		
Kokopäiväraha	30,20 €/d		
Korotettu päiväraha	38,00 €/d		
Euroopassa	56,70 €/d		
Euroopan ulkopuolella	60,70 €/d		
Ruokaraha ulkomailla	32,30 €/d		

1/2 ruokaraha ulkomailla	16,15 €/d		
Osapäiväraha	0,00 kpl/a	0 €/a	
Kokopäiväraha	0,00 kpl/a	0 €/a	
Korotettu päiväraha	0,00 kpl/a	0 €/a	
Euroopassa	0,00 kpl/a	0 €/a	
Euroopan ulkopuolella	0,00 kpl/a	0 €/a	
Ruokaraha	0,00 kpl/a	0 €/a	
1/2 ruokaraha	0,00 kpl/a	0 €/a	
<b>Kiinteät kustannukset</b>			<b>16 943 €/a</b>
<b>Pääomakustannukset</b>		<b>12 788 €/a</b>	<b>67,39 €/d</b>
			<b>10,12 €/h</b>
			<b>0,60 €/km</b>
1. Arvonaleneminen yhteensä vuodessa		10 221 €/a	
Ajoneuvo			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	20 %		
Jäännösarvo		12 046 €	
Vuotuinen arvonaleneminen		7 469 €/a	
Perävaunu			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	10 %		
Jäännösarvo		10 475 €	
Vuotuinen arvonaleneminen		2 218 €/a	
Päällysrakenteet			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	0 %		
Jäännösarvo		0 €/a	
Vuotuinen arvonaleneminen		0 €/a	
Ajoneuvopäät			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	0 %		
Jäännösarvo		0 €/a	
Vuotuinen arvonaleneminen		0 €/a	
Liäsälaite 1 nivelaura			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	10 %		
Jäännösarvo		2 859 €/a	
Vuotuinen arvonaleneminen		534 €/a	
Lisälaite 2			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	0 %		
Jäännösarvo		0 €/a	
Vuotuinen arvonaleneminen		0 €/a	
Lisälaite 3			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	0 %		
Jäännösarvo		0 €	
Vuotuinen arvonaleneminen		0 €/a	
Lisälaite 4			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	0 %		
Jäännösarvo		0 €	
Vuotuinen arvonaleneminen		0 €/a	

2. Pääoman korko yhteensä vuodessa		2 334 €/a
Oma pääoma	10 000 €	
Oman pääoman korko	10 %	
Vieras pääoma		107 090 €
Vieraan pääoman korko	3 %	
Painotettu keskiporko		3,6 %
Korkokerroin ajoneuville		0,180
Korkokerroin perävaunulle		0,360
Korkokerroin päällysrakenteille		0,000
Korkokerroin ajoneuvopäätteelle		0,000
Korkokerroin lisälaitteelle 1		0,360
Korkokerroin lisälaitteelle 2		0,000
Korkokerroin lisälaitteelle 3		0,000
Korkokerroin lisälaitteelle 4		0,000
Korkokustannus vetoautolle		1 344 €/a
Korkokustannus perävaunulle		798 €/a
Korkokustannus päällysrakenteille		0 €/a
Korkokustannus ajoneuvopäätteelle		0 €/a
Korkustannus lisälaitteelle 1		192 €/a
Korkustannus lisälaitteelle 2		0 €/a
Korkustannus lisälaitteelle 3		0 €/a
Korkustannus lisälaitteelle 4		0 €/a
3. Käyttöpääoman korko		233 €/a
Pääoman korosta laskettuna	10 %	233 €/a
tai		
Keskimääräiset myyntisaamiset	0 €	
Keskimääräiset ostovelat	0 €	
Keskimääräinen "vaihto-omaisuus"	0 €	
Ennakkomaksut	0 €	
Käyttöpääoma		0 €
Käyttöpääoman korko		0 €/a
Vakuutusmaksut vuodessa		849 €/a
Liikennevakuutus traktorille	58 €/a	
Liikennevakuutus perävaunulle	0 €/a	
Autovakuutus traktorille	282 €/a	
Autovakuutus perävaunulle	0 €/a	
Tiekuljetusvakuutus	0 €/a	
Vastuuvakuutus	0 €/a	
Muut vakuutukset	508 €/a	
Liikennöimismaksut		1 379 €/a
PA lisäveronpäivämaksu	1 257 €/a	
Katsastusmaksut	0 €/a	
Liikennelupamaksut	72 €/a	
Muut katsastukset	0 €/a	
Käyttö- ja rekisteröintimaksut	50 €/a	
Ylläpitokustannukset		350 €/a
Pesut	100 €/a	
Säilytys	0 €/a	

Lämmitys	50 €/a		
Pienvarusteet	200 €/a		
Muut kiinteät ja Hallintokustannukset		966 €/a	
Kirjanpito	685 €/a		
Puhelin	66 €/a		
Toimisto	27 €/a		
Edustus	0 €/a		
Markkinointi	162 €/a		
Ajovälitys	0 €/a		
Laskutus	15 €/a		
Tietotekniikka	12 €/a		
Korvaukseton ajo		610 €/a	
Kilometrejä päivässä	4 km/d	1 006 km/a	
Osuus muuttuvista kustannuksista	70 %		
<b>Muuttuvat kustannukset</b>			<b>24 521 €/a</b> <b>14,65 €/h</b> <b>0,87 €/km</b>
Polttoainekustannukset PÖ		15 280 €/a	9,13 €/h
Kesälaadun hinta		0,819 €/l	
Talvilaadun hinta	0,84 €/l		
Erikoistalvilaadun hinta	0,00 €/l		
Arktinen laatu	0,00 €/l		
Ulkomailta ostettu	0,00 €/l		
Kesälaadun käytön osuus	40 %		
Talvilaadun käytön osuus	60 %		
Erikoistalvilaadun käytön osuus	0 %		
Arktisen laadun käytön osuus	0 %		
Ulkomailta ostettu	0 %		
Yhteensä		100 %	
Painotettu keskihinta		0,830 €/l	
AdBlue	0 %	0 €/a	0,00 €/h
Voiteluainekustannukset		1 528 €/a	0,91 €/h
Arvio tai	0 €/a		
Polttoainekustannuksista laskettuna	10 %		
Huolto- ja korjauskustannukset		2 944 €/a	1,76 €/h
Arvio tai lasketaan HK-prosentin avulla	0 €/a		
HK-prosentti, traktorille	25 %	1,34 €/h	
HK-prosentti, perävaunulle	20 %	0,37 €/h	
HK-prosentti, päällysrakenteille	0 %	0,00 €/h	
HK-prosentti, ajoneuvopäätteelle	0 %	0,00 €/h	
HK-prosentti, lisälaitteelle 1 nivelaura	10 %	0,05 €/h	
HK-prosentti, lisälaitteelle 2	0 %	0,00 €/h	
HK-prosentti, lisälaitteelle 3	0 %	0,00 €/h	
HK-prosentti, lisälaitteelle 4	0 %	0,00 €/h	
Rengaskustannukset		4 770 €/a	2,85 €/h
Traktori		1,50 €/h	
Pinnoitusten lukumäärä	0,00 kertaa		
Pinnoituksen hinta	0 €/kpl		

Pinnoituksen kesto vs. uusi rengas	0 %		
Vaurioitumisriski	0 %		
Perävaunu		1,50 €/h	
Pinnoitusten lukumäärä	0,00 kertaa		
Pinnoituksen hinta	0 €/kpl		
Pinnoituksen kesto vs. uusi rengas	0 %		
Vaurioitumisriski	0 %		
Traktori yksin	10 %		
Yhdistelmä kokonaan		90 %	
<b>Kustannukset ennen toimintaylijäämää</b>		83 261 €/a	
Toimintaylijäämä		2 575 €/a	
Toimintaylijäämäprosentti	3 %		
<b>Kokonaiskustannukset</b>			<b>85 836 €/a</b>
<b>Kustannukset</b>			
Kilometrikustannus		3,03 €/km	
Tuntikustannus		51,29 €/h	
Päiväkustannus		341,41 €/d	

Yhdistetty maksu, työkustannukset	22,40 €/h
Yhdistetty maksu, ajoneuvon muuttuvat kustannukset	0,89 €/km
Yhdistetty maksu, ajoneuvon kiinteät kustannukset	11,49 €/h
Yhdistetty maksu, ajoneuvon kiinteät kustannukset	76,48 €/d

<b>Kuljetusorganisaation kustannukset</b>	1 710 €/a
Johdon ja toimihenkilöiden palkat (sis. vpk)	0 €/a
Toimitilojen vuokrat	0 €/a
Toimitilojen sähkö, vesi, lämmitys ja kunnossapito	200 €/a
Viestintä ja tietotekniikka	0 €/a
Taloushallinto	0 €/a
Yrittäjän eläke- ja vastuuvakuutukset	6 419 €/a
Ajovälitysmaksut	0 €/a
Koulutus	220 €/a
Jäsenmaksut	0 €/a
Jyvitys laskettavalle ajoneuvolle	25 %

### Liite 3. Käytetyn kuorma-auton kustannuslaskelma

#### AJONEUVON KUSTANNUSLASKENTA

ALV 0 %

30.9.2014 19:18

Käytetty kuorma-auto 6x4

rev.

7.10.2012

#### LÄHTÖTIEDOT

	Syöttötiedot	Kaavat	Tulokset
Ajoneuvon veroton hankintahinta	70 000 €		
Renkaiden lukumäärä	10 kpl		
Renkaan veroton hinta	600 €/kpl		
Renkaiden veroton hinta yhteensä		6 000 €	
Ajoneuvon veroton ja renkaaton hinta		64 000 €	
Perävaunun veroton hankintahinta	0 €		
Renkaiden lukumäärä	0 kpl		
Renkaan veroton hinta	0 €/kpl		
Renkaiden veroton hinta yhteensä		0 €	
Perävaunun veroton ja renkaaton hinta		0 €	
Päällysrakenteet verottomina	0 €		
Ajoneuvopäätä verottomana	0 €		
Lisälaite verottomana 1 vaihtolava x 2	14 000 €		
Lisälaite verottomana 2 imusäiliö	15 000 €		
Lisälaite verottomana 3	0 €		
Lisälaite verottomana 4	0 €		
Ajokilometrit vuodessa hake	19 253 km/a		
Ajokilometrit muussa ajossa 1 liete	2 739 km/a		
Ajokilometrit muussa ajossa 2 muut	0 km/a		
Ajokilometrit muussa ajossa 3	0 km/a		
Vuotuiset ajokilometrit		21 991 km/a	
Ajoneuvon pitoaika	4 a		87 966 km
Perävaunun pitoaika	0 a		0 km
Päällysrakenteiden pitoaika	0 a		0 km
Ajoneuvopäätteen pitoaika	0 a		0 km
Lisävarusteiden pitoaika 1 vaihtolavalava x 2	16 a		351 862 km
Lisävarusteiden pitoaika 2 imusäiliö	16 a		351 862 km
Lisävarusteiden pitoaika 3	0 a		0 km
Lisävarusteiden pitoaika 4	0 a		0 km
Polttoaineen keskikulutus	34 l/100 km		
Polttoaineen keskikulutus muussa ajossa	30 l/100 km		
Painotettu keskikulutus		33 l/100 km	
Renkaan kestoikä vetoautossa	100 000 km		
Renkaan kestoikä perävaunussa	0 km		



Käyttötunnit päivässä hake	7,4 h/d		
Käyttöpäiviä vuodessa	113 d/a		
Käyttötunnit vuodessa		834 h/a	
Työtunnit päivässä	7,8 h/d		
Työpäiviä vuodessa	113 d/a		
Työtunnit vuodessa		876 h/a	
Muut käyttötunnit päivässä liete	7,28 h/d		
Muut käyttöpäivät vuodessa	21 d/a		
Muut käyttötunnit vuodessa		154 h/a	
Muut työtunnit päivässä	7,65 h/d		
Muut työpäivät vuodessa	21 d/a		
Muut työtunnit vuodessa		162 h/a	
Työpäivät vuodessa yhteensä		134 d/a	
Palkkatunnit keskimäärin päivässä		7,75 h/d	
Apuaikaprosentti	5 %		
Apuikatunnit päivässä		0,39 h/d	
Maksettavat tunnit päivässä		8,14 h/d	
Maksettavat tunnit vuodessa		1 089 h/a	
<b><u>KUSTANNUSLASKENTA</u></b>			
<b>Työkustannukset</b>			
Palkkakustannukset		13 919 €/a	23 662 €/a
Perustuntipalkka	12,78 €/h	13 919 €/a	21,73 €/h
Iltalisä	15 %	1,92 €/h	1,08 €/km
Yölisä	20 %	2,56 €/h	
Ylityö	50 %	6,39 €/h	
Ylityö	100 %	12,78 €/h	
Ylityö	200 %	25,56 €/h	
Ulkomaan lisä	8 %	1,02 €/h	
Erikoislisä	5 %	0,64 €/h	
Iltalisä	0 h/d	0 €/a	
Yölisä	0 h/d	0 €/a	
Ylityö 50%	0,0 h/d	0 €/a	
Ylityö 100%	0,0 h/d	0 €/a	
Ylityö 200%	0 h/d	0 €/a	
Ulkomaan lisä	0 h/d	0 €/a	
Erikoislisä	0 h/d	0 €/a	
Muut veronalaiset edut	0 €/a	0 €/a	
Välilliset palkkakustannukset	70,0 %	9 743 €/a	
Päivärahat ja majoituskulut		0 €/a	
Osapäiväraha	13,60 €/d		
Kokopäiväraha	30,20 €/d		
Korotettu päiväraha	38,00 €/d		
Euroopassa	56,70 €/d		
Euroopan ulkopuolella	60,70 €/d		
Ruokaraha ulkomailla	32,30 €/d		
1/2 ruokaraha ulkomailla	16,15 €/d		
Osapäiväraha	0,00 kpl/a	0 €/a	

Kokopäiväraha	0,00 kpl/a	0 €/a	
Korotettu päiväraha	0,00 kpl/a	0 €/a	
Euroopassa	0,00 kpl/a	0 €/a	
Euroopan ulkopuolella	0,00 kpl/a	0 €/a	
Ruokaraha	0,00 kpl/a	0 €/a	
1/2 ruokaraha	0,00 kpl/a	0 €/a	
<b>Kiinteät kustannukset</b>			<b>23 682 €/a</b>
<b>Pääomakustannukset</b>		<b>13 482 €/a</b>	<b>176,98 €/d</b>
			<b>23,97 €/h</b>
			<b>1,08 €/km</b>
1. Arvonaleneminen yhteensä vuodessa		10 923 €/a	
Ajoneuvo			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	20 %		
Jäännösarvo		26 214 €	
Vuotuinen arvonaleneminen		9 446 €/a	
Perävaunu			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	0 %		
Jäännösarvo		0 €	
Vuotuinen arvonaleneminen		0 €/a	
Päällysrakenteet			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	0 %		
Jäännösarvo		0 €/a	
Vuotuinen arvonaleneminen		0 €/a	
Ajoneuvopääte			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	0 %		
Jäännösarvo		0 €/a	
Vuotuinen arvonaleneminen		0 €/a	
Liäsälaite 1 vaihtolava x 2			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	10 %		
Jäännösarvo		2 594 €/a	
Vuotuinen arvonaleneminen		713 €/a	
Lisälaite 2 imusäiliö			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	10 %		
Jäännösarvo		2 780 €/a	
Vuotuinen arvonaleneminen		764 €/a	
Lisälaite 3			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	0 %		
Jäännösarvo		0 €	
Vuotuinen arvonaleneminen		0 €/a	
Lisälaite 4			
Vuotuinen arvonalenemisprosentti	0 %		
Jäännösarvo		0 €	
Vuotuinen arvonaleneminen		0 €/a	

2. Pääoman korko yhteensä vuodessa		2 327 €/a
Oma pääoma	10 000 €	
Oman pääoman korko	10 %	
Vieras pääoma		83 000 €
Vieraan pääoman korko	3 %	
Painotettu keskiporko		3,753 %
Korkokerroin ajoneuvolle		0,188
Korkokerroin perävaunulle		0,000
Korkokerroin päällysrakenteille		0,000
Korkokerroin ajoneuvopäätteelle		0,000
Korkokerroin lisälaitteelle 1		0,375
Korkokerroin lisälaitteelle 2		0,375
Korkokerroin lisälaitteelle 3		0,000
Korkokerroin lisälaitteelle 4		0,000
Korkokustannus vetoautolle		1 772 €/a
Korkokustannus perävaunulle		0 €/a
Korkokustannus päällysrakenteille		0 €/a
Korkokustannus ajoneuvopäätteelle		0 €/a
Korkustannus lisälaitteelle 1		268 €/a
Korkustannus lisälaitteelle 2		287 €/a
Korkustannus lisälaitteelle 3		0 €/a
Korkustannus lisälaitteelle 4		0 €/a
3. Käyttöpääoman korko		233 €/a
Pääoman korosta laskettuna tai	10 %	233 €/a
Keskimääräiset myyntisaamiset	0 €	
Keskimääräiset ostovelat	0 €	
Keskimääräinen "vaihto-omaisuus"	0 €	
Ennakkomaksut	0 €	
Käyttöpääoma		0 €
Käyttöpääoman korko		0 €/a
Vakuutusmaksut vuodessa		7 400 €/a
Liikennevakuutus vetoautolle	3 900 €/a	
Liikennevakuutus perävaunulle	0 €/a	
Autovakuutus vetoautolle	3 100 €/a	
Autovakuutus perävaunulle	0 €/a	
Tiekuljetusvakuutus	200 €/a	
Vastuuvakuutus	200 €/a	
Muut vakuutukset	0 €/a	
Liikennöimismaksut		1 190 €/a
Käyttövoimavero	818 €/a	
Katsastusmaksut	250 €/a	
Liikennelupamaksut	72 €/a	
Muut katsastukset	0 €/a	
Käyttö- ja rekisteröintimaksut	50 €/a	
Ylläpitokustannukset		350 €/a
Pesut	100 €/a	
Säilytys	0 €/a	
Lämmitys	50 €/a	
Pienvarusteet	200 €/a	

Muut kiinteät ja Hallintokustannukset		966 €/a	
Kirjanpito	685 €/a		
Puhelin	66 €/a		
Toimisto	27 €/a		
Edustus	0 €/a		
Markkinointi	162 €/a		
Ajovälitys	0 €/a		
Laskutus	15 €/a		
Tietotekniikka	12 €/a		
Korvaukseton ajo		294 €/a	
Kilometrejä päivässä	4 km/d	535 km/a	
Osuus muuttuvista kustannuksista	70 %		
<b>Muuttuvat kustannukset</b>			<b>17 258 €/a</b> <b>0,78 €/km</b>
Polttoainekustannukset		8 731 €/a	0,40 €/km
Kesälaadun hinta		1,169 €/l	
Talvilaadun hinta	1,20 €/l		
Erikoistalvilaadun hinta	1,35 €/l		
Arktinen laatu	1,45 €/l		
Ulkomailta ostettu	0,80 €/l		
Kesälaadun käytön osuus	40 %		
Talvilaadun käytön osuus	60 %		
Erikoistalvilaadun käytön osuus	0 %		
Arktisen laadun käytön osuus	0 %		
Ulkomailta ostettu	0 %		
Yhteensä		100 %	
Painotettu keskihinta		1,188 €/l	
AdBlue	5 %	178 €/a	0,01 €/km
Voiteluainekustannukset		873 €/a	0,04 €/km
Arvio tai	0 €/a		
Polttoainekustannuksista laskettuna	10 %		
Huolto- ja korjauskustannukset		6 600 €/a	0,30 €/km
Arvio tai lasketaan HK-prosentin avulla	0 €/a		
HK-prosentti, ajoneuvolle	40 %	0,29 €/km	
HK-prosentti, perävaunulle	0 %	0,00 €/km	
HK-prosentti, päällysrakenteille	0 %	0,00 €/km	
HK-prosentti, ajoneuvopäätteelle	0 %	0,00 €/km	
HK-prosentti, lisälaitteelle 1 vaihtolava x 2	10 %	0,00 €/km	
HK-prosentti, lisälaitteelle 2 imusäiliö	12 %	0,01 €/km	
HK-prosentti, lisälaitteelle 3	0 %	0,00 €/km	
HK-prosentti, lisälaitteelle 4	0 %	0,00 €/km	
Rengaskustannukset		876 €/a	0,0399 €/km
Ajoneuvo		0,0399 €/km	
Pinnoitusten lukumäärä	1,60 kertaa		
Pinnoituksen hinta	250 €/kpl		
Pinnoituksen kesto vs. uusi rengas	110 %		
Vaurioitumisriski	10 %		

Perävaunu		0,0000 €/km	
Pinnoitusten lukumäärä	0,00 kertaa		
Pinnoituksen hinta	0 €/kpl		
Pinnoituksen kesto vs. uusi rengas	0 %		
Vaurioitumisriski	0 %		
Vetoauto yksin	100 %		
Yhdistelmä kokonaan		0 %	
<b>Kustannukset ennen toimintaylijäämää</b>		66 312 €/a	
Toimintaylijäämä		2 051 €/a	
Toimintaylijäämäprosentti	3 %		
<b>Kokonaiskustannukset</b>			<b>68 363 €/a</b>
<b>Kustannukset</b>			
Kilometrikustannus		3,11 €/km	
Tuntikustannus		69,20 €/h	
Päiväkustannus		510,90 €/d	

Yhdistetty maksu, työkustannukset	22,40 €/h
Yhdistetty maksu, ajoneuvon muuttuvat kustannukset	0,81 €/km
Yhdistetty maksu, ajoneuvon kiinteät kustannukset	26,50 €/h
Yhdistetty maksu, ajoneuvon kiinteät kustannukset	195,63 €/d

<b>Kuljetusorganisaation kustannukset</b>	<b>1 710 €/a</b>
Johdon ja toimihenkilöiden palkat (sis. vpk)	0 €/a
Toimitilojen vuokrat	0 €/a
Toimitilojen sähkö, vesi, lämmitys ja kunnossapito	200 €/a
Viestintä ja tietotekniikka	0 €/a
Taloushallinto	0 €/a
Yrittäjän eläke- ja vastuuvakuutukset	6 419 €/a
Ajovälitysmaksut	0 €/a
Koulutus	220 €/a
Jäsenmaksut	0 €/a
Jyvitys laskettavalle ajoneuvolle	25 %