

Marita Wahlroos • Minttu Merivirta (toim.)

## Uusia mahdollisuuksia bioenergian hankintalogistiikan liiketoimintamalleihin Kemi-Tornion alueella

PUULOG-hankkeessa tuotettuja tutkimustuloksia alueellista kehittämistä varten





**Uusia mahdollisuuksia bioenergian hankintalogistiikan  
liiketoimintamalleihin Kemi-Tornion alueella**



Marita Wahlroos • Minttu Merivirta (toim.)

## **Uusia mahdollisuuksia bioenergian hankintalogistiikan liiketoimintamalleihin Kemi-Tornion alueella**

PUULOG-hankkeessa tuotettuja tutkimustuloksia alueellista kehittämistä varten

**Sarja B. Raportit ja selvitykset 24/2013**

© Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu ja tekijät

ISBN 978-952-5897-99-9 (nid.)  
ISSN 1799-2834 (painettu)  
ISBN 978-952-68088-0-2 (pdf)  
ISSN 1799-831X (verkkajulkaisu)  
ISSN-L 1799-2834

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun julkaisuja  
Sarja B. Raportit ja julkaisut 24/2013

Rahoittajat: Teknologian ja innovaatioiden  
kehittämiskeskus Tekes, Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto, Vipuvoimaa EU:lta,  
Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu

Kirjoittajat: Kirsti Ketola, Iikka Rahkonen,  
Marita Wahlroos, Pekka Erkkilä, Joonas Heiskari,  
Miska Viholainen, Janne Valta, Jari Virtala

Kannen kuva: Minttu Merivirta  
Taitto: Ella-Noora Käyhkö

Painopaikka: Erweko, Oulu 2013

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu  
Tietokatu 1  
94600 Kemi  
Puh. 010 353 50

[www.token.fi/julkaisut](http://www.token.fi/julkaisut)



Lapin korkeakoulukonserni LUC on yliopiston ja kahden ammattikorkeakoulun strateginen yhteenliittymä. Konserniin kuuluvat Lapin yliopisto, Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu ja Rovaniemen ammattikorkeakoulu.

[www.luc.fi](http://www.luc.fi)

# Sisällys

ESIPUHE . . . . .	9
-------------------	---

## **Marita Wahlroos & Iikka Rahkonen**

1 JOHDANTO . . . . .	13
1.1 TUTKIMUSTEHTÄVÄ . . . . .	14
1.2 PUULOG-TUTKIMUSHANKKEEN TAVOITTEET JA TOIMENPITEET . . . . .	14
1.3 TUTKIMUSSTRATEGIA JA TIEDONKERUUMENETELMÄT . . . . .	18
1.4 TUTKIMUSRAPORTIN RAKENNE . . . . .	18
LÄHTEET . . . . .	19

## **Janne Valta, Jari Virtala & Marita Wahlroos**

2 NYKYISET HANKINTALOGISTIIKAN LIIKE-TOIMINTAMALLIT JA PULLONKAULAT PUULOG-HANKKEEN YHTEISTYÖRYTYKSISSÄ . . . . .	21
2.1 JOHDANTO . . . . .	21
2.2 TUTKIMUSMENETELMÄT . . . . .	23
2.3 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET . . . . .	24
2.4 PUULOG-TOIMIJOIDEN HANKINTALOGISTIIKAN LIIKETOIMINTAMALLIT . . . . .	26
2.5 PULLONKAULAT YHTEISTYÖRYTYKSISSÄ . . . . .	39
2.6 JOHTOPÄÄTÖKSET . . . . .	40
LÄHTEET . . . . .	42

### **Janne Valta & Marita Wahlroos**

3 UUSIA MAHDOLLISUUKSIA BIOENERGIAN HANKINTALOGISTIIKAN LIIKETOIMINTAMALLIEN KEHITTÄMISEEN JA KÄYTTÖÖNOTTOON . . . . .	45
3.1 JOHDANTO. . . . .	45
3.2 HAKKEEN TUOTANTOMALLIT JA TOIMITUSKETJUT . . . . .	46
3.3 ERILAISIA LIIKETOIMINTAMALLEJA . . . . .	49
3.4 PUULOG-TOIMIJOIDEN NYKYISET HANKINTALOGISTIIKAN LIIKETOIMINTAMALLIT . . . . .	53
3.5 UUDET LIIKETOIMINTAMALLI-IDEAT . . . . .	62
3.6 JOHTOPÄÄTÖKSET . . . . .	64
LÄHTEET . . . . .	64

### **Pekka Erkkilä & Kirsti Ketola**

4 ENERGIAPUUN KULJETUSKUSTANNUSTEN JA -KALUSTON VERTAILU . . . . .	67
4.1 JOHDANTO. . . . .	67
4.2 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET . . . . .	69
4.3 ENERGIAPUULOGISTIIKKA. . . . .	71
4.4 KUSTANNUSTEN MUODOSTUMINEN JA KUSTANNUSVERTAILU . . . . .	77
4.5 JOHTOPÄÄTÖKSET . . . . .	87
LÄHTEET . . . . .	89

### **Joonas Heiskari & Miska Viholainen & Marita Wahlroos**

5 BIOENERGIATERMINAALI KEMIIN . . . . .	93
5.1 JOHDANTO. . . . .	93
5.2 BIOTERMINAALI . . . . .	98
5.3 TUTKIMUSTULOKSET . . . . .	109
5.4 JOHTOPÄÄTÖKSET. . . . .	117
LÄHTEET . . . . .	118



**Marita Wahlroos & Kirsti Ketola**

6 YHTEENVETO . . . . .	121
6.1 KOOSTE TUTKIMUKSISTA JA TUTKIMUSTULOKSISTA . . . . .	121
6.2 JOHTOPÄÄTÖKSET PUULOG-HANKKEEN HYÖDYISTÄ . . . . .	124
LÄHTEET . . . . .	126
TEKIJÖIDEN ESITTELYT . . . . .	127



# Esipuhe

Puusta jalostettavissa biopolttoaineissa piilee valtavasti mahdollisuuksia. Suomessa on paljon metsävarantoja ja metsäosaamista, ja on vain keksittävä uusia keinoja - uutta ajattelua sekä uutta luovaa yritystoimintaa - joilla vihreä kulta muutetaan rahaksi. Suomalaiset voisivat olla mukana biobuumissa muun muassa suunnittelemalla uusia liiketoimintamalleja ja myymällä metsänhoitosuunnitelmiin liittyviä sertifikaatteja. Nämä eivät vaadi suuria investointeja ja pitkiä takaisinmaksuaikoja mutta sitäkin enemmän yrittäjyyttä sekä asiantuntijamyyntiin panostamista myös kansainvälisillä markkinoilla.

Kansainvälisen energijärjestön (IEA) mukaan energian kysyntä lisääntyy vuosien 2010 ja 2035 välillä maailmanlaajuisesti kolmanneksen ja hiilipäästöt viidenneksen. Varsovassa tänä syksynä (2013) kokoontunut ilmastopaneeli nosti maailman tietoisuuteen jälleen kerran ilmastopäästöjen rajoituksen tärkeyden ja uusiutuvien biopolttoaineiden käytön lisäämisen ilmaston ja luonnonvarojen suojelemiseksi, tosin vielä laihoin tuloksin. EU on kuitenkin velvoittanut jäsenmaitaan korvaamaan 20 prosenttia energian kulutuksesta uusiutuvalla energialla ja vähentämään hiilidioksidipäästöjä 20 prosentilla vuoteen 2020 mennessä verrattuna vuoden 1990 tasoon. Toisin sanoen Euroopan maiden komissio kannattaa bioenergian käyttöä mutta pelkää, että bioinnostus johtaa liikahakkuihin. Nyt komissiossa kaavaillankin jäsenmaiden metsänomistajille pakollisia, tilatasolle ulottuvia metsäsuunnitelmia, joissa tulee kuvata yksityiskohtaisesti tilan puutavarat, hoitotavat ja perusteet vuotuisille hakkuumäärille. Suunnitelma on hyväksyttävä asiantuntevilla viranomaisilla tai riippumattomalla sertifioijalla. (MMM 2013.)

Suomen valtioneuvosto puolestaan hyväksyi vuonna 2008 tavoitteen nostaa uusiutuvan energian osuus vuoteen 2020 mennessä 38 prosenttiin. Tämä uusiutuvan energian käytön lisääminen edellyttää myös puuperäisen energian käytön voimakasta lisäämistä. Kataisen vuoden 2011 hallitusohjelmassa esitetäänkin metsähakkeen nykyisen määrän lisäämistä 2–3-kertaiseksi. (Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia 2008.) Lapin liiton vuonna 2009 hyväksymä energiastrategia tukee Lapin oman osaamisen ja yritystoiminnan kehittymistä. ”Lapissa tulee investoida kilpailukykyisiin, elinkeinoja ja aluetaloutta tukeviin energiaratkaisuihin hyödyntämällä pohjoista osaamista ja innovointikykyä ympäristöystävällisesti, Lapin ainutlaatuisista luontoa kunnioittaen.” (Lapin energiastrategia 2009.)

Lapin liiton energiavision mukaan Lappi tunnetaan tulevaisuudessa pohjoisiin olosuhteisiin soveltuvien energiantuotanto- ja energiansäästöratkaisujen kehittäjä ja soveltaja. Tavoitteen saavuttaminen edellyttää merkittävää tehostamista biopolttoaineen hankintaketjussa ja lisäystä energiankäyttöön otettavan puun määrässä. Bioenergian hankintaketjun kustannusten tarkastelussa tulee huomioida myös polttoaineen laatu ja toimitusvarmuus. Hankintaketjun logistiset ratkaisut määrittävät sen, kuinka tehokkaasti oikea määrä oikean laatuista biopolttoainetta asiakkaalle pystytään toimittamaan. Uusiutuvan energian hyödyt eivät kuitenkaan saa valua logistisen ketjun kasvaneisiin ympäristövaikutuksiin. Tämän vuoksi hankintaketjun logistiikkaa on tarkasteltava kokonaisvaltaisesti raaka-ainelähteeltä loppuasiakkaalle niin, että kaikkien jäsenten toiminta tähtää ketjun kokonaisedun lisäämiseen.

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun alueellisena tavoitteena on tuottaa uutta liiketoimintaosaamista sekä toimialalleen että työelämään yhteistyössä alueen yritysten ja muiden toimijoiden kanssa. Yritysten kansainvälistymiseen ja asiantuntijuuden myyntiin kohdistuu muutospaineita ja odotuksia siitä, miten palveluilla voidaan taspainottaa tavarakaupan muutosta ja globaaleille palvelumarkkinoille siirtymistä. Yritykset joutuvat asemoimaan toimintansa uudelleen muuttuvassa yritys kentässä sekä hakemaan paikkansa, uudet liiketoimintamallit ja toimintatavat. Yritysten ja yritysverkkojen kyky toiminnan sekä innovaatioiden kehittämiseen lokaalisti ja globaalisti riippuu paljolti yrityksen sisäisistä tekijöistä kuten henkilöstön ammattitaidon kehittamisestä ja sitoutumisesta. Nämä asiat ovat avainasemassa yrityksen muutokkyvyn kehittämisessä.

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulussa on toteutettu kaksivuotinen Tekesin tutkimushanke bioenergian hankintalogistiikan liiketoimintamallien kehittämisestä ja bioenergian toimitusverkostojen vahvistamisesta Pohjois-Suomessa. Kyseinen *PUU-LOG - Bioenergian hankintalogistiikka Pohjois-Suomessa -hanke* on yhteinen Oulun yliopiston kanssa. Molemmat osapuolet ovat osallistuneet hankkeeseen ennalta sovitun työnjaon mukaan. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulussa hanketta on tehty yhdessä opiskelijoiden kanssa ammattikorkeakoulun toimintaperiaatteiden mukaisesti. Opiskelijat ovat osallistuneet hankkeeseen oppinäytetyötutkimusten kautta.

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun osalta PUU-LOG - Bioenergian hankintalogistiikka Pohjois-Suomessa -hankkeessa tehdyt tutkimukset liittyvät yhteistyöyritysten (kolmen energiayhtiön, kuljetus- ja murskausyhtiön sekä kuljetusyrityksen) bioenergian hankintalogistiikan liiketoimintamallien kartoittamiseen, analysointiin ja kehittämiseen, maantie- ja rautatiekuljetusten kustannusvertailuun sekä alueellisen bioenergiaterminaalin edellytysten selvittämiseen. Hankkeessa on kartoitettu aikaisempiin tutkimuksiin perustuvia bioenergian hankintalogistiikan liiketoimintamalleja sekä etsitty uusia mahdollisia liiketoimintamalleja ja ratkaisuvaihtoehtoja Kemi-Tornion alueelle. Tutkimuksissa on huomioitu polttoaineen hinnan ohella myös laatu kriteerit ja toimitusvarmuus. Bioenergiaraaka-aineen toimitusvarmuus korostuu, jos energiapuun kysyntä kasvaa Kemiin suunnitelmissa olevan biodieseltehtaan myötä.

Hankintaketjun eri toimijoiden näkökulmia, toiminnallisia lähtökohtia ja tavoitteita ei ole aikaisemmin Kemi-Tornion alueella systemaattisesti tarkasteltu, vaikka niiden kartoittaminen ja analysointi luo pohjan nykyisten ja uusien liiketoimintamallien kehittämiseksi ja bioenergian toimitusverkostojen vahvistamiselle. Tutkimukset tuottavat tietoa hankkeessa mukana olevien kolmen energialaitoksen, lopputuotteen käyttäjien ja hankintaketjussa mukana olevien kuljetus- ja murskaustoimintoja tuottavien yritysten nykyisistä liiketoimintamalleista ja pullonkauloista. Lisäksi ne tuovat näkökulmia uusista liiketoimintamalleista ja nostavat esille bioenergian hankintalogistiikan liiketoimintamalleja koskevan tutkimuksen.

Hankkeeseen liittyvien tutkimusten tulokset julkaistaan tässä Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun julkaisusarjassa. Tämä tutkimusjulkaisu on ammattikorkeakoulun puheenvuoro puuperäisen bioenergian käytön edistämisestä ja bioenergian hankintalogistiikan liiketoimintamallien kehittämiseksi käytävään keskusteluun sekä uutta yrittäjyyttä ja ajattelua korostavan liiketoiminnan opetuksen tärkeydestä ja osaamisen merkityksestä yrityksissä. Uutta tietoa tullaan levittämään alueen yrityksille ja koulutusorganisaatiolle erilaisissa koulutus- ja seminaaritilaisuuksissa sekä julkisen keskustelun kautta. Toivomme, että tutkimusjulkaisu antaa sysäyksen bioenergian liiketoimintamallien opiskeluun ja tutkimukselliseen kehittämiseen ammattikorkeakouluissamme sekä bioenergiaan liittyvän uuden yritystoiminnan käynnistämiseen ja liiketoiminnan kehittämiseen pk-yrityksissä. Haluamme kiittää hankkeeseen osallistuneita yrityksiä. Toivomme herätteleviä lukuhetkiä tulevan julkaisun parissa.

Marita Wahlroos

KTT, yliopettaja, Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu

## LÄHTEET

- Lapin energiastrategia 2009. Lapin liitto. Hakupäivä 1.11.2013. <[http://www.lappi.fi/lapinliitto/fi/lapin\\_kehittaminen/strategiat/lapin\\_energiastrategia](http://www.lappi.fi/lapinliitto/fi/lapin_kehittaminen/strategiat/lapin_energiastrategia)>
- MMM 2013. Kansainvälisen metsäpolitiikan ja EU:n metsäasioiden painopisteet vuoteen 2015. Kansainvälisen metsäpolitiikan neuvottelukunnan toimikauden 2010–2012 loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriö 1/2013. Hakupäivä 1.11.2013. <<http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/julkaisusarja/2013/6EwDtzseq/MMM-KV-MEPO-loppuraportti-1-2013-WEB.pdf>>
- Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia 2008. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Energia ja ilmasto 36/2008. Hakupäivä 1.11.2013. <[http://www.tem.fi/files/21079/TEMjul\\_36\\_2008\\_energia\\_ja\\_ilmasto.pdf](http://www.tem.fi/files/21079/TEMjul_36_2008_energia_ja_ilmasto.pdf)>



# 1 Johdanto

Pienet ja keskisuuret yritykset ovat keskeinen toimija suomalaisessa elinkeinoelämässä niin työllistymisen kuin uuden yritystoiminnan kehittämisen ja kasvun kannalta. Pk-yritykset kohtaavat toimialojen rakennemuutokset ja arvoketjuissa tapahtuvat järjestelyt sekä globalisaatiokehityksen paineet. Yritysten on kyettävä vastaamaan kestävän kehityksen vaatimuksiin. Asiakkaat, lainsäädäntö ja viranomaisten vaatimukset ohjaavat uusiutuvan energian käyttöön. Toisin sanoen tämän hetkisessä palveluyhteiskunnassa teknologiaosaaminen sekä laadukkaat ja monipuoliset tuotteet eivät riitä yksin tarjoamaan riittävää kilpailuetua kiristyvillä, globaaleiksi muuttuneilla markkinoilla. Toimialakohtaiset murrokset ovat saaneet yritykset siirtymään tuotantopohjaisista liiketoimintamalleista asiakas- ja palvelukeskeisiin liiketoimintamalleihin. Asiakslähtöisiä palvelukokonaisuuksia tuotetaan verkostoissa, joissa kaikki osapuolet sitoutuvat toimintaan ja lisäarvon tuottamiseen. Yritykset ja muut toimijat voivat verkostossa kehittää liiketoimintaansa kokonaisvaltaisesti ja luoda kokonaan uutta liiketoimintaa.

Viimeisten vuosien aikana on käynnistetty julkisin varoin bioenergian tutkimus- ja kehittämishankkeita ja julkaistu selvityksiä bioenergian uusista mahdollisuuksista ja liiketoimintamalleista. Selvitysten taustalla on palveluyritysten tarve ymmärtää ja hyödyntää erilaisia bioenergian hankintalogistiikkaan liittyviä mahdollisuuksia ja bisnesideoita. Yritysten ja yritysverkkojen kyky toiminnan sekä innovaatioiden kehittämiseen lokaalisti ja globaalisti on avainasemassa yrityksen muutoskyvyn kehittämisessä. Bioenergian käytön lisäämisessä ja siihen liittyvän yritystoiminnan ja yrittäjyyden edistämisessä suomalaiset korkeakoulut ovat ydinasemassa.

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulussa on käytössä toimintamalli, jossa opiskelijat, opettajat ja työelämäkumppanit nähdään vuorovaikutussuhteen kautta oppijoina. Opiskelijat soveltavat oppimisprosessin ja kehittämishankkeen kautta tietoa käytäntöön kehittämällä työelämää ja luomalla uutta osaamista. Malli mahdollistaa opiskelijoiden toimimisen aidoissa työelämän tutkimus- ja kehittämishankkeissa ja kasvattaa heitä työelämän kehittäjiksi. Tähän tämä Kemi-Tornion ammattikorkeakoulussa toteutettu kaksivuotinen Tekesin tutkimushanke bioenergian hankintalogistiikan liiketoimintamallien kehittämisestä ja bioenergian toimitusverkostojen vahvistamisesta Pohjois-Suomessa antaa oivan mahdollisuuden. Hanketta on toteutettu yhdessä opiskelijoiden kanssa ammattikorkeakoulun toimintaperiaatteiden mukaisesti.

Tässä tutkimusjulkaisussa olevat tutkimukset liittyvät bioenergian hankintalogistiikan liiketoimintamallien kartoittamiseen, analysointiin ja kehittämiseen, maantiede- ja rautatiekuljetusten kustannusvertailuun sekä alueellisen bioenergiaterminaalin perustamisedellytysten selvittämiseen. Tutkimuksissa on hyödynnetty aikaisempia tutkimuksia bioenergian hankintalogistiikkaan liittyvistä toimitusketjuista sekä liiketoimintamalleista ja etsitty uusia mahdollisia ratkaisuvaihtoehtoja Kemi-Tornion alueelle. Tutkimuksissa on huomioitu polttoaineen hinnan ohella myös laatukriteerit ja toimitusvarmuus. Bioenergiaraaka-aineen toimitusvarmuus korostuu, jos energia-puun kysyntä kasvaa Kemiin suunnitelmassa olevan biodieseltehtaan myötä. Hankintaketjun eri toimijoiden näkökulmia, toiminnallisia lähtökohtia ja tavoitteita ei ole aikaisemmin Kemi-Tornion alueella systemaattisesti tarkasteltu.

Tutkimus lisää tietoa hankkeessa mukana olevien toimijoiden - kolmen energialaitoksen, lopputuotteen käyttäjien ja hankintaketjussa mukana olevien kuljetus- ja murskaustoimintoja tuottavien yritysten - nykyisistä liiketoimintamalleista ja pullonkaloista sekä nostaa esille bioenergian hankintalogistiikan liiketoimintamalleja koskevan tutkimuksen. Yritykset voivat hyödyntää tutkimustietoa bioenergian hankintalogistiikasta Kemi-Tornion alueella ja lisätä tietoa raporttien sisältämistä muista alaan liittyvistä tutkimustuloksista. Myös opiskelijat voivat hyödyntää tutkimusosaamista ja tietoa bioenergian hankintalogistiikasta. Tämä tutkimusjulkaisu tuo myös lisäarvoa ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehittämistoimintaan.

## 1.1 TUTKIMUSTEHTÄVÄ

Tämä tutkimus on osa Tekesin rahoittamaa PUULOG - Bioenergian hankintalogistiikka Pohjois-Suomessa -kehittämishanketta yhdessä Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun ja Oulun yliopiston kanssa. Projekti toteutettiin erillisinä toimenpidekokonaisuuksina. Ensimmäisessä tutkimustehtävässä kartoitettiin hankkeessa mukana olevien yritysten hankintalogistiikan liiketoimintamallien nykytilanne ja mahdolliset pullonkaulat. Toisessa tehtävässä etsittiin mahdollisia uusia liiketoimintamalleja.

Kolmas tehtävä sisälsi maantiekuljetusten ja rautatiekuljetusten kustannusten vertailun puuperäisen bioenergian kuljetuksissa. Neljäntenä tehtävänä oli selvittää bioenergiaterminaalin tarve ja sijainti Kemi-Tornion alueella. Yhdessä Oulun yliopiston kanssa benchmarkattiin myös Pohjois-Ruotsin ja Pohjois-Venäjän käytäntöjä bioenergian hankintalogistiikan liiketoimintamalleissa. Seuraavassa osaluvussa esitetään pääkohdat Tekesin bioenergian hankintalogistiikkatutkimushankkeesta.

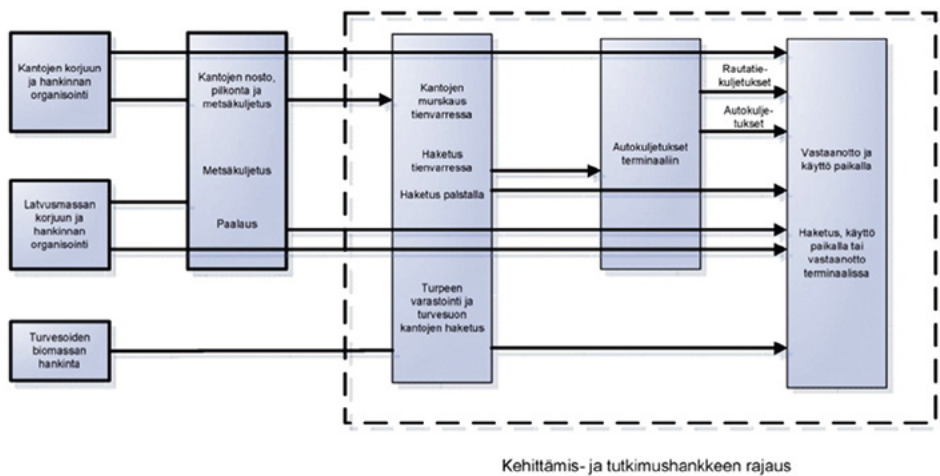
## 1.2 PUULOG-TUTKIMUSHANKKEEN TAVOITTEET JA TOIMENPITEET

PUULOG-hanke toteutettiin Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun ja Oulun yliopiston yhteisenä kehityshankkeena. Yhteisen projektisuunnitelman perusteella hankkeelle myönnettiin kaksi eri rahoituspäätöstä. Hanke on Tekes/EAKR-rahoitteinen. Lisäksi hankkeen osarahoittajina ovat olleet Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun



osalta Kemin Energia Oy, Keminmaan Energia Oy, Tornion Voima Oy, Pohjaset Oy, Metsä-Kantola Oy, Team Botnia Oy ja Kemi-Tornio alueen kehittämiskeskus ry. Hanke toteutettiin 1.11.2011–31.12.2013.

Hankkeen avulla pyrittiin kartoittamaan, kehittämään ja analysoimaan puuhakkeen hankintaketjun liiketaloudellisia ja logistisia toimintamalleja sekä niiden vaikutuksia suurille käyttöpajoille toimitetun hakkeen toimitusvarmuuteen, laatuun ja hankintalogistiikan kustannusten muodostumiseen Pohjois-Suomessa. Ensisijaisesti hanke keskittyi kuljetuksiin, varastointiin ja terminaaleissa tapahtuviin toimintoihin sekä materiaalin vastaanottoon suurilla käyttöpajoilla (Kuvio 1).



Kuvio 1. Vaihtoehtoisten hankintaketjujen prosessit

Tarkastelun ulkopuolelle jäivät metsässä tai turvesoilla tapahtuva tuotannollinen toiminta, joten niiltä osin nojaututtiin aikaisempiin tutkimuksiin ja hankkeeseen osallistuneiden yhteistyökumppaneiden olemassa olevaan tietämykseen. Alueellisesti hanke oli selvästi rajattu kohdistumaan Pohjois-Suomen erityisolosuhteisiin ja siellä pitkien kuljetusmatkojen hankintalogistiikan kehittämiseen. Lisäksi tarkasteltiin liiketoimintamallien vaikutuksia hankintalogistiikan toimivuuteen ja kustannusten muodostumiseen.

### 1.2.1 Hankkeen tavoitteet ja rajaus

PUULOG-hanke täydentää aikaisemmin tehtyä ja käynnissä olevaa bioenergian tutkimusta Suomessa. Esimerkkinä mainittakoon Lappeenrannan teknillinen yliopisto, joka on vuosien ajan tehnyt aiheeseen liittyvää tutkimustyötä (muun muassa Terminaalitoimintoihin perustuvan metsäpolttoaineen hankintalogistiikkajärjestelmän

kehittäminen, 2005–2007, ja Biopolttoaineiden saatavuus ja hankintalogistiikka Kaakkois-Suomessa, 2011). Nämä aiemmat projektit kohdistuivat selkeästi Kaakkois-Suomen alueeseen. (Ks. Korpinen & Ala-Fossi & Vartiamaeki & Ranta & Rinne & Hämäläinen & Laitila 2008; Korpinen & Föhr & Saranen & Väätäinen & Ranta 2011.)

PUULOG-hankkeen uutuusarvona voidaan nähdä erityisesti sen kohdistuminen alueellisesti Pohjois-Suomeen. Hyväksytyssä rahoituspäätöksessä perusteltiin hankkeen edistävän kansallisesti tärkeän osaamisen kehittymistä, ja se tukee kansallisia energiaratkaisuja. Lisäksi se edistää tasapainoista alueellista kehitystä ja on ympäristövaikutuksiltaan myönteinen. Pohjois-Suomen kilpailukyky ja työllisyys -ohjelmassa (EAKR) todetaan, että uusiutuvan energian tuotannon edistämiseen liittyvillä toimilla tähdätään alueen energiataloudellisen kilpailukykyyn parantamiseen sekä energia-alan yrittäjyyden ja työpaikkojen kasvuun. Tämä hanke voi uutta ja alueellista tutkimustietoa tuottaen vahvistaa edellytyksiä edellä mainitulle kasvulle.

Oleellista on hankintalogistiikan ja siihen liittyvien liiketoimintamallien kehittäminen. Esimerkiksi monien toimijoiden terminaalille soveltuva liiketoimintamalli edellyttää erilaisten vaihtoehtojen kartoittamista, vaikutusten arviointia ja kehittämistyötä. Liiketoiminnan mallintamisessa kartoitetaan hankkeeseen osallistuvien mahdollisuuksia ja kiinnostusta liiketoiminnan viemiselle tasolle, jossa yritykset investoivat myös muiden yritysten liiketoiminnan kehittämiseen. Tämä on haasteellinen tavoite alkavalle teolliselle liiketoiminnalle.

Hankkeen toiminta organisoitiin neljän työpaketin avulla. Ensimmäisestä työpaketista vastasi Oulun yliopisto. Työpaketin tavoitteena oli kehittää biopolttoaineterminaalien toimintaedellytyksiä ja hankintalogistiikan taloutta erityisesti huomioiden kasvavat kuljetusetäisyydet, eri kuljetusmuotojen yhdistäminen sekä polttoaineen laatutekijät ja toimintavarmuus.

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu vastasi kokonaisuudessaan toisesta työpaketista, jonka toteutuksen pohjalta tämän tutkimusraportin osajulkaisut ovat syntyneet. Työpaketin päätavoitteena oli tarkastella maantie- ja rautatiekuljetusten erilaisia liiketoimintamalleja bioenergian hankinnassa suuriin käyttökohteisiin ja vertailla niiden vaikutuksia toimitusvarmuuteen, laatuun ja kustannusten muodostumiseen. Työpaketti oli jaettu kolmeen osatehtävään.

*Ensimmäisessä osatehtävässä* oli tavoitteena kartoittaa hankkeessa mukana olleiden yhteistyöyritysten hankintalogistiikan liiketoimintamallien nykytilanne. Liiketoimintamalleihin liittyvät pullonkaulat pyrittiin tunnistamaan. Näihin pullonkauloihin oli tavoitteena löytää ratkaisuehdotuksia. *Toisessa osatehtävässä* oli tavoitteena vahvistaa tiedollista perustaa ja sidosryhmäyhteistyötä monimuotoisen työskentelyn avulla. Lisäksi tavoitteena oli tehdä best practice -analyysjä sekä Suomessa että Ruotsissa. *Kolmannen osatehtävän* tavoitteena oli selvittää uusien toimintatapojen, teknisten ratkaisujen, terminaalien tms. käyttöönoton edellytyksiä. Hankkeen kestäessä nähtiin tarkoituksenmukaiseksi selvittää laajahkon bioenergiaterminaalien tarve ja sijainti Kemi-Tornion alueella.

Kolmannesta työpaketista vastasivat sekä Oulun yliopisto että Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu. Tavoitteena oli valita yhteistyökumppanit Ruotsista ja Venäjältä

sekä vaihtaa asiantuntijoita kumppanien kanssa. Neljäs työpaketti liittyi hankkeen koordinointiin ja tulosten disseminointiin. Hankkeen tulokset esitetään molempien tutkimusosapuolten osalta tutkimusraporttien, opinnäytetöiden sekä hankeseminaarien avulla.

### 1.2.2 Hankkeen toimenpiteet

Hankkeen tutkimustoiminta aloitettiin yhteistyöyritysten nykytilan arvioinnilla. Selvitettäviä asioita olivat muun muassa yritysten hankintaketjut, prosessit, ansaintalogiikka, tavoitteet, intressit ja pullonkaulat. Kaikkien viiden yhteistyöyrityksen arvioinnit toteutettiin yrityskohtaisilla haastatteluilla. Nämä haastattelut olivat empiirisenä aineistona hankkeen ensimmäiselle opinnäytetyölle, joka valmistui tammiukuussa 2013 (ks. Valta & Virtala 2013). Työ esiteltiin workshop-tilaisuudessa. Yhteistyöyrityksistä paikalle saapui Jani Peurasaari Kemin Energia Oy:stä. Tilaisuus vahvisti käsitystä siitä, että heidän nykyinen puuhakkeen hankintalogistiikan liiketoimintamallinsa on yksinkertainen ja tehokas, joten sen kehittäminen on haastavaa, jopa tarpeetonta. Nykytilanteessa Kemin Energialla ei ole akuutteja intressejä muuttaa liiketoimintamalliaan. Myös kahden muun loppukäyttäjän, Keminmaan Energian ja Tornion Voiman, hankintaprosessit ovat samanlaisia.

Syyskuussa 2012 järjestettiin kumppanuus- ja verkostoitumisseminaari bioenergia-alan verkostoitumisen ja tiedonvaihdon edistämiseksi. Tapahtumaan osallistui alan toimijoita sekä Suomesta että Ruotsista. Tilaisuuden tarkoituksena oli edistää sekä kansallista että kansainvälistä tiedonvaihtoa. Alustajina toimivat Raimo Pohjanen Pohjaset Oy:stä sekä Ruotsin puolelta Johan Samuelsson Sveaskogista ja Sophia Innala Skellefteå Kraftista. Seminaarin aluksi tutustuttiin Kemin Energia Oy:n biopolttoaineita käyttävään lämpölaitokseen Kemin Karjalahdella. Laitoksen esitteli kaukolämpöpäällikkö Jani Peurasaari.

Hankkeen aikana järjestettiin tutustumis- ja opintomatkoja niin kotimaassa kuin myös naapurimaissa. Matkojen tarkoituksena oli syventää bioenergiatietämystä, edistää tiedonvaihtoa sekä kartoittaa eri toimijoiden hyviä käytänteitä.

Syyskuussa 2012 vierailtiin Haapavedellä Haapakentän biotermiinalilla, joka sijaitsee Kanteleen Voima Oy:n omistaman sähköä tuottavan voimalaitoksen yhteydessä. Kotimaisena vierailukohteena oli myös yhteistyöyritys Pohjaset Oy:n terminaali Tornion Laivajärven, jossa vierailtiin toukokuussa 2013. Elokuussa 2013 hankehenkilöstö matkusti opinto- ja neuvottelumatkalle Helsinkiin (Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto sekä maa- ja metsätalousministeriö ja teollisuus- ja elinkeinoministeriö). Matkalla käytiin myös Lappeenrannassa (Lappeenrannan teknillinen yliopisto), Valkealassa (Suomen Hyötypaperi Oy) ja Pyhtäällä (Pyhtään Liekinvartijat Oy).

Ulkomaisten osalta vierailtiin Ruotsissa ja Venäjällä. Molemmat matkat tehtiin keväällä 2013. Piteään ja Skellefteään suuntautuneen benchmarking-matkan vierailukohteina olivat SCA Skog (Svenska Cellulosa Aktiebolag), Sveaskog ja Skellefteå Kraft. Matkalla tutustuttiin näiden yritysten bioenergialiiketoimintamalleihin sekä logisti-

siin ratkaisuihin. Hankkeen tiimoilta tehtiin lisäksi Barents Logistics 2 -hankkeen kanssa yhteistyössä matka Kantalahteen ja Alakurttiin.

Bioenergiaan, logistiikkaan ja liiketoimintamalleihin liittyvä tietämystä ja verkostoitumista edistettiin osallistumalla seuraaviin tapahtumiin:

- Logistiikka – Kuljetus messut 2012, Helsinki
- Lapin Metsätalouspäivät 2013, Levi
- Venäjän kaupan mahdollisuudet -yleisötilaisuus, Kemi
- Kuljetuspäivä 2013, Helsinki
- Hankintapäivä 2013, Helsinki

Vuoden 2013 aikana hankkeelle tehtiin vielä kaksi opinnäytetyötä. Kuljetuksia tutkineessa työssä (ks. Erkkilä 2013) keskityttiin toisaalta rautateillä tapahtuviin pitkien välimatkojen kustannuksiin sekä niihin liittyviin kalustoratkaisuihin ja toisaalta maanteillä tapahtuvan lähikuljetuksen kustannuksiin ja kalustoratkaisuihin. Toisena tutkimustyönä selvitettiin alueen mahdollisuuksia terminaalin perustamiselle siitä lähtökohdasta, että bioenergian kysyntä tulee voimakkaasti kasvamaan (ks. Heiskari & Viholainen 2013). Näitä tutkimuksia varten suoritettavat haastattelut toteutettiin syksyllä 2013.

### 1.3 TUTKIMUSSTRATEGIA JA TIEDONKERUUMENETELMÄT

Tämän tutkimusjulkaisun (Tekesin PUULOG-hankkeeseen liittyvissä bioenergian hankintalogistiikan) tutkimustehtävissä käytettiin tutkimusmenetelmänä tapaustutkimusta. Tutkimukset keskittyvät kokemukseräisen tiedon keräämiseen ja aikaisempien bioenergian hankintalogistiikan mallien soveltamiseen. Tiedonkeruumenetelminä ovat kvalitatiiviset teemahaastattelut tutkimukseen mukaan valituilta yrityksiltä ja muilta organisaatioilta.

### 1.4 TUTKIMUSRAPORTIN RAKENNE

Tämä tutkimusjulkaisu on jaettu neljään tutkimusraporttiin. Ensimmäisessä tutkimuksessa (luku 2) kartoitetaan ja selvitetään hankkeessa mukana olevien toimijoiden nykyiset hankintalogistiikan liiketoimintamallit ja niiden pullonkaulat. Toisessa tutkimuksessa (luku 3) kartoitetaan uusia liiketoimintamalleja ja etsitään hankkeessa mukana olevien toimijoiden liiketoimintamalleihin parannusehdotuksia ja mahdollisia uusia liiketoimintamalleja bioenergian hankintalogistiikan kehittämiseksi.

Kolmannessa tutkimuksessa (luku 4) vertaillaan puuperäisen bioenergian maantie- ja rautatiekuljetusten kustannuksia. Neljännessä tutkimuksessa (luku 5) selvitetään bioenergiaterminaalin tarve, sijainti ja mahdollinen liiketoimintamalli Kemi-Tornion alueella.

Kussakin tutkimusraportissa esitetään kunkin tutkimuksen tulokset ja toimenpide-ehdotukset kehittää uusiutuvaan puuperäiseen bioenergiaan perustuvaa hankintalogistiikkaa. Tämän julkaisun viimeisessä luvussa pohditaan hankkeen antamaa hyötyä alueen yrityksille, koulutusorganisaatiolle ja opiskelijoille.

## LÄHTEET

- Erkkilä, Pekka 2013. Energiapuun kuljetuskustannusten ja kuljetuskaluston vertailu – case PUULOG. Opinnäytetyö. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Kemi.
- Heiskari, Joonas & Viholainen, Miska 2013. Bioenergian hankintalogistiikka Kemi-Tornion alueella. Case: bioterminaali Kemiin. Opinnäytetyö. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Kemi.
- Korpinen, Olli-Jussi & Ala-Fossi, Antti & Vartiamäki, Tomi & Ranta, Tapio & Rinne, Samuli & Härmäläinen, Erkki & Laitila, Juha 2008. Terminaalitoimintoihin perustuvan hankintalogistiikkajärjestelmän kehittäminen. LTY, energia- ja ympäristötekniikan osasto. Bioenergiatekniikan laboratorio. Mikkeli. (Ei julkisesti saatavilla.)
- Korpinen, Olli-Jussi & Föhr, Jarno & Saranen, Juha & Väättäinen, Kari & Ranta, Tapio 2011. Biopolttoaineiden saatavuus ja hankintalogistiikka Kaakkois-Suomessa. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Tutkimusraportti 12.
- Valta, Janne & Virtala, Jari 2013. Nykyiset hankintalogistiikan liiketoimintamallit PUULOG-hankkeen toimijoilla. PUULOG – Bioenergian hankintalogistiikka Pohjois-Suomessa. Opinnäytetyö. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Kemi.



## 2 Nykyiset hankintalogistiikan liiketoimintamallit ja pullonkaulat PUULOG-hankkeen yhteistyöyrityksissä

### 2.1 JOHDANTO

Tämä tutkimus on osa Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun panosta PUULOG-hankkeessa. Tutkimuksessa kartoitetaan ja kuvaillaan yhteistyöyritysten nykyiset liiketoimintamallien hankintalogistiikan prosessit ja niihin liittyvät toimijat sekä tarkastellaan kustannusten muodostumista käytettävissä olevien tietojen avulla. Tutkimuksessa selvitetään myös yhteistyöyritysten puuhakkeen hankintaprosessien riskitekijät eli pullonkaulat. Yhteistyöyritykset tutkimuksessa ovat PUULOG-projektin tehtävässä WP 2 ilmoitetut yritykset: Kemin Energia Oy, Keminmaan Energia Oy, Tornion Voima Oy, Pohjaset Oy ja Metsä-Kantola Oy.

#### 2.1.1 Tutkimuksen tavoite ja rajaus

Tämän tutkimuksen päätavoitteena on kartoittaa Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun yhteistyöyritysten nykyiset puuhakkeen hankintalogistiikan liiketoimintamallit ja niihin liittyvät pullonkaulat. Tutkimuksessa tarkastellaan kustannusten muodostumista eri toimintojen näkökulmasta. Varsinainen numeerinen kustannusten muodostuminen jää tutkimuksen ulkopuolelle, koska niihin yhteistyöyritykset eivät olleet halukkaita antamaan tietoja. Tutkimustuloksia verrataan aikaisempiin alan tutkimuksiin. Mahdollisten uusien toimintatapojen, teknisten ratkaisujen ja terminaalien tai muiden vastaavien käyttöönoton edellytyksiä tutkitaan PUULOG-hankkeen toisissa työryhmissä.

#### 2.1.2 Käsitteet

Tutkimuksen teoreettinen viitekehys pohjautuu puuhakkeen hankintalogistiikan liiketoimintamalliin. Keskeiset käsitteet tässä tutkimuksessa ovat puuhake, liiketoimintamalli, hankintalogistiikka ja kaukolämpö.

*Puuhake* on energiakäyttöön tarkoitettua puusta tai puutavarasta saatua haketta, josta yleisesti käytetään nimitystä energiapuu. Puuhaketta valmistetaan yleensä metsäteollisuuden ainespuuksi kelpaamattomasta puusta, kuten karsimattomasta kokopuusta, karsitusta rangasta, raivauspuusta ja päätehakkuualojen latvus- ja oksamasoista. Lisäksi kantoja nostetaan lisääntyvässä määrin energiapuuksi. Energiapuuksi

kelpaa myös kierrätyspuu, jota saadaan muun muassa purettavista rakennuksista. Puuhake on koneellisesti hakettua tai murskattua puuta, jota käytetään polttoaineena kiinteistöjen nykyaikaisissa automaattisissa puulämmityslaitteissa sekä lämpö- ja voimalaitoksissa. Puuhakkeen energiakäytössä tärkeimmät ominaisuudet ovat kosteus, palakoko ja tilavuuspaino, joista kosteuden merkitys on suurin, koska se vaikuttaa puuhakkeen lämpöarvoon ja polttoaineesta saatavaan energiahyöttyyn. (Motiva Oy 2012, hakupäivä 1.11.2012.)

*Liiketoimintamallin* määritelmä on käsitteenä hyvin hajanainen, ja sillä on paljon erilaisia määritelmiä. Liiketoimintamallilla ei ole yleisesti hyväksyttyä määritelmää, eikä sillä käytännössä ole edes yhtä oikeaa määritelmää. Pulkkinen, Rajahonka, Siuruainen, Tinnilä ja Wendelin (2006, 10) ovat vertailleet eri liiketoimintamallin määritelmiä ja päätyneet yhteen käytännön tason määritelmään, jonka mukaan liiketoimintamalli on yksinkertaistettu kuvaus yrityksen tavasta ansaita tietyllä liiketoiminnalla, eli mikä on yrityksen tarjooma, kenelle sitä tarjotaan ja miten se toteutetaan. Liiketoimintamalli on strategisen ja prosessitason väliin sijoittuva kuvaus yrityksen strategian toteuttamisesta. (Pulkkinen ym. 2006, 10.)

*Hankintalogistiikka* on materiaalivirran suunnittelua, organisoimista ja hallintaa, joka sisältää materiaalin hankinnan, varastoinnin, keskeneräisen tuotannon ja valmiiden tuotteiden kuljetuksen. Hankintalogistiikan keskeisin toiminto on ostaminen, ja hankintalogistiikkaan voidaan myös sisällyttää tuotannon suunnittelu ja ohjaus. (Lysons & Farrington 2006, 86.)

Tässä tutkimuksessa liiketoimintamalli ja hankintalogistiikka yhdistetään yhdeksi käsitteeksi 'hankintalogistiikan liiketoimintamalli'. Liiketoimintamalli käsittää yrityksen tavan toimia ja ansaita tietyllä liiketoiminnalla, joka tässä tapauksessa on joko puun hankinta ja jalostaminen hakkeeksi tai hakkeen hankkiminen ja myyminen eteenpäin kaukolämpönä. Hankintalogistiikka käsittää materiaalin hankinnan, kuljetuksen ja varastoinnin sekä siihen liittyvän suunnittelun ja tuotannon ohjauksen.

*Kaukolämpö* on maamme yleisin lämmitysmuoto, joka on ollut käytössä 1950-luvulta lähtien. Kaukolämmön polttoaineita ovat maakaasu, kivihiili, turve sekä kasvavassa määrin puu- ja muut uusiutuvat energialähteet. Lähes 80 prosenttia kaukolämmöstä saadaan lämpöä ja sähköä tuottavista voimalaitoksista, teollisuuden ylijäämä-lämpönä tai kaatopaikkojen biokaasujen poltosta. Asiakkaille lämpö siirretään kaukolämpöverkossa kierrättämällä kuumaa vettä, joka luovuttaa asiakkaan lämmönsiirtimen välityksellä lämpöä talon lämmitys- ja lämpimän käyttöveden verkkoihin. Itse kaukolämpövesi ei kierrä talojen omissa lämmitys- ja käyttövesiverkoissa. Noin 2,6 miljoonaa suomalaista asuu kaukolämmöllä lämmitetyissä taloissa. Kaukolämmön osuus lämmitysmarkkinoista on noin 50 prosenttia. Kaukolämpö on sitä taloudellisempaa, mitä tiheämmin rakennettu alue on ja mitä isompia rakennukset ovat. (Energiateollisuus ry 2012, hakupäivä 1.11.2012.)



## 2.2 TUTKIMUSMENETELMÄT

### 2.2.1 Tutkimusstrategia

Tutkimuksessa käytetään laadullista eli kvalitatiivista tutkimusotetta. Kvalitatiivisessa tutkimusmenetelmässä pyritään hankkimaan kokonaisvaltaista, syvällistä ja tarkkaa tietoa tutkittavasta asiasta sekä todellisista tilanteista peräisin olevaa aineistoa. Aineistoa kerätään haastatteluilla ja hyödyntämällä aikaisemmin tehtyjä tutkimuksia ja tekstejä. Laadullisessa tutkimuksessa saadaan hyvin esille haastateltavien ammattimainen näkökulma. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2010, 164.)

Tämä tutkimus on nykytilaa selvittävä tapaustutkimus. Tutkimus sisältää joukon eri tapauksia eli yrityksiä. Tapaustutkimuksessa tutkitaan tiettyä yksikköä sen luontaisessa ympäristössä. Yksikkö voi olla esimerkiksi jokin yrityksen osasto, yksilö tai yhteisö. Tapaustutkimuksessa on tarkoitus saada syvällistä tietoa tapausta koskien ja ymmärtää sen toimintaprosessit ja -logiikka. Tapaustutkimuksella ei pyritä yleistettävyyteen, vaan siinä jokainen tapaus on periaatteessa oikea. (Kananen 2008, 84–85.)

Empiirinen aineisto on kerätty haastatteleamalla yhteistyöyrityksien vastuhenkilöitä puolistrukturoidulla teemahaastattelulla. Haastattelut kohdistuvat ennalta määrättyihin teemoihin, mutta kysymyksillä ei ole ennalta määrättyjä muotoja tai esittämisyjärjestyksiä. Teemojen ohella haastatteluissa edetään tarkentavien kysymysten varassa. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 75.)

### 2.2.2 Tutkimuksen toteutus

Haastattelut toteutettiin kevättalvella 2012. Kemin Energia Oy:n, Keminmaan Energia Oy:n, Tornion Voima Oy:n ja Pohjaset Oy:n haastattelut suoritettiin yritysten toimitiloissa ennalta sovittuina ajankohtina. Mukana haastatteluissa olivat myös ohjaava opettaja, PUULOG-projektin Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun jäsen Marita Wahlroos ja projektisihteeri Tiia Silvennoinen. Metsä-Kantola Oy:n edustajaa haastattelimme Kemin Digipoliksien tiloissa. Mukana oli myös projektipäällikkö Aaro Tiilikainen. Kaikki haastattelut nauhoitettiin. Haastattelut suoritettiin teemahaastatteluina.

Haastatteluiden jälkeen nauhoitetut aineistot litteroitiin. Tutkimuksen yritysesittelyt koottiin haastatteluihin ja yritysten omiin Internet-sivuihin pohjautuen. Haastateltaville tehtiin myös sähköpostitse tarkentavia lisäkysymyksiä. Koottu aineisto lähetettiin haastateltaville mahdollisten asiavirheiden tarkastamiseksi ja korjaamiseksi. Yritysten palautteiden pohjalta tarkensimme tekstiä. Tällä varmistimme sen, ettei tekstiin tullut väärää tietoa.

## 2.3 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET

Tässä luvussa perehdymme aikaisempiin aihetta koskeviin tutkimuksiin. Valitsimme tutkimuksen aineistoksi Juha Laitilan, Arvo Leinosen, Martti Flyktmanin, Matti Virkkusen ja Antti Asikaisen vuonna 2010 Teknologian tutkimuskeskuksen (VTT) tiedotteissa julkaistun tutkimuksen, Metsähakkeen hankinta- ja toimituslogistiikan haasteet ja kehittämistarpeet. Valitsimme Laitilan ym. (2010) tutkimuksen jatkoksi heidän käyttämänsä Metsäteho Oy:n ja Pöyry Energia Oy:n vuonna 2009 julkaistun tutkimuksen Metsähakkeen tuotannon kalusto- ja työvoimatarve Suomessa 2020, jonka ovat tehneet Kalle Kärhä, Markus Strandström, Perttu Lahtinen ja Juha Elo. Lisäksi valitsimme Hannu Lähdevaaran, Varpu Savolaisen, Markku Paanasen ja Antti Vanhalan tekemän tutkimuksen Mailta ja mannuilta, soilta ja saloilta – selvitys Keski-Suomen biomassakuljetusten logistiikasta. Teos on osa Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja ja se on julkaistu vuonna 2010. Lähdevaaran ym. (2010) tutkimuksesta otimme käsittelyyn ainoastaan Biomassojen logistiikka -kappaleen, jota hyödynnämme tutkiessamme puuhakkeen yleisiä liiketoimintamalleja. Puuhakkeen hankinnan osalta käytettävissämme oli useita aikaisempia tutkimuksia, mutta valitsimme kyseiset tutkimukset, koska niiden avulla voimme peilata oman tutkimuksemme liiketoimintamalleja ja pullonkauloja puuhakkeen hankinnassa.

### 2.3.1 Metsähakkeen hankinta- ja toimituslogistiikan haasteet ja kehittämistarpeet

Laitilan ym. (2010) tutkimuksen tavoitteena oli luoda katsaus metsähakkeen käyttö- ja korjuumahdollisuuksiin vuonna 2020 ja selvittää asiantuntijakyselyn avulla metsähakkeen hankinta- ja toimituslogistiikan kehittämistarpeet vuoden 2020 käyttöta-voitteiden saavuttamiseksi. Tutkimuksesta selviää, että arvio Lapin maakunnan metsähakkeen korjuupotentiaalista suhteessa käyttöasteeseen säilyy hyvänä, vaikka metsähakkeen käytön arvioidaan yli tuplaantuvan vuodesta 2010 vuoteen 2020 mennessä. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että vaikka käyttö lisääntyy huomattavasti, raaka-aineesta ei kuitenkaan tule pula. Suurimpana metsähakkeen käytön ongelmana on suurien käyttöpaikkojen sijainti kaukana metsäenergiapotentiaalista. Nykytekniikalla metsähakkeen taloudellisesti kannattava hankinta-alueen säde on noin 100–150 kilometriä tieverkkoa pitkin. Perinteisen autokuljetuksen avulla, ilman autokuorman enimmäispainorajan nostoa, hankinta-alueen sädettä ei juurikaan voida suurentaa taloudellisen kannattavuuden säilyessä. Junakuljetuksia rajoittavat sopivien terminaali-alueiden puute, rautatieverkosto ja rautatiemarkkinoiden kilpailun puute sekä vaunukaluston saatavuus.

### 2.3.2 Metsähakkeen tuotannon kalusto- ja työvoimatarve Suomessa 2020

Kärhän ym. (2009) tutkimuksessa selvitetään laajamittaisen metsähakkeen tuotannon kalusto- ja työvoimatarvetta Suomessa vuonna 2020. Tutkimuksessa käytetään oletusarvoina Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian tavoitteen mukaista 24

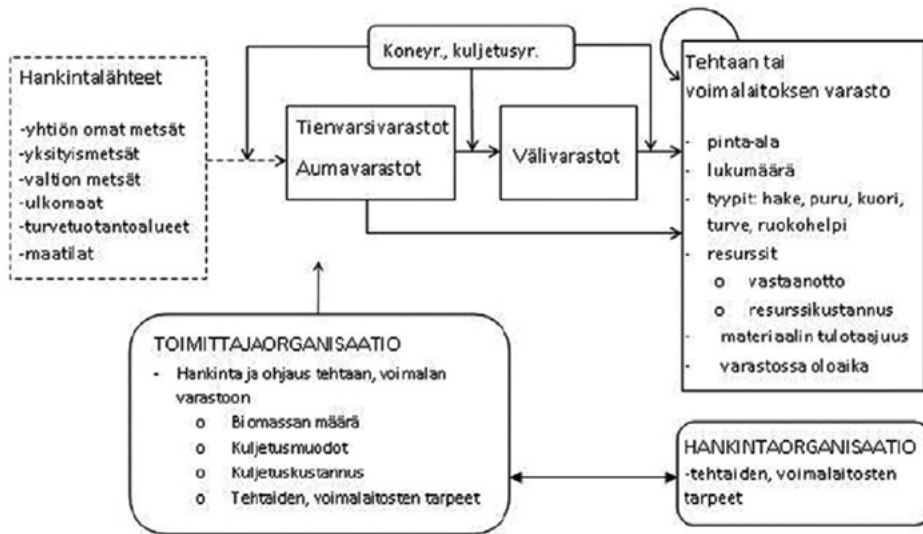
terawattitunnin (TWh) metsähakkeesta saatua kokonaisenergiämäärää. Tutkimuksessa oletetaan, että metsähakkeen tuotantoon käytetty kalusto on ainoastaan metsähakkeen tuotannossa eikä sitä käytetä lainkaan muuhun työhön. Lisäksi tutkimuksessa oletetaan, että kaikki metsähake ja metsähakeraaka-aine kuljetetaan autoilla. Tutkimuksen mukaan 24 TWh:n tavoite vaatisi vuonna 2020 uutta tuotantokalustoa lähes 1800 yksikköä, joiden hankkimiseen tarvittaisiin rahaa yli puoli miljardia euroa. Yksiköittäin suurin tarve tulee olemaan kuormatraktoreiden, kannonnostimien ja energiapuuautojen investoinneissa. Työvoimatarve samalla tavoitteella vuonna 2020 olisi runsaat 3200 koneen- ja autonkuljettajaa, joka laskennallisesti on hieman yli kolminkertainen määrä nykyiseen verrattuna. Resurssitarpeen oletetaan kuitenkin olevan vielä isompi, koska laskelmat on tehty laajamittaisessa ja tehokkaassa metsähakkeen tuotantoympäristössä. Metsähakkeen tuotannon kalusto- ja työvoimatarpeen ennustetaan luovan merkittävän pullonkaulan vuoden 2020 käyttötavoitteiden saavuttamiselle.

Erityisen suurena ongelmana voidaan pitää ammattitaitoisten koneen- ja autonkuljettajien työvoiman saatavuutta. Ammattitaitoisesta henkilöstöstä on jo nyt pulaa. Vuosittain metsäkoneen- ja autonkuljettajia eläköityy enemmän kuin alalle saadaan uutta työvoimaa. Vuosittain alan kouluista valmistuu noin 400 henkilöä, kun tarve olisi noin 530 henkilölle vuodessa kattamaan eläkkeelle siirtyvien määrän. (Metsäalan ammattilehti 2012, hakupäivä 10.1.2013.)

### 2.3.3 Keski-Suomen biomassakuljetusten logistiikka

Lähdevaaran ym. (2010) selvityksen tavoitteena oli luoda sen hetkinen kokonaiskuva bioenergian kuljetuslogistiikasta Keski-Suomessa ja arvioida tiedossa olevien ja mahdollisesti toteutuvien laitosinvestointien tuomia haasteita ja seurauksia Keski-Suomen maakunnassa. Tutkimuksessa selvitettiin bioenergian sen hetkisten materiaali- virtojen määrää ja laatua metsäbiomassojen, turpeen ja peltobiomassojen osalta. Lisäksi tarkasteltiin terminaalien ja välivarastojen käyttömahdollisuuksia sekä eri kuljetusmuotoja ja niiden kehittämistarpeita. Tutkimuksen mukaan Keski-Suomen alueella puuhakkeen ja metsäbiomassojen käyttö on keskittynyt Jyväskylän, Jämsänjokilaakson ja Äänekosken alueille. Alueella on käytössä pieniä ja keskisuuria voimalaitoksia sekä muutama suuri voimalaitos, jotka käyttävät metsäbiomassoja energiantuotantoon. Metsäbiomassat kuljetetaan käyttökohteeseen joko raakapuuna tai hakkeena. Kuvio 1 on suoraan Lähdevaaran ym. (2010) tutkimuksesta, ja siinä kuvataan puuraaka-aineen sekä muiden BioLogi-projektissa käsiteltyjen polttoaineiden logistinen ketju hankintalähteiltä loppukäyttäjille. Kuviossa 1 nuolet hankintalähteiltä kuvaavat materiaali virtaa. Hake valmistetaan suuritehoisilla ja liikutettavilla murskainkoneilla pääosin tienvarsilla tai alueen terminaaleissa, josta hake päättyy suoraan energiatuotantoon tai välivarastoon. Raakapuutoimitukset kulkevat pääsääntöisesti

alueen eri tehtaille, joiden sivutuotteena muodostuu esimerkiksi kuorta tai purua. Nämä sivutuotteet käytetään joko tehtaan tai sahan omassa energiantuotannossa tai myydään eteenpäin energiatuotantoon. Kuviossa 1 tehtaalta takaisin kääntyvä nuoli kuvaa sivutuotteiden virtaa.



Kuvio 1. BioLogi-projektin määrittelyalue (Lähdevaara ym. 2010, 20)

## 2.4 PUULOG-TOIMIJOIDEN HANKINTALOGISTIIKAN LIIKETOIMINTAMALLIT

### 2.4.1 Kemin Energia Oy

Kemin Energia Oy on Kemin kaupungin omistama osakeyhtiö, joka vastaa sähkönsiirrosta, sähköverkon rakentamisesta ja ylläpidosta sekä kaukolämpötoiminnasta Kemin kaupungin alueella. Kemin Energialla on noin 15 000 sähköasiakasta ja 400 kaukolämpöasiakasta. Kemin Energia on osakkaana Oulun Sähkönmyynnissä, Sjonka myytyä sähköä Kemin Energia siirtää. Kemin Energia on myös osakkaana Lapin Sähkövoima Oy:ssä ja Kemin Tuulivoimapuisto Oy:ssä. Kemin Energian kaukolämpötoiminta on keskittynyt Kemin kaupungin ydinkeskustaan ja sitä reunustaviin kaupunginosiin. Kaukolämpöverkostoa on noin 50 kilometriä, ja lämmitettävää ra-

kennustilavuutta on noin 3,5 miljoonaa rakennuskuutiota. Yli puolet kemiläisistä kuuluu kaukolämmön piiriin. Kaikki isot kiinteistöt, koko ydinkeskustan kerros- ja rivitalot sekä julkiset rakennukset lämmitetään kaukolämmöllä. (Peurasaari 28.2.2012, haastattelu.)

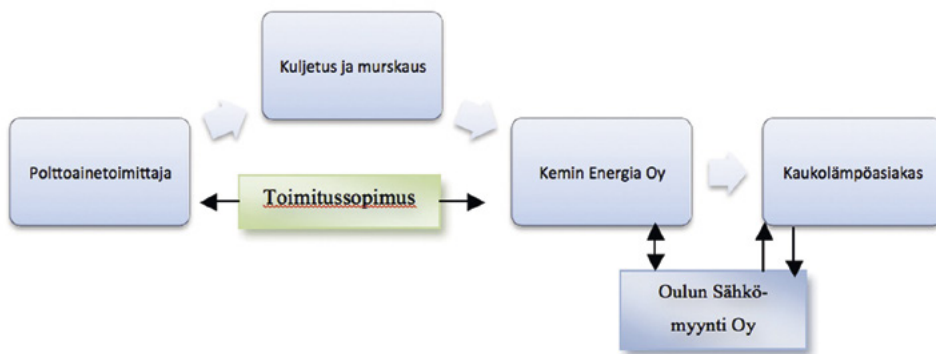
Kemin Energian päätuotantolaitos sijaitsee Kemin Karjalahdella, jossa on 32 megawatin kiinteänpolttoaineen kattila, jonka polttoaineina toimivat turve ja puu. Kattilan perään on rakennettu lämmön talteenottolaitos, jossa savukaasut pestään vedellä ja savukaasujen lämpö saadaan talteen. Muuten se menisi ilmaan 150-asteisena. Toimenpiteen avulla otetaan talteen 100 astetta lämpöä ja taivaalle päästetään 50 astetta. Tehoa saadaan 7,5 megawattia. Karjalahden lämpölaitos on valmistunut 2006, joten sitä koskevat uudet ympäristölainsäädännön määräämät päästörajoitukset. Karjalahdella on lämpölaitoksen yhteydessä 12 megawatin öljykattila ja erillisenä rakennuksena kolme öljykattilaa, joiden yhteisteho on 30 megawattia. Öljykattiloita käytetään Karjalahden lämpölaitoksen vararesursseina. Kaukolämpöverkossa on myös kolme öljykattilaa, jotka toimivat huippukulutuksen tasaajina. Tarvittaessa Kemin Energialla on mahdollisuus ostaa kaukolämpöä Metsä Fibren Kemin tehtaalta. Karjalahden päätuotantolaitos ei tuota sähköä. Tuotantolaitoksen käyttämä sähkö ostetaan ulkopuolelta. (Peurasaari 28.2.2012, haastattelu.)

#### 2.4.1.1 NYKYTILANNE

Kemin Energia käyttää Karjalahden tuotantolaitoksessa pääasiallisesti polttoaineena turvetta ja puuhaketta. Tällä hetkellä lämpöenergiaa tuotetaan turvetta polttamalla noin 70 000 megawattituntia ja puuhaketta noin 60 000 megawattituntia vuodessa. Turpeesta ei voida luopua kokonaan, koska kiinteänpolttoaineen kattilan tekniikka ei riitä pelkäämään puun poltolle. Kemin Energian käyttämässä kiinteän polttoaineen kattilassa voidaan käyttää puuta 70 prosenttia ja turvetta 30 prosenttia, mutta ei enempää. Turpeen käyttöä ei voida lopettaa kokonaan, mutta sitä voidaan osittain korvata kivihiehellä. Peurasaari arvioi, että jos turpeen käyttö tulee tarpeeksi kalliiksi tai se lopetetaan kokonaan, nostaa se kivihieheen käyttöä koko maassa. Turpeen Kemin Energialle toimittaa Turveruukki Oy. (Peurasaari 28.2.2012, haastattelu.)

Kemin Energia ostaa valmiin polttoaineen pihalle toimitettuna hinnalla, joka kattaa koko hankintaketjun. Yksinkertainen esimerkki hankintaketjusta on kuvattu kuviossa 2 ja siihen on lisätty myös valmiin tuotteen loppukäyttäjät. Kuviossa isot nuolet kuvaavat tavaravirtaa ja pienet nuolet tietoa- ja rahavirtaa. Polttoaineesta maksetaan tehon mukaan eli euroa/megawattitunti-periaatteella. Jokainen kuorma punnitaan ja siitä otetaan näyte, jonka avulla määritetään kosteus- ja lämpöarvo, ja näin saadaan selville polttoaineen energiasisältö. Yhdeltä toimittajalta ostetaan kokopuuta, jolloin tästä maksetaan euroa/tonni. Kemin Energia tilaa silloin itse paikalle hakettajan, joka käy hakettamassa polttoaineen valmiiksi. Valmiit polttoaineet voidaan varastoida Karjalahden tuotantolaitoksen pihalle tai varastoon. Karjalahdella on 3000 neliometriä katettua tilaa polttoaineelle ja noin 20 000 neliometriä asfaltoitua polttoainekenttää. Kemin Energia tarjoaa polttoainetoimittajille mahdollisuuden varastoida kantoja ja muita polttoaineita pihalleen. Polttoainetoimittajat päättävät itse,

kuka hakettaa heidän tavaransa. Asfalttipiha varmistaa sen, että polttoaineen seassa on mahdollisimman vähän maa-ainesta seassa. Varastointi isoon kasaan pihalle helpottaa, kun lumen määrää voidaan kontrolloida paremmin kuin pienissä kasoissa metsässä. Näin taataan kuivempaa polttoainetta. Katettuun halliin varastoidaan hyvälaatuista, valmiiksi kuivaa haketta, jolla varmistetaan, että hake pysyy kuivana. Talvikuukausina Kemin Energia pyrkii pitämään pihalla varastossa noin kuukauden polttoaineet koko ajan. Tällä pyritään kaukolämmön toimitusvarmuuteen, mikäli ilmenee odottamattomia ongelmia polttoaineen toimituksessa. Polttoaineen omistussuhde siirtyy Kemin Energialle siinä vaiheessa, kun toimittaja on hakettanut polttoaineen valmiiksi. Näin myös Kemin Energian varastoarvo pysyy pienenä, kun sillä on vain valmista polttoainetta varastossa. (Peurasaari 28.2.2012, haastattelu.)



Kuvio 2. Kemin Energia Oy:n nykyinen puuhakkeen hankintalogistiikan liiketoimintamalli

Toimitussopimukset ovat puutoimittajien kanssa voimassa noin viisi vuotta ja turvetoimittajan kanssa seitsemän vuotta. Pääsääntöisesti polttoaineita on saanut hyvin. Peurasaaren mukaan puuta saa aina ja sitä voi tuoda myös kauempaa. Kun turpeen toimituksessa oli vaikeuksia kahden sateisen kesän jälkeen, korvattiin sitä puulla. Kun kysyntä kasvoi ja paikallisen puun hinta nousi, alkoi Kemin Energia tuoda puuta Baltiasta laivalla. (Peurasaari 28.2.2012, haastattelu.)

#### 2.4.1.2 SIDOSRYHMÄT

Kemin Energia keskittyy itse pääasiallisesti kaukolämmöntuotantoon ja tekee myös joitakin pieniä huoltotyitä lämpölaitoksella omalla henkilökunnalla. Pääsääntöiset vastaanottolaitteiden huoltotyöt on ulkoistettu Sandvik AB:lle. Laskutuksen ja sen asiakaspalvelun Kemin Energialle hoitaa Oulun Sähkönmyynti. Polttoaineista turpeen toimittaa Turveruukki Oy, ja puun päätoimittajat ovat L&T Biowatti Oy ja Pohjanmaan Hyötykäyttö Oy. Suurimman osan Kemin Energialla tapahtuvasta murskauksesta hoitaa Suomen Hyötymurskaus Oy. Lämpöarvomäärityksen Kemin Energi-

alle tekee Oulun yliopisto. Polttoaineen käsittelyn varastosta polttoon pyöräkuormajilla hoitaa Veljekset Kujala Oy. Suoraostojen kuljetukset hoitaa Pohjaset Oy. (Peurasaari 28.2.2012, haastattelu.)

#### 2.4.1.3 TIETOJÄRJESTELMÄT

Kemin Energialla on käytössä Protaccon Oy:n suunnittelema ONCE-energiaketjun tietojenhallintajärjestelmä, joka on käytössä ympäri Suomen monilla energiayhtiöillä. Kemin Energia näkee koko ajan reaaliajassa pihallansa käyvät autot. Järjestelmästä näkee kuormaraportin ja energiatasoraportit. Järjestelmästä näkyy, mitä mikäkin auto tuo, milloin tuo, minne tuo ja mistä tuo suon ja aumanumeron tarkkuudella. Järjestelmä kirjaa myös kuorman kosteus- ja lämpöarvot. Kun kaikki kohdat ovat täyttyneet eli kaikki arvot ovat varmistuneet (ensin keskiarvoja), toimittajalle tulee tieto, että se voi laskuttaa Kemin Energialta kuorman. Ensin arvot ovat keskiarvoja aikaisemmista kuormista, ennen kuin laboratorio on varmistanut kuorman kosteuspitoisuuden ja lämpöarvon. Järjestelmän ostupuoli eli seuranta-, kuorma- ja energiaraportti on ollut Kemin Energian käytössä vuoden 2011 alusta lähtien, ja sen käyttöönotto on vielä kesken. Nyt on käytössä myös osio, josta näkee talousraportit ja päästöraportit. Toimittajilla ei itsellä tarvitse olla käytössä ONCE-järjestelmää, vaan heillä on web-selain, jonne he voivat kirjautua omilla käyttäjätunnuksilla ja he näkevät sieltä kuorma- ja energiaraportit sekä pystyvät seuraamaan reaaliajassa autojen käynnit Kemin Energialla. Ohjelman saa käyttöönsä lisenssimaksulla, ja sen jälkeen maksetaan ylläpitomaksua, jolloin ongelman sattuessa ne ratkaistaan tietyssä vasteajassa. (Peurasaari 28.2.2012, haastattelu.)

#### 2.4.1.4 INVESTOINNIT

Kemin Energialla on uusi polttoainejärjestelmä, ja polttoainekattila on uusittu vuonna 2007. Polttoainekattilan käyttöikä on noin 30 vuotta. Kemin Energia osti Lassila & Tikanojalta kolme viereistä tonttia rakennuksineen, joista yksi tyhjä tontti muutettiin asfaltoinnilla polttoainevarastokentäksi, keskimmaisella tontilla olleista varasto hallista tehtiin polttoainevarastoja ja viimeiselle tontille tuli varastohalli. Nämä investoinnit on tehty puunkäsittelyä ja terminaalitoimintaa varten. Kemin Energia ei halua investoida omiin murskaimiin, koska se ei kuulu sen liiketoimintaan ja koska murskausta tarjoavia yrityksiä on hyvin saatavilla sopivaan hintaan. Omille murskaimille ei siis ole tarvetta. (Peurasaari 28.2.2012, haastattelu.)

### 2.4.2 Keminmaan Energia Oy

Keminmaan Energia Oy on vuonna 1949 perustettu energiayhtiö, joka on Keminmaan kunnan 100-prosenttisesti omistama. Keminmaan Energia Oy:n liiketoimintoja ovat sähkönsiirto, kaukolämpö ja tilaustyöt. Sähkönsiirtoverkossa on noin 5200 asiakasta ja kaukolämpöverkon piirissä noin 200 asiakasta. Tilaustoimintatyönä Keminmaan Energia Oy tekee katu- ja tievaloasennuksia ja -kunnostuksia sekä omakotitalojen liittymisjohtoasennuksia. Keminmaan Energia Oy on osakkaana Oulun

Sähkömyynti Oy:ssä, joka toimii paikallisena myyntiyhtiönä. Keminmaan Energia Oy on osakkaana myös Lapin Sähkövoima Oy:ssä ja sitä kautta Tunturituuli Oy:n tuulisähkötuotannossa. Lapin Sähkövoima Oy:n omistusosuus oikeuttaa myös noin 4,6 megawattituntin teho-osuuteen Kemijoki Oy:n tuotannosta. Lisäksi Keminmaan Energia Oy liittyi vuonna 2010 Fennovoima Oy:n osakkaaksi. Keminmaan Energia Oy:llä on kaukolämpöverkkoa noin 21 kilometriä. Tästä 80 prosenttia eli noin 17 kilometriä on rakennettu viimeisen kymmenen vuoden aikana. Keminmaan kaukolämpöverkko on haasteellinen, koska putkipituus maalaismaisessa kylätaajamassa kasvaa lämmitettävään kuutiolavuuteen nähden suureksi. (Rouvinen 28.2.2012, haastattelu; Keminmaan Energia 2012a, hakupäivä 1.11.2012.)

Keminmaan Energia Oy:llä on Teollisuustien tuotantolaitoksella käytössään kaksi kiinteän polttoaineen kattilaa, joiden tehot ovat kaksi megawattia ja kuusi megawattia. Molemmissa kiinteän polttoaineen kattiloissa käytetään polttoaineena puuhaketta ja palaturvetta. Kiinteän polttoaineen kattiloista kahden megawatin kattila otettiin käyttöön vuonna 1998 ja kuuden megawatin kattila vuonna 2005. Kiinteän polttoaineen osuus lämmöntuotannosta on noin 95 prosenttia. Teollisuustien tuotantolaitoksella on varatehona ja huippukuormien tasaajana käytössä kuuden megawatin raskasöljykattila. Keminmaan Energia Oy:n kaukolämpö tuotetaan lähes kokonaan Teollisuustien tuotantolaitoksessa. Sannitien tuotantolaitoksella on käytössä neljän megawatin raskaspolttoöljykattila, joka otettiin käyttöön vuonna 2002. Kattila toimii varatehona ja huipputehontasaajana. Keminmaan koulukeskuksella sijaitsee Keminmaan Energia Oy:n vanhin kaukolämpökeskus, joka otettiin käyttöön vuonna 1985. Keskuksessa ovat 1,3 ja 2,3 megawatin raskasöljykattilat sekä erikoisuutena yhden megawatin sähkökattila. Koulukeskuksen lämpölaite toimii varatehona. Tuotantolaitoksilla tuotetaan pelkästään kaukolämpöä. (Keminmaan Energia 2012b, hakupäivä 4.11.2012.)

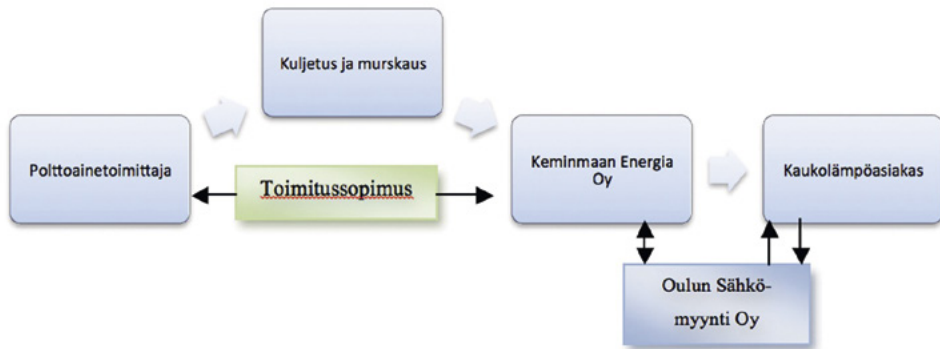
#### 2.4.2.1 NYKYTILANNE

Keminmaan Energia Oy käyttää pääasiallisena polttoaineena turvetta ja puuhaketta. Tällä hetkellä turvetta poltetaan 20 000–25 000 megawattituntia ja puuhaketta noin 10 000 megawattituntia vuodessa. Puuhakkeen Keminmaan Energia Oy:lle toimittaa Stora Enso Oyj, ja turpeen Keminmaan Energia Oy:lle toimittavat Turveruukki Oy ja Vapo Oy. (Rouvinen 28.2.2012, haastattelu.)

Keminmaan Energia Oy ostaa kiinteän polttoaineen MWh-hintaan polttoainekentälle toimitettuna. Polttoaineesta otettujen kosteusnäytteiden perusteella laskeaan kunkin polttoainetoimituskuorman energiasisältö. Keminmaan Energia Oy:n yhteistyökumppani siirtää polttoaineen polttoainekentältä siiloihin. Keminmaan Energia Oy:n käyttämä hake on kokopuuhaketta. Polttoainetta varastoidaan tuotantolaitoksen polttoainekentälle, jossa sitä on kerralla 1000–3000 kuutiometriä. Kovilla pakkasilla polttoainetta pyritään pitämään vähintään viikon tarve varastossa, ettei polttoaine lopu kesken esimerkiksi väliaikaisista toimitusongelmista johtuen. Keminmaan Energia Oy:n ja polttoainetoimittajan välinen toimitussopimus kattaa 3–5 vuotta kerrallaan. Polttoainemäärää tarkennetaan vuosittain ja samoin hinta sovi-



taan kullekin lämmityskaudelle erikseen. Uudet sopimukset tehdään vuotta ennen sopimuskauden loppua. Polttoainetoimittajat ovat olleet luotettavia, eikä toimitusvaikeuksia ole ollut. Tosin kevättalven 2009 turvepulan takia jouduttiin hankkimaan muualta korvaavaa polttoainetta, lähinnä puuhaketta. Nykyinen polttoaineen hankintaketju (kuvio 3) on toimiva ja pienelle energiayhtiölle edullinen, joten siinä mielessä Kemimaan Energia Oy:llä ei ole tarvetta esimerkiksi hakettaa puuta itse. (Rouvinen 28.2.2012, haastattelu.)



Kuvio 3. Kemimaan Energia Oy:n nykyinen puuhakkeen hankintalogistiikan liiketoimintamalli

#### 2.4.2.2 SIDOSRYHMÄT

Kemimaan Energia Oy on keskittynyt itse ydinliiketoimintaan. Kemimaan Energia Oy hankkii tuotantoon sopivan polttoaineen polttoainetoimittajilta. Polttoainetoimittajat sopivat omien yhteistyökumppaneiden kanssa muusta, kuten kuljetuksista, haketuksista ja raaka-aineen saannista. Kaukolämpöverkon rakennustöissä ja tuotantolaitosten huoltotöissä Kemimaan Energia Oy käyttää apuna yhteistyökumppaneita. (Rouvinen 28.2.2012, haastattelu.)

#### 2.4.3 Tornion Voima Oy

Tornion Voima Oy kuuluu EPV Energia Oy -konserniin, jonka suurin omistaja on Vaasan Sähkö Oy. Muita omistajia ovat useat maakunnalliset energiayhtiöt, kuten esimerkiksi Seinäjoen Energia Oy ja Kymppivoima Oy. Tornion Voima on EPV Energia Oy:n täysivertainen tytäryhtiö. Tornion Voima Oy rakennettiin alun perin Outokummun Tornion tehtaiden tarpeisiin. Tällä varmistettiin Outokummulle laadukasta ja kilpailukykyistä lämpöä omiin toimintoihinsa. Projekti aloitettiin vuonna 2004 ja Tornion Voima Oy perustettiin vuonna 2005. Tornion Voiman ensisijainen tehtävä on tuottaa höyryä ja lämpöä Outokummun Tornion tehtaiden tarpeisiin. Lisäksi Tor-

nion Voima Oy tuottaa kaukolämpöä Tornion ja Haaparannan kaukolämpöverkkoon. Vastapainelaitoksesta tuleva sähkö toimitetaan EPV Energia Oy:n omistajille osakasjaon mukaan. (Hakulinen 29.2.2012, haastattelu; EPV Energia Oy 2012, haku päivä 7.11.2012.)

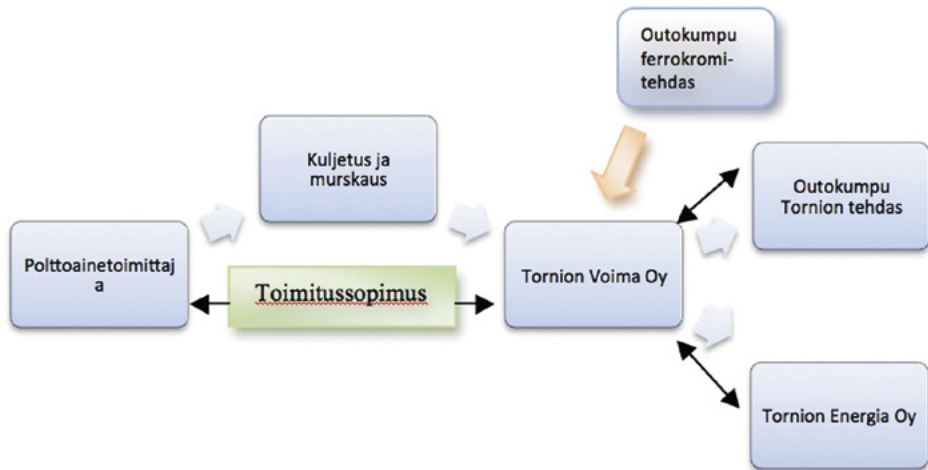
Tornion Voima Oy:n päätuotantolaitos sijaitsee Outokummun tehdasalueella ja se otettiin käyttöön vuodenvaihteessa 2007–2008. Voimalaitos on apujäähdyttimellä varustettu vastapainevoimalaitos, joka tuottaa höyryä, lämpöä ja sähköä. Voimalaitoksella on Foster Wheeler Energia Oy:n toimittama kiertopetikattila, jonka polttoaineteho on 145 megawattia. Kattilan etuja ovat laaja toiminta-alue ja polttoainevalikoima. Voimalaitoksessa käytetään polttoaineena jyrsinturvetta, erilaisia biopolttoaineita ja häkäkaasua. Lisäksi Tornion Voimalla on omistuksessaan erillinen 25 megawatin kaukolämpölaitos, joka tuottaa lämpöä Tornion ja Haaparannan kaupungeille. Tornion Voima Oy:llä on myös rinnakkaispolttolupa REF1- ja REF2-luokitellulle kierrätysjätteelle, mutta niitä ei ole otettu käyttöön. (Hakulinen 29.2.2012, haastattelu; Tornion Voima Oy 2012, haku päivä 7.11.2012.)

#### 2.4.3.1 NYKYTILANNE

Vuonna 2011 Tornion Voima käytti pääasiallisena polttoaineena jyrsinturvetta, jolla tuotettiin energiaa 430 000 megawattituntia. Toiseksi yleisin polttoaine oli biomassa, jolla tuotettiin energiaa 230 000 megawattituntia. Lisäksi häkäkaasuilla tuotettiin energiaa noin 82 000 megawattituntia. Biomassan osuus nousi hieman aikaisemmista vuosista. Kokonaisbiopolttoainemäärästä Tornion Voima käytti eniten sahanpurua, jonka jälkeen tulivat metsähake, metsätähdehake ja kuori. Kierrätyspuu- ja kantohakkeen osuus biopolttoaineesta oli alle yksi prosenttia. Tornion Voima ei tietenkään pyri lisäämään biomassan osuutta, ellei se ole hinnallisesti järkevää. Biomassaa voitaisiin käyttää enemmänkin, mutta tällä hetkellä esteenä on hinta. Teknisiä rajoitteita kattilalle ei ole, mutta pelkkää biomassaa ei kuitenkaan voi polttaa. Teknisesti suurimmat rajoittavat tekijät ovat kuljettimien kapasiteetti sekä mahdolliset tulistin korroosiot. (Hakulinen 29.2.2012, haastattelu.)

Tornion Voima ostaa laitoksessa käytettävän valmiin polttoaineen varastoon toimitettuna hintaan, joka kattaa koko hankintaketjun (kuvio 4). Häkäkaasu tulee suoraan Outokummun ferrokromitehtaan tuotannosta. Tällä hetkellä kaikki jyrsinturvetta ja biopolttoaineet tuodaan autoilla. Tornion Voimalla on käytössä biokenttä, joka on pääsääntöisesti polttoainetoimittajien käytössä. Toimittajat voivat käyttää biokenttää murskaukseen ja varastointiin. Biokentältä polttoaine toimitetaan vastaanottoon, jolloin myös polttoaineen omistusoikeus siirtyy Tornion Voimalle. Vastaanottohallissa kaikki purkutavat ovat mahdollisia. Tavara puretaan taskukuljettimelle, jonka jälkeen on seulonta ja ylitteen murskaus. Automaattinen näytteenotin ottaa kuormasta vuorokausinäytteen. Näyte menee laboratorioon kosteusarvomääritykseen, joista kerätään kaksiviikkoinen näytejakso, jonka jälkeen näyte lähetetään Jyväskylään Enakselille lämpöarvomääritystä varten. Kun lämpöarvomääritys saadaan, siitä lasketaan kuorman energiasisältö ja ilmoitetaan polttoainetoimittajille, kuinka paljon energiatoimituksia on ollut. Tornion Voimalla on käytössä turpeelle 6000 kuutiometrin tur-

vesiilo ja biopolttoaineelle 3000 kuutiometrin siilo. Ympäristölupa ei salli turpeen säilömistä pihalla. (Hakulinen 29.2.2012, haastattelu.)



Kuvio 4. Tornion Voima Oy:n nykyinen puuhakkeen hankintalogistiikan liiketoimintamalli

Tornion Voiman kuljetussopimukset ovat pitkäaikaisia, ja hinta tarkastellaan aina sopimuskaudella. Tällä hetkellä hakkeen hinta satamaan tuotuna on niin korkea, että haketta tai rankapuuta ei kannata ilman suoranaista tarvetta tuoda. Pari vuotta sitten, kun oli huono turvevuosi, Tornion Voima tuotatti Venäjältä sahanpurubrikettiä ja metsähaketta, mutta ne molemmat jäivät hinnaltaan kalliiksi. (Hakulinen 29.2.2012, haastattelu.)

#### 2.4.3.2 SIDOSRYHMÄT

Tornion Voiman pääasiakas ja samalla myös tärkein kumppani on Outokummun Tornion tehtaas. Toinen pääkumppani on Tornion Energia Oy, joka vastaa Tornion ja Haaparannan kaupunkien kaukolämmöstä. Tornion Energia tekee kaupan Haaparannan kanssa eli toimii siinä suhteessa alihankkijana. Tornion Voiman polttoainetoimittajat ovat Vapo Oy ja Metsäliitto sekä muita pieniä toimijoita Tornio-Kemi-Ylitornio-alueelta. Pohjaset Oy toimii monien polttoainetoimittajien kumppanina hoitaen logistiikan ja murskaustoiminnan. Tornion Voimalla ei ole toimitusjohtajaa lukuun ottamatta muita työntekijöitä, vaan kaikki toiminnot on ulkoistettu. Voimalaitoksen käyttömiehet ja työnjohto ovat Outokummun palkkalistoilla. Tornion Voimalla on käytössään Metso Automationin käyttöjärjestelmä. (Hakulinen 29.2.2012, haastattelu.)

#### 2.4.3.3 INVESTOINNIT

Tornion Voimalla ei ole laajennusinvestointeja Outokummun tehdasalueen tontille. Vuonna 2008 Tornion Voima osti Fortumilta lämpöliiketoiminnan, jonka yhteydessä tuli kaksi lämpövoimakattilaa Tornion Pirkkiöstä. Pirkkiön kattiloilla ajetaan muutama kuukausi vuodessa tasaamaan kysyntää. Viimeisin iso sopimus Tornion Voimalla on pitkäaikainen kaukolämpösopimus Outokummun Kemin kaivokselle. Kaivokselle ollaan rakentamassa omaa kaukolämpökattilaa. (Hakulinen 29.2.2012, haastattelu.)

#### 2.4.4 Pohjaset Oy

Pohjaset Oy on pohjoissuomalainen, kuljetus- ja logistiikka-alalle keskittynyt perheyrittys. Yrityksen toimialue kattaa Suomen lisäksi Pohjois-Ruotsin. Yrityksen liiketoimintoihin kuuluvat logististen palveluiden lisäksi biopolttoaineiden murskaukset sekä erilaiset työkonepalvelut. (Pohjanen 21.2.2012, haastattelu; Pohjaset Oy 2012, hakupäivä 26.9.2012.)

Pohjaset Oy:n suurimmat asiakasryhmät ovat metsä-, energia- ja rakennusteollisuus. Kuljetuksien pääpaino on sahatavarassa, energia- ja prosessituotekuljetuksissa, talo- ja kattoristikkokuljetuksissa ja rautakauppakuljetuksissa. Yrityksen tavoitteena on tuottaa laadukkaita kuljetus-, urakointi-, varastohotelli- ja murskauspalveluja, jotka täyttävät tilaajan, urakoitsijan, rakennuttajan sekä myös loppukäyttäjän vaatimukset. Toimintoja pyritään koko ajan kehittämään ympäristöä vähemmän kuormittavaksi. Yrityksen omat laatu- ja ympäristöjärjestelmät ISO 9002 ja ISO 14001 otettiin käyttöön vuonna 1998 ja vuonna 2007 siihen lisättiin yritysten turvallisuusohje-osio. (Pohjaset Oy 2012, hakupäivä 26.9.2012.)

Pohjaset-konserniin kuuluvat lisäksi Suomen Hyötymurskaus Oy, PR-Trukit Oy ja Logistiikkapalvelukeskus Kalotti Ykkönen Oy. PR-Trukit Oy on perustettu vuonna 1996, ja se vastaa kaikesta Stora Enson Veitsiluodon tehtaan sahan trukkitoiminnasta. PR-Trukkien toimi- ja huoltotilat on vuokrattu Veitsiluodosta. Suomen Hyötymurskaus vastaa biopolttoaineiden hakettamisesta. Pohjaset-konsernissa työskentelee erilaisissa työtehtävissä noin 80 henkilöä. (Pohjanen 21.2.2012, haastattelu; Pohjaset Oy 2012, hakupäivä 26.9.2012.)

##### 2.4.4.1 SUOMEN HYÖTYMURSKAUS OY

Suomen Hyötymurskaus Oy on perustettu vuonna 2002 jatkamaan biopolttoaineiden murskaustyötä, jota Pohjaset Oy ja PR-Trukit Oy ovat aikaisemmin tehneet vuodesta 1998 alkaen. Yritys tekee murskaustyötä Kuopio-Seinäjoki-akselilta Ivaloon asti sekä Pohjois-Ruotsissa. Pohjaset-konsernin koko liikevaihdosta vuonna 2011 Suomen Hyötymurskauksen osuus oli noin 1,7 miljoonaa euroa, joka vastaa noin 20 prosenttia koko konsernin liikevaihdosta. (Pohjanen 21.2.2012, haastattelu; Pohjaset Oy 2012, hakupäivä 26.9.2012.)

Hakkeen kysyntä on kasvanut jatkuvasti vuodesta 1998, jolloin Pohjaset alkoi tuottaa haketuspalveluja. Pohjaset-konsernin koko työvoimasta 12 henkilöä on suoraan

työllistetty murskainten pyörittämiseen työnjohtoineen ja kaiken kaikkiaan noin 17 henkilöä osallistuu murskaustoimintaan. Murskaustoiminnassa käytetään kolmea mobiilmurskaajaa, ja hakkeen kuljetukseen käytettävissä on kahdeksan omaa hakkeenkuljetusautoa. Suomen Hyötymurskauksella ei ole kiinteää murskainta tai hakkuria. (Pohjanen 21.2.2012, haastattelu.)

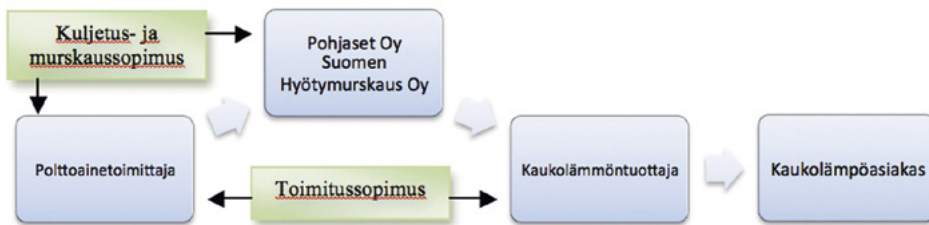
Murskauskalusto koostuu kolmesta Doppstadt-puunmurskaimesta. Kaksi DZ 750 (44 ja 46tn) -murskainta ovat kaksoismurskaimia, jotka soveltuvat hitaasti pyörivien etupäidensä sekä kaksoismagneettiensa ansiosta erikoisen hyvin järeälle puutavaralle, kuten kannoille ja rakennusjätteille. AK 600 on 36-tonninen hieman ketterämpi ja leikkaavien teriensä ansiosta tehokas laite kaikenlaisille risujätteille. Koneiden mukana kulkevat syöttönosturit ja pyöräkuormaajat. Murskaimet ovat puoliperävaunu-tyyppisiä, joten syöttöautot pystyvät hoitamaan niiden siirrot. Lisäksi yrityksellä on erillinen kone kannonnostoa varten, Volvo EX 180 varustettuna Pallarin kannonnostimella. Kasauskoneet siirretään mukana kulkevalla lavetilla. Minimimurskausmäärä on yleensä 1000 kuutiometriä valmista polttohaketta, mutta pienempiäkin määriä voidaan murskata, jos työ sattuu esimerkiksi siirtymien välille. (Pohjanen 21.2.2012, haastattelu.)

Suomen Hyötymurskaus toimii samoissa tiloissa Pohjaset Oy:n kanssa Kemin Karjalahdella. Varsinainen tuotanto tapahtuu kuitenkin asiakkaan osoittamassa paikassa. Samaan työkohteeseen pyritään saamaan mahdollisimman isoja eriä tuotantoa, koska vain murskaus tuo tuloja yritykseen. Toimipisteet ovat yleensä asiakkaiden luona varasto- ja terminaalialueilla tai tuotantolaitoksien pihalla. Toimipisteiden heikkoudeksi voidaan katsoa se, että tuotantokoneet ovat ulkona säiden armoilla. Lisäksi mahdollisesti lähellä oleva asutus tuo lisää haasteita. Koneista lähtee melua, ja lähialueiden asukkaat eivät suvaitse ympärivuorokautista työskentelyä. (Pohjanen 21.2.2012, haastattelu.)

#### 2.4.4.2 NYKYTILANNE

Suomen Hyötymurskaus Oy:n asiakkaina ovat pääsääntöisesti energia-, kierrätys- ja metsäalan yritykset. Asiakkaita ovat muun muassa Tornion Voima Oy, Kemin Energia Oy, L&T Biowatti Oy, Stora Enso Oyj, Metsä Group, Vapo Oy ja Kuusakoski Oy, joille Suomen Hyötymurskaus käy hakettamassa raaka-aineen polttoaineeksi. Lisäksi muutamat yksityiset asiakkaat tilaavat hakkuun jälkeen metsänsiivouspalvelun, jolloin Suomen Hyötymurskaus ottaa kannot talteen ja tekee niistä haketta, joka myydään edelleen. Suomen Hyötymurskauksen hakettamasta tavarasta Pohjaset kuljettaa noin 50 prosenttia omistamallaan hakeautoilla. Joidenkin asiakkaiden kanssa on tehty sopimukset, mikä takaa Pohjaset Oy:lle myös kaiken hakkeen kuljetuksen. Vuonna 2011 Suomen Hyötymurskaus murskasi noin 500 000 irtokuutiometriä (n. 167 000 tn) erilaista puutavaraa hakkeeksi. Vakioasiakkaiden osuus tästä oli noin 80 prosenttia. Kuviossa 5 on kuvattu Pohjaset Oy:n ja Suomen Hyötymurskaus Oy:n asema toimitusketjussa. Asiakkaat voivat myös toimittaa kantoja ja kierrätyspuuta Pohjaset Oy:n Laivaniemen energiapuuterminaaliin. Terminaalilla on ELY-keskuksen myöntämä ISO-ympäristölupa. Terminaaliin toimitetut puut ja kannot haketetaan ja myydään

eteenpäin. Hakkeen loppukäyttäjät käyttävät valmiin hakkeen kauko- ja teollisuuslämmön tuotantoon. (Pohjanen 21.2.2012, haastattelu.)



Kuvio 5. Pohjaset Oy:n nykyinen liiketoimintamalli

Tällä hetkellä Pohjaset Oy ei ole halukas ostamaan itselle murskattavaa puuta, koska se kokee alkavansa kilpailla omien asiakkaidensa kanssa. ”Ei kuitenkaan ole pois suljettua, että joskus ostaisimme myös itse hakettavaa tavaraa”, kertoo toimitusjohtaja Raimo Pohjanen. Pohjaset uskoo, että murskattavaa olisi saatavilla enemmänkin. Ihan lähellä on paljon puuta, joka olisi viisasta tehdä energiapuuksi. Materiaalin hankinnassa kilpailijoita ovat Pohjasten omat asiakkaat. Samoista raaka-aineista kilpailevat muun muassa Metsäteollisuus, Vapo, energiayhtiöt, L&T Biowatti ja Stena. (Pohjanen 21.2.2012, haastattelu.)

#### 2.4.4.3 TIETOJÄRJESTELMÄT

Pohjaset Oy:llä on käytössään Judacom-taloushallinnonohjelmisto ja Movenium-ohjelmisto murskauksen raportointia ja työajanseurantaa varten. Kaikissa koneissa on lukutagit, joissa kuljettaja käyttää RFID-lukijalla (Radio-Frequency IDentification) varustettua kännykkää ja kirjaa itsensä töihin. Eri työtehtävien aloitukset ja lopetukset sekä kuljettajien käsittelemät tavaramäärät kirjataan samalla tavalla. Tieto kulkee lukutageista palvelimille, joiden avulla tieto saadaan reaaliajassa laskutuksen tietoon. Tällä hetkellä ei ole käytössä mitään toiminnanohjausjärjestelmää, mutta Pohjaset on hankkimassa toiminnanohjausjärjestelmän lähinnä alkavaa terminaali-toimintaa varten. (Pohjanen 21.2.2012, haastattelu.)

#### 2.4.4.4 INVESTOINNIT

Pohjaset Oy:n vanhin murskain on hankittu vuonna 2007. Murskaimen käyttöikä on noin 12 vuotta, jonka jälkeen tarvitaan mittava peruskorjaus, eli koneiden osalta uusia investointeja ei niiden iän puolesta tarvita. On kuitenkin mahdollista, että Pohjaset investoi yhteen uuteen murskaimeen vuonna 2013, mutta siitä ei ole vielä varmuutta. Investointeja ja uusia asiakkaita tärkeämpää olisi saada koneista nykyistä enemmän tehoa irti eli enemmän kuutioita tunnissa. Kuljettajien työajasta iso osa menee kalus-

ton siirtoihin, kun liikutaan paikasta toiseen. (Pohjanen 21.2.2012, haastattelu; Pohjanen 8.10.2012, sähköpostiviesti.)

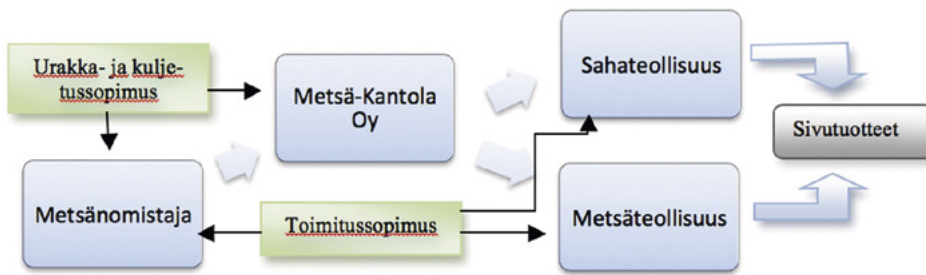
#### 2.4.5 Metsä-Kantola Oy

Metsä-Kantola Oy on 1960-luvun alussa perustettu kuljetus- ja metsäurakointialan yritys. Yrityksen toimipiste sijaitsee Tervolan Louella. Metsä-Kantola Oy toimii pääsääntöisesti Metsähallituksen Länsi-Lapin alueella, noin 100 kilometrin säteellä puun toimituspaikoista. Yrityksellä on käytössä kolme puutavara-autoa, kaksi monitoimihakkuukonetta ja yksi ajokone itsellä sekä yksi ajokone aliurakoitsijalla. Metsähallituksen lisäksi töitä tehdään tilauksesta Metsänhoitoyhdistykselle, joka ostaa yksityisiltä metsänomistajilta puut ja välittää hakkuu-urakan Metsä-Kantolalle. Yksityisten metsänomistajien kanssa tehdään myös kahdenkeskeisiä hakkuusopimuksia. Metsähallitus on Metsä-Kantola Oy:n suurin asiakas, ja sen urakat kattavat noin 60 prosenttia kaikista urakoista. Metsä-Kantola kuljettaa Metsähallituksen puuta muun muassa Metsä-Fibren Kemin tehtaalle, Stora Enson Veitsiluodon tehtaalle Kemiin, Ruotsin Kalixiin ja Tervolan Saha ja Höyläämö Oy:lle. Metsä-Kantola Oy ei suoranaisesti toimi ollenkaan puuhakkeen parissa. Sillä ei ole kalustoa kuljettaa tai hakettaa puuta, vaan se ajaa metsästä pelkästään rankapuuta, jonka se kaataa monitoimikoneilla. Ajettu puu päättyy mahdollisesti hakkeeksi ainoastaan metsä- tai sahateollisuuden ylijäämä- ja sivutuotteena. (Kantola 1.3.2012, haastattelu.)

##### 2.4.5.1 NYKYTILANNE

Metsä-Kantola Oy toimii urakoitsijana Metsähallitukselle, Metsänhoitoyhdistykselle, Metsämarkkinoille ja yksityisille metsänomistajille. Toimeksiantaja myy metsästä puut kuitupuuksi metsäteollisuudelle tai tukkipuiksi sahoille. Toimeksiantaja tarjoaa urakat kilpailutuksen kautta Metsä-Kantolalle, joka käy suorittamassa hakkuun osoitetussa paikassa. Monitoimikone kaataa, karsii ja katkoo puut haluttuun mittaan metsässä, mistä ajokone kuljettaa ne haluttuun paikkaan tienvarteen. Metsässä tapahtuva työ hinnoitellaan katkottuna, karsittuna, mitattuna ja lajiteltuna metsänlaitaan kiintokuutioina. Tienvarresta puut kuljetetaan suoraan määränpäähän, pois lukien aika ennen kelirikkoa, jolloin puut kuljetetaan ensin kelirikko-varastoihin ja sieltä kelirikkoaikana määränpäähän. Näin varmistetaan ympärivuotinen toimitus kelirikosta huolimatta. Kuviossa 6 on kuvattu Metsä-Kantola Oy:n nykyinen liiketoimintamalli. Autoilla ei voi tällä hetkellä kuljettaa kuin rankapuuta. Tienvarressa puun hinta vaihtuu autokuljetusta varten kiintokuutioista tonneiksi. (Kantola 1.3.2012, haastattelu.)

Metsä-Kantola Oy:n urakat perustuvat tilaussopimuksiin, joissa on määritelty kiintiöt, paljonko, millaista ja milloin puuta toimitetaan eri asiakkaille. Osassa sopimuksista on määritelty, että hinta neuvotellaan kerran vuodessa, ja osassa neljän kuukauden välein. Vuodenvaihteen ja alkuvuoden hinnan nousut jäävät siis itselle maksettavaksi, ennen kuin hinnat tarkastetaan aikaisintaan huhtikuussa. Metsähallituksella urakat määräytyvät tarjousten perusteella ja sopimukset ovat neljän vuoden pi-



Kuvio 6. Metsä-Kantola Oy:n nykyinen liiketoimintamalli

tuisia. Kilpailutuksissa hintakilpailu on kovaa, koska monet yritykset polkevat hintoja tarjoamalla palveluja liian halvalla, jolloin ne saavat urakat mutta eivät voi toimia kauan. Yksityisellä puolella urakoissa on enemmän neuvottelumenettelyä. Suurin osa Metsä-Kantola Oy:n kilpailijoista ovat 1–2 koneen yrittäjiä. Lisäksi on joitain isompia yrittäjiä, joilla on erilaisia koneita ketjun eri vaiheisiin. Autopuolella kilpailu on hie- man kasvanut. Useamman auton yritykset ovat lisääntyneet ja yhden auton yrittäjiä on jäänyt pois, koska urakat ovat isompia kuin ennen eikä yhden auton yrittäjä voi hoitaa niitä yksin. Joissakin tapauksissa useat pienet yritykset tarjoavat palveluita yhteistyössä. (Kantola 1.3.2012, haastattelu.)

#### 2.4.5.2 SIDOSRYHMÄT

Metsä-Kantola Oy on osakkaana Forest Road Oy:ssä, joka tarjoaa kuljetuspalveluita Metsähallitukselle. Forest Road Oy:ssä on Metsä-Kantolan lisäksi neljä muuta yritystä Rovaniemen, Posion, Keminmaan ja Tervolan alueelta. Forest Road Oy syntyi, kun Metsähallitus alkoi laajentaa tarjoamalla useamman auton sopimuksia eikä kenelläkään osakkaista yksin riittänyt kuljetuskaluston kapasiteetti vastaamaan tarjoukseen. Osakkaiden ei tarvitse kilpailla keskenään, mutta kilpailu muiden yritysten kanssa on kovaa. Tarjottavat sopimukset estävät yhteistyöyrityksen osakkaita saamasta etuasemaa toisiinsa nähden. Forest Road Oy hoitaa Metsähallituksen Ranuan tiimin kaikki puukuljetukset, ja Rovaniemelle on kolmen auton sopimus. Metsä-Kantolan autoista yksi on kokopäiväisessä käytössä Tervolan Sahan ja Höyläämön kuljetuksiin. Autot huolletaan merkkihuolloissa, ja sopimushuoltajat huoltavat työkonet aina merkkikohtaisesti. (Kantola 1.3.2012, haastattelu.)

#### 2.4.5.3 INVESTOINNIT

Metsä-Kantola Oy ei näe tarpeelliseksi alkaa laajentaa toimintaansa esimerkiksi autohakkureihin tai murskaimiin, sillä töitä riittää nykyiselläänkin. Laajentumisen ja lisäinvestointien esteenä on lisäksi osaavan työvoiman saatavuus. Metsäala ei vedä



nuoria uusia työntekijöitä entiseen malliin, koska palkkaus on heikohko ja ala ei ole niin sanotusti mediaseksikäs. Lisäksi työ on yksinäistä ja erittäin vastuullista. Yhteisiä investointeja esimerkiksi muiden Forest Road -yritysten kanssa on hankala toteuttaa, koska kaikilla on omat mieltymykset kalustosta ja niiden varustelusta. (Kantola 1.3.2012, haastattelu.)

## 2.5 PULLONKAULAT YHTEISTYÖYRITYKSISSÄ

Hakulisen (29.2.2012, haastattelu), Peurasaaren (28.2.2012, haastattelu) ja Rouvisen (28.2.2012, haastattelu) mukaan energiayhtiöiden suurin pullonkaula puuhakkeen hankintalogistiikassa on puuhakkeen saatavuus. Puuhakkeen saanti on pyritty turvaamaan toimitussopimuksilla. Jokaisella energiayhtiöllä on myös yhtiöstä riippuen yhdestä viikosta kuukauteen riittävä varasto valmista puuhaketta, jolla pystytään turvaamaan polttoaineen saanti äkillisten toimituskatkojen takia. Toimitusvaikeuksien sattuessa puuhake voidaan korvata muilla polttoaineilla, kuten turpeella tai kivihiihellä. Puuhake korvataan turpeella tai kivihiihellä tai haketta tuodaan ulkomailta, mikäli puuhakkeen hinta kotimaassa nousee liian korkeaksi. Energiayhtiöt käyttävät halvinta mahdollista polttoainetta ja tekevät jatkuvasti polttoaineiden hintavertailuja. Puuhake ei ole yhdenkään tutkimuksessa olevan energiayhtiön pääpolttoaine.

Pohjasen (21.2.2012) haastattelun mukaan yrityksen pullonkaulat puuhakkeen hankintalogistiikassa ovat kuljetuksia koskevat rajoitteet, koneiden tuotantokapasiteetin alikäyttö ja tuotantoympäristö. Puuhakkeen kannattavuus tällä hetkellä kumi-pyörillä kuljetettuna on maksimissaan 150 kilometriä. Ilman kaluston kapasiteettirajoitteiden nostoa kannattavaa matkaa ei voida kasvattaa. Koneiden tuotantokapasiteetin alikäyttö johtuu koneiden siirtämisestä työmaalta toiselle, jolloin kone ei tee tuottavaa toimintaa. Tämä johtuu pitkälti siitä, että työmaat sijaitsevat kaukana toisistaan. Työt pyritään suunnittelemaan niin, että koneiden tarvitsee liikkua mahdollisimman vähän. Urakoita pyritään saamaan enemmän samalle alueelle. Koneiden käyttöä vaikeuttavat myös työympäristöt, jotka ovat lähellä asutusta. Koneiden äänet häiritsevät asuinalueilla, ja tämä estää koneiden kolmivuorotyöskentelyn. Tämä on suuri haitta varsinkin talvella, koska koneet kerkeävät yön aikana jäätyä ja aamulla ne joudutaan sulattelemaan uudestaan ennen varsinaisen murskaustyön aloittamista.

Metsä-Kantola Oy ei varsinaisesti toimi puuhakkeen parissa, mutta Kantolan (1.3.2012) haastattelun mukaan suurin pullonkaula heidän toiminnassaan on osaavan työvoiman saatavuus. Kantola kertoi, että heidän on jo nyt vaikea löytää päteviä työntekijöitä metsässä tapahtuvaan toimintaan ja auton kuljettamiseen.

## 2.6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä luvussa esitämme kootusti yhteistyöyritystemme hankintalogistiikan liiketoimintamallit ja pullonkaulat sekä vertaamme niitä aikaisempiin tutkimuksiin.

### 2.6.1 Hankintalogistiikan liiketoimintamallit

Yhteistyöyrityksistä kolme, Kemin Energia Oy, Keminmaan Energia Oy ja Tornion Voima Oy, ovat energiayhtiöitä, jotka ovat puuhakkeen loppukäyttäjiä. Yhdelläkään näistä yrityksistä puuhake ei ollut ensisijainen polttoaine, mutta sen osuus kaikista käytettävistä polttoainesta on noussut. Kaikki kolme edellä mainittua yritystä hankkivat puuhakkeen valmiina polttoaineena omiin varastoihinsa toimitettuna ja maksavat siitä tehon mukaan eli euroa/megawattitunti. Tässä tapauksessa puuhakkeen hankinta on yritysten osalta yksinkertainen prosessi, sillä niiden ei itse tarvitse hankkia, käsitellä tai kuljettaa raaka-aineita. Myöskään polttoaineen laadulla ei ole energiayhtiöille suurta merkitystä, koska huonolaatuinen polttoaine tuottaa vähemmän tehoa, jolloin siitä maksetaan vähemmän. Yritysten maksama hinta kattaa raaka-aineen hankinnan, käsittelyn ja kuljetuksen aina yrityksen osoittamaan paikkaan.

Näissä kolmessa yrityksessä hakkeen toimituspaikka on yrityksen omalla pihalla, josta yritys hoitaa sen polttoon joko itse tai aliurakoitsijan avulla. Pitkien sopimusten avulla pyritään takaamaan varma polttoaineensaanti, koska toimittajilla on tuolloin velvollisuus toimittaa sopimuksen mukainen määrä polttoainetta. Energiayhtiöiden polttoainevalinnat perustuvat tutkimuksen perusteella puhtaasti polttoaineen hintaan. Hintaan vaikuttavat polttoaineen kosteus, palakoko ja tilavuuspaino. Näiden avulla lasketaan polttoaineesta saatu teho. Tämän lisäksi varsinaisen hinnan päälle tulevat mahdolliset päästöverot. Näin muodostuu käytetyn polttoaineen lopullinen hinta. Kaikilla mainituilla yrityksillä on tällä hetkellä ensisijaisena polttoaineena turve. Puuhakkeen hintaa ja siitä saatavaa energiamäärää peilataan koko ajan turpeen hintaan ja sen mukaan tehdään osittain polttoainevalinnat.

Yhteistyöyrityksistä Pohjaset Oy ja Suomen Hyötymurskaus Oy ovat puuhaketta kuljettavia ja murskaavia yrityksiä. Ne toimittavat puuhaketta hakkeen loppukäyttäjille, kuten energiayhtiöille, jotka ovat mukana tässä projektissa. Suomen Hyötymurskaus Oy murskaa pääsääntöisesti polttoainetoimittajan puuhakeraaka-aineen valmiiksi hakkeeksi loppukäyttäjälle. Suomen Hyötymurskaus Oy:n hakettamasta puuhakkeesta Pohjaset Oy kuljettaa noin 50 prosenttia. Suomen Hyötymurskaus Oy hakettaa jonkin verran myös omaa raaka-ainetta. Laivaniemen terminaaliin tuoduista kannoista, risuista ja kierrätyspuusta Suomen Hyötymurskaus Oy hakettaa biopolttoainetta, jonka se myy eteenpäin loppukäyttäjille. Murskaustyö tapahtuu yleensä asiakkaan osoittamassa paikassa. Työt pyritään saamaan mahdollisimman isoiksi urakoiksi, koska vain murskaustyö tuo tuloa yrityksen kassaan. Murskauskaluston siirtymiset paikasta toiseen halutaan minimoida. Murskauspaikka on joko asiakkaan terminaalissa tai loppukäyttäjän pihalla lähellä lopullista käyttöpaikkaa. Suomen Hyötymurskaus käyttää murskaustyössä liikuteltavia mobiilimurskaimia.

Yhteistyöyrityksistä Metsä-Kantola Oy on erikoistunut raaka-aineen hankintaan metsästä ja sen kuljettamiseen. Metsä-Kantola Oy ei suoranaisesti kuljeta energiapuu- ta vaan on keskittynyt tukki- ja kuitupuun kuljettamiseen sahoille ja metsäteollisuuden käyttöön. Metsä-Kantola Oy:n kuljettamasta tavarasta päätyy energiapuuksi lähinnä metsä- ja sahteollisuuden kautta syntyvät sivutuotteet. Käytettävä kuljetuskalusto on pelkästään tukkien kuljettamiseen soveltuvaa, joten sillä ei voida kuljettaa esimerkiksi kantoja. Metsä-Kantola Oy toimii urakoitsijana yrityksille ja yhteisöille, joiden urakoista Metsä-Kantola Oy käy kilpailua toisten yritysten kanssa. Metsä-Kantola Oy ei itse pysty vaikuttamaan, kenelle tai mihin tarkoitukseen sen kaatamat ja kuljettamat puut menevät.

## 2.6.2 Pullonkaulat

Pullonkauloja puuhakkeen hankintalogistiikassa muodostavat puun haketukseen ja kuljetukseen liittyvät rajoitteet. Toisin sanoen suurimmat ongelmat piilevät puun saamisessa hakkeeksi lopullisten käyttöpaikkojen varastoihin. Tutkimuksen perusteella suurimmat pullonkaulat metsähakkeen hankinnassa ovat osaavan työvoiman puute sekä kaluston ja infrastruktuurin asettamat rajoitteet. Tulevaisuudessa yksi suurimmista ongelmista tulee olemaan tarve investoida uusiin koneisiin, jos puuhakkeen 24 TWh:n käyttötavoite aiotaan saavuttaa.

Tällä hetkellä puuhakkeen hankinnan suurin rajoite Pohjois-Suomen alueella on infrastruktuurin heikkous. Välimatkat metsähakkeen hankinta-alueiden ja lopullisten käyttöpaikkojen välillä ovat suuret. Nykyiset säädökset autojen enimmäispainorajoista rajoittavat kerrallaan kuljettavaa puumäärää. Näin ollen kannattavuutta ei voi lisätä eikä puuta voida hakea kauempaa. Junakuljetuksiin Pohjois-Suomessa ei voida vielä siirtyä, koska käyttöpaikat tai sopivat terminaalit eivät ole rataverkoston piirissä, jolloin puun siirtäminen asemalta käyttöpaikoille aiheuttaisi huomattavia lisäkustannuksia. Rataverkon käytön rajoitteena ovat lisäksi kuljetuskaluston saataavuus ja kilpailun puute.

Yksi suurimmista ongelmista puuhakkeen hankinnassa nyt ja tulevaisuudessa on osaavan työvoiman saatavuus. Työvoiman puute tulee näkymään huomattavimmin ammattitaitoisten koneen- ja autonkuljettajien kohdalla, joista on jo nyt jonkin verran vajetta. Alan kouluista valmistuu tälläkin hetkellä liian vähän kuljettajia, ja kun heitä vuonna 2020 tarvitaan nykyiseen verrattuna noin kolminkertainen määrä, on asetettuihin puuhakkeen käyttötavoitteisiin vaikea päästä.

Tulevaisuudessa koneisiin kohdistuvat investointitarpeet tulevat olemaan suuria. 24 TWh:n tavoitteen saavuttaminen vaatii valtakunnallisesti noin 1800 uuden koneyksikön investointia, joiden kokonaishankintahinta on arviolta noin puoli miljardia euroa. Näin ollen yhden yksikön hinnaksi muodostuu keskimäärin 280 000 euroa. Kärhän ym. (2009) tutkimuksesta selviää, että nämä laskelmat on tehty puuhakkeen laajamittaisessa ja tehokkaassa tuotantoympäristössä, jolloin investoinnit voivat nousta todellisuudessa huomattavasti korkeammalle. Pienten ja keskisuurten yritys-

ten tapauksessa suurien investointien tekeminen voi olla hankalaa tai jopa mahdotonta.

Tutkimuksessa käsiteltävät pullonkaulat luovat toinen toisiinsa tukeutuen merkittävän haasteen, mutta niiden etuna on se, että jo yhtä ongelmaa ratkomalla voidaan vaikuttaa myös muihin. Esimerkiksi hakekuljetuksien kannattavuutta voidaan nostaa nostamalla kuljetusautojen enimmäispainorajoja, jolloin puuta saadaan kuljetettua kerralla enemmän ja pitempiä matkoja. Tämä voi tulevaisuudessa vähentää samalla sekä uuden työvoiman että investointien tarvetta. Toki kuljetustarve kasvaa käyttömäärän lisääntyessä, mutta isompia autoja tarvitaan vähemmän ja näin myös kuljettajien tarve on pienempi. Tutkimuksemme pullonkaulojen ratkaisemiseksi vaaditaan alalla toimivien toimijoiden ja valtiovallan yhteistyötä. Yhteistyön avulla puuhakkeen hankinta voidaan saada helpommin kannattavaksi, ja se edesauttaa ilmasto- ja energiastrategian tavoitteisiin pääsemistä.

## LÄHTEET

Energiateollisuus ry 2012. Kaukolämmitys. Hakupäivä 1.11.2012.

<<http://energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys>>

EPV Energia Oy 2012. Osakkaat. Hakupäivä 7.11.2012.

<<http://www.epv.fi/fi/yritys/osakkaat>>

Hakulinen, Aki, toimitusjohtaja, Tornion Voima Oy. Haastattelu 29.2.2012.

Hirsjärvi, Sirkka & Remes, Pirkko & Sajavaara, Paula 2010. Tutki ja kirjoita. 15.-16. painos. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

Kananen, Jorma 2008. Kvali - Kvalitatiivisen tutkimuksen teoria ja käytänteet. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.

Kantola, Matti, yrittäjä, Metsä-Kantola Oy. Haastattelu 1.3.2012.

Keminmaan Energia Oy 2012a. Osakkuudet. Hakupäivä 1.11.2012.

<<http://www.keminmaanenergia.fi/osakkuudet/>>

Keminmaan Energia Oy 2012b. Tuotantolaitokset. Hakupäivä 4.11.2012.

<<http://www.keminmaanenergia.fi/kaukolampo-tuotantolaitokset/>>

Kärhä, Kalle & Strandström, Markus & Lahtinen, Perttu & Elo, Juha 2009. Metsähakkeen tuotannon kalusto- ja työvoimatarve Suomessa 2020. Metsätehon katsaus nro 41/2009. Hakupäivä 7.1.2013. <[http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Katsaus/Katsaus\\_041\\_Metsahakkeen\\_tuotannon\\_kalusto-\\_ja\\_tyovoima\\_kk.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Katsaus/Katsaus_041_Metsahakkeen_tuotannon_kalusto-_ja_tyovoima_kk.pdf)>

Laitila, Juha & Leinonen, Arvo & Flyktman, Martti & Virkkunen, Matti & Asikainen, Antti 2010. Metsähakkeen hankinta- ja toimituslogistiikan haasteet ja kehittämistarpeet. Helsinki: Edita Prima Oy.

Lysons, Kenneth & Farrington, Brian 2006. Purchasing and Supply Chain Management. 7. uudistettu painos. Great Britain, Hants: Ashford Colour Press

Lähdevaara, Hannu & Savolainen, Varpu & Paananen, Markku & Vanhala, Antti 2010. Mailta ja manuilta, soilta ja saloilta – selvitys Keski-Suomen biomassakuljetusten logistiikasta. Tampere: Tampereen yliopistopaino Oy-Juvenes Print.

- Metsäalan ammattilehti 2012. Metsäteollisuuden puuraaka-ainekuljetusten alkupää vaatii toimiakseen osaavia metsäkoneen ja puuautojen kuljettajia. Hakupäivä 10.1.2012.  
<<http://www.ammattilehti.fi/uutiset.html?a100=5138>>
- Motiva Oy 2012. Metsäpolttoaineet. Hakupäivä 1.11.2012.  
<[http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/bioenergia/metsapolttoaineet](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/metsapolttoaineet)>
- Peurasaari, Jani, lämpöosaston päällikkö, Kemin Energia Oy. Haastattelu 28.2.2012.
- Pohjanen, Raimo, toimitusjohtaja, Pohjaset Oy. Haastattelu 21.2.2012
- Pohjanen, Raimo, toimitusjohtaja, Pohjaset Oy. VS: PUULOG – Yritysesittely. Sähköpostiviesti [janne.valta@edu.tokem.fi](mailto:janne.valta@edu.tokem.fi) 8.10.2012.
- Pohjaset Oy 2012. Kotisivut. Hakupäivä 26.9.2012. <<http://www.pohjaset.com/2.html>>
- Pulkkinen, Matti & Rajahonka, Mervi & Siuruainen, Riikka & Tinnilä, Markku & Wendelin, Robert 2006. Liiketoimintamallit arvonluojina – ketjut, pajat ja verkot. Vantaa: Dark Oy.
- Rouvinen, Janne, toimitusjohtaja, Keminmaan Energia Oy. Haastattelu 28.2.2012.
- Tornion Voima Oy 2012. Kotisivut. Hakupäivä 7.11.2012.  
<<http://www.tovo.fi/>>
- Tuomi, Jouni & Sarajärvi, Anneli 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. 5. uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy



## 3 Uusia mahdollisuuksia bioenergian hankintalogistiikan liiketoimintamallien kehittämiseen ja käyttöönottoon

### 3.1 JOHDANTO

Viimeisten vuosien aikana on käynnistetty bioenergian tutkimus- ja kehittämishankkeita ja julkaistu selvityksiä bioenergian uusista mahdollisuuksista ja liiketoimintamalleista. Selvitysten taustalla on yritysten tarve ymmärtää ja hyödyntää erilaisia bioenergian hankintalogistiikkaan liittyviä mahdollisuuksia ja bisnesideoita. Yritysten ja yritysverkkojen toiminnan sekä innovaatioiden kehittäminen lokaalisti ja globaalisti ovat avainasemassa yrityksen muutoskyvyn kehittämisessä. Bioenergian käytön lisäämisessä ja tähän liittyvän yritystoiminnan ja yrittäjyyden edistämiseksi suomalaiset korkeakoulut ovat avainasemassa.

Tässä tutkimuksessa perehdytään bioenergian hankintalogistiikan liiketoimintamalleihin ja kartoitetaan uusia mahdollisia liiketoimintamalleja Tekesin rahoittamaan PUULOG - Bioenergian hankintalogistiikka Pohjois-Suomessa -hankkeeseen kuuluvien yhteistyöyritysten näkökulmasta. Tutkimus on jatkotutkimus Vallan ja Virtalan (2013) opinnäytetyötutkimukseen, jossa tutkittiin PUULOG-hankkeen toimijoiden nykyisiä liiketoimintamalleja. Hankkeessa mukana olevat yritykset ovat Kemin Energia Oy, Keminmaan Energia Oy, Tornion Voima Oy, Pohjaset Oy ja Kantola Oy.

Tässä tutkimuksessa on hyödynnetty myös aikaisempia tutkimuksia, jotka liittyvät bioenergian hankintalogistiikan toimitusketjuihin ja liiketoimintamalleihin, kun on etsitty uusia ratkaisuvaihtoehtoja Kemi-Tornion alueen hankintalogistiikkaan. Jos Kemiin suunnitelmassa oleva biodieseltehdashanke toteutuu, niin energiapuun kysyntä kasvaa ja bioenergiaraaka-aineen toimitusvarmuus sen hankinnassa tulee korostumaan. Hankintaketjun eri toimijoiden arvonverkon näkökulmia, toiminnallisia lähtökohtia ja tavoitteita ei ole aikaisemmin Kemi-Tornion alueella systemaattisesti tarkasteltu.

### 3.1.1 Tutkimuksen tavoite

Tämän tutkimuksen tavoitteena on kartoittaa bioenergian hankintalogistiikan liike-toimintamalleja ja esittää PUULOG-hankkeessa mukana oleville yrityksille uusia mahdollisia liiketoimintamalleja. Tutkimus pyrkii myös antamaan ideoita liiketoimintamalleista, joiden avulla voidaan luoda uutta yritystoimintaa.

### 3.1.2 Tutkimusmenetelmä

Tutkimuksessa käytetään laadullista eli kvalitatiivista tutkimusotetta. Kvalitatiivisessa tutkimusmenetelmässä pyritään hankkimaan kokonaisvaltaista, syvällistä ja tarkkaa tietoa tutkittavasta asiasta sekä todellisista tilanteista peräisin olevaa aineistoa. Aineistoa kerätään haastatteluilla ja hyödyntämällä aikaisemmin tehtyjä tutkimuksia ja tekstejä. Laadullisessa tutkimuksessa saadaan esille haastateltavien ammatillinen näkökulma. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2010, 164.)

Tämä laadullinen tutkimus on nykytilaa selvittävä tapaustutkimus. Se sisältää joukon eri tapauksia eli yrityksiä. Tapaustutkimuksessa tutkitaan tiettyä yksikköä niiden luontaisessa ympäristössä, ja yksikkö voi olla esimerkiksi jokin yrityksen osasto, yksilö tai yhteisö. Tapaustutkimuksessa on tarkoitus saada syvällistä tietoa tapausta koskien ja ymmärtää sen toimintaprosessit ja -logiikka. Tapaustutkimuksella ei pyritä yleistettävyyteen, vaan siinä jokainen tapaus on periaatteessa oikea. (Kananen 2008, 84–85.)

Tämän tutkimuksen empiirisen aineiston keruu perustuu haastatteluihin, joita on tehty Tekesin rahoittaman PUULOG - Bioenergian hankintalogistiikka Pohjois-Suomessa -hankkeen tutkimusten yhteydessä. Vallan ja Virtalan (2013) tutkimukseen liittyvät Kemin Energia Oy:n, Keminmaan Energia Oy:n, Tornion Voima Oy:n ja Pohjaset Oy:n haastattelut suoritettiin keväällä 2012. Heiskarin ja Viholaisen (2013) haastattelut suoritettiin syksyllä 2013. Haastateltavat olivat Kemin kaupungin tekninen johtaja Tapani Onkalo, Kemin Energia Oy:n lämpöosaston päällikkö Jani Peura-saari sekä Pohjaset Logistics Oy:n toimitusjohtaja Raimo Pohjanen.

Kaikki haastattelut on toteutettu teemahaastatteluina. Haastateltaville tehtiin tarvittaessa sähköpostitse tarkentavia lisäkysymyksiä. Haastattelut kohdistuivat ennalta määrättyihin teemoihin. Teemojen ohella haastatteluissa edetään tarkentavien kysymysten varassa. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 75.) Haastatteluiden jälkeen nauhoitetut aineistot litteroitiin. Tutkimuksen yritysesitykset perustuvat haastatteluihin ja yritysten omiin Internet-sivuihin. Yritykset tarkistivat litteroidun aineiston.

## 3.2 HAKKEEN TUOTANTOMALLIT JA TOIMITUSKETJUT

Hakkeen tuotanto voidaan toteuttaa käyttämällä keskitettyä tai hajautettua mallia. Keskitetyssä mallissa hakkeen tuotantopaikkana on jokin suuri varastoalue, eli terminaali, tai hakkeen lopullinen käyttöpaikka. Hajautetussa mallissa tuotantopaikka-



na on metsäpään tienvarsi tai metsäpalsta. Tienvarressa tapahtuvaa tuotantoa nimitetään välivarastohaketukseksi ja palstalla tapahtuvaa palstahaketukseksi. (Lähdevaara, Savolainen, Paananen & Vanhala 2010, 36.)

### 3.2.1 Hajautettu malli

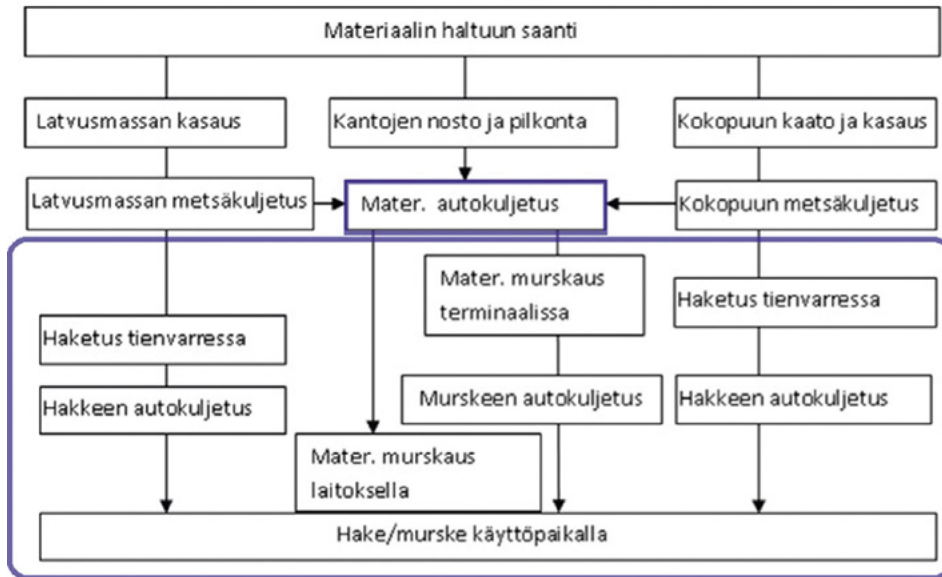
Välivarastohaketus voidaan toteuttaa kahdella eri tavalla, joita ovat joko autohakkurin ja hakeautojen yhdistelmä tai hakkuriauto. Autohakkurin ja hakeauton yhdistelmässä hakkuri ja sen syöttöpöytä on sijoitettu kuorma-auton alustan päälle. Hakkuri voidaan myös rakentaa suoraan työkoneeksi. Tienvarressa työkone valmistaa haketta suoraan hakeautoihin, jotka voivat olla kuorma-autoja erillisine perävaunuineen tai ilman perävaunua. Hakeautot kuljettavat sen jälkeen hakkeen käyttöpaikalle eli voima- tai lämpölaitokselle, jonka jälkeen he palaavat hakkurin luo noutamaan seuraavan kuorman. Tässä mallissa haketus-, kuormaus- ja kuljetusvaiheet kytkeytyvät tiivistä toisiinsa, koska hakkurin työ keskeytyy, mikäli hakeauto ei ole valmiustilassa odottamassa kuormasta. (Lähdevaara ym. 2010, 36–37.)

Hakkuriautossa on kiinteän hakkurin ja kuormaimen lisäksi hakekuormatila. Hakkuri on sijoitettu kuorma-auton alustalle ohjaamon taakse. Hakkuriautoon voidaan lisäksi kiinnittää perävaunu. Hakkuriautolla kuljetustehokkuus on heikompi kuin autohakkurin ja hakeauton yhdistelmässä, koska kuormatilaa on vähemmän. Toisaalta hakkuriautolla voidaan välttää hakkurin seisominen ja yksinkertaistaa toimitusketjua sekä vähentää eri koneiden ja niiden työntekijöiden tarvetta. (Lähdevaara ym. 2010, 37.)

### 3.2.2 Keskitetty malli

Keskitetyssä mallissa latvusmassa, pienpuu, metsäteollisuudelle kelpaamaton runkopuu tai kannot kuljetetaan tienvarsivarastolta terminaaliin, jossa hakkeen tai murskeen valmistus tapahtuu joko autohakkurilla tai liikuteltavalla murskaimella. Terminaalissa voi olla myös kiinteä murskain. Hake voidaan syöttää terminaalialueella aumaksi tai suoraan ajoneuvoon, joka kuljettaa sen käyttöpaikalle. Hake kuormataan yleensä pyörökuormaajalla hakeautoon, joka kuljettaa sen käyttöpaikan varastoon tai suoraan polttoainekuljettimen alkupäässä olevaan syöttötaskuun. (Lähdevaara ym. 2010, 37.)

Kolmantena mallina on haketus tai murskaus käyttöpaikalla. Kyseessä on periaatteessa keskitetty malli, sillä käyttöpaikkahaketuksia tapahtuu vain muutamissa laitoksissa ja toimitukset toteutetaan useista eri lähteistä. Raaka-aineina on useita erilaisia biomassoja kuten kannot, risutukit, latvusmassa ja pienpuu ranka. Mobiili-murskain voi syöttää polttoaineen varastoon tai suoraan kattilaan johtavalle kuljettimelle, ja kiinteällä murskaimella polttoaine syötetään suoraan kuljettimelle. (Lähdevaara ym. 2010, 37.)



Kuvio 1. Toimitusketjun tavallisimmat toteutusvaihtoehdot (soveltaen Lähdevaara ym. 2010, 37)

Toimitusketjun toteutusvaihtoehtoja on useita. Vaihtoehdot eroavat toisistaan hakkeen valmistusvaiheen sijoittamisen ja valmistustavan sekä raaka-ainelajien osalta. Kuviossa 1 havainnollistetaan tavallisimpia toteutusvaihtoehtoja. Sinisten laatikoiden ulkopuolelle jää metsän päässä tapahtuva toiminta. (Lähdevaara ym. 2010, 37.)

Metsähakkeen toimituksessa yhteistyö on ratkaisevassa asemassa. Metsähakkeen toimittajat ja muut hakkeen toimitusketjussa toimivat yritykset toimivat hankintaorganisaatioiden mukaan ja pyrkivät täyttämään asiakkaan asettamat ehdot. Erityisesti suuret lämpö- ja voimalaitokset ovat kirjanneet sopimuksiinsa polttoaineen laatuvaatimukset, joita polttoaineen toimittajien pitää noudattaa. Laatuvaatimukset vaihtelevat voimalaitosten käytettävissä olevan teknologian ja laitosten koon mukaan. Yleisesti polttoaineesta maksetaan siitä saadun energiamäärän mukaan, jolloin hakkeen kosteuspitoisuus ja energiasisältö ovat avainasemassa metsähaketta toimittavan yrityksen toiminnan kannattavuuden kantavuuden näkökulmasta. Laitokset voivat kieltäytyä ottamasta vastaan huonolaatuista polttoainetta, jolloin huono laatu koituu taloudelliseksi tappioksi polttoainetta toimittaneelle yritykselle. (Ikonen, Jahkonen, Pasanen & Tahvainen 2013, 9.)

Verkottuneessa liiketoiminnassa loppuasiakkaan kokema laatu perustuu koko tuotantoketjun laatuun. Toimitusketjussa seuraava on aina edellisen asiakas, joten toiminnassa on otettava huomioon myös seuraavan työvaiheen vaatimukset ja koko toimitusketjun on samalla periaatteella pelattava yhteen, jotta asiakkaat olisivat tyytyväisiä. Kun toimitusketju käsittää useita vaiheita, korostuu toimitusketjussa koko-

naisuuden johtamiseen liittyvän osaamisen merkitys. Tiedonkulku sekä tuotteiden ja palveluiden oikea-aikaisuus ovat tärkeitä laatutekijöitä toimitusketjussa. Toimitusketjuissa kilpailukykyisimpiä ovat ne yritykset, jotka pystyvät takaamaan toimittamansa metsähakkeen laadun, toimitusvarmuuden ja maltillisen hintakehityksen riittävän pitkällä aikavälillä. Huolehtimalla näistä tekijöistä voidaan saavuttaa kilpailuetua toisiin bioenergia-alan yrityksiin. (Ikonen ym. 2013, 9.)

### 3.3 ERILAISIA LIIKETOIMINTAMALLEJA

Tässä luvussa esitellään erilaisia puuhakkeen hankintalogistiikan liiketoimintamalleja. Ensimmäisenä on alueellinen hakkuriyrittäjämalli, toisena alueellinen paa-lainyrittäjä, kolmantena yrittäjien markkinointiyhtiömalli, neljäntenä yrittäjäjohtoi-nen bioenergia-yhtiömalli, viidentenä alueellinen terminaaliyrittäjämalli ja kuudente-na metsähoitoyhdistysvetoinen verkostomalli.

Pulkkinen, Rajahonka, Siuruainen, Tinnilä ja Wendelin (2006, 10) ovat vertailleet eri liiketoimintamallin määritelmiä ja päätyneet yhteen käytännön tason määritel-mään, jonka mukaan liiketoimintamalli on yksinkertaistettu kuvaus yrityksen tavas-ta ansaita tietyllä liiketoiminnalla eli siitä, mikä on yrityksen tarjooma, kenelle sitä tarjotaan ja miten se toteutetaan. Liiketoimintamalli on strategisen ja prosessitason väliin sijoittuva kuvaus yrityksen strategian toteuttamisesta. (Pulkkinen ym. 2006, 10.)

#### 3.3.1 Alueellinen hakkuriyrittäjämalli

Alueellinen hakkuriyrittäjä on yhden tai useamman autohakkurin omistava henkilö, joka toimii tietyllä maantieteellisellä alueella. Yrittäjä tekee sopimukset päätehakkuu-alojen risujen erilleen puinnista kasoihin ja risujen metsäkuljetuksesta uudishakkuu-alueilla toimivien korjuuyrittäjien, metsänomistajien tai maaseutuyrittäjien kanssa ja maksaa pystykaupan päätehakkuurisuista metsänomistajille. Yrittäjä hakettaa pääte-hakkuurisut sekä järjestää kuljetuksen hakettamilleen ja maaseutuyrittäjien valmis-tamille hake-erille. Yrittäjä ostaa myös nuorten metsien energiapuukohteista mies-työnä tehtyä rankaa tai koneellisesti korjattua energiapuuta, joista tehdään sopimuk-set tienvarsikauppoina korjuun toteuttajien kanssa. Hakkuriyrittäjä hakettaa osta-mansa energiapuun ja markkinoi materiaalin suoraan paikallisille energiantuottajil-le. Hakkeen kuljetuksen hakkuriyrittäjä järjestää alueen kuljetusyrittäjien kanssa yhteistyösopimukseen perustuen. Energiapuukohteista kertyvät ainespuut yrittäjä markkinoi metsäteollisuusyrityksille. (Kiema, Pasanen & Parviainen 2005, 34.)

Hakkuriyrittäjä tarjoaa haketuspalveluja myös yksityisille energian tuottajille, joil-la on omat pienkattilat ja kiinteistökohtaiset energiaratkaisut. Toiminnan organisoimiseksi ja varaston hallinnan järjestämiseksi yrittäjä ohjaa toimintaansa haketoimi-tusten hallintaan räätälöidyn logistisen ohjausjärjestelmän avulla. Jos toiminta on laajaa, yrittäjä voi palkata erillisen henkilön, joka organisoii toimintaa. Polttoaineen

toimitusvarmuuden yrittäjä turvaa yhdessä alueen muiden hakkuriyrittäjien kanssa neuvoteltujen yhteistyösopimusten avulla. (Kiema ym. 2005, 34.)

### 3.3.2 Alueellinen paalainyrittäjämalli

Alueellinen paalainyrittäjä on yhden tai useamman risutukkipaalaimen omistava henkilö, joka toimii tietyllä maantieteellisellä alueella. Paalainyrittäjä maksaa suoraan metsänomistajille hakkuutähteistä ja tekee yhteistyösopimukset alueella toimivien korjuuyrittäjien kanssa hakkuutähteiden erilleen puinnista kasoihin sekä paalujen metsäkuljetuksesta. Vaihtoehtoisesti paalainyrittäjä voi tehdä kyseiset työvaiheet omalla korjuukalustollaan. Paalainyrittäjä tekee kuljetusyrittäjien kanssa yhteistyösopimukset paalien kuljettamisesta energialaitoksiin. Paalainyrittäjällä on energiantuottajien kanssa suoratoimitussopimukset, ja paalit haketetaan tai murskataan käytöpaikalla paalainyrittäjän tai asiakkaan toimesta. (Kiema ym. 2005, 34.)

Paalainyrittäjän on tehtävä tiivistä yhteistyötä metsäteollisuuden kanssa, jolloin kaikki arvoketjun toimijat hyötyvät, koska yrittäjä ja metsäyhtiöt voivat yhdessä tarjota metsänomistajille paremman ja kustannustehokkaamman palvelupaketin. Näin eri toimijat voivat keskittyä omaan ydinosansaansa ja edistää yhdessä bioenergia-alan liiketoimintaa. (Kiema ym. 2005, 34-35.)

#### 3.3.2.1 RISUTUKKIPAALAIN

Risutukkipaalain on hakkuutähteiden hyötykäyttöä varten tehty paalainkone, johon syötetään toisesta päästä oksia ja latvoja ja toisesta päästä tulee ulos noin kolme metriä pitkiä, halkaisijaltaan seitsemänkymmentä senttimetriä ja 400–600 kiloa painavia tukkeja. Yhdestä risutukista saadaan energiaa noin 1 MWh edestä ja yhdeltä hehtaarilta metsää saadaan noin 100 risutukkia. Risutukkipaalaimia valmistava Timberjack Oy valmistaa tavallisesti paalaimen metsätraktorin alustan päälle, joten se liikkuu kätevästi metsässäkin. Paalaimen hinta on noin 400 000 euroa. Risutukkien etuna on niiden säilyvyys. Ne voidaan säilöä tienvarsivarastoihin ja antaa kuivua siellä, ja ne toimivat hyvänä polttoainevarastona kelirikon aikaan. (Kervinen 2004, hakupäivä 27.11.2013; Metsävastaa.net 2008, hakupäivä 27.11.2013.)

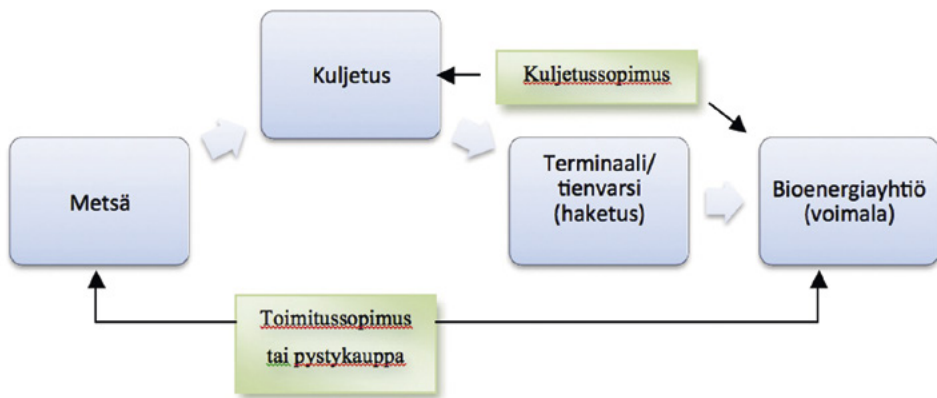
### 3.3.3 Yrittäjien markkinointiyhtiömalli

Yrittäjien yhteisesti omistama markkinointiyhtiömalli on yksi ratkaisu bioenergia-alan kehittämiseksi. Yhteisesti omistetun markkinointiyhtiön kautta yrittäjät voivat yhdessä keskitetysti markkinoida biopolttoaineensa energiantuottajille. Tässä tapauksessa suoratoimitussopimukset neuvotellaan energiantuottajien ja markkinointiyhtiön välillä. Näin markkinointiyhtiöön kuuluvat pienemmätkin yritykset voivat käydä kauppaa suurten asiakkaiden kanssa ilman, että sopimuskumppanien mitta-kaavaerot muodostuvat liiketoiminnan esteeksi. Markkinointiyhtiön olemassaolo järjestetään osakkailta perittävillä hallinnointimaksuilla. Tulevaisuudessa markki-

nointiyhtiö voi kehittyä yrittäjävetoiseksi markkinointiyhtiöksi, joka voi neuvotella energiantuottajien kanssa toimitettavasta biopolttoaineratkaisusta kokonaisuutena. Tässä tapauksessa markkinointiyhtiön polttoainevalikoima käsittää laajan määrän erilaisia biopolttoaineita. Materiaalitoimituksissa yhdistävä tekijä on yrittäjävetoinen liiketoiminta, jossa bioenergia-arvoketjun työvaiheet ketjutetaan ja verkostoidutaan alan yrittäjien kanssa. (Kiema ym. 2005, 35.)

### 3.3.4 Yrittäjäjohtoinen bioenergiayhtiömalli

Yrittäjäjohtoisessa bioenergiayhtiössä yrittäjät hoitavat koko bioenergia-arvoketjun eli hoitavat biopolttoaineen hankintalähteiltä asiakkaille tuotettavaksi lämmöksi ja sähköksi. Kyseinen energiayhtiö voidaan perustaa yksittäisen yrittäjän toimesta tai yrittäjien yhteistyönä. Kuviossa 2 on kuvattu bioenergiayhtiön puupolttoaineen hankinta, missä siniset nuolet kuvaavat materiaalivirtaa ja mustat nuolet tietovirtaa.



Kuvio 2. Bioenergiayhtiön puupolttoaineen hankinta

Energiayhtiö investoi kunnalliseen kaukolämpölaitokseen ja toimittaa kaukolämpöverkossa bioenergiaa kunnan asukkaille ja muille toimijoille. Yritys tarjoaa lämpöyrittäjäpalveluita alueellisesti myös kaukolämpöverkon ulkopuolisiin kohteisiin, joita voivat olla esimerkiksi asiakkaan omistama laitos. Mahdollisuus on myös suorittaa asiakkaalle yhtiön toimesta fossiilisten energiaratkaisujen korvausinvestointi tai bioenergian uusinvestointi ennen varsinaista tuotantoa. Energiantuotannossa hyödynnetään nykyaikaisen polttotekniikan mahdollistamat biopolttoaineet täysimääräisesti huomioiden niiden alueellinen saatavuus. (Kiema ym. 2005, 35.)

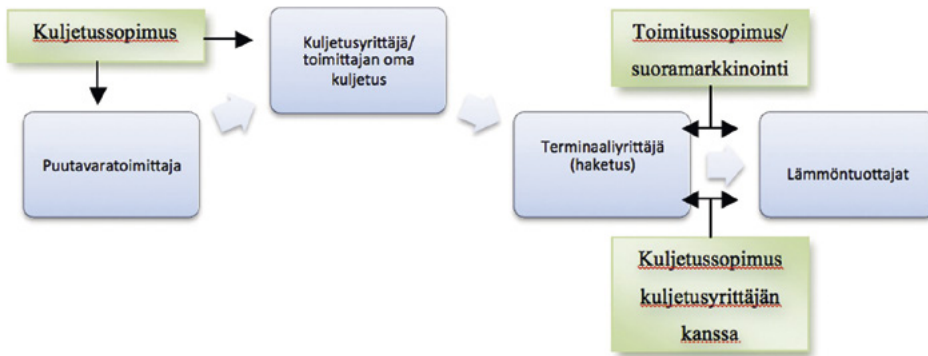
Polttoaineet hankitaan terminaaliin toimitettuna, tienvarteen korjattuna tai pystykauppana. Ostettu ranka haketetaan mobiilihakkurilla tai -murskaimella ja kuljetetaan käyttöpaikoille konttiautolla. Kokopuuhake ostetaan alueen harvennusyrittäjiltä tienvarteen korjattuna, jossa se haketetaan ja kuljetetaan loppukäyttöpaikalle. Hakkuutähde hankitaan teollisen ainespuun korjuutyömailta yhteistyössä alueen

korjuu- ja kuljetusyrittäjien kanssa. Hankinnassa toimitaan metsäyhtiöiden kanssa yhteistyössä niin, että kukin osapuoli erikoistuu omaan ydinosamiseensa ja -tuoteseensa. Energiahake edellyttää usein seospolttoaineeksi energiaturvetta, joka hankitaan yhteistyössä lähialueiden pala- ja jyrshinturveyrittäjien kanssa suoratoimitusperiaatteella. Kantomurskehake hankitaan energiakäyttöön yhteistyössä alueen maanrakennusyrittäjien kanssa. Nosto- tai maanmuokkaustyössä hyödynnetään metsänomistaja-, metsänhoitoyhdistys- ja metsäyhtiöyhteistyötä. Kannot murskataan nostotyömailla tai ne kuljetetaan energiayhtiön terminaaliin murskattavaksi. Puupohjainen purkujäte ja muu vastaava jäte hyödynnetään energiakäyttöön soveltuvin osin lähikuntien rakennusliikkeiden ja muiden alan toimijoiden kanssa tapahtuvaa yhteistyön kautta. (Kiema ym. 2005, 36.)

Biopolttoaineiden kuljetuksen bioenergiayhtiö järjestää alueen kuljetusyrittäjien kanssa tehtyjen yhteistyösopimusten kautta. Omasta energiatuotannosta ylijäämäiset tai teknisesti vaikeasti hyödynnettävät biopolttoaineet markkinoidaan yhtiön toimesta suoratoimituksina muille bioenergiantuottajille. (Kiema ym. 2005, 36.)

### 3.3.5 Alueellinen terminaaliyrittäjämalli

Alueellisella terminaaliyrittäjällä on murskain. Yrittäjä murskaa terminaalissaan ja sen lähialueilla esimerkiksi irtorisua, risutukkeja, kantoja, purku- ja muuta puupohjaista jätettä ja markkinoi murskaamansa materiaalin suoratoimituksina energiantuottajille. Kuviossa 3 on kuvattu alueellisen terminaaliyrittäjän puuhakkeen hankintaa ja myyntiä.



Kuvio 3. Alueellisen terminaaliyrittäjän puuhakkeen hankinta ja myynti

Terminaaliyrittäjä hoitaa biopolttoaineiden kuljetuksen yhteistyössä alueen kuljetusyrittäjien kanssa. Risutukit yrittäjä hankkii yhteistyössä alueen puunkorjuu- ja paalainyrittäjien kanssa. Kannot hän hankkii toimimalla yhteistyössä alueen kantarvesteriyrittäjien, metsänomistajien, metsähoitoyhdistysten, metsäyhtiöiden ja turveyrittäjien kanssa. Rakennus- ja muun puupohjaisen jätteen hankinnan yrittäjä hoi-

taa keräyspisteen avulla, minne paikalliset toimijat voivat tuoda murskattavan materiaalin. (Kiema ym. 2005, 37.)

### 3.3.6 Metsähoitoyhdistysvetoinen verkostomalli

Metsähoitoyhdistyksien luonteesta johtuen on luontevaa, että metsähoitoyhdistykset laajentavat liiketoimintaansa myös metsähakkeen toimituksiin. Metsähoitoyhdistykset toimivat läheisessä yhteistyössä metsäteollisuuden, metsureiden, koneyrityksien, metsänomistajien, metsäkeskusten ja muiden alan toimijoiden kanssa. Metsähoitoyhdistyksillä on ensikäden tieto kaikista metsänomistajien puukaupoista, niiden laajuudesta, aikatauluista ja sijainneista. Metsähoitoyhdistykset ovat valmiita organisaatioita, jotka omaavat riittävät resurssit uuden toiminnan rahoittamiseksi. Uudet palvelut tuottaisivat lisäarvoa myös metsänomistajille. Metsähakkeen toimitussopimuksia ovat tehneet muun muassa Kallaveden, Tuusniemen, Ylä-Savon sekä Keski-Savon metsähoitoyhdistykset. Toimintamalleissa yhdistykset ovat tehneet sopimukset hakkeen toimituksista sekä energiantuottajien että koneyrityksien kanssa. Yhdistys toimii tässä tapauksessa vastuullisena sopimusosapuolena. Puun hankinta hoidetaan jäsenten metsistä ja hakkuut, haketukset ja kuljetukset teetetään ulkopuolisilla toimijoilla. (Kiema ym. 2005, 38.)

## 3.4 PUULOG-TOIMIJOIDEN NYKYISET HANKINTALOGISTIIKAN LIIKETOIMINTAMALLIT

Tässä luvussa esitellään PUULOG-projektin yhteistyöyritykset ja näiden puuhakkeen hankintalogistiikan nykyiset prosessit. Yritysten kuvaukset ja liiketoimintamallit on esitetty edellä olevassa tutkimuksessa (ks. tämän julkaisun luku 2.4) perusteellisemmin. Tässä tutkimuksessa keskitytään niiden puuhakkeen hankintalogistiikan uusiin liiketoimintamalleihin.

### 3.4.1 Kemin Energia Oy ja liiketoimintamalli

Kemin Energia Oy on Kemin kaupungin omistama osakeyhtiö, joka vastaa sähkönsiirrosta, sähköverkon rakentamisesta ja ylläpidosta sekä kaukolämpötoiminnasta Kemin kaupungin alueella. Kemin Energialla on noin 15 000 sähköasiakasta ja 400 kaukolämpöasiakasta. Kemin Energian kaukolämpötoiminta on keskittynyt Kemin kaupungin ydinkeskustaan ja sitä reunustaviin kaupunginosiin. Kaukolämpöverkoston on noin 50 kilometriä ja lämmitettävää rakennustilavuutta noin 3,5 miljoonaa rakennuskuutiota. (Peurasaari 28.2.2012, haastattelu.)

Kemin Energian päätuotantolaitos sijaitsee Kemin Karjalahdella, jossa on 32 megawatin kiinteänpolttoaineen kattila, jonka polttoaineina toimivat turve ja puu. Karjalahden lämpölaitos on valmistunut 2006, joten sitä koskevat uudet ympäristölainsäädännön määräämät päästörajoitukset. Karjalahdella on lisäksi lämpölaitoksen

yhteydessä 12 megawatin öljykattila ja erillisenä rakennuksena kolme öljykattilaa, joiden yhteisteho on 30 megawattia. Öljykattiloita käytetään Karjalahden lämpölaitoksen vararesursseina. Tarvittaessa Kemlin Energialla on myös mahdollisuus ostaa kaukolämpöä Metsä Fibren Kemlin tehtaalta. (Peurasaari 28.2.2012, haastattelu.)

Kemlin Energia osti Lassila & Tikanojalta kolme viereistä tonttia rakennuksineen, joista yksi tyhjä tontti muutettiin asfaltoinnilla polttoainevarastokentäksi, keskimäisellä tontilla olleista varastohalleista tehtiin polttoainevarastoja ja viimeiselle tontille tuli varastohalli. Nämä investoinnit on tehty puunkäsittelyä ja terminaalitoimintaa varten. Kemlin Energia ei halua investoida omiin murskaimiin, koska se ei kuulu sen liiketoimintaan ja koska murskausta tarjoavia yrityksiä on hyvin saatavilla sopivaan hintaan. Omille murskaimille ei siis ole tarvetta. (Peurasaari 28.2.2012, haastattelu.)

Kemlin Energia käyttää Karjalahden tuotantolaitoksessa pääasiallisesti polttoaineena turvetta ja puuhaketta. Tällä hetkellä lämpöenergiaa tuotetaan turvetta polttamalla noin 70 000 megawattituntia ja puuhaketta noin 60 000 megawattituntia vuodessa. Turpeesta ei voida luopua kokonaan, koska kiinteän polttoaineen kattilan tekniikka ei riitä pelkästään puun poltolle. Kemlin Energian käyttämässä kiinteän polttoaineen kattilassa voidaan käyttää puuta 70 prosenttia ja turvetta 30 prosenttia, mutta ei enempää. Turpeen käyttöä voidaan osittain korvata kivihiilellä. (Peurasaari 28.2.2012, haastattelu.)

Kemlin Energia ostaa valmiin polttoaineen pihalle toimitettuna hinnalla, joka kattaa koko hankintaketjun. Polttoaineesta maksetaan tehon mukaan eli euroa/megawattitunti-periaatteella. Jokainen kuorma punnitaan ja siitä otetaan näyte, jonka avulla määritetään kosteus- ja lämpöarvo, ja näin saadaan selville polttoaineen energiasisältö. Yhdeltä toimittajalta ostetaan kokopuuta, jolloin tästä maksetaan euroa/tonni. Kemlin Energia tilaa silloin itse paikalle hakettajan, joka käy hakettamassa polttoaineen valmiiksi. Valmiit polttoaineet voidaan varastoida Karjalahden tuotantolaitoksen pihalle tai varastoon. Karjalahdella on 3000 neliometriä katettua tilaa polttoaineelle ja noin 20 000 neliometriä asfaltoitua polttoainekenttää. Kemlin Energia tarjoaa polttoainetoimittajille mahdollisuuden varastoida kantoja ja muita polttoaineita pihalleen. Polttoainetoimittajat päättävät itse, kuka hakettaa heidän tavaran. Asfalttipiha varmistaa sen, että polttoaineen seassa on mahdollisimman vähän maa-ainesta seassa. Varastointi isoon kasaan pihalle helpottaa, kun lumen määrää voidaan kontrolloida paremmin kuin pienissä kasoissa metsässä. Näin taataan kuivempaa polttoainetta. Katettuun halliin varastoidaan hyvälaatuista, valmiiksi kuivaa haketta, jolla varmistetaan, että hake pysyy kuivana. Talvikuukausina Kemlin Energia pyrkii pitämään pihalla varastossa noin kuukauden polttoaineet koko ajan. Tällä pyritään kaukolämmön toimitusvarmuuteen, mikäli ilmenee odottamattomia ongelmia polttoaineen toimituksessa. Polttoaineen omistussuhde siirtyy Kemlin Energialle siinä vaiheessa, kun toimittaja on hakettanut polttoaineen valmiiksi. Näin myös Kemlin Energian varastoarvo pysyy pienenä, kun sillä on vain valmista polttoainetta varastossa. (Peurasaari 28.2.2012, haastattelu.)



Toimitussopimukset ovat puutoimittajien kanssa voimassa noin viisi vuotta ja turvetoimittajan kanssa seitsemän vuotta. Pääsääntöisesti polttoaineita on saanut hyvin. ”Puuta saa aina ja sitä voi tuoda myös kauempaa”, toteaa Peurasaari. Kun turpeen toimituksessa oli vaikeuksia kahden sateisen kesän jälkeen, korvattiin sitä puulla. Kun kysyntä kasvoi ja paikallisen puun hinta nousi, alkoi Kemin Energia tuoda puuta Baltiasta laivalla. (Peurasaari 28.2.2012, haastattelu.)

Kemin Energia keskittyy itse pääasiallisesti kaukolämmöntuotantoon ja tekee myös joitakin pieniä huoltotyitä lämpölaitoksella omalla henkilökunnalla. Pääsääntöiset vastaanottolaitteiden huoltotyöt on ulkoistettu Sandvik AB:lle. Laskutuksen ja sen asiakaspalvelun Kemin Energialle hoitaa Oulun Sähkönmyynti. Polttoaineista turpeen toimittaa Turveruukki Oy, ja puun päätoimittajat ovat L&T Biowatti Oy ja Pohjanmaan Hyötykäyttö Oy. Suurimman osan Kemin Energialla tapahtuvasta murskauksesta hoitaa Suomen Hyötymurskaus Oy. Lämpöarvomäärityksen Kemin Energialle tekee Oulun yliopisto. Polttoaineen käsittelyn varastosta polttoon pyöräkuormaajilla hoitaa Veljekset Kujala Oy. Suoraostojen kuljetukset hoitaa Pohjaset Oy. (Peurasaari 28.2.2012, haastattelu.)

Kemin Energialla on käytössä Protacon Oy:n suunnittelema ONCE-energiaketjun tietojenhallintajärjestelmä, joka on käytössä ympäri Suomen monilla energiayhtiöillä. Kemin Energia näkee koko ajan reaaliajassa pihallansa käyvät autot. Järjestelmästä näkee kuormaraportin ja energiatasoraportit. Järjestelmästä näkyy, mitä mikäkin auto tuo, milloin tuo, minne tuo ja mistä tuo suon ja aumanumeron tarkkuudella. Järjestelmä kirjaa myös kuorman kosteus- ja lämpöarvot. Kun kaikki kohdat ovat täyttyneet eli kaikki arvot ovat varmistuneet (ensin keskiarvoja), toimittajalle tulee tieto, että se voi laskuttaa Kemin Energialta kuorman. Ensin arvot ovat keskiarvoja aikaisemmista kuormista, ennen kuin laboratorio on varmistanut kuorman kosteuspitoisuuden ja lämpöarvon. Järjestelmän ostupuoli eli seuranta-, kuorma- ja energiaraaportti on ollut Kemin energian käytössä vuoden 2011 alusta lähtien ja sen käyttöönotto on vielä kesken. Nyt on käytössä myös osio, josta näkee talousraportit ja päästöraportit. Toimittajilla ei itsellä tarvitse olla käytössä ONCE-järjestelmää vaan heillä on web-selain, jonne he voivat kirjautua omilla käyttäjätunnuksilla ja he näkevät sieltä kuorma- ja energiaraaportit sekä pystyvät seuraamaan reaaliajassa autojen käynnit Kemin Energialla. Ohjelman saa käyttöönsä lisenssimaksulla, ja sen jälkeen maksetaan ylläpitomaksua, jolloin ongelman sattuessa ne ratkaistaan tietyssä vasteajassa. (Peurasaari 28.2.2012, haastattelu.)

### 3.4.2 Keminmaan Energia Oy ja liiketoimintamalli

Keminmaan Energia Oy on vuonna 1949 perustettu energiayhtiö, joka on Keminmaan kunnan 100-prosenttisesti omistama. Keminmaan Energia Oy:n liiketoimintoja ovat sähkönsiirto, kaukolämpö ja tilaustyöt. Sähkönsiirtoverkossa on noin 5200 asiakasta ja kaukolämpöverkon piirissä noin 200 asiakasta. Keminmaan Energia Oy on osakkaana Oulun Sähkönmyynti Oy:ssä, joka toimii paikallisena myyntiyhtiönä. Keminmaan Energia Oy:llä on kaukolämpöverkkoa noin 21 kilometriä. Keminmaan

kaukolämpöverkko on haasteellinen, koska putkipituus maalaismaisessa kylätaajamassa kasvaa lämmitettävään kuutiolavuuteen nähden suureksi. (Rouvinen 28.2.2012, haastattelu; Keminmaan Energia 2012a, hakupäivä 1.11.2012.)

Keminmaan Energia Oy:llä on Teollisuustien tuotantolaitoksella käytössään kaksi kiinteän polttoaineen kattilaa, joiden tehot ovat kaksi megawattia ja kuusi megawattia. Molemmissa kiinteän polttoaineen kattiloissa käytetään polttoaineena puuhaketta ja palaturvetta. Kiinteän polttoaineen osuus lämmöntuotannosta on noin 95 prosenttia. Teollisuustien tuotantolaitoksella on varatehona ja huippukuormien tasaajana käytössä kuuden megawatin raskasöljykattila. Keminmaan Energia Oy:n kaukolämpö tuotetaan lähes kokonaan Teollisuustien tuotantolaitoksessa. Sannitien tuotantolaitoksella on käytössä neljän megawatin raskaspolttoöljykattila, joka otettiin käyttöön vuonna 2002. Kattila toimii varatehona ja huipputehontasaajana. Keminmaan koulukeskuksessa sijaitsee Keminmaan Energia Oy:n vanhin kaukolämpökeskus, joka otettiin käyttöön vuonna 1985. Keskuksessa ovat 1,3 ja 2,3 megawatin raskasöljykattilat sekä erikoisuutena yhden megawatin sähkökattila. Koulukeskuksen lämpölaitos toimii varatehona. Tuotantolaitoksilla tuotetaan pelkästään kaukolämpöä. (Keminmaan Energia 2012b, hakupäivä 4.11.2012.)

Keminmaan Energia Oy käyttää pääasiallisena polttoaineena turvetta ja puuhaketta. Tällä hetkellä turvetta poltetaan 20 000–25 000 megawattituntia ja puuhaketta noin 10 000 megawattituntia vuodessa. Puuhakkeen Keminmaan Energia Oy:lle toimittaa Stora Enso Oy, ja turpeen Keminmaan Energia Oy:lle toimittavat Turveruuki Oy ja Vapo Oy. Keminmaan Energia Oy ostaa kiinteän polttoaineen MWh-hintaan polttoainekentälle toimitettuna. Polttoaineesta otettujen kosteusnäytteiden perusteella lasketaan kunkin polttoainetoimituskuorman energiasisältö. Keminmaan Energia Oy:n yhteistyökumppani siirtää polttoaineen polttoainekentältä siiloihin. Keminmaan Energia Oy:n käyttämä hake on kokopuuhaketta. Polttoainetta varastoidaan tuotantolaitoksen polttoainekentälle, jossa sitä on kerralla 1000–3000 kuutiometriä. Kovilla pakkasilla polttoainetta pyritään pitämään vähintään viikon tarve varastossa, ettei polttoaine lopu kesken esimerkiksi väliaikaisista toimitusongelmista johtuen. (Rouvinen 28.2.2012, haastattelu.)

Keminmaan Energia Oy:n ja polttoainetoimittajan välinen toimitussopimus kattaa 3–5 vuotta kerrallaan. Polttoainemäärää tarkennetaan vuosittain ja samoin hinta sovitaan kullekin lämmityskaudelle erikseen. Uudet sopimukset tehdään vuotta ennen sopimuskauden loppua. Polttoainetoimittajat ovat olleet luotettavia, eikä toimitusvaikeuksia ole ollut. Nykyinen polttoaineen hankintaketju on toimiva ja pienelle energiayhtiölle edullinen. Keminmaan Energia Oy:llä ei ole tarvetta esimerkiksi hakettaa puuta itse. (Rouvinen 28.2.2012, haastattelu.)

Keminmaan Energia Oy on keskittynyt itse ydinliiketoimintaan. Keminmaan Energia Oy hankkii tuotantoon sopivan polttoaineen polttoainetoimittajilta. Polttoainetoimittajat sopivat omien yhteistyökumppaneiden kanssa muusta, kuten kuljetuksista, haketuksista ja raaka-aineen saannista. Kaukolämpöverkon rakennustöissä ja tuotantolaitosten huoltotöissä Keminmaan Energia Oy käyttää apuna yhteistyökumppaneita. (Rouvinen 28.2.2012, haastattelu.)

### 3.4.3 Tornion Voima Oy ja liiketoimintamalli

Tornion Voima Oy kuuluu EPV Energia Oy -konserniin, jonka suurin omistaja on Vaasan Sähkö Oy. Muita omistajia ovat useat maakunnalliset energiayhtiöt, kuten esimerkiksi Seinäjoen Energia Oy ja Kymppivoima Oy. Tornion Voiman ensisijainen tehtävä on tuottaa höyryä ja lämpöä Outokummun Tornion tehtaiden tarpeisiin. Yritys tuottaa kaukolämpöä myös Tornion ja Haaparannan verkkoihin. (Hakulinen 29.2.2012, haastattelu; EPV Energia Oy 2012, hakupäivä 7.11.2012.)

Tornion Voima Oy:n päätuotantolaitos sijaitsee Outokummun tehdasalueella, ja se otettiin käyttöön vuodenvaihteessa 2007–2008. Voimalaitos on apujäähdyttimellä varustettu vastapainevoimalaitos, joka tuottaa höyryä, lämpöä ja sähköä. Voimalaitoksella on Foster Wheeler Energia Oy:n toimittama kiertopetikattila, jonka polttoaineteho on 145 megawattia. Voimalaitoksessa käytetään polttoaineena jyrshinturvetta, erilaisia biopolttoaineita ja häkäkaasua. Tornion Voimalla on myös erillinen 25 megawatin kaukolämpölaite, joka tuottaa lämpöä Tornion ja Haaparannan kaupungeille. Tornion Voima Oy:llä on rinnakkaispolttolupa REF1- ja REF2-luokitellulle kierrätysjätteelle, mutta niitä ei ole otettu käyttöön. (Hakulinen 29.2.2012, haastattelu; Tornion Voima Oy 2012, hakupäivä 7.11.2012.)

Vuonna 2011 Tornion Voima käytti pääasiallisena polttoaineena jyrshinturvetta, jolla tuotettiin energiaa 430 000 megawattituntia. Toiseksi yleisin polttoaine oli biomassaa, jolla tuotettiin energiaa 230 000 megawattituntia. Lisäksi häkäkaasuilla tuotettiin energiaa noin 82 000 megawattituntia. Biomassan osuus nousi hieman aikaisemmista vuosista. Kokonaisbiopolttoainemäärästä Tornion Voima käytti eniten sahanpurua, jonka jälkeen tulivat metsähake, metsätähdehake ja kuori. Kierrätyspuu- ja kantohakkeen osuus biopolttoaineesta oli alle yksi prosenttia. Tornion Voima ei tietenkään pyri lisäämään biomassan osuutta, ellei se ole hinnallisesti järkevää. Biomassaa voidaan käyttää enemmän, mutta tällä hetkellä esteenä on hinta. Teknisiä rajoitteita kattilalle ei ole, mutta pelkkää biomassaa ei kuitenkaan voi polttaa. (Hakulinen 29.2.2012, haastattelu.)

Tornion Voima ostaa laitoksessa käytettävän valmiin polttoaineen varastoon toimitettuna hintaan, joka kattaa koko hankintaketjun. Häkäkaasu tulee suoraan Outokummun ferrokromitehtaan tuotannosta. Tällä hetkellä kaikki jyrshinturvetta ja biopolttoaineet tuodaan autoilla. Tornion Voimalla on käytössä biokenttä, joka on pääsääntöisesti polttoainetoimittajien käytössä. Toimittajat voivat käyttää biokenttää murskaukseen ja varastointiin. Biokentältä polttoaine toimitetaan vastaanottoon, jolloin myös polttoaineen omistusoikeus siirtyy Tornion Voimalle. Vastaanottohallissa kaikki purkutavat ovat mahdollisia. Tavara puretaan taskukuljettimelle, jonka jälkeen on seulonta ja ylitteen murskaus. Automaattinen näytteenotin ottaa kuormasta vuorokausinäytteen. Näyte menee laboratorioon kosteusarvomääritykseen, joista kerätään kaksiviikkoinen näytejakso, jonka jälkeen näyte lähetetään Jyväskylään Enakselle lämpöarvomääritystä varten. Kun lämpöarvomääritys saadaan, siitä lasketaan kuorman energiasisältö ja ilmoitetaan polttoainetoimittajille, kuinka paljon energia-

toimituksia on ollut. Tornion Voimalla on käytössä turpeelle 6000 kuutiometrin turvesiilo ja biopolttoaineelle 3000 kuutiometrin siilo. Ympäristölupa ei salli turpeen säilömistä pihalla. (Hakulinen 29.2.2012, haastattelu.)

Tornion Voiman pääasiakas on Outokummun Tornion tehtaas, ja samalla se on myös tärkein kumppani. Toinen pääkumppani on Tornion Energia Oy, joka vastaa Tornion ja Haaparannan kaupunkien kaukolämmöstä. Tornion Energia tekee kaupan Haaparannan kanssa eli toimii siinä suhteessa alihankkijana. Tornion Voimalla on pitkäaikainen kaukolämpösopimus Outokummun Kemin kaivokselle. Tornion Voiman polttoainetoimittajia ovat Vapo Oy ja Metsäliitto sekä muita pieniä toimijoita Tornio-Kemi-Ylitornio-alueelta. Pohjaset Oy toimii monien polttoainetoimittajien kumppanina hoitaen logistiikan ja murskaustoiminnan (Hakulinen 29.2.2012, haastattelu.)

Tornion Voiman kuljetussopimukset ovat pitkäaikaisia, ja hinta tarkastellaan aina sopimuskaudella. Tällä hetkellä hakkeen hinta satamaan tuotuna on niin korkea, että haketta tai rankapuuta ei kannata ilman suoranaista tarvetta tuoda. Tornion Voima on ostanut huonoina turvevuosina Venäjältä sahanpurubrikettiä ja metsähaketta. Hintataso on korkea, ja tuonti jatkuvasti ei ole kannattavaa. Vuonna 2008 Tornion Voima osti Fortumilta lämpöliiketoiminnan, jonka yhteydessä tuli kaksi lämpövoimakattilaa Tornion Pirkkiöstä. Kattiloilla ajetaan muutama kuukausi vuodessa tasamaan kysyntää. (Hakulinen 29.2.2012, haastattelu.)

#### **3.4.4 Pohjaset Oy ja liiketoimintamalli**

Pohjaset Oy on pohjoissuomalainen, kuljetus- ja logistiikka-alalle keskittynyt perheyritys. Yrityksen toimialue kattaa Suomen lisäksi Pohjois-Ruotsin. Pohjaset Oy:n suurimmat asiakasryhmät ovat metsä-, energia- ja rakennusteollisuus. Kuljetuksien pääpaino on sahatavarassa, energia- ja prosessituotekuljetuksissa, talo- ja kattoristikko-kuljetuksissa ja rautakauppakuljetuksissa. Toimintoja pyritään kehittämään ympäristöä vähemmän kuormittavaksi. Yrityksen liiketoimintoihin kuuluvat logististen palveluiden lisäksi biopolttoaineiden murskaukset sekä erilaiset työkonopalvelut. Pohjaset-konserniin kuuluvat lisäksi Suomen Hyötymurskaus Oy, PR-Trukit Oy ja Logistiikkapalvelukeskus Kalotti Ykkönen Oy. PR-Trukit Oy on perustettu vuonna 1996, ja se vastaa kaikesta Stora Enson Veitsiluodon tehtaas sahan trukkitoiminnasta. Suomen Hyötymurskaus vastaa biopolttoaineiden hakettamisesta. (Pohjanen 21.2.2012, haastattelu; Pohjaset Oy 2012, hakupäivä 26.9.2012.)

##### **3.4.4.1 SUOMEN HYÖTYMURSKAUS OY**

Suomen Hyötymurskaus Oy on perustettu vuonna 2002 jatkamaan biopolttoaineiden murskaustyötä, jota Pohjaset Oy ja PR-Trukit Oy tekivät vuodesta 1998 alkaen. Yritys tekee murskaustyötä Kuopio-Seinäjoki-akselilta Ivaloon asti sekä Pohjois-Ruotsissa. Pohjaset-konsernin koko liikevaihdosta vuonna 2011 Suomen Hyötymurskauksen osuus oli noin 1,7 miljoonaa euroa, joka vastaa noin 20 prosenttia koko konsernin

liikevaihdosta. (Pohjanen 21.2.2012, haastattelu; Pohjaset Oy 2012, hakupäivä 26.9.2012.)

Murskaustoiminnassa käytetään kolmea mobiilimurskainta, ja hakkeen kuljetukseen käytettävissä on kahdeksan omaa hakkeenkuljetusautoa. Suomen Hyötymurskauksella ei ole kiinteää murskainta tai hakkuria. Murskauskalusto koostuu kolmesta Doppstadt-puunmurskaimesta. Kaksi DZ 750 (44 ja 46tn) murskainta ovat kaksoismurskaimia, jotka soveltuvat hitaasti pyörivien etupäidensä sekä kaksoismagneettiansiosta erikoisen hyvin järeälle puutavaralle, kuten kannoille ja rakennusjätteille. AK 600 on 36-tonninen hieman ketterämpi ja leikkaavien teriensä ansiosta tehokas laite kaikenlaisille risujätteille. Koneiden mukana kulkevat syöttönosturit ja pyöräkuormaajat. Murskaimet ovat puoliperävaunutyypisiä, joten syöttöautot pysyvät hoitamaan niiden siirrot. Lisäksi yrityksellä on erillinen kone kannonnostoa varten, Volvo EX 180 varustettuna Pallarin kannonnostimella. Kasauskoneet siirretään mukana kulkevalla lavetilla. Minimimurskauskäärä on yleensä 1000 kuutiometriä valmista polttohaketta, mutta pienempiäkin määriä voidaan murskata, jos työ sattuu esimerkiksi siirtymien välille. (Pohjanen 21.2.2012, haastattelu.)

Varsinainen tuotanto tapahtuu asiakkaan osoittamassa paikassa. Samaan työkohteeseen pyritään saamaan mahdollisimman isoja eriä tuotantoa. Toimipisteet ovat yleensä asiakkaiden luona varasto- ja terminaali-alueilla tai tuotantolaitoksien pihalla. Toimipisteiden heikkoutena on se, että tuotantokoneet ovat ulkona säiden armoilla. Lisäksi lähellä oleva asutus tuo lisää haasteita. Koneista lähtee melua, joka häiritsee ympärivuorokautista työskentelyä. (Pohjanen 21.2.2012, haastattelu.)

#### 3.4.4.2 LIIKETOIMINTAMALLI

Suomen Hyötymurskaus Oy:n asiakkaina ovat pääsääntöisesti energia-, kierrätys- ja metsäalan yritykset. Asiakkaita ovat muun muassa Tornion Voima Oy, Kemin Energia Oy, L&T Biowatti Oy, Stora Enso Oyj, Metsä Group, Vapo Oy ja Kuusakoski Oy. Lisäksi muutamat yksityiset asiakkaat tilaavat hakkuun jälkeen metsänsiivouspalvelun, jolloin Suomen Hyötymurskaus ottaa kannot talteen ja tekee niistä haketta, joka myydään edelleen. Suomen Hyötymurskauksen hakettamasta tavarasta Pohjaset kuljettaa noin 50 prosenttia omistamillaan hakeautoilla. Joidenkin asiakkaiden kanssa sopimukset takaavat Pohjaset Oy:lle kaiken hakkeen kuljetuksen. Vuonna 2011 Suomen Hyötymurskaus murskasi noin 500 000 irtokuutiometriä (n. 167 000 tn) erilaisista puutavaraa hakkeeksi. Vakioasiakkaiden osuus tästä oli noin 80 prosenttia. Asiakkaat voivat myös toimittaa kantoja ja kierrätyspuuta Pohjaset Oy:n Laivaniemen energiapuuterminaalin. Terminaalilla on ELY-keskuksen myöntämä ISO-ympäristölupa. Terminaaliin toimitetut puut ja kannot haketetaan ja myydään eteenpäin. Hakkeen loppukäyttäjät käyttävät valmiin hakkeen kauko- ja teollisuuslämmön tuotantoon. (Pohjanen 21.2.2012, haastattelu.)

Tällä hetkellä Pohjaset Oy ei ole halukas ostamaan itselle murskattavaa puuta, koska se kokee kilpailevansa näin omien asiakkaidensa kanssa. ”Ei kuitenkaan ole pois suljettua, että joskus ostaisimme myös itse hakettavaa tavaraa”, kertoo toimitusjohtaja Raimo Pohjanen. Yritys uskoo, että murskattavan raaka-aineen kysyntä kasvaa.

Lähellä on paljon energiapuuksi kelpavaa raaka-ainetta. Materiaalin hankinnassa kilpailijoita ovat Pohjasten omat asiakkaat. Samoista raaka-aineista kilpailevat muun muassa Metsäteollisuus, Vapo, energiayhtiöt, L&T Biowatti ja Stena. (Pohjanen 21.2.2012, haastattelu.)

Pohjaset Oy:n vanhin murskain on hankittu vuonna 2007. Murskaimen käyttöikä on noin 12 vuotta, jonka jälkeen tarvitaan mittava peruskorjaus, eli koneiden osalta uusia investointeja ei niiden iän puolesta tarvita. Yrityksellä on investointisuunnitelma uuteen murskaimeen vuonna 2013. Investointeja ja uusia asiakkaita tärkeämpää on kuitenkin saada koneista nykyistä enemmän tehoa irti eli enemmän kuutioita tunnissa. Kuljettajien työajasta iso osa menee kaluston siirtoihin, kun liikutaan paikasta toiseen.

Pohjaset Oy:llä on käytössään Judacom-taloushallinto-ohjelmisto ja Movenium-ohjelmisto murskauksen raportointia ja työajanseurantaa varten. Kaikissa koneissa on lukutagit, joissa kuljettaja käyttää RFID-lukijalla (Radio-Frequency Identification) varustettua kännykkää ja kirjaa itsensä töihin. Eri työtehtävien aloitukset ja lopetukset sekä kuljettajien käsittelemät tavaramäärät kirjataan samalla tavalla. Tieto kulkee lukutageista palvelimille, joiden avulla tieto saadaan reaaliajassa laskutuksen tietoon. Tällä hetkellä ei ole käytössä mitään toiminnanohjausjärjestelmää, mutta Pohjaset Oy on hankkimassa toiminnanohjausjärjestelmän alkavaa terminaalitoimintaa varten. (Pohjanen 21.2.2012, haastattelu, Pohjanen 8.10.2012, sähköpostiviesti.)

### 3.4.5 Metsä-Kantola Oy ja liiketoimintamalli

Metsä-Kantola Oy on 1960-luvun alussa perustettu kuljetus- ja metsäurakointialan yritys. Yrityksen toimipiste sijaitsee Tervolan Louella. Metsä-Kantola Oy toimii pääsääntöisesti Metsähallituksen Länsi-Lapin alueella, noin 100 kilometrin säteellä puun toimituspaikoista. Yrityksellä on käytössä kolme puutavara-autoa, kaksi monitoimihakkuukonetta ja yksi ajokone itsellä sekä yksi ajokone aliurakoitsijalla. Metsähallituksen lisäksi töitä tehdään tilauksesta Metsänhoitoyhdistykselle, joka ostaa yksityisiltä metsänomistajilta puut ja välittää hakkuu-urakan Metsä-Kantolalle. Yksityisten metsänomistajien kanssa tehdään myös kahdenkeskeisiä hakkuusopimuksia. Metsähallitus on Metsä-Kantola Oy:n suurin asiakas, ja sen urakat kattavat noin 60 prosenttia kaikista urakoista. Metsä-Kantola kuljettaa Metsähallituksen puuta muun muassa Metsä-Fibren Kemin tehtaalle, Stora Enson Veitsiluodon tehtaalle Kemiin, Ruotsin Kalixiin ja Tervolan Saha ja Höyläämö Oy:lle. Metsä-Kantola Oy ei suoranaisesti toimi puuhakkeen parissa. Sillä ei ole kalustoa kuljettaa tai hakettaa puuta. Yritys ajaa metsästä pelkästään rankapuuta, jonka se kaataa monitoimikoneilla. Ajettu puu päätyy hakkeeksi ainoastaan metsä- tai sahateollisuuden ylijäämä- ja sivutuotteena. (Kantola 13.2012, haastattelu.)

Metsä-Kantola Oy toimii urakoitsijana Metsähallitukselle, Metsänhoitoyhdistykselle, Metsämarkkinoille ja yksityisille metsänomistajille. Toimeksiantaja myy metsästä puut kuitupuuksi metsäteollisuudelle tai tukkipuiksi sahoille. Toimeksiantaja tarjoaa urakat kilpailutuksen kautta Metsä-Kantolalle, joka käy suorittamassa hak-

kuun osoitetussa paikassa. Monitoimikone kaataa, karsii ja katkoo puut haluttuun mittaan metsässä, mistä ajokone kuljettaa ne haluttuun paikkaan tienvarteen. Metsässä tapahtuva työ hinnoitellaan katkottuna, karsittuna, mitattuna ja lajiteltuna metsänlaitaan kiintokuutioina. Tienvarresta puut kuljetetaan suoraan määränpäähän, pois lukien aika ennen kelirikkoa, jolloin puut kuljetetaan ensin kelirikkovarastoihin ja sieltä kelirikkoaikana määränpäähän. Näin varmistetaan ympärivuotinen toimitus kelirikosta huolimatta. Autoilla ei voi tällä hetkellä kuljettaa kuin rankapuuta. Tienvarressa puun hinta vaihtuu autokuljetusta varten kiintokuutioista tonneiksi. (Kantola 1.3.2012, haastattelu.)

Metsä-Kantola Oy:n urakat perustuvat tilaussopimuksiin, joissa on määritelty kiintiöt, paljonko, millaista ja milloin puuta toimitetaan eri asiakkaille. Osassa sopimuksista hinta neuvotellaan kerran vuodessa ja osassa neljän kuukauden välein. Metsähallituksella urakat määräytyvät tarjousten perusteella ja sopimukset ovat neljän vuoden pituisia. Kilpailutuksissa hintakilpailu on kovaa, koska monet yritykset polkevat hintoja tarjoamalla palveluja liian halvalla. Yksityisellä puolella urakoissa on enemmän neuvottelumenettelyä. Suurin osa Metsä-Kantola Oy:n kilpailijoista ovat 1–2 koneen yrittäjiä. Lisäksi on isompia yrittäjiä, joilla on erilaisia koneita ketjun eri vaiheisiin. Autopuolella kilpailu on kasvanut, ja useamman auton yritykset ovat lisääntyneet. Yhden auton yrittäjät ovat jääneet pois, koska urakat ovat isompia kuin ennen eikä yhden auton yrittäjä voi hoitaa niitä yksin. Joissakin tapauksissa useat pienet yritykset tarjoavat palveluita yhteistyössä. (Kantola 1.3.2012, haastattelu.)

Metsä-Kantola Oy on osakkaana Forest Road Oy:ssä, joka tarjoaa kuljetuspalveluita Metsähallitukselle. Forest Road Oy:ssä on Metsä-Kantolan lisäksi neljä muuta yritystä Rovaniemen, Posion, Keminmaan ja Tervolan alueelta. Forest Road Oy syntyi, kun Metsähallitus alkoi laajentaa tarjoamalla useamman auton sopimuksia eikä kenelläkään osakkaista yksin riittänyt kuljetuskaluston kapasiteetti vastaamaan tarjoukseen. Osakkaiden ei tarvitse kilpailla keskenään, mutta kilpailu muiden yritysten kanssa on kovaa. Tarjottavat sopimukset estävät yhteistyöyrityksen osakkaita saamasta etuasemaa toisiinsa nähden. Forest Road Oy hoitaa Metsähallituksen Ranuan tiimin kaikki puukuljetukset, ja Rovaniemelle on kolmen auton sopimus. Metsä-Kantolan autoista yksi on kokopäiväisessä käytössä Tervolan Sahan ja Höyläämön kuljetuksiin. Autot huolletaan merkkihuolloissa, ja sopimushuoltajat huoltavat työkoneet aina merkkikohtaisesti. (Kantola 1.3.2012, haastattelu.)

Metsä-Kantola Oy ei näe tarpeelliseksi alkaa laajentaa toimintaansa esimerkiksi autohakkureihin tai murskaimiin, sillä töitä riittää nykyiselläänkin. Laajentumisen ja lisäinvestointien esteenä on lisäksi osaavan työvoiman saatavuus. Metsäala ei vedä nuoria uusia työntekijöitä entiseen malliin, koska palkkaus on heikohko ja ala ei ole niin sanotusti mediaseksikäs. Lisäksi työ on yksinäistä ja erittäin vastuullista. Yhteisiä investointeja esimerkiksi muiden Forest Road -yritysten kanssa on hankala toteuttaa, koska kaikilla on omat mieltymykset kalustosta ja niiden varustelusta. (Kantola 1.3.2012, haastattelu.)

## 3.5 UUDET LIIKETOIMINTAMALLI-IDEAT

Tässä luvussa esitetään mahdollisia bioenergian hankintalogistiikan liiketoimintamalleja PUULOG-projektin yhteistyöyritysten näkökulmasta myös potentiaalisille uusille toimijoille.

### 3.5.1 Pohjaset Oy alueellisen hakkuri-/murskainyrittäjän roolissa

Pohjaset Oy -konserniin kuuluva Suomen Hyötymurskain Oy toimii alueella murskainyrittäjän roolissa. Yritykset tarjoavat haketuspalveluita asiakkaille ja järjestävät tarvittaessa kuljetuksen. Pohjaset Oy voi laajentaa toimintaansa ostamalla säännöllisesti haketettavaa raaka-ainetta. Ongelmana Pohjaset Oy:n kohdalla on tässä tapauksessa heidän omat tämän hetkiset asiakkaat, joille he tekevät haketuksia ja kuljetuksia. Ostamalla omaa puuta ja myymällä sitä, he alkavat kilpailla omien asiakkaidensa kanssa. Tämä ei välttämättä tuo toivottua tulosta, koska asiakkaat voivat siirtyä muualle, ja se aiheuttaisi ongelmia nykyiseen liiketoimintaan. Raimo Pohjasen haastattelusta (28.10.2013) selviää, että yritys olisi kiinnostunut alueellisesta hakkuriyrittäjästä, mikäli hakepolttoaineelle ilmaantuu kysynnän kasvua, eli alueelle pitäisi tulla uusia hakepolttoaineen käyttäjiä.

### 3.5.2 Metsä-Kantolasta alueellinen paalainyrittäjä

Metsä-Kantola Oy voi lähteä mukaan puuhakkeen hankintalogistiikan prosesseihin investoimalla uuteen risutukkipaalaimen ja siihen tarvittavaan kuormaimeen. Risutukkipaalaimen avulla Metsä-Kantola Oy:n ei tarvitsisi investoida uuteen kuljetuskalustoon, koska risutukkipaaluja voi kuljettaa tavallisella puutavara-autolla. Lisäksi risutukkien paalaus istuu hyvin Metsä-Kantola Oy:n tämän hetken liiketoimintaan, ja näin ollen risutukkien paalaus tulisi luonnollisena lisänä rankapuun korjuun vierele. Metsä-Kantola Oy:n haastattelusta kuitenkin selviää, että heillä ei ole kiinnostusta investointeihin eikä uusiin liiketoimintoihin. Laitteiden lisäksi tarvitaan työvoimaa paalainkoneen ja kuormaajan käyttöön, ja työvoimapula oli Metsä-Kantola Oy:n haastattelun mukaan yksi heidän suurimmista ongelmista. (Kantola 1.3.2012, haastattelu.)

### 3.5.3 Bioenergiayhtiö

Uusi bioenergiayhtiö (ks. kuvio 2, s. 51) on mahdollista perustaa Kemintullin alueelle rautatien ja moottoritien väliin (Heiskari & Viholainen 2013). Alueella ei ole lämpövoimalaa, eikä alue kuulu kaukolämpöverkkoon. Kemintullin aluetta ollaan kuitenkin parhaillaan rakentamassa liike- ja teollisuusalueeksi. Voimalaitokselle alueella olisi valmiina 2,5 hehtaarin alue, johon on mahdollista perustaa raaka-aineterminaali. Alueella on hyvät rauta- ja maantieyhteydet, ja infrastruktuuria alueelle valmistuu joulukuussa 2013. Alueelta joudutaan kuitenkin vetämään uusi raide, mikäli rautatie-



kuljetukset halutaan saada suoraan raaka-aineterminaali-alueelle. (Onkalo 19.9.2013, haastattelu.)

Jani Peurasaaren haastattelun (22.10.2013) perusteella uuden biovoimalan perustaminen Kemintulliin edellyttää bioenergian käyttäjämäärän kasvua, jotta voimala olisi taloudellisesti kannattava. Alue on mahdollista liittää myös Kemin Energian kunnalliseen kaukolämpöverkkoon. Verkon rakentaminen on kallista, ja investointi lämpöverkkoon edellyttää myös käyttäjämäärien merkittävää lisääntymistä alueella

Pieni biovoimala voi olla Kemintullin alueella toimiva ratkaisu. Lämpölaitoksella täytyy kuitenkin olla tarvittavat edellytykset, jotta rakentaminen ja muut investoinnit ovat kannattavia. Alueella on potentiaalia, koska siitä ollaan luomassa liike- ja teollisuusaluetta. Tämä saattaa lisätä kysyntää ja antaa mahdollisuuden myös uudelle lämmöntuottajayritykselle.

#### 3.5.4 Biopolttoaineterminaali

Terminaaliyrittäjä (ks. kuvio 3, s. 52) voi olla joko yksityinen terminaaliyrittäjä tai toinen mahdollisuus on, että bioenergiayhtiö perustaa laitoksensa viereen terminaalin. Raimo Pohjasen haastattelusta (28.10.2013) selviää, että terminaalitoiminta voi olla kannattavaa liiketoimintaa, mikäli alueelle rakennetaan katettu hallitila, esimerkiksi Best-halli, jossa voidaan säilyttää valmista polttoainetta. Jos alueella olisi vastaava halli, yritykset voisivat olla kiinnostuneita vuokraamaan hallitilaa. Samassa haastattelussa Pohjanen kuitenkin toteaa, että terminaalin perustaminen vaatii alueelle uusia käyttäjiä, koska Kemi-Tornion alueelta löytyy täällä hetkellä riittävästi erilaisia terminaaleja ja kenttiä.

Terminaalin pystyttäminen edellyttää siis Kemi-Tornion alueelle uusia hakepolttoaineen käyttäjiä, koska nykyisten loppukäyttäjien tarpeet eivät tule kasvamaan niin paljon, että terminaalia kannattaa perustaa. Hakkeen loppukäyttäjillä on itsellään terminaalit omissa pihossaan, jolloin heillä ei ole keskitetylle terminaaliratkaisulle tarvetta ainakaan vielä. Terminaali, jossa on katettu hallitila voi kiinnostaa polttoaineentoimittajia. Hallitilassa raaka-ainetta voidaan kuivattaa, ja valmista polttoainetta voidaan säilyttää hallissa. Kuivasta polttoaineesta saadaan enemmän tehoa lämmöntuotannossa.

Isojen laitosten tulo alueelle, kuten mahdollinen Ajoksen biodieselilaitos, ei välttämättä edellytä alueellista terminaalia. Biodieselilaitos tarvitsee oman ison terminaalin suoraan laitoksen pihalle. Tässä vaiheessa terminaalin tarve voi koskea alueen nykyisiä käyttäjiä, mutta silloinkin terminaalin tulisi olla sellainen, jossa varastoidaan valmista polttoainetta, jotta polttoaineen laatu pystytään varmistamaan. Koska valmiita välivarastoja ja erilaisia kenttiä eli ”terminaaleja” on jo olemassa, ei raaka-aineterminaalille Kemi-Tornion alueella ole näillä näkymin erityistä tarvetta.

## 3.6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Lapin liiton energiavision (ks. Lapin energiastrategia 2009) mukaan Lappi tunnetaan tulevaisuudessa pohjoisiin olosuhteisiin soveltuvien energiantuotanto- ja energiansäästöratkaisujen kehittäjänä ja soveltajana. Tavoitteen saavuttaminen edellyttää merkittävää tehostamista biopolttoaineen hankintaketjussa ja lisäystä energiakäyttöön otettavan puun määrässä. Tämän vuoksi hankintaketjun logistiikkaa on tarkasteltava kokonaisvaltaisesti raaka-ainelähteeltä loppuasiakkaalle niin, että kaikkien jäsenten toiminta tähtää ketjun kokonaisedun lisäämiseen. Tämä vaatii myös Kemi-Tornion alueella puuhakkeen hankintalogistiikassa lisää yhteistyötä alalla toimivien yrittäjien kesken ja halua kehittää bioenergian hankintalogistiikan liiketoimintamalleja. Yrittäjien ja alueen viranomaisten tulisi kokoontua keskustelemaan uusista ratkaisuista ja toimista, joilla alueellisia toimintamalleja voidaan kehittää. Halua toimintamallien kehittämiseen heikentää se, että puuperäisen bioenergian hankintalogistiikan parissa toimivilla yrityksillä ei vielä ole tarvetta lisätä puuperäisen bioenergian käyttöä.

Sekä yritysten että muiden organisaatioiden yhteistyöllä voidaan kuitenkin luoda mahdollisuuksia ja suunnitelmia, jotka voivat innostaa ja motivoida kehittämään uusiutuvaan energiaan perustuvaa uutta liike- ja yritystoimintaa. Tämän tutkimusjulkaisun esipuheessa mainittu EU-komission kaavailema jäsenmaiden metsänomistajille pakollinen, tilakohtainen metsäsuunnitelma, joka on hyväksyttävä asiantuntijaviranomaisilla tai riippumattomalla sertifioijalla, antaa yhden uuden mahdollisuuden yritystoimintaan näiden suunnitelmien tekemisessä ja niiden sertifioinnissa.

## LÄHTEET

EPV Energia Oy 2012. Osakkaat. Hakupäivä 7.11.2012.

<<http://www.epv.fi/fi/yritys/osakkaat>>

Hakulinen, Aki, toimitusjohtaja, Tornion Voima Oy. Haastattelu 29.2.2012.

Heiskari, Joonas & Viholainen, Miska 2013. Bioenergian hankintalogistiikka Kemi-Tornion alueella. Case: biotermiinaali Kemiin. Opinnäytetyö. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Kemi.

Hirsjärvi, Sirkka & Remes, Pirkko & Sajavaara, Paula 2010. Tutki ja kirjoita. 15.-16. painos. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

Ikonen, Tanja & Jahkonen, Miina & Pasanen, Karri & Tahvainen, Timo 2013. Laadunhallinta ja keskeiset laatutekijät metsäenergian toimitusketjussa. Metlan työraportteja 275.

Kananen, Jorma 2008. Kvali - Kvalitatiivisen tutkimuksen teoria ja käytänteet. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.

Kantola, Matti, yrittäjä, Metsä-Kantola Oy. Haastattelu 1.3.2012.

Keminmaan Energia Oy 2012a. Osakkuudet. Hakupäivä 1.11.2012.

<<http://www.keminmaanenergia.fi/osakkuudet/>>

- Keminmaan Energia Oy 2012b. Tuotantolaitokset. Hakupäivä 4.11.2012.  
<<http://www.keminmaanenergia.fi/kaukolampo-tuotantolaitokset/>>
- Kervinen, Juha-Pekka 2004. Risutukkippaalain tähtää maailman markkinoille. *Metal-  
liteknikka* 5/2004. Hakupäivä 27.11.2013. <[http://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/ri  
sutukkippaalain+tahtaa+maailman+markkinoille/a142418](http://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/ri<br/>sutukkippaalain+tahtaa+maailman+markkinoille/a142418)>
- Kiema, Marko & Pasanen, Kari & Parviainen, Juha 2005. Bioenergian logistiikka –  
Loppuraportti. Kuopio: Kuopion yliopisto
- Lapin energiastrategia 2009. Lapin liitto. Hakupäivä 1.11.2013. <[http://www.lappi.fi/  
lapinliitto/fi/lapin\\_kehittaminen/strategiat/lapin\\_energiastrategia](http://www.lappi.fi/<br/>lapinliitto/fi/lapin_kehittaminen/strategiat/lapin_energiastrategia)>
- Lähdevaara, Hannu & Savolainen, Varpu & Paananen, Markku & Vanhala, Antti  
2010. Mailta ja mannuilta, soilta ja saloilta – selvitys Keski-Suomen biomassakul-  
jetusten logistiikasta. Tampere: Tampereen yliopistopaino Oy-Juvenes Print.
- Metsävastaa.net 2008. Hakkuutahteet. Hakupäivä 27.11.2013. <[http://www.metsavas-  
taa.net/hakkuutahteet](http://www.metsavas-<br/>taa.net/hakkuutahteet)>
- Onkalo, Tapani, kaupungingeodeetti, Kemin kaupunki. Haastattelu 19.9.2013.
- Peurasaari, Jani, lämpöasaston päällikkö, Kemin Energia Oy. Haastattelu 28.2.2012.
- Peurasaari, Jani, lämpöasaston päällikkö, Kemin Energia Oy. Haastattelu 22.10.2013.
- Pohjanen, Raimo, toimitusjohtaja, Pohjaset Oy. Haastattelu 21.2.2012
- Pohjanen, Raimo, toimitusjohtaja, Pohjaset Oy. Haastattelu 28.10.2013
- Pohjanen, Raimo, toimitusjohtaja, Pohjaset Oy. VS: PUULOG – Yritysesittely. Sähkö-  
postiviesti [janne.valta@edu.tokem.fi](mailto:janne.valta@edu.tokem.fi) 8.10.2012.
- Pohjaset Oy 2012. Kotisivut. Hakupäivä 26.9.2012.  
<<http://www.pohjaset.com/2.html>>
- Pulkkinen, Matti & Rajahonka, Mervi & Siuruainen, Riikka & Tinnilä, Markku &  
Wendelin, Robert 2006. Liiketoimintamallit arvonluojina – ketjut, pajat ja verkot.  
Vantaa: Dark Oy.
- Rouvinen, Janne, toimitusjohtaja, Keminmaan Energia Oy. Haastattelu 28.2.2012.
- Tornion Voima Oy 2012. Kotisivut. Hakupäivä 7.11.2012.  
<<http://www.tovo.fi/>>
- Tuomi, Jouni & Sarajärvi, Anneli 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. 5.  
uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy
- Valta, Janne & Virtala, Jari 2013. Nykyiset hankintalogistiikan liiketoimintamallit  
PUULOG-hankkeen toimijoilla. PUULOG – Bioenergian hankintalogistiikka  
Pohjois-Suomessa. Opinnäytetyö. Kemi-Tornio ammattikorkeakoulu, Kemi.



## 4 Energiapuun kuljetuskustannusten ja -kaluston vertailu

### 4.1 JOHDANTO

Logistiset ratkaisut hankintaketjussa määrittelevät pitkälti, kuinka oikea määrä oikeanlaista biopolttoainetta pystytään tehokkaasti toimittamaan asiakkaille. Logistinen tehokkuus vaikuttaa hankintaketjun kokonaiskustannuksiin ja energiataseeseen. Logistisessa ketjussa ympäristövaikutusten täytyy olla pienemmät kuin uusiutuvan energian hyödyt, minkä vuoksi hankintalogistiikkaa pitää tarkastella kokonaisvaltaisesti aina raaka-ainelähteiltä loppuasiakkaalle. Aikaisemmissa hankkeissa ei ole tarkasteltu systemaattisesti kaikkia ketjun eri toimijoiden näkökulmia eikä myöskään toiminnallisia lähtökohtia ja tavoitteita. Niiden hahmottaminen ja analysointi luovat pohjan nykyisten ja uusien toimintamallien kehittämiseksi, ja sen kautta pystytään vahvistamaan bioenergian toimitusverkkoja. (PUULOG-hankesuunnitelma 2011, 1.)

Biopolttoaineiden kysyntä ja käyttö lisääntyy jatkuvasti Suomessa. Kun ulkomaisten fossiilisten polttoaineiden käyttöä koetetaan vähentää, niin biopolttoaineiden rooli kasvaa jatkuvasti. (Klemetti 2012, 7.) Ilmasto- ja energiapolitiikan työryhmä löysi 20.4.2010 yhteisymmärryksen uusiutuvan energian velvoitepaketin sisällöstä. Metsähakkeen kohdalla linjattu lisäämisvelvoite vuoteen 2020 mennessä oli merkittävin, mikä tarkoittaa 18,9 prosentin lisäystä vuoden 2005 kuuden prosentin tasosta kaikista uusiutuvista energialähteistä. (Pekkarinen 2010, hakupäivä 11.12.2013.)

Eryityisesti metsähakkeen energiakäyttöä halutaan velvoitepaketissa lisätä merkittävästi, mikä tarkoittaisi sitä, että energialaitoksissa käytettävä metsähake kattaisi lisästarpeesta noin 50 prosenttia kaikista puupolttoaineista. Lisäksi hakkeen kysyntää lisää sen käyttökelpoisuus raaka-aineena liikenteen biopolttoaineiden valmistuksessa. Metsähakkeen kysynnän kattamiseksi tulee lisätä nuorista metsistä harvennettavan pienpuun ja ainespuuhakkuista saatavan oksa- ja kantobiomassan korjuuta paljon nykyistä tehokkaammin. Merkittävän lisäysvelvoitteen lisäksi haastetta luo se, että metsähakkeen korjuupotentiaali ja puupolttoaineiden kysyntä eivät ole jakaantuneet alueellisesti tasaisesti. Etäisyyksien kasvaessa kuljetuskustannukset nousevat alhaisen energiatihedden vuoksi, mikä on potentiaalinen hyödyntämisen kannalta tärkeää. (Hetemäki & Niinistö & Seppälä & Uusivuori 2011, 40.)

Puupolttoaineilla katettiin reipas 20 prosenttia vuonna 2011 kokonaiskulutuksesta energialähteenä, ja ne olivat Suomen toiseksi merkittävin energialähde öljytuotteiden

jälkeen. Kiinteitä polttoaineita käytettiin kaikkiaan 23,5 miljoonaa kiintokuutiometriä (m<sup>3</sup>), josta metsähakkeen osuus oli 7,5 miljoonaa m<sup>3</sup>. Tammi-kesäkuun aikana vuonna 2012 puupolttoaineet nousivat merkittävimmäksi energialähteeksi ohi öljytuotteiden. (Metsätilastollinen vuosikirja 2012, 275.)

#### 4.1.1 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus

Tutkimuksen tässä luvussa keskitytään tarkastelemaan energiapuun rautateillä tapahtuvia pitkien välimatkojen kustannuksia, niihin liittyviä kalustoratkaisuja toisaalta maanteillä tapahtuvan kuljetuksen kustannuksia ja kalustoratkaisuja. Numeeraaliset kustannukset ovat tutkimuksessa tärkeä lähtökohta, ja niiden vertailun kautta löydetään kustannustehokkaimmat ratkaisut. Tutkimuksen toinen painotus on vertailla kalustoja, jotta löydetään paras ratkaisu puuperäisenergian kuljettamiseen. Tutkimuksessa ei kiinnitetä huomiota metsässä tapahtuviin tuotannollisiin kustannuksiin ja metsäkuljetuksiin vaan ainoastaan kustannusten muodostumiseen, kun energiapuu kuljetetaan korjuupaikaltaan käyttökohteisiin. Kalustoratkaisuissa kiinnitetään ainoastaan huomiota tienvarresta lähtevien kuljetuksien kalustoratkaisuihin.

#### 4.1.2 Keskeiset käsitteet

*Hankintaketju* koostuu tavaran toimittajista tai hankkijoista, valmistajista ja jakelijoista, jotka toimittavat raaka-aineen tai valmiin tuotteen asiakkaalle tai loppukäyttäjälle. Hankintaketjussa materiaali virtaa toimittajilta ja valmistajilta jakelun kautta asiakkaille, ja samaan aikaan liikkuu myös tietoa ja pääomaa. Tutkimuksessa keskitytään hankintaketjun kahteen virtaan – materiaali- ja pääomavirtaan. Pääomavirtaan liittyy materiaalivirran kustannukset. Hankintaketjua tulee tarkastella kokonaisuutena. (Pundoor & Herrmann 2004, hakupäivä 5.11.2013.)

*Puuenergia* on uusiutuvaa bioenergiaa, ja sitä saadaan metsästä saatavasta puubio-massasta. Puunjalostusteollisuuden sivuvirtoja kuten puun kuorta ja sahanpurua hyödyntämällä saadaan valtaosa puuenergiasta. (Puuenergia 2012, hakupäivä 20.9.2013.)

*Energiapuuksi* – metsäenergiaksi – voidaan päätehakkuissa korjata hakkuutähteitä ja kantoja tai nuorten metsien harvennusten yhteydessä rankoja tai kokopuuta ja pienpuuta. Yleisimmin hakkuutähteeksi kuusikoissa kerätään puiden latvukset. (Energiapuu 2013, hakupäivä 2.10.2013.)

*Pienpuuksi* lasketaan rungot, joiden rinnankorkeuslähimittana on 4–9 senttimetriä. Sitä isommat puut lasketaan ainespuuksi. (Asikainen, Korhonen, Laitila, Nuutinen & Sikanen 2004, 7.)

### 4.1.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa käytettiin laadullista eli kvalitatiivista tutkimusta. Kanasen (2010, 36–37) mukaan kvalitatiivinen tutkimus alkaa tutkimusongelmasta ja sen määrittelemisestä. Näitä kahta asiaa seuraa tutkimuskysymykset, joiden vastaus haetaan aineiston avulla. Laadullisessa tutkimuksessa ilmiö on tutkimuksen keskipisteenä. Tämän tutkimusmenetelmän avulla määritellään ja hahmotetaan ilmiö, mitä tutkitaan. Kun ilmiötä ei tiedetä, niin silloin käytetään laadullista tutkimusta. Laadullisen tutkimuksen pääasiallinen instrumentti on tutkija, koska hän kerää ja analysoi tietoa, joista syntyvät tutkimustulokset. (Kananen 2008, 25, 84.)

Laadullinen tutkimusmenetelmä sopii tähän tutkimukseen, koska määrällisellä tutkimuksella ei löydy vastauksia tämän tutkimuksen tutkimusongelmiin. Tutkimus toteutettiin tapaus- eli case-tutkimuksena, sillä siinä tutkitaan yhtä tai useampaa tapusta. Tutkimusaineistona on käytetty kirjallisuutta, dokumentteja, aikaisempia tutkimuksia, haastatteluja ja tutkijoiden omia havaintoja. Tutkimuksen tarkoituksena ei ole suoranaisesti kehittää tapauksen toimintaa vaan enemmänkin havainnoida sitä.

Haastattelumenetelmänä käytettiin puolistrukturoitua haastattelua eli teemahaastattelua. Teemahaastattelu on joustava ja osittain järjestelty haastattelutapa, mutta valitut teemat ohjaavat keskustelua. Puolistrukturoitu haastattelu sopii tilanteeseen, jossa on päätetty haluttavan tietoa tietyistä asioista, ja tämän vuoksi haastateltaville ei ole tarpeellista antaa kovin suuria vapauksia haastattelutilanteessa. (Puusniekka & Saaranen-Kauppinen, hakupäivä 24.10.2013.) Haastatteluaihealueet ja osittaiset kysymykset lähetettiin haastateltaville etukäteen. Aihealueet valittiin haastateltavien tietämys- ja osaamisalueen mukaisesti.

## 4.2 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET

Tutkimusaiheesta on tehty myös aikaisemmin tutkimuksia, joista tässä yhteydessä kerrotaan kolmesta, jotka tukevat tätä tutkimusta. Eero Klemetin vuonna 2012 julkaistu PUULOG Bioenergian hankintalogistiikka Pohjois-Suomessa 2012 -hankkeeseen tehty tutkimus, Leimikosta loppukäyttäjälle – Energiapuun toimitusketjun kehittäminen, antoi lähtökohdan tähän tutkimukseen. Hannu Lähdevaaran, Markku Paanasen, Varpu Savolaisen ja Antti Vanhalan tutkimuksen, Mailta ja mannilta, soilta ja saloilta – selvitys Keski-Suomen biomassakuljetuksen logistiikasta, avulla tarkasteltiin hankintaketjuja ja kalustoratkaisuja. Tutkimus kuuluu Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja -sarjaan. Jarno Föhrin, Kalle Karttusen, Antti Korpihahden, Kari Palojärven ja Tapio Rannan Metsätehon tulosalvosarjassa 2/2012, Puupolttoaineiden ja polttoturpeen kuljetuskalusto 2010, on kartoitettu kuljetuskalustoa. Kalustokartoitus tehtiin Lappeenrannan teknillisen yliopiston hankkeessa ”Bioenergiologistiikan kehittäminen hyödyntäen ontelokomposiittirakenteisia siirtokontteja”. Sen kautta tarkasteltiin energiapuun kuljetuskalustoa maatiekuljetuksissa.

#### 4.2.1 Leimikosta loppukäyttäjälle – Energiapuun toimitusketjun kehittäminen

Klemetin (2012) tutkimuksessa tarkastellaan terminaaliratkaisun toimintamallia laskennallisen simulointimallin avulla. Mallissa lähdetään siitä, että Pudasjärven alueelle tulee bioenergiaterminaali hakkeen loppukäyttöpaikan sijaitessa Oulussa. Tutkimuksen lopussa tarkastellaan myös tilannetta, jossa Kemin alueella olevan loppukäyttäjän myötä hakkeen kysyntä lisääntyisi. Mallissa tarkastellaan koko toimitusketjua aina hakkuualueilta loppukäyttäjälle saakka. Simuloinneissa keskeisiä toimituksiin ja kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä olivat muun muassa kuljetuskaluston koko ja hakkeen kosteus. Tutkimuksessa on loppukäyttäjäksi kuvattu energialaitosta, koska sen energiapuun kysyntä on tasaisempaa vuoden aikana kuin metsäteollisuuden.

Tutkimuksen mukaan hakkeen kosteuden alentamisella on suuri vaikutus ajoneuvoyhdistelmien kuljetuskykyyn ja kuljetettavan hakkeen määrään. Energiapuuterminaalien on oltava hyvällä sijaintipaikalla verrattuna energiapuun hankinta-alueeseen. Simulointien kautta tutkimuksessa todetaan, että kuljetuskalustot, joiden tilavuus on 135–150 irtokuutiometriä ( $i\text{-m}^3$ ), ovat sopivan kokoisia 100 kilometrin kuljetuksiin. Kun kuljetettava määrä ja kysyntä kasvavat, silloin suuri lavatilavuus on selvästi tehokkaampi. Kuljetusmatkan kasvaminen vaikuttaa tutkimuksen mukaan autokohotaiseen käyttöasteeseen ja hyötysuhteeseen – 140–180 kilometrin kuljetusetäisyyksien pienentää lavatilavuudeltaan suuren ajoneuvon hyötysuhdetta. Kuljetusten painorajoituksilla on ratkaiseva vaikutus. Hyötykuormaa saadaan nostettua, mutta toisaalta kaluston kokonaisuuden nostaminen kasvattaa polttoaine- ja muita kustannuksia. (Klemetti 2012.)

Tutkimuksen mukaan, kun kuljetusetäisyys on noin 100 kilometriä, 150  $i\text{-m}^3$  ja 175  $i\text{-m}^3$  kuormatilavuuksien välillä ei ole niin suurta merkitystä, että kannattaisi investoida suurempaan kalustoon. Metsähakkeen kysynnän kasvaessa asiaa voi harkita. Kun kuljetettava metsähake on kuivaa, saadaan säästöjä pitkillä kuljetusetäisyyksillä; mitä kuivempaa ja parempaa energia-arvoltaan se on, sitä kustannustehokkaampaa sitä on kuljettaa. (Klemetti 2012.)

#### 4.2.2 Selvitys Keski-Suomen biomassakuljetusten logistiikasta

Lähdevaaran, Paanasen, Savolaisen ja Vanhalan (2010) tutkimuksessa selvitettiin bioenergian logistiikan kokonaiskuvaa eri materiaalien osalta (metsäbiomassat, turve, peltobiomassat). Tutkimuksessa tarkastellaan myös toimitusketjujen eroja sekä kuljetusmuotoja ja -kalustoa. Metsäbiomassan käyttö sijoittuu Jyväskylän, Jämsänjokilaakson ja Äänekosken alueille. Metsäbiomassavarat eivät Jyväskylän ja sen lähialueella riitä, vaan sitä on tuotava kauempaa. Raakapuu ja hake ovat energiapuun olomuodot, joihin sitä kuljetetaan käyttökohteisiin. Tutkimuksen mukaan hake valmistettiin pääosin tienvarsihaketuksena autohakkurilla ja kuljetettiin hakeautoilla käyttökohteisiin erilaisten toimitusketjujen kautta, ja niiden kokonaiskustannukset vai-



telivat. Niin kutsuttua energiapuuautoa käytettiin raakapuun eli kantojen, latvusmassan ja pienpuun kuljettamiseen.

Keski-Suomen alueelle on rakennettu ja edelleen rakennettiin tutkimuksen teon aikaan metsäbiomassaterminaaleja, jotka sijoittuivat pääteiden ja rautateiden varsille. Terminaalin roolin odotettiin kasvavan hankintaketjussa, ja ne toimivat toimitusvarmuuden parantajina metsäbiomassan käyttökohteille. Terminaalit olivat raaka-aineen käsittelypaikkoja, joissa luotiin isompia toimituseriä pienemmistä eristä ja joissa raaka-ainetta murskattiin, hakettiin ja kuljetettiin eteenpäin. (Lähdevaara ym. 2010.)

#### 4.2.3 Puupolttoaineiden ja polttoturpeen kuljetuskalusto 2010

Föhrin, Karttusen, Korpilahden, Palojärven ja Rannan (2012) kartoituksessa tavoitteena oli selvittää puupolttoaineiden ja turpeen kuljetuksessa käytettävien ajoneuvoyhdistelmien määrää ja niiden ominaisuuksia Suomessa. Tutkimuksessa biomassan suurimpien toimittajien kautta kyselyillä kartoitettiin kuljetusmäärät, ajoneuvoyhdistelmätyypit sekä kuormatilan koko, purkutapa ja tyhjäpaino. Tutkimuksessa on eritelty suosituimmat ajoneuvoyhdistelmätyypit eri energiapuumuodoille, purkutavat ajoneuvoyhdistelmätyypeille, tilavuudet ja tyhjäpainot. Metsähakkeen tuotannon kalustotarpeeksi selvitettiin, että hakeajoneuvoja tarvittaisiin 100 kappaletta lisää vuonna 2020. Vuonna 2010 hakeautoja oli 150. Irtohiomassayhdistelmiä eli energiapuuajoneuvoja tarvittaisiin 200 kappaletta lisää eli yhteensä 350 vuonna 2020.

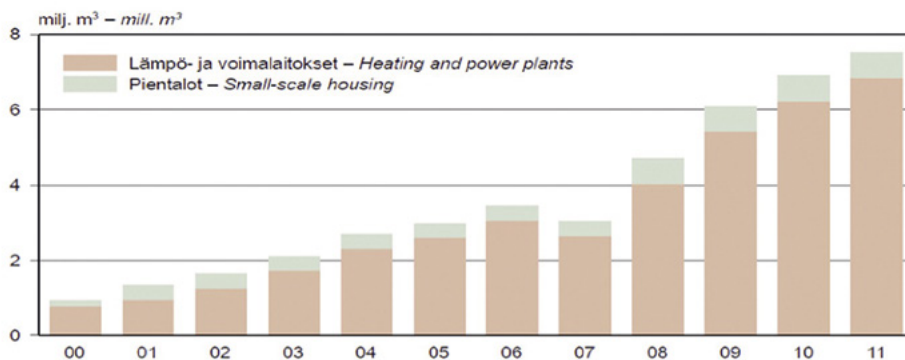
Ajoneuvokaluston valmistuksen kartoituksessa selvisi, että hake- ja turveajoneuvoyhdistelmiä valmistettiin vuosina 2005–2010 keskimäärin 66 kappaletta vuodessa. Samojen vuosien välillä täysperävaunuja valmistettiin 40 kappaletta vuodessa eli keskimäärin 61 prosenttia hake- ja turveajoneuvoyhdistelmistä. Niiden valmistusmäärät vaihtelivat keskimäärin viisi prosenttia vuosittain. Energiapuuautojen valmistusmäärät olivat pieniä vuosittain, ja ne vaihtelivat 6–20 kpl/vuosi vuosina 2005–2010. Puutavara-autoja oli käytössä yli 1500 kpl. (Föhr ym. 2012.)

### 4.3 ENERGIAPUULOGISTIIKKA

#### 4.3.1 Puutavaralogistiikka

Puuhuollon toimivuuden kannalta toimivaa infrastruktuuria voidaan pitää perusedellytyksenä. Puuta hankitaan ja kuljetetaan koko maan alueella. Kuljetusmatkat ovat viime vuosina pidentyneet, sillä metsäteollisuus on keskittynyt tietyille alueille. Tämän vuoksi puutavaravirrat ovat muuttuneet. Toisaalta uusien, pienempien bioenergiapuun toimituspaikkojen ansiosta kuljetusmatkoja saadaan lyhennettyä. Kummankin kehityspiirteen vuoksi kuljetusväylien ja muun infrastruktuurin merkitys on korostunut huomattavasti. (Kohti tehokkaampaa puuhoitoa 2012, hakupäivä 15.10.2013.)

Kiinteitä puupolttoaineita poltettiin lämpö- ja voimalaitoksissa vahvoilla metsäteollisuusalueilla. Kuudesosa kaikista kiinteistä polttoaineista käytettiin vuonna 2011 Kaakkois-Suomessa. Käyttö lisääntyi suhteellisesti eniten Pohjanmaalla sekä Lapissa, ja eniten sitä kului Keski-Suomessa. Pääosa metsähakkeesta valmistettiin pienpuusta, jonka käyttö metsähakkeen raaka-aineena kasvoi 3,1 miljoonaan m<sup>3</sup>, edellisvuodesta nousu oli lähes neljänneksen. Muiden hakkuutähteiden ja järeän runkokuun poltto lisääntyi, kun toisaalta kantojen ja juurakoiden käyttö supistui. Tulevaisuudessa puuta käyttävien biojalostamoiden rakentaminen ja käyttöönotto lisää metsähakkeen kulutusta ja kysyntää. Metsähakkeen käyttö on 2000-luvulla lisääntynyt voimakkaasti (kuvio 1), ja se on tällä hetkellä tärkein yksittäinen käytössä oleva kiinteä polttoaine. (Metsätilastollinen vuosikirja 2012, 276–277.)



Kuvio 1. Metsähakkeen käyttö 2000–2011 (Metsätilastollinen vuosikirja 2012, 285)

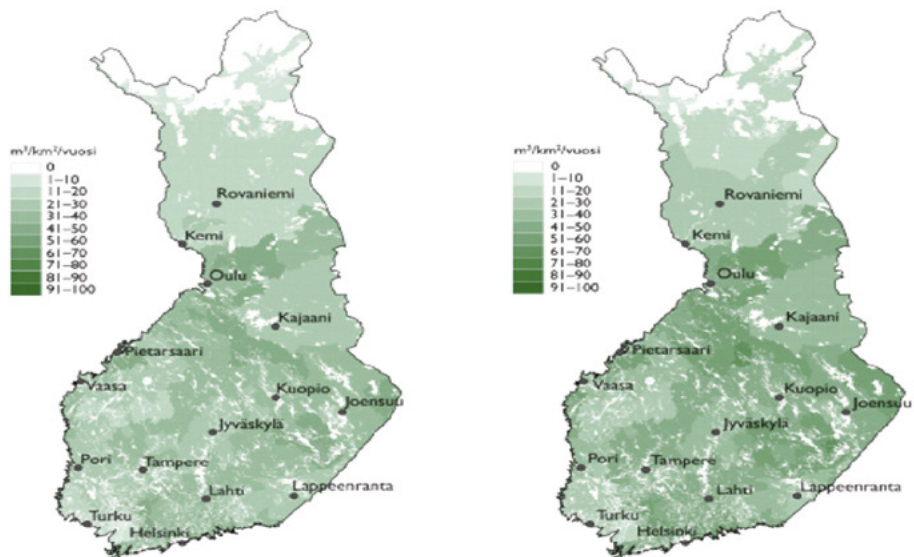
Koko puutavaralogistiikka Suomessa on tällä hetkellä murrosvaiheessa. Puutavaravirroissa tapahtuu muutoksia, joita ovat alueelliset muutokset sekä eri puutavaralajien kysyntään liittyvät muutokset. Kotimaisen energiapuun käyttö lisääntyy ja tuontipuumäärien oletetaan kasvavan. Nämä tekijät vaikuttavat puukuljetusten suuntiin. Biojalostamoiden vaikutus puutavaralogistiikkaan on riippuvainen siitä, tapahtuuko bioenergian tuotanto suurissa laitoksissa vai isossa joukossa hieman pienemmissä laitoksissa eri puolella Suomea. (Kohti tehokkaampaa puuhuoltoa 2012, hakupäivä 15.10.2013.)

Sekä aines- että energiapuun kuljetusten kustannus- ja energiatehokkuutta on mahdollista parantaa myös uusilla kuljetusratkaisuilla. Monissa käytännön organisaatioissa etsitään järkevää yhteistoiminnan konseptia yhdistetyn aines- ja energiapuun hankinnassa kuljetusmuotojen ja terminaalien välillä. (Anttila, Korpilahti & Väättäinen 2012, hakupäivä 15.10.2013.)

Puuhakkeen tienvarsihaketus on tavallisin lähes kaikissa energiapuun hankintaketjuissa ennen kuljetusta käyttöpaikoille. Sen, millä hankintaketjulla haketta hankitaan, määrittävät Sandströmin (2013a, hakupäivä 27.10.2013) mukaan monet tekijät,

kuten korjuuolot, tienvarsivarastotilat, kuljetusmatkat, lämpö- ja voimalaitosten käyttömäärät ja varastotilat, saatavissa oleva tuotantokalusto, hankittava metsähake- ja (pienpuuhake, hakkuutähdehake, kantomurske) sekä hankintaketjun kustannukset.

Kemi-Tornion seutukunnan alueella pienpuupotentiaali sekä rankana että kokopuuna on huono verrattuna Oulun seudun alueisiin. Kuviosta 2 nähdään, että pienpuuta joudutaan hankkimaan Kemi-Tornion alueen ulkopuolelta, sillä metsävarat alueella eivät riitä välttämättä useiden energiapuuta käyttävien lämpölaitoksien vuoksi. Kuviossa vasemmalla on pienpuupotentiaali, jos puun korjuu tapahtuisi rankana, ja oikealla pienpuupotentiaali, jos korjuu tapahtuisi kokopuuna. Kuviosta voidaan päätellä, että puunhankinta keskittyy Kemin eteläpuolelle.



Kuvio 2. Rangan ja kokopuun pienpuupotentiaali (Anttila, Nivala, Laitila & Korhonen 2013, hakupäivä 12.11.2013)

Kemin Ajokseen mahdollisesti tuleva biodiesellaitos käyttäisi vuodessa 1,5 miljoonaa m<sup>3</sup> puuraaka-ainetta (Myllylä 2012, hakupäivä 20.11.2013). Tämä saattaa aiheuttaa sen, että alueen nykyiset käyttäjät joutuvat hankkimaan puuta nykyistä kauempaa. Kemin Energian puuraaka-aineen hankintasäde on nykyään noin 80 kilometriä (Peurasaari 22.10.2013, haastattelu).

#### 4.3.2 Energiapuun maantie- ja rautatiekuljetukset ja kuljetuskalusto

Suomessa metsäenergiaa kuljetetaan lähinnä maanteitse ja rautateitse, pääosin kuitenkin autokuljetuksilla. Torvelaisen (2011, 207) mukaan 73 prosenttia kaikista energiapuun kaukokuljetuksista vuonna 2010 tehtiin autokuljetuksilla. Rautatiekuljetusten osa kaukokuljetuksista oli 24 prosenttia. Loput kolme prosenttia tehtiin vesikuljetuksina. Kaikesta kuljetettavasta energiapuusta 73 prosenttia on paljon, sillä kaiken puutavaran kaukokuljetuksen tilastoitu kuljetussuorite vuonna 2011 oli 7,1 miljardia m<sup>3</sup> (kuljetettu määrä x kuljetettu matka), josta maanteitse kuljetettiin 58 prosenttia. Rautatiekuljetussuorite oli 2,5 miljardia m<sup>3</sup> eli 36 prosenttia. (Anttila ym. 2012, hakupäivä 15.10.2013.)

Autokuljetus kuuluu olennaisesti molempien sekä rautatie- että vesikuljetusten alku- ja loppukuljetuksiin. Näiden tekijöiden vuoksi autokuljetuksen kokonaismäärän osuus on todellisuudessa vieläkin suurempi (Hakonen 2013, 29). Rautatie- ja vesitiekuljetuksia lyhyemmistä kuljetusmatkoista johtuen myös Anttilan ym. (2012, hakupäivä 15.10.2013) mukaan maantiekuljetusten osuus kuljetetusta puumäärästä oli vielä suhteellisesti isompi kuin kuljetussuoritteen 73 prosenttia. Rautatiekuljetusten varaan ei voida suunnitella vielä kattavia kuljetuspalveluja, koska sen infrastruktuuri ei ole valmis. Infrastruktuurin eli rataverkon rakentaminen tehdään pääosin julkisin varoin, ja rakennusjärjestys on suunniteltu tietyin tavoin. Tarkka kustannustarkastelu näyttää sen, että tälle kuljetusmuodolle siirtyy vähän metsäenergiaa/energiapuuta. (Lähdevaara ym. 2010, 72.)

Suurimmat sallitut ajoneuvoyhdistelmät ovat 1.10.2013 lähtien painoltaan 76 tonnia, ja ajoneuvon sallitus mitat ovat: korkeus 4,40 metriä, leveys 2,55 metriä (lämpöeristettynä 2,60 m) ja pituus 25,25 metriä. Aikaisemmin liikenteessä olleen ajoneuvoyhdistelmän maksimipaino oli 60 tonnia ja maksimikorkeus 20 senttimetriä matalampi. (Mitat ja massat muutoskatsastuksessa 2013, hakupäivä 17.10.2013.) Käytännössä kuitenkin vanhojen ajoneuvoyhdistelmien painot kasvavat maksimissaan 64–68 tonniin, koska ajoneuvojen rekisteriin merkityjä maksimipainoja ei saa ylittää. Rekseille on tehtävä erillinen muutoskatsaus ennen vanhojen rajojen ylitystä. (Luotola 2013, hakupäivä 17.10.2013.)

Ajoneuvoyhdistelmissä akselien määrä vaikuttaa kokonaispainoon. Seitsemänakseliset tukkirekat voivat nostaa yhdistelmän kokonaispainon 60 tonnista 64 tonniin. Tämä kasvattaa hyötykuorman määrää noin 10 prosenttia. Kahdeksanakselisen yhdistelmän maksimipaino on myös 64 tonnia, mutta paripyöräperävaunun kanssa se on 68 tonnia. Yhdeksänakselisen yhdistelmän maksimipaino on 69 tonnia ja paripyöräperävaunun kanssa 76 tonnia. Kuorma-autoille uudet enimmäismassat ovat neliakseliselle 35 tonnia ja viisiakseliselle 42 tonnia. (Mitat ja massat muutoskatsastuksessa 2013, hakupäivä 17.10.2013.) Suurin osa (66 %) hakeautoista on tilavuudeltaan 120–140 m<sup>3</sup> ja tyhjäpainoltaan 20–25 tonnia (59 %). Kuudenkymmenen tonnin painorajoituksessa etenkin koston hakkeen kuljetuksissa ajoneuvoyhdistelmien painoraja täyttyi, jolloin pelkästään tilavuutta kasvattamalla ei saatu säästöjä kuljetuksessa. (Korpilahhti 2012, hakupäivä 21.10.2013.)

PUULOG-hankkeen yhteistyöyrittäjä Pohjaset Oy käyttää hakkeen kuljetuksessa täysperävaunuyhdistelmiä, jotka on muutoksastettu 64 tonnin painorajoitukseen. Ne ovat pääsääntöisesti kahdeksanaksellisia, ja niiden tilavuudet ovat 130–155 i-m<sup>3</sup>. (Pohjanen 28.10.2013, haastattelu.)

Hakeajoneuvoyhdistelmiä on kolme eri tyyppiä. Selvästi suosituin näistä on täysperävaunuyhdistelmä, auton ja varsinaisen perävaunun yhdistelmä, jonka käyttöosuus on 89 prosenttia. Siirtokontin/vaihtolavan käyttöosuus on noin kahdeksan prosenttia ja puoliperävaunuyhdistelmän osuus kolme prosenttia. (Föhr ym. 2012, hakupäivä 21.10.2013.) Kuviossa 3 on esiteltyä kolme paljon käytettyä eri hakeautotyyppiä.

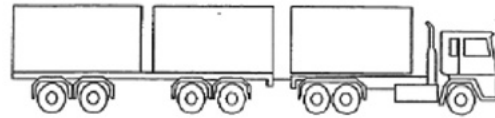
Täysperävaunuyhdistelmä on suosittu tilavuutensa ja monipuolisuutensa johdosta hakkeen ja irtopuun kuljetuksessa. Ne soveltuvat hyvin metsäteille ja pidempiin ajoihin. (Asunmaa 2011, 19.) Uusien mittojen ja massojen kautta täysperävaunuyhdistelmien tilavuus kasvaa hieman. Yleinen ajoneuvoyhdistelmätyyppi on pituudeltaan 22–23 metriä, leveydeltään 2,55 metriä ja korkeudeltaan 4,2 metriä. Vetoauton tilavuus tällaisessa yhdistelmässä on 50 i-m<sup>3</sup> ja perävaunun tilavuus taas 77 i-m<sup>3</sup>, joten tilavuus yhteensä on 127 i-m<sup>3</sup>. (Laakso 2012, hakupäivä 21.10.2013.) Perävaunun koron myötä tilavuus esimerkin kaltaisessa täysperävaunuyhdistelmässä kasvaa noin kuudella i-m<sup>3</sup> 133 i-m<sup>3</sup>.

Suurin osa irtobiomassayhdistelmistä (75 prosenttia), joissa kuljetetaan metsähakkuutähteitä, kuten oksia, on tilavuudeltaan yli 140 m<sup>3</sup> ja tyhjäpainoltaan yli 30 tonnia. Niissä hydrauliiikan avulla liikkuva kuormatila mahdollistaa suuren tilavuuden. Kuitenkin irtobiomassayhdistelmässä (kuva 1) kuormatilan koko on rajoittavampi tekijä kuin kantavuus. Talvikausi lisää auton tyhjääpainoa jopa 1500 kiloa lumen ja jään vaikutuksesta. Irtobiomassayhdistelmissä ei käytetä puoliperävaunuja. Niissäkin täysperävaunua käytetään eniten (97 %). Kolme prosenttia on siirtokontti- tai vaihtolavayhdistelmiä. (Föhr ym. 2012, hakupäivä 21.10.2013.)

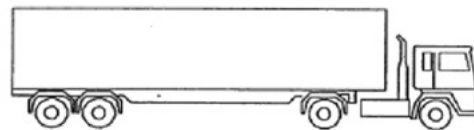
Tyypillinen puutavara-auto on seitsemänakselinen täysperävaunuyhdistelmä, jossa autossa on kolme ja perävaunussa neljä akselia. Tyypillinen puutavara-auto on kuvion 4 mukainen. Se on kokonaispituudeltaan noin 22,5 metriä, ja se on suunniteltu kolmelle noin viiden metrin tavaraniipulle – auton kuormatilaan yksi nipu ja perä-



Täysperävaunullinen hakeauto



Vaihtokontti-hakeauto



Puoliperävaunullinen hakeauto

Kuvio 3. Hakekuljetuksen ajoneuvoyhdistelmiä (Asikainen & Nuuja 1999, 484)



Kuva 1. Irtobiomassayhdistelmä

rustetulla ei voida kuljettaa karsimatonta pienpuuta eli kokopuuta, ellei sitä ole paa- lattu, sillä sen oksat eivät saa mennä reunojen yli. Kokopuun kuljetuksessa kuorma- koko on noin 30 m<sup>3</sup> 25,25 metriä pitkässä ajoneuvoyhdistelmässä. Kuviossa 4 on mu- kana kuormain, jonka avulla autoon lastataan ja puretaan pienpuut, risutukit tai kannot. Ilman kuormainta auton kuormapainoa saadaan nostettua. (Lähdevaara ym. 2010, 72.)

Rautatiekuljetuksissa metsästä korjattua energiapuuta voidaan kuljettaa monella eri vaunutyyppillä ja haketta kahdella vaunutyyppillä. Yleisavovaunu tai raakapuuvau- nu sopii kuitupuun, karsimattoman pienpuun tai rangan kuljettamiseen. Avovaunun sopivat energiapuun kuljetukseen hyvin, kun puu on pituudeltaan 2,5–3 metriä. Vau- nujen hyötykuorma on tällöin 85–90 prosenttia sallitusta kantavuudesta. Perinteisten ainespuuvaunujen hyötykuorma jää 50–70 prosenttiin sallitusta kantavuudesta. (Läh- devaara ym. 2010, 75–76.)

Hakkeen kuljettaminen tapahtuu hake- tai turvevaunuilla. Hakevaunun (kuvio 5) tilavuus on noin 140 m<sup>3</sup>. Purkamisen kannalta hakevaunuja pidetään nykypäivänä kömpelöinä. Se tapahtuu nostamalla hakevaunun sivulaita ylös ja kaapimalla hake kauhalla pois kentälle. (Lähdevaara ym. 2010, 75.)

Vaihtokorivaunu, johon voidaan laittaa kolme vaihtokoria, on yksi vaihtoehto hakkeen kuljetukseen rautateitse. Vaihtokorit tyhjennetään kurotinrukin avulla, joka nostaa korin ja kaataa sen ylösalaisin. Sama voidaan tehdä myös konttinosturil- la. Yhden vaihtokorin/kontin tilavuus on 46 m<sup>3</sup>, ja esimerkiksi 25 vaunun junaan saadaan 75 koria, jolloin yhteistilavuudeksi saadaan 3450 m<sup>3</sup>. (Lähdevaara ym. 2010, 75.)

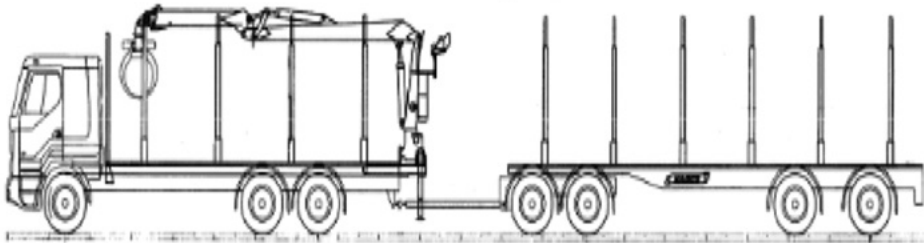
Puun rautatiekuljetuksissa on enemmän potentiaalia kuin kyetään hyödyntämään. Kemijärvelle on toteutumassa ensimmäinen pilottiterminaali, joka kuuluu koko maan kattavaan terminaali- ja kuormauspaikkaverkoston rakentamissuunnitelmaan, jossa ovat mukana erilaiset puuhankintaorganisaatiot, viranomaiset ja muut toimijat. Verkoston ensimmäisen vaihteen toteutukselle vuosille 2012–2015 myönnettiin ke-

vaunuun kaksi nippua. (Korpilahti, Kärhä, Peltola, Pennanen, Rieppo & Väkevä 2004, hakupäivä 22.10.2013.)

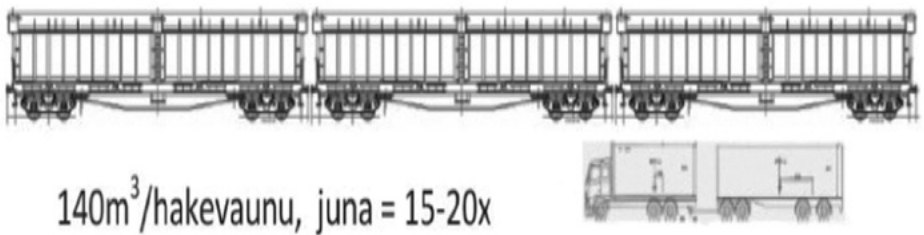
Kun halutaan kuljettaa pitempiä mat- koja, tulevat kahdeksan- ja yhdeksänakse- liset autot kyseeseen. Tämä pätee myös hakkeen kuljetuksessa. Näillä voidaan kuljettaa raskaampia lasteja. Metsäenergi- an kuljetuksessa puutavara-autoja käyte- tään rankojen kuljettamisen lisäksi risu- tukkien ja kantojen kuljettamisessa.

Puutavara-auto voi olla umpilaidallinen tai avolaidallinen, kuten kuviossa 4, jolloin vaunun sivuissa on alumiinista tai teräk- sestä valmistettuja pankkoja. Pankoilla va-

väällä 2012 rahoitus. Tavoitteena on keskittää kuormaukset nykyistä suurempiin terminaaleihin (vuonna 2018 käytössä 14 terminaalia ja 32 kuormauspaikkaa), mikä antaa mahdollisuuden siirtymiseen suurempiin junapituuksiin (24 vaunun kokojunat ja vähintään 150 kilometriä) rautateitse tapahtuviin puukuljetuksiin suurille käyttöpaikolle. Verkosto parantaa vaunukaluston kiertonopeutta, tehostaa toimintaa ja alentaa kuljetuskustannuksia. Terminaaleissa voidaan esimerkiksi yhdistää biojalostamo- ja energiakäyttöön ohjattavia raaka-ainevirtoja jatkokuljetusta varten. (Kohti tehokkaampaa puuhuoltoa 2012, hakupäivä 16.9.2013.)



Kuvio 4. Puutavara-auto (Korpilahti ym. 2004, hakupäivä 22.10.2013)



Kuvio 5. Metsähakkeen kuljetukseen tarkoitettu hakevaunu (Ranta & Routa 2012)

#### 4.4 KUSTANNUSTEN MUODOSTUMINEN JA KUSTANNUSVERTAILU

Vuonna 2012 puutavaralogistiikan kokonaiskustannukset olivat noin 1,2 miljardia euroa. Metsäteollisuus ry:n ja Metsäteho Oy:n mukaan logistiikan toimivuutta ja kustannuksia voidaan parantaa kehitystyöllä. Näin saadaan suomalaista metsäteollisuutta kilpailukykyisemmäksi ja samalla ulkomaista tuontia vähennettyä. Puutavaran toimitusketjun kustannusjakaumassa suurin kustannuksia aiheuttava osa vuonna 2011 oli puunkorjuu. Se aiheutti 50 prosenttia toimitusketjun kustannuksista. Kauko-

kuljetusten osuus kaikista kustannuksista oli noin 40 prosenttia. (Kohti tehokkaampaa puuhuoltoa 2012, hakupäivä 15.10.2013.)

Tulevaisuudessa puun kuljetuskustannukset tulevat kasvamaan. Polttoaineen hinta on vaikutuksen alainen raakaöljyn hintaan ja nouseviin polttoaineveroihin. Anttilan ym. (2012, hakupäivä 15.10.2013) mukaan energiapuun osalta kuljetusmatkat pitelevät entisestään, sillä sen käyttömäärät kasvavat ja kilpailu lisääntyy.

#### 4.4.1 Kuljetuskustannuselementit

Kuljetuskustannukset muodostuvat useasta eri elementistä. Ne voidaan ryhmitellä viiteen eri ryhmään: kuljetustyökustannukset, kuljetuskaluston kustannukset, kuljetusorganisaation kustannukset, tavarankäsittelykustannukset ja väyläkustannukset. Kuljetustyökustannuksiin kuuluu työvoimakustannukset. Työvoimakustannuksiin peruspalkan lisäksi kuuluvat välilliset palkkakustannukset, jotka ovat vaihtelevia. Kuljetuskaluston kustannuksiin sisältyy kiinteät ja muuttuvat kustannukset, kuten kuljetusvälineen pääomakustannukset (kaluston hankinta) ja polttoainekustannukset. Organisaation hallinto- ja yleiskustannukset kuuluvat kuljetusorganisaation kustannuksiin, ja niitä ovat muun muassa johdon ja toimihenkilöiden palkat, toimitilojen kustannukset ja tietohallintokustannukset. Tavarankäsittelykustannukset taas muodostuvat muun muassa pakkaus- ja terminaalikustannuksista. Väyläkustannuksiin lasketaan tie- ja siltamaksuja sekä ratamaksuja. (Oksanen 2003, 43.)

Kuljetusyrytyksessä muuttuvat kustannukset muuttuvat toiminta-asteen mukaan eli ajettujen kilometrien mukaan. Kiinteät kustannukset eivät ole riippuvaisia toiminta-asteesta vaan ajan kulumisesta tai organisaatiosta. Kiinteitä kustannuksia voi olla myös toimitilan vuokrat ja eri vakuutusmaksut. (Hokkanen, Inkinen & Käenmäki 2011, 236.) Ranka- ja hakeauton kuljettajan peruspalkka ammattikokemus huomioon otettuna on 11,30–14,22 €/tunti (Metsäkonealan työehtosopimus 2011). Väkevän, Pennasen ja Örnin (2004, hakupäivä 12.11.2013) mukaan ranka- ja hakeauton polttoaineen kulutus kuormattuna on  $83,554 \cdot \text{ajomatka}^{-0,0857}$  litraa/100 km. Sadan kilometrin matkalle pelkäksi polttoainekulutukseksi saadaan noin 63,67 litraa. Dieselin keskihinta Oulu–Tornio-välillä oli noin 1,495 €/litra (Dieselin keskihinta 2013, hakupäivä 12.11.2013). Pelkiksi polttoainekuluiksi sadan kilometrin matkalle saadaan edellä olevien lukujen avulla 95 €/100 km. Työvoimakulut jäävät huomattavasti pienemmiksi kuin polttoainekulut tällaisessa yksinkertaistetussa kuljetuskustannusten muodostumiskatsauksessa. Kuorman paino vaikuttaa polttoaineen ja renkaiden kulutukseen. Muuttuvat kustannukset, eli polttoaine-, korjaus-, huolto- ja rengaskustannukset, aiheuttavat huomattavan määrän kustannuksia kuljetusalalla.

Ihalainen ja Niskanen (2010, hakupäivä 12.11.2013) ovat tutkimuksessaan laskeneet hakeautolle ja puutavara-autolle käyttötuntikustannukset. Hakkeen kuljetukseen tarkoitettuna täysperävaunun yhdistelmän, jonka hankintahinta on 230 000 € ja käyttöaste 90 prosenttia, käyttötuntikustannukseksi ajossa on saatu 71,40 €/tunti. Puutavara-auton ajon käyttötuntikustannus on 59,60 €/tunti ja hankintahinta noin 220 000 €. Molempien tyyppien kuormauksen ja purun käyttötuntikustannus on 47–48 €/tunti.



Laitila ja Väättäinen (2011, hakupäivä 16.9.2013) ovat omassa tutkimuksessaan päätyneet hieman korkeampiin kustannuksiin vastaavissa kuljetuksissa. Hakkeen käyttötuntikustannukseksi on saatu 88,20 €/tunti, ja puutavara-auton käyttötuntikustannus on vastaavasti 86,40 €/tunti. Kuormaus-, purku- ja odotusajan käyttötuntikustannus on hakerekalla 63,30 €/tunti ja puutavararekalla 60,70 €/tunti. Autojen hankintahinnat ovat tässä laskennassa olleet noin 300 000 €, ja käyttöajaksi on molemmille rekatyypeille laskettu 4,6 vuotta. Tutkimuksessa on yksityiskohtaisesti selostettu käytettyjä laskentaperusteita, ja sen vuoksi tutkimustulosta voidaan pitää luotettavana.

#### 4.4.2 Metsähakkeen laatutekijöiden vaikutus

Kuljetuskustannuksiin vaikuttavat suuresti energiapuun kuljetusmuoto, hankintaketju ja metsähakkeen laatutekijät. Hakkeen irtotiheys ja kosteus vaikuttavat kuorman tilavuuteen, painoon ja kuljetettavaan energiamäärään (taulukko 1). Irtotiheyteen vaikuttavia tekijöitä ovat kosteus, hakepalan muoto, hakkeen käsittely ja raaka-aine, mistä hake on tehty. Mitä kosteampaa hake on, sitä painavampaa se myös on. (Lähdevaara ym. 2010, 39.)

Taulukoista 1 ja 2 näkyy hakkeen kosteuden vaikutus kuorman painoon, tilavuuteen ja energia-arvoon. Mitä kosteampaa hake on, sitä korkeampi sen irtotiheyskin on. Alhaisella irtotiheydellä ja kosteusprosentilla kuorman tilavuus kasvaa mutta kuorman paino laskee. Nämä vaikuttavat kuorman energiamäärän nousuun.

Taulukko 1. Haketyyppien irtotiheys ja kosteusprosentti  
(Eri puupolttoaineiden ominaisuuksien vertailu 2013, hakupäivä 30.10.2013)

Ominaisuus	Metsätähdehake	Kokopuu-hake	Rankahake	Kantohake	Puutähdehake
Kosteus-% (kaatotuoreena)	50 – 60	45 – 55	40 – 55	30 – 50	10 – 50
Irtotiheys saapumistilassa, kg/i-m <sup>3</sup>	250 – 400	250 – 350	250 – 350	200 – 300	150 – 300

Taulukko 2. Kosteuden vaikutus kuorman energia-arvoon ja painoon  
(Laakso 2012, hakupäivä 31.10.2013)

Kosteusprosentti	Kg/i-m <sup>3</sup>	i-m <sup>3</sup>	Kuorma (kg)	MWh
50 %	354	99	35 000	78
40 %	295	119	35 000	98
30 %	253	127	32 131	109

Hakeajoneuvoyhdistelmän, jonka painoraja on 68 tonnia, tyhjäpaino 25 tonnia ja tilavuus 140 m<sup>3</sup>, maksimikuormakooksi saadaan 43 tonnia. Taulukon 2 perusteella voidaan laskea esimerkki ajoneuvoyhdistelmälle suurin mahdollinen irtotiheys: 43 tonnia/140 i-m<sup>3</sup> on noin 307 kilo/i-m<sup>3</sup>. Koska tämä luku (307 kilo/i-m<sup>3</sup>) jää lukujen 295 (kosteusprosentti 40 %) ja 354 (kosteusprosentti 50 %) välille, niin hakkeen kosteuden voidaan arvioida olevan 40–45 prosenttia. Jos hake olisi kosteusprosenttiltaan 50, niin kuormakooksi tulisi 121 i-m<sup>3</sup> (43 tonni/354 i-m<sup>3</sup>). Tällä kosteusprosentilla esimerkin hakeauton painoraja tulee vastaan. Kun yhden i-m<sup>3</sup>:n energiamäärä on noin 0,8 megawattituntia (MWh), niin 140 i-m<sup>3</sup> kuorman energiamäärän voidaan laskea olevan 112 MWh (0,8 x 140 i-m<sup>3</sup>). Taulukosta 3 ilmenee hakkeen kosteuden vaikutus hakekuorman massaan eri lavatilavuuksilla ja eri ajoneuvon omilla massoilla.

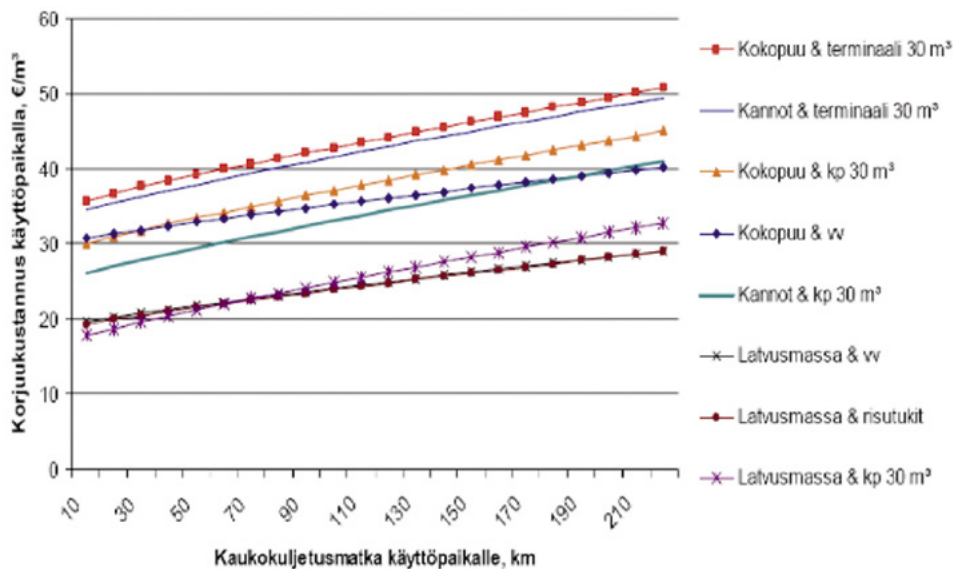
Kuten taulukko osoittaa, uudet kaluston painorajat mahdollistavat kostean hakkeen kuljettamisen, vaikka kaluston oma massa ilman kuormaa olisi korkea. Ajoneuvo, jonka oma massa on 28 tonnia ja tilavuus 150 i-m<sup>3</sup>, mahdollistaa 40 prosenttia kosteudeltaan olevan hakkeen kuljetuksen täysillä kuormilla, jos ajoneuvo on muutokatsastettu 68 tonniin. Kuivemmalla hakkeella ei saada painorajoja hyödynnettyä, varsinkaan uusien rajoitusten myötä. Vaikka ajoneuvo painaisi 30 tonnia ilman kuormaa, sen tilavuus olisi 150 i-m<sup>3</sup> ja hakkeen kosteus 35 prosenttia, niin kokonaispainoksi saadaan vain noin 67 tonnia.

Taulukko 3. Kosteuden vaikutusta hakekuorman massaan eri lavatilavuuksilla ja erillä ajoneuvon omilla massoilla (Klemetti 2012, 54)

lavan tilavuus i-m <sup>3</sup>	120	135	150
<b>ajoneuvon oma massa + kosteus 45 %</b>			
23000	57909	62273	66636
24000	58909	63273	67636
25000	59909	64273	68636
<b>ajoneuvon oma massa + kosteus 40 %</b>			
23000	55000	59000	63000
24000	56000	60000	64000
25000	57000	61000	65000
26000	58000	62000	66000
27000	59000	63000	67000
28000	60000	64000	68000
<b>ajoneuvon oma massa + kosteus 35 %</b>			
23000	52538	56231	59923
24000	53538	57231	60923
25000	54538	58231	61923
26000	55538	59231	62923
27000	56538	60231	63923
28000	57538	61231	64923
29000	58538	62231	65923
30000	59538	63231	66923

#### 4.4.3 Hankintaketjujen ja energiapuulajien vaikutus kustannuksiin

Kunkin metsähakelajin korjuukustannukset reagoivat erilailla niiden kaukokuljetusmatkaan käyttöpaikalle (kuvio 6). Kuvion mukaan kokopuun terminaalihaketushankintaketju on kallein, sillä kokopuun kuljettaminen pitkiä matkoja maanteitse ei ole kannattavaa pienen hyötykuorman vuoksi. Kantojen kuljettaminen kokonaisuena on kallista, koska niidenkin hyötykuorma jää pieneksi. Risutukit ovat kannattavin vaihtoehto, mutta ne vaativat investointeja, sillä niiden tekemiseen tarvitaan erityisiä laitteita.

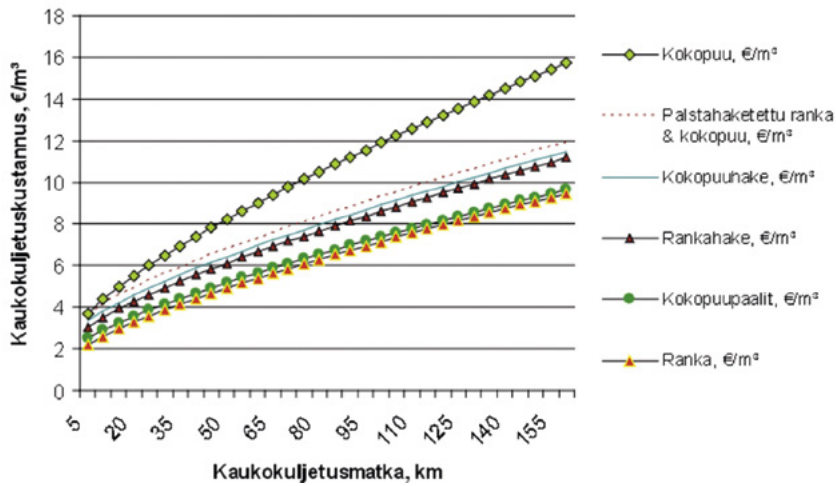


Kuvio 6. Metsähakkeen korjuukustannus käyttöpaikalla kaukokuljetusmatkan, eri hankintamenetelmän ja metsähakelajin mukaan (Laitila, Leinonen, Flyktman, Virkkunen & Asikainen 2010, 67)

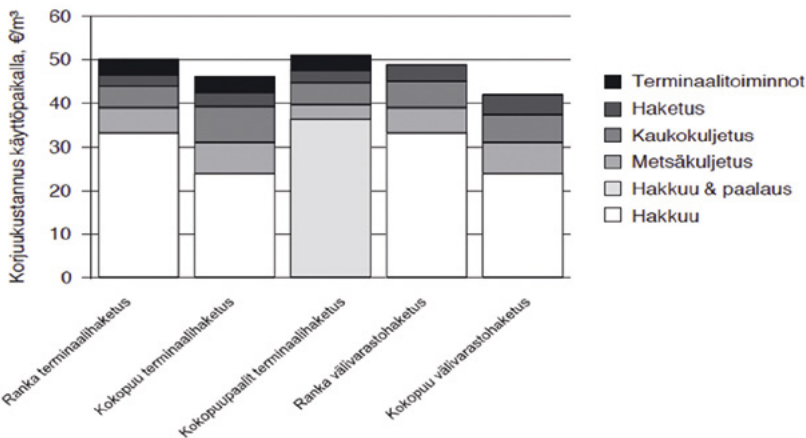
Pienpuun kaukokuljetuskustannukset ovat riippuvaisia kuljetettavasta energiapuulajista. Tutkimuksen mukaan myös pienpuun kuljettaminen kokopuuna on kallein kuljetusvaihtoehto 100 kilometriin saakka; kaikkien muiden energiapuumuotojen kuljetuskustannukset pysyvät alle 10 €/m³. Pienpuu on kustannustehokkainta kuljettaa rankana tai kokopuupaaleina (kuvio 7).

Raakapuun keskikuljetusmatka vuonna 2012 oli 163 kilometriä. Raakapuun maantiekeskikuljetusmatka oli vuonna 2012 109 kilometriä ja rautatiekuljetusketjun keskikuljetusmatka 325 kilometriä, josta noin 45 kilometriä oli keskimääräinen autokuljetusmatka rautatieasemalle, joten puhtaan rautatiekuljetuksen keskikuljetusmatka oli 280 kilometriä. Autokuljetuksen keskimääräinen yksikkökustannus raakapuulle oli

vuonna 2012 8,11 €/m<sup>3</sup> (vuonna 2010 7,02 €/m<sup>3</sup>). Rautatiekuljetusketjun keskimääräinen yksikkökustannus oli 11,71 €/m<sup>3</sup> (vuonna 2010 10,42 €/m<sup>3</sup>), mutta rautatiekuljetuksen kustannusosuus oli keskimäärin 6,62 €/m<sup>3</sup> (vuonna 2010 6,38 €/m<sup>3</sup>). Kuljetusmatkat lyhenivät vuodesta 2010 vuoteen 2012 muutamilla kilometreillä. Kuljetuskustannukset raakapuun kuljetuksessa ovat kuitenkin nousseet. (Kariniemi 2011, hakupäivä 6.11.2013; Sandström 2013b, hakupäivä 6.11.2013.)



Kuvio 7. Pienpuun kaukokuljetuskustannus olomuodosta riippuen (Laitila 2012, hakupäivä 7.11.2013)



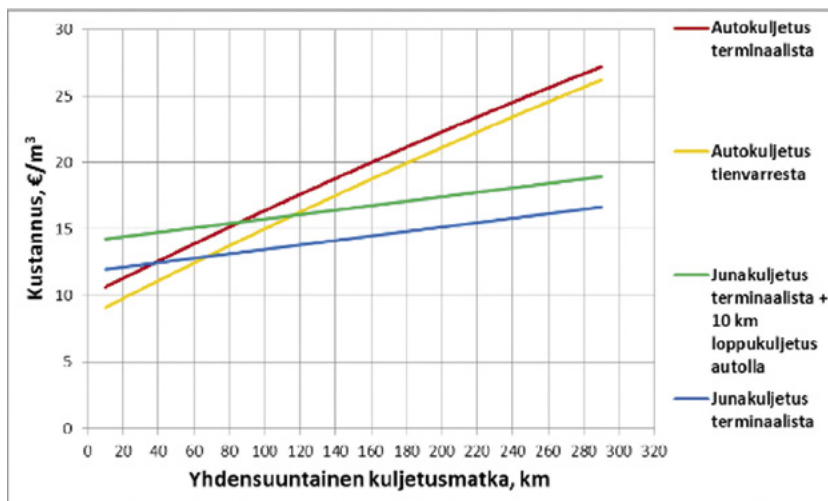
Kuvio 8. Kokopuu- ja rankahakkeen kustannusrakenne eri korjuumenetelillä ja haketustavoilla (Laitila & Väättäin 2011, s. 119)

Laitilan ja Väättäisen (2011, hakupäivä 16.9.2013) tutkimuksesta tutkittiin myös kokopuu- ja rankahakkeen kustannusrakennetta (kuvio 8) eri korjuumenetelmillä ja haketustavoilla. Hakkuupoistuman rinnankorkeusmitta oli kahdeksan senttimetriä ja metsäkuljetusmatka 300 metriä ja kaukokuljetusmatka käyttöpaikkaan oli 50 kilometriä, josta terminaaliin oli matkaa 15 kilometriä. Rangan ja kokopuun kaukokuljetuskustannus terminaaliin oli 4,90 €/m<sup>3</sup> ja 8,20 €/m<sup>3</sup> ja kokopuupaalien 5,20 €/m<sup>3</sup>. Välivarastolla haketetun kokopuun kaukokuljetuskustannus käyttöpaikalle oli 6,40 €/m<sup>3</sup> ja rangan 6,10 €/m<sup>3</sup>.

#### 4.4.4 Kuljetusmatka ja volyymi

Kuljetusmatkalla ja volyymillä on tunnetusti suuri vaikutus hankintaketjun kustannuksiin; mitä pidempi kuljetusmatka, sitä suurempi polttoaineen kulutus ja kaluston huoltotarve. Rautatiekuljetukset reagoivat kuljetusmatkan pidentymiseen heikemmin kuin maantiekuljetukset. Rautateillä kuljetettavat suuremmat volyymit eivät aiheuta pitkässä kuljetusmatkassa lisäkustannuksia niin voimakkaasti kuin maantiekuljetuksessa olevat pienemmät volyymit. (Hakonen 2012, 23.) Suuremmat volyymit vaikuttavat autokuljetuskustannuksien nousuun kuljetusmatkan pidentessä ja toisaalta siihen, että junakuljetukset eivät reagoi niin voimakkaasti matkan pidentymiseen (kuvio 9). Kuviossa 9 volyyminä on käytetty 15000 m<sup>3</sup>/kk energiapuuta ja alkukuljetusmatkana 10 kilometriä.

Junakuljetus terminaalista tulee kuvion 9 mukaan kannattavaksi autokuljetuksiin verrattuna viimeistään noin 70 kilometrin jälkeen. Autokuljetus terminaalista ei pysty kilpailemaan oikein millään lailla junakuljetusta terminaalista vastaan. Autokuljetus tienvarresta on yhtä kannattavaa verrattuna junakuljetukseen terminaalista,



Kuvio 9. Kuljetusmatkan vaikutus kustannuksiin auto- ja junakuljetuksissa (Hakonen 2013, 47).

jossa on 10 kilometrin loppukuljetus noin 120 kilometriin saakka. Sen jälkeen yksikkökustannukset nousevat paljon suuremmaksi kuin junakuljetuksen.

Hakonen (2013, 37) on ottanut tutkimuksessaan huomioon molempien kuljetusmuotojen kuljetuskustannuselementit eli kuljetustyökustannukset, kuljetuskaluston kustannukset, kuljetusorganisaation kustannukset, tavarankäsittelykustannukset ja väyläkustannukset. Esimerkiksi kuljetustyökustannuksissa Hakonen (2013, 37) on palkkalukuarvoiksi antanut ranka- ja hakeautonkuljettajalle 14 €/h ja veturinkuljettajalle 20 €/h. Välillisiksi palkkakustannuksiksi hän on arvioinut + 68 prosenttia palkka-kustannuksista. Kuljetuskaluston kustannuksissa ranka-auton kuvio 6 ja hakeauton hankintahinnat ovat 330 000 € ja 300 000 €. Hakeauton hankintahinta on 150 000 €. Tutkija on käyttänyt simulointia tutkimusmenetelmänä.

#### 4.4.5 Kustannustehokkuuden parantaminen

Kuljetuskustannuksiin vaikuttaa suuresti volyymi. On tärkeää saada kuormatilat ja kuormatilavuus hyödynnettyä mahdollisimman hyvin. Energiapuun olomuoto ratkaisee suuresti kuljetettavan määrän.

Rannan ja Roudan (2012, 187) mukaan rautatiekuljetuksia ei saada taloudellisesti kannattavaksi eikä kustannustehokkuutta saavuteta, koska junavaunujen kantavuutta (noin 60 tonnia) ei saada hyödynnettyä kunnolla. Kuljetettaessa hakkuutähdepuuleja/risutukkeja ja kantoja kuormat ovat 20–30 tonnia/vaunu. Suomessa toimintaa rajoittavia tekijöitä ovat terminaalialueiden puute, rajattu loppuasiakkaiden määrä, kilpailun puute rautatiemarkkinoilla ja vaunukaluston saatavuus. Vaihtokorivaunut ja niiden kontit ovat suhteellisen uusia menetelmiä rautatiekuljetuksissa. Konttilogistiikka kuitenkin mahdollistaa yhdistetyt kuljetusmuodot, eli konttia voidaan siirtää kuljetusvälineestä toiseen. Näin voidaan yhdistää rautatie- ja maantiekuljetukset.

Yli 150–200 kilometrin auton ja junan energiapuun yhdistelmäkuljetus, jossa autolla kuljetetaan 30 kilometriä, on kannattavampaa 150 kilometrin jälkeen kuin pelkkä autokuljetus. Tässä käytetään tienvarsihaketushankintaketjua. Autokuljetuksen kustannus kuorman koon suhteen on noin 16 €/m<sup>3</sup> 180 kilometrin kohdalla, kun taas yhdistelmäkuljetuksen kustannus on noin 14,50 €/m<sup>3</sup>. Mitä pidempi alkukuljetusmatka on, sitä pidemmän matkaa autokuljetus on yhdistelmäkuljetusta kannattavampaa. (Lähdevaara ym. 2010, 75–76.)

Rautatiekuljetusten kilpailukykyä voidaan parantaa myös kehittämällä ratojen ja ratapihojen teknisiä ominaisuuksia. Ratapihatoiminnoissa voidaan saada säästöjä hyödyntämällä radio-ohjattavia vetureita ja kaksitieajoneuvoja, jotka pystyvät kulkemaan raiteilla tai kumipyöriensä avulla raiteettomasti. Akselipainojen korotukset, ratojen sähköistämällä, sekä junapituuksien ja liikennepaikkojen raidepituuksien kasvattaminen ovat keskeisiä keinoja, joilla saadaan kuljetuskustannuksia pienennettyä. (Iikkanen & Mukula 2010, 38.)

Tiivistämällä irtohakkuutähteitä saadaan kuljetuskustannuksia alemmas maantiekuljetuksissa. Tiivistäminen vaikuttaa hakkeen tai irtohakkuutähteen irtotiheyteen – mitä voimakkaammin ne iskeytyvät kuormaan, sitä tiheämpään ne asettuvat.

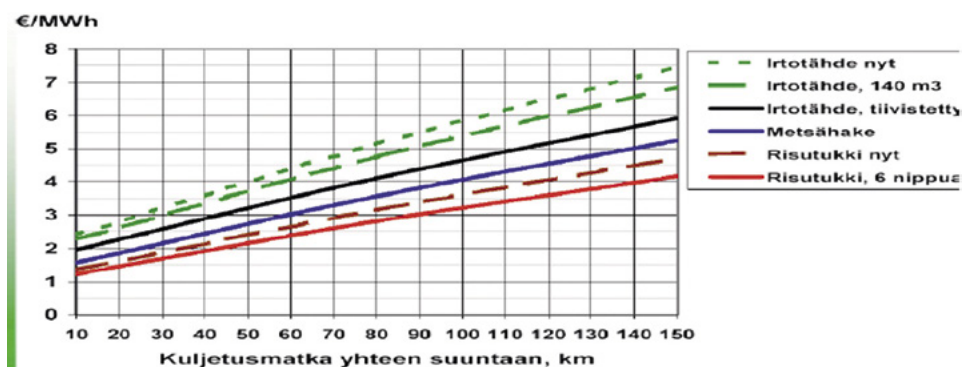
Näin saadaan kuorman irtotiheyttä kasvatettua. Haketta voidaan tiivistää puhaltimen ja nosturin avulla. (Lähdevaara ym. 2010, 40.)

Irtotähdettä eli hakkuutähdettä tiivistetään pääasiassa nosturilla painamalla sitä kuormatilaa vasten. Paalaus on irtotähteen tiivistämiseen hyvä ratkaisu, varsinkin kun ne ovat oksia. Oksat saadaan kuormattua paalaamisen avulla tiiviiksi, mutta kuten mainittu, paalauksen tai risutukin teko vaatii kalustoinvestointeja ja se on aikaa vievää. Paalaimella voidaan käsitellä tietty määrä risua aikayksikköä kohti. (Kiema, Pasanen & Parviainen 2005, 26.)

Risutukkien paalaus tapahtuu puristamalla irtohakkuutähteet paalaimella pyöreäksi tukinomaiseksi paaliksi. Niitä voidaan käsitellä normaaleilla puutavarakuormaimilla. Paalustapahtuma on edullisin silloin, kun hakkuutähte on tuoretta ja sen seassa on myös ohutta pienpuuta oksien lisäksi. Risutukki painaa keskimäärin 500 kg, ja sen sitomiseen käytetään 50–60 metriä narua. Paalaamisella saadaan parannettua hyötykuormaa ja pienennettyä tilantarvetta. (Kiema ym. 2005, 26.)

Kuten kuviosta 10 voidaan havaita, risutukit ovat tässäkin halvin kuljetusolomuoto irtonaiselle energiapuulle. Kuvion ”irtotähte nyt” on kuormatilavuodeltaan 124 m<sup>3</sup> (Kiema ym. 2005, 29). Kun kuormatila on 140 m<sup>3</sup>, irtohakkuutähteen kuljettaminen 100 kilometrin matkalla on noin 0,50 €/ MWh kannattavampaa kuin 124 m<sup>3</sup> tilavuudeltaan olevalla kuormatilalla. Metsähakkeena kuljettaminen on irtotähteitä kannattavampaa. Tiivistetyssä irtohakkuutähtekuljetuksessa kuormatilan koko on myös 124 m<sup>3</sup>. Tiivistetyn irtohakkuutähteen kuljettaminen on noin 1,30 € / MWh kannattavampaa kuin ilman tiivistystä 100 kilometrin matkalla, ja kannattavuus paranee matkan lisääntyessä verrattuna tiivistämättömään. (Kiema ym. 2005, 29.)

Raakapuun kuljetuksessa kuljetussuorite vuodessa seitsemänaksellisella 60 tonnin kokonaispainon ajoneuvoyhdistelmällä on keskimäärin 35 100 m<sup>3</sup>. Tavarakuljetusyksiköiden painorajoituksen nosto vaikuttaa huomattavasti kuljetussuoritteeseen sekä suhteelliseen yksikkökustannukseen. Kun seitsemänakselinen ajoneuvoyhdistelmä muutokatsastetaan 64 tonniin, niin suorite nousee 38 100 m<sup>3</sup> vuodessa. Kahdeksa-

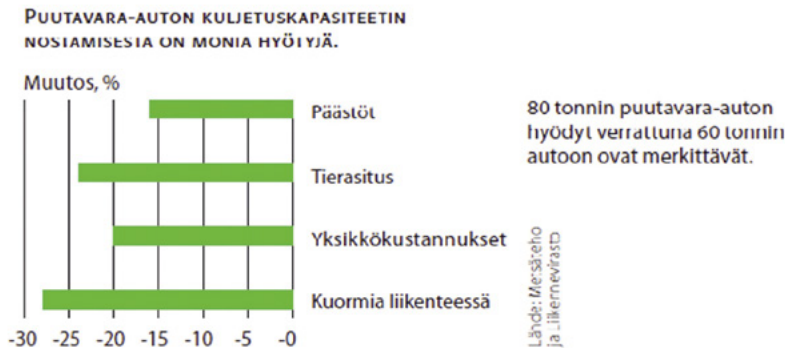


Kuvio 10. Tiivistämisen vaikutus kuljetuskustannuksiin (Kiema ym. 2005, 29)

naksellisilla yhdistelmillä päästään jo 40200–41200 m<sup>3</sup>/vuosi oleviin suoritteisiin. Yhdeksänaksellisilla 74 tonnin tai 76 tonnin yhdistelmällä suoritteiksi saadaan 43300 m<sup>3</sup>/vuosi ja 44400 m<sup>3</sup>/vuosi. Kun 60 tonnin kokonaispainon omaavan yhdistelmän suhteellinen yksikkökustannus on 1,00, niin yhdeksänakselisen 76 tonnin yhdistelmän suhteellinen yksikkökustannus on 0,83. Kokonaispainon nostaminen nostaa suoritetta ja kuorman kokoa sekä alentaa suhteellista yksikkökustannusta. (Korpilahti & Koskinen 2012, hakupäivä 7.11.2013.)

Raakapuun kuormakoot kasvavat kokonaismassan noston kautta. Kokonaismassaltaan 60 tonnin ajoneuvoyhdistelmän kuormakoko on noin 46 m<sup>3</sup> ja 64 tonnin yhdistelmän kuormakoko on raakapuun kuljetuksessa 50,5 m<sup>3</sup>. Kahdeksanaksellisilla 68 tonnin ja 70 tonnin yhdistelmillä kuormakoot ovat 54 m<sup>3</sup> ja 55,5 m<sup>3</sup>. Yhdeksänaksellisilla ja 74–76 tonnin yhdistelmillä kuormakooksi saadaan jo noin 60 m<sup>3</sup>. Hyötykuorman lisäys 76 tonnin kalustolla 60 tonnin kalustoon on noin kolmannes. Tämä tarkoittaa sitä, että kaksi autoa voi hoitaa saman kuormamäärän, joka ennen uusia painorajoituksia tehtiin kolmella autolla. (Korpilahti & Koskinen 2012, hakupäivä 7.11.2013.)

Puutavara-autojen kuljetuskapasiteetin nosto tuo monia hyötyjä, kuviosta 11 nähdään niistä merkittävimmät. Uudet kuormakoot parantavat ensisijaisesti kuljetusten kustannus- ja energiatehokkuutta, mutta toisaalta niiden avulla parannetaan liikenneturvallisuutta, vähennetään päästöjä, tehostetaan kaluston ja työvoiman käyttöä sekä pienennetään tierasitusta. Ilman painorajojen nostoakin autojen tehokkuutta voidaan parantaa myös autojen ilmanpaineiden säätöjärjestelmällä, joka parantaa kuljetusedellytyksiä huonokuntoisilla teillä, pienentää tierasitusta ja vähentää polttoaineen kulutusta. Terminaalien sijoittaminen tienvarteen energiapuun välivarastointia varten lyhentää kuljetusmatkaa ja tehostaa kaluston käyttöä. Yksikkökustannuksissa voidaan saavuttaa 20 prosentin säästöt. (Kohti tehokkaampaa puuhuoltoa 2012, hakupäivä 16.9.2013.)



Kuvio 11. Puutavara-auton kuljetuskapasiteetin noston hyötyjä (Kohti tehokkaampaa puuhuoltoa 2012, 9)



## 4.5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Raskaan maantiekuljetuskaluston massoille ja mitoille tuli uusi asetus 1.10.2013. Asetuksessa kaluston painorajoituksia nostettiin ja korkeusmittaa korotettiin 20 senttiä. Tämä on vaikuttanut kuljetusalaan suuresti, sillä kuljetuskapasiteettia on saatu nostettua. Kuljetusyrittäjät ovat kuitenkin joutuneet miettimään, mikä on heille optimaalisin ratkaisu ja painoraja, sillä ratkaisut vaativat katsastuksia ja kalustoinvestointeja.

Kun mietitään ja valitaan energiapuun kuljetuskalustoa ja kuljetusvälinettä, pitää ottaa huomioon, millaista hankintaketjua käytetään. Kaikilla hankintaketjuilla sama kalusto ei toimi tehokkaasti ja tiettyä kuljetusmuotoa ei välttämättä voida edes käyttää. Hankintaketju täytyy valita sellaiseksi, jolla kalustoa pystytään hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti ja kannattavasti. Ratkaisu vaikuttaa huomattavasti kuljetuskustannuksiin. Toimijan täytyy osata arvioida tietylle energiapuun olomuodolle sopiva ja kannattava kuljetusmatka. Aiemmillä painorajoituksilla ongelmana energiapuun kuljetuksissa oli, ettei auton painorajoituksia saatu hyödynnettyä kunnolla kevyen energiapuun kuljetuksessa, ja se vaikutti ja vaikuttaa kannattavuuteen huomattavasti. Uudet painorajoitukset ja kalustomitat helpottavat tätä.

Uusilla toteutuneilla ja suunnitteella olevilla kalustoon liittyvillä muutoksilla oletetaan raskaampien ja pidempien ajoneuvojen avulla saavutettavan kuljetusyksikköä kohden pienempi polttoaineen kulutus ja hiilidioksidipäästöt, alemmat kuljetuskustannukset sekä pienempi puutavara-autojen tarve lisäämättä onnettomuuksia ja teiden kulumista. Lapissa on haettu kokeilulupaa 100 tonnin ajoneuvoille kahdelle reitille. Ongelmaksi saattaa kuitenkin osoittautua teiden kunto ja siltojen painorajoitukset, jotka mahdollisesti pidentävät kuljetusmatkaa ja näin kumoavat suuremmista painoista saavutettavat edut. Toisaalta suuremmat maantiekuljetusyksiköt sopivat pitkille reiteille suurten puutavaraterminaalien ja käyttöpaikkojen välille siellä, missä rautatiekuljetusta ei ole saatavilla tai järkevää.

Energiapuumuoto tai -laji vaikuttaa kuljetuskustannuksiin – tietty tyyppi ei välttämättä sovi pitkien matkojen kuljetuksiin pienen hyötykuorman vuoksi. Kannot ovat juuri kannattamattomin energiapuulaji pitkille matkoille. Jos niiden hankintaketjussa käytetään käyttöpaikkahaketusta, niin käyttöpaikan on sijaittava erittäin lähellä kantojen hankintakohdetta. Mitä tiiviimmin energiapuun saa kuljetettua, sitä kannattavampaa se on. Esimerkiksi pienpuurangan ja kokopuun kuljetuskustannukset poikkeavat suuresti toisistaan, sillä ranka menee pienempään tilaan ja sitä kautta hyötykuorma saadaan suuremmaksi verrattuna kokopuuhun.

Kuljetuskannattavuuden kannalta tiivistäminen on tärkeää varsinkin pitkillä matkoilla. Tiivistäminen kasvattaa irtotiheyttä ( $\text{kg}/\text{i-m}^3$ ). Matkan kasvaessa tiivistäminen näkyy kuljetuskustannuksissa; ne ovat pienemmät kuin tiivistämättömän. Hakkeen tiivistämisessä käytetään pääasiassa kuormaimen kauhalla tiivistämistä, mutta uusia menetelmiä, kuten puhallinta, käytetään ja on kehitteillä. Irtohakkuutähteiden risutukeiksi paalaus on kuljetuksien kannalta erittäin järkevä vaihtoehto. Irtohakkuutähte on huomattavasti kannattavampaa kuljettaa paalattuna kuin irtonaisena, ja

risutukkien kuljettamisessa voidaan käyttää perinteisen rankapuun kuljettamisessa käytettävää puutavara-autoa.

Energiapuun ja varsinkin hakkeen kosteus vaikuttaa kuljettaviin määriin ja niiden energia-arvoihin. Kun hake on kuivaa, painorajat eivät tule niin nopeasti vastaan ja samalla kuorman koko on suurempi tilavuudeltaan. Hakkeen kosteusprosentti vaikuttaa tuotteen arvoon, ja ostajat maksavat usein energia-arvon mukaan. Mitä isompi lämpöarvo kuljetettavalla tuotteella on, sitä arvokkaampi rahassa se myös on.

Pitkillä matkoilla maantiekuljetukset eivät pysty kilpailemaan rautatiekuljetusten kanssa, varsinkaan silloin, kun puhutaan suurista kuljetettavista volyymeistä energiapuulajista riippumatta. Matkan kasvaessa maantiekuljetuksissa kustannukset kasvavat voimakkaammin kuin rautatiekuljetuksissa. Terminaalihankintaketjussa, jossa kuljetus terminaalista loppukohteeseen on erittäin pitkä, tämä tulee selvästi ilmi.

Tämänkin tutkimuksen aineistosta on todistettu, että pitkillä kuljetusmatkoilla rautatiekuljetus on energiataloudellisempi, liikenneturvallisempi ja ympäristöystävällisempi verrattuna maantiekuljetuksiin. Painorajan nostaminen 100 tonniin säilyttää edelleen edellä mainitut rautatiekuljetusten hyvät puolet. Uudet terminaalisuunnitelmat parantavat junakuljetusten mahdollisuuksia toimitusvarmuuden ja laadun takaajana ja ympäristökuormitusten pienentäjänä. Kuljetuskustannusten vertailut erilaisten kaukokuljetusmuotojen kesken ovat paikkasidonnaisia, ja siksi tarkasteluissa tulee ottaa huomioon koko hankintaketju ja sen rakenne.

Pitkissä kaukokuljetusmatkoissa näiden kahden kuljetusmuodon yhdistäminen tai integroiminen tulee kuitenkin huomioida. Kun alkukuljetusmatka autolla rautatieterminaaliin on lyhyt, yhdistelmäkuljetukset nousevat kannattaviksi 150 kilometrin matkan jälkeen verrattuna tienvarsihaketukseen perustuvaan maantiekuljetukseen. Yhdistelmäkuljetuksissa konttilogistiikan käyttö on tehokasta. Kontit saadaan purettua autosta junaan nopeasti, ja aikaa ja rahaa säästyy verrattuna siihen, että rautatieterminaalissa irtohake lastattaisiin junan vaunuihin kuormaimella.

Kemi-Tornion alueelle joudutaan hankkimaan energiapuuta kauempaa, jos alueelle tulee uusi, iso energiapuuta käyttävä toimija. Hankinta-alueen kasvun myötä kuljetusmatkat kasvavat ja sitä myöten myös kuljetuskustannukset. Hankinta-alue pysyy kuitenkin sellaisena, että maantiekuljetukset sopisivat parhaiten jo olemassa oleville toimijoille. Hankintaketjua täytyy siis miettiä tarkasti, jotta kuljetuskustannukset saataisiin optimoitua parhaimmalla mahdollisella tavalla.

Tulevaisuudessa vielä isompia ja raskaampia kalustoja saatetaan nähdä teitten päällä Suomessa, varsinkin puutavarakuljetuksissa. Niiden hyötykuormat voivat olla nykyisen maksimipainorajoituksen luokkaa, ja ajoneuvolla voi olla pituutta yli 30 metriä. Se mahdollistaisi yhden noin 4,5 metrin tavaraniipun lisäämisen. Nämä jättäisäiset saattavat olla seuraava kehitysaskel maantiekuljetuksissa energiapuun ja puutavaran kuljettamisessa.

## LÄHTEET

- Anttila, Perttu & Korpilahti, Antti & Väättäinen, Kari 2012. Puutavaran maantiekuljetusten kehittämisyrittämissä Suomessa ja Ruotsissa. *Metsätieteen aikakauslehti* 3/2012. Hakupäivä 15.10.2013. <<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff12/ff123179.pdf>>
- Anttila, Perttu & Nivala, Mikko & Laitila, Juha & Korhonen, Kari T. 2013. Metsähakkeen alueellinen korjuupotentiaali ja käyttö. *Metlan työraportteja* 267. Vantaa: Metsäntutkimuslaitos. Hakupäivä 12.11.2013. <<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2013/mwp267.pdf>>
- Asikainen, Antti & Korhonen, Kari T. & Laitila, Juha & Nuutinen, Yrjö & Sikanen, Lauri 2004. Pienpuuhakkeen tuotannon kustannustekijät ja toimituslogistiikka. *Metlan työraportteja*: 3. Helsinki: Metsäntutkimuslaitos.
- Asikainen, Antti & Nuuja, Jaakko 1999. Palstahaketuksen ja hakkeen kaukokuljetuksen simulointi. *Tutkimusartikkeli*. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/1999, 484.
- Asunmaa, Mikko 2011. Energiapuun autokuljetuskalusto. *Opinnäytetyö*. Rovaniemen ammattikorkeakoulu, Rovaniemi.
- Dieselin keskihinta 2013. Hakupäivä 12.11.2013. <[http://tankkaus.com/fills/average\\_price](http://tankkaus.com/fills/average_price)>
- Energiapuu 2013. Metsäkeskus. Hakupäivä 2.10.2013. <<http://www.metsakeskus.fi/energiapuu>>
- Eri puupolttoaineiden ominaisuuksien vertailu 2013. FINBIO Ry. Hakupäivä 30.10.2013. <<http://www.finbio.fi/default.asp?sivuID=9210>>
- Föhr, Jarno & Karttunen, Kalle & Korpilahti, Antti & Palojärvi, Kari & Ranta, Tapio 2012. Puupolttoaineiden ja polttoturpeen kuljetuskalusto 2010. *Metsätehon tulosalvosarja* 2/2012. Hakupäivä 21.10.2013. <[http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tulosalvosarja/Tulosalvosarja\\_2012\\_02\\_Puupolttoaineiden\\_ja\\_polttoturpeen\\_kuljetuskalusto\\_ak\\_ym.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tulosalvosarja/Tulosalvosarja_2012_02_Puupolttoaineiden_ja_polttoturpeen_kuljetuskalusto_ak_ym.pdf)>
- Hakonen, Tuomas 2012. Rautateissä potentiaalia metsäenergiakuljetuksiin. *Bioenergia-lehti* 5/2012. 23.
- Hakonen, Tuomas 2013. Bioenergiaterminaalien hankintaketjujen kannattavuus eri kuljetusetäisyyksillä ja -volyymeilla. *Pro gradu -tutkielma*. Oulun yliopisto, Oulu. <[http://www.tem.fi/index.phtml?93150\\_m=93158&s=2999](http://www.tem.fi/index.phtml?93150_m=93158&s=2999)>
- Hetemäki, Lauri & Niinistö, Sini & Seppälä, Risto & Uusivuori, Jussi (toim.) 2011. *Murroksen jälkeen. Metsienkäytön tulevaisuus Suomessa*. 40.
- Hokkanen, Simo & Inkinen, Markku & Käenmäki, Jouko 2011. *Tavaraliikenneyrittäjä*. 35. painos. Jyväskylä: Kopijyvä Oy.
- Ihalainen, Tanja & Niskanen, Antti 2010. Kustannustekijöiden vaikutukset bioenergian tuotannon arvoketjussa. *Metlan työraportteja* 166. Vantaa: Metsäntutkimuslaitos. Hakupäivä 12.11.2013 <<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2010/mwp166.pdf>>
- Iikkanen, Pekka & Mukula, Mika 2010. Rataverkon tavaraliikenne-ennuste 2030. *Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä* 37/2010, Helsinki. Hakupäivä 30.10.2013.

<[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts\\_2010-37\\_rataverkon\\_tavaraliikenne-ennuste\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2010-37_rataverkon_tavaraliikenne-ennuste_web.pdf)>

- Kananen, Jorma 2008. KVALI. Kvalitatiivisen tutkimuksen teoria ja käytänteet. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja -sarja. Jyväskylän yliopistopaino.
- Kananen, Jorma 2010. Opinnäytetyön kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja -sarja. Tampereen yliopistopaino.
- Kariniemi, Arto 2011. Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2010. Metsätehon tulosalvosarja 10a/2011. 18.7.2011. Hakupäivä 6.11.2013. <[http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tulosalvosarja/Tulosalvosarja\\_2011\\_10a\\_Puunkorjuu\\_ja\\_kaukokuljetus\\_vuonna\\_2010\\_aka.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tulosalvosarja/Tulosalvosarja_2011_10a_Puunkorjuu_ja_kaukokuljetus_vuonna_2010_aka.pdf)>
- Kiema, M & Pasanen, K & Parviainen, J 2005. Bioenergian logistiikka. Loppuraportti. iEnvironment2-BIOLOG. Kuopion yliopisto, Ympäristötieteiden laitos, ympäristöinformatiikka.
- Klemetti, Eero 2012. Leimikosta loppukäyttäjälle - energiapuun toimitusketjun kehittäminen. PUULOG bioenergian hankintalogistiikka Pohjois-Suomessa. Taloustieteiden tiedekunta. Oulun yliopisto.
- Kohti tehokkaampaa puuhoitoa 2012. Metsäteollisuus Ry & Metsäteho Oy. Puutavaralogistiikka 2020- kehittämissuunnitelma ja T&K- ohjelma. Hakupäivä 15.10.2013. <<http://www.metsateollisuus.fi/mediabank/462.pdf>>
- Korpilahti, Antti 2012. Puupolttoaineiden ja polttoturpeen kuljetuskalusto 2010 sekä hakeautojen kustannuslaskuri. Metsätehon tiedote 2/2012. Hakupäivä 21.10.2013. <<http://www.metsateho.fi/tiedotteet/tiedote?id=27312846&year=2012%20%3Cbr%3E>>
- Korpilahti, Antti & Koskinen, Olavi H. 2012. Puutavaran autokuljetus tehokkaammaksi. Metsätehon tulosalvosarja 1/2012. Hakupäivä 7.11.2013. <[http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tulosalvosarja/Tulosalvosarja\\_2012\\_01\\_Puutavaran\\_autokuljetus\\_tehokkaammaksi\\_ak.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tulosalvosarja/Tulosalvosarja_2012_01_Puutavaran_autokuljetus_tehokkaammaksi_ak.pdf)>
- Korpilahti, Antti & Kärhä, Kalle & Peltola, Janne & Pennanen, Olavi & Kaarlo, Rieppo & Väkevä, Jouni 2004. Puutavara-autojen rakenne ja omamassat 2003. Metsätehon tulosalvosarja 4/2008. Hakupäivä 22.10.2013. <[http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tulosalvosarja/Tulosalvosarja\\_2004\\_08.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tulosalvosarja/Tulosalvosarja_2004_08.pdf)>
- Laakso, Markus 2012. Terawatti: Metsäenergiaa. Kotimaiset Energiat 6.11.2012. Hakupäivä 21.10.2013. <[http://biosaimaa.fi/wp-content/uploads/2012/11/Terawatti\\_metsaenergiaa\\_MarkusLaakso\\_KotimaisetEnergiatOy.pdf](http://biosaimaa.fi/wp-content/uploads/2012/11/Terawatti_metsaenergiaa_MarkusLaakso_KotimaisetEnergiatOy.pdf)>
- Laitila, Juha 2012. Kokopuuta, rankaa, latvusmassaa & kantoja – teknologisia ratkaisuja energiapuun hankintaan. Bioenergiaa metsistä – tutkimusohjelman loppuseminaari. Metsäntutkimuslaitos, Itä-Suomen alueyksikkö, Joensuun toimipaikka. 19.4.2012 Helsinki. Hakupäivä 7.11.2013. <[http://www.metla.fi/tapahtumat/2012/bio-loppuseminaari/pdf/BIO\\_19-4-2012\\_08-Laitila.pdf](http://www.metla.fi/tapahtumat/2012/bio-loppuseminaari/pdf/BIO_19-4-2012_08-Laitila.pdf)>
- Laitila, Juha & Leinonen, Arvo & Flyktman, Martti & Virkkunen, Matti & Asikainen, Antti 2010. Metsähakkeen hankinta- ja toimituslogistiikan haasteet ja kehittämistarpeet. VTT tiedotteita. Espoo: VTT.

- Laitila, Juha & Väätäinen, Kari 2011. Kokopuun ja rangan autokuljetus ja haketustuotavuus. Metsätieteen aikakauskirja 2/2011. Hakupäivä 16.9.2013. <<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff11/ff112107.pdf>>
- Luotola, Janne 2013. Jättirekat pääsevät liikenteeseen tänään. Tekniikka & Talous 1.10.2013. Hakupäivä 17.10.2013. <<http://www.tekniikkatalous.fi/Liikenne/jattirekat+paasevat+liikenteeseen+tanaan/a934815>>
- Lähdevaara, Hannu & Paananen, Markku & Savolainen, Varpu & Vanhala, Antti 2010. Mailta ja mannuilta, soilta ja saloilta. Selvitys Keski-Suomen biomassankuljetusten logistiikasta. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja 107, Jyväskylä. Metsäkonealan työehtosopimus 2011. Finlex. Hakupäivä 12.11.2013. <<http://www.finlex.fi/data/tes/stes3722-MU23Metskonuusvers1103.pdf>>
- Metsätilastollinen vuosikirja 2012. Hakupäivä 30.9.2013. <[http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2012/vsk12\\_09.pdf](http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2012/vsk12_09.pdf)>
- Mitat ja massat muutostarkastuksessa 2013. Trafi. Hakupäivä 17.10.2013. <[http://www.trafi.fi/tieliikenne/katsastukset/mitat\\_ja\\_massat\\_muutostarkastuksessa](http://www.trafi.fi/tieliikenne/katsastukset/mitat_ja_massat_muutostarkastuksessa)>
- Myllylä, Ismo 2012. Biodieselhanke etenee. Vapoviesti – Vapo-konsernin asiakaslehti 1/2012. Hakupäivä 20.11.2013. <<http://www.vapoviesti.fi/index.php?id=1186&articleId=405>>
- Oksanen, Reijo 2003. Kuljetusten toimintolaskennan sovellukset ja toteutus. Tutkimusraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 17/2003. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö.
- Peckarinen Mauri 2010. Kohti vähäpäästöistä Suomea, uusiutuvan energian velvoitepaketti. 20.4.2010. Hakupäivä 11.12.2013. <[http://www.tem.fi/files/26643/UE\\_lo\\_velvoitepaketti\\_Kesaranta\\_200410.pdf](http://www.tem.fi/files/26643/UE_lo_velvoitepaketti_Kesaranta_200410.pdf)>
- Peurasaari, Jani, lämpöosaston päällikkö, Kemin Energia Oy. Haastattelu 22.10.2013.
- Pohjanen, Raimo, toimitusjohtaja, Pohjaset Oy. Haastattelu 28.10.2013.
- Pundoor, Guruprasad & Herrmann, Jeffrey W. 2004. A hierarchical approach to supply chain simulation modeling using the Supply Chain Operations Reference model. Inderscience Enterprises Ltd. Hakupäivä 5.11.2013 <[http://www.isr.umd.edu/Labs/CIM/SC\\_Simulation/IJSPM.pdf](http://www.isr.umd.edu/Labs/CIM/SC_Simulation/IJSPM.pdf)>
- Puuenergia 2012. Motiva Hakupäivä 20.9.2013 <[http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/bioenergia/puuenergia](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/puuenergia)>
- PUULOG-hankesuunnitelma 2011. Taloustieteiden tiedekunta. Oulun yliopisto, 17.10.2011.
- Puusniekka, Anna & Saaranen-Kauppinen, Anita 2013. KvaliMOTV – menetelmäopetuksen tietovaranto. Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Hakupäivä 24.10.2013. <[http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L6\\_3\\_3.html](http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_3.html)>
- Ranta, Tapio & Routa, Johanna 2012. Energiapuun rautatiekuljetuksissa kehittämispotentiaalia – tutkimuksia Suomesta ja Ruotsista. Metsätieteen aikakauskirja 3/2012.
- Sandström, Markus 2013a. Metsähakkeen tuotantoketjut Suomessa vuonna 2012. Metsätehon tulosalvosarja 4/2013. Hakupäivä 27.10.2013. <<http://www.metsateho>

fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja\_2013\_04\_Metsahakkeen\_tuotantoketjut\_2012\_ms.pdf>

Sandström, Markus 2013b. Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2012. Metsätehon tuloskalvosarja 3a/2013. Hakupäivä 6.11.2013. <[http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja\\_2013\\_03a\\_Puunkorjuu\\_ja\\_kaukokuljetus\\_vuonna\\_2012\\_ms.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja_2013_03a_Puunkorjuu_ja_kaukokuljetus_vuonna_2012_ms.pdf)>

Torvelainen Jukka 2011. Puunkorjuu ja kuljetus. Metsätilastollinen vuosikirja 2010. Vantaa: Metsäntutkimuslaitos.

Väkevä, Jouni & Pennanen, Olavi & Örn, Jouko 2004. Puutavara-autojen polttoaineenkulutus. Metsätehon raportti 166. Helsinki: Metsäteho Oy. Hakupäivä 12.11.2013. <[http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti\\_166.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_166.pdf)>

## 5 Bioenergiaterminaali Kemiin

### 5.1 JOHDANTO

Biopolttoaineiden käyttöä joudutaan lisäämään Suomessa, koska fossiilisten polttoaineiden käyttöä pyritään vähentämään poliittisen ohjauksen ja ympäristönsuojelun sekä nousevien tuontikustannusten takia. Pohjois-Suomen biopolttoaineiden tuotantoketjulta vaaditaan lisää tehokkuutta, sillä biopolttoainetta on paljon verrattuna bioenergian tuottajiin. Tehokkuuden lisäämisellä pyritään vastaamaan kasvavan kysynnän ja alueen pitkien kuljetusetäisyyksien muodostamiin ongelmatilanteisiin.

Tässä tutkimuksessa käsitellään bioenergian hankintalogistiikan osalta bioterminaalia ja sen liiketoimintamalleja sekä ansaintalogiikkaa. Tutkimustehtävällä pyritään vastaamaan PUULOG-hankkeen ongelmakysymyksiin Pohjois-Suomen bioenergian hankintalogistiikassa. Tutkimuksessa etsitään vastauksia siihen, tarvitaanko bioterminaalia Kemin alueen energiapuun loppukäyttäjien hankintalogistiikassa. Lisäksi kartoitetaan bioterminaalin ansaintalogiikkaa ja bioterminaalin tuomaa vaikutusta energiapuun hankintalogistiikkaan.

Tutkimus on osa Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun panosta PUULOG-hankkeessa. Hankkeen yhteistyöyritykset Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun osalta ovat Kemin Energia Oy, Keminmaan Energia Oy, Tornion Voima Oy, Pohjaset Oy ja Metsä-Kantola Oy. Ilmastopolitiikkauudistusten voimaan astumisen johdosta tutkimus on erittäin ajankohtainen, sillä sen avulla yritetään löytää ratkaisuja, joiden avulla on mahdollisuus päästä energiapolitiittisten uudistusten mukaisiin tavoitteisiin.

Tutkimus toteutetaan laadullisena tapaustutkimuksena, jossa on yksi tapaus, jota käsitellään ja analysoidaan. Tapausta tutkitaan tutustumalla ja vieraillemalla olemassa olevissa terminaaleissa Suomessa sekä Ruotsissa. Saadaksemme asiantuntevaa tietoa asiasta ja puuhakkeen hankintalogistiikan tilanteesta haastatellaan tutkimuksen kannalta tärkeitä henkilöitä yhteistyöyrityksissä sekä Kemin kaupungin toimihenkilöitä. Aineistoa kerätään lisäksi käyttämällä hyväksi aiemmin tehtyjä tutkimuksia ja kirjallisuutta.

#### 5.1.1 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus

Tutkimuksen päätavoitteena on selvittää edellytyksiä, joita bioenergiaterminaali tarvitsee alueen toimijoilta ja infrastruktuurilta, jotta bioterminaali on kannattavaa to-

teuttaa Kemin seudulla. Bioterminalilla on tarkoitus edistää energiapuun hankintalogistiikkaa. Lisäksi tavoitteena on löytää terminalille mahdollinen toimiva sijainti. Tälle terminalille kartoitetaan liiketoimintamalleja, joiden toimintamahdollisuudet kattavat Kemi-Tornion sekä mahdollisesti laajemmankin alueen toimijoiden energiapuun hankintalogistiset tarpeet. Liiketoimintamallin kartoittamisen yhteydessä tutkitaan terminalin ansaintalogiikkaa ja pyritään löytämään terminalille toimintoja, jotka muodostavat tai mahdollisesti nostavat terminalin kannattavuutta.

Tutkimuskysymyksiin etsitään vastauksia haastattelemalla sekä Ajokseen suunnitellun biodieselaitoksen suunnitteluun osallistuneita tahoja että alueen toimijoita, jotka käyttävät suuria määriä bioenergiaa. Tutkimukseen haetaan tietoa haastattelemalla Kemin alueen kehittämiseen ja suunnitteluun osallistuneita henkilöitä, jotta saadaan tarkkaa tietoa, mihin terminali voitaisiin rakentaa ja onko jo olemassa olevia suunnitelmia terminalin rakentamiselle. Haastattelujen lisäksi tietolähteinä käytetään olemassa olevia tutkimuksia ja kirjallisuutta. Haastattelut keskitetään projektin yhteistyöyrityksille ja Kemin kaupungille, koska yhteistyöyritykset ovat niitä toimijoita, jotka voisivat luoda liiketoimintaansa bioterminalin tarjoaman palvelun yhteyteen. Kemin kaupunki on taho, joka luo terminalille rakentamisen edellytykset. Bioterminalin sijaintialueeksi valitsimme Kemin, koska ajatus oli, että Kemin Ajokseen kaavaillun biodieselaitoksen tuoma lisäkysyntä bioenergian raaka-aineiden hankintaan loisi tarpeen Kemissä sijaitsevalle bioterminalille, jolla taattaisiin nykyisten lämpölaitosten ynnä muiden loppukäyttäjien liiketoiminnan jatkuminen.

Tutkimuksessa ei käsitellä bioenergian kuljettamisessa muodostuvia kustannuksia. Käsittelemme kustannuksia ainoastaan bioterminalin kannalta. Kustannukset koostuvat yhdestä tai useammasta aikaisemmin toteutetusta tutkimuksesta, joiden perusteella muodostuneita kustannuksia ja ansaintamenetelmiä kartoitetaan. Luokittelemme terminalin mahdollisia kustannuseriä analysoidaksemme bioterminalin toimintamallia. Kustannukset ja bioterminalilla ansaittavat tulot muodostuvat monesta eri tekijästä.

### 5.1.2 Käsitteet

*Ansaintalogiikka* on malli tai suunnitelma, jolla tehdään palvelusta tai tuotteesta kannattava. Käytännössä sillä tarkoitetaan eri mallinnuksia siitä, miten liiketoiminta tuottaa voittoa ja millä se tuotetaan. Näiden yhteyteen ansaintalogiikalla eritellään hinnoittelu- ja kustannusrakenne sekä eri toimintojen verkostovaikutukset. Ansaintalogiikka on yksityiskohtainen erittely monien eri toimintojen summasta. Se perustuu muutamaaan ydinasiaan, jotka ovat myyntikate, käyttökate ja tuottavuus. Ydinasioiden perusteella voidaan ajatella, että ansaintalogiikalla pyritään vastaamaan kysymyksiin, mistä raha tulee, mihin se menee ja mitä sillä rahalla saadaan sekä miksi tuotteella on kysyntää ja voidaanko tuotetta valmistaa kannattavasti. (Kallio, Pulkkinen & Tiilikka 2002.)

Puuta tai puutavaraa, josta on tehty puuhaketta ja jota käytetään energiantuotantoon, kutsutaan yleisesti termillä *energiapuu*. Metsäteollisuudelle kelpaamatonta ai-



nespuuta käytetään yleensä energiapuuna, joka koostuu muun muassa karsimattomasta kokopuusta, karsituista rangoista, raivauspuusta ja päätehakkuualojen latvusta ja oksamassoista. Lisääntyvässä määrin myös nostetaan hakkuualoilta ja tienrakenustyoimailta kantoja, jotka murskataan aumakuivauksen jälkeen. Metsähake on yleisesti käytetty termi suoraan metsästä energiakäyttöön tulevasta hakkeesta riippumatta haketuspaikasta. Metsähake on koneellisesti hakettua puuta, jota käytetään kiinteistöjen puulämmityslaitteissa, aluelämpölaitoksissa ja kaupunkien sekä teollisuuden lämpö- ja voimalaitoksissa. Hakkeen laatuun vaikuttaa suurimmassa määrin sen kosteus, jonka lisäksi palakoko, tilavuuspaino ja puhtaus ovat tärkeitä laatutekijöitä. (Metsäpolttoaineet 2012, hakupäivä 13.3.2013.)

*Liiketoimintamalli*-käsitteelle on laaja kirjo eri määritelmiä, mutta sille ei ole hyväksytty mitään yleistä yhteistä määritelmää eikä sille välttämättä ole edes sitä yhtä tiettyä oikeaa määritelmää. Tutkimuksia on tehty eri liiketoimintamallien määritelmistä, ja Pulkkinen, Rajahonka, Siuruainen, Tinnilä ja Wendelin (2006, 10) ovat päätyneet yhteen käytännölliseen määritelmään. Tämän määritelmän mukaan liiketoimintamallilla kuvaillaan yrityksen toimitapoja, joilla kuvataan, mikä on yrityksen tarjoama, kenelle sitä tarjotaan ja miten tämä kaikki toiminta toteutetaan. Liiketoimintamalli on kuvaus strategian toteutuksesta, joka sijoitetaan suunnittelu- ja toimeenpanotason väliin. (Pulkkinen ym. 2006, 10.)

*Terminaali*-käsitteellä tutkimuksen yhteydessä tarkoitetaan rakennettua aluetta, jossa bioenergian raaka-aineita käsitellään tai varastoidaan ennen niiden käyttämistä polttoaineena. Terminaalissa tehtäviin keskeisimpiin toimenpiteisiin kuuluu polttoaineen hienontaminen sopivaan palakokoon murskaamalla tai hakettamalla. Nämä raaka-aineen jalostusprosessit voidaan suorittaa siirrettävällä tai kiinteällä kalustolla. Terminaaleissa valvotaan ja edistetään polttoaineen laatua, joka muodostuu polttoaineen kuivuudesta. Polttoaineen kuivuutta voidaan hallita peittämällä, kääntelemällä ja suuntaamalla polttoainekasoja. Käytännössä terminaalissa tapahtuvat tavaran käsittelytoimenpiteet ovat hakettaminen tai murskaus ja suurien polttoainemäärien varastointi. (Karttunen, Föhr & Ranta 2010, 125–129.)

### 5.1.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa käytetään laadullista eli kvalitatiivista tutkimusotetta. Kvalitatiivisen tutkimuksen tarkoituksena on ilmiön kuvaaminen, ymmärtäminen ja mielekkään tulkinnan antaminen. Kvalitatiivisella tutkimuksella pyritään ilmiön syvälliseen ymmärtämiseen. Tutkimusaineistoa kerätään havainnoimalla, haastatteluilla sekä hyödyntämällä aiheeseen liittyviä aikaisempia tutkimuksia ja kirjallisuutta. (Kananen 2008, 24.)

Tutkimus on tapaustutkimus, jossa tutkitaan yhtä tapausta eli bioenergiaterminaalin perustamista Kemiin. Empiirinen aineisto hankitaan käyttämällä tiedonkeruumenetelmänä teemahaastattelua. Tapaustutkimuksessa tutkitaan yhtä tai useampaa tapausta. Tutkittava tapaus voi olla esimerkiksi yritys, yrityksen osasto, yhteisö tai yksilö, jota tarkastellaan reaaliaikaisen ympäristössä. Tutkimuksen tavoitteena on

päästä syvemmälle yhden tapauksen ymmärtämisessä eli selvittää, mitkä ovat ilmiön toimintaprosessit ja toimintalogiikka. (Kananen 2008, 85.)

Saadaksemme selville bioterminaalin rakentamisedellytykset ja mahdolliset toimijat bioterminaalin tarjoamien palveluiden piiriin haastattelimme PUULOG-projektin yhteistyöyritysten ja terminaalin rakentamiselle edellytykset luovan tahon eli Kemin kaupungin vastuuhenkilöitä puolistrukturoiduilla teemahaastatteluilla. Haastattelut muodostuvat eri teemoista, mutta teemoille ei ole asetettu ennalta määrittäjä kysymyksiä tai kysymysjärjestystä. Haastattelujen aikana syvennytään haastattelussa ilmeneviin asioihin tarkentavien kysymysten avulla. (Hirsjärvi & Hurme 2001, 47–48.)

Haastateltavat on valittu sen perusteella, että heidän edustamat tahot täyttävät bioenergiaterminaalin liiketoimintamallin vaatimat eri toimet. Kemin kaupunki on edellytysten luoja, Kemin Energia Oy, Keminmaan Energia Oy ja Tornion Voima Oy ovat tuotteiden loppukäyttäjät ja Pohjaset Oy logistiikkayritys, joka on erikoistunut energiapuun kuljettamiseen ja jalostamiseen. Empiiristä aineistoa kerättiin haastatteleamalla syksyllä 2013 Kemin kaupungin teknistä johtajaa Tapani Onkaloa, Kemin Energia Oy:n lämpöosaston päällikköä Jani Peurasaarta ja Pohjaset Logistics Oy:n toimitusjohtajaa Raimo Pohjasta (ks. liite 1), sekä käyttämällä aiemman Janne Vallan ja Jari Virtalan (2013) tekemän tutkimuksen haastatteluja edellä mainituille hankkeen yhteistyöyrityksille.

Jotta pystytään analysoimaan haastatteluista, aiemmista tutkimuksista ja artikkeleista saatua tietoa, on vierailtu monissa yrityksissä, jotka harjoittavat liiketoimintaa energiapuu- ja bioenergialogistiikan alalla sekä Suomessa että Ruotsissa. Näillä vierailuilla on saatu kattavaa näkemystä erilaisista näkökulmista aiheeseen liittyen.

#### 5.1.4 Aikaisemmat tutkimukset

Tässä luvussa tutustutaan aikaisempiin terminaalityöitä käsitteleviin tutkimuksiin. Ensimmäinen tutkimus, jonka valitsimme, on erikoistutkija Risto Impolan ja tutkimusinsinööri Ismo Tiihosen vuonna 2011 julkaisema Biopolttoaineterminaalit: Ohjeistus terminaalien perustamiselle ja käytölle. Tämä biopolttoaineterminaalin perustamista ja käyttöä käsittelevä kirja on toteutettu ”Toimintamallien kehittäminen uusia kuljetusmuotoja palveleville biopolttoaineterminaleille Keski-Suomessa”-tutkimushankkeessa, jota koordinoimassa on ollut Teknologian tutkimuskeskus VTT.

Impolan ja Tiihosen (2011, hakupäivä 10.5.2013) tutkimusta tukemaan valitsimme Navico Oy:n konsulttityönä vuonna 2011 laatiman Bioterminaalin liiketoimintaselvityksen loppuraportin, jota on käytetty myös edellä mainitun terminaalin perustamista ja käyttöä palvelevan käsikirjan lähteenä. Selvityksen laatimiseen osallistuivat Teemu Perälä projektipäällikkönä sekä Martti Perälä ja Mauri Myllylä asiantuntijoina.

Kolmantena tutkimuksena hyödynnämme Pöyry Management Consulting Oy:n tutkijoiden Petteri Pihlajamäen ja Tuomas Salon tekemää tutkimusta, Kainuun bio-

massaterminaaliverkostohankkeen toteutettavuusselvitys. Työ on laadittu Kainuun Etu Oy:lle, jonka yksi keskeisimmistä tavoitteista on edistää Kainuun seudun puuvarojen tehokasta hyödyntämistä.

#### 5.1.4.1 BIOPOLTTOAINETERMINAALIT: OHJEISTUS TERMINAALIN PERUSTAMISELLE JA KÄYTÖLLE

VTT:n tutkimushankkeessa oli tarkoitus luoda edellytyksiä biopolttoaineterminaalien uusille toimintamalleille tavoitteena parantaa polttoaineiden laatua, lisätä biopolttoaineiden toimitusvarmuutta ja varmistaa laadukkaan kotimaisen biopolttoaineen saatavuus erikokoisille lämpö- ja voimalaitoksille ympäri vuoden. Impolan ja Tiihosen (2011, 10.5.2013) teos ”Biopolttoaineterminaalit: Ohjeistus terminaalien perustamiselle ja käytölle”-käsikirja syntyi tämän tutkimushankkeen yhteydessä.

Terminaalihankkeessa VTT teki tiivistä yhteistyötä KS Laatuenergia Oy:n kanssa, joka on perustanut uuden biopolttoaineterminaalin Pihtiputaalle. Tämä terminaali toimi pilot-kohteena VTT:n terminaalihankkeessa. Impolan ja Tiihosen (2011, hakupäivä 10.5.2013) ohjeistuksessa on käytetty hyödyksi Pihtiputaan pilot-terminaalin sekä muutaman muun suomalaisen biopolttoaineterminaalin perustamisesta ja toiminnasta saatuja kokemuksia. Teoksessa on käsitelty kattavasti biopolttoaineterminaalin tehtäviä sekä toimintoja terminaalityypeittäin.

Impolan ja Tiihosen (2011, hakupäivä 10.5.2013) teoksesta käy ilmi, että hakkeen käyttömäärät ovat kasvaneet voimakkaasti 2000-luvulla. Metsähakkeen käytön kasvaessa nykyisestä etenkin suuremmissa laitoksissa kasvaa myös raaka-aineen hankinta-alue entistä laajemmaksi. Tämä asettaa haasteita raaka-aineen laadunhallinnalle. Tästä syystä terminaalit tulevat olemaan olennainen osa metsäperäisten polttoaineiden hankinta- ja toimitusketjua.

#### 5.1.4.2 BIOTERMINAALIEN LIIKETOIMINTASELVITYS

Perälän ym. (2011, hakupäivä 21.9.2013) tutkimuksen tavoitteena oli antaa asiantuntija-arvioon perustuvat suositukset toimenpiteistä ja lisäselvitystarpeista, joilla luotaisiin Keski-Suomen maaseutualueiden KOKOn alueelle uutta bioterminaaleihin ja niissä tapahtuvaan jalostustoimintaan liittyvää liiketoimintaa. KOKO on kuntien omistama, alueiden omaehtoisen kehittämisen ohjelma. Myös Bioterminaalin liiketoimintaselvityksestä käy ilmi, että EU:n sekä valtakunnan energiapolitiikka kasvat-  
taa bioenergiapolttoaineiden kysyntää voimakkaasti nykyisestä. Lisääntyvän käytön johdosta keskitettyjen ja nykyistä suurempien bioterminaalien perustaminen tulee ajankohtaiseksi. Näillä uusilla bioterminaaleilla on tarkoitus turvata metsäenergian saatavuus, polttoaineiden laadunparannus, toimitusvarmuus ja ympärivuotinen saatavuus myös kelirikkoaikana.

Tutkimuksessa on esitelty liiketoimintamalli bioterminaalille, jota on suunniteltu sovellettavan kahdessa kohteessa, Kolkanlahden ja Leivonmäen bioterminaaleissa. Lisäksi bioterminaalin toteutettavuutta on tutkittu Leivonmäen saha-alueella. Teoksesta käy ilmi, ettei Keski-Suomen alueelle ole laadittu kokonaissuunnitelmaa terminaaliverkostolle vaan terminaalit on suunniteltu lähinnä palvelemaan yhtä lämpölai-

tosta. Näissä tapauksissa terminaalit sijaitsevat laitosten yhteydessä ja toimivat esimerkiksi lämpövoimalaitoksen varmuusvarastona.

#### 5.1.4.3 KAINUUN BIOMASSATERMINAALIVERKOSTOHANKEEN

##### TOTEUTETTAVUUSSELVITYS

Kainuun seudun puuvarojen tehokkaassa hyödyntämisessä yksi suurimmista haasteista on toimitusketjun parempi hallinta ja tehokkuus – metsästä asiakkaalle. Tämän haasteen ympärille käynnistettiin Kainuun terminaaliverkoston hanke. Pihlajamäen ja Salon (2010, hakupäivä 6.11.2013) tutkimuksesta käy ilmi, että kuitupuun kysyntä Kainuun alueella on laskenut samalla, kun alueen aines- ja energiapuun korjuumääriä on suunniteltu nostettavan. Tästä syystä alueen nettoviennin on oletettu kasvavan, joka taas on luonut tarvetta tehokkaammalle terminaaliverkostolle ja sen tarjoamille palveluille.

Pihlajamäen ja Salon (2010, hakupäivä 6.11.2013.) raportin tavoitteena on antaa mahdollisimman todenmukainen kuva Kainuun biomassaterminaaliverkoston toteutettavuudesta sekä verkostoon liittyvistä investoinneista ja kustannuksista. Energiapuun osalta kehitystä lähdetään työstämään sekä kuljetustehokkuuden kasvattamisessa että tehokkaan terminaalihaketuksen ja -murskauksen tarjoamisessa laajalle korjuualueelle. Terminaaliverkosto on suunniteltu vaiheittain eteneväksi. Omaan tutkimuksemme olemme käyttäneet hyödyksi prosessin ensimmäistä vaihetta, jossa kehitetään Kontiomäen rautatieterminaalia.

Tutkimuksesta selviää, että Kainuun biomassaterminaaliverkoston arvioidut kustannukset ensimmäiseen vaiheeseen osalta ovat noin 1,1 miljoonaa euroa ilman terminaalien maa-alueiden vuokra- sekä pääomakustannuksia ja ylläpitokustannuksia. Suurimman osan verkoston kustannuksista vievät terminaalien palvelutoiminta sekä murskaus- ja hakkeen käsittely. (Pihlajamäki & Salo 2010, hakupäivä 6.11.2013.)

## 5.2 BIOTERMINAALI

Bioterminaali on osa voimalaitoksille toimitettavien polttoaineiden tuotanto- ja logistiikkaketjua. Tässä tutkimuksessa bioterminaalilla tarkoitetaan rakennettua aluetta, jossa bioenergian raaka-ainetta varastoidaan ja käsitellään ennen sen käyttämistä polttoaineena. Bioterminaalin päätarkoitus on parantaa biopolttoaineiden toimitusvarmuutta ja biopolttoaineiden laatua, laajentaa metsäpolttoaineen hankinta- aluetta sekä luoda uutta alueellista yritystoimintaa ja uusia työpaikkoja. (Impola & Tiuhonen 2010, hakupäivä 29.9.2013.)

### 5.2.1 Bioterminaalimallit

Terminaalimallien esittelyssä olemme käyttäneet hyväksi VTT:n koordinoimassa tutkimushankkeessa ”Toimintamallien kehittäminen uusia kuljetusmuotoja palveluille biopoltto aineterminaaleille Keski-Suomessa” syntyneen Terminaalikäsikirjan

tunnistamia tavallisimpia bioterminaalityyppejä. Toimintamallista riippuen terminaalit voidaan erottaa kolmeen eri terminaalityyppiin.

#### 5.2.1.1 RAAKA-AINEIDEN VARASTOTERMINAALI

Terminaali voi olla erilaisten metsästä toimitettujen raaka-aineiden kuten kantojen, hakkuutähteiden ja kokopuun keskitetty varastopaikka. Terminaalista kuivuneet raaka-aineet olisi mahdollista toimittaa murskattavaksi tai haketettavaksi joko suoraan voimalaitoksille tai muualle. Varastopaikka on valittava hyvien kulkuyhteyksien varrelta, jotta varastosta olisi mahdollista toimittaa puupolttoaineita myös kelirikko- aikoina. (Impola & Tiihonen 2011, hakupäivä 10.5.2013.)

#### 5.2.1.2 VALMIIN POLTTOAINEEN VARASTOTERMINAALI

Terminaali voi myös olla valmiiden polttoaineiden kuten hakkeen, murskeen, sivutuotteiden ja seostan varastoalue, joka toimii puskurivarastona mahdollisesti yhdelle tai useammalle laitokselle. Tässä tapauksessa terminaalilla varmistetaan puupolttoaineen saanti kaikissa olosuhteissa. Nykyään yhä useampien voimalaitosten pihaluoteilla on tällaisia biopolttoaineiden puskurivarastoja joko pelkästään viikonlopun tarpeisiin tai vastaavasti pidemmiksi ajoiksi. (Impola & Tiihonen 2011, hakupäivä 10.5.2013.)

Suurien toimitusten osalta puupolttoaineiden logistiikkaketjut eivät aina ole tarpeeksi joustavia ottamaan huomioon nopeat ja yllättävät muutokset voimalaitosten polttoaineiden käyttömäärissä. Lisäksi suorat metsäenergiakuljetukset vähenevät viikonloppuisin. Vaikeat sääolot voivat myös rajoittaa hetkellisesti puupolttoainetoimintuksia. (Impola & Tiihonen 2011, hakupäivä 10.5.2013.)

#### 5.2.1.3 POLTTOAINEIDEN TUOTANTOTERMINAALI

Pelkästään varastopaikkana käytettäväksi alueeksi tarkoitetut polttoaineterminaalit mielletään yhä useammin myös valmiiden polttoaineiden tuotantoalueiksi. Tuotantotermiinaaleissa erilaisia raaka-aineita haketetaan ja murskataan valmiiksi polttoaineksi eri voimalaitoksille. Terminaalien yksi tavoite on hakkeen ja murskan tuottaminen eri metsäenergiälähteistä, esimerkiksi ranka- ja kokopuista, kannoista ja hakkuutähteistä.

Bioterminaalin toiminta voi olla jaksottaista tai jatkuvaa riippuen terminaalin sijainnista, koosta sekä omistussuhteista ja toimintamalleista. Tämä määrittää pitkälti sen, millaista laitekantaa terminaalilla käytetään, esimerkiksi kiinteät ja siirrettävät laitteet. (Impola & Tiihonen 2011, hakupäivä 10.5.2013.)

## 5.2.2 Varustelu

Terminaalin toimiessa erilaisten metsästä tuotettujen raaka-aineiden varastoalueena ei terminaaliin juurikaan tarvita laitevarustelua. Tässä tilanteessa varastojen teko ja purku tapahtuvat lähinnä eri raaka-aineille soveltuvilla metsätraktorien ja rekka-autojen omilla puutavara- ja kouranostimilla. Terminaalin toimiessa valmiin poltto-

aineen biopolttoaineen varastoalueena raaka-aineen käsittely, siirto ja lastaus edellyttävät normaalia bulkkimateriaaleille soveltuvaa laitteistoa. Riittävän suuri pyöräkuormaaja soveltuu hyvin varastoaukkojen tekoon, hakerekkojen lastaamiseen ja biopolttoaineen siirtoon aumasta laitoksen vastaanottoon laitostermiinalien yhteydessä. Jos termiinali keskittyy biopolttoaineen valmistamiseen ja laadun parantamiseen, varustelutarve sekä -vaihtoehdot kasvavat. Termiinalin toimintavasta riippuen biopolttoaineen valmistamiseen voidaan käyttää siirrettäviä mobiililaitteita tai kiinteää laitteistoa. Yleisesti voidaan sanoa, että suhteellisen puhtaat puupolttoaineet kuten ranka- ja kokopuu ja hakkuutähteet haketetaan. Maa-ainesta sekä muita epäpuhtauksia sisältävät puupolttoaineet kuten kannot ja osa hakkuutähteistä murskataan. Näin hakkukriterien kunnossapitokustannukset saadaan minimoitua. (Impola & Tiihonen 2011, hakupäivä 10.5.2013.)

### 5.2.3 Liiketoimintamalli

Pellin (2010, 85) mukaan termiinaaleista on hyötyä monella eri tapaa. Termiinalien ei tarvitse olla pelkästään voimalaitosten puskurivarastoja. Niiden yhteyteen on mahdollista perustaa liiketoimintaa, joka tuo arvoa asiakkaalle ja josta asiakkaat myös ovat valmiita maksamaan. Esimerkiksi termiinaaleissa pystytään jalostamaan hake-laaduista seoksia, jotka palvelevat useamman laitoksen raaka-aineen tarvetta. Pienet lämpölaitokset vaativat paremman raaka-aineen laadun kuin suuremmat voimalaitokset.

Bioenergiatermiinalin toimintatapa eli palveluiden tuottaminen termiinalilla sekä omistajuus määrittävät termiinalin liiketoimintamallin (Impola & Tiihonen 2011, hakupäivä 10.5.2013). Lisäksi liiketoimintamallin valintaan vaikuttavat termiinalissa käsiteltävät raaka-ainejakeet (Pihlajamäki & Salo 2010, hakupäivä 6.11.2013). Termiinalin aikaisessa suunnitteluvaiheessa on otettava huomioon erilaiset liiketoimintavaihtoehdot mahdollisten alueellisten yhteistyökumppaneiden kanssa. Termiinaliverkoston mahdollisina osapuolina voivat olla metsäyhtiöt sekä muut metsäraaka-aineiden toimittajat, kuljetusyrittäjät, haketus- ja murskausurakoitsijat sekä lämpö- ja voimalaitokset. Näiden lisäksi kunnilla tai mahdollisilla muilla yhteisöillä voi olla mielenkiintoa omistaa termiinalialue sekä rahoittaa termiinalin infrastruktuurin rakentamista termiinalihankkeen käynnistysvaiheessa. (Impola & Tiihonen 2011, hakupäivä 10.5.2013.)

Termiinaliyrittäjä voi tarjota asiakkailleen seuraavanlaisia palveluita:

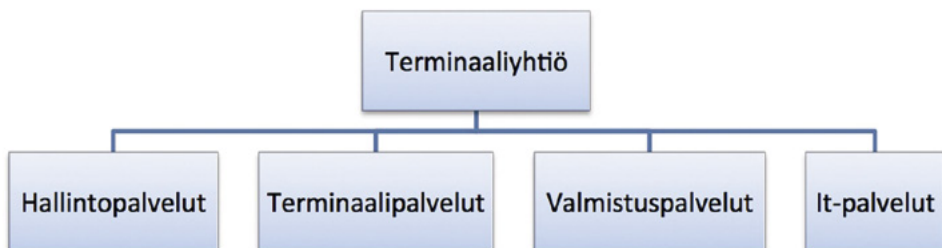
- hallintopalvelut, joihin kuuluvat toiminnan koordinointi sekä maksuliikenteen ja asiakassuhteiden ja -yhteyksien hoitaminen
- termiinalipalvelut, joihin kuuluvat termiinalialueen kunnossapitopalvelut, bioraaka-aineen ja valmiin biopolttoaineen purku-, kuormaus- ja siirtopalvelut
- biopolttoaineen valmistusta koskevat palvelut, kuten murskaus- ja hakemuspalvelut

- IT-palvelut, joihin kuuluvat varastohallintajärjestelmät, haketus- ja murskauskaluston seurantajärjestelmiä ja mittausjärjestelmiä koskevat palvelut (Perälä ym. 2011, hakupäivä 21.9.2013).

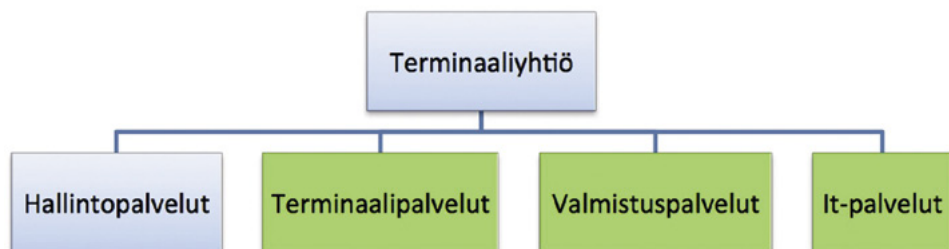
Näistä palveluista ainoastaan IT-palveluiden sisällön hallinta sekä hallinto ja johto ovat toimintoja, jotka on toteutettava sisäisesti perustettavan yrityksen omassa organisaatiossa. Terminaalien päivittäisen toiminnan toteuttamiseksi tarvitaan yksikkö, jonka vastuulla toiminta on. (Pihlajamäki & Salo 2010, hakupäivä 6.11.2013.)

Kuvioissa 1 ja 2 on esitelty kaksi keskeisintä organisaatiomallia, joilla terminaalia voi hallita. Tässä tapauksessa terminaalin hallinnointia varten on perustettu verkostoyhtiö, joka johtaa ja koordinoi terminaalin toimintaa. Kuviossa 1 terminaaliyhtiö vastaa itse terminaalin toimintaan liittyvistä palveluista, joita ovat muun muassa raaka-aineen hankinta, varastointi, murskaus ja haketus, purku ja lastaus, huolto, mittaukset ja laadunhallinta sekä tietojärjestelmät. (Impola & Tiihonen 2011, hakupäivä 10.5.2013.)

Palveluiden tuottaminen sisäisesti -mallin etu on palveluiden omistaminen itse. Näin muutosten ja toiminnan parannusten läpivienti on helpompaa. Lisäksi toiminnan valvonta on vaivattomampaa, koska palveluntarjoajat ovat osa omaa organisaatiota. Terminaaliyhtiön perustaminen vaatii kuitenkin korkean alku- ja käyttöpääoman lisäksi myös huomattavasti työvoimaa. (Pihlajamäki & Salo 2010, hakupäivä 6.11.2013.)



Kuvio 1. Terminaalien palveluiden tuottaminen sisäisesti -malli (Perälä ym. 2011, hakupäivä 21.9.2013)



Kuvio 2. Terminaalien ulkoistetut palvelut -malli (Perälä ym. 2011, hakupäivä 21.9.2013)

Terminaaliyhtiö voi myös tehdä palvelusopimuksia, joilla se sitoutuu ostamaan osan edellä mainituista terminaalin liittyvistä toiminnoista alalla toimivilta urakoitsijoilta ja asiantuntijaorganisaatioilta (Impola & Tiihonen 2011, hakupäivä 10.5.2013). Kuviossa 2 on esiteltyä Ulkoistetut palvelut -malli, jossa vihreällä merkittynä ovat ulkopuoliselta palveluntarjoajalta eli aliurakoitsijalta ostetut palvelut.

Molemmissa malleissa päätoimija eli terminaaliyhtiö vastaa kaikesta toiminnasta asiakkaan suuntaan. Uuden terminaalin perustaminen on helpompaa ja todennäköisesti halvempaa Ulkoistetut palvelut -mallissa, koska ulkopuolisilla palveluntarjoajilla eli aliurakoitsijoilla on olemassa valmiita kalustoa sekä erikoisosaamista ja kokemusta. Oma organisaatio saadaan pysymään pienenä, sillä terminaalitoimijan ei tarvitse palkata terminaalipalveluihin omaa vakituista työvoimaa. (Pihlajamäki & Salo 2010, hakupäivä 6.11.2013.) Tällä toimintamallilla terminaaliyhtiö saa minimoitua omat riskinsä hajauttamalla ne useamman eri toimijan kesken (Perälä ym. 2011, hakupäivä 21.9.2013). Tämä taas aiheuttaa haasteita toiminnan koordinoinnille useamman osapuolen johdosta. (Pihlajamäki & Salo 2010, hakupäivä 6.11.2013).

#### 5.2.4 Sijainti

Koska bioenergia on verrattain uusi energialähde, on sen käyttöön varautuminen tiedostettava kaavoituksessa. Tästä syystä kuntien alueiden käytön suunnittelulla on suuri merkitys bioenergian käytön liiketoiminnassa. Tämä koskee suunnittelualueen maakuntakaavoitusta sekä varsinkin yleiskaavoitusta ja asemakaavoitusta, liikenteen suunnittelua ja muuta toimintaa unohtamatta. Terminaalia varten tarvitaan asema-kaavassa toiminnan sallivat merkinnät ja tilavaraukset toimintaan sopivalla alueella. Alueen toimintaa ohjataan asemakaavamääräyksin ja ympäristöä koskevin määräyksin ja luvin. (Perälä ym. 2011, hakupäivä 21.9.2013.)

Bioterminaalin sijainnin määrittää se, millä toimintamallilla terminaalitoimintaa lähdetään pyörittämään. Jos terminaalin toimintaa ja polttoaineen valmistusta ohjaa voimalaitoksen biopolttoainetarve, terminaali sijaitsee silloin lähellä voimalaitosta, tavallisesti jopa laitoksen piha-alueella. Jos taas terminaalin toiminnasta on vastuussa polttoaineiden toimittaja, terminaalin sijainnin määrittää metsästä saatava raaka-aine, eli käytännössä terminaali sijaitseisi lähellä metsäraaka-aineita. (Impola & Tiihonen 2011, hakupäivä 10.5.2013.)

Bioterminaalille liikenteellisesti hyviä paikkoja ovat valtateiden varret ja etenkin risteysalueiden läheisyydet (Impola & Tiihonen 2011, hakupäivä 10.5.2013). Niiden liittäminen alueen maantie- ja rautatieverkostoon onkin tärkeä suunnittelutehtävä sekä alueen ulkoisen että sisäisen liikenteen kannalta (Perälä ym. 2011, hakupäivä 21.9.2013). Vanhat hiekan, soran tai jonkin muun maa-aineksen ottoalueet ovat olleet hyviä paikkoja terminaalien perustamiselle, sillä niille on ollut olemassa valmiina rekka-autoille soveltuva tiestö eikä asutusta ole ollut aivan niiden läheisyydessä. Erityisesti asutuksen kaukainen etäisyys terminaalista on ollut positiivinen asia, sillä yleissuunnitelman lisäksi bioterminaalista on laadittava melu- ja pölyselvitykset, joiden perus-



teella terminaalille luodaan selostus ympäristöluvan hakemiseksi paikalliselta aluehallintovirastolta. (Seppänen 2011, hakupäivä 29.10.2013.)

Taajama-alueet ovat myös mahdollinen paikka bioterminaalien sijoittamiselle. Näin voidaan hyödyntää teollisuusalueita, joissa voi mahdollisesti olla vastaavanlaisia toimintaa. Myös valmis, rekkaliikenteelle soveltuva tiestö olisi olemassa. Valmiit, käytöstä poistetut asfaltoidut kentät laskevat bioterminaalien investointikustannuksia huomattavasti. Teollisuusalueilla on yleensä mahdollisuus tehdä yhteistyötä eri toimialoilla toimivien yritysten kanssa (esimerkiksi vaa'an yhteiskäyttö, huoltopalvelut). Teollisuusalueilla myös terminaalien perustamiseen liittyvät edellytykset kuten sähkö, valaistus, jätehuolto ja talvikunnossapito ovat jo olemassa tai helposti järjestettävissä. (Impola & Tiihonen 2011, hakupäivä 10.5.2013.)

Kemin alueelta löytyy bioenergiaterminaalille muutamia sijoituspaikkavaihtoehtoja. Niitä mietittäessä on lähtökohtina selvitettävä ainakin seuraavat asiat:

1. Terminaalien tarvitseman alueen laajuus
2. Terminaalien tarvitsemat infrastruktuuri- ja liikenneyhteydet:
  - > rautatie
  - > moottoritie / alempiarvoinen tie
  - > sataman läheisyys
  - > lentokentän läheisyys
  - > tietoliikenneyhteydet
  - > kaukolämpöliittymä
  - > sähköliittymän koko
  - > tilojen jäähdytyksen tarve
  - > vesi- ja viemäriverkkoliittymät
3. Toiminnan ympäristövaikutukset:
  - > vaatiiko toiminta YVA-selvityksen. (Onkalo 19.9.2013, haastattelu.)

### 5.2.5 Uudet liikenneyhteydet

Toimivat liikenneyhteydet ovat tärkeitä raaka-ainevirtojen kannalta. Kemin tehtaille kotimaisesta puuraaka-aineesta tulee noin puolet maantiekuljetuksina ja noin puolet rautateitse. Jonkin verran puuta tulee myös meriteitse Ajoksen ja Veitsiluodon satamien kautta. Tämän vuoksi sekä maanteiden että rautateiden tulee olla kunnossa. Raaka-ainevirtojen kasvaessa kasvavat myös valmiiden tuotteiden ja sivutuotteiden kuljetukset.

Lähivuosina Kemiin tehdään liikenneinvestointeja, kuten Ajoksen öljysataman raiteen kunnostus, Ajoksentien ja Öljysatamantien eritasoliittymän rakentaminen, joka mahdollistaa myös öljysataman raiteen viemisen eritasossa em. teiden kanssa sekä kevyen liikenteen väylän rakentaminen Ajoksentielle Jatulintien risteyksestä satamaan. Lisäksi liikeinvestointeja ovat muun muassa sotavangintien rakentaminen, joka palvelee myös Ajoksentien rinnakkaistienä, rinnakkaistien rakentaminen Jatulintieltä Veitsiluodon tehtaille johtavaan tiehen sekä Valtatie 4:n ohituskaistat Maks-

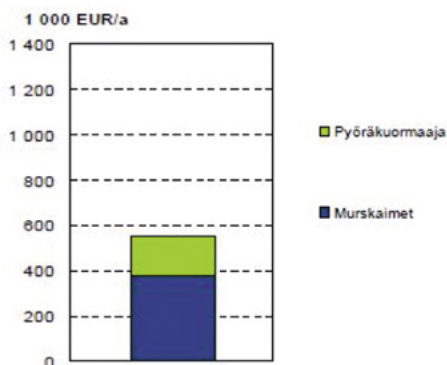
niemen ja Iin välille. Suurin osa edellä mainituista hankkeista tulee olemaan valtion rahoittamia. (Onkalo 19.9.2013, haastattelu.)

### 5.2.6 Kustannuslaskelmia

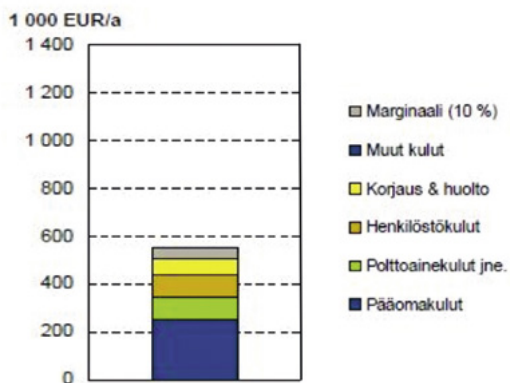
Terminaaliverkoston talouden tarkastelussa on käytetty Pihlajamäen ja Salon (2010, hakupäivä 6.11.2013) Kainuun Etu Oy:lle tekemässä toimeksiannossa ”Kainuun biomassaterminaaliverkostohankkeen toteutettavuusselvityksessä” sekä Impolan ja Tiihosen (2011, hakupäivä 10.5.2013) Terminaalikäsikirjassa esitetyjä Suomen Rakennusinsinöörien Liiton maanrakennustöissä käytettyjä, terminaalien suunnitteluun soveltuvia tunnuslukuja. Lisäksi olemme tarkastelleet terminaalien perustamiskustannusten vaikutusta terminaalissa käsiteltävän biopolttoaineen hintaan. Yleispätevää mallia terminaalien kustannusrakenteesta emme voi kuitenkaan esittää, vaan terminaalien

perustamista ja sen kannattavuutta on tarkasteltava aina tapauskohtaisesti.

Terminaalien kustannukset muodostuvat henkilöstökuluista sivukuluneen, hankittavan konekannan pääomakuluista, koneiden ja laitteiden käyttö- ja ylläpitokuluista sekä toiminnan muista kuluista. Pihlajamäen ja Salon (2010, hakupäivä 6.11.2013) tutkimuksessa varsinaisten kustannusten päälle on lisätty 10 prosenttia kuvaamaan toimijan vaatimaa tuottoa toiminnalleen. Kustannusten ja tuoton yhteenlasketusta määrästä on laskettu toiminnan hinta palvelun ostajalle. Kustannuksia on tarkasteltu sen mukaisesti, että Kontiomäen terminaalien läpikulkevan raaka-aineen volyymi on noin 1 miljoonaa kiintokuutiometriä. Terminaalien kuormaus- ja varastoalueen laajuus noin 6,5 hehtaaria (Kontiomäen raakapuunkuormausalueen ratasuunnitelma 2012, hakupäivä 20.11.2013). Raaka-aineen varastointialueen osuus terminaalista on noin 1,4 hehtaaria (Iikkanen & Sirkiä 2011, 39).



Kuvio 3. Kustannukset toiminnoittain (Pihlajamäki & Salo 2010, hakupäivä 6.11.2013)



Kuvio 4. Kustannusrakenne päätyypeittäin (Pihlajamäki & Salo 2010, hakupäivä 6.11.2013)

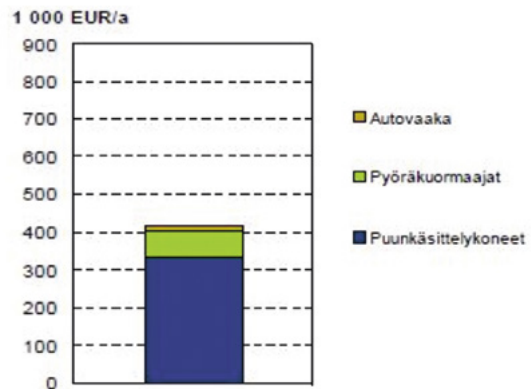
Terminaalitoiminnan operatiiviset kustannukset on jaettu kolmeen eri pääkategoriaan: murskaus- ja hakkeen käsittelytoiminta, palveluterminaalien toiminnot sekä hallinto ja tietojärjestelmät. Tarkastelussa on tehty oletus, että toiminnan kannalta hiljaisempina aikoina sekä kalustolle että henkilöstölle löydetään muuta käyttöä siten, että 20 prosenttia henkilöstö- ja pääomakuluista saadaan kohdennettua näille toiminnoille. Esimerkkinä tutkimuksessa mainitaan murskaimille rakennustyömaiden jättepuun murskaus ja pyöräkuormaajien käyttö maansiirto- ja lumitöissä kauhaa vaihtamalla. (Pihlajamäki & Salo 2010, hakupäivä 6.11.2013.)

Kuvioissa 3 ja 4 näkyvät murskaus- ja hakkeen käsittelypalveluiden kustannukset. Kustannukset on tehty oletuksella, että hakekalustoon sisältyy yksi vetoauto murskaimelle ja lavetti pyöräkuormaajalle. Henkilöstömäärä on arvioitu tutkimuksessa siten, että murskaus- ja pyöräkuormainyksikkö tarvitsee yhden henkilön, joka operoi itse laitetta ja siirtää sen terminaalista toiseen. (Pihlajamäki & Salo 2010, hakupäivä 6.11.2013.)

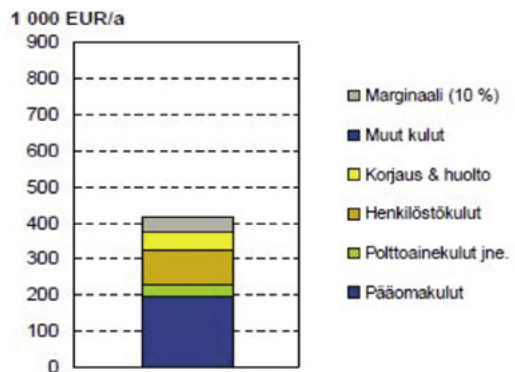
Kuvioista 3 ja 4 ilmenee, että koneiden pääomakulut ovat suurin kuluerä. Pääoma- ja henkilökuluista 20 prosenttia on kohdennettu muulle hiljaisempien aikojen toiminnalle. Huomioitavaa on, että alueen mahdolliset käyttökustannukset, kuten vuokra, eivät sisälly laskelmiin.

Kuvioissa 5 ja 6 on esitelty palveluterminaalien kustannukset. Kuviossa 5 näkyvät palveluterminaalien kustannukset toiminnoittain ja kuviossa 6 palveluterminaalien kustannusrakenne on eritelty päätyypeittäin.

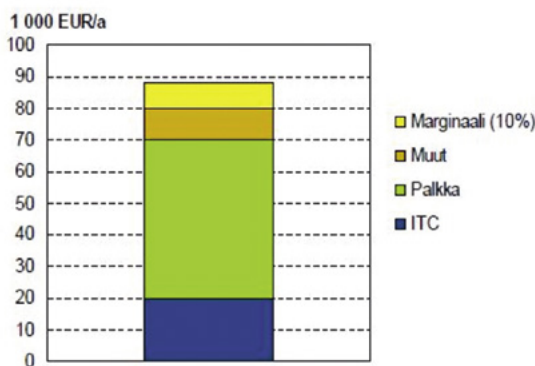
Kuvioista 5 ja 6 käy ilmi, että koneiden pääomakulut ja palkkakulut muodostavat suurimman osan kokonaiskustannuksista. Puunkäsittelyn osuus kustannuksista on



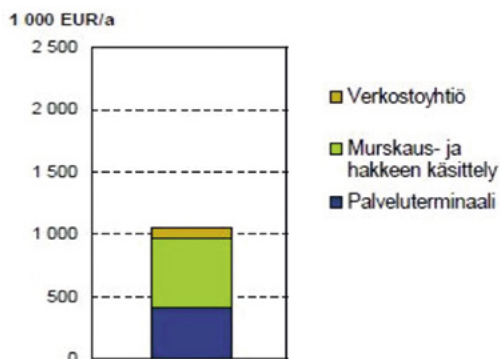
Kuvio 5. Palveluterminaalien kustannukset (Pihlajamäki & Salo 2010, hakupäivä 6.11.2013)



Kuvio 6. Palveluterminaalien kustannusrakenne päätyypeittäin (Pihlajamäki & Salo 2010, hakupäivä 6.11.2013)



Kuvio 7. Hallinnon ja tietojärjestelmien kustannusrakenne päätyypeittäin (Pihlajamäki & Salo 2010, hakupäivä 6.11.2013)



Kuvio 8. Vuosikustannukset toiminnoittain (Pihlajamäki & Salo 2010, hakupäivä 6.11.2013)

noin 70 prosenttia. Laskelmissa ei ole otettu huomioon alueiden käyttökustannuksia, kuten vuokria.

Puunkäsittelyn sekä -jalostuksen lisäksi toiminnan koordinointi ja tietojärjestelmien ylläpito tuo kustannuksia. Lisäksi asiakaslaatuksen hoitaminen kuuluu toimenkuvaan. Pihlajamäen ja Salon (2010, hakupäivä 6.11.2013) tutkimuksessa terminaaliyhtiön hallinnon on oletettu työllistävän yhden henkilön (kuvio 7).

Kuviosta 7 on nähtävissä, että palkka sivukuluineen on terminaaliyhtiön hallinnon suurin yksittäinen kuluerä. Toinen merkittävä kuluerä on tietojärjestelmäpalvelun pääoma- ja ylläpitokulut.

Pihlajamäen ja Salon (2010, hakupäivä 6.11.2013) tutkimuksessa Kainuun biomassaterminaalin operatiivisten vuosikustannusten on arvioitu olevan noin 1.1 miljoonaa euroa. Terminaalin läpi kulkee noin 900 000 kiintokuutiometriä ainespuuta ja 150 000 kiintokuutiometriä energiapuuta. Kustannukset käsittävät ainoastaan operatiiviset kustannukset ja koneiden ja kaluston pääomakustannukset.

Maa-alueiden vuokra- tai pääomakulut sekä ylläpitokustannukset eivät ole mukana laskelmissa. Kuviossa 8 esitetään yhteenveto kustannuksista toiminnoittain. Kustannuslaskelmat on perustettu toimittajien uushankintahintoihin.

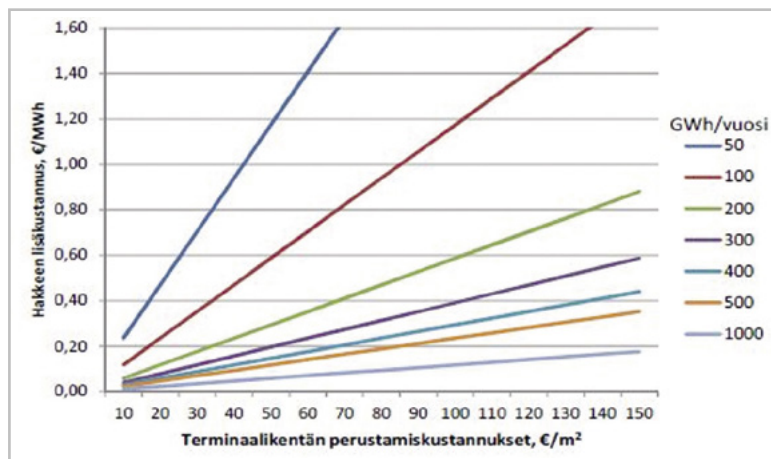
Terminaalin sisäisen toiminnan lisäksi kuluja syntyy myös terminaalin perustamisesta johtuvista maanrakennustöistä. Kuviossa 9 on Impolan ja Tiuhosen (2011, hakupäivä 10.5.2013) Terminaalikäsikirjassa esitetyjä Suomen Rakennusinsinöörien Liiton yleisiä maanrakennustöissä käytettyjä tunnuslukuja, jotka ovat sovellettavissa myös terminaalin suunnittelussa. Huomioitavaa on, että luvut on aina laskettava tapauskohtaisesti eivätkä ne ole täysin verrattavissa terminaalien kesken.

Kuviossa 10 nähdään, miten terminaalin perustamiskustannukset sekä vuosituotanto (€/MWh) vaikuttavat terminaalissa käsiteltävän biopoltoaineen hintaan. Esimerkissä käytetty terminaali on pinta-alaltaan 1 hehtaaria, ja sen toiminta-ajan olet-

taan olevan 20 vuotta. Huomioitavaa on, että perustamiskustannuksiin ei ole laskettu mukaan laitekustannuksia. (Impola & Tiihonen 2011, hakupäivä 10.5.2013.)

Yhdystie, 7 m leveä	320	€/m
Metsätie	35	€/m
Pysäköintialue	84	€/m <sup>2</sup>
Asfalttiaukio	62	€/m <sup>2</sup>
Sorapelialue	47	€/m <sup>2</sup>
Lisäraide liikennepaikalle	1100	€/m
Rautatievaihde	79 000	€/kpl
Meluvalli, 4 m korkea	200	€/m
Pohjaveden suojaus	21	€/m <sup>2</sup>

Kuvio 9. Maanrakennustöissä käytettyjä tunnuslukuja (Infrarakentamisen kustannushallinta 2007, 12–147)



Kuvio 10. Terminaalin perustamiskustannusten vaikutus metsähakkeen hintaan (€/MWh) eri vuosituotannoilla (laitekustannuksia ei ole huomioitu hintaan) (Impola & Tiihonen 2011, hakupäivä 10.5.2013)

Kuviosta 10 käy selkeästi ilmi, että varsinkin suuremmilla perustamiskustannuksilla terminaalien vuosituotannon on oltava tarpeeksi suuri, jotta perustamisesta aiheutuvat lisäkustannukset saadaan pysymään kohtuullisina (Impola & Tiihonen 2011, hakupäivä 10.5.2013).

### 5.2.7 Bioterminaalien perustaminen

Perälä ym. (2011, hakupäivä 21.9.2013) esittävät kuntien rooliksi toimintaa terminaaliliikenteen perustamisen mahdollistajana. Kuntien tuen lisäksi bioterminaalien perustamiseen on mahdollista saada valtionavustuslain (688/2001) perusteella kansallista

tukea sekä Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR-ohjelma) kautta Euroopan unionin rahoitusta.

Työ- ja elinkeinoministeriön kansallinen tuki bioterminaalien investointien rahoittamiseen on ollut 20 prosenttia Keski-Suomen alueella, kun hakijana on ollut yksityinen yritys. Kunnan ollessa hakijana tuen suuruus voi olla 35–40 prosenttia. (Perälä ym. 2011, hakupäivä 21.9.2013.) Työ- ja elinkeinoministeriön linja kuitenkin on, ettei pelkkiä asfalttikenttiä lähdetä tukemaan terminaaleina, vaan alueella pitäisi olla muutakin toimintaa kuin pelkkää varastointia asfalttikentällä (Aalto 21.8.2013, haastattelu).

Kaupunki ei voi käytännössä itse vaikuttaa EU:n direktiiveissä ja valtion energia- ja ilmastostrategiassa määrättyihin energiatarvoitteisiin, koska yksinkertaisesti rahaa ei ole sellaisiin investointeihin, mitä nämä tavoitteet vaatisivat. Energiantuotannon kannalta näiden tavoitteiden noudattaminen Kemien osalta jää täysin Kemien Energian harteille. Ylipäätään näitä ongelmia ei voida ratkaista kuntatasolla. Kemien kaupunki toimii näissä asioissa sen mukaan, mitä valtuusto on hyväksynyt Kemien elinkeinostrategiassa. Kemien kaupunki on kaikin voimin tukemassa ja edesauttamassa alueen hankkeita kuten biodiesellaitosta. Hankkeiden rahoittaminen ei kuitenkaan ole mahdollista kaupungin taloudelliselle kantokyvyllä. (Onkalo 19.9.2013, haastattelu.)

Kaupungin rooli terminaalihankkeessa olisi se, että kaupunki luo terminaalin teokoon tarvittavat edellytykset mutta ei rakenna varsinaista terminaalia. Kunnan elinkeinopolitiikka perustuu siihen, että Kemien kaupunki pyrkii omalla toiminnallaan järjestämään olosuhteet sellaiseksi, että Kemiin pystytään rakentamaan, on se sitten asuntoja, liikkeitä, kauppia tai tehtaita. Kaupunki ei voi harjoittaa liiketoimintaa, joka kilpailee yksityisten yritysten liiketoiminnan kanssa. Kaupunki voi osoittaa terminaalin maan sekä rakentaa vesijohdot, viemärit ja energiayhteydet, mutta jos esimerkiksi jotain hallia aletaan rakentaa, niin investointi täytyy löytää muualta. Kemien kaupungin investointikehitys on noin 4–5 miljoonaa euroa, josta menee vuotuisiin korjauksiin ja ylläpitoon iso siivu. Kaupunki investoi vain sellaisiin tiloihin ja rakennuksiin, joita se itse tarvitsee. Kaupungin omistama elinkeinoyhtiö Kemien Teollisuuskyliä Oy voi kuitenkin olla rakennuttaja, mikäli rakennettuun paikkaan tuleva yritys sitoutuu lunastamaan sen itselleen sovitun ajan kuluessa. Investoinnin täytyy maksaa itsensä takaisin kohtuullisen ajan kuluessa. Terminaalin täytyy työllistää ihmisiä, ja toiminnan liikeidea täytyy olla tuottava. (Onkalo 19.9.2013, haastattelu.)

Mikäli tarvetta välivarastoinnille Kemien alueen bioenergia-alalla toimiville yrityksille tulevaisuudessa ilmenee, on Kemien kaupunki kiinnostunut asiasta. Kaupunki voi kaavoituksen ja infrastruktuurin rakentamisen avulla luoda mahdollisuudet terminaalin rakentamiselle. Kaupunki ei tule kuitenkaan itse toimimaan terminaalin rakentajana tai ylläpitäjänä. (Onkalo 19.9.2013, haastattelu.)

## 5.3 TUTKIMUSTULOKSET

Tulokset on jaettu neljään teemaan, jotka ovat bioterminaalin tarve nykytilanteessa, bioterminaalin tarpeellisuuteen vaikuttavat tekijät, bioterminaalin perustaminen ja liiketoimintamallit.

### 5.3.1 Bioterminaalin tarve nykytilanteessa

Suurimpana kysymyksenä tutkimuksessamme oli se, että mille taholle bioterminaalin palvelut suunnataan. Tämän pohjalta tutkimme bioterminaalin tarvetta loppukäyttäjien kannalta. Yrityksien täytyy sijaita Kemiin mahdollisesti perustettavan bioterminaalin palvelualueella. Kemin alueella ei ole nykytilanteessa kysyntää rakennettulle bioterminaalille, eikä Kemin kaupungilla ole suunnitelmia rakentaa omaa bioterminaalia kysynnän puuttuessa. Metsä Fibre Pajusaassa ja Stora Enso Veitsiluodossa ovat muodostaneet omat logistiikkaketjunsä, ja niiden logistiset toiminnot ovat niin kehittyneitä, etteivät ne tarvitse omien alueidensa ulkopuolelle erillistä raaka-aineterminaalia Kemin alueelle. Tehtaat ovat energiatuotannoltaan omavaraisia. Loppukäyttäjät, jotka voisivat vaikuttaa bioterminaalin perustamistarpeeseen, ovat Kemin Energia Oy, Keminmaan Energia Oy ja Tornion Voima Oy suurimpana toimijana sekä logistiikka-alalla toimiva Pohjaset Oy.

Tutkimustulos on, ettei rakennettua ja asfaltoitua bioterminaalia tarvita Kemin alueelle palvelemaan nykyisiä bioenergia-alalla toimivia PUULOG-projektin yhteistyöyrityksiä.

Seuraavissa alaluvuissa bioterminaalin tarvetta on tarkastelu yhteistyöyritysten näkökulmasta.

#### 5.3.1.1 LÄMPÖLAITOKSET

Kemi-Tornion alueen lämpölaitosten puuhakkeen hankintalogistiikka on yksinkertaisesti tarpeeksi hyvällä mallilla, jolla ne takaavat oman toimintavarmuuden. Niiden omat varastointialueet ja energiapuun hankinta on luotu sillä tavoin, että ne ovat toimintaansa tyytyväisiä. Kaikkien tutkimiemme lämpölaitosten tilanne on suhteessa toiminnan suuruuteen samankaltainen, joten voimme sanoa, että mikään näistä yrityksistä ei tarvitse ulkopuolista bioterminaalia. Lämpölaitosten kannalta ainoana tarpeellisuuteen vaikuttavana tekijänä on polttoaineen laadun ja saatavuuden varmistaminen, mutta kaikki lämpölaitokset ovat olleet lähes täysin tyytyväisiä kummankin asian suhteen.

Lämpölaitosten kannalta nykyhetken tarve on tyydytetty, mutta aina on jotain pieniä asioita, joita voi kehittää parempaan suuntaan. Esimerkiksi Kemin Energia Oy:n varastointialue on sen verran pieni, että se luo haasteita julkisivun puhtaana pitämisessä. Toisekseen bioterminaalin tarpeellisuutta tällä hetkellä lisää polttoaineen laadun ja toimitusvarmuuden takaaminen, mutta lämpölaitoksilla ei ole vielä syntynyt näiden tekijöiden kanssa ongelmia, jotta olisi kannattavaa perustaa ulkopuolinen bioterminaali. Lämpölaitokset saavat polttoaineensa aina sovitulla hinnalla

ja sovittuun aikaan, ja ne eivät tällä hetkellä tarvitse parannusta hankintalogistiikkaansa ulkoisen bioterminaalin muodossa.

Lämmöntuotantoprosessissa polttoaineen laatu vaikuttaa prosessiin kaikista eniten. Ostot tapahtuvat €/MWh periaatteella ja keskimäärin polttoaineen hinta nykytilanteessa liikkuu noin 20€/MWh alueella. Vaihtoehtoisesti jos tällä samalla hinnalla saadaan erilaatuisia polttoaineita, niin ostopäätös kallistuu parempilaatuiseen eli kuivempaan vaihtoehtoon. Eli käytännössä jos olisi varaa valita, niin valinta kohdistuu aina parempilaatuiseen polttoaineeseen, koska sitten ei tarvitse tehdä kosteustasauksia eri polttoaineilla, jotta päästään parhaaseen mahdolliseen polttoprosessiin. Puhtaammat polttoaineet säästävät laitosten kalustoa. Bioterminaali voi olla Kemin Energia Oy:lle hyödyllinen, jos sillä voidaan taata parempilaatuinen eli kuivempi ja puhtaampi polttoaine.

#### 5.3.1.2 LOGISTIikkAYRITYKSET

Logistiikkayrityksillä, kuten Pohjaset Oy, voi syntyä tarve perustaa bioterminaali, jos yritys näkee terminaalin tuoman lisäarvon tarpeeksi hyväksi. Esimerkiksi Pohjaset Oy:n kautta kulkee noin 100 000 irtokuutiota puuraaka-aineita Kemi-Tornion alueella. Vuosittain näissä on ollut jatkuvasti pientä kasvua jo toista kymmentä vuotta, vain tänä vuonna (2013) kasvu on hiipunut. Liikkuvan puuraaka-aineen määrän voi määritellä alueella olevien loppukäyttäjien ja niiden toiminnan laajuuden mukaan. Haastatteluiden perusteella kasvua ei ole lähivuosina näkyvissä, ja nykyiseen liiketoimintaan yritykset ovat tyytyväisiä.

Liiketoiminnan laajentamiselle yrityksillä on mielenkiintoa ja periaatteessa myös tarvetta, mutta suurimpana ongelmana on asiakkaiden pieni määrä. Uuden bioterminaalin palveluille ei tällä hetkellä ole tarpeeksi kysyntää. Pohjaset Oy:n kannalta bioterminaali olisi kannattava, jos hakkuri tai murskain toimisivat ympäri vuorokauden.

### 5.3.2 Bioterminaalin tarpeellisuuteen vaikuttavia tekijöitä

Biodieselin tuottaminen ensiharvennustaimikkojen hakkuupuusta on yksi bioenergian tuottamistapa, joka tulee lisääntymään. Kemin Ajokseen on suunnitteilla tämän kaltainen tuotantolaitos, joka voi vaikuttaa hankaloittavasti alueen lämpölaitosten energiapuun hankintaan. Lämpölaitokset voivat joutua laajentamaan omaa hankinta-alueitaan, joka voidaan käytännössä tehdä perustamalla bioterminaali lähelle raaka-ainelähdettä.

Puunjalostustehtaita palvelevat raakapuuterminaalit sijaitsevat Kolarissa, Rovaniemellä ja Kemijärvellä rautatieasemien läheisyydessä. Sieltä puu kuljetetaan suoraan Kemin tehdaskombinaateille rautateitse, eikä sitä tarvitse välivarastoida tehdastonttien ulkopuolelle. Bioraaka-aineiden määrä liikkuu noin 3 miljoonan kuutiometrin alueella, josta Kemin tehtaat käyttävät lähes kaiken. Alueelle tarvittaisiin uusia raaka-ainevirtoja ja toimijoita, kuten pellettitehdas ja useampi pienvoimala tai jokin muu iso bioenergian raaka-aineiden loppukäyttäjä, joiden tarpeisiin bioterminaalia



voitaisiin suunnitella. Materiaalivirtojen ja varastoinnin kasvu alueella täytyisi kasvaa niin suureksi, että nykyiset terminaali- ja varastointialueet alueen toimijoilla eivät enää riitä tavarankäsittelyyn.

Uusien asiakkaiden hankkiminen lämpölaitoksille Kemistä on haastavaa, koska Kemin Energia Oy:n kaukolämpöverkossa on kaikki Kemin suurimmat lämmönkuluttajat eli kerrostalot, rivitalot, julkisrakennukset, koulut, kaupat, virastot ja parisensikymmentä omakotitaloa. Uusi asiakaskunta Kemin Energia Oy:llä kasvaa vuosittain vähän. Vuoden 2013 aikana on tullut viisi uutta asiakasta. Suuren asiakasmäärän lisääntyminen Kemin Energian lämpöverkkoon ei ole todennäköistä, koska halukkaille asiakkaille lämpöverkon laajentaminen on liian kallista. Tämäkään asia ei kasvata terminaalialueen tarpeellisuutta, koska nykyiset varastointialueet riittävät vuosittaiselle pienelle kasvulle.

Biotermiinalille voi syntyä tarvetta, jos voidaan keskittää hakettamis- tai murskaustoiminta yhteen paikkaan. Yhdessä paikassa hakettaminen säästää mobiilimurskainten siirtämisessä syntyviä kuluja. Kemi-Tornion alueiden lämpölaitokset voisivat tehdä yhteisostoja raaka-aineiden ja polttoaineen hankinnan osalta. Nämä ostot voitaisiin keskittää yhteen biotermiinaliin, jossa sitten murskainten jatkuvan käytön, polttoaineen laadun sekä puhtauden, toimitusvarmuuden ja vuokrasopimusten tuoman arvon avulla voitaisiin saada parempi liiketoimintamalli aikaiseksi verrattuna nykyiseen. Kysymyksenä on vain, että mikä ajaisi tällaiseen muutokseen, koska nykyisellään lämpölaitokset ovat tyytyväisiä toimintaansa ja yhteistyötä tuntuu olevan hankala saada toimijoiden välille.

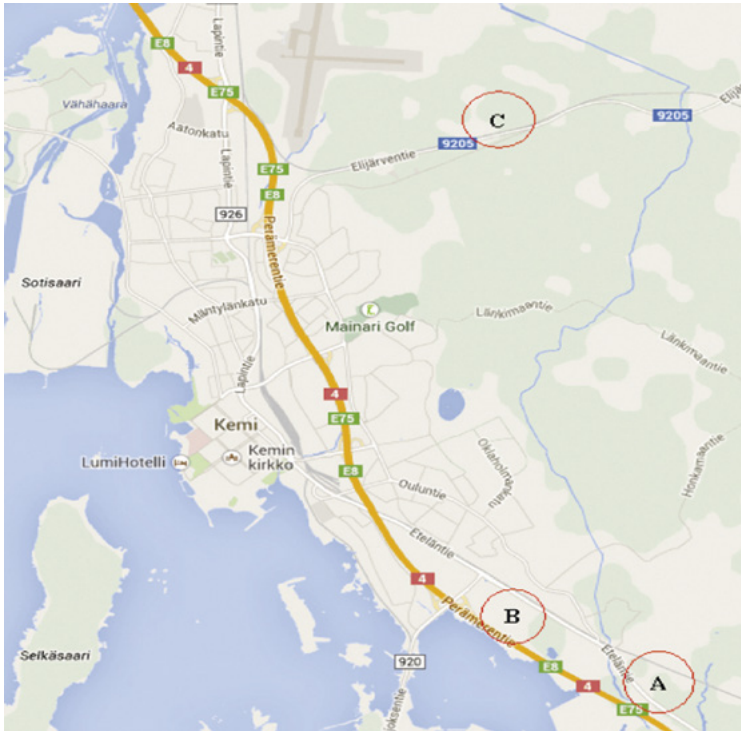
### 5.3.3 Biotermiinalin perustaminen Kemiin

Tutkimuksessamme kartoitetut biotermiinalisijainnit ovat mahdollisia alueita, mihin biotermiinalin voi perustaa, mutta mitään liiketoiminnallisesti kannattavaa perustetta näille sijainneille ei tällä hetkellä ole olemassa. Näille alueille voidaan miettiä lukemattomia mahdollisia skenaarioita, jotka voisivat olla jossain tulevaisuuden tilanteessa mahdollisia.

Biotermiinalin perustaminen Kemiin on mahdollista, mutta kenelläkään ei ole pääomaa tai halua tehdä sitä, koska ei ole tarpeeksi varmaa kysyntää biotermiinalin tuomille palveluille. Perustamiseen tarvitaan rahaa ja asiakaskuntaa, jotta investoinnit ovat kannattavia. Pohjaset Oy:llä voisi löytyä kiinnostusta biotermiinalitoimijaksi oman Laivajärjellä sijaitsevan terminaalialueen lisäksi, jos löytyy tarpeeksi hyvä bisnesidea ja alueelta tarpeelliset tekijät eli asiakkaat, jotka pitäisivät liiketoimen käynnissä.

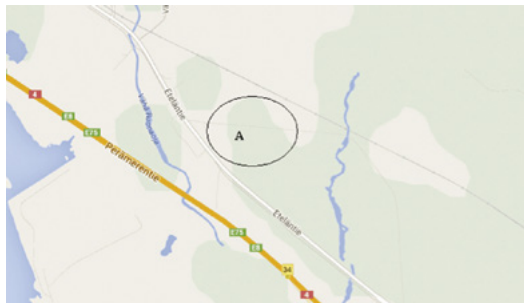
Palvelualue Kemiin sijoitetulla biotermiinalilla voi olla energiapuun eri kuljetusmuotojen kannattavuus vaihtelujen perusteella maksimissaan noin 150 km. Sijainteja perustellessa olemme olettaneet, että Kemi-Tornion voimalaitokset olisivat biotermiinalin palveluiden pääasiallisia loppukäyttäjiä kuljetusetäisyyden sisällä.

Paikkoina voivat tulla kysymykseen esimerkiksi seuraavat kuvassa 1 näkyvät alueet.



Kuva 1. Kemissä sijaitsevat bioterminalipaikat A, B ja C

Paikka A sijaitsee kuvassa 2 näkyvällä Kemintullin alueella Järpissä rautatien ja Eteläntien välissä. Rakennettavan alueen koko on noin 2,5 hehtaaria. Aluetta rakennetaan myös liike- ja teollisuusalueeksi. Alueelle on hyvät rauta- ja maantieyhteydet, ja infrastruktuuria alueelle valmistuu joulukuussa 2013. Maa-alue on pääosin kaupungin omistama. Alue sijaitsee lähellä rautatietä, mutta uusi raide joudutaan rakentamaan, jotta rautatiekuljetukset saadaan terminaaliin. Tälle alueelle on tulossa muun muassa raskaankaluston korjaamo- ja huoltoyritys sekä raskaankaluston pysäköintialue.



Kuva 2. Bioterminalin paikka A, Kemintulli

Paikka B sijaitsee Nällin kaakkoispuolella, ja sitä käytetään nykyisellään lumenkaatopaikkana. Sijainti on näkyvissä kuvassa 3. Lumenkaatopaikka voidaan siirtää, jos tilalle löytyy tarpeeksi hyvä liikeidea. Lumenkaatopaikan pinta-ala on noin 4–5 hehtaaria, ja sitä voidaan laajentaa. Kuljetusyhteydet alueelle on olemassa ainoastaan kumipyörille. Paikka B on kaupungin maa-aluetta.

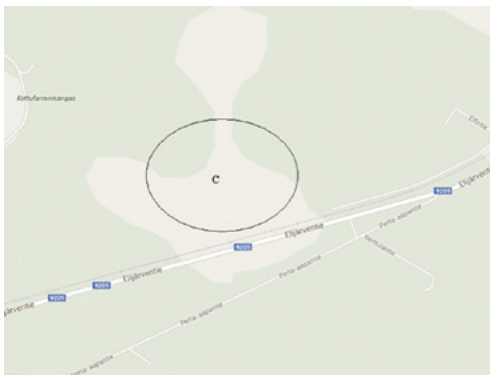


Kuva 3. Bioterminalin paikka B, Nälly

Paikka C sijaitsee Perta-aavalla Elijärventien ja Elijärvelle vievän rautatien varrella, joka näkyy kuvassa 4. Alueen käyttöönotto vaatii yleiskaavan muuttamisen ja asemakaavan laatimisen. Kaavoituksen muuttamisen jälkeen voidaan selvittää bioterminalille sopivan alueen tarkemmat tiedot. Selvitykset kaavamuutoksesta ovat käynnissä Poski-hankkeen yhteydessä. Alueella ei ole nykytilanteessa vielä kunnallistekniikkaa. Maantie- ja rautatieyhteydet ovat olemassa.

Ajoksen satama (kuva 5) on nykyisin alue, missä infrastruktuuri on valmiina terminaalitoiminnalle. Merikuljetusta palvelevan terminaalin paikka on ehdottomasti satamassa. Ajoksen porttien sisällä on paljon asfaltoitua kenttää, ja sieltä löytyy käytönotettavaa aluetta 4–6 hehtaaria. Alueelle voi myös rakentaa lisää kenttää. Satamaan on tuotu vuosittain muutama laivalasti raakapuuta ja puuhaketta lähinnä Stora Enson tarpeisiin. Satama ei ole tarkoitettu kuitenkaan tällaisten raaka-aineiden pitkäkestoiseen varastointiin.

Paikoista mahdollisesti parhaimmaksi bioterminalin sijainniksi päädyimme paikkaan A Kemintullin liike- ja teollisuusalueella (Kuva 2). Perusteluina valinnalle on liikenneyhteydet. Lisäksi liike- ja teollisuusalue suo yhteistyömahdollisuudet muiden toimijoiden kanssa alueella sekä sijainti kaukana tiiviistä asutuksesta ja rautatien läheisyys puhuvat sijainnin puolesta.



Kuva 4. Bioterminalin paikka C, Perta-aapa



Kuva 5. Ajos

Biotermiinalin sijainti on parhaimmillaan loppukäyttäjän lähellä tai vastaavasti raaka-aineen korjuupaikan lähetyvillä. Kemi sijaintina voisi toimia, koska lähetyvillä on Kemin ja Keminmaan laitokset ja alueen suurin loppukäyttäjä Tornion Voima, joka on vain noin 30 km päässä. Käytännössä parhain ratkaisu sijainniltaan olisi kuitenkin isoimman asiakkaan lähellä ja mieluiten pihassa. Toinen vaihtoehto on jossain kauempana, ja sieltä kuljetettaisiin suuria määriä valmista polttoainetta yhdelle asiakkaalle.

#### 5.3.4 Biotermiinaliliiketoimintamalli Kemintulliin

Liiketoimintamallien suunnitteleminen Kemiin sijoitetulle biotermiinalille on haasteellista. Nykyiset toimintamallit mahdollisilla biotermiinalin käyttäjillä ovat niin toimivia, etteivät nämä yritykset halua tai tarvitse mitään laajennusta taikka parannusta omiin liiketoimiinsa. Mahdollisen liiketoimintamallin esittelemisen Kemintullin biotermiinaliin on mielestämme ainoa lähellä toteuttamista oleva vaihtoehto. Esittelemämme liiketoimintamalli on toteuttamiskelpoinen ja yksi vaihtoehto monista mahdollisuuksista.

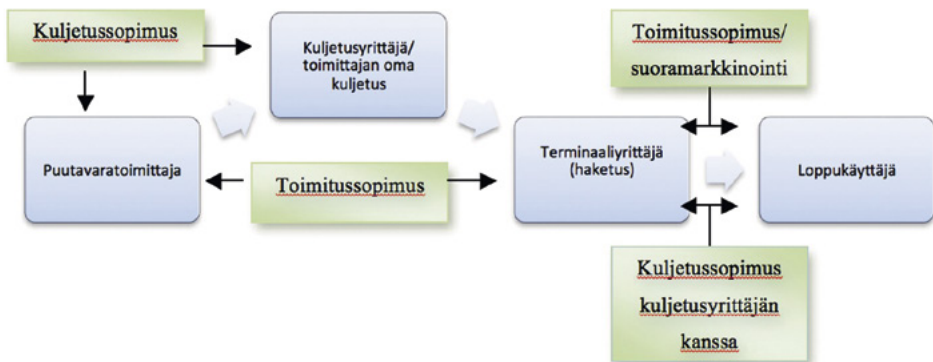
Lähtökohtana biotermiinalin liiketoimintamallin suunnittelussa on miettiä, mitä palveluja biotermiinalilla tuotetaan. Kemintullin liike- ja teollisuusalue ei kuulu Kemin Energia Oy:n kaukolämpöverkkoon, joten alue tarvitsee jossain muodossa lämmityksen. Biotermiinali voisi olla tälle alueelle mahdollisesti perustettavan pienvoimalassa käytettävien raaka-aineiden ja valmiiden polttoaineiden varastotermiinali, joka palvelisi laitosta puskurivarastona varsinkin kelirikkoaikoina. Paikassa A (Kuva 2) on mahdollista tehdä biotermiinalialuetta noin 25 000 m<sup>2</sup> verran. Tämän kokoiselle alueelle mahtuu raaka-aineita ja valmista polttoainetta pienvoimalan tarpeisiin. Kemin Energia Oy:n Karjalahden varastointialueet ovat 20 000 m<sup>2</sup> asfaltoitua ja 3 000 m<sup>2</sup> katettua varastointikenttää, ja nämä alueet riittävät hyvin Kemin Energia Oy:n tarpeisiin. Kemin Energia Oy:n tarve puuhakkeen osalta on noin 60 000 megawattituntia vuodessa. Impolan ja Tiihosen (2011) tutkimuksessa mainitaan, että useimmissa laskelmissa varastojen tilantarpeen mittaamiseen on käytetty 2 MWh/m<sup>2</sup>. Tämän kaavan mukaan Kemintullin 25 000 m<sup>2</sup> alueella voitaisiin varastoida puutavaraa maksimissaan vuoden aikana noin 50 000 MWh.

Liiketoimintamallin perusideana on, että biotermiinalitoimija tarjoaa hallintopalvelua pienvoimalan puskurivarastolle, varsinkin kelirikkoaikoina, ja vuokraa tilaa puuhakkeen toimittajille. Toimittajat voivat olla yksityisiä metsänomistajia, metsänhoitoyhdistys tai erikokoisia yrityksiä. Alueelle voi pystyttää Best-hallin, joka tuo puuhakkeen varastoinnille lisäarvoa lisäämällä polttoaineen laatua eli takaamalla polttoaineen kuivuuden. Raimo Pohjasen (haastattelu, 28.10.2013) sanoja lainaten ”... sehän voisi alkaa haiskahtamaan jo bisnekseltä, jos siellä tosiaan olisi esimerkiksi iso Best-halli, ja sinne tulevat toimijat voisivat olla valmiita maksamaan kohtuullista vuokraakin.”

Peurasaaren haastattelussa (22.10.2013) ilmeni seuraavia asioita mahdolliseen biotermiinaliliiketoimintamalliin Kemintullissa. Liiketoiminta pienaluelämmityksen

muodossa, joka kohdistuu pientalouksille ja omakotitaloille, on huonoa liiketoimintaa, koska eritoten uusien rakennusten energian tarve on pieniä. Kaukolämpöverkon rakentaminen on kallista, ja jos asiakkaan energiatarve on pieni, ei verkkoa ole taloudellisesti kannattava rakentaa. Aluelämmitykseen kohdentuva toiminta tarvitsee alueelta jatkuvaa suhteellisen kovaa energian tarvetta, jotta pienet aluelämpölaitokset ovat kannattavia. Yksi mahdollinen paikka voi olla Kemintullin liike- ja teollisuusalueella, jonka mahdolliset liike- ja teollisuusrakennukset luovat jatkuvaa energian tarvetta.

Kuviossa 11 on kuvattu bioterminaaliliiketoimintamallin puuhakkeen hankinta- ja myyntisopimukset sekä raaka-aineiden tavaravirrat. Terminaaliyrittäjä on tämän liiketoimintamallin keskeisin osapuoli, joka solmii raaka-aineiden ja valmiin polttoaineen toimitussopimukset sekä puutavaratoimittajan että loppukäyttäjän kanssa. Terminaaliyrittäjä hakee ja varastoi materiaaleja terminaalissa. Haketus tapahtuu omalla tai vuokratulla kalustolla. Terminaaliyrittäjä ostaa myös omaa tavaraa varastoon ja myy sitä edelleen suoramarkkinoinnilla toimitussopimusten ohessa. Kuljetussopimukset solmitaan terminaaliyrittäjän ja kuljetusyrittäjän välillä tai puutavaratoimittajan ja kuljetusyrittäjän kanssa. Terminaaliyrittäjä hoitaa kuljetussopimukset loppukäyttäjälle. Meidän kuvaamassa tapauksessa pääasiallinen loppukäyttäjä sijaitsee terminaalin pihassa.



Kuvio 11. Alueellisen terminaaliyrittäjän liiketoimintamalli: puuhakkeen hankinta ja myynti [Valta 2013]

#### 5.3.4.1 BIOTERMINAALITOIMINNAN KUSTANNUKSIIN VAIKUTTAVAT ASIAT

Bioterminaalia suunniteltaessa Kemintulliin täytyy ottaa seuraavat asiat huomioon perustamiskustannuksien kannalta:

- Terminaalialueen koko (Kemintullissa noin 2,5 hehtaaria)
- Maa-alueen omistus (Kenelle maksetaan vuokraa, vai ostetaanko maa-alue)
  - > Perustamiskustannusten jakaminen eri toimijoiden kanssa ja omistussuhde

- Päälystettävän alueen koko (Koko alue vai pelkästään valmiille polttoaineelle)
  - > Päälystettävä aines
  - > Katettu alue (Laitetaanko ollenkaan ja jos laitetaan, niin kuinka suuri)
  - > Kulkuyhteydet (Junarata- ja kumipyöräkuljetukset)
- Terminaalivarustus (Hankkiiko bioterminaalin omistaja, vai toimitaanko vain alueen vuokraajana ja toimintaan tarvittava kalusto tulee muilta)
- Sosiaaliset tilat (WC, taukokuone yms.)
- Työvoima
- Valtion tai muun tasoinen rahallinen tukeminen.

Perustamiskustannukset vaihtelevat bioterminaalin liiketoimintamallin mukaisesti, koska liiketoimintamalli määrittää sen, miten bioterminaali toimii. Toiminnot määrittävät sen, mitä tarvitaan niiden toteutuksessa. Suurimmat kulut, jotka vaikuttavat perustamiseen, muodostuvat lopulta sen perusteella, kuinka paljon arvioidaan tarvittavan asfaltoitua ja katettua varastointitilaa. Käytännössä Kemintullin alueella täytyy miettiä, kuinka paljon pinta-alasta käytetään valmiin polttoaineen ja raaka-aineiden varastointiin ja halutaanko tälle alueelle katettua varastointimahdollisuutta kuten Best-hallia. Kustannuksien suurin erä muodostuu yleensä asfaltoinnista, joka maksaa keskimäärin noin 64 €/m<sup>2</sup> riippuen perustusalueen maaperästä. Toiseksi suurimmaksi perustamiskuluksi olemme arvioineet katetun alueen tekemisen. Alueen koosta riippuen katettu tila voi kasvaa suuremmaksi kulueräksi kuin asfointi. Bioterminaalin varustaminen eli murskaimien, hakkurien, vaa'an ja pyöräkuormainten hankinta riippuu täysin siitä, millaista toimintaa bioterminaalissa halutaan toteuttaa.

#### 5.3.4.2 BIOTERMINAALIN YLLÄPITOKUSTANNUKSIIN VAIKUTTAVAT ASIAT

Bioterminaalin ylläpitokustannukset edellyttävät, että alueelle saadaan tarpeeksi toimijoita ja vuokratuloja. Alueen päälystäminen tai hallien ostaminen on iso investointi ja vaatii liiketoimintaan toimintavarmuutta investointien takaisinmaksua varten. Bioterminaalin ylläpitokustannuksiin vaikuttavat suorasti tai epäsuorasti pääomakulut, polttoainekulut ja muiden käyttömateriaalien kulut, henkilöstökulut, korjaus ja huoltokulut sekä terminaalin ylläpidon ajoittaminen (ympäri vuotista toimintaa vai pelkästään kysynnän huippukohdissa).

#### 5.3.4.3 ANSAINTALOGIIKKA

Päälystetyllä bioterminaalilla voidaan estää epäpuhtauksien päätymistä hakettuun polttoaineeseen ja raaka-aineisiin. Epäpuhtaudet aiheuttavat koneistoissa kuluja ja voivat rikkoa ne, joten puhtaampi raaka-aine säästää sekä hakettajan että lämpölaitoksen kaluston huoltokuluja. Polttoaineen laatua voidaan parantaa kuivattamalla. Se tapahtuu parhaiten katetussa tilassa, jonka voi pystyttää terminaaliin. Raimo Pohjaisen ja Ville Jaaran mukaan katettu halli/alue, kuten Best-halli, voi tuoda polttoaineen laadun kautta jopa 10 prosentin lisäarvon polttoaineelle. Mitä hyvälaatuisempaa polttoaine on, sitä vähemmän sitä tarvitsee kuljettaa loppukäyttäjälle, ja silti siitä saa saman megawattituntiin sidotun hinnan.

Bioterminaalissa raaka-aineita voidaan varastoida ympärivuotisesti. Kun raaka-aineita on samassa paikassa paljon, niin valmiin polttoaineen saannin varmuus säilyy loppukäyttäjillä. Bioterminaalista vuokrattavan tilan tuomat tulot ovat itse bioterminaalin ansaintalogiikkaa. Bioterminaalitoimija voi myös tarjota pelkästään hakettamis- ja murskauspalvelua, jota voidaan vuokrata ulkopuolisille toimijoille. Lisäksi bioterminaalitoimija voi hakettaa itselleen polttoainetta ja myydä sitä eteenpäin muillekin toimijoille kuin pienvoimalaitokselle. Bioterminaalilla voidaan myös tuoda lisäarvoa yhteiseen raaka-ainehankintaan keräämällä paljon alueen toimijoita yhteen. Tämä luo yhteistyömahdollisuuksia eri toimijoiden kesken. Toimijat voivat esimerkiksi sopia materiaalien yhteishankinnoista ja kuljetuksista.

Bioterminaalitoimintaan voisi lisätä myös tuhkan jatkojalostuksen, jos alueelle saadaan tuhkan käsittelyyn tarvittavat luvat. Nykytilanteessa esimerkiksi Kemin Energia Oy:n tuhka viedään Elijärven kaivokselle käytävien sideaineeksi. Kaatopaikalle vietävästä tuhkasta joudutaan maksamaan jätevero 119 €/1 tn. Kemin Energian lämmöntuotannossa syntyvä tuhka olisi erittäin hyvänlaatuista metsälannoitteeksi, mutta tuotannossa käytettävän turpeen arseenipitoisuus on sen verran korkea, että se tekee tuhkasta kelvottoman metsälannoitteen, koska arseenia ei saa palauttaa luontoon.

Tulevaisuudessa voi olla mahdollista viedä tuhkaa metsälannoitteeksi, ja siihen Kemin Energialla on halua. Yritys on selvittänyt asiaa. Jotta tuhka saadaan puhdistettua, tarvitaan tekniikkaa, jolla arseeni saadaan pois tuhkasta. Nykyinen tekniikka on vielä liian kallis ja keskeneräinen, jotta se voitaisiin ottaa käyttöön. Kemin Energia on valmis investoimaan tuhkan jalostamiseen lannoitteeksi ottamalla tulevaisuudessa tuhkan käytön mahdollistavan tekniikan käyttöön. Myös tässä tutkimuksessa kuvailun pienvoimalan skenaarion tuhka voidaan käsitellä terminaalissa metsälannoitteeksi, joka tuo lisäarvoa bioterminaalitoiminnalle.

## 5.4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimusta tehdessä on käynyt selväksi, että metsähakkeen käyttömäärät voimalaitoksissa ovat kasvaneet läpi 2000-luvun. Metsähakkeen käytön lisääntyessä raaka-aineiden hankinta-alueet kasvavat myös entistä laajemmiksi. Tämä tuo haasteita raaka-aineiden hankinnalle ja laadunhallinnalle. Tästä syystä terminaalien asema metsäperäisten biopolttoaineiden hankinta- ja toimitusketjussa tulee kasvamaan, sillä bioterminaleilla saadaan turvattua metsäenergian ympärivuotinen saatavuus, biopolttoaineiden laadunparannus ja toimitusvarmuus. Kemi-Tornion alueella riittää puuta sekä loppukäyttäjiä kuten Kemin Energia Oy, Keminmaan Energia Oy ja Tornion Voima Oy, mutta näiden loppukäyttäjien nykyinen puuhakkeen käyttö ei ole tarpeeksi suurta kannattavasti toimivalle bioterminaalille. Lisäksi bioterminaalilla voidaan lisätä Kemi-Tornion alueen työllisyyttä ja yrittäjyyttä, jos bioterminaalien luomille palveluille saadaan asiakkaita.

Tutkimustulokset osoittivat, että aitoa kiinnostusta bioterminaalin perustamiselle löytyy, jos bioterminaalin voi perustaa kannattavasti, eli tarvitaan hyvä liikeidea. PUULOG-hankkeen yhteistyöyritykset voisivat olla merkittävässä asemassa bioterminaalin perustamisessa, sillä bioterminaalitoiminta tarvitsee terminaaliin operaattorin, puuenergian loppukäyttäjii sekä terminaalin perustamisen edellytykset luovan tahon. Kemin kaupunki, Kemin Energia Oy ja Pohjaset Oy edustavat kaikki omaa rooliaan bioterminaalin perustamisessa.

Tutkimuksen mukaan Kemi-Tornion alueelle on täydet mahdollisuudet perustaa bioterminaali. Kartoitimme Kemin alueelta kaupungin teknisen johtajan avulla neljä potentiaalista sijaintia. Kaupunki on valmis luomaan perustamisedellytykset, kun bioterminaalin kysyntään ja tarpeeseen liittyvät kriteerit täyttyvät. Kemin kaupunki ei voi kuitenkaan osallistua itse bioterminaalin rakentamiseen. Myös aikaisemmista tutkimuksista kävi ilmi, että kuntien rooliksi suositellaan bioterminaalin perustamisedellytyksien luomista. Bioterminaalin voi Kemiin perustaa alueen yritysten ja Kemin kaupungin yhteistyöllä, mutta se vaatii kaikilta osapuolilta panostusta ja uutta liiketoimintaa bioenergiaan.

Tällä hetkellä alueen loppukäyttäjien toimintamallit ovat polttoaineiden hankinnan osalta optimaaliset, joten tarvetta ulkopuoliselle bioterminaalille ei ole. Kaikkien loppukäyttäjien puskurivarastot ovat riittävät nykyisen toiminnan pyörittämiseksi. Esimerkiksi Kemin Energia Oy ei pysty kasvattamaan suuresti puuhakkeen käyttöä nykyisestä ilman mittavia kalustoinvestointeja. Lämpölaitosten kannalta ainoat bioterminaalin tarpeellisuuteen vaikuttavat tekijät nykytilanteessa ovat polttoaineen laadun ja saatavuuden varmistaminen. Käytännössä bioterminaalin perustaminen tarvitsee alueelta paljon liiketoimintaa terminaalin palveluiden ympärille, yhteistoimintaa alueen toimijoilta ja tukea valtiolta, koska bioterminaalin kannattava toiminta vaatii investointeja. Kemi-Tornion alueelta täytyy löytyä investointikykyä, liiketoimintaa, yrittäjyyttä, raaka-aineita, loppukäyttäjii, hyvä infrastruktuuri ja alan osaamista, jotta bioterminaaliliiketoiminnasta saadaan kannattavaa. Liiketoimintamalleja voi suunnitella alueelle käytännössä rajattomia määriä. Bioterminaaliliiketoimintamalli on tämän tutkimuksen mukaan toteuttamiskelpoisin ratkaisu lähitulevaisuutta ajatellen. Jatkotutkimuksia voidaan tehdä alueellisten toimijoiden yhteistoiminnasta, bioterminaalin sijoittamisesta raaka-ainelähteiden lähettyville Kemi-Tornion alueella tai laajemmin Lapissa ja siitä, miten alueellista metsäpotentiaalia pystytään hyödyntämään monipuolisemmin.

## LÄHTEET

Aalto, Aimo, ylitarkastaja, Työ- ja elinkeinoministeriö. Haastattelu 21.8.2013.

Hirsjärvi & Hurme

Hirsjärvi, Sirkka & Hurme, Helena 2001. Tutkimushaastattelu ja haastatteluteoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino.



- Iikkänen, Pekka & Sirkiä, Aki 2011. Rataverkon raakapuun terminaali- ja kuormauspaikkaverkon kehittäminen – Kaikki kuljetusmuodot kattava selvitys. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 31/2011.
- Impola, Risto & Tiihonen, Ismo 2010. Terminaaleilla turvataan metsäenergian toimitusvarmuutta ja laatua. VTT. Hakupäivä 29.9.2013. <[http://www.keskisuomi.fi/filebank/11953-R\\_Impola\\_Bioterminaali.pdf](http://www.keskisuomi.fi/filebank/11953-R_Impola_Bioterminaali.pdf)>
- Impola, Risto & Tiihonen, Ismo 2011. Biopolttoaineterminaalit: Ohjeistus terminaalien perustamiselle ja käytölle. VTT. Hakupäivä 10.5.2013. <<http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2011/VTT-R-08634-11.pdf>>
- Infrarakentamisen kustannushallinta 2007. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. Hanke- ja rakennusosahinnasto. Helsinki: DARK Oy.
- Kallio, Jukka & Pulkkinen, Matti & Tiilikka, Jussi 2002. Sisältötuotannon liiketoimintamallit. Helsinki: Ltt-tutkimus Oy.
- Kananen, Jorma 2008. Kvali: Kvalitatiivisen tutkimuksen teoria ja käytänteet. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.
- Karttunen, Kalle, Föhr, Jarno. & Ranta, Tapio. Energiapuuta Etelä-Savosta. Tutkimusraportti 7. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto..
- Kontiomäen raakapuunkuormausalueen ratasuunnitelma 2012. Liikennevirasto. Pal-tamo 9.1.2012. Hakupäivä 20.11.2013. <<http://portal.liikennevirasto.fi/portal/page/portal/f/hankkeet/suunnitteilla/kontiomaki/B7F86628147BDA04E040B40A-1B010C88>>
- Metsäpolttoaineet 2012. Motiva Oy. Hakupäivä 13.3.2013. <[http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/bioenergia/metsapolttoaineet](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/metsapolttoaineet)>
- Onkalo, Tapani, tekninen johtaja, Kemin kaupunki. Haastattelu 19.9.2013.
- Pelli, Petri 2010. Kiinteisiin biomassapolttoaineisiin liittyvä liiketoiminta Keski-Suomessa. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja – Alueiden kehittäminen 59/2010.
- Peurasaari Jani, Kemin Energia Oy:n lämpöosaston päällikkö. Haastattelu 22.10.2013.
- Perälä, Teemu & Perälä, Martti & Myllylä, Mauri 2011. Bioterminaalin liiketoimintaselvitys. Viisari Ry. Loppuraportti 10.3.2011. <[http://www.saarijarvi.fi/filebank/5406-Loppuraportti\\_100322011.pdf](http://www.saarijarvi.fi/filebank/5406-Loppuraportti_100322011.pdf)>
- Pihlajamäki, Petteri & Salo, Tuomas 2010. Kainuun biomassaterminaalihankkeen toteutettavuusselvitys. Pöyry Management Consulting, Vantaa. Hakupäivä 6.11.2013. <<http://www.miljoonamottia.fi/assets/files/BMV%20toteutettavuusselvitys%20-%20Loppuraportti%2024%201%202010.pdf>>
- Pohjanen Raimo, Pohjaset Oy:n toimitusjohtaja. Haastattelu 28.10.2013.
- Pulkkinen, Matti & Rajahonka, Mervi & Siuruainen, Riikka & Tinnilä, Markku & Wendelin, Robert 2006. Liiketoimintamallit arvonluojina – ketjut, pajat ja verkot. Vantaa: Dark Oy.
- Seppänen, Niina 2011. Valtimon bioterminaali. Pielisen Karjalan Kehittämiskeskus Oy, Valtimo. Hakupäivä 29.10.2013. <[http://www.pikes.fi/c/document\\_library/get\\_file?uuid=ef9fcb69-4ad5-4584-af7d-1b31d760207c&groupId=69174](http://www.pikes.fi/c/document_library/get_file?uuid=ef9fcb69-4ad5-4584-af7d-1b31d760207c&groupId=69174)>

Valta, Janne 2013. Kuvio.

Valta, Janne & Virtala, Jari 2013. Nykyiset hankintalogistiikan liiketoimintamallit  
PUULOG-hankkeen toimijoilla. PUULOG – Bioenergian hankintalogistiikka  
Pohjois-Suomessa. Opinnäytetyö. Kemi-Tornio ammattikorkeakoulu, Kemi.

Valtionavustuslaki 688/2001.

## 6 Yhteenveto

### 6.1 KOOSTE TUTKIMUKSISTA JA TUTKIMUSTULOKSISTA

Tämä julkaisu koostuu kolmesta erillisestä opinnäytetyötutkimuksesta ja yhdestä jatkokutkimuksesta, jossa esitetään ratkaisuja vuoden 2013 alussa valmistuneessa opinnäytetutkimuksessa esille tulleille pullonkauloille ja ongelmille. Tutkimukset on tehty hankkeessa mukana olleiden opiskelijoiden ja opettajien yhteistyönä.

Ensimmäisessä tutkimuksessa, joka valmistui vuoden 2013 alkupuolella, tutkittiin hankkeessa mukana olevien yhteistyöyritysten nykyisiä hankintalogistiikan liiketoimintamalleja ja etsittiin niihin liittyviä pullonkauloja sekä tarkasteltiin kustannusten muodostumista eri toimintojen näkökulmasta verrattuna aikaisempiin aiheen tutkimuksiin. Yhteistyöyrityksistä Kemin Energia Oy, Keminmaan Energia Oy ja Tornion Voima Oy hankkivat puuhakkeen valmiina polttoaineena omiin varastoihinsa toimitettuna ja maksavat siitä tehon mukaan eli euroa/megawattitunti. Tässä tapauksessa puuhakkeen hankinta on yritysten osalta yksinkertainen prosessi, sillä niiden ei itse tarvitse hankkia, käsitellä tai kuljettaa raaka-aineita. Hankkeessa mukana olleiden energiayhtiöiden mukaan merkittävin pullonkaula on puuhakkeen saatavuus, mikä on pyritty turvaamaan pitkillä toimitussopimuksilla toimittajien kanssa. Kaikki yritykset hankkivat puuhakkeen valmiina polttoaineena omiin varastoihinsa toimitettuna. Yhtiöt joutuvat ylläpitämään yllättäviä puuhakkeen toimituskatkoja varten varmuusvarastoja, joissa riitto on viikosta kuukauteen.

Puuhake ei ole kuitenkaan yhtiöiden pääpolttoaine eli muitakin polttoaineita käytetään ja yritykset pyrkivät löytämään markkinoilta hankintahetkellä halvinta polttoainetta. Yhteistyöyrityksistä Pohjaset Oy ja Suomen Hyötymurskaus Oy toimittavat puuhaketta hakkeen loppukäyttäjille. Murskauspaikka on joko asiakkaan terminaalissa tai loppukäyttäjän pihalla lähellä lopullista käyttöpaikkaa. Yhteistyöyrityksistä Metsä-Kantola Oy on keskittynyt tukki- ja kuitupuun kuljettamiseen sahoille ja metsäteollisuuden käyttöön. Tutkimuksessa mukana olevien metsäurakointi-, murskaus- ja kuljetusyritysten mielestä pullonkaulat puuhakkeen hankintalogistiikassa ovat kuljetuksia koskevat rajoitteet, koneiden tuotantokapasiteetin alikäyttö, tuotantoympäristö ja työvoiman saatavuus. Yksi suurimmista haasteista tulevaisuudessa on investointitarpeet, jos puuhakkeen 24 TWh käyttötavoite halutaan saavuttaa. Pohjois-Suomen heikko infrastruktuuri ja rataverkon huono saatavuus ja kilpailun puute voi myös rajoittaa puuhakkeen laajempaa hankintaa. Ratkaisuksi tutkijat ehdottavat au-

tojen enimmäispainorajojen nostoa sekä alalla toimivien toimijoiden ja valtiovallan yhteistyön lisäämistä.

Seuraavassa tutkimuksessa perehdyttiin bioenergian hankintalogistiikan liiketoimintamalleihin ja kartoitettiin uusia mahdollisia liiketoimintamalleja aikaisempia tutkimuksia hyödyntäen. Tavoitteena oli esittää ideoita luomaan uutta yritystoimintaa. Tämä on jatkok tutkimus edellä esitettyyn tutkimukseen.

Tutkimuksessa etsittiin eri toimijoille liiketoimintamalleja, joka sopisivat lisäksi heidän nykyiseen liiketoimintaan. Puuhakkeen murskaustoimintaa harjoittavalle yritykselle esitettiin alueellista hakkuri-/murskainyrittäjän roolia (luku 3.5.1), jolloin se laajentaa toimintaansa säännölliseen haketettavan raaka-aineen hankintaan. Yritys itse voisi olla kiinnostunut tällaisesta uudesta mallista, mikäli kysyntä alueella kasvaa. Toisaalta malli voi aiheuttaa ongelmia nykyiseen liiketoimintaan, koska yrityksestä tulee nykyisten asiakkaiden kilpailija. Kuljetus- ja metsäurakointialan yritykselle ehdotetaan roolia alueellisena paalainyrittäjänä (luku 3.5.2) nykyisen liiketoiminnan lisäksi, jolloin yrityksen tulisi investoida risutukkipaalaimen ja siihen tarvittavaan kuormaimeen. Paalit voidaan kuljettaa tavallisella puutavara-autolla, joita yrityksellä jo on. Kysynnän lisäämiseksi ehdotettiin myös uuden bioenergiayhtiön, lämpövoimalan rakentamista Kemintullin alueelle, jonne ollaan rakentamassa uutta liike- ja teollisuusaluetta. Yksi mahdollinen liiketoimintamalli alueelle on biopolttoaineterminaali (luku 3.5.3). Terminaaliyrittäjä voi olla yksityinen terminaaliyrittäjämalli tai toinen mahdollisuus on, että bioenergiayhtiö perustaa laitoksensa viereen terminaalin (luku 3.5.4). Tämänkin tutkimuksen johtopäätöksissä tulee esille yhteistyön tärkeys, koska puuhakkeen hankintaketjun logistiikkaa on tarkasteltava kokonaisuutena raaka-ainelähteiltä loppuasiakkaalle niin, että kaikki ketjun jäsenet tähtäävät kokonaisedun lisäämiseen. Tutkija ehdottaa, että yrittäjien ja alueen viranomaisten tulisi kokoontua keskustelemaan uusista ratkaisuista ja toimista, jolloin alueellisia toimintamalleja voidaan kehittää ja luoda uusiutuvaan energiaan perustuva uutta liike- ja yritystoimintaa.

PUULOG-hankkeen kolmannessa tutkimuksessa tarkasteltiin ja vertailtiin energiapuun rautateillä tapahtuvia pitkien välimatkojen kustannuksia, niihin liittyviä kalustoratkaisuja ja toisaalta maanteillä tapahtuvien kuljetusten kustannuksia ja kalustoratkaisuja. Tässäkin tutkimuksessa hyödynnettiin aikaisempia tutkimuksia, joista osa on valmistunut Oulun yliopiston tutkimuksina ja pro gradu -töinä PUULOG-hankkeen aikana. Mikäli puuhakkeen kysyntä kasvaa, tulee lisätä myös nuorista metsistä harvennettavan pienpuun ja ainespuuhakkuista saatavan oksa- ja kanto-biomassan korjuuta paljon nykyistä tehokkaammin. Koska puuhakkeen korjuupotentiaali ja puupolttoaineiden kysyntä eivät ole jakaantuneet alueellisesti tasaisesti, haasteeksi muodostuu etäisyyksien kasvaessa kuljetuskustannusten nousu alhaisen energiatiheyden vuoksi.

Tutkimuksessa korostettiin sitä, että puuhakkeen hankintaketju tulee valita niin, että kalustoa pystytään hyödyntämään tehokkaasti ja kannattavasti, mikä vaikuttaa merkittävästi kuljetuskustannusten muodostumiseen. Aiemmilla alhaisemmilla painorajoilla ongelmaksi muodostui se, että kevyen energiapuun kuljetuksissa auton

kapasiteettia ei voitu hyödyntää kunnolla. Uudet suuremmat painorajat ja kalustomitat helpottavat tätä ongelmaa. Irtohakkuutähde on huomattavasti kannattavampaa kuljettaa paalattuna kuin irtonaisena, ja risutukkien kuljettamiseen voidaan käyttää perinteistä raakapuun kuljettamiseen käytettävää puutavara-autoa, sillä mitä tiiviimmin energiapuun saa kuljetettua, sitä kannattavampaa se on. Hakkeen kosteudella on myös merkitystä, mitä isompi lämpöarvo hakekuormassa on, sitä kannattavampi se on. Pitkillä matkoilla maantiekuljetukset eivät pysty kilpailemaan rautatiekuljetusten kanssa, kun on kyse suurista volyymeistä. Pitkillä kuljetusmatkoilla rautatiekuljetus on energiatehokkaampi, liikenneturvallisempi ja ympäristöystävällisempi verrattuna maantiekuljetuksiin. Maantiekysiköitä kuitenkin tarvitaan suurten puutavaraterminaalien ja käyttöpaikkojen välille siellä, missä rautatiekuljetusta ei ole saatavilla tai järkevää. Pitkillä kuljetusmatkoilla kuljetusmuotojen yhdistäminen ja integroiminen on syytä huomioida. Yhdistelmäkuljetuksissa voidaan käyttää erilaisia yksiköitä kuljetusten tehostamiseen, kuten kontteja.

Julkaisun viimeisessä tutkimuksessa käsiteltiin bioenergian hankintalogistiikan osalta bioterminaalia ja sen liiketoimintamalleja sekä ansaintalogiikkaa. Tutkimuksen päätavoite oli selvittää edellytyksiä, joita bioenergiaterminaali tarvitsee alueen toimijoilta ja infrastruktuurilta, jotta se olisi kannattavaa toteuttaa Kemin seudulla edistämään energiapuun hankintalogistiikkaa. Tavoitteena oli myös tutkia, missä olisi terminaalin toimiva ja mahdollinen sijaintipaikka. Terminaalille kartoitettiin liiketoimintamalleja, joiden toimintamahdollisuudet kattavat Kemi-Tornion sekä laajemmankin alueen toimijoiden energiapuun hankintalogistiset tarpeet.

Terminaalin ansaintalogiikassa pyritään löytämään toimintoja, jotka muodostavat ja mahdollistavat terminaalin kannattavuuden. Tässä tutkimuksessa bioterminaalilla tarkoitetaan rakennettua aluetta, jossa bioenergian raaka-ainetta varastoidaan ja käsitellään ennen sen käyttämistä polttoaineena. Bioterminaalin sijainnin määrittää se, millä toimintamallilla terminaalityöintää lähdetään ylläpitämään. Parhaimmat sijoituspaikat ovat liikenteellisesti edulliset valtateiden varret ja risteysalueet sekä taa-jamat ja alueet, joissa tarvittava infrastruktuuri on jo olemassa tai suunnitelmassa. Kemin alueelle puuraaka-aineita voidaan kuljettaa maanteitse, rautateitse ja myös meritse. Tutkimuksessa bioterminaalin tarvetta tarkasteltiin loppuasiakkaiden näkökulmasta ja tutkimuksessa mukana olleiden yhteistyöyritysten kannalta. Lähtökoh-tana oli, että hankintalogistiikka alueella on niin hyvin järjestetty, että uudelle bio-terminaalille ei ole tarvetta. Toisaalta, jos kysyntä kasvaa ja bioterminaalin kautta saadaan laadukkaampaa – energia-arvoltaan korkeampaa – lopputuotetta, energia-yritykset voisivat hankkia puupolttoaineensa uuden terminaalin kautta.

Uuden terminaalin tuottama lisäarvo tulee olla tarpeeksi korkea, että yritykset lähtisivät mukaan investointiin. Kysynnän lisääminen alueella on haastavaa. Alueel-le tarvittaisiin uusia raaka-ainevirtoja ja toimijoita, kuten pellettitehdas, useampi pienvoimala tai jokin iso bioenergian käyttäjä. Lisäksi, jos voitaisiin haketus ja murs-kaus tehdä vain yhdessä paikassa, voidaan säästää koneiden siirtokustannuksissa. Tutkimuksessa esitetään, että Kemi-Tornion alueen lämpölaitokset voisivat tehdä yh-

teisostoja raaka-aineen ja polttoaineen hankintojen osalta uuden bioterminaalien kautta.

Paras sijainti uudelle bioterminaalille olisi tutkijoiden mukaan Kemintullin alueella Järpissä rautatien ja Eteläntien välissä. Alueella on jo toimiva infrastruktuuri, ja sinne on tulossa toimintaa tukevaa korjaamo- ja huoltoyritystoimintaa sekä raskaan kaluston pysäköintialue. Terminaalien ansaintalogiikka perustuu puhtaaseen raaka-aineeseen sekä polttoaineen laadunvarmistukseen, mikä perustuu kuivatukseen ja korkeaan energia-arvoon. Ympärivuotisen varastointi mahdollistaa korkean toimitusvarmuuden. Lisäksi bioterminaalit tarjoaa murskaus- ja haketuspalveluja ja niiden myyntiä, koordinoi toimijoiden yhteishankintoja ja järjestää kuljetuksia. Lämpölaitoksissa syntyvän tuhkan jatkojalostus voisi myös olla yksi ansaintalogiikan osa.

## 6.2 JOHTOPÄÄTÖKSET PUULOG-HANKKEEN HYÖDYISTÄ

Tämän PUULOG-hankkeen tutkimukset antavat paikallista tietoa Kemi-Tornion alueen puuhakkeen logistiikasta. Aiheesta on aiemmin tehty tutkimuksia, mutta kaikki tutkimukset ovat paikallisia tutkimuksia, joissa tarkasteltavat aiheet vaihtelevat infrastruktuurin mukaan. Esimerkiksi Hannu Lähdevaaran, Varpu Savolaisen, Markku Paanasen ja Antti Vanhalan vuonna 2010 tekemä Mailta ja mannuilta, soilta ja saloilta – Selvitys Keski-Suomen biomassakuljetusten logistiikasta on tehty Keski-Suomena alueelta, Jyväskylän lähiympäristöstä.

Tämän julkaisun tutkimuksissa on kartoitettu nykyisiä alan toimijoita Kemi-Tornion alueella ja heidän nykyisiä ja potentiaalisia liiketoimintamalleja, muutoksia puuhakkeen kysyntään ja kuljetuksiin aiheuttavissa tekijöissä ja mahdollisia terminaalien sijaintipaikkoja Kemi-Tornion alueella. Tutkimuksessa esitetään bioterminaaliliiketoimintamallien esimerkkejä, joita voidaan ottaa käytäntöön eri olosuhdeskenaarioissa. Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää paikallisesti, jos puuperäisen bioenergian kysyntä lisääntyy ja bioterminaalien rakentaminen tulee ajankohtaiseksi.

Tulevaisuudessa on monia eri mahdollisuuksia vaikuttaa puuperäisen bioenergian käytön hyödyntämiseen ja kehittämiseen paikallisesti, koska puuperäistä bioenergiaa riittää, jos vain syntyy halukkuutta uudistaa liiketoimintamallia ympäristöystävälliseksi ja luontoa säästäväksi. Varsovassa juuri kokoontunut ilmastopaneeli nosti maailman tietoisuuteen jälleen kerran ilmastopäästöjen rajoituksen tärkeyden ja uusiutuvien biopolttoaineiden käytön lisäämisen ilmastoon ja luonnonvarojen suojelemiseksi. Kansainvälisen ilmastopaneelin (IPCC) syyskuussa julkaiseman raportin mukaan maapallon ilmasto on lämmennyt runsaassa vuosisadassa melkein asteen ja ilmastomuutoksen vaikutukset kiihtyvät asteittain.

Kansainvälisen ja kansallisen energiapolitiikan mukaan uusiutuvien energialähteiden käyttö lisääntyy, mutta se vaatii kaikilta osapuolilta halua panostaa ja vastata energiapolitiikan haasteisiin, jotta energiamarkkinat kehittyvät ja uusiutuvien vaihtoehtoisten energialähteiden käyttöä voidaan lisätä niin, että toiminta on kannattavaa ja mahdollisimman vähän ympäristöä ja luontoa rasittavaa raaka-aineen koko bio-

energian toimitusketjussa toimittajalta loppukäyttäjälle asti. Toisin sanoen yritykset kohtaavat globaalin toimintaympäristön paineet, toimialojen rakennemuutokset ja arvoketjuissa tapahtuvat järjestelyt ja joutuvat asemoimaan toimintansa uudelleen. Yritysten ja yritysverkkojen kyky toiminnan sekä innovaatioiden kehittämiseen lokaalisti ja globaalisti riippuu yrityksen sisäisistä tekijöistä. Henkilöstön ammattitaidon kehitys ja sitouttaminen ovat avainasemassa yrityksen muutoskyvyn kehittämisessä.

Tämä julkaisu on ammattikorkeakoulun puheenvuoro käytävään keskusteluun yritysten uusiutuvien bioenergialiiketoimintamallien kehittämisestä sekä bioenergiaan liittyvän ja ympäristöä säästävän liiketoiminnan opetuksen tärkeydestä ja osaamisen merkityksestä yrityksissä. Opiskelijat, tulevaisuuden työntekijät ja mahdolliset yrittäjät voivat suunnitella ja kehittää uusia liiketoimintamalleja ja toimia EU:n kaavailmien metsänhoitosuunnitelmien laatijoina ja myydä näihin liittyviä sertifikaatteja. Bioenergian käytön lisääminen ja kehittäminen saattaa vaatia isoja investointeja. Toisaalta on myös mahdollista lisätä ansaintatuloja uusilla ennakoinvilla ratkaisuilla, jotka eivät vaadi suuria investointeja ja pitkiä takaisinmaksuaikoja mutta sitäkin enemmän uutta luovaa yrittäjyyttä ja asiantuntijuutta, jota voidaan hyödyntää myös kansainvälisillä markkinoilla. Esimerkit uudesta yrittäjyydestä liittyvät tämän julkaisun tutkimuksissa aikaisemmin mainittuihin erilaisiin terminaaliryttävetoisiin liiketoimintamalleihin sekä pieniin lämpövoimalayrittäjiin, jotka tuottavat uusiutuvalla energialla paikallisesti tuotettavaa lämpöä. Näiden mallien etuna on se, että kuitupuuta voidaan hyödyntää muuallakin kuin selluloosa- tai paperitehtaissa. Näin kuitupuuta hyödynnetään energiantuotannossa polttoaineena ja tukit menevät sahojen käyttöön. Myös isot, perinteiset metsäteollisuusyritykset ovat muuttamassa liiketoimintamalliaan, kuten UPM Kymmene, joka luottaa mäntydieselin ansaintalogiikkaan ja liiketoimintamahdollisuuksiin.

Tämä julkaisu on osoittanut bioenergian hankintalogistiikan jatkotutkimuksen tarpeellisuuden laajemmalla alueella Lapissa. Tutkimus voidaan toteuttaa kattavammin, kun sitä laajennetaan Rovaniemen ja Kemijärven suuntaan ja otetaan mukaan yrityksiä ja muita puuperäisen bioenergia-alan toimijoita. Jatkamalla tutkimusta koko Lappia koskevaksi voidaan kartoittaa laajemmalla alueella bioterminaaliverkostoa ja erilaisia liiketoimintamalleja bioenergian hankintalogistiikan ja kehittämiseksi niin, että jokainen toimija kehittää omaa ansaintalogiikkaa ja luo arvoa sekä omille asiakkailleen että koko bioenergian hankintalogistiikan verkostolle.

Yhteenvetona voidaan todeta, että Tekesin bioenergian hankintalogistiikan tutkimusprojektista ovat hyötyneet eri osapuolet. Yritysten hankkeessa mukana oleva henkilökunta ja opettajat sekä opiskelijat kehittivät osaamistaan. Hanke vaikuttaa positiivisesti alueen bioenergia-alan toimijoiden väliseen yhteistyöhön ja toimijoiden liiketoimintamallien kehittämiseen ja mahdollisen uuden liiketoiminnan syntymiseen. Ammattikorkeakoulun opettajat ovat voineet syventää käytännön osaamistaan ja opiskelijat pääsivät soveltamaan oppimaansa. Hanke luo edellytyksiä uusien työpaikkojen syntymiselle ja parantaa opiskelijoiden työllistymismahdollisuuksia alueelle työelämäkontaktien kautta. Hankeen tuloksia on esitelty paikallisissa medioissa.

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu (vuoden 2014 alusta lähtien uusi Lapin ammattikorkeakoulu) toimii keskustelufoorumina ja uuden tiedon levittäjänä.

Myös opiskelijoiden tietoutta ja osaamista bioenergian hankintalogistiikan liiketoimintamalleista ja mahdollisista uusista liiketoimintaideoista on mahdollista lisätä opinnäytetyöraporttien ja tämän tutkimusjulkaisun avulla. Yritykset voivat hyödyntää opinnäytetöitä ja tutkimusjulkaisua ottamalla oppia tutkittavien yritysten toiminnasta sekä aikaisempien tutkimusten tuloksista. Opinnäytetyöt ja niihin liittyvät empiiriset tutkimukset pk-yritysten bioenergian hankintalogistiikan kehittämistä koskevana julkaisuna tuo myös lisäarvoa Kemi-Tornion ja tulevan Lapin ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehittämistoiminnalle.

## LÄHTEET

Lähdevaara, Hannu & Savolainen, Varpu & Paananen, Markku & Vanhala, Antti 2010. *Mailta ja mannuilta, soilta ja saloilta – selvitys Keski-Suomen biomassakuljetusten logistiikasta*. Tampere: Tampereen yliopistopaino Oy-Juvenes Print.



# Tekijöiden esittelyt

## **Kirsti Ketola**

Toimin logistiikan lehtorina Kemi-Tornion ammattikorkeakoulussa. Kauppätieteiden maisteriksi valmistuin Oulun yliopistosta 2004 pääaineenani logistiikka. Aikaisemmin työskentelin pitkään teollisuuden palveluksessa johdonlaskentatoimessa, taloussuunnittelijana. Itselleni PUULOG-hanke oli haastava, jopa vaikea, koska tutkimusalue – puupolttoaineiden hankintaketjut – ei ollut entuudestaan tuttu, minkä vuoksi materiaalia oli luettava runsaasti. Hankkeessa syntyneet tulokset olivat kuitenkin antoisia.

## **Liikka Rahkonen**

Työskentelen Kemi-Tornion ammattikorkeakoulussa päätoimisena tuntiopettajana. Koulutukseltani olen kasvatustieteen maisteri ja liiketalouden tradenomi. Opettajan työn lisäksi olen saanut mahdollisuuden toimia myös monissa hankkeissa. PUULOG-hankkeessa olin projektipäällikkönä vastaten hankkeen hallintoon liittyvistä toimita. Yhteistyö alan yritysten, asiantuntijaopettajien ja opiskelijoiden kanssa oli mielekästä ja opettavaista

## **Marita Wahlroos**

Toimin liiketalouden yliopettajana Kemi-Tornion ammattikorkeakoulussa. Koulutukseltani olen kauppätieteen tohtori. Erikoistumisalueitani ovat strateginen johtaminen ja liiketoimintamallit, kansainvälinen markkinointi, liikesuhteet ja arvoverkot sekä tutkimustoiminta. Kansalliseen ja kansainväliseen projektitoimintaan olen osallistunut asiantuntija- ja tutkijajäsenenä sekä konsulttina. Liiketalouden osaamistani ovat kehittäneet myös koulutusohjelmavastaavan tehtävät, opetussuunnitelmatyö ja tutkijatyö Oulun yliopistossa sekä toiminta omassa yrityksessä. Nyt ohjaan paljon oppinäytetöitä sekä tradenomikoulutuksessa että ylemmässä ammattikorkeakoulututkinnoissa, ja eri hankkeet, kuten tämä Tekesin PUULOG-hanke, antavat oivan mahdollisuuden opiskelijoille tehdä käytännön tutkimustyötä ja kehittää osaamistaan yhdessä yritysten kanssa.

## **Pekka Erkkilä**

Olen Keminmaasta lähtöisin oleva Kemissä asuva logistiikan tradenomi. Aloitin vuonna 2010 opinnot Kemi-Tornion ammattikorkeakoulussa liiketalouden koulutus-

ohjelmassa ja valmistuin syksyllä 2013. Olen toiminut projektityöntekijänä PUULOG-hankkeessa. Lisäksi olen opinnäytetyön ”Energiapuun kuljetuskustannusten ja kuljetuskaluston vertailu – case PUULOG” tekijä.

### **Joonas Heiskari**

Olen kemiläinen logistiikan tradenomi. Aloitin opiskelut Kemi-Tornion ammattikorkeakoulussa vuonna 2010 ja valmistuin 2013. PUULOG-hankkeessa työskentelin projektityöntekijänä ja olin toinen opinnäytetyön ”Bioenergian hankintalogistiikka Kemi-Tornion alueella – Case: biotermiinaali Kemiin” tekijöistä.

### **Miska Viholainen**

Olen kotoisin Haukiputaalta, Oulusta. Valmistuin ylioppilaaksi Haukiputaan lukiossa vuonna 2009, jonka jälkeen opiskelin Kemi-Tornion ammattikorkeakoulussa tradenomiksi logistiikkaan suuntautuen. Tradenomiksi valmistuin vuoden 2013 lopussa. Minulla on työkokemusta logistiikkatyöntekijän tehtävissä Swanline Oy:llä kolmen vuoden ajalta opiskelujen yhteydessä. PUULOG-hankkeessa toimin projektityöntekijänä PUULOG-projektissa sekä opinnäytetyön ”Bioenergian hankintalogistiikka Kemi-Tornion alueella – Case: biotermiinaali Kemiin” toisena tekijänä.

### **Janne Valta**

Olen Haukiputaalta kotoisin oleva ja tällä hetkellä Kemissä asuva logistiikan tradenomi. Valmistuin Kemi-Tornion ammattikorkeakoulusta keväällä 2013. Olen työskennellyt PUULOG-hankkeessa projektityöntekijänä. Lisäksi olen toinen tekijä opinnäytetyössä ”PUULOG- Bioenergian hankintalogistiikka Pohjois-Suomessa – Nykyiset hankintalogistiikan liiketoimintamallit PUULOG-hankkeen toimijoilla”.

### **Jari Virtala**

Olen valmistunut Kemi-Tornion ammattikorkeakoulusta tradenomiksi vuonna 2013 (suuntautuminen logistiikkaan). Keväästä 2012 alkaen olen työskennellyt ahtaus- ja huolintatyönjohtajana Kemi Shipping Oy:ssä. PUULOG-hankkeessa toimin opinnäytetyön ”PUULOG- Bioenergian hankintalogistiikka Pohjois-Suomessa – Nykyiset hankintalogistiikan liiketoimintamallit PUULOG-hankkeen toimijoilla” toisena tekijänä.

### **Minttu Merivirta**

Työskentelen Kemi-Tornion ammattikorkeakoulussa projektityöntekijänä, projekti-asiantuntijana ja suomen opettajana. Pääasiallisesti työnkuvaani kuuluu kaupan ja kulttuurin alan TKI-hankkeiden popularisointi. Valmistuin filosofian maisteriksi (suomen kieli) Turun yliopistosta vuonna 2008, ja medianomi (AMK) -tutkinnon suoritin Kemi-Tornion ammattikorkeakoulussa valmistuen vuoden 2013 lopussa. PUULOG-hankkeessa olen ollut mukana hankkeen toiminnan raporttoijana, lehtijuttujen kirjoittajana ja tämän julkaisun toisena toimittajana.



Puusta jalostettavissa biopolttoaineissa piilee valtavasti mahdollisuuksia. Suomessa on paljon metsävarantoja ja metsäosaamista, ja on vain keksittävä uusia keinoja – uutta ajattelua sekä uutta luovaa yritystoimintaa – muuttaa vihreä kulta rahaksi.

PUULOG - Bioenergian hankintalogistiikka Pohjois-Suomessa -hanke toteutettiin Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun ja Oulun yliopiston yhteisenä kehityshankkeena. Hankkeen avulla pyrittiin kartoittamaan, kehittämään ja analysoimaan puuhakkeen hankintaketjun liiketaloudellisia ja logistisia toimintamalleja sekä niiden vaikutuksia suurille käyttöpaikoille toimitetun hakkeen toimitusvarmuuteen, laatuun ja hankintalogistiikan kustannusten muodostumiseen Pohjois-Suomessa. Eensisijaisesti hanke keskittyi kuljetuksiin, varastointiin ja terminaaleissa tapahtuviin toimintoihin sekä materiaalin vastaanottoon suurilla käyttöpaikoilla.

Tämä tutkimusjulkaisu on Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun puheenvuoro puuperäisen bioenergian käytön edistämisestä ja bioenergian hankintalogistiikan liiketoimintamallien kehittämisestä käytävään keskusteluun sekä uutta yrittäjyyttä ja ajattelua korostavan liiketoiminnan opetuksen tärkeydestä ja osaamisen merkityksestä yrityksissä.