

EDUSKUNNAN TULEVAISUUSVALIOKUNTA
TEKNOLOGIAN ARVIOINTEJA 25

METSÄT JA METSÄOSAAMINEN SUOMEN VAHVUUTENA

Kuinka vastata ilmastonmuutoksen ja muuttuneiden maailman-
markkinoiden haasteeseen?

Esiselvitys



*Veracelin sellutehdas Brasiliassa eucalyptus-peltoineen
Lähde: Veracel Sustainability Report 2006*

TULEVAISUUSVALIOKUNTA
TEKNOLOGIAN ARVIOINTEJA 25

METSÄT JA METSÄOSAAMINEN SUOMEN VAHVUUTENA

Kuinka vastata ilmastonmuutoksen ja muuttuneiden maailmanmarkkinoiden
haasteeseen?

Esiselvitys

Juha Honkatukia
Osmo Kuusi

Tulevaisuusvaliokunta
00102 Eduskunta

www.eduskunta.fi

Helsinki 2008

ISBN 978-951-53-3046-8 (nid.)
ISBN 978-951-53-3047-5 (PDF)

Esipuhe

Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta käynnisti syksyllä 2007 Metsät-ravinto-vesi -ennakointi- ja arviointihankkeen. Valiokunta tilasi marraskuussa 2007 VATT:lta esiselvityksen metsäsektorin tulevaisuudesta Suomessa. Esiselvityksen edellytettiin valmistuvan tammikuussa 2008.

Arviointihanke ja sen yhtenä osana metsäsektorin tulevaisuutta tarkasteleva esiselvitys pohjustaa eduskunnan vastausta hallituksen ilmastopolitiikkaa koskevaan tulevaisuusselontekoon. Selonteko on tulossa eduskunnan käsittelyyn kevätistuntokaudella 2009. Tulevaisuusselonteossa tarkastelu ulottuu vuosisadan puoliväliin ja pidemmälle.

Metsillä on ollut tärkeä merkitys Suomelle. Niillä tulee olemaan maailmanlaajuisesti pitkällä tähtäimellä myös ilmastomuutoksen kannalta keskeinen merkitys. Suomessa ilmastomuutoksen haasteeseen yhdistyy metsäsektorin käynnissä oleva rakennemuutos. Rakennemuutoksen syitä ovat puunjalostusteknologian kehityksen ohella paperin kysynnän kasvun hiipuminen elektroniikan kehityksen tuloksena sekä tropiikissa tuotettu puu suomalaisen puun kilpailijana. Suomalainen puu etsii uusia käyttökohteita.

Lyhyellä valmistusajalla tuotettu esiselvitys pyrkii tunnistamaan monipuolisesti murroksessa elävän metsäsektorin haasteita. Lähteenä on käytetty viime aikoina aiheesta esitettyjä puheenvuoroja sekä alan kokeneita asiantuntijoita. Raportti ei juuri esitä vastauksia tunnistamiinsa haasteisiin ja ongelmiin. Vastauksiin voidaan pyrkiä esiselvitystä seuraavan varsinaisen arvioinnin yhteydessä.

Työn käynnistyessä arviointihankkeelle asetettiin johtoryhmä, johon ovat kuuluneet puheenjohtaja Kyösti Karjula, varapuheenjohtaja Marko Asell, jäsenet Tarja Filatov, Liisa Jaakonsaari, Harri Jaskari, Anne Kalmari, Matti Kangas, Timo Kaunisto, Jouko Laxell, Marjo Matikainen-Kallström, Juha Mieto, Mats Nylund, Lauri Oinonen, Sirpa Paatero, Sanna Perkiö, Petri Pihlajaniemi, Erkki Pulliainen, Kari Rajamäki, Pirkko Ruuhonen-Lerner, Jouko Skinnari, Marja Tiura, Pentti Tiusanen, Pekka Vilkuna, Anne-Mari Virolainen, Ulla-Maj Wideroos ja Jyrki Yrttiaho.

Kiitän ohjausryhmän jäseniä aktiivisesta panoksesta tähän tärkeään arviointihankkeeseen. Esiselvityksen on kirjoittanut pääasiassa VATT:n erikoistutkija ja eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan pysyvä asiantuntija Osmo Kuusi VATT:n tutkimusjohtajan Juha Honkatukian ohjauksessa. Lausun lämpimät kiitokset heille arvokkaasta ja rakentavasta yhteistyöstä.

Helsingissä 13.2.2008

Kyösti Karjula
Arviointihankkeen ohjausryhmän puheenjohtaja

Sisällys	sivu
1. Kriisiin ajautunut Suomen metsäsektori	1
2. Suomen nykyinen metsäklusteri viejänä ja työllistäjänä	4
3. Suomen metsävarat, niiden omistus ja nykyinen käyttö	6
4. Suomalaisen puun käyttö vaatii uutta ajattelutapaa!	9
5. Metsien merkitys ilmastonmuutoksessa ja sen torjunnassa	13
6. Elektroniikka ja paperi toisiaan korvaamassa ja täydentämässä	18
7. Ulkomainen kuitu ja sellu kotimaisen tuotannon kilpailijana ja täydentäjänä	21
8. Miten uudet haasteet ovat vaikuttaneet metsäteollisuuden hankinta- ja tuotantopäätöksiin?	24
9. Biopolttoainevarat ja niiden käyttö	24
10. Liikenteen biopolttoaineet seuraavan viiden vuoden aikana	25
11. Suomen metsäsektorin monet mahdolliset tulevaisuuspolut	27
12. Johtopäätöksiä ja ehdotuksia jatkotyön kohteiksi	32
Liite: Miten biopolttoaineita valmistetaan tulevaisuudessa?	34
Kirjallisuus	38

1. Kriisiin ajautunut Suomen metsäsektori

Metsäteollisuus on ollut avainasemassa Suomen talouden kansainvälistymisessä. Pentti Vartiaa ja Pekka Ylä-Anttilaa (2003) lainaten metsäteollisuuden tuotteet liittivät Suomen osaksi kansainvälistä taloutta ja yhteisöä. Ensin oli terva ja sen jälkeen 1800-luvun alkuvuosikymmeniltä noin sadan vuoden ajan sahatavara. Paperin vienti kasvoi Venäjän kaupan varassa 1800-luvun lopulta lähtien. Kun Venäjän kauppa katkesi vallankumousvuoteen 1917, vienti kääntyi länteen. 1920-luvulla vienti oli lähes täysin metsäteollisuustuotteiden, lähinnä puutavaran ja sellun varassa: kokonaisviennistä 80-90 prosenttia oli metsäteollisuustuotteita.

Paperi- ja massateollisuus ohitti sahateollisuuden tärkeimpänä vientialana 1920/30 lukujen taitteessa. Suomalaisen metsäteollisuuden menestystarina toisen maailmansodan jälkeen on perustunut ennen kaikkea pitkälle jalostettuun paperiin. Tämä kehitys huipentui 1980-luvulla, jolloin Suomi nousi kiistattomasti suurimmaksi paino- ja kirjoituspaperien viejäksi maailmassa. Tämä kehitys jatkui vielä vahvana 2000-luvun alkuvuosiin saakka. Vuonna 2003 Suomen osuudeksi paino- ja kirjoituspaperien viennistä maailmassa arvioitiin noin 20 % (Vartia ja Ylä-Anttila 2003). Osuus oli noin 200-kertainen verrattuna suomalaisten osuuteen maailman väestöstä. Euroopassa kulutetusta paino- ja kirjoituspaperista noin 15 % oli tällöin tuotettu Suomessa.

Vielä vuonna 2003 Vartia ja Ylä-Anttila katsoivat Suomen metsäteollisuuden olevan vahvassa vedossa. Viennin jalostusaste oli tuntuvasti korkeampi kuin Ruotsissa. Paperin valmistuskapasiteetin arvioitiin olevan teknologisesti huippuluokkaa ja koneiden keskikoko oli noin neljänneksen suurempi kuin Kanadassa ja Ruotsissa.

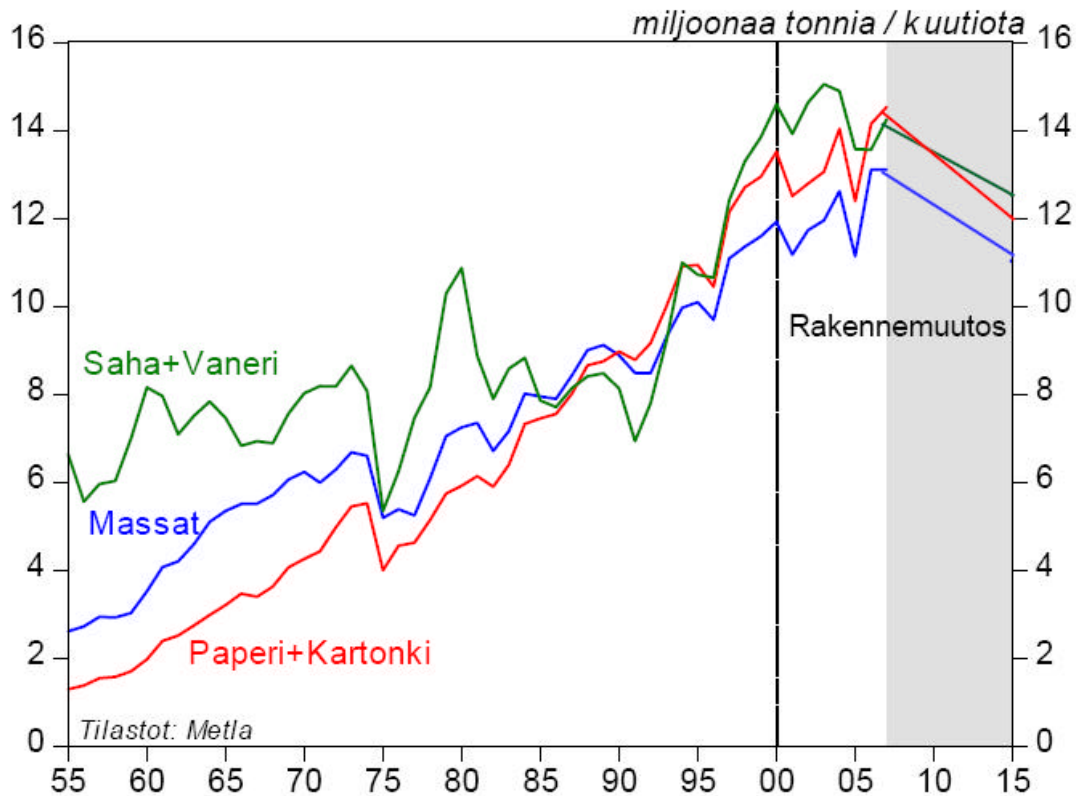
Uudet tuulet alkoivat kuitenkin puhallella Suomen metsäteollisuudessa vuoden 2000 vaiheilla. Yritysten kansainvälistyminen alkoi edetä nopeaan tahtiin. Monin yritysostoin oli päädytty siihen, että vuonna 2003 yli 60 % suomalaisten metsäteollisuusyritysten tuotannosta tapahtui Suomen ulkopuolella. Vartia ja Ylä-Anttila (2003) näkivät tämän hyvänä varautumisena uuteen toimintaympäristöön. Yritykset sopeutuivat heidän mukaansa näin toimintaympäristöön, missä devalvaatio ei voinut enää toimia ongelmien ratkaisijana. Siemeniä metsäteollisuuden viime vuosien kriisille oli kuitenkin kylvetty.

Suomalaisen metsäteollisuuden erityinen vahvuus paino- ja kirjoituspaperien tuottajana alkoi kääntyä ongelmaksi 2000-luvun alkuvuosina näiden tuoteryhmien kysynnän kasvun pysähtyessä Euroopassa ja alentuessa Yhdysvalloissa. Kysyntä on kyllä jatkanut kasvuaan Kaukoidän markkinoilla, mutta paikallinen paperintuotanto on vallannut näitä markkinoita. Kun ko. paperilaatujen tuotanto oli jo 1990-luvulla viritetty Suomessa tehokkuudessaan maailman huipputasolle, mahdollisuudet tehokkuuden lisäämiseen ja tätä kautta tuotantokustannusten pienentämiseen ovat olleet heikohkot. Myös vientiin standardituotteita valmistavan metsäteollisuusyrityksen kyky vaikuttaa tuotteidensa maailmanmarkkinahintoihin on varsin vähäinen. Koska tuotteetkin on jo viritetty jalostusasteeltaan korkeiksi, myös mahdollisuudet jalostusasteen korottamiseen entistä muistuttavilla tuotekonsepteilla ovat varsin rajalliset (Metla 2007).

Viime vuosina kehitys on ollut kielteistä lähes jokaisella metsäteollisuuden alatoimialalla. Tähän ovat vaikuttaneet muutkin tekijät kuin kysynnän hiipuminen. Näihin muihin ja pitkällä tähtäimellä yhtä tärkeisiin rakenteellisiin muutoksiin palataan tuonnempana. Monista tekijöistä johtuen jalostusarvon ja liikevaihdon suhdetta ei ole pystytty kasvattamaan, mistä on seurannut Suomen metsäteollisuuden kannattavuuden yleinen heikkeneminen. Tuotehintojen kehitys suhteessa kustannushitykseen on ollut erityisen epäedullista levyteollisuudessa sekä paperi- ja kartonkiteollisuudessa.

Sahateollisuudessa jalostusarvoprosentti on perinteisesti ollut metsäteollisuuden alatoimialoista matalin. Ainoastaan tällä toimialalla jalostusaste prosentin kehityskulku on onnistuttu viime vuosina kääntämään positiiviseksi. Vuonna 2006 sahateollisuuden jalostusarvoprosentti nousi lähelle 1990-luvun lopun tasoa. Tästäkin käännteestä kuitenkin vain osan selittävät toimialan sisäiset tehostamistoimet suurimman selittäjän ollessa sahauksen korkeasuhdanne (Metla 2007).

Suomen metsäteollisuuden tuotanto 1955-2006 ja arvio vuoteen 2015 (Hetemäki 2007)



*Arvio: Hetemäki, Harstela, Hynynen, Ilvesniemi & Uusivuori (toim.2006). Suomen metsiin perustuva hyvinvointi 2015. Metlan työraportteja 26

Kuvion esittänyt erikoistutkija Lauri Hetemäki (2007) päätyi arvioon, että Suomen metsäteollisuus ei voi enää palata perinteisten tuotteidensa tuotannossa 2000-luvun ensimmäisten vuosien tasolle. Suomessa on lähes 23 miljoonaa hehtaaria metsää, ja puuston kokonaismäärä on noin 2 200 miljoonaa kuutiometriä. Puuston vuotuista kasvua on noin 95 miljoonaa kuutiometriä. Kun puuston poistuma on viime vuosina ollut keskimäärin noin 68 miljoonaa kuutiometriä vuodessa, puuvaranto on lisääntynyt hiukan joka vuosi (Metla 2007). Hetemäki kiteytti rakennemuutoksen odotettavissa olevat vaikutukset puunkäyttöön seuraavasti:

- Massateollisuuden puuntarve (kuitupuu + hake) nykytuotteisiin vähenee vuonna 2015 arviolta 5 - 15 miljoonaa kuutiota verrattuna vuoteen 2006
- Puutuoteollisuuden puuntarve (tukkipuu) nykytuotteisiin vähenee vuonna 2015 arviolta noin 2 - 3 miljoonaa kuutiota verrattuna vuoteen 2006
- Puun ja hakkeen käytön tarve nykytuotteisiin vuoteen 2015 vähenee yhteensä 7 - 18 miljoonaa kuutiota verrattuna vuoden 2006 tasoon (8 - 20 prosenttia koko käytöstä)
- Mahdollisuus lisätä ja monipuolistaa metsäenergian tuotantoa useilla sektoreilla (massa ja paperi, puutuote, energia, kotitaloudet).

Hetemäen arviota tukee se, että puun energiakäytön lisääntyminen on ollut selvä kehitystrendi viime vuosina. Teollisuustuotteisiin kelpaamattoman puuaineksen käyttö energiantuotannossa on suurimittaista: puuperäisen energian osuus on noin 20 prosenttia Suomen kaikesta energiankulutuksesta. Metsäteollisuuden energiankulutuksesta noin 60 prosenttia katetaan puuperäisellä energiantuotannolla (selluteollisuuden jäteliemet, puun kuori, puru yms.). Suomessa käytettävästä puusta vuonna 2004 meni 46 % energiantuotantoon, 24 % paperintuotantoon, 14 % sahatavarantuotantoon, 4 % puulevyihin, 5 % vientimassaan ja 7 % muuhun erittelemättömään käyttöön.

Metsähakkeen, joka on pääasiassa avohakkuualojen hakkuutähdettä, energiakäyttö on viisinkertaistunut vuodesta 1999. Vuonna 2006 metsähaketta käytettiin lämpö- ja voimalaitoksissa 3,1 miljonnaa kuutiometriä. Myös nuorten metsien hoidossa pienpuuta haketetaan energiapuuksi kasvavia määriä. Sillä voi olla entistä suurempi metsänhoidollinenkin merkitys, jos teollisuuspuun ostajien kiinnostus ensiharvennusleimikoita kohtaan vähenee.

Puun energiakäyttö on liikennepolttoaineita ehkä lukuun ottamatta alhaisen jalostusarvon tuotantoa. Hetemäen arvioita voikin syyttää liiallisesta pessimismistä. Kaikkien puun korkean jalostusarvon tuotteiden kysyntä ei ole hiipumassa. Ruotsalaiset metsäteollisuusyhtiöt valitsivat 1990-luvulla toisen suunnan erikoistumiselleen kuin suomalaiset yhtiöt. Paino- ja kirjoituspaperien tuotannon asemasta nämä yhtiöt panostivat pakkausteollisuuteen, missä pitkäkuituisella kuusisellulla on keskeinen merkitys pakkausten lujuusominaisuuksien kannalta. Vielä 1990-luvun lopulla suomalaisten yritysten erikoistumisvalinta vaikutti ruotsalaisia paremmalta. 2000-luvulla tilanne on kuitenkin muuttunut. Erityisesti Kiinassa pahvi- ja kartonkituotteiden tarve on nopeasti lisääntynyt sen ulkomaankaupan nopeasti lisääntyessä. Puupohjaisten pakkausten kysyntää on myös lisännyt muovipakkausten ongelmallisuus ympäristötavoitteiden kannalta. Metlan (2007) mukaan keskimäärin Suomen paperin tuotanto ja vienti kasvoi vuonna 2007 noin 2 prosenttia verrattuna vuoteen 2006. Arvio kartongin tuotannon ja viennin kasvusta oli sen sijaan noin 5 prosenttia. Suomalaisyhtiöt antoivat myös WC- ja talouspaperit 1990-luvulla muille. Nyt varsinkin pehmopaperien markkinat kasvavat.

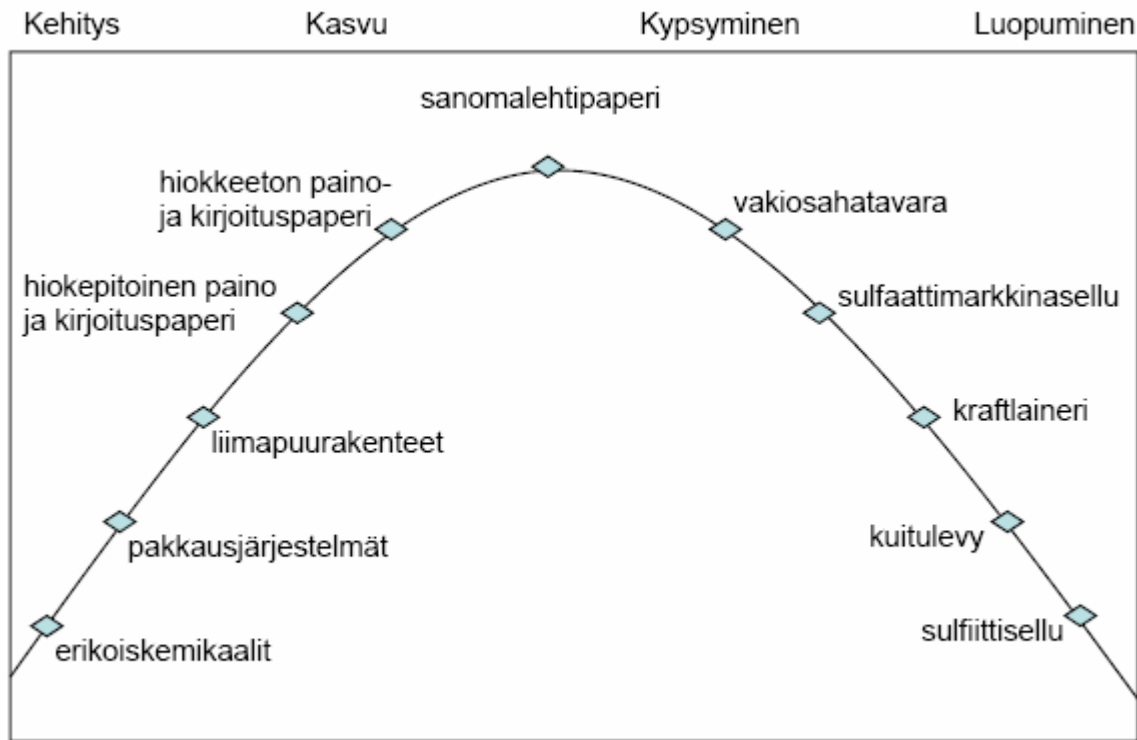
Erityisen ongelmalliseksi rakennemuutoksen haasteen tekee se, että suomalaisten metsäteollisuusyritysten edut näyttävät eriytyneen kansallisesta edusta. Professori Risto Seppälän (2007) mukaan, tämä näkyy mm. siitä, että yritykset eivät ole sitoutuneet Kansalliseen metsäohjelmaan. Metsäteollisuus hakee toki uusia tuotteita keväällä 2007 perustamansa voittoa tavoittelemattoman Metsäklusteri Oy:n kautta, jonka se käynnisti yhdessä eri tutkimuslaitosten ja Tekesin kanssa. Ei ole kuitenkaan varmaa, että uudet tuotteet lisääisivät merkittävästi nimenomaan suomalaisen puun käyttöä, vaikka Metsäklusterihankkeen yhdeksi tavoitteeksi on asetettu suomalaisen puun käytön lisääminen neljänneksellä vuoteen 2030 mennessä.

Seppälän (2007) mukaan teollisuuden uusinvestoinnit nykytuotteisiin kohdistuvat muualle kuin Suomeen. Vuoden 2002 jälkeen kaikki uudet paperikoneet on rakennettu Aasiaan (Hänninen 2007). Seppälän mukaan Yhdysvaltojen esimerkki osoittaa, että ilman uusinvestointeja tuotantokoneiston pitäminen kunnossa on vaikeaa. Uhkaamassa on tuottavuutta edelleen alentava noidankehä.

Seppälä (2007) päätyy johtopäätökseen, että tuotannon kasvu tai edes nykytason säilyttäminen ei onnistu nykytuotteilla. Hänen mukaansa samanlaisessa tienhaarassa oltiin 1970-luvulla, jolloin mm. sulfiittisellutehtaat lopetettiin. Uuteen nousuun päästiin silloin paino- ja kirjoituspapereilla. Toiveikkaasti Seppälä toteaa, että kautta koko Suomen metsäsektorin historian aina on pudottu jaloilleen - miksei siis tulevaisuudessakin. Toiveittensa pohjaksi hän esittää seuraavan kaavakuvan, jonka

hän esitti noin 20 vuotta sitten. Kuvan ennakoimalla tavalla sanomalehtipaperi on siirtymässä kypsästä vaiheesta luopumisen vaiheeseen sekä paino- ja kirjoituspaperi kypsään vaiheeseen.

Esimerkki eräiden Suomen metsäteollisuuden vientituotteiden asemasta elinkaarella 20 vuotta sitten (Seppälä 2007)



Lähde: Seppälä, H. 1988, 20.

On tärkeää pohtia, mitä ovat nyt Suomen kannalta lupaavat kehityskaarensa alussa olevat tuotteet ottaen myös huomioon myöhemmin tarkasteltavan ilmastonmuutoksen haasteet. Seppälän 20 vuoden takainen uusien tuotteiden pohdinta on kuitenkin yhdessä suhteessa harhaanjohtava johtuen rajautumisesta metsäsektoriin. Se ei tuo esiin keskeisen tärkeää ja viimeisten vuosien aikana erityisen nopeasti kehittyntä osaa Suomen metsäklusterissa: metsien käsittelyssä ja puuhun perustuvien tuotteiden valmistuksessa käytettäviä koneita ja laitteita. Suomalaisen metsäklusterin kansainvälistyminen ei ole ollut vain suomalaisten metsäyhtiöiden toimintaa ulkomailla. Suomen kansantalouden kannalta keskeisen tärkeä osa sitä on ollut metsäteollisuuden ja metsätalouden koneiden ja laitteiden vienti ja huoltotoiminta.

2. Suomen nykyinen metsäklusteri viejänä ja työllistäjänä

Puun käsittely on ollut lähtökohta metsäklusterin muodostumiselle Suomeen. Tuotannolliselle toiminnalle on kuitenkin ominainen etenemismalli, josta innovaatiotutkijat käyttävät nimeä ”kehityksen polkuriippuvuus”. Puun käsittely on johtanut paitsi uusiin pääasiassa puuraaka-ainetta sisältäviin tuotteisiin, myös sellaisiin tuotteisiin, joissa puuta on täydennetty tai korvattu muilla materiaaleilla. Vähitellen on Suomessa alettu valmistaa yhä enemmän myös puun tai puutuotteiden käsitteilyyn liittyviä koneita ja laitteita.

Suomalaiseen metsäklusteriin sisällytetään kaikki puun käsittelyyn Suomessa tai muualla maailmassa suoraan tai epäsuorasti liittyvät toiminnot, joihin suomalaiset osallistuvat. Lokakuussa 2006 julkaistiin Suomen metsäklusterin tutkimusstrategia (Metsäteollisuus ry. 2006), jonka laadintaan osallistuivat edustajat metsä-, kemian- ja teknologiateollisuudesta, viestintä- ja pakkausaloilla toimivia sekä metsänomistajien edustajia. Tutkimusstrategiassa metsäklusteria luonnehdittiin seuraavasti:

Tällä hetkellä Suomen metsäklusteri käsittää metsä-, kemian- ja teknologiateollisuutta, viestintä- ja pakkausalan yrityksiä, rakennus- ja energiateollisuutta, kuljetussektorin yrityksiä, metsänomistajat sekä näihin aloihin liittyviä suunnittelu- ja asiantuntijapalveluita tarjoavia yrityksiä sekä yliopistoja, korkeakouluja ja tutkimuslaitoksia. Klusterissa on sekä isoja että pieniä yrityksiä ja toimijoita, ja näillä molemmilla on merkittävä rooli kasvun ja uudistumisen aikaansaamisessa. Tulevaisuuden metsäklusteri näyttää todennäköisesti toisenlaiselta ja se laajenee erityisesti asiakasklustereiden sekä ICT- ja energiaklustereiden suuntaan.

Vuonna 2005 koko metsäklusterin tuotannon arvo oli arviolta 40 miljardia euroa. Klusterin viennin arvo oli noin 15 miljardia euroa eli lähes 30 prosenttia koko Suomen viennistä. Tällöin klusteriin lasketaan kuuluvaksi metsäteollisuuden lisäksi metsätalous, massan-, paperin- ja sahateollisuuden laitevalmistus ja kunnossapito, metsäteollisuutta palveleva kemianteollisuus, puukalusteiden ja puu- ja kuitupakkausten valmistus sekä graafinen kustantaminen ja painaminen (Metsäteollisuus ry. 2006).

Metsäklusterin työllistämät henkilöt voidaan jakaa kolmeen pääryhmään: puuta käyttävän metsäteollisuuden työllistämiin, metsätalouden työllistämiin sekä näiden alojen tarvitsemien koneiden ja laitteiden valmistamiseen. Näiden ydinalojen ohella metsäklusteriin kuuluu liitännäisinä muita toimijoita kuten viestintä- ja pakkausalan yrityksiä, rakennus- ja energiateollisuutta sekä kuljetussektorin yrityksiä. Näitä ei kuitenkaan tarkastella seuraavassa.

Metsäteollisuus työllisti Tilastokeskuksen työvoimatutkimuksen mukaan vuonna 2006 yhteensä 66 700 henkilöä. Vuoden 2007 tammi–elokuun tietojen valossa metsäteollisuuden työllisyys laskee ja oli syksyllä 2007 Metlan tutkijoiden arvion mukaan noin 62 000 (Metla 2007). Puutuoteollisuuden osuudeksi arvioitiin 33 000 henkeä ja massa- ja paperiteollisuuden 29 000 henkeä. Metsäteollisuuden työvoimakehitys viimeisen 10 vuoden aikana on ollut erilaista eri toimialoilla. Puutuoteollisuuden työllisyys on vaihdellut 31 000–34 000 henkilön välillä. Massa- ja paperiteollisuudessa sen sijaan on ollut laskeva trendi, kun 10 vuoden takaisesta 42 000:sta on tultu samalle tasolle työvoiman määrässä puuteollisuuden kanssa.

Vaikka sahateollisuuden tuotanto on ollut ennätyksellistä 2000-luvun alkuvuosina, on alan työllisyys ollut lievässä laskussa. Vuodesta 2005 lähtien myös tuotanto on ollut noin 10 prosenttia edellisvuosia alemmalla tasolla. Myös vaneri- ja muussa levyteollisuudessa parantunut työn tuottavuus on hieman vähentänyt alan työllisyyttä, vaikka vanerin tuotanto on kasvanut useana vuotena peräkkäin. Rakennuspuusepänteollisuuden, johon kuuluvat puutalojen ja rakentamisessa käytettävien puutuotteiden (ovet, ikkunat, portaat yms.) valmistus, työllisyys on ensiasteen jalosteiden tuotannosta poiketen kasvanut viimeisten parin kolmen vuoden aikana. Toimialan tuotanto on suuntautunut pääasiassa kotimarkkinoille, ja rakennustoiminnan vilkkaus on pitänyt alan kysyntää ja työllisyyttä yllä. Vuonna 2006 puusepänteollisuuden työllisyys kuitenkin hieman notkahti 16 300 henkilöön, mutta ennakkotiedot vuodelta 2007 osoittavat jälleen kasvua (Metla 2007).

Metsätalous työllisti 23 000 henkilöä vuonna 2006. Vuonna 2007 metsätalouden työllisyyttä nostivat ennätyskallisten suuret markkinahakkuut (Metla 2007). Metsän korjuun koneellistuminen 1980-luvun lopussa ja 1990-luvun alkupuolella vähensi erittäin paljon ja nopeasti metsän korjuussa toimineiden määrää. Vuoden 1987 alussa moottorisahalla tapahtuneen hakkuun osuus oli vielä noin 80 %. Vuoteen 1997 mennessä osuus oli pudonnut 10 %:in koneellisen hakkuun osuuden ollessa jo 90 % (Metsätilastollinen vuosikirja 2007). Viimeisen 10 vuoden aikana metsän hoidon ja korjuun eli metsätalouden työllisyys on vaihdellut rajoissa 21 000–24 000 henkilöä, eikä alenevaa trendiä enää ole. Vuonna 2006 metsätalouden työllisyys oli Tilastokeskuksen työvoimatutkimuksen mukaan 22 700 henkilöä eli saman verran kuin edellisellä vuonna. Vuoden 2007 tammi-elokuun tietojen valossa metsätalouden työllisyys hieman nousee viime vuodesta 2006. Metlan tutkijat arvioivat muun kuin toimihenkilötyön jakautuvan noin puoliksi puunkorjuun ja muun metsätalouden työn kesken (Metla 2007).

Uutta työtä metsätaloudessa on syntynyt ennen kaikkea hakkuutähteiden ja pienpuun korjuusta ja hakettamisesta energiakäyttöön. Tämä työ on suurelta osalta integroitunut raakapuun korjuuseen. Noin 500 urakoitsijaa toimii energiapuun korjuussa ja haketuksessa. Myös erilaisia metsäpalveluyrityksiä on syntynyt lisää, kun metsätalouden töitä on kilpailutettu aikaisempaa enemmän, ja kun keski-ikältään korkea ja aikaisempaa kaupungistuneempi metsänomistajakunta entistä enemmän tarvitsee alan palveluita.

Metsäklusterin kolmannen keskeisen tukijalan eli sektorin käyttämien koneiden ja laitteiden valmistuksen työllistävyys on vaikea arvioida. Varovaisena arviona voisi esittää, että työllistävyys olisi nyt metsätalouden luokkaa eli 20 000 hengen vaiheilla. Pelkästään maailman suurin paperikoneiden valmistaja Metso Paper työllisti Suomessa vuonna 2006 noin 9000 henkeä. Vuodesta 2005 henkilöstö oli lisääntynyt noin 1000 hengellä.

Suomeen on syntynyt maailman mittakaavassa merkittävin metsäkoneita valmistava teollisuuskeskittymä. Hallitsevaksi muodostuvan puunkorjuumenetelmän eli ns. pohjoismaisen tavaralajimenetelmän maailmanmarkkinat olivat vuonna 2004 noin 2 900 konetta, joista noin 1 700 valmistettiin Suomessa. Koneenvalmistuksen palveluksessa työskenteli vuoden 2005 alussa alihankinta mukaan lukien runsaat 1 000 työntekijää ja alan yritysten liikevaihto oli runsaat 500 milj. € vuodessa (Asikainen ym. 2005). Metsäkoneiden valmistuksen markkinajohtaja Suomessa on Ponsse Oy, jolla on pääkonttori Vieremällä. Alan viime vuosien kasvusta kertoo se, että Ponsse työllisti vuoden 2004 alussa 550 henkeä ja vuonna 2007 jo oman ilmoituksensa mukaan yli 900 henkeä. Myös toinen alan merkittävä toimija, Pohjois-Karjalassa koneita valmistava Kesla Oy kaksinkertaisti oman ilmoituksensa mukaan samana aikana liikevaihtonsa.

3. Suomen metsävarat, niiden omistus ja nykyinen käyttö

Suomessa on lähes 23 miljoonaa hehtaaria metsää, ja puuston kokonaismäärä on noin 2 200 miljoonaa kuutiometriä. Tästä männyn osuus on 50, kuusen 30, koivun 16 ja muiden lehtipuiden 4 prosenttia. Puuston vuotuinen kasvu on noin 98 miljoonaa kuutiometriä. Puuntuotannon ulkopuolelle on rajattu 1,9 miljoonaa hehtaaria metsää pääasiassa Pohjois-Suomessa. Metsätaloutta voidaan siten harjoittaa noin 21 miljoonan hehtaarin alueella, jolla on puustoa lähes 2 100 ja vuotuista kasvua noin 95 miljoonaa kuutiometriä (kasvuprosentti 4,6). Kun puuston poistuma on viime vuosina ollut noin 68 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (poistumaprosentti 3,3), puuvaranto on lisääntynyt hiukan joka vuosi (Metla 2007). Myös vuonna 2007, jolloin puun poistuma oli poikkeuksellisen suurta, puuvaranto ilmeisesti lisääntyi hieman.

Yksityiset omistavat puuntuotantometsistä noin 61 prosenttia, valtio 24, yhtiöt 9 ja muut omistajaryhmät 6 prosenttia. Valtion metsäomaisuus on keskittynyt Pohjois-Suomeen, mikä näkyy alhaisena puuston keskikasvuna verrattuna muiden omistajaryhmien metsiin. Puuston kasvusta yksityismetsien osuus on 69, valtion 14, yhtiöiden 11 ja muiden omistajaryhmien 6 prosenttia. Teollisuuden puuhuollon näkökulmasta yksityismetsien merkitys on keskeinen, sillä noin 80 prosenttia teollisuuden käyttämästä kotimaisesta raakapuusta tulee niistä (Metla 2007).

Yksityismetsien tarjonnan osuus kaikesta teollisuuden puusta on noin 60 prosenttia. Osuus on ollut hitaasti laskeva samalla kun tuontipuun osuus on noussut jo 25 prosenttiin. Vuosi 2007 merkitsi kuitenkin käännettä tälle kehityssuunnalle: kotimaisen puun osuus kasvoi.

Puunkäytön lisäämismahdollisuuksia on puuvarojen kannalta selvimmän ja välittömimmin männyllä, sekä tukki- että kuitupuun osalta. Koivun käyttö on kolmanneksen yli kotimaisten hakkuumahdollisuuksien tason. Vähän yli puolet koivun teollisesta käytöstä on ollut tuontikoivun varassa. Silti kotimaisten koivuvarojen käyttöaste ei ole kovin korkea. Koivun hankintaa vaikeuttaa se, että huomattava osa koivusta kasvaa sekapuuna havupuuvaltaisissa metsissä ja hieskoivu pääasiassa ojiteuilla turvemailla. Vain 9 prosenttia metsistä on koivuvaltaisia. Kuusivarat ovat tämän vertailun mukaan lähes täyskäytössä, ja kuusta on viime vuosina tuotu suuria määriä, vuosittain 5–6 miljoonaa kuutiometriä (Metla 2007).

Venäläisen tuontipuun merkitys Suomen metsäteollisuudelle on kuitenkin muuttumassa. Vuoden 2006 kesäkuusta alkaen havupuulla on ollut vähintään 4 euron vientitulli kuutiometriltä. Vuoden heinäkuun alusta Venäjä asetti kuuselle, männylle sekä läpimitaltaan yli 15 cm koivulle vähintään 10 euron vientitullit kuutiometrille. Haavalle asetettu vähimmäistulli on 5 euroa kuutiometrille (ks. oheinen taulukko). Koivukuitupuuta tuodaan edelleen ilman vientitulleja, koska sille ei ole syntynyt teollista jalostusta Venäjällä. Erityiset puun vientitullien korotukset eivät toistaiseksi koske haketta.

*Venäjän puun vientitullien korotusohjelma (asetus 5.2.2007 N75).
Tullitaso, % viennin arvosta, kuitenkin vähintään euroa/m³ (kuorellinen tilavuus)*

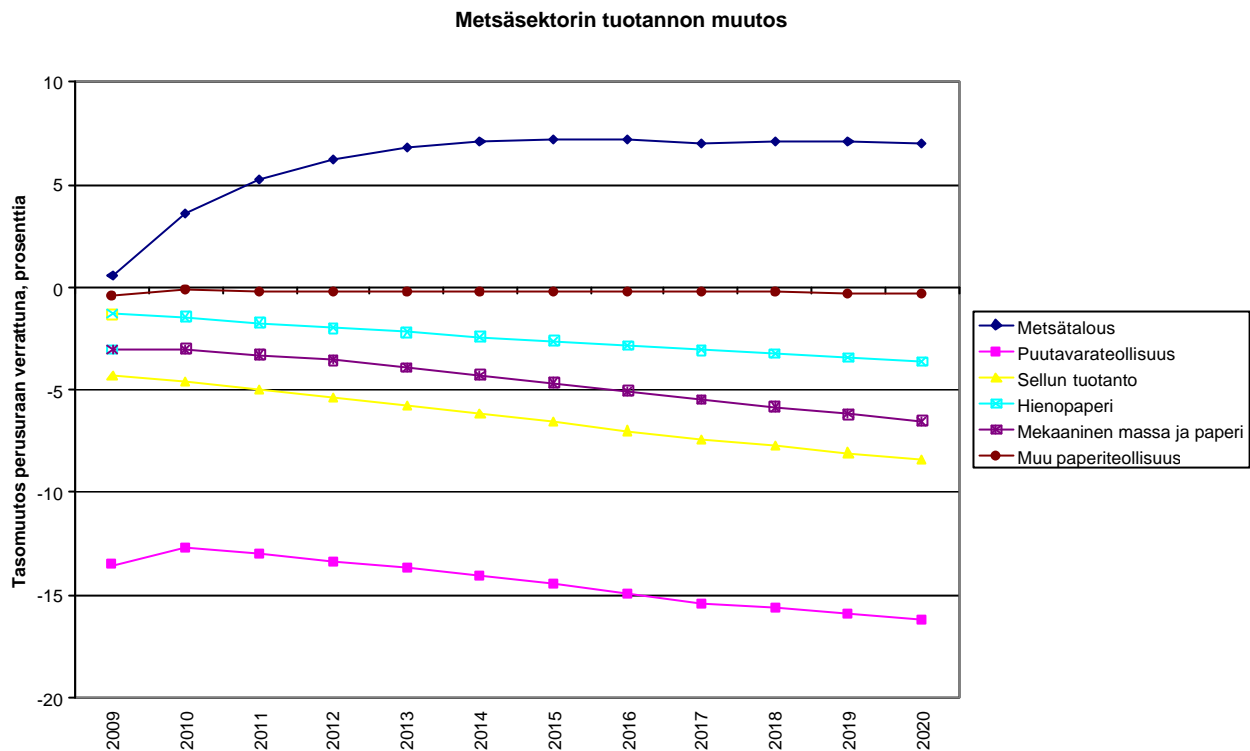
Ajankohta	Havupuut		Koivu, yli 15 cm		Koivu, alle 15 cm		Haapa	
	%	€/m ³	%	€/m ³	%	€/m ³	%	€/m ³
1.7.2007	20	10	20	10	-	-	10	5
1.4.2008	25	15	25	15	-	-	10	5
1.1.2009	80	50	80	50	-	-	80	50
1.1.2011	80	50	80	50	80	50	80	50

Lähde: www.idanmetsatieto.info

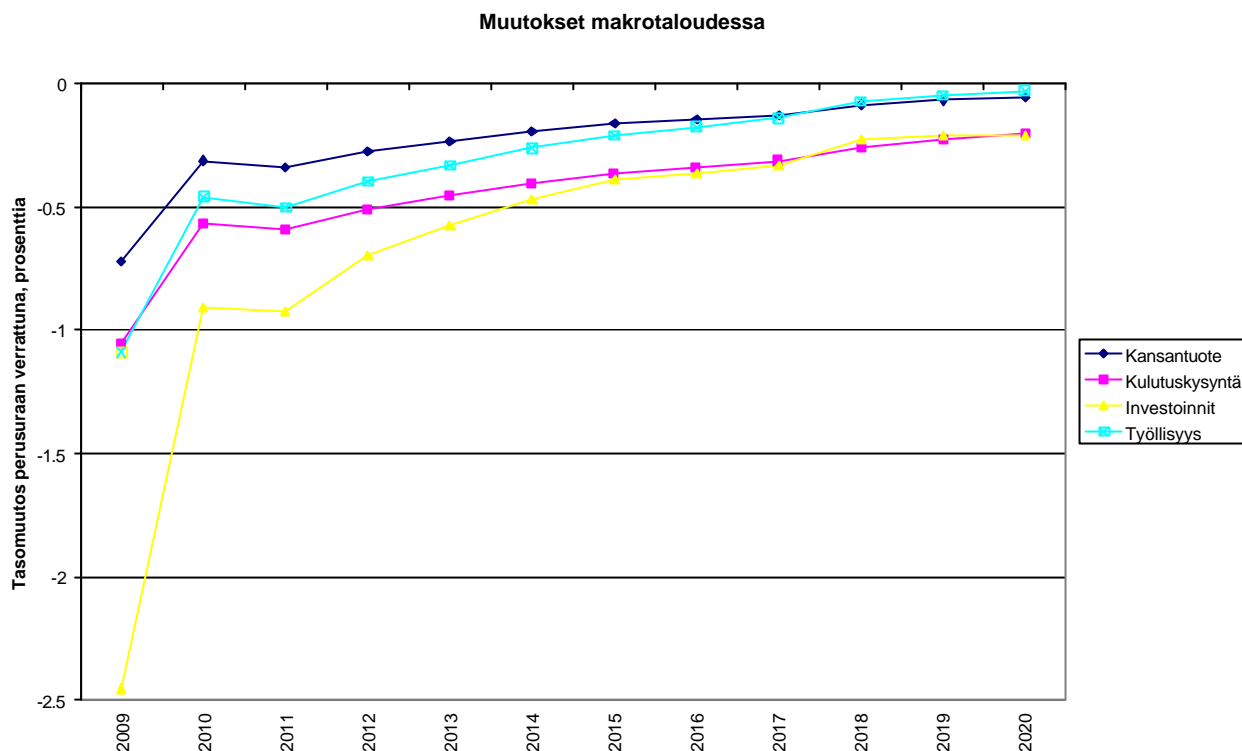
Koko metsäsektorille Venäjän puuntuonnilla on suuri merkitys. VATT:ssa ja METLA:ssa tehtyjen mallilaskelmien perusteella Venäjän puutullien käyttöönotto lisäisi kotimaisia hakkuuita lyhyellä tähtämellä selvästi, mutta pitemmällä tähtämellä näin ei voitaisi korvata poistuvaa tuontia kokonaan. Niinpä puutulleilla olisi pidemmällä tähtämellä varsin negatiivinen vaikutus Suomen metsäsektoriin (Honkatukia ym. 2008).

Laskelmassa oletetaan, että puutullit astuvat voimaan vuoden 2009 alussa. Puutullien vaikutusta metsäsektoriin kuvataan kuviossa 1. Kuvion perusteella etenkin massateollisuus on herkkää puun hinnan muutoksille. Metsätaloudelle kotimaisen puun kysynnän lisääntyminen sen sijaan on hyvä

uutinen. Pidemmällä aikavälillä metsätalouden tuotannon kasvulla on metsäsektorin mallien mukaan kuitenkin rajansa.



Vaikutuksia koko talouden tasolla kuvataan kuviossa 2. Kuvion perusteella investointien ja kulutuksen lasku on tullien astuttua voimaan suhteellisen suuri. Ajan mittaan talouden rakennemuutos kuitenkin kompensoi hintojen kohoamisen vaikutuksia ja vuoteen 2020 mennessä makrotaloudelliset vaikutukset jäävät jo pienemmiksi.



Alueelliseen tuotantoon puun tarjonnan muutokset kuitenkin jättävät pysyviä jälkiä. Metsäteollisuudesta riippuvilla alueilla kokonaistuotanto laskee pysyvästi, kun resurssit ohjautuvat muuhun toimintaan ja toisille alueille. Näin käy etenkin metsäteollisuuden vahvoilla alueilla Etelä-Karjalassa, Kymenlaaksossa ja Keski-Suomessa, joilla alueellinen kokonaistuotanto laskee selvästi. Osa alueellisen tuotannon muutoksista johtuu kerrannaisvaikutuksista palvelutoimialoilla ja muussa teollisuudessa. Varsin suuri osuus alueellisista muutoksista on kuitenkin suoraan peräisin metsäsektorilla tapahtuvista muutoksista nimenomaan niissä maakunnissa, joissa metsäteollisuuden osuus kokonaistuotannosta on suuri. Kun esimerkiksi Etelä-Karjalan kokonaistuotanto laskee noin 1,2 prosenttia vuonna 2009, tästä aiheutuu pelkästään sellun tuotannon laskun perusteella noin 0,7 prosentin alenema Etelä-Karjalan kokonaistuotantoon. Koko metsäsektorin tuotannon laskun vaikutus on itse asiassa suurempi kuin 1,2 prosenttia, mutta rakennemuutoksen myötä muiden toimialojen kasvu kompensoi osan metsäteollisuuden tuotannon laskun vaikutuksista.

4. Suomalaisen puun käyttö vaatii uutta ajattelutapaa!

Vaikka Suomi on ollut paino- ja kirjoituspaperin viejänä maailman kärkimaa, puun tuottajana sen rooli on ollut maailmalla marginaalinen. Oheisessa taulukossa on esitetty puun vuotuiset hakuut maailman eri alueilla vuosien 1999-2002 keskiarvona. Venäjä on laskettu Eurooppaan.

Puun vuotuiset hakkuut eri maanosissa keskimäärin 1999-2002 (industrial roundwood, Asikainen ym. 2005)

Alue	Hakkuut yhteensä, 1000 m ³ /vuosi
EU25-maat	308 292
Eurooppa	463 737
Pohjois-Amerikka	609 810
Aasia	223 705
Afrikka	67 405
Etelä-Amerikka, Oseania ym.	208 679
Koko maailma	1 573 336

EU25-maiden hakkuut keskittyvät Pohjoismaihin ja Keski-Eurooppaan. Maanosittain tarkasteltuna suurimmat hakkuumäärät ovat Pohjois-Amerikassa eli käytännössä Yhdysvalloissa ja Kanadassa. Seuraavassa taulukossa on esitetty eniten puuta hakkaavia maita. Yhdysvalloissa hakataan kaikista maailman maista selvästi eniten, lähes yhtä paljon kuin Euroopassa ja Venäjällä yhteensä.

Hakkuut eri maissa, vuosien 1999–2002 keskiarvot (industrial roundwood, Asikainen ym. 2005)

Maa	Hakkuut yhteensä, 1000 m ³ /vuosi
Suomi	48 999
Ruotsi	57 275
Venäjä	110 900
Kanada	195 741
Yhdysvallat	414 068
Brasilia	102 344
Kiina	95 941
Australia	23 326

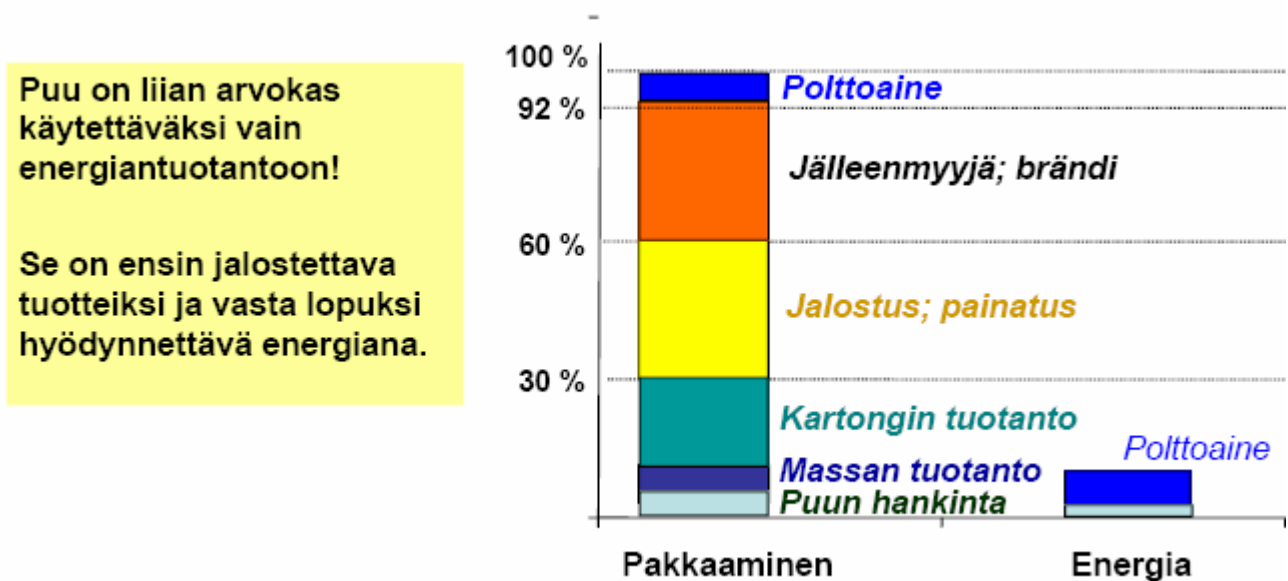
Vielä viisi vuotta sitten Suomessa pidettiin itsestään selvänä, että metsäteollisuuden raaka-ainekäytön tulee olla puun ensisijainen käyttökohde (Helynen ym. 2002). Metsäteollisuudella ymmärrettiin tässä vaiheessa ensisijaisesti paperiteollisuutta ja sitä palvelevaa sellun valmistusta. Mekaaninen metsäteollisuus koettiin yleisesti eräänlaiseksi paperiteollisuuden aputuotannoksi. Myös puun energiakäyttö palveli ennen kaikkea paperiteollisuutta. Noin puolet bioenergian kokonaistuotannosta oli sellunkeiton yhteydessä poltettua mustalipeää ja puun kuorta. Tästä ajattelutavasta lähtien arvioitiin, että maksimaalisessakin tapauksessa puun energiakäyttöä voitaisiin lisätä vain noin kolmanneksella aikavälillä 2000-2025 (Helynen ym. 2002).

Viimeisen viiden vuoden aikana vanha tuotantofilosofia on joutunut kyseenalaiseksi. Paljon puhutut ja jo edellä tarkastellut Venäjän puutullit ovat tehneet ajankohtaisiksi kolme perustavampaa laatua olevaa haastetta. Seuraavat kolme kehityskulkua kyseenalaistavat vanhan ajattelutavan: tarve siirtä aiemmin arvioitua nopeammalla aikataululla kasvihuoneilmiötä hillitseviin energiamuotoihin;

paperin kysynnän kasvun pysähtyminen vuoden 2000 vaiheilla OECD-maissa; sekä sellun valmistuksen lisääntyminen tropiikin alueella perustuen erityisesti nopeakasvuisiin eukalyptus-metsiin.

Kun EU on asettanut ilmastonmuutoksen torjumiseksi tavoitteeksi bioenergian käytön kolminkertaistamisen vuoteen 2020, puun käyttö energian tuotannossa on noussut keskustelun polttopisteeseen. Perinteisen metsäteollisuuden edustajista useimmat suhtautuvat edelleen suurin varauksin puuenergian lisääntyvään käyttöön Suomessa. Katseet on suunnattu nyt varsinkin kartongin tuotantoon Ruotsin esimerkkiä seuraten. Luennossaan ”Bioenergian tuotanto Suomessa: mahdollisuus vai uhka teollisuudelle” Metsäklusteri Oy:n toimitusjohtaja Lars Gädda (2007) eritteli seuraavasti puun vaihtoehtoista käyttöä pakkaamiseen tai polttoaineeksi. Kannanoton keskeinen viesti oli, että puu kannattaa käyttää ensin johonkin korkean arvonlisän tuotteeseen kuten pakkauskartongiksi ja vasta lopuksi energiaksi.

Puun tuottama arvonlisä pakkaamisen ja energian tuotannon arvoketjuissa (Gädda 2007)



Gäddan kannanotto heijastelee ainakin osin paperiteollisuuden pelkoa siitä, että se menettää etuoikeutetun asemansa puun käyttäjänä. Hetemäki (2007) eritteli seuraavasti puuenergian erilaisia hyötyjä yhteiskunnalle, metsänomistajille ja metsäteollisuudelle.

Puuenergian hyötyjä ja haittoja (Hetemäki 2007)

VAIKUTUS	YHTEISKUNTA	METSÄNOMISTAJA	TEOLLISUUS
HYÖTY	Ilmastopäästöjen väheneminen	Tuloja	Kannattavuuden paraneminen pk- ja energiateollisuudessa
	Tuloja, työpaikkoja ja uutta osaamista	Maanmuokkauskulujen aleneminen	Massa- ja paperiteollisuud. kannattavuusvaikutukset voivat olla + tai – → todennäköisesti +
	Energiaomavaraisuuden paraneminen	Tyvilahon (juurikäävän) väheneminen	Imagohyöty ja alan hyväksyttävyys yhteiskunnassa
	Aluepoliittisten tavoitteiden edistäminen	Taimikon parempi tilajärjestys	Kone- ja laiteolli. tulojen kasvu, teknologiakehitys
HAITTA	Ravinteiden poiskulkeutuminen	Ravinteiden poiskulkeutuminen	Massa- ja pap. teol. raaka-aineen kallistuminen
	Mahd. vesistövaikutukset	Mahd. vesistövaikutukset	Paperi teol. "monopoliaseman" heikentyminen
	Mahd. biodiversiteetin väheneminen	Mahd. biodiversiteetin väheneminen	
	Tukien lisämenot ja/tai verojen pienentyminen	Vesakoituminen ja sen kustannusvaikutukset	

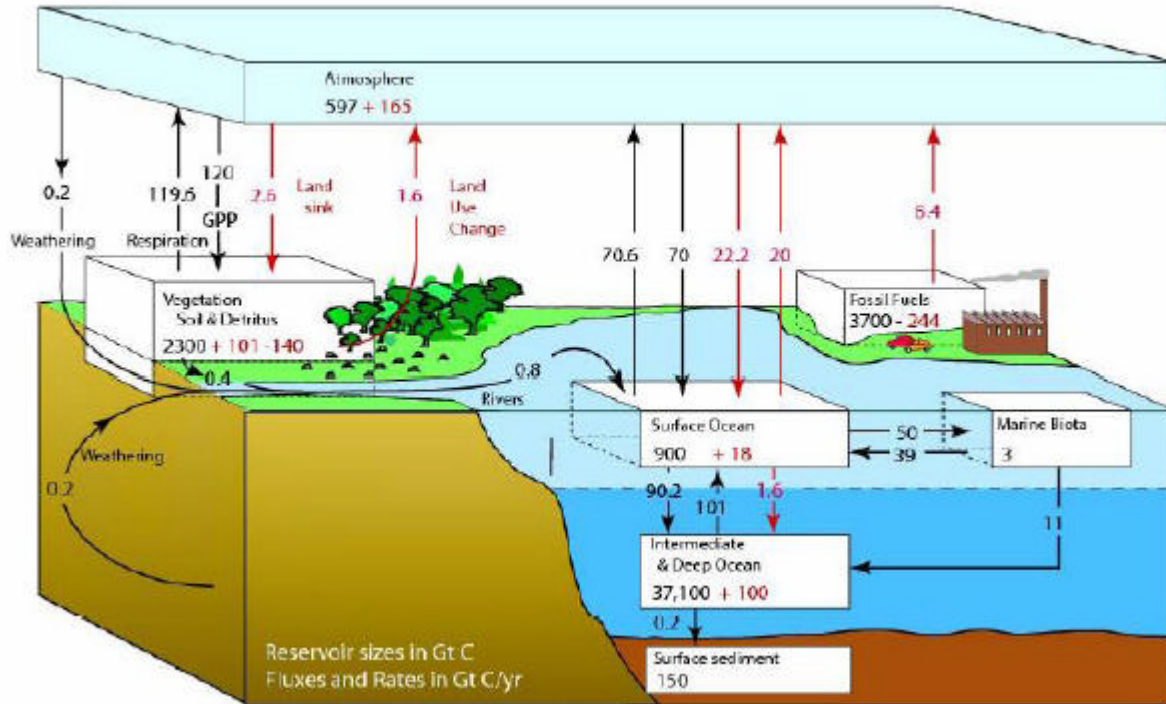
Ennen kuin on perusteltua vetää johtopäätöksiä puun energiakäytön suhteen, on syytä tarkastella lähemmin kolmea kysymystä:

- 1) Mikä on metsien ja puuraaka-aineen rooli ilmastonmuutoksen torjunnassa?
- 2) Miten elektroniikka ja paperi korvaavat ja täydentävät toisiaan?
- 3) Miten tropiikissa kasvatettu biomassa korvaa pohjoisia puita sellun ja paperin valmistuksessa?

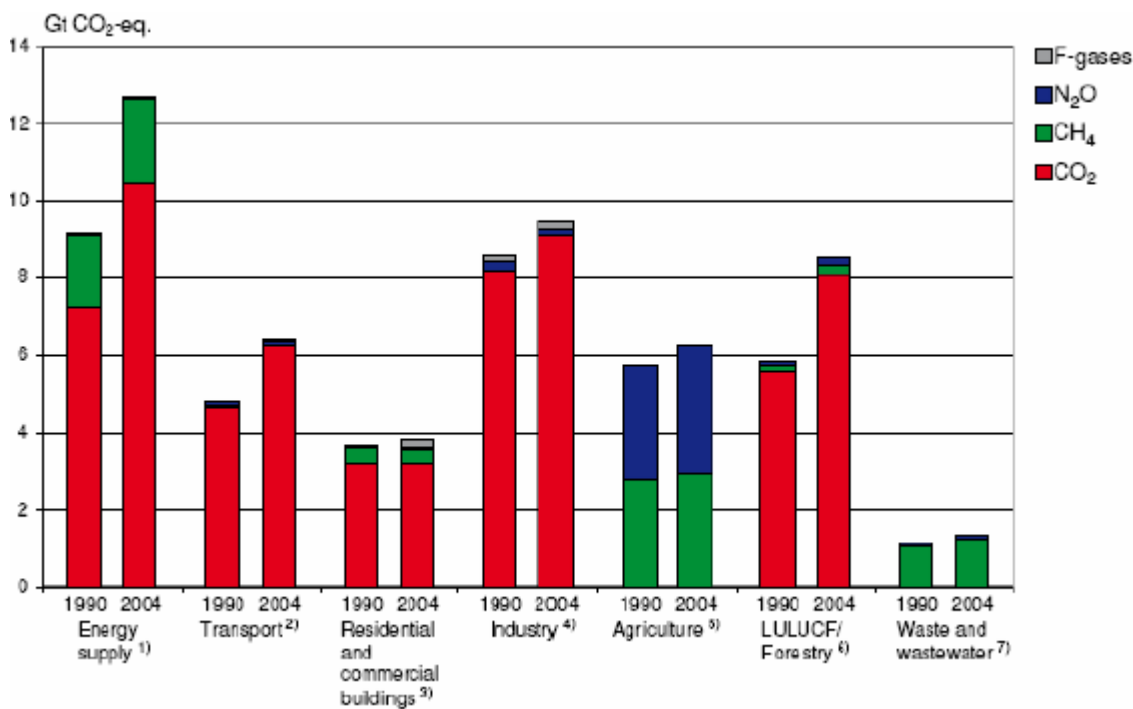
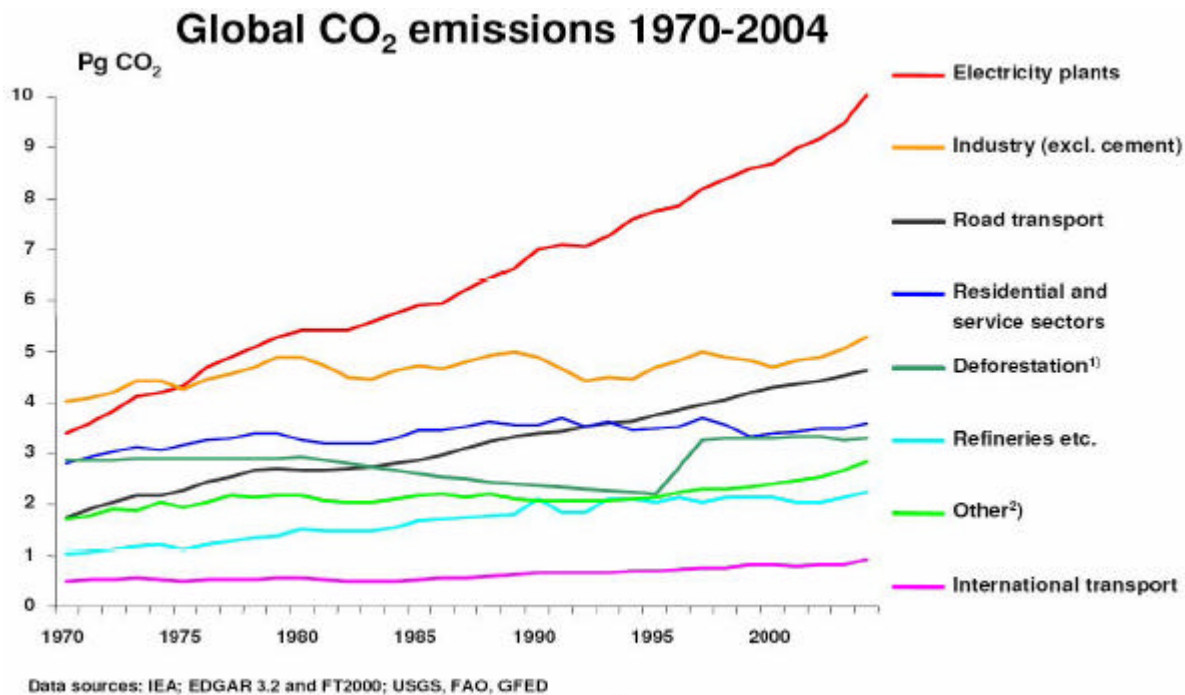
5. Metsien merkitys ilmastomuutoksessa ja sen torjunnassa

Tutkimusprofessori Ilkka Savolainen (2007) esitti seuraavat eri tahojen esittämiin laskelmiin perustuvat arviot eri tekijöiden vaikutuksesta vuosittaisesta hiilen kierrosta luonnossa.

Hiilen kierto (IPCC 2007), Yksikkö mrd t C tai mrd t C /vuosi

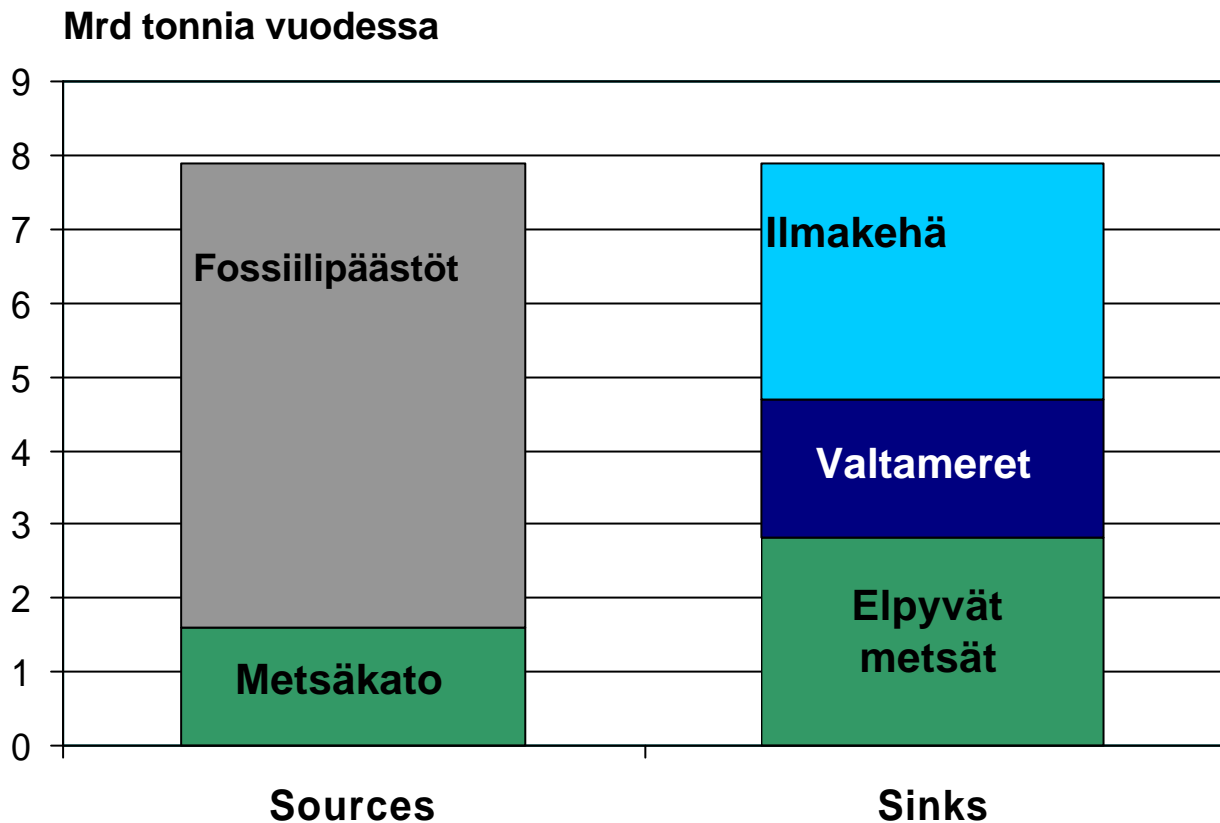


Yksittäisistä päästölähteistä merkittävin on Savolaisen (2007) mukaan sähkön tuotanto, missä myös kasvu on ollut nopeinta. Toinen lähes yhtä nopeasti kasvanut lähde on ollut liikenne. Metsäkadon osuudesta vuotuisissa kasvihuonekaasujen päästöissä on esitetty hyvin ristiriitaisia arvioita. Maryanne Grieg-Granin esittämän arvion mukaan (Haltia 2007) osuus voisi olla jopa 18 % eli enemmän kuin liikenteen osuus. IPCC:n päätöksentekijäyhteenvedon ”Ilmastomuutos 2007” mukaan vuonna 2004 metsäkadon tuottaman hiilidioksidin osuus kasvihuonepäästöistä oli vain noin 6 % (3 GtCO₂ –ekv/vuosi, yhteensä 50 GtCO₂ –ekv/vuosi). Savolaisen (2007) oheisissa kuvissa esittämät keskenään ristiriitaiset arviot johtavat osuuksiin 10 % ja 18 %. Edellisessä arviossa tonnimäärä vastaa yhteenvedon arviota (3 Gt (= 3 Pg) CO₂–ekv/vuosi) ja jälkimmäisessä kokonaispäästömäärä on yhtä suuri kuin yhteenvedossa (50 GtCO₂ –ekv/vuosi).



Erittäin alhaisen arvion on esittänyt Kauppi (2007). Hänen mukaansa viimeaikaiset tiedot viittaavat siihen, että erityisesti kehittyneissä maissa ei ylipäätään voida puhua metsäkadosta. Metsäpinta-ala on itse asiassa viime vuosina kasvanut vuosittain Kiinassa ja Japanissa noin 1,5 %, Ranskassa 1 %, sekä Yhdysvalloissa ja Intiassa 0,5 % (Kauppi 2007). Tämä on kompensoinut Indonesiassa tapahtuvaa noin 5 % ja Brasilian noin 0,5 % vuotuista metsäalan vähenemistä.

Kaupin (2007) arvio metsien vaikutuksesta hiilidioksiditaseeseen 1990-luvulla on seuraava.



Voidaan päätellä, että käsitykset asiantuntijoiden keskuudessa metsäkadon vaikutuksista ovat hyvin ristiriitaisia. Metsien merkitys kasvihuoneilmion torjunnassa on kuitenkin mitä ilmeisimmin erittäin tärkeä. Toimintamahdollisuudet metsistä aiheutuvien päästöjen vähentämiseksi voidaan jakaa kahteen ryhmään (Savolainen 2007): Hiilivaraston suuruuden hallintaan sekä bioenergian tuotantoon korvaamaan fossiilisia polttoaineita.

Hiilivarastojen suuruuden hallinnan kannalta keskeisiä toimintamahdollisuuksia ovat:

- Metsänhävityksen lopettaminen
- Hiilen kerääminen varastoon ekosysteemiin (nielu)
- Hiilen kerääminen varastoon puutuotteisiin (nielu)

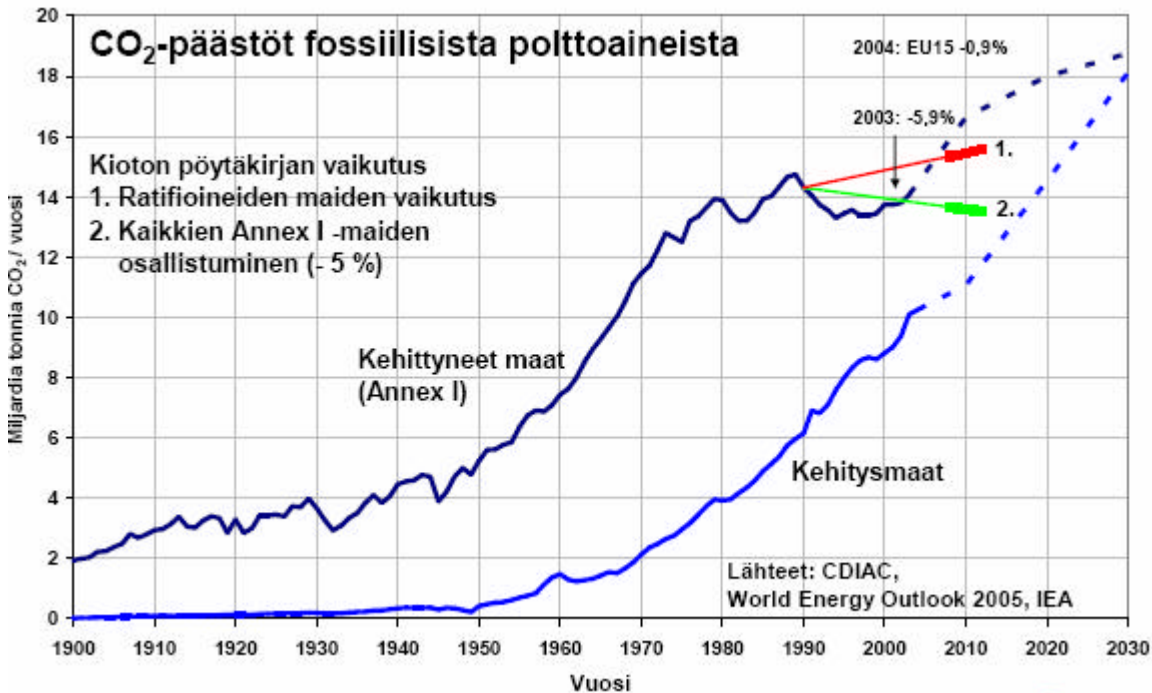
Jotta metsää omistavat olisivat valmiit käyttämään metsiään hiilinieluina, tarvitaan ohjauskeinoja. Ohjauskeinoiksi yksityismetsien hiilensidontaan on ehdotettu (Uusivuori 2007):

- Suoria vuokrakorvauksia hiilivarannoista
- Vapaaehtoista osallistumista hiilidioksidipäästökauppaan (ilmaiset päästöoikeudet hakkukypsää metsää omistaville)

Bioenergian tuotannolla voidaan korvata fossiilisia polttoaineita seuraavilla tavoilla:

- Suora poltto
- Liikenteen biopolttoaineiden valmistus
- Bioenergia sekä hiilidioksidin erotus ja varastointi

Savolainen (2007) esitti seuraavan arvion ja ennakkoinnin fossiilisista polttoaineista syntyvistä päästöistä kehittyneissä ja kehitysmaissa. Katkoviivoilla on esitetty trendikehitykset ja suorilla kaksi vaihtoehtoa, jotka sisältävät erilaisia oletuksia Kioto-sopimuksen vaikutuksesta.

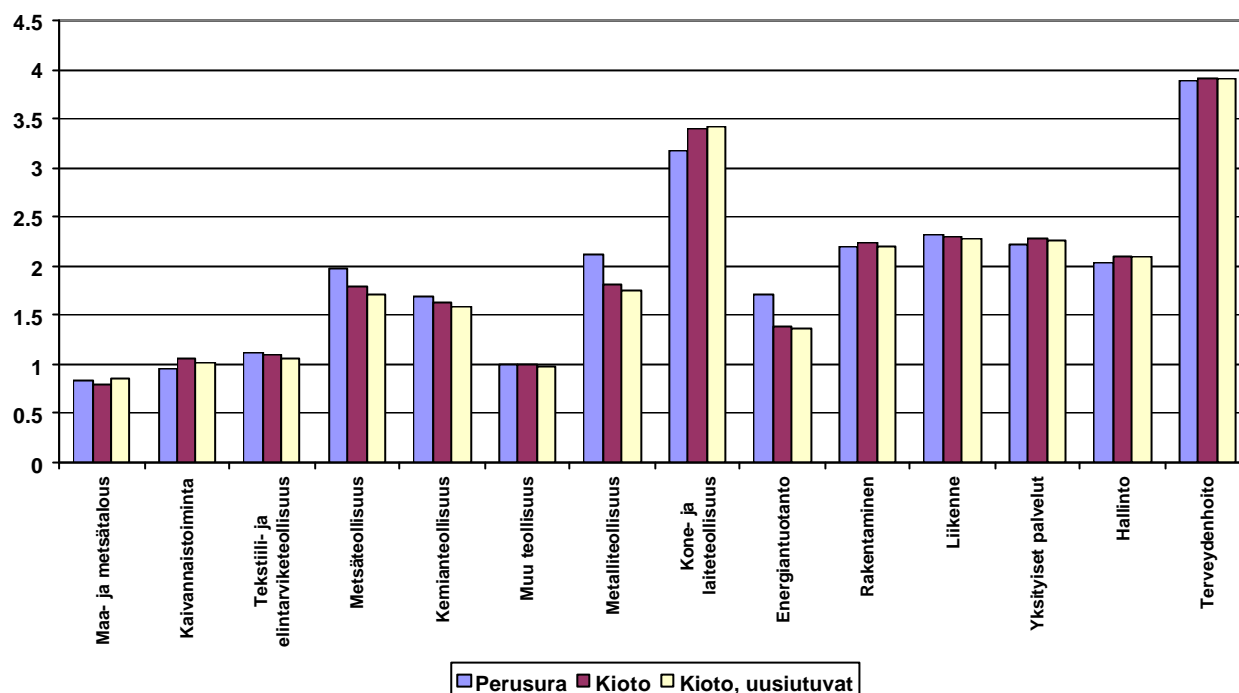


EU hyväksyi syksyllä 2007 tiukennetut tavoitteet hiilidioksidipäästöjen hillitsemiseksi vuoteen 2020 päästöoikeuksien kaupalla. Päästöoikeuksia on tarkoitus vähentää 20 % nykyisestä. Tähän liittyen EU asetti tavoitteekseen nostaa vuoteen 2020 mennessä uusiutuvien energialähteiden osuuden alueellaan nykyisestä noin 8,5 %:sta 20 %:in. EU asetti tammikuussa 2008 Suomelle tavoitteeksi lisätä vuoteen 2020 mennessä uusiutuvien energialähteiden osuutta energiantuotannossa nykyisestä noin 28 %:sta 38 %:in sekä bioperäisten polttoaineiden osuutta 10 %:in.

VATT on tehnyt laskelman siitä, kuinka Kioto-sopimuksen ja toisaalta uusiutuvan energian käytön lisäämisen edellyttämä rakennemuutos vaikuttaa kansantalouteen vuoteen 2020 mennessä. Laskelmassa puun merkittävää lisäkäyttöä energiantuotannossa kannustetaan verotuin. Myös muiden uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämiseksi käytetään taloudellista ohjausta: tuulienergialle ja biokaasulle on määritelty tavoitellun tuotannon mahdollistavat syöttötariffit. Biopolttoaineita veloitetaan sekoitettaviksi fossiilisiin polttoaineisiin, mikä nostaa niiden hintaa. Taustaoletuksena laskelmassa on lisäksi jo sovittujen energiaverojen korotusten toteuttaminen ja EU:n nykyinen päästökauppa.

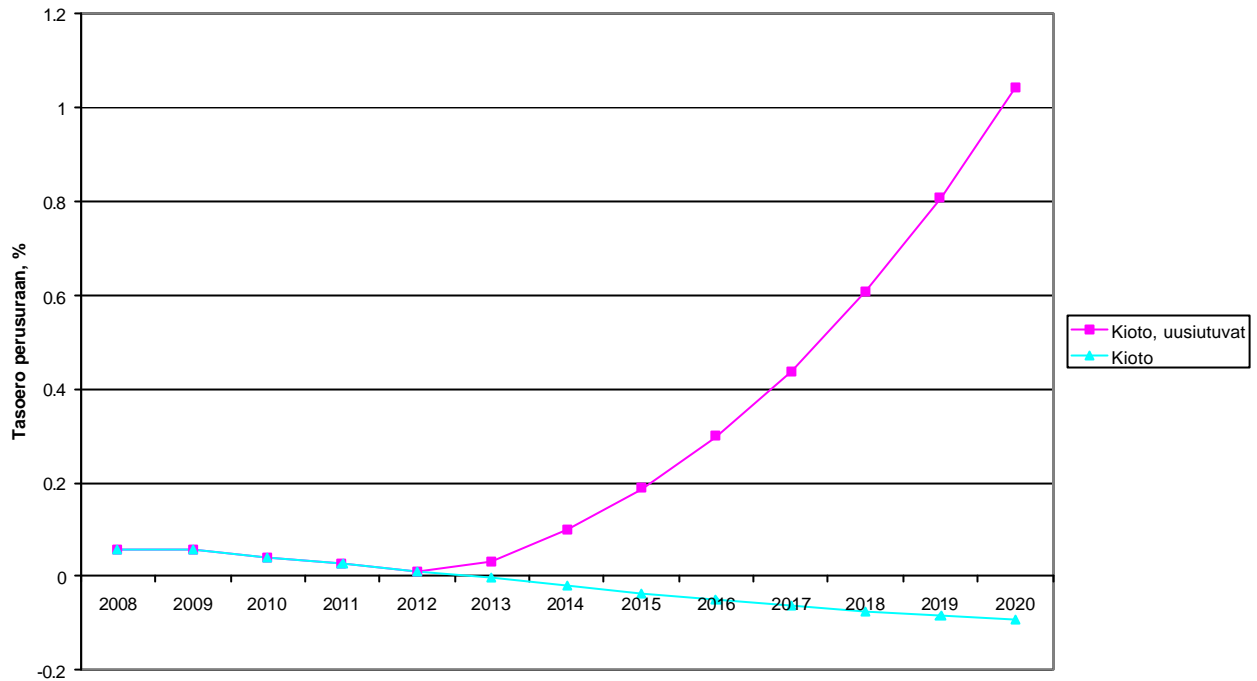
Oheisessa kuviossa Kioto viittaa Kioto-sopimuksen mukaisiin hiilidioksidipäästöihin. Vaikutukset vaihtelevat laskelman mukaan suuresti eri toimialojen suhteen. Päästöjen vähentäminen ja uusiutuvien energialähteiden käytön lisääminen vaativat politiikkatoimet muuttavat toimialarakennetta. Energiavaltainen teollisuus ja sitä palvelevat toimialat supistuvat muuta taloutta enemmän. Metsätalouteen vaikuttaa toisaalta metsäteollisuuden supistuminen, toisaalta puun energiakäytön lisääntyminen. Kuten oheisesta taulukosta selviää, metsäteollisuuden vuotuinen kasvu puoliintuu laskelman mukaan vaihtoehdosta riippuen noin 2 %:sta noin 1,5 %:in. On kuitenkin tärkeää huomata, että tuotanto kasvaa osassa kone- ja laiteollisuutta.

Keskimääräinen vuosikasvu 2010-2020, prosenttia



VATT on myös arvioinut uusiutuvan energian käytön lisäämisen vaikutuksia Suomessa. Laskelmi-
 en mukaan puu muodostaisi merkittävän osan lisäyksestä, mutta puun käytön lisäämiseen vaikuttaa
 oleellisesti metsäteollisuuden tuotannon säilyminen nykytasolla (koska suuri osa energiapuusta on
 peräisin metsäteollisuuden tähdepuusta) ja siten myös puun tuonnista Venäjältä. Metsätähteen käyt-
 töä voidaan kuitenkin lisätä huomattavasti, jos hakkuut säilyvät muuten nykytasolla. Tällä on mer-
 kitystä metsätalouden työllistävyyden kannalta, jota kuvataan oheisessa kuviossa. Kuviossa Kioto
 viittaa Kioton sopimuksen mukaisiin hiilidioksidipäästöihin. Kuvion taustalla on laskelma, jossa
 uusiutuvien energianlähteiden tavoite olisi 7 prosentin lisäys primäärienergian käytössä vuodesta
 2013 alkaen.

Metsätalouden työllisyys



6. Elektroniikka ja paperi toisiaan korvaamassa ja täydentämässä

Ajatus uuteen tietotekniikkaan perustuvasta paperittomasta toimistosta esitettiin ensimmäisen kerran vakavissaan Xeroxin Palo Alton tutkimuskeskuksessa (PARK) vuonna 1970. Ideaa paperittomasta toimistosta tarkasteltiin monipuolisesti 1980-luvun alussa, kun Yhdysvaltojen Kongressin yhteydessä toimiva teknologian arviointiyksikkö OTA arvioi teknologian kehityksen vaikutusta metsäteollisuuden tuotteisiin (Rennel et al. 1984, Hetemäki ym. 2005). Tutkimus lainasi monia julkaisuja, joissa tarkasteltiin tieto- ja viestintäteknologian mahdollisuuksia korvata paperin käyttöä. Monet lainatuista julkaisuista ennakoivat merkittävää siirtymää paperista sähköiseen viestintään. Johtopäätöksenä tutkimus totesi, että ”vaikka analyytikot ovat varsin yksimielisiä siitä, että sähköinen viestintä tulee korvaamaan ainakin osittain kirjoitus- ja painopaperin käyttöä, korvaamisen ajankohdan ja laajuuden suhteen voidaan esittää erilaisia perusteltuja arvioita.” Edelleen tutkimus totesi, että tekstin käsittelyn ja kopioinnin kehittyminen päinvastoin lisäävät paperin käyttöä. Ratkaisevaksi muodostuu elektroniikan käyttöön harjaantuneiden lasten paperin käyttö. Olennaisia tulisivat tutkimuksen mukaan myös olemaan kannettavat laitteet, joilla on mahdollista lukea tekstiä.

Suomessa Taloudellinen suunnittelukeskus julkaisi vuonna 1986 Delfoi-tutkimukseen perustuvan raportin ”Kotien tietokoneyhteydet 2010” (Kuusi 1986). Tutkimuksessa ei suoraan ennakoitu kehitystä paperin kulutuksessa. Käytetyt asiantuntijat ennakoivat kuitenkin (mediaaniarvio), että olemassa olevien sanoma- ja aikakauslehtien jakelu kääntyy voimakkaaseen kasvuun 2000-luvun alkuvuosina. Useista sanomalehdistä muodostettujen sähköisten koonnosten arvioitiin kääntyvän kasvuun hieman myöhemmin. Ennakointi osui varsin hyvin kohdalleen, vaikka jakelun keskeistä kanavaa eli internetiä ei osattukaan ennakoita.

Toimisto- ja painopaperin kysyntä kasvoivat vielä 1980- ja 1990-luvuilla niin voimakkaasti, että ajatus paperittomasta toimistosta pääsi lähes unohtumaan. Ilman että ainakaan suomalaiset paperin tuottajat katsoivat aiheelliseksi huolestua, vuoden 2000 vaiheilla kaksi OTA:n tutkimuksen ehtoa paperin korvaamiselle alkoi toteutua Yhdysvalloissa ja Euroopassa. Työmarkkinoille tuli sukupolvi, johon kuuluvista merkittävä osa oli harjaantunut tietokoneiden ja muun paperin kanssa kilpailevan elektroniikan käyttöön. Käytössä alkoi myös olla yleisesti kannettavia tietokoneita, joilla voitiin hakea tehokkaasti aineistoa internetistä ja muista lähteistä. Nuori polvi ei enää vanhempien sukupolvien tapaan pitänyt tarpeellisenä tulostaa erilaisia dokumentteja paperille vanhasta tottumuksesta tai ”varmuuden vuoksi”. Tietoa on alettu yhä enemmän hakea ja vaihtaa suoraan internetin välityksellä ilman paperidokumentteja.

Paperin käytöstä ei olla yleisesti luopumassa, mutta kysynnän kehitys vaihtelee olennaisesti paperilaadusta toiseen. Tulevaisuusvaliokunta kuuli asiasta Metsä-Serla yhtymän emeritus tutkimusjohtaja professori Jyrki Kettusta. Kettunen (2007) jakoi paperituotteet kasvaviin, säilyviin ja katoaviin tuoteryhmiin.

Kasvaviksi tuoteryhmiksi Kettunen nimesi

- henkilökohtainen ja sosiaalinen media
- tuotteet, jotka toimivat linkkeinä tietotekniikkaan
- tuotteet, joita kansalaiset varovat katsomasta internetistä

Henkilökohtaisella medialla tarkoitetaan henkilölle erityisesti räätälöityjä tietopaketteja sekä tietoa, jota henkilö esim. esitteen tai pienipainoksisen kirjan muodossa jakaa itsestään muille. Sosiaalinen media on tapa olla henkilökohtaisesti yhteydessä muihin esim. surunvälitteluiden muodossa. Esimerkki linkkinä toimivasta paperituotteesta on käyntikortti, jonka avulla voi ladata henkilökohtaisen cv:n tai kuva-albumin internetistä. Kehitys on Kettusen mukaan johtanut siihen, että henkilön toimintaa internetissä voidaan yhä paremmin seurata. Tästä on seurannut, että huonoa kuvaa henkilöstä antava toiminta on palannut osin internetistä paperituotteiksi. Tämä on näkynyt mm. pornografisten tuotteiden painosmäärien kasvuna.

Säilyviksi tuoteryhmiksi Kettunen (2007) tunnisti:

- hyvät mainospainotuotteet (autot, timantit, veneet)
- yleisaikakauslehdet, jotka on linkitetty internetiin
- erikoisaikakauslehdet, jotka linkittyvät tiiviisti (hybridisesti) vastaavien internet-palstojen kanssa
- asiakas- ja kohderyhmälehdet
- kirjat
- lähiyhteisöä palvelevat tuotteet (toimisto/koti)
- katalogit, jotka on linkitetty internetiin

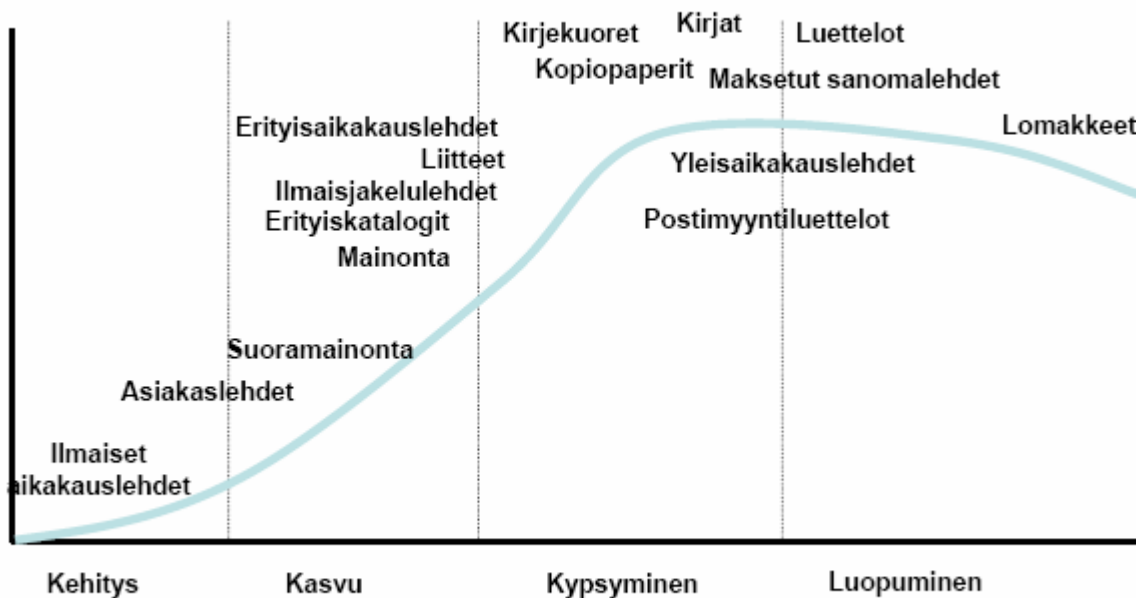
Esimerkki erikoisaikakauslehdestä, joka linkittyy internet-palstan kanssa, on Golfien harrastajien lehti. Suurten kaupparyhmien asiakaslehdet (esim. Pirkka-lehti) ovat Kettusen mukaan paljon paperia käyttäviä tuotteita, joiden hän uskoi säilyvän. Näiden vahvuutena on toimiminen myös mainonnan väylänä. Toimistopaperin käytön kasvun hiipumiseen viitattiin edellä. Kettunen kuitenkin uskoi sen kysynnän säilyvän lähellä nykyistä kuten myös pysyvää arvoa omaavien kirjojen.

Katoaviksi ryhmiksi Kettunen päätteli:

- perinteisen valtakunnallisen sanomalehden
- maksulliset iltapäivälehdet
- sarjakuvakirjat
- halpa suoramarkkinointi
- hakuteokset ja ohjekirjat
- painetut tieteelliset lehdet
- esipainetut lomakkeet

Seppälä (2007) lainaa seuraavaa UPM:n toimitusjohtajan Jussi Pesolan vastaavaa arviota.

Painetun median tuotteiden elinkaari (Seppälä 2007)



Lähde: Jussi Pesonen (UPM), esitelmä Suomen metsäklusterin tutkimusstrategia julkistamistilaisuudessa 5.10.2006

1

Sanomalehtipaperin kulutus kääntyi selkeästi väheneväksi Yhdysvaltojen markkinoilla vuonna 2000. Myös Euroopassa samanlainen käänne oli havaittavissa, vaikka ei yhtä selvänä kuin Yhdysvalloissa (Seppälä 2007). Perinteisten valtakunnallisten sanomalehtien ja maksullisten iltapäivälehtien asemaa heikentää mainostajien ja muiden myynnin edistäjien siirtyminen paperilla tapahtuvasta viestinnästä yhä enemmän verkkoviestintään. Tämä tendenssi on ollut mm. Yhdysvalloissa selvästi näkyvissä. Hakuteoksissa ja tieteellisissä lehdissä verkkoviestintään ajaa tiedon nopea muuttuminen. Tieteellisissä lehdissä lukijakunta on myös usein suppea ja pitkien etäisyyksien päässä toisistaan.

7. Ulkomainen kuitu ja sellu kotimaisen tuotannon kilpailijana ja täydentäjänä

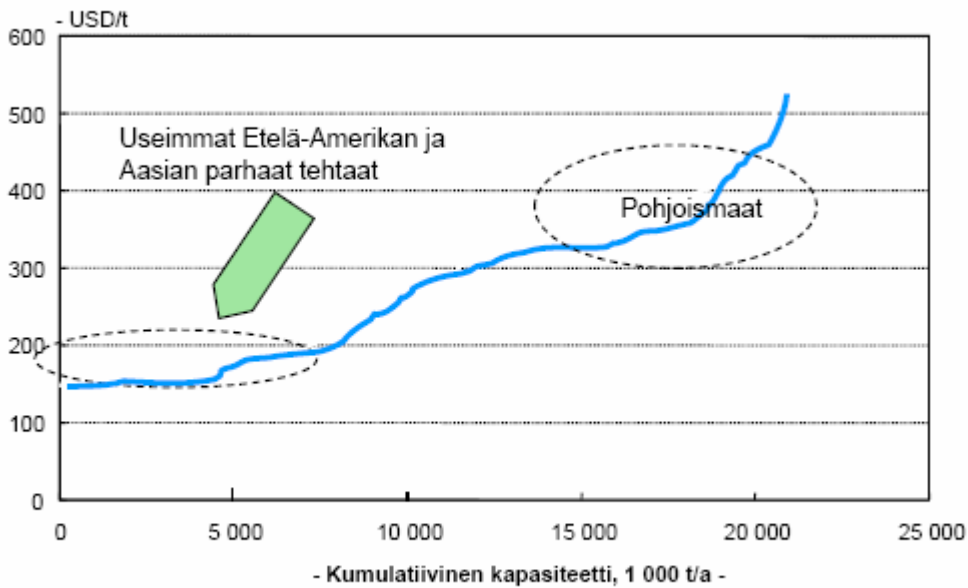
Hidaskasvuisista luonnonmetsistä ollaan maailmanlaajuisesti siirtymässä trooppisten maiden nopeakasvuisiin viljelmiin. Puuviljelmien osuus maailmassa käytetystä teollisuuspuusta oli vuonna 1960 viisi prosenttia. Vuonna 2005 se oli jo 30 %. Professori Risto Seppälä (2007) arvioi nopeakasvuisten viljelmien osuudeksi peräti 75 % vuonna 2050.

Taavi Siuko on ollut keskeinen suunnittelija sellutehtaissa, joita on käynnistetty Brasiliassa viimeisen kymmenen vuoden aikana. Hän arvioi, että vuoteen 2020 mennessä markkinoille tulee vuonna 2005 tarjotun 380 miljoonan tonnin lisäksi 120 Mtn kuitumateriaalia (Siuko 2007). Tästä lisäyksestä hän arvioi 60 miljoonan tonnin perustuvan paikallisesti kierrätettävään kuituun. Muusta lisäyksestä 20 Mtn tulisi Aasian viljelmiltä, 20 Mtn Venäjältä ja 20 Mtn Latinalaisesta Amerikasta ja erityisesti Brasiliasta.

Yhteiskunnalliset olosuhteet ovat estäneet ja näyttäisivät ainakin vielä lähitulevaisuudessa estävän Brasilian mahdollisuuksien täysimittaisen hyödyntämisen. Pitkällä tähtäimellä Brasilia näyttäisi olevan avainasemassa sekä maailman puuntuotannossa että ravinnon tuotannossa. Kaikkiaan Brasilian maapinta-ala on 852 miljoonaa hehtaaria. Brasiliassa on noin 544 milj. ha metsää. Siukon (2007) mukaan istutettua metsää on noin 7 milj. ha. Suuri osa metsäalueesta on trooppista sademetsää, jossa lehtipuut ovat vallitsevia. Istutusmetsät ovat pääasiassa eukalyptusta ja mäntyä, joita kasvatetaan erityisesti sellu- ja paperiteollisuutta varten sekä poltto- ja rakennuspuuksi.

Oheisesta Seppälän (2007) esittämästä ja Jaakko Pöyry –yhtiöltä lainaamassa arviossa selvästi edullisin lehtisellun valmistuskapasiteetti sijaitsee nyt Etelä-Amerikassa ja Aasian trooppisilla alueilla. Kuviota tulee lukea siten, että mikäli lyhytkuituisen lehtisellun vuotuinen kysyntä maailmanmarkkinoilla jää alle 15 000 sellutonnin Pohjoismaissa tapahtuva sellun valmistus käy kannattamattomaksi. Huolimatta korkeammista tuotantokustannuksistaan jotkut tehtaot Pohjoismaissa voisivat tosin edelleen olla kannattavia vähäisempien kuljetuskustannusten, paperin ja sellun tuotannon integroinnin sekä muiden paikallisten tekijöiden takia. Joka tapauksessa tilanne Pohjoismaissa pahenee entisestään sitä mukaa kun uutta valmistuskapasiteettia otetaan käyttöön tropiikin alueella.

Lehtisellun valmistuskustannukset



Lähde: Rainer Häggblom, Jaakko Pöyry, 28.4.2006

Suomeen tuodun lehtisulfaatin määrä on kasvanut 2000-luvulla noin 50 prosenttia vuosittain ja tämä kehitys jatkuu. Lehtisulfaatti on tähän asti ollut peräisin pääasiassa Brasiliasta, joka on maailman suurin markkinalehtisellun tuottaja. Brasiliassa toukokuussa 2005 käynnistynyt Stora Enson puoliksi omistama Veracellin sellutehdas on päässyt hyvin tuotantoon ja integroitu Stora Enson Oulun paperitehtaan kanssa. Tähän liittyen syyskuussa 2006 koivusulfaatin tuotanto lopetettiin ja vaihdettiin havusulfaatiksi Oulussa. Jatkossa osa Suomeen tuotavan lehtisulfaatin tuonnin kasvusta tulee myös Metsä-Botnian Uruguayn sellutehtaalta, joka käynnistyi vuoden 2007 lopulla (Metla 2007).

Aasiassa paino- ja kirjoituspapereiden kysyntä kasvoi vuonna 2007. Tuotantokapasiteetin kasvaessa Aasiaan on kuitenkin syntynyt päällystettyjen hienopapereiden ylitarjontaa. Esimerkiksi Kiina on muuttunut päällystettyjen hienopapereiden ostajasta niiden nettomyyjäksi. Kiinassa paperin kysyntä kuitenkin kasvaa erittäin nopeasti, viime vuosina noin 13 prosentin vauhtia. Kiina on noussut Yhdysvaltain jälkeen maailman toiseksi suurimmaksi paperin tuottajaksi ja kuluttajaksi. Mikäli kulutuksen kasvu jatkuu yhtä voimakkaana kuin viimeisten kymmenen vuoden aikana, Kiinan osuudeksi arvioidaan noin 40 prosenttia koko maailman paperin ja kartongin kulutuksen kasvusta ensi vuosikymmenen aikana. Kasvu on niin suurta, että huolimatta omankin tuotannon kasvusta, tuontitarvetta tulee Metlan tutkijoiden mukaan olemaan vielä pitkään (Metla 2007).

Suomen massa- ja paperiteollisuus vuonna 2006, 1 000 tn.

	Sellu	% tuotannosta	Paperi	% tuotannosta	Kartonki	% tuotannosta
Tuotanto	7 946	100	11 172	100	2 977	100
Kotimaan käyttö*	5 418	68	771	7	425	14
Vienti:	2 528	32	10 401	93	2 552	86
EU	1 853	23	6 701	60	1 443	48
Aasia	360	5	882	8	433	15
Afrikka	36	0	190	1	79	3
Yhdysvallat	111	1	1 000	9	173	6
Venäjä	19	0	336	3	147	5
Muut	149	2	1 292	12	277	9

* Laskennallinen käyttö = tuotanto – vienti.

Lähteet: Metsäteollisuus ry ja Tullihallitus.

Eri maiden prosentuaalinen osuus Suomen metsäteollisuuden viennin arvosta vuonna 2006 (Metla 2007)

Alue	Osuus Suomen metsäteollisuuden viennin arvosta vuonna 2006, %
Metsäteollisuuden vientiosuuksilla painotettu	100
EU-15	58,7
Euroalue (EU-12)	41,2
Saksa	17,7
Britannia	11,3
Ruotsi	4,0
EU:n uudet jäsenmaat (10)	5,0
Venäjä	4,1
Yhdysvallat	6,9
Aasia	11,9
Japani	4,1
Kiina	1,7
Muut	13,4

Ylitarjontaa Euroopassa on helpottanut myös kysynnän nopea kasvu Itä-Euroopassa. Esimerkiksi Venäjällä paperin ja kartongin yhteenlaskettu kulutus henkeä kohti kasvoi 11 prosenttia vuonna 2006. Vaikka Venäjän oma paperin, kartongin ja massan tuotanto on kasvanut tasaisesti 90-luvun lopusta alkaen, kasvu on ollut hidasta ja tuontitarve on säilynyt.

8. Miten uudet haasteet ovat vaikuttaneet metsäteollisuuden hankinta- ja tuotantopäätöksiin?

Uudet haasteet ovat jo vaikuttaneet siten, että teollisuuspuun ostajien kiinnostus ensiharvennusleimikoita kohtaan on vähentymässä (Metla 2007). Koneyrittäjien mukaan harvennushakkuisiin keskittyneiden puunkorjuuyritysten kannattavuus vaihtelee huomattavasti enemmän ja on keskimäärin heikompi kuin pääasiassa päätehakkuita tekevien yritysten.

Myös metsäteollisuuden tuoreita tuotannollisia ratkaisuja voi arvioida esitetyistä haasteista käsin. UPM:n Kajaanin tehtaalla aletaan mäntykuitupuusta tehdä hioketta vuoden 2008 alkupuolella. Muutos on merkittävä myös siksi, että aikaisemmin hioketta on ollut teknisesti mahdollista tehdä vain kuusesta. UPM:n mukaan Kajaanissa toteutettavan tehdasmittakaavaisen koekäytön jälkeen menetelmää voidaan soveltaa myös sen muilla mekaanista massaa käyttävillä paperitehtailla. Näistä muutoksista huolimatta tehtyjen päätösten perusteella yksi Kajaanin sanomalehtipaperikoneista seisoo 10 kk vuonna 2008 ja on epävarmaa käynnistyykö se enää koskaan.

Toisenlainen esimerkki kapasiteetinmuutoksesta ovat Stora Enson Oulun ja Uimaharjun sellutehtaiden investoinnit, joiden avulla koivusulfaatin tuotantoa on vähennetty ja havusulfaatin tuotantoa lisätty.

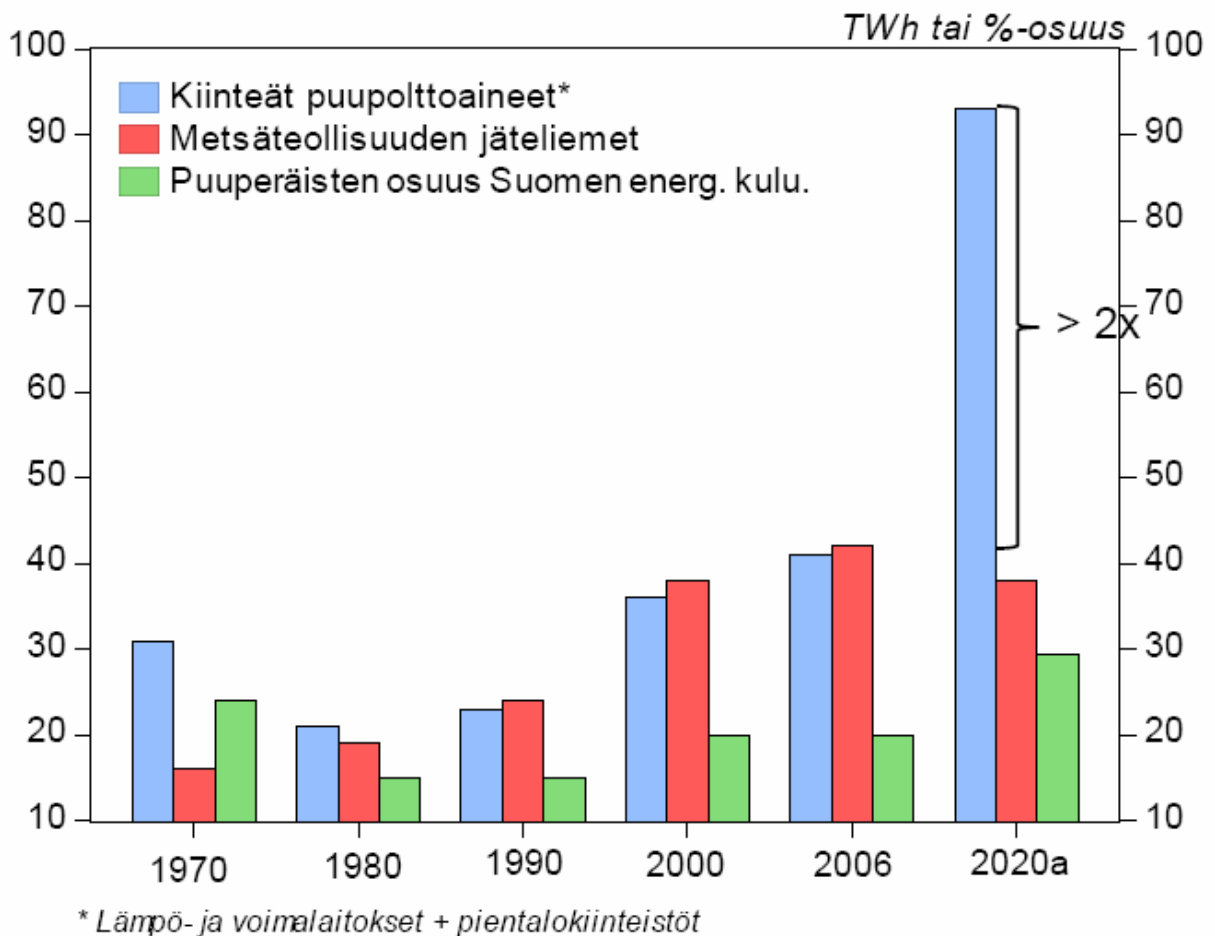
9. Biopolttoainevarat ja niiden käyttö

Suomessa bioenergialla katettiin vuonna 2000 noin 20 % kokonaisenergian tarpeesta ja noin 10 % sähkön kokonaiskulutuksesta. Kyseisenä vuonna 80 % käytetystä bioenergiasta oli metsäteollisuuden sivutuotteita ja jätteitä, joilla tuotettiin höyryä teollisuudelle sekä kaukolämpöä ja sähköä (Helynen ym. 2002). Kuten oheinen kaaviokuva osoittaa, 1990-luku merkitsi itse asiassa merkittävää kasvua teollisuuden puupohjaisen energian tuotannossa (Hetemäki 2007). Mustalipeä, joka vielä vuonna 1970 päästettiin pääasiassa vesistöjä saastuttamaan, käytettiin vuonna 2000 energian tuotantoon.

Vielä 2000-luvulla puun energiakäyttöä on voitu jonkin verran tehostaa metsäteollisuudessa. Puuperäisen energian osuus on edelleen noin 20 prosenttia Suomen kaikesta energiankulutuksesta. Metsäteollisuuden energiankulutuksesta katetaan nyt noin 60 prosenttia puuperäisellä energiantuotannolla (selluteollisuuden jäteliemet, puun kuori, puru yms.) (Metla 2007).

Metsähakkeen osuus oli vielä vuoden 2000 vaiheilla alle 2 % bioenergian tuotannosta (Helynen ym. 2002). Sen osuus on nopeasti lisääntynyt. Metsähakkeen, joka on nykyisin pääasiassa avohakkuu-alojen hakkuutähdettä, energiakäyttö on viisinkertaistunut vuodesta 1999 (Metla 2007). Viime vuonna metsähaketta käytettiin lämpö- ja voimalaitoksissa 3,1 miljoonaa kuutiometriä.

Puun energiakäyttö ja arvio vuodelle 2020 (Hetemäki 2007)



Koska metsäteollisuuden ei voi enää odottaa lisäävän uusiutuvan energian käyttöä jäteliiminä, puun muu energiakäyttö nousee ratkaisevaan asemaan. Tärkeäksi perusteeksi metsäenergian lisääntyvälle käytölle Hetemäki (2007) esitti sen tuotannon suhteellisen edullisuuden. Kallis öljyn hinta sekä EU:n ja Suomen energia- ja ilmastopolitiikka luovat markkinat puuenergian kasvulle ja kannattavuudelle. Muutos ilmenee hänen mukaansa seuraavilla tavoilla:

- Hakkeen, sahapurun, metsätähteen, kantojen ja harvennuspuun käyttö energiantuotantoon kasvaa (+ turve, jäte, ruokohelpi)
- Energiateollisuuden puupolttoaineen kysynnän on arvioitu olevan kaksinkertainen v. 2020 verrattuna v. 2006 (Pöyry 2007)
- Energiateollisuuden rooli metsien käytön kannalta kasvaakin merkittävästi
- Metsäteollisuuden energian tuotanto todennäköisesti kasvaa ja monipuolistuu (metsäbiojalostamot), jäteliemien tuotannon mahdollisesta laskusta huolimatta.

10. Liikenteen biopolttoaineet seuraavan viiden vuoden aikana

VTT:n vuonna 2005 tekemän arvon mukaan sähkön ja lämmöntuotanto on nykyisin edullisin vaihtoehto vähentää kasvihuonekaasupäästä bioenergialla (Mäkinen ym. 2005). Bioenergian hyödyntäminen kiinteistöjen lämmityksessä on VTT:n arvon mukaan hieman kalliimpi vaihtoehto mutta kuitenkin edullisempi kuin käyttö liikenteen biopolttoaineena.

Toisaalta liikennepolttoaineet ovat niitä, joissa paine biopolttoaineiden kulutuksen kasvuun on suurin. Öljyn hinnan noustessa, sen hinnan vaihdellessa voimakkaasti ja saantivaikeuksien lisääntyessä öljyä korvaavista ratkaisuista ollaan valmiit maksamaan yhä enemmän. Öljynviejämaiden kartelli, joka vastaa yli 40 % maailmanmarkkinoilla myytävästä öljystä, päätti joulukuun alussa 2007 jättää tuotantokiintiönsä ennalleen. Tämä nosti raakaöljyn hinnan 90 \$ barrelilta (159 litraa). Öljyntuottajamaiden asiantuntijat arvioivat, että kulutuksen perusteella tasapainohinnan pitäisi olla vuoden 2008 alussa noin 60-70 \$ barrelilta. Spekulaatiiviset ostot saattavat väliaikaisesti nostaa hinnan jopa 140 \$ barrelilta. On arvioitu, että öljymarkkinoilla liikkuu spekulatiivista rahaa noin 20 biljoonaa dollaria (Raivio 2007).

Vuonna 2005 Euroopassa tuotettiin etanolia ja biodieseliä yhteensä noin 1,5 Mtoe/v (Mäkinen ym. 2005). EU on asettanut tavoitteekseen korvata 5,75 % fossiilisista polttoaineista biopolttoaineilla vuoteen 2010 mennessä ja 10 % vuoteen 2020 mennessä. Tuoreen VTT:n arvion mukaan metsäbiojalostamot (2-4 kpl) voisivat tuottaa Suomessa noin 400 000 t biodieseliä vuoteen 2015 mennessä. Tämä vastaisi noin 9 % Suomen nykyisestä liikennepolttoainekulutuksesta eli noin 0,13 %. Hievan vanhemman VTT:n tutkijoiden arvion mukaan (Mäkinen ym. 2005) liikenteen biopolttoaineiden maksimiosuus voisi Suomessa olla kotimaisista raaka-aineista tuotettuna 3 % vuonna 2010 ja maakaasun 0,5 % tieliikenteen polttoaineiden kokonaiskulutuksesta.

Edes nykyisellä korkealla raakaöljyn hintatasolla nyt käytössä olevaan kaupalliseen teknologiaan perustuvat biopolttoainevaihtoehdot eivät ole liiketaloudellisesti kannattavia ilman viranomaisten tukitoimenpiteitä. Nykyiset kaupalliset biopolttonesteet, peltokasvipohjaiset biodiesel ja etanoli, on saatu monissa maissa kuluttajille kilpailukykyisiksi verohelpotuksin tai tukemalla tuotantolaitoksia (Yhdysvallat ja Brasilia). Kansalliset tukiratkaisut vaihtelevat EU:ssa, mikä on myös johtanut erilaisiin käyttöratkaisuihin. Erot johtuvat erilaisista poliittisista ja markkinalähtöisistä syistä. Tärkeimpänä ajavana voimana on ollut maatalouden tukeminen; lisäksi tukiratkaisujen takana on ollut ympäristönäkökohtia (esim. tieliikenteen häkä- ja hiilidioksidipäästöjen alentaminen) sekä paikallisen taloudellisen tilanteen parantaminen työpaikkojen lisääntymisen myötä.

Viljelykasvipohjaista etanolia ja biodieseliä valmistetaan kaupallisesti liikenteen polttoaineiksi nykyisin lähinnä Brasiliassa, Yhdysvalloissa ja joissakin EU-maissa. Brasiliassa, Yhdysvalloissa ja Ruotsissa pääasiallisesti käytettävä biopolttoaine on etanoli ja sen seokset fossiilisten polttoaineiden kanssa. Ranskassa ja Espanjassa etanoli käytetään bensiinin lisäainekomponenttina, ETBE:nä. Biodieseliä käytetään lähinnä Saksassa, Ranskassa ja Italiassa. Italiassa biodieseliä käytettiin vuonna 2005 kuitenkin verotussyistä pääasiassa lämmityssektorilla. Joissakin maissa, esim. Ruotsissa, on tällä hetkellä tutkimus- ja demonstrointitoimintaa biokaasun käytöstä maakaasukäyttöisissä ajoneuvoissa.

Suomessa liikenteen biopolttoaineiden hyödyntämisen perusskenaario on tuoda maahan joko Euroopassa tai maailmanmarkkinoilla tuotettua polttoaine-etanolia, kasviöljyjä tai niiden johdannaisia. Neste Oy:n käynnistämä biodieselin tuotanto on tämän perusskenaarion suuntaista toimintaa. Biopolttoaine valmistetaan kasviöljyistä ja eläinrasvoista. Kotimaisten raaka-aineiden (käytetyt kasviöljyt ja eläinrasvat) osuus on noin 20 000 toe/v. Pääosa raaka-aineista on ulkomailta tuotua palmuöljyjä. Sen osuus tuotannosta on polttoarvolla laskien 160 000 -180 000 toe/v. Neste on myös käynnistänyt Stora Enson kanssa puupohjaisen biodieselin valmistusta koskevan yhteisyrityksen, joka parhaillaan rakentaa demonstraatiolaitosta Varkauteen.

Viimeaikaisten poliittisten linjausten perusteella viljelykasvipohjaisen etanolin ja biodieselin tuotanto kotimaisista raaka-aineista jää vähäiseksi. Kustannustehokkaammaksi peltojen energian tuo-

tannon vaihtoehdoksi on tunnistettu ruokohelven viljely kiinteäksi polttoaineeksi sähkön ja lämmön tuotantoon.

Biopolttoaineiden hankinnan perusskenaarion haastaa nestemäisten biopolttoaineiden tai biokaasujen valmistaminen puu- ja jättepohjaisista biomassavaroista. Niin EU:n tutkimusohjelmissa kuin Suomessa Tekesin tutkimus- ja tuotekehitysrahoituksella kehitetään edullisempia, ei-peltokasvipohjaisia ratkaisuja. Niissä käytetään raaka-aineena pääosin metsätähteitä, yhdyskuntajätteitä sekä teollisuuden biomassapohjaisia sivuvirtoja. Tuloksia laajassa mitassa on kuitenkin odotettavissa vasta vuoden 2015 vaiheilla. Valmistusmahdollisuuksiin yli viiden vuoden tähtämellä palataan seuraavassa jaksossa.

Seuraavan viiden vuoden aikana niin Suomessa kuin muuallakin maailmassa on tavoitteena tuottaa nykyisiä biopolttoainetuotteita, kuten etanolia, metanolia/MTBE:tä tai biodieseliä, käytettäväksi seoksina bensiinin ja/tai dieselpolttoaineen joukossa nykyisissä ajoneuvoissa. Tällöin ei polttoaineiden jakelujärjestelmiin eikä ajoneuvoihin tarvittaisi muutoksia, joista syntyisi lisäkustannuksia.

VTT:n kehityshankkeissa panostetaan mm. synteesikaasun tuotantoteknologian ja bioteknisten etanolin valmistusprosessien kehittämiseen. Jyväskylän yliopistossa on tutkittu biokaasun valmistusta. Periaatteessa Suomessa olisi tulossa markkinoille riittävästi puu- ja jättepohjaisia raaka-aineita direktiivin vuoden 2010 tavoitteen mukaisen biopolttonestemäärän tuottamiseksi. Uuden puupolttoainepotentiaalin oletetaan kuitenkin menevän markkinaehtoisesti lähivuosina pääasiassa teollisuuden ja yhdyskuntien kasvavaan yhdistettyyn sähkön- ja lämmöntuotantoon.

Päästökauppa voi lisätä jo lähivuosina biopohjaisen lauhdesähkön tuotantoa isoissa sähköä ja lämpöä tuottavissa voimalaitoksissa. Sekä tehostuva korjuuteknologia että toisten polttoaineiden kallistuminen tehostavat metsätähteiden korjuuta.

11. Suomen metsäsektorin monet mahdolliset tulevaisuuspolut

Merkittävin tuore hanke, jolla on valettu uskoa Suomen metsäsektorin tulevaisuuteen, on keväällä 2007 toimintansa aloittanut Metsäklusteri Oy. Metsäklusteri Oy:n on tarkoitus käynnistää ja resursoida yksityistä ja julkista tutkimusrahoitusta. Yritysten lisäksi tutkimusohjelmia rahoittavat Tekes ja Suomen Akatemia. Lisäksi tutkimusrahoitusta haetaan EU:n 7. puiteohjelman rahoituslähteistä. Suomen metsäklusterin tutkimusstrategiassa on nimetty aloja, joissa Suomen uskotaan (tai toivotaan?) menestyvän (Metsäteollisuus 2006):

Älykkäät puu- ja kuitutuotteet. Informaatio- ja tietoliikenne- sekä bio- ja nanoteknologioiden nopea kehittyminen mahdollistaa älykkäiden ja toiminnallisten puu- ja kuitutuotteiden sekä uuden liiketoiminnan kehittämisen.

Puusta ja sen ainesosista valmistetut materiaalit. Puun uusia käyttömahdollisuuksia tulee tutkia ja niiden hyödyntämistä kehittää.

Puuta monipuolisesti hyödyntävä biojalostamo. Tulevaisuuden biojalostamo erottaa puusta nykytuotteiden lisäksi materiaaleja, kemikaaleja ja energiatuotteita, mikä puolestaan luo uutta liiketoimintaa.

Metsien kestävä käyttö. Metsien tuottavuutta ja metsätalouden kannattavuutta tulee parantaa kestävä kehityksen periaatteiden mukaisesti. Myös metsien käytön hyväksyttävyyden edellytys metsäklusterin menestymiselle.

Puubiomassalle lisäarvoa. Puubiomassan ominaisuuksien ja uudenlaisen käytön hyödyntäminen lisää puun arvoa ja ohjaa puun käyttöä ominaisuuksien mukaan eri käyttökohteisiin.

Älykkäät ja resursseja säästävät tuotantoteknologiat. Kehitetään radikaalisti uudenlaisia, niukka-resurssisia ja energiatehokkaita tuotantojärjestelmiä, joiden avulla vähennetään pääomaintensiivisyyttä ja parannetaan koko klusterin tehokkuutta ja joustavuutta.

Tulevaisuuden asiakasratkaisut. Kehitetään uusia houkuttelevia, asiakaslähtöisiä ja kilpailukykyisiä tuotteita ja palvelukonsepteja esimerkiksi painetun viestinnän, pakkaamisen, rakentamisen ja sisustamisen sekä uusien tuotealueiden kuten kemian- ja energiatuotteiden tarpeisiin.

Kunnianhimoiseksi tavoitteeksi on asetettu kaksinkertaistaa metsäklusterin tuotteiden ja palvelujen arvo vuoteen 2030 mennessä. Tuolloin puolet arvosta tulisi uusista tuotteista. Kotimaisen puun käyttöä pyritään lisäämään neljänneksellä. Tavoitteena on myös kaksinkertaistaa klusterin tutkimus- ja kehityspanokset.

Pessimistisempiäkin näkymiä voi esittää. Vielä vuonna 2007 Suomessa oli 41 paperi- ja kartonkitehdasta ja 18 sellutehdasta. Paperikoneita oli noin 90. On kysytty, onko niistä edes puolet jäljellä viiden-kymmenen vuoden kuluttua.

Rajuin esitetty skenaario on, että Suomeen jää sellu- ja paperitehtaita vain maan rannikolle, jolloin vienti ja raaka-aineiden tuonti on mahdollisimman edullista (Taloussanomien 2007). Tämä voisi olla edessä, jos liikenteen päästöt otetaan mukaan Kioto-prosessiin. Silloin maantiekuljetukset tulisivat liian kalliiksi. Turvallisin tilanne onkin ehkä Suomen rannikolla sijaitsevilla sellutehtailla, koska niihin voidaan laivata myös eukalyptuskuitua raaka-aineeksi vaikka Etelä-Amerikasta. Sitä tuodaan jo nyt merkittäviä määriä Ouluun. Taloudellisesti ainakin yhtä hyvä mahdollisuus on tuottaa sellu Etelä-Amerikassa. Stora Enso aikookin rakentaa toisen sellutehtaan Aracruzinkin kanssa Veraceliin Brasiliassa.

Taloussanomien (2007) nimeävät joitakin erityisen uhanalaisia tehtaita. UPM:n Kajaanin paperitehdas on nyt sen mukaan tiukassa syynissä. Se sijaitsee hankalassa paikassa kaukana kaikesta. Samoin yhtiön Jämsässä sijaitsevalla Kaipolan tehtaalla ja Lappeenrannassa Kaukaan tehtaalla ei kannata olla turhan huoleton. Ne tuottavat satoja tuhansia tonneja kevyesti päällystettyä aikakauslehtipaperia lwc:tä. Metsä-Botnian Joutsenon sellutehtaan ja kuumahierretehtaan yhdistelmä on nykytilanteessa kummajainen. Ennen vahvan Äänekosken sellutehtaan kohtaloksi voi koitua sen sijainti keskellä Suomea. Stora Enson Varkauden tehtaan varmat päivät voivat olla ohi. Aika näyttää, pelastaa-ko Sanomien satelliittipainon läheisyys kuitenkin sen. Toinen oljenkorsi voi olla VTT:n ja Stora Enson biopoltoainekokeilu.

Suomen metsäala on nyt monien mahdollisten tulevaisuuspolkujen haarautumispisteessä. Häyrynen ym. (2007) katsoivat, että metsäsektorin tulevaisuuden mahdollisuuksia on mielekästä haarukoida erityisesti lähtien siitä, millaiseksi yleismaailmallinen henkinen ilmapiiri muodostuu. He pohjustivat metsäsektorin skenaarioita laatimalla apuskenaarioita kansainvälisestä taloudesta, politiikasta, ympäristöpolitiikasta, energiakehityksestä, teknologiasta sekä kulttuurien vaikutuksesta

Ensimmäisen, eräänlaisen yllätyksettömän kehityksen skenaarion nimi lainattiin Benjamin Barberilta (Segers 2004). Hän kuvasi *McWorld*-termillä avoimen globalismin ihanteellista ja särötöntä kehitystä, missä mahdolliset epäkohdat korjaa kaiken läpituokeva ”näkömätön käsi”. Paljolti tämän suuntainen on se kehitys, jota ETLA:n tutkijat Petri Rouvinen, Pentti Vartia ja Pekka Ylä-Anttila (2007) hahmottelevat kirjassaan *Seuraavat sata vuotta*.

Taavi Siuko on ollut Brasiliassa vuonna 2005 käynnistyneen Stora Enson puoliksi omistaman Veracellin sellutehtaan pääsuunnittelija. Siukon (2007) esittämä tulevaisuuden visio kuvaa hyvin *McWorldin* mukaista ajattelutapaa:

- Yksilön eli ihmisen vapaus kasvaa yli rajojen ja valtioiden valta hiipuu.
- Lähestymme todellista kansanvaltaa, jota tarkastelun näkökulmasta riippuen kutsutaan myös markkinavoimien vallaksi.
- Me ihmiset, me olemme markkina ja se mitä tahdomme markkinavoima, joka kaataa rajat, monopolit ja kartellit.
- Käytännön tasolla saamme päivä päivältä vapaammin ostaa ja myydä mitä ja missä haluamme. Se koskee kaikkea, tavaroita, palveluja ja myös työtä.
- Köyhäkin pääsee töihin ja missä työmarkkinakartelli vielä on voimissaan, sieltä sarjatuotannon työpaikat siirtyvät köyhän luo (esim. Kiina).
- Vapautuva kilpailu laskee hintoja.

Häyrynen ym. (2007) toteavat *McWorld*- skenaarion olevan lähimpänä nykyistä toimintaympäristöä ja ajattelutapaa. He ovat kuitenkin sitä mieltä, ettei sen mukainen toiminta ole hyväksi Suomen metsäsektorille eikä varsinkaan sen toiminnalle Suomessa. Skenaariossa markkinat kasvavat lähes pelkästään muualla kuin Suomen metsäsektorin perinteisillä markkinoilla ja näillä markkinoilla olevalla tuotannolla olisi selvä kustannusetu puolellaan. Niinpä metsäsektorilla ei olisi Suomessa mainittavaa varaa kasvuun ja kehitykseen. Poikkeuksena tästä voisivat olla uudet tuotteet, mutta niiden nousulle merkittäväksi liiketoiminnaksi *McWorld* ei tarjoaisi merkittäviä kannustimia politiikan, suurten pitkäjänteisten t&k-panosten tai kysynnän avulla.

Metsäsektorin heikot näkymät Suomessa yhdistettynä muihin Häyrysen ym. (2007) *McWorldiin* liittämiin piirteisiin - tuottovaatimuksen korostumiseen, ulkomaisen omistuksen kasvuun ja muiden alojen nopeampaan kasvuun - murentaisivat myös useita Suomen metsäsektorin yhteiskunnallis-institutionaalisia menestystekijöitä: korkeaa investointiastetta ja pitkäjänteistä investointipolitiikkaa, yhteiskunnan suurta panosta alan kehittämisessä, eri tahojen välistä yhteistyötä sekä alan hyväksyttävyyttä ja vetovoimaisuutta.

Skenaariossa suomalainen yhteiskunta alkaa irtautua metsäsektorista osittain sen uusiutumiskyvyttömyyden, osittain metsäteollisuusyritysten olemattoman yhteiskuntavastuun ja voittojen epätasaisen jakautumisen vuoksi. Merkkejä tällaisesta vastuuttomuudesta ja irtautumisesta on ollut jo nähtävissä Kemijärven sellutehtaan lopettamisessa. Julkinen tuki painottuu skenaariorissa enemmän muille aloille ja merkittävä osa metsäsektorin tuotantokapasiteetista Suomesta joutuu alan ulkopuolisten toimijoiden omistamaksi ja ehkä pilkkomaksi kehitettäviin, myytäviin ja lopetettaviin osiin. Suomen toiminta taantuu, vaikka ulkomailla kuten Kiinassa ja Intiassa menestyttäisiinkin.

Toisen skenaarion nimeksi Häyrynen ym. (2007) antoivat *Zapatista*. Se viittaa meksikolaisten chia-pas-intiaanien sosiaaliseen liikkeeseen, mikä pyrkii sissitoiminnallaan lisäämään kaaosta valtaapitävien horjuttamiseksi ja parantamaan maattomien asemaa Meksikossa. Zapatista-termillä haluttiin tässä työssä kuvata globalisaatioon liittyvää yllätyksellisyyttä sekä sissitoiminnan tavoin vaikeasti ennakoitavia ajallisia ja paikallisia muutoksia, joita globalisaatioon liittyy. Aidon sosiaalisen vastuullisuuden lisäksi zapatistamaiseen toimintaan kuuluu paikoitellen voimakas ”tarkoitus pyhittää keinot” -ideologia, mikä voi joskus syödä toiminnan alkuperäisiä tavoitteita.

Zapatista -skenaariossa McWorld –skenaarion ”näkymättömän käden” markkinat joutuvat häiriötilaan. Yksimielisyyttä ja luottamusta Zapatistassa ei olisi sen enempää maailman valtioiden kuin muidenkaan tahojen kesken, vaan eri intressiryhmät yrittäisivät sekä politiikassa että taloudessa edistää omia tavoitteitaan tilannekohtaisten liittoumien ja tekijöiden avulla. Osa liittoumista voisi olla luonteeltaan pysyvämpiäkin blokkeja voimavaroiltaan vahvojen valtioiden ympärillä. Kaupan ja talouden avoimuuteen pyrittäisiin, jos sitä kautta voidaan turvata taloudellisia ja strategisia intressejä, mutta samoilla perusteilla avoimuutta voitaisiin myös rajoittaa. Voittoja mutta myös poliittisia ja taloudellisia riskejä olisi tarjolla.

Metsäsektori olisi skenaariossa maailmanlaajuisesti kasvuala, joka paikoin voisi yltää suuriin tuottoihin ja paikoin voisi puolestaan joutua aggressiivisten sijoittajien tai kansallisen politiikan pelinappulaksi. Heikkotuottoisten metsäyhtiöiden pilkkomista esiintyisi aivan kuten McWorldissakin. Zapatistassa metsäsektorin kasvun myötä kuidun ja energian kysyntä kasvaisi ja sen myötä niiden strateginen merkitys lisääntyisi. Tämä saattaisi tasoittaa kustannuseroja lännen ja muun maailman tuotannon välillä. Yhdessä kasvavien riskien kanssa tämä voisi hidastaa ja muuttaa metsäsektorin kansainvälistymiskehitystä, joka ehkä nykyistä selvemmin välttäisi korkean riskin kohteita ja painottuisi sen sijaan tiettyihin korkeiden tuotto-odotusten ja siedettävän riskitason maihin, kuten Venäjälle.

Venäjän merkitys sekä markkina- että toiminta- alueena olisi Suomen metsäsektorin kannalta paljon suurempi kuin 2000-luvun alussa. Muuten Zapatista olisi Suomessa toimivan metsäsektorin kannalta hankala skenaario ennen kaikkea sen vuoksi, että pitkäjänteinen toiminta ja sektorin kehittäminen olisi siinä erittäin vaikeaa. Monille Suomen metsäsektorin nykyisille menestystekijöille Zapatistan lyhytjänteisyys ja ristiriitaisuus olisivat haittatekijöitä. Tämä koskisi ennen kaikkea institutionaalisia ja kulttuurisia menestystekijöitä, kuten henkilöstön ja yhteiskunnan sitoutumista alaan.

Metsäsektori haluaisi Zapatistassa julkisen vallan mukaan riskejä jakamaan ja uusia mahdollisuuksia kehittämään, mutta riskien suuruuden ja epävarmojen vaikutusten ja yhteistyösuhteiden vuoksi ei olisi selvää, että yhteistyö metsäsektorin kehittämiseksi toimisi kovin hyvin. Julkisen tuen ja metsäsektorin hyväksyttävyyden suuruus saattaisi vaihdella alan toimintatavan ja tilanteen mukaisesti: lyhytjänteinen toiminta ja yllättävät takaiskut vähentäisivät sitä, suuret voitot ja siedettävä toiminta ylläpitäisivät sitä.

Suurien kansainvälisten riskien vuoksi Suomen vakaus kääntyisi Suomessa toimivan metsäteollisuuden vahvuudeksi. Sen sijaan maailman epävakaille alueille tehtyistä investoinneista kirjattaisiin tappioita.

Kolmannelle metsäsektorin skenaariolle Häyrynen ym. (2007) antoivat nimeksi *kotipesä*. Sen teema on kansallinen ja muunkin tyyppinen suojautuminen globaaleilta vaikutuksilta konfliktien ja muiden kiusallisten kohtaamisten välttämiseksi. Elämän myönteiset piirteet löytyvät läheltä. Skenaarion luonteen mukaisesti tärkeintä on hoitaa omaa pesäänsä ja antaa muiden hoitaa omat asiansa.

Kotipesä voisi toteutua nostalgisena vastareaktionä niille konflikteille ja tunnelmille, joita voi syntyä McWorldin ja Zapatistan tiettyjen kehityskulkujen seurauksena. Jos maailmassa on runsaasti vastakkainasettelua, epäluuloisuutta, kasaantuvia ongelmia ja sodankäyntiä, kotipesä-tyyppinen rajojen osittainen sulkeminen ja kansainvälisen yhteistyön rajaaminen vain luotettavien tahojen kanssa tehtäväksi on Häyrynen ym. (2007) mukaan mahdollinen kehityssuunta.

Kotipesään liittyisi kansainvälisen vaihdannan ja yhteistyön selvä supistuminen ja monien maiden kääntymisen sisäänpäin. Kansainvälistä taloutta Kotipesä ei lopettaisi, mutta taloudessa pääpaino olisi ikään kuin samanmielisten kesken oman maan ja talousalueen kehityksessä. Kasvu olisi vähäistä, ja etenkin uusien alojen kehitys kärsisi kansainvälisten markkinoiden ja kansainvälisen yhteistyön vähäisyydestä.

Suomessa toimivalle metsäsektorille Kotipesä tarkoittaisi monien kansainvälistymiseen liittyvien mahdollisuuksien mutta myös niihin liittyvien kilpailu-uhkien ja riskien vähentymistä. Varsinkin kaukomarkkinoille tähtäävä vientituotanto luultavasti supistuisi ja kansainvälistymiskehitys pysähtyisi, mutta lähialueiden ja kotimaisen kysynnän kasvu saattaisi kompensoida näitä menetyksiä. Muiden vientialojen supistuessa metsäsektori voisi mahdollisesti taas nousta keskeisimmäksi talouden alaksi Suomessa. Tämän myötä julkisia voimavaroja alan kehittämiseksi lisättäisiin ja alan kehittäminen tapahtuisi muutenkin nykytilanteeseen nähden selvästi kansallisemmalla pohjalta. Metsäteollisuuden omistus palautuisi selvästi kotimaisemmaksi, minkä myötä tuottovaatimus ehkä kohotuullistuisi ja vaikuttaisi vähemmän alan toimintatapaan.

Voi kuitenkin epäillä, onko paluuta lintukotoon enää olemassa ilman todella syvällisesti maailmantaloutta järkyttäviä tapahtumia. Suurten luonnonkatastrofien voisi ennakoida vievän kehitystä pikemminkin kohti Häyrynen ym. (2007) neljättä skenaariota. Sen he nimesivät *maailmanparlamentiksi*. Skenaario korostaa globalisaation poliittista luonnetta. Ihmisarvo toteutuu osallistuttaessa päätöksentekoon. Maailmanparlamentissa talouden avautumisen rinnalla vahvistuvat maailmanlaajuinen sopimuksellisuus, kansainvälinen tasa-arvo ja kestävä kehitystä tukevat normit.

Häyrynen ym. (2007) mukaan Maailmanparlamenttiin johtaa selkeämpi tie kuin muihin skenaarioihin. Tie sinne voi syntyä muidenkin tekijöiden myötävaikutuksella, mutta suuri ja kansainvälisen yhteisön selkeästi tunnustama tarve sääntelyyn ihmiskunnalle tärkeiden pyrkimysten edistämiseksi on Maailmanparlamentin tärkein edellytys. Skenaarion toteutuminen on siis kiinni siitä, kuinka suuriksi maailman yhteiset ongelmat nähdään ja uskotaanko sitovan kansainvälisen sääntelyn olevan välttämätöntä ja toimivaa vai ei. Maailmanparlamentti ei toteudu, jos ongelmat nähdään sittenkin pieninä tai senlaatuina, ettei niiden ratkaisemiseen ole yhteisiä keinoja tai riittävästi yhteisiä intressejä.

Pyrkimykset ylläpitää vakautta maailmantaloudessa ja hillitä aseellisia konflikteja, köyhyys ja ympäristöongelmat ovat toki jonkin verran lisänneet kansainvälistä sääntelyä. Tästä on kuitenkin vielä pitkä matka asetelmaan, jossa talous monessa suhteessa toimisi muiden tavoitteiden ehdoilla. Ilmastonmuutoksen seurausten dramatisoituminen, taloudellisen globalisaation kiihdyttämät ”resurssisodat”, ympäristöongelmat ja kasvavat sosiaaliset erot saattavat kuitenkin vähitellen luoda maaperän globaalille sääntelylle suurimpien ongelmien vähentämiseksi ja tasavertaisemman kehityksen mahdollistamiseksi.

Maailmanparlamentin selkeä tunnusmerkki on sääntelyn kasvu etenkin kansainvälisellä tasolla. Nurinaa ja pyrkimyksiä kiertää liialliseksi tai vääräksi koettua sääntelyä esiintyisi varmasti, mutta suurin osa ihmisistä ja valtioista hyväksyisi kuitenkin sääntelyn ja katsoisi sen tarpeelliseksi ongelmien

hillitsemisen ja resurssien säästämisen vuoksi. Sääntely ja muut Maailmanparlamentissa esiintyvät keinot kestävyuden edistämiseksi nostaisivat varmasti kustannuksia monilla elämäntavoilla, mikä synnyttäisi vastarintaa. Toisaalta säästöjäkin voisi kertyä ja julkinen valta saattaisi vaihteeksi vahvistaa otettaan ja määrittää kiinteitä hintoja sekä tasata eroja.

Suomen metsäsektorille Maailmanparlamentti voisi Häyrynen ym. (2007):n mukaan tarkoittaa suuria vientimahdollisuuksia, mikäli suunnan vaihto pitkäikäisiin, kestävyyttä edistäviin tuotteisiin ja tuotantotapoihin onnistuisi ja kansainväliset markkinat pysyisivät auki eikä globaali talous pahasti notkahtaisi kestävyystavoittelun vuoksi. Paperi ja muu ”lyhytkiertoinen”, raaka-aineintensiivinen tuotanto sen sijaan heikkenisi Maailmanparlamentissa enemmän kuin muissa skenaarioissa. Osa tällaista tuotantoa harjoittavista yrityksistä saattaisi protestoida sääntelyä vastaan ja pyrkiä löytämään jostakin maailmankolkasta ”sääntelyvapaata” toimintaympäristöä itselleen. Uusien tuotteiden kannalta Maailmanparlamentti saattaisi sen sijaan olla varsin edistysellinen skenaario, koska siinä esiintyisi pitkäjänteisyyttä ja alhaisemman tuottovaatimuksen sietämistä muita skenaarioita enemmän.

Suomen metsäsektorin useimpien menestystekijöiden näkökulmasta Maailmanparlamentti olisi Häyrynen ym. (2007): n mukaan hieman yllättäen paras skenaario. Jos pyrkimykset keskittyä vain volyymituotantoon vähenevät ja kestävyuden tavoittelu muodostuu metsäsektorin toimijoiden päämääräksi, metsäsektorille tyypillinen sopimuksellinen, suureen luottamukseen ja yhteistyöhön perustuva toimintatapa voi jälleen vahvistua. Julkiset panostukset metsäsektorille luultavasti kasvaisivat. Kyseessä on Suomelle ja maailmalle keskeinen sektori. Insinööreillä riittäisi varmasti kehitettävää, ja liiketoimintaosaamista tarvittaisiin Maailmanparlamentin vaativissa, sopimusten ja rajoitusten hallitsemisissa oloissa.

12. Johtopäätöksiä ja ehdotuksia jatkotyön kohteiksi

Tästä raportista hahmotettava tulevaisuuskuva hahmotuu jonnekin Häyrysen ym. (2007) McWorld- ja Maailmanparlamentti- skenaarioiden välimaastoon. Mahdollisia konfliktin aiheita on käsitelty vain ohimennen. Maailmantaloudessa on kuitenkin tekijöitä, jotka voivat johtaa lisääntyviin konflikteihin ja näin kehityksen häiriintymiseen esimerkiksi Zapatista –skenaariota luonnostelemalla tavalla. Yhdysvaltojen talouden ja sitä kautta maailman talouden merkittävä taantuma tuskin vielä riittää nykysuuntauksen selvään muutokseen. Sen sijaan Kiinan ajautuminen kaaokseen vakavien sisäisten konfliktien vuoksi voisi olla shokki, jolla olisi pysyviä vaikutuksia. Millainen vaikutus olisi esimerkiksi sillä, jos Kiinan työväestö alkaisi laajassa mitassa järjestäytyä hallituksesta riippumattomiin ammattiliittoihin?

Esiselvitysraportin aineiston, tulevaisuusvaliokunnan syksyllä 2007 kuulemien asiantuntijoiden sekä hankkeen ohjausryhmässä käytyjen keskustelujen pohjalta yksi teema näyttää nousevan yli muiden: maan ja vesistöjen käyttö erilaiseen biotuotantoon maailmanlaajuisesti ja sen vaikutukset Suomeen.

Erityisen havahduttavaa tältä kannalta on ollut tulevaisuusvaliokunnan kuuleman asiantuntijan Taavi Siukon välittämät hätkähdyttävät tiedot Brasilian potentiaalisista tuotantomahdollisuuksista (Siuko 2007). Elleivät yhteiskunnallis-poliittiset puitteet sekä niihin liittyvät taloudelliset intressit ja osaamisvajheet olisi esteenä, Brasiliassa olisi ilmeisesti resurssiensa puolesta edellytykset toimia sekä maailman ruoka-aittana että sen ohella keskeisimpänä kuidun ja bioenergian tuottajana maailmassa.

Brasilian pinta-ala on 852 miljoonaa hehtaaria eli se on kooltaan suunnilleen yhtä suuri kuin Yhdysvallat, Saksa ja Espanja yhteensä. Ilman että lainkaan tarvitsee ottaa lisämaata sademetsistä, viljelysmaata on Brasiliassa käytössä 375 miljoonaa hehtaaria. Luonnonolosuhteet tämän maan käyttöön ovat varsin hyvät lämpötilan ja veden saannin puolesta. Tästä maasta kuitenkin vain noin 65 miljoonaa hehtaaria on tehokkaassa tai melko tehokkaassa käytössä joko viljelymaana (58 Mha) tai viljeltynä metsänä (7 Mha). Muu maa on tehottomasti käytettynä pääasiassa karjan laitumena (190 Mha) tai kitukasvuisena metsänä (80 Mha). Asiantuntija Siukon mukaan erityisesti karjankasvattajien yhteiskunnallisesti hallitseva asema on estänyt maan tehokasta käyttöä.

Siukon mukaan se yleinen käsitys, että sademetsästä aikoinaan raivattu viljelysmaa on menetetty eroosion ja muun maan köyhtymisen tuloksena, on virheellinen. Eucalyptuksen ja sokeriruo'on viljelyn onnistuminen todistaa siitä, että viljelyn onnistuminen on täysin mahdollista käyttämällä ravinteita maan ohutta pintakerrosta syvemältä. Kun tähän yhdistetään uuden biotekniikan mahdollisuudet, edellytykset radikaalisti tehostuvaan tuotantoon ovat olemassa. Brasilia on yksi maailman edelläkävijöitä kasvigeenitekniiikan soveltamisessa, mikä ainakin periaatteessa antaa sille vielä erityisen vahvuuden biotuotannossa. Tosin tämä voi kääntyä myös ongelmaksi, mikäli tuotteiden ostajat boikotoivat tällaista tuotantoa.

Brasilia ei ole ainoa tropiikin maa, jonka hyviä edellytyksiä biotuotantoon ei ole käytetty läheskään täydessä mitassa. Kaakkois-Aasiassa ja Afrikassa lienee samanlaisia tuotannon tehostamisen edellytyksiä. Tosin siellä on myös mahdollisuuksia toimimalla harkitsemattomasti edistää vakavalla tavalla ilmastonmuutosta. Maan käytön haasteellisuus ei koske vain tropiikin aluetta, vaikka muilla alueilla metsien väheneminen on saatu paremmin hallintaan (Kauppi 2007).

Ehdotamme, että varsinaisen arvioinnin kohteeksi otetaan maankäyttö erityisesti tropiikin alueella mutta myös muilla alueilla, joilla ovat olemassa edellytykset biotuotannon olennaiseen tehostamiseen ottaen huomioon uusien biotekniikoiden tarjoamat mahdollisuudet. Kasvihuonekaasutaseeseen vaikutuksen ohella selvittämisen kohteena voisivat olla kuitujen ja ravinnon tuotanto. Arvioinnin perusteella voidaan tarkastella Suomen metsäsektorin tulevia mahdollisuuksia ja uhkia. Paino voisi olla kuitenkin enemmän avautuvissa mahdollisuuksissa kuin uhkissa. Metsään (tai biomassaan) perustuvassa tuotannossa Suomella on periaatteessa kolme mahdollista tapaa hyötyä, joita voitaisiin tutkia (von Weymarn 2007):

1. Maankäyttö Suomessa → jalostus Suomessa → markkinat globaalit
2. Biomassan tuonti → jalostus Suomessa → markkinat globaalit
3. Biomassajalostukseen liittyvä teknologian ja laitteiden vienti

Liite

Miten biopolttoaineita valmistetaan tulevaisuudessa?

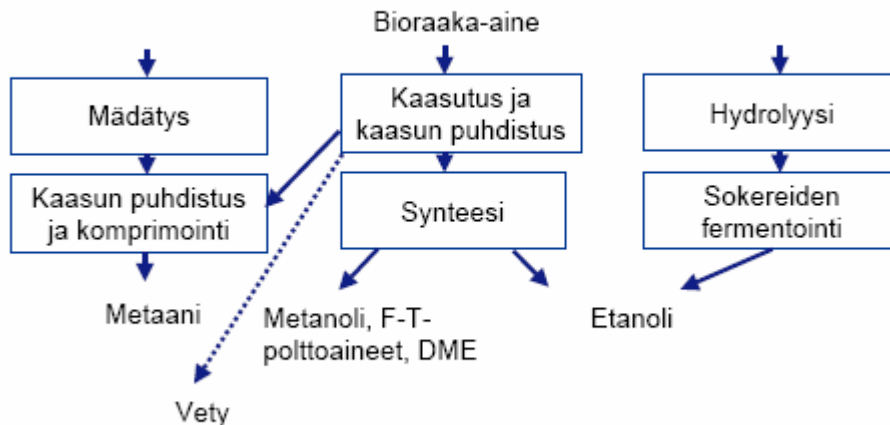
Edellä todettiin, että bioraaka-aineista valmistetaan nykyisin kaupallisesti kasviöljypohjaista biodieseliä, etanolia sekä biokaasuja. Kehitys- ja tutkimusvaiheessa ovat metanolin ja synteettisten polttoaineiden kuten ns. Fischer–Tropsch -polttoaineiden valmistus biomassasta sekä etanolin valmistus lignoselluloosapohjaisesta biomassasta (olki, puu). Lisäksi on ollut esillä muita vaihtoehtoja, kuten mäntyöljypohjaiset tuotteet (mäntyöljyn esterit) ja biokomponentit, jotka jalostettaisiin pyrolyysitekniikalla tuotetusta bioöljystä. Puun pyrolyysiöljy soveltuu kiinteistöjen lämmitykseen ja mahdollisesti myös liikenteen polttoaineiden tuotantoon.

Kuvassa A esitetään liikenteen biopolttoaineiden uusien tuotantotekniikoiden perusvaihtoehdot (Mäkinen ym. 2005). Alkoholit (metanoli ja etanoli) voidaan jalostaa edelleen eettereiksi (esim. MTBE ja ETBE), joita käytetään yleisesti polttoaineiden lisäaineina ns. oksygenaatteina. Eettereiden tuotanto on jo kaupallista tekniikkaa.

Etanolin valmistus sokeri- ja tärkkelyspitoisista raaka-aineista on jo kaupallista tekniikkaa. Puusta on mahdollista valmistaa etanolia vapauttamalla ensin selluloosan ja hemiselluloosan sokerit kemiallisesti tai bioteknisesti hydrolyysin avulla. Puun ligniinin vuoksi hydrolyysi on kuitenkin hankalampaa kuin tärkkelyspitoisen raaka-aineen. Lisäksi laboratorioasteella on kehitteillä synteetikaasun fermentointiin perustuvia prosesseja mm. Yhdysvalloissa ja Suomessa. Etanolin valmistusta puusta tutkitaan lähinnä Yhdysvalloissa, Ruotsissa ja Kanadassa. Useitakin demonstrointihankkeita on suunnitteilla, mutta mitään vaihtoehtoisista tekniikoista ei ole vielä kokonaisuudessaan demonstroitu laboratorion ulkopuolella puupohjaisille polttoaineille.

Laimeahappohydrolyysiin perustuva prosessi on lähimpänä teollisen mittakaavan toteutusta. Ruotsissa on keväällä 2004 käynnistynyt pieni koetehdas, jossa tuotetaan 400- 500 litraa etanolia vuorokaudessa puuraaka-aineista (Örnsköldvik, Ruotsi). Jotta laajamittainen tuotanto voisi olla tulevaisuudessa mahdollista, kehityspanosten uusiin tekniikoihin tulisi olla huomattavia ainakin 20 -100 M€demonstrointilaitosinvestointi mukaan lukien.

Kaupalliset: biodiesel (RME) ja viljaetanoli



Kuva A. Kehitteillä olevat tekniikat liikenteen biopolttoaineiden tuottamiseksi.

Suomen kannalta lupaavin noin viiden vuoden päästä avautuva mahdollisuus on ns. synteetikaasu-reitti. Tässä prosessissa biomassasta valmistetaan ensin lämmön avulla synteetikaasua ja edelleen synteetikaasusta polttonesteitä, esimerkiksi metanolia tai ns. Fischer-Tropsch -polttoaineita. Kaasutuksen tuotekaasu pitää puhdistaa epäpuhtauksista eri kaasunpuhdistusmenetelmillä ja edelleen muuntaa synteetiproessin vaatimusten mukaiseksi kaasuksi.

Vaatimukset täyttävää kaasua voidaan valmistaa erilaisista biomassoista. Vastaava prosessi toteutettiin jo 1980-luvulla Oulussa Kemira Oyj:n laitoksella, jossa tuotettiin turpeesta ammoniakkia (Mäkinen ym. 2005). Laitoksen kapasiteetti oli 80 000 tonnia NH₃/v. Etelä-Afrikassa sijaitsevilla Sasolin laitoksilla valmistetaan kaupallisesti kivihiilestä polttonesteitä kaasutuksen kautta Fischer-Tropsch -tekniikalla. Maakaasusta tuotetaan synteettisiä polttoaineita kaupallisesti Shellin laitoksella Malesiassa. Biomassan käyttöönotto synteetikaasupohjaisten prosessien raaka-aineena vaatii kuitenkin vielä kehitystyötä. Tutkimus- ja kehitystyöllä haetaan korkeahyötysuhteisia ja kustannustehokkaita prosessiratkaisuja.

EU:n rahoituksella käynnistyi vuoden 2004 alussa Volkswagen Ag:n vetämä 20 M€n kehityshanke, jossa kehitetään erityisesti synteetikaasupohjaisia liikenteen biopolttonesteiden tuotantoprosesseja. Fischer-Tropsch -dieselin tuotantokustannuksien tavoitearvona on Keski-Euroopassa paikallisesta raaka-aineesta 0,70 €/ekvivalenttinen öljylitra. Suomessa panostetaan synteetikaasun valmistusprosessin kehittämiseen VTT:n vetämässä Ultra clean gas -hankkeessa.

Synteetikaasupohjaisen tekniikan on arvioitu voivan kaupallistua ensimmäisissä demonstrointilaitoksissa vuoteen 2010 mennessä, jos tutkimus- ja kehitystyöhön panostetaan riittävästi. Ensimmäiset kaupalliset koelaitokset voisivat olla tuotannossa Euroopassa 10 000 - 60 000 toe/v kokoluokassa arviolta vuosina 2008 - 2010. Raaka-aineiden kulutus olisi tällöin prosessista riippuen 20 000 - 150 000 toe/v. Laajamittainen biopolttonestetuotanto voisi olla mahdollista vuosina 2015 - 2025. Koska puun ligniiniä ei voida käyttää polttonesteiden tuotantoon, kiintoisa mahdollisuus on yhdistää polttonesteiden, sähkön ja lämmön tuotanto samoihin laitoksiin.

Synteetikaasureitin tuottamaa kaasua voidaan täydentää vähäisemmässä määrin muilla kaasuilla. Organisesta materiaalista, esim. jätevesilietteistä tai biojätteistä, voidaan anaerobikäsittelyssä tuottaa biokaasua, joka koostuu lähinnä metaanista ja hiilidioksidista. Kaatopaikoilla muodostuu vas-

taavaa kaasua, ns. kaatopaikkakaasua. Näitä biokaasuja voidaan hyödyntää liikenteen polttoaineena puhdistuksen ja paineistuksen jälkeen.

Synteesikaasusta ja em. orgaanisista kaasuista voidaan myös valmistaa kaasumaista polttoainetta kaasujoneuvojen polttoaineeksi. Kaasutus tuottaa vetyä ja hiilimonoksidia sisältävää polttokaasua, joka voidaan tarvittaessa edelleen prosessoida metaaniksi. Kyseessä on samankaltainen prosessi kuin nestemäisten polttoaineiden valmistus kaasutuksen kautta.

VTT:n tutkijat päätyivät vuonna 2005 taulukon B varsin varovaiseen arvioon biopolttoaineiden käytöstä vielä vuonna 2020 (Mäkinen ym. 2005). Kasvihuoneilmio on kuitenkin vuoden 2008 alussa tiedostettu paljon vakavammaksi riskiksi kuin vielä vuonna 2005. VTT:n tutkijoiden käyttämä pitkän tähtäimen öljyn hinta-arvio vuodelle 2007 oli vain kolmasosa (28 \$/barreli) vuoden 2007 todellisesta hintatasosta. Myös öljyn hinnan uskotaan nyt yleisesti säilyvän mm. Kiinan ja Intian nopeiden talouskasvujen vuoksi korkeammalla tasolla kuin mitä vuonna 2005 yleisesti uskottiin. Tasoksi ennakoitaan vähintään kaksinkertaista VTT:n käyttämään IEA:n vuoden 2004 ennusteeseen verrattuna.

Taulukko B. Arvio vaihtoehtoisten liikennepolttoaineiden maksimiosuuksista liikenteen polttoaineiden kulutuksesta Suomessa, biopolttoaineet kotimaisista raaka-aineista.

	2005	2010	2020
Biopolttoaineet	0,01 %	3 % - synt. biodiesel 0,5 % - biokaasu 1 % - biopohj. bensiinikomponentit / F-T-diesel 1–1,5 %	5 %
Maakaasu	0,1 %	0,5–1 %	3 %
Vety			< 0,01 %

Maakaasun ja biokaasun osuudet eivät ole yhteenlaskettavissa. Ajoneuvojen määrä rajoittaa.

Keski-Euroopassa on tarkasteltu huomattavasti suurempia biopolttoneiteiden tuotantolaitoksia, joissa raaka-ainekapasiteetti olisi 5 -10-kertainen verrattuna kuvan B tapauksiin. Jos polttoainetta olisi samaan hintaan saatavissa näinkin suurin laitoksiin, VTT:n tutkijoiden mukaan tuotantokustannukset alenisivat merkittävästi (Mäkinen ym. 2005). Tämä mahdollisuus on tullut realistisemmaksi paperin kysynnän kasvun pysähtyttyä kehittyneissä maissa ja sellun tehostuvan tuotannon vuoksi trooppisissa maissa. Ruotsissa on jo tutkittu sellun valmistuksen keskeisen polttoaineen eli mustalipeän käyttöä biopolttoaineiden valmistuksessa.

Koska suomalaiset yritykset valmistavat maailmanmarkkinoille kilpailukykyisiä metsäteollisuuden laitteita, puun korjuukoneita ja voimalaitoksia, on perusteltua uskoa, että myös biopolttoaineiden tuotantoprosessien laitteita voitaisiin valmistaa meillä sekä koti- että ulkomaan markkinoita varten. Esimerkiksi viime vuosikymmenellä Suomesta toimitettiin viljaetanolin tuotantolaitoksia maailman markkinoille.

Eri biopolttoaineiden päästöt ja niiden kustannukset

Arviot liikenteen biopolttoneiteillä saavutettavista kasvihuonekaasupäästöjen vähenemisistä vaihtelevat raaka-aineen ja prosessin sekä laskennassa käytettyjen oletusten mukaan. Tyypillisiä laskentaoletuksia ovat raaka-aineen viljelyssä käytetty energia, raaka-aineiden kuljetuksessa käytetty energia, tuotannon hyötysuhde sekä sivutuotteiden hyödyntämisvaihtoehdot. Biodieselillä on esitetty

saatavan 50-80 %:n päästövähennemä verrattuna fossiiliseen dieselpolttoaineeseen ja vastaavasti viljaetanolla 20-40 %:n päästövähennemä verrattuna bensiiniin. Puupohjaisilla polttoaineilla on mahdollista saada 75-95 %:n päästövähennemä (Helynen ym. 2002).

Tarkasteltaessa erilaisten polttoaineiden vaikutuksia moottorien säännelyihin päästöihin on huomattava, että nykymoottoreissa pakokaasujen jälkikäsittelylaitteistoilla ja moottorin palamisen tarkalla ohjauksella on aivan ratkaiseva asema päästöjen rajoittamisessa. Minkään biopolttoaineen käyttö, metaania lukuun ottamatta, ei voi nykyautoissa tuoda merkittäviä vähennyksiä (yli 10 %) säännelyihin päästöihin. Tämä pätee erityisesti siinä tapauksessa, että biopolttoainetta käytetään polttoaineen seoskomponenttina. Metaanilla (maakaasuna tai biokaasuna) nykytekniikalla säänneltyt päästöt voivat alentua jopa yli 50 % (raskaiden moottorien hiukkas- ja typenoksidipäästöt). Etu realisoituu käytännössä lähinnä vain kaupunki-ilman laadussa taajamakäytössä. Nykytekniikalla biopolttoaineiden etu on mahdollisuudessa vähentää fossiilista CO₂-päästöä. Kattavaa kasvihuonekaasutarkastelua tuotannon ja käytön ketjuista perustuen nykytekniikoihin Suomen olosuhteissa ei ole tehty. Tarkastelu tehdään Tekesin ClimBus-tekniologiaohjelmassa.

Se, kuinka paljon eri liikennepolttoaineissa joudutaan maksamaan päästöjen vähennyksistä, riippuu luonnollisesti vaihtoehtoisten polttoaineiden hinnasta. Kun raakaöljy kallistuu, lisäkustannus biopolttoaineesta vähenee ja samalla sen vähentämän CO₂ :n hinta. Nykyiseen verrattuna epärealistisen alhaisilla öljyn hinnoilla Helynen ym. (2002) päätyivät seuraaviin arvioihin. Hyödyntäen jättepohjaisia raaka-aineita ja onnistuneella integroinnilla liikenteen biopolttoaineille kustannustaso 20-40 €/t CO₂ voisi olla mahdollinen, metsätähdeintegraateissa synteesikaasutekniikalla taso olisi 40-120 €/t CO₂ ja peltopohjaiset olisivat tasolla yli 200 €/t CO₂. Jos bioöljyä valmistettaisiin stationäärikäyttöön (pyrolyysiöljy), olisi mahdollista päästä tasolle 20 €/t CO₂. Nykyisillä öljyn hinnoilla saattaa olla, että edullisimmissa liikenteen biopolttoaineratkaisuissa CO₂ -hyöty olisi saavutettavissa ilman kustannuksia.

Yleistäen voidaan sanoa, että henkilöautojen osalta auton järkevällä valinnalla (koko, moottorityyppi, moottorin koko) voidaan kuitenkin vaikuttaa enemmän hiilidioksidipäästöihin kuin polttoainevalinnoilla. Todennäköisesti vähän polttoainetta kuluttavat ajoneuvot ovat kustannustehokkaampi vaihtoehto liikenteen CO₂-päästöjen alentamisessa kuin biopolttoaineiden laajamittainen käyttöön-otto. Tämä pätee erityisesti seoksina käytettäviin biopolttoaineisiin. Haittapuolena kalustoon vaikuttamisella on kuitenkin se, että autokalusto uudistuu varsin hitaasti, yli kymmenessä vuodessa.

Dieselmoottorin hyötysuhde on selvästi bensiinimoottorin hyötysuhdetta parempi, varsinkin osakuormalla ajettaessa. Tämä näkyy siten, että sekalaisessa ajossa dieselautojen litramääräinen polttoaineen kulutus on 20-30 % pienempi bensiiniautoihin verrattuna (energian kulutuksena laskettuna noin 18 - 27 % pienempi).

Kirjallisuus

- Asikainen, Antti, Ala-Fossi, Antti, Visala, Arto & Pulkkinen, Päivi (2005) Metsäteknologiasektorin visio ja tiekartta vuoteen 2020; Metlan työraportteja 8/2005
- Gädda, Lars (2007) Bioenergian tuotanto Suomessa: mahdollisuus vai uhka teollisuudelle, Metsien käytön tulevaisuus Suomessa -seminaari, Suomenlinna, 19.11.2007
- Helynen, Satu, M. Flyktman, T. Mäkinen, K. Sipilä ja P. Vesterinen (2002) Bioenergian mahdollisuudet kasvihuonekaasujen vähentämisessä, Climech-hanke; VTT tiedotteita 2145, Espoo
- Hetemäki, L. & Nilsson, S. (eds) 2005. Information Technology and the Forest Sector. IUFRO World Series, Vol. 18, August 2005, Vienna,
- Hetemäki, Lauri (2007) Metsäbioenergian näkymät Suomen metsäsektorilla Metsien käytön tulevaisuus Suomessa -seminaari, Suomenlinna, 19.11.2007
- Honkatukia, Juha, R. Hänninen, M. Kallio, ja J. Pohjola (2008). Raakapuun tuonnin vähenemisen vaikutukset metsäsektoriin ja kansantalouteen. Käsikirjoitus.
- Hänninen, Pauli (2007) Metsäklusteri Oy:n merkitys metsäteollisuuden uudistumisessa, Metsäklusterihankkeen julkistustilaisuus 12.4.2007
- Häyrynen, Simo, Jacob Donner-Amnell ja Anssi Niskanen (2007) Globalisaation suunta ja metsäalan vaihtoehdot, Joensuun yliopiston Metsätieteellisen tiedekunnan tiedonantoja 171
- Kauppi, Pekka (2007) Metsien elvyttäminen maailmanlaajuisesti, kuuleminen eduskunnan tulevaisuusvaliokunnassa 9.11.2007
- Kettunen, Jyrki (2007) Tulevaisuuden tuotteet puusta, kuuleminen tulevaisuusvaliokunnassa 30.11.2007
- Kuusi, Osmo (1987) Palvelusta itsepalveluun, Kotien tietorekisteriyhteydet 2010, Taloudellinen suunnittelukeskus, Helsinki
- Metla (2007) Metsäsektorin suhdannekatsaus 2007-2008, Vammala
- Metsäteollisuus (2006) Maailman johtavana metsäklusterina vuoteen 2030, Suomen metsäklusterin tutkimusstrategia, www.metsateollisuus.fi
- Mäkinen, T., K. Sipilä, N-O Nylund (2005) Liikenteen biopolttoaineiden tuotanto- ja käyttömahdollisuudet Suomessa, VTT tiedotteita 2288
- Raivio, Jyrki (2007) Öljykartelli Opec torjui esityksen tuotantonsa kasvattamisesta, HS 6.12.2007
- Rennel, J., Aurel, R., Paulapuro, P. (1984) Future of Paper in the Telematic World. Jaakko Pöyry Oy, Helsinki
- Rouvinen, Petri, Pentti Vartia ja Pekka Ylä-Anttila (2007) Seuraavat sata vuotta, Taloustieto Oy, Helsinki

Savolainen, Ilkka (2007) Metsäalan hillintäpotentiaalin suhteuttaminen muuhun globaaliin ilmastomuutoksen hillintään, Metsien käytön tulevaisuus Suomessa -seminaari, Suomenlinna, 19.11.2007

Seppälä, Risto (2007) Missä metsäsektorimme on nyt, ja minne se on menossa? Metsien käytön tulevaisuus Suomessa -seminaari, Suomenlinna, 19.11.2007

Siuko, Taavi (2007) Alustus eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan Metsä-arviointihankkeen ohjausryhmälle, 18.12.2007

Uusivuori, Jussi (2007) Ilmastopolitiikan vaikutukset Suomen metsäsektorille, Metsien käytön tulevaisuus Suomessa -seminaari, Suomenlinna, 19.11.2007

Vartia, Pentti ja Pekka Ylä-Anttila (2003) Kansantalous 2028, ETLA B204, Helsinki

Von Weymarn, Niklas (2007) Uudet tuotteet biomassasta, kuuleminen tulevaisuusvaliokunnassa 30.11.2007

Metsäklusteri Oy:n osakkaat ja hallituksen jäsenet ovat:

- Stora Enso Oyj: Markku Pentikäinen ja Jukka Kilpeläinen
- UPM-Kymmene Oyj: Pauli Hänninen ja Pekka Hurskainen
- Metsäliitto-konserni, M-real Oyj ja Oy Metsä-Botnia Ab: Mika Joukio, Maarit Herranen
- Myllykoski Oyj: Tapio Ahola
- Metso Oyj: Jouko Yli-Kauppila
- Kemira Oyj: Hannu Toivonen
- Ciba Specialty Chemicals Oy: Hendrik Luttikhedde
- Andritz Oy: Harry Rickman
- Tamfelt Oyj Abp: Seppo Holkko
- VTT: Erkki Leppävuori
- Metsäntutkimuslaitos Metla: Hannu Raitio
- Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Teknillinen korkeakoulu, Åbo Akademi ja Jyväskylän yliopisto: Matti Pursula Teknisestä korkeakoulusta

Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta
Teknologian arviointeja 25

ISBN 978-951-53-3046-8 (nid.)
ISBN 978-951-53-3047-5 (PDF)