



Liikenne- ja  
viestintäministeriö

# Keiteleen kanavan kehittäminen

Työryhmän mietintö





Julkaisun päivämäärä  
11.2.2010

Julkaisun nimi

**Keiteleen kanavan kehittäminen. Työryhmän mietintö**

Tekijät

Työryhmä

puheenjohtaja: Mikael Nyberg

sihteeri: Olli Holm, Liikennevirasto

Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä

Liikenne- ja viestintäministeriö 27.3.2009

Julkaisusarjan nimi ja numero

**Liikenne- ja viestintäministeriön  
julkaisu 3/2010**

ISSN (verkkojulkaisu) 1795-4045  
(tuloste) 1457-7488

ISBN (verkkojulkaisu) 978-952-243-135-6  
(tuloste) 978-952-243-136-3

HARE-numero LVM032:00/2009

Asianumero

Asiasanat

bioenergia, Keiteleen kanava

Yhteyshenkilö

Mikael Nyberg

Muut tiedot

Tiivistelmä

Liikenne- ja viestintäministeriö asetti 27.3.2009 työryhmän, jonka tehtävänä oli selvittää Keiteleen kanavan yhteiskuntataloudellinen merkitys ja erityisesti raide- ja vesikuljetusten keskinäinen kustannustehokkuus sekä kartoittaa rahoitusvaihtoehdot. Työryhmän tuli tehdä ehdotus hankekokonaisuuden toteuttamisesta aikatauluineen. Työryhmän alkuperäinen määräaika oli 17.6.2009, mutta määräaika jatkettiin 31.12.2009 saakka.

Työryhmä järjesti työn aikana kaksi kuulemistilaisuutta sekä teetätti taustaselvityksen.

Työryhmä totesi, että pitkällä aikavälillä tulee tapahtumaan suuria muutoksia, joiden vaikutuksia bioenergian kuljetuksiin ei tässä vaiheessa pystytä tarkoin määrittelemään. Näitä ovat mm. Suomen metsäteollisuuden murros, päästöoikeuden hinta, liikenteen hinnoittelun muutokset, kuljetus- ja terminaalijärjestelyt. Työryhmä onkin tehnyt johtopäätöksensä vuoteen 2015 ulottuvalle aikavälille. Työryhmä korostaa, että toimintaympäristön muuttuessa tilanne on arvioitava uudestaan.

Työryhmän arvion mukaan pääosa metsähakkeen kuljetusketjuista perustuu tienvarsihaketukseen ja maanteitse tapahtuvaan hakkeen kuljetukseen käyttökohteelle. Maanlaajuisesti hakkeen rautatiekuljetuksille on olemassa merkittävää potentiaalia, mutta sen toteutuminen edellyttää investointeja terminaaleihin sekä kuljetusvälineisiin. Uudentyyppiselle biopolttoaineita kuljettavalle alukselle ei ole taloudellisia edellytyksiä Keiteleen ja Päijänteen alueella, koska alusliikenteelle ei synny riittävää kysyntää lyhyehköjen kuljetusmatkojen ja hankinta-alueen suuntautumisen vuoksi. Siten Keiteleen kanavan parantamiselle ei tällä hetkellä ole osoitettavissa yhteiskuntataloudellista kannattavuutta.

Publiceringsdatum  
11.2.2010

Publikation

**Keiteleen kanavan kehittäminen (Utveckling av Keitele kanal), arbetsgruppsbetänkande**

Författare

Arbetsgrupp  
ordförande: Mikael Nyberg  
sekreterare: Olli Holm, Trafikverket

Tillsatt av och datum

Kommunikationsministeriet 27.3.2009

Publikationsseriens namn och nummer

**Kommunikationsministeriets  
publikationer 3/2010**

ISSN (webbpublikation) 1795-4045  
(utskrift) 1457-7488  
ISBN (webbpublikation) 978-952-243-135-6  
(utskrift) 978-952-243-136-3  
HARE-nummer LVM032:00/2009  
Ärendenummer

Ämnesord

bioenergi, Keitele kanal

Kontaktperson

Mikael Nyberg

Övriga uppgifter

Sammandrag

Kommunikationsministeriet tillsatte 27.3.2009 en arbetsgrupp med uppdraget att klargöra Keitele kanals samhällsekonomiska betydelse. Syftet var att särskilt redogöra för kostnadseffektiviteten inbördes mellan järnvägstransporter och sjötransporter samt att kartlägga finansieringsalternativen. Arbetsgruppen hade som uppgift att lägga fram ett förslag till projektgenomförande med tidsplan. Arbetsgruppens mandat, som var utsatt till 17.6.2009, förlängdes till 31.12.2009.

Arbetsgruppen ordnade under arbetets gång två utfrågningar och lät sammanställa en redogörelse om bakgrundsfaktorerna.

Arbetsgruppen konstaterade att det på lång sikt kommer att ske stora förändringar. Vilka konsekvenser det har för transporterna av bioenergi kan inte i detta skede exakt förutses. Förändringarna föräns bl.a. av omvälvningen inom den finska skogsindustrin, utsläppsrätternas pris, ändringar i prissättningen av trafiken och transport- och terminalarrangemangen. Arbetsgruppen har därför dragit sina slutsatser för tiden fram till 2015. Arbetsgruppen framhåller att läget bör bedömas på nytt när verksamhetsmiljön förändras.

Enligt arbetsgruppens bedömning grundar sig största delen av transportkedjorna av skogsbränsle på flisning vid bilväg och transport av flisen på landsväg till förbrukningsstället. I hela landet finns det en avsevärd potential för transport av flis på järnväg, men för att genomföra transporterna krävs investeringar i terminaler och transportmedel. Inom Keitele- och Päijänneområdet finns inga ekonomiska förutsättningar för fartyg av ny typ som fraktar biobränslen, eftersom efterfrågan på fartygstrafik inte är tillräckligt stor på grund av att transportsträckorna är rätt korta och upphandlingsområdet inte är rätt inriktat. Därmed går det inte för närvarande att påvisa någon samhällsekonomisk lönsamhet för upprustningen av Keitele kanal.

Date  
11 February 2010

Title of publication

**Development of the Keitele canal. Working group report**

Author(s)

Working group

Chair: Mr Mikael Nyberg, Ministry of Transport and Communications

Secretary: Mr Olli Holm, Finnish Transport Agency

Commissioned by, date

Publication series and number

**Publications of the Ministry of  
Transport and Communications  
3/2010**

ISSN (online) 1795-4045

(print) 1457-7488

ISBN (online) 978-952-243-135-6

(print) 978-952-243-136-3

Reference number

Keywords

bio-energy, Keitele canal

Contact person

Mikael Nyberg

Other information

Abstract

The Ministry of Transport and Communications of Finland appointed a working group on 27 March 2009 to examine the socio-economic importance of the Keitele canal, particularly the cost-efficiency of rail and water transport, and to identify the available finance alternatives. The working group was to make a proposal for the implementation of the projects involved, including their time schedules. The deadline for the work was 17 June 2009, but was extended to 31 December 2009.

The group arranged two consultations and commissioned a background research.

The working group states that major changes are expected in the economy in the long term and their impact on transport of bio-energy cannot be determined at this stage. The changes include the ones expected in the Finnish forest industry, in the price of emission allowances, in transport pricing, and in transport and terminal arrangements. Thus, the working group limited the conclusions to cover a period until 2015. The working group emphasises that any changes in the operating environment will give reason to a review of the situation.

It is the working group's estimate that a majority of transport chains involving whole tree chips are based on roadside chipping and transport of chips by road to their end destination. There is a significant global potential for railway transport of chips, but the implementation would require investments in terminals and means of transport. There are no economic conditions in the Keitele and Päijänne regions for a vessel carrying new types of bio-fuels, because there would be not enough demand due to rather short transport journeys and the location of the raw material areas. Thus, in the light of the current data, improvement of the Keitele canal does not seem socio-economically profitable.

## Sisällysluettelo

1.	Bioenergian käytön ja kuljetusten nykytila .....	5
2.	Bioenergian käyttötavoitteet .....	5
3.	Puuperäisen energian saatavuus sekä käyttö Keski-Suomen alueella.....	7
4.	Puuenergiakuljetukset ja niiden jakautuminen eri kuljetusmuodoille .....	8
5.	Kuljetusten edellyttämät investoinnit ja vaikutukset liikenneväylien ylläpitoon...	16
6.	Päästöt ja onnettomuudet.....	18
7.	Yhteiskuntataloudellinen merkitys.....	19
8.	Rautatie- ja aluskuljetusten käyttömahdollisuudet bioenergiakuljetuksissa.....	20
9.	Työryhmän johtopäätökset .....	22
	Lähdeluettelo.....	24
	Liite 1: Työryhmän asettamiskirje	
	Liite 2: Työryhmän laatimat selvitykset ja kuullut tahot	
	Liite 3: Käytetyt yksiköt ja termit	
	Liite 4: Puupolttoaineiden kuljetusten optimointi, taustaselvitys (erillinen liite)	

## LIIKENNE- JA VIESTINTÄMINISTERIÖLLE

Liikenne- ja viestintäministeriö asetti 27.3.2009 työryhmän, jonka tehtävänä oli selvittää Keiteleen kanavan yhteiskuntataloudellinen merkitys ja erityisesti raide- ja vesikuljetusten keskinäinen kustannustehokkuus sekä kartoittaa rahoitusvaihtoehdot. Työryhmän tuli tehdä ehdotus hankekokonaisuuden toteuttamisesta aikatauluineen. Työryhmän alkuperäinen määräaika oli 17.6.2009, mutta määräaika jatkettiin 31.12.2009 saakka.

Työryhmä laajensi selvitystyötä työn aikana laaditun esiselvityksen ja kuulemistilaisuuden perusteella varsinaista tehtäväksi antoa laajemmaksi. Työryhmän laatima selvitys kattaa seuraavat osa-alueet:

- Bioenergian sekä niiden vesi- ja rautatiekuljetusten potentiaalın sekä kysynnän hankkeen koko vaikutusalueella.
- Kokonaiskuljetuskustannukset ja niiden laskentaperusteet eri vaihtoehdoissa
- Terminaali- ja alusliikenteen toimintaedellytykset
- Hankkeen kustannusarvion tarkentaminen
- Yhteiskuntataloudelliset arviot
- Tulevaisuusskenaariot ja herkkyystarkastelut

Työryhmä järjesti kaksi kuulemistilaisuutta sekä teetti taustaselvityksen.

Työryhmän työn taustalla ovat Euroopan unionin Suomea sitovat päätökset lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä vuoden 2006 28,5 %:sta 38 %:iin vuoteen 2020 mennessä sekä Jyväskylän Energia Oy:n valmistumisvaiheessa olevalle Keljonlahden voimalaitoksen polttoainekuljetuksiin ehdotettu uusi alustyyppi. Ehdotettujen aluskuljetusten käyttö edellyttäisi Keiteleen kanavan ja alueen väyläverkoston parantamista sekä aluskuljetusten terminaaliverkoston rakentamista.

### Hankkeen kuvaus

Keiteleen kanavan ja siihen liittyvän vesiväylästäön parantaminen Keiteleen ja Päijänteen alueella käsittää neljän Keiteleen kanavasillan sekä yhden Keiteleellä sijaitsevan sillan korottamisen 8,0 metrin alikulkukorkeudelle sekä kanavasulkujen ja väylästäön parantamisen vastaamaan aluskuljetusten ja talviliikenteen edellytyksiä.

Keiteleen kanava valmistui vuonna 1993 lähinnä uiton käyttöön, mutta metsäteollisuuden uudelleenjärjestelyiden myötä uitto alueella on loppunut. Alkuperäisenä suunnittelutavoitteena oli 8 metrin alikulkukorkeus koko kanavareitillä, mutta tuolloin ei ollut nähtävissä tarvetta ko. alikulkukorkeudelle. Tämän vuoksi tavoitteesta luovuttiin kanavan rakennusaikana, ja päädyttiin nostamaan alikulkukorkeus tavoitetasolle siltojen uusimisien myötä pidemmällä aikavälillä. Kanavan valmistumisen jälkeen rakennetut sillat onkin rakennettu 8 metrin alikulkukorkeudelle.

Aluskuljetuksia varten on suunniteltu uusi alustyyppi, joka kykenee kulkemaan itsenäisesti ympärivuotisesti, joten erillistä jäänmurtokalustoa alueelle ei tarvita. Aluksen lastinottokyky on noin 7 000 m<sup>3</sup>, ja sen lastaus- ja purku tapahtuu pneumaattisesti, joten terminaalialueilla ei tarvita erillistä lastaus- tai purkukalustoa.

Hankkeen kustannusarvio on silta- ja vesiväyläjärjestelyiden osalta noin 30 milj. euroa, alueterminaalien osalta noin 15 milj. euroa ja kuljetuksiin käytettävän aluksen osalta noin 22 milj. euroa eli yhteensä kokonaisinvestointi on noin 67 milj. euroa.

### Tehdyt selvitykset

Työryhmä on laatinut selvityksen biopolttoainekuljetuksista Keski-Suomessa, jossa arviointiin puuenergiansaataavuutta erityisesti Keski-Suomen energia- ja teollisuuslaitoksilla ja

eri kuljetusmuotojen käyttöä näissä kuljetuksissa. Autokuljetuksen lisäksi vaihtoehtoisina kuljetusmuotoina tutkittiin suunniteltuun uuteen alustyyppiin perustuvia vesikuljetuksia sekä konttien käyttöön perustuva rautatiekuljetusjärjestelmä. Osana alus- ja rautatiekuljetusjärjestelmää ovat terminaalit, joissa puupolttoaineet haketetaan ja lastataan alukseen tai junavaunuihin. Tarkasteluvuosi on 2015.

Kilpailutilanteen vuoksi energiapuun tavaravirtoja tarkasteltiin koko valtakunnan tasolla. Tämä tarkoittaa, että energiapuun kysyntäpaikkoina otettiin huomioon kaikki energiapuuta ja turvetta käyttävät kohteet (energiantuotantolaitokset, pellettitehtaat, sellutehtaat jne.).

Energiapuun tarjonnassa otettiin huomioon pääte- ja harvennushakkuista saatavat metsähakkeet (hakkuutähde, pienpuu ja kannot) sekä metsäteollisuuden sivutuotteina saatava kuori, puu ja hake, joka ei mene tuotantolaitokseen omaan energiantuotantoon. Turvetta tarkasteltiin selvityksenä ns. vaihtoehtoisena energiamuotona, joka vaikuttaa osaltaan siihen, onko energiapuun käyttö kannattavaa. Selvityksen ovat laatineet Ramboll Finland yhteistyössä Pöyry Energy Consultingin kanssa. Työryhmä on järjestänyt selvitystyön laadinnan yhteydessä kaksi kuulemistilaisuutta.

Tämän selvityksen lisäksi työryhmä on tarkentanut hankkeen kustannusarvioita sekä arvioinut laajemmin energia- ja ilmastopoliittisen selonteon tavoitteiden ja pidemmän aikavälin muutosten merkitystä biopolttoaineiden tarjontaan, kysyntään ja kuljetuksiin.

### **Työryhmän johtopäätökset**

Työryhmän tekemien selvitysten perusteella työryhmä toteaa, että lyhyellä aikavälillä

- Pääosa metsähakkeen kuljetusketjuista perustuu tienvarsihaketuksen ja maanteitse tapahtuvaan hakkeen kuljetukseen käyttökohteelle.
- Maanlaajuisesti hakkeen rautatiekuljetuksille on olemassa merkittävää potentiaalia, mutta sen toteutuminen edellyttää investointeja terminaalisiin sekä kuljetusvälineisiin, lähinnä hakekuljetuksiin soveltuviin kontteihin. Myös rataverkon suunnitellut investoinnit tulisi toteuttaa.
- Proomukuljetusjärjestelmään perustuvalla hakkeen kuljetusketjulla on nykytilanteessa suunniteltuja bioaluskuljetuksia parempi kilpailukyky.
- Taloudellisia edellytyksiä suunnitellulle uudentyyppiselle biopolttoaineita kuljettavalle alukselle ei ole Keiteleen ja Päijänteen alueella, koska alusliikenteelle ei synny riittävää kysyntää lyhyehköjen kuljetusmatkojen ja hankinta-alueen suuntautumisen vuoksi. Siten suunnitellulle Keiteleen kanavan parantamiselle ei tällä hetkellä ole osoitettavissa yhteiskuntataloudellista kannattavuutta.
- Uudentyyppisen aluksen liiketaloudellisesti kannattava käyttö kuljetuksiin edellyttää alusinvestointiin kohdistettavaa tukea sekä terminaaliverkoston rakentamista ja Keiteleen kanavan parantamista.

Pitkällä aikavälillä tehtyihin johtopäätöksiin liittyy myös merkittäviä epävarmuustekijöitä ja tekijöitä, joiden vaikutusta ei tässä vaiheessa pystytä arvioimaan. Tällaisia tekijöitä ovat muun muassa:

- Uusiutuvan energian käyttötavoitteet lisäävät biopolttoaineiden kysyntää merkittävästi.
- Suomen metsäteollisuuden muutos vaikuttaa merkittävästi raakapuun hankintaan, hankintamääriin ja metsäteollisuuden sivutuotteiden syntymiseen.
- Terminaaleihin perustuvan kuljetusjärjestelmän lisääntyvä käyttö
- Päästöoikeuden hinnan mahdollinen nousu ja päästökaupan mahdollinen ulottaminen maantieliikenteeseen
- Mahdolliset muutokset liikenteen hinnoittelussa



- Euroopan unionin poliittiset päätökset.
- Raskaalle tieliikenteelle mahdollisesti asetettavat rajoitukset

Mahdolliset pitkän aikavälin muutoksen parantavat etenkin rautatiekuljetusten, mutta myös aluskuljetusten kilpailukykyä. Näiden muutosten merkittävyyttä tai ajallista ulottuvuutta on hankala arvioida, mutta on todennäköistä, että pidemmällä aikavälillä yhä suurempi osa metsähakekuljetuksista tulee tapahtumaan rautatie- ja aluskuljetuksina. Tilannetta onkin työryhmän mielestä seurattava tarkasti ja tarvittaessa arvioitava uudelleen.

### **Hankkeen rahoitusmahdollisuudet ja mahdollinen toteutusaikataulu**

Työryhmä arvioi myös toimeksiannon mukaisesti hankkeen rahoitusmahdollisuuksia. Euroopan unionin mahdollisista rahoituslähteistä rakennekehitysrahastoista on mahdollista suunnata osarahoitus hankkeen toteuttamiseen. Sen sijaan Marco Polo –ohjelman rahoituksen myöntäminen hankkeen toteutukseen on erittäin epätodennäköistä

Jos Keiteleen kanavan kehittäminen ja siihen liittyvät tiestöön ja rataverkkoon kohdistuvat toimenpiteet katsotaan mm. yllä kuvattujen muutostekijöiden valossa välttämättömäksi, rahoitusta ei työryhmän arvioiden mukaan ole saatavissa muutoin kuin valtion talousarvion kautta. Kustannukset Keiteleen liikenneverkon kehittämisen osalta ovat 30 milj. euroa ja terminaalien kehittämisen osalta 15 milj. euroa. Vaajakosken kohdalla siltajärjestelyt olisi tarkoituksenmukaista toteuttaa vt 4 Vaajakoski-projektin yhteydessä, jonka kustannusarvio on 85 milj. euroa. Aikaisin mahdollinen aikataulu vt 4 projektille on 2013-2014.

Hankkeet eivät sisälly liikennepoliittiseen selontekoon ja niistä olisi tehtävä erillinen päätös. Alusliikenteen käynnistämisen edellyttäjästä tuesta on lisäksi päätettävä erikseen.

Hankkeen toteutusaikataulu voisi mahdollistaa täysimittaisen aluskuljetusten käynnistämisen alueella vuonna 2014-2015.

Työryhmän mietintö on yksimielinen.

Helsingissä 7.1.2010

Mikael Nyberg  
työryhmän puheenjohtaja

Jukka Saarinen

Kaisa Pirkola

Anita Mikkonen

Keijo Kostiainen

Olli Holm

Timo Välke

Seppo Kosonen

Jaana Kuusisto

Riitta Viren

## 1. Bioenergian käytön ja kuljetusten nykytila

Suomessa uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian osuus energian loppukulutuksesta vuonna 2006 oli 28,5 prosenttia. Vuonna 2007 uusiutuvien energialähteiden käyttö oli noin 103,5 TWh ja vuonna 2008 noin 108 TWh. Merkittävin uusiutuvan energian lähde on teollisuuden sivutuotteina syntyvät energialähteet (taulukko 1), jota hyödynnetään pääosin energiatuotannossa joko itse teollisuuslaitoksella tai sen läheisyydessä.

Metsähake koostuu metsien päätehakkuiden ja harvennusten yhteydessä kerättävästä puubiomassalle (oksat, latvukset ja kannot). Haketta käyttäviä voimalaitoksia on suhteellisen tiheästi Suomessa, joten tyypillisesti puubiopolttoaineet kuljetetaan nykyisin lähistöllä sijaitsevalle käyttökohteelle maantiekuljetuksin. Metsähakkeen käyttökohteiden määrä on lisääntynyt merkittävästi 2000-luvun aikana, ja vuonna 2015 niitä arvioidaan olevan yli 550. Energialaitosten kanssa puuraaka-aineesta kilpailevia pellettitehtaita vuonna 2015 arvioidaan olevan 28.

Keski-Suomen alueella tärkeimmät bioenergian käyttökohteet ovat Rauhanlahden nykyinen voimalaitos sekä tuleva Keljonlahden voimalaitos sekä Jämsän ja Jämsänkosken teollisuuslaitosten yhteydessä olevat voimalaitokset. Myös Äänekoskella ja Karstulassa on biopolttoainetta käyttävät voimalaitokset. Olemassa oleville voimalaitoksille oksien ja latvusten sekä pienpuuston bioenergiakuljetukset tapahtuvat tällä hetkellä maantiekuljetuksin, haketuksen tapahtuessa pääosin tienvarsihaketuksena. Terminaaleissa tapahtuvan haketuksen osuus on noin 10 %. Kantoja hyödynnettäessä terminaalihaketuksen osuus on kuitenkin noin 30 %, pääosan haketuksesta itse käyttöpaikalla. Teollisuuslaitosten yhteydessä olevat biopolttoaineita käyttävät voimalaitokset hyödyntävät tuotannon sivutuotteina syntyvää biomassaa.

Yleisen taloudellisen tilanteen ja metsäteollisuudessa tapahtuneiden järjestelyiden vuoksi biopolttoainehankinnassa on tapahtunut merkittäviä muutoksia metsäteollisuuden sivutuotteiden määrän laskun myötä. Useita tuotantolaitoksia on suljettu, mikä on muuttanut myös raakapuumarkkinoiden tilannetta.

*Uusiutuvien energialähteiden osuus energiatuotannossa vuonna 2006 oli 28,5 %*

*Metsähakkeen haketus tapahtuu pääosin tienvarsihaketuksena*

*Metsähakkeen käyttökohteita on vuonna 2015 maanlaajuisesti noin 550.*

*Päijänteen ja Keiteleen alueella merkittävimmät käyttökohteet Jyväskylän ja Jämsänjokilaakson alueella.*

## 2. Bioenergian käyttötavoitteet

Euroopan unioni on asettanut sitovan tavoitteen nostaa uusiutuvien energianlähteiden käyttö EU:n alueella 20 prosenttiin energian loppukulutuksesta vuoteen 2020 mennessä. Vuonna 2005 vastaava luku oli 8,5 prosenttia. Tavoite on jaettu tarkemmin jäsenmaittain. Suomelle asetettu tavoite vuodelle 2020 on nostaa uusiutuvan energian osuus energian loppukulutuksesta 38 prosenttiin. Suomessa uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian osuus energian loppukulutuksesta vuonna 2006 oli 28,5 prosenttia.

Asetettuun tavoitteeseen pääseminen edellyttää energia- ja ilmastopolitiikan toimenpiteitä. Suomessa bioenergia edustaa lähes 90 % uusiutuvista energialähteistä. Suomessa suurin osa biopohjaisesta energiasta tulee puusta metsäteollisuuden sivutuotteina, jotka hyödynnetään jo nykyisin täysimääräisesti joko teollisuuden omissa kattiloissa, voimalaitoksissa tai lämpökeskuksissa. Metsäteollisuuden rakennemuutoksesta johtuen niiden määrän oletetaan olevan laskeva. Näin ollen puuperäisen energian kasvutavoitteet on asetettu nimenomaan metsähakkeelle, eli metsien päätehakkuiden ja harvennusten yhteydessä kerättävän puubiomassalle.

6.11.2008 julkaistussa kansallisessa pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategiassa arvioidaan miten komission Suomelle asettama velvoite voitaisiin täyttää. Syksyllä 2009 on päivitetty laskelmia, ja niiden mukaan uusiutuvan energian määräarviot vuonna 2020 on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Uusiutuvan energian käyttö energialähteittäin primäärienergiana, TWh vuodessa

	2007	2008	2020
Teollisuuden tuotannosta riippuvat polttoaineet	65,1	56,9	42
Metsähake	6,1	9,4	21
Vesivoima	14,0	16,9	14
Tuulivoima	0,2	0,3	6
Muu uusiutuva energia	18,1	17,5	28
<b>Yhteensä</b>	<b>103,5</b>	<b>108</b>	<b>111</b>

Kansallisessa ilmasto- ja energiastrategiassa on asetettu tavoitteeksi metsähakkeen käytön kolminkertaistaminen energiatuotannossa vuoden 2006 tasosta vuoteen 2020 mennessä. Merkittävä osa metsähakevaroista on keskittynyt Keski- ja Itä-Suomeen.

Keski-Suomen liitto on maakuntasuunnitelmassaan asettanut alueelliseksi tavoitteeksi lisätä uusiutuvan energian tuotantoa noin 4 TWh vuoteen 2015 mennessä. Tämä tarkoittaa puulla tuotetun energian tuotannon lisäämistä noin 1,6 TWh:lla vuoden 2006 tasosta.

Turvetta ei lueta uusiutuvaksi biomassaksi, eikä sitä siten lasketa uusiutuvan energian osuuteen. Turpeella on kuitenkin olennainen merkitys seospolttoaineena puun poltossa. Lisäksi turpeen käyttö on tärkeää energiahuollon normaali- ja poikkeusaikojen varmuuden ja energiarakenteen monipuolistamisen vuoksi. Kansallisessa ilmasto- ja energiastrategiassa turpeen energiakäytölle ei ole asetettu kasvutavoitteita, vaan sen arvioidaan olevan vuonna 2020 20 TWh eli lähes vuoden 2008 tasolla (22 TWh). Keski-Suomen liitto on maakuntasuunnitelmassaan asettanut turpeella tuotetun energian lisäystavoitteeksi 1,2 TWh:n lisäyksen vuoden 2006 tasoon verrattuna (2,2 TWh), mikä merkitsee noin 55 % lisäystä turpeen käytössä.

Nyt käytössä ja suunnitteilla olevat bioenergiavoimalaitokset tulevat täyttämään tämän tavoitteen lähes kokonaisuudessaan.

*Suomelle asetettu tavoite on nostaa uusiutuvan energian osuus 38 %:iin vuoteen 2020 mennessä.*

*Tavoitteena on noin kolminkertaistaa metsähakkeen käyttö energiatuotannossa vuoden 2006 tasosta vuoteen 2020 mennessä*

*Turpeelle ei ole asetettu kansallisia käyttötavoitteita eikä sitä lueta uusiutuvaksi energialähteeksi.*

*Keski-Suomi on asettanut omat alueelliset tavoitteet uusiutuvan energiatuotannon lisäämiseksi.*

### **3. Puuperäisen energian saatavuus sekä käyttö Keski-Suomen alueella**

Selvityksessä arvioitiin metsähakkeen saatavuutta ja käyttöä Keski-Suomen alueella. Puupolttoaineen tarjonnan kuvaus perustuu leimikko- ja metsäteollisuustietokantaan. Leimikkotietokanta sisältää noin 170 000 korjuukohtetta. Leimikkotietokannan tiedot perustuvat Metsäteho Oy:n ja Pöyryn tekemään mm. metsäenergiapotentiaaleja koskevan selvitykseen. Laskentojen lähtöaineistona käytetään vuosien 2006–2007 toteutuneita ainespuuhakkuita sekä leimikkokohtaisia metsähakekertymätietoja Suomessa. Vastavasti metsäteollisuustietokanta sisältää kaikki Suomen teollisuuskokoluokan sahat sekä kaikki puumassa-, vaneri ja levytehtaat.

Kansallisesti metsähakkeen teoreettinen tarjonta on vuonna 2015 yhteensä noin 104,5 TWh ja teknis-ekologinen potentiaali noin 42,9 TWh Metsäteho Oy:n ja Pöyryn vuonna 2009 laatiman selvityksen mukaan. Metsäteollisuuden sivutuotteiden määräksi on arvioitu noin 22,9 TWh. Pääosa hakevaroista on keskittynyt Keski- ja Itä-Suomeen. Sivutuotetarjonta on luonnollisesti suurimmillaan metsäteollisuuspaikkakunnilla. Keski-Suomen alueella metsähakkeen teknis-ekologinen tarjontapotentiaali on noin 3,3 TWh.

Teknis-ekologisen potentiaalın toteutumiseen vaikuttavat mm. puumarkkinatilanne, metsähakkeen hintataso, metsänomistajien myyntihalukkuus, päästöoikeuden hinta, kilpailevien polttoaineiden (turpeen, kivihiilen, öljyn jne) hinta sekä kestävän metsätalouden energiapuun korjuu- ja haketustuen (Kemera) taso. Mikäli päästöoikeuden hinta olisi 30 €/t, Metsäteho ja Pöyry arvioivat metsäenergiaa hyödynnettävän noin 27 TWh vuonna 2020, mikä vastaa runsasta 13 - 14 milj. kuutiometriä metsähaketta.

Puupolttoaineiden käyttöpisteitä ja energiapuun tavaravirtoja tarkasteltiin koko valtakunnan tasolla. Tämä tarkoittaa, että energiapuun kysyntäpaikkoina otettiin huomioon kaikki energiapuuta ja turvetta käyttävät kohteet (energiantuotantolaitokset, pellettitehtaat, sellutehtaat jne.).

Puupolttoaineiden käyttökohteita on jo nykyisin runsaasti, keskittyen metsäteollisuuspaikkakunnille. Lisäksi uutta ja korvaavaa puupolttoaineita käyttävää laitoskapasiteettia arvioidaan rakennettavan ennen vuotta 2020 yli 4 400 MW. Merkittävimmät uudet laitosinvestoinnit ovat Jyväskylän Energia Oy:n Keljonlahden voimalaitoksen lisäksi Kaukaan Voima Oy:n Lappeenrannan, Kuopion Energia Oy:n Haapaniemen ja Porin Prosessivoima Oy:n Kaanaan voimalaitokset. Nykyisillä investointisuunnitelmillä puupolttoaineiden käyttöä voidaan lisätä aina 28 TWh:iin asti.

Keski-Suomen alueella Keljonlahden tarvitsemaksi puupolttoainemääräksi on arvioitu 2 030 GWh ja muiden tarkastelualueen polttolaitosten tarpeeksi noin 3 000 GWh.

*Metsähakkeen teknis-ekologinen tarjontapotentiaali on kansallisestii noin 42,9 TWh vuonna 2015, josta Keski-Suomen osuus on noin 3,3 TWh.*

*Biopolttoaineiden käyttökohteita on runsaasti, ja lisälaitoskapasiteettia on suunnitteilla.*

*Keski-Suomen alueella Keljonlahden uusi voimalaitos vastaa noin 40 %:sta koko alueen biopolttoaineiden käytöstä.*

## 4. Puuenergiakuljetukset ja niiden jakautuminen eri kuljetusmuodoille

### 4.1 Lähtökohdat

Työryhmän työskentelyn pohjana käytettiin Metsätehon ja Pöyryn keväällä 2009 laatimaa selvitystä puuperäisen energian tarjonnasta ja kysynnästä Suomessa.

Selvityksessä on mallinnettu Suomen energiatarvetta vuodelle 2015 kansallisen ilmasto- ja energiastrategian tavoiteuran ja perusuran pohjalta. Päästöoikeuden perushintana selvityksessä on käytetty 20€/t CO<sub>2</sub>, ja lisäksi on arvioitu 30 €/t CO<sub>2</sub> päästöoikeushinnan vaikutuksia. Pöyryn ja Metsätehon laskelmissa energiapuun korjuu- ja haketustuen on arvioitu puolittuvan nykyisestä. Kilpailevien polttoaineiden hinnaksi arvioitiin:

- Turve 10,5 €/MWh
- Hiili 7,5 €/MWh
- Öljy 30 €/MWh
- Pelletti 220 €/t (~47 €/MWh)

Perustilanteessa selvityksessä huomioitiin viimeaikaiset metsäteollisuuden supistukset (tilanne maaliskuussa 2009) sekä tehtiin seuraavat olettamukset:

- Pellettituotanto on perustilanteessa 850 000 tonnia vuodessa, ja se hankkii 70 % raaka-aineestaan markkinoilta
- Sellu- ja levyteollisuus saa tarvitsemansa raaka-aineen
- Puupolttoainevientä ei ole

Työryhmä rajasi kuljetustarkasteluun otettavat biomassat vain puuhun. Työryhmässä ja sen teettämässä konsulttitoimeksiannossa ei arvioitu muita energian tuotantoon vuonna 2015 mahdollisesti käytettäviä biomassoja (ruokohelpi yms) tai metsäteollisuuden sivutuotteita, eikä niiden kuljetustarvetta. Turpeen oletettiin olevan jatkossakin rinnakkaispolttoaine tarkastelualueen voimalaitoksissa. Turpeen kuljetusten tai varastoinnin logistiikkaa ei tarkasteltu.

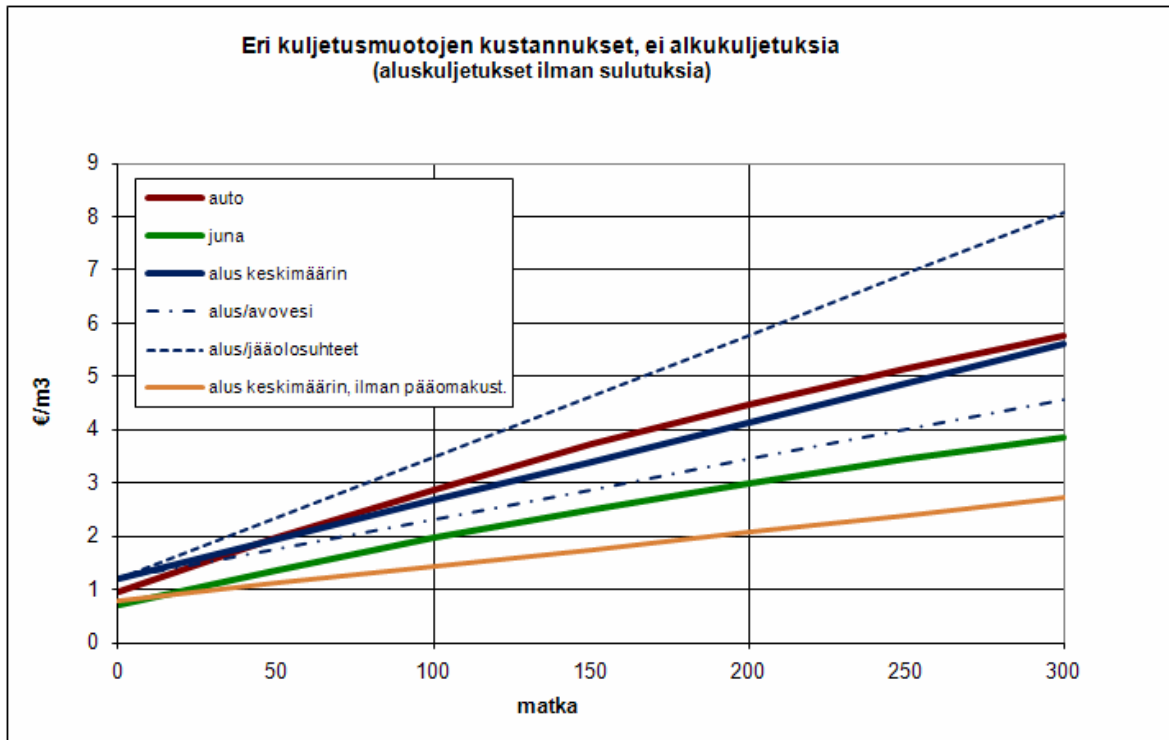
Biopolttoaineen käyttökohteita on Suomessa runsaasti, ja useita suuria laitosinvestointeja on tulossa. Energialaitosten maksuhalukkuuteen puupolttoaineesta vaikuttaa merkittävästi päästöoikeuden hinta ja vaihtoehtoisten polttoaineiden hinta. Nämä tekijät vaikuttavat merkittävästi markkinatilanteeseen ja kuljetusten ohjautumiseen.

### 4.2 Kuljetusten mallintaminen

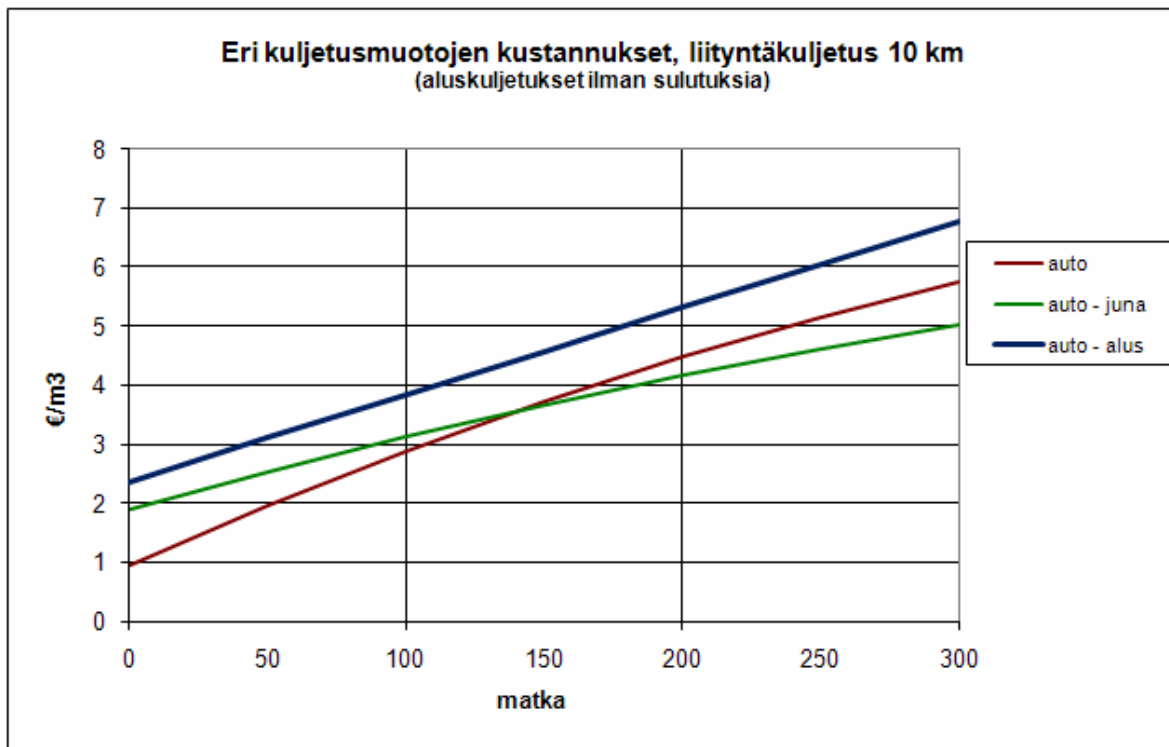
Kuljetustarkasteluissa huomioitiin siis ainoastaan metsähakkeen kuljetus. Muut energia- ja biomassat ja metsäteollisuuden sivutuotteet on rajattu tarkastelun ulkopuolelle. Kuljetusten mallintamisen sisältyi työryhmän tilaamaan konsulttiselvitykseen, jonka laati Ramboll Finland yhteistyössä Pöyry Energy Consultingin kanssa. Kuljetusten mallintaminen tapahtui muodostamalla eri kuljetusmuodoille kustannusfunktiot sekä alus- ja junakuljetusten verkkokuvauksella. Lähtökohtana aluskuljetusten kustannusfunktiossa olivat suunnitellusta aluksesta Laffcomp Oy:ltä saadut kustannus-, miehitys- ja muut kustannustiedot, ratakuljetuksissa Metsätehon raakapuukuljetusten kustannustiedot sovellettuna hakekuljetuksiin ja maantiekuljetuksissa todelliset rahtihinnat. Eri kuljetusmuotojen kustannukset ilman alkukuljetusmatkaa ja eri alkukuljetusmatkoin on esitetty kuvissa 1 – 3.

Näistä kuvista nähdään alkukuljetusmatkan vaikuttavan ratkaisevasti eri kuljetusmuotojen kokonaiskustannuksiin. Vertailtaessa eri kuljetusmuotojen kuljetuskustannuksia ilman alkukuljetusmatkaa ovat rautatiekuljetukset kustannuksiltaan pienimmät, mutta jo 10 km:n alkukuljetusmatka muuttaa maantiekuljetuksen edullisimmaksi alle 120 km:n kuljetuksissa. Avovesiolosuhteissa aluskuljetukset ovat myös kustannuksiltaan tiekuljetuksia

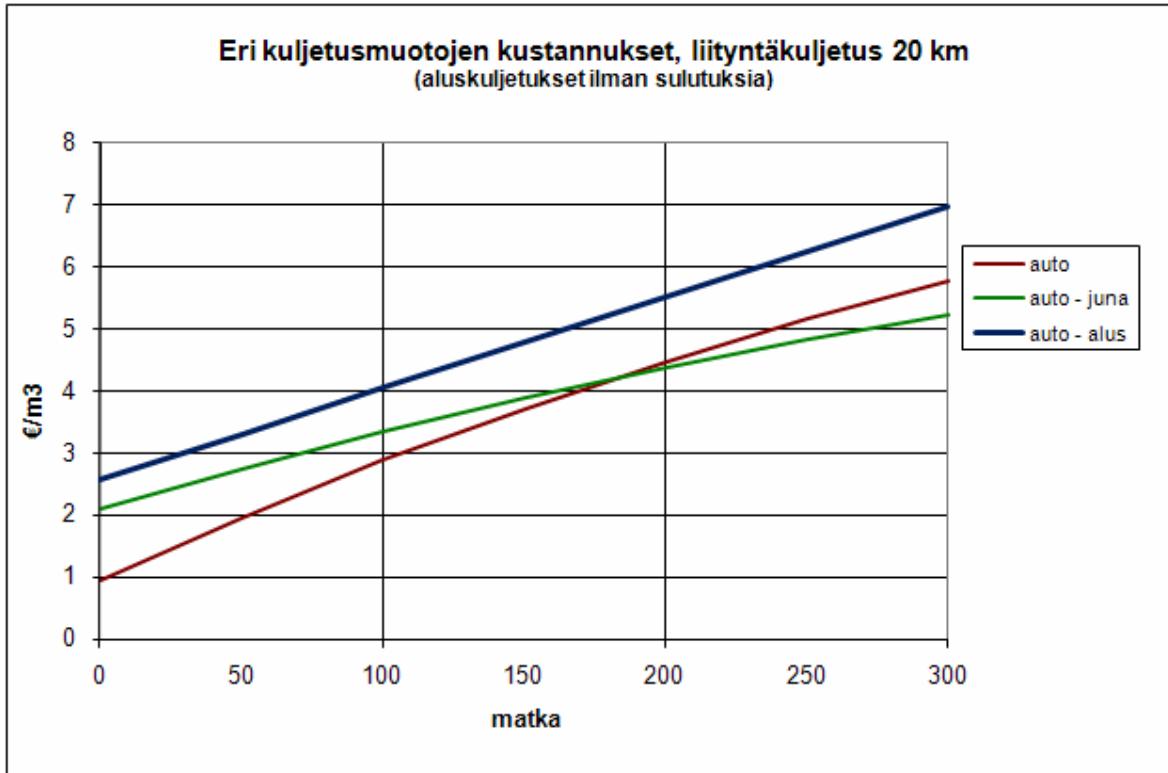
edullisempia yli 50 km:n kuljetusmatkoilla, mutta jääolosuhteissa tapahtuvan liikenteen korkeat kustannukset nostavat niiden kustannukset vuositasolla tiekuljetusten tasolle.



Kuva 1. Eri kuljetusmuotojen kustannukset ilman alkukuljetusta



Kuva 2. Eri kuljetusmuotojen kustannuksen 10 km:n alkukuljetuksella



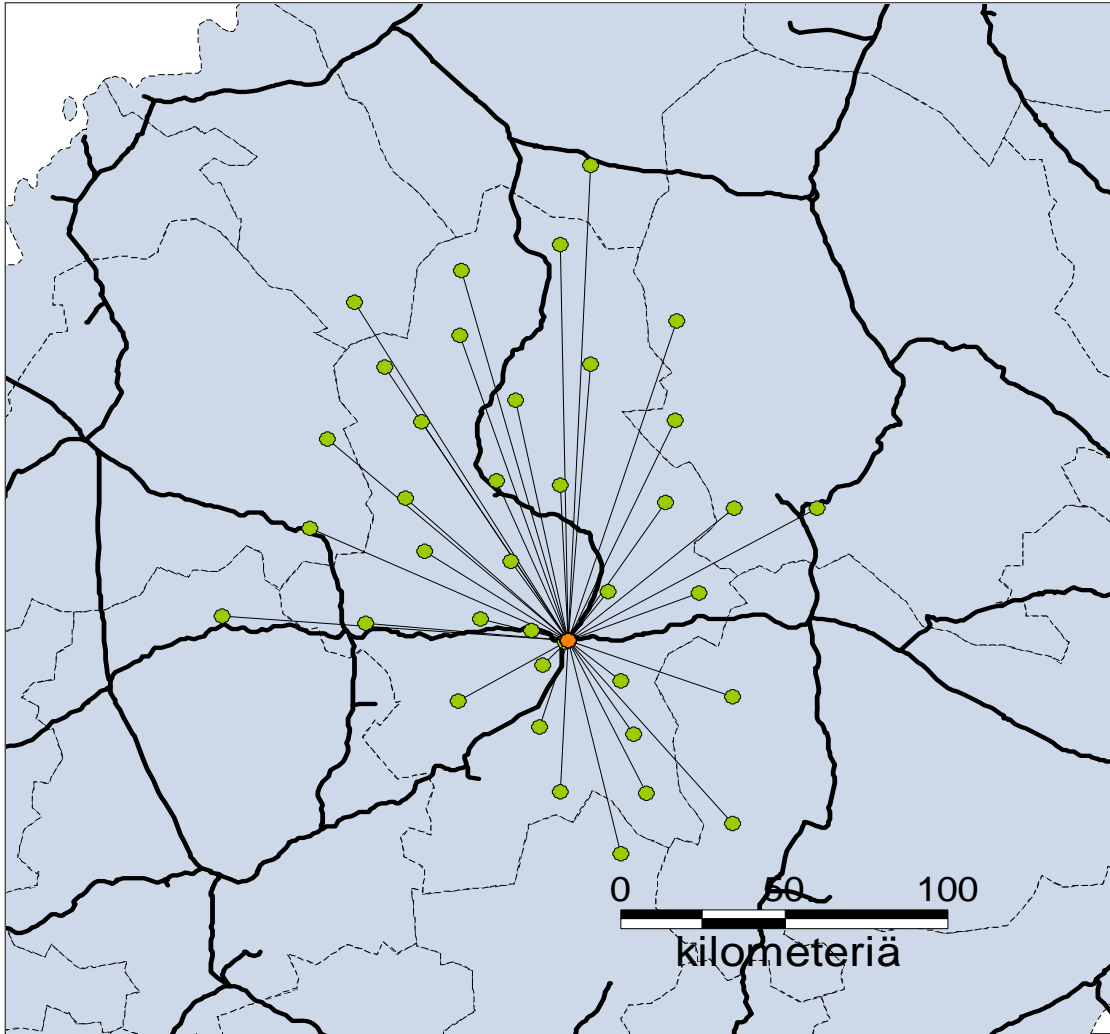
Kuva 3. Eri kuljetusmuotojen kustannuksen 20 km:n alkukuljetuksella

Arvioitujen kuljetuskustannusten perusteella tehtiin simulointi, joka optimoi kuljetusten jakautumista olemassa olevalla kuljetusverkolla. Optimoinnin tulosten perusteella voidaan todeta seuraavaa:

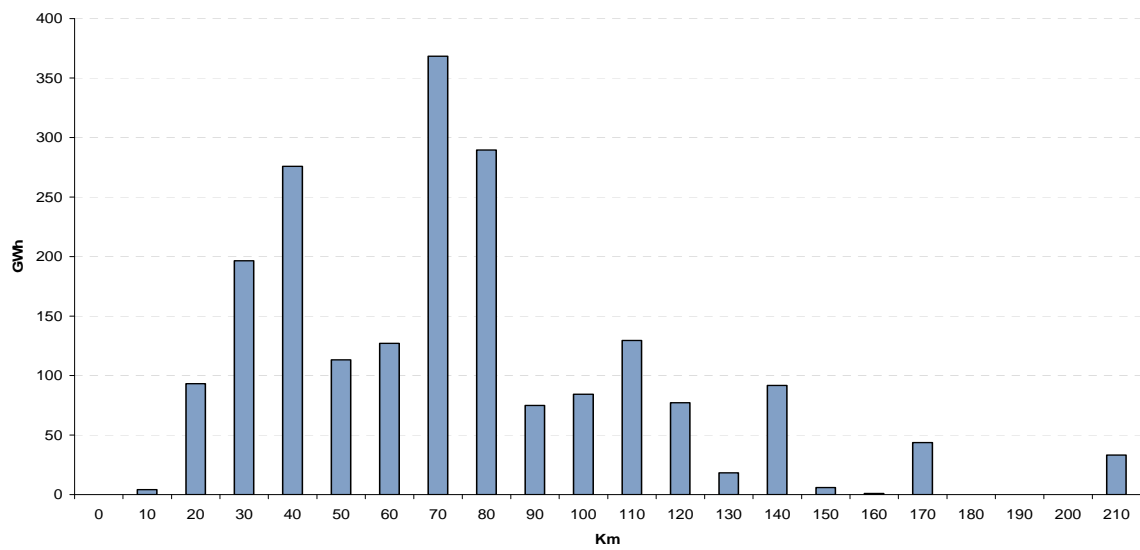
Valtakunnallisella tasolla vuonna 2015 puupolttoaineiden toimituksia arvioidaan syntyvän päästöoikeuden hinnalla 20 €/CO<sub>2</sub>-tonni yhteensä 31 830 GWh. Näistä toimituksista autokuljetusten osuus olisi 92 % (29 260 GWh) ja rautatiekuljetusten 8 % (2566 GWh = n. 3,2 milj. i-m<sup>3</sup> tai 0,8 milj. tonnia). Toimituksia uudella bioaluksella ei syntyisi.

Päästöoikeuden hinnan nousu tasolle 30 €/CO<sub>2</sub>-tonni lisää puupolttoaineiden kokonaiskysyntää ja vastaavasti vähentää vaihtoehtoisten raaka-aineiden kuten kivihiilen ja turpeen käyttöä. Energiapuuta kannattaisi hankkia yhä kauempaa, jolloin lisäkysyntä kohdistuisi erityisesti rautatiekuljetuksiin. Rautatiekuljetusten määräksi saatiin 3,6 TWh (n. 4,5 milj. i-m<sup>3</sup> tai 1,2 milj. tonnia). Näistä toimituksista 2,2 TWh on sellaisia, joissa autokuljetusten käyttö ei olisi enää kannattavaa kuljetuskustannuksen vuoksi. Suuret laitokset Kaakois-Suomessa hankkivat puupolttoaineita kauempaa Itä-Suomen maakunnista ja Kemian alueen voimalaitokset pystyvät hyödyntämään pohjoisen rataverkkoa ja kasvattamaan tällä tavoin puupolttoainetoimituksiaan

Optimoinnissa käytettiin esimerkkinä Jyväskylän Keljonlahden voimalaitosta. Optimointien mukaan puupolttoaineiden toimituksia Jyväskylän Keljonlahden voimalaitokselle vuonna 2015 tulisi päästöoikeuden hinnalla 20 € ja 30 €/CO<sub>2</sub>-tonni yhteensä 2 030 GWh, toisin sanoen voimalaitos saisi kaiken tarvitseman puuraaka-aineen. Toimituksista 97 % (1 970 GWh) olisi kuorma-autokuljetuksia ja 3 % (60 GWh) junakuljetuksia. Toimitukset autoilla lähtisivät suurimmaksi osaksi Keski-Suomen pohjoisosan leimikoista. Autokuljetuksista valtaosa olisi pituudeltaan alle 150 km:n mittaisia. Optimoinnin tulosten mukainen kuljetusten alueellinen jakautuminen ja etäisyysjakauma on esitetty kuvissa 4 ja 5.



Kuva 4. Kuljetusten alueellinen jakautuminen, esimerkkinä Keljonlahden voimalaitos Jyväskylässä



Kuva 5. Kuljetusten etäisyysjakauma



Rautatiekuljetusten käyttö Keljonlahden toimituksissa on autokuljetusta edullisempaa ainoastaan Haapamäen ja Haapajärven terminaaleista. Optimoinnin yhteydessä arvioitiin, että toimitusmäärät em. terminaaleista olisivat noin 60 GWh. Näiden lisäksi rautatiekuljetusten käyttö olisi tuottajan kannalta taloudellisesti kannattavaa (katteeltaan positiivisia) useista muistakin terminaaleista, mutta on autokuljetusta kalliimpaa. Nämä ovat potentiaalisia junakuljetuksia ja voivat realisoitua, jos autokuljetuksen rahtihinnat nousevat junakuljetusten hintoja nopeammin. Optimoinnin tulosten perusteella aluskuljetuksia ei synny.

#### 4.3 Herkkyystarkastelut ja epävarmuudet

Laadituissa herkkyystarkasteluissa tarkasteltiin eri kuljetustenmuotojen keskinäisten kustannusmuutosten vaikutuksia kuljetusmuotojakaumiin sekä terminaalihaketukseen perustuvaa vaihtoehtoista hakekuljetusketjua.

##### Rautatiekuljetusten kustannukset

Rautatiekuljetusten rahtihintatasoa arvioitiin raakapuukuljetusten rahtihintatietojen ohella laskennallisesti Ruotsin Banverketin tavaraliikenteen laskentamallia käyttäen. Mallin perusteella lasketut kuljetuskustannukset ovat jopa 30 % raakapuun kuljetusten rahtihintatietojen perusteella määritettyä tasoa korkeammat. Työryhmän arvion mukaan optimoinnissa käytetty kustannus edustaa kokonaisuudessaan tapahtuvaa, volyymiltaan suurta kuljetusmäärää. Banverketin mallilla arvioiden kustannusten voidaan katsoa edustavan volyymiltaan pienemmän ja useasta terminaalista kerättävien kuljetusten kustannuksia. Rautatieoperaattoreilla on kiinnostusta kuljetuksiin, jos niiden volyymi on riittävä. Kuljetukset voivat tapahtua konttikuljetuksina, jolloin kuljetusyksiköitä on saatavissa varsin nopeasti.

##### Uuden bioaluksen kustannukset

Uuden bioaluksen kustannuksista aluksen pääomakustannukset muodostavat noin 40 %. Tämä on suurin este aluksen käytön liiketaloudelliselle kannattavuudelle. Ilman huomattavia pääomakustannuksia uuden bioaluksen kilpailukyky olisi parempi kuin junakuljetuksen, jolloin kuljetuksia todennäköisesti ohjautuisi aluskuljetuksiin. Aluksen pääomakustannusten kompensoiminen edellyttäisi ainakin alkuvaiheessa toiminnan huomattavaa taloudellista tukemista julkisista varoista. Tällainen tuki voidaan tulkita kilpailun vääristäväksi, ja siten EU-säädösten vastaiseksi, ellei alustukea voida osoittaa säädösten sallimaksi tueksi. Tuki heikentäisi alusliikenteen edellyttämien investointien yhteiskuntataloudellista kannattavuutta.

##### Proomukuljetukset

Metsähakkeen kuljetuksia optimoitaessa ja kuljetuksia mallinnettaessa ei tarkasteltu proomukuljetuksia, vaan vesitiekuljetusten arvioinnissa huomioitiin ainoastaan uusi bioalus. Uuden alustyyppin lisäksi vesitiekuljetuksissa voitaisiin kuitenkin mahdollisesti hyödyntää myös proomuja

Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Metsäteho ja Metla laativat vuonna 2008 selvityksen "Metsäpolttoaineiden vesitiekuljetus proomukalustolla". Tämän selvityksen mukaan edullisimmaksi vaihtoehdoksi vesitiekuljetuksen osalta osoittautui pienen aluksen ja suuren proomun muodostama kytkye. Lastausmenetelmissä edullisimmaksi osoittautui hihnakuljetinjärjestelmä, joka olisi riippumaton satamatoiminnoista. Tällaisen ketjun käyttöönotolla päästäisiin parhaimmillaan kilpailukykyisempään logistiikkaan verrattuna hakerekakuljetusketjuun kuljetusetäisyyden ollessa yli 100 km maanteitse.

Selvityksessä talviliikennöinnille ei löydetty edellytyksiä tutkimuksessa mukana olleella kalustoilla, sillä jäänmurto hidastaa kulkua ja nostaa suuren aluksen kustannuksia. Lasti-

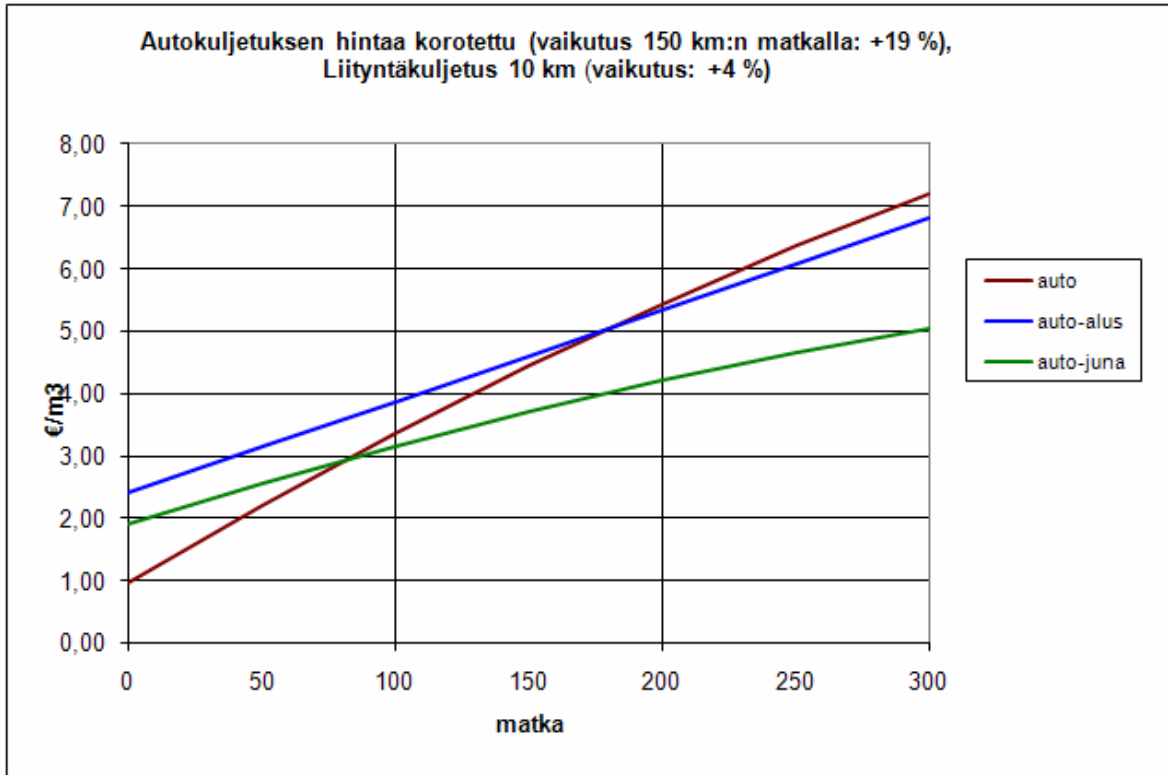
kapasiteetin kasvattamisella ja kalusto- ja väylävalinnoilla voidaan kuitenkin kehittää ympärivuotista talviajan kuljetusta kustannustehokkaampaan suuntaan. Metsähakkeen hintatason kohoaminen voisi myös käynnistää talviajan kuljetuksia. Terminaaliratkaisuilla on mahdollista varautua talviajan suurempaan metsähakkeen käyttöön.

#### Kustannustekijöiden muutokset

Kuljetusmuotojen välinen kilpailukyky voi tulevaisuudessa muuttua. Merkittävimpiä mahdollisia muutostekijöitä ovat polttoaineen verollinen hinta, päästökaupan tulo kuljetuksiin, uudet tienkäyttömaksut sekä kuljettajaresurssit. Polttoaineen hinta on merkittävä kaikkiin kolmeen kuljetusmuotoon vaikuttava kustannustekijä. Rautatiekuljetuksessa voidaan tulevaisuudessa hyödyntää myös sähköenergiaa, jos lastauspaikalta vaunut voidaan hakea sähköveturilla.

Tiekuljetuksessa dieselpolttoaineen osuus kokonaiskustannuksista on noin 25 %. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi 50 %:n nousu polttoaineen hinnassa nostaisi tiekuljetuksen kustannuksia noin 12,5 % ja 100 %:n nousu noin 25 %. Päästökaupan tulo tiekuljetuksiin nostaisi tiekuljetuksen kustannusta korkeintaan muutamia prosentteja. Esimerkiksi 20 €/tonni (CO<sub>2</sub>) suuruisen päästöoikeuden hinta nostaisi kustannusta keskimäärin 2,1 %. Polttoaineena käytettävän kaasuöljyn osuus uuden bioaluksen kustannuksista on noin 10 %. Polttoaineen painoarvo on siten selvästi pienempi kuin autokuljetuksessa. Toisaalta LNG:n maailmanmarkkinahinnan vaihtelut ovat olleet viime vuosina erittäin suuret (esimerkiksi kesällä 2008 hinta oli yli 700 €/tonni, kun laskelmissa käytetty pitkäaikavälin keskiarvo on 450 €/tonni). Käytettävissä olevat autokalusto- ja kuljettajaresurssit vaikuttavat osaltaan markkinahintoihin. Puupolttoaineiden kysynnän nopea kasvu voi synnyttää pulaa erityisesti autokuljetusten resursseista ja nostaa siten kuljetusmuodon rahתיhintatasoa.

Esimerkki autokuljetuksen kustannusnousun vaikutuksesta: Kuvassa 6 tarkastellaan kuljetusmuotojen kilpailukykyyn muutosta tilanteessa, jossa autokuljetuksen hinta kasvaa muiden kuljetustapojen hintojen pysyessä ennallaan. Autokuljetuksen hinnan nousu on sitä suurempi, mitä pidempi on kuljetusmatka. Kustannukset kasvavat alus- ja junakuljetuksen edellyttämällä 10 kilometrin alkukuljetusmatkalla vain 4 %, mutta suoran autokuljetuksen 150 km:n matkalla jo 19 %. Tällainen autokuljetuksen kustannusnousu parantaa sekä juna että aluskuljetuksen kilpailukykyä suoraan autokuljetukseen nähden. Junakuljetus olisi laskennallisesti kannattava jo alle 100 kilometrin etäisyyksillä. Sen sijaan aluskuljetuksen käyttö tulisi tässäkin tapauksessa kannattavaksi vasta yli 180 km:n etäisyyksillä, joita ei ole löydettävissä Päijänteen ja Keiteleen vesistöalueella.



Kuva 6. Esimerkki autokuljetuksen hinnan muutoksen vaikutuksesta kuljetusmuotojen kilpailukykyyn.

#### Haketuspaikan ja välivarastoinnin merkitys

Laadituissa optimoinneissa puuraaka-aine on oletettu haketettavan toimituksen alkupäässä eli leimikon välittömässä läheisyydessä tienvarressa. Tienvarsihaketuksella saadaan hakkeen vatimaa tilavuutta ja kuljetuskustannuksia pienennettyä. Tienvarsihaketus on tällä hetkellä yleisimmin käytetty toimintatapa puupolttoaineen hankinnassa. Tulevaisuudessa välivarastointi eli terminaalitoiminta tulee todennäköisesti yleistymään ja osa nykyisestä tienvarsihaketuksista tulee siirtymään terminaaliin haketettavaksi. Välivarastointiin käytettävä terminaali voi palvella joko yhtä tai useampaa kuljetusmuotoa. Haketus voidaan toteuttaa myös toimitusketjun loppupäässä voimalaitoksella. Haketus vastaanotto paikassa vaatii huomattavaa tilantarvetta, joihin ei ainakaan suurilla voimalaitoksilla ole mahdollisuuksia. Haketus toimituksen loppupäässä nostaa myös merkittävästi kuljetuskustannuksia raaka-aineen pienen tilavuuspainon vuoksi. Voimalaitosten tuotannon kannalta tärkeää on tasainen ja jatkuva raaka-ainevirta. Parhaiten tämä on pitkällä tähtäimellä toteutettavissa välivarastoista. Tienvarsihaketuksen on kuitenkin arvioitu säilyttävän asemansa yleisimpänä haketusmuotona pitkälle 2010-luvulle.

Eri kuljetusmuotojen välinen kilpailukyky voi muuttua merkittävästi, jos haketus tapahtuu jatkossa enenevässä määrin leimikkojen ja voimalaitosten välillä sijaitsevilla terminaaleilla. Maantiekuljetuksissa tämä merkitsee yhtä lisälastausta, mutta rautatie- ja aluskuljetusketjussa hakkeen lisäkäsittelytarvetta ei synny, kun haketuspaikka toimii myös rautatie- tai aluskuljetustermiinalina. Edullisin jatkokuljetustapa tällaisesta terminaalista riippuu toisaalta kuljetustavan peruskustannuksesta (ks. kuva 1.) ja kuljetusetäisyydestä väyläverkkoa pitkin. Esimerkiksi suunnitelluissa aluskuljetuksissa terminaali on suunniteltu perustettavaksi uiton nykyisille pudotuspaikoille. Toisaalta radan tai vesitien varrella sijaitsevat terminaali paikat ovat optimaalisia haketuspaikkoja lähinnä vain lähellä terminaalia sijaitsevista leimikoista hankittavalle puulle tai kun terminaali sijaitsee

leimikon ja laitoksen välisessä pääkuljetussuunnassa, joten nämä edellytykset eivät useinkaan täyty. Joka tapauksessa haketuksen ja terminaalitoiminnan yhdistäminen parantaa muiden kuljetustapojen kilpailukykyä.

*Pitkällä aikavälillä tehtyyn kuljetustarkasteluun liittyy myös seuraavia epävarmuustekijöitä:*

Uusiutuvalle energialle asetetut käyttötavoitteet ja puupolttoaineen käytölle asetetut tavoitteet tulevat jatkossa lisäämään metsähakkeen kysyntää merkittävästi. Uudet, metsähaketta käyttävät voimalaitokset ja nestemäisiä biopolttoaineita tuottavat laitokset kilpailevat raaka-aineesta olemassa olevien laitosten kanssa, ja muuttavat näiden hankinta-alueita. Mikäli Äänekoskelle kaavailtu biopolttoainelaitos toteutuu, sen ensisijainen metsähakkeen hankinta-alue suuntautuisi samalle hankinta-alueelle Keljonlahden voimalan kanssa, mikä vaikuttaisi Keljonlahden voimalaitoksen metsähakkeen hankintamahdollisuuksiin. Toteutuessaan Äänekosken biopolttoainelaitos käyttäisi vuodessa noin 4,1 Th biomassaa (pääosin puuta) eli selvästi Keljonlahden tarvetta enemmän. Optimoinnin tulosten mukaan merkittävä osa Keljonlahden voimalaitoksen metsähakehankinnoista suuntautuu laitoksen pohjoispuolisille alueille. Uuden biopolttoainelaitoksen ensisijainen metsähakkeen hankinta-alue suuntautuisi tälle samalle alueelle, ja vaikuttaisi siten Keljonlahden voimalaitoksen metsähakkeen hankintamahdollisuuksiin alueella. Toteutuessaan Äänekosken biopolttoainelaitos käyttäisi vuodessa noin 4,1 TWh biomassaa (pääosin puuta) eli selvästi Keljonlahden tarvetta enemmän.

Suomen metsäteollisuus elää murroskautta, joka vaikuttaa merkittävästi raakapuun hankintaan ja metsäteollisuuden sivutuotteiden syntymiseen. Energiapuun käyttöä edistävien erilaisten keinojen (tuet, syöttötariffi tms) tai raakapuun kuljetusmatkojen pidentyminen jatkossa nykyisestä voi johtaa tilanteeseen, jossa tietyillä alueilla osa kuitupuusta ohjautuisi jatkossa metsäteollisuuden sijaan energian tuotantoon. Myös hakkuumäärät voivat pienentyä jatkossa, jolloin hakkuiden yhteydessä syntyvän metsähakkeen määrä vähenee. Tällaisessa tilanteessa metsähakemarkkinoiden tilanne muuttuisi merkittävästi nykyisestä, ja hakkeen käyttäjien hankinta-alueet voisivat muuttua huomattavasti tässä esitetyn optimoinnin tuloksista. Optimoinnissa ei myöskään kyetä huomioimaan myyjien todellista myyntihalukkuutta, mikä voi vaikuttaa osaltaan todellisiin metsähakkeen hankinta-alueisiin. Päijänteen ja Keiteleen itäosissa saattaa olla alueita, joissa metsähakkeen kysyntä on tällä hetkellä vähäistä, ja siten sen myyntihalukkuus voi olla keskimääräistä suurempi.

Suunniteltu aluskuljetuskonsepti perustuu alueelle perustettaviin metsähaketerminaaleihin. Kuljetusketjun tehokkuus rajoittaa terminaalien sijoittumista, sillä terminaalien tulee sijoittua siten, etteivät ne lisää logistisia kustannuksia (esim. pidennä merkittävästi kokonaiskuljetusmatkaa). Tulevaisuudessa metsähaketerminaaleihin perustuva kuljetusketju todennäköisesti yleistyy, mutta lyhyellä aikavälillä tienvarsihaketus säilynee vallitsevana kuljetusketjuna.

Päästöoikeuden hintakehitys ja hinnoittelun mahdollinen ulottaminen nykyistä laajemmalle vaikuttaa osaltaan sekä metsähakkeen kysyntään että käytettävän kuljetusmuodon valintaan. Jos päästöoikeuden hinta nousisi, se parantaisi metsähaketta hyödyntävien laitosten maksukykyä, ja siten mahdollistaisi pidemmät kuljetusmatkat. Päästöoikeuden hinnoittelun ulottaminen maantieliikenteeseen parantaisi sekä rautatie- että vesiliikenteen kilpailukykyä suhteessa maantiekuljetuksiin.

Liikenteen hinnoittelussa on pidemmällä aikavälillä nähtävissä trendi, jossa hinnoittelu perustuu yhä enemmän liikenteen ja liikkumisen todellisten vaikutusten hinnoitteluun, ja niihin perustuviin maksuihin. Mikäli liikenteen hinnoittelussa tullaan jatkossa siirtymään tähän malliin, muuttaa se osaltaan eri kuljetusmuotojen keskinäistä kilpailukykyä.

Euroopan Unionin poliittiset päätökset voivat jatkossa vaikuttaa merkittävästi kuljetusmuotojen valintaan. Unionin liikennepoliitikassa on tavoitteena saada siirrettyä raskaita kuljetuksia maanteiltä rauta- ja vesiteille. Tähän on pyritty parantamalla näiden kuljetusten toimintaedellytyksiä, mutta ainakaan toistaiseksi maantiekuljetuksia ei ole suoranaisesti lähdetty rajoittamaan.

Raskaalle tieliikenteelle on Länsi-Euroopassa asetettu yhä enemmän rajoituksia, mutta Suomessa näitä rajoituksia on lähinnä kaupunkien keskusta-alueilla. Mikäli jatkossa raskaalle tieliikenteelle asetetaan nykyistä enemmän rajoituksia, heikentävät ne maantiekuljetusten kilpailukykyä muihin kuljetusmuotoihin nähden.

*Kuljetuksia koskeva tarkastelu on tehty ainoastaan metsähakkeelle.*

*Kuljetuskustannusten arviointi perustuu maantiekuljetuksissa todellisiin rahtihintoihin, rautatiekuljetuksissa raakapuukuljetusten kustannustietojen ohjalta arvioituihin kuljetuskustannuksiin ja aluskuljetusten osalta kustannustietojen pohjalta arvioituihin kuljetuskustannukseen.*

*Alkukuljetuksen pituudella on ratkaiseva merkitys kuljetusketjun kokonaiskustannuksille. Rautatiet ovat kilpailukykyisiä yli 150-180 km:n kuljetusmatkoilla auto/junakuljetuksina. Laskennassa käytetyn alus/autokuljetusten kilpailukyky on huono. Proomukuljetukset ovat sulan veden aikana tietyin edellytyksin kilpailukykyisiä yli 100 km:n kuljetusmatkoilla.*

*Optimoinnin tulosten perusteella metsähakkeen kuljetukset tapahtuvat pääosin maantiekuljetuksina. Korkeammalla päästöoikeuden hintatasolla rautatiekuljetusten merkitys kasvaisi, mutta aluskuljetuksia ei syntyisi. Keljonlahden voimalaitoksen kuljetukset tapahtuvat lähes kokonaan maantiekuljetuksina alle 150 km:n etäisyydeltä*

*Herkkyystarkasteluissa on tarkasteltu rautatiekuljetusten kustannusten epävarmuustekijöitä, aluksen pääomakustannusten vaikutuksia, kustannustekijöiden muutosten vaikutuksia sekä haketuspaikan ja välivarastoinnin merkitystä sekä pitkän aikavälin epävarmuustekijöitä.*

## **5. Kuljetusten edellyttämät investoinnit ja vaikutukset liikenneväylien ylläpitoon**

Toimeksiannon mukaisesti työryhmä arvioi myös eri kuljetusmuotojen vaatimia investointitarpeita ja liikenneväylien käyttökustannuksia.

### Vesiväylät

Biopolttoaineiden laajamittaiset aluskuljetukset edellyttävät Keiteleen kanavan ja siihen liittyvien Keiteleen ja Päijänteen alueen väylästä parantamista sekä alueen terminaaliverkoston rakentamista. Hanke sisältää Keiteleen kanavan kahden maantiesillan ja kahden ratasillan sekä Keiteleellä olevan Matilanvirran maantiesillan muutostyöt vastaamaan alusliikenteen edellyttämää 8 metrin alikulkukorkeutta, Keiteleen kanava talviliikenteen edellyttämät parannukset, alueen väylästä ongelmakohteiden parantamisen sekä alkuvaiheessa 10 alueterminaalien perustamisen uiton entisille pudotuspaikoille.

Hankkeen kustannusarvio on silta- ja vesiväyläjärjestelyiden osalta noin 30 milj. euroa ja alueterminaalien osalta noin 15 milj. euroa, joten aluskuljetusten edellyttämät investoinnit liikenneinfrastruktuuriin ovat yhteensä noin 45 milj. euroa. Keiteleen kanavan vuo-

tuisten käyttö- ja kunnossapitokustannusten sekä järvialueiden väylästön ylläpitokustannusten on arvioitu nousevan noin 0,3 milj. euroa vuodessa.

Kuljetuksiin suunnitellun uuden aluksen rakennuskustannuksiksi on arvioitu noin 22 milj. euroa.

Vaajakosken kohdalla nykyisten siltojen nosto alikulkukorkeuden edellyttämään tasoon edellyttää mittavia liikennejärjestelyjä ja olisi parhaiten toteutettavissa uuden vt4 osuuden (85 M€) valmistuttua. Hanke ei ole nyt investointiohjelmissa, mutta kohteen suunnittelu on käynnistetty.

### Rautatiet

Junakuljetusten terminaaliverkoston suunnittelun lähtökohtana voidaan käyttää nykyistä raakapuun kuormauspaikka- ja terminaaliverkostoa ja sitä koskevia kehittämissuunnitelmia. Haketus ja hakkeen välivarastointi vaatii raakapuu kuljetuksiin nähden huomattavasti enemmän tilaa, minkä vuoksi hakkeen kuormaus junavaunuihin soveltuu useimmiten huonosti nykyisille kuormauspakoille. Parhaiten hakkeen käsittely ja kuormaus soveltuu olemassa oleviin suuriin terminaaleihin, joita on yhdeksän kappaletta. Terminaaliverkkoa pyritään Ratahallintokeskuksen toimesta laajentamaan käsittämään 19 terminaalia koskevaksi verkoksi. Suunnitellut terminaalikohteet sijaitsevat pääosaksi alueilla, joilla on tämän selvityksen mukaan myös suurimmat hakkeen junakuljetusten potentiaalit. Kehitettävissä uusissa terminaaleissa voidaan ottaa parhaiten huomioon myös hakkeen käsittelyn edellyttämät tarpeet. Tyypillinen raakapuu terminaalin investointikustannus on 2 – 4 M€ sisältäen tarvittavan ratainfrastruktuurin lisäksi mm. varastointialueet sekä sisäiset ja ulkoiset tiejärjestelyt. Maanlaajuisesti laajamittaiset metsähakekuljetukset edellyttäisivät 5 – 10 terminaalia, jolloin kustannukset olisivat keskimäärin 20 milj. euroa. Kun haketus toiminta sijaitsi raakapuu terminaalien yhteydessä, kohdistuisi em. kustannuksista arviolta 50 % hakekuljetusten mahdollistamiseen.

Radan kulumisen rajakustannus on Ratahallintokeskuksen (nyk. Liikennevirasto) selvityksen mukaan 0,09–0,4 senttiä/bruttotonnikilometri (vuoden 2005 hinnoissa). Puupolttoaineiden kuljetuksessa rajakustannus on noin 0,3 senttiä hakettonnikilometriä kohti. Ennustettu rautatiekuljetusten kasvu on päästöoikeuden hinnasta riippuen 100-200 milj. tonnikilometriä koko maan tasolla. Rautatiekuljetusten käyttö lisää siten radan kulumisen kustannuksia valtakunnallisesti 0,3-0,6 M€ vuodessa.

### Tieverkko

Tieverkostolle ei aiheudu suoria uusia investointitarpeita, mutta hakekuljetukset lisäävät osaltaan raskasta liikennettä ja siten myös raakapuu kuljetusten edellyttämiä alemman tieverkoston kunnostus- ja ylläpitotarpeita. Ailempaa tieverkostoa hyödynnetään kaikissa hakekuljetusmuodoissa alkukuljetuksissa, joten näitä kustannuksia ei voida kohdistaa yksinomaan maatiekuljetuksiin.

Optimoinnin tulosten mukaisten puupolttoaineiden toimitusten toteutuminen valtakunnallisella tasolla merkitsee tiekuljetussuoritteiden lisääntymistä noin 0,5-0,6 mrd tonnikilometrillä. Tästä rautatiekuljetusten liityntäkuljetuksia on noin 4-6 %. Tämä merkitsee koko tiekuljetussuoritteen kasvua noin 2 %:lla. Tiehallinnon (nyk. Liikennevirasto) selvityksen mukaan tiestön laskennallinen tiestön kulumisen kustannuksista perävaunullisten kuorma-autojen aiheuttamaksi arvioitiin noin 20 %. Tiehallinnon talous- ja toimintasuunnitelman 2009–2013 mukaan korvaus- ja ylläpitoinvestointien määrä TTS-kaudella on keskimäärin noin 230 M€ vuodessa. Raskaan liikenteen aiheuttamaksi osaksi voidaan arvioida em. selvityksen perusteella arvioida noin 20 % eli noin 45 M€. Ennustettu tiekuljetusten lisääntyminen lisää tien kulumisen kustannuksia tällöin valtakunnallisella tasolla noin 1 M€ vuodessa.

*Vesiväylästäöllä investointitarve on Keiteleen kanavan osalta noin 30 milj. euroa. Vesiväylästäön vuosittaiset ylläpitokustannukset lisääntyvät noin 0,3 milj. euroa. Lisäksi kuljetukset edellyttävät terminaaliverkon (noin 15 milj. euroa) ja uuden aluksen (noin 22 milj. euroa) rakentamista.*

*Rautatiekuljetukset edellyttävät valtakunnallisesti noin 5 -10 terminaalien rakentamista (noin 20 milj. euroa). Radan kulumisen kustannukset lisääntyvät valtakunnallisella tasolla 0,3 – 0,4 milj. euroa.*

*Tieverkostolla ei ole suoranaista investointitarvetta, mutta alemman tieverkon kunnossus- ja ylläpitotarpeet lisääntyvät. Valtakunnallisesti tiestön kulumisen kustannukset lisääntyvät noin 1 milj. euroa vuodessa.*

## 6. Päästöt ja onnettomuudet

Laaditussa selvityksessä tarkasteltiin eri kuljetusmuotojen käytön aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä runkokuljetusten osalta. Liikenteen Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmän, LIPASTO:n, yksikköpäästöjen mukaan täysiperävaunun kuorma-auton CO<sub>2</sub>-päästö on täydessä lastissa (40 tonnia) 1335 g/km ja tyhjänä 1000 g/km. Kun kuorma-auton lasti hakekuljetuksissa on noin 130 m<sup>3</sup>, tulee hiilidioksidipäästön suuruudeksi palumatka huomioon ottaen noin 18 g/i-m<sup>3</sup>km. Tämän lisäksi päästöjä aiheutuu lastauskaluston käytöstä.

Junakuljetusten osalta CO<sub>2</sub>-päästöjen arviointi perustuu diesel- ja sähköveturin veturin vetämään hakejunaan, jonka pituus on 10 vaunua (tilavuus 1500 m<sup>3</sup>). Veturien ominaiskulutukseen ja LIPASTO:n päästökertoimiin perustuen dieselvetoisen junakuljetuksen päästö on noin 13 g/i-m<sup>3</sup>km ja sähkövetoisen junakuljetuksen noin 3 g/i-m<sup>3</sup>km. Päästöjä aiheutuu lisäksi lastauskaluston käytöstä ja junien vaihtotöistä.

Uuden bioaluksen CO<sub>2</sub>-päästö arvioitiin aluksen energiankulutukseen ja maakaasuun päästökertoimeen (1 kg polttoainetta synnyttää 2,8 kg:n suuruisen hiilidioksidipäästön). Lastauksen suuren energiankulutuksen vuoksi päästön suuruus on riippuvainen kuljetusmatkan pituudesta. Ympärivuotisella tasolla päästö on keskimäärin noin 18 g/ i-m<sup>3</sup>km, kun keskikuljetusmatka on 100 km.

Hiilidioksidipäästöjen osalta eri kuljetusmuotojen välillä ei ole ratkaisevia eroja.

Merkittävimmät vaikutukset liikenneonnettomuuksiin on autokuljetuksilla. Junakuljetusten onnettomuudet ovat lähinnä tasoristeysonnettomuuksia. Keskimäärin tasoristeystä kohti tapahtuu yksi onnettomuus kerran sadassa vuodessa. Sisävesikuljetuksissa henkilövahinkoihin johtavia onnettomuuksia ei ole tapahtunut kuin hyvin satunnaisesti. Autokuljetusten aiheuttamien henkilövahinko-onnettomuuksien määrää voidaan arvioida keskimääräisen onnettomuusasteen perusteella, joka on esimerkiksi kapealla maaseudun tiellä noin 0,1 henkilövahinko-onnettomuutta miljoonaa ajoneuvokilometriä kohti. Ennustettu autokuljetusten käyttö merkitsee noin 33 milj. ajon.km ja 3 henkilövahinko-onnettomuutta vuodessa valtakunnallisella tasolla.

*Päästöjen osalta eri kuljetusmuotojen välillä ei ole ratkaisevia eroja*

*Vesiliikenteessä henkilövahinkoja aiheuttavia onnettomuuksia tapahtuu erittäin satunnaisesti. Rautatieliikenteessä voisi tapahtua lisäystä tasoristeysonnettomuuksissa, joita tapahtuu tasoristeystä kohden noin kerran 100 vuodessa. Maantiekuljetuksissa kuljetusten lisäys aiheuttaisi valtakunnallisesti noin kolme henkilövahinko-onnettomuutta vuodessa.*

## 7. Yhteiskuntataloudellinen merkitys

### Arviointimenetelmä

Liikenne- ja viestintäministeriön liikenneinvestointien kannattavuuslaskelmia koskevan ohjeen mukaan hankkeen kannattavuus lasketaan hyöty-kustannusanalyysin perustella seuraavasti:

HK-suhde = Investoinnin hyödyt/investoinnin pääomakustannukset.

Hanke on yhteiskuntataloudellisesti kannattava, kun sen HK-suhde on vähintään 1,0. Laskelmassa hyödyt arvioidaan 30 vuoden pituiselta ajanjaksolta hankkeen valmistumisesta. Vuotuiset kustannukset ja hyödyt muutetaan nykyarvoiksi 5 %:n laskentakorolla.

Hankkeen pääomakustannuksiin lasketaan rakennuskustannusten ohella ns. rakennusai-  
kaiset korot.

Kannattavuuslaskelmassa tarkasteltavat hyödyt ovat:

- kuljetuskustannussäästöt
- väylänpidon kustannusmuutokset
- päästökustannusten muutos
- onnettomuuskustannusten muutos
- investointien jäännösarvo tarkastelujakson lopussa (25 % uushankintahinnasta)

### Nykyinen tienvarsihaketus

Koska uudelle bioalukselle ei synny markkinahintaisia rahtihintoja käyttäen lainkaan kuljetuskysyntää, ei aluksen käytön edellyttämät silta- ja vesiväyläinvestoinnit ole yhteiskuntataloudellisesti kannattavia.

### Terminaalihaketus

Seuravavassa arvioidaan bioaluksen käytön kannattavuutta, mikäli Keljonlahden puupolttoaineiden toimitukset (noin 2,5 milj. i-m<sup>3</sup>) perustuisivat täysimääräisesti terminaalihaketuksen ja aluskuljetusten käyttöön. Tällöin bioaluksen ympärivuotinen kuljetuskapasiteetti olisi kokonaan hyödynnetty. Vertailuvaihtoehdossa kaikki kuljetukset hoidetaan autokuljetuksina samojen terminaalin kautta kuin aluskuljetusvaihtoehdossa.

Aluskuljetusten käytön vaikutukset väylänpidon kustannuksiin ja liikenteen ulkoisiin kustannuksiin ovat seuraavat:

- Tiestön kulumisen kustannukset vähenevät noin 0,1 M€:n vuodessa. Vesiväylien ylläpitokustannukset nousevat noin 0,3 M€ vuodessa, jos Keiteleen kanavaa käytetään myös talvella. Tämä on myös edellytys Keljonlahden puupolttoaineiden saannin turvaamiseksi. Väylänpidon kustannukset kasvavat siten noin 0,2 M€/vuosi.
- Tiekuljetusten vuotuiset CO<sub>2</sub>-päästöt vähenevät noin 4500 tonnia (sisältää myös lastauksen), mikä synnyttää noin 0,15 M€:n suuruisen säästön (CO<sub>2</sub>:n haitta-arvo on 32 €/tonni). Vastaavasti aluskuljetusten päästöt kasvavat noin 3500 tonnia ja siitä aiheutuvat lisäkustannukset ovat noin 0,1 M€/vuosi. Päästökustannukset vähenevät siten noin 0,05 M€/vuosi.
- Tieliikenteen henkilövahinko-onnettomuudet vähenevät keskimäärin noin 0,2 onnettomuudella vuodessa, mistä aiheutuvat säästöt ovat noin 0,14 M€/vuosi (henkilövahinko-onnettomuuden kustannus on 0,471 M€).

Aluskuljetusten käyttöön siirryttäessä väylänpidon ja liikenteen ulkoisten kustannusten summa ei käytännössä muutu lainkaan.



Jotta kannattavuutta osoittava HK-suhde olisi vähintään 1,0, on alusten käytöllä saavutettavien kuljetuskustannussäästöjen nykyarvon oltava vähintään noin 25 M€ Tämä edellyttää noin 1,6 M€:n suuruista vuotuista kuljetuskustannussäästöä. Tällöin aluskuljetuksen on oltava noin 0,6 €/i-m<sup>3</sup> edullisempi kuin autokuljetuksen kaikissa Keljonlahden puupolttoaineiden toimituksissa. Kuljetusmuotojen kustannusvertailun mukaan tämän kustannuseron saavuttaminen ei ole mahdollista.

Puupolttoaineiden kuljetusten ohella yhteiskuntataloudellisia kustannussäästöjä voidaan uudella bioaluksella saavuttaa myös turpeen kuljetuksissa. Turpeen tuotantoalueet ovat pääosin läntisessä Keski- Suomessa ja Suomenselän alueella, jonne vesiväylät eivät ulotu. Käytännössä bioaluksen kilpailukyky näissä kuljetuksissa on huono, koska autoilla turve voidaan kuljettaa suoraan perille ilman välikäsittelyä, kun aluskuljetus vaatii aina kustannuksia nostavan alkukuljetuksen.

#### Työllisyysvaikutukset

Työllisyysvaikutuksia on arvioitu alustavasti kahdella tasolla: tilapäisten ja pysyvien työpaikkojen syntymisenä.

Työryhmän arvion mukaan sekä alus- että rautatiekuljetuksissa syntyy jonkin verran tilapäisiä työpaikkoja näihin kuljetuksiin liittyvien terminaalien rakentamisen sekä aluksen rakentamisen yhteydessä. Maantiekuljetuksissa vastaavia tilapäisiä työpaikkoja ei synnyt.

Pysyvien työpaikkojen osalta lisääntyvät kuljetusmäärät synnyttävät maantiekuljetuksiin uusia pysyviä työpaikkoja. Alus- ja rautatiekuljetuksissa itse kuljetusketjun työllistävä vaikutus on vähäisempi, mutta terminaalitoimintoihin syntyisi uusia pysyviä työpaikkoja. Syntyvien työpaikkojen määrään työryhmä ei kykene antamaan luotettavaa arviota, mutta aluskuljetuksissa nämä työpaikat syntyisivät lähinnä Keski-Suomen ja Päijät-Hämeen alueelle, ja rautatiekuljetuksissa Itä- ja Pohjois-Suomen alueelle. Kaikkiaan työryhmä näkee, ettei eri kuljetusmuotojen työllistävässä vaikutuksessa todennäköisesti ole merkittäviä eroja, mutta ne jakautuvat alueellisesti eri tavoin.

*Nykyisellä tienvarsihaketuksen perustuvalla kuljetusketjulla Keiteleen kanavan parantamisella ei ole yhteiskuntataloudellista kannattavuutta.*

*Terminaaleihin perustuvassa kuljetusketjussa tie- ja aluskuljetusten välisissä ulkoisissa kustannuksissa ei ole merkittävää eroa. Aluskuljetusten kuljetuskustannusten tulisi olla noin 0,6 €/i-m<sup>3</sup> tiekuljetuksia edullisempia, jotta Keiteleen kanavan parantaminen olisi yhteiskuntataloudellisesti kannattava hanke. Tämän kustannuseron saavuttaminen on epätodennäköistä.*

*Turvekuljetuksissa aluskuljetusten kilpailukyky on huono, koska niihin sisältyy aina alkukuljetus ja aluskuljetusten edellyttämä välikäsittely.*

*Eri kuljetusmuotojen työllistävässä vaikutuksessa ei todennäköisesti ole merkittäviä eroja, mutta ne jakautuvat alueellisesti eri tavoin.*

## **8. Rautatie- ja aluskuljetusten käyttömahdollisuudet bioenergiakuljetuksissa**

Optimointien mukaan metsähakkeen toimituksista vuonna 2015 suurin osa tulee olemaan lyhyitä, alle 100 kilometrin pituisia kuljetuksia. Tällöin autokuljetusten markkinaosuus on muiden kuljetusmuotojen tarjonnan lisäyksestä ja päästöoikeuden kehityksestä riippumatta yli 90 %.

Uuden bioaluksen suurten investointikustannusten vuoksi aluksen kilpailukyky edellyttäisi tehokasta ympärivuotista käyttöä, mikä edellyttäisi 2–3 miljoonan irtokuution (1,6-2,4TWh) vuotuista kuljetusmäärää. Tähän ei Päijänteen ja Keiteleen vesistöalueella ei todennäköisesti voida päästä, sillä optimointien mukaan aluskuljetuksia ei syntyisi lainkaan. Uudella bioaluksella ei siten olisi liiketaloudellisia toimintaedellytyksiä ilman julkista tukea Päijänteen ja Keiteleen vesistöalueella. Vesitiekuljetusten hyödyntäminen metsähakkeen kuljetuksissa ei kuitenkaan ole poissuljettua. Kuljetuksia voidaan hoitaa myös proomukalustolla, jota on käytetty Saimaalla jo pitkään raakapuun kuljetuksissa ja aikaisemmin myös Keiteleen – Päijänteen alueella. Lappeenrannan teknillisen yliopiston laatimassa selvityksessä proomukuljetusten todettiin olevan autokuljetusta edullisempi jo hieman yli 100 kilometrin etäisyyksillä. Proomukuljetusten sisällyttäminen tähän selvitykseen olisi todennäköisesti vaikuttanut ainakin Saimaan vesistöalueella käytettävien kuljetusmuotojen markkinaosuuksiin.

Raakapuun kuljetusten rahtitason perusteella määritettyjen kuljetuskustannusten mukaan junakuljetusten käyttö puupolttoaineiden toimituksissa on kannattavaa yli 150-180 km:n kuljetuksissa juna/autokuljetuksina. Kuljetusmuotojen kustannusmuutokset voivat olla sellaisia, että ne suosivat junakuljetuksia. Tällaisia muutoksia voivat olla mm. päästökaupan ulottuminen kuljetuksiin, tiemaksut ja jossain määrin myös polttoaineen hinnan korotukset.

Päästöoikeuden hinnan nousu lisäisi puupolttoaineiden käyttöä turpeen sijaan ja puupolttoaineiden hankintaa kauempaa. Näissä pidentyvissä toimituksissa autokuljetuksen käytöllä ei saavuteta enää välttämättä katetta. Sen sijaan rautatiekuljetusten käytöllä katetta voidaan saavuttaa vielä hyvinkin pitkissä toimituksissa, joissa leimikko sijaitsee lähellä rautatieteterminaalia. Rahtihintatasoon perustuvan epävarmuuden vuoksi optimointien mukaiset rautatiekuljetusten määrät edustavat maksimitasoa. Todellinen kuljetusmäärä voi jäädä pienemmäksi myös sopivien kuormasterminaalien vähäisyyden vuoksi. Optimointitulosten perusteella hakkeen terminaalitoiminnan kehittämiskohteet ovat suureksi osaksi samoja kuin Ratahallintokeskuksen esittämät raakapuun terminaalitoiminnan kehittämiskohteet. Hakkeen kuljetuksissa painopiste on kuitenkin enemmän Itä-Suomessa kuin raakapuun kuljetuksissa. Saimaan vesistöalueella proomukuljetukset tosin kilpailevat osittain samoista toimituksista.

Laskelmien mukaan Jyväskylän uuden Keljonlahden voimalaitoksen puupolttoaineen tarpeesta voidaan päästöoikeuden hinnalla 20 tai 30 €/CO<sub>2</sub>-tonni tyydyttää 100 %. Keljonlahden voimalaitoksen puupolttoaineen kuljetuksissa autokuljetusten markkinaosuus on päästöoikeuden hinnasta riippumatta noin 97 %. Muut toimitukset ovat rautatiekuljetuksia. Autotoimituksia tulee koko maakunnan alueelta ja osittain sen ulkopuolelta, painopiste on kuitenkin maakunnan pohjoisosien toimituksissa.

*Pääosan metsähakekuljetuksista tulee tapahtumaan maantiekuljetuksina*

*Rautatiekuljetuksien potentiaali on pitkissä kuljetuksissa, joita voi syntyä hakkeen käytömäärien kasvaessa.*

*Aluskuljetuksien kilpailukyky ja siten sen käyttömahdollisuus uudella alustyyppillä on heikko. Proomukalustolla tapahtuvilla kuljetuksilla voi sen sijaan olla potentiaalia pidemmällä kuljetusmatkoilla.*

## 9. Työryhmän johtopäätökset

Uusiutuvan energian käyttötavoitteet ja puupolttoaineen käytölle asetetut tavoitteet tulevat jatkossa lisäämään biopolttoaineiden kysyntää merkittävästi.

Suomen metsäteollisuuden murros vaikuttaa merkittävästi raakapuun hankintaan, hankintamääriin ja metsäteollisuuden sivutuotteiden syntymiseen. Tietyillä alueilla bioenergian ja raakapuun hankinta voivat olla keskinäisessä kilpailutilanteessa osan kuitupuusta ohjautuessa energiantuotantoon. Hakkuumäärän mahdollinen pienentyminen muuttaisi metsähakemarkkinoiden tilannetta merkittävästi nykyisestä, ja metsähaketta käyttävien polttolaitosten hankinta-alueet voisivat muuttua huomattavasti.

Jos päästöoikeuden hinnat nousisivat, tämä parantaisi metsähaketta hyödyntävien laitosten maksukykyä, ja siten mahdollistavat pidemmät kuljetusmatkat. Päästöoikeuden hinnoittelun ulottaminen maantieliikenteeseen parantaisi sekä rautatie- että vesiliikenteen kilpailukykyä suhteessa maantiekuljetuksiin.

Liikenteen hinnoittelussa on pidemmällä aikavälillä nähtävissä trendi, jossa liikenteen hinnoittelu perustuu yhä enemmän liikenteen ja liikkumisen todellisten vaikutusten hinnoitteluun, ja niihin perustuviin maksuihin. Mikäli liikenteen hinnoittelussa tullaan jatkossa siirtymään tähän malliin, muuttaa se osaltaan eri kuljetusmuotojen keskinäistä kilpailukykyä.

Euroopan unionin poliittiset päätökset voivat jatkossa vaikuttaa merkittävästi kuljetusmuotojen valintaan. Unionin liikennepoliitikassa on tavoitteena saada siirrettyä raskaita kuljetuksia maanteiltä rauta- ja vesiteille. Tähän on pyritty parantamalla näiden kuljetusten toimintaedellytyksiä, mutta ainakaan toistaiseksi maantiekuljetuksia ei ole suoranaisesti lähdetty rajoittamaan.

Raskaalle tieliikenteelle on Länsi-Euroopassa asetettu yhä enemmän rajoituksia, mutta Suomessa näitä rajoituksia on lähinnä kaupunkien keskusta-alueilla. Mikäli jatkossa raskaalle tieliikenteelle asetetaan nykyistä enemmän rajoituksia, heikentävät ne maantiekuljetusten kilpailukykyä muihin kuljetusmuotoihin nähden.

Terminaaleihin perustuvassa kuljetusjärjestelmässä, johon mm. suunniteltu aluskuljetus perustuu, terminaalien sijoittuminen on avainasemassa käytettävän jatkokuljetusmuodon valinnassa. Tulevaisuudessa metsähaketerminaaleihin perustuva kuljetusketju todennäköisesti yleistyy, mutta lyhyellä aikavälillä tienvarsihaketus säilynee vallitsevana kuljetusketjuna.

Pitkän aikavälin muutosten vaikutuksia bioenergian kuljetuksiin ei tässä vaiheessa pystytä tarkoin määrittelemään. Työryhmä onkin tehnyt johtopäätöksensä vuoteen 2015 ulottuvalle aikavälille. Työryhmä korostaa, että toimintaympäristön muuttuessa tilanne on arvioitava uudestaan.

Työryhmän **arvion mukaan** lyhyellä aikavälillä **2010-2015**:

- Pääosa metsähakkeen kuljetusketjuista perustuu tienvarsihaketukseen ja maanteitse tapahtuvaan hakkeen kuljetukseen käyttökohteelle.
- Maanlaajuisesti hakkeen rautatiekuljetuksille on olemassa merkittävää potentiaalia, mutta sen toteutuminen edellyttää investointeja terminaaleihin sekä kuljetusvälineisiin, lähinnä hakekuljetuksiin soveltuviin kontteihin. Myös rataverkon suunnitellut investoinnit tulisi toteuttaa.

- Proomukuljetusjärjestelmään perustuvalla hakkeen kuljetusketjulla on nykytilanteessa suunniteltuja bioaluskuljetuksia parempi kilpailukyky.
- Taloudellisia edellytyksiä suunnitellulle uudentyyppiselle biopolttoaineita kuljettavalle alukselle ei ole Keiteleen ja Päijänteen alueella, koska alusliikenteelle ei synny riittävää kysyntää lyhyehköjen kuljetusmatkojen ja hankinta-alueen suuntautumisen vuoksi. Siten suunnitellulle Keiteleen kanavan parantamiselle ei tällä hetkellä ole osoitettavissa yhteiskuntataloudellista kannattavuutta.
- Uudentyyppisen aluksen liiketaloudellisesti kannattava käyttö kuljetukseen edellyttää alusinvestointiin kohdistettavaa tukea sekä terminaaliverkoston rakentamista ja Keiteleen kanavan parantamista.
- Jos Keiteleen kanavan kehittäminen ja siihen liittyvät tiestöön ja rataverkkoon kohdistuvat toimenpiteet katsotaan mm. yllä kuvattujen muutostekijöiden valossa välttämättömäksi, rahoitusta ei työryhmän arvioiden mukaan ole saatavissa muutoin kuin valtion talousarvion kautta. Kustannukset Keiteleen liikenneverkon kehittämisen osalta ovat 30 milj. euroa ja terminaalien kehittämisen osalta 15 milj. euroa. Vaajakosken kohdalla siltajärjestelyt olisi tarkoituksenmukaista toteuttaa vt 4 Vaajakoski-projektin yhteydessä, jonka kustannusarvio on 85 milj. euroa. Aikaisin mahdollinen aikataulu vt 4 projektille on 2013-2014. Hankkeet eivät sisälly liikennepoliittiseen selontekoon.

**Lähdeluettelo**

Antti Asikainen, professori, Metla, Joensuu: Kannattavan metsäenergiayrittämisen teknologiavalinnat ja asiakkuuksien hallinta (esitelmä 2009)

Keski-Suomen liitto/Keski-Suomen TE-keskus: Bioenergiasta elinvoimaa klusteriohjelma 2007 – 2015 (2007)

Lappeenrannan teknillinen yliopisto: Metsäpolttoaineiden vesitiekuljetus proomukalustolla (2008)

Ramboll Finland Oy: Puupolttoaineiden kuljetusten optimointi (2009)

Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategiasta 2008

## Liite 1: Työryhmän asettamiskirje

Liikenne- ja viestintäministeriö

ASETTAMISPÄÄTÖS

LVM032:00/2009

27.3.2009

### Keiteleen kanavan kehittäminen

#### Asettaminen

Liikenne- ja viestintäministeriö on tänään asettanut työryhmän, joka selvittää Keiteleen kanavan parantamiseen liittyvien toimenpiteiden yhteiskuntataloudellisen merkityksen ja erityisesti raide- ja vesikuljetusten keskinäisen kustannustehokkuuden sekä rahoituksen vaihtoehdot ja esittää suunnitelman hankekokonaisuuden toteuttamisesta.

#### Toimikausi

27.3.2009 -17.6.2009

#### Työn tausta ja tavoitteet

Keiteleen kanavan ja siihen liittyvien Keiteleen ja Päijänteen alueen väylästön parantamisen sekä alueen terminaaliverkoston rakentamisen tarkoituksena on mahdollistaa biopolttoaineiden nykyistä huomattavasti laajamittaisempi käyttö Keski-Suomen alueella.

Keiteleen kanava valmistui vuonna 1993 lähinnä uiton käyttöön, mutta metsäteollisuuden uudelleenjärjestelyiden myötä uitto alueella on loppunut. Alkuperäisenä suunnittelutavoitteena oli 8 metrin alikulkukorkeus koko kanavareitillä, mutta tuolloin ei ollut nähtävissä tarvetta ko. alikulkukorkeudelle. Tämän vuoksi tavoitteesta luovuttiin kanavan rakennusaikana, ja päädyttiin nostamaan alikulkukorkeus tavoitetasolle siltojen uusimisien myötä pidemmällä aikavälillä. Osa silloista on alle 8 metrin alikulkukorkeuden.

Bioenergian käytön lisäämistavoitteiden ja Jyväskylän Energian Keljonlahden uuden biovoimalan rakentamisen myötä Keiteleen kanavan hyödyntäminen biopolttoaineiden aluskuljetuksissa on noussut ajankohtaiseksi. Jyväskylän Energia on suunnitellut kuljettavansa aluskuljetuksina alkuvaiheessa noin 2,5 – 3 milj. m<sup>3</sup>/v haketta ja turvetta Keiteleen ja Päijänteen alueelta Keljonlahden voimalaitokselle.

Aluskuljetuksia varten on suunniteltu uusi alustyyppi, joka kykenee kulkemaan itsenäisesti ympärivuotisesti, joten erillistä jäänmurtokalustoa alueelle ei tarvita. Aluksen lastinottokyky on noin 7 000 m<sup>3</sup>, ja sen lastaus- ja purku tapahtuu pneumaattisesti, joten terminaalialueilla ei tarvita erillistä lastaus- tai purkukalustoa.

Hankekokonaisuudet ovat tiiviisti sidoksissa toisiinsa ja vaativat toimiakseen koko kokonaisuuden toteuttamista. Toteuttaminen vaatii usean eri hallinnonalan sekä yksityissektorin yhteistyötä.

**Tehtävä**

Työryhmän tehtävänä on selvittää Keiteleen kanavan yhteiskuntataloudellinen merkitys ja erityisesti raide- ja vesikuljetusten keskinäinen kustannustehokkuus sekä kartoittaa rahoitusvaihtoehdot. Työryhmän tulee tehdä ehdotus hankekokonaisuuden toteuttamisesta aikatauluineen.

**Organisointi**

Puheenjohtaja Mikael Nyberg, hallitusneuvos, liikenne- ja viestintäministeriö

Jäsenet:

Jukka Saarinen, ylitarkastaja, työ- ja elinkeinoministeriö  
 Kaisa Pirkola, ylitarkastaja, metsäneuvos, maa- ja metsätalousministeriö  
 Anita Mikkonen, maakuntajohtaja, Keski-Suomen liitto  
 Keijo Kostiainen, väylänpidon johtaja, Merenkululaitos  
 Olli Holm, diplomi-insinööri, Merenkululaitos  
 Timo Välke, apulaisjohtaja, Ratahallintokeskus  
 Kosonen Seppo, tiejohtaja, Keski-Suomen tiepiiri  
 Kuusisto Jaana, taloushallintopalvelujen päällikkö, liikenne- ja viestintäministeriö  
 Riitta Viren, neuvotteleva virkamies, liikenne- ja viestintäministeriö

Työryhmän sihteerinä toimii työryhmän jäsen, diplomi-insinööri Olli Holm Merenkululaitoksesta.

**Kustannukset ja rahoitus**

Työryhmä voi käyttää työssään ulkopuolista asiantuntijaa.

Liikenneministeri

  
 Anu Vehviläinen

Kansliapäällikkö

  
 Harri Pursiainen
**JAKELU**

Puheenjohtaja ja jäsenet  
 Työ- ja elinkeinoministeriö  
 Maa- ja metsätalousministeriö

## Liite 2: Työryhmän laatimat selvitykset ja kuullut tahot

Työryhmä on työnsä aikana laatinut esiselvityksen biopolttoainepotentiaalista sekä eri kuljetusmuotojen potentiaalista Keski-Suomen alueella. Tämän esiselvityksen pohjalta työryhmä järjesti 4.6.2009 kuulemistilaisuuden, johon osallistuivat seuraavat tahot:

- Energiateollisuus ry/Matti Nuutila
- Jyväskylän Energia/Timo Fredriksson
- Metsäteollisuus ry/Harri Rumpunen
- VTT/Tapio Nyman
- Jyväskylän AMK/Markku Paananen
- Keski-Suomen liitto/Jarmo Koskinen
- Harri Lallukka

Seuraavaan on koottu kuulemistilaisuudessa esille tuotuja näkökantoja työryhmän työhön:

- Metsäteollisuus ja energiantuotanto tulevat jatkossa kilpailemaan kuitupuusta.
- Biopolttoaineiden käyttötavoitteet edellyttävät kaikkien mahdollisten toimenpiteiden käyttämistä, jolloin hankinta-alueet tulevat laajenemaan nykyisestä noin 10 km:stä
- Kuljetustarve ja hankinta-alue on arvioitu esiselvityksessä liian pieneksi. Kuljetustarve on noin 4 – 5 TWh ja alue Heinolasta lähtien koko Etelä-Päijänne.
- Tavoitteet edellyttävät turpeen ja puun polttoa, mutta rekkakuljetusten kannattavuusraja on alle 70 km puussa ja alle 100 km turpeessa. Kaikkea tarvittavaa polttoainetta ei saada tältä alueelta, vaan hankinta-alueen on oltava mahdollisimman laaja (noin 140 km).
- Pitenevät kuljetusmatkat luovat yleensäkin uutta kuljetuspotentiaalia vesikuljetuksille (esim. hiekkakuljetukset)
- Ratakuljetusten osuus on jäänyt vähäiseksi, potentiaalia voisi olla
- Vesi- ja ratakuljetukset ovat aina kahden kuljetusmuodon ketju, joten kannattavuus vaatii riittävää kuljetusmatkaa. Raakapuun osalta tämä on noin 150 km, jonka alueelta kaikki kuljetukset tapahtuvat rekoilla. Esimerkiksi 100 km:n kannattavuusraja biopolttoainekuljetusten aluskuljetusten kannattavuudessa rajaisi potentiaalisen alueen Päijänteen eteläosaan ja Keiteleen pohjoisosaan, jolloin potentiaali jäisi pieneksi. Etelä-Päijänteellä on lisäksi muita hakkeen käyttäjiä.
- Hyvät tie- ja ratayhteydet vievät hakkeen muualle, joten sen hankinnan on tapahduttava syrjäisiltä seuduilta. Myös saaret ovat hankinta-alueina, mutta niiden merkitys ei ole suuri.
- Alkukuljetusten sekä lastaus/purkukustannukset ovat ratkaisevassa asemassa kuljetusten kokonaiskustannuksissa.
- Esiselvityksen rekkakuljetusten kustannukset ovat alhaisia verrattuna todellisiin, jotka ovat noin kaksinkertaiset
- Lähtötietojen luotettavuus vaikuttaa kyseenalaiselta, koska esim. potentiaalinen hankinta-alue on nyt arvioitua laajempi ja hankinta-alueet muuttuvat uuden käyttäjän myötä.
- Logistinen toimivuus kuljetuksissa on tärkeintä, aluskuljetukset laajentavat taloudellista hankinta-aluetta.
- Hankearvioinnissa on myös välilliset vaikutukset ja on arvioitava kuljetuksia todellisen kuljetusmatkan perusteella.
- Voimalaitokset eivät sitoudu mielellään yhteen polttoaineeseen
- Hiili toimii Keljonlahden voimalan varapolttoaineena.
- Eri aluskuljetusvaihtoehtojen käyttökelpoisuus on selvitettävä, mutta aluskuljetukset edellyttävät aina alkukuljetusta, ja jäävähvisteisen aluksen hinta voi olla korkea.
- Metsäteollisuudella ei ole uusia vesikuljetustarpeita alueella, mutta olemassa oleva väylästä on tärkeä uittomahdollisuuden kannalta.



- Uiton toimipaikkojen käyttö aluskuljetuksiin edellyttää niitä koskevien lupapäätösten muutosta
- Uiton toimipaikkojen lupaehtojen muuttaminen on todennäköisesti helppoa, ja potentiaalisia terminaalipaikkoja on kartoituksessa jo löydetty.
- Pneumaattisen lastaus- ja purkujärjestelmän toimivuus arveluttaa
- Terminaalit toimivat voimalaitoksen väli- ja varmuusvarastoina.
- Jyväskylän Energia ostaa palveluja. Laiva on yksityisrahoitteinen, ja sen hinta on noin 20 milj. euroa. Aluksen lastaus/purkujärjestelmää käytetään jo nykyisiin vilja- ja jauhokuljetuksissa, ja sitä on testattu myös hakkeelle.
- Hanke on nähtävä myös biopolttoaineiden kilpailukyvyn parantajana
- Aluskonsepti sisältää useita innovaatioita, joten investointituki on mahdollista

Esiselvityksen ja kuulemistilaisuuden perusteella työryhmä katsoi tarpeelliseksi laatia laajan, kattavan selvityksen biopolttoainekuljetuksista Keski-Suomessa, jossa arvioitiin puuenergian saatavuutta erityisesti Keski-Suomen energia- ja teollisuuslaitoksilla ja eri kuljetusmuotojen käyttöä näissä kuljetuksissa. Autokuljetuksen lisäksi vaihtoehtoisina kuljetusmuotoina tutkittiin suunniteltuun uuteen alustyyppiin perustuvia vesikuljetuksia sekä konttien käyttöön perustuva rautatiekuljetusjärjestelmä. Osana alus- ja rautatiekuljetusjärjestelmää ovat terminaalit, joissa puupolttoaineet haketetaan ja lastataan alukseen tai junavaunuihin. Tarkasteluvuosi on 2015.

Kilpailutilanteen vuoksi energiapuun tavaravirtoja tarkasteltiin koko valtakunnan tasolla. Tämä tarkoittaa, että energiapuun kysyntäpaikkoina otettiin huomioon kaikki energia-puuta ja turvetta käyttävät kohteet (energiantuotantolaitokset, pellettitehtaat, sellutehtaat jne.). Energiapuun tarjonnassa otettiin huomioon pääte- ja harvennushakkuista saatavat metsähakkeet (hakkuutähde, pienpuu ja kannot) sekä metsäteollisuuden sivutuotteina saatava kuori, puu ja hake, joka ei mene tuotantolaitokseen omaan energiantuotantoon. Turvetta tarkasteltiin selvityksenä ns. vaihtoehtoisena energiamuotona, joka vaikuttaa osaltaan siihen, onko energiapuun käyttö kannattavaa. Selvityksen ovat laatineet Ramboll Finland yhteistyössä Pöyry Energy Consultingin kanssa, ja se on julkaistu tämän mietinnön liitteenä.

Työryhmä järjesti selvityksen pohjalta toisen kuulemistilaisuuden 17.12.2009. Tähän kuulemistilaisuuteen osallistuivat seuraavat tahot:

- Eduskunta/Hannu Hoskonen
- Paperiliitto/Jouko Ahonen
- Jyväskylän Energia Oy/Risto Ryymin
- Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto/Risto Soukka
- Pohjola Corporate Finance/Pekka Suhonen
- Laffcomp Oy/Veikko Hintsanen

Lisäksi kutsutuista Harri Lallukka oli toimittanut työryhmälle oman kommenttimuistionsa.

Seuraavaan on koottu kuulemistilaisuudessa esille tuotuja näkökantoja työryhmän työhön:

- Työryhmän työ ei ole vastannut täysin toimeksiantoa, ja se ei ole yhdenmukainen valtiovallan jo tekemien sitoumusten ja linjausten kanssa
- Työryhmä ei ole tarkastellut eri liikennemuotoja tasapuolisesti, ja tarkastelusta puuttuu riittävän pitkä aikajänne.
- Työryhmä on arvioinut eri kuljetusmuotoja eriarvoisesti, ja aluskuljetusten osalta virheellisesti. Aluskuljetuskonsepti perustuu terminaaleihin, joista jatkokuljetuksen kustannus on ratkaiseva.
- Vesiteiden kehittämistä koskeva laaja selvitys tulisi käynnistää siten, että se olisi käytettävissä uutta hallitusohjelmää laadittaessa.

- Keljonlahden voimalaitoksen arvioitu polttoainetarve on 3 – 5 TWh, josta puun osuus noin 1,3 TWh (noin 1,6 milj. m<sup>3</sup>) ja turpeen 2 – 3 TWh (noin 2 - 3 milj. m<sup>3</sup>). Keljonlahdessa puun osuus polttoaineesta voi olla enimmillään 70 %.
- Keljonlahden voimalaitoksella on valmius vastaanottaa polttoaineita kaikilla kolmella kuljetusmuodolla, ja myös jatkossa tullaan käyttämään eri kuljetusmuotoja.
- Polttoaineen käyttöön vaikuttaa saatavuus, hinta ja tekninen käytettävyys. Markkinatilanne määrää kulloinkin käytettävät polttoaineet ja toimitusketjut, ja polttoaineen hinnalla voimalaitokselle toimitettuna on ratkaiseva asema.
- Polttoainehankintaa tehdään suoraan tienvaresta sekä yhä enemmän suoraan laitokselle toimitettuna isommilta toimijoilta, jotka näkevät aluskuljetukset kilpailukykyisinä muihin kuljetusketjuihin nähden.
- Lappeenrannan teknillinen yliopisto on selvittänyt mallinnuksella aluskuljetusten mahdollisia kuljetusmääriä, polttoainekulutusta ja päästöjä. Tulosten perusteella aluskuljetuksilla voitaisiin kuljettaa noin 1,7 TWh. Aluskuljetuksilla hiilidioksidipäästöt ovat pienemmät kuin kuorma-autokuljetuksilla, mutta päästöjen pienentyminen ei ole merkittävää tasoa.
- Aluskuljetusten merkitystä bioenergian käyttötavoitteiden saavuttamisessa ei voida arvioida, koska sopimukset tehdään vasta Keiteleen kanavan parantamispäätöksen ja alustilauksen jälkeen. Bioenergian käyttötavoitteiden saavuttaminen edellyttäne useampien kuljetusmuotojen käyttöä.
- Alusinvestoinnin rahoituksesta 50 % on suunniteltu olevan vierasta ja 50 % omaa pääomaa. Potentiaalisina sijoittajina voidaan nähdä valikoidut suomalaiset instituutiot, pääomasijoittajat, valikoidut teolliset sijoittajat. Kaikkiaan sijoittajina olisi muutamia riskirahoitukseen osallistuvia tahoja, jotka ovat jo osoittaneet tiettyä kiinnostusta hankkeeseen. Pääomahankinnan ajalliseksi kestoksi on arvioitu alustavasti noin 3 kk.
- Käytetty energiapuun hankinnan optimointimalli on virheellinen, koska puuvirtojen oletetaan aina suuntautuvan lähimmälle käyttöpisteelle.
- Kuljetusketjujen kustannusvertailuissa on suuria virheellisyyksiä verrattaessa toteutuneita kuorma-auto- ja rautatiekuljetuskustannuksia aluksen laskennallisiin kustannuksiin.
- Useat tahot esittivät kirjallisesti toimittamansa aineiston liittämistä työryhmän mietintöön.

### Liite 3: Käytetyt yksiköt ja termit

#### Yksiköt

$m^3$	kuutiometri, teoreettinen kiintotilavuus
$i\text{-}m^3$	irtokuutiometri, tilavuus kuljetusvälineessä
1 $m^3$ metsähaketta	~ 2,5 $i\text{-}m^3$
1 $m^3$ metsähaketta	~ 1,9 MWh
1 $i\text{-}m^3$ metsähaketta	~ 0,8 MWh
1 $i\text{-}m^3$ metsähaketta	~ 0,3 tonnia

1 TWh = 1 000 GWh = 1 000 000 MWh

toe = ekvivalenttinen öljytonni eli yhtä öljytonnia vastaava energiamäärä

Wh = wattitunti

J = joule

#### Eri energiayksikköjen väliset muuntokertoimet (Tilastokeskus 2006a)

	tOE	MWh	GJ
ekvivalenttinen öljytonni (tOE)	1	11,630	41,868
megawattitunti (MWh)	0,08598	1	3,6
gigajoule (GJ)	0,02388	0,2778	1

#### Etuliitteet

K = kilo =  $10^3$  = 1 000

M = mega =  $10^6$  = 1 000 000

G = giga =  $10^9$  = 1 000 000 000

T = tera =  $10^{12}$  = 1 000 000 000 000

P = peta =  $10^{15}$  = 1 000 000 000 000 000

#### Metsähakkeen potentiaalit

Useat eri tahot (Metla, PTT, Pöyry, Metsäteho, VTT) ovat 2000-luvulla laatineet arvioita metsähakkeen hankintapotentiaaleista. Metsäteho Oy:n ja Pöyryn vuonna 2009 laatimassa selvityksessä *Puupolttoaineiden saatavuus ja käyttö Suomessa 2020* on arvioitu eri metsähakkeen tarjonnan potentiaaleja. Näitä ovat

- Teoreettinen potentiaali,
- Teknis-ekologinen potentiaali ja
- ns. tarjontahalukkuuteen perustuva potentiaali

Metsäteho-Pöyryn selvityksessä **teoreettinen hankintapotentiaali** oli Metsäteho Oy:n ja Pöyryn selvityksessä se määrä

- hakkuutahteita ja kantoja, mikä syntyi päätehakkuualoille Perus- ja Maksimihakkuuskenaarioilla ja
- pienpuuta, kun nuorten metsien kasvatushakkuut tehtiin ehdotusten mukaisesti ajallaan ja hakkuu tehtiin kokopuuna.

Metsäteho Oy:n ja Pöyryn selvityksen mukaan teoreettinen tarjonta vuonna 2020 olisi yhteensä noin 104,5 TWh.

**Teknis-ekologinen hankintapotentiali** oli Metsäteho Oy:n ja Pöyryn selvityksessä se talteen saatavissa oleva metsähakeraaka-ainemäärä, missä otettiin huomioon seuraavat rajoitteet:

- Talteensaantoprosentti on alle 100,
- Kuitupuuta ei mene merkittäviä määriä polttoon,
- Energiapuun korjuu -oppaan\* suosituksia noudatetaan korjuukohdevalinnassa ja
- Kaikki energiapuu ei tule markkinoille (metsänomistajien energiapuun tarjontahaluus).

Metsäteho Oy:n ja Pöyryn selvityksen mukaan vuonna 2020 metsähakkeen teknis-ekologinen potentiaali olisi noin 42,9 TWh

**Teknis-ekologisen potentiaalın toteutumiseen** vaikuttavat mm. puumarkkinatilanne, metsänomistajien myyntihalukkuus, päästöoikeuden hinta, kilpailevien polttoaineiden (turpeen, kivihiilen, öljyn jne) hinta sekä kestävän metsätalouden (Kemera) energiapuun korjuu- ja haketustuen tasoja riittävyys.

Metsäteho ja Pöyry arvioivat, metsäenergiaa hyödynnettävän noin 27 TWh vuonna 2020, mikäli päästöoikeuden hinta olisi 30 €/t

Katsaus löytyy osoitteesta:

[http://www.biomass.fi/fi/document.cfm?doc=show&doc\\_id=76](http://www.biomass.fi/fi/document.cfm?doc=show&doc_id=76)

### **Uusiutuvilla energianlähteillä**

tarkoitetaan tuuli-, aurinko-, maalämpö-, aalto-, ja vuorovesienergiaa, vesivoimaa, biomassaa sekä kaatopaikoilla ja jätevedenpuhdistamoissa syntyvää kaasua ja biokaasua. [Entäs geoterminen energia ja eikö maalämpö ole auringosta peräisin?]

### **Bioenergia**

Biomassoista peräisin oleva, eli biopolttoaineesta saatava energia

### **Biopolttoaine**

on kiinteä, nestemäinen tai kaasumainen polttoaine, joka tuotetaan biomassasta.

### **Puuperäiset polttoaineet**

Yleisnimitys kaikille puu- ja kuoriaineksesta peräisin oleville polttoaineille sisältäen myös metsäteollisuuden puutähteet ja mustalipeän.

### **Puupolttoaineet**

Jos raaka-ainelähteenä ovat puut, puhutaan puubiomassasta, puu- tai puuperäisistä polttoaineista sekä puu- tai puuperäisestä energiasta.

### **Energiapuu**

Polttoon tai muuhun energiakäyttöön tarkoitettu puu tai puutavara muodosta ja lajista riippumatta.

**Hakkuutähteet:** uudistushakkuun yhteydessä syntyvä ja metsään jäävä puuaineksen kuten oksat ja latvukset lehtineen ja neulasineen. Myös hakkuualueelle jääneet yksittäiset hylkypölköt ovat hakkuutähdettä.

### **Metsähake**

Metsähake on polttohaketta tai puumurskaa, jonka valmistukseen voidaan käyttää kaikkea metsästä saatavaa puuta, kuten runkopuuta, latvuksia, oksia, neulasia, lehtiä, kantoja ja juurakoita.

### **Teollisuuden sivutuotepuu**

Sahateollisuudessa tai muussa puutuoteteollisuudessa syntyneet sivutuotteet, joita ovat (Metla):

*Teollisuuden puutähdehake:* hake ja puumurske, jota valmistetaan sahateollisuuden tai muun puutuoteteollisuuden, kuten vaneri- ja muun puulevyteollisuuden sekä puusepänteollisuuden sivutuotteista.

*Purut:* sahauksessa, puutavaran höyläyksessä tai muussa puunjalostuksessa syntynyt sahanpuru, kutterinlastu ja muu lastu ja puru sekä hiontapöly.

*Kuori:* puunjalostuksessa syntyvä kuorintätähde.

*Muu kiinteä puupolttoaine:* muu edellä mainitsematon ja erittelemätön kiinteä puupolttoaine.