

**Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu
Energia- ja ympäristötekniikan osasto**

DIPLOMITYÖ

**PAIKALLISET ELINKEINOT JA ILMASTONMUUTOS
KAAKKOIS-SUOMEN ALUEELLA**

Diplomityön aihe on hyväksytty Lappeenrannan teknillisen korkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan osaston osastoneuvoston kokouksessa 13.3.2002.

Työn tarkastaja: Professori Esa Marttila
Työn ohjaaja: TkT Mika Horttanainen

Lappeenrannassa 2.9.2002

Sami Lappalainen
Korpisuonkatu 14 B 10
53850 Lappeenranta
Puhelin 040 843 2052

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Sami Lappalainen
Nimi: **Paikalliset elinkeinot ja ilmastonmuutos Kaakkois-Suomen alueella**
Osasto: Energia- ja ympäristötekniikan osasto
Vuosi: 2002
Paikka: Lappeenranta

Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu.

122 sivua, 11 kuvaa, 21 taulukkoa, 2 liitettä.

Tarkastaja: Professori Esa Marttila.
Hakusanat: Elinkeinot, liiketoiminta, ilmastonmuutos, kasvihuonekaasut, Kaakkois-Suomi, verkostoituminen, materiaalipörssi, lämpöyrittäjä
Keywords: Business, climate change, greenhouse gases, Southeast Finland, networking, recycling exchange, heating entrepreneur

Kasvihuonekaasujen vähentäminen on lähitulevaisuudessa välttämätöntä ilmastonmuutoksen torjunnassa. Tämä tosiasia tulisi nähdä niin yrityksissä kuin kunnissakin mahdollisuutena, johon liittyvillä toimenpiteillä voitaisiin kehittää myös alueen liiketoimintaa ja elinkeinoelämää. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli löytää Kaakkois-Suomen kannalta tehokkaimmat keinot ja toimintamallit alueen liiketoiminnan edistämiseksi kasvihuonekaasupäästöjä hillitsevään suuntaan. Työssä on käsitelty erityisesti kunnan toimintaan liittyviä vaikutusmahdollisuuksia tavoitteiden saavuttamisessa. Tutkimus on toteutettu osana Suomen Kuntaliitto Ry:n koordinoimaa kuntien ilmastonsuojelukampanjaa. Tutkimus on luonteeltaan kirjallisuuden pohjalta tehty esiselvitys. Työhön sisältyvien esimerkkitapausten osalta on tietoa hankittu myös haastatteleamalla alueen yrityksiä.

Tutkimuksen alkuvaiheessa on kartoitettu Kaakkois-Suomen alueellisia erityispiirteitä ja potentiaaleja. Työssä on arvioitu esimerkiksi uusiutuvien energialähteiden lisäämis-

potentiaalien käyttöönottamisella saavutettavat kasvihuonekaasupäästöjen vähenemät sekä työllisyysvaikutukset Kaakkois-Suomen alueella. Potentiaalien luoman pohjan perusteella on selvitetty mahdollisuuksia kehittää alueen elinkeinorakenteeseen soveltuvaa liiketoimintaa.

Kasvihuonekaasuja vähentävän liiketoiminnan edistämiseksi on selvitetty keinoja sekä olemassa olevien yritysten kilpailukyvyn parantamiseen että uuden liiketoiminnan kehittämiseen liittyen. Näiden tavoitteiden saavuttamisessa nähtiin yritysten verkostoitumisen olevan eräs tärkeä keino, jolla voidaan parantaa mm. alueen lukuisten pienten yritysten mahdollisuuksia suurten kokonaistoimitusten tuottamisessa. Työssä on esitetty kunnan toimintaan soveltuva toimintamalli yritysten verkostoimiseksi. Jätteiden ja sivutuotteiden osalta työssä on esitetty materiaalivirtojen hyötykäyttöön ohjaamiseen erikoistunutta liiketoimintaa niin sanotun materiaalipörssin muodossa. Myös koulutuksen, tutkimuksen ja rahoituksen tarjontaa kasvihuonekaasuja vähentävän liiketoiminnan kehittämisen tueksi on selvitetty Kaakkois-Suomen alueella.

Tutkimuksen sisällössä ovat esimerkitapaukset keskeisessä asemassa. Niiden puitteissa on haastateltu paikallisen alueen yrityksiä ja viranomaisia. Esimerkitapauksissa on selvitetty materiaalipörssin, lämpöyrittäjyyden sekä erään yrityksen verkostoimiseen liittyviä tekijöitä ja keinoja. Haastatteluista ja kirjallisuudesta saatuihin tietoihin perustuen on ehdotettu toimintavaihtoehtoja toiminnan kehittämiseksi.

Tutkimuksen tulosten perusteella on lopuksi esitetty suunnitelma jatkotoimenpiteistä, joilla tuloksia lähdetään viemään käytännön tasolle.

ABSTRACT

Author: Sami Lappalainen
Title: **Local Industries and Climatic Change in Southeast Finland**
Department: Department of Energy and Environmental Technology
Year: 2002
Place: Lappeenranta

Master's thesis. Lappeenranta University of Technology.
122 pages, 11 figures, 21 tables and 2 appendices.

Examiner: Professor Esa Marttila.
Keywords: Business, climate change, greenhouse gases, Southeast Finland, networking, material trading market, heating entrepreneurship

The reduction of greenhouse gases will be necessary in order to control climatic change in the near future. This is a fact that should be seen by companies and corporations as a possibility and which could lead to measures that would allow the development of regional business and industry. The objective of this research was to find the most effective methods and operational models for developing the industry in Southeast Finland in order to reduce greenhouse gas emissions. In particular, this thesis discusses the opportunities, related to municipal activities, for influencing the attainment of the objectives. This work was implemented as part of the climate protection campaign co-ordinated by the Association of Finnish Local and Regional Authorities and is a preliminary research carried out on the basis of literature as well as, in the case of the examples cited, information obtained from interviews of local companies.

The beginning of this research examines the special characteristics and potentials of Southeast Finland. For instance, the research evaluates the reductions in greenhouse gas emissions and employment effects, which could be achieved by tapping the potential for the increase in the use of renewable energy sources in Southeast Finland. On the basis created by these potentials, this study then analyses the possibilities for developing business that would be suited to the region's industrial structure.

In order to develop business that will reduce greenhouse gas emissions, this thesis studied methods for improving the competitiveness of existing companies and for developing new business. Company networking was seen as being a crucial way of achieving these goals and improving the opportunities for the region's many small companies to deliver large projects and total orders. This thesis presents an operational model for company networking, which is suited for municipal activity. As for wastes and by-products, this thesis puts forward a business model for the control of the efficiency of material flows in the form of a so-called material trading market.

In this research, case studies play an essential role in this research, because they form the framework within which local companies and authorities were interviewed. The subjects of the cases are the factors and methods related to the material trading market, heating entrepreneurship and the networking of one company. Based on the information obtained from the interviews and literature, new models of operation for developing current business practices were proposed.

At the end of this study, a plan for further measures for implementing the results at a more practical level is proposed.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö tehtiin Suomen Kuntaliitto Ry:n tilauksesta Lappeenrannan teknillisessä korkeakoulussa Energia- ja ympäristötekniikan osastolla. Työn taustalla on Kuntaliiton käynnistämä Kuntien ilmastonsuojelu kampanja. Tämän tutkimuksen toteuttamiseen Kuntaliitto on saanut rahoitusta Tekesin Teknologia ja ilmastonmuutos –ohjelmasta (CLIMTECH), jossa VTT Prosessit toimii vastuullisena tutkimusyksikkönä.

Diplomityön tarkastajana toimi Lappeenrannan teknillisen korkeakoulun puolesta Prof. Esa Marttila. Häntä haluan kiittää arvokkaista neuvoista ja kannustuksesta. Haastavan diplomityöaiheen ohjauksesta haluan osoittaa parhaimmat kiitokseni TkT Mika Horttanaiselle, jonka ohjeista sain nauttia aina tarvittaessa.

Puolisoani Susannaa sekä vanhempiani kiitän sydämellisesti kaikesta tuesta koko opiskeluni ajalta.

Lappeenrannassa 2.9.2002

Sami Lappalainen

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	7
1.1	TUTKIMUKSEN TAUSTAA	7
1.2	TUTKIMUSONGELMA JA TUTKIMUKSEN TAVOITTEET	8
1.3	ALUEEN ERITYSPIIRTEET	9
2	KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISMAHDOLLISUUKSIA JA POTENTIAALEJA KAAKKOIS-SUOMESSA	12
2.1	UUSIUTUVA ENERGIAN TUOTANTO JA SIIHEN LIITTYVÄT LIKETOIMINNAN KEHITYSMAHDOLLISUUDET KAAKKOIS-SUOMESSA	12
2.1.1	Tuulivoima	13
2.1.2	Mini- ja pienvesivoima	15
2.1.3	Aurinkosähkö ja –lämpö.....	17
2.1.4	Lämpöpumput	20
2.1.5	Bioenergia ja biomassakattilat.....	22
2.2	PIENIMUOTOINEN SÄHKÖN- JA LÄMMÖNTUOTANTO JA SIIHEN LIITTYVÄT LIKETOIMINNAN KEHITYSMAHDOLLISUUDET KAAKKOIS-SUOMESSA.....	31
2.2.1	Kaasu- ja dieselmoottorit.....	32
2.2.2	Mikroturbiinit	33
2.2.3	Stirling- moottorit	34
2.2.4	Polttokennot.....	35
2.2.5	Höyrykoneet ja -turbiinit	37
2.2.6	ORC-prosessi.....	38

2.3	SIVUAINEVIRTOIHIN JA JÄTEHUOLTOON LIITTYVÄN LIIKETOIMINNAN KEHITYSMAHDOLLISUUDET KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN HILLITSEMISEKSI	39
2.3.1	Kierrätyspolttoaineen valmistus	41
2.3.2	Kaatopaikalle menevän jätteen lajittelu kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi	43
2.3.3	Kaatopaikkakaasun talteenotto ja hyödyntäminen.....	44
2.4	YHTEENVETO UUSIUTUVIEN ENERGIANLÄHTEIDEN JA PIENIMUOTOISEN CHP:N OMINAISUUKSISTA JA PAIKALLISHYÖDYISTÄ	48
2.5	ENERGIANTUOTANTOON LIITTYVÄ LAITEVALMISTUSTOIMINTA JA SEN LIIKETOIMINNAN KEHITYSMAHDOLLISUUDET	52
2.5.1	Tuulivoiman laitevalmistustoiminta.....	52
2.5.2	Aurinkoenergian laitevalmistustoiminta	54
2.5.3	Muu laitevalmistus Kaakkois-Suomen alueella	56
2.6	ENERGIANSÄÄSTÖÖN LIITTYVÄN LIIKETOIMINNAN KEHITYSMAHDOLLISUUDET	56
2.6.1	Konsulttitoiminta.....	57
2.6.2	Energiansäästösopimukset ja energiakatselmukset	58
2.6.3	Teollisuusyritysten energiatehokkuuden parannusohjelma Norjassa...	59
3	KEINOJA LIIKETOIMINNAN KILPAILUKYVYN PARANTAMISEKSI JA UUDEN LIIKETOIMINNAN KEHITTÄMISEKSI	61
3.1	KUNTIEN ILMASTONSUOJELUKAMPANJA	61
3.2	YRITYSTEN VERKOSTOITUMINEN	62
3.2.1	Miksi verkostoituminen?	63
3.2.2	Verkostoitumisen merkitys Kaakkois-Suomen kannalta.....	64
3.2.3	Yritysverkostojen edistäminen ja kunnan rooli	65
3.3	Uudet tekniikat.....	66
3.4	Materiaalipörssi	67

3.4.1	Materiaalipörssin vaikutus ilmastonmuutokseen ja liiketoimintaan	68
3.4.2	Jätteiden ja sivutuotteiden välityksen nykytilanne	68
3.5	TEOLLINEN EKOLOGIA	70
3.5.1	Teollisen ekologian suhde yrityksiin ja ilmastonmuutokseen.....	70
4	LIIKETOIMINNAN KASVUEDELLYTYKSIÄ TUKEVAT TOIMINNAT.....	74
4.1	KOULUTUS JA OSAAMINEN	74
4.1.1	Korkeakoulutasoinen koulutus Kaakkois-Suomessa.....	75
4.1.2	Ammattikorkeakoulutasoinen koulutus Kaakkois-Suomessa	77
4.1.3	Muu ammatillinen koulutus	78
4.1.4	Koulutustarpeet.....	78
4.2	TUTKIMUS LTKK:LLA.....	79
4.3	RAHOITUSTOIMINTA.....	82
4.3.1	ESCO.....	82
4.3.2	Public-private partnership	84
4.3.3	Interreg II – Kaakkois-Suomi	86
5	ESIMERKKITAPAUKSIA	87
5.1	MATERIAALIPÖRSSI	87
5.1.1	Materiaalipörssin toimintamalli.....	88
5.1.2	Materiaalipörssin liitännäispalvelut.....	90
5.1.3	Toiminnan laajuus	92
5.1.4	Materiaalipörssiä pyörittävä toimija	93
5.1.5	Kunnan rooli	94
5.2	LÄMPÖYRITTÄJYYS	95
5.2.1	Lämpöyrittäjyyden nykytila ja potentiaali.....	95
5.2.2	Metsäkeskus Kaakkois-Suomen haastattelu.....	97
5.2.3	Suomen Lämpöyhtymä Oy:n haastattelu.....	99

5.2.4	Lämpöyrittäjyys-esimerkkitapauksen tulokset	100
5.2.5	Puupolttoaineen tuotannon taloudellinen tarkastelu lämpöyrittäjyystoiminnassa	101
5.3	VERKOSTOITUMINEN ESIMERKKIYRITYKSEN LIKETOIMINNAN EDISTÄMISEKSI.....	102
5.3.1	Esimerkkiyrityksen toiminta	103
5.3.2	Esimerkkiyrityksen haastattelu.....	103
5.3.3	Potentiaalisten yhteistyökumppanien selvittäminen.....	105
5.3.4	Verkostoitumis -esimerkkitapauksen tulokset.....	105
6	YHTEENVETO	107
7	EHDOTUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI	113

LÄHTEET

LIITTEET

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Lyhenteet:

CHP	Yhdistetty sähkön ja lämmön tuotanto (Combined Heat and Power)
CO ₂ -ekv.	Hiilidioksidiekvivalentti. Kaikkien kasvihuonekaasujen vaikutus on muutettu vastaamaan hiilidioksidin ilmasto-vaikutusta. Laskemisessa käytetään GWP- kertoimia.
CH ₄	Metaanin kemiallinen kaava
EMAS	Vapaaehtoinen ympäristöasioiden hallinta- ja auditointijärjestelmä (Eco-Management and Audit Scheme)
GWP	Gloaalinen lämmityspotentiaali, jonka avulla voidaan verrata kaasun lämmitysvaikutusta hiilidioksidin lämmitysvaikutukseen verrattuna (Global Warming Potential)
htv	Henkilötyövuosi
LCA	Elinkaariarviointi (Life Cycle Assessment, Life Cycle Analysis)
LTKK	Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu
ORC	Orgaanisella kiertoaineella varustettu Rankine prosessi (Organic Rankine Cycle)
PPP	Yhteistyö julkisen ja yksityisen sektorin välillä (Public private partnership)
POR	Raskas polttoöljy
REF	Kierrätyspolttoaine (Recovered Fuel)
toe	ekvivalentti öljytonni
Tähtiyritys	Pkt-yritys, jonka liiketoiminta tai liikeidea muodostaa potentiaalisen kasvualustan yritysverkostolle

Kreikkalaiset:

η	hyötysuhde
---	------------

Alaindeksit:

p sähkö (power)
ekv. ekvivalentti

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen taustaa

Arviot ilmastonmuutoksen mukanaan tuomista haitoista ovat aiheuttaneet huolta tulevaisuuden elinoloistamme. Ilmastonmuutokseen on syynä kasvihuonekaasujen pitoisuuksien lisääntyminen ilmakehässä. Lisääntyvä kasvihuonekaasujen pitoisuus muuttaa ilmakehän säteilyenergiatasapainoa, mikä saa aikaan ilmaston muuttumisen. Ilmastonmuutokseen liittyy vielä monia epävarmuustekijöitä, mutta voimistuessaan sen maailmanlaajuiset kokonaisvaikutukset ovat kielteisiä.

Ilmastonmuutoksen rajoittamiseksi sovittiin joulukuussa 1997 YK:n ilmastosopimukseen liittyvä Kioton pöytäkirja. Kioton pöytäkirjassa teollisuusmaat sitoutuivat vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 5,2 prosenttia vuoden 1990 päästöjen tasosta. Velvoite on täytettävä vuosina 2008 – 2012. Suomelle on EU:n sisäisessä päästöjen vähennystavoitteiden jaossa annettu velvoite rajoittaa päästöt vuoden 1990 tasolle.

Valtioneuvosto hyväksyi 15.3.2001 kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi kansallisen ilmastostrategian ja antoi sen ilmastopoliittisena selontekona eduskunnalle. Ilmastostrategiassa käsitellään pelkästään kotimaisia päästövähennystoimia Kioton tavoitteiden saavuttamiseksi. Käytännön toimijoita, joilla on mahdollisuus vaikuttaa konkreettisin toimenpitein päästöjen vähentämiseen, ovat esimerkiksi kunnat. Tähän tutkimukseen liittyen ilmastostrategiassa todetaan, että kunnat aiheuttavat itse kasvihuonekaasupäästöjä ja vaikuttavat muiden päästöihin, mikä merkitsee myös vastuuta päästövähennystoimenpiteiden toteuttamisessa.

Kuntien rooli päästöjen vähentämisessä nousee esille myös alueellisessa toiminnassa. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä täytyy mahdollisuuksia tarkastella alueellisesti. Jokaisella alueella on tietyt ominaispiirteensä, joista potentiaalit ja rajoitteet päästöjen hallintaan kyseisellä alueella muodostuvat.

1.2 Tutkimusongelma ja tutkimuksen tavoitteet

Kasvihuonekaasujen vähentäminen on lähitulevaisuudessa välttämätöntä ilmastonmuutoksen torjunnassa. Tämä tosiasia tulisi nähdä niin yrityksissä kuin kunnissakin mahdollisuutena, johon liittyvillä toimenpiteillä voitaisiin kehittää myös alueen liiketoimintaa ja elinkeinoelämää. Monia toimintoja on mahdollista muuttaa tietoisesti sellaiseen suuntaan, että päästään samaan tai jopa parempaan tulokseen pienemmin päästöin. Tämä vaatii kuitenkin tietoa nykyisestä tilanteesta ja niistä mahdollisuuksista mitä on käytettävissä. Kun tieto potentiaalisista resursseista ja keinoista on käytettävissä, voidaan toimintaa suunnata strategisilla päätöksillä ja toimintamalleilla edullisempaan suuntaan.

Tässä tutkimuksessa on tarkoitus kartoittaa Kaakkois-Suomen alueellisia potentiaaleja ja erityispiirteitä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi sekä selvittää potentiaaliluo- muja mahdollisuuksia alueen elinkeinorakenteeseen soveltuvan liiketoiminnan kehittämiseksi. Tutkimuksessa ei pyritä maksimaaliseen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen, vaan ennemminkin pyritään löytämään keinoja liiketoiminnan lisäämiseen paikallishyötyjen saavuttamiseksi. Tutkimuksen tavoitteena on löytää Kaakkois-Suomen kannalta tehokkaimmat toimintamallit alueen talouden parantamiseksi, alueen työpaikkojen lisäämiseksi ja kasvihuonekaasupäästöjen hillitsemiseksi.

1.3 Alueen erityyspiirteet

Kaakkois-Suomen alue koostuu Etelä-Karjalan ja Kymenlaakson maakunnista, kuva 1. Tällä alueella sijaitsee yhteensä 27 kuntaa, ja asukkaita alueella on noin 329 000, mikä on 6,3 % koko maan väestöstä. Alueen kokonaispinta-ala on noin 12 800 km².



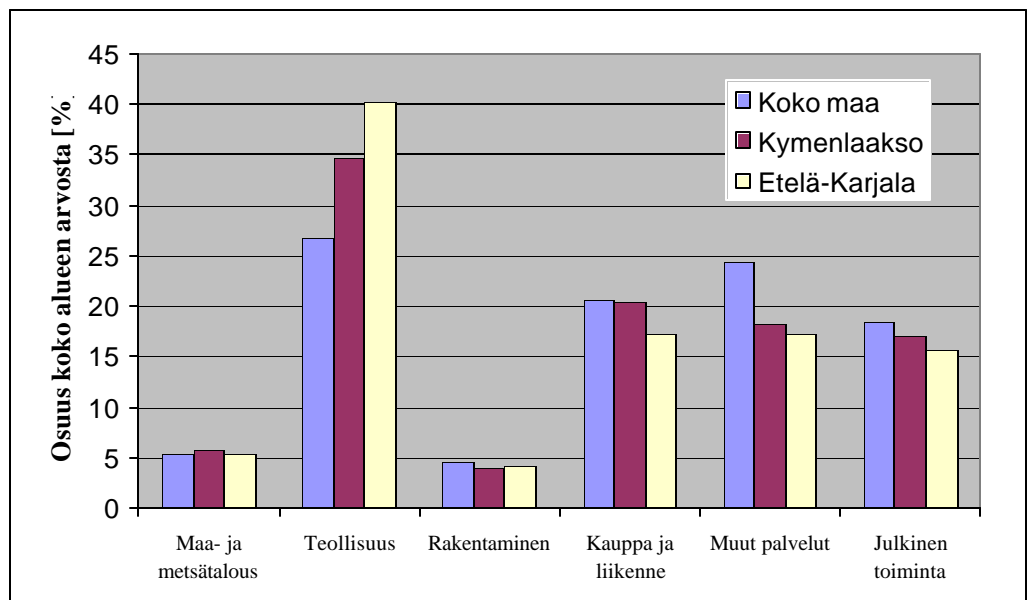
Kuva 1. Kaakkois-Suomen kunnat.

Alueena Kaakkois-Suomea yhdistää suurelta osin voimakas painottuminen metsäteollisuuteen, joka on pääosin suurteollisuutta. Pieniä ja keskisuuria yrityksiä on noin 300. Suuresta metsäteollisuudesta kertoo esimerkiksi se, että vuonna 1999 Kaakkois-Suomen alueella tuotettiin noin 30 % koko maan selluntuotannosta. Kaakkois-Suomessa sijaitsee neljän eri yhtiön paperitehtaita yhteensä 11 kappaletta, kun koko maassa paperitehtaita on yhteensä 32. Kemiallinen metsäteollisuus on keskittynyt Kymenlaaksossa pienelle alueelle Kymijoen varteen ja Etelä-Karjalassa Saimaan ja

Simpelejärven rannalle välille Lappeenranta Simpele. Lisäksi alueen mekaanisen metsäteollisuuden määrä on myös runsasta.

Metsä- ja puutaloudella on keskeinen merkitys alueen elinkeinoelämässä. Metsäteollisuuden bruttoarvo on 70 % koko alueen teollisuustuotannosta. Metsätalous työllistää tällä hetkellä noin 1500 henkeä ja suurmetsäteollisuus hieman alle 16 000 henkeä. Työpaikkojen määrä on kuitenkin laskussa sekä suurteollisuuden että puunkorjuun rationalisoinnista johtuen. (Weckroth 2001)

Metsäteollisuuskeskittymä yhdessä muun perusteellisuuden ja energiantuotannon kanssa näkyy selvästi alueen elinkeinorakenteessa. Kuvassa 2 on tarkasteltu Kaakkois-Suomen alueen elinkeinorakennetta käyttäen vertailtavana suurena bruttokansantuotetta toimilaoittain.



Kuva 2. Bruttokansantuote tuotannontekijähintaan toimialoittain, 1997 (Tilastokeskus 2000).

Energiantuotannon kannalta huomattavana piirteenä Kaakkois-Suomessa on maakaasuverkon laajuus. Maakaasuputki kulkee koko Kaakkois-Suomen läpi 15 kunnan kautta. Maakaasun suurimmat käyttökohteet ovat kaukolämmön ja sähkön yhdistetty tuotanto (41,2 %), teollisuuden yhdistetty tuotanto (32 %) ja muu teollisuuden käyttö (16,4 %). Suoraan kiinteistöjen ja kasvihuoneiden lämmitykseen käytetään vain 1,8 % kokonaiskäytöstä. Ilmastonmuutoksen kannalta maakaasu on muihin fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna parempi vaihtoehto, mutta toisaalta myös voimakas kilpailija biopolttoaineille.

Kaakkois-Suomen sijainti Venäjän rajan läheisyydessä vaikuttaa osaltaan alueen erityispiirteisiin. Varsinkin 1990-luvun lopulla raja-asemien kautta alueelle kohdistuva liikenne on kasvanut suuresti. Alueen liikennettä kasvattaa sekä vientiin suuntautunut suurteollisuuden tavaraliikenne että runsas turismi. Rajan läheisyydestä johtuen alueelle on kehittynyt myös vahva Venäjä -osaaminen niin kaupan kuin muidenkin alojen osalta. Kaakkois-Suomen ja Venäjän väliset lähialueyhteistyöhankkeet vahvistavat osaamista ja luovat liiketoimintamahdollisuuksia paikalliselle teollisuudelle ja kaupalle.

2 KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISMAHDOLLISUUKSIA JA POTENTIAALEJA KAAKKOIS-SUOMESSA

2.1 Uusiutuva energiantuotanto ja siihen liittyvät liiketoiminnan kehittymismahdollisuudet Kaakkois-Suomessa

Energiantuotannon monipuolinen rakenne ja merkittävä osuus kasvihuonekaasupäästöjen tuottajana tarjoaa runsaasti mahdollisuuksia kasvihuonekaasupäästöjä vähentävän liiketoiminnan harjoittamiseksi. Energiantuotannon käytönaikaiset kasvihuonepäästöt voidaan ajatella aiheutuvan kokonaisuudessaan fossiilisten polttoaineiden käytöstä, sillä biopolttoaineet katsotaan uusiutuviksi energianlähteiksi, eikä niistä syntyviä hiilidioksidipäästöjä tarvitse YK:n ilmastopöimöksen ja Kioton protokollan perusteella raportoida. Uusiutuvista energianlähteistä useimmat perustuvat jonkin muun energianlähteen kuin polttoaineen hyödyntämiseen. Näiden tuotantomuotojen käytönaikaiset kasvihuonekaasupäästöt samoin kuin muutkin päästöt ilmaan voidaan katsoa olemattomiksi. Ilmaston kannalta onkin edullista kehittää liiketoimintaa fossiilisten polttoaineiden tarvetta vähentävään suuntaan. Liiketoiminnan kehittämisen kannalta tämä tarkoittaa energiantuotannossa sekä toimintaa uusiutuvien energialähteiden hyödyntämisen lisäämiseksi että toimintaa energiantuotanto- ja jakelujärjestelmän tehokkuuden parantamiseksi, esimerkiksi yhteistuotantoa lisäämällä.

Tässä luvussa on selvitetty uusiutuviin energiantuotantomuotoihin liittyviä mahdollisuuksia alle 10 MW kokoluokassa. Tarkasteltavia asioita ovat muun muassa tuotannon tekninen lisäämispotentiaali Kaakkois-Suomen alueella ja sen aikaan saama CO₂-ekv. vähennyspotentiaali sekä kustannukset ja työllistävyysvaikutukset.

2.1.1 Tuulivoima

Suomessa oli vuonna 2001 yhteensä 64 sähköverkkoon liitettyä tuulivoimalaitosta. Näiden laitosten kapasiteetti oli yhteensä 39 MW. Suomen tuulivoimasta 4,8 MW sijaitsee Lapin tuntureilla ja loput 34,2 MW rannikolla ja Ahvenanmaalla. Kaakkois-Suomen alueella sijaitsee ainoastaan kaksi tuulivoimalaa Kotkan rannikolla (2 x 1 MW). (VTT Energia 2001)

Lyhyellä tähtämellä Suomen tuulivoiman lisäämismahdollisuudet sijoittuvat Lapin tuntureille, rannikolle, saaristoon ja merelle. Kaakkois-Suomen kannalta potentiaalisia alueita ovat siis Suomenlahden rannikkoalueet.

VTT:n NEMO -tutkimusohjelmassa on selvitetty tuulienergian tuotantomahdollisuuksia etelärannikolla. Tutkimuksen mukaan mantereen rantaviivan Kaakkois-Suomen osuudella ei ollut edullisia kohteita. Kotkan saaristossa todettiin olevan potentiaalista aluetta noin 6 km². Yhden megawatin laitoksia tänne voitaisiin rakentaa arviolta 10 – 15 kappaletta. Maankäytön todettiin etelärannikolla olevan voimakkaasti tuulivoimaa rajoittava tekijä. (Peltola 1989)

Tuulivoiman edistämiseksi voisivat kunnat helpottaa tuulivoiman lisärakentamista maankäyttöön liittyvillä vaikutusmahdollisuuksillaan.

Pidemmällä aikavälillä myös sisämaa olisi tuulivoimalle potentiaalista aluetta. VTT:n tutkimuksen mukaan sisämaassa tuulivoima ei ole taloudellista 50 m korkeuteen saakka, mutta nykyisten yli megawatin kokoisten voimaloiden tornin korkeus on jo 60 – 70 m. On siis mahdollista, että esimerkiksi 80 – 100 m korkeilla torneilla voitaisiin saa-

uttaa riittävät tuuliolosuhteet myös sisämaassa. Näin korkealta ei toistaiseksi ole tuulimittauksia, joten sisämaan tuulienergiapotentiaali on vielä selvittämättä. (Helynen et al. 1999)

Ympäristön kannalta tuulivoiman etuna on sen päästöttömyys. Tuulivoima vähentää kasvihuonekaasupäästöjä korvaamalla fossiilisilla polttoaineilla tuotettua energiaa. Valmistamiseen käytetyn energian tuulivoimalaitos tuottaa takaisin 3 – 6 kuukauden aikana tuuliolosuhteista riippuen. Laskettaessa valmistuksesta aiheutuvat päästöt koko elinkaaren ajalle tulee tuulivoiman kokonaiskasvihuonepäästökseksi 8 g_{CO2}/kWh (Turkulainen 1998).

Tuulivoimalla saavutettava päästövähennys riippuu siitä, mitä energiantuotantomuotoa sillä korvataan. Sähköä tuotetaan laitosten käyttökustannusten mukaisessa järjestyksessä. Kun lisätään tuulivoiman määrää, vähenee se osa tuotantoa, jonka käyttökustannukset ovat sillä hetkellä suurimmat eli yleensä vanhin hiililauhdelaitos, jonka päästöt ovat 800 – 900 g_{CO2}/kWh. Sähkön tuotantojärjestelmää on simuloitu tuulivoiman päästövähennyksen selvittämiseksi. Tulosten mukaan tällä hetkellä tuulivoiman päästövähennys on noin 700 g_{CO2}/kWh, mutta tulevaisuudessa se tulee putoamaan noin 300 g_{CO2}/kWh, sillä hiililauhde tulee korvautumaan hiljalleen muun muassa kaasuvoimalla. (Holtinen & Peltola 2002)

Hyödyntämällä Kaakkois-Suomessa sijaitsevaa tuulivoimapotentialia rakentamalla Kotkan saaristoon nimellisteholtaan 13 MW tuulivoimaa, voitaisiin saavuttaa CO₂-päästövähennykseksi minimissään 9750 t_{CO2}/a, kun käytetään päästövähennysarvoa 300 g_{CO2}/kWh ja maksimissaan 22750 t_{CO2}/a, kun käytetään päästövähennysarvoa 700 g_{CO2}/kWh (tuulivoiman huipunkäyttöaika 2500 h). Vertailuarvona mainittakoon, että Kotkan kaupungin kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 1997 n. 820 000 t_{CO2-ekv.}/a.

VTT Energiassa tehdyn selvityksen mukaan (Helynen et al. 1999) tuulivoiman suora työllistämisaikutus Suomessa on arvioitu olevan:

- **rakentamiselle**; vuoteen 2010 saakka vuosittain 4 htv vuosittain rakennettua MW:a kohti ja vuodesta 2010 eteenpäin 8 htv/MW
- **käytölle ja kunnossapidolle**; 100 – 200 htv/ vuosittain Suomessa tuotettu TWh
- **komponenttiviennille**; 0,2 htv/ maailmalla asennettu MW.

Näiden työllistävyyslukujen perusteella voidaan laskea, että edellä mainittu 13 MW tuulivoiman lisärakentamisesta aiheutuisi 52 htv työllisyysvaikutus sekä käytöstä ja kunnossapidosta aiheutuisi 3,25 – 6,5 htv/a työllisyysvaikutus.

2.1.2 Mini- ja pienvesivoima

Minivesivoimalla tarkoitetaan teholtaan alle megawatin laitoksia. Tavallisesti minivesivoimalat perustuvat joko säädettävän ja näin myös kalliimman vaaka-akselisen Kaplan-putkiturbiinin käyttöön tai säätämättömän ja halvemmän potkuriturbiinin tai cross-flow-turbiinin käyttöön. Pienvesivoimalla tarkoitetaan teholtaan 1 – 10 MW laitoksia.

Kaakkois-Suomen vesistöalueella sijaitsee 8 minivesivoimalaa, joiden yhteenlaskettu nimellisteho on 3,6 MW sekä 5 pienvesivoimalaa, joiden yhteenlaskettu nimellisteho on 21,4 MW.

Suomen minivesivoimapotentiaali on keskivirtaaman mukaan arvioituna 370 MW. Tästä on rakennettu 42 MW ja rakentamattomasta on suojeltua 54 %, joten rakentamiskelpoiseksi jää noin 151 MW. Kymijoessa on arvioitu olevan rakentamatonta mi-

nivesivoimaa suojelemattomissa koskissa noin 12 MW ja suojelluissa koskissa noin 9 MW. (Oksanen 1992)

Pienvesivoiman suojelematon uudisrakentamispotentiaali on koko maassa koski-inventaarion perusteella ja käyttämällä voimalaitosten rakennusasteena 2,5 (mitoitusvirtaaman suhde keskivirtaamaan) noin 250 MW. Suurin osa pienvesivoimaksi soveltuvista koskista sijaitsee suojelluissa vesistöissä. (Helynen et al. 1999)

Pien- ja minivesivoimalle teknisesti helpoiten rakennettavia kohteita ovat käytöstä poistetut voimalat, olemassa olevat padot ja vanhat myllyt, jolloin voimalan perustamisessa voidaan mahdollisesti hyödyntää aikaisempia rakenteita.

Vaikka pien- ja minivesivoiman lisärakentamiseksi löytyykin potentiaalia, niin käytännössä potentiaalın hyödyntäminen on hyvin vaikeaa. Nykyisin suuntaus on saattaa pienet joet ja kosket alkuperäiseen luonnontilaansa vapauttamalla ne vanhoista patorakennelmista ja palauttamalla koskista poistetut kivet takaisin. Varsinkin uusien patojen rakentaminen kohtaa voimakasta vastustusta veden luonnollisen virtauksen estämiseen liittyvien ympäristövaikutusten takia.

Vesivoimasta syntyy kasvihuonekaasupäästöjä ainoastaan rakennusvaiheen toiminnasta. Rakentamisesta aiheutuvat päästöt jaettuna koko elinkaaren aikana tuotettua energiamäärää kohti ovat pienille voimaloille $2 \text{ g}_{\text{CO}_2}/\text{kWh}$ (Tuhkanen & Pipatti 1999). Hyödyntämällä Kymijoen minivesivoimapotentialia rakentamalla sinne 12 MW vesivoimaa, saavutettaisiin päästövähennykseksi minimissään $11900 \text{ t}_{\text{CO}_2}/\text{a}$, kun korvataan keskimääräistä sähköntuotannon päästöä $250 \text{ g}_{\text{CO}_2}/\text{kWh}$ ja maksimissaan $40800 \text{ t}_{\text{CO}_2}/\text{a}$, kun korvataan hiililauhteella tuotetun sähkön päästöä $800 - 900 \text{ g}_{\text{CO}_2}/\text{kWh}$ (vesivoiman huipunkäyttöaika 4000 h/a). Vertailuarvona käytetään samoin kuin edellä

Kotkan kaupungin kasvihuonekaasupäästöjen lukuarvoa, joka oli vuonna 1997 noin 820 000 t_{CO2-ekv.}/a.

Vesivoiman rakentamisen työllistävyyttä on arvioitu Kemijoki Oy:n vuosien 1998 - 2017 rakennusohjelmassa (Kemijoki Oy 1998). Sen mukaan 364 MW:n ja 0,67 TWh/a:n rakentamiseen tarvittavan 5680 htv. Tästä saadaan laskettua, että työllistävä vaikutus olisi noin 15 htv/MW tai 8 htv/GWh/a. Edellä mainitun 12 MW minivesivoimanpotentiaalin hyödyntäminen työllistäisi siis rakennusvaiheessa 180 htv.

2.1.3 Aurinkosähkö ja –lämpö

Aurinkosähkön pääasiallinen merkitys energiantuotannossa on painottunut syrjäseuduille, jonne ei ole ollut taloudellista vetää sähkölinjaa. Aurinkosähköä tuotetaan Suomessa arviolta noin 1 GWh verran vuodessa. VTT:n mukaan pienmarkkinoiden kasvu on noin 100 kW_p/a (0,06 GWh/a). Aurinkosähkön potentiaalin on arvioitu olevan keskipitkällä tähtäimellä (vuoteen 2025) noin 1 TWh/a lähinnä erikois- ja rakennussovelluksissa. (Helynen et al. 1999)

Tulevaisuudessa rakentaminen tuo uuden mahdollisuuden aurinkosähkön lisäämiseen. Aurinkoenergiamoduuleja voidaan integroida rakennusten pintarakenteisiin. Näin voidaan jopa korvata perinteiset pintarakenteet kokonaan moduuleilla esimerkiksi katto-, julkisivu- ja seinäarakenteissa.

Jos oletetaan Kaakkois-Suomen osuudeksi edellä mainitusta koko Suomen keskipitkän tähtäimen potentiaalista 5 %, merkitsisi se noin 50 GWh/a energiaa.

Aurinkoenergialla tuotetun energian päästövähennyspotentiaalin arvioiminen on hankalaa. Itse aurinkopaneeli ei tuota päästöjä lainkaan, mutta laskettaessa sen valmistuksesta aiheutuvat päästöt koko elinkaaren ajalle, hiilidioksidia syntyy noin $40 \text{ g}_{\text{CO}_2}/\text{kWh}$ (Helynen et al. 1999). Päästövähennys riippuu siitä mitä energiaa aurinkosähkö korvaa. Jos tuotetulla energialla korvataan sähköä, jonka keskimääräinen päästö on $250 \text{ g}_{\text{CO}_2}/\text{kWh}$, päästövähennys on $210 \text{ g}_{\text{CO}_2}/\text{kWh}$. Hiililauhteella tuotettua sähköä (päästö $800 - 900 \text{ g}_{\text{CO}_2}/\text{kWh}$) korvattaessa päästövähennykseksi tulee n. $800 \text{ g}_{\text{CO}_2}/\text{kWh}$. Jos taas ajatellaan tilannetta sähköverkon ulkopuolella ja korvataan agregaatilla tuotettua sähköä (hyötysuhde $\sim 20\%$, kevytpolttoöljy: $264 \text{ g}_{\text{CO}_2}/\text{kWh}$), päästövähennys on noin $1280 \text{ g}_{\text{CO}_2}/\text{kWh}$. On myös mahdollista ettei aurinkosähköllä korvata muuta energiaa, vaan se on vaihtoehto sähköttömyydelle, jolloin päästöjä syntyy lisää $40 \text{ g}_{\text{CO}_2}/\text{kWh}$.

Kaakkois-Suomen keskipitkän tähtäimen 50 GWh/a aurinkosähkötuotannolla, pelkästään sähköä korvattaessa, voitaisiin saavuttaa CO_2 -päästövähennykseksi minimissään $10500 \text{ t}_{\text{CO}_2}/\text{a}$ keskimääräistä sähköntuotantoa korvattaessa ja maksimissaan $40000 \text{ t}_{\text{CO}_2}/\text{a}$ hiililauhdesähköä korvattaessa. Vertailuarvo: Kotkan kaupungin kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 1997 noin $820\,000 \text{ t}_{\text{CO}_2\text{-ekv.}/\text{a}}$.

Aurinkosähkön työllistävä vaikutus syntyy uusien järjestelmien suunnittelusta ja rakentamisesta. Tuotannon aikaista työvoimaa ei käytännössä tarvita. VTT:n arvion mukaan aurinkosähkön lisääminen synnyttää yhden tuotantotyöpaikan $10 \text{ kW}_p/\text{a}$ kohti ja yhden suunnittelutyöpaikan $50 \text{ kW}_p/\text{a}$ kohti (Helynen et al. 1999). Jos aurinkosähkön lisääminen toteutuu edellä kuvattujen mahdollisuuksien mukaan, voisi aurinkosähkö työllistää vuonna 2025 Kaakkois-Suomen alueella noin 100 – 200 henkilöä.

Aurinkolämpöä on hyödynnetty Suomessa lähinnä rakennusten lämpimän käyttöveden tuottamisessa ja kylmäilmakuivureiden esilämmitysjärjestelmissä. Tähän mennessä asennetuilla aurinkokeräimillä tuotetaan lämpöä noin 4 GWh vuodessa. Suomen kes-

kipitkän tähtäimen aurinkolämpöpotentiaali vuoteen 2025 liikkuu muutamassa terawattitunnissa. Taulukossa 1 on esitetty potentiaalisia ratkaisuja aurinkolämmön lisäämiseksi. Kolmen viimeisimmän rivin potentiaalit on arvioitu ylipitkälle aikavälille vuoteen 2050 saakka ja ne edustavat mahdollisuuksien ylärajaa. (Solpros 2001 a)

Taulukko 1. Aurinkolämmön tekninen potentiaali Suomessa (Solpros 2001 a).

Markkinasegmentti	Keräinala	Energia
Erikoiskohteet (uimalat, urheiluhallit, leirintäalueet, pikaruokaketjut, yms.)	50 000 m ²	20 GWh
Julkiset rakennukset (20 % kunnista, a' 500 m ²)	40 000 m ²	20 GWh
Aurinkolämpö öljylämmityksen täydentäjänä (10 % uusittavista vanhoista öljykattiloista)	90 000 m ²	30 GWh
Pientalojen lämmin käyttövesi	1 500 000m ²	0,6 TWh
POR:n korvaaminen kesäaikana	280 000 m ²	0,1 TWh
Biomassan kuivatus	5 000 000 m ²	2 – 3 TWh
Kesäajan alue- ja kaukolämpö	5 000 000 m ²	2 – 3 TWh
Aurinkolämmön kausivarastointi	10 000 000 m ²	4 – 5 TWh

Olettamalla Kaakkois-Suomen osuudeksi koko Suomen potentiaalista 5%, olisi keskipitkän tähtäimen aurinkolämpöpotentiaali Kaakkois-Suomessa noin 0,1 TWh/a.

Aurinkolämmöllä aikaansaatava suora kasvihuonekaasupäästövähennys on Solpros:in (Solpros 2001 a) tutkimuksen mukaan parhaimmillaan 300 – 455 g_{CO2}/kWh. Tämän perusteella voidaan laskea aurinkolämmöllä saavutettavaksi päästövähennyspotentiaaliksi Kaakkois-Suomessa 30000 – 45500 t_{CO2}/a.

Aurinkolämmön työllistävä vaikutus syntyy, kuten aurinkosähkölläkin, uusien järjestelmien suunnittelusta ja rakentamisesta. VTT:n arvion mukaan aurinkolämmön lisää-

minen synnyttää yhden tuotantotyöpaikan rakennettua 500 m²/a keräilypintaa kohti ja yhden suunnittelutyöpaikan 1000 m²/a keräilypintaa kohti (Helynen et al. 1999). Jos aurinkolämmön lisääminen toteutuu edellä kuvattujen mahdollisuuksien mukaan, voisi aurinkolämpö työllistää vuonna 2025 Kaakkois-Suomen alueella n. 200 – 300 henkilöä.

2.1.4 Lämpöpumput

Lämpöpumppujen kokonaisenergiantuotanto Suomessa vuonna 1996 oli noin 0,026 Mtoe (0,3 TWh) (Helynen et al. 1999). Suomessa lämpöpumppujen käyttökohteita ovat enimmäkseen pientalot. Kaakkois-Suomen alueella erillisiä pientaloja on 75 000. Niistä noin 26 000 on sähkölämmitteisiä, 22 000 öljy-/kaasulämmitteisiä ja loput kauko- tai puulämmitteisiä (Pohjolainen 2002).

Lukumääräisesti suurin potentiaali lämpöpumpuille on suorasähkölämmitteisissä taloissa. Maalämpöpumppu ja poistoilmalämpöpumppu voidaan asentaa vain taloihin, joissa on vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä. Tyypillisen omakotitalon (lämmitettävä ala 130–150 m²) lämmön ja lämpimän käyttöveden tarve on noin 20000 kWh/a (SULPU, 1999). Lämpöpumpulla on taloudellisesti kannattavaa tyydyttää noin 95 % vuotuisesta lämmöntarpeesta, jolloin loput lämmöstä tuotetaan sähköllä. Lämpöpumppu itse kuluttaa sähköä tyypillisesti noin yhden yksikön tuottamaansa kolmea lämpöyksikköä kohden. Lämpöpumppujen kasvihuonekaasuvaikutukset aiheutuvat täten kulutetun sähkön kautta. Taulukossa 2 on esitetty CO₂-päästöt eri lämpöpumpuille ja vertailun vuoksi sähkölle ja öljylle, kun lämmöntarve on 20 000 kWh/a.

Taulukko 2. Tyypillisen omakotitalon lämmitysenergian (20 000 kWh/a) tuotannosta aiheutuvat CO₂-päästöt eri lämmitystavoilla (Tuhkanen et al. 1999).

Lämmitystapa	Ulkopuolisen energian tarve kWh/a	CO ₂ -päästöt t/a
Sähkölämmitys ¹	20000	5,0
Öljylämmitys ²	25000	6,6
Maalämpöpumppu ³	6000	1,7
Ilmalämpöpumppu ³	10000	2,6
Poistoilmalämpöpumppu ³	11000	2,9

- 1) Sähkön päästöt laskettu keskimääräisellä kertoimella 250 g_{CO2}/kWh
- 2) Öljylämmityksessä käytetty hyötysuhdetta 80 % ja päästökerrointa 264 g_{CO2}/kWh
- 3) Lämpöpumpuissa otettu huomioon tarvittava lisäenergia

Jos Kaakkois-Suomen alueen sähkölämmitteisistä pientaloista esimerkiksi puolet, eli noin 13 000 taloa, varustettaisiin lämpöpumpuilla, olisi CO₂-päästövähennys n. 34 000 t/a, kun käytetään lämpöpumpulämmitteistä taloa kohden keskimääräistä päästöarvoa 2,4 t_{CO2}/a. Samaan päästövähennykseen päästäisiin muuntamalla 6900 öljylämmitteistä taloa maalämpöpumpulla lämpiäväksi (päästö 1,7 t_{CO2}/a). Öljylämmitteisten talojen lämmitysjärjestelmä on tavallisesti vesikiertoinen, joten niihin voitaisiin asentaa suoraan maalämpöpumppu. Hiilidioksidipäästöjen vähentämisen kannalta näyttäisikin öljylämmitteisten talojen varustaminen lämpöpumpulla olevan potentiaalinen ratkaisu.

Kaakkois-Suomen alueella lämpöpumpuilla saavutettava CO₂-päästövähennyspotentiaali lasketaan nyt olettamuksella, että puolet sähkö- ja öljylämmitteisistä taloista varustettaisiin lämpöpumpuilla. Tällöin päästövähennyspotentiaalliksi tulee noin 88 000 t_{CO2}/a ja lämpöpumppujen tuottamaksi lämpöenergiaksi 0,48 TWh. Vertailuarvo: Kotkan kaupungin kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 1997 noin 820 000 t_{CO2-ekv}/a.

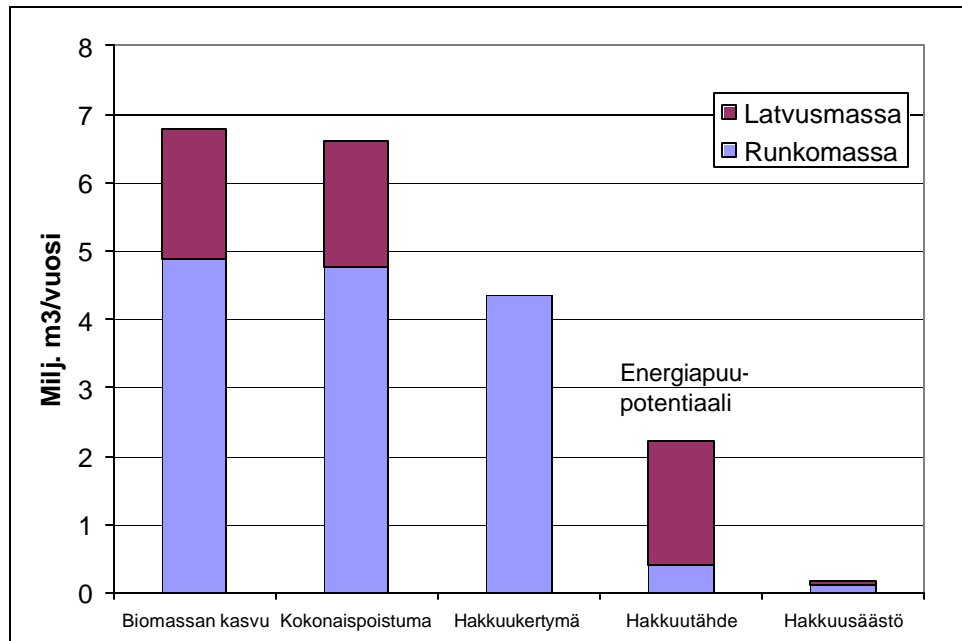
2.1.5 Bioenergia ja biomassakattilat

Bioenergiantuotantoon käytettäviä biomassoja ovat muun muassa energiakasvit, puu sekä yhdyskuntien ja teollisuuden energiantuotantoon soveltuvat jätevirrat ja biokaasut. Tässä kappaleessa käsitellään pääasiassa puuperäisiä polttoaineita. Jätteiden ja biokaasujen mahdollisuuksia energiantuotannossa käsitellään erikseen kappaleessa 2.3. Energiakasveilla ei oleteta olevan merkitystä tämän tutkimuksen kannalta, sillä niistä valmistetun polttoaineen hinta ei ole vielä kilpailukykyinen.

Kaakkois-Suomessa käytettiin puuperäisiä polttoaineita vuonna 2000 ilman pienkäyttöä noin 4,57 TWh (Ylitalo 2001). Seuraavaksi on selvitetty Kaakkois-Suomen puupolttoainepotentiaalia ja puun käytön lisäämismahdollisuuksia sekä niiden merkitystä ilmaston ja työllisyyden kannalta.

2.1.5.1 Puupolttoainepotentiaali ja sen tarjoama hiilidioksidivähennyspotentiaali

Kaakkois-Suomen metsämaan pinta-ala on 784 000 ha. Tällä alueella vuotuinen runkopuun kasvu on noin 4,9 milj.m³, kuva 3. Kun puuston kasvuun huomioidaan myös latvusmassan kasvu, niin alueen metsät tuottavat runkopuuta ja latvusmassaa yhteensä vuosittain noin 6,8 milj.m³ (latvusmassan suhde runkopuumassan n. 38 %). Vuonna 2000 Kaakkois-Suomen alueen metsien vuotuisesta kokonaispoistumasta hyötykäyttöön menevän hakkuukertymän osuus oli noin 4,4 milj.m³. (Metsäntutkimuslaitos 2001). Kokonaispoistumasta hakkuukertymän jälkeen jäljellejäävä osuus on hakkuutähdettä, josta energiapuupotentiaali käytännössä muodostuu. Myös hakkuusäästö katsotaan puupolttoainepotentiaaliksi, mutta pääosa siitä on ainespuuta tai sijaitsee suojeltavissa kohteissa, joten sen merkitys energiareservinä on vähäinen (Laihanen et al. 2001).



Kuva 3. Kaakkois-Suomen puuston biomassan kasvu, poistuma ja hyötykäyttö vuonna 2000.

Kaakkois-Suomen metsiin jää korjattavan runkopuun jälkeen energiapuuta arviolta seuraavasti (Weckroth 2001):

- Harvennishakkuut 930 000 m³/a
- Uudishakkuut 1 340 000 m³/a
- **Yhteensä** **2,27 milj. m³/a.**

Kaikkea hakkuutähdettä ei voi korjata polttoaineeksi teknis-taloudellisten tai ekologisten rajoitteiden takia. Taulukossa 3 on esitelty korjuuta rajoittavia tekijöitä.

Taulukko 3. Puupolttoaineiden korjuuta rajoittavia tekijöitä (Hakkila et al. 1996).

Rajoittava tekijä	Vaikutus
Uudishakkuiden osuus hakkuista	- 25 %
Leimikon vähimmäiskoko	- 20 %
Talteenoton tarkkuus	- 30 %
Neulasten variseminen hakettamista edeltävällä varastoinnilla	- 15 ... 30 %
Ekologisesti herkät kasvupaikat	- 15 ... 20 %

Koko Suomessa hakkuutähdettä jää metsään 29 milj. m³/a. Seuraavassa taulukossa 4 on esitetty Metsätutkimuslaitoksen (METLA) ja VTT:n arviot hakkuutähteen korjuukelpoisesta määrästä koko maassa (Alakangas 2000).

Taulukko 4. Arvioita metsähakkeen korjuukelpoisesta määrästä.

	korjuu	saanto [milj. m ³ /a]	% - hakkuutähteestä
METLA	tuoreena	8,6	30
	kuivana	5,6	19
VTT	tuoreena	3,7	13
	kuivana	2,4	8

Edellisen taulukon saantoprosenttien perusteella Kaakkois-Suomen alueen metsiin jäävästä hakkuutähteestä (2,27 milj. m³/a) voitaisiin käytännössä korjata polttoaineeksi tuoreena noin 13 – 30 % eli 295 000 - 680 000 m³/a (6,2 – 14,4 TWh) ja kuivana noin 8 – 19 % eli 181 000 – 431 000 m³/a (3,8 – 9,1 TWh).

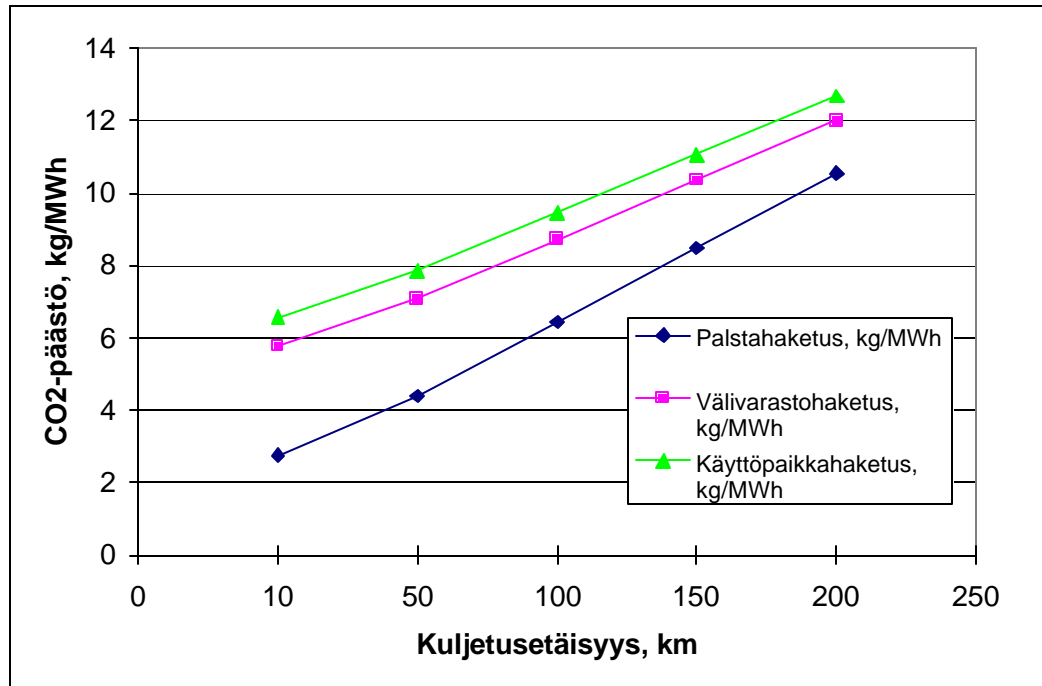
Kasvihuonevaikutus:

Seuraavassa taulukossa 5 on esitelty eri polttoaineiden tuotannon ja käytön aiheuttamat välittömät hiilidioksidipäästöt ilman tuotantokoneiden ja –rakennusten valmista-

misen aiheuttamia välillisiä hiilidioksidivaikutuksia (Laihanen et al. 2001). Hakkuutahteesta valmistetun puupolttoaineen hiilidioksidipäästö riippuu voimakkaasti kuljetusetäisyydestä, kuten kuvasta 4 selviää.

Taulukko 5. Eri polttoaineiden tuotannon ja käytön aiheuttamat välittömät hiilidioksidipäästöt (Laihanen et al. 2001).

	Tuotanto [gCO ₂ /MJ]	Käyttö [gCO ₂ /MJ]	Yhteensä [gCO ₂ /MJ]
Jyrsinturve, 80 km	1,1	104,9	106,0
Kivihiili	1,9	92,7	94,6
Maakaasu	7,6	55,8	63,4
Kevyt polttoöljy	6,8	73,4	80,2
Raskas polttoöljy	7,2	76,6	83,8
Puu, palstahaketus, 100 km	2,1	0,0	2,1
Puu, välivarastohaketus, 100 km	2,0	0,0	2,0
Puu, käyttöpaikkahaketus, 100 km	1,4	0,0	1,4



Kuva 4. Hakkuutähteistä tuotetun puupolttoaineen tuotantoketjun aiheuttamat hiilidioksidipäästöt kuljetusetäisyydestä riippuen (Laihanen et al. 2001).

Jos hakkuutähdettä hyödynnettäisiin energiantuotannossa edellä arvioitu (kts. taulukon 4 jälkeinen kappale) maksimaalinen käytännössä mahdollinen määrä, n. 4 – 14 TWh, olisi hiilidioksidipäästövähennys eri polttoaineita korvattaessa taulukon 6 mukainen. Suuri vaihteluväli aiheutuu hakkuutähteen korjuutapojen erilaisista saannoista. Arvio on laskettu käyttämällä puulle välivarastohaketusta ja 100 km kuljetusmatkaa.

Vertailuarvo: Kotkan kaupungin kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 1997 noin 820 000 t_{CO2-ekv.}/a.

Taulukko 6. Kaakkois-Suomen alueen metsähakepotentiaalilla maksimissaan saavutettava hiilidioksidivähennyspotentiaali korvattaessa seuraavia polttoaineita.

Korvattava polttoaine	CO ₂ -vähennys [milj. t/a]
Jyrsinturve (kuljetus 80 km)	1,5-5,2
Kivihiili	1,3-4,7
Maakaasu	0,9-3,1
Kevyt polttoöljy	1,1-3,9
Raskas polttoöljy	1,2-4,2

Metsätaloudellinen hyöty ja työllistävyys:

Nuorten metsien hoidon yhteydessä tapahtuvasta energiapuun keruusta koituu metsänomistajalle välitöntä hyötyä metsän hoitokustannusten pienenemisenä ja puuston nopeampana järeytymisenä sekä arvokasvuna. Taulukossa 7 on esitetty laskelma metsänhoitokustannusten suuruudesta ilman energiapuun keruuta ja energiapuun keruun kanssa. Kun energiapuu kerätään talteen metsänhoidon yhteydessä, jää metsänomistaja omilleen metsänhoitokustannuksissa.

Taulukko 7. Energiapuun talteenoton taloudellinen hyöty (Puhakka et al. 2001)

TAPAUS I - Energiapuulle ei ostajaa		TAPAUS - II Energiapuu ”lämpölaitokselle”	
Kaato maahan	- 2000 mk/ha	Hakkuu	-2000 mk/ha
Työnjohto	- 300 mk/ha	Työnjohto	-500 mk/ha
Perkausavustus	<u>+ 1300 mk/ha</u>	Perkausavustus	+1300 mk/ha
	- 1000 mk/ha	Metsäkuljetus	- 1200 mk/ha
		Energiapuuavustus	+1200 mk/ha
		Energiapuun tienvarsi-	
		hintaa (30 mk/m ³)	<u>+ 1200 mk/ha</u>
			0 mk/ha

Biopolttoaineiden käytön luomista työpaikoista syntyy suurin osa polttoaineiden tuotannosta ja kuljetuksista. Työtä tulee tarjolle lähinnä metsäkoneen- ja autonkuljettajille. Polttoaineen tuotannon työllistävyys riippuu polttoaineiden hankintakohteesta, käytetyistä hankintamenetelmistä ja kaluston sekä tuotetun hakkeen ominaisuuksista.

Metsän hoidon yhteydessä tapahtuva energiapuun keruun työllisyysvaikutuksia on tutkittu Mikkelin seudun PUUHA –projektin (Puuhakkeen käyttö energiantuotannossa) yhteydessä. Sen mukaan metsähakkeen hankinta työllistää yhteensä arviolta yhden henkilötyövuoden/3200 MWh (≈ 320 htv/TWh).

Kauppa ja teollisuusministeriön tutkimuksessa on saatu taulukon 8 mukaisia tuloksia eri polttoaineiden hankinnan työllisyysvaikutuksille.

Taulukko 8. Polttoaineiden tuotannon ja kuljetuksen työllisyysvaikutukset, htv/TWh (Mäempää & Männistö 1995).

	Jyrsinturve	Palaturve	Kokopuu- hake	Hakkuu- tähdehake	Raskas polttoöljy
Paikallinen	64	75	179	113	1
Muu koti- maa	56	54	75	54	9
Yhteensä	120	129	254	177	10

Mikäli Kaakkois-Suomen metsiin jäävästä energiapuusta kerättäisiin talteen maksimaalinen määrä eli 4 - 14 TWh, työllistäisi se noin 1000 - 3500 henkeä ympäri vuoden, kun työllisyys arvioidaan kokopuuhakkeen työllistävyyslukua 254 htv/TWh käyttäen.

Eräs keino lisätä puupolttoainepotentiaalin hyödyntämistä on lämpöyrittäjätoiminnan edistäminen. Lämpöyrittäjätoimintaan liittyviä asioita on selvitetty kappaleen 5.2 esimerkitapauksessa.

2.1.5.2 Mahdollisuudet käyttää fossiilisen polttoaineen kattiloita puupolttoaineelle

Lämmön tuotannossa puu on kilpailukykyinen polttoaine raskaaseen polttoöljyyn ja turpeeseen verrattuna. Korvattaessa fossiilisella polttoaineella tuotettua energiaa biopolttoaineilla on yleensä huomattavasti edullisempaa tehdä muutoksia olemassa olevaan kattilaan kuin hankkia kokonaan uusi biopolttoainekattila.

Öljkattiloiden muuttamisen onnistuminen hyödyntämään puupolttoainetta riippuu polttoaineen laadusta. Biopolttoaineet sisältävät öljyyn verrattuna huomattavasti enemmän haihtuvia aineita sekä tuhkaa, mikä vaatii erilaista tulipesäratkaisua kuin öljyä poltettaessa. Tästä johtuen esimerkiksi puuhakkeen hyödyntäminen öljykattilassa on ongelmallista. Eräs vaihtoehto puuhakkeen hyödyntämiseksi on kaasutus, jossa syntyvää kaasua voidaan polttaa öljykattilassa. Sen sijaan kosteudeltaan alhaisempien puupellettien polttaminen onnistuu öljykattilassa vähäisin muutostöin ja –kustannuksin. Muutostöissä joudutaan vaihtamaan öljypoltin pellettipolttimeen, hankkimaan pellettivarasto ja ruuvikuljetin sekä tarvittava automatiikka. Kattilasta saatava teho on noin 60 % öljykattilan mitoitustehosta. (Savon Voima Oyj 2001)

Turvekattilat, jotka perustuvat leijukerrostekniikkaan, voidaan yleensä muuttaa helposti hyödyntämään puuperäisiä polttoaineita. Usein kuitenkin turpeesta voidaan korvata vain osa puupolttoaineilla, lähinnä metsähakkeella.

Öljyyn verrattuna hakepolttoaineiden tuotanto työllistää paikallisesti reilusti yli sata-kertaisesti enemmän ja turpeeseen verrattuna 2 – 3 -kertaisesti enemmän (kts. taulukko 8). Lisäksi kiinteän polttoaineen kattilan käyttö työllistää öljykattilaa enemmän. Korvattaessa nestemäisiä tai kaasumaisia polttoaineita kiinteillä biopolttoaineilla energiantuotannon työpaikat lisääntyvät.

Kaakkois-Suomen alueella olisi mahdollisuuksia korvata fossiilisia polttoaineita puu-polttoaineilla alueen omia resursseja hyödyntäen. Alueelta löytyy pelletin valmistusta ja siihen liittyvää osaamista sekä tuotannon että polttotekniikan osalta. Alueella toimii yrityksiä, jotka toimittavat poltintarvikkeita ja täydellisiä kattiloita pellettien polttoon sekä muille biopolttoaineille. Pellettien saatavuus on kuitenkin rajallista, joten niiden käytön lisäämistä kannattaisi suunnata pieneen kokoluokkaan, kuten kevyen polttoöljyn korvaamiseen kiinteistölämmityksessä. Vastaavasti pellettien tuotantoedellytyksiä tulisi kehittää pellettien tuotantovolyymien lisäämiseksi.

Puuhakkeen käyttöä voisi lisätä olemassa olevissa laitoksissa teknisten käyttörajoitusten puitteissa esimerkiksi raskasta polttoöljyä käyttävissä kaukolämpölaitoksissa ja teollisuuden höyrykeskuksissa.

2.1.5.3 Biopolttoaineen valinta uuteen laitokseen

Polttoaineen valintaan vaikuttavat esimerkiksi seuraavat tekijät: polttoaineen saatavuus, energiayksikölle muodostuva hinta, tuotannon helppous, tuotannon varmuus ja ympäristöasiat. Näiden lisäksi kunnan kannalta paikallisia päätöksiä tehtäessä pyritään yleensä valitsemaan mahdollisimman paljon paikallishyötyjä tuova vaihtoehto. Kuntien toimintaa koskeva hankintalaki määrittää kuitenkin nykyisin pitkälti sitä, millä perusteella esimerkiksi polttoaineen hankinta suoritetaan. Kuntaliitto on ottanut kantaa,

että hankintalain mukaan kunta ei voi energianhankinnassaan kiinnittää huomiota työllisyyskysymyksiin tai veroeurojen pysymiseen alueella. Tämä voi hankaloittaa kotimaisten polttoaineiden käyttöönottoa, koska niitä perustellaan usein muulla kuin puhtaalla rahallisella edullisuudella. Ympäristökysymyksiä, työllistävyttä ja muita paikallista aluetaloutta hyödyttäviä tekijöitä on vaikea nähdä pelkän rahallisen hyödyn kautta.

Kunnan alueella sijaitsevan liiketoiminnan edistämisen kannalta olisi kuitenkin välittömien kokonaiskustannusten lisäksi pyrittävä polttoaineen valinnassa huomioimaan myös muita tekijöitä. Yleensä kunnan kannalta edullinen polttoainevaihtoehto on edullinen myös koko maan kannalta katsottuna. Vaikka välittömät kokonaiskustannukset voivat ollakin esimerkiksi ulkomaisilla polttoaineilla hieman alhaisemmat, saattaa paikallisesti tuotettu polttoaine olla kokonaisuuden kannalta paras ratkaisu. Kotimaiset polttoaineet työllistävät tyypillisesti sekä paikallisella että valtakunnallisella tasolla kymmeniä kertoja tuontipolttoaineita enemmän. Lisäksi kotimaiset polttoaineet ovat turvetta lukuun ottamatta määriteltäviä biopolttoaineiksi.

2.2 Pienimuotoinen sähkön- ja lämmöntuotanto ja siihen liittyvät liiketoiminnan kehitysmahdollisuudet Kaakkois-Suomessa

Pienimuotoisessa energiantuotannossa yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto on (Combined Heat and Power eli CHP) usein monessa suhteessa edullisempi vaihtoehto kuin pelkkä lämmöntuotanto. Yhdistetyllä tuotannolla voidaan ajatella saavutettavan päästöjen vähenemistä etenkin biopolttoaineita käytettäessä, mutta myös fossiilisia polttoaineita poltettaessa, kun verrataan tilannetta pelkkään lämmöntuotantoon samalla polttoaineella. Tuotetulla sähköllä voidaan korvata esimerkiksi suurissa hiililauhdutuslaitoksissa tuotettua sähköä. Pienimuotoista hajautettua energiantuotantoa ei pidä ver-

rata suuren mittakaavan voimalaitoksiin, sillä ne eivät ole usein vaihtoehtoisia ratkaisuja toisilleen.

Tässä tutkimuksessa pienimuotoisen energiantuotannon rajana on 10 MW_p.

Pienimuotoisen CHP:n positiiviset vaikutukset hiilidioksidipäästöjen alentamiseksi johtuvat muun muassa seuraavista seikoista:

- uusiutuvien energialähteiden käytön lisääntyminen
- fossiilisten polttoaineiden korvautuminen biopolttoaineilla
- sähkön ja lämmön erillistuotannon korvautuminen pienimuotoisella CHP:lla.

Monet tekniikoista ovat vasta kaupallistuneet pienessä kokoluokassa eikä niitä ole vielä runsaasti käytössä. Sovelluskohteita on kuitenkin olemassa hyvinkin paljon, joten potentiaali pienen kokoluokan CHP tekniikoiden lisäämiseen on suuri. Seuraavaksi on esitelty lyhyt kuvaus tavallisimmista tekniikoista. Lisäämis-, päästövähennys- ja työllistävyyspotentiaalin arvioiminen paikallisella tasolla on kuitenkin hankalaa eikä niistä ole tässä esitetty arvioita.

2.2.1 Kaasu- ja dieselmoottorit

Moottorivoimalassa sähköä tuotetaan moottoriin kytketyllä generaattorilla ja lämpöä otetaan talteen jäähdytysvedestä sekä pakokaasuista. Moottorivoimalassa voidaan säästää jopa 45 % sähköntuotannon hyötysuhde ja 90 % kokonaishyötysuhde. Moottorivoimalan rakennusaika on lyhyt ja voimalaa voidaan helposti laajentaa hankkimalla useita moduuleja rinnakkain.

Moottorivoimalat voivat olla joko kaasua tai dieselkäyttöisiä sekä kaksoispolttoainemoottoreita, jolloin voidaan käyttää samanaikaisesti sekä kaasua että öljyä. Tavallimmat polttoaineet ovat maakaasu ja dieselöljy, mutta erilaisten biokaasujen ja –öljyjen käyttö on myös mahdollista.

Edullisimpia käyttökohteita moottorivoimaloille ovat suuret kiinteistöt ja pk-teollisuus, joissa sähkön- ja lämmöntarpeiden suhde pysyy mahdollisimman vakiona sekä kohteet, joissa vaaditaan korkeaa rakennusastetta. Parhaimpia sovelluskohteita ovat (Vartiainen et al. 2002):

- hotellit, kylpylät tms.
- sairaalat
- koulurakennukset
- kasvihuoneet
- konepajat, sahat ym. pk-teollisuus
- kauko- ja aluelämpöjärjestelmät.

Taulukkoon 13 sivulle 49 on kerätty yhteen moottorivoimalan sekä muiden pienten kokoluokan CHP-sovellusten ja uusiutuvien energiantuotantomuotojen investointi- ja käyttökustannukset sekä muita tunnuslukuja.

2.2.2 Mikroturbiinit

Mikroturbiinit ovat pieniä, teholtaan 25 – 250 kW kokoisia, kaasuturbiineja. Mikroturbiinien toimintaperiaate on hyvin samanlainen kuin suuremman kokoluokan kaasuturbiineilla. Kaasuvirtaukset ovat kuitenkin radiaalisia toisin kuin suuremmissa kaasuturbiineissa.

Mikroturbiinien sähköntuotannon hyötysuhde jää hieman alle 25 %, mutta otettaessa lämpö talteen CHP-sovelluksissa päästään kokonaishyötysuhteessa välille 75 – 85 %. Polttoaineiksi soveltuvat erilaiset kaasumaiset ja nestemäiset polttoaineet, esimerkiksi biokaasut.

Mikroturbiinit soveltuvat parhaiten kohteisiin, joissa lämpö- ja sähkökuorma pysyvät mahdollisimman tasaisina ja lämpöenergiaa tarvitaan korkeassa lämpötilassa. Sovelluskohteita voisivat olla esim. (Vartiainen et al. 2002):

- prosessiteollisuus: panimot ja elintarviketeollisuus
- hotellit, kylpylät
- kasvihuoneet
- kauko- ja aluelämpöjärjestelmät.

Taulukossa 13 sivulla 49 on esitetty mikroturbiinien investointi- ja käyttökustannukset sekä muita tunnuslukuja.

2.2.3 Stirling-moottorit

Stirling-moottori toimii mäntä/sylinteri periaatteella. Yksinkertaistetusti kuvattuna Stirling-moottorissa on sylinteri, jonka toinen pääty on kuuma ja toinen pääty kylmä. Työkaasua sylinterin sisällä liikutellaan kuumalta puolelta kylmälle ja päinvastoin. Kun kaasu joutuu kuumalle puolelle se laajenee ja samalla työntää mäntää. Kylmällä puolella tapahtuu päinvastainen liike. Stirling-koneessa palotila sijaitsee sylinterin ulkopuolella, joten sille soveltuu melkein mikä tahansa polttoaine. Stirling-koneella saavutetaan teoreettisesti korkein hyötysuhde verrattuna muihin lämpövoimakoneisiin, mutta käytännössä jäädyään noin 25 - 30 prosentin hyötysuhteeseen. Stirling-koneet

ovat ylittäneet kaupallisille markkinoille 0,5 – 25 kW_p kokoluokassa vasta viimeaikoina.

Polttomoottoreihin verrattuna Stirling-moottorissa on hiljaisempi melutaso, pienemmät päästöt ja pidempi huoltoväli (Vartiainen et al. 2002). Pienessä kokoluokassa Stirling-moottori onkin kilpailukykyinen vaihtoehto kaasua ja dieselmoottoreille.

Parhaiten Stirling-moottorit soveltuvat pienkäyttöön, kuten rivi- ja pientalojen sähkön ja lämmönlähteeksi. Sopivimmat kohteet ovat maakaasuverkon piiriin kuuluvat asuinrakennukset. Polttoaineena voidaan käyttää myös biomassoja esimerkiksi maataloilla.

Taulukossa 13 sivulla 49 on esitetty Stirling-moottorin investointi- ja käyttökustannukset, sekä muita tunnuslukuja.

2.2.4 Polttokennot

Polttokennossa muutetaan polttoaineen kemiallinen energia sähköksi sähkökemiallisten reaktioiden avulla. Teknologia perustuu samaan ilmiöön kuin sähköparisto, mutta tässä reaktio jatkuu niin kauan kun polttoainetta ja happea tai ilmaa toimitetaan elektrodille. Polttokennossa olevien elektrodien välille syntyy jännite, joka aiheuttaa virran ulkoiseen virtapiiriin. Polttoaineena käytetään puhdasta vetyä tai polttoainetta, joka on prosessoitu vetyrikkaaseen muotoon. Esimerkiksi maakaasusta tai metanolista saadaan tuotettua polttoaineeksi kelpaavaa vetyä. Vetyä käytettäessä lopputuotteena syntyy energian lisäksi pelkästään vettä.

Polttokennot jaetaan niissä käytetyn elektrolyytin perusteella viiteen eri tyyppiin. Jokaisella näistä on tyyppikohtaiset ominaispiirteensä muun muassa polttoaineen, hapet-

timen, toimintalämpötilan ja rakenteensa suhteen. Tyypistä riippuen polttokennon sähköntuotannon hyötysuhde on välillä 40 – 50 %. Lisäksi kennon tuottama lämpö voidaan ottaa talteen, jolloin kokonaishyötysuhde nousee lähelle 90 %.

Polttokennoille parhaimpia sovelluskohteita voisivat olla (Vartiainen et al. 2002):

- pien-, rivi- ja kerrostalot
- toimistorakennukset
- hotellit, kylpylät tms.
- kasvihuoneet
- prosessiteollisuuden kohteet
- kauko- ja aluelämpö.

Taulukossa 13 sivulla 49 on esitetty polttokennon investointi- ja käyttökustannukset, sekä muita tunnuslukuja.

Asuinrakennuskäyttöön on Suomessa rakennettu pohjoismaiden ensimmäinen polttokennotestilaitteisto. Äetsässä sijaitseva omakotitalo saa tarvitsemansa lämmön ja sähkön omasta polttokennovoimalasta. Polttokenno käyttää polttoaineenaan lähellä sijaitsevan Finnish Cemicalsin kemikaalitehtaalla sivutuotteena syntyvää vetyä. Polttokenno on kytketty talossa olevaan vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Järjestelmä on kytketty myös sähköverkkoon, josta hetkittäisiä sähkön kulutushuippuja voidaan tasapainottaa. Laitteiston kokonaishyötysuhde on 70 – 80 % välillä. Polttokennojärjestelmien yleistyessä polttoaineena asuinrakennussovelluksissa voitaisiin käyttää esimerkiksi maakaasua, joka saataisiin reformoitua vetyrikkaaseen muotoon. (Haukkasalo 2001)

2.2.5 Höyrykoneet ja -turbiinit

Höyrykoneessa höyryn sisältämä lämpöenergia muutetaan mekaaniseksi energiaksi paisuttamalla höyryä höyrykoneen sylintereissä. Sylintereissä paisuva höyry pyörittää mäntien avulla kamppiakselia, joka on kytketty generaattoriin. Höyry tuotetaan erillisessä kattilassa, jossa voidaan käyttää lähes mitä tahansa polttoainetta. Höyryturbiinit ovat syrjäyttäneet höyrykoneet 1900-luvulla paremman hyötysuhteensa takia. Höyrykoneilla on kuitenkin pienessä kokoluokassa turbiineja parempi rakennussuhde. Lisäksi höyrykoneen hyötysuhde pysyy kohtuullisena myös osakuormilla ajettaessa.

Höyryturbiineihin ja -koneisiin perustuvien pienen kokoluokan yhteistuotantovoimailoiden sähköhyötysuhde on tyypillisesti välillä 15 – 35 % ja kokonaishyötysuhde välillä 75 – 85 %. Sekä höyrykoneet että -turbiinit ovat pitkään käytössä olleita tekniikoita, jotka tunnetaan varsinkin suuremmassa kokoluokassa hyvin.

Höyrykoneiden- ja turbiinien parhaita käyttökohteita ovat (Vartiainen et al. 2002):

- sahat, konepajat ym. pk-teollisuus
- kauko- ja aluelämpö

Taulukossa 13 sivulla 49 on esitetty höyrykoneiden ja -turbiinien investointi- ja käyttökustannukset, sekä muita tunnuslukuja.

2.2.6 ORC-prosessi

ORC-prosessia (Organic Rankine Cycle) käytetään sähköntuotannossa hyödyntämällä tavanomaista matalampia lämpötiloja. Toimintaperiaatteeltaan ORC-voimalaitos perustuu Rankine-prosessiin, niin kuin perinteinen vesihöyryprosessikin, mutta orgaanisen kiertoaineen ominaisuuksista riippuen ORC-prosessilla saavutetaan tyydyttävä hyötysuhde selvästi alle 500 °C lämpötiloissa. Matalille lämpötilatasoille soveltuvuutensa ansiosta prosessia voidaan käyttää hyödyntämään alhaisissakin lämpötiloissa vapautuvaa hukkalämpöä 10 - 25 % sähköhyötysuhteella.

ORC-prosessissa orgaaninen kiertoaine paisuu yksivaiheisessa turbiinissa pyörittäen turbiiniin liitettyä generaattoria. ORC-yksikön teho vaihtelee välillä 175 kW_p – 3 MW_p, tyypillisen laitoksen ollessa sähköteholtaan alle 1 MW_p. Taulukossa 13 on esitetty ORC-voimalan investointikustannukset sekä muita tunnuslukuja.

Suomessa on pitkään kehitetty suurnopeustekniikkaan perustuvaa ORC-voimalaa, jonka lisäetuja perinteeseen teknologiaan nähden ovat esimerkiksi hermeettisyys, öljyttömyys ja vähäinen huollon tarve. Etuna on myös modulaarisuus, jolloin haluttu tehotaso voidaan saavuttaa kytkemällä useita moduuleita yhteen.

ORC-voimalaitos on suunniteltu hyödyntämään voimalaitosten ja teollisuuden hukkalämpöä, joten se lisää pääprosessin hyötysuhdetta ja energiatehokkuutta. Jätelämpöä hyödyntävä ORC-voimalaitos ei lisää hiilidioksidipäästöjä eikä muitakaan päästöjä ilmaan, sillä se ei kuluta lainkaan omaa polttoainetta. Käytettäessä lämmönlähteenä biopolttoainetta jäävät hiilidioksidin nettopäästöt edelleen nolliin. (Reunanen et al. 2000)

Taulukossa 13 sivulla 49 on esitetty ORC-prosessin investointi- ja käyttökustannukset, sekä muita tunnuslukuja.

2.3 Sivuainevirtoihin ja jätehuoltoon liittyvän liiketoiminnan kehittymismahdollisuudet kasvihuonekaasupäästöjen hillitsemiseksi

Valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa on vuoteen 2005 mennessä tavoitteena jätteiden määrän vähentäminen 10 % vuoden 1995 tasosta sekä hyötykäyttöasteen nostaminen jätelajikohtaisesti määriteltynä välille 50 – 90 %, taulukko 9. Jätehuollon voimakas suuntaus kaatopaikoille loppusijoitettavan jätteen määrän pienentämiseksi tarjoaa runsaasti mahdollisuuksia liiketoiminnan harjoittamiselle. Jätteen syntyä ja loppusijoitusta vähentävillä toimenpiteillä voidaan usein saavuttaa myös varsin merkittäviä kasvihuonekaasupäästöjen vähenemisiä. Kustannuksiltaan jätehuollon toimenpiteet ovat vähennettyjä päästöjä kohti usein hyvin edullisia, sillä monet toimenpiteet vähentävät samanaikaisesti sekä kaatopaikkojen metaanipäästöjä että energiantuotannosta ja käytöstä aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä.

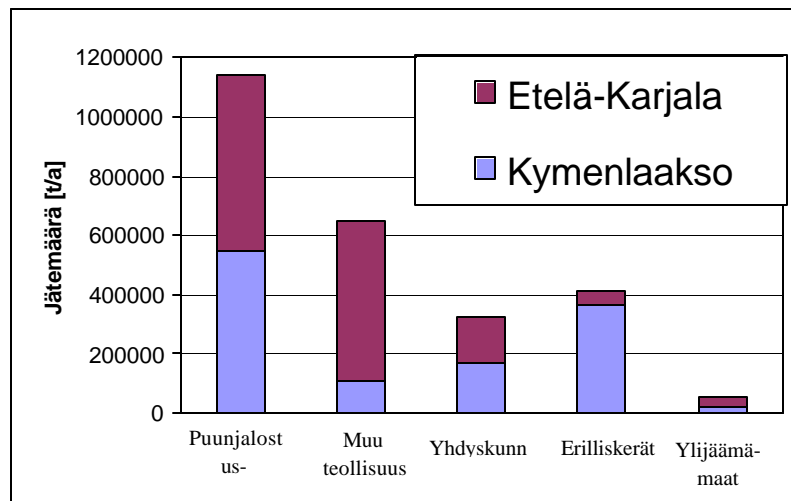
Kaakkois-Suomessa muodostui vuonna 2000 jätteitä noin 2,58 miljoonaa tonnia, mikä on koko Suomen jätteiden määrästä noin 4,7 %. Kokonaiskertymästä 70 % oli peräisin teollisuudesta ja 13 % yhdyskunnista. Loppuosa oli erilliskerättyjä jätteitä, pääosin metalliromua ja ongelmajätteitä. Kaakkois-Suomen puunjalostusteollisuuden runsaus näkyy myös syntyvän jätteen määrässä, kuva 5. Puunjalostusteollisuuden osuus teollisuuden jätteistä oli noin 64 %. (Rantala 2002)

Taulukko 9. Vähimmäistavoitteet jätteiden hyödyntämiselle vuonna 2005.

Jätelaji	Hyödyntämisaste [%]	Hyödyntämistapa
Biojäte	75	Kompostointi tai mädätys ja maanparannus
Paperi- ja pahvijäte	80	Uusioraaka-ainekäyttö ja energiana hyödyntäminen ¹
Muovijäte	70	Uusioraaka-ainekäyttö ja energiana hyödyntäminen ¹
Lasijäte	60	Uusioraaka-ainekäyttö
Metallijäte	90	Uusioraaka-ainekäyttö ²
Elektroniikkaromu	85	Uusioraaka-ainekäyttö ²
Romurenkaat	90	Uusioraaka-ainekäyttö ² ainekäyttö ja energiana hyödyntäminen ¹
Romuautot	90	Uusioraaka-ainekäyttö ²
Pakkausjäte	70	Uusioraaka-ainekäyttö ainekäyttö ja energiana hyödyntäminen
Puhdistamojäte	70	Käyttö riittävästi esikäsittelynä maanparannusaineena

1) energiana hyödyntäminen on toissijainen hyödyntämistapa

2) sisältää myös tuotteiden tai niiden osien uudelleenkäytön



Kuva 5. Kaakkois-Suomen jätekertymät vuonna 2000 maakunnittain (Rantala 2002).

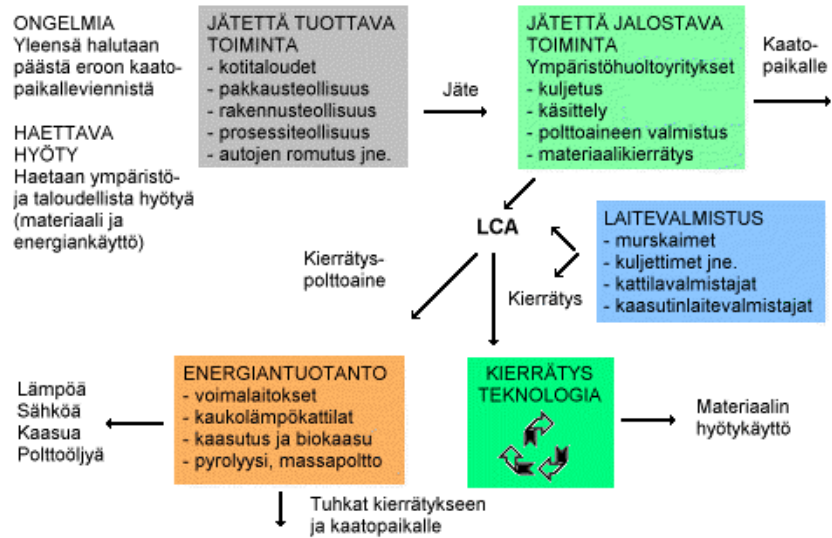
Kaakkois-Suomen alueella toimii kaksi jätelaitosta: Etelä-Karjalan Jätehuolto Oy ja Kymenlaakson Jäte Oy.

Käytössä olevia kaatopaikkoja oli vuonna 2000 Kaakkois-Suomen alueella 36. Näistä 21 oli yhdyskuntajätteen kaatopaikkoja ja 15 teollisuusjätteen kaatopaikkoja. Vastavat lukemat vuonna 2001 olivat 18 yhdyskuntien ja 12 teollisuuden kaatopaikkaa. Vuonna 2002 käytössä olevia yhdyskuntajätteen kaatopaikkoja on enää kaksi. (Rantala 2002)

2.3.1 Kierrätyspolttoaineen valmistus

Kaakkois-Suomessa sijoitetaan yhdyskuntakaatopaikoille talous- ja sekajätettä noin 83 000 t/a ja vastaavanlaista rakennus- ja teollisuusjätettä 50 000 t/a. Näistä 70 – 80 % muodostuu teollisuuden ja kaupan pakkaus-, paperi-, muovi- ja rakennusjätteistä, jotka soveltuvat hyvin energiahyötykäyttöön. Yhdyskuntajätteistä soveltuvat metalli- ja lasijätteen erottelun jälkeen termiseen energiatuotantoon parhaiten kuivat jätteet. Isoissa metsäteollisuusyrityksissä syntyy myös suuria määriä energiahyötykäyttöön soveltuvia jätteitä, mutta ne käytetään yleensä hyväksi yrityksen omassa energiantuotannossa. Kun jätehuollossa tavoitellaan 50 – 90 %:n hyötykäyttöastetta, on energiamarkkinoille tulossa Kaakkois-Suomessa vuosittain arviolta 70 000 t kierrätyspolttoaineeksi soveltuvaa jätettä. Energiämäärältään tämä tarkoittaa noin 0,3 – 0,4 TWh.

Jätteiden energiakäyttöä tulee tarkastella osana eri liiketoimintoja ja tuotteiden elinkaarta. Kuvassa 6 on esitetty jätteiden hyötykäytön kokonaisuutta.



Kuva 6. Jätteiden hyöty- ja energiakäytön toimintakokonaisuus (VTT Energia).

Yritysten mielenkiintoa jätteiden hyötykäyttöön ovat lisänneet seuraavat seikat:

- viranomaiset haluavat vähentää kaatopaikkoja
- hyötykäytöstä kiinnostuneet yritykset näkevät mahdollisuuksia parantaa omaa kilpailukykyään raaka-aine-, jätehuolto- ja energiakulujen alentamisella
- suomalaisilla laitetoimittajilla on hyvät vientimahdollisuudet muista maista poikkeavasti tehdyillä taloudellisemmilla ratkaisuilla
- vientiyritysten on osoitettava toimintansa ympäristöystävällisyys eurooppalaisille markkinoille.

Suomessa kierrätyspolttoaineen valmistus on aloitettu laajemmassa mittakaavassa vasta 1990-luvun loppupuolella. Kaakkois-Suomen alueella kierrätyspolttoainetta yhdyskuntajätteestä valmistaa Kymenlaakson Jäte Oy. Se on alueellinen jätehuoltoyhtiö, jonka toimialueeseen kuuluvat Kymenlaakson kunnat. Tämän alueen kotitalouksissa energiajätteet lajitellaan oransseihin pusseihin ja muut kaatopaikalle menevät jätteet muun värisiin pusseihin. Lajittelulaitoksella jätepusseja lajitellaan optisesti erotteluvan kameratekniikan avulla. Erilleen lajiteltu energiajäte käy läpi kierrätyspolttoaineen

valmistuslaitoksella esimurskauksen, magneettierotuksen, jälkimurskauksen ja seulonnan. Laitoksella pystytään valmistamaan kierrätyspolttoainetta 40 000 t/a. Vuonna 2000 valmistettu kierrätyspolttoaine kuljetettiin pääasiassa Lahden Lämpövoiman Kymijärven voimalaitokselle.

Teollisuuden ja pk-yritysten erilliskerätyistä pakkausjätteistä kierrätyspolttoainetta Kaakkois-Suomessa valmistaa muun muassa Hyötypaperi Oy Lappeenrannassa ja Vuoksen Hake Oy Imatralla.

Tuhkasen et al. (2001b) mukaan syntypistelajittelu ja kierrätyspolttoaineen käyttö korvaten fossiilisia polttoaineita on kasvihuonekaasupäästöjen kannalta kaatopaikkasijoitusta ja massapolttota parempi vaihtoehto.

2.3.2 Kaatopaikalle menevän jätteen lajittelu kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi

Lajiteltaessa kaatopaikalle menevän jätteen seasta pois hyödyntämiskelpoisia jakeita syntyy kasvihuonekaasupäästöjen vähenemistä seuraavista seikoista johtuen:

- tuotteiden valmistuksessa käytettävän neitseellisen materiaalin tarve vähenee
- kaatopaikoille menevä biohajoavan orgaanisen jätteen määrä vähenee
- tuotetaan mahdollisesti kierrätyspolttoaineen valmistukseen soveltuvia jakeita.

Taulukossa 10 on esitetty eräiden materiaalien tuotannossa syntyviä CO₂-ekv.-päästöjä riippuen käytettävästä raaka-aineesta. Varsinkin metalleja kierrätysraaka-aineista valmistettaessa päästöt jäävät huomattavasti pienemmiksi kuin neitseellisestä raaka-aineesta valmistettaessa.

Taulukko 10. Materiaalin tuotannossa syntyvät kasvihuonekaasupäästöt (CO₂-ekv. tonnia/tonni tuotetta) käytettäessä valmistuksessa neitseellistä raaka-ainetta tai kierrätysraaka-ainetta (Dahlbo et al. 2000).

Jätejäte	Neitseellinen raaka-aine	Kierrätysraaka-aine
Paperi	0,55	0,38
Pahvi ja kartonki	0,38-0,64	0,47-0,55
Muovi		
• PET	1,16	0,45
• HDPE	0,70	0,28
• LDPE	0,82	0,33
Lasi	0,16	0,07
Metalli		
• Fe-tölkit	1,12	0,53
• Al-tölkit	5,39	0,72

Päästöissä mukana prosessi- ja kuljetusenergia sekä muut kuin energiankulutuksesta tulevat päästöt. Huom! Lukuja ei voi sellaisenaan käyttää Suomen olosuhteissa.

Monien jätejakeiden lajittelusta on tullut kannattavaa bisnestä. Esimerkiksi osa elektroniikkajätteestä puretaan osiin ja osat jaotellaan muun muassa muoveihin, arvometalleihin ja ongelmajätteisiin. Rauta, ruostumaton teräs, kupari, kulta ja hopea otetaan talteen ja myydään eteenpäin. Myös vanhat piirilevyt ovat arvotavaraa, jotka päätyvät jatkokäyttöön esimerkiksi leluteollisuudessa.

2.3.3 Kaatopaikkakaasun talteenotto ja hyödyntäminen

Suomessa oli vuonna 2001 käytössä noin 400 kaatopaikkaa, joista yli puolet tullaan sulkemaan lähivuosina (Helynen et al. 1999). Kaatopaikoista voimaan tulleet Valtio-

neuvoston päätökset (Vnp 861/1997 ja 1049/1999) sisältävät velvoitteen kaatopaikkakaasun hallitusta keräyksestä yli 100 000 asukaan alueiden kaatopaikoilta sekä hyötykäytöstä ja tarkkailusta vuoteen 2002 mennessä.

Kaatopaikoilla syntyy vuosittain sijoitettua jätetonnia kohti 5 – 10 normaalikuutiometriä kaasua, josta noin puolet on metaania. Kaiken kaikkiaan Suomen kaatopaikoilla syntyi vuonna 2000 metaania ainetasemenetelmällä arvioiden 103 566 tonnia, mikä vastaa noin 290 milj. m³ kaatopaikkakaasua (Petäjä 2002). Ainetasemenetelmällä tarkoitetaan laskentamallia, jossa oletetaan että metaanipäästöjen määrä on suoraan verrannollinen kyseisenä vuonna kaatopaikalle viedyn jätteen määrään.

Vuonna 1999 otettiin kaasua talteen kymmenellä biokaasupumppaamolla 26,7 milj. m³ ja vuonna 2000 kolmellatoista pumppaamolla talteen otettu määrä oli 45,2 milj. m³. Vuoden 2001 loppuun mennessä Suomessa toimi 19 kaatopaikkakaasun pumppaamo (Leinonen & Kuittinen 2001). Leinosen ja Kuittisen mukaan kaatopaikoilta talteen otetun biokaasun määrä olisi teoriassa mahdollista kymmenkertaistaa vuoteen 1999 verrattuna, mutta käytännössä kaasun talteenotto ei ole kannattavaa pieniltä syrjäisiltä kaatopaikoilta.

Kaakkois-Suomen alueen kaatopaikoilla syntyi metaania vuonna 2000 ainetasemenetelmään perustuvien laskelmien mukaan 10 068 tonnia. Tästä määrästä otettiin talteen 287 tonnia ja ilmakehään vapautui 8 803 tonnia (Petäjä 2002). Liitteessä 1 on esitetty yksityiskohtaisemmat tiedot metaanin muodostumisesta.

Vuoden 2001 syksyyn mennessä oli Kaakkois-Suomessa asennettu kaasun talteenotto-laitteistot kolmelle kaatopaikalle, taulukko 11.

Taulukko 11. Kaatopaikkakaasun talteenottolaitokset Kaakkois-Suomessa vuonna 2001 (Leinonen & Kuittinen 2000/2001).

Kaatopaikka	Aloitus	Pumppaamon mitoituskapasiteetti [Nm ³ /h]	Talteenotto [Mm ³]	Lämpöteho [kW]	Hyödyntämistapa tai -paikka
Toikansuo, Lappeenranta	1998	500	0,9 (1999) 0,8 (2000)	1500	Tehdas
Konkamäki, Simpele	2001	300	-	1000	Läheinen paperitehdas
Sammalsuo Kouvola	2001	350	-	-	Soihtu

Kaatopaikkakaasun talteenotto on edullinen keino vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Kasvihuonekaasupäästöt vähenevät otettaessa ilmakehään muutoin vapautuva metaani talteen. Tämän lisäksi hyödyntämällä talteen otettu metaani energiana korvataan sillä muita energiantuotannossa käytettyjä polttoaineita.

Metaanin ilmastonlämmityspotentiaali (GWP_{100}) on 21-kertainen hiilidioksidiin verrattuna. Otettaessa talteen tonni metaania ja polttamalla se soihdussa hiilidioksidiksi saavutetaan 18 CO_{2-ekv.}-tonnin päästövähennys, kun otetaan huomioon, että arviolta 10 % metaanista hapettuisi ilman talteenottoa hiilidioksidiksi kaatopaikan pintarakenteissa. Jos metaani hyödynnettäisiin sähköntuotannossa, esimerkiksi kaasumoottorilla ($\eta=38\%$) ja tuotetulla sähköllä korvattaisiin keskimääräistä sähköntuotantoa (päästö 250 gCO₂/kWh), olisi päästövähennys 19,3 CO_{2-ekv.}-tonnia/t_{CH₄}. Korvattaessa kevyttä polttoöljyä (päästö 264 gCO₂/kWh) lämmöntuotannossa olisi päästövähennys 21,7 CO_{2-ekv.}-tonnia/t_{CH₄}.

Talteenoton kustannukset:

Taulukon 12 tietoja käyttäen saadaan laskettua tuotettua kaatopaikkakaasua kohti polttoaineen hinnaksi 3,4 – 4,5 €/MWh, kun talteenottolaitos toimii täydellä teholla. Vastaavasti kaasumootorilla tuotetun sähkön hinnaksi tulee alle 3,5 c/kWh (käyttöaika 8000 h/a, 20 a ja korko 5 %). (Tuhkanen 2001a)

Taulukko 12. Kaatopaikkakaasun talteenoton ja hyödyntämisen kustannusten suuruusluokka (Tuhkanen 2001a).

Kustannuksen aiheuttaja	Kustannus
Keräilyjärjestelmän ja pumppaamon investointi (mitoitusvirtaama 350 – 500 Nm ³ /h)	0,4 milj. €
Käyttökustannukset (sähkö + kunnossapito)	0,7 c/Nm ³ kaasua
Soihutupolttimen investointi	0,1 milj. €
Kaasumoottori:	
• investointikustannus	900 €/kW
• käyttökustannus	1,1 c/kWh

Olettamalla, että Kaakkois-Suomen kaatopaikoilla muodostuvasta metaanista noin puolet eli 5000 t_{CH4} syntyisi keräyksen kannalta potentiaalisilla kaatopaikoilla ja että tästä metaanista saataisiin kerättyä noin 50 % talteen, olisi talteen saatava määrä vuodessa 2500 t_{CH4} (0,035 TWh). Tällä hetkellä pumppauslaitteistojen kapasiteetti on karkeasti arvioiden 650 t_{CH4} vuodessa, joten potentiaalia olisi noin 1850 t_{CH4} hyödyntämiselle. Tämä vastaa vuodessa tilavuudeltaan 5,1 milj. m³ kaatopaikkakaasua.

Rakentamalla kymmenen noin 0,5 milj. m³/a vuosituotantoista keräilyjärjestelmää voitaisiin saada talteen edellä laskettu kaasupotentiaali. Keräilylaitteiston investointikustannukset ilman hyötykäyttölaitteistoja olisivat tällöin noin 4 milj. €suuruiset. Saavutettava päästövähennys olisi 33 000 CO₂-ekv. tonnia/a, kun kaasu poltettaisiin soihdussa

ja 36 000 CO₂-ekv. tonnia/a, kun kaikki kaasu hyödynnettäisiin sähköntuotantoon kaasumootorilla. Kevyttä polttoöljyä korvattaessa päästövähennykseksi tulisi 54 000 CO₂-ekv. tonnia/a.

2.4 Yhteenveto uusiutuvien energianlähteiden ja pienimuotoisen CHP:n ominaisuuksista ja paikallishyödyistä

Uusiutuvien energiantuotantotekniikoiden ja pienimuotoisten CHP-tekniikoiden ominaisuuksia on esitelty taulukossa 13. Sähköntuotantotekniikoista taloudellisesti kilpailukykyisimpiä ovat tällä hetkellä tuulivoima ja vesivoima. Niiden kasvua rajoittavat kuitenkin vesistönsuojelu- ja maankäyttörajoitukset. Aurinkosähkö ei ole Suomen olosuhteissa nykyhinnalla kilpailukykyinen muihin sähköntuotantomuotoihin verrattuna. Sen mahdollisuudet rajoittuvat alueille, jonne sähköverkkoa ei ole taloudellista rakentaa. Lämmöntuotannossa biomassakattilat ovat kilpailukykyistä ja nykyisin jo laajassa käytössä olevaa tekniikkaa.

CHP-tekniikoista kaasu- ja dieselmootorit sekä höyrykoneet ovat kypsintä tekniikkaa. Muut CHP-ratkaisut vaativat vielä kehitystyötä ja kustannusten alenemista ennen laajempaa yleistymistä. Kuntien kannalta CHP-tekniikoille löytyy paljon hyödyntämismahdollisuuksia. Kuten tekniikoiden käsittelyn yhteydessä on mainittu, voisi eri CHP-menetelmiä käyttää kauko- ja aluelämmön tuotannossa, toimistoissa, asuinrakennuksissa, kouluissa ja sairaaloissa. Lisäksi Kaakkois-Suomessa on laajalla alueella saatavilla polttoaineeksi hyvin soveltuvaa maakaasua. Alhainen sähkön hintataso heikentää kuitenkin kaikkien uusiutuvien sähköntuotantotekniikoiden ja CHP-tekniikoiden kiinnostavuutta.

Taulukko 13. Uusiutuvien ja CHP-tekniikoiden ominaisuuksia (Vartiainen et al. 2002).

	Yksikköteho [kW] ¹	Sähköhyöty- suhde [%]	Lämpö- hyöty- suhde [%]	Käyt- töikä [a] ²	Huipun- käyttöaika [h] ³	Investointi [euro/kW] ⁴	Tuotanto- kustannus [c/kWh] ⁵
Tuulivoima	0,1-2500	40-50	-	20	2500	900-1100	4-5
Pien- ja minivesi- voima	20-10000	80-85	-	30	4000	1200-2000	2,5-4
Aurinkosähkö	0,004-0,1	4-12	-	25	1000	6500-10000	45-70
Aurinkolämpö	0,3-0,8	-	30-40	20	1000	800-1600	7-14
Lämpöpumput	4-45	-	60-75	20	3000	900-1800	4-8
Biomassakattilat	10-10000	-	70-90	20	1000/3500	100-200	1-5
Kaasu- ja diesel- moottorit	3-10000	30-45	45-50	15	5000	450-1400	2,5-4
Mikroturbiinit	25-250	15-35	50-60	15	5000	1000-1700	3-4
Stirling-moottorit	0,5-25	15-35	50-60	15	5000	1400-2200	4-5
Polttokennot	0,5-2000	38-55	30-45	15	5000	2800-4400	5-8
Höyrykoneet	0,5-10000	15-35	40-70	15	5000	1500-3000	3-4
ORC-turbiini ⁶	175-3000 ⁶	10-25 ⁶	50-70 ⁶	15	5000	800-1500 ⁶	-

¹ Yksikköteho ilmoitettu sähkötehoon paitsi aurinkolämmöllä, lämpöpumpuilla ja biomassakattiloilla lämpötehoon.

² Käyttöikä vaihtelee todellisuudessa voimalakohtaisesti, tässä on annettu taulukon viimeisessä sarakkeessa ilmoitetun energian tuotantokustannuksen laskennassa käytetty käyttöikä.

³ Huipunkäyttöaika vaihtelee todellisuudessa vuosittain, voimalakohtaisesti ja riippuen sijoituspaikasta. Tässä on annettu taulukon viimeisessä sarakkeessa ilmoitetun energian laskennassa käytetty huipunkäyttöaika. Biomassakattiloiden keskimääräisenä huipunkäyttöaikana on käytetty pienkäytössä arvoa 1000 h ja kaukolämmössä 3500 h.

⁴ Investointikustannus on ilmoitettu sähkötehoa kohti paitsi aurinkolämmöllä, lämpöpumpuilla ja biomassakattiloilla lämpötehoa kohti. CHP-tekniikoilla investointi on sähkötehoa kohti, mutta ilmoitettu kustannus sisältää myös lämmöntuottamiseen tarvittavat komponentit.

⁵ Tuotantokustannus on ilmoitettu tuotettua energiayksikköä kohti sisältäen CHP-laitteilla sekä sähkön että lämmön. Lämpöpumpuilla tuotantokustannus on saatavaa nettoenergiaa kohti. Tuotantokustannus on ilmoitettu ilman mahdollisten verojen tai tukien vaikutusta. Tuotantokustannus on laskettu annuiteettimennettelmällä jakaen investointikustannus koko käyttöäälle 5 %:n korkokannalla. CHP-laitteilla polttoainekustannuksena on käytetty vuoden 2001 keskimääräistä suurasiakkaan maksamaa maakaasun hintaa (1,7 c/kWh), paitsi ORC-prosessissa, jossa hyödynnetään ilmaista jätelämpöä. CHP-laitteiden rakennusasteena (sähkön- ja lämmöntuotannon suhde) on laskelmissa käytetty kaasu- ja dieselmoottoreille arvoa 0,8, mikroturbiineille ja stirling-moottoreille 0,6, polttokennoille 1,0, höyryturbiineille 0,6, höyrykoneille 0,2 ja ORC-prosessille 0,4. Esitettyjä tuotantokustannuksia voidaan pitää ainoastaan suunta-antavina suuruusluokka-arvioina.

⁶ Lähde eri kuin muulla riveillä: (Reunanen et al. 2000).

Kaakkois-Suomen alueen uusiutuvien energiantuotantomuotojen teknisesti mahdollisia potentiaaleja on koottu taulukkoon 14. Eri tekniikoille ilmoitettuja potentiaaleja ei voi suoraan verrata toisiinsa, sillä lukuarvojen arvioinnissa on jouduttu tekemään oletuksia jotka ovat tekniikasta riippuen yksilöllisiä. Myöskään aikajänteet eivät ole kaikkien tekniikoiden kohdalla yhtenevät. Lukuarvot antavat kuitenkin suuntaa potentiaalın suuruusluokasta. Vertailuarvona mainittakoon, että Kotkan kaupungin kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 1997 noin 820 000 t_{CO2-ekv}/a.

Taulukko 14. Kaakkois-Suomen alueen uusiutuvien energialähteiden potentiaalit CO₂-päästöjen vähentämisessä ja työllisyyden lisäämisessä.

	Potentiaali [MW] [TWh/a]	CO _{2-ekv} - vähennys- potentiaali [t _{co2} /a]	Työllistyvyys rakentamis- vaiheessa [htv]	Tuotannon aiheuttama työllistyvyys [htv/a]
Tuulivoima ¹	13 MW, 0,0325 TWh/a	9750 – 22750	52	3,25 – 6,5
Minivesivoima ²	12 MW, 0,048 TWh/a	11900 – 40800	180	0
Aurinkosähkö ³	0,060 TWh/a	10500 – 40000	100 – 200	0
Aurinkolämpö ⁴	0,1 TWh/a	30000 – 45500	200 – 300	0
Lämpöpumput ⁵	0,48 TWh/a	88 000	ei tietoa	0

- 1) Tuulivoiman rakennuspotentiaali Kaakkois-Suomen rannikolle ilman off-shore potentiaalia. Huipunkäyttöaikana käytetty 2500 h/a.
- 2) Kymijoen suojelematon minivesivoimapotentiaali. Huipunkäyttöaikana käytetty 4000 h/a.
- 3) Aurinkosähkön lisäämispotentiaali vuoteen 2025. Kaakkois-Suomen potentiaali arvioitu olevan 5 % koko maan arvosta.
- 4) Aurinkolämmön lisäämispotentiaali vuoteen 2025. Kaakkois-Suomen potentiaali arvioitu olevan 5 % koko maan arvosta.
- 5) Potentiaali saatu arvioimalla, että puolet Kaakkois-Suomen sähkö- ja öljylämmitteisistä asuinrakennuksista varustettaisiin lämpöpumpulla.

Uusiutuvien polttoaineiden potentiaaleja Kaakkois-Suomen alueella on koottu erikseen taulukkoon 15.

Taulukko 15. Kaakkois-Suomen alueen uusiutuvien polttoaineiden potentiaalit.

	Potentiaali [TWh/a]	CO ₂ -ekv- vähennys- potentiaali [t _{co2} /a]	Tuotannon aiheuttama työllistyvyys [htv/a]
Metsähake ¹	4 – 14	1 – 5 milj.	1000 – 3500
Kierrätys- polttoaine	0,3 – 0,4	riippuu jätteestä	ei tietoa
Kaatopaikka- kaasu ²	0,035	33 000 – 54 000	ei tietoa

- 1) Maksimissaan Kaakkois-Suomen metsistä hyödynnettävissä oleva metsähakepotentiaali. CO₂-vähennyspotentiaali laskettu siten, että hakkeella korvataan eri polttoaineita (maakaasu, kevytpolttoöljy, raskaspolttoöljy, kivihiili ja turve).
- 2) Alhaisempi päästövähennyspotentiaali saavutetaan polttamalla metaani soihdussa ja korkeampi korvaamalla metaanilla kevyttä polttoöljyä.

Taulukosta nähdään, että metsähakkeen potentiaali on jätteiden käsittelystä syntyvien polttoaineiden potentiaaleihin verrattuna reilusti yli kymmenen kertaa suurempi.

2.5 Energiantuotantoon liittyvä laitevalmistustoiminta ja sen liiketoiminnan kehitysmahdollisuudet

Tässä kappaleessa on käsitelty uusiutuvan energian sekä pienimuotoisen sähkön ja lämmön yhteistuotannon laitevalmistusta Kaakkois-Suomessa. Uusiutuvista energiantuotantomuodoista on käsitelty laajimmin voimakkaassa kehityksessä olevaa tuulivoimaa ja aurinkoenergiaa. Muiden energiantuotantotekniikoiden osalta esitetään, millaista laitevalmistusta Kaakkois-Suomen alueelta on löydetty tämän tutkimuksen puitteissa.

2.5.1 Tuulivoiman laitevalmistustoiminta

Tuulivoimaloiden valmistajat ovat lähinnä koneiston kokoonpanijoita, jotka käyttävät runsaasti alihankintana valmistettuja komponentteja. Tämä tarjoaa useille yrityksille mahdollisuuden olla mukana tuulivoimalan valmistusketjussa.

Suomalainen teollisuus valmistaa 10 – 20 % maailmanmarkkinoilla olevista tuulivoimaloiden pääkomponenteista. Suomen tuuliteknologian viennin arvo oli yli 170 miljoonaa euroa vuonna 2001. Tämä on viiden prosentin osuus koko tuulivoimamarkkinoista. Tuulivoimamarkkinoiden ennustetaan kasvavan voimakkaasti myös tulevaisuudessa. Vuonna 2001 maailman tuulivoimakapasiteetti oli 24 000 MW ja vuotuinen lisäys on ollut viimeisimmät viisi vuotta noin 40 % edelliseen vuoteen verrattuna. Suomen säilyttäessä nykyisen komponenttien valmistuksen markkinaosuutensa, voidaan arvioida viennin arvon olevan 0,8 – 1,2 miljardia euroa vuonna 2010. Uudet tuotteet ja uuden suomalaisen tuulivoimalaitoksen pääsy markkinoille voisi kasvattaa viennin jopa kaksinkertaiseksi. Nykyisen markkinatilanteen säilyttäminen ja paranta-

minen vaatii kotimaan markkinoiden ja kansallisen tutkimus- ja kehittämistoiminnan tukea. (Holttinen & Peltola 2002)

Vuoden 2000 keväällä Suomeen perustettiin WinWinD Oy niminen yritys, joka on ensimmäinen kotimaisia tuulivoimaloita kehittävä, valmistava ja toimittava yritys. Iisä toimiva yritys on toimittanut ensimmäisen 1 MW pilottilaitoksen, ja sarjatuotannon on tarkoitus alkaa kesällä 2002.

Suomeen on muodostumassa tuulivoimatekniikan alalle pienimuotoinen teknologia-klusteri tai -verkosto, jonka avulla suomalainen teollisuus voi helpommin lisätä viennimahdollisuuksiaan.

VTT-Energian tutkimuksen mukaan (Peltola & Holttinen 2001) metalli- ja konepajateollisuuden alalla olisi seuraavanlaisia alihankintamahdollisuuksia:

- suuret valukappaleet ja niiden koneistus, kuten roottorin napa ja konepeti
- tornien valmistus kotimaahan ja Itämeren alueelle
- hammaspyörät ja erikoisvaihteet
- materiaalihankinta, kuten valmiiksi muotoon leikatut teräsrakenteet.

Myöskin lujitemuovituotteiden osalta olisi seuraavia mahdollisuuksia:

- lapojen lisenssivalmistus kotimarkkinoille, erityisesti arktiset sovellutukset
- yhteistyö osa-alihankinnan kannalta erikoistuneiden lapavalmistajien kanssa (esimerkiksi tukisalot, puolivalmisteet)
- materiaalihankinta kaikille lapavalmistajille.

Kaakkois-Suomen alueella ei ole tiettävästi yhtään tuulivoimalan komponentteja valmistavaa yritystä, vaikka osaamista varmasti löytyisikin. Esimerkiksi metallialan toimintaa tukevaa osaamista löytyy Kaakkois-Suomen osaamiskeskuksesta, jonka kol-

mesta erikoisosaamisalueesta yksi on keskittynyt korkean teknologian metallirakenteisiin. Sen vahvuusalueita ovat muun muassa: hitsattujen rakenteiden väsymistietämys, virtuaalisuunnittelu, levytyötekniikkahallinta, kehittyneet hitsausprosessit, koneautomaatio, sädetyöstö ja ohutseinäisten rakenteiden mittaus. Lisäksi Kaakkois-Suomen alueella sijaitsee runsaasti aktiivista konepajateollisuutta, jonka kehittymiseen on vaikuttanut muun muassa suuren metsäteollisuuden alihankinta. Tuulivoiman komponenttivalmistuksen osalta näitä resursseja ja osaamisalueita voisi hyödyntää esimerkiksi tornien valmistukseen liittyvän yritystoiminnan edistämisessä.

2.5.2 Aurinkoenergian laitevalmistustoiminta

Aurinkoenergian markkinat ovat Euroopassa kovassa kasvussa. Euroopan Unionin tavoitteena on vuoteen 2010 mennessä nostaa aurinkolämpöjärjestelmien määrä nykyisestä vajaasta 10 milj. m² aina 100 milj. m² ja maailman aurinkosähköjärjestelmien määrää nykyisestä 1150 MW_p kaksinkertaiseksi. Suomen osuus aurinkolämmön markkinoista oli vuonna 2000 noin 0,67 milj. € eli 0,1 % EU:iin verrattuna. Suomen aurinkosähkön liiketoimintavolyymi on noin 13,5 milj. € vuodessa, mikä on 0,7 % maailman liiketoimintavolyymista. Viennin osuus tästä on 80 %. (Solpros 2001 b)

Aurinkoenergiaan liittyvä yrityspohja on Suomessa vielä verrattain heikko. Taulukossa 16 on esitetty keskeiset aurinkoenergia-alalla toimivat yritykset. Jotta Euroopan markkinoille päästäisiin kunnolla, olisi yritystoimintaa vahvistettava. Kaakkois-Suomen alueella ei ole merkittävää aurinkoenergiaan liittyvää valmistustoimintaa.

Taulukko 16. Aurinkoteknologiaa tuottavia yrityksiä Suomessa (Solpros 2001 b).

Yritys	Tuote
AURINKOSÄHKÖ	
Suomen aurinkosähkökauppiat ry	Aurinkosähköjärjestelmät
NAPS Systems Oy	Aurinkosähköjärjestelmät
Eurosolar Oy	Aurinkosähköpaneelit
Rautaruukki Oy/Rannila Oy	PV-katto
Sabik Oy	PV-majakat
Jälleenmyyjä	PV:n maahantuonti
Solpros Ay	Konsultointi, projektointi
Soleco Oy	Konsultointi, kehitysmaat
Endeas Oy	PV-modulien mittaus
AURINKOLÄMPÖ	
Ralemik Oy	Aurinkokeräin
Rautaruukki Oy/Rannila Oy	Ilmakeräinkattojärjestelmä
SunFin Technologies Oy	Absorptiopinta, Aurinkokeräin
	Aurinkolämpöjärjestelmät
Fortum Power and Heat Oyj	Lämmönsiirtoneste
	Aurinkolämpöjärjestelmät
LPM Oy	Lämmönsiirripaketit
Suomen Aurinkosimulaattori Oy/	Aurinkokeräin
Aurinkotori Oy	Aurinkolämpöjärjestelmät
Solpros Ay	Projektointi, suunnitteluohjelmistot
Motiva Oy	Informaatiotuotteita
Paikalliset energiatoimistot	Informaatiotuotteita

Suomi on vasta alkuvaiheessa aurinkoenergian hyödyntämisessä ja teollisessa toiminnassa. Kaupallisten aurinkoenergiajärjestelmien liiketoiminta käsittää useita eri tasoja ja toimijoita. Näistä keskeisimmät liiketoiminnan alueet ovat aurinkoenergiamoduulien valmistus ja kokonaisten aurinkoenergiajärjestelmien toimitus. Jos halutaan saada aikaan merkittävää liiketoimintaa, tarvitaan strategisia ja radikaaleja innovaatioita.

2.5.3 Muu laitevalmistus Kaakkois-Suomen alueella

Uusiutuvan energiantuotannon laitevalmistukseen liittyvää toimintaa harjoittavat Kaakkois-Suomesta muun muassa seuraavat biopolttoainekattiloita valmistavat yritykset:

- Finreila Oy, Lappeenranta
- Foster Wheeler Energia Oy, Karhula.

Lämpöpumppujen osalta laitevalmistustoimintaa ei ole Kaakkois-Suomen alueella.

Pienimuotoiseen sähkön ja lämmön yhteistuotantoon lukeutuvia ORC-voimaloita valmistaa Kaakkois-Suomessa High Speed Tech Oy niminen yritys Lappeenrannassa.

2.6 Energiansäästöön liittyvän liiketoiminnan kehitysmahdollisuudet

Tehokkaalla energian käytöllä ja säästöllä on voimakas liittymäkohta ympäristöasioihin ja etenkin energiantuotannosta aiheutuviin päästöihin, kuten kasvihuonekaasupäästöihin. Sillä on myös positiivinen vaikutus kansantalouden kilpailukykyyn ja energian turvattuun saatavuuteen.

Liiketoiminnan kannalta energiansäästöön liittyvät merkittävät toimijat voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään: energian kuluttajat ja energian säästöä ja tehokasta käyttöä tukevat toimijat. Energian kuluttajat saavuttavat energiansäästöllä oman toimintansa kannalta etua muun muassa pienentyneenä energialaskuna, imagon paranemisena, mahdollisesti tiukentuvista säännöistä johtuvien uhkien pienenemisenä, ympäristövaikutusten pienenemisenä ja mahdollisten avustusten saamisena. Energian säästön toteuttaminen näiden etujen saavuttamiseksi vaatii kuitenkin usein tukea oman toiminnan ulkopuolelta. Suurin liiketoiminnan kehittämismahdollisuus energian säästöön liit-

tyen sisältyykin juuri sitä tukevien laitteiden valmistamiseen ja palvelujen tuottamiseen.

Energiansäästön merkitys on suuri myös kunnan omassa energiankäytössä esimerkiksi rakennusten osalta. Kuntien ja kuntayhtymien hallinnassa on merkittävä määrä rakennuksia, noin 130 milj. m³, joka on noin 10 % koko Suomen rakennuskannasta. Koko julkisen sektorin (kunnat ja valtio) osuus Suomen kokonaisenergiankulutuksen loppukäyttöstä on noin 10 %. Kuntasektorin osuuden on arvioitu olevan noin 80 % julkisen sektorin lämpöenergian kulutuksesta. Kuntien rakennukset ovat siis merkittävä kohde energiansäästön kannalta. (Haakana 2000)

2.6.1 Konsulttitoiminta

Konsulttitoiminnan merkitys energiansäästön toteuttamisessa liittyy muun muassa energiansäästökohteiden etsimiseen ja energiaa säästävien laitteiden hankintaan sekä rahoitukseen.

Konsulttiyritysten tekemät energiakatselmukset ovat tyypillisiä menetelmiä eri kohteiden energiankäytön selvittämisessä. Energiakatselmuksista saatujen tietojen perusteella voidaan selvittää edullisimmat kohteet energiansäästön toteuttamiseksi.

Kannattavien energiansäästöinvestointien toteuttamiseksi on kehitetty ns. ESCO-konsepti (Energy Service Company), jossa konsulttiyritys toteuttaa ja rahoittaa energiansäästöhankeeseen. ESCO-toiminnan toteuttajana voi olla myös jokin muu toimija kuin konsulttiyritys. ESCO-toimintaa on esitelty enemmän rahoituksen yhteydessä kappaleessa 4.3.1 sivulla 82.

Kunnat voisivat omissa energiansäästöselvityksissään ja –investoinneissaan pyrkiä käyttämään paikallisen alueen konsultteja, ja näin edistämään niiden liiketoiminnan kehittymistä.

2.6.2 Energiansäästösopimukset ja energiakatselmukset

Kauppa- ja teollisuusministeriö on sopinut eri tahojen kanssa energiansäästösopimuksia. Energiansäästön edistämiseksi ovat mukana: teollisuuden, energia-alan, kuntien ja kuntayhtymien, kiinteistö- ja rakennusalan, linja-autoalan sekä kuorma- ja pakettiautokuljetusten energiansäästösopimukset. Yritykset, kunnat ja kuntayhtymät voivat vapaaehtoisesti liittyä sopimukseen. Energiansäästösopimusten tavoitteena on energian ominaiskulutuksen pienentäminen sekä energiatehokkuuden seuraaminen ja sitä edistävän toiminnan kehittäminen.

Kuntien ja kuntayhtymien energiansäästösopimuksesta ovat sopineet Kauppa- ja teollisuusministeriö ja Suomen Kuntaliitto. Nyt voimassaoleva sopimuskausi päättyy vuoden 2002 loppuun mennessä, jonka jälkeen sopimusmenettelyä on tarkoitus jatkaa keskeytymättä vuoden 2003 alusta eteenpäin. Energiansäästösopimukseen liittymisessä kuntia opastavat sekä Kuntaliitto että Kauppa- ja teollisuusministeriö. Kaakkois-Suomen kunnista olivat sopimuksessa mukana toukokuuhun 2002 mennessä Miehikkälä ja Kotka.

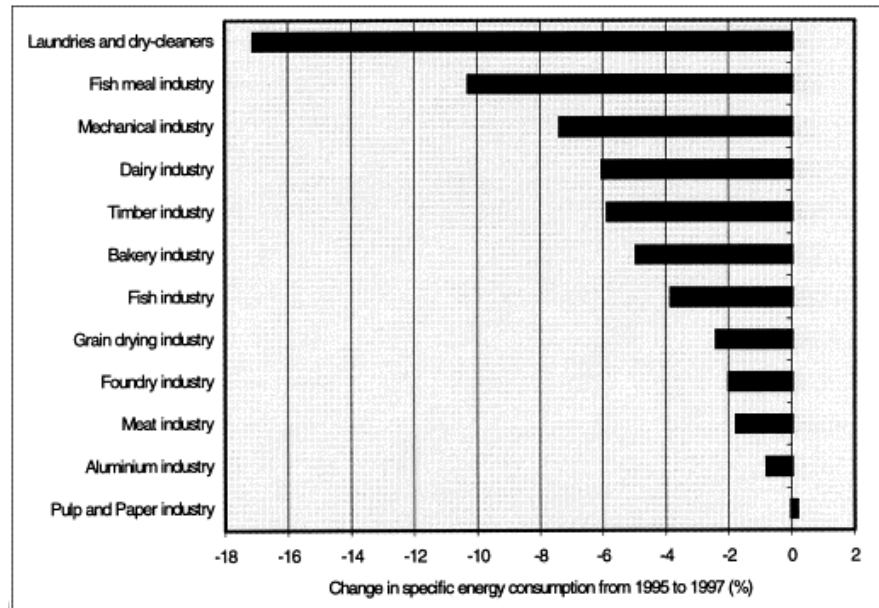
Energiansäästösopimukseen kuuluu oleellisena osana energiakatselmukset. Energiakatselmuksessa asiantuntijat kuten konsulttiyritykset kartoittavat rakennuksen ja tuotantoprosessien energian ja veden käytön sekä esittävät toimenpide-ehdotukset säästöjen aikaansaamiseksi. Monesti saavutetaan jo ilman laitteistoinvestointeja merkittävää energiansäästöä esimerkiksi säätämällä energiaa kuluttavat laitteet vastaamaan todel-

lista käyttötarvetta. Energiansäästösopimukseen liittynyt kunta saa energiakatselmukseen valtion tukea 50 % sekä energiansäästöinvestointeihin 10 %.

2.6.3 Teollisuusyritysten energiatehokkuuden parannusohjelma Norjassa

Norjassa toimivan teollisuusyritysten energiatehokkuutta edistävän verkostoitusohjelman IEEN:n (the Industrial Energy Efficiency Network) puitteissa tehdyn selvityksen mukaan (Admundsen 2000), energiaintensiivisten teollisuusyritysten verkottuminen on tehokas keino organisoida energiankulutuksen hallintaa ja hallinnan käyttöönottoa. Amundsenin mukaan teollisuusyritysten laajamittaisella verkottamisella voidaan saavuttaa merkittävä energiansäästö ja samalla CO₂-päästövähennys.

Kyseisessä IEEN:n ohjelmassa mukana olevia yrityksiä motivoidaan energiatehokkuuden parantamiseen välittämällä tietoa muista kehitysprojekteista sekä tarjoamalla mahdollisuutta oman energiankulutuksen vertaamiseen samalla sektorilla toimivien yritysten kanssa. Yritykset ovat velvollisia lähettämään vuosittain energia- ja tuotantotiedot verkoston sihteeristölle energiankulutustilastointia varten. Tiedonjakoa verkostossa edistetään seminaareilla, kursseilla ja laitosvierailuilla. Ohjelmalla saavutettuja tuloksia on esitetty kuvassa 7. Tulosten mukaan energian ominaiskulutus on kahden vuoden periodilla vähentynyt eri toimialoilla -1:n ja 17 %:n välillä.



Kuva 7. Keskimääräinen ominaisenergiankulutuksen (kWh/tuotantoyksikkö) muutos IEEN-ohjelman yrityksissä kahden vuoden aikaperiodilla (IEEN).

3 KEINOJA LIIKETOIMINNAN KILPAILUKYVYN PARANTAMISEKSI JA UUDEN LIIKETOIMINNAN KEHITTÄMISEKSI

3.1 Kuntien ilmastosuojelukampanja

Kuntien ilmastosuojelukampanjan tarkoituksena on aktivoida kaupungit ja kunnat toimimaan yhdessä ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Kampanjassa mukana olevat kunnat muodostavat Suomen Kuntaliiton kanssa yhteistyöverkoston, jonka välityksellä ne saavat tietoa käytännön toimien toteuttamiseksi. Kampanja liittyy kuntien maailmanlaajuisen ympäristöjärjestön ICLEI:n (the International Council for Environmental Initiatives) kampanjaan *Cities for Climate Protection*.

Ilmastosuojelukampanjassa toimimiseksi on laadittu selkeä toimintamalli, joka etenee vaiheittain päästömäärien ja -lähteiden selvittämisestä aina päästövähennystoimien toteuttamiseen. Kampanjaan liittyvät kunnat saavat käyttöönsä KASVENER-ohjelman, jonka avulla voidaan selvittää kuntatason kasvihuonekaasu- ja energiatasemalli sekä paikalliseen ilmanlaatuun vaikuttavat päästökomponentit.

Ilmastosuojelukampanjan avulla kunnat parantavat mahdollisuuttaan ennakoida ja suunnitella tulevaisuuttaan sekä hyödyntää ilmasto-ohjelman ja Kioton sopimuksen tarjoamia toimintamahdollisuuksia. Ilmastosuojeluun tähtäävät keinot palvelevat usein myös elinkeinoelämää. Esimerkiksi uusiutuvien energialähteiden ja uusien tekniikoiden käyttö on mahdollista toteuttaa niin, että se parantaa paikallisesti työllisyyttä. Kunnan alueella olevien yritysten liiketoiminnan tukeminen vaikuttaa alueen yri-

tystoiminnan hyvinvointiin, millä on merkitystä kunnan saamien yritysverotulojen määrään.

Kaakkois-Suomen alueen kaupungeista ja kunnista ilmastonsuojelukampanjassa ovat mukana Kouvola, Iitti, Lappeenranta, Kotka, Kuusankoski ja Anjalankoski. Lisää tietoa ilmastonsuojelukampanjasta saa Suomen Kuntaliiton internet-sivuilta (<http://www.kuntaliitto.fi/yhdysk/ilmastoenergia/ilmastonsuojelukampanja.htm>).

3.2 Yritysten verkostoituminen

Uuden teollisen kilpailutilanteen vaatimukset ovat asettaneet pienet ja keskisuuret yritykset vaikeiden sopeutumishaasteiden eteen. Erityisesti alihankkijoihin on kohdistettu yhä tiukempia vaatimuksia laadun, hintatason ja toimitusaikojen suhteen. Pk-yrityksiltä edellytetään myös joustavuutta, innovatiivisuutta sekä kykyä sopeutua päähankkijan liiketoiminnan muutoksiin. Yritysten välinen verkostoituminen tarjoaa uusia mahdollisuuksia vastata näihin haasteisiin.

Erään määritelmän mukaan (Williamson 1985) verkostoitumisella tarkoitetaan:

”eri organisaatioiden kesken tapahtuvaa taloudellista ja sosiaalista yhteistyötä, joka perustuu luottamukseen ja vapaaehtoisuuteen ja jonka tavoitteena on hyödyttää kaikkia yhteistyön osapuolia. Yksittäisen yrityksen näkökulmasta kyse on organisaatioiden välisestä työnjaosta, strategisesta valinnasta – tehdä itse vai ostaa markkinoilta”.

Yritysverkostoista ei kuitenkaan ole olemassa mitään yleisesti hyväksyttyä määritelmää vaan paremminkin useita toisiaan täydentäviä näkemyksiä.

3.2.1 Miksi verkostoituminen?

Syitä verkostoitumiseen on useita. Kilpailun kiristyminen, tuotteiden elinkaaren lyheneminen ja yritystoimintaympäristön nopeat muutokset ovat esimerkkejä yritysten viime vuosina kohtamista haasteista. Pienten yritysten resurssit ovat rajalliset tuotekehittelyyn, valmistukseen, markkinoinnin, viennin, rahoituksen ja tiedon suhteen. Uusiin haasteisiin vastaamiseksi yritykset ovat lisääntyvässä määrin pyrkineet yhdistämään voimavarojaan tekemällä yhteistyötä.

Yrityksillä on esimerkiksi seuraavanlaisia motiiveja verkostoitumiseen (Raunio 1992):

- Toimintaympäristön muuttuminen aiheuttaa tarpeen pitkälle vietyyn erikoistumiseen. Yritysverkostoon kuulumisen luo yritykselle mahdollisuuden erikoistua kapealle osa-alueelle.
- Suuryritykset keskittyvät massatuotantoon, joten pkt-yritysten ei kannata kilpailla samoilla alueilla, mikä ajaa toimintaa erikoistumiseen.
- Verkostoilla saavutetaan monia etuja: parannetaan tehokkuutta, estetään kilpailevien verkostojen pääsy markkinoille, pysytään mukana teknisessä kehityksessä.

Tavoitteita, joita verkostoitumisella pyritään usein saavuttamaan:

- riskien ja kustannusten jakaminen
- resurssien yhdistäminen
- kokonaisratkaisujen tuottaminen osakokonaisuuksista
- skaalaedut ja/tai rationalisointi
- teknologioiden vaihto
- kilpailijoiden valinta
- kansainvälistymisen mahdollistaminen.

3.2.2 Verkostoitumisen merkitys Kaakkois-Suomen kannalta

Kaakkois-Suomessa yritysten verkostoitumista voitaisiin parantaa pienten yritysten mahdollisuuksia toimia yhteistyössä suurien yritysten kanssa sekä suurempien hankkeiden toteuttajina. Kaakkois-Suomen alue on hyvin metsäteollisuusvaltaista. Alueella toimii useita suuria sellu-, paperi- ja kartonkitehtaita sekä mekaanista metsäteollisuutta. Pienillä yrityksillä on usein vaikeuksia vastata yksin suurten metsäteollisuusyritysten tarpeisiin. Samalla toimialalla työskentelevät pienet yritykset voisivatkin verkostoitumalla muodostaa yritysryppäitä, jotka voisivat toimia paremmin esimerkiksi suurten metsäteollisuusyritysten alihankkijoina.

Toisena ongelmana pienten yritysten kannalta ovat suuret yhteistyöhankkeet. Kaakkois-Suomen osalta esimerkiksi Venäjälle suuntautuvat lähialueyhteistyöhankkeet kuten erilaiset ympäristöprojektit, vaativat tavallisesti suurten projektikokonaisuuksien toimittamista, joihin pienemmillä yrityksillä ei yksin ole resursseja. Niissäkin yritysverkostojen on helpompi saada omia ratkaisujaan kaupaksi tarjoamalla hankkeisiin kokonaistoimituksia. Tästä esimerkkinä on muun muassa Euroopan unionin Ispan ohjelma (Instrument for Structural policies for Pre-accession), joka hakee kokonaisratkaisuja EU:n kandidaattimaiden ympäristöongelmiin. Ispan puitteissa aktiivisena olleet yritykset ovat toimineet yritysryppäissä ja lisäksi verkottuneet kohdemaiden yritysten kanssa. Yritysten tulisikin päästä hankkeisiin mukaan jo valmisteluvaiheessa ja hankkeista pitäisi alusta lähtien kilpailla kokonaisratkaisuja tarjoavana yritysverkostona. Ispan hankkeissa osaratkaisujen tarjoaminen ei ole tuottanut tulosta, sillä kohdemaat ja EU haluavat projektikokonaisuuksia. (Marjaniemi 2002)

Yritysten verkostoimista voitaisiin käyttää eräänä keinona ilmastonmuutoksen hallinnassa ja liiketoiminnan edistämisessä. Esimerkkejä tutkimuksen aiheeseen liittyvistä

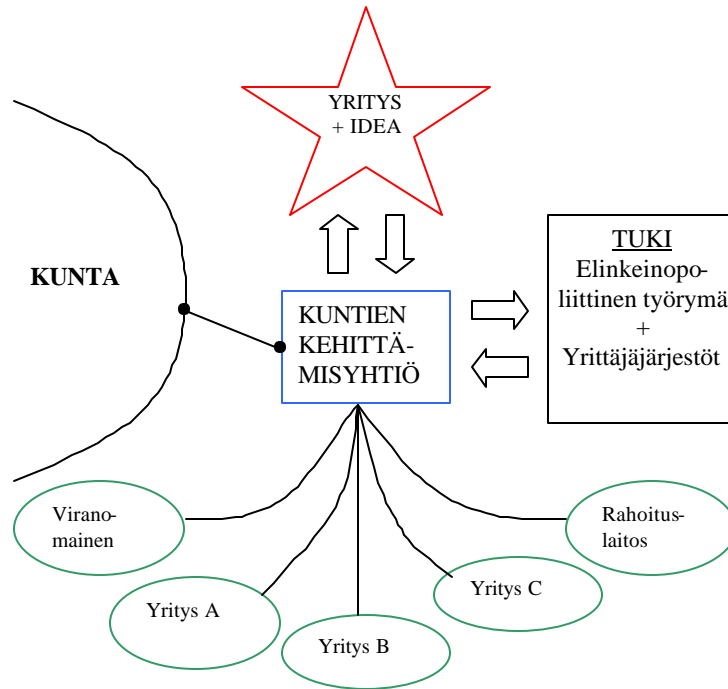
toiminnoista, joiden edistämistä yritysten verkostoimisella voitaisiin edesauttaa, voisivat olla muun muassa:

- biopolttoaineiden ja REF:n tuotanto, myynti, jakelu ja käyttö
- lämpöyrittäminen
- laitetoimitukset
- jättemateriaalien hyötykäyttökohteiden etsiminen ja hyötykäyttöön välittäminen.

3.2.3 Yritysverkostojen edistäminen ja kunnan rooli

Kunnat voisivat edistää omalla alueellaan kasvihuonekaasuja vähentävää liiketoimintaa perustamalla työryhmän, joka pyrkisi auttamaan yrityksiä verkostoitumistavoitteiden saavuttamisessa. Tällainen kunnan toimintamalli voisi kuulua esimerkiksi kunnan elinkeinoasiamiehen tai kuntien kehittämissyhtiön toimenkuvaan. Toimintamallia on pyritty kuvaamaan kuvassa 8.

Käytännössä järjestelmä toimisi niin, että yritys, joka kokisi liiketoimintansa kannalta tarpeelliseksi toimia yritysverkostossa, voisi saada tukea esimerkiksi kuntien kehittämissyhtiöltä. Pienillä yrityksillä ei usein ole itsellään resursseja lähteä etsimään yrityskumppaneita, joten kehittämissyhtiö voisi ehdottaa yrityksiä joiden kanssa yhteistyötä voitaisiin alkaa kokeilemaan.



Kuva 8. Kunnan rooli yritysverkostojen edistämisessä.

Kunnan tai kuntien kehittämissyhtioon kuuluisi tukiryhmä, jolla olisi tietoa muun muassa alueella sijaitsevista yrityksistä, liiketoiminnan suuntaamismahdollisuuksista ja rahoitusmahdollisuuksista. Lisäksi tukiryhmässä voisi olla mukana teknisiä asiantuntijoita esimerkiksi paikallisista oppilaitoksista. Kehittämissyhtiö ja tukiryhmä voisivat yhdessä koota yhteen sopivia yrityksiä ja opastaa niitä verkostoitumisen käynnistämisen vaiheessa.

3.3 Uudet tekniikat

Liiketoiminnan edistämisen kannalta on uusien teknisten ratkaisujen tutkiminen ja kehittäminen tärkeää. Uusilla teknisillä ratkaisuilla pyritään esimerkiksi parantamaan tuotteen laatua, lisäämään tuotannon volyymia tai tehostamaan toimintaa. Joissain ta-

pauksissa uusilla ratkaisuilla voidaan saada mahdolliseksi jopa aiemmin teknisesti tai taloudellisesti kannattamattoman toiminnan toteuttaminen. Uuden teknologian luomisella on keskeinen rooli myös kasvihuonekaasujen päästöjen rajoittamisessa.

Uusia teknologioita on esitelty tarkemmin kappaleessa 2. Energiantuotannon osalta varsinkin pienimuotoinen sähkön ja lämmön yhteistuotanto sisältää paljon vasta äskettäin kaupallistunutta tekniikkaa. Myös jätehuoltoon liittyvät järjestelmät kehittyvät voimakkaasti luoden mahdollisuuksia uusien teknologioita hyödyntämiselle.

Edistyneen teknologian markkinoilletuloa ja käyttöönottoa voidaan nopeuttaa monin keinoin. Esimerkkejä käytössä olevista keinoista ovat: energiamerkinnät, energiatehokkuusluokitukset, yhteishankinnat, hankintaohjeet, demonstrointi ja juurruttaminen. Näistä keinoista kuntien käyttöön soveltuvat varsinkin yhteishankinnat ja hankintaohjeiden laatiminen. Yhteishankinta sopii muun muassa pienille kunnille, joilla ei ole taloudellisista syistä ilman hankintarengasta mahdollisuuksia ottaa käyttöön uutta esimerkiksi energiatehokasta tekniikkaa.

3.4 Materiaalipörssi

Yritysten toimiessa syntyy usein pääasiallisen tuotteen tai toiminnan ohella suhteellisen homogeenisiä sivuaine- sekä jätevirtoja, jotka voisivat soveltua hyötykäyttöön. Toisaalta monessa toiminnassa voitaisiin käyttää hyödyksi juuri samoja materiaalivirtoja. Usein kuitenkin materiaalin tuottaja ja kuluttaja eivät kohtaa toisiaan. Aina ei ole myöskään selvillä voiko tai saako jotain materiaalia käyttää tietyissä kohteissa. Tällaisten ongelmien parissa voisi toimia yritys, ns. materiaalipörssi, jonka tehtävä olisi välittää materiaalivirtoja niiden tuottajilta hyötykäyttäjille sekä antaa neuvoja hyötykäyttöön liittyvissä asioissa. Yrityksen ja varsinkin ympäristön kannalta sivuaine- tai

jätevirran hyödyntäminen pörssin välityksellä voisi olla huomattavasti edullisempi vaihtoehto kuin neitseellisen raaka-aineen hankkiminen tai materiaalin hävittäminen esimerkiksi loppusijoittamalla.

3.4.1 Materiaalipörssin vaikutus ilmastonmuutokseen ja liiketoimintaan

Ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi materiaalipörssin kasvihuonekaasupäästöjä vähentävä vaikutus aiheutuu pääasiassa neitseellisen materiaalin tarpeen vähenemisestä ja sitä kautta valmistuksessa syntyvien päästöjen vähenemisestä. Siirryttäessä neitseellisen materiaalin käytöstä kierrätysmateriaalin käyttöön pienenee muun muassa tuotantoon tarvittavan energian määrä, mikä voi olla hyvinkin merkittävää esimerkiksi metallien jalostuksessa. Lisäksi kasvihuonekaasupäästöjä hillitsee kaatopaikkakaasujen väheneminen, kun biohajoava materiaali ohjautuu hyötykäyttöön.

Liiketoiminnan lisääntymisen kannalta materiaalipörssin positiivinen vaikutus syntyy loppusijoituksesta hyötykäyttöön ohjautuvien materiaalien ympärille muodostuvasta toiminnasta, kuten materiaalien käsittelystä hyödynnettävään muotoon ja materiaaleja hyödyntävästä toiminnasta. Myös itse materiaalipörssin toteuttaminen lisää liiketoimintaa.

3.4.2 Jätteiden ja sivutuotteiden välityksen nykytilanne

Materiaalipörssi-tyyppistä ajatusta on toteutettu jo eriasteisina internetin kautta tapahtuvina myyntijärjestelminä, joissa yritykset voivat ilmoittaa myyvänsä tai ostavansa jotain materiaalia. Internetpohjaiset kauppapaikat ovat olleet viime vuosina markkinamiesten lempilapsia, mutta todellisuudessa järjestelmien käyttö on jäänyt usein vähäiseksi. Järjestelmiä on olemassa runsaasti, mutta käyttöaste on pieni. Esimerkkinä hy-

vin menestyneestä materiaaleja hyötykäyttöön välittävästä järjestelmästä voidaan mainita Skotlantilainen Global Recycle -yritys, joka on täysin internetpohjainen palvelu. Palvelu välittää informaatiota kansainvälisistä yrityksistä ja organisaatiosta, jotka ovat kiinnostuneita erilaisten jätėjakeiden ostamisesta tai myynnistä. Sivustolla voi ilmoittaa materiaalin mukaan valmiiksi jaotelluissa luokissa oleelliset tiedot kaupattavasta tavarasta. Välitystoimintaa harjoittava yritys saa tulonsa tietyssä prosentiosuhteena (0,75 – 1 %) välitettävän materiaalin arvosta. Skotlantilainen sivusto (www.globalrecycle.net) palkittiin julkaisussa CIO Magazine maaliskuussa 2002 eräänä parhaimmista internetissä toimivista liiketoimintasivustoista.

Suomessa vastaavanlaisia materiaaleja välittäviä internet-foorumeja ovat esimerkiksi Kierrätyspörssi (www.kierratysporssi.org) ja rakennusmateriaaleihin erikoistunut Rakennusluuppi (www.rakennusluuppi.fi). Kierrätyspörssi on maamme ensimmäinen raaka-aineksi soveltuvan jättemateriaalin hyötykäyttö-foorumi. Kierrätyspörssi ei veloita asiakastietojen välittämisestä, joten sen toiminta on käyttäjälle tällä hetkellä täysin ilmaista. Materiaalien välitys ei ole kuitenkaan lähtenyt toimimaan Kierrätyspörssin kautta odotetusti. Ilmoituksia sivustolla on ollut hyvin vähän.

Nykyisin toimivien järjestelmien lisäksi materiaalipörssi voisi pitää sisällään muutakin kuin internet-pohjaista informaation välittämistä materiaalin tarjoajista ja ostajista. Materiaalipörssi voisi toimia eräänä osana valtakunnallista jätehuoltoa vastaten hyötykäyttöön soveltuvien materiaalien kierrättämisestä. Kappaleessa 5 on selvitetty eräänä esimerkkitapauksena materiaalipörssin eri toimintamahdollisuuksia ja siihen kytkeytyvien palveluja ja niiden tarpeellisuutta.

3.5 Teollinen ekologia

Teollinen ekologia (industrial ecology) on ajatus siitä, että teollista systeemiä voidaan pitää eräänlaisena ekosysteeminä, jota voidaan kuvata materiaali- ja energiavirtojen ja -varantojen avulla. Teolliseen systeemiin kuuluvat luonnon ekosysteemistä poiketen myös informaatiovirrat ja -varannot. Teollinen systeemi tarvitsee toimiakseen sen ulkopuolisia ”luonnon” resursseja, joten sitä ei voi erottaa itsenäiseksi systeemikseen. Teollista systeemiä täytyy tarkastella osana biosfääriä. Ihmisen aikaansaamaa materiaali- ja energiavirtojen kokonaisuutta teollisessa systeemissä pyritään kuvaamaan ”teollinen aineenvaihdunta” -käsitteellä (industrial metabolism).

Teollisen ekologian avulla pyritään ymmärtämään kuinka teollinen systeemi toimii, miten vuorovaikutus ekologisen systeemin kanssa tapahtuu ja mitkä tekijät säätelevät systeemin toimintaa. Koko teollisen ekosysteemiajatuksen perimmäisenä tavoitteena on ymmärtää, miten teollinen systeemi voitaisiin rakentaa toimimaan yhtä tehokkaasti kuin luonto. Nykyisen teollisen ekologian perustana pidetään Robert Froschin ja Nicholas Gallopoulosin artikkelia *Scientific American*issa 1989.

3.5.1 Teollisen ekologian suhde yrityksiin ja ilmastonmuutokseen

Yritysten toiminnassa teollisen ekologian tavoitteena on ensisijaisesti erilaisten informaatio-, energia- ja materiaalivirtojen optimointi. Vaikka toiminnan tavoitteena ei olekaan suoraan päästöjen ehkäisy tai liiketoiminnan lisääminen, niin näiden asioiden kannalta hyödyt ovat merkittävät. Keinot teollisen ekologian tavoitteisiin pyrkimiseksi ovat erilaiset kuin päästöjen ehkäisyä tavoittelevassa toiminnassa, mutta saavutettavaa lopputulosta arvioidaan käytännössä samoin kriteerein, jolloin myös toiminnalla saa-

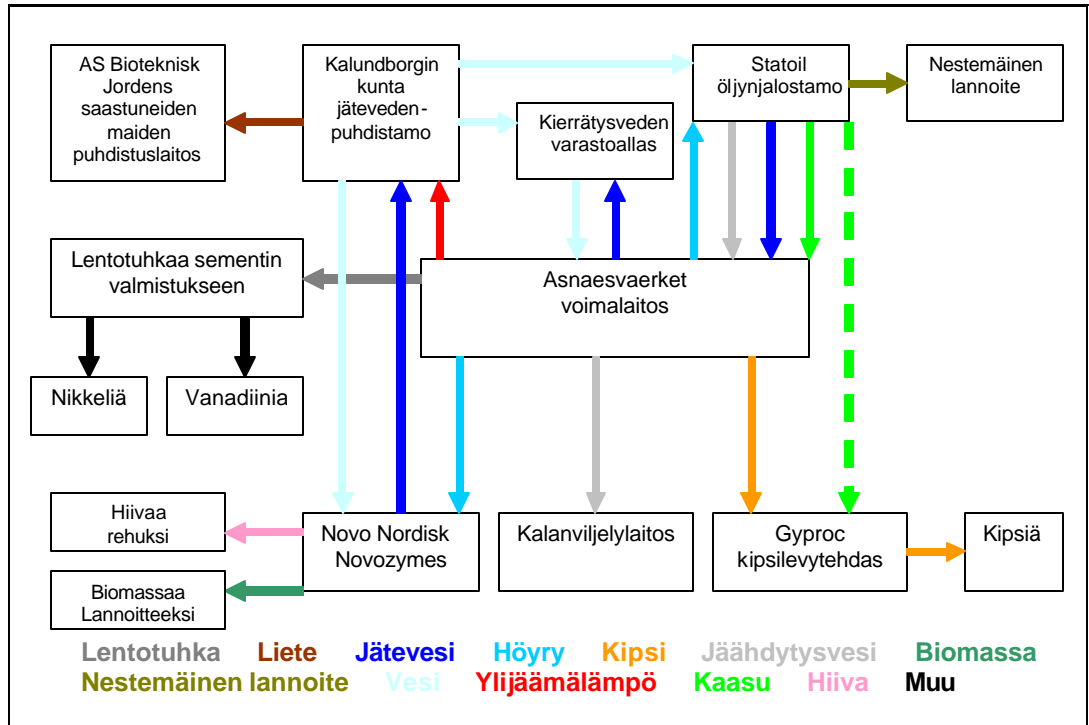
vutettava lopputulos on päästöjen kannalta hyvin samanlainen. Taulukossa 17 on vertailtu päästöjen ehkäisyn ja teollisen ekologian keskeisimpiä eroja ja yhteneväisyyksiä.

Taulukko 17. Teollisen ekologian ja päästöjen ehkäisyn keskeisimmät piirteet (Kirsten & Kenneth 1997).

	Päästöjen ehkäisy	Teollinen ekologia
Ensisijainen tavoite	Vähentää päästöjä Pientää riskiä	Optimoida resurssivirtoja Edistää kestäväää kehitystä
Ensisijainen kohde	Yksittäinen yritys	Yritysverkostot
Ydin konsepti	Prosessisuunnittelu	Systeemien verkottaminen
Tekniikat	Elinkaariarviointi Prosessisuunnittelu Jätteiden auditointi	Elinkaariarviointi Materiaalien kirjanpito Ympäristösuunnittelu
Kierrätyksen rooli	Prosessin sisäinen	Prosessin sisäinen Prosessin ulkoinen Yritysten välinen
Valtion rooli	Tekninen tuki	Esteiden poistaminen
Taloudellinen vaikutus	Useat sektorit	Teollinen sektori
Arviointi	Materiaalien/päästöjen selvittäminen	Materiaalien/päästöjen sel- vittäminen

Yritysten verkostoituminen muodostuu merkittäväksi tekijäksi myös teollisen ekologian toteuttamisessa. Käytännön toimintaa esiteltäessä käytetään usein malliesimerkkinä tanskalaista Kalundborgin kuntaa, jossa viisi yritystä ja kunta käyttävät tehokkaasti hyväkseen toistensa sivuainevirtoja, kuva 9. Keskeisessä asemassa yritysten välisessä symbioosissa on hiilivoimalaitos, joka tuottaa höyryä, lämpöä, kipsiä ja lentotuhkaa muiden yritysten tarpeisiin. Esimerkiksi kalanviljelylaitoksen perustamiselle on voimalaitoksen lämmin jäähdytysvesi tarjonnut sopivat olosuhteet. Savukaasujen puhdis-

tuksessa muodostuvaa kipsiä hyödyntämään on kehittynyt kipsilevyjä valmistavaa yritystoimintaa, ja lentotuhka sisältää raaka-ainetta nikkelin ja vanadiinin valmistukseen. Lisäksi voimalaitoksen ja kunnallisen jätevedenpuhdistamon vesivirtoja on tehokkaasti yhdistetty muiden yritysten toimintaan.



Kuva 9. Kalundborgin symbioosin osakkaat (The Symbiosis Institute 2002).

Teollisen ekologian ajatusmallin mukaista toimintaa voitaisiin pyrkiä tulevaisuudessa ottamaan mukaan myös kunnan toiminnan taustalle. Sitä voitaisiin toteuttaa muun muassa edellä kappaleessa 3.2.3 esitetyn yritysten verkostoitumiseen liittyvän kunnan toimintamallin käytössä ketjuttamalla yrityksiä hyödyntämään toistensa materiaali- ja energiavirtoja.

Kaakkois-Suomen kannalta voitaisiin esimerkiksi suuren metsäteollisuuden prosessien ympärille pyrkiä muodostamaan samantapaisia symbioottisia järjestelmiä kuin kuvassa

9. Vesi- ja energiavirtojen lisäksi metsäteollisuuden prosesseissa muodostuu suuria määriä muun muassa soodasakkaa, pastalietettä ja kuitulietettä.

4 LIIKETOIMINNAN KASVUEDELLYTYKSIÄ TUKEVAT TOIMINNAT

4.1 Koulutus ja osaaminen

Paikallinen elinkeinojen ja liiketoiminnan kehittäminen myönteiseen suuntaan muodostaa uudenlaisia osaamistarpeita ja lisää uusien innovaatioiden merkitystä. Kehitystyössä tarvitaan koko ajan uusia ajantasaisia välineitä ja tietoa. Yritysten henkilökunnan osaamisessa on teknisen ja taloudellisen osaamisen rinnalle noussut myös muita osaamistarpeita. Kasvihuonekaasupäästöjen hallinnan ja liiketoiminnan kehittämisen yhteensovittaminen synnyttää laajan toimintakentän, jonka osaamistarpeisiin tarvitaan hyvin monen osaamisalueen koulutusta.

Lähes minkä tahansa yritystoiminnan osaamisalueen (esimerkiksi johtaminen, markkinointi, tuotantotoiminnot, juridiikka, talous, ympäristö, tuotekehitys, laatu, yhteistyö, jne.) voi liittää joko ilmastonmuutokseen tai liiketoimintaan, joten tähän tutkimukseen liittyvä koulutuskäsite on myös hyvin laaja. Tämän tutkimuksen kannalta keskeisimmäksi osaamisalueeksi muodostuu kuitenkin ympäristö- ja energia-asioiden hallitseminen sekä jossain määrin myös logistiikka ja johtaminen, joihin nyt koulutuksen ja tutkimuksen osalta keskitytään.

Logistiikan merkitystä liiketoiminnan ja ympäristön kannalta voidaan perustella logistiikka käsitteen määritelmällä, jonka mukaan:

”Logistiikan tavoitteena on saada raaka-aineet, puolivalmisteet ja valmiit tuotteet oikeaan paikkaan, oikeaan aikaan, oikean laatuksena ja määräänsä, valitulla palvelutasolla ympäristöä mahdollisimman vähän kuormittaen ja pitkällä tähtäimellä optimoimalla yrityksen taloudellinen tulos.”

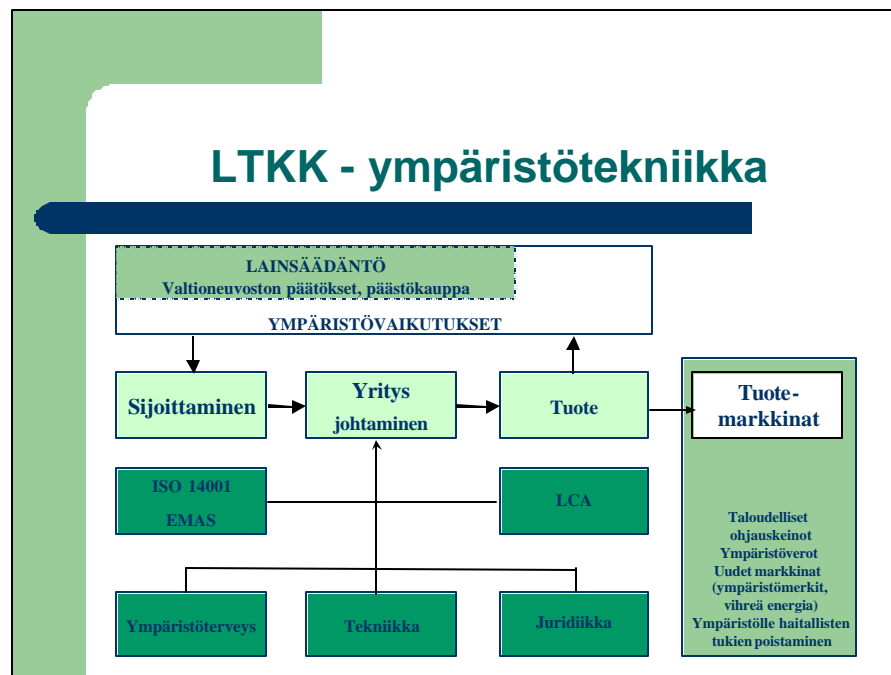
Logistiikalla voidaan vaikuttaa varsinkin kuljetuksen ja liikenteen suureen osuuteen kasvihuonekaasupäästöistä. Logistiikalla on myös tärkeä yritysten verkostoitumisen suunnittelussa.

Koulutuksen osalta mainittavia erityispiirteitä Kaakkois-Suomessa ovat korkeakoulutasoinen tekniikan ja kaupan opetus Lappeenrannan teknillisessä korkeakoulussa (LTKK) sekä ammattikorkeakoulutasoinen opetus Etelä-Karjalan ja Kymenlaakson ammattikorkeakouluissa.

4.1.1 Korkeakoulutasoinen koulutus Kaakkois-Suomessa

Kaakkois-Suomen alueella korkeakoulutasoisesta opetuksesta vastaa Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu. LTKK on tekniisiin tieteisiin ja kauppatieteisiin erikoistunut tiedekorkeakoulu. LTKK:ssa järjestetään diplomi-insinööri ja ekonomi tutkintoihin johtavia koulutusohjelmia. Paikallisten elinkeinojen ja ilmastonmuutoksen väliseen yhteyteen liittyviä koulutustarpeita palvelevat LTKK:ssa teknisestä näkökulmasta erityisesti ympäristötekniikan- ja energiatekniikan koulutusohjelmat sekä liiketoiminnan näkökulmasta tuotantotalouden tekniikan ja talouden sekä ympäristöasioiden yhdistäminen.

LTKK:ssa ympäristöasioita koulutetaan kokonaisuutena, jossa kasvihuoneilmiöön vaikuttavat tekijät ja niiden vähentäminen ovat keskeisessä asemassa. Ympäristötekniikan koulutusohjelman opetusstrategiassa on suunnattu opetusta muun muassa yritysten tarpeisiin. Kuva 10 esittää opetuksen tarjoamia mahdollisuuksia (tummanvihreät laatikot) ympäristöasioiden kokonaisvaltaiseen hallintaan yritysten johtamisessa.



Kuva 10. Ympäristötekniikan opetus yritysten tarpeisiin LTKK:ssa.

Opetus sisältää tekniikan lisäksi ympäristöterveyttä, ympäristöjuridiikkaa ja ympäristönsuojelua sekä yrityksen toiminnan kannalta keskeisimmän lainsäädännön (ISO 14001 ja EMAS). Tuotekehityksen tueksi opetetaan tuotteiden ympäristövaikutusten arviointia elinkaariarvio-menetelmällä (LCA). Ympäristötekniikan kahdesta koulutuskokonaisuudesta toisessa tehdään yhteistyötä muiden Itä-Suomen yliopistojen kanssa. Tässä opiskelija opiskelee osan ajasta Kuopion yliopiston Ympäristötieteiden laitoksella ja Joensuun yliopiston Biologian ja Yhteiskuntatieteiden laitoksilla.

Yritysten henkilökuntaa palvelevaan koulutukseen kuuluvat erilaiset kurssit, luennot ja seminaarit, kuten vuosittain elokuussa järjestettävät ilmansuojelupäivät ja marraskuussa järjestettävät jätteen hyötykäyttöpäivät. Yritystoiminnan perustamiseksi löytyy erillinen syventymisvaihtoehto energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelmista. Kuntien päätöksentekijöille ja viranhaltijoille voidaan tarvittaessa järjestää koulutusta esimerkiksi kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen liittyen. Lisäksi korkeakoulun asiantuntijat voisivat esittää kehittämiskeinoja esimerkiksi kunnissa toimivissa työryhmissä tai olla esittelijöinä ilmastonmuutosasioihin liittyvissä kokouksissa.

4.1.2 Ammattikorkeakoulutasoinen koulutus Kaakkois-Suomessa

Kaakkois-Suomen alueella toimii kaksi ammattikorkeakoulua: Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulu ja Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Ammattikorkeakoulujen opetus on käytännönläheistä ammattiosaamista, johon liittyy perustuntemus kasvihuonekaasupäästöistä ja niiden vähentämistavoista. Tässä tutkimuksessa käsiteltyjen asioiden koulutustarpeita vastaavaa opetusta järjestetään Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulun tekniikan yksiköissä Imatralla ja Lappeenrannassa sekä vastaavasti Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa tekniikan, luonnonvara-alan ja hallinnon ja kaupan yksiköissä Kotkassa ja Kouvolassa.

Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulun tekniikan yksikössä opetetaan tutkimuksen aihepiiriin liittyen kone- ja tuotantotekniikkaa, logistiikkaa, paperitekniikkaa, rakennustekniikkaa ja sähkötekniikkaa. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun opetukseen kuuluu tutkimuksen aihepiiriin liittyen energiatekniikkaa, kone- ja tuotantotekniikkaa, logistiikkaa, tuotantotaloutta, puutekniikkaa, metsätaloutta, metsä- ja puutalouden markkinointia ja liiketoiminnan logistiikkaa.

Alueen molemmissa ammattikorkeakouluissa on tarjolla myös täydennys- ja jatkokoulutusta aikuisopiskelijoille, jotka haluavat parantaa mahdollisuuksiaan työelämässä tai yrityksen perustamisessa ja kehittämisessä.

Ammattikorkeakoulun henkilökunnasta löytyy myös asiantuntijoita kuntien ja yritysten kehittämisprojekteihin ja päätöksenteon tueksi. Lisäksi insinööriyöt ovat pieninä, paikallisina ja yrityskohtaisina selvitystapoina tai projektien osina eräs mahdollinen tiedonlähde kunnan tarpeisiin.

4.1.3 Muu ammatillinen koulutus

Kaakkois-Suomen alueella toimii kuusi ammatillista oppilaitosta ja kolme aikuiskoulutuskeskusta: Haminan ammattiopisto, Imatran ammattioppilaitos, Kotkan ammatillinen koulutuskeskus, Kouvolan seudun ammattiopisto, Lappeenrannan ammattikoulu, Etelä-Karjalan ammatillinen aikuiskoulutuskeskus, Kouvolan ammatillinen aikuiskoulutuskeskus ja Vuoksenlaakson ammatillinen aikuiskoulutuskeskus.

Näiden oppilaitosten tuottaman koulutuksen tärkeintä antia kasvihuonekaasuja vähentävän liiketoiminnan edistämiseksi on tekniikan sekä luonnonvara-alan opetus.

4.1.4 Koulutustarpeet

Teollisuuden työnantajien selvityksen mukaan (Teollisuus ja työnantajat 2001) tärkeimpinä yritysten ympäristökysymyksiin liittyvinä osaamistarpeina nähdään ympäristöjärjestelmät, jätteiden lajittelu, kierrätys, hiilidioksidipäästöjen ja muiden haitallisten päästöjen pienentäminen sekä vesistöjen likaantumisen estäminen ja ympäristöä säästävät teknologiat. Vaikka nämä osaamistarpeet ovat lähtöisin kaikista ympäristönsuo-

jelutarpeista, palvelee niihin tähtäävä koulutus hyvin myös ilmastonmuutoksen hallintaa. Taulukossa 18 on esitetty eri teollisuuden alojen ympäristöosaamistarpeita. Kaakois-Suomen kannalta metsäteollisuuden tulokset ovat merkittävimmät.

Taulukko 18. Kestävän kehityksen osaamistarpeet teollisuusyrityksissä (Teollisuus ja työnantajat 2001).

Metalliteollisuus	Metsäteollisuus	Muut toimialat
<ul style="list-style-type: none"> • ympäristöjärjestelmät, ISO 4000 ja 14001 • sisäiset auditoinnit • ympäristöjärjestelmät osana laatuja järjestelmää • jäteongelmien hoitaminen • vesistön likaantumisen estäminen • lajittelu • koko henkilökunnan ympäristötietoisuus • ympäristökartoitukset, ympäristötase 	<ul style="list-style-type: none"> • ympäristö- ja/tai laatuja järjestelmä • kestävän kehityksen asenne • etiikka • ympäristölait- ja luvat • jätevesikäsittelyn ongelma-alueet • tuotteiden elinkaaret • toimiminen metsäympäristössä • ympäristöstä huolehtiminen kilpailukeinona 	<ul style="list-style-type: none"> • ekologinen ajattelu • rakentamisen ekologia • ennakoiva ympäristönsuojelu • ympäristöjärjestelmän rakentaminen • ympäristövastuu • yrityksen ympäristöpolitiikka • lainsäädäntö, EU normisto • jätteiden käsittely, kierrätys, jätekuormituksen vähentäminen • päästöjen pienentäminen • elinkaariosaaminen • ympäristön huomioiminen tuotesuunnittelussa

4.2 Tutkimus LTKK:lla

Lappeenrannan teknillisellä korkeakoululla tutkimustoiminta jakautuu osastojen alla toimiviin yksiköihin. Tässä kappaleessa on selvitetty vain niiden osastojen ja yksiköiden tutkimustoimintaa, joiden tutkimuksen aihepiiri liittyy suoraan liiketoimintaan ja

kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamiseen. Kuitenkin myös muiden osastojen osaamista tarvitaan usein kehitettäessä vähemmän kasvihuonekaasuja tuottavia laitteita, prosesseja ja niiden ohjausjärjestelmiä.

Ympäristötekniikan laboratorio:

Energia- ja ympäristötekniikan osaston alaisuudessa toimivassa ympäristötekniikan laboratoriossa tutkimuksen aihealueita ovat muun muassa:

- Sivuainevirtojen hallinta
 - jätteiden energiahyötykäyttö (poltto- ja kaasutustekniikat)
 - jätteiden materiaalihyötykäyttö
 - päästömittausjärjestelmien luotettavuus
- Ympäristöjohtaminen
 - elinkaariarviointi
 - ympäristöjohtamisjärjestelmät
- Rakennusten ympäristötekniikka
 - energiatehokkaat talotekniset järjestelmät

Ympäristötekniikan laboratoriolla on tarjolla erilaisia konsepteja tutkimusten ja selvitysten toteuttamiseksi. Myös oppilastöinä tehtyjä normaalia suppeampia selvityksiä on mahdollista toteuttaa. Eri vaihtoehtoja tutkimuksen toteuttamiseksi ovat muun muassa: oppilaiden harjoitustöinä tehdyt selvitykset, diplomityöt, laboratorion suorittamat mittaukset, tilaustutkimukset yrityksen rahoituksella sekä yhteistyötutkimukset (yritysrahoitusta + julkista rahoitusta), joissa julkisen rahoituksen hakija voi olla joko yritys tai ympäristötekniikan laboratorio. Ympäristötekniikan laboratoriolla on pitkäaikainen kokemus päästömittauspalveluiden suorittamisesta teollisuudelle. Päästömittaukset ovat olennaisia yrityksen päästöjen seurannassa, vähennystarpeiden kartoituksessa ja ympäristöviranomaisille raportoinnissa.

Kunnat ja yritykset voisivat aktiivisemmin käyttää hyödyksi opiskelijoita muun muassa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen liittyvien selvitysten tekijöinä, teettämällä diplomitöitä ja myös pienempiä harjoitustöinä tehtäviä selvityksiä.

Ympäristöyritysten verkottumiseen ja materiaalipörssiin liittyen on LTKK:lla alkamassa syksyllä 2002 vuoden 2003 loppuun kestävä tutkimushanke. Ympäristötekniikan laboratorio on mukana Inno-Envi hankkeessa, jossa toteutetaan Etelä-Suomen maakuntia koskeva ympäristöalan verkottumiseen ja tietoyhteiskunnan kehittymiseen tähtäävä toimintakokonaisuus. Tavoitteena on sellaisen Etelä-Suomen kattavan ympäristöklusterin luominen, johon pienetkin yritykset voivat päästä mukaan ja joka antaa uutta voimaa monipuolisen ympäristöosaamisen kokoamisessa alueelta. Tavoitteena on myös vientipotentiaalin tehokas kasvattaminen lähialueille. LTKK:n osuus tutkimuksesta käsittää Etelä-Karjalan ja Kymenlaakson maakuntien ympäristöalan toimijoiden kartoituksen ja yritysten verkottamiseen tähtäävän Case-projektin sekä materiaalipörssi projektin, jossa luodaan malli alueen materiaalistaseen hallintaan ja siihen liittyvän materiaalipörssin luomiseen.

Energiatalouden laboratorio:

Energiatalouden tutkimuksessa on ollut hyvin voimakkaasti esillä taloudellisuuden ja kustannustarkastelujen lisäksi hiilidioksidipäästöjen ja ilmastonmuutoksen suhde energian tuotantoon. Tutkimuksen aihealueita ovat muun muassa:

- eri energiatuotantoon ja käyttöön liittyvien prosessien polttoaine-, energia- ja CO₂-päästötaseiden selvittäminen
- eri energiantuotantomuotojen kilpailukyvyyn, kustannusten ja CO₂-päästöjen vertailut
- prosessien energiatehokkuuden ja CO₂-päästövähennysten parantaminen
- energia & ilmasto-yhtälön ratkaisuun liittyvät tutkimukset.

Logistiikan laitos:

Tuotantotalouden osaston logistiikan laitoksen tutkimuksen aihealueita ovat muun muassa:

- kuljetusten kehittäminen ja logistiikka
- logistiset ketjut ja jakeluverkostot
- sähköisen kaupan, -liiketoiminnan ja -tietojärjestelmien kehittäminen
- eri toimijoiden sen hetkisen logistisen tason selvittäminen.

Hankintojen johtaminen:

Kauppatieteiden osaston hankintojen johtamisen tutkimus kattaa koko hankintojen johtamisen kentän. Erityisesti tutkimus on keskittynyt erilaisiin hankintastrategioihin, kuten esimerkiksi partnership-strategioihin ja verkostoitumiseen. Lisäksi tutkimusalueita ovat riskienhallinta, toimitusketjun hallinta ja sähköinen liiketoiminta. Tulevaisuudessa hankintojen johtamisen tutkimuskenttä tulee laajenemaan myös julkiselle sektorille.

4.3 Rahoitustoiminta

Tässä kappaleessa esitellään rahoitustoimintaa, joka on itsessään liiketoimintaa tai keskittyy tutkimuksessa rajattuun aiheeseen ja alueeseen.

4.3.1 ESCO

Yrityksillä tai kunnilla voi olla huomattavia energiansäästökohteita, jotka vaativat säästön saavuttamiseksi laitteistoinvestointeja. Hankkeeseen ei kuitenkaan monesti ryhdytä, vaikka takaisinmaksuaika laitteistolle olisi taloudellisesti riittävän lyhyt ja

hanke olisi muutenkin kannattava. Näissä tilanteissa ei yleensä ole riittävästi rahaa käytettävissä tai sitä ei haluta sitoa pitkäksi aikaa laitteistoon. Varsinkin yritykset sijoittavat mieluummin rahat varsinaisen tuotannon kehittämiseen. Myös henkilöresurssien puute voi olla esteenä hankkeen toteuttamiselle. ESCO (Energy Service Company) voi olla tällöin ratkaisu hankkeen rahoittamiseksi ja toteuttamiseksi.

ESCO-yrityksellä tarkoitetaan energiapalveluyhtiötä, joka rahoittaa ja toteuttaa asiakkailleen energiansäästöhankeita. Asiakkaan kanssa sovitaan palvelusopimuksesta, jossa ESCO sitoutuu vastaamaan energiansäästöhankeeseen suunnittelusta, toteutuksesta, rahoituksesta ja teknisestä toimivuudesta. ESCO:n toteuttaman energiansäästöhankeeseen ansiosta asiakkaalle syntyy säästöä verrattuna alkuperäiseen tilanteeseen. Suomessa toteutettavissa ESCO-konsepteissa asiakas maksaa uuden investoinnin aikaansaamalla säästöillä sopimuksen mukaisesti, tavallisesti 5 – 8 vuoden takaisinmaksuajalla, ESCO:lle korvauksen palveluna tuotetusta hankkeesta.

Päästöjä vähentävän liiketoiminnan näkökulmasta ESCO-konsepti on erinomainen rahoitusratkaisu. Panostamalla ESCO liiketoiminnan lisääntymiseen saavutetaan samanaikaisesti asiakasyritysten kilpailukykyyn kohoamista pienentyneistä energianhankintakustannuksista johtuen sekä energian säästöstä aiheutuvaa kasvihuonekaasupäästöjen vähentymistä.

Suomessa oli vuoden 2002 alussa neljä ESCO-yritystä. Näiden liikevaihdon yhteenlaskettu ennuste vuodelle 2002 on 3 – 4 milj. €a. Paras ”arvio” ESCO-toiminnan liikevaihdon potentiaalille Suomessa on noin 25 – 35 milj. €a. Suurin este toiminnan lisääntymiselle on rahoituksen löytäminen investointeihin. (Väisänen 2002)

ESCO-toiminnalle lisäpotkua voisivat tuoda päästökaupan toteutuminen ja sähkön hinnan nousu. Jos EU:n pakollinen päästökauppa toteutuu, CO₂-päästötonnin hinnaksi

on arvioitu jopa 20 euroa. Esimerkiksi, jos tällä päästöhinnalla keskisuuri teollisuus käyttää sähköä siten, että sähköntuotannosta aiheutuu tonni CO₂-päästöjä, maksaa tämä määrä sähköä yritykselle noin 215 € (sähkön hinta 5,38 snt/kWh ja sähkön CO₂-päästö 250 g_{CO2}/kWh). Päästökauppa toisi tässä tapauksessa ESCO-toiminnan kannalta karkeasti arvioiden sähköenergiansäästöhankeissa jopa 10 % parannuksen hankkeen kannattavuuteen.

Ilmastonmuutoksen näkökulmasta on ESCO-toimintaa tutkittu mm. CLIMTECH-tutkimusohjelman projektissa ”Energiapalveluyhtiöiden (ESCO) toiminta ilmastonmuutoksen rajoittamisen näkökulmasta”, joka on päättynyt vuonna 2002. Motiva ja Electrowatt-Econo Oy tutkivat perinteisen ESCO-konseptin lisäksi myös CO₂-ESCO-konseptia, jossa selvitetään mahdollisuuksia kasvihuonekaasupäästöjä vähentävien investointien rahoittamiseksi ja toteuttamiseksi.

Kaakkois-Suomen kannalta Venäjän rajan läheisyys ja aikaisemmat yhteistyösuhteet voisivat muodostaa potentiaalisia mahdollisuuksia myös ESCO-toiminnan harjoittamiseksi. Venäjällä olisi paljon tehtävissä energiansäästön saralla. Energiatехokkuuden ollessa Suomea huomattavasti matalammalla tasolla saavutettaisiin ESCO-hankkeilla Venäjällä pienemmillä investoinneilla suurempi energiansäästö kuin Suomessa. Sijoitettavat eurot jäisivät lisäksi kotimaahan lisäämään liiketoimintaa, kun hankinnassa käytettäisiin suomalaisia valmistajia.

4.3.2 Public-private partnership

Public-private partnership (PPP) on väline toteuttaa haluttuja kehittämishankkeita yhteistyössä yksityisen ja julkisen sektorin kuten kunnan kanssa. Yhteinen rahoitus sitoo osapuolet hankkeiden käytännön toteuttamiseen. (Ruokangas)

Kun toimijoiden välinen epävirallinen yhteistyö syventyy ja yhteistyölle asetetaan selkeät pelisäännöt, aletaan puhua kumppanuudesta (partnership) eli virallisesta ja selkeästi rajatusta yhteistyöstä. Partnership-toiminnan edellyttämät pelisäännöt ohjaavat toimijoita kustannusten, käytännön työn ja tuottojen jakamisessa.

Public-private partnership edellyttää muun muassa seuraavien sille ominaisten kriteerien täyttymisen:

- yksityisellä sektorilla on omat voittoa tavoittelevat päämääränsä
- julkisella sektorilla on omat kehittämistavoitteita tukevat päämääränsä
- molemmat osapuolet osallistuvat hankkeen toteutukseen omalla taloudellisella riskillään.
- hankkeen toteuttaminen ei onnistu, mikäli jompikumpi osapuoli vetäytyy tai jättäytyy pois.

PPP prosessi lähtee yleensä liikkeelle julkisen sektorin, esimerkiksi kunnan strategisesta visioinnista päätyen kumppaneiden etsimiseen ja edelleen hankkeiden toteuttamiseen. PPP:n vahvuuksia ovat sen tehokkuus resurssien hyödyntämisessä ja hankkeiden toimeenpanossa.

Kunta voi toteuttaa PPP-toimintaa esimerkiksi antamalla koulurakennuksen suunnittelun, rakennuttamisen, rahoittamisen, ylläpidon ja huoltamisen julkisen tarjouskilpailun kautta yksityisen sektorin vastuulle. Tällöin kunta voi keskittyä ydintehtäväänsä eli opetuksesta ja oppilaista huolehtimiseen yksityisen sektorin luodessa sille puitteet. Sama toimintamalli pätee sairaaloihin, päiväkoteihin, tieverkostoon ja muuhun julkiseen infrastruktuuriin.

Suomessa ehkä tunnetuin PPP periaatteella toteutettu hanke on Lahden moottoritie. Sen tuottamisesta on vastannut yksityinen yhtiö (Tieyhtiö Nelostie Oy). Tie on yksi-

tyisen yhtiön hallinnassa, kunnes se sovitun kunnossapitovaiheen jälkeen siirtyy Tiehallinnolle. Tiehallinto maksaa Tieyhtiölle liikennemääriin perustuvat korvaukset. Tieyhtiöllä on luovutushetkeen saakka hankkeesta taloudellinen ja toiminnallinen vastuu. Uuden toimintatavan ansiosta hanketta voitiin jouduttaa 5-6 vuodella ja rakentamisaikaa lyhentää noin vuodella. (Skanska Oy 2002)

4.3.3 Interreg II – Kaakkois-Suomi

Interreg II Kaakkois-Suomi -ohjelmasta rahoitetaan hankkeita, joilla edistetään alueen omaa kehitystä sekä toimintaa sillanrakentajana idän ja lännen välillä. Ohjelma-alueeseen kuuluvat Suomessa Etelä-Karjalan, Kymenlaakson ja Etelä-Savon maakunnat. Hankkeiden EU-rahoituksen osuus on puolet kansallisesta julkisesta rahoituksesta. Ohjelman koordinoijina toimivat maakuntien liitot.

Interreg-rahoitusta ja siihen yhdistettävää kansallista rahoitusta voidaan suunnata esimerkiksi liikenne- ja infrastruktuurihankkeisiin, yritystoiminnan kehittämiseen, koulutukseen, matkailutoimintaan, viestintään ja kielenopetukseen sekä alueelliseen suunnitteluun ja kehittämistyöhön.

5 ESIMERKKITAPAUKSIA

5.1 Materiaalipörssi

Materiaalipörssin toiminta-ajatus jätteiden ja tuotannossa syntyvien sivutuotteiden välittämiseksi tuottajalta hyödyntäjälle ei ole mikään uusi keksintö kuten kappaleessa 3.4.2 jo todettiin. Tähän mennessä toteutetut järjestelmät ovat olleet lähinnä internetissä toimivia informaation välityspalveluita materiaalien tarjoajista ja ostajista. Tässä esimerkkitapauksessa onkin tarkoitus selvittää, miten materiaalipörssiä voitaisiin kehittää, jotta suurempi osa materiaaleista saataisiin ohjattua tehokkaaseen hyötykäyttöön.

Materiaalipörssiajatuksen kehittämiseksi haastateltiin neljää yrityksen edustajaa sekä yhtä kunnan viranomaista. Haastatellut tahot olivat: Vianor, Hyötypaperi, UPM-Kymmene Kaukas, Etelä-Karjalan Jätehuolto sekä Lappeenrannan kaupungin ympäristövirasto.

Ennen haastatteluja pyrittiin ideoimaan, miten materiaalipörssiä voitaisiin kehittää eteenpäin nykyisin olemassa olevista internetpalveluista. Nykyiset internetpohjaiset informaatiojärjestelmät ovat käyttökelpoisia tiedon välittämiseksi tarjolla olevista materiaaleista ja niiden kysynnästä, mutta pelkkä passiivinen tiedon välittäminen ei yksistään riitä laajamittaiseen toiminnan kehittämiseen. Informaatiopalveluiden lisäksi materiaalipörssin katsottiin voivan toimia aktiivisesti esimerkiksi hyödyntämiskohteiden etsinnässä, viranomaisasioiden hoitamisessa ja erikoisasantuntijapalveluiden tuottamisessa. Lisäksi materiaalipörssillä nähtiin olevan kaksi vaihtoehtoista toimintamallia materiaalien välittämiseksi:

- Vaihtoehto I - Pörssi vain välittää materiaalit ja ottaa tarjoajalta konsulttipalkkion
- Vaihtoehto II - Pörssi ostaa materiaalit omistukseensa ja myy ne eteenpäin.

Näistä lähtökohdista selvitettiin haastatteluilla, millainen näkemys asiasta on eri toimialojen yrityksissä. Haastateltavien yritysten joukossa on sekä jätemateriaaleja käsitteleviä yrityksiä että yrityksiä, joissa jätettä tai sivuainevirtoja syntyy. Haastattelun kysymyksillä haluttiin selvittää muun muassa:

- kahden eri toimintamallin toimivuutta materiaalien välittämisessä
- materiaalipörssiin liittyviä palveluita
- toiminnan alueellista laajuutta
- toiminnan piiriin kuuluvia materiaaleja
- millainen toimija voisi parhaiten pyörittää materiaalipörssiä
- kunnan roolia toiminnan aloittamisessa sekä toiminnan aikana
- yritysten kiinnostusta olla mukana toiminnassa.

5.1.1 Materiaalipörssin toimintamalli

Kaikissa haastateltavissa yrityksissä oltiin enemmän toimintamallin kannalla, jossa materiaalipörssi välittäisi materiaalit tarjoajalta hyödyntäjälle ja ottaisi toiminnasta välityspalkkion (vaihtoehto I). Varsinkin toiminnan perustamisvaiheessa tämän vaihtoehdon etuna nähtiin olevan kevyt ratkaisu, joka vaatisi vähän henkilökuntaa ja pääomaa. Myös riskit jäisivät tässä ratkaisussa pieniksi.

Vaihtoehto, jossa materiaalipörssi ostaisi materiaalit ja myisi eteenpäin (vaihtoehto II), vaatisi huomattavasti enemmän pääomaa toiminnan alkuvaiheessa muun muassa toi-

mi- ja varastotilojen sekä muiden laitteistojen takia. Suuret alkuinvestoinnit aiheuttivat myös suuremman riskin toiminnan epäonnistumisen tappioista. Toinen riskitekijä olisi se, ettei jo ostettua materiaalia saataisi kaupaksi. Kuitenkin myös vaihtoehto II voisi olla materiaalipörssitoiminnan onnistuneen käynnistymisen jälkeen vartenotettava vaihtoehto. Siihen voitaisiin siirtyä vaiheittain esimerkiksi niiden materiaalien osalta, joiden välittäminen on vakiintunutta toimintaa. Tällaista pörssiä varten ei kuitenkaan kannattaisi rakentaa mitään käsittelyyn ja varastointiin liittyviä alueita ja laitteistoja, vaan ennemminkin pitäisi hyödyntää jo olemassa olevia järjestelmiä. Toiminnan aloittaminen suoraan vaihtoehdon II mukaisesti olisi kuitenkin mahdoton suurten riskien takia.

Jätettä tai sivuainevirtoja tuottavien yritysten näkökulmasta paras toimintamalli materiaalipörssille olisi sellainen, jossa syntyvät jätteet haettaisiin pois varmasti. Tämän vaatimuksen pystyisi paremmin täyttämään vaihtoehdon II mukainen toimintamalli siinä tapauksessa, että materiaalipörssi voisi ostaa materiaalit tuottajalta, vaikka hyötykäyttökohdetta ei olisi vielä tiedossa. Toisaalta juuri tämä vaatimus kasvattaa riskiä materiaalin jatkohyötykäytön kannalta.

Käytäessä kauppaa materiaaleilla toimintamallin II mukaisesti liikkuvat rahavirrat materiaalin ominaisuuksista riippuen eri suuntiin. Tämä tarkoittaa, että materiaalista maksettu hinta voi muodostua joko positiiviseksi tai negatiiviseksi. Vaikeasti käsiteltävistä ja hyödynnettävistä sekä ympäristölle vaarallisista materiaaleista voi siis jopa saada rahaa vastaanotettaessa.

Vaihtoehtojen I ja II hyviä ja huonoja puolia.

Vaihtoehto I - Pörssi vain välittää materiaalit ja ottaa tarjoajalta konsulttipalkkion:

- + kaupankäynti avoimempaa
- + kaikki tarjolla oleva materiaali pääsee pörssiin
- + materiaalin välitys ei vaadi pörssiltä pääomaa
- materiaali voi jäädä tuottajalle.

Vaihtoehto II - Pörssi ostaa materiaalit omistukseensa ja myy ne eteenpäin:

- + pörssin mahdollisuus vaikuttaa hintaan ja optimoida omaa voittoa
- + mahdollistaa toiminnan jossa yritys voi ”ostaa” materiaalipörssiltä palvelun jät-
teiden/materiaalien pois viemiseksi
- vaatii suuremman pääoman
- riski, että materiaalit eivät mene kaupaksi, voi rajoittaa halukkuutta vaikeimpi-
en materiaalien välittämiseen.

5.1.2 Materiaalipörssin liitännäispalvelut

Materiaalipörssin toimintaan voisi sisällyttää erilaisia liitännäispalveluita varsinaisen välitystoiminnan lisäksi. Haastatteluissa kyseltiin yrityksiltä millaisia palveluja heidän mielestään pörssin toimintaan voisi liittää. Seuraavassa listassa on haastatteluissa esille tulleita palveluita:

- hyödyntämiskohteiden selvittäminen
- alueellinen kuljetus
- materiaalien vastaanoton järjestäminen eri alueilla
- materiaalin käsittely, esim. murskaus, seulonta, paalaus, yms.
- toimijoiden opastaminen ja neuvonta sekä erikoisasantuntijapalvelut

- viranomaisasioiden hoitaminen
- kirjanpito yrityksestä viedyistä materiaaleista
- toimialaan liittyvän osaavan työvoiman tiedot

Eri materiaaleille soveltuvien hyödyntämiskohteiden selvittämiseksi materiaalipörssiin voisi kuulua eräänlainen asiantuntijaryhmä, jonka tehtävä olisi selvittää materiaalivirroille soveliaimpia käyttökohteita. Sama työryhmä voisi toimia myös osaamispankkina eri materiaalien käsittelyyn liittyvissä prosesseissa.

Kuljetuksen järjestäminen on välttämätön osa materiaalien hyötykäyttöön saattamista. Yritykset pyrkivät kuitenkin usein keskittymään vain omaan ydinliiketoimintaansa, eikä niillä ole mielenkiintoa osallistua itse kuljetuksen järjestämiseen. Materiaalipörssiin voisikin kuulua palvelu materiaalien kuljettamiseksi. Kuljetus on nykyisin niin pitkälle kilpailtu ala, että se olisi järkevintä toteuttaa alihankintana. Alihankintana toteutetun kuljetuksen etuna on myös se, ettei kalustoon tarvitsisi sitoa pääomaa. Materiaalipörssin luomalla yrityskontaktiverkostolla ja logistiikkasuunnittelulla voitaisiin pyrkiä mahdollisimman pientenkin materiaalimäärien kuljetuksen kannattavuuteen. Materiaalipörssi voisi koordinoida materiaalin kuljetusta siten, että pieniä määriä samantapaista jakeita tuottavista lähekkäin sijaitsevista yrityksistä kerättäisiin materiaalit samalla kertaa.

Materiaaleille, jotka soveltuvat hyötykäyttöön ja joita syntyy säännöllisesti pienempiä määriä, voitaisiin järjestää materiaalipörssin toimesta vastaanotto. Materiaalien vastaanotto tietyssä kohteessa voisi olla tarpeen mukaan joko jatkuva tai ajoittainen. Tällainen toiminta palvelisi etenkin pienasiakkaita, joilla syntyy hyödyntämiskelpoista jätettä niin pieniä määriä, ettei niitä ole järkevää lähteä erikseen kuljettamaan.

Toimijoiden opastaminen, neuvonta ja yleensäkin tiedon välittäminen ja markkinointi olisi materiaali-pörssin kannalta oleellista toimintaa. Yrityksille voisi olla tarpeen systeemi, jossa yritys voisi ostaa materiaali-pörssiltä palveluna jäteneuvontaa. Yrityksillä on usein pula tiedosta, miten jätteiden kanssa tulisi toimia, ja ne voisivat olla valmiita jopa maksamaan tiedosta.

Viranomaisasioiden hoitamisella tarkoitetaan palvelua, jossa materiaali-pörssi huolehtisi yrityksen puolesta muun muassa erilaisiin lupa-asioihin liittyvät hakemukset tai antaisi niihin liittyvää neuvontaa. Esimerkiksi jätemateriaalien hyötykäyttöön tarvitaan ympäristönsuojelulain 28.2 §:n 4 mukaan ympäristölupa, joka vaaditaan ”jätteen laitos- tai ammattimaiseen hyödyntämiseen tai käsittelyyn”. Jokaiselle hyötykäyttökohteelle on haettava erikseen oma lupa. Usein suurillakaan yrityksillä ei ole resursseja hoitaa ympäristölupa-asioita itse, vaan hakemisen hoitavat normaalisti konsulttiyritykset. Haastateltavien yritysten käsitykset siitä, kuuluisiko tällainen palvelu materiaali-pörssin toimenkuvaan, erosivat huomattavasti. Osassa yrityksistä ajatus koettiin oikein hyvänä mutta toisten mielestä se ei välttämättä sopisi materiaali-pörssin toimintaan. Joka tapauksessa lupa-asioden hallinta olisi välttämätöntä jo materiaali-pörssin omaan toimintaan liittyen.

5.1.3 Toiminnan laajuus

Toiminnan laajuutta käsitellään tässä kappaleessa kahdessa eri merkityksessä: toimintaan kuuluvien materiaalien kannalta ja maantieteellisen toiminta-alueen kannalta.

Haastateltavilla yrityksillä oli eri näkemyksiä siitä, kuinka laaja-alaisesti materiaali-pörssi voisi toimia. Yhden käsityksen mukaan materiaali-pörssi voisi toimia paikallisella tasolla erikoistuen vain muutaman materiaalin välittämiseen. Pitkälle viedyn eri-

koistumisen ansiosta tällainen toiminta voisi olla jopa edullisempaa kuin suurissa niin sanotuissa täyden palvelun yrityksissä. Toisaalta vain muutamaaan materiaali-jakeeseen keskittyminen voi olla riskialtista. Kun jokin materiaali ei tee kauppansa, toiminta jää muiden materiaalien varaan.

Etelä-Karjalan Jätehuollon käsityksen mukaan toiminta-alueen rajaaminen Etelä-Karjalan alueelle rajoittaisi toimintaa huomattavasti. Materiaalien välittäminen olisi kannattavinta mahdollisimman suurilla volyyymeilla. Tällöin myös materiaalien virtaus pysyisi tasaisimpana. Toiminta voisi vaatia jopa kansainvälistä kauppaa, sillä materiaalien kierrätys on kovaa vauhtia kansainvälistymässä. Esimerkiksi lasi on sellainen jae, josta joutuu tällä hetkellä maksamaan, että se otetaan vastaan. Lasin vastaanottajalla (Suomen Uusioaines Oy) on käytännössä monopoliasema Suomessa, joten se voi määritellä hinnan vapaasti. Olisikin tarvetta löytää monille materiaaleille uusia vastaanottajia, jopa ulkomailta.

Jätettä tuottavien yritysten, varsinkin usealla paikkakunnalla toimivien yritysten, kanalta olisi edullisin vaihtoehto laaja valtakunnallinen järjestelmä, jolloin yritys voisi toimia saman materiaali-pörssin kanssa jokaisessa toimipisteessä.

5.1.4 Materiaalipörssiä pyörittävä toimija

Millainen toimija olisi paras materiaalipörssin pyörittämiseen riippuu siitä, millaiseksi materiaalipörssin toiminta muodostuu. Paikallisesti toimivan ja muutamaa materiaali-jaetta käsittelevän materiaalipörssin toiminta asettaa toimijalle aivan eri vaatimukset kuin laaja valtakunnallinen toiminta.

Eri vaihtoehtoja materiaalipörssin pyörittäjiksi voisivat olla kunnallinen yritys tai yksityinen yritys. Näiden toiminta eroaa siten, että kunnallinen yritys voi tehdä kyseistä toimintaa ilman katetta mutta yksityinen yritys tavoittelee aina voittoa. Haastattelujen perusteella yksityinen yritys voisi paremmin soveltua paikalliseen toimintaan, kun taas kunnallisella yrityksellä olisi paremmat edellytykset laajempaan, jopa valtakunnalliseen toimintaan.

Eräs kuntien toimintavaihtoehto voisi olla sellainen, jossa kunnalliset jätehuoltoyhtiöt muodostaisivat verkostoitumalla suuremman organisaation, joka toimisi valtakunnallisella tasolla materiaalipörssin tavoin. Materiaalipörssi voisi olla myös erillinen jätelaitosten omistuksessa oleva yhtiö. Toiminnan edellytys olisi kaikissa tapauksissa kuitenkin tiivis yhteistyö jätehuoltoyhtiön kanssa. Valtakunnallista järjestelmää kehitettäessä olisi ympäristöministeriön oltava mukana tukemassa toimintaa.

5.1.5 Kunnan rooli

Kunnat ovat perustaneet jätelaitoksia hoitamaan alueensa jätehuoltoa. Kunnasta voi tulla aloitteita jätelaitokselle, esimerkiksi Etelä-Karjalan jätehuollolle. Jätelaitoksessa asia käsitellään, ja vaihtoehdot palautetaan takaisin kunnan hyväksyttäväksi. Kunnan rooliin kuuluu pääasiassa viranomaisasioiden hoitaminen, ja kunnissa olevien alueiden kuten vastaanottokeskusten perustaminen.

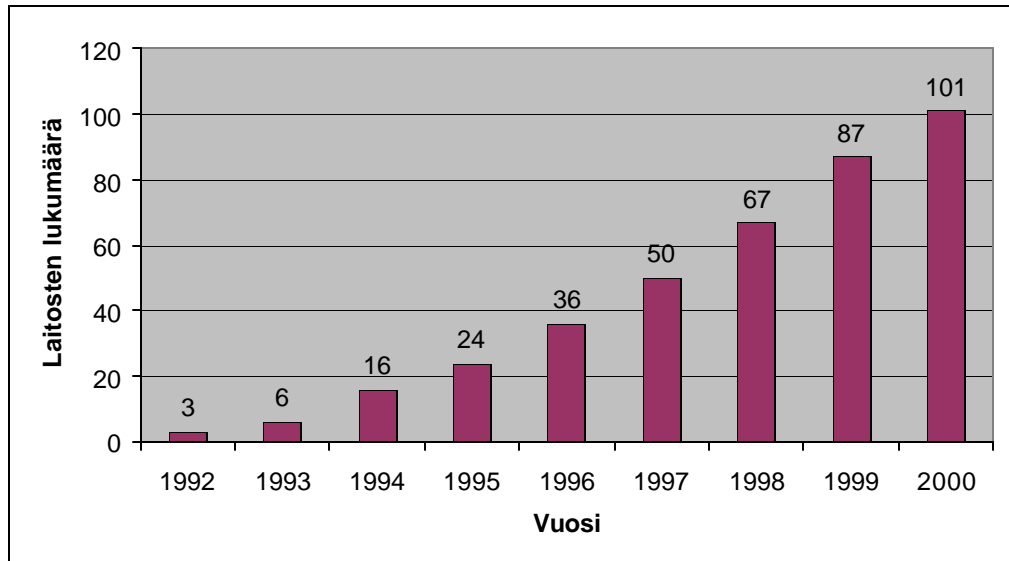
5.2 Lämpöyrittäjyys

Tässä esimerkkitapauksessa selvitetään lämpöyrittäjyyden nykytila, lisäämismahdollisuuksia Kaakkois-Suomessa ja kuntien keinoja sen edistämiseksi sekä lämpöyrittäjätoiminnalla saavutettavia etuja ilmaston ja paikallisen alueen kannalta. Tämän esimerkkitapauksen puitteissa on haastateltu kahta Kaakkois-Suomen alueella lämpöyrittäjyyden parissa työskentelevää toimijaa: Metsäkeskus Kaakkois-Suomi ja Suomen Lämpöyhtymä Oy.

5.2.1 Lämpöyrittäjyyden nykytila ja potentiaali

Lämpöyrittäjätoiminnalla tarkoitetaan paikallista pienyritystä, joka tuottaa valmiita lämpöä ostajan kiinteistön tai lämpökeskuksen tarpeisiin, yleensä kotimaista biopolttoainetta käyttäen. Lämpöyrittäjä sitoutuu huolehtimaan laitoksen polttoainehuollosta, valvonnasta ja ylläpidosta. Yrittäjälle maksetaan korvaus tuotettua lämpömääräyksikköä kohti. Lämpöyrittäjät ovat tavallisesti maanviljelijöitä tai metsänomistajia, jotka hankkivat polttoaineen omasta metsästään. Ostajapuoli on taas yleensä kunta. Suurin osa lämmitettävistä kattiloista on pieniä, kokoluokaltaan alle 1 MW.

Lämpöyrittäjyystoiminta käynnistyi 1990-luvun alussa, jonka jälkeen lämpöyrittäjien hoitamien lämpölaitosten lukumäärä on kasvanut tasaisesti, kuva 11. Suomessa oli vuoden 2002 alussa hieman yli 130 lämpöyrittäjien voimin lämpiävää kohdetta, joista vain 2 sijaitsee Kaakkois-Suomessa. Kaakkois-Suomessa sijaitsevat kohteet ovat Iemin Kuukanniemen koulu (yksityinen yrittäjä) ja Perheniemen evankelinen opisto (Iitin energiaosuuskunta).



Kuva 11. Lämpöyrittämisen yleistyminen vuosina 1992-2000 (Solmio 2001).

Suurimmassa osassa laitoksista pääpolttoaineena on metsähake, jonka osuus laitosten kiinteiden polttoaineiden kokonaiskäytöstä on noin 80 %. (Solmio 2001)

Kaakkois-Suomen alueella on lämpöyrittäjyyttä poikkeuksellisen vähän. Lämmitettäviä kohteita olisi varmasti olemassa runsaasti, mutta lämpöyrittäjyyden kehittämiseen pitäisi kiinnittää enemmän huomiota. Lisäksi maakaasu on alueella voimakas kilpailija puupolttoaineille. Työtehoseuran mukaan pelkästään kunnallisten laitosten potentiaali on nykyiseen verrattuna kymmenkertainen lämpöyrittäjyyden lisäämiseksi lähivuosina. Erään toisen asiantuntija-arvion mukaan jokaiseen kuntaan mahtuisi 5 - 10 lämpöyrittäjää. Kaakkois-Suomen metsistä olisi mahdollisuus kerätä energiakäyttöön soveltuvaa puupolttoainetta vähintään 870 kokoluokaltaan yhden megawatin laitoksen tarpeisiin (polttoaine 3,8 TWh/a, huipunkäyttöaika 3500 h/a, hyötysuhde 80 %), joten polttoaineen riittävyyskään ei muodostu rajoittavaksi tekijäksi.

5.2.2 Metsäkeskus Kaakkois-Suomen haastattelu

Metsäkeskus Kaakkois-Suomi toimii Etelä-Karjalan ja Kymenlaakson maakuntien alueella kymmenessä eri toimipisteessä edistäen toimialueellaan metsien kestävä hoitoa ja käyttöä sekä niiden monimuotoisuuden säilyttämistä. Toimintaan kuuluu myös metsään perustuvien elinkeinojen kehittäminen. Metsäkeskus Kaakkois-Suomen toimialueeseen kuluu 796 000 ha metsää, jonka puuston kokonaistilavuus on 112,5 milj. m³ ja vuotuinen kasvu 4,8 milj. m³/a.

Haastattelulla pyrittiin selvittämään Metsäkeskus Kaakkois-Suomen toimintaa lämpöyrittämisen edistämiseksi sekä siellä saatua näkemystä lämpöyrittäjätoiminnan kehittämismahdollisuuksista ja tarpeista Kaakkois-Suomen alueella. Haastattelu toteutettiin sähköpostikyselynä. Yhteyshenkilönä Metsäkeskuksessa toimi energia-asiantuntija Petri Rousku (Rousku 2002).

Seuraavat kappaleet perustuvat haastattelun pohjalta saatuihin tietoihin.

Metsäkeskus Kaakkois-Suomi toimii Kaakkois-Suomen alueella puuenergiaprojektin vetäjänä. Puuenergiaprojektiin kuuluu eräänä tärkeänä osa-alueena lämpöyrittäjyyden edistäminen. Lämpöyrittäjyyteen liittyen Metsäkeskuksessa työskentelee tällä hetkellä 2,5 henkilöä koulutus- ja neuvontatehtävissä. Jatkossa työpanoksen määrää on tarvetta lisätä.

Kaakkois-Suomessa lämpöyrittäjyyskohteita on vielä hyvin vähän. Alueella on edistetty puuenergian käyttöä ja lämpöyrittäjyyttä vasta muutaman vuoden ajan. Uutta asiaa ei saada läpi kovin nopeasti. Yrittäjäilmapiiri ei myöskään ole ollut alueella kovin aktiivista suurteollisuudesta johtuen. Lisäksi maakaasu on alueella voimakas kilpailija

puupolttoaineille. Lämpöyrittäjyyden kasvunäkymät ovat kuitenkin hyvät ja uusia kohteita on vireillä useita.

Lämpöyrittäjyyden edistämiseksi tulisi kiinnittää huomiota ensisijaisesti lämpöyrittäjyyteen soveltuvien kohteiden etsimiseen sekä toimintaa harjoittavien yrittäjien etsintään ja koulutukseen. Jatkossa energiapuun korjuu voi muodostua rajoittavaksi tekijäksi, joten uusien yrittäjien löytäminen on tärkeää.

Kuntien rooli lämpöyrittäjyyden lisäämisessä liittyy lämmityskohteiden osoittamiseen. Kunnille tulisi saada lämpöyrittäjyydestä enemmän tietoa ja esimerkkejä, jotta ne voisivat oma-aloitteisesti keksiä lämpöyrittäjyyskohteita. Yleensä lämpöyrittäjyystoiminta on käynnistynyt siten, että joku ulkopuolinen on esittänyt kunnalle lämpöyrittäjyyttä. Jos ensimmäinen kohde lämpiää hyvin, siirrytään tarpeen mukaan miettimään toimintamallia myös muihin kohteisiin, joissa esimerkiksi remontti on tarpeen. Myös yritysten verkottumisesta voisi lämpöyrittäjyystoiminnassa olla apua muun muassa suurempien lämmityskohteiden saamiseksi sekä kokemusten vaihdon kannalta.

Hyvin menestyvien ja toimintansa vakiinnuttaneiden lämpöyrittäjien, joiden liiketoiminnan kannalta ei ole tarpeellista hankkia lisää lämmitettäviä kohteita, toimintaa voitaisiin tulevaisuudessa pyrkiä laajentamaan konsultointiin. Tällä tavoin ne voisivat kehittää liiketoimintaansa ja auttaa samalla uusia yrittäjiä alkuun. Tällainen toiminta voisi käsittää esimerkiksi laitteistojen hankintaa ja asennusta uusille yrittäjille.

5.2.3 Suomen Lämpöyhtymä Oy:n haastattelu

Suomen Lämpöyhtymä Oy on Vehmersalmella ja Anjalankoskella sijaitseva yritys, jonka ydintoiminta rakentuu puupuristeiden ympärille. Yrityksen toimintaan kuuluu muun muassa pelletin ja briketin tuotanto, markkinointi ja myynti sekä puupuristeiden polttoon liittyvien laitteistojen toimitus, lämpösopimusperustainen myynti ja konsultointi.

Suomen Lämpöyhtymä Oy:lle tehdyllä kyselyllä pyrittiin selvittämään yrityksen roolia lämpöyrittäjyystoiminnassa sekä näkemystä lämpöyrittäjätöiminnan kehittämismahdollisuuksista ja tarpeista Kaakkois-Suomen alueella. Kysely toteutettiin puhelinhaastatteluna. Yhteyshenkilönä Suomen Lämpöyhtymässä toimi tuotekehityspäällikkö Tapio Peltola (Peltola 2002).

Seuraavat kappaleet perustuvat haastattelun pohjalta saatuihin tietoihin.

Suomen Lämpöyhtymän ensisijainen toiminta on pelletin valmistus. Lämpöyrittäjyyden harjoittaminen on lisäarvoa tuottava toiminta, ns. toiminnan jatke, jolla saadaan useampi lenkki arvoketjusta yrityksen toiminnan piiriin. Lisäksi toimintaan kuuluu lämmityskattiloiden maahantuonti Latviasta.

Toimintansa aikana Suomen Lämpöyhtymä on toimittanut 5 kattilalaitteistoa, joiden lämmityksestä se myös huolehtii yhtä kattilaa lukuunottamatta. Tähän mennessä asennettujen kattiloiden nimellisteho on noin 1500 kW. Suurin osa laitteistoista on asennettu Kuopioon ja sen ympäristöön.

Kaakkois-Suomen alueella lämpöyrittäjyyden kasvunäkymät ovat hyvät. Tilannetta parantaa kunnan suuntaus ulkoistaa toimintoja. Kunnat ovat avainasemassa lämpöyrit-

täijyyden lisäämisessä, koska niillä on lämmityskohteita. Lämpöyrittäjyyden lisäämiseksi ei ole tiettävästi olemassa vakiintunutta toimintamallia. Parhaimmillaan toiminta voisi kuitenkin olla sellaista, että aktiiviset yrittäjät lähtisivät itse kyselemään kohteita ja toteuttamaan toimintaa. Eräs esimerkki aktiivisesta toiminnasta voisi olla Lapinjärvellä toimiva Farmenergi Ab.

Lämpöyrittäjyystoiminnan käynnistymisvaiheessa esiintyvät ongelmat liittyvät yleensä laitteiston hankintaan. Kun lämmityskohde on tiedossa, on ongelmana kuka tekee laitteiston ja kuka rahoittaa investoinnin. Tilanteet ovat kuitenkin hyvin tapauskohtaisia. Kohteesta riippuen kysymyksessä voi olla joko vanhan laitteiston muuntaminen uusiin tarpeisiin soveltuvaksi esimerkiksi polttoainetta vaihtamalla tai koko laitteiston uusiminen.

Lämpöyrittäjien kannalta verkottuminen voisi avata uusia mahdollisuuksia toiminnalle, mutta käytännössä kilpailu rajoittaa verkottumista. Tiedonvaihtoon liittyvä verkottuminen esimerkiksi jonkinlaisen foorumin muodossa olisi kuitenkin käyttökelpoinen.

5.2.4 Lämpöyrittäjyys-esimerkitapauksen tulokset

Kaakkois-Suomessa lämpöyrittäjätoimintaa on poikkeuksellisen vähän, mutta kehitystä asiassa on tapahtumassa muun muassa puuenergiahankkeen ansiosta. Lämpöyrittäjyyden lisäämiseen liittyy kuitenkin ongelmia, jotka riippuvat voimakkaasti siitä, minkä toimijan näkökulmasta niitä tarkastelee. Haastatteluista on havaittavissa muutamia ongelmakohtia, jotka nousevat esille: kohteiden löytyminen, pula polttoaineen toimittajista, kuka toimittaa laitteistot ja kuka investoi. Missään ei ole vielä käytössä vakiintunutta toimintamallia lämpöyrittäjyyden lisäämiseksi. Kuntien rooli ongelmakohtien ratkaisussa liittyy lähinnä sen omien lämmityskohteiden etsimiseen ja mahdollisesti

yrittäjien koulutukseen ja neuvontaan. Lämpöyrittäjiä palvelevaa koulutusta täytyisi kehittää polttopuun ja hakkeen hankintaan, varastointiin ja kuivaukseen liittyen. Lisäksi hakkuun kannattavuuteen tähtäävälle koulutukselle muun muassa työtekniikkaan ja siirtelykaatoihin liittyen olisi tarvetta.

Toiminnan edistämiseksi kuntiin tulisi saada lisää tietoa lämpöyrittäjyyden eduista, mahdollisuuksista ja edistämisestä. Muissa kunnissa toimivista esimerkillisistä kohteista voisi saada kannustavaa tietoa. Hyvä tiedonlähde alueen lämpöyrittäjätoiminnasta on myös Metsäkeskus Kaakkois-Suomi. Lämpöyrittäjien välisen tiedon- ja kokemusten vaihdon kannalta voisi olla tarpeen jonkinlainen tiedonvaihtofoorumi.

5.2.5 Puupolttoaineen tuotannon taloudellinen tarkastelu lämpöyrittäjäyrystoiminnassa

Rinteen (2002) kehittämän laskentamallin avulla voidaan arvioida pilke- ja hakepolttoaineen tuotannon kannattavuutta lämpöyrittäjätoiminnassa. Laskentataulukko ottaa huomioon muun muassa investoinnit, raaka-ainepuun hankinnan, pilkkeen tai hakkeen valmistuksen, kuljetukset ja kuivauksen. Taulukon avulla voidaan tarkastella eri muuttujien merkitystä kokonaisuuteen ja tehdä arvio tarvittavasta vuosittaisesta myyntimäärästä. Laskentamalli on kehitetty erityisesti arvioimaan eri kuivausmenetelmien kannattavuutta ja vaikutusta kokonaisuuden kannalta

Esimerkkiluontoisesti on laskentataulukolla laadittu arvio kolmelle polttoaineen tuotantoketjulle, joissa käytetään erityyppisiä pilkekuivureita, taulukko 19.

Taulukko 19. Eri kuivuriratkaisujen vaikutukset pilkeyrittäjän talouteen (Rinne 2002).

		KYLMÄILMAKUIVURI	AURINKOLÄMPÖKUIVURI	KONTTIKUIVURI
Tulos	€/a	8200	28400	30700
Kuivurin kapasiteetti	i-m3/erä	70	300	54
Yhden erän kuivausaika	vrk/erä	15	21	6
Kuivausaika vuodessa	kk/a	5	6	11
Kuivattavien erien määrä	erä/a	9	8	47
Myyntimäärä	i-m3/a	630	2400	2540
Tarvittava asiakkaiden määrä	kpl	126	480	508
Investoinnit	€	6200	22000	10000
Myyntitulot -ALV	€/a	13900	52900	55900
	€/i-m3	22,0	22,0	22,0
Muuttuvat kustannukset	€/a	4600	19900	23000
	€/i-m3	7,2	8,3	9,1
Kiinteät kustannukset	€/a	1800	4600	2200
	€/i-m3	1,8	1,9	0,9
Sähkönkulutus	kWh/i-m3	8,3	9,4	8,9
Lämmönkulutus	kWh/i-m3	0	0	100

5.3 Verkostoituminen esimerkkiyrityksen liiketoiminnan edistämiseksi

Tässä esimerkkitapauksessa oli tarkoituksena selvittää mahdollisuuksia Kaakkois-Suomen alueella toimivista yrityksistä muodostuvalle yritysverkostolle. Kyseiselle yritysverkostolle asetettiin vaatimukseksi, että sillä pitäisi olla myös positiivinen vaikutus ilmastonmuutoksen hallintaan. Esimerkkitalouksen kohteeksi valittiin 'tähtiyritys', jonka tuotteet ja toiminta ovat avainasemassa yritysverkoston muodostumisessa. Esimerkkiyrityksen liiketoiminnan kehittymiselle olisi eduksi löytää sopivia yhteistyöyrityksiä – ns. verkostokumppaneita.

5.3.1 Esimerkkiyrityksen toiminta

Esimerkkiyritykseksi valittiin pieni yksityinen Kaakkois-Suomen alueella toimiva asiantuntijayritys, jonka pääasiallisia tuotteita ovat erilaiset kuivurit ja lämmönvaihtimet sekä ohjelmistot ja konsultointi. Lisäksi yrityksessä on kehitteillä bio- ja jätepolttoaineille soveltuva polttotekninen ratkaisu, jonka odotetaan tulevan markkinoille lähivuosina. Yrityksellä ei ole omaa laitevalmistusta, joten tuotteiden valmistaminen tapahtuu alihankintana. Yritys kokee verkostoitumisen tärkeäksi oman liiketoimintansa kehittämisessä.

Esimerkkitapaus kytkeytyy ilmastonmuutoksen hallintaan yrityksen tuotteiden kautta. Varsinkin kuivurit ja kehitteillä oleva polttotekniikka ovat laitetekniikkaa, joiden avulla bio- ja jätepolttoaineiden käyttöä voidaan lisätä.

5.3.2 Esimerkkiyrityksen haastattelu

Haastattelu toteutettiin sähköpostikyselynä. Siinä pyrittiin selvittämään muun muassa:

- tuotteiden markkinatilannetta ja toiminnan volyymia
- yrityksen tulevaisuuden odotuksia
- verkostoitumisen motiiveja ja tarpeita
- kumppaniyrityksiä
- kumppaniyrityksille koituvia etuja.

Seuraavat kappaleet perustuvat haastattelun pohjalta saatuihin tietoihin.

Esimerkkiyrityksen keskeisimmät tuotteet tällä hetkellä ovat kuivurit ja kehitteillä oleva polttotekniikka. Polttotekniikan on tarkoitus kaupallistua vuoden 2003 aikana. Sen osalta tehon ylärajaa ei ole vielä mahdollista arvioida.

Yrityksellä on luottavainen näkemys tuotteidensa kilpailukyvyistä. Sen mukaan kuivurit ovat ilmeisen kilpailukykyisiä kaikilla kuivausta vaativilla teollisuuden aloilla, joten globaalit markkinat ovat suuret. Polttoteknologian osalta markkinoitten suuruus riippuu monista tekijöistä, eikä lopputulosta ole mahdollista arvioida kvantitatiivisesti. Polttoteknologian edut tulevat esille vaativissa sovellutuksissa ja alle 10 MW:n teholuokassa. Parhaimmassa tapauksessa, jos polttotekniikka osoittautuu kilpailukykyiseksi voimalaitossovellutuksissa, senkin markkinat ovat erittäin suuret. Tällöin puhutaan kuitenkin usean vuoden aikaviiveestä. Yrityksen kannalta siirtymätalousmaat ja kehitysmaat eivät ole kuitenkaan kiinnostavaa markkina-aluetta.

Kuivurien markkinat kasvavat nopeasti. Niiden liikevaihto vuonna 2002 on arviolta noin 1 milj. € Lisensiointi on välttämätöntä. Polttoteknologian osalta markkinat ovat vasta käynnistymässä.

Liiketoiminnan kasvua rajoittaa tällä hetkellä ensisijaisesti kysyntä, joka pääosin kotimaahan rajoittuneen markkinoinnin vuoksi on vielä vähäistä, mutta referenssien myötä kasvussa. Laajoissa toimituskokonaisuuksissa, joissa kokeillaan uutta tekniikkaa muodostuu myös riskinhallinta ongelmatekijäksi. Riskinhallinnan parantamiseen ratkaisu olisi löydettävissä verkostoitumisesta. Esimerkkiyrityksen kannalta kiinnostavia yhteistyöyrityksiä olisivat laitevalmistukseen ja rahoitukseen liittyvät kumppanit, kuten suodin-, pesuri-, kattilatoimittajat ja riskirahoittajat. Uutta tekniikkaa sisältävissä hankkeissa keskeisimpiä rahoitusinstrumentteja ovat toimituksen riskiä pienentävät avustukset ja riskisijoitukset. Muiden yritysten kiinnostusta verkostoitumiseen ei ole vielä kartoitettu.

Alihankkijoiden ja osatoimittajien kannalta verkostoitumisen edut tulisivat esille muun muassa markkinoiden kasvuna, kun niiden toimittamat osakokonaisuudet pääsisivät mukaan kokonaislaitteisto markkina-alueelle.

5.3.3 Potentiaalisten yhteistyökumppanien selvittäminen

Seuraavassa vaiheessa pyrittiin selvittämään Kaakkois-Suomen alueella toimivia yrityksiä, jotka olisivat potentiaalisia yhteistyökumppaneita verkostoitumaan ”tähtiyrityksen” kanssa. Kaakkois-Suomi osoittautui kuitenkin vaikeaksi alueeksi löytää juuri esimerkkiyrityksen tarpeisiin soveltuvia yrityksiä. Savukaasun puhdistuslaitteistoja toimittavia yrityksiä ei Kaakkois-Suomen alueella toimi tiettävästi yhtään. Kattilan valmistajia, jotka toimittavat sopivan kokoluokan ja polttoaineiden kattiloita, löytyi yksi, mutta heillä ei ollut mahdollisuuksia yhteistyöhön yhtiösaneerauksen takia. Esimerkkiyritykselle ei löydetty sopivia yrityskumppaneita Kaakkois-Suomen alueelta tämän tutkimuksen puitteissa. Tässä tapauksessa verkostoituminen pitäisikin toteuttaa valtakunnallisesti tai jopa kansainvälisesti.

5.3.4 Verkostoitumis -esimerkkitapauksen tulokset

Esimerkkiyrityksen keskeisimmillä tuotteilla, kuivureilla ja kehitteillä olevalla poltto-tekniikalla, on kovat tulevaisuuden odotukset. Niiden markkinat ovat voimakkaassa kasvussa ja samoin kysyntä lisääntyvien referenssilaitosten ja hyvän kilpailukyvyn myötä. Tällä hetkellä uutta tekniikkaa sisältävien hitteistojen tuotantojärjestelmä on kuitenkin sellainen, että kokonaistoimituksesta koituvat riskit jäävät yksin esimerkkiyrityksen vastuulle.

Verkostoitumalla suodin-, pesuri-, kattilatoimittajien ja riskirahoittajien kanssa laite-toimituksen riskit jakaantuisivat useammalle toimijalle. Kumppaniyritysten kantaessa vastuun toimittamistaan osakokonaisuuksista lisääntyisi myös heidän motivaatio pannaanostaa projektin toteuttamiseen sekä kehitystyöhön. Osatoimittajien kannalta verkostossa toimiminen lisäisi heidän oman tuotteensa markkinoita.

Tässä esimerkkitapauksessa yhteistyöyritysten rajaus asetettiin Kaakkois-Suomen alueelle. Tältä alueelta yhteistyökumppaneita ei kuitenkaan löytynyt. Yrityksen ja kunnan kannalta olisikin eduksi löytää kumppaneita myös alueen ulkopuolelta.

6 YHTEENVETO

Kunnan vaikutusmahdollisuuksien piirissä olevan kasvihuonekaasupäästöjä vähentävän liiketoiminnan kannalta merkittävimpiä asioita Kaakkois-Suomen alueella ovat:

- uusiutuvien energiantuotantomuotojen ja pienimuotoisen CHP:n edistäminen
- lämpöyrittäjätoiminnan edistäminen
- kaatopaikkakaasun keräily
- jätevirtojen ohjaaminen hyötykäyttöön ja
- ympäristöyrittysten verkostoiminen.

Uusiutuvia energialähteitä hyödyntävistä energiantuotantomuodoista potentiaalisimmiksi osoittautuivat puuperäisten polttoaineiden käyttö, lämpöpumput ja tuulivoima, kun huomioitavia asioita olivat kyseisen tuotantomuodon lisäämismahdollisuuksien lisäksi tuotantokustannukset, kasvihuonekaasupäästöjen vähenemä ja työllistävyys.

Kaakkois-Suomen metsiin jäävän polttoaineeksi soveltuvan puun määrä on noin 2,27 milj. m³/a. Tästä on mahdollista kerätä talteen korjuutavasta riippuen arviolta 0,2 – 0,7 milj. m³/a. Kyseisen määrän korjaaminen talteen työllistää 1000 – 3500 htv/a. Lisäksi sen hyödyntämisellä energiana saavutetaan fossiilisia polttoaineita korvatta 1 – 5 milj. t_{CO2}/a päästövähennys.

Lämpöpumppujen lisäämispotentiaaliksi arvioitiin noin 24 000 laitteistoa. Näillä saavutettava CO₂-ekv.-päästövähennys olisi 88 000 t/a. Tuotettavan lämmön hinnaksi muodostuu 4 – 8 c/kWh. Lämpöpumppujen lisäämisen työllistävyyttä ei pystytty arvioimaan tämän tutkimuksen puitteissa.

Tuulivoiman osalta Kaakkois-Suomen rannikolla on lisärakennuspotentiaalia 13 MW_p. Yhden 2 MW_p tuulivoimalan rakentaminen työllistää rakentamisvaiheessa 8 htv ja käytön aikana 0,5 – 1 htv/a. Yhdellä laitoksella saavutettava CO₂-ekv.-päästövähennys on noin 1500 – 3500 t/a. Sähkön hinnaksi muodostuu 4 – 5 c/kWh.

Kuntien vaikutusmahdollisuudet näiden tuotantomuotojen lisäämiseksi liittyvät pitkälti niiden omiin toimintoihin sekä neuvonnan ja opastuksen välityksellä myös yritysten ja kotitalouksien energianhankintaan. Kunnat itse ovat merkittäviä energiankäyttäjiä noin 8 % osuudellaan Suomen kokonaisenergiankulutuksesta. Tästä määrästä kuntien rakennuksilla on merkittävä osuus.

Kuntien omat lämmityskohteet kuten koulut, sairaalat ja alue- ja kaukolämpökeskukset tarjoavat liiketoiminnan kehittymisen kannalta mahdollisuuksia useille energiantuotantomuodoille ja niiden ympärille muodostuville toiminnoille. Muun muassa kappaleessa 5.2 käsitellyllä lämpöyrittäjätoiminnalla on Kaakkois-Suomessa huomattava markkinapotentiaali, sillä lämpöyrittäjiä on tällä hetkellä alueella vielä poikkeuksellisen vähän. Kunnallisten kohteiden lisäksi lämpöyrittäjä voi toimittaa lämpöä myös yrityksille. Kaakkois-Suomen alueella on paljon mekaanisen puunjalostuksen pk-yrityksiä, joissa esimerkiksi sahatavaran kuivaukseen tarvittavan lämmön voi toimittaa lämpöyrittäjä käyttäen polttoaineena yrityksen omaa jätettä ja/tai metsähaketta ynnä muuta puupolttoainetta.

Lämpöyrittäjän talouden kannalta oleellisia tekijöitä ovat muun muassa polttoaineen hankinta, kuljetus ja käsittelykustannukset, jotka johtuvat esimerkiksi kuivauksesta ja haketuksesta. Kappaleessa 2.1.5.1 käsiteltiin polttoaineen hankintaan liittyen energia-puun talteenoton hyötyjä, taulukko 20.

Taulukko 20. Energiapuun talteenoton taloudellinen hyöty (Puhakka et al. 2001)

TAPAUS I		TAPAUS II	
Energiapuulle ei ostajaa		Energiapuu "lämpölaitokselle"	
Kaato maahan	- 2000 mk/ha	Hakkuu	-2000 mk/ha
Työnjohto	- 300 mk/ha	Työnjohto	-500 mk/ha
Perkausavustus	<u>+ 1300 mk/ha</u>	Perkausavustus	+1300 mk/ha
	- 1000 mk/ha	Metsäkuljetus	- 1200 mk/ha
		Energiapuuavustus	+1200 mk/ha
		Energiapuun tienvarsi-	
		hinta (30 mk/m ³)	<u>+ 1200 mk/ha</u>
			0 mk/ha

Taulukosta nähdään, että metsänomistajan kannalta on edullisempaa kerätä talteen metsähoidon yhteydessä kaadettu puu kuin jättää se metsään. Lämpöyrittäminen sopii juuri metsänomistajille, jotka hoitavat lämmityskohteita sivutoimenaan. Puupolttoai-
neen kuivuriratkaisuihin liittyviä reunaehtoja, joita on käsitelty kappaleessa 5.2.5, on esitetty seuraavassa taulukossa 21.

Taulukko 21. Eri kuivuriratkaisujen vaikutukset pilkeyrittäjän talouteen (Rinne 2002).

		KYLMÄILMAKUIVURI	AURINKOLÄMPÖKUIVURI	KONTTIKUIVURI
Tulos	€/a	8200	28400	30700
Kuivurin kapasiteetti	i-m3/erä	70	300	54
Yhden erän kuivausaika	vrk/erä	15	21	6
Kuivausaika vuodessa	kk/a	5	6	11
Kuivattavien erien määrä	erä/a	9	8	47
Myyntimäärä	i-m3/a	630	2400	2540
Tarvittava asiakkaiden määrä	kpl	126	480	508
Investoinnit	€	6200	22000	10000
Myyntitulot -ALV	€/a	13900	52900	55900
	€/i-m3	22,0	22,0	22,0
Muuttuvat kustannukset	€/a	4600	19900	23000
	€/i-m3	7,2	8,3	9,1
Kiinteät kustannukset	€/a	1800	4600	2200
	€/i-m3	1,8	1,9	0,9
Sähkönkulutus	kWh/i-m3	8,3	9,4	8,9
Lämmönkulutus	kWh/i-m3	0	0	100

Taulukossa on huomattavaa muun muassa konttikuivurilla saavutettava tulos, jonka mukaan 2540 irtokuutiometrin vuotuinen tuotanto työllistää ja elättää yhden henkilön.

Lämpöyrittäjyyden aiheuttamat paikallishyödyt ovat kunnan kannalta merkittävät. Kunnilla käytössä olevia keinoja lämpöyrittäjätoiminnan lisäämiseksi ovat esimerkiksi niiden omien lämmityskohteiden osoittaminen sekä yrittäjien kouluttaminen.

Kuntien energiantuotannon kannalta varteenotettavia vaihtoehtoja ovat myös hajaute-
tut pienimuotoisen sähkön- ja lämmöntuotannon teknologiat. Niistä löytyy ratkaisuja
sekä biopolttoaineiden että Kaakkois-Suomessa laajalti tarjolla olevan maakaasun
hyödyntämiseen. CHP-tekniikoista kaasu- ja dieselmoottorit sekä höyrykoneet ovat
kypsintä tekniikkaa. Niillä tuotettavan sähkön tuotantokustannus on välillä 2,5 – 4
c/kWh. Muut CHP-ratkaisut vaativat vielä kehitystyötä ja kustannusten alenemista en-
nen laajempaa yleistymistä.

Jätehuollon ratkaisuista kasvihuonekaasupäästöjä vähentävän liiketoiminnan edistämi-
sessä esille nousivat kaatopaikkakaasun keräily ja hyödyntäminen sekä jätemateriaali-
en ohjaaminen hyötykäyttöön. Kaatopaikkakaasun keräilyssä liiketoiminnan mahdolli-
suus sisältyy keräilyjärjestelmien toteuttamiseen sekä talteenotettavan kaasun hyödyn-
tämiseen energiantuotannossa.

Kaatopaikkakaasun talteenotto on edullinen keino vähentää kasvihuonekaasupäästöjä,
sillä otettaessa talteen tonni metaania ja polttamalla se esimerkiksi soihdussa hiilidiok-
sidiksi saavutetaan jo 18 CO_{2-ekv.}-tonnin päästövähennys. Tämän lisäksi tuottamalla
kaasusta energiaa on saavutettava päästövähennys vielä suurempi. Alueen kaasunkerä-
ys kannattaisikin järjestää mahdollisimman kattavasti. Rakentamalla Kaakkois-
Suomen suljetuille kaatopaikoille kymmenen noin 0,5 milj. m³/a vuosituotantoista ke-
räilyjärjestelmää voitaisiin saada talteen kappaleessa 2.3.3 laskettu Kaakkois-Suomen

alueen maksimaalinen kaasupotentiaali noin 5 milj. m³/a. Keräilylaitteiston investointikustannukset ilman hyötykäyttölaitteistoja olisivat tällöin noin 4 milj. €suuruiset. Jos kaatopaikkakaasusta saataisiin maakaasun hintaa vastaava korvaus (150 €/1000m³) olisivat kerätystä kaasusta saatavat tulon 750 000 €/a. Lisäksi saavutettava päästövähennys olisi 33 000 CO₂-ekv. tonnia/a, kun kaasu poltettaisiin soihdussa ja 36 000 CO₂-ekv. tonnia/a, kun kaikki kaasu hyödynnettäisiin sähköntuotantoon kaasumootorilla. Kevyttä polttoöljyä korvattaessa päästövähennykseksi tulisi 54 000 CO₂-ekv. tonnia/a.

Jätteiden hyötykäyttöä edistävän liiketoiminnan kehittämiseksi tutkittiin niin sanotun materiaalipörssin toimintamahdollisuuksia. Materiaalipörssin toiminnasta ei ole kokemuseräistä tietoa siinä muodossa kun sitä on tässä työssä kunnan tarpeisiin kehitetty, joten sille ei ole esitetty työllistävää vaikutusta eikä taloudellista vaikutusta.

Materiaalipörssin pitäisi sisältää toimiakseen myös muita palveluja kuin pelkän tiedon välittäminen kaupattavasta materiaalista. Internet palveluina toimivia pelkästään tietoa välittäviä järjestelmiä on jo toteutettu, mutta ne eivät ole menestyneet odotetusti. Aktiivisesti toimiva materiaalipörssi voisi esimerkiksi etsiä hyötykäyttökohteita jätteille, joita syntyy yritysten toiminnoissa. Näille jätteille löydettyjä hyötykäyttökohteita materiaalipörssi voisi markkinoida yrityksille konsulttipalkkioita vastaan.

Materiaalipörssin vaikutus liiketoiminnan lisääntymiseen olisi toiminnan alkuvaiheessa melko vähäistä. Materiaalien hyötykäytön vakiinnuttua toimintaan voitaisiin alkaa investoimaan voimakkaammin, jolloin sekä materiaalipörssin että sen käyttämien alihankkijoiden liiketoiminta kasvaisi.

Kaakkois-Suomen erityispiirteenä oleva runsas metsäteollisuuden määrä voisi luoda hyvän kasvupohjan materiaalipörssille tarjoamalla erilaisia säännöllisesti muodostuvia materiaalivirtoja hyötykäyttöön välitettäväksi sekä vastaavasti ottamalla vastaan joita-

kin materiaaleja. Useamman tehtaan hyödynnettävissä olevien jätteiden kerääminen voisi tuottaa huomattavia logistisia ja liiketaloudellisia etuja.

Yritysten verkostoimista voidaan käyttää eräänä keinona liiketoiminnan edistämässä kasvihuonekaasupäästöjä vähentävään suuntaan kuten kappaleessa 3.2 on todettu. Kunnilla voisi olla käytössään työryhmä, joka tavoittelisi yritysten verkostoimisella konkreettisten tavoitteiden saavuttamista esimerkiksi biopolttoaineiden valmistukseen, lämpöyrittämiseen, laitetoimituksiin ja jätteiden hyödyntämiseen liittyvän liiketoiminnan edistämiseksi.

7 EHDOTUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI

Jatkohankkeessa pilotoidaan käytännön tasolle tässä tutkimuksessa merkittäviksi havaittuja toimenpiteitä paikallisen liiketoiminnan kehittämiseksi kasvihuonekaasupäästöjä vähentävään suuntaan. Seuraavassa listassa on ehdotuksia jatkotoimenpiteiksi. Näistä ehdotuksista voidaan toteuttaa myöhemmin sovittavien yhteistyökumppanien kanssa 2-3 kohtaa. Toteuttamisalueeksi ehdotetaan Lappeenrannan seutukuntaa (Lappeenranta, Joutseno, Lemi, Taipalsaari, Luumäki, Savitaipale, Suomenniemi ja Ylämaa). Joidenkin toimenpide-ehdotusten kohdalla on aluetta ehkä syytä rajata suppeammaksi.

Ehdotukset toimenpiteiksi:

- Edistetään lämpörittäjäyystoimintaa sovitamalla yhteen alueen mahdollisten lämmityskohteiden lämmöntarve ja lämmönoimittajien (olemassa olevat ja potentiaaliset uudet lämpörittäjät) mahdollisuus tuottaa lämpöä.
- Luodaan alueen kunnille soveltuva toimintatapa jätteiden hyödyntämiseksi mahdollisen materiaalipörssin kautta.
- Kehitetään alueen kuntien kanssa yhteistyössä toteuttamismallia kunnan kehittämissyhtiön tai elinkeinoasiamiehen toimintatavaksi, jolla voidaan lisätä kasvihuonekaasuja vähentävää liiketoimintaa.
- Rakennetaan toimintamalli pienille kunnille energia- ja päästökatselmuksien toteuttamiseksi.
- Rakennetaan toimintamalli pienille kunnille yhteishankintojen toteuttamiseksi.

LÄHTEET

Alakangas, E. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus, 2000. 172 p. (VTT-tiedotteita 2045) ISBN 951-38-5699-2, ISSN 1235-0605.

Amundsen, A. Networking among companies represents a potential for CO₂ reduction. In: Journal of Cleaner Production, 2000. Vol. 8, p. 495-501.

Dahlbo, Petäjä, Jouttijärvi, Melanen, Tanskanen, Koskela, Pylkkö. Jätesektorin mahdollisuudet kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, 2000. 100 p. (Suomen ympäristökeskuksen moniste 197).

Frosch D., Gallopoulos N. Strategies for manufacturing. In: Scientific American, 1989. Vol. 3, p. 94-102.

Haakana, M. Rakennusten energiansäästön päätöksenteko kunnissa. (Linkki 2, 14/2000).

Hakkila, Fredriksson. Metsämme bioenergian lähteenä. Vantaa: Metsäntutkimuslaitos, 1996. 92 p. (Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 613). ISBN 951-40-1531-2

Haukkasalo, A. Omakotitalo siirtyi vetytalouteen. In: Tekniikka & Talous, 3.5.2001.

Helynen, Hottinen, Lund, Sipilä, Wolff, Alakangas. Uusiutuvien energialähteiden edistämishojelman taustaraportti [verkkodokumentti]. Helsinki: Valtion teknillinen tutkimuskeskus, 1999 [viitattu 21.4.2002]. 104 p. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/ene/tuloksia/uusiutuvat/ktmfin2.pdf>

Holtinen, H, Peltola, E. Tuulivoima Suomessa: Vientinäkymiä ja päästövähennyksiä. Helsinki: Motiva, 2002. 2 p. (CLIMTECH-tulosesite 2/2002).

IEEN. Industrial Energy Efficiency Network. Annual Report 1996-99. Institute of Energy Technology (IFE), 1997-2000.

Kemijoki Oy. Vuosiraportti 1998.

Kirsten, U., Kenneth, G. Pollution prevention and...or industrial ecology? In: Journal of Cleaner Production, 1997. Vol. 3, no. 1-2, p.103-108.

KTM. Kansallinen ilmastostrategia: Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle. Helsinki: Kauppa- ja teollisuusministeriö, 2001. 96 p. (Kauppa- ja teollisuusministeriön julkaisuja). ISBN 951-739-593-0.

KTM. Ehdotus energiansäästöohjelmaksi. Työryhmän mietintö. Helsinki: Kauppa- ja teollisuusministeriö, 2000. 83 p. (KTM:n työryhmä- ja toimikuntaraportteja 11/2000). ISSN 1236-1852, ISBN 951-739-569-8.

KTM. Uusiutuvien energianlähteiden edistämishjelma. Helsinki : Edita, 1999. 33 p. (Kauppa- ja teollisuusministeriön julkaisuja 4/1999). ISSN 1236-1623, ISBN 951-739-516-7.

Laihanen, Tarjanne. Hakkuutähteistä tuotetun puupolttoaineen tuotannon aiheuttamat hiilidioksidipäästöt. Lappeenranta, Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu, 2001. 76 p. (Tutkimusraportti EN B-147). ISBN 951.764-559-7, ISSN 0787-0043

Leinonen, S. & Kuittinen, V. Suomen biokaasulaitosrekisteri IV: Tiedot vuosilta 2000. Joensuu: Joensuun yliopisto, 2001. (Karjalan tutkimuslaitoksen monisteita 4/2001). ISSN 0781-1969, ISBN 952-458-083-7. Saatavissa: <http://www.kolumbus.fi/suomen.biokaasukeskus/rek4netp.pdf>

Leinonen, S. & Kuittinen, V. Suomen biokaasulaitosrekisteri III: Tiedot vuosilta 1997-1999. Joensuu: Joensuun yliopisto, 2000. (Karjalan tutkimuslaitoksen monisteita 7/2000). ISSN 0781-1969, ISBN 951-708-964-3. Saatavissa: <http://www.kolumbus.fi/suomen.biokaasukeskus/sblr3.pdf>

Marjaniemi, R. Suomalaiset vievät vaisusti ympäristötietoa Itä-Eurooppaan. In: Tekniikka & Talous 30.5.2002.

Metsäntutkimuslaitos. Metsätilastollinen vuosikirja 2001 [verkkodokumentti]. Helsinki: Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus, 2001 [viitattu 16.4.2002]. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/metsatilastollinenvsk/index.htm>. ISBN 951-40-1798-6, ISSN 0359-968X

Mäempää, I & Männistö, J. Bioenergian yhteiskuntataloudelliset vaikutukset: Kauppa- ja teollisuusministeriö, Energiaosasto, 1995. 106 p. (Tutkimuksia ja raportteja 111/1995)

Oksanen, S. Pienvesivoima ja sen kehittämismahdollisuudet. Helsinki: Kauppa- ja teollisuusministeriö, 1992. 55 p. (Katsauksia B:113). ISBN 951-47-5891-9, ISSN 0788-8546.

Peltola, E. Holttinen, H. Tuulivoimamarkkinat suomalaisen teknologiaviennin kannalta. Espoo: VTT Energia, 2001. 40 p. (VTT Energian raportteja 45/2001). ISSN 1457-3350.

Peltola, E. Tuulienergian tuotantomahdollisuudet Suomessa: Rannikko ja saaristoalueet. Espoo: Teknillinen Korkeakoulu, 1989. 87 p. (NEMO-raportti 9). ISSN 0785-644X, ISBN 951-754-813-3.

Peltola, T. Henkilökohtainen tiedonanto [puhelinkeskustelu, 27.6.2002].

Petäjä, J. RE: Jätehuollon päästötiedoista [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Sami Lappalainen. Lähetetty 10.5.2002 [viitattu 10.5.2002].

Pohjolainen, J. Paikallista tietoa öljystä [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Sami Lappalainen. Lähetetty 21.3.2002 [viitattu 25.3.2002].

Puhakka, Alakangas, Alanen, Airaksinen, Soini, Siponen, Kainulainen. Hakelämmitysopas. Helsinki, Joensuu: Motiva, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, 2001.60 p. ISBN 952-5304-12-4.

Rantala, J. Jätehuolto Kaakkois-Suomessa vuonna 2000. Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, 2001 [viitattu 6.5.2002]. Saatavissa: <http://www.vyh.fi/tila/kas/jate/jate.htm>.

Raunio, O. Yritysverkostot mekaanisessa metsäteollisuudessa. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu, 1992. 108 p. (Diplomityö).

Reunanen A., Honkatukija J., Esa H., Pitkänen H., Lattu J., Larjola J. ORC-voimalan soveltuvuus hyödyntämään dieselvoimalan hukkalämpöä: Tekes DrNo 1549/401/98,

Loppuraportti. Lappeenranta: LTKK/Energiatekniikan osasto, 2000. 50 p. (Tutkimusraportti EN B-132). ISBN 951-764-437-X, ISSN 0787-0043.

Rinne, S. Puupolttoaineiden kuivausmenetelmien kartoitus. Jyväskylä: VTT Prosessit, 2002. 96 p. (Diplomityö).

Rousku, P. Vast: Haastattelu lämpöyrittäjyydestä [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Sami Lappalainen. Lähetetty 17.6.2002 [viitattu 30.7.2002].

Savon Voima Oyj. Savon Voima Oyj:n Bioenergiaohjelma. Kuopio: Savon Voima Oyj, 2001. 191 p.

Skanska Oy. Lahden moottoritie [verkkodokumentti]. [viitattu 21.8.2002]. Saatavissa: <http://www.skanska.fi>

Solmio, H. Lämpöyrittämisen nykytila ja potentiaali. Helsinki: Työtehoseura, 2001. 4 p. (Työtehoseuran metsätiedote 3/2001).

Solpros. Aurinkoenergia Suomen olosuhteissa ja sen potentiaali ilmastonmuutoksen torjunnassa: Solar Road-Map. Helsinki: Tekes, 2001a. 21 p. (Tekes-projekti 594/480/00).

Solpros. Aurinkoenergian teknologia ja markkinakatsaus. Helsinki: Tekes, 2001b. 32 p. (Tekes-projekti 594/480/00).

SULPU. 1999. Suomen lämpöpumppuyhdistys. Jussi Hirvonen.

Teollisuus ja työnantajat. Teollisuuden osaamistarveluotain 2001. Helsinki: Teollisuuden työnantajain keskusliitto, 2001. 28 p.

Teollisuus ja Työnantajat. Teollisuuden ympäristörahoituslähteet [verkkodokumentti]. Helsinki: Teollisuuden ja työnantajain keskusliitto, 1999 [viitattu 7.4.2002]. Saatavissa: http://www.tt.fi/arkisto/getoriginal.pl?ft_cid=171.

The Symbiosis Institute. Industrial Symbiosis in Kalundborg [verkkodokumentti]. Kalundborg, Industrial Development Council, 2002 [viitattu 27.8.2002]. Saatavissa: <http://www.symbiosis.dk>.

Tilastokeskus. Suomen tilastollinen vuosikirja 2000. 95. vuosikerta (uusi sarja). Keuruu: Otavan kirjapaino, 2000. 685 p. ISBN 951-0-22480-4.

Tuhkanen, S., Pipatti, R. Uusiutuvien energialähteiden edistämishjelman ympäristövaikutusten arviointi [verkkodokumentti]. Helsinki: Valtion teknillinen tutkimuskeskus, 1999 [viitattu 25.4.2002]. 62 p. Saatavissa: http://www.vn.fi/ktm/3/3_8.pdf.

Tuhkanen, S. Jätehuollon merkitys Suomen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä - Kaatopaikkojen metaanipäästöt ja niiden talteenotto. Espoo: VTT Energia, 2001a. 40 p. (Tutkimusselostus ENE6/25/2001).

Tuhkanen, S., Pipatti, R., Sipilä, K. & Mäkinen, T. The Effect of New Solid Waste Treatment Systems of Greenhouse Gas Emissions. In: Williams, D. J., Durie, R. A., McMullan, P., Paulson, C. A. J. & Smith, A., Y. (eds.). Greenhouse Gas Control Technologies. Proceedings of Fifth International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies (GHGT-5). Collingwood: CSIRO Publishing, 2001b. p. 1236-1241.

Turkulainen, T. Tuulivoimalan elinkaarianalyysi. Lappeenranta: LTKK/Energiatekniikan osasto, 1998. 72 p. (Diplomityö).

Vartiainen, Luoma, Hiltunen, Vanhanen. Hajautettu energiantuotanto: teknologia, polttoaineet, markkinat ja CO₂-päästöt [verkkodokumentti]. Helsinki: Valtion teknillinen tutkimuskeskus, 2002 [viitattu 19.4.2002]. 90 p. ISBN 952-91-4465-2. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/ene/Climtech/material/hajentuotloppurap.pdf>.

Weckroth, T. Kaakkois-Suomen metsäohjelma [verkkodokumentti]. Metsäkeskus Kaakkois-Suomi, 2001 [viitattu 6.8.2002]. Saatavissa: <http://www.metsavastaa.net/>

Viitamo, E. Metsäklusterin palvelut – kilpailukykyanalyysi, Helsinki: ETLA,

Williamson, O. The economic institutions of capitalism. New York: The Free Press, 1985. 450 p. ISBN 0029348218.

VTT Energia. Jätteiden energiakäyttö: Ohjelman tiedotteet [verkkodokumentti]. Valtion teknillinen tutkimuskeskus [viitattu 8.8.2002]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/virtual/waste/tiedote1.htm>.

VTT Energia. Wind Energy Statistics in Finland - Turbine Locations [verkkodokumentti]. Valtion teknillinen tutkimuskeskus 2001 [viitattu 6.8.2002]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/ene/tuloksia/location.htm>

Väisänen, H. ESCO-toiminta ja ilmastonmuutos. CLIMTECH-ohjelman seminaari, 15.5.2002.

Ylitalo, E. Puupolttoaineen käyttö energiantuotannossa vuonna 2000. In: Metsätilastotiedote 4.5.2001. Metsäntutkimuslaitos, 2001.

**KAAKKOIS-SUOMEN ALUEEN KAATOPAIKOILLE SJOITETTAVA JÄTE
JA SEN AIHEUTTAMA METAANI PÄÄSTÖ (PETÄJÄJOUKO 2002)**

VUOSI 2000	Kaatopaikka- jäte täyttöön [t]	Hajoamiskel- poinen org. hiilijäte DOC	Hajoava org. hiilijäte, DOC- degraded [t]	Muodos- tuva me- taani [t]	Kp-kaasuna talteenotettu metaani [t]	Metaani- päästö [t]
Kiinteä yhdyskuntajäte	96 136	18 977 [t]	9 489	4 428	237	3 772
tyyppi1: (MCF 1.0)	48 068	9 489	4 744	3 163	237	2 633
tyyppi2: (MCF 0.4)	48 068	9 489	4 744	1 265	0	1 139
Kiinteä teollisuusjäte	270 415	11 260	5 630	2 627	0	2 365
Rakennus/purkausjätteet	58 100	3 889	1 944	907	49	773
Yhdyskuntalietteet (ka.)	181	91	45	21	1	18
Teollisuuslietteet (ka.)	29 223	8 932	4 466	2 084	0	1 876
tavallinen	7 948	3 577	1 788	835	0	751
siistaus	13 747	4 124	2 062	962	0	866
kuitu	2 391	717	359	167	0	151
pasta	5 137	514	257	120	0	108
Yhteensä	454 054	43 149	21 574	10 068	287	8 803

KAAKKOIS-SUOMEN SÄHKÖYHTIÖT

Haminan Energia Oy

Imatran Seudun Sähkö Oy

Joutsenon Energia Oy

Kotkan Energia Oy

Kouvolan Seudun Sähkö Oy

Kymenlaakson Sähkösakeyhtiö

Lappeenrannan Energia

Parikkalan Valo Oy

KAAKKOIS-SUOMEN KAUKOLÄMPÖYHTIÖT

Joutsenon Energia Oy

Kotkan Energia Oy

Lappeenrannan Energia

KAAKKOIS-SUOMEN ENERGIATOIMISTOT

Kotkan energiatoimisto