

Päijät-Hämeen monipuolisista luonnonvaroista lähienergiaa

– kestävästi, taloudellisesti
ja paikallisesti työllistäen



Lauri Kaivosoja, Jaana Kivikko & Antti Peltola



Päijät-Hämeen monipuolisista luonnonvaroista lähienergiaa

– kestävästi, taloudellisesti ja paikallisesti työllistäen

Lauri Kaivosoja, Jaana Kivikko & Antti Peltola

Kestävää energiaa Hämeestä -hanke

Osa 1. Päijät-Hämeen kestävä energia-ohjelma

Osa 2. Energiatase ja tekniset taustaselvitykset

Hämeen ammattikorkeakoulu

Lauri Kaivosoja, Jaana Kivikko & Antti Peltola
Päijät-Hämeen monipuolisista luonnonvaroista lähienergiaa
– kestävästi, taloudellisesti ja paikallisesti työllistäten

painettu

ISBN 978-951-784-559-5

ISSN 1795-4231

HAMKin julkaisuja 10/2011

sähköinen

ISBN 978-951-784-554-0 (PDF)

ISSN 1795-424X

HAMKin julkaisuja 11/2011

© Hämeen ammattikorkeakoulu ja kirjoittajat

JULKAISIJA – PUBLISHER

Hämeen ammattikorkeakoulu

PL 230

13101 HÄMEENLINNA

puh. (03) 6461

julkaisut@hamk.fi

www.hamk.fi/julkaisut

Ulkoasu ja taitto: HAMK Julkaisut

Hämeenlinna, marraskuu 2011

Sisällys

ALKUSANAT	5
OSA 1. PÄIJÄT-HÄMEEN KESTÄVÄN ENERGIAN OHJELMA	8
1 Kestävän energian ohjelman tausta ja tarve	9
2 Kestävän energian ohjelman laadintaprosessi	15
3 Päijät-Hämeen kestävän energian ohjelma	17
3.1 Nykyiset tavoitteet	17
3.2 Kestävän energian visio ja tavoitetila	19
3.3 Energiantuotannon tulevaisuuden skenaariot Päijät-Hämeessä	20
3.4 Kehittämisen painopistealueet	23
3.5 Kestävän energian ohjelman seuranta ja arviointi	34
3.6 Ohjelman toteutumisen edellytykset ja energia-alan tukimuodot	35
4 Kestävän energian ohjelman yhteenveto	37
OSA 2. ENERGIATASE JA TEKNISET TAUSTASELVITYKSET	40
5 Päijät-Hämeen nykytila ja alueelliset ominaispiirteet	41
6 Päijät-Hämeen energiantuotanto ja -käyttö vuonna 2008	45
6.1 Määritelmät, tiedot ja rajaukset	45
6.2 Päijät-Hämeen energiantuotannon ja -käytön taseen tulokset	46
6.3 Päijät-Hämeen energiaperusteiset hiilidioksidipäästöt	62
KESTÄVÄN ENERGIAN TUOTANTO- JA KÄYTTÖPOTENTIAALI	64
7 Metsäbiomassat	65
7.1 Puupolttoaineet	65
7.2 Hämeen metsät puuenergian lähteenä	68
7.3 Metsäenergian aluetaloudelliset vaikutukset	75
7.4 Metsäenergian käytön ympäristövaikutukset	75
8 Peltobiomassat	79
8.1 Peltenergia ja sen tuotanto	79
8.2 Ruokohelven hyödyntäminen energiantuotannossa	81
8.3 Oljen hyödyntäminen energiantuotannossa	84
8.4 Öljykasvien hyödyntäminen energiantuotannossa	86
8.5 Viljan hyödyntäminen energiantuotannossa	87
8.6 Nurmibiomassan hyödyntäminen energiantuotannossa	88
8.7 Peltenergian hyödyntämisen aluetaloudelliset ja ympäristövaikutukset	89
8.8 Johtopäätökset peltobiomassoista	89
9 Liikennebiopolttoaineet ja biokaasu	93
9.1 Bioetanoli	94
9.2 Biodiesel	101
9.3 Biokaasu	106
9.4 Liikennebiopolttoaineiden vertailu	111
9.5 Liikennebiopolttoaineiden tuotantopotentiaali	114
9.6 Liikennebiopolttoaineiden aluetaloudelliset ja ympäristövaikutukset	115

10 Energiantuotantoon soveltuvat jätteet	117
10.1 Energiantuotantoon soveltuvien jätteiden hyödyntämisen taustaa	118
10.2 Yhdyskuntajätteet Päijät-Hämeessä	119
10.3 Teollisuuden jätteet	123
10.4 Jätteiden käsittelylaitokset ja loppusijoituspaikat	124
10.5 Jätteitä energianlähteinä käyttävät laitokset	125
10.6 Jätteiden hyödyntämisen aluetaloudelliset ja ympäristövaikutukset	128
10.7 Johtopäätökset	128
11 Tuulivoima	131
11.1 Tuulivoima ja tuuliolosuhteet	132
11.2 Selvitys tuulivoimapuistoille soveltuvista alueista Hämeessä	134
11.3 Pienet ja keskisuuret tuulivoimalat	141
11.4 Tuulivoiman haasteet ja nykytila Hämeessä	144
11.5 Tuulivoiman aluetaloudelliset vaikutukset	145
11.6 Tuulivoiman ympäristövaikutukset	145
12 Aurinkoenergia	147
12.1 Auringon säteilyintensiteetti Etelä-Suomessa	148
12.2 Aurinkolämmitys	149
12.3 Aurinkosähkö	152
12.4 Aurinkovoimalat	154
12.5 Aurinkoenergian aluetaloudelliset vaikutukset	155
12.6 Aurinkoenergian ympäristövaikutukset	155
13 Lämpöpumput	157
13.1 Lämpöpumpun toimintaperiaate	158
13.2 Lämpöpumppujärjestelmät	160
13.3 Lämpöpumppujen hyödyntäminen lämmitysmuotona	162
13.4 Lämpöpumppujen aluetaloudelliset ja ympäristövaikutukset	164
14 Muita kestävän energian muotoja sekä kehitteillä olevia menetelmiä	167
ENERGIANSÄÄSTÖN MAHDOLLISUUDET	170
15 Energian säästö ja energiatehokkuus	171
15.1 Maatilat	171
15.2 Puutarhat	181
15.3 Maaseudun pienyritykset	185
LÄHTEET	188
LIITTEET	199

ALKUSANAT

Hämeen ammattikorkeakoulun aloitteesta pidettiin marraskuussa 2008 pienimuotoinen seminaari, jonka tavoitteena oli kartoittaa Kanta-Hämeen energian käytön ja tuotannon tilannetta valtakunnallisia tavoitteita vasten ja määrittää yhteinen tahtotila kestävän kehityksen mukaisen energiankäytön ja tuotannon edistämiseksi. Seminaarin osallistujat pitivät alueen oman energiaohjelman laatimista tärkeänä, ja Hämeen ammattikorkeakoululle annettiin valtuutus valmistella asiaa eteenpäin. Alustavaa projektisuunnitelmaa käsiteltiin työryhmässä, jossa oli edustus Hämeen TE-keskuksesta, ProAgria Hämeestä, Häme-Uusimaa Metsäkeskuksesta, Hämeen liitosta, Hämeen ympäristökeskuksesta ja Hämeen ammattikorkeakoulusta. Suunnittelutyön loppuvaiheessa kommentteja saatiin myös Päijät-Hämeen liitosta ja Lahden ammattikorkeakoulusta.

Valmistelutyön tuloksena syntyi hankesuunnitelma ”Kestävää energiaa Hämeestä”. Kestävällä energialla tarkoitetaan tässä hankkeessa uusiutuvaa energiaa, joka on tuotettu huomioiden luonnonvarojen kestävän käytön periaatteet, kuljetusmatkat ja tuotannon ympäristövaikutukset sekä se, että energiantuotanto ei kilpaile elintarviketuotannon kanssa. Lisäksi pyritään mahdollisimman tehokkaaseen energian tuotantoon ja käyttöön korostamalla energiatehokkuutta ja energian säästön mahdollisuuksia. Hankkeen taustaselvityksen teki ja hankesuunnitelman laati projektisuunnittelija Jaana Kivikko.

Hämeen työ- ja elinkeinokeskus myönsi rahoituksen hankkeeseen 3.11.2009 päivätyllä päätöksellä Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelman 2007 – 2013 varoista. Hankkeen kohdealueeksi tuli rahoittajan toivomuksesta Hämeen TE-keskuksen alue, joka kattaa Kanta- ja Päijät-Hämeen maakunnat. Hankkeen ohjausryhmän jäsenet olivat Timo Kukkonen Hämeen TE-keskuksesta (myöhemmin ELY-keskus), Heikki Pusa Hämeen liitosta, Arto Laine ProAgria Hämeestä, Mirja Lumiaho-Suomi Hämeen ympäristökeskuksesta (myöhemmin ELY-keskus), Esa Ekholm Lahden tiede- ja yrityspuistosta, Erkki Rope Päijät-Hämeen liitosta, Silja Kostia Lahden ammattikorkeakoulusta, Matti Kymäläinen Kanta-Hämeen metsänhoitoyhdistyksestä, Antero Ollila Teknillisen korkeakoulun Lahden toimipisteestä sekä Tapani Pöykkö ja Antti Peltola Hämeen ammattikorkeakoulusta. Ohjausryhmä täydensi kokoonpanoa myöhemmin kutsumalla asiantuntijoiksi Aki Haimin Hämeen ammattikorkeakoulun hankepalveluyksiköstä, Jouni Rantalán Häme-Uusimaa met-

säkeskuksesta sekä Tapio Ojasen Päijät-Hämeen liitosta. Hankkeen projektipäälliköksi valittiin DI Lauri Kaivosoja. Ohjausryhmän sihteereinä toimivat projektipäällikkö Lauri Kaivosoja ja projektisuunnittelija Jaana Kivikko Hämeen ammattikorkeakoulusta.

Hankkeessa tehtyjen selvitysten painopistealue oli maa- ja metsätaloudessa tuotetussa bioenergiassa. Jätteiden osalta tarkastelu rajoitettiin energiantuotantoon soveltuvien jätesivuvirtojen käytön ja potentiaalın selvittämiseen. Muita uusiutuvan energian muotoja kuten aurinko-, tuuli- ja vesienergiaa sekä lämpöpumppujen hyödyntämistä käsiteltiin pääasiassa kirjallisuuden pohjalta. Energiatasetta ja energijätejakeita käsittelevät osaselvitykset teetettiin ostopalveluina. Selvityksen metsä- ja peltobiomassoista luovutti hankkeen käyttöön Hämeen Bioenergiahanke II.

Kanta- ja Päijät-Hämeen energiaohjelmien nyt valmistuessa kiitän ohjausryhmää aktiivisuudesta kokouksissa, asiantuntemuksesta ja hyvästä ohjauksesta. Aivan erityinen kiitos kuuluu Lauri Kaivosojalle ja Jaana Kivikolle hyvästä ja hankkeen kohdealueella uraa uurtavasta työstä!

Hämeenlinnassa 30.9. 2011

Antti Peltola
Hankkeen johtaja
Hämeen ammattikorkeakoulu
Biotalous- ja tutkimuskeskus

Määritelmät ja lyhenteet

Kestävä kehitys Ekologisia, sosiaalisia, kulttuurisia ja taloudellisia näkökulmia tasapainotavaa kehitystä, jossa tavoitteena on sopeuttaa yhteiskunnallinen ja taloudellinen kehitys luonnon asettamiin reunaehtoihin.

Kestävä energia Uusiutuvaa energiaa, joka on tuotettu huomioiden luonnonvarojen kestävän käytön periaatteet, kuljetusmatkat ja tuotannon ympäristövaikutukset sekä se, että energiantuotanto ei kilpaile elintarviketuotannon kanssa.

Wh Wattitunti, energian yksikkö, joka vastaa watin tehoa tunnin ajan

Monikerrat	kilo (k) 1 000	mega (M) 1 000 000
	giga (G) 1 000 000 000	tera (T) 1 000 000 000 000

CHP Yhdistetty lämmön- ja sähköntuotanto (Combined Heat and Power)

COP Lämpöpumpun lämpökerroin (Coefficient of Performance)

ELSU Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnitelma ja jätesuunnittelualaue

ESCO Motivan koordinoimaa palveluliiketoimintaa, jossa ulkopuolinen energia-asiantuntija toteuttaa asiakasyrityksessä investointeja ja toimenpiteitä energian säästämiseksi

HINKU Kohti hiilineutraalia kuntaa -hanke

KEMERA Kestävän metsätalouden rahoitustuki

LHV Polttoaineen alempi lämpöarvo (Lower Heating Value)

LIISA Suomen tieliikenteen pakokaasujen laskentajärjestelmä

LIPASTO Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä

Matilda Maataloustilastopalvelu

PETU Pienpuun energiatuki

REF Polttokelpoisista kuivista ja kiinteistä jätteistä, kuten kuitupakkauksista, puusta ja muovista, mekaanisesti prosessoimalla valmistettu kierrätyspolttoaine

RES-direktiivi Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisen direktiivi

SULPU Suomen lämpöpumppuyhdistys ry

Tuuliatlas Suomen tuulienergiakartasto

TYKO LIPASTON alamalli työkoneiden päästöjen ja energiankulutuksen laskentaan

VAHTI Ympäristöhallinnon lupa- ja ilmoitusvelvollisten, ympäristöä kuormittavien asiakkaiden seurantaan tarkoitettu asiakastietojärjestelmä.

VALTSU Valtakunnallinen jätesuunnitelma

VMI Valtakunnan metsien inventointi

YVA Ympäristövaikutusten arviointi

OSA 1.

PÄIJÄT-HÄMEEN KESTÄVÄN ENERGIAN OHJELMA

1 Kestävän energian ohjelman tausta ja tarve

Viime vuosina uusiutuva energia ja kestävä kehitys¹ ovat nousseet yhteiskunnallisesti merkittäväksi teemaksi. Syinä ovat mm. huoli fossiilisten polttoaineiden riittävydestä, päästökauppa, energian hinnan nousu ja merkit ilmaston lämpenemisestä. Suomessa toteutettavaa ilmasto- ja energiapolitiikkaa ohjaavat sekä kansalliset että kansainväliset sopimukset ja strategiat. EU:n komissio on asettanut Suomelle haastavan tavoitteen: vuonna 2020 uusiutuvan energian osuus energian loppukulutuksesta tulisi olla 38 % ja liikenne- ja energiapolttoaineissa pitäisi olla 10 % biokomponentteja. Energiatieteiden tutkimuskeskuksen mukaan energiatehokkuuden pitäisi parantua 20 % ja myös kasvihuonepäästöjen vähenemiselle on asetettu sama tavoite, 20 %. Vuonna 2008 Suomessa uusiutuvan energian osuus oli 28 % kokonaiskulutuksesta (Tilastokeskus 2009).

Loppuvuodesta 2008 Suomen hallitus julkaisi pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian, jossa määritellään kymmeniksi vuosiksi eteenpäin pitkän aikavälin tavoitteet ja keinot tavoitteiden saavuttamiseksi. Asiakirjan mukaan nykytoimet eivät riitä tavoitteiden saavuttamiseen (perusura) vaan tarvitaan lisää voimakkaita keinoja (tavoiteura). Uusiutuvan energian käyttöä olisi lisättävä 30 TWh. Lisäys perustuu ennen kaikkea metsäpohjaiseen bioenergiaan, tuulivoimaan, maalämpöön, jätteiden energiakäyttöön sekä pieneltä osin vesivoiman lisäkäyttöön. Tärkeinä tavoitteina pidetään myös energiatehokkuuden parantumista, energiansäästön lisääntymistä sekä kasvihuonepäästöjen pysyvää vähentymistä. Kuvassa 1 on esitetty energian kokonaiskulutuksen ja loppukulutuksen kehittymistä perusurassa. Kuvissa 2 ja 3 on esitetty energianloppukulutuksen sekä sähkönkulutuksen kehittymistä perusurassa sekä tavoiteurassa. Työ- ja elinkeinoministeriön asettaman tavoiteuran mukaisesti energian loppukulutus kääntyisi laskuun 2010-luvun aikana, mutta sähkönkulutuksen osalta tavoitteena on, että kulutuksen kasvu hidastuu 2010-luvulla ja kääntyy laskuun vasta 2020-luvulla. Kuvaajien perusteella voidaan todeta, että perusurassa uusiutuvan energian käytön lisäämistarve on merkittävästi suurempi kuin tavoiteurassa, jotta Suomi saavuttaisi EU:n asettaman 38 % uusiutuvien energialähteiden osuuden vuoteen 2020 mennessä.

¹ **Kestävä kehitys** on ekologiaa, sosiaalisia, kulttuurisia ja taloudellisia näkökulmia tasapainottavaa kehitystä, jossa tavoitteena on sopeuttaa yhteiskunnallinen ja taloudellinen kehitys luonnon asettamiin reunaehtoihin. **Kestävällä energialla** tarkoitetaan tässä hankkeessa uusiutuvaa energiaa, joka on tuotettu huomioiden luonnonvarojen kestävä käyttöön periaatteet, kuljetusmatkat ja tuotannon ympäristövaikutukset sekä se, että energiantuotanto ei kilpaile elintarviketuotannon kanssa.

Kanta- ja Päijät-Hämeen maakuntia koskevat tavoitteet on määritelty yksityiskohtaisemmin Hämeen ympäristökeskuksen julkaisemassa Hämeen uudistetussa ympäristöstrategiassa (Hämeen ympäristökeskuksen www-sivut), jossa uusiutuvan energian ja energian säästön mahdollisuudet nostettiin vahvasti esille. Tavoitteiksi vuoteen 2020 mennessä asetettiin, että uusiutuvan kotimaisen energian osuus on vähintään 20 % Hämeen energiankulutuksesta ja -tuotannosta, energiatehokkuus kasvaa 20 % sekä että kasvihuonepäästöt vähenevät 20 % vuoden 1990 tasosta. Päijät-Hämeessä on maakuntaliiton toimesta tämän jälkeen asetettu uusia tavoitteita. Maakuntakohtaisista tavoitteista on enemmän tietoa myöhemmin kappaleessa 3.1.

Uusiutuvan kotimaisen energian käytön edistäminen on mainittu myös molempien maakuntien maakuntasuunnitelmissa. Lahden seudun elinkeinostrategiassa ympäristöosaaminen on nostettu yhdeksi vahvaksi osaamisen kärjeksi. Alueellisen bioenergiastrategian laatimista puolestaan pidettiin tärkeänä jo vuonna 2006 laadituissa Hämeen alueellisessa maaseudun kehittämisohjelmassa ja valtakunnallisessa Manner-Suomen maaseudun kehittämishjelmassa. Hämeen ohjelmassa tavoitteiksi asetettiin seuraavaa: kahdella kolmesta maatilasta on hakelämpökeskus ja alueelle on perustettu 50 uutta lämpölaitosta vuoden 2013 loppuun mennessä ja lisäksi alueella toimivat biodiesel, -etanoli ja biokaasulaitokset. Valtakunnallisessa ohjelmassa esitetään, että bioenergiastrategiaan tulisi sisältyä analyysi mm. bioenergiantuotannon raaka-aineiden saatavuudesta ja bioenergian potentiaalisista käyttäjistä alueella huomioiden erityisesti raaka-aineiden ja lopputuotteiden kuljetusmatkat sekä tuotannon eri vaiheiden ympäristö- ja työllisyysvaikutukset.

Kanta- ja Päijät-Hämeen maakunnilta ovat puuttuneet omat ohjelmat uusiutuvan energian käytön edistämiseksi. Valtakunnallisesti tarkasteltuna ko. ohjelmia on laadittu viime vuosina useimmissa Suomen maakunnissa. Vuonna 2008 julkaistiin mm. Etelä-Pohjanmaan energiaomavaraisuuden kehittämisstrategia, Keski-Pohjanmaan bioenergiaohjelma ja Itä-Suomen bioenergiaohjelma. Etelä-Pohjanmaalla tavoitteeksi asetettiin vuoteen 2020 mennessä vähintään 75 %:n omavaraisuus kaikesta energian käytöstä (42 % v. 2005) ja uusiutuvan energian osuus tulisi olla vähintään 35 % koko polttoainekäytöstä (15 % v. 2005). Energia-alalle toivotaan syntyvän 1200 työpaikkaa ja alan kone- ja laitteollisuuden liikevaihdon arvioidaan kolminkertaistuvan vuoteen 2020 mennessä. Kehittämistyön strategisiksi painopisteiksi valittiin viisi toisiaan tukevaa osa-aluetta, mm. uusiutuvien energiavarojen monipuolinen ja innovatiivinen hyödyntäminen ja energia-alan kone- ja laitteollisuuden kehityksen ja kasvun edellytysten vahvistaminen (ANON 2008). Itä-Suomen ohjelmassa esiin nostettiin energiaomavaraisuuden kasvattaminen, koulutuksen, tutkimuksen ja liiketoimintaosaamisen vahvistaminen sekä itä-suomalaisen bioenergiateknologian, -osaamisen ja toimintamallien kehittäminen ja vienti. Keski-Pohjanmaan ohjelmassa kehittämistoimenpiteet luokiteltiin neljän eri kokonaisuuden alle, maakunnan energiaomavaraisuuden lisääminen, koulutuksen, tutkimuksen ja neuvonnan vahvistaminen, yritystoiminnan kehittäminen ja energia-alan neuvottelukunnan perustaminen (Härkönen 2008).

Kanta- ja Päijät-Hämeen alueella aiemmin toteutetuissa ja meneillään olevissa hankkeissa pääpaino on ollut metsäenergian käytön edistämisessä, lämpöyrittäjyystoiminnan aikaansaamisessa sekä metsäenergian korjuu- ja kuljetusketjujen kehittämisessä. Vuonna 2005 valmistuneen puuenergiaselvityksen mukaan alueen maakunnissa on huomattavat mahdollisuudet lisätä metsäenergian käyttöä (Rantala ym. 2005). Alueen peltobiomassojen tuotantopotentiaalista ei hanketta suunniteltaessa löytynyt arvioita kirjallisuudesta. Biokaasupotentiaalia selvittäneen tutkimuksen mukaan Kanta-Hämeeseen kannattaisi harkita 5–9 biokaasulaitoksen perustamista (Hatsala 2004). Maatila- ja metsäalan laitoksia alueella ei tiettävästi vielä ole rakenteilla, mutta ainakin yksi lantaa ja nurmea raaka-aineenaan käyttävä biokaasulaitos on saanut ympäristöluvan Jokioisilla.

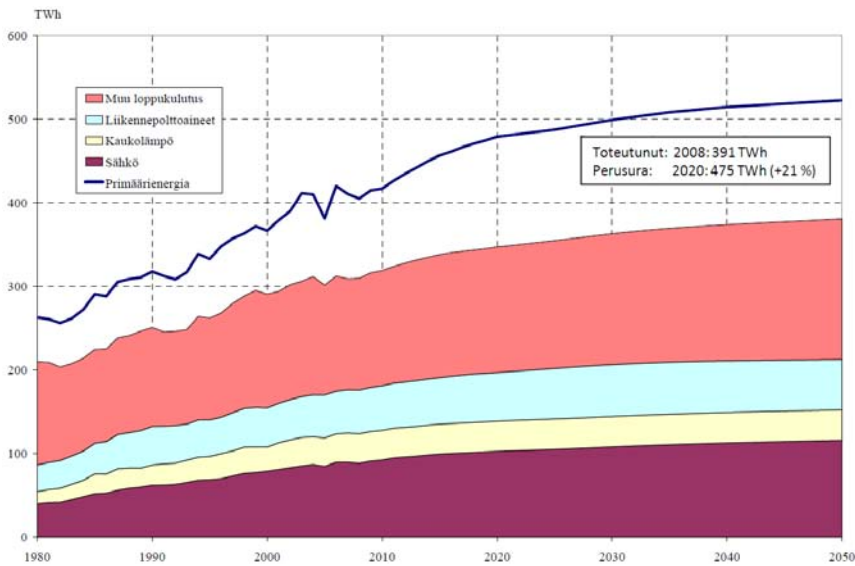
Alueen energian tuotantoa ja käyttöä koskeva tieto on joko vanhentunutta tai hajallaan yksittäisissä tilastoissa ja selvityksissä, ja kokonaiskuvaa on mahdollon muodostaa ilman lisäselvityksiä.

Tilastokeskuksen toimialarekisterin mukaan bioenergia-alan pk-yritystointiminta alueella on vähäistä muihin maakuntiin verrattuna lukuun ottamatta energiapuuryhmän yrityksiä, joita on rekisterissä seitsemän (ALM 2008). Lämpö- ja hakealan yrityksiä oli molempia kolme. Todellisuudessa yritysten määrä lienee suurempi, sillä maatilatuotannon ohessa toimivat yritykset eivät kuulu ko. rekisteriin. Näitä yrityksiä ei ole luetteloitu eikä tilastoitu kattavasti. Alan yritysten osaamista ja yhteistoimintaa kehittävää klusteritoimintaa on ainakin Forssan ja Lahden seudulla. Sen sijaan Hämeenlinnan ja Riihimäen alueella tällaista toimintaa ei toistaiseksi ole. Forssassa toimintaa organisoivat Forssan seudun kehittämiskeskus ja Lahdessa tiede- ja yrityspuisto, jolla on myös valtakunnallisen ympäristötekniikan klusterin vetovastuu.

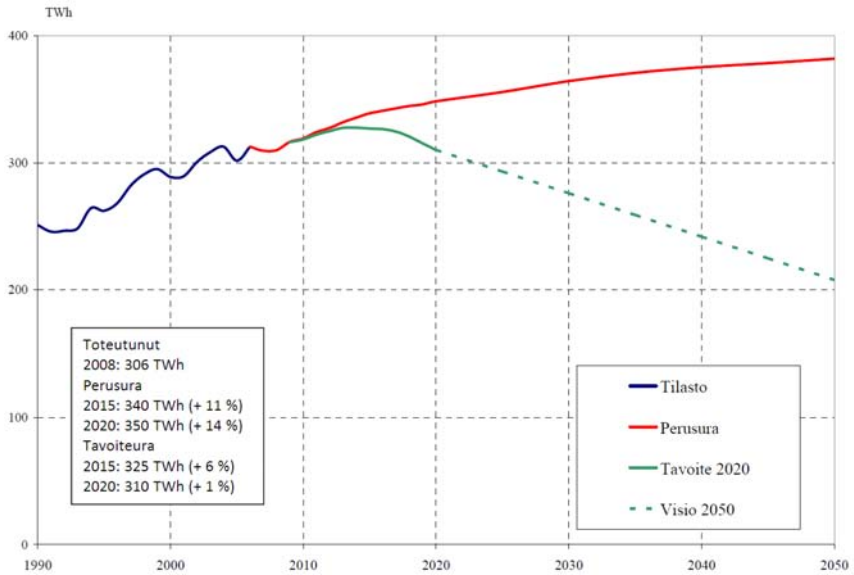
Hajanaisen, yksittäisen ja pääosin vanhentuneen tiedon vuoksi on mahdollon muodostaa selvää kuvaa siitä, mikä on hankealueella energiantuotannon ja -käytön nykytila ja kehityssuunta. Siksi oli tärkeää selvittää, mitä relevantteja vaihtoehtoja alueella on ja mihin suuntaan ja millä toimenpiteillä kehitystä halutaan ohjata. Alueellisen kestäväen energian ohjelman laatiminen oli ilmeisen välttämätöntä, jotta pystymme hoitamaan oman osuutemme energia- ja ilmastotalkoissa.

Ohjelmasta hyötyvät ensisijaisesti alueen kuntien ja maakuntien päättäjät sekä rahoittajat. Tieto paikallisesti tuotetun kestäväen energian riittävydestä ja saatavuudesta on välttämätöntä, kun arvioidaan mahdollisuuksia fossiilisten polttoaineiden korvaamiseen. Rahoittajille tulokset antavat tietoa siitä, mihin osa-alueille kehittämishankkeita ja investointirahoitusta kannattaa suunnata. Pitkällä aikavälillä tarkasteltuna fossiilisten polttoaineiden korvaaminen uusiutuvalla energialla vaikuttaa positiivisesti aluetalouteen ja säilyttää tai luo uusia työpaikkoja alueelle. Alueen maanviljelijöille, metsänomistajille ja yrittäjille fossiilisten polttoaineiden korvaaminen kestäväällä energialla tarjoaa lisää tulomahdollisuuksia biomassojen tuottajina, jalostajina tai uusiutuvaan energiaan perustuvien muiden palvelujen tuottajina.

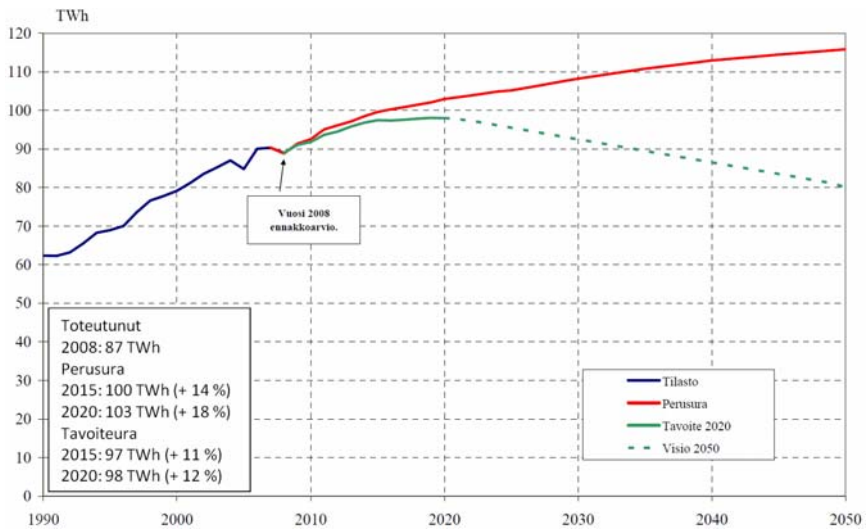
Biomassojen lisääntyvä kysyntä tarjoaa alueelle mahdollisuuksia tuottaa ja myydä biomassoja sähkön- ja lämmöntuotannon, biokaasutuotannon tai biopolttoaineiden raaka-aineiksi. Korjuu ja kuljetus työllistävät alan pää- ja sivutoimisia yrittäjiä. Biomassojen jalostaminen myytäviksi tuotteiksi kuten pelleteiksi, briketeiksi, biokaasuksi tai liikennebiopolttoaineeksi lisää yritystoiminnan mahdollisuuksia erityisesti maaseutualueilla. Kaiken kaikkiaan fossiilisten polttoaineiden korvaaminen lähialueella hajautetusti tuotetulla energialla hyödyttää monella tavalla maaseutualueita. Se ylläpitää vanhoja ja luo uusia työpaikkoja, lisää alueen energiaomavaraisuutta ja vaikuttaa positiivisesti aluetalouteen vähentämällä rahavirtojen kulkeutumista alueen ulkopuolelle.



Kuva 1. Energian loppukulutus ja primäärienergia Suomessa vuosina 1980–2007 sekä perusrussa vuosina 2008–2050, TWh (Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia, s.28)



Kuva 2. Energian loppukulutus vuosina 1990–2006 sekä perusurassa ja tavoiteurassa vuosina 2007–2050, TWh (Pirkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia, s.35).



Kuva 3. Sähköenergian kysyntä 1990–2007 perusurassa ja tavoiteurassa vuosina 2008–2020 sekä visio vuoteen 2050, TWh (Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia, s.45).

2 Kestävän energian ohjelman laadintaprosessi

Nykytilanteen kartoituksessa selvitettiin energiantuotannon ja käytön nykytila erityisesti huomioiden kestävän energian käyttö sekä alan tärkeimmät toimijat. Energiantuotannon ja -käytön taseiden laadinnan toteuttajaksi valittiin tarjouskilpailun perusteella Tampereen kaupungin energiatoimisto Ekokumppanit Oy. Taseiden laadinta toteutettiin siten, että Ekokumppanit Oy vastasi pääasiassa energiataseiden laskennasta sekä raportin laadinnasta ja Hämeen ammattikorkeakoulu vastasi laskennassa tarvittavien tietojen kokoamisesta. Taseista on julkaistu hankkeen verkkosivuilla erillinen raportti, joka sisältää Kanta- ja Päijät-Hämeen energiataseet.

Hankkeessa selvitettiin lisäksi kestävän energiantuotannon ja -käytön potentiaali. Metsä- ja peltobiomassojen selvityksien tietojen tuottamisesta vastasi Hämeen bioenergia II -hanke. Metsäenergian tuotantopotentialin selvityksen toteutti Jouni Rantala ja puunenergiajakeiden käyttökohdeselvityksen Olli-Pekka Koisti Metsäkeskus Häme-Uusimaasta. Metsäbiomassan potentialin tarkastelussa huomioidaan nopeasti muuttuvan puun markkinatilanteen sekä päätehakkuiden vähenemisen vaikutus metsäbiomassojen saatavuuteen ja tarjontaan. Peltoenergiaa koskevan selvityksen toteutti Arto Laine ProAgria Hämeestä. Tarkastelun yhtenä lähtökohtana peltoenergiantuotannossa on hyödyntää kesantoalueita, joita on Päijät-Hämeessä 7 200 ha eli noin 8 % viljelyalasta.

Liikennebiopolttoaineita ja biokaasua koskevan selvityksen laati Lauri Kaivosoja. Selvityksessä vertaillaan eri liikennebiopolttoaineiden valmistusmenetelmien energiatehokkuutta ja polttoaineiden saantoa maakunnassa saatavilla olevista raaka-aineista.

Energiantuotantoon soveltuvia jätteitä koskevan selvityksen toteuttajaksi valittiin tarjouskilpailun perusteella konsulttitoimisto WSP Group Oy. Selvityksessä kerättiin tietoa Kanta- ja Päijät-Hämeen yhdyskunta- ja teollisuusjätteiden määristä ja niiden käsittelyn nykytilasta. Tämän perusteella arvioitiin energiantuotantoon soveltuvien jätteiden hyötykäytön lisäämismahdollisuuksia.

Suuren mittakaavan tuulivoiman tuotantopotentiaalia on arvioitu Etelä-Suomen yhteistoiminta-alueen tuulivoimaesiselvityksen tietojen perusteella. Tapio Ojanen Päijät-Hämeen liitosta on toiminut yhteyshenkilönä ja asiantuntijana selvitykseen pohjautuvien laskelmien laadinnassa. Selvitykset pientuulivoiman, aurinkoenergian sekä lämpöpumppujen hyödyntämisestä toteutettiin hankkeessa työskennelleet Hämeen ammattikorkeakoulun kestävä kehityksen koulutusohjelman opiskelijat Johanna Lehtiö, Aino Toivio ja Sanna Torvinen.

Lisäksi kestävä energian tuotanto- ja käyttöpotentiaaliosion lopuksi on kirjattu uusia ja heikosti tunnettuja tekniikoita, joilla voi olla merkitystä tulevaisuuden energiantuotannon ja -käytön paletissa.

Jaana Kivikko on toteuttanut kartoituksen energiansäästön mahdollisuuksista eri tuotantosuuntia edustavilla maatiloilla, puutarhoilla ja muissa maaseudun pienyrityksissä. Kartoitus tehtiin kirjallisuuden ja asiantuntija-arvioiden perusteella.

Energia-alan kehittämiseen liittyen hankkeessa toteutettiin kartoitus alan yrityksistä, tutkimuslaitoksista ja neuvonnasta Kanta- ja Päijät-Hämeessä. Lisäksi alan toimijoille toteutettiin kysely energiatoimialan nykytilanteesta, tulevaisuuden näkymistä ja kiinnostuksesta alueellisen yhteistyön lisäämiseen. Kysely on julkaistu osaraporttina hankkeen Internet-sivuilla. Kartoituksen ja kyselyn tekivät Hämeen ammattikorkeakoulun kestävä kehityksen koulutusohjelman opiskelijat Johanna Lehtiö, Aino Toivio ja Sanna Torvinen yhteistyössä projektipäällikkö Lauri Kaivosojan kanssa.

Hankkeen selvitysten tarkoituksena oli muodostaa mahdollisimman selkeä kuva Kanta- ja Päijät-Hämeen energia-asioista sekä arvioida tulevaisuutta alueellisten vahvuuksien, heikkouksien, mahdollisuuksien ja uhkien näkökulmasta. Toteutettuihin selvityksiin ja kartoituksiin pohjautuen laadittiin Kanta- ja Päijät-Hämeen kestävä energian ohjelmat. Ensinnäkin laadittiin kestävä energian ohjelmaluonnokset, joita esiteltiin seutukunnittain järjestetyissä tilaisuuksissa. Tilaisuuksissa kerätyn palautteen perusteella viimeisteltiin ohjelmaluonnoksia. Ohjelmien valmistelutyön tuloksena on muodostettu visio, tavoitetilä ja kehittämisen painopistealueet maakunnallisille jatkotoimenpiteille ja käytännön toimille. Ohjelmissa on esitetty myös karkealla tasolla vaikutuksia työllisyyteen, aluetalouteen ja kasvihuonepäästöihin sekä ehdotus siitä, miten energiaohjelman vaikutuksia arvioidaan ja seurataan.

3 Päijät-Hämeen kestävän energian ohjelma

3.1 Nykyiset tavoitteet

EU:n ilmasto- ja energiapaketissa on määritetty tavoitteet vuodelle 2020. EU-maiden uusiutuvien energianlähteiden osuus energian loppukulutuksesta tulee olla keskimäärin 20 % ja Suomen kansalliseksi tavoitteeksi on asetettu 38 %. Energiatehokkuutta lisätään 20 % lähtötasoon verrattuna. Kasvihuonekaasupäästöt vähenevät 20 prosenttia vuoden 1990 tasosta. Suomelle asetettu tavoite ei-päästökauppasektorille on 16 % vuoden 2005 tasosta. Liikennekäytössä biopolttoaineiden osuuden tavoite on 10 %. Uusiutuvan energian veloittepaketissa Suomi on asettanut tavoitteeksi, että liikennekäytössä biopolttoaineiden osuus on vuoteen 2015 mennessä 10 % ja vuoteen 2020 mennessä 20 %.

Loppuvuodesta 2008 Suomen hallitus julkaisi pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian, jossa määritellään kymmeniksi vuosiksi eteenpäin pitkän aikavälin tavoitteet ja keinot tavoitteiden saavuttamiseksi. Asiakirjan mukaan nykytoimet eivät riitä tavoitteiden saavuttamiseen (perusura) vaan tarvitaan lisää voimakkaita keinoja (tavoiteura). Uusiutuvan energian käyttöä olisi lisättävä 30 TWh. Lisäys perustuu ennen kaikkea metsäpohjaiseen bioenergiaan, tuulivoimaan, maalämpöön, jätteiden energiakäyttöön sekä pieneltä osin vesivoiman lisäkäyttöön. Tärkeinä tavoitteina pidetään myös energiatehokkuuden parantumista, energiansäästön lisääntymistä sekä kasvihuonepäästöjen pysyvää vähentymistä.

Hämeen tarkistetun ympäristöstrategian tavoitteet vuoteen 2020 mennessä edellyttävät, että uusiutuvan kotimaisen energian osuus on vähintään 20 % Hämeen energian kulutuksesta ja tuotannosta, energiatehokkuus kasvaa 20 % ja kasvihuonepäästöt vähenevät 20 % vuoden 1990 tasosta.

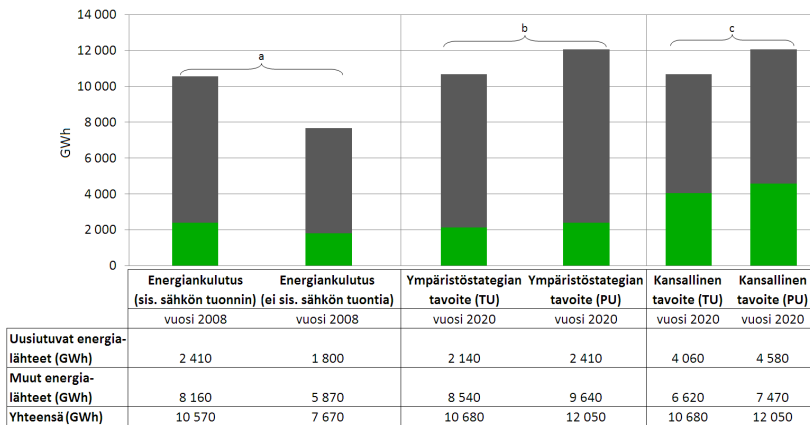
Päijät-Hämeen maakuntavaltuusto on asettanut maakunnalle Hämeen ympäristöstrategiaa tiukempia tavoitteita. Tavoitteena on, että kasvihuonekaasupäästöt vähenevät 70 % vuoteen 2035 mennessä verrattuna vuoteen 2008. Välitavoitteena vuoteen 2020 mennessä on 30 % päästövähennys. Valmisteilla olevassa **Päijät-Hämeen ilmasto- ja energiaohjelmassa** etsitään keinoja maakuntavaltuuston tavoitteen saavuttamiseksi. Keskeisimpä-

nä toimenpiteenä tavoitteiden saavuttamiseksi on fossiilisten polttoaineiden korvaaminen uusiutuvilla energiamuodoilla. Lisäksi sähkön ja lämmön kulutusta vähennetään 30 %, jotta uusiutuvat energialähteet riittävät. Myös liikenteen energiankäytön kasvu pitää pysäyttää ja kääntää laskuun. Liikenteen polttoaineista 30 % tulee olla uusiutuvia vuoteen 2035 mennessä.

Päijät-Hämeen energianlähteiden käyttö sisältäen maakunnan ulkopuolella tuotetun sähkön energialähteet oli 10 570 GWh vuonna 2008, josta uusiutuvien energialähteiden osuus on 23 % (2 410 GWh). Maakunnan sisällä tapahtuva energianlähteiden käyttö oli 7 670 GWh ja tästä uusiutuvien energialähteiden osuus on 23 % (1 800 GWh) (kuva 4).

TEM:n arvioiden mukaan perusurassa energiankulutus lisääntyy vuoden 2008 tasosta 14 % vuoteen 2020 mennessä ja tavoiteurassa energiankulutus lisääntyy vain yhden prosentin. Perusurassa Päijät-Hämeen energiankulutus on noussut vuoteen 2020 mennessä 12 050 GWh:iin. Silloin uusiutuvien energialähteiden käytön tulisi olla 2 410 GWh (20 %), jotta saavutettaisiin Hämeen ympäristöstrategian mukainen tavoite. Jos energiankulutuksen kasvu saadaan TEM:n tavoiteuran mukaisesti hidastumaan, olisi Päijät-Hämeen energiankulutus vuonna 2020 noin 10 680 GWh. Tällöin ympäristöstrategian tavoitteen saavuttamiseksi uusiutuvien energialähteiden osuuden tulisi olla 2 140 GWh (kuva 4).

Jos maakunnassa otetaan tavoitteeksi saavuttaa uusiutuvan energian käytön kansallinen tavoite 38 %, tulisi uusiutuvien energialähteiden käytön olla perusurassa vuoteen 2020 mennessä 4 580 GWh. Jos energiankulutuksen kasvu hidastuisi tavoiteuran mukaisesti, tulisi uusiutuvien energialähteiden käytön olla 4 060 GWh. (kuva 4) Edellä mainituista luvuista käy ilmi, että kansallisen tavoitteen saavuttamiseksi uusiutuvan energian käyttöä tulee lisätä noin 70 %. Lisäksi huomataan, että energiankulutuksen kehittymisellä ja energiansäästötoimenpiteiden onnistumisella on suuri merkitys uusiutuvan energian käytön lisäämistarpeeseen.



Kuva 4. Energiankulutuksen kehittyminen ja uusiutuvan energian lisäämistavoitteet Päijät-Hämeessä (TU = tavoiteura, PU = perusura). Tavoitteet on laskettu sekä kansallisen tavoitteen että Hämeen ympäristöstrategian tavoitteen mukaisesti.

Tieliikenteen polttoaineiden käyttö oli Päijät-Hämeessä 1910 GWh vuonna 2008. Suomen kansallisen tavoitteen täyttämiseksi liikenteen biopolttoaineiden osuus Päijät-Hämeessä tulisi vuonna 2015 olla 190 GWh (10 %) ja vuoteen 2020 mennessä 380 GWh (20 %).

3.2 Kestävän energian visio ja tavoitetila

Kestävän energian vision muodostaminen:

Visio on yhteinen tahtotila, johon eri tahot voivat sitoutua. Visiota seutukuntatilaisuuksissa muodostettaessa esiin nousi adjektiiveja kuten kestävä, vastuullinen, järkevä, säästävä.

Kestävää energia Hämeestä hankkeen seutukuntatilaisuuksissa kerättyjen ideoiden perusteella laatima Päijät-Hämeen maakunnallinen energia-alan visio on

”Hämeen monipuolisista luonnonvaroista lähienergiaa – kestävästi, taloudellisesti ja paikallisesti työllistäen”.

Energialähteisiin ja niiden hyödyntämiseen liittyen tuli esiin ympäristötekijöiden ja päästönäkökulmien huomioiminen sekä fossiilisten energialähteiden korvaaminen uusiutuvilla energialähteillä. Tämän rinnalla huoltovarmuuden huomiointi nähtiin myös tärkeäksi ja tämän vuoksi erilaisia energialähteitä tulisi hyödyntää laajasti. Myös energiantuotannon rakenteen tulisi olla monipuolinen ja muodostua sekä pienen, keskisuuren että suuren mitakaavan ratkaisuihin.

Energiantuotantoon ja -käyttöön liittyen pidettiin tärkeänä että koko ketjun aikana toimitaan ympäristöystävällisesti ja energiatehokkaasti siten, että energiantuotannon raaka-aineet tuotetaan kestäväällä tavalla mahdollisimman läheltä käyttöpaikkoja, energiantuotanto tapahtuu hyvällä hyötysuhteella, energiansiirto on tehokasta ja loppukulutus on säästävää.

Talouden näkökulmasta nähtiin tärkeänä että toiminnan tulee olla taloudellisesti kannattavaa ja lisätä alueella yrittäjyyttä sekä työllisyyttä. Kuluttajan näkökulmasta nähtiin tärkeäksi, että energia on kohtuullisen hintaista, sillä energiansaanti perustarpeena tulee turvata kaikille.

Muita ilmauksia ohjelman jatkotoimia varten olivat mm. kestävä energian Häme, lähienergian voimin kestävästi Hämeessä, pienistä virroista kestävä kokonaisuus.

Kestävän energian tavoitetilan muodostaminen

Tavoitetilaa muodostettaessa nähtiin tärkeänä, että tavoitteet vuoteen 2020 asetetaan vastaamaan kansallista tavoitetilaa. Siltä pohjalta määritettiin tavoitetila seuraavasti:

Vuonna 2020 Päijät-Hämeessä uusiutuvien energialähteiden osuus loppukulutuksesta on 38 % ja liikenteen energialähteistä 20 % on biopolttoaineita. Päijät-Hämeen energiankulutus kehittyi Suomen pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian tavoiteuran mukaisesti siten, että energian loppukulutus kasvaa yhden prosentin ja sähkönkulutus 12 % vuoden 2008 tasosta.

Maakunnan sähköntuotannon omavaraisuus pyritään nostamaan vuoden 2008 tasosta (31 %) vuoteen 2020 mennessä 50 prosenttiin.

Vuonna 2020 kuluttajat, yritykset ja kunnat ovat tietoisia omasta energiankulutuksestaan ja käyttämistään energialähteistä sekä vaikuttavat tietoisesti valinnoillaan toimintansa muuttamiseen kestävämpään suuntaan.

Tästä eteenpäin vuoteen 2035 tähtäävät tavoitteet suuntaavat Päijät-Hämettä tehokkaampaan energiankäyttöön sekä energiaomavaraisuuteen.

2035 mennessä 70 % maakunnan energialähteistä on alueellisesti työllistävää uusiutuvaa energiaa ja 50 % maakunnan sähkönkulutuksesta katetaan maakunnassa tuotetuilla uusiutuvilla energialähteillä ja jätepohjaisia polttoaineita hyödyntävällä sähköntuotannolla. Maakunnan pyrkimyksenä on mahdollisimman korkea energiaomavaraisuus.

Maakunnan energiantuotannon rakenne perustuu eri kokoluokan energiantuotantolaitoksiin ja myös talokohtaiset sähköjärjestelmät tuottavat sähköä valtakunnan verkkoon.

Vuoteen 2035 mennessä Päijät-Hämeessä on uusiutuviin energialähteisiin perustuva sähköautojen latausverkosto. Maakunnan nestemäisistä ja kaasumaisista liikennepolttoaineista 50 % on tuotettu kotimaisista raaka-aineista. Maakunnassa on maakaasuverkkoon biometaania tuottavia eri kokoluokan laitoksia. Maakunnan rautatieverkostoa on laajennettu siten, että henkilö- ja tavaraliikenteestä 40 % on siirtynyt teiltä rautateille.

3.3 Energiantuotannon tulevaisuuden skenaariot Päijät-Hämeessä

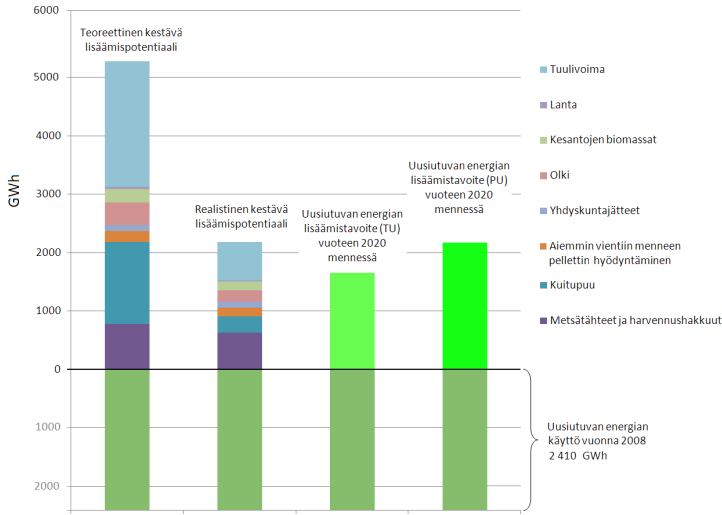
Päijät-Hämeessä merkittävin kestävä energian käytön potentiaali on metsäenergiassa eli hakkuutähteiden, kantojen ja pieniläpimittaisen energiapuun hyödyntämisessä. Oletuksena on lisäksi, että tulevaisuudessa myös pieni osa kuitupuusta tulee päätyämään energiakäyttöön. Tällä hetkellä ulkomaan vientiin päätyvän pelletin hyödyntämistä kannattaisi lisätä Hämeessä. Maatalousalueilla olki, kesantojen viljely energiantuotantoa varten sekä karjatalouden lannat ovat tärkeä osa hajautetun energiantuotannon kehittämisessä. Tuulivoima on maakunnan sähköntuotannon lisäämisen kannalta kohde,

jolla voidaan jo tällä vuosikymmenelle tuottaa merkittävä määrä maakunnan sähköstä. Maakunnassa on myös jonkin verran hyödyntämättömiä energiantuotantoon soveltuvia jätejakeita.

Kuvassa 5 on esitetty Päijät-Hämeen kestävän energian potentiaali ja maakunnan uusiutuvan energian käytön lisäämistarve, jotta saavutetaan uusiutuvan energian käytön kansallinen tavoite 38 % vuoteen 2020 mennessä. Ensimmäinen pylväkuvastaa hankkeen selvityksien perusteella arvioitua teoreettista kestävän energian lisäämispotentiaalia (5 280 GWh). Toisessa pylvässä on arvioitu realistista lisäämispotentiaalia, kuinka suuri osa teoreettisesta potentiaalista olisi mahdollista ottaa käyttöön vuoteen 2020 mennessä. Realistinen lisäämispotentiaali muodostuu teoreettisesta potentiaalista seuraavalla tavalla:

- 30 % tuulivoimapaistoille soveltuvista alueista hyödynnetään eli pystytetään 110 kpl 3 MW:n tuulivoimalaa.
- 50 % lannasta hyödynnetään energiantuotannossa
- kesannoista 70 % on energiakasvien viljelyssä
- oljesta hyödynnetään keskimäärin 50 % korjuujan sääriskin johdosta
- energiantuotantoon soveltuvat yhdyskuntajätteet hyödynnetään täysimääräisesti
- 80 % aiemmin vientiin päätyneestä pelletistä hyödynnetään maakunnassa
- kuitupuusta 20 % ohjautuu energiakäyttöön selluteollisuuden puun tarpeen pienentyessä
- metsätähteiden ja harvennushakkuiden kestävästä energiasta hyödynnetään 80 %

Yhteensä realistinen lisäämispotentiaali olisi 2 170 GWh. Kolmas pylväkuvastaa uusiutuvan energian käytön lisäämistarvetta (1 650 GWh) vuoteen 2020 mennessä, jos energiankulutus kehittyy TEM:n tavoiteuran (TU) mukaisesti ja neljäs pylväkuvastaa uusiutuvan energian käytön lisäämistarvetta (2 170 GWh), jos energiankulutus kehittyy perusurassa (PU). Kaikissa pylväissä on esitetty alimmaisena nykyinen uusiutuvien energialähteiden osuus (2 410 GWh) maakunnan energialähteistä vuonna 2008. Merkille pantavaa on, että energiankulutuksen kasvaessa perusurassa uusiutuvien energialähteiden lisäämistarve on noin 32 % suurempi kuin energiakulutuksen kasvaessa tavoiteuran mukaisesti.

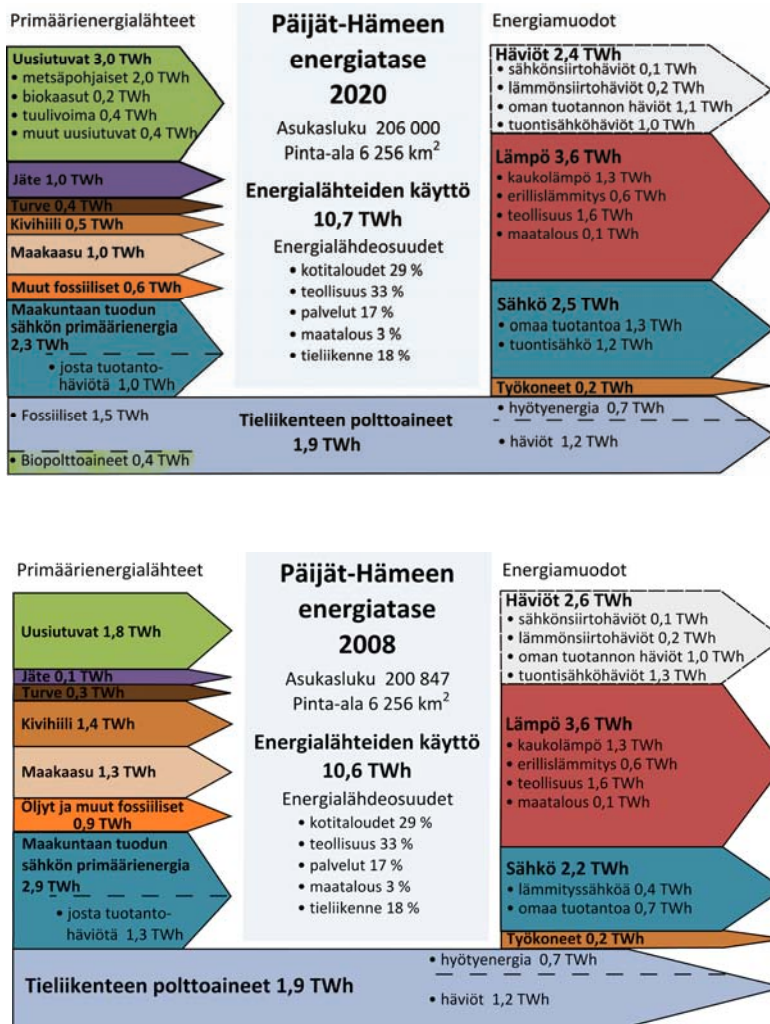


Kuva 5. Päijät-Hämeen kestävä energia potentiaali ja maakunnan uusiutuvan energian käytön lisäämistarve, jotta saavutetaan uusiutuvan energian käytön kansallinen tavoite 38 % vuoteen 2020 mennessä.

Kuvassa 6 on esitetty tavoite maakunnan vuoden 2020 energiantuotannon ja -käytön taseeksi sekä vertailuna vuoden 2008 tase. Vuoden 2020 tavoitetasessa täyttyy uusiutuvan energian käytön osuuden kansallinen tavoite 38 %. Maakunnan energiankulutus on oletettu kasvavan TEM:n tavoiteuran (TU) mukaisesti 1 % vuoden 2008 tasosta. Arviotasessa on oletettu että maakunnan sähköntuotannon omavaraisuus nousisi vuoden 2008 tasosta 31 % vuoteen 2020 mennessä 50 prosenttiin. Energiataseesta nähdään että maakunnan ulkopuolella tuotetun sähkön korvaaminen yhteistuotantoon tai tuulivoimaan perustavalla sähköntuotannolla voi vähentää merkittävästi häviöiden osuutta energiataasessa ja näin ollen primäärienergian kulutusta. Tavoite on linjassa EU:n komission tarkentuneiden tavoitteiden kanssa, joissa energian loppukulutuksen ohella pyritään vähentämään myös energialähteiden käyttöä eli primäärienergian kulutusta. Komission tarkennetut tavoitteet ovat asettamassa haasteita Suomen nykyiselle linjalle, jossa ilmasto- ja energiapolitiikkaa on suunniteltu kehitettäväksi lisäämällä merkittävästi ydinvoiman tuotantoa. Ydinsähkön tuotannon matalasta hyötysuhteesta johtuen Suomen primäärienergian käyttö voisi lisääntyä, vaikka kasvihuonekaasupäästöt vähentyisivätkin. Tavoitetaseen mukaisessa tilanteessa Päijät-Hämeen energialähteiden käytöstä seuraavat hiilidioksidipäästöt vähenevät 32 % ja elinkaari-päästöt hiilidioksidiekvivalentteina vähenevät 30 %.

Päijät-Häme

Käsikirjoitus. Ei levitykseen!



Kuva 6. Päijät-Hämeen tavoite vuoden 2020 energiantuotannon ja -käytön taseeksi, joka täyttää kansallisen velvoitteen uusiutuvien energialähteiden 38 %:n osuudesta. Kuvassa on esitetty lisäksi vertailukohtana vuoden 2008 vastaava tase.

3.4 Kehittämisen painopistealueet

Päijät-Hämeessä on laajat ja monipuoliset mahdollisuudet hyödyntää uusiutuvia energialähteitä. Raaka-aineita tulee ensisijaisesti käyttää aineena ja vasta tämän jälkeen energianlähteenä. Päijät-Hämeen tulee pyrkiä hyödyntämään alueen luonnonvaroja paikallisesti lähien energiana alueen energiaomavaraisuutta kehittäen, jotta ne ovat hyödyksi alueen taloudelle ja vältetään pitkiä kuljetusmatkoja. Eri energialähteitä ja energian tuotantomuotoja ei ole hyvä asettaa vastakkain, jotta voidaan kehittää ja hyödyntää laajasti erilaisia mahdollisuuksia.

Ympäristönäkökulmien laaja-alainen huomioiminen kestävän energian käytön edistämässä on ensisijaisen tärkeää. Myös uusiutuvien energialähteiden käytöstä voi seurata ympäristölle erilaisia haittavaikutuksia, jos ympäristönäkökulmia ei huomioida huolellisesti. Kestävää energiankäyttöä edistettäessä ympäristönäkökulmat tulisi huomioida tasapainoisella tavalla, jossa ei aiheuteta ympäristölle suuria haittavaikutuksia, mutta mahdollistetaan energiamuotojen asteittainen kehittyminen ympäristöystävällisempään suuntaan. Kestävän kehityksen toteutuminen vaatii eri tahojen toimijoilta joustavaa yhteistyötä ja avoimia toimintatapoja.

Kestävän energian ohjelman lähtökohtana on fossiilisten polttoaineiden käytön vähentäminen. Suomi on fossiilisten polttoaineiden osalta täysin riippuvainen polttoaineiden tuonnista, joka on myös riski energian huoltovarmuuden kannalta. Riippuvuus tuontiraaka-aineesta voi hidastaa paikallisten kestävän energian tuotantoa ja käyttöä koskevien innovaatioiden syntymistä. Päijät-Hämeessä haasteena energiayrittäjyyden näkökulmasta ovat olleet kilpailevat fossiiliset polttoaineet, erityisesti maakaasu ja kivihiili. Fossiilisten polttoaineiden käytön kustannukset tulevat kuitenkin kasvamaan merkittävästi kuluvalle vuosikymmenellä päästökaupan ja fossiiliselle energialle kohdistuvien ympäristöverojen ja muiden maksujen vuoksi. Lahti Energian Oy:n mukaan vuoden 2016 jälkeen kivihiilen käyttö ei ole kannattavaa suhteessa uusiutuviin energialähteisiin. Fossiiliset polttoaineet tulevat kuitenkin pitkään olemaan tärkeä osa Suomen energiantuotannon rakennetta ja niitä tulee pyrkiä käyttämään tehokkaasti. Vielä pidemmälle tulevaisuuteen fossiiliset polttoaineet säilyvät uusiutuvan energian vara- ja varmuusvaras-polttoaineina, koska niillä ei ole moniin uusiutuviin energialähteisiin liittyviä säilyvyysongelmia.

Metsäenergia

Metsäenergia on suurin yksittäinen uusiutuvan energian lähde, jonka käyttöä voidaan lähitulevaisuudessa lisätä sähkön ja lämmön tuotannossa. Puuvarojen hyödyntämisessä on kuitenkin tärkeää toteuttaa hierarkiaa, jossa ensisijaisesti puuta käytetään ainespuuna ja toissijaisesti energianlähteenä. Yhtenä tärkeänä näkökulmana metsäenergian käytön kehittämisessä on, että lämmöntuotannon lisäksi metsäenergiaa tullaan jatkossa hyödyntämään enemmän myös yhdistetyssä sähkön ja lämmön tuotannossa eri kokoluokan laitoksissa. Myös metsäenergian pohjautuvan synteettisten polttoaineiden ja liikennebiopolttoaineiden tuotannon mahdollisuuksia on hyvä tarkastella tulevaisuudessa pienemmässäkin mittakaavassa. Tähän mennessä tuotantoa on suunniteltu vain suuressa mittakaavassa metsäteollisuuden integraattien yhteyteen. Hämeessä ProAgria Hämeen, Metsäkeskus Häme-Uusimaan sekä Kanta- ja Päijät-Hämeen metsänhoitoyhdistysten toimesta on tehty merkittäviä toimia metsäenergian käytön lisäämiseksi.

Haasteet

Metsäenergian hyödyntämisessä ensisijaisen tärkeää on, että metsät säilyvät elinvoimaisina eikä metsien ravinnetasapaino järky. Metsäenergian hyödyn-

tämisessä kantojen energiakäyttöön liittyy monia kysymyksiä ja siihen liittyvälle tutkimukselle on tarvetta jatkossa.

Koko metsäenergian hyödyntämisketjussa on paljon kehitettävää. Ketjun merkittävä haaste on polttoaineen varastoiminen ja säilyttäminen hyvälaatuisena. Tällä on merkitystä myös varastointialueita ympäröivien metsien terveydelle. Lisäksi polttoaineen laatu vaikuttaa energiantuotannossa lämpöarvoon sekä tuotannossa syntyviin ilmanlaatua heikentäviin päästöihin.

Käytännön toimenpiteet

- Metsäenergian käytön lisääminen sähkön ja lämmön yhteistuotannossa eri kokoluokan laitoksissa
- Öljykattiloiden korvaaminen pellettilämmityksellä. Uusien öljy- ja maakaasukäyttöisten huippulämpölaitosten rakentamisesta siirrytään pellettikäyttöisiin huippulämpölaitoksiin.
- Tehdään lisäselvityksiä kannonnoston vaikutuksista metsän monimuotoisuuteen ja ravinnetasapainoon.
- Kehitetään puun poltossa syntyvän tuhkan palauttamista ravinnekiertoon.

Energiantuotantoon soveltuvat jätteet

Yhdyskunnan ja teollisuuden jätehuollossa on tärkeää parantaa materiaali-tehokkuutta kokonaisuudessaan sekä kehittää edelleen jätteiden hyödyntämistä energiantuotannossa. Jätteitä ja sivuvirtoja hyödynnettäessä on tärkeää toteuttaa hierarkiaa, jossa ensisijainen hyödyntäminen tapahtuu materiaalina, toissijaisesti energianlähteenä ja viimeisenä vaihtoehtona on loppusijoitus kaatopaikalle. Jätteen laajamittaisessa energiakäytössä tuhkan loppusijoitus nousee ongelmaksi.

Käytännön toimenpiteet

- Yritysten materiaalivirtojen selvittäminen, jotta erilaiset sivutuotteet ja jätteet hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti
- Maaseudun pienyritysten materiaali- ja energiavirtojen selvittäminen
- Kehitystyötä erilaisten materiaalivirtojen hyödyntämiseksi
- Alueella toteutetun energiajätteselvityksen syventäminen tietyin osin

Peltoenergia ja lanta

Peltoenergian ja lannan hyödyntämisessä on paljon käyttämättömiä mahdollisuuksia. Peltoenergian hyödyntämisen kehittämiseksi on tärkeää huomioida että ei synny kilpailutilannetta ruoantuotannon ja energiantuotannon välille. Viljanviljelyn sivutuotteena syntyvän oljen hyödyntäminen polttoaineena, kesantoalueiden ottaminen peltoenergian tuotantoon ja suurten kotieläin-

tilojen lannan hyödyntäminen ovat suurimmat potentiaalit. Maakunnassa on 7 200 hehtaaria viljelykäytöstä poistettua peltoa ja ohrasta on ylituotantoa. Peltoenergian ja lannan hyödyntämisessä tärkeä näkökulma on, että ravinteet saadaan kierrätettyä mahdollisimman tehokkaasti. Tällöin voitaisiin vähentää keinolannoitteiden käyttöä, joiden valmistukseen kuluu runsaasti fossiilisia polttoaineita. Ravinteiden kierrättämisen haasteena on, että lannoitteiden valmistaminen on luvanalaista toimintaa.

Käytännön toimenpiteet

- Ruokohelven ja erityisesti oljen käytön lisääminen lämpölaitoksissa sekä niiden kustannustehokkaiden pelletöintimenetelmien kehittäminen
- Peltobiomassojen teknisen hyödyntämisen kehittäminen energiantuotannossa eri kokoluokan laitoksissa (mukaan luettuna biokaasu lannasta ja nurmesta)
- Hevosenlannan energiakäytön edistäminen
- Alueellisen ravinneomavaraisuuden parantaminen ravinteiden kierrätystä kehittämällä

Tuulivoima

Tulevaisuudessa tuulivoimalla tulee olemaan suuri merkitys myös Hämeessä. Etelä- ja Länsi-Suomen yhteistoiminta-alueen tuulivoimaesiselvityksen perusteella Hämeessä on alueita, jotka soveltuvat tuulivoimapuistojen sijoituskohteiksi.

Käytännön toimenpiteet

- Maakuntakaavan merkitään selvitysalueita tuulivoimapuistoille
- Tiedotusta ja pilottihankkeita maatila- ja kyläkohtaisten voimaloiden perustamiseksi
- Tuulivoimaan liittyvien käytäntöjen kehittäminen siten, että viranomaisten, yritysten, maanomistajien sekä asukkaiden välillä tiedonvaihto on toimivaa, jotta lupaprosessit eivät pitkity

Liikennebiopolttoaineet

Päijät-Hämeessä mahdollisia liikennebiopolttoaineiden raaka-aineita ovat peltobiomassat, metsäenergia ja erilaiset jätteet ja sivuvirrat. Päijät-Hämeessä on etanolin tuotantoa sivuvirroista sekä rakenteilla maakaasuverkoon biometaania tuottava laitos. Tällä hetkellä Suomen olosuhteissa viljasta ja rypsiä valmistetut liikennebiopolttoaineet eivät täytä EU:n komission asettamia kestävyyskriteereitä. Teollisuuden sivuvirtoihin ja biojätteisiin pohjautuva liikennebiopolttoaineiden tuotanto sen sijaan täyttää kestävyyskriteerit. Liikennebiopolttoaineisiin liittyen on tärkeää jatkaa selvitystä, jotta uusia tuotantolaitoksia syntyy lisää ja nykyisten laitosten tuotantoa lisätään.

Sekä mädättämällä että synteettisesti tuotetun biokaasun tuotannon laajentaminen nähdään järkeväksi, sillä maakunnassa kulkee maakaasuverkko, jota voidaan hyödyntää puhdistetun biokaasun siirtämiseen. Liikennebiopolttoaineiden energiataseiden, päästöjen ja kestävyyskriteerien tarkastelu kokonaisuutena nähdään tärkeänä.

Käytännön toimenpiteet

- Otetaan tavoitteeksi että Päijät-Hämeeseen tulee sekä etanolia, dieseliä että metaania liikennepolttoaineiksi tuottavia laitoksia.
- Selvitetään synteettisen biodieselin sekä maakaasuverkkoon syötetävän synteettisen biometaanin valmistuksen mahdollisuuksia Päijät-Hämeessä
- Selvitetään levien kasvatukseen perustuvan biodieselin tuotantoa Päijät-Hämeen alueella
- Määritetään puukaasua hyödyntäville ajoneuvoille pakokaasujen päästöarvojen rajat, jolloin puukaasuttimia voidaan kehittämistarkoituksessa asentaa myös vuoden 1987 jälkeen käyttöön otettuihin ajoneuvoihin.

Aurinkoenergia

Etelä-Suomessa auringon säteily määrä vastaa vuositasolla Keski-Euroopan olosuhteita, mutta säteily keskittyy pääasiassa kesäaikaan. Suomessa aurinkoenergia soveltuu täydentäväksi energiamuodoksi, jolla voidaan tuottaa keväällä, kesällä ja syksyllä merkittäviä määriä lämpöä ja myös sähköä. Aurinkoenergian hyödyntämisen kehittäminen nähdään tärkeäksi, sillä tulevaisuudessa aurinkoenergialla on nykyistä suurempi merkitys myös Hämeessä.

Käytännön toimenpiteet

- Selvitetään lämpölaitosten kesäajan lämmöntuotannon mahdollisuuksia aurinkolämmöllä
- Kehitetään aurinkosähkön käyttöä sähköautojen lataamisessa
- Lisätään tutkimusta ja tiedotusta aurinkoenergiaratkaisujen hyödyntämiseksi rakennuksissa
- Kehitetään aurinkosähkön käyttöä vapaa-ajan asunnoissa

Lämpöpumput

Lämpöpumppuja hyödyntämällä saadaan asuntojen lämmitysenergian kulutusta pienennettyä, sillä tekniikka hyödyntää ilmassa tai maaperässä olevaa lämpöä. Lämpöpumppu tarvitsee kuitenkin toimiakseen sähköä, joten siirryttäessä polttoainetta käyttävästä lämmitysjärjestelmästä lämpöpumppujärjestelmään riippuvuus sähköstä lisääntyy. Maalämpökaivojen vaikutus pohjavesialueilla on myös noussut esiin lämpöpumppujen yleistäessä.

Käytännön toimenpiteet

- Tiedotetaan lämpöpumppujen hyödyistä ja rajoituksista lämmitysenergian säästämiseksi
- Selvitetään maalämpökaivojen vaikutusta pohjavesialueilla
- Selvitetään lämpöpumpputeknologian yhdistämistä muihin lämmitystekniikoihin

Turve

Turve on kotimainen polttoaine, joka soveltuu hyvin metsä- ja peltoenergian tukipolttoaineeksi. Turpeen asema energianlähteenä on kuitenkin hankala tuotannossa syntyvien ympäristöhaittojen sekä hiilidioksidipäästöjen vuoksi. Turpeen käytön hyödyistä ja haitoista tarvitaan puolueetonta tietoa.

Käytännön toimenpiteet

- Selvitetään turpeen energiakäytön hyödyt ja haitat monitieteisenä alueellisena selvityksenä

Energiantuotannon rakenne

Tulevaisuudessa energiantuotannon rakenne tulee kehittymään siten, että suurten keskitettyjen tuotantolaitosten ohella pienen ja keskisuuren mittakaavan ratkaisut yleistyvät. Tällä hetkellä kestävä energiantuotannon lisäämiseksi ei ole näköpiirissä yhtä suurta ratkaisua, vaan on pyrittävä eteneeseen kaikilla rintamilla, jotta nähdään mitkä alat tulevat kehittymään. Meneillään oleva muutos synnyttää uusia työpaikkoja tuotantoketjun eri vaiheissa, mutta aiheuttaa myös riskejä, sillä vasta ajan kuluessa käy ilmi mitkä toimialueet tulevat pysyvästi tarjoamaan työtä. Muutos voidaan nähdä myös positiivisena siitä näkökulmasta, että suurten toimijoiden tarjoamien energiaratkaisujen rinnalle tulee uusia vaihtoehtoja. Energiantuotannon rakenteen kehittyessä on kuitenkin tärkeää, että energian tuotanto ja siirto toteutetaan mahdollisimman hyvällä hyötysuhteella.

Energiantuotannon rakenteen muutosta hidastaa se, että vanhat investoinnit tulee yritysten näkökulmasta käyttää ensin loppuun ja vasta tämän jälkeen siirtyä uusiutuviin energialähteisiin perustuvaan tuotantoon. Vanhoissa laitoksissa on tärkeää kuitenkin pyrkiä tekemään muutoksia, jotta voidaan siirtyä ainakin osittaiseen biopolttoaineiden käyttöön. Kun energiantuotannon rakennetta kehitetään, on tärkeää että ratkaisut ovat jollakin aikavälillä taloudellisesti kannattavia. Hintatason kehittyminen ja valtion tukitoimet ovat vaikuttamassa merkittävästi siihen, mitkä osa-alueet tulevat menestymään, mutta kehittyvässä tilanteessa tukitoimilla ei tulisi sulkea mitään vaihtoehtoja pois. Hajautetun energiantuotannon kehittyminen tarjoaa kuluttajille vaihtoehtoisia energiaratkaisuja, joka lisää alalla kilpailua ja voi hillitä hintojen nousua

Käytännön toimenpiteet

- Poistetaan rakenteellisia esteitä pienen ja keskisuuren mittakaavan sähkön- ja lämmöntuotannon yleistymiselle suuren mittakaavan ratkaisujen rinnalla
- Toteutetaan toimia, joilla edistetään lämmön ja sähkön yhteistuotantoa myös keskisuurissa ja pienissä energialaitoksissa.
- Kehitetään pienen mittakaavan hajautetun energiantuotannon hyötysuhdetta
- Lisätään Päijät-Hämeen omaa sähköntuotantoa
- Alueen sähköverkkoa ja sähköntuotannon ohjausta kehitetään hajautetun sähköntuotannon lisäämiseksi
- Rakennetaan pilottilaitoksia oppilaitosten yhteyteen tutkimus- ja oppimisympäristöiksi
- Kehitetään uusiutuvan energian pientuottajien yhteistyötä
- Selvitetään lähienergian aluetaloudellisia vaikutuksia
- Selvitetään laitoskohtaisesti kestävän energian käyttömahdollisuudet ja potentiaali
- Toteutetaan alueellinen pienvesivoimaselvitys

Logistiikka ja energiansiirto

Tehokkaan logistiikan ja energiansiirron perusta on paikallinen energiantuotanto, jolloin energiaraaka-aineita joudutaan siirtämään mahdollisimman vähän. Logistiikka tulee järjestää ekotehokkaasti, jotta siitä ei synny negatiivisia vaikutuksia ympäristöön. Hämeen etuna on se, että metsää ja peltoa on kulutuspaikkoihin nähden kohtuullisella etäisyydellä. Haasteena lähienergian hyödyntämisessä on raaka-aineiden hintakilpailu, jolloin raaka-aineen tuottajalle voi osoittautua kannattavammaksi myydä raaka-aine kauemmaksi.

Energiaaraaka-aineiden siirrossa suositeltavaa on, että rekkoja ja kuorma-autoja hyödynnetään vain lyhyillä etäisyyksillä. Rautatieverkon kehittäminen itä-länsi suunnassa parantaisi Hämeen logistista tilannetta merkittävästi. Energiaa siirrettäessä on huomioitava, että korkeammin jalostetun energian siirto on ympäristöystävällisempää ja energiatehokkaampaa. Pidemmillä matkoilla suosittavia energiansiirtomuotoja ovat sähkö, kaasu ja nestemäiset polttoaineet sekä kiinteistä polttoaineista pelletit.

Biomassojen siirrossa merkittäviä tekijöitä ovat raaka-aineiden laadun säilyminen ja varastoinnista seuraavat vaikutukset lähiympäristölle.

Käytännön toimenpiteet

- Biomassojen ja biopolttoaineiden logistiikkaa ja jakelujärjestelmiä kehitetään
- Kehitetään uusia logistisia järjestelmiä, joita hyödyntämällä omakotitalojen on vaivattomampaa siirtyä biopolttoaineiden käyttöön
- Kehitetään kauko- ja lähilämmön siirtoa siinä syntyvien lämpöhäviöiden vähentämiseksi
- Kehitetään biomassojen kuljetusta koskeva sertifikaatti, jolla vähennetään pitkiä kuljetusmatkoja

Energiansäästö ja energiatehokkuus

Energiansäästöillä ja energiatehokkuudella on suurimmat vaikutukset energialähteiden kulutukseen. Käyttötottumuksiin vaikuttamalla voidaan saavuttaa merkittäviä suoria energiansäästöjä. Energiatehokkuudessa merkittävää on hukkalämmön hyödyntäminen, erilaisten lämmöntarpeiden integroiminen ja tarvittaessa prosessien sulkeminen.

Yleiset käytännön toimenpiteet

- Energiansäästön mahdollisuuksista ja tuista tiedottaminen eri osaluilla
- Selvitetään yhteiskunnassa ja teollisuudessa kohteet, joissa syntyy hukkalämpöä
- Teknologiset innovaatiot paikallisissa yrityksissä
- Klusteritoiminta yli maakuntien

Energiansäästöjen toteuttamiseen ja energiatehokkuuteen liittyy vahvasti neuvonnan ja tiedotuksen tarve, jota käsitellään kohdassa ”Neuvonta, tiedotus, koulutus ja tutkimus”

Energiansäästö ja energiatehokkuus maatiloilla, kasvihuoneissa ja maaseudun pienyrityksissä

Energiansäästöön tähtävien toimien lisäksi tarvitaan energiatehokkuuden parantamista. Helposti toteutettavia toimia ovat käyttötottumuksiin liittyvät muutokset sekä laitteiden käytön optimointi. Koneisiin, laitteisiin ja tuotantomenetelmiin muutoksia vaativat toimenpiteet aiheuttavat kustannuksia, mutta syntyvän energiansäästön vuoksi takaisinmaksuajat ovat usein lyhyitä. Pk-yritysten seurantatutkimusten mukaan noin 70 % energiakatselmuksissa ehdotetuista energiansäästötoimenpiteistä on käytötekniisiä tai muutoksia, joilla on alle 2 vuoden takaisinmaksuaika. Tiedotukselle, neuvonnalle ja koulutukselle on suurta tarvetta, jotta tietoisuus energiansäästöistä ja energiatehokkuuden parantamismahdollisuuksista lisääntyy.

Käytännön toimenpiteet maataloilla

- Maatilojen energiatehokkuuden ja energiansäästön kehittäminen
- Maatilojen energiasuunnitelmien markkinointi ja laatiminen (MENO-ohjelma)
- Uusiutuvan energian käytön lisääminen
- Maatilojen energiatehokkaan logistiikan kehittäminen
- Energiaomavaraisen maatilan tutkimus- ja kehittämishanke
- Selvitetään lämpöpumppujen hyödyntämistä viljankuivureiden hukkalämmön talteenotossa
- Tiedotetaan kotieläintiloille viljasadon kuivausta korvaavista viljan säilöntämenetelmistä

Käytännön toimenpiteet kasvihuoneissa

- Nykyaikaisten viljelytekniikoiden käyttöönotto
- Lämmöntuotannon hyötysuhteen parantaminen tai siirtyminen yhdistettyyn sähkön- ja lämmöntuotantoon
- Uusiutuvan energian käytön lisääminen
- Uuden energiaa säästävän valaistustekniikan neuvonta

Käytännön toimenpiteet maaseudun pienyrittäjissä

- Maaseudun pienyrittäjien energiankäytön kartoittaminen ja energiansäästämismahdollisuuksista tiedottaminen – aloitetaan toiminta kulluttajien energianeuvonnan rinnalla
- Edistetään pienyritysten energiakatselmuksia, energiatehokkuussopimuksia ja energia-avustuksien hyödyntämistä
- Energiakatselmusten yleisimmät toimenpide-ehdotukset liittyvät ilmanvaihdon oikeaan käyttöön, hukkalämmön talteenottoon ja valaistuksen käyttötottumuksiin – näistä tiedotettava

Liikenne

On oletettavaa että liikenteessä tapahtuu tulevien vuosikymmenten aikana huomattavia muutoksia. Raideliikenteen kehittäminen, polttomootoreihin perustuvan liikenteen määrän vähentäminen sekä sähköautojen hybridi- ja polttokennotekniikan kehittyminen ovat merkittäviä tekijöitä ympäristöystävällisemmän ja energiatehokkaamman liikkumisen kehittämiseksi. Yhdyskuntarakennetta ja tietoverkkoja kehittämällä voidaan myös vähentää liikennemääriä.

Käytännön toimenpiteet

- Sähköautojen latausverkoston kehittäminen

- Liikennebiopolttoaineiden tankkauspisteiden lisääminen
- Haja-asutusalueiden palvelubussiliikenteen kehittäminen
- Alueen raideliikenneyhteyksien kehittäminen ja biopolttoaineiden käyttö raideosuuksilla, joilla ei ole sähköä
- Selvittävä raideliikenneverkoston laajentamisen tarve ja mahdollisuudet

Asuminen

Asumisen energiankulutukseen vaikuttaa ihmisten tietoisuus energiankulutuksesta ja rakennusten energiatekniikka. Näitä kehittämällä voidaan saada aikaan merkittäviä säästöjä energiankulutuksessa.

Käytännön toimenpiteet

- Perustetaan pilottiasualue, jossa kehitetään energiansäästöä sekä erilaisia kestäviä hajautetun energiantuotannon ratkaisuja
- Kehitetään maaseudun kyläyhteisöihin sopivia energiantuotantomalleja paikallisista energialähteistä
- Toteutetaan käytännön kokeiluja ja havaintokohteita aurinkoenergian käytöstä asunnoissa

Yhteistyö ja maankäytön suunnittelu

Kun maakuntien ilmasto- ja energiaohjelmia valmistellaan, yhteistyön merkitys Kanta- ja Päijät-Hämeen välillä on suuri. Siten voidaan hyötyä olemassa olevasta laajasta asiantuntemuksesta ja saavuttaa synergiaetuja. Yrittäjien huomiointi ohjelmien ja strategioiden laadinnassa on tärkeää, jotta tavoitteiden saavuttamiseksi on olemassa todellisia edellytyksiä. Maaseutunäkökulma on kokonaisuudessaan merkittävässä roolissa ilmasto- ja energiaohjelmien laadinnassa. Huomioimalla eri intressiryhmiä voidaan myös löytää yhteinen tahtotila tavoitteiden saavuttamiseksi. Asetettavien tavoitteiden haastavuus luo innovaatioita, jolloin voidaan saavuttaa alueellisesti etuja muihin maakuntiin nähden. Maakunnan energiapolitiikka suunniteltaessa myös energiantuotannon huoltovarmuus on pystyttävä todentamaan.

Maakuntien ilmasto- ja energiaohjelmien valmistelussa on tärkeää suunnitella huolellisesti vastuukysymykset eri tasoilla, jotta ohjelmat pystytään käytännössä toteuttamaan. Puhdas, kestävä ja taloudellinen lähienergia pitää huomioida maakuntatason strategian lisäksi myös kuntatasolle saakka.

Ilmasto- ja energiaohjelmien laadinnassa on myös tärkeää että kaavoitusasiat kulkevat mukana suunnitelmissa. Päijät-Hämeessä uudessa maakuntakaavassa varataan alueet energiantuotannolle. Kaavoitus ja rakentamisratkaisut ovat merkittäviä lähienergian kehittämiseksi, sillä yhdistettyä sähkön ja lämmöntuotantoa lisättäessä on tärkeää löytää lämmönkäyttökohteita riittävän läheltä.

Käytännön toimenpiteet

- Maakuntarajat ylittävän yhteistyön lisääminen ilmasto- ja energiaohjelmien laadinnassa
- Yhdyskuntaratkaisulla laaja-alainen vaikuttaminen energia-asioihin
- Kaavoituksella ohjataan asutuksen sijoittumista siten, että se edistää energiatehokkuutta
- Energia-asoiden huomiointi kaavoituksessa, myös kyläkaavoissa
- Bioenergiaterminaalien tarvekartoitus ja sijoituksen suunnittelu suuralueittain

Neuvonta, tiedotus, koulutus ja tutkimus

Energia-asioihin liittyvän neuvonnan, tiedotuksen, koulutuksen ja tutkimuksen tarve on ilmeinen.

Energianeuvonnan tulisi olla hyvin ja tehokkaasti organisoitua ja siinä tulisi hyödyntää olemassa olevien rakenteita. Lahden ammattikorkeakoulu tekemä selvitys Päijät-Hämeen ilmasto- ja energianeuvonnan organisoimisesta valmistui keväällä 2011. Selvityksessä neuvonnan toteuttamisen haasteiksi todetaan pitkäjänteisen rahoituksen saaminen sekä neuvonnan tarpeen laajuus, jolloin tietoa tulisi saada välitettyä myös kaupunki- ja kuntakeskusten ulkopuolelle maaseudulle. Hämeen ammattikorkeakoulussa aloitetaan vuoden 2011 aikana energianeuvonta Hämeen energiatoimisto BioPoint:ssa, jossa Motivan rahoittamana pilotoidaan kuluttajien energianeuvon toteuttamista osana opetusta.

Energianeuvonnan haasteena on luotettavan ja puolueettoman tiedon tarjoaminen. Neuvonnan pohjana olevat arvot ja intressit vaikuttavat esitettyyn tietoon. Neuvonnan ja tiedotuksen haasteena on myös tiedon esittäminen ymmärrettävästi ja riittävällä tarkkuudella, jotta sen perusteella pystytään muodostamaan kannanottoja esimerkiksi kunnissa. Kuluttajien ja yritysten neuvonnassa on tärkeää, että tiedon perusteella syntyy tietoisuus nykytilasta ja vaihtoehdoista ja valinnoista, joita voidaan tehdä energia-asoiden suhteen. Asenteet, käyttötottumukset ja mielikuvat voivat olla esteinä toimenpiteiden toteuttamiseksi, vaikka takaisinmaksuajat ovat lyhyitä ja muutoksista koituu toimijalle hyötyä säästyneiden energiakustannusten muodossa.

Energia-asoiden huomioiminen on tärkeää kaikkien alojen koulutuksessa. Energia-alan koulutuksessa on erityisesti tarvetta käytännönläheiselle energiayrittäjyyteen tähtäävälle koulutukselle. Vastaavasta toiminnasta on hyvä esimerkki Kouvolan seudun ammattiopistossa, jossa BioSampo-hankkeen puitteissa on järjestetty energia-alan käyttäjä-, käyttöpäällikkö- ja yrittäjäkoulutusta. Hämeen ammattikorkeakoulun Evon yksikössä on järjestetty energiayrittäjyyteen erikoistuvaa maaseutuyrittäjien aikuiskoulutusta.

Käytännön toimenpiteet

- Kuluttajien ja yrittäjien energianeuvonnan käynnistäminen Päijät-Hämeessä
- Toteutetaan hanke jossa tiedotetaan kuntakohtaisesti kestäväen energian käytön lisäämismahdollisuuksista sekä energiatehokkuudesta ja energian säästöstä
- Käytännönläheisten energia-alan yrittäjyyteen tähtäävien lyhytkoulutusten toteuttaminen
- Nykyisten energiaselvityspalveluiden ja energiatukijärjestelmien tiedottaminen ja markkinointi (maatilojen energiasuunnitelmat, kuntien ja yritysten energiakatselmukset ja yritysten energia-avustukset)

Kestävän energian teknologian ja yrittäjyyden edistäminen

Energia-alaan liittyvä perustutkimus on tärkeää. Sitä kautta saadaan alueelle spin-off-asiantuntijayrityksiä ja edistetään kaikin tavoin energia-alaan liittyvää osaamisperustaista yrittäjyyttä. Energia-alan teknologioita ja laitevalmistusta tulisi kehittää esimerkiksi alan klusteritoiminnalla.

Käytännön toimenpiteet

- Muiden alueellisten osaamiskeskittymien tuottaman tiedon hyödyntäminen
- Tulevien ja olemassa olevien alueella syntyneiden innovaatioiden tuotteistaminen ja markkinointi globaalisti laajenevilla energia-alan markkinoilla
- Energia-alan klusteritoiminnan käynnistäminen yhdessä Kanta-Hämeen kanssa

3.5 Kestävän energian ohjelman seuranta ja arviointi

Kestävän energian ohjelma on asiantuntijaohjelma, joka toimii pohjana kuntien ja maakuntien ilmasto ja energia-asioiden kehittämiseksi. Kestävän energian ohjelman vaikutusten arviointi ja seuranta ehdotetaan liitettäväksi nykyisten ympäristö-, energia- ja ilmastostrategioiden laadinnan ja seurannan osaksi.

Tärkeä seurantatoimenpide on, että maakunnallinen energiantuotannon ja -käytön tase päivitetään 3–5 vuoden välein. Energiataseen avulla voidaan seurata mm. alueen energian kulutusta ja energialähteiden käyttöä sekä energiaomavaraisuuden kehittymistä.

Energiataseen lisäksi jatkossa energia-asioiden kehittymistä voitaisiin seurata 1–2 vuoden välein Jallinojan (2010) Hämeen ympäristöstrategian seuranta varten esittämiä, helposti seurattavia indikaattoreita hyödyntäen. Jallinojan selvityksessä ehdotetut indikaattorit ovat esitetty tarkemmin liitteessä 5.

Selvitys ”Hämeen jätteet indikaattorien valossa” (valtion ympäristöhallinnon www-sivut) antaa myös vuosittain hyvää tietoa jätteiden hyödyntämisen tilasta. Kyseistä selvitystä olisi tarpeen laajentaa koskemaan myös elintarviketeollisuuden ja metsäteollisuuden jätteitä, jolloin se antaisi kokonaisvaltaisen kuvan myös energiantuotantoon soveltuvien jätteiden hyödyntämisen laajuudesta.

Energia-alan yritysten määrän ja työllistävyyden kehittymisen seuraaminen nähdään myös tärkeäksi. Seurannassa voidaan käyttää jaottelua:

- energiantuotanto, siirto ja jakelu
- rakennusten energiaratkaisut
- energiantuotannon raaka-aineiden hankinta ja jalostus
- energiateknologian laitevalmistus
- suunnittelu ja konsultointi
- koulutus ja neuvonta

Kansalaisten näkökulmasta on tärkeää, että seurantaa ja asetettuja tavoitteita pystytään esittämään asukasta kohden laskettuina tunnuslukuina. Seurannan rinnalle olisi silloin yksinkertaista kehittää sovellus, jolla kansalaiset voisivat seurata henkilökohtaisesti omaa toimintaansa suhteessa asetettuihin tavoitteisiin.

Kestävän energian ohjelman seurantaan liittyen olisi paikallaan järjestää keran vuodessa maakunnallinen kestävän energian teemapäivä ajankohtaisista aiheista.

3.6 Ohjelman toteutumisen edellytykset ja energia-alan tukimuodot

Kestävän energian ohjelman toteuttamiseen vaikuttavat maakuntatasolla tehtävät päätökset ja toimet, kansallisella tasolla valtion ohjauskeinot ja tuet sekä kansainvälisellä tasolla Euroopan unionin direktiivit, asetukset ja päätökset sekä kansainvälinen päästökauppa ja ilmastositoumukset.

Kestävän energian ohjelman toteutumisen edellytyksenä maakuntatasolla on yhteinen tahtotila ja tavoitteet ilmasto- ja energia-asioiden kehittämiseksi. Tärkeitä yhteistyötahoja ovat

- ELY-keskus hankkeiden rahoittajana, erilaisten avustuksien sekä ympäristölupien myöntäjänä
- Maakuntaliitot mm. kaavoittajina sekä strategioiden laatijoina
- Kuntien päättäjät ja virkamiehet
- Kehittämiskeskukset ja maaseudun kehittämissyhdystykset
- Yritykset sekä eri toimialojen klusterit
- Oppilaitokset ja tutkimuskeskukset

Kansallisella tasolla kestävän energian ohjelmaan ja sen toteuttamiseen vaikuttavat lainsäädäntö ja valtion ohjaukset. Valtion toimissa on tärkeää, että ne mahdollistaisivat laajalla rintamalla eri energiamuotojen kehittämistä ja käyttöönottoa. Toisaalta haasteena on ohjauksen riittävä määrätietoisuus, jotta yritykset ja rahoittajat uskaltavat tehdä investointipäätöksiä vuoteen 2020 tähtävien ilmasto- ja energiatarvoitteiden saavuttamiseksi. Valtio tulisi selkeästi tukea kehittyneiden energiamuotojen tuotantoa, mutta ohjata samanaikaisesti tukea myös kehittyvien tekniikoiden koe- ja tutkimuslaitosten rakentamiseen.

Valtion taloudellisia ohjauksia ovat tuet ja verotus. Lisäksi erilaisilla kehittämis- ja tutkimusohjelmilla tuetaan energiatoimialan kehittämistä. Liitteeseen 6 on koottu valtion tukimuotoja uusiutuvan energian käytön edistämiseksi sekä energian säästön ja energiankäytön tehostamiseksi. Ohjauksien välityksellä on tavoitteena lisätä uusiutuvan energian käyttöä 38 TWh vuoteen 2020 mennessä. Samanaikaisesti tuilla on arvioitu olevan merkittäviä työllistäviä vaikutuksia.

Kestävää energiaa Hämeestä -hankkeen aluetilaisuuksissa nousi esiin seuraavia näkökulmia valtion ohjauksien kehittämiseksi

- Lainsäädäntöä tulee edelleen kehittää linjassa uusiutuvan energian käytön lisäämistavoitteiden kanssa. Esteitä ja rajoitteita sekä tulkin-tavaikeuksia tulee poistaa.
- Hajautetun energiantuotannon ja yksityisten henkilöiden energiantuotannon asemaa tulee parantaa. Yhteiskunnallista ajattelua tulee muuttaa yksityishenkilöiden sähköntuotannon edistämiseksi ja velvoittaa sähköyhtiöitä ostamaan tai tasamaan kotitalouksien ylituotantona verkkoon syöttämä sähkö.
- Tukijärjestelmät ovat ohjauksia, mutta energiaratkaisujen on oltava itsessään kannattavia
- Lähienergian asemaa tulee parantaa esimerkiksi kehittämällä uusiutuvan energian kestävyyskriteerejä siten, että ne huomioivat raaka-ainneiden kuljetusmatkat.
- Energia-alan tukitoimia olisi hyvä tarkastella kriittisesti esim. 20 viime vuoden ajalta ja arvioida niiden vaikutuksia

4 Kestävän energian ohjelman yhteenveto

Visio:

Hämeen monipuolisista luonnonvaroista lähienergiaa – kestävästi, taloudellisesti ja paikallisesti työllistäen

Päijät-Hämeen kestävä energian ohjelma on asiantuntijaohjelma, joka tuo esiin energiankäytön nykytilanteen ja mahdollisuudet lisätä kestävä energian käyttöä. Keskeistä kestävä energian ohjelman tavoitteissa on alueen energiaomavaraisuuden kehittäminen ja riippuvuuden vähentäminen fossiilisesta tuontienergiasta. Energiantuotannon rakenteen kehittämisessä nähdään tärkeäksi sähkön, lämmön ja liikennebiopolttoaineiden tuottaminen alueella eri kokoluokan laitoksissa. Yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon laajempi soveltaminen biolämpölaitoksissa nähdään erityisen tärkeäksi. Hämeessä on myös tärkeää toteuttaa uuden teknologian pilottikohteita esimerkiksi rakentamalla energiatehokas asuinalue, jossa itse tuotetaan lämpöä ja sähköä lähienergialla alueen omaan tarpeeseen.

Päijät-Hämeessä uusiutuvien energialähteiden osuutta tulee lisätä vuoden 2008 tasosta 70 % vuoteen 2020 mennessä, jotta saavutetaan kansallisesti määritetty uusiutuvien energialähteiden käytön tavoitetaso (38 %). Lisäys on mahdollista toteuttaa kestävästi (kuvat 5 ja 6), mutta tavoitetason saavuttaminen vaatii paljon toimenpiteitä. Päijät-Hämeessä on haastavaa lyhyellä aikavälillä ylittää kansallista tavoitetasoa, sillä alueen uusiutuvien energialähteiden käytön lähtötaso on melko matala (23 %). Liian nopea pyrkimys lisätä uusiutuvan energian käyttöä saattaisi lisäksi aiheuttaa sen, että ei pystyttäisi huomioimaan kestävä energiantuotannon periaatteita ja ympäristövaikutukset nousisivat suuriksi.

Uusiutuvan energiankäytön kansallisen tavoitetason saavuttamiseksi tulee monipuolisesti hyödyntää uusiutuvan energian muotoja, sillä mikään energialähteistä ei kata yksinään lisäystarvetta. Metsäenergian käytön lisäämisessä on suurin yksittäinen potentiaali, sen kestävä tuotantopotentiaali on noin kolminkertainen nykykäyttöön verrattuna. Tulevaisuudessa myös pieni osa kuitupuusta voi ohjautua energiantuotannon raaka-aineeksi, jos Suomen selluntuotanto edelleen vähenee.

Peltoenergian käytössä on runsasta lisäämispotentiaalia erityisesti kesannoilla tuotetun biomassan ja viljelyn sivuvirtana syntyvän oljen osalta. Peltoenergiaa voidaan hyödyntää mm. polttoaineena, biokaasun tuotannon raaka-aineena ja nestemäisten liikennebiopolttoaineiden raaka-aineena.

Tuulivoiman hyödyntämisessä on paljon mahdollisuuksia, mutta se on vahvasti sidoksissa maankäytön suunnitteluun ja kansalaisten yleiseen mielipiteeseen, jotka voivat hidastaa hankkeiden toteutumista lähivuosina.

Lisäyspotentiaalia on myös jätteiden, erilaisten teollisuuden sivuvirtojen ja lannan hyödyntämisessä. Jätteitä hyödynnetään jo nykyään energian tuotannossa Päijät-Hämeessä valtakunnallista keskiarvoa enemmän.

Aurinkoenergian ja lämpöpumppujen potentiaalia uusiutuvan energian käytön lisäämiseksi on vaikea arvioida, mutta tulevaisuudessa erilaisten tekniikoiden kehittyessä niillä voi olla suurikin merkitys sekä energialähteinä että energiatehokkuuden parantamisessa. Vesivoiman lisäämispotentiaali on Päijät-Hämeessä pieni. Sen merkitys jäänee paikalliselle kylä- tai kuntatasolle.

Suomen tavoite biopolttoaineiden osuudelle liikenteen polttoaineista on 20 % vuoteen 2020 mennessä. Hämeen alueella on etanolin tuotantoa liikennebiopolttoaineeksi pienissä laitoksissa. Lisäksi suunnitteilla tai rakenteilla on sekä etanolin, biodieselin että biokaasun tuotantoa liikennebiopolttoaineeksi. Liikennebiopolttoaineiden 20 % osuuden saavuttamiseksi tarvitaan kuitenkin myös valtakunnallisen mittakaavan tuotannon käynnistymistä. Maatiloilla on mahdollista korvata pääosa maataloustuotannon työkonien fossiilisista polttoaineista biopolttoaineilla.

Valtakunnallinen maakaasun jakeluverkko kulkee alueen läpi ja tarjoaa siten valmiin jakeluverkon myös alueella tuotettavan biokaasun jakeluun kulutus-pisteisiin. Biokaasuautojen tankkauspisteiden verkostoa on näin ollen myös helppo laajentaa alueella.

Kestävän energian ohjelman tavoitteeseen pääsemiseksi tarvitaan ehdottomasti myös energian säästöä ja energiatehokkuutta lisääviä toimia. Energiankulutuksen kääntäminen laskuun 2010-luvun aikana on työ- ja elinkeinoministeriön määrittämässä tavoiteurassa.

Alueella on selkeä tarve energianeuvonnan aloittamiselle. Eri kohderyhmille pitää tarjota energiatehokkuutta lisäävää tietoa, neuvontaa ja koulutusta. Energiatoimisto tai muu mahdollinen toimintamuoto voitaisiin toteuttaa myös yhteistyössä Kanta-Hämeen kanssa.

Kestävän energian alan yritystoiminta tarjoaa mahdollisuuksia palveluyrittäjille ja biomassan tuottajille sekä alan teknologiayrityksille. Erityisesti alan kehittyminen lisää mahdollisuuksia maaseudulla. Energia-alan yrittäjyyden toimintaedellytyksiä ja verkottumista olisi vahvistettava ja huolehdittava alan koulutuksen tarjonnasta alueella kaikilla koulutuksen tasoilla.

Kestävän energian tuottamisessa pitää aina huomioida luonnonvarojen kestävä käytön periaatteet, kuljetusten ja tuotannon ympäristövaikutukset sekä se, että energiantuotanto ei kilpaile elintarviketuotannon kanssa. Biomassaan pohjautuvan uusiutuvan energian tuotannon merkittävä haaste on energiaräjäkkeiden mukana kulkeutuvien ravinteiden palauttaminen maaperään uuden biomassan kasvun lähteeksi.

Energiantuotannossa ja -käytössä on tärkeää, että koko ketjussa toimitaan ympäristöystävällisesti ja energiatehokkaasti. Energiantuotannon raaka-aineet pitää tuottaa kestäväällä tavalla mahdollisimman läheltä käyttöpaikkoja, energiantuotannon tulee tapahtua kannattavasti hyvällä hyötysuhteella, energiansiirron on oltava tehokasta ja loppukulutuksen säästävää.

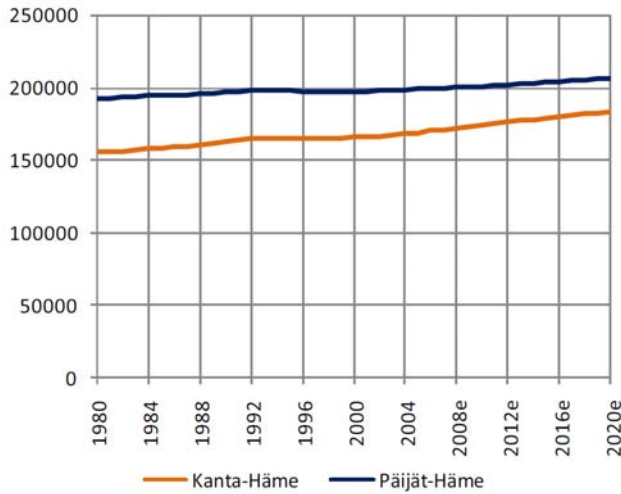
OSA 2. ENERGIATASE JA TEKNISET TAUSTASELVITYKSET

5 Päijät-Hämeen nykytila ja alueelliset ominaispiirteet

Päijät-Hämeen maakuntaan kuuluu 11 kuntaa, joista kaupunkeja ovat Heinola, Lahti ja Orimattila. Päijät-Hämeeseen kuuluvat lisäksi kunnat Asikkala, Hartola, Hollola, Hämeenkoski, Kärkölä, Nastola, Padasjoki, Sysmä. Artjärvi liittyi kuntaliitoksessa Orimattilaan vuoden 2011 alussa. Päijät-Häme muodostuu nykyään vain Lahden seutukunnasta, kun Heinolan seutukunta tuli vuoden 2010 alussa osaksi Lahden seutukuntaan. Alueen kunnat on esitetty kuvassa 7. Päijät-Hämeen kokonaispinta-ala on 6 256 km² ja asukasmäärä noin 201 900. Päijät-Hämeen asukas luku on ollut pitkään lievässä kasvussa (kuva 8). Kanta- ja Päijät-Hämeen maakunnan kunnat kuuluvat Hämeen ELY-keskuksen alueeseen.



Kuva 7. Kanta- ja Päijät-Hämeen kunnat ja seutukunnat



Kuva 8. Hämeen maakuntien väkiluvun kehitys vuosina 1980–2006 ja ennuste vuoteen 2020. (Tilastokeskus – Väestöennuste, 2007)

Päijät-Hämeen primäärienergiankulutus on 53 MWh/as, joka on matalampi kuin Suomen keskiarvo 74 MWh/as. Yhdyskuntajätettä Päijät-Hämeessä syntyy 414 kg/as, joka on matalampi kuin Etelä- ja Länsi-Suomen alueen keskiarvo 471 kg/as. Lisäksi Päijät-Hämeessä 52 % jätteistä hyödynnetään energiaa, kun Etelä- ja Länsi-Suomen alueen keskiarvo on 20 %.

Päijät-Hämeen energiantuotannossa kivihiilen, maakaasun ja öljyn osuus on merkittävä. Maakaasua on saatavilla Lahdessa, Hollolassa, Nastolassa ja Asikkalassa (Kuva 9). Uusiutuvien energianlähteiden osuus energialähteistä oli 23 % vuonna 2008, mikä on matalampi kuin Suomen keskiarvo 28 %. Lämmöntuotannossa uusiutuvan energian osuus oli kaukolämmössä 12 % ja teollisuuden lämmössä 48 %.

Päijät-Hämeessä sähköntuotanto on pääasiassa yhdistettyä sähkön- ja lämmöntuotantoa ja se kattaa noin 31 % maakunnan sähkönkulutuksesta. Maakunnan sähköntuotannossa uusiutuvan energian osuus on 24 % (Suomi 21 %). Päijät-Hämeen rakennuksista kaukolämmön piirissä on 53 %, kun koko Suomessa vastaava osuus on 43 %. Öljylämmitys on 13 % rakennuksista (Suomi 22 %) ja suora sähkölämmitys 17 % asunnoista (Suomi 22 %).

Päijät-Hämeessä kuntien energiatehokkuussopimukseen ovat liittyneet Heinolan ja Lahden kaupungit. (Motivan www-sivut) Kohti hiilineutraalia kuntaa -hankkeessa (HINKU) Päijät-Hämeessä ovat mukana vain Padasjoki sekä Asikkala, mutta myös Lahden kaupunki on liittymässä mukaan hankkeeseen. Hankkeessa ei ole mukana Kanta-Hämeen kuntia.

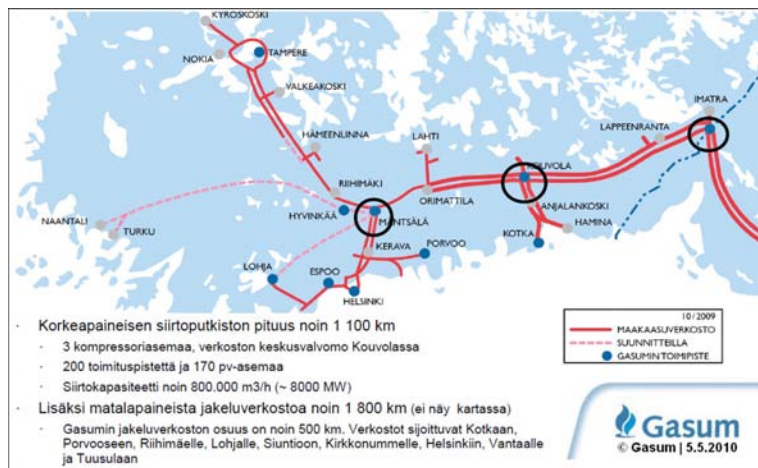
Päijät-Hämeen elinkeinorakenteesta voidaan todeta, että tärkeitä toimialoja ovat metsä-, metalli-, huonekalu-, elintarvike-, muovi-, kone- ja laitteollisuus, ympäristöteknologia. Päijät-Hämeessä kartoitettiin yhteensä 113 orga-

nisaatiota ja yritystä, joiden toiminta liittyy energiatoimialaan (kuva 10). Yrityksistä suurimman osan toiminta liittyy energiantuotantoon, siirtoon ja jakeluun sekä energiantuotannon raaka-aineiden hankintaan ja jalostukseen.

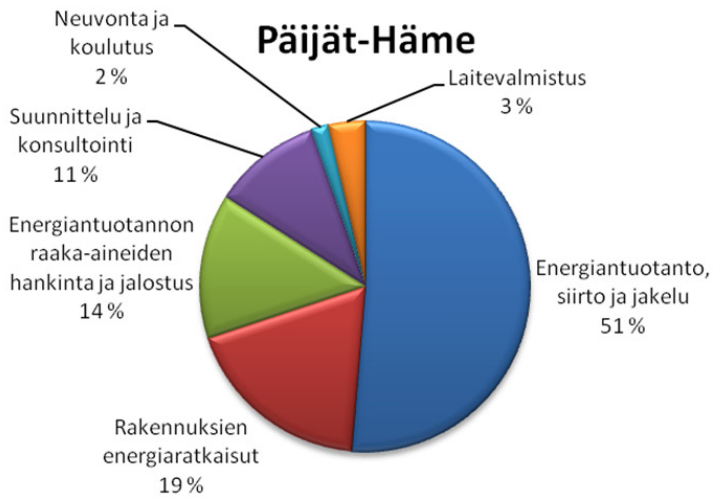
Päijät-Hämeessä kehitetään voimakkaasti laajalla rintamalla ympäristöalan toimintaa, jolla on myös vahvat sidokset energia-alaan. Päijät-Hämeen liitto vastaa vuosien 2010 ja 2011 aikana laadittavasta maakunnan Ilmasto- ja energiaohjelmasta, jolla kannustetaan Päijät-Hämeen kuntia pitkäjänteiseen ilmastotyöhön. (Päijät-Hämeen liiton www-sivut)

Lahden kaupunki on strategiassaan asettanut tavoitteekseen olla kestävän kehityksen kaupunki ja ilmastotyön edelläkävijä. Tavoitteen toteuttamiseksi on meneillään GreenCity -kehittämishjelma, jonka keskeisiä tavoitteita ovat puolittaa Lahden kasvihuonekaasupäästöt vuoteen 2025 mennessä, tiivistää yhdyskuntarakennetta, toteuttaa erinomainen julkisen ja kevyen liikenteen järjestelmä, parantaa alueen energia- ja ympäristötehokkuutta, vahvistaa alueella olevaa ympäristöosaamisen ja -liiketoiminnan keskittymää, kehittää ja pilotoida uusia innovatiivisia teknologioita ja toimintamalleja tavoitteiden saavuttamiseksi. (Lahden kaupungin www-sivut)

Heinolan kaupunki on laatinut kestävän kehityksen toimintaohjelman, jonka päämääriä ja tavoitteita ovat kestävän kehityksen mukainen maankäyttö, luonnon monimuotoisuus, puhtaan pohjavedet ja vesistöt, kestävät tuotanto ja kulutustavat, ihmisten hyvinvointi sekä ilmaston muutoksen ehkäisy. Ilmaston muutoksen ehkäisyn yhteydessä tavoitteina on mainittu liikenteen päästöjen vähentäminen, lähiruuan käytön edistäminen, uusiutuva energian suosiminen, hankintojen kotimaisuus ja kestävyys, energian säästäminen, ympäristötietoisuuden lisääminen sekä rakennusten rakentaminen kestäviksi, terveellisiksi ja energiaa säästäviksi. (Heinolan kestävä kehityksen toimintaohjelma)



Kuva 9. Maakaasuverkko Suomessa (Gasum Oy 2010)



Kuva 10. Päijät-Hämeen energiatoimialaan liittyvien yritysten ja organisaatioiden määrä. Maakunnassa on Energiatoimialakartoituksen mukaan yhteensä 113 toimijaa.

6 Päijät-Hämeen energiantuotanto ja -käyttö vuonna 2008

Tässä osiossa on esitelty Päijät-Hämeen maakunnan energiantuotantoa ja käyttöä vuonna 2008 pohjautuen Ekokumppanit Oy:n ja HAMKIn laatimaan raporttiin ”Kanta- ja Päijät-Hämeen energiantuotannon ja -käytön ta-seeet vuonna 2008”. Energiataseet tarjoavat tausta-aineistoa pohdinnoille, miten maakunnallisilla päätöksillä ja toimenpiteillä voidaan vaikuttaa energian- tuotannon rakenteeseen ja sen ohjaamiseen kestävämpään suuntaan.

6.1 Määritelmät, tiedot ja rajaukset

Energiatase koostuu vuoden 2008 aikana maakuntaan tulleista ja maakun- nasta poistuneista energiavirroista. Energiatase koostuu primäärienergiäläh- teistä, joilla tuotetaan sähköä ja lämpöä maakunnan tarpeisiin sekä tieliik- kenteen polttoaineiden sisältämästä primäärienergiasta. Mikään energian- tuotanto ja -siirtotapa ei ole häviötöntä, vaan tuotannossa jää aina hyödyntä- mättä osa energialähteiden energiasisällöstä. Kulutussektorien hyödyksi saa- ma hyötyenergia on pienempi kuin energiamuotojen tuotannossa käytetty- jen energialähteiden energiasisältöä kuvaava primäärienergia. Häviöt laske- taan energiamuodon tuottamiseen käytetyn energialähteiden primääriener- giamäärän ja loppukuluttajien hyödyksi saaman hyötyenergian erotuksena. Häviöt muodostuvat tuotantoprosessissa ja siirrossa kuluneesta ja hyödyntä- mättä jääneestä primäärienergian osasta.

Hyödynnettäviä primäärienergianlähteitä ovat fossiiliset polttoaineet, uusiutu- vat energialähteet, tieliikenteen polttoaineet ja lisäksi osa sähkön loppuku- lutuksesta joudutaan kattamaan maakunnan ulkopuolelta hankittavalla säh- köllä, koska oma sähköntuotanto on alueen sähkönkulutusta pienempi. Pri- määrienergiamääräinen tuontisähkö on jaoteltu energiatasekuvaajissa lop- pukulutuksessa hyödyksi saatavaan sähkөөn ja sähkön tuottamisesta aiheu- tuviin häviöihin.

Kotitaloudet, teollisuus, palvelut, maatalous, työkoneet ja liikenne hyödyn- tävät energian loppukuluttajina maakunnan sisällä eri energiamuodoiksi muuntuvia energialähteitä.

Energiatase auttaa kuvaamaan maakuntien energiankäytön nykytilaa ja olemassa olevia voimavaroja. Taseen avulla voidaan kohdentaa maakunnan energialinjauksia tehokkaammin ja arvioida toimenpiteiden vaikuttavuutta. Energiatase on päivitettävissä, joten sitä voi hyödyntää myös kehityksen seurannassa. Skenaariomaisempaa tasetulosten tulkintatapaa ja taselaskentaa hyödyntämällä energiataseesta kasvaa työkalu tulevien energiankäytön kehitysurien ennakointiin.

Kanta- ja Päijät-Hämeen energiataseiden laskennassa hyödynnettiin Kasvener-mallia. Se on Kuntaliiton maksuton laskentasovellus, jolla voidaan selvittää kunnan, seutukunnan tai maakunnan energiatase ja laskea energiankäytöstä, jätehuollosta sekä teollisuuden ja maatalouden tuotantotoiminnasta tarkasteluvuoden aikana syntyvät kasvihuonekaasupäästöt.

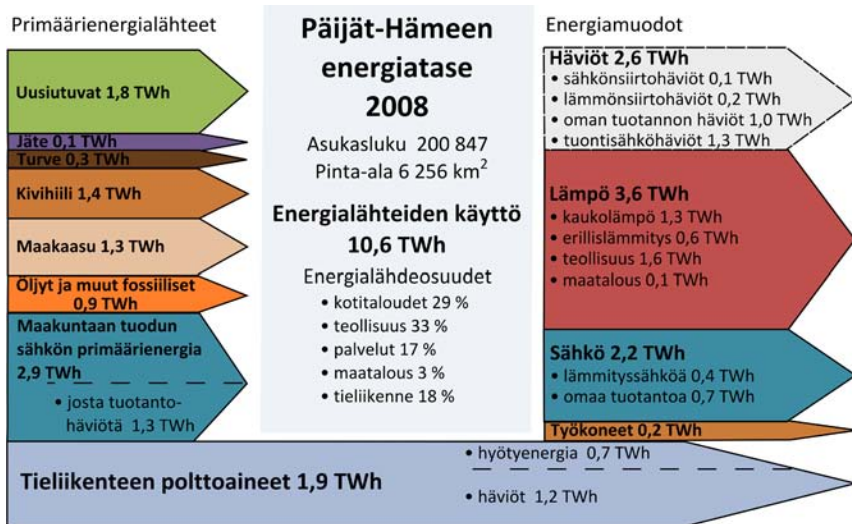
Laskenta on toteutettu maakuntatasolla ja sen vuoksi energiataseen tulosten avulla ei voi luotettavasti tehdä seutukuntia ja yksittäisiä kuntia koskevia johtopäätöksiä. Tarkasteluvuodeksi valittiin vuosi 2008, koska vuotta pidettiin tuoreimpana keskimääräistä maakunnallista energiankäyttöä kuvaavana vuotena, jossa ei vielä näy vahvasti vuoden 2008 loppupuolella alkanut taloudellinen taantuma.

Laskentaa varten kerättiin tietoja useista eri lähteistä. Tuotantolaitoskohtaiset tiedot perustuvat toimijakyselyihin, VAHTI-ympäristökuormitusjärjestelmän ja ympäristölupapäätösten tietoihin sekä kohdeyritysten julkistamiin aineistoihin. Kulutussektori- ja energiamuotokohtaisia tietoja kerättiin Tilastokeskuksen ja maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen tietokannoista, Energia-teollisuus ry:n sähkön ja kaukolämmön vuositilastoista, Öljyalan keskusliiton polttoöljyjen myyntitiedoista, VTT:n liikenteen pakokaasujen ja energiankulutuksen LIPASTO-laskentajärjestelmän, tieliikenteen LIISA-mallin ja työkoneiden TYKO-mallin tuloksista sekä muista kansallisista selvityksistä.

6.2 Päijät-Hämeen energiantuotannon ja -käytön taseen tulokset

Päijät-Hämeessä käytettiin vuoden 2008 aikana primäärimääräisiä energia-lähteitä 10 570 GWh. Päijät-Hämeen energiataseen loppusumman virhemarginaali on ± 400 GWh energiataselaskelmien arvioidun virheprosentin ollessa 4 prosenttia. Kyseisenä vuonna Päijät-Hämeessä oli 200 847 asukasta, joten primäärienergian käyttö asukasta kohden on 53 MWh/as. Koko Suomea koskeva vastaava luku on 74 MWh/as.² Päijät-Hämeen vuoden 2008 energiatase on esitetty kuvassa 11.

² Energiatasekuvaajassa ja tekstissä käytetty yksi terawattitunti (TWh) energiaa vastaa tuhatta gigawattituntia (GWh) ja miljoonaa kilowattituntia (kWh).

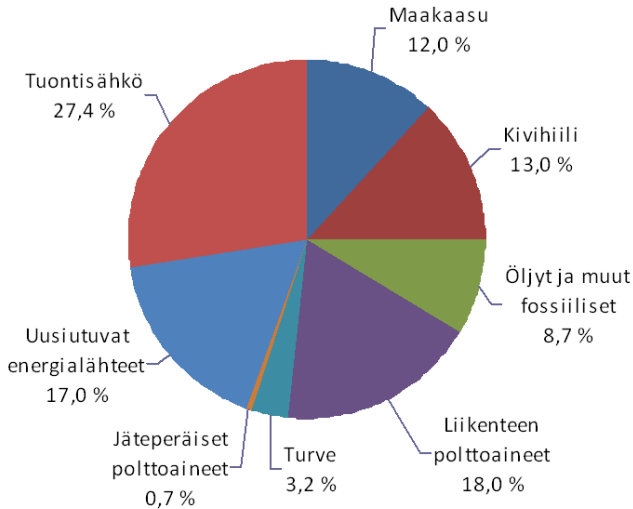


Kuva 11. Päijät-Hämeen vuoden 2008 energiantuotannon- ja käytön tase

Maakunnan sisällä tapahtuvaa primäärienergiälähteiden käyttöä on 7 680 GWh (73 %). Primäärienergiälähteiden käytöstä 2 890 GWh (27 %) tapahtuu maakunnan ulkopuolella, jossa tuotetaan sähköä Päijät-Hämeen tarpeisiin.

Päijät-Hämeen omassa tuotannossa käytettyjen uusiutuvien energialähteiden osuus maakunnan primäärienergiälähteistä on 17 % (1 800 GWh). Uusiutuvia energialähteitä maakunnan ulkopuolella tuotetun sähkön energianlähteistä on Suomen sähköntuotantorakenteen mukaisesti 21 % (610 GWh). Yhteensä uusiutuvien energialähteiden osuus primäärienergian käytöstä Päijät-Hämeessä on 2 410 GWh (23 %).

Kuvassa 12 on esitetty Päijät-Hämeen primäärienergiälähteet vuonna 2008. Kivihillen osuus primäärienergianlähteistä on 13 % (1 370 GWh), maakaasun osuus 12 % (1 270 GWh), öljyt ja muut fossiiliset polttoaineet muodostivat 9 % (916 GWh). Liikennepolttoaineiden eli bensiinin ja dieselöljyn osuus primäärienergiälähteistä on 18 % (1 905 GWh). Lisäksi maakunnan ulkopuolella tuotetun sähkön energianlähteistä 21 % (595 GWh) on fossiilisia polttoaineita. Näin ollen fossiilisten polttoaineiden kokonaisosuus primäärienergianlähteistä on 57 % (6 055 GWh). Turpeen osuus primäärienergianlähteistä oli 3 % (340 GWh) ja jäteteräisillä polttoaineilla katettiin 1 % (76 GWh) alueen energiantarpeesta.



Kuva 12. Päijät-Hämeen energialähteet primäärienergiana vuonna 2008

Vuoden 2008 aikana Päijät-Hämeessä käytettiin 4,7 TWh primäärienergia-lähteitä lämmöntuotantoon. Kotitalouksien, teollisuuden, palveluiden ja maatalouden **lämmönkulutus** oli yhteensä **3,6 TWh**. Energialähteiden ja hyödyksi saadun energian välinen 1,1 TWh:n erotus kuvaa lämmöntuotannossa ja -siirrossa syntyneitä häviöitä. Lämmöntuotanto muodostaa 41 prosenttia primäärienergian kokonaiskäytöstä. Päijät-Hämeessä hyödynnetystä lämmöstä oli teollisuuslämpöä 44 prosenttia, kaukolämpöä 36 prosenttia, kiinteistöjen lämmitysjärjestelmien tuottamaa lämpöä 18 prosenttia ja maataloustuotantoon tarvittua lämpöä kaksi prosenttia.

Sähkönkulutus oli yhteensä **2,2 TWh**. Kulutuksen tyydyttämiseksi tarvittiin yhteensä 3,8 TWh energialähteitä. Määrä vastasi 36 prosenttia Päijät-Hämeen vuoden 2008 primäärienergian kokonaiskäytöstä. Maakunnan oma sähköntuotanto pystyi kattamaan loppukulutuksesta 31 prosenttia. Loppu 69 prosentin osuus katettiin taselaskennan oletusten mukaisesti maakunnan rajojen ulkopuolella tuotetulla tuontisähköllä³.

Tieliikenteessä kului Päijät-Hämeen alueella vuonna 2008 bensiiniä ja dieseliä yhteensä **1,9 TWh**. Määrä vastasi 18 prosenttia maakunnan primäärienergian kokonaiskäytöstä. **Teollisuuden, maatalouden ja muiden sektorien työkoneiden 0,2 TWh:n** suora polttoainekäyttö muodosti parisen prosenttia maakunnassa kuluneesta energiasta.

³ Vuonna 2008 Suomessa kulutettu sähkö tuotettiin 19 prosenttisesti vesi- ja tuulivoimalla, 25 prosenttisesti ydinvoimalla, 10 prosenttisesti lauhdevoimalla, 12 prosenttisesti teollisuuden yhteis-tuotantona ja 18 prosenttisesti kaukolämmön yhteistuotantona. Loppu 15 prosenttia muodostui sähkön ulkomaisesta nettotuonnista.

Teollisuus käytti 33 prosenttia Päijät-Hämeen primäärienergiasta. Kotitalouksien osuus oli 29 prosenttia. Yksityiset palvelut ja julkinen sektori hyödynsivät 17 prosentin edestä energialähteitä⁴. Maataloustuotannon osuus oli kolme prosenttia. Loppu 18 prosenttia muodostui alueen tieliikenteen käyttämistä polttoaineista. Hyötyenergiämääräisesti tarkasteltuna sektorien kulutusosuudet olivat seuraavat: teollisuus 40 prosenttia, kotitaloudet 31 prosenttia, yksityiset ja julkiset palvelut 17 prosenttia, maatalous kaksi prosenttia ja tieliikenne kymmenen prosenttia.⁵

Energiantuotannon ja lämmityksen energialähteiden käytöstä aiheutui yhteensä 2,6 TWh (26 %) häviöitä⁶. Päijät-Hämeen omassa sähkön- ja lämmön tuotannossa sekä alueen kiinteistöjen lämmityksessä syntyi 1,0 TWh häviöitä. Maakuntaan tuodun sähkön tuottamiseen liittyneet häviöt olivat arviolta 1,3 TWh. Lisäksi sähkönsiirtoon liittyi 0,1 TWh häviöitä ja lämmönsiirtoon 0,2 TWh.

6.2.1 Energiantuotanto ja energialähteiden käyttö

Taulukko 1. Energialähteet Päijät-Hämeessä vuonna 2008⁷

Energiälähteet	Päijät-Häme	
	GWh primääri- energiaa	Osuus primääri- energiasta
Maakaasu	1 270	12,0 %
Kivihiili	1 370	13,0 %
Öljyt ja muut fossiiliset	916	8,7 %
Liikenteen polttoaineet	1 905	18,0 %
Turve	336	3,2 %
Jäteperäiset polttoaineet	76	0,7 %
Uusiutuvat energialähteet	1 800	17,0 %
Tuontisähkö	2 892	27,4 %
Yhteensä	10 565	100,0 %

⁴ Yksityisistä ja julkisista palveluista muodostuvan sektorin osuudessa on tässä luvussa lisätty sektoreittain erittelemättömiksi jääneiden työkonien puolen prosentin primäärienergiaosuus.

⁵ Tieliikenteen primääri- ja hyötyenergiaosuuksien ero johtuu taselaskennan oletuksesta, jonka mukaan ajoneuvojen ja työkonien hyötysuhde on keskimäärin 35 prosenttia.

⁶ Sähkön ja lämmöntuotannon häviöt sisältävät jonkin verran energiantuotantolaitosten omakäyttöä ja energiataselaskentaan liittyvistä epätarkkuuksista johtuvaa virhettä. Niiden osuus on noin 0,2–0,3 TWh.

⁷ Raportin lopussa olevasta liitetaulukosta 1 löytyy taulukkoa 13 tarkempi energialähte-erittely.

Taulukossa 1 on esitetty Päijät-Hämeen energianlähteet vuonna 2008. Kivihiilen 1,4 TWh ja maakaasun 1,3 TWh käyttö muodostavat yhteensä neljänneksen maakunnan primäärienergiankäytöstä. Kivihiiltä hyödynnettiin sähkön ja lämmön yhteistuotannossa Lahdessa ja lisäksi teollisuuden lämmön tuotannossa Heinolassa.

Kaukolämmön tuotanto vastasi 46 prosentin osuutta maakaasun käytöstä. Päijäthämäläinen teollisuus käytti 38 prosenttia maakaasusta ja tuotti sillä neljänneksen teollisuuslämmöstä. Sähkön ja lämmön yhteistuotannossa hyödynnetystä maakaasusta käytettiin 10 prosenttia sähkön tuottamiseen. Jäljelle jäänyt kuuden prosentin maakaasuosuus hyödynnettiin kiinteistöjen erillislämmityksessä.

Taulukossa 1 mainittu ”öljy ja muut fossiiliset” -polttoaineista yli 90 prosenttia on kiinteistöjen lämmittämiseen, työkoneisiin ja teollisuuslämpöön käytettyä kevyttä ja raskasta polttoöljyä. Lisäämällä tieliikenteen bensiini ja diesel mukaan Päijät-Hämeessä käytettyihin fossiilisiin polttoaineisiin saadaan fossiilisten polttoaineiden primäärienergiamääräksi 5,5 TWh. Se oli 52 prosenttia maakunnan vuoden 2008 primäärienergian käytöstä. Lisäksi maakunnan ulkopuolella tuotetun sähkön energialähteistä 21 % (595 GWh) on fossiilisia polttoaineita. Näin ollen fossiilisten polttoaineiden kokonaisosuus primäärienergiasta on 57 % (6 055 GWh).

Noin 2/3 turpeesta kului teollisuuden tarvitseman lämmön tuotannossa. Kokonaisuudessaan turpeella oli kolmen prosentin osuus Päijät-Hämeen koko polttoaineiden käytöstä vuonna 2008. Jäteperäisiä polttoaineita hyödynnettiin kaukolämmön ja sähkön yhteistuotannossa. Jättepolttoaineiden osuus jäi tarkastelumaakunnan primäärienergian käytöstä vajaan yhteen prosenttiin.

Vuoden 2008 aikana Päijät-Hämeen energialähteistä 17 prosenttia oli uusiutuvia. Suurin osa oli metsäpolttoaineista, teollisuuden puutähteistä ja puunalostusteollisuuden jäteliemistä. Kuutisen prosenttia uusiutuvista energialähteistä oli muita kuin puuperäisiä biopolttoaineita, lähinnä vesivoimaa ja erilaisten lämpöpumppujen tuottamaa hyötylämpöä. Taulukossa 2 on esitetty eri energiamuotojen tuottamiseen käytetyt primäärienergiamäärät sekä saadut hyötyenergiamäärät.

Taulukko 2. Energiamuodot Päijät-Hämeessä vuonna 2008

Energiamuodot	Päijät-Häme			
	GWh primääri- energiaa	Osuus primääri- energiasta	GWh hyöty- energiaa	Osuus hyöty- energiasta
Kaukolämpö	1 914	18,1 %	1 283	19,5 %
Kiinteistöjen erillislämmitys	807	7,6 %	646	9,8 %
Sähkölämmitys ja lämpöpumput	705	6,7 %	427	6,5 %
Muu kuin lämmityssähkö	3 162	29,9 %	1 854	28,2 %
Maatalouden lämmöntuotanto	95	0,9 %	76	1,2 %
Teollisuuslämpö	1 802	17,1 %	1 553	23,7 %
Tieliikenne	1 905	18,0 %	667	10,2 %
Työkoneet	175	1,7 %	61	0,9 %
Yhteensä	10 565	100 %	6 566	100 %

6.2.2 Energiankäyttö

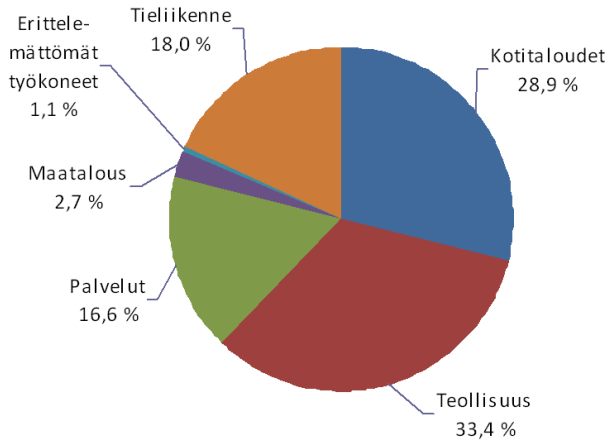
Taulukon 3 mukaisesti kotitalouksien energiankulutuksen tarpeisiin kului lähes 3,1 TWh energialähteitä. Määrä oli 29 prosenttia Päijät-Hämeen energiankäytöstä (kuva 13). Loppukulutettuna lämpönä ja sähkönä tarkasteltuna sektorin kulutus oli 2,0 TWh. Noin 37 prosenttia kotitaloussectoriin liittyneestä primäärienergiamäärästä kului kaukolämmön tuottamiseen ja asuin- ja vapaa-ajanrakennusten erillislämmitykseen 21 prosenttia. Sähkön tuotantoon käytettiin kotitaloussectorin primäärienergiamäärästä 42 prosenttia, josta 20 prosenttiyksikköä oli kotien ja loma-asuntojen sähkölämmitykseen ja maalämpöpumppuihin kulunutta sähköä.⁸

Teollisuus kulutti kolmanneksen Päijät-Hämeen energialähteistä vuonna 2008. Yli puolet teollisuuden 3,5 TWh:n energiamäärästä tarvittiin prosessien ja teollisuusrakennusten lämmöksi. Käytetyn sähkön tuotantoa varten tarvittiin 40 prosenttia sektorin primäärimääräisestä energiamäärästä. Teollisuuden kaukolämmön kulutuksen primäärienergiaosuus oli vajaa kymmenen prosenttia. Reilu kolmannes polttoaineista käytettiin teollisuuden voimalaitoksissa. Loppu pari prosenttia oli teollisuuden ja rakentamisen työkoneiden polttoainekäyttöä.

Taulukko 3. Energiankäyttö Päijät-Hämeessä vuonna 2008

Energian käyttäjät	Päijät-Häme			
	GWh primääri- energiaa	Osuus hyöty- energiasta	GWh hyöty- energiaa	Osuus hyöty- energiasta
Kotitaloudet	3 053	28,9 %	2 032	30,9 %
Teollisuus	3 524	33,4 %	2 603	39,6 %
Palvelut	1 751	16,6 %	1 114	17,0 %
Maatalous	282	2,7 %	133	2,0 %
Erittelemättömät työkoneet	50	0,5 %	17	0,3 %
Tieliikenne	1 905	18,0 %	667	10,2 %
Yhteensä	10 565	100,0 %	6 566	100,0 %

⁸ Sähkölämmitys sisältää suoran sähkölämmityksen ja maalämpöpumppusähkön. Tukilämmitysmuotona hyödynnettävät ilmalämpöpumput sisältyvät tässä energiataseessa muuhun kuin lämmitykseen käytettyyn sähköön. Ilmalämpöpumppujen osuus muusta sähkönkulutuksesta oli puolisen prosenttia.



Kuva 13. Päijät-Hämeen loppukulutussektorit primäärienergiana vuonna 2008

Palvelusektorilla oli 17 prosentin osuus maakunnan energiankäytöstä. Palvelujen 1,8 TWh:n primäärienergiamäärästä käytettiin yli puolet yksityisten palvelujen tuottamiseen. Kunnilla oli kolmanneksen osuus. Loppuosa hyödynnettiin muissa julkisen sektorin toiminnoissa. Kulutetun sähkön tuottamiseen tarvittiin 60 prosenttia palvelusektorin energiankäytöstä. Kaukolämmön tuotantoon meni 30 prosenttia energiasta. Palvelurakennusten erillislämmitykseen primäärienergia osuus oli kymmenkunta prosenttia.

Maataloudessa kului 0,3 TWh primäärienergiaa, joka on kolmen prosentin osuus Päijät-Hämeen kokonaisenergian käytöstä vuonna 2008. Sektorin energiankäyttö jakautui energiataselaskelmien perusteella karkeasti siten, että sähkö muodosti käytöstä puolet ja tuotantorakennusten lämmitys vajaan kolmanneksen. Traktoreilla, leikkuupuimureilla ja muilla työkoneilla oli hieman alle viidenneksen osuus maataloussektorin primäärimääräisestä energian käytöstä.

Tieliikenteen primäärienergiaosuus oli Päijät-Hämeessä 18 prosenttia. Ajoneuvojen polttoainekäyttö jakautui suhteessa 40/60 bensiinille ja dieselöljylle. Taulukossa 3 ja kuvassa 13 mainittu erittelemättömät työkoneet sisältävät muiden kuin teollisuuden, rakentamisen ja maatalouden polttoainekäyttöiset työkoneet. Niiden kuluttamasta 0,05 TWh:n polttoainemäärästä oli 2/3 kevyttä polttoöljyä ja 1/3 bensiiniä ja dieselöljyä. Erittelemättömien työkoneiden polttoaineet muodostivat puoli prosenttia maakunnassa käytetyistä primäärienergiälähteistä. Kun tarkasteluun otetaan kaikki työkoneet, kuten taulukossa 2 on tehty, työkoneisiin kulunut vajaan 0,2 TWh:n energiamäärä oli parisen prosenttia Päijät-Hämeen energiankäytöstä.

6.2.3 Sähkön tuotanto ja käyttö

Vuonna 2008 Päijät-Hämeessä käytettiin sähköä 2 250 GWh eli 11 200 kWh asukasta kohti. Taulukossa 4 on esitetty Päijät-Hämeen sähkönhankinta. Alueen voimalaitoksissa tuotettiin 940 GWh:n energialähdemäärällä 740 GWh

sähköä. Oma tuotanto kattoi 31 % sähkönkulutuksesta. Kulutuksen ja paikallisen tuotannon välinen 1,6 TWh:n vaje katettiin valtakunnan verkosta tuodulla sähköllä. Päijät-Hämeessä kulutetun sähkön tuottamiseen tarvittiin 3,8 TWh:n primäärienergiämäärä vastasi 36 prosenttia alueen primäärienergian kokonaiskulutuksesta. Vuoden 2008 aikana Päijät-Hämeen sähköntuotantolaitoksissa toteutettiin laajoja huoltoja. Tavanomaisena vuonna sähköntuotannon omavaraisuus on korkeampi.

Taulukko 4. Päijät-Hämeen sähkönhankinta vuonna 2008

Sähkönhankinta	Päijät-Häme			
	GWh primääri-energiaa	Osuus energia-lähteistä	GWh sähkön-tuotantoa	Osuus sähkön-tuotannosta
Kaukolämpövoimalaitokset	627	66,5 %	557	75,2 %
Kaukolämpö- ja prosessi-voimalaitokset	238	25,2 %	131	17,7 %
Prosessivoimalaitokset	50	5,3 %	43	5,8 %
Vesi- ja tuulivoimalaitokset	4	0,4 %	4	0,5 %
Muut voimalaitokset	24	2,5 %	6	0,8 %
Paikallinen tuotanto	943	24,6 %	741	31,4 %
Maakuntaan tuotu sähkö	2 892	75,4 %	1 620	68,6 %
Sähkönhankinta	3 835	100,0 %	2 361	100,0 %
	Tuotanto- ja siirtohäviöt		Siirtohäviöt	
Häviöt	1 586	41,4 %	112	4,8 %
Hyötyenergia	2 248	58,6 %	2 248	95,2 %

Sähköntuotanto perustui Päijät-Hämeessä sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksiin. Muiden voimalaitostyyppien merkitys jäi pieneksi. Yhdyskuntien kaukolämpövoimalaitokset vastasivat suurimmasta osasta maakunnan sähköntuotannon primäärimääräisen energian käytöstä. Teollisuuden prosessivoimalaitoksilla sekä kaukolämpö- ja prosessivoimalaitoksilla oli vajaan neljänneksen osuus sähköntuotannon energiakäytöstä. Maakunnan sähkön ja lämmön yhteistuotanto keskittyi Lahteen ja Heinolaan.

Taulukko 5. Päijät-Hämeen sähköntuotannon energialähteet vuonna 2008

Paikallisen sähköntuotannon energialähteet	Päijät-Häme			
	GWh primääri-energiaa	Osuus energia-lähteistä	GWh hyöty-energiaa	Osuus hyöty-energiasta
Maakaasu	134	14,2 %	113	15,3 %
Muut fossiiliset	483	51,2 %	405	54,7 %
Puuperäiset polttoaineet	215	22,8 %	152	20,4 %
Muut biopolttoaineet	7	0,8 %	4	0,6 %
Vesi- ja tuulivoima	4	0,4 %	4	0,5 %
Muut polttoaineet*	100	10,6 %	63	8,5 %
Yhteensä	943	100,0 %	741	100,0 %

* Muut polttoaineet sisältävät turpeen ja jätöperäiset polttoaineet.

Lähes puolet sähköntuotantoon käytetyistä polttoaineista oli kivihiiltä, joka on sisällytetty taulukossa 5 Muut fossiiliset -ryhmään. Suurelta osin puuperäisistä polttoaineista muodostuvat uusiutuvat energialähteet kattoivat 24 prosenttia paikallisen sähköntuotannon energiantarpeesta. Muita paikalli-

nessa tuotannossa käytettyjä energialähteitä olivat maakaasu 14 prosentin osuudellaan ja turpeesta sekä jäteperäisistä polttoaineista koostuvat muut polttoaineet 11 prosentin osuudellaan.

Taulukossa 6 on esitelty sähkönkulutuksen sektorittainen jakauma Päijät-Hämeessä vuonna 2008. Suurimmat sähkönkäyttäjät olivat teollisuus ja kotitaloudet. Teollisuussektori vastasi 36 prosentista sähkön loppukulutuksesta vuonna 2008. Kotitaloudet käyttivät 33 prosenttia sähköstä. Yksityisten ja julkisten palvelujen yhteenlaskettu kulutusosuus oli 28 prosenttia. Maataloustuotannon yhteydessä käytettiin kolmisen prosenttia maakunnan sähköstä. Lämmitykseen ja maalämpöpumppuihin kului 17 prosenttia päijäthämäläisten sähköstä.⁹

Taulukko 6. Sähkönkulutus Päijät-Hämeessä vuonna 2008

Sähkönkulutus	Päijät-Häme			
	GWh primääri- energiaa	Osuus energia- lähteistä	GWh hyöty- energiaa	Osuus hyöty- energiasta
Kotitaloudet	1 266	33,0 %	742	33,0 %
Teollisuus	1 385	36,1 %	812	36,1 %
Palvelut	1 060	27,6 %	621	27,6 %
Maatalous	124	3,2 %	73	3,2 %
Yhteensä	3 835	100,0 %	2 248	100,0 %

Sähkön tuotantoon ja siirtoon liittyi 1,6 TWh häviöitä (katso myös taulukko 4). Vain 13 prosenttia (0,2 TWh) häviöistä syntyi paikallisissa sähköntuotantoprosesseissa. Suurin osa (1,4 TWh) häviöistä liittyi maakunnan rajojen ulkopuolelta tuodun sähkön tuotantoon. Sähkönsiirrosta aiheutui energiataaselaskelmien mukaan 0,1 TWh:n verran häviöitä. Määrä oli seitsemisen prosenttia sähkönkulutukseen liittyneistä häviöistä.

6.2.4 Lämmön tuotanto ja käyttö

Lämmöntuotantoon käytettiin Päijät-Hämeessä vuoden 2008 aikana 4,7 TWh primäärienergiaa. Määrä vastasi 44 prosenttia maakunnassa käytettyä primäärienergiasta. Lämmöntuotannon polttoaineista 34 % oli uusiutuvia energialähteitä, 60 % fossiilisia polttoaineita sekä lisäksi turvetta ja jäteperäisiä polttoaineita (taulukko 7). Lämpöä tuotettiin yhteensä 3,6 TWh kotitalouksien, teollisuuden, palvelujen ja maatalouden tarpeisiin. Primääri- ja hyötyenergian välinen 1,1 TWh:n ero kuvaa lämmöntuotannossa ja siirrossa syntyviä häviöitä. Lämmöntuotannon polttoainekäytöstä liittyi 80 prosenttia kauko- ja teollisuuslämpöön, 17 prosenttia kiinteistökohtaiseen erillislämmitykseen ja kaksi prosenttia maataloustuotannon tarvitseman lämmön tuo-

⁹ Muuhun lämmitykseen käytettyyn sähkseen sisältyvät ilmalämpöpumput kuluttivat muusta sähköstä 0,5 prosenttia. Niiden osuus sähkön kokonaiskulutuksesta oli 0,4 prosenttia.

tantoon. Lisäksi vajaan prosentin osuuden muodostivat maa- ja ilmalämpöpumpuilla maasta ja ilmasta tuotettu energiamäärä.¹⁰

Taulukko 7. Lämmöntuotannon polttoaineet Päijät-Hämeessä vuonna 2008

Lämmöntuotannon polttoaineet	Päijät-Häme	
	GWh primääri-energiaa	Osuus energialähteistä
Maakaasu	1 136	24,4 %
Kivihiili	946	20,4 %
Öljyt ja muut fossiiliset	692	14,9 %
Turve	260	5,6 %
Jäteperäiset polttoaineet	52	1,1 %
Uusiutuvat energialähteet	1 563	33,6 %
Yhteensä	4 650	100,0 %

Taulukko 8. Päijät-Hämeen lämmönhankinta vuonna 2008

Lämmönhankinta	Päijät-Häme			
	GWh primääri-energiaa	Osuus energialähteistä	GWh tuotettu lämpöä	Osuus tuotetusta lämmöstä
Kaukolämpölaitokset	368	7,9 %	295	7,2 %
Kaukolämpövoimalaitokset	1 408	30,3 %	1 332	32,7 %
Teollisuuslämpölaitokset	893	19,2 %	753	18,5 %
Kaukolämpö- ja prosessi-voimalaitokset	717	15,4 %	645	15,8 %
Prosessivoimalaitokset	318	6,8 %	280	6,9 %
Kiinteistöjen erillislämmitys	807	17,4 %	646	15,9 %
Maatalouden lämmöntuotanto	95	2,0 %	76	1,9 %
Lämpöpumpujen lämpö	44	0,9 %	44	1,1 %
Maakunnan lämmönhankinta	4 650	100,0 %	4 071	100,0 %
Häviöt	Tuotanto- ja siirtohäviöt		Siirto- ym. häviöt*	
	1 060	22,8 %	481	11,8 %
Hyötyenergia	3 590	77,2 %	3 590	88,2 %

* Sisältävät myös laitojen omakäyttöä ja energiataselaskennan epätarkkuuksista johtuvaa laskentavirhettä.

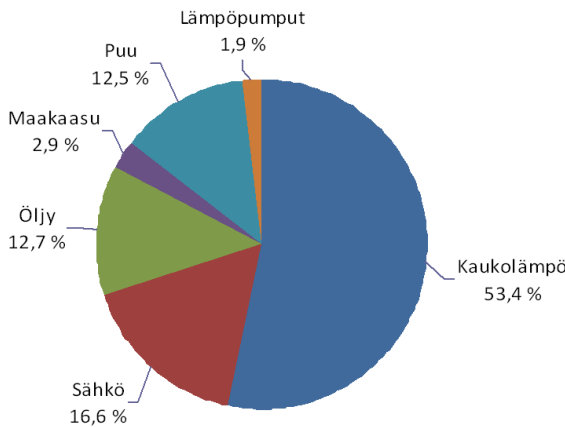
Taulukossa 8 on esitetty Päijät-Hämeen lämmönhankinta. Lähes 75 prosenttia kaukolämmön 1,9 TWh:n polttoainemäärästä käytettiin kaukolämpövoimalaitoksissa Lahdessa ja Heinolassa. Neljännes energialähteistä kuului kaukolämpölaitoksissa ja parisen prosenttia hyödynnettiin teollisuuslämpölaitosten kaukolämmön tuotannossa. Vajaa puolet 1,3 TWh:n suuruisen kaukolämpömäärän tuottamiseen käytetyistä polttoaineista oli kivihiiltä ja neljännes maakaasua. Loppu neljännes oli suurimmalta osin puuperäisiä polttoaineita (osuus 12 prosenttia) sekä jäteperäisiä polttoaineita, turvetta ja polttoöljyjä. Energiataselaskelmien mukaan 12 prosenttia päijäthämäläisestä kaukolämmöstä tuotettiin uusiutuvilla energialähteillä.

¹⁰ Lämmitys- ja maalämpöpumpusähkö huomioidaan varsinaisesti sähkönkulutuksen tarkastelun yhteydessä.

Yli 50 prosenttia päijäthämäläisen teollisuuden prosessi- ja lämmityslämmöstä tuotettiin pelkkää lämpöä tuottavissa teollisuuslämpölaitoksissa. Loput teollisuuslämmön tarpeesta katettiin prosessi- ja kaukolämpövoimalaitoksien lämmöntuotannolla. Puolet käytetyistä polttoaineista oli puupohjaisia, noin neljännes maakaasua ja reilu kymmenesosa turvetta. Loput olivat öljyjä ja muita fossiilisia polttoaineita.

Kiinteistöjen erillislämmitykseen käytettiin yhteensä 0,8 TWh energialähteitä. Energiämäärällä tuotettiin yli 0,6 TWh lämpöä asuin-, palvelu- ja vapaa-ajan asumiseen. Lämmitykseen käytetystä primäärienergiasta kulutettiin puolet puulämmitteisissä rakennuksissa. Puun pienkäyttöä kasvattaa taselaskennassa arvioidun puulämmitteisten tulisijojen tukilämmityskäytön vaikutus, joka lisää tarkastelussa polttopuun käyttöä samalla kun pienentää jonkin verran muiden päälämmönlähteenä käytettyjen energialähteiden kulutusta. Öljylämmitteisten rakennusten kulutusosuus oli 42 prosenttia. Maakaasulämmitteisten kulutusosuus jäi yhdeksään prosenttiin.

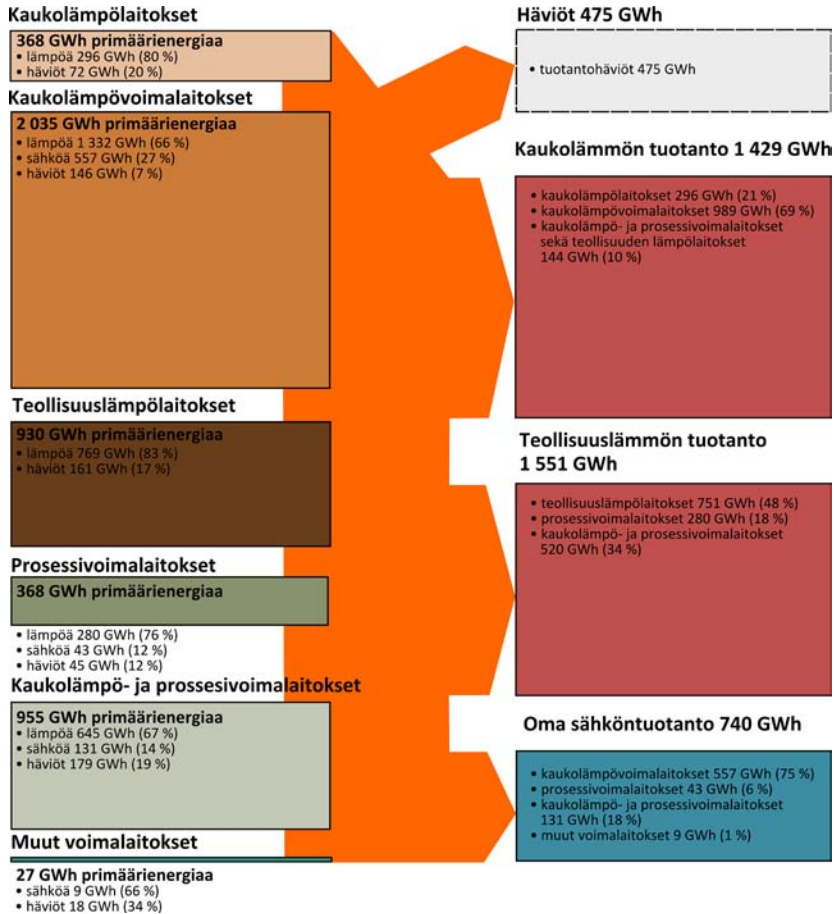
Vuonna 2008 rakennusten (ei sisällä teollisuusrakennuksia) 2,3 TWh:n lämmöntarpeesta katettiin 53 prosenttia kaukolämmöllä (kuva 14). Suoran sähkölämmityksen osuus oli 16 prosenttia. Öljyllä, puulla ja maakaasulla tapahtuneella kiinteistökohtaisella erillislämmityksellä katettiin 28 prosenttia lämmönkulutuksesta. Maa- ja ilmalämpöpumpuilla oli parin prosentin kulutusosuus. Liitteessä 1 liitetaulukossa 2 on esitetty lämmitystapojen kuluttamat energiamäärät.



Kuva 14. Eri lämmönlähteiden osuudet muiden kuin teollisuusrakennusten lämmityksestä Päijät-Hämeessä vuonna 2008

Energiataselaskelmien mukaan Päijät-Hämeen lämmöntuotannossa ja -siirrossa syntyi yhteensä 1,1 TWh häviöitä. Niistä 60 prosenttia liittyi kaukolämpöön, 24 prosenttia teollisuuslämpöön, 15 prosenttia kiinteistökohtaiseen lämmitykseen ja pari prosenttia maatalouden lämmöntuotantoon. Kaukolämmön siirtöhäviöiden suuruus on arviolta vajaa 0,2 TWh.

6.2.5 Paikallisen sähkön- ja lämmöntuotannon tase



Kuva 15. Paikallisen sähkön- ja lämmöntuotannon tase Päijät-Hämeessä vuonna 2008 ¹¹

Kuvassa 15 on esitetty Päijät-Hämeen paikallisen sähkön- ja lämmöntuotantolaitosten energiantuotantojakaumaa ja häviöitä. Kuvan vasemmassa laidassa on esitetty Päijät-Hämeessä sijaitsevien lämpöä ja sähköä tuottavat eri laistyyppit sekä niiden primäärienergiämääräinen energialähteiden kulutus vuonna 2008 sekä energiantuotantolaitostyyppien lämmön- ja sähköntuotannon määrät sekä tuotantoon liittyvät häviöt. Kuvan oikealla puolella on kuvattu päijätähämäläisten energiantuotantolaitosten kaukolämmön, teollisuuslämmön ja sähkön kokonaistuotantomäärät ja tuotannon kokonaishäviöt. Oikeanpuoleisten nelikulmioiden sisällä on esitetty maakunnan erityypp-

¹¹ Taseen laskentamallin epätarkkuuksien takia jotkin kuvion energiamääristä voivat erota energiatase-raportin taulukoissa esitetyistä määristä. Häviöihin saattaa sisältyä jonkin verran laitosten omakäyttöön ja prosesseihin kulunutta lämpöä ja sähköä. Erot ovat kokonaistarkastelun kannalta merkityksettämiä.

pisten energiantuotantolaitosten osuudet tuotetun kaukolämmön, teollisuuslämmön ja sähkön määristä. Lämmön ja sähkön yhteistuotanto parantaa kokonaishyötysuhdetta ja pienentää tuotannon häviöitä, jotka ovat taselaskelmien mukaan 13 prosenttia käytetyistä energialähteistä.

6.2.6 Uusiutuvat energialähteet

Päijät-Hämeessä käytettiin vuoden 2008 aikana 1,8 TWh uusiutuvia energialähteitä. Niillä oli 17 prosentin osuus maakunnan kokonaisprimäärienergian käytöstä. Laskemalla mukaan tuontisähkön tuotannossa käytetyt uusiutuvat energialähteet saadaan primäärienergiankäytön uusiutuvien osudeksi 23 prosenttia. Jos tarkasteltaisiin vain maakuntarajojen sisällä tapahtuvaa energiantuotantoa ja eikä huomioitaisi sähkön kulutuksen kattamiseen tarvittavan tuontisähkön vaikutusta, uusiutuvien energialähteiden osuus on myös 23 prosenttia.

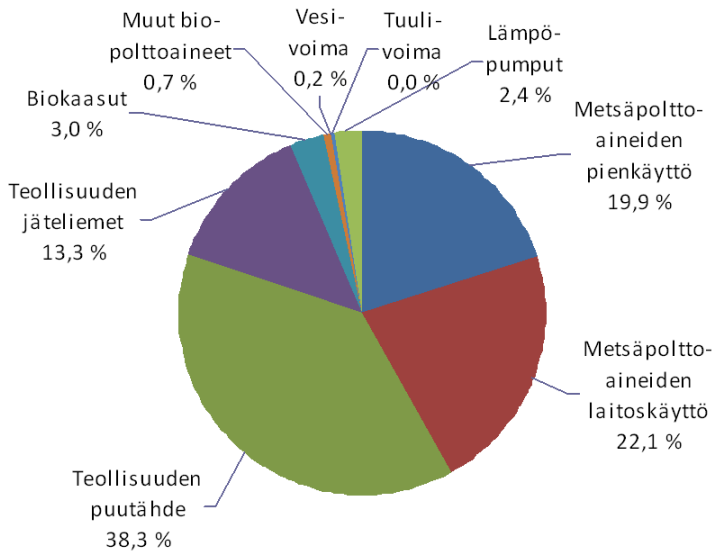
Taulukko 9. Uusiutuvat energialähteet Päijät-Hämeessä vuonna 2008

Paikallisesti käytetyt uusiutuvat energialähteet	Päijät-Häme	
	GWh primääri- energiaa	Osuus primääri- energiasta
Metsäpolttoaineiden pienkäyttö	358	19.9 %
Metsäpolttoaineiden laitoskäyttö	399	22.1 %
Teollisuuden puutähdde	689	38.3 %
Jäteliemet	240	13.3 %
Biokaasut	54	3.0 %
Muut biopolttoaineet	13	0.7 %
Vesivoima	4	0.2 %
Tuulivoima	0	0.0 %
Lämpöpumput	44	2.4 %
Yhteensä	1 800	100.0 %

Taulukossa 9 on esitetty uusiutuvien energialähteiden käyttömäärät. Päijät-Hämeessä käytetyistä uusiutuvista energialähteistä 20 % oli metsäpolttoaineiden pienkäyttöä, 22 % metsäpolttoaineiden laitoskäyttöä. Metsäpolttoaineiden pienkäyttö on kiinteistöjen pää- ja tukilämmitystä polttopuilla.¹² Teollisuuden puutähteiksi tulkittavia puupolttoaineita käytettiin reilut 690 GWh:n verran teollisuuden lämmön ja sähköntuotannossa. Taulukossa mainitut jäteliemet ovat Heinolassa Stora Enson Fluting tehtaan sellunvalmistuksen syntyvää mustalipeää, jota käytetään sähkön ja lämmöntuotannon polttoaineena 240 GWh. Päijät-Hämeen uusiutuvien energialähteiden käyttö perustui metsäpolttoaineisiin, teollisuuden puutähteisiin ja puunjalostusteollisuuden jäteliemiin, sillä niiden osuus käytetyistä uusiutuvista energialähteistä on 94 %.

¹² Arviolaskelmat metsäpolttoaineiden pienkäytöstä perustuvat Tilastokeskuksen rakennustilastoihin

Kuvasta 16 näkyy, että metsäpolttoaineiden noin 0,8 TWh:n polttoainemäärästä käytettiin vajaa puolet kiinteistöjen pää- tai tukilämmönlähteenä. Yli puolet metsäpolttoaineista käytettiin kuitenkin energiantuotantolaitoksissa. Päijät-Hämeäläinen teollisuus käyttikin reilun kolmanneksen metsäpolttoaineen kokonaismäärästä. Haketta hyödynnettiin teollisuuslämmön tuotannossa etenkin Heinolassa. Noin kymmenesosa metsäpolttoaineesta käytettiin kaukolämmön tuotantoon.



Kuva 16. Päijät-Hämeen uusiutuvat energialähteet primäärienergiana vuonna 2008

Kuoren, sahanpurun, kutterinlastujen ja muiden puunjalostusteollisuuden tähteiden kulutus oli primäärienergiana mitattuna 0,7 TWh. Tästä polttoainemäärästä kului puolet teollisuuden kaukolämpö- ja prosessivoimalaitoksissa Heinolassa ja Kärkölässä. Noin neljännes teollisuuden puutähteestä käytettiin teollisuuslämmön tuotannossa. Loppu neljännes puutähteestä hyödynnettiin kaukolämmön tuotannossa.

Jätevedenpuhdistuksen ja jätteidenkäsittelyn yhteydessä kerättyä biokaasua käytettiin Päijät-Hämeessä sähkön ja lämmön tuottamiseen. Biokaasua kului 0,05 TWh kaukolämmön tuotantoon ja biokaasulaitosten omakäyttöön. Muiden kuin puuperäisten biopolttoaineiden käyttöosuus oli vuonna 2008 nelisen prosenttia. Kuten edellisen sivun taulukosta 9 ja kuvasta 16 ilmenee, tuuli- ja vesivoima merkitys oli erittäin pieni Päijät-Hämeessä.

Energiataseisiin on laskettu mukaan myös maalämpö- ja ilmalämpöpumpulla tuotettu hyötylämpö. Päijät-Hämeen 0,04 TWh lämpöpumppujen tuotantomäärä ja niiden reilun kahden prosentin uusiutuvien energianlähteiden osuus perustuu rakennustilastopohjaisiin arvioihin.

Taulukko 10. Uusiutuvien energialähteiden käyttö Päijät-Hämeessä vuonna 2008

Uusiutuvien energialähteiden käyttö	Päijät-Häme			
	GWh käytettyä primääri-energiaa	GWh käytetty uusiutuva primääri-energia	Uusiutuva energia Osuus primääri-energiasta	Osuus uusiutuvista energialähteistä
Kaukolämmön tuotanto	1 914	235	12,3 %	13,0 %
Kiinteistöjen erillislämmitys	807	405	50,1 %	22,5 %
Lämpöpumput*	38	38	100,0 %	2,1 %
Maakunnan sähkön tuotanto	943	226	24,0 %	12,6 %
Teollisuuslämmöntuotanto	1 802	857	47,5 %	47,6 %
Maatalouden lämmöntuotanto	95	39	40,8 %	2,1 %
Tieliikenne	1 905	0	0,0 %	0,0 %
Työkoneet	175	0	0,0 %	0,0 %
Yhteensä	7 679	1 800	23,4 %	100,0 %
Tuontisähkö	2 892	607	21,0 %	
Yhteensä	10 571	2 407	22,8 %	

* Sisältää ainoastaan lämpöpumppujen tuottaman ilmaislämmön.

Päijät-Hämeessä vuonna 2008 käytetyistä uusiutuvista energialähteistä hyödynnettiin 48 prosenttia teollisuuden lämmöntuotannossa. Puunkäyttö tulisijoissa ja muissa rakennusten lämmitysjärjestelmissä pää- ja tukilämmön lähteenä kasvattivat asuin-, palvelu- ja vapaa-ajanrakennusten erillislämmityksen osuuden 22 prosenttiin. Taulukosta 10 näkyy, että sekä kaukolämmön- että sähköntuotannon osuudet olivat 13 prosentin luokkaa. Lämpöpumppujen tuottaman ilmaislämmön osuus oli parisen prosenttia. Myös maataloustuotantoon liittyvällä lämmöntuotannolla oli kahden prosentin osuus uusiutuvien energialähteiden käytöstä maakunnassa.

Taulukon 10 jaoteltavan vuoksi uusiutuvien energialähteiden merkitys kiinteistöjen erillislämmityksessä näyttäytyy suurena, sillä erillislämmitys ei sisällä sähkölämmitystä. Kun tarkastellaan asuin-, palvelu- ja vapaa-ajan rakennusten erillis-, kauko- ja sähkölämmitystä siten, että mukana on lämmitys- ja lämpöpumppusähkön tuotannossa tarvittavat energialähteet, niin kiinteistöjen lämmönkulutuksesta käytetyistä energialähteistä oli vuonna 2008 noin neljännes uusiutuvia.

Kotimaisiksi tai paikallisiksi energialähteiksi määriteltävien uusiutuvien energialähteiden, turpeen ja jäteteräisten polttoaineiden yhteenlaskettu 2,2 TWh:n suuruinen määrä muodosti 21 prosenttia Päijät-Hämeessä hyödynnetystä primäärienergiasta. Turvetta käytettiin 0,3 TWh. Siitä 2/3 kului teollisuuden prosessilämmön ja -voiman tuotantoon. Kaukolämmön yhteistuotannossa käytetyt jäteteräiset polttoaineet muodostivat vajaan prosentin maakunnan kokonaisenergiankäytöstä. Energiataselaskennassa ei ole otettu kantaa jäteteräisten polttoaineiden luokitteluun biohajoavaan ja ei-biohajoavaan osaan.

6.2.7 Fossiiliset polttoaineet

Päijät-Hämeen alueen energiankäytöstä oli 5,5 TWh fossiilipohjaista. Määrä vastasi 52 prosenttia maakunnan primäärienergian kokonaismäärästä vuonna 2008. Lisäksi maakunnan ulkopuolella tuotetun sähkön energialähteistä 21 % (595 GWh) on fossiilisia polttoaineita. Näin ollen fossiilisten polttoaineiden kokonaisuus primäärienergianlähteistä on 57 % (6 055 GWh).

Suurin osan sähkön- ja lämmöntuotannossa hyödynnetyistä fossiilisista polttoaineista oli kaukolämmön tuotannossa käytettyä kivihiiltä. Maakaasusta käytettiin vajaa puolet kaukolämmön tuotannon ja reilut kolmasosa teollisuuden tarpeisiin. Teollisuus kulutti yli kolmasosan polttoöljyistä ja loppuosa käytettiin suurimmalta osin asuin- ja palvelurakennusten lämmitykseen. Taulukon 11 sisältämä muut fossiiliset polttoaineet sisältävät lähinnä teollisuuden käyttämää nestekaasua.

Taulukko 11. Fossiiliset polttoaineet Päijät-Hämeessä vuonna 2008

Paikallisesti käytetyt fossiiliset energialähteet	Päijät-Häme	
	GWh primäärienergiaa	Osuus energia lähteistä
Maakaasu	1 270	23,3 %
Kivihiili	1 370	25,1 %
Kevyt polttoöljy	597	10,9 %
Raskas polttoöljy	251	4,6 %
Bensiini	838	15,3 %
<i>josta tieliikennekäyttöä</i>	805	96,1 %
Diesel	1 116	20,4 %
<i>josta tieliikennekäyttöä</i>	1 100	98,5 %
Muut fossiiliset polttoaineet	20	0,4 %
Yhteensä	5 462	100,0 %

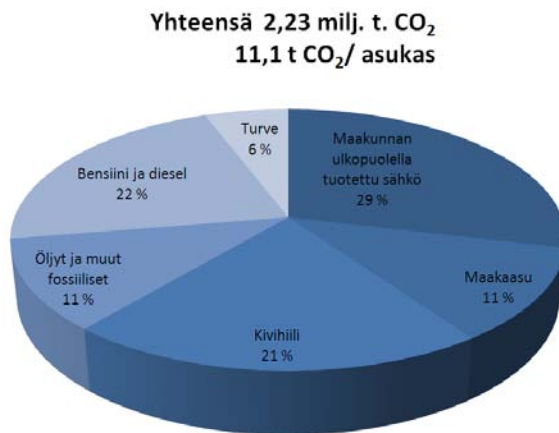
Päijät-Hämeen tieliikenteessä kulunut bensiini ja dieselöljy muodostivat yli kolmanneksen maakunnan fossiilisten polttoaineiden käytöstä (katso myös taulukko 12). Kaukolämmön tuotannon primääriosuus lähenteli 30 prosenttia. Teollisuuslämmön ja sähköntuotannossa kului molemmissa reilut kymmenen prosenttia fossiilisista polttoaineista. Loppuosan muodostivat asuin- ja palvelurakennusten erillislämmitys vajaalla kymmenellä prosentillaan, erilaiset työkoneet muutamalla prosentillaan sekä maatalouden lämmöntuotanto noin prosentin osuudellaan.

Taulukko 12. Fossiilisten polttoaineiden käyttö Päijät-Hämeessä vuonna 2008

Fossiiliset polttoaineiden käyttö	Päijät-Häme	
	GWh primääri-energiaa	Osuus energia lähteistä
Kaukolämmön tuotanto	1 580	28,9 %
Kiinteistöjen erillislämmitys	409	7,5 %
Sähköntuotanto	617	11,3 %
Teollisuuslämpö	720	13,2 %
Maatalouden lämmöntuotanto	56	1,0 %
Tieliikenne	1 905	34,9 %
Työkoneet	175	3,2 %
Yhteensä	5 462	100,0 %

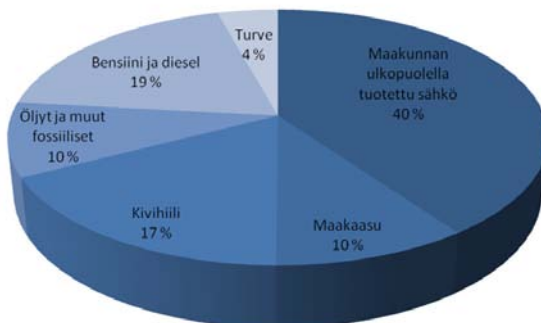
6.3 Päijät-Hämeen energiaperusteiset hiilidioksidipäästöt

Kuvassa 17 on esitetty Päijät-Hämeen energialähteiden käytöstä seuraavat hiilidioksidipäästöt ja kuvassa 18 on esitetty energianlähteiden käytöstä seuraavat elinkaaripäästöt hiilidioksidi ekvivalenteina. Taulukossa 13 on esitetty laskennassa käytetyt hiilidioksidi- ja elinkaaripäästökertoimet. Uusiutuville energialähteille ei ole määritetty ominaispäästökertoimia. Energiantuotannon hiilidioksidipäästöistä maakunnassa käytettävät fossiiliset polttoaineet muodostavat 64 prosenttia ja turve 6 %. Maakunnan ulkopuolella tuotetun sähkön osuus energiantuotannon hiilidioksidipäästöistä on 29 prosenttia ja elinkaaripäästöistä sen osuus on peräti 50 prosenttia. Lisäämällä uusiutuvaan energiaan perustuvaa sähköntuotantoa ja vähentämällä fossiilisten polttoaineiden käyttöä maakunnan omassa energiantuotannossa voidaan vähentää merkittävästi energiantuotannon hiilidioksidipäästöjä.



Kuva 17. Päijät-Hämeen energiaperusteiset CO₂-päästöt vuonna 2008

**Yhteensä 3,01 milj. t. CO₂-ekv.
15,0 t CO₂-ekv. / asukas**



Kuva 18. Päijät-Hämeen energiaperusteiset elinkaari päästöt vuonna 2008

Taulukko 13. Hiilidioksidi- ja elinkaari päästökertoimet (Ojanen 2011)

Energialähde	hiilidioksidi- päästökertoin kgCO ₂ /MWh	elinkaari- päästökertoin kgCO ₂ -ekv/MWh
Ostosähkö	221,6	418
Maakaasu	202	237
Kivihiili	341	380
Öljyt	273	308
Diesel ja bensiini	256	301
Turve	382	382

KESTÄVÄN ENERGIAN TUOTANTO- JA KÄYTTÖPOTENTIAALI

7 Metsäbiomassat

Metsäbiomassoja koskeva osio pohjautuu selvityksiin ”Käyttökohdeselvitys puun energijakeiden käytöstä Kanta- ja Päijät-Hämeessä 2009” ja ”Energiapuuselvitys”, jotka on toteutettu Hämeen bioenergia II -hankkeessa. Selvityksen laadinnasta ovat vastanneet Metsäkeskus Häme-Uusimaan metsänhoitopäällikkö Jouni Rantala ja bioenergianeuvoja Olli-Pekka Koisti.

Hämeen alueen energiapuuselvityksessä on tarkasteltu alueen metsien energiapuuvarantoa, joka on mahdollista hyödyntää sekä markkinahakkuiden että hoitotöiden yhteydessä. Tarkasteltava metsäenergiapotentiaali muodostuu metsätähteistä, kannoista ja harvennushakkuista saatavasta puuaineksesta. Viime vuosina energiapuun korjuumäärät ovat kohonneet voimakkaasti Hämeen alueella paikallisen ja alueellisen käytön seurauksena. Teollisuuden prosesseista vapautuu merkittävästi energiapuuta, mutta se hyödynnetään nykyään lähes täysimääräisesti laitosten omassa lämmöntuotannossa tai alueen isoissa lämpövoimaloissa.

Hämeen puuenergiaselvitys on laadittu hyödyntämällä alueellisen metsäkeskuksen luonnonvaratietokannan kuviotason aineistoa, mikä on kerätty valtaosin alueen yksityismetsistä metsäsuunnittelun yhteydessä. Lisäksi on käytetty metsäkeskuksen viranomais toiminnon metsätietojärjestelmiä ja Metsäntutkimuslaitoksen viimeisimpiä julkaistuja metsävaratietoja mitkä pohjautuvat VMI 9 ja 10 inventoinnin maastotyöhön. Energiapuumäärien laskennoissa on huomioitu myös kestävän metsätalouden periaatteiden mukaisesti toimittaessa vuositasolla realistiset ja toteuttamiskelpoiset hakkuu- ja hoitopinta-alat seuraavalle 5-vuotiskaudelle.

7.1 Puupolttoaineet

Energiantuotannossa käytetään lämpövoima- ja lämpölaitoksissa merkittävässä määrin metsähaketta eri jakeineen. Muu energiapuuaines on pääosin puun kuorta sekä sahojen että puutuoteteollisuudessa kertyvää puutähdettä tai purua tai niistä valmistettua polttoainetta kuten puupellettiä tai -brikettiä. Lähinnä pientalojen lämmityksessä käytettävä polttopuu eli halot ja klapit ovat myös merkittävä puupolttoaine. Liitteessä 2 on esitetty puupolttoaineiden ominaisuuksia.

Sellutehtaan tuotantoprosessissa syntyvä jäteliemi eli mustalipeä on puuperäisistä energiajakeista Suomessa kuitenkin merkittävin. Mustalipeän poltolla tuotetaan n. 10 % Suomen koko energian tuotannosta ja se vastaa lähes puolta kaikesta Suomen puuperäisestä energian tuotannosta. Hämeen alueella mustalipeän merkitys on huomattavasti vähäisempi, sillä alueella on vain yksi mustalipeää tuottava ja hyödyntävä sellutehdas Heinolassa. Mustalipeällä tuotettu energia oli siellä energiatilastojen mukaan noin 240 GWh vuonna 2008. Mustalipeää ei varsinaisesti käsitellä muualla tässä selvityksessä, vaan mukana olevat energiapuuainekset on rajattu kiinteisiin tai mekaanisesti käsiteltyihin jakeisiin. Energiataseen yhteydessä luvussa 6.2.6 on esitetty uusiutuvien energialähteiden käyttö vuonna 2008 (kuva 16).

7.1.1 Metsähake

Metsähake koostuu pääasiassa hakkuutähdepuusta, kannoista ja nuorten metsien hoidon yhteydessä kertyvästä pienpuusta tai muusta hakkuissa kertyvästä teollisuudelle puunjalostukseen kelpaamattomasta puuaineksesta. Pienpuuksi kutsutaan runkopuuta, joka ei täytä vielä kokonsa puolesta metsäteollisuuden asettamia ainespuun mittavaatimuksia. Nuorten metsien hoidossa pienpuut voidaan joko karsia rangoiksi ja hakettaa tai sitten ne kerätään oksineen ja haketetaan ns. kokopuuna. Jonkin verran metsähakepuusta tulee esim. tien varsilta, pellon reunoista ja ojan varsista kerättävästä pienpuustosta tai muusta vähäarvoisesta lehtipuustosta, kun näitä alueita siistitään haittaavasta puustosta. Myös lumpit eli hakkuun yhteydessä erotellut runkopuun osat, jotka eivät täytä teollisuuden laatuvaatimuksia, esim. ylilohot kuusentyvet, haketetaan metsähakkeeksi. Runkopuusta haketettua puuta kutsutaan tässä selvityksessä kokopuuhakkeeksi. Pienessä määrin metsähakkeeksi tehdään mm. maataloilla ainespuun mitat täyttävää kuitupuuta. Vuoden 2009 energiataselaskennan mukaan Päijät-Hämeessä käytettiin metsähakkeeksi luokiteltavia metsäpolttoaineita energiantuotantolaitoksissa 220 GWh vastaava energiamäärä (Koisti 2009).

Hakkuutähdepuu koostuu pääasiassa avohakkuualueilta kerätystä oksista ja puulatvuksista. Avohakatuista kuusikoista kertyy yleensä parhaiten hakkuutähteitä. Mitä enemmän alueelta on avohakkuussa saatu puusatoa sen paremmin sieltä yleensä saa myös hakkuutähteitä. Hakkuutähdekertymä on karkeasti ottaen kuusikossa n. 0,25 m³ eli 0,5 MWh kertynyttä ainespuukuutiota kohti. Hakkuutähteet kootaan hakkuun jälkeen metsätraktoreilla pääsääntöisesti tienvarsivarastoksi tuulettuville korkeille kasoille ja annetaan niiden kuivua siinä yleensä ainakin vuoden. Usein kasat vielä lisäksi peitetään esim. peitepaperilla päältä kastumisen välttämiseksi. Hakkuutähteet haketetaan ennen polttoa. Haketus tehdään usein jo tievarsivarastolla tai esim. terminaalivarastolla, josta hake kuljetetaan edelleen polttolaitoksille.

Kannot ovat myös peräisin metsien avohakkuualueilta. Ne irrotetaan maasta kaivinkoneilla, joihin on kauhan tilalle asennettu kannonnostolaite. Kannot kerätään hakkuutähteiden tapaan korkeiksi tuulettuviksi kasoiksi tien varteen kuivumaan yleensä ainakin vuodeksi. Tällöin niistä varisee suuri osa

maa- ja kiviaineksesta eroon. Kannot murskataan kantomurskaimilla puumurskeeksi ennen polttamista. Murskaus tehdään useimmiten vasta terminaalivarastolla tai polttolaitosten varastoalueilla kantomurskaimien suuren koon takia. Kantobiomassa on erityisen hyvää ja runsaasti energiaa sisältävää biopolttoainetta, sillä kannon puuaineksestä on pihkaista ja paksua runkopuuta.

Kannonnostoalueilla osa suurista kannoista jätetään nostamatta. Tällä turvataan osaltaan alueen biologista monimuotoisuutta, kun alueelle jää järeää lahoavaa puuainesta. Lisäksi jätetään lähes kaikki tukkipuustoa pienempien puiden kannot nostamatta kannattavuussyiden takia. Pienistä kannoista kertyy tehtyyn työhön nähden niukasti energiapuuta ja ne myös hajoavat helposti käsittelyn eri vaiheissa. Karuilla mailla kannon nostoa ei suositella lainkaan tehtäväksi ravinteiden hävikin takia. Parhaat kohteet kannon nostolle ovat alueet, joista on juuri korjattu avohakkuulla runsas tukkipuukuusikko. Näissä kantopuukertymä on karkeasti ottaen 60–70 m³ / ha. Sekä kantojen nostomäärät että hakkuutähteiden keräysmäärät ovat vahvasti sidoksissa puumarkkinoiden toimintaan.

Metsähakkeen laatuominaisuuksista merkittävin on puuaineen kosteus. Mitä suurempi energiapuupolttoaineen kosteusprosentti on, sitä enemmän siitä on haittaa puun energiakäytössä. Suuri kosteus heikentää puun lämpöarvoa ja polton hyötysuhdetta sekä lisää puun poltosta aiheutuvia päästöjä. Lisäksi suuri kosteus lisää energiapuun kuljetuskustannuksia sekä heikentää puupolttoaineen säilyvyyttä. Talvella suuri puuaineen kosteus voi aiheuttaa hakkeen jäätymistä kylmässä hakevarastossa, jolloin hakkeen syöttö polttokattilaan voi keskeytyä. Metsähakkeen raaka-aine tulisi saada jo ennen haketusta ulkokuivauksella riittävän alhaiseen kosteuteen. Tuoreesta puusta tehdyn metsähakkeen kosteus on puulajista ja hakkuuajankohdasta riippuen 40–60 prosenttia. Mikäli hakettamaton energiapuusta varastoidaan tuulettuvissa kasoissa esim. kesän yli ulkovarastossa, niin puuaineen kosteus saadaan olosuhteista riippuen 25–40 prosenttiin. Tavoitteena voi pitää keskimääri n.30 %:n kosteutta, joka riittävä useimmille polttolaitoksille. Pienissä lämpölaitoksissa pyritään pääsääntöisesti alhaisempaan polttoaineen kosteuteen kuin isommissa laitoksissa koska isojen laitosten järeämpi tekniikka ei ole niin altis häiriöille. Muita hakkeen laatuominaisuuksia ovat mm. energiatiheys, puhtaus, tuhkapitoisuus ja hakkeen palakoko, joista puhtaus ja palakoko ovat merkittäviä erityisesti pienissä laitoksissa.

7.1.2 Teollisuuden hukkapuu

Teollisuuden hukkapuusta on energiapuupolttoaineena merkittävin puun kuorintatähde eli kuori. Sitä kertyy paljon esim. paperimassateollisuudessa, missä puun kuoriaineksestä poistetaan puutavarasta kuorimarummuissa ennen kuin se haketetaan selluteollisuuden raaka-aineeksi. Vastaavasti myös sahoilla sahattavat tukkipuut kuoritaan kuorimakoneilla ennen sahausta. Kuorinnassa puusta lähtee mukaan myös osa puuaineksestä. Kuorintatähde pitääkin sisällään näin ollen myös jonkin verran puuta. Kuorintatähdettä eli kuorta hyödynnetään nykyään pääosin ko. teollisuuslaitosten oman energi-

antuotannon polttoaineena. Sen määrä on oleellisesti riippuvainen hakkuiden määrästä. Vuonna 2008 Päijät-Hämeessä käytettiin energiantuotannossa 690 GWh vastaava energiamäärä teollisuuden puutähteitä.

Muita merkittäviä teollisuuden hukkapuueriä ovat puutähdehake ja puru. Puutähdehake on sahoilta, puutuote- ja puuseppäteollisuudesta kertyvää sivutuotetta, joka on mm. sahausjätettä, sahauspintoja, rimoja, tasauspätkiä ym., joka haketetaan tai murskataan polttoon sopivaksi. Puru on sahauksessa, höyläyksessä tai muussa puun käsittelyssä syntyvää sahanpurua, kutterinlastua tai muuta lastua tai puupölyä. Lisäksi energiapuuna hyödynnetään myös jonkin verran ns. kierrätyspuuta, jota kertyy mm. rakennuspuutähteistä ja puupakkausmateriaaleista.

7.1.3 Puupelletit ja puubriketit

Puupelletit ja puubriketit ovat sahanpurusta, kutterinlastusta tai hiontapölystä muotoon puristettua puupolttoainetta, joka pääosin tehdään kotimaassa sijaitsevilla tehtailta ja kotimaisesta raaka-aineesta. Pellettituotanto on Suomessa ollut mittavaa jo yli 10 vuotta mutta pelletin käyttö on vasta viime vuosina lisääntynyt huomattavasti erityisesti pienissä ja keskisuurissa lämpölaitoksissa. Pelletin tasalaatuisuus, helppokäyttöisyys ja suhteellisen vakaa hintakehitys on tehnyt siitä kilpailukykyisen polttoaineen erityisesti fossiilille polttoaineille. Päijät-Hämeessä Heinolassa Versowoodin pellettitehtaalilla valmistetaan vuosittain noin 60 000 tonnia pellettiä, jonka energiasisältö vastaa 290 GWh. Tuotetusta pelletistä kuitenkin noin 2/3 menee ulkomaan vientiin. Puubrikettien käyttö on varsin vähäistä.

7.1.4 Halko ja klapi

Halko ja klapi eli pilke ovat pyöreästä puutavarasta halkomalla ja pätkimällä tehtyä sekä kuivattua polttopuuta. Polttopuu on merkittävä energianlähde niin maataloilla kuin muissakin pientaloissa. Energiataselaskennassa metsäpolttoaineiden pienkäytön energiamääräksi arvioitiin 360 GWh rakennustietokantaan perustuvalla laskennalla.

7.2 Hämeen metsät puuenergian lähteinä

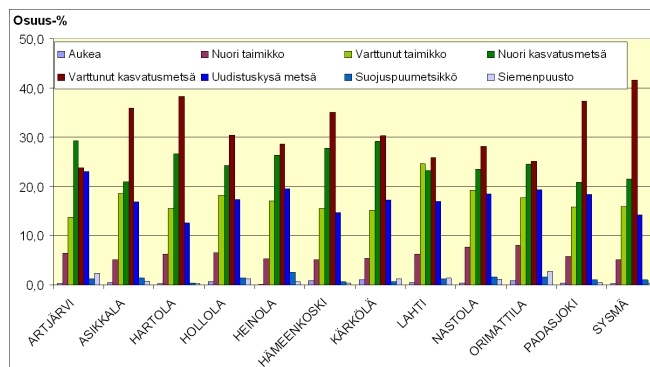
Päijät-Hämeen maakunta koostuu **11** kunnasta, joiden yhteenlaskettu metsätalouden pinta-ala on noin **379 400 hehtaaria**. Taulukossa 14 on esitetty kunnittain metsien pinta-alat. Alueella toimii 2 aktiivista ja suurehkoa metsänhoitoyhdistystä. Molemmat ovat mukana myös oman hankintapalvelunsa kautta energiapuun korjuussa korjaten sekä pieniläpimittaista energiapuuta ns. ”kemera-kohteilta” että kantoja ja hakkuutähteitä uudistamishakkuilta. Alueella tällä hetkellä oleva vähäinen energiapuun voimalaitoskapasiteetti vaikeuttaa metsäenergian käyttöä alueella ja huomattava määrä Päijät-Hämeestä hankitusta raaka-aineesta ohjautuu naapurimaakuntiin

hyödynnettäväksi. Päijät-Hämeen metsät ovat olleet tehokkaan hoidon ja käytön piirissä viimeisten 10 vuoden ajan. Päijät-Hämeen maakunnan metsiä on hyödynnetty hyvin kestävän käytön periaatteiden mukaisesti ja vuotuiset hakkuut ovat olleet vuotuisen kasvun suuruiset kun asiaa tarkastellaan maakunnan tasolla.

Metsien kehitysluokkajakauma on lähinnä optimaalista kehitysluokkajakaumaa taaten tasaiset hoito- ja hakkuusuoritteet, mikäli metsänomistajat jatkossakin hyödyntävät metsiänsä edellisten vuosien tapaan. Suurimmat suhteelliset uudistushakkuiden mahdollisuudet näyttäisivät olevan tulevina vuosina Sysmän, Padasjoen, Orimattilan, Asikkalan ja Heinolan kuntien alueella. Sitä vastoin Hartolan ja Hämeenkosken alueella vanhemmat metsät ovat pääosin varttuneita kasvatusmetsiä. Varttuneita ja nuoria kasvatusmetsiköitä, joista energiapuuta voidaan korjata rankoina ja kokopuuna, näyttäisi olevan erityisen runsaasti Orimattilan, Heinolan, Hämeenkosken ja Kärkölan kuntien alueella (kuva 19).

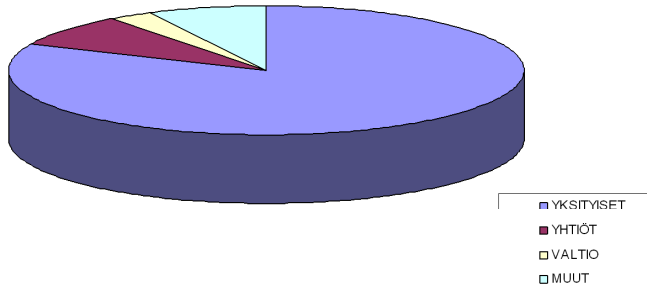
Taulukko 14. Metsien pinta-alat hehtaareina Päijät-Hämeen alueella (Rantala 2010)

PÄIJÄT-HÄME	Metsämaa ha	Kitumaa ha	Joutomaa ha	Yhteensä ha
Metsänhoitoyhdistys Päijät-Häme				
ASIKKALA	43 103	550	228	43 881
HARTOLA	44 326	159	430	44 916
HEINOLA	57 123	935	456	58 514
HOLLOLA	29 632	414	304	30 350
HÄMEENKOSKI	11 937	71	73	12 080
KÄRKÖLÄ	13 656	239	161	14 056
LAHTI	7 955	118	98	8 172
NASTOLA	22 890	569	246	23 705
PADASJOKI	44 469	259	203	44 932
SYSMÄ	52 479	162	244	52 885
Metsänhoitoyhdistys Uusimaa				
ARTJÄRVI liitetty Orimattilaan 2011	9 486	313	52	9 850
ORIMATTILA	34 823	811	384	36 018
YHTEENSÄ	371 879	4 600	2 879	379 359



Kuva 19. Kuntakohtaiset kehitysluokkajakaumat Päijät-Hämeen maakunnasta suhteellisesti tarkasteltuina (Rantala 2010)

Kuvassa 20 on esitetty metsätalousmaan omistajuuden jakautuminen Kanta- ja Päijät-Hämeessä. Metsistä yksityiset omistuksessa on noin 80 %. Yksityisistä metsänomistajista alle 45-vuotiaita on vain alle 14 prosenttia ja valtaosa Hämeen metsistä on pinta-alojen perusteella tarkasteltuna eläkkeellä olevien hallinnassa (noin 36 prosenttia). Aktiivitulojen määrän vähentyessä metsänomistajien suhtautuminen sekä säännöllisiin puunmyynteihin että kannattavaan metsänhoitoon voi muuttua. Noin 57 prosenttia Hämeen metsänomistajista asuu edelleenkin maataloilla, joten metsänomistajien tavoittaminen ei muodostune niin työlääksi kuin esim. pääkaupunkiseudulla ja asutuskeskuksissa. Valtaosa metsänomistajista luokittelee itsensä joko monitavoitteiseksi (31 prosenttia) tai virkistyskäyttäjäksi (29 prosenttia). Metsästä elantonsa saavia on Hämeessä 18 prosenttia ja taloudellista turvaa korostaviksi itsensä luokittelee vain noin 17 prosenttia.



Kuva 20. Metsätalousmaan omistus Kanta- ja Päijät-Hämeessä (Rantala 2010)

7.2.1 Kasvupaikkatyytit ja niiden soveltuvuus energiapuun korjuuseen

Uudistettavissa metsänhoitosuosituksissa energiapuun korjuuta pidetään mahdollisena erityisesti kivennäismaapohjaisissa metsissä, joissa uudistamishakkuiden yhteydessä hakkuutähteitä voidaan hyödyntää. Kantobiomasan hyödyntämiseen soveltuvat parhaiten maapohjat, jotka ovat tasaisia, kuusivaltaisia ja hienojakoisia reheviä kivennäismaita. Suopuustojen osalta energiapuun korjuussa on havaittavissa joitakin riskitekijöitä. Mikäli korjuuta kohdennetaan liian karuille soille ja turvekankailla on uhkana sekä pää- että hivenravinteiden epätasapaino. Aika ajoin keskustellaan myös mahdollisista kasvutappioista, jos korjuuta kohdennetaan ensiharvennusikäisiin metsiin ja korjuuta tehdään kokopuuna. Runsaspuustoiset korpi- ja rämesuot tulisi jättää kokonaan energiapuun korjuun ulkopuolelle.

Taulukossa 15 on esitetty energiapuun korjuumahdollisuuksia erilaisilla kasvupaikoilla. Yleisesti voidaan todeta että mustikka- ja ketunleipämailla on riittävästi ravinteita metsätähteiden korjaamiseksi ja ravinneköyhillä kanerva- ja puolukkamailla metsätähteitä ei tulisi korjata.

Kuvasta 21 nähdään, että tuoreitten kankaiden ja lehtomaisten kankaiden metsät edustavat noin 70 prosenttia Kanta- ja Päijät-Hämeen alueen metsävaroista ja mahdollistavat täten laajamittaisen energiapuun korjuun. Kanta-Hämeessä on Päijät-Hämettä paremmat mahdollisuudet kantobiomassan hyödyntämiseen maasto-olosuhteiden ja korjuurajoitteiden perusteella. Hyvän metsänhoidon suosituksien on huomioitu sekä hakkuutähteiden, kantojen että nuoren metsän hoidon pienpuun potentiaalin määrää arvioitaessa.

Taulukko 15. Uudistushakkuualueiden soveltuvuus energiapuun korjuukohteiksi (Rantala 2010)

Uudistushakkuualueiden soveltuvuus energiapuun korjuukohteiksi	Hakkuutähteet	
	(oksat ja latvat)	Kannot
Tuoreet kankaat ja niitä viljavammat maat	kyllä	kyllä
Kuivahkot kankaat	ei	kyllä
Kuivat kankaat	ei	ei**
Ruoho- (Rhtkg) ja mustikkaturvekankaat (Mtkg I) ¹	kyllä	kyllä
Karukkokankaat Puolukkaturvekankaat (Ptkg I ja II) ja sitä karummat ²	ei	ei
Kallioiset ja lohkaraiset sekä runsaskiviset kasvupaikat	ei	ei
Ravinnehäiriöstä kärsivät puustot	ei	ei***
Pohjavesialueet, luokka 1-2	kyllä	ei

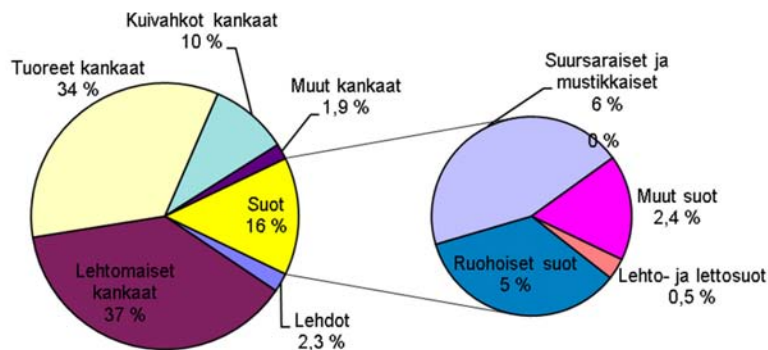
*Kuivahkolta kankaalta voidaan korjata sellainen hakkuutähtä, joka haittaa olennaisesti kantojen korjuuta

**Kuivilla ja niitä karumilla kankailla kantojen korjuu on kuitenkin suositeltavaa, jos uudistusalueella on juurikäypää

¹ = aidoista puustoista suotyypeistä peräisin olevat ojitusalumetsä, jotka kuuluvat ravinteisuusryhmään 1-3

² = avosuo- ja sekatyypipihtöiset sekä ravinteisuusryhmään 3 karummat ojitusalumetsät

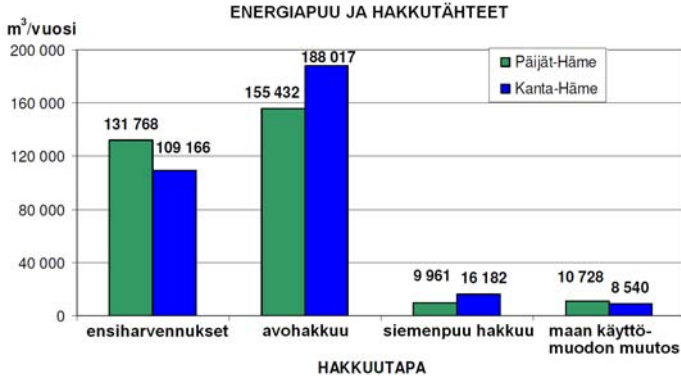
*** Hakkuutähdettä voidaan korjata, jos metsikön puuston ravinnetasapaino turvataan esim. tuhka- tai boorilannoituksella. Tällöin on mahdollista korjata myös kannot.



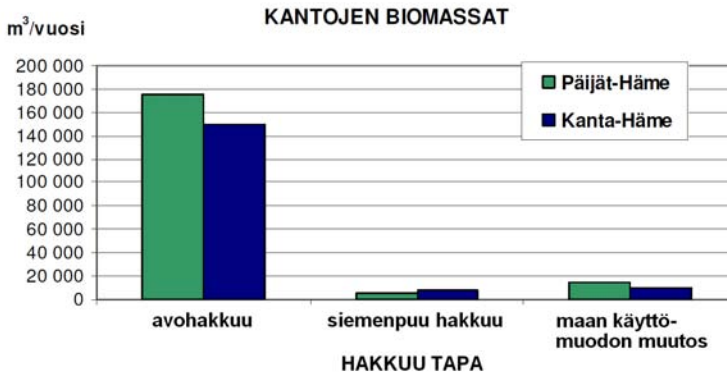
Kuva 21. Metsätalouden jakaantuminen kasvupaikkatyyppien mukaan Kanta- ja Päijät-Hämeessä (Rantala 2010)

7.2.2 Metsähakkeen energiapotentiaali

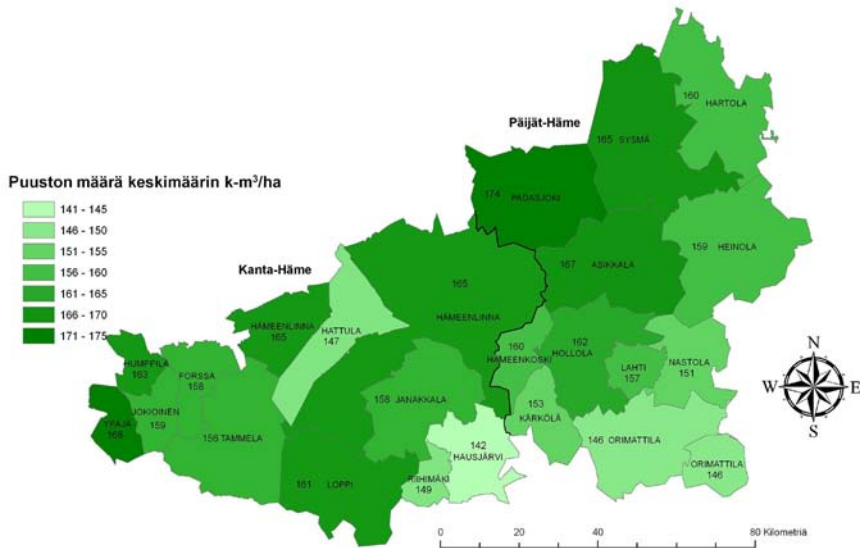
Hämeen metsäenergiavarat hakkeen tuottamiseksi muodostuvat metsätähteistä, kannoista ja harvennushakkuista saatavasta pienläpimittaisesta puusta. Kuvissa 22 ja 23 on esitetty pienläpimittaisen energiapuun, hakkuutähteiden ja kantojen vuosittainen kestävä hyödyntämispotentiaali nykyisiin hakkuutasoihin suhteutettuna Kanta- ja Päijät-Hämeessä. Lisäksi kuvassa 24 on esitetty metsäenergian hyödyntämisen alueellista vaikuttavuutta kunnittain.



Kuva 22. Maakuntakohtaiset pieniläpimittaisen energiapuun (ensiharvennus) ja hakkutähteiden (muut hakkuutavat) käyttömahdollisuudet hakkuiden nykytasolla Hämeessä (Rantala 2010)



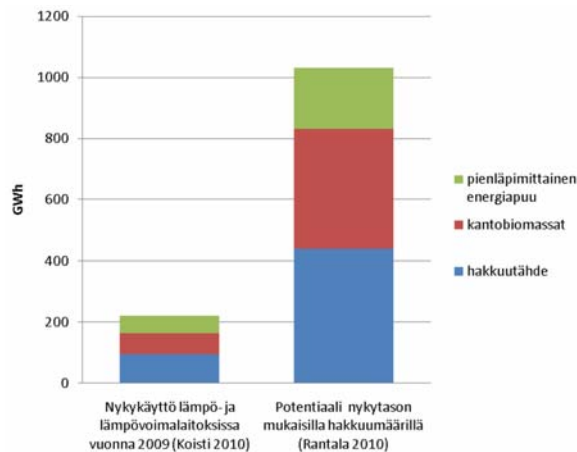
Kuva 23. Maakuntakohtaiset kanto biomassojen käyttömahdollisuudet hakkuiden nykytasolla Hämeessä (Rantala 2010)



Kuva 24. Puuston määrä metsämaalla Hämeen kunnissa keskimäärin k-m³/ha (Rantala 2010)

Metsäenergiavarat ovat sekä Kanta- että Päijät-Hämeessä huomattavat. Päijät-Hämeessä erilaisten energiatuotantoon soveltuvien puuperäisten raaka-aineiden kestävä potentiaali on vuositasolla noin 515 000 k-m³. Tämä vastaa 1000 GWh energiamäärää. Kuvassa 25 on esitetty metsähakkeen nykykäyttö ja potentiaali Päijät-Hämeessä nykytason hakkuumäärillä. Metsäenergiavaroista 43 % koostuu hakkuutähteistä, kannonnoston osuus on 38 % ja pieniläpimittainen energiapuu muodostaa 19 % osuuden.

Vuonna 2009 metsäenergian käyttö oli 220 GWh, jolloin kestävää lisäämis-potentiaalia on noin 780 GWh. Metsäenergian hyödyntämisessä Päijät-Hämeessä suurin lisäämispotentiaali energiamäärältään on hakkuutähteissä (345 GWh). Kantobiomassojen hyödyntämisessä lisäämispotentiaali on 320 GWh ja pieniläpimittaisen energiapuun hyödyntämisessä noin 145 GWh.



Kuva 25. Metsähakkeen nykykäyttö ja potentiaali Päijät-Hämeessä nykytason hakkuumäärillä

Ensisijaisesti energiapuuna tulee hyödyntää puustoa joka ei sovellu teollisuuden käyttöön. Tulevaisuudessa riippuen metsäteollisuuden ja hintojen kehittymisestä on mahdollista, että osa kuitupuusta voi päätyä energiantuotannon raaka-aineeksi. Taulukossa 16 on esitetty Kanta- ja Päijät-Hämeen ainespuuhakkuiden nykytaso sekä niiden sisältämä energiamäärä.

Taulukko 16. Ainespuuhakkuiden nykytaso Kanta- ja Päijät-Hämeessä (Rantala 2010)

Ainespuu	Kanta-Häme		Päijät-Häme	
	1000 k-m ³	GWh	1000 k-m ³	GWh
Tukki	1300	2600	1400	2800
Kuitu	800	1600	900	1800
<i>yhteensä</i>	2100	4200	2300	4600

7.2.3 Metsäenergiavarojen hyödyntäminen Hämeessä

Hakkuutähteiden korjuussa toiminta on vakiintunut ja tavallisesti korjataan uudistushakkuissa hakatuilta kohteilta markkinaton pienpuu ja hakkuutähteet tievarsikasoille. Toimijoita on selkeästi tullut lisää Hämeen alueelle ja myös suuret sahat ovat alkaneet korjata hakkuutähteitä osana puukauppaa. Korjuu painottuu kuusivaltaisten kuvioiden hakkuutähteiden korjuuseen, mutta myös havupuuvaltaisilta sekametsäkuvioilta hakkuutähteitä korjataan hyvinkin kattavasti. Hakkuutähteiden korjuuta voidaan vielä tehostaa, mutta lisäämismahdollisuudet ovat sidoksissa vuotuisiin uudistamishakkuiden pinta-aloihin.

Kantojen hyödyntämisessä on tapahtunut viimeisen 5 vuoden aikana voimakasta kasvua. Kannot käytetään lähinnä voimalaitoksissa keskitetyn murskaamisen jälkeen. Teiden varsilla kantojen varastoimis aika on monesti huomattavasti pidempi kuin hakkuutähteiden ja pieniläpimittaisen energiapuun osalta. Nuorten metsien hoidon yhteydessä korjattavissa olevien pieniläpimittaisen energiapuiden hyödyntämisessä on myös vielä paljon tehostettavaa. Metsäenergian korjuun intensiteetti vaihtelee huomattavasti kunnittain. Päijät-Hämeen alueella on Kanta-Hämettä vähemmän suuria, metsäenergiaa käyttäviä energialaitoksia ja tämä aiheuttaa haasteita metsäenergian käytön lisäämiselle. Päijät-Hämeestä metsäenergiaa viedään jo nykyään maakunnan ulkopuolelle.

Metsänhoitoyhdistykset avustavat alueen metsänomistajia puukaupan teon yhteydessä ja metsänhoitotöitä suunniteltaessa. Tällöin myös metsäenergiaasiat ja energiapuun korjuun mahdollisuudet arvioidaan tapauskohtaisesti. Metsänhoitoyhdistykset ovat aktiivisesti mukana myös metsäenergian liittyvässä kehitystoiminnassa mm. tarjoten energiapuun korjuupalvelua ja metsurityövoimaa nuoren metsän hoitotöiden ja energiapuun korjuun suorittamiseen.

7.3 Metsäenergian aluetaloudelliset vaikutukset

Aluetalouden näkökulmasta metsäenergian hyödyntämisellä on työllistävä vaikutus korjuu-, kuljetus- ja jalostusketjussa. Metsäenergia on paikallinen uusiutuva energialähde. Sen hyödyntämisen lisääminen parantaa alueellista energiantuotannon raaka-aineiden omavaraisuutta ja vähentää riippuvuutta tuontipolttoaineista. Polttoaineisiin kuluva pääoma jää kiertämään aluetalouden hyväksi eikä kulkeudu alueelta pois.

Tulevaisuudessa myös energiantuotantoon liittyvä yrittäjyys tulee lisääntymään hajautetun energiantuotannon kehittyessä. Tekniikan kehittyessä hajautetun lämmöntuotannon rinnalle tulee kehittymään metsäenergiaan pohjautuvaa hajautettua sähköntuotantoa.

7.4 Metsäenergian käytön ympäristövaikutukset

7.4.1 Kokonaisvaikutukset ympäristöön

Metsäenergian hyödyntämisen ympäristövaikutukset muodostuvat useista tekijöistä. Hakkuiden ja metsäjakeiden korjuussa syntyy vaikutuksia ympäröiviin kasvustoihin, maaperään, vesistöihin ja ilmaan. Metsäenergian käytön lisäämisen ympäristövaikutuksien osalta keskusteluissa on ollut näkyvästi esillä huoli metsien ravinnetaseesta ja mahdollisesta maaperän köyhtymisestä liian tehokkaan energiapuun korjuun yhteydessä. Ravinteiden ja kiintoaineksen kulkeutumisesta vesistöihin on kannettu huolta. Metsäenergian ympäristövaikutuksia ovat myös varastoinnista mahdollisesti seuraavat tuholaishaitat ympäröivällä metsällä. Lisäksi hakkuissa, metsäjakeiden korjuussa ja kuljetuksessa syntyy päästöjä erilaisten koneiden käytöstä.

Metsäenergian hyödyntämisen kokonaisympäristövaikutuksien kannalta on tärkeää, että metsäenergiaa ei kerätä ravinneköyhistä metsistä, välivarastointipaikat valitaan huolellisesti, kuljetusmatkat ovat kohtuullisia ja energiatuotannossa käytetään hyvälaatuista kuivaa polttoainetta.

Sekä hakkuutähteiden että kantojen osalta keskimääräinen kaukokuljetusmatka on pidentynyt viimeisten 5 vuoden aikana. Kuljetusmatka olivat aiemmin 50–70 km, mutta nykyään kuljetusmatkat ovat usein 150 km. Metsäenergian logistiikan kehittäminen on sekä ympäristön että metsäenergian hyödyntämisen lisäämisen kannalta tärkeä tekijä. Joissakin tapauksissa kuljetusmatkan pituus määrittää sen, että metsäenergiajakeita ei kannata hyödyntää. Kuljetuksen energiatehokkuuden kannalta on järkevää, että kaukokuljetuksessa metsäenergian energiatiheys on mahdollisimman suuri.

Myös ravinteiden palauttaminen metsään tuhkan muodossa on tärkeä kehittämisen osa-alue. Nykyään sekapoltossa käytetyn metsäenergian tuhkaa ei voida palauttaa metsään tuhkan korkeiden raskasmetallipitoisuuksien vuoksi.

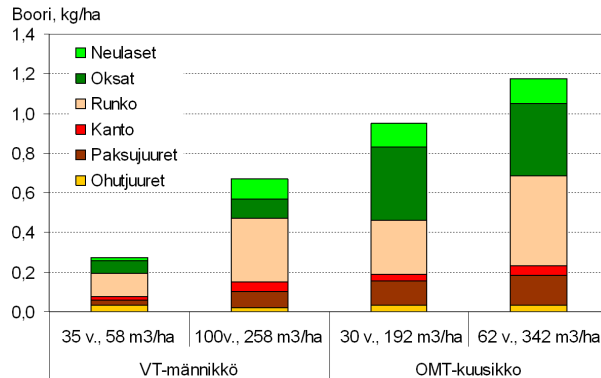
7.4.2 Energiapuun korjuun ympäristövaikutukset nuorissa kasvatusmetsissä

Ruotsalaisissa kenttäkokeissa on havaittu nuorissa metsissä selkeitä kasvutappioita lähinnä ensiharvennuskusikoissa, mikäli energiapuuta korjataan kokopuuna oksineen ja neulasineen ja korjuu tehdään erityisen tarkasti. Suomessa toteutetut käytännön energiapuun korjuukohteet ovat tavallisesti lehtipuuvaltaisia ja tiheitä hoitamattomia sekametsiä, mitkä monesti on perustettu viljelemällä tai istuttamalla. Metsiköt on uudistamisvaiheessa ajateltu kasvatettavan männikköinä, mutta maaperän rehevyyden vuoksi lehtipuita on tullut uudistusaloille runsaasti. Näissä kohteissa ylitiheydestä johtuva kasvutappio olisi usein suurempi kuin ravinteiden menetyksestä energiapuun korjuun yhteydessä aiheutuva lisäkasvun menetys, mikäli näitä hoitamattomia nuoria metsiä ei kunnostettaisi.

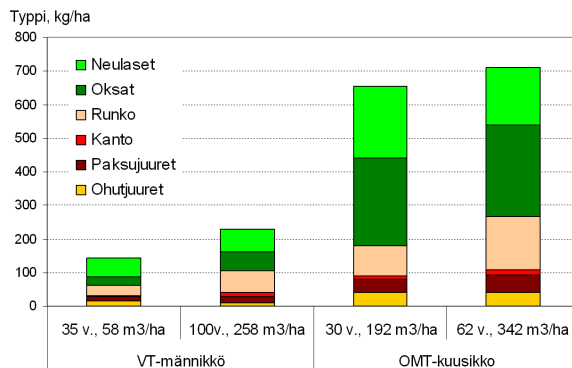
Typen määrän aleneminen maaperässä vähentää välittömästi puuston vuotuista kasvua. Kuusikossa palautuu vuosittain maaperään karikkeena noin 15 kg typpeä hehtaaria kohden, mutta männikössä vain noin 7 kg. Kasvutappioita aiheutuu siis sekä männiköissä että kuusikoissa, jos oksat korjataan neulasineen eli siis tuoreina.

Suopohjilla ja karuilla turvekankailla energiapuiden liian tehokas korjuu voi aiheuttaa metsiin hivenaineiden puutosta, mikä ilmenee sekä pituuskasvutappiona että lisääntyneenä kärkisilmun haaroittumisena. Tämän vuoksi energiapuun korjuu tulisi kohdentaa ensisijaisesti ravinnetasoltaan vähintään mustikkatypin kivennäismaille. On myös huomattava että energiapuun korjuussa kokopuuna noin 30–40 prosenttia latvusmassasta jää kuitenkin metsään korjaamatta ja ravinnetasetta ylläpitämään.

Sekä hivenravinteiden riittävä kokonaismäärä että eri hivenaineiden yksittäiset määrät ovat tärkeitä, jotta puusto pysyy terveenä eikä altistu kasvuhäiriöille. Booriravinteiden liian alhaiset määrät vaikuttavat erityisesti kuusen kasvatapaan ja seurauksena saattaa olla sekä pensastava että monilattainen latvainkasvu, jos booritaso alenee liian tehokkaan energiapuukorjuun seurauksena. Tämä on todettavissa Hämeessä erityisesti aikaisemmin kaskeetuilla ja suopohjilla kuusenkasvatuksen koealoilla. Boorilannoitusta on toteutettu runsaasti Pohjois-Savossa viime vuosina. Häme-Uusimaalla boorilla terveyslannoitettu pinta-ala on ollut viime vuosina noin 50–100 hehtaaria. Kuvasta 26 voidaan päätellä että boorista noin puolet on sitoutunut oksiin ja neulasiin ja määrät ovat hehtaarikohtaisina hyvin matalat. Kuvasta 27 nähdään että ensiharvennuskusikoon on sitoutunut oksiin ja neulasiin typpeä 300–400 kg/ha. Mikäli kuusikoiden biomassaa kerättäisiin tuoreena kokopuukorjuuna, edellyttäisi se säännöllistä lannoittamista, jotta puuston kasvukunto voitaisiin säilyttää.



Kuva 26. Boorin sitoutuneisuus puuston eri osissa (Rantala 2010)



Kuva 27. Tyypin sitoutuneisuus puuston eri osissa (Rantala 2010)

7.4.3 Energiapuun korjuun ympäristövaikutukset uudistusaloilla

Hakkuutähteiden korjuulla ja kantojen nostolla vaikutetaan metsissä maisemaan sekä lähimaiseman että kaukomaiseman osalta. Hyvin yleisesti metsän virkistyskäyttäjät ja yksityiset metsänomistajat taajama-alueiden läheisyydessä arvioivat metsän virkistyskäytön ja maisemakuvan paranevan ja selkiintyvän, mikäli hakkuutähteet korjataan. Kantojen nosto vaikuttaa ympäristöön enemmän kuin hakkuutähteiden korjuu. Haitallisia ympäristövaikutuksia voidaan vähentää noudattamalla hyvän metsänhoidon suosituksia energiapuun korjuukohteiden ja valinnan osalta. Ensimmäisten vuosien tutkimustulosten perusteella voidaan päätellä että fosforin huuhtoutumat vähenevät ja typen huuhtoutumat lisääntyvät hakkuutähteiden ja kantojen korjuun seurauksena. Maan happamuuteen korjuulla ei ole havaittu olevan merkitystä, mutta orgaaninen aine vähenee huomattavasti ja maaperä tiivistyy huokoisuuden vähentyessä erityisesti savikoilla ja turvekankailla. Pitää myös muistaa että metsän viljelyn olosuhteet paranevat. On havaittu että istutus-työ helpottuu ja taimien selviytyminen ensimmäisten vuosien ”koitinkivistä” olennaisesti paranee. Toisaalta taimikoiden vesakoituminen lisääntyy ja tulevina vuosina taimikon varhaisoidon tarve lisääntyy merkittävästi.

Sekä kuorellista runkopuuta sisältävien kantojen, hakkuutähteiden että energiapuurojen osalta metsävarastoinnissa on syytä arvioida aina myös mahdolliset seurannaistuhot kuten kaarnakuoriaisten ja ytimennävertäjien runsastuminen ja niiden vaikutus ympäröiviin metsiin, mikäli varastointiajat pitenevät. Tämän tapaisten riskin pienentäminen olisi mahdollista huolellisella välivarastopaikkojen valinnalla ja nopeuttamalla energiapuun kiertoa lämpövoimalaitoksiin merkittävästi. Kantojen ja rankoina korjattujen energiapuukasojen kiertoa ovat viime vuosina eniten pidentäneet lämpöarvon nostaminen varastointiaikaa pidentämällä havupuilla ja metsäenergiaa hyödyntävien voimalaitosten vähäisyys. Uusien käyttökohteiden avautumisen myötä myös välivarastojen kiertonopeus tulee nousemaan ja hyönteis- ja sienituhojen riskit laskemaan.

Puhtaan puun polttamisen yleistyessä voidaan ennustaa, että tuhkaa voidaan käyttää tulevaisuudessa entistä useammin lannoitteena ja palauttaa takaisin erityisesti hoidetuille ja harvennetuille turvemaille. Mutta seospolttolaitoksissa syntyvää tuhkaa ei voida hyödyntää korkeiden raskasmetallipitoisuuksien vuoksi. Erityisesti kadmium on vaarallinen raskasmetalli ja se saattaa lähteä ravinnekiertoon mm. riistalihaa ja marjoja hyödynnettäessä. Tällä hetkellä tuhkan pienet määrät, levitystekniikan vaatavuus, tuhkan rakeistuksen tarve ja suuri levitysmäärä hehtaarille jarruttavat tuhkan hyödyntämistä. Turvemaille saataisiin huomattavia ja pitkäkestoisia lannoitusvaikutuksia, jos tuhkaa levitettäisiin noin 4 000 – 6 000 kg hehtaarille. Levitysmäärät tavallisiin väkilannoitteisiin verrattuna ovat lähes 10-kertaisia, joten puhdasta puutuhkaa tulisi olla huomattavia määriä. Mikäli tuhkan koostumusta ei tarkoin tiedetä estää se tuhkan kaupallisen hyödyntämisen ja syntyy tuhka-jätettä. Tuhkan hyödyntämiseksi vaaditaan laitoksilta aina ympäristölupa.

Viimeisten vuosien aikana on voitu myös havaita että energiapuun varastoinnista aiheutuneet seurannaistuhot ovat huomattavasti lisääntyneet osin lämpimien kesien vuoksi. Kaarnakuoriaisten on todettu tappaneen ikääntyneitä varttuneiden kuusien puuryhmiä sekä hakkuutähteiden että kantojen välivarastojen välittömästä läheisyydestä ja tämän vuoksi erilaisten energiapuuvastojen kiertonopeutta tulisi nopeuttaa (kuva 28).



Kuva 28.

Kuolleita varttuneita kuusia seurannaistuhoina energiapuiden välivarastopaikan läheisyydestä (Rantala 2010)

8 Peltobiomassat

Tässä luvussa käsitellään biomassaa, joka on mahdollista tuottaa viljelypellolla, muulla hoidetulla peltoalalla sekä kesannoidulla pellolla. Peltobiomassaa voidaan hyödyntää kiinteänä polttoaineena lämmön ja sähkön tuotannossa sekä raaka-aineena nestemäisten tai kaasumaisten polttoaineiden tuotannossa.

Peltobiomassoja käsittelevä osio on tiivistelmä Hämeen bioenergia II -hankkeessa laaditusta selvityksestä ”Peltoenergian tuotanto- ja käyttöpotentiaali Kanta- ja Päijät-Hämeen alueella”. Selvityksen on laatinut Hämeen Bioenergia II -hankkeen projektipäällikkö Arto Laine ProAgria Hämeestä.

8.1 Peltoenergia ja sen tuotanto

Peltoenergialla tarkoitetaan peltobiomassoista eri tavoin hyödyntämällä saatavaa lämpö- ja sähköenergiaa sekä liikennepolttoaineita. Suomessa peltoenergiaa voidaan saada korsibiomassoista kuten ruokohelvestä ja viljojen oljista. Energian raaka-aineena voidaan käyttää myös öljykasvien siemeniä, viljan jyviä sekä erilaisia maatalouden kasviperäisiä sivuvirtoja kuten naatteja tai nurmikasvien niittojätteitä (FINBIO 2010).

Kiinteiksi polttoaineiksi sopivat mm. ruokohelpi, olki ja vilja. Nestemäiset polttoaineet ovat joko alkoholi- tai kasviöljypohjaisia. Alkoholipohjaista bioetanolia saadaan sokeri- ja tärkkelyspitoisista kasveista kuten sokerijuurikkaasta tai ohrasta. Biodieseleiksi kutsuttuja kasviöljypohjaisia polttoaineita saadaan öljykasveista, mm rypsiä ja rapsista. Kaasumaisia polttoaineita voidaan tuottaa mm. nurmirehusta mädättämällä se anaerobisesti biokaasuksi. Biomassaa voidaan myös kaasuttaa ja valmistaa kaasusta synteettisesti erilaisia polttoaineita esim. Fischer-Tropsch menetelmällä. Lähitulevaisuudessa näiden teknisten ratkaisujen kehittyessä, tulee mahdolliseksi hyödyntää potentiaalisimpia peltoenergiakasveja olkea ja ruokohelpeä myös liikennepolttoaineiden tuotannossa. Tämä avaisi pellolla tuotetulle energialle huomattavasti nykyistä laajemmat markkinat.

Suomen peltoala vuoden 2006 lopussa oli 2,3 miljoonaa hehtaaria. Ravinnon ja rehujen tuotantoon tarvitaan noin 1,7–1,8 miljoonaa hehtaaria. Energiantuotantoon voitaisiin käyttää noin 500 000 hehtaaria ilman, että elintarviketuotanto vaarantuisi (Korkea-osa 2006).

Tämän tarkastelun lähtökohtana on, että peltopinta-ala käytetään ensisijaisesti elintarvikkeiden ja rehun tuotantoon. Suomen peltoalasta noin 80 % tarvitaan tällä hetkellä oman maan elintarvikkeiden ja rehun tuotantoon. Loppu peltoalasta voisi ohjautua esim. energian tuotantoon.

8.1.1 Kansalliset tavoitteet ja peltopotentiaali Hämeessä

Suomen Bioenergiayhdistys ry FINBIO esittää peltoenergian vuositavoitteeksi Suomessa 8 TWh vuonna 2020 (FINBIO 2010). FINBION esityksessä energiakasveja viljeltäisiin vuonna 2020 yhteensä 250 000 hehtaarin alalla. Olkea kerättäisiin 100 000 hehtaarin alalta. FINBION esitys tukee EU:n tavoitetta lisätä uusiutuvan energian osuus 20 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä. Suhteutettuna kokonaispeltopinta-alaan, Päijät-Hämeen osuus 8 TWh:sta olisi 0,3 TWh. Peltoenergian viljelypinta-ala Päijät-Hämeen osuus olisi 9 300 ha. Olkea tulisi Päijät-Hämeessä kerätä 4 300 hehtaarialta.

Pääasiallinen peltoenergian lähde FINBION:n tavoitteissa on ruokohelpi, jonka osuus vuoden 2020 tavoitteesta on 4,5 TWh. Sitä tukevat olki (1 TWh), viljaetanoli (1,1 TWh), biokaasu (1 TWh) sekä rypsi ja rapsi (0,4 TWh). Tällä hetkellä peltoenergian tuotannossa on noin 20 000 hehtaaria, pääasiassa ruokohelpeä, josta saadaan energiaa noin 0,4 TWh (FINBIO 2010).

Päijät-Hämeen alueen pellon ja muun maatalousmaan pinta-alat pääluokitain ja kunnittain vuonna 2008 on esitetty taulukossa 17. Koko Hämeessä maatalousmaata on yhteensä noin 190 000 ha, josta viljeltyä peltoa on yhteensä noin 170 000 ha. Päijät-Hämeessä maatalousmaata oli vuonna 2008 yhteensä 84 000 ha, josta viljeltyä peltoa 76 000. Tässä selvityksessä on oletettu, että peltobiomassoja voitaisiin viljellä aloilla, jotka viime vuosina ovat olleet poissa elintarviketuotannosta. Tällaisia peltoaloja ovat kesannot, luonnonhoitopellot ja viherlannoitusnurmet sekä muut maatalousmaat (mm. yli 5 v nurmet). Hämeen ELY-keskuksen alueella edellä mainittuja peltoja on 20 000–30 000 ha (taulukot 17 ja 18). Päijät-Hämeessä oli vuonna 2008 kasantoalaa sekä muuta maatalousmaata 8 300 ha (taulukko 17). Elintarviketuotannon ulkopuolella oleva peltoala vaihtelee vuosittain riippuen mm. viljamarkkinoiden toiminnasta ja viljelyn tukiehdosta.

Taulukko 17. Pellon käyttö kunnittain Hämeessä vuonna 2008 (Tilastokeskus / www.matilda.fi)

Kunta	Viljakasvit ha	Muut viljely kasvit ha	Kesanto + muu maatalousmaa ha	Maatalousmaa yhteensä ha
Artjärvi	4156	1946	484	6586
Asikkala	4797	2339	758	7894
Hartola	1817	1881	417	4115
Hollola	8146	2175	1103	11424
Heinola	968	1004	298	2270
Hämeenkoski	3613	1234	365	5212
Kärkölä	6372	1928	723	9023
Lahti	1087	256	246	1589
Nastola	3657	1152	606	5415
Orimattila	13596	3931	1941	19468
Padasjoki	1561	804	487	2852
Sysmä	4036	3407	835	8278
Päijät-Häme yhteensä	53806	22057	8263	84126
Kanta-Häme yhteensä	69383	26898	10358	106639
Häme yhteensä	123189	48955	18621	190765

Taulukko 18. Käytössä oleva maatalousmaa Hämeen ELY-keskuksen alueella 2010 (Tilastokeskus).

Viljakasvit	98 000 ha
nurmet (alle 5 v)	32 600 ha
rypsi ja rapsi	19 600 ha
Sokerijuurikas	1 300 ha
Peruna	1 300 ha
Ruokohelpi	600 ha
Kesanto	29 000 ha
yli 5v nurmet	1 500 ha
muu maatalousmaa	6 000 ha
YHTEENSÄ	189 900 ha

8.2 Ruokohelven hyödyntäminen energiantuotannossa

Suomessa energian tuotantoon käytettäviä korsibiomassoja ovat viljojen oljet, ruokohelpi ja järviruoko. Korsibiomassoja voidaan hyödyntää kiinteänä polttoaineena lämmöntuotannossa sekä yhdistetyssä lämmön ja sähkön tuotannossa (Flyktman ja Paappanen 2005). Korsibiomassa sisältää yleisesti jonkin verran klooria, joka aiheuttaa höyrykattiloissa korroosiot. Korroosio-ongelmaa voidaan vähentää käyttämällä seospoltossa turvetta tai kivihiiltä. Ruokohelven energiaosuus voi olla noin 10 % laitoksen käyttämästä kiinteästä polttoaineesta. Ruokohelven käyttökosteus on tyypillisesti 10 – 20 %. Tiheys irtosilppuna on 60 – 80 kg/i-m³. Näistä ominaisuuksista johtuen ruokohelpi on sekoitettava huolellisesti laitoksella käytettävään pääpolttoaineeseen.

Ruokohelpi on Suomen oloissa satoisin energiakäyttöön kasvatetuista pelto- kasveista. Ruokohelpi tuottaa satoa 10 – 12 vuotta. Ruokohelven ominaisuudet kiinteänä polttoaineena ovat parhaat kun sato korjataan ns. kuloheinänä

keväällä. Keväällä korjatun ruokohelven palamistekniset ominaisuudet ovat selvästi paremmat kuin syyskorjatulla ruokohelvellä. Merkittävin ero on polttoaineen tuhkan sulamiskäyttäytymisessä.

Tavallisesti ruokohelppi toimitetaan käyttöpaikalle paaleina, jotka on murskattava ennen polttoa. Murskaus aiheuttaa lisäkustannuksia. Toisaalta paalettua ruokohelpeä voidaan kuljettaa pitempiä matkoja ja varastoida pienemmissä tilassa. Ruokohelpeä ei ole korkeiden rahtikustannusten vuoksi taloudellista kuljettaa kovin pitkiä matkoja. Yleisesti selvityksissä on noin 70 km kuljetusmatkaa pidetty hankinta-alueen maksimina.

8.2.1 Ruokohelven tuotantopotentiaali Hämeessä

Tässä selvityksessä on oletettu, että ruokohelpeä voitaisiin viljellä aloilla, jotka viime vuosina ovat olleet poissa elintarviketuotannosta. Tällaisia peltoja oli Hämeessä 16 000 ha vuonna 2008, joista Päijät-Hämeen alueella 7 200 ha (taulukko 19). Ruokohelven teoreettinen energiapotentiaali (taulukko 19) on määritetty olettaen, että hehtaarilta saadaan keskimäärin 22 MWh vastaava ruokohelpisato (4,5 tn/ha, 4,9 MWh/tn). Em. oletuksiin perustuen määritetty ruokohelven vuotuinen energiapotentiaali koko Hämeen alueen kesantoalalla tuotettuna on noin 360 GWh, josta Päijät-Hämeen osuus on 160 GWh.

Taulukko 19. Elintarviketuotannon ulkopuolella oleva peltoala (kesanto + hoidettu viljelemätön pelto) kunnittain Hämeessä vuonna 2008 (Tilastokeskus / www.matilida.fi) sekä peltoalan perusteella määritetty ruokohelven teoreettinen energiapotentiaali.

Kunta	Kesantoala ha	Ruokohelven teoreettinen energiapotentiaali GWh
Artjärvi	428	9,4
Asikkala	683	15,0
Hartola	300	6,6
Hollola	980	21,6
Heinola	274	6,0
Hämeenkoski	318	7,0
Kärkölä	685	15,1
Lahti	232	5,1
Nastola	561	12,3
Orimattila	1761	38,7
Padasjoki	405	8,9
Sysmä	606	13,3
Päijät-Häme yhteensä	7233	159,1
Kanta-Häme yhteensä	8974	197,4
Häme yhteensä	16207	356,5

8.2.2 Ruokohelven energiakäyttö Hämeessä nyt ja tulevaisuudessa

Ruokohelven polttoon soveltuvat parhaiten isot leijupolttokattilat, jotka tuottavat lämpöä ja sähköä joko teollisuuteen tai kaukolämmöksi. Tällaisia voimalaitoksia on Kanta- ja Päijät-Hämeen alueella kolme kappaletta, Vanajan voimalaitos Hämeenlinnassa, Forssan voimalaitos sekä Stora Enson voimalaitos Heinolassa. Tämän lisäksi lähialueilla toimii neljä voimalaitosta, Hyvinkään Lämpövoima Oy, Fortumin ja UPM-Kymmene Oy:n voimalaitokset Valkeakoskella, Kymin Voima Oy Kuusankoskella sekä Rauhalahden voimalaitos Jyväskylässä (Flyktman ja Paappanen 2005).

Ruokohelpeä viljellään Hämeen ELY-keskuksen alueella tällä hetkellä noin 600 hehtaarin alalla (Tilastokeskus 2010). Ruokohelven viljely jakaantuu suunnilleen tasan Forssan seudulle ja Lahden seudulle. Forssan seudulla ruokohelpi päätyy poltettavaksi Vapon Kiimassuon lämpölaitoksessa. Lahden seudulla ruokohelpi toimitetaan Kuusankoskelle Kymin Voima Oy:n lämpölaitokselle. Jonkin verran Päijät-Hämeen pohjoisosan ruokohelputuotannosta ilmeisesti ohjautuu myös Jyväskylään.

Lahden Kymijärvelle valmistuu vuonna 2012 leijupetikaasutukseen perustuva voimalaitos, jossa on kuitenkin tarkoitus polttaa jätettä (Lahti Energia 2010). Vanajan voimalaitos Hämeenlinnassa lisännee lähivuosina bioenergian käyttöönsä nykyisestä tasosta. Hämeessä on myös joitakin pieniä (noin 3 MW) arinapolttoon perustuvia lämpölaitoksia, joissa korsibiomassan hyödyntäminen pienessä mittakaavassa olisi mahdollista. Tällaisia laitoksia on Hauholla, Lammilla, Padasjoella, Lopella ja Humppilassa. Uusia tämän koko- luokan laitoksia on valmistumassa myös Hämeenkoskelle ja Sysmään.

Taulukossa 20 on esitetty em. laitosten ruokohelven teoreettinen käyttökapasiteetti ja energiantarvetta vastaava ruokohelven viljelypinta-ala (VTT 2005). Teoreettinen käyttökapasiteetti tarkoittaa laitoksen tekniikan sallimaa suurinta mahdollista käyttökapasiteettia. Ruokohelven energiaosuutena on laskelmissa käytetty 10 % laitoksen käyttämästä kiinteästä polttoaineesta.

Taulukko 20. Ruokohelven teoreettinen maksimikäyttökapasiteetti ja sitä vastaava tuotantopinta-ala nykyisin Hämeessä ja sen lähialueilla toimivissa lämpövoimalaitoksissa (Flyktman ja Paappanen 2005).

Voimalaitos	Kokonaiskäyttö GWh	pinta-ala ha	Käyttö Hämeen alueella GWh	Hämeen alue ha
Forssa	27	1237	27	1237
Hämeenlinna	9	427	9	427
Heinola *	63	2857	42	1904
Valkeakoski (Säteri) *	31	1386	10	457
Valkeakoski (UPM) *	50	2285	17	754
Hyvinkää *	23	1023	8	338
Kuusankoski *	119	5395	24	1079
Jyväskylä *	207	9389	41	1878
YHTEENSÄ	529	23999	177	8074

* Heinolan käyttöpotentiaalista 2/3 tulee Hämeen ELY-keskuksen alueelta

* Valkeakosken ja Hyvinkään käyttöpotentiaalista 1/3 tulee Hämeen ELY-keskuksen alueelta

* Kuusankosken ja Jyväskylän käyttöpotentiaalista 1/5 tulee Hämeen ELY-keskuksen alueelta

Ruokohelven tekninen käyttöpotentiaali nykyisin Hämeessä ja sen lähialueilla toimivissa lämpövoimalaitoksissa on energiamäärältään noin 180 GWh vuosittain. Tämä energiamäärä pysytään tuottamaan noin 8000 hehtaarin pinta-alalla.

Hämeen alueella ruokohelven tuotantopotentiaali on noin kaksinkertainen suhteessa käyttöpotentiaaliin eli nykyiset laitokset eivät pysty polttamaan kaikkea helpeä mikä potentiaalisesti voidaan tuottaa. Pitkät kuljetusmatkat käytännössä estävät ruokohelven siirtämisen kaukana sijaitseville voimalaitoksille, jotka pystyisivät polttamaan enemmän helpeä.

8.2.3 Ruokohelven käyttö pelletin raaka-aineena

Korsibiomassaa voidaan käyttää myös pellettien raaka-aineena (Flyktman ja Paappanen 2005). Sekoittamalla ruokohelpeä turpeeseen on mahdollista saada aikaan kestävää pellettiä, jonka poltto-ominaisuudet ovat hyvät. Pelletointiä varten ruokohelpi on jauhettava lyhyeksi ja kuivattava 10 % kosteuteen. Ruokohelven pelletointiä on kokeiltu mm. Turengissa Vapon pellettitehtaalilla. Ruokohelppellettiä on käytetty myös kuivikkeena hevostiloilla. Pelletti-tuotannon ja -käytön oletetaan kasvavan merkittävästi lähivuosina. Tällöin nykyinen raaka-ainepohja ei enää kykene kattamaan koko tarvetta. Ruokohelven käyttö pelletin raaka-aineena tulee lisääntymään. Ruokohelven pelletointi lisää kustannuksia verrattuna silpun energiakäyttöön. Toisaalta pelletointi alentaa kuljetuskustannuksia ja mahdollistaa ruokohelven käytön entistä laajemmalla alueella.

8.3 Oljen hyödyntäminen energiantuotannossa

Oljen energiakäyttö ei ole lisääntynyt merkittävästi 2000-luvulla. Oljen käyttöä rajoittavat etenkin sen polttoon liittyvät tekniset ongelmat kuten savukaasujen korroosiovaikutukset sekä tuhkan määrän ja sulamispisteen aiheuttamat ongelmat (FINBIO 2010). Viljalaji vaikuttaa viljan oljen polttoaineminaisuuksiin. Polton kannalta paras on vehnän olki. Kauran olki puolestaan on tuhkan sulamiskäyttämisen suhteen hankala polttoaine.

Puuta ja turvetta pääpolttoaineena käyttävissä leijupolttokattiloissa oljen osuus polttoaineseoksen energiasisällöstä voi polttoon sisältyvien teknisten ongelmien vuoksi olla maksimissaan noin viisi prosenttia (Flyktman ja Paappanen 2005). Oljen energiakäyttö voitaisiin suunnata sen huonompien poltto-ominaisuuksien (alhainen tuhkan sulamispiste, korkea alkali- ja klooripitoisuus) takia rinnakkaispolttoon kivihiilen kanssa, jolloin oljen osuus voisi olla enimmillään kolmasosa kokonaisenergiasta.

8.3.1 Oljen tuotantopotentiaali Hämeessä

Hämeessä viljan viljelyyn käytettävä peltopinta-ala on noin 120 000 ha vuosittain. Vuonna 2008 viljanviljelyn pinta-ala oli yhteensä 123 000 ha, josta Päijät-Hämeessä 54 000 ha. Vuonna 2010, viljan huonosta markkinatilanteesta johtuen, alueen vilja-ala jäi poikkeuksellisesti alle 100 000 hehtaarin. Olkisatoa saadaan noin 2000 kg/ha ja oljen kuiva-aineen energiasisältö on noin 4,5 MWh/tonni. Täten yhdeltä hehtaarilta saadaan talteen noin 9 MWh vastaava energiatuotos.

Taulukossa 21 on esitetty viljan viljelyala kunnittain sekä sen perusteella määritetty olkisadon teoreettinen energiapotentiaali. Päijät-Hämeen alueen koko vilja-alaan sisältyvän oljen teoreettinen energiapotentiaali on noin 480 GWh. Tästä teoreettisesta olkisadosta arviolta noin 20 % ohjautuu kuivikekäyttöön. Täten kuivikekäytön yli jäävän oljen energiapotentiaali on noin 390 GWh. Vehnän viljelyala on Hämeen alueella vuosittain ollut noin neljännes koko vilja-alasta. Vehnän olki soveltuu parhaiten energiakäyttöön.

Taulukko 21. Viljan viljelyala kunnittain Hämeessä vuonna 2008 (Tilastokeskus / www.matilda.fi) sekä peltoalan perusteella määritetty oljen teoreettinen energiapotentiaali.

Kunta	Viljan viljelyala ha	Oljen teoreettinen energiapotentiaali * GWh
Artjärvi	4156	29,9
Asikkala	4797	34,6
Hartola	1817	13,1
Hollola	8146	58,6
Heinola	968	6,7
Hämeenkoski	3613	26,0
Kärkölä	6372	45,8
Lahti	1087	7,8
Nastola	3657	26,3
Orimattila	13596	97,9
Padasjoki	1561	11,2
Sysmä	4036	29,0
Päijät-Häme yhteensä	53806	387,4
Kanta-Häme yhteensä	69383	499,5
Häme yhteensä	123189	886,9

* Energiapotentiaalin laskennassa on huomioitu, että noin 20 % oljesta päätyy kuivikekäyttöön.

8.3.2 Oljen energiakäyttö Hämeessä nyt ja tulevaisuudessa

Tällä hetkellä viljan olkea ei juurikaan käytetä energian raaka-aineena Hämeessä. Teoreettista käyttöpotentiaalia Hämeen ja lähialueiden voimalaitoksissa on tarkasteltu taulukossa 22. Sen perusteella olkea voisi vuosittain käyttää energiantuotantoon maksimissaan noin 90 GWh. Tämä vastaa noin 10 000 hehtaarin korjuu-ala.

Olkea voidaan hyödyntää lämmöntuotannossa myös pienissä, vain oljenpolttoa varten suunnitelluissa (yleensä alle 1 MW) olkikattiloissa. Joitakin tällaisia laitoksia on viime vuosina käynnistänyt toimintansa Suomessa. Tulevaisuudessa olkea voi olla mahdollista hyödyntää myös etanolin ja biodieselin tuotannon raaka-aineena. Tällaista tuotantolaitosta ei kuitenkaan ole tällä hetkellä Hämeen ELY-keskuksen alueelle suunnitteilla.

Taulukko 22. Oljen teoreettinen maksimikäyttökapasiteetti ja sitä vastaava tuotantopinta-ala nykyisin Hämeessä ja sen lähialueilla toimivissa lämpövoimalaitoksissa (Flyktman ja Paappanen 2005).

Voimalaitos	Kokonaiskäyttö GWh	pinta-ala ha	Käyttö Hämeen alueella GWh	Hämeen alue ha
Forssa	14	1500	14	1500
Hämeenlinna	5	550	5	550
Heinola *	32	3500	21	2333
Valkeakoski (Säteri) *	16	1800	5	594
Valkeakoski (UPM) *	25	2800	8	924
Hyvinkää *	12	1300	4	429
Kuusankoski *	60	6700	12	1340
Jyväskylä *	104	11500	21	2300
YHTEENSÄ	265	29600	90	9970

* Heinolan käyttöpotentiaalista 2/3 tulee Hämeen ELY-keskuksen alueelta

* Valkeakosken ja Hyvinkään käyttöpotentiaalista 1/3 tulee Hämeen ELY-keskuksen alueelta

* Kuusankosken ja Jyväskylän käyttöpotentiaalista 1/5 tulee Hämeen ELY-keskuksen alueelta

8.4 Öljykasvien hyödyntäminen energiantuotannossa

Rypsi on yleisimmin viljelty öljykasvi Suomessa. Sen tuottamissa sadoissa on suuria alueellisia ja vuosittaisia vaihteluita. Rypsin keskisadot ovat viime vuosina koko maan tasolla vaihdelleet 1200 – 1700 kg/ha välillä.

Öljykasveista voidaan energiantuotannossa hyödyntää siemensadosta puristamalla saatu kasviöljy. Öljyn saanto riippuu raaka-aineen laadusta ja myös puristusmenetelmästä. Keskimäärin öljyn saanto on noin 35 %. Puristamalla saatua kasviöljyä voidaan käyttää sellaisenaan polttoaineena lämmityksessä tai sitä voidaan jalostaa esteröimällä. Esteröinnissä kasviöljyyn lisätään metanolia, joka parantaa öljyn käyttöominaisuuksia mm. moottoripolttoainekäytössä. Esteröimätöntä kasviöljyä voidaan käyttää lähinnä lämmityskäytössä joko sellaisenaan tai seoksena kevyen polttoöljyn kanssa.

8.4.1 Öljykasvien tuotantopotentiaali Hämeessä

Viljelykiertovaatimuksen vuoksi öljykasveja suositellaan viljeltäväksi vain joka viides vuosi samalla peltolohkolla. Tämän vuoksi öljykasvien viljelyn potentiaalin voidaan arvioida olevan maksimissaan 20 % viljelyalasta. Tämä tarkoittaa, että rypsin viljelyala voisi Päijät-Hämeessä olla maksimissaan noin 10 800ha. Koko Hämeessä pinta-ala voisi olla noin 26 000 ha. Vuonna 2010 rypsiä Hämeessä oli ennätyksellisen suuri eli 19 600 ha.

Maksimiviljelyalan (10 800 ha) perusteella laskettu öljykasvien teoreettinen tuotantopotentiaali voisi Päijät-Hämeessä olla noin 16 milj. kg (oletusarvo 1500 kg/ha). Tästä määrästä tuotetun rypsiöljyn määrä on 5,7 milj. kg (öljysaanto 35 %), jonka energiasisältö on noin 60 GWh (10 kWh / kg rypsiöljyä). On kuitenkin perusteltua olettaa, että valtaosa öljykasvisadosta ohjautuu jatkossakin elintarviketuotantoon ja todennäköisesti vain pieni osuus sadosta hyödynnetään energiakäytössä. Yksittäisillä maatiloilla öljykasveista tuotulla biodieselillä voi olla suurikin merkitys.

8.4.2 Öljykasvien energiakäyttö Hämeessä nyt ja tulevaisuudessa

Öljykasvien energiakäyttö Hämeen ELY-keskuksen alueella on tällä hetkellä hyvin vähäistä. Rypsiöljyä puristetaan vähäisiä määriä joillakin yksittäisillä maatiloilla omaan energiakäyttöön. Asikkalassa sijaitseva Hämeen Biodiesel Oy aloitti toimintansa vuonna 2007. Yhtiön suunnitelmassa oli tuottaa 8 milj. litraa bioöljyä vuosittain. Tällä hetkellä rypsiä ei puristeta lainkaan. Rypsiöljyn ja kevyen polttoöljyn hintasuhteiden muutos saattaa jatkossa käynnistää tuotannon.

Maatilojen energiaomavaraisuuden kannalta mielenkiintoinen vaihtoehto olisi lisätä tiloilla tuotetun kasviöljyn käyttöä viljankuivauksessa. Päijät-Hämeen alueella viljan kuivaukseen käytetään vuosittain noin 25 GWh energiaa, joka tällä hetkellä käytännössä kokonaan tuotetaan kevyellä polttoöljyllä. Kasviöljyn käyttö seoksena polttoöljyn kanssa (50/50) onnistuisi ilman muutoksia polttotekniikassa tilatasolla. Päijät-Hämeessä tämä vaatisi rypsiäalaa 2400 ha (12,5 GWh). Tämä lisäisi huomattavasti tilojen energiaomavaraisuutta ilman ylimääräisiä tilatason investointeja. Teknisesti kasviöljyn tuotanto on hyvin yksinkertaista, varsinkin ilman esteröimisprosessia. Se olisi kuitenkin järkevää toteuttaa alueellisissa puristamoissa, joiden kautta hoidettaisiin myös puristusrouheen markkinointi joko rehuksi tai energiaksi.

8.5 Viljan hyödyntäminen energiantuotannossa

Viljaetanolin tuotantoa pidetään yhtenä vaihtoehtona polttoaineiden energiaomavaraisuuden lisäämisessä. FINBION tavoitteen mukaan viljaetanolin raaka-ainetta voitaisiin viljellä noin 70 000 hehtaarin peltoalalla Suomessa. Viljan energiasisältö vastaisi 1,1 TWh energiasisältöä ja tästä saataisiin noin 0,5 TWh etanolia.

Työ- ja elinkeinoministeriössä tehdyn selvityksen (Härmälä 2010) mukaan Suomessa on hyvät ympäristö-, energia-, teollisuus- ja maatalouspoliittiset perusteet viljapohjaisen bioetanolin tuotannon käynnistymiselle. Selvityksessä Lounais-Häme nähtiin yhtenä potentiaalisena sijoituspaikkana uudelle tuotannolle. Hämeen alueella viljan ohjautuminen energiantuotantoon riippuu merkittävällä tavalla alueen omasta etanolintuotannosta. Kanta-Hämeessä viljaetanolin tuotantomahdollisuuksia ovat selvittäneet Envor Group Oy ja Suomen Biojalostus Oy.

Bioetanolin tuotannon kannattavuus riippuu oleellisesti prosessissa sivutuotteena syntyvän rehun markkinoista. Viljaetanolin tuotannossa syntyy sivutuotteena mm. valkuaisrehua, jota tuodaan tällä hetkellä Suomeen. Täten viljaetanolin tuotanto parantaisi myös Suomen valkuaisomavaraisuutta. Viljaetanolin tuotantoa käsitellään lisää luvussa ”Liikennebiopolttoaineet ja biokaasu”.

Elintarvikekäyttöön kelpaamattomia viljaeriä käytetään nykyään pieniä määriä lämmöntuotannossa lähinnä maatilojen omissa lämpölaitoksissa. Tässä selvityksessä oletetaan, että viljaa ei muuten ole laajemmassa mittakaavassa järkevää ohjata polttoon.

8.6 Nurmibiomassan hyödyntäminen energiantuotannossa

Nurmibiomassalla tarkoitetaan lähinnä rehuksi viljeltävää nurmea sekä kivaheinää. Hämeen alueella nurmirehun tuotannossa on noin 32 000 hehtaaria. Nurmibiomassan käyttö energian tuotantoon perustuu pääasiassa sen biokaasuttamiseen. Nurmibiomassa ja ruokohelpi ovat hyviä raaka-aineita biokaasun tuotannossa. Niiden biokaasutuotto on jopa 30 MWh/ha. Esim. oljen biokaasutuotto jää selvästi alle 10 MWh/ha (Härkönen 2008).

Taulukossa 23 on esitetty Hämeen alueilta saatava teoreettinen biokaasupotentiaali olettaen, että kesantoaloilla viljeltäisiin nurmibiomassaa (esim. ruokohelpeä) vain biokaasun tuotantoa varten. Biokaasuenergiasaantona on käytetty arvoa 30 MWh/ha. Nurmibiomassasta saatava teoreettinen maksimipotentiaali olisi Päijät-Hämeen alueella 220 GWh/a. Tällä hetkellä Hämeen ELY keskuksen alueella ei ole yhtään biokaasua tuottavaa laitosta, joka hyödyntäisi tuotannossaan nurmibiomassaa.

Taulukko 23. Elintarviketuotannon ulkopuolella oleva peltoala (kesanto + hoidettu viljelemätön pelto) kunnittain Hämeessä vuonna 2008 (Tilastokeskus / www.matiilda.fi) sekä peltoalan perusteella määritetty nurmibiomassan teoreettinen energiapotentiaali biokaasun tuotannossa.

Kunta	Kesantoala ha	Nurmibiomassan teoreettinen biokaasupotentiaali GWh
Artjärvi	428	12,8
Asikkala	683	20,5
Hartola	300	9,0
Hollola	980	29,4
Heinola	274	8,2
Hämeenkoski	318	9,5
Kärkölä	685	20,6
Lahti	232	7,0
Nastola	561	16,8
Orimattila	1761	52,8
Padasjoki	405	12,2
Sysmä	606	18,2
Päijät-Häme yhteensä	7233	217,0
Kanta-Häme yhteensä	8974	269,2
Häme yhteensä	16207	486,2

8.7 Peltoenergian hyödyntämisen aluetaloudelliset ja ympäristövaikutukset

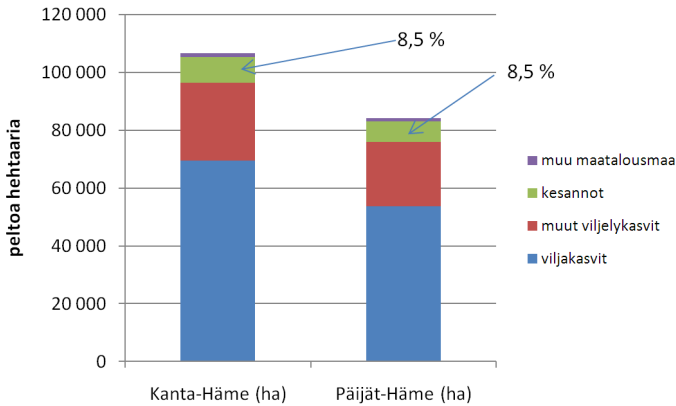
Aluetaloudellisesti peltoenergiantuotannolla on työllistävä vaikutus korjuu-, kuljetus- ja jalostusketjussa. Peltoenergiantuotanto parantaisi alueen energiantuotannon raaka-aineiden omavaraisuutta. Lisäksi vilja- ja öljykasvipohjaisten liikennebiopolttoaineiden tuotannon sivutuotteena syntyvällä valkuaisrehulla voitaisiin korvata tuontivalkuaisrehua.

Ympäristövaikutuksien näkökulmasta peltoenergiantuotannossa haastavia tekijöitä ovat viljelykäytössä olevan peltopinta-alan lisääntyminen ja maaperän ravinnetasapainon säilyttäminen. Lisäksi viljelykäytössä kesantojen monimuotoisuus voi vähentyä sekä päästöt vesistöihin, maaperään ja ilmaan lisääntyvät. Lannoitteiden valmistaminen on energiaintensiivistä ja lannoiteteollisuudessa käytetään paljon fossiilisia polttoaineita. Ympäristövaikutuksien näkökulmasta ja tuotannon energiataseen kannalta on hyvin tärkeää kehittää ravinteiden kierrättämistä peltoenergiantuotannossa. Biokaasun tuotannossa ravinteiden kierrätys voidaan jo nykyään toteuttaa tehokkaasti kierrättämällä ravinteet mädätysjännöksessä takaisin pellolle. Peltoenergiantuotannon muita mahdollisia ympäristövaikutuksia ovat viljelykierron monipuolistuminen pelloilla, joka voi parantaa viljelyn satotasoa. Lisäksi viljely ylläpitää avointa maisemaa.

8.8 Johtopäätökset peltobiomassoista

Tässä osaselvityksessä on oletettu, että laajamittainen peltoenergian tuotanto Hämeessä voisi perustua lähinnä ruokohelven viljelyyn ja viljan oljen hyödyntämiseen. Näiden lisäksi eri energialähteiden hintasuhteiden muutokset ja energian tuotantoon liittyvät poliittiset päätökset saattavat avata tuotantomahdollisuuksia esim. öljykasvien hyödyntämiselle kasviöljypohjaisen energian tuotannossa, viljan hyödyntämiselle etanolin tuotannossa tai nurmibiomassan hyödyntämiselle biokaasun tuotannossa.

Ruokohelpi on Suomen oloissa satoisin energiakäyttöön kasvatetuista kasveista. Tässä selvityksessä oletettiin, että ruokohelpeä voitaisiin viljellä aloilla, jotka viime vuosina ovat olleet poissa elintarviketuotannosta. Tällaisia pelloja oli Päijät-Hämeessä vuonna 2008 noin 8 000 ha (kuva 29) ja koko Hämeen ELY-keskuksen alueella vuodesta riippuen yhteensä noin 15 000 – 30 000 ha.



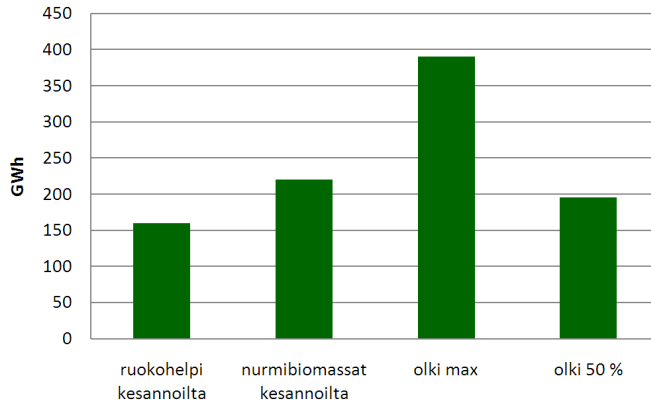
Kuva 29. Kanta- ja Päijät-Hämeen maatalousmaat vuonna 2008 (Tilastokeskus / www.matilda.fi)

Ruokohelven vuotuinen energiapotentiaali kesantoalalla tuotettuna Päijät-Hämeessä on noin 160 GWh (kuva 30) ja koko Hämeen alueella noin 360 GWh. Ruokohelven käyttöpotentiaali nykyisin Hämeessä ja sen lähialueilla toimivissa voimalaitoksissa on energiamäärältään noin 180 GWh vuosittain. Hämeen alueella ruokohelven tuotantopotentiaali on siis noin kaksinkertainen suhteessa käyttöpotentiaaliin. Jos vastaavat pinta-ala käytettäisiin nurmibiomassan viljelyyn biokaasun tuotantoa varten, olisi biokaasun tuotantopotentiaali Päijät-Hämeessä noin 220 GWh (kuva 30) ja koko Hämeen alueen on noin 490 GWh. Nurmibiomassat (mm. ruokohelppi) soveltuvat hyvin raaka-aineeksi biokaasun tuotantoon ja niiden energiapotentiaali on korkea. Nurmibiomassoihin perustuvan biokaasuntuotannon kannattavuus edellyttää kuitenkin tähän tuotantomuotoon kohdistuvaa tukea tai toisaalta vaihtoehtoisten energialähteiden huomattavaa hinnannousua.

Viljan tuotannon sivutuotteen oljen hyödyntäminen energiantuotannossa on mielenkiintoinen vaihtoehto. Oljen tuotannon energiatase on hyvä, koska viljelyn tuotantopanosten voidaan katsoa kohdistuvan päätuotteena korjattavaan siemensatoon. Päijät-Hämeessä viljan tuotannon ohessa voitaisiin olkea korjata energiantuotantoon maksimissaan noin 45 000 ha alalta ja koko Hämeessä noin 100 000 ha alalta vuosittain. Tällöin oljen tuotannon teoreettinen energiapotentiaali olisi Päijät-Hämeessä 390 GWh ja koko Hämeessä noin 890 GWh vuodessa. Oljen käyttöpotentiaali nykyisin Hämeessä ja sen lähialueilla toimivissa voimalaitoksissa on energiamäärältään noin 90 GWh vuosittain. Hämeen alueella oljen tuotantopotentiaali on siis moninkertainen suhteessa nykyiseen käyttöpotentiaaliin. Oljen ohella viljanviljelyssä syntyy pieni määrä viljankuivauksen lajittelujätettä, jota hyödynnetäänkin maataloilta polttoaineena mm. hakkeeseen sekoitettuna.

Oljen käyttöä kiinteänä polttoaineena rajoittavat sen polttoon liittyvät tekniset ongelmat kuten savukaasujen korroosivaikutukset sekä tuhkan määrän ja sulamispisteen aiheuttamat ongelmat. Lisäksi oljen korjaaminen riittävän kuivana ei vaihtelevien säiden vuoksi onnistu jokaisena syksynä. Jos vuosit-

tain puolet saatavilla olevasta oljesta saataisiin korjattua, olisi oljen energia-potentiaali Päijät-Hämeessä 190 GWh (kuva 30).



Kuva 30. Peltoenergian potentiaali Päijät-Hämeessä

Öljykasvien energiakäyttö Hämeen ELY-keskuksen alueella on tällä hetkellä hyvin vähäistä. Rypsiöljyä puristetaan vähäisiä määriä joillakin yksittäisillä maatiloilla omaan energiakäyttöön. Polttoöljyn ja rypsin välisten hintasuhteiden muutokset saattavat kuitenkin lisätä kasviöljyn ja biodieselin tuotantoa.

Viljan ohjautuminen energiantuotantoon Hämeen alueella riippuu merkittäväällä tavalla alueen omasta etanolintuotannosta. Työ- ja elinkeinoministeriössä tehdyssä selvityksessä (Härmälä 2010) Lounais-Häme nähtiin yhtenä potentiaalisena sijoituspaikkana viljaetanolin tuotannolle. Envor Group Oy onkin aloittanut suunnitteluhankkeen, jossa selvitetään mahdollisuus viljapohjaisen bioetanolin- ja rehuntuotannon käynnistämiseen Forssassa.

Selvityksessä on esitetty peltoenergian tuotannon kestävä teoreettinen potentiaali. Teknistaloudellinen potentiaali on teoreettisesta potentiaalista joi-takin kymmeniä prosentteja, mutta tulevaisuudessa tekniikan kehittymisen sekä taloudellisten muutoksien myötä teknistaloudellisen potentiaalın osuus teoreettisesta kestäväen energian potentiaalista tulee kasvamaan.

Energian tuotanto pelloilla riippuu viime kädessä viljelijöiden päätöksistä. Todellisuudessa vain osa kesantopeltoalasta ohjautuisi bioenergian tuotantoon. Mikäli kannattavan ja kilpailukykyisen tuotannon edellytykset ovat olemassa, energiantuotanto pelloilla käynnistyy nopeastikin. Energiakasvien tuotannon kilpailukykyisyyden ratkaisee ensisijaisesti pellolla tuotetusta energiasta maksettava hinta. Lisäksi vaikuttavia tekijöitä ovat viljelijöiden vaihtoehdot pellon käytölle ja näiden vaihtoehtoisten kasvien viljelyn kannattavuus. Polttoöljyn ja sähkön hinnan nousu luo edellytyksiä maatilojen energiaomavaraisuuden lisäämiseen. Kotoisten biopolttoaineiden hyödyntäminen kiinteistöjen lämmityksessä ja esim. rypsiöljyn tuotanto omaan käyttöön lisäänty entisestään hintasuhteiden muuttuessa niille edulliseksi.

9 Liikennebiopolttoaineet ja biokaasu

Uusiutuvan energian velvoitepaketissa Suomi on asettanut tavoitteeksi että liikennekäytössä biopolttoaineiden osuus on vuoteen 2015 mennessä 10 % ja vuoteen 2020 mennessä 20 %. (Pekkarinen 2010). Tämä vastaa noin 7 TWh:n energiamäärä. Vuodesta 2010 lähtien sekoitusvelvoite nousi 5,75 %:iin, joka vastaa koko EU:n tavoitteita (Direktiivi 2003/30/EY). EU:n liikenteen biopolttoaineiden osuuden tavoite vuodelle 2020 on 10 % (Direktiivi 2009/28/EY) ja vaihtoehtoisten liikennepolttoaineiden kokonaistavoite on 20 % (Euroopan energiahuoltostrategia 2000). Pidemmällä aikavälillä EU:n Liikenne 2050 -strategiassa tavoitteena on, että bensiini- ja dieselmoottorit korvataan sähköautoilla ja vaihtoehtoisia polttoaineita käyttävillä autoilla. EU:n komission tavoitteena on leikata kaikkia liikenteen hiilidioksidipäästöjä 60 prosentilla vuoteen 2050 mennessä. Erityisesti keskipitkän matkan matkustaja- ja tavarakuljetuksia pitäisi komission mielestä siirtää rautateille ja vesiliikenteeseen. (EU:n Liikenne 2050 -ohjelma 2011)

Liikenteeseen soveltuvia biopolttoaineita ovat:

- biodiesel
- bioetanoli
- ETBE eli esteröity bioetanoli
- biometanoli
- bioöljy
- biokaasu ja
- hääkäkaasu

Näistä työ- ja elinkeinoministeriön suurimmat tavoitteet laajamittaiselle käytölle kohdistuvat biodieselille ja bioetanolille. Työ- ja elinkeinoministeriön tavoitteena on kolme toisen sukupolven¹³ biodiesellaitosta. Viljapohjaisen bioetanolin tuotannon tavoite on 120 000 – 150 000 tonnia (Pekkarinen 2010). Biokaasua ei mainita erikseen liikennebiopolttoaineiden tavoitteiden yhteydessä, mutta biokaasun tavoite uusiutuvan energian velvoitepaketissa on 0,7 TWh.

¹³ Nimitykset ensimmäisen sukupolven ja toisen sukupolven liikennebiopolttoaine kuvaavat väljästi polttoaineen valmistusketjun kehittyneisyyttä, siten että toisen sukupolven laitoksien tuotantoprosessi ja raaka-aineiden tuotanto ovat tehokkaampia ja ympäristöystävällisempiä eivätkä ne kilpaile ruoan tuotannon kanssa.

Liikennebiopolttoaineiden tuotannon päätavoitteena on vähentää riippuvuutta fossiilista polttoaineista ja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Jotta tuotannon ympäristövaikutukset olisivat positiivisia verrattuna fossiilisiin polttoaineisiin, on tuotannolle asetettu kestävyyskriteerijä (liite 3). Biopolttoaineiden käytöstä saatava kasvihuonekaasupäästöjen vähennys tulee olla vähintään 35 % ja raaka-aineiden hankinnasta ei saa tulla vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen (Direktiivi 2003/30/EY). Suomea koskevassa selvityksessä todettiin ensin vuonna 2010, että osassa maata viljelyn kestävyyskriteerit täyttyvät vehnällä ja rapsilla. Komissio ei kuitenkaan hyväksynyt Suomen laskentatapaa etenkin maaperän päästöistä. Jatkotarkastelun jälkeen alkuvuonna 2011 todettiin, että Suomessa ei ole direktiivin rajoja alittavia viljaetanolin ja öljykasvipohjaisen biodieselin tuotantotapoja. Uudet lajikkeet ja viljelytekniikat voivat muuttaa tilanteen tulevaisuudessa. (Reskola 2011)

Kanta-Hämeen maakuntaohjelmissa ei ole mainintoja tavoitteista liikennebiopolttoaineiden käytön edistämiseksi. Päijät-Hämeen maakuntaohjelmassa mainitaan biomassojen ja jätteiden hyödyntäminen energiantuotannossa. Tässä yhteydessä mainitaan liikenteen fossiilisten polttoaineiden korvaaminen biokaasulla. (Päijät-Hämeen maakuntaohjelma 2011 – 2014)

Seuraavissa luvuissa käsitellään bioetanolin, biodieselin ja biokaasun mahdollisuuksia liikenteen biopolttoaineina sekä tarkastellaan liikenteeseen liittyviä kestävän kehityksen haasteita ja mahdollisuuksia.

9.1 Bioetanoli

Bioetanoli on biomassasta valmistettua alkoholia. Etanolia syntyy entsyymien ja hiivojen hajottaessa käymisprosessissa biomassaa hapettomissa olosuhteissa (fermentaatio). Bioetanolin tuotannossa helpoiten hyödynnettäviä ovat sokeripitoiset raaka-aineet. Lisäksi hiilihydraatteja kuten tärkkelystä runsaasti sisältävät kasvit soveltuvat hyvin etanolin valmistukseen. Hiilihydraatit tulee kuitenkin pilkkoa ensin sokereiksi eli hydrolysoida. Etanolia voidaan valmistaa myös selluloosapitoisesta biomassasta, mutta valmistusprosessissa selluloosan pilkkominen sokereiksi on huomattavasti vaikeampaa ja kalliimpaa kuin hiilihydraateilla.

Suomessa etanolintuotantoon soveltuvia sokeri ja hiilihydraattipitoisia viljelykasveja ovat sokerijuurikas, ohra ja vehnä. Koska Suomen olosuhteissa nykyiset viljakasvit eivät täytä RES-direktiivin kestävyys kriteereitä, selvitetään uusien viljalajikkeiden käyttöä sekä viljelytekniikoita. Forssassa Envi-tech-alueen yhteyteen suunnitella olevan bioetanolin tuotantolaitoksen raaka-aineeksi on selvitetty ruisvehnää, joka on hyvin satoisa viljakasvi (Laine 2011). Lisäksi elintarviketeollisuuden sivuvirrat ja erilliskerätty biohajoava jäte sopivat tietyin varauksin etanolin tuotantoon. Selluloosapitoisista raaka-aineista Suomessa mahdollisia ovat mm. ruokohelpi, olki ja puu.

Taulukossa 24 on vertailtu eri raaka-aineita etanolin tuotannossa. Sokerijuurikkaalla saadaan hehtaaria kohti tuotettua suurin määrä etanolia. Viljan viljely on kuitenkin Suomen olosuhteissa suhteellisesti kilpailukykyisempää kuin sokerijuurikkaan viljely, koska viljat eivät ole yhtä vaateliaita kasvuolosuhteiden, kuten pellon happamuuden ja ravinnemäärien suhteen (Mäkinen 2006, s. 85).

Taulukko 24. Bioetanolin raaka-aineiden vertailu (Kymäläinen 2007, Soukko 2010, Virtanen 2009, Sahramaa 2007)

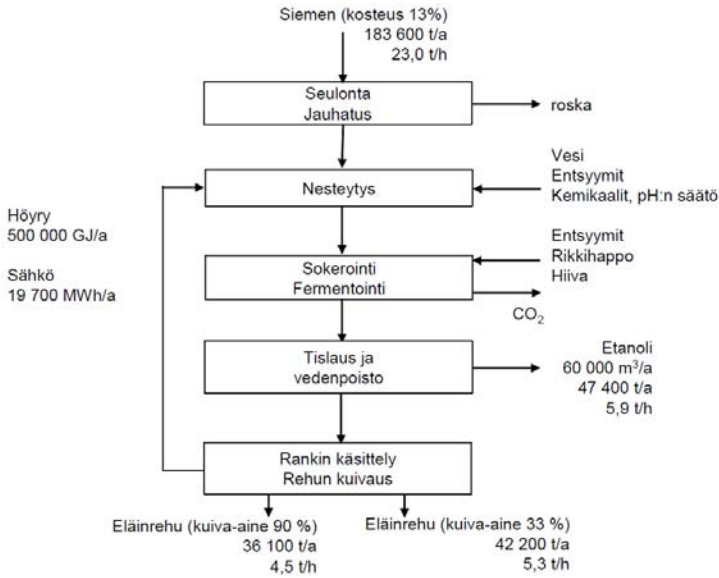
Raaka-aine	t etanolia / t raaka-ainetta	t etanolia / ha	t raaka- ainetta/ ha
ohra	0.26	1.04	4.00
vehnä	0.30	1.22	4.00
sokerijuurikas	0.08	3.07	40.00
olki	0.16	0.31	2.00
ruokohelpi	0.19	0.8-1.9	4.5-10
hake	0.10		
Erilliskerätty biojäte	0.004		

9.1.1 Tuotantoprosessi

Liikennepolttoaineeksi valmistettavan etanolin tuotanto muodostuu neljästä päävaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa raaka-ainetta esikäsitellään käymisprosessiin soveltuvaksi. Tämän jälkeen käymisprosessissa raaka-aineista muodostuu alkoholia. Käymisprosessin jälkeen etanoli erotetaan muista käymistuotteista tislamalla ja lopuksi etanoli absolutisoidaan polttoainekäyttöön soveltuvaksi alkoholiksi. Prosessin energiatehokkuuden kannalta on haastavaa se, että etanolin erottaminen vedestä kuluttaa paljon energiaa.

9.1.1.1 Sokeri- ja hiilihydraattipitoinen raaka-aine

Etanolin valmistusprosessi alkaa raaka-aineiden puhdistamisella ja jauhaetuksella tai murskauksella. Tämän jälkeen raaka-aine laimennetaan vedellä sopivaksi liuokseksi. Jotta raaka-aineen tärkkelys pilkkoutuu sokereiksi, raaka-aineeseen lisätään entsyymejä. Tämän jälkeen liuokseen lisätään hiivaa, joka hapettomissa olosuhteissa muuntaa sokereita etanoliksi. Lisäksi prosessissa syntyy paljon hiilidioksidia. Käymisen jälkeen etanoli erotetaan mäskestä tislamalla. Kuvassa 31 on esitetty ohraetanolia valmistavan tehtaan prosessin vaiheet.



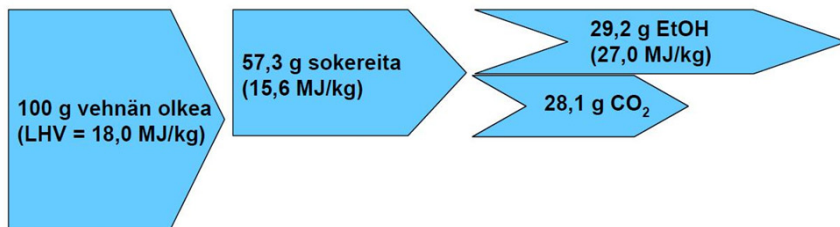
Kuva 31. Ohraetanolihteaan massatase- ja energiapanokset (Mäkinen 2006, s. 87)

9.1.1.2 Selluloosapitoinen raaka-aine

Toisen sukupolven bioetanolin tuotannossa raaka-aineena käytetään ligniini- ja selluloosapitoista biomassaa kuten puuta ja ruokohelpiä. Ligniini on biomassan sideaine, joka pitää kuiturakenteen koossa. Prosessin ensimmäinen vaihe on erottaa biomassasta sen sisältämä ligniini, jotta selluloosa- ja hemiselluloosakuituja voidaan pilkkoa sokereiksi etanolin valmistamiseksi. Ligniininpoisto on haastavin ja koko prosessin nopeutta rajoittava vaihe (Soukko 2010, s. 14). Se on energiaintensiivistä ja se toteuttaminen on järkevintä mekaanisen, kemiallisen ja lämpökäsittelyn yhdistelmällä. Pelkkä mekaaninen käsittely kuluttaa enemmän energiaa (Soukko 2010, s.14, 15, 17).

Ligniininpoiston jälkeen kuituseosta on pestävä seuraavia prosessivaiheita häiritsevien reaktiotuotteiden poistamiseksi (Soukko 2010, s. 17). Tämän jälkeen selluloosa ja hemiselluloosa voidaan entsyymi-, happo- ja emäskäsittelyjen avulla pilkkoa sokereiksi. Tämän jälkeen sokereista valmistetaan käymisprosessilla etanolia.

Tällä hetkellä ligniiniä sisältävästä biomassasta on kallista valmistaa etanolia. Prosessin kaikissa vaiheissa on tarvetta kehitystyölle. Ligniinin erotuksen tehokkuutta ja nopeutta tulisi kehittää, selluloosan ja hemiselluloosan pilkkominen sokereiksi on haastavaa ja käytettävät raaka-aineet ovat kalliita. Lisäksi selluloosasta ja hemiselluloosasta syntyvät sokerit eivät käy alkoholiksi tavanomaisilla hiivoilla, vaan hiivoja tulisi kehittää etanolisaannon kasvatamiseksi (Bioste Oy:n www-sivut). Kun vehnän oljesta valmistetaan etanolia, 100 grammasta olkea saadaan 29,2 g etanolia (kuva 32).



Kuva 32. Etanolin teoreettinen saanto vehnän oljesta (Soukko 2010, s. 28)

9.1.1.3 Tislaus ja absolutisointi

Tislaus on jaettavissa ainakin kolmeen vaiheeseen, jotka ovat raakatislaus, puhdistustislaus ja absolutisointi. Tavanomaisella tislauksella etanolipitoisuus saadaan nostettua 85 – 95 prosenttiin. Etanolista voidaan tämän jälkeen poistaa vettä vielä absolutisoinnilla, jolloin etanolipitoisuus nousee 99,8 prosenttiin. Etanoli on hygroskooppinen aine eli se sitoo itseensä kosteutta ilmastasta. Etanoliin pitää kuitenkin lisätä lisäaineita, jotka estävät veden uudelleen sitoutumista etanoliin. Absolutisoinnilla polttoaineen ominaisuudet saadaan soveltuviksi Suomen olosuhteisiin, jotta polttoaineen sisältämä vesi ei aiheuta ongelmia polttoainejärjestelmälle. Lisäksi polttoaineen energiatiheys kasvaa absolutisoinnissa. (St1 Oy:n www-sivut, Lampinen 2009 s. 203)

9.1.1.4 Sivutuotteiden hyödyntäminen

Etanolin valmistus kuluttaa paljon energiaa lopputuotteena saatavan etanolin energiasisältöön verrattuna. Etanolinvalmistuksen energiatehokkuuden ja taloudellisen kannattavuuden näkökulmista on tärkeää että tuotannon sivutuotteet hyödynnetään järkevästi. Kun etanolia valmistetaan tärkkelys- ja sokeripitoisista raaka-aineista, käymisprosessin sivutuotteena syntyvää rankkia voidaan hyödyntää rehuna. Mäski voidaan toimittaa maataloille joko märkärehuna tai kuivata rehupelletiksi.

Viljaetanolin kohdalla rankin hyödyntäminen voisi olla parantamassa merkittävästi Suomen rehuteollisuuden valkuaisomavaraisuutta, joka on nykyään vain 10 – 15 % (Härmälä 2010, s. 9). Jos viljaetanolia tuotettaisiin TEM:n tavoitteiden mukaisesti 150 000 tonnia, sivutuotteena syntyvillä rehujakeilla voitaisiin korvata 25 % ulkomailta tuodusta valkuaisrehusta (Härmälä 2010, s. 11).

Viljaetanolin valmistuksessa myös oljen keräämisellä ja hyödyntämisellä energianlähteenä voidaan parantaa valmistuksen kokonaisenergiatehokkuutta. Toisaalta vaikutukset eivät ole yksiselitteisiä, sillä oljen kerääminen voi lisätä pellon lannoitustarvetta pitkällä aikavälillä. Viljakasvien viljelyn sivu-

tuotteena syntyviä olkia ja korsia käytetään Suomessa lähinnä eläinten kivi-
vikkeena ja rehuna, johon syntyvästä oljesta käytetään noin 20 %. Loppuosaa
oljesta ja korsista kynnetään yleensä peltoon parantamaan pellon laatua ja
humuspitoisuutta. Suorakylvön yleistyminen voi lisätä tarvetta oljen korjaa-
miseksi pois pelloilta kylvön tieltä. (Virtanen 2009, s. 9)

Jos etanolinvalmistuksessa jäljelle jäävää rankkia ei voida hyödyntää rehuna,
voidaan se hyödyntää myös mädätysprosessissa biokaasun tuottamiseksi tai
kuivata poltettavaksi. Esimerkiksi biojätteestä etanolia valmistavalla laitok-
sella rankin sisältämä energia on lähes kaksinkertainen prosessisin päätuot-
teen etanolin energiamäärän nähden (St1 Biofuels Oy 2009). Myös ligniiniä
sisältävän sivuvirran käyttäminen energianlähteenä etanolin valmistukses-
sa ligniinipitoisesta biomassasta parantaa prosessin energiatasetta huomata-
vasti. Kuvasta 32 käy ilmi että käymisprosessiin päätyvät sokerit sisältävät
noin puolet vehnäoljen sisältämästä energiamäärästä.

9.1.2 Bioetanolin tuotannon energiatase

Kun arvioidaan bioetanolin tuotannon energiatasetta, käytetyllä raaka-ai-
neella on suuri merkitys tuotannon energiatehokkuuteen. Taulukossa 25 on
vertailtu hiilihydraattipohjaisen ja selluloosapohjaisen etanolin valmistusta.
Selluloosapohjaisten raaka-aineiden tuotanto kuluttaa vähemmän energiaa,
mutta selluloosan pilkkominen sokereiksi vaatii paljon energiaa ja prosessis-
sa tarvittavat entsyymit ovat kalliita. Selluloosan pilkkomisesta jäljelle jää-
vää ligniinipitoista sivutuotetta voidaan käyttää prosessin energianlähteenä,
joten kokonaisuutenaan selluloosapohjainen etanolintuotanto on energiata-
seeltaan parempi kuin hiilihydraattipohjainen.

Etanolinvalmistuksen energiatehokkuutta heikentää myös se että hiivat pys-
tyvät tuottamaan noin 12–18 % alkoholia, jonka jälkeen alkoholin tislami-
nen ja absolutisointi kuluttaa paljon energiaa. Etanolin tuotanto on kannat-
tavinta paikoissa, joissa on saatavilla halpaa lämpöä kuten esimerkiksi teol-
lisuuden hukkalämpöä. Päästöjen näkökulmasta on myös tärkeää että käy-
tettävä lämpö on uusiutuvaa energiaa. Lisäksi voidaan todeta että raaka-ai-
neen kuljetusmatkalla on suuri merkitys energiataseeseen ja elinkaarikus-
tannuksiin sillä raaka-aineen energiatiheys on matala verrattuna siihen, että
valmista polttoainetta kuljetetaan. RES-direktiivissä on määritetty biopolt-
toaineille päästövähennystasot, jotta valmistettu liikennepolttoaine voidaan
luokitella uusiutuvaksi polttoaineeksi (liite 3). Luvussa 9.4 on vertailtu eri lii-
kennebiopolttoaineita.

Taulukko 25. Bioetanolin valmistuksen energiatase (Mäkinen 2006, Alve 2007)

Etanolin valmistus	MJ/MJ C ₂ H ₅ OH	
	Sokeri- ja hiilihydraattipohjainen (ohra)	Selluloosa-pohjainen (ruokohelpi)
Raaka-aineen tuotanto	0,44	0,13
Raaka-aineen esikäsittely	} 0,66	0,07
Valmistuksen muut raaka-aineet		0,23
Käyminen		0,00
Tislaus ja absolutisointi		0,88
Sivutuotteiden energia	-0,26	-0,91
Yhteensä	0,84	0,40

9.1.3 Bioetanolin tuotanto ja käyttö

Työ ja elinkeinoministeriön uusiutuvan energian velvoitepaketissa viljapohjaisen bioetanolin tuotannon tavoitteena on 120 000 – 150 000 tonnin etanolintuotanto vuonna 2020 (Pekkarinen 2010). Härmälän (2010) mukaan Suomessa olisi tilaa 2 – 3 viljaetanolia valmistavalle laitokselle, joiden keskimääräinen tuotantokapasiteetti olisi 60 000 tonnia etanolia. Härmälän selvityksessä todetaan, että Suomessa on hyvät ympäristö-, energia-, teollisuus- ja maatalouspoliittiset perusteet viljapohjaisen bioetanolin tuotannon käynnistymiselle. Raaka-aineena laitokset käyttäisivät nykyään ulkomaan vientiin menevään ylituotantoviljaa ja lisäksi etanolin tuotannon sivutuotteena saatava valkuaisrehu parantaisi merkittävästi Suomen valkuaisrehun omavaraisuutta sekä turvaisi GM-vapaan valkuaisrehun saantia. Härmälä totesi selvityksessä, että valtiolla on kaikki perusteet tukea viljapohjaisen bioetanolin tuotannon käynnistymistä Suomessa. Lounais-Häme nähtiin yhtenä potentiaalisena sijoituspaikkana uudelle tuotannolle. 60 000 tonnin viljaetanolin tuotanto vastaa energiamäärältään 440 GWh. Riippuen viljalajista laitos tarvitsisi 200 000 – 230 000 tonnia viljaa ja 55 000 ha viljantuotantopinta-alaa, joka on 80 % Kanta-Hämeessä viljan viljelyyn käytetystä pinta-alasta vuonna 2010. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että viljaetanolitehtaan raaka-aine kuljetettaisiin laajalta alueelta usean maakunnan alueelta.

Päijät-Hämeessä toimii tällä hetkellä yksi laitos, joka tuottaa bioetanolia liikennepolttoaineeksi. St1 Biofuels Oy:n Lahden Etanolix-laitos valmistaa etanolia elintarviketeollisuuden sivutuotteista, hukkanesteistä ja ylijäämäeristä. Laitoksessa valmistetaan Etanolix-prosessilla 85-painoprosenttista etyylialkoholia polttoainekäyttöön. Laitoksessa voidaan käsitellä enimmillään 9000 t biohajoavia jätteitä vuodessa, jolloin 85-prosenttista etanolia tuotetaan kumulimissaan 900 t/v (6 GWh). Laitoksen pääasialliset raaka-aineet ovat kuluutukseen soveltumattomat siiderit, limonadit ja oluet, ylijäämähiiva ja kauppojen ylijäämäleipä. St1 etanolintuotantolaitoksilta 85 – 95 prosenttinen etanoli toimitetaan säiliöautoilla yhtiön Haminan laitokselle absolutisoitavaksi 99,8

prosenttiseksi bioetanoliksi. Valmistettua etanolia myydään bensiinin ja etanolin seoksena St1 :n Suomen asemilla. (St1 Biofuels Oy 2009)

Kanta-Hämeessä toimii tällä hetkellä yksi etanolia liikennekäyttöön valmistava laitos ja lisäksi kaksi laitosta on suunnitteilla. St1:n laitos toimii Hämeenlinnassa Karanojan kaatopaikan yhteydessä. Se valmistaa bioetanolia erilliskerätystä biojätteestä. Laitoksen tuotanto kapasiteetti on 1150 tonnia etanolia (8,5 GWh) vuodessa, jolloin biojätettä käsitellään keskimäärin noin 15 000 tonnia (ST1 Biofuels Oy 2009). Laitos otettiin käyttöön kesällä 2010. St1 on saanut vuoden 2010 lopulla ympäristöluvan bioetanolin tuotannon aloittamiseksi Genercor International Oy:n entsyymitehtaan yhteydessä Jokioisilla entisen siirappitehtaan tiloja hyödyntäen. St1:llä on ollut siellä aiemmin vuonna 2010 koetoimintalupa bioetanolintuotannolle. Raaka-aineena laitos käyttää Genercorin entsyymitehtaan tuotannosta jäljelle jäävää ohralientä. Bioetanolin tuotantolaitoksessa voidaan käsitellä enimmillään 120 000 t raaka-ainetta vuodessa, jolloin 90 prosentista vesi-etanoliseosta tuotetaan maksimissaan 9 300 t/v (60 GWh) (St1 Biofuels Oy 2010). Kanta-Hämeen alueella St1 suunnittelee lisäksi Karanojan laitoksen yhteyteen etanolintuotannon fiberix-koe-laitosta, joka valmistaisi etanolia selluloosapohjaisista raaka-aineista. St1 etanolintuotantolaitoksilta 85 – 95 prosenttinen etanoli toimitetaan säiliöautoilla yhtiön Haminan laitokselle absolutisoitavaksi 99,8 prosenttiseksi bioetanoliksi. Valmistettua etanolia myydään bensiinin ja etanolin seoksena St1 :n Suomen asemilla. (ST1 Biofuels Oy 2009 ja 2010)

ST1:llä on tällä hetkellä olemassa etanolintuotantoa tarkkelys- ja sokeripohjaisista sivuvirroista Etanolix-laitoksissa ja biojätteistä Bionolix-laitoksessa. Lisäksi ST1:llä on tavoitteena tuottaa etanolia sekajätteestä Waste 360 menetelmällä sekä mm. kierrätyskuidusta ja puupohjaisista raaka-aineista tuotteenimellä Cellunolix. Etanolix tuotantotavoitteeksi on asetettu 10 – 15 miljoonaa litraa (60 – 90 GWh) vuoteen 2015 mennessä, Bionolixin tuotanto potentiaaliksi on arvioitu 5 – 10 miljoonaa litraa (30 – 60 GWh) ja Cellunolixin tavoitteeksi vuoteen 2020 mennessä on asetettu 250 – 280 miljoonaa litraa (1 400 – 1 600 GWh). (St1 Oy:n www-sivut)

Forssassa Envitech-alueelle Kiimassuolle on kaavailtu bioetanolitehdasta, jonka muodostaisivat viljaa raaka-aineenaan käyttävä viljaetanolilaitos sekä biojätteitä raaka-aineenaan käyttävä biojäte-etanolilaitos. Viljaetanolilaitoksen raaka-aineena käytettäisiin ohraa ja vehnää 340 000 – 388 000 tonnia vuodessa. Päätuotteina tehdas tuottaisi etanolia 100 000 tonnia (740 GWh), kuiturehua (k.a. 30 %) 210 000 tonnia ja valkuaisrehua (k.a. 30 %) n. 166 000 tonnia. Myöhemmin raaka-aineeksi on selvitetty ruisvehnää, sillä ohran ja vehnän viljely eivät tällä hetkellä täytä RES-direktiivin kestävyyskriteereitä. Biojäte-etanolilaitos käyttäisi raaka-aineenaan 50 000 t biojätettä vuodessa ja tuottaisi arviolta 3000 t (20 GWh) etanolia vuodessa. Prosessin sivutuotteita hyödynnettäisiin biokaasuntuotannon raaka-aineena. (Envor Bio-tech Oy 2010, Laine 2011)

Vuonna 2007 valmistui Suomen Biojalostus Oy:n esiselvitys etanolintuotannon käynnistämiseksi Hämeenlinnan seudulla. Suunniteltu laitos tuottaisi

bioetanolia ohrasta 50 000 tonnia vuodessa. Vuotuinen raaka-ainetarve olisi noin 193 milj. kg ohraa, mikä vastaa noin 55 000 hehtaarin viljelyalaa. Suunnitelmat eivät kuitenkaan edenneet toteutusvaiheeseen. Maanviljelijöiden kannalta etanolilaitoksen synnyttämä viljan kysyntä voisi vaikuttaa positiivisesti viljan hintaan ja lisäksi valkuaispitoisen rehun omavaraisuus parantuisi. (Kymäläinen 2007)

9.2 Biodiesel

Biodieseliä ovat luonnon uusiutuvista raaka-aineista valmistetut polttoaineet, jotka vastaavat ominaisuuksiltaan dieselöljyä. Niin sanottu ensimmäisen sukupolven biodiesel valmistetaan kasvi- tai eläinperäisistä öljyistä esteröimällä. Toisen sukupolven biodieseliksi kutsutaan kasvi- tai eläinperäisistä öljyistä vedytysmenetelmällä valmistettua dieselpolttoainetta. Kolmannen sukupolven biodieseliksi kutsutaan Fischer-Tropsch -kaasutusprosessissa valmistettua biodieseliä ja sen raaka-aineeksi soveltuu laajin kirjo erilaisia biomassoja. Suomen olosuhteissa kiinnostavimpia raaka-aineita öljystä ja rasvasta valmistettavalle biodieselille ovat rypsi, rapsi ja elintarviketeollisuuden jäterasvat. Kaasutusprosessin kiinnostavimpia raaka-aineita ovat metsähake, ruokohelpi ja olki. Taulukossa 26 on vertailtu eri raaka-aineita biodieselin tuotannossa.

Taulukko 26. Biodieselin raaka-aineiden vertailu (Mäkinen 2006, Turpeinen 2007, Agrimarket www-sivut)

Raaka-aine	t / t raaka-ainetta	t / ha	t raaka-ainetta/ ha
rypsi	0.35	0.55	1.60
rapsi	0.34	0.72	2.10
palmuöljy	0.20	4.50	22.00
ruokohelpi	0.31	2.34	7.50
hake	0.22		
elintarviketeollisuuden jäterasvat	~0.80		

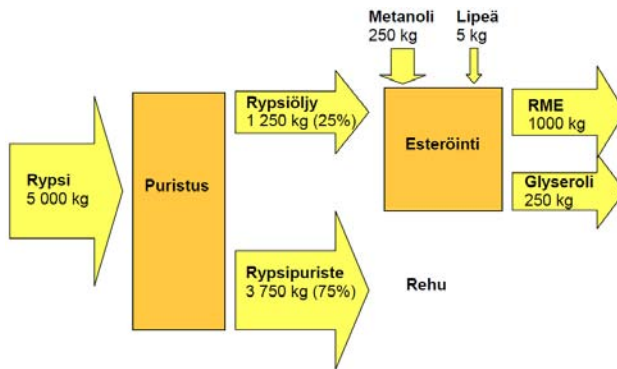
9.2.1 Tuotantoprosessi

9.2.1.1 Esteröintimenetelmä

Öljykasveista valmistettavan ensimmäisen sukupolven biodieselin valmistuksen ensimmäinen vaihe on öljynerotus. Öljykasvien siemenien puristus toteutetaan useassa vaiheessa öljyn saannon parantamiseksi. Myös kuumakäsittely tehostaa öljyn saantoa. Teollisen mittakaavan puristamossa öljyä saadaan luokkaa 400 kg / tonni ja maatilamittakaavassa luokkaa 250 – 300 kg / tonni. Puristuksen jälkeen öljy puhdistetaan ja käsitellään eli raffinoidaan esteröintiominaisuuksien parantamiseksi. Raffinoinnissa voidaan käyttää korkeita lämpötiloja ja kemikaaleja.

Öljyn esteröinti tehdään pääasiassa alkoholin avulla ja metanoli on tähän tarkoitukseen edullisin ja sopivin. Etanolin käyttö voi aiheuttaa ongelmia, sillä

se sisältää tislattunakin jonkin verran vettä. Esteröinnissä öljyn rasvahapot esteröidään ja sivutuotteena syntyy vahamainen glyseroli. Glyserolin erottaminen syntyneestä rypsimetyyliesteristä onnistuu sen erilaisen tiheyden vuoksi painovoimaan perustuvilla menetelmillä kuten sentrifugilla. Esteröinnillä parannetaan öljyn viskositeettia ja kylmäkäyttöominaisuuksia. Esteröitymisen aikaansaamiseksi prosessi tarvitsee emäs- tai happokatalyyttin. Prosessi on tehokkaampi monivaiheisena, jolloin öljy esteröidään ensin happokatalyyttin avulla ja tämän jälkeen uudelleen emäskatalyytillä. Pienen mittakaavan valmistuksessa sivutuotetta glyserolia syntyy 25 % (kuva 33). Tehokkaassa prosessissa glyserolia syntyy vain muutamia prosentteja. Teollisen mittakaavan laitteilla myös metanolin käyttötarve vähenee, sillä prosessin sisäinen kierrätys on tehokkaampaa. (Vihma 2006)



Kuva 33. Esimerkki RME:n (1000 kg) tuotantokaaviosta maatilatason laitteistolla (Vihma 2006)

Jos esteröintiprosessin raaka-aineena käytetään elintarviketeollisuuden jäterasioja, rasvojen mahdollisesti sisältämä vesi tulee poistaa öljyistä. Vesi aiheuttaa muuten ongelmia esteröintiprosessille. Kuivaus voidaan toteuttaa rikkihapolla, jonka tarve on 1–2 % öljyn määrästä. (Hämeen biodiesel Oy 2007, s.4)

9.2.1.2 Vedytysmenetelmä

Suomessa Neste Oil tuottaa biodieseliä synteettisesti vetykäsittelyllä (Vihma 2006, s.9) Tätä menetelmää kutsutaan ns. toisen sukupolven biodieseliksi, sillä sen tuotantoon soveltuvat kaikenlaiset kasviöljyt ja eläinrasvat (Ristimäki 2008, s.23). Lisäksi menetelmällä valmistetun biodieselin laatu vastaa kaikilta osin tavanomaisista dieseliä eikä näin ollen aiheuta rajoituksia polttoaineen käytölle.

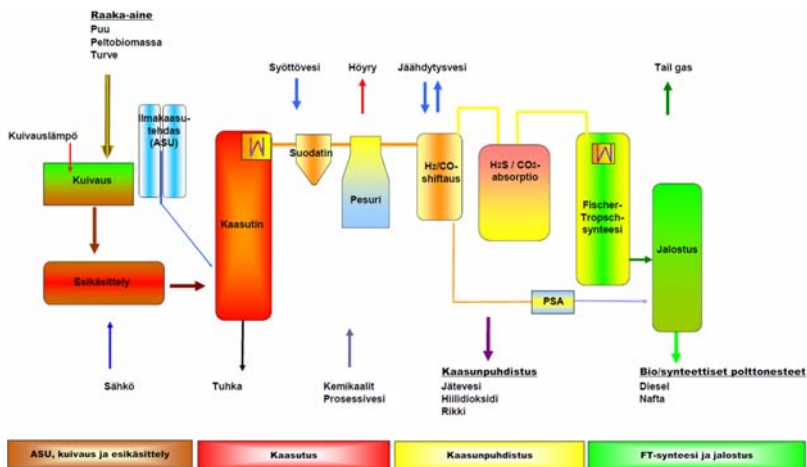
Neste Oil on kehittänyt vetykäsittelymenetelmää 1990-luvun puolesta välistä lähtien. Valmistuksen ensimmäisessä vaiheessa rasvoista poistetaan epäpuhtaudet. Seuraavassa vaiheessa rasvojen rakennetta muutetaan korkeassa paineessa vetykäsittelyllä, jolloin valmistettavan dieselin syttymis- ja palamisominaisuudet eli setaaniluku parantuvat. Prosessissa käytetään rikin-

poistokatalyyttejä. Kasviöljyn kylmäominaisuuksia parannetaan isomeroinnilla sopivien katalyyttien läsnä ollessa. Lopuksi syntynyt NExBTL-dieselöljy stabilisoidaan. (Ristimäki 2008, s.24, Mäkinen 2006, s.83)

9.2.1.3 Fischer-Tropsch synteesikaasumenetelmä

Fischer-Tropsch synteesimenetelmällä (FT) valmistettavan biodieselin raaka-aineeksi soveltuu laajin kirjo orgaanista ainetta. Biodieseliä voidaan valmistaa muun muassa puusta. Prosessi on jaettavissa neljään päävaiheeseen. Ensimmäiseksi käytettävä raaka-aine kuivataan. Tämän jälkeen biomassa kaasutetaan. Kaasuttimessa syntyvistä kaasuista vety ja hiilimonoksidi ovat toivottuja komponentteja jatkokäsittelyä varten. Kaasutus voidaan toteuttaa ilmalla tai hapella ilmanpaineisena tai paineistettuna. Syntyvän kaasun koostumus vaihtelee paljon kaasutusprosessista riippuen. Ennen varsinaista FT-synteesiä kaasu puhdistetaan joko kuivamenetelmin tai märkäpesulla. Terva on epäpuhtaus syntyvässä kaasussa, mutta sitä voidaan krakkaamalla pilkkoa lyhyemmiksi hiilivedyiksi, jolloin sitä voidaan edelleen hyödyntää synteisipolttoaineen valmistuksessa. (Alve 2007)

Puhdistuksen jälkeen kaasu paineistetaan ja kuumennetaan 20–40 baarin paineessa 180–250 C° lämpötilaan ja syötetään FT- reaktoriin. Reaktorissa hiilimonoksidi ja vety reagoivat muodostaen katalyyttien vaikutuksesta erimittaisia hiilivetyketjuja sekä vettä. Tämän jälkeen synteesireaktion hiilivetyketjuja pilkotaan krakkaamalla halutunlaisiksi polttoaineiksi. Synteesireaktion olosuhteista riippuen krakkauksen jälkeen lopputuotteena saadaan eri määriä dieselöljyä, bensiiniä, lentopetrolia ja vahoja. Synteesireaktorista poistuva jäännöskaasu voidaan kierrättää takaisin synteesiin tai käyttää sellaisenaan polttoaineena. Kuvassa 34 on esitetty synteettisen biodieselin valmistuksen prosessikuva Fischer-Tropsch-menetelmälle. (Alve 2007)



Kuva 34. Synteettisen biodieselin valmistuksen prosessikuva Fischer-Tropsch-menetelmälle (Metsäliitto ja Vapo Oy, s. 23)

9.2.2 Sivutuotteiden hyödyntäminen

Rypsiä tuotettavan biodieselin sivutuotteita ovat öljyn puristuksen puristerouhe, esteröinnissä syntyvä glyseroli sekä rypsin korsi. Rouhetta voidaan käyttää eläinten rehuna korvaamaan tuontisoijaa, polttaa lämpökattilassa tai käyttää biokaasuprosessin raaka-aineena. Rypsirouhe soveltuu märehittöille ja sioille ainoaksi valkuaisen lähteeksi, kun kanoilla voidaan puolet soijarehusta korvata rypsihulla (Alve 2007). Glyserolia voidaan käyttää polttoaineena lämmöntuotannossa tai sitä voidaan puhdistaa kemianteollisuuden raaka-aineeksi (Vihma 2006, s.28). Rypsin kortta voidaan olettaa käytettävän polttoaineena (Tuukkanen 2007, s. 33).

Vedytysmenetelmällä lopputuotteesta noin 5 % on biobensiiniä (Nylund 2010, s. 142). FT-menetelmän toteutuksesta riippuen sivutuotteena syntyy pieniä määriä bensiiniä, lentopetrolia ja vahoja.

9.2.3 Biodieselin tuotannon energiatase

Kun arvioidaan biodieselin tuotannon energiatasetta, käytetyillä raaka-aineilla, niiden valmistusmenetelmillä ja raaka-aineiden kuljetusmatkoilla on suuri merkitys tuotannon energiatehokkuuteen ja elinkaarikustannuksiin. Taulukossa 27 on vertailtu rypsiä esteröintimenetelmällä ja vedytysmenetelmällä valmistetun biodieselin sekä metsähakkeesta FT-menetelmällä valmistetun biodieselin energiataseita. Päästöjen näkökulmasta on myös tärkeää, että raaka-aineiden tuotannossa ja valmistusprosessissa käytetään uusiutuvia energialähteitä. RES-direktiivissä on määritetty biopolttoaineille päästövähennystasot, jotta valmistettava liikennepolttoaine voidaan luokitella uusiutuvaksi polttoaineeksi. Luvussa 5.4 on vertailtu eri liikennebiopolttoaineita.

Taulukko 27. Biodieselin valmistuksen energiatase (Mäkinen 2007, Gärtner 2006)

Biodieselin valmistus	Rypsibiodiesel	Rypsibiodiesel	Metsähakebiodiesel
	Esteröintimenetelmä	Vedytysmenetelmä	FT-menetelmä
	MJ/MJ RME	MJ / MJ NExBTL	MJ / MJ FT-diesel
Raaka-aineen viljely	0.55	0.37	0.03
Raaka-aineen esikäsittely	0.14		
Valmistuksen muut raaka-aineet	0.13	0.11*	0.46*
Dieselin valmistus			
Varastointi	0.02	0.02	0.02
Sivutuotteiden käyttö energiaksi	-0.33	*	*
Yhteensä	0.51	0.49	0.50

*Sivutuotteiden energian hyödyntäminen sisällytetty polttoaineen valmistuksen energiankulutukseen

9.2.4 Biodieselin tuotanto ja käyttö Suomessa ja Hämeessä

Työ- ja elinkeinoministeriön uusiutuvan energian velvoitepaketissa mainitaan vuoteen 2020 mennessä tavoitteeksi, että Suomessa on kolme toisen sukupol-

ven biodieselin tuotantolaitosta. Biodiesellaitosten tuotantomäärien tavoitteita ei velvoitepaketissa ole mainittu. (Pekkarinen 2010)

Asikkalassa sijaitseva Hämeen Biodiesel Oy aloitti toimintansa vuonna 2007. Ympäristöluvassa laitoksen maksimituotannoksi on arvioitu 8 milj. litraa biodieseliä vuosittain. Biodieselin raaka-aineina käytettäisiin 24 000 t öljykasvin siemeniä, rypsiöljyä 2000 t sekä paisto- ja teollisuuden bioöljyjä 3000 t. Biodieselin tuotantoa ei ole laitoksessa tällä hetkellä, mutta aiemmin laitos on käyttänyt raaka-aineena keittiöiden uppokeittojaterasvoja. Rypsistä laitoksella ei ole valmistettu biodieseliä, mutta hintasuhteiden (rypsin siemen / kevyt polttoöljy) muutos voi tulevaisuudessa käynnistää tuotannon. (Hämeen biodiesel Oy 2007)

Hämeen ympäristökeskus on myöntänyt koetoimintaluvan Ekoport Turku Oy:n dieselpolttoaineen valmistuslaitokselle Forssan Kiimassuon Envi-tech alueelle. Laitoksen tavoitteena on valmistaa jätteistä dieselpolttoainetta prosessilla, jota kutsutaan katalyyttiseksi depolymeraatioksi. Prosessi perustuu alipaineessa toimivaan suljettuun systeemiin. Menetelmä on kehitetty 1970-luvulla kemianteollisuuden tarpeisiin. Dieselpolttoaineen valmistusprosessissa hyödynnetään jätteitä. Prosessin raaka-aineena on mahdollista käyttää kaikkea hiiltä sisältävää materiaalia. Ekoport Turku Oy:n laitoksessa käytetään ensisijaisesti jätemuovia, biomassaa, REF-polttoainetta tai turvetta. Laitoksen suunniteltu käsittelykapasiteetti olisi 35 000 t/a, josta valmistettaisiin noin 13 000 tonnia (150 GWh) polttoainetta vuodessa. Teknisten ongelmien vuoksi laitoksen valmistuminen on viivästynyt, mutta keväällä 2011 laitoksella on päästy aloittamaan koeajot, jossa on tuotettu synteettistä biodieseliä jäteöljystä, sahanpurusta ja pienestä määrästä kotitalousjätepohjaista kierrätyspolttoainetta. (Ekoport Turku Oy 2008, Uusiouutiset 2011)

Metsäliitto ja Vapo Oy suunnittelevat FT-menetelmään perustuvaa biodieselin tuotantoa. Syksyllä 2010 on valmistunut ympäristövaikutusten arviointi, jossa laitosten mahdollisia sijoituspaikkoja olemassa olevien metsäteollisuusintegraattien yhteydessä ovat Kemi ja Äänekoski. Laitos käyttää vuodessa 4,2 TWh biomassaa raaka-aineena. Noin 55 % raaka-aineiden energiasta päättyy prosessin päätuotteiksi, 40 % raaka-aineiden sisältämästä energiasta päättyy prosessihöyryksi, kaukolämmöksi ja sähköksi. FT-synteestistä saadaan 200 000 tonnia (noin 2,3 TWh) ”synteettistä raakaöljyä”, joka voidaan jalostaa lopputuotteiksi nykyisillä öljyjalostamoilla tai biodieseltehtaan integroidussa jalostusyksikössä. Jalostuksessa voidaan tuottaa dieselpolttoainetta, bensiiniä ja kerosiinia sekä lisäksi sivutuotteena saadaan pienempiä määriä nestekaasua ja muita öljytuotteita. Polttoaineet ovat erittäin korkealaatuisia ja ovat yhteensopivia nykyisen jakeluverkoston ja ajoneuvojen kanssa. Prosessin raaka-aineiksi on suunniteltu ensisijaisesti metsäenergiajakeita. Peltobiomassa ja biopolttonesteet ovat täydentäviä raaka-aineita ja niiden osuus on enimmillään 15 %. Vararaaka-aineena käytetään turvepellettiä metsäenergiajakeiden toimitushäiriötilanteissa. Raaka-aineen taloudelliseksi kuljetusetäisyydeksi on arvioitu keskimäärin alle 200 km. Käytettävät raaka-aineet ovat sertifioituja biomassoja, jolloin koko tuotantoketju täyttää kestävä kehityksen kriteeristön. Hanke luo merkittävän määrän uusia työ-

paikkoja sijoituspaikkakuntaa kohti. Itse laitos luo noin 100 uutta työpaikkaa ja raaka-aineen hankinta sekä kuljetukset noin 500 uutta työpaikkaa. (Met-säliitto ja Vapo Oy 2009)

UPM-kymmene suunnittelee FT-menetelmään perustuvaa biodieselin tuotantoa. Vuonna 2009 on valmistunut ympäristövaikutusten arviointi, jossa laitosten mahdollisia sijoituspaikkoja olemassa olevien metsäteollisuusintegraattien yhteydessä ovat Kouvolan Kymin tehdas tai Rauman tehdas. Laitoksen suunniteltu kapasiteetti on 300 000 tonnia (n. 3 TWh) nestemäistä biopolttoainetta ja biokemikaaleja biopohjaisista raaka-aineista. Laitoksen päätuotteeksi on suunniteltu synteettinen biodiesel. Täydellä kapasiteetilla laitos käyttää 2 miljoona kiintokuutiota biomassaa (4 TWh). Tehokkaasta tehdasintegraatiosta johtuen todellinen biomassan käytön nettolisäys on vain 1,5 miljoona kuutiota biomassaa. Pääraaka-aineena ovat metsäpohjaiset biomassat. Lisäksi käytetään vähän peltobiomassoja, mutta niiden käytön haasteena on suuri tuhkapitoisuus. (UPM-kymmene Oyj 2009)

Myös Stora Enso ja Neste Oil suunnittelevat yhteistyössä FT-menetelmään perustuvaa biodieselin tuotantoa. YVA-menettely on valmistumassa syksyllä 2011. Biojalostamon vaihtoehtoiset sijaintipaikkakunnat ovat Porvoo ja Imatra. Laitoksen suunniteltu kapasiteetti olisi noin 200 000 tonnia biodieseliä vuodessa (2,1 TWh). Pääraaka-aineena käytettäisiin puubiomassoja. (NSE Biofuels 2011)

Neste Oil tuottaa Porvoon öljynjalostamolla kahdessa laitoksessa NExBTL biodieseliä liikennekäyttöön. Tuotantolaitosten raaka-ainekapasiteetti on yhteensä 525 000 tonnia. Tuotettujen liikennebiopolttoaineiden tuotanto on vuositasolla 5,0 TWh ja päätuotteena on biodiesel (Neste Oil Oyj 2011). Neste Oilin tuotannon haasteena uusiutuvien liikennebiopolttoaineiden näkökulmasta on, että tällä hetkellä ei vallitse yksimielisyyttä Neste Oilin biodieselin tuotannon ympäristöystävällisyydestä ja kestävydestä. Tuotanto perustuu pääasiassa Kaakkois-Aasiasta tuotuun palmuöljyyn (Neste Oil Oyj 2011).

9.3 Biokaasu

Biokaasu on orgaanisesta aineksesta anaerobisen hajoamisen seurauksena syntyvä kaasu. Biokaasu sisältää noin 55–75 % metaania, 30–45 % hiilidioksidiä ja muita kaasuja kuten vetyä, typpeä ja rikkivetyä yhteensä noin 5 % (Hatsala 2004). Biokaasun hyödyntäminen energiantuotannossa perustuu sen sisältämään metaaniin. Jotta biokaasu soveltuu hyödynnettäväksi, siitä joudutaan käyttökohteesta riippuen poistamaan kosteus, rikkivedyt ja hiilidioksidi. Biokaasusta voidaan puhdistaa myös maakaasua vastaavaa biomeetaania, jolloin se soveltuu myös liikennepolttoaineeksi.

Biokaasun raaka-aineeksi soveltuvat helposti hajoavat orgaaniset yhdisteet, kuten hiilihydraatit, proteiinit ja rasvat (Lampinen 2004). Raaka-ainevirroiksi biokaasuntuotantoon soveltuvat yhdyskunnan ja karjatalouden jätevedet ja jätevesilietteet, elintarviketeollisuuden sivuvirrat, erilliskerätty biojäte ja pel-

tobiomassat. Biokaasua syntyy myös kaatopaikoilla hapettomissa olosuhteissa. Runsaasti ligniiniä sisältävät raaka-aineet kuten puu eivät sovellu biokaasun tuotantoon (Luostarinen 2007, s. 7). Taulukossa 28 on esitetty eri biomassojen ominaislukuja biokaasuntuotannossa.

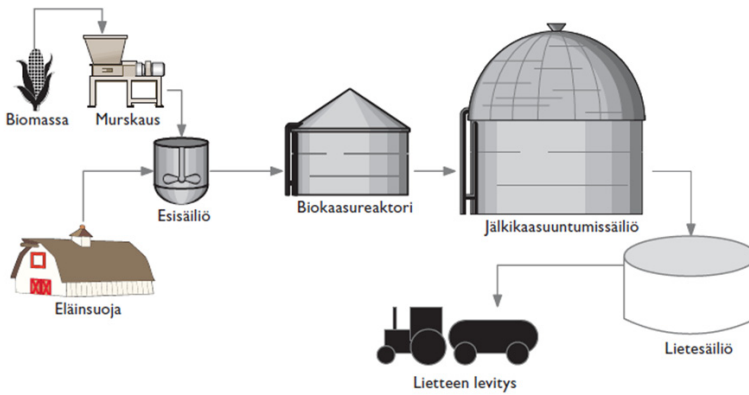
Taulukko 28. Biokaasun raaka-aineita (Hatsala 2004, Lehtomäki 2006, Latvala2009)

Raaka-aine	Biokaasun sisältämä metaani		t lantaa/ eläin / a
	m ³ / t raaka-ainetta	m ³ / a	
Eläintan lanta			
lypsykarja	18	430	24
lihakarja	16	140	9
sika	20	40	2
kana	128	1	0.01
hevonen	46	420	9
Kasvibiomassa	m³ / t raaka-ainetta	m³ / ha / a	t raaka-aineet / ha
timoteinurmi	70-90	2400-4000	32-44
sokerijuurikas+naatit	130-170	5200-6800	40
ruokohelpi	60-90	2800-4200	46
vihantakaura	72	2000	28
kauranolki	300	600	2-2.5
Muut	m³ / t raaka-ainetta		
teurastamojäte	150		
biojäte	100-150		
jätevesilietteet	8-16		

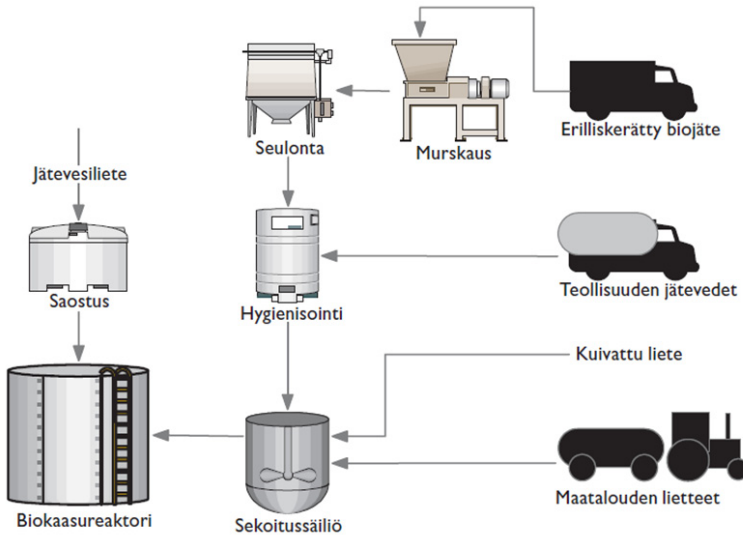
9.3.1 Biokaasun tuotanto mädättämällä

Biokaasulaitokset ovat jaettavissa kolmeen ryhmään niiden käyttämien raaka-aineiden perusteella. Maatilakokoluokan laitokset (kuva 35) käyttävät pääasiassa oman ja lähitilojen raaka-ainevirtoja. Jätevesipuhdistamoiden yhteydessä on biokaasulaitoksia, joissa jätevesilietteet käsitellään ensin biokaasureaktorissa ja kompostoidaan tämän jälkeen. Lisäksi on yhteiskäsittelylaitoksia (kuva 36), joissa voidaan käsitellä edellä mainittujen raaka-aine virtojen lisäksi elintarviketeollisuuden sivuvirtoja ja biojätteitä.

Biokaasuprosesseja voidaan jakaa erilaisiin prosesseihin syötteen kuiva-ainepitoisuuden, prosessin lämpötilan ja syöttötavan perusteella. Raaka-aineen syöttökosteuden perusteella prosessi jaetaan märkä- ja kuivaprosesseihin ja reaktorin lämpötilan perusteella prosessi jaetaan mesofilisiin (35 – 37 °C) ja termofilisiin (50 – 55 °C) prosesseihin. Raaka-aineen syöttötavan perusteella biokaasureaktorit jaetaan panosreaktoreihin ja jatkuvasyötteisiin prosesseihin. Erilaiset prosessit ja reaktorit voivat soveltua paremmin eri raaka-aineille sekä vaikuttaa laitoksen kokoon, kustannuksiin, prosessin hallittavuuteen ja biomassan viipymäaikaan prosessissa. Suomessa olevat biokaasulaitokset ovat pääasiassa jatkuvasyöttöisiä märkäprosesseja.



Kuva 35. Maatilakokoluokan biokaasulaitos (Latvala 2009, s. 26)



Kuva 36. Syötteen vastaanotto ja esikäsittely yhteiskäsittelylaitoksella (Latvala 2009, s. 26)

Biokaasuprosessi jakautuu neljään päävaiheeseen. Esikäsittelyssä erilaisille syötteille tehdään tarvittavat käsittelyt. Syötteestä poistetaan epäpuhtaudet, murskaimella syötteen palakoko saadaan halutunlaiseksi ja raaka-aineesta riippuen tämän jälkeen suoritetaan materiaalin hygienisointi lämpökäsittelyllä. Seuraavassa vaiheessa ennen biokaasureaktoriin syöttämistä eri raaka-aineet sekoitetaan. Seos homogenoidaan ja laimennetaan haluttuun kuiva-ainepitoisuuteen. Tässä vaiheessa tapahtuu raaka-aineiden hydrolysoitumista eli pilkkoutumista veden vaikutuksesta, joka edesauttaa biokaasun muodostumista prosessin seuraavissa vaiheissa.

Raaka-aine lämmitetään ja syötetään halutussa lämpötilassa varsinaiseen biokaasureaktoriin, jossa raaka-aineet jatkavat hajoamista hapettomissa olosuhteissa. Anaerobisten bakteerien vaikutuksesta biomassasta muodostuu metaania ja hiilidioksidia. Tämän jälkeen prosessijäännös (määdäte) siirretään jälkikaasutusaltaaseen, jossa biokaasun muodostuminen vielä jatkuu. Tämän jälkeen prosessijäännöksestä voidaan valmistaa lannoitetta ja maanparannusaineita.

9.3.2 Biometaanin valmistus synteettisesti

Synteettisen metaanin valmistuksen prosessi vastaa suurelta osin luvussa 9.2.1.3 esiteltyä Fischer-Tropsch menetelmää. Biomassaa kaasutetaan korkeassa lämpötilassa, jonka seurauksena syntyy pääasiassa hiilimonoksidia ja vetyä sekä pieni määrä metaania sisältävää kaasua. Tästä kaasusta voidaan metaanisynteesillä tuottaa biometaania. Katalyytteinä käytetään useimmiten nikkeliä, reaktiolämpötila on 300–400 °C ja paine 5–30 bar. Muita katalyyttejä ovat rutenium-, koboltti-, molybdeeni- ja rautakatalyytit. Reaktiossa hiilimonoksidi ja myös hiilidioksidi reagoivat vetykaasun kanssa muodostaen metaania ja vettä. Metaanisynteesin hyötysuhde on huomattavasti parempi kuin FT- ja DME-synteeiseillä. (Snelmann 2008–2011)

9.3.3 Kaasun käsittely ja käyttökohteet

Biokaasua voidaan käyttää sellaisenaan polttoaineena lämmöntuotannossa tai sitä voidaan käyttää kaasuturbiinin polttoaineena sähköntuotannossa, jonka ylijäämä lämpö voidaan käyttää lämmittämiseen. Lisäksi biokaasusta voidaan puhdistaa maakaasua vastaavaa biometaania, joka soveltuu myös liikennepolttoaineeksi. Biometaanista voidaan valmistaa myös nesteytettyä liikennepolttoainetta kryptekniikalla (Pohjois-Karjalan liikennebiokaasuhanke 2009).

9.3.4 Sivutuotteiden hyödyntäminen

Biokaasun tuotannossa syntyvää mädätettä voidaan hyödyntää lannoitteena ja maanparannusaineena. Biokaasuprosessin etuna muihin mainittuihin biopolttoaineiden valmistusprosesseihin verrattaessa on ravinteiden kierrätys. Määdäte sisältää raaka-aineissa olleet ravinteet ja ne voidaan sellaisenaan palauttaa pellolle. Biokaasuprosessissa osa orgaanisesta tyypestä hajoaa liukoiseen muotoon ja muut ravinteet pysyvät lähes ennallaan. Määdätteestä voidaan erottaa nestemäinen ja kiinteä jae. Nestemäinen jae soveltuu typpilannoitteeksi, sillä se sisältää suuren osan mädätteen tyypestä. Kiinteässä osassa sen sijaan on suurin osa muista ravinteista.

Käsiteltäessä esimerkiksi jätevesi- ja lantalietteet saadaan syötteet hajuttomampaan muotoon. Biokaasuprosessin syötteistä riippuen prosessille on asetettu hygieniavaatimuksia, joita on esitetty taulukossa 29. (Latvala 2009)

Taulukko 29. Sivutuoteasetuksen mukaiset hygienisointi- ja sterilointivaatimukset. (Latvala 2009)

Esikäsitteily	Kuvaus	Tyypillisiä syötteitä
Hygienisointi	Min. 1 tunti 70 °C asteessa. Partikkelikoko max. 12 mm. Voidaan tehdä myös prosessin jälkeen.	Luokkaan 3 kuuluvat sivutuotteet, kuten ruokajäte ja elintarviketeollisuuden sivutuotteet.
Sterilointi	Min. 20 minuuttia 133 °C asteessa 3 bar:n paineessa	Luokan 2 eläinperäinen aines lantaa lukuun ottamatta

9.3.5 Biokaasuntuotannon energiapanokset

Kun arvioidaan biokaasuntuotannon energiatasetta, käytetyillä raaka-aineilla, niiden valmistusmenetelmillä ja raaka-aineiden kuljetusmatkoilla on suuri merkitys tuotannon energiatehokkuuteen ja elinkaarikustannuksiin. Taulukossa 30 on esitetty nurmibiokaasun valmistuksen energiataset. Päästöjen näkökulmasta on myös tärkeää, että raaka-aineiden tuotannossa ja valmistusprosessissa käytetään uusiutuvia energialähteitä. Mädatysprosessissa tuotetun biokaasun etuna on se, että mädatejäännöksessä ravinteet säilyvät muodossa, jossa kasvit voivat hyödyntää niitä. Esimerkiksi pelto biomassasta tuotetun biokaasun tapauksessa ravinteet voidaan kierrättää takaisin peltoon eikä synny tarvetta keinolannoitteille. Biokaasuprosessin ylläpitäminen kuluttaa noin 10 % biokaasun sisältämästä energiasta. Jos biokaasu puhdistetaan ja paineistetaan liikennepolttoaineeksi sopivaksi, prosessi kuluttaa lisäksi noin 8 % biokaasun sisältämästä energiasta.

Taulukko 30. Biokaasun tuotannon energiataset (Luostarinen 2007)

Biokaasu	Nurmibiokaasu MJ / MJ CH4
Raaka-aineen viljely	0.18
Biokaasuprosessi	0.10
Liikennepolttoaineen valmistus	0.08
Mädatteen käyttö lannoitteena	-0.13
Yhteensä	0.23

9.3.6 Biokaasun käyttö Suomessa ja Hämeessä

Työ- ja elinkeinoministeriön uusiutuvan energian velvoitepaketissa biokaasun tuotannon tavoitteeksi vuoteen 2020 mennessä on asetettu 0,7 TWh. (Pekkarinen 2010)

Päijät-Hämeessä Biokaasua tuotetaan Lahti Aqua Oy:n laitoksessa jätevedenpuhdistamoilla. Lisäksi Nastolassa on rakenteilla Gasumin ja Biovakan yhteishankkeena Suomen ensimmäinen biokaasulaitos, jonka tuottama biokaasu syötetään puhdistettuna maakaasuverkkoon. Kaasuverkon kautta biokaasua voidaan hyödyntää esimerkiksi liikennepolttoaineena. Biokaasulaitos

suunniteltu raaka-aineiden käyttökapasiteetti on 120 000 tonnia ja metaani-kaasua laitos tuottaa 5,2 miljoonaa m³ vuodessa, joka vastaa 52 GWh energiasisältöä. Raaka-aineena laitos käyttää alkutuotannon, elintarviketeollisuuden ja yhdyskuntien sivutuotteita. Lisäksi laitoksella tuotetaan typpipitoista nestekonsentraattia ja fosforipitoista lannoitetta. (Biovakka Suomi Oy 2009)

Kanta-Hämeessä biokaasua tuotetaan jätevedenpuhdistamoilla Hämeenlinnassa ja Forssassa. Lisäksi Forssassa on Envor Biotech Oy:n biokaasulaitos joka tuottaa biokaasua elintarviketeollisuuden, kaupan ja asumisen biojätteistä. Biokaasulaitos aloitti toimintansa vuonna 2009. Biokaasulaitoksen kapasiteetti nousi 840 00 tonniin kesällä 2011, kun laitoksen kolmas reaktori otettiin käyttöön. Biokaasun tuotanto tulee olemaan 6 miljoonaa m³, jonka energiasisältö on 39 GWh. Erityispiirre laitoksella on, että sähköntuotannon lisäksi Envor Biotech Oy toimittaa Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy:n (ISOVER) Forssan tehtaalle kaasuputkella biokaasua energianlähteeksi. Biokaasulaitoksessa jätteet homogenisoidaan ja hygienisoidaan, minkä ansiosta lopputuotetta eli mädätettä voidaan käyttää lannoitteena. Valtaosa mädätteestä kuivataan linkoamalla, kompostoidaan ja käytetään mullan tuotantoon. (Envor Biotech Oy:n www-sivut)

Maatiloilla toimivia biokaasulaitoksia ei tiettävästi ole lainkaan Hämeessä, vaikka vuonna 2008 Kiipun Biovoima Jokioisilta sai ympäristöluvan biokaasulaitokselle. Koko Suomessa maatilakokoluokan biokaasulaitoksia on vähän. Biokaasuntuotanto on nykyään kannattavaa vain suurilla karjatiljoilla. Hämeen ELY-keskuksen alueella on 19 kpl suuria lypsylehmätiloja, joissa lehmiä on yli 75 kpl ja 9 kpl suuria sikaloita, joissa sikoja on yli 800 kpl. Liitteessä 4 on esitetty karjan määrä ja karjatiljojen määrät kokoluokittain Hämeessä.

Helsingin Energia ja Gasum ovat tehneet keväällä 2011 aiesopimuksen kansallisesti merkittävän synteettisen biometaanin tuotantolaitoksen kehittämiseksi Suomeen. Synteettisestä biometaanista haetaan suuren kokoluokan ratkaisua mädättämällä tuotetun biokaasun rinnalle. Biomassasta kaasuttamalla valmistettu synteettinen biometaani käsitellään niin, että se täyttää Suomen maakaasuverkkoon syötettävälle kaasulle asetetut laatu- ja turvallisuuskriteerit. Synteettinen biometaani uusiutuvana energialähteenä on varteenotettava vaihtoehto tavoiteltaessa uusiutuvan energian osuuden lisäämistä ja sitä kautta hiilidioksidipäästöjen rajoittamista. Lisäksi Gasum on tehnyt aiesopimuksen synteettistä biometaania valmistavasta laitoksesta kouvola-laisen energiayhtiön KSS Energian kanssa. (Helsingin energia Oy 2011, KSS Energia Oy 2011)

9.4 Liikennebiopolttoaineiden vertailu

Taulukossa 31 on vertailtu aiemmin esiteltyjä liikennebiopolttoaineita. Etanoli soveltuu seospolttoaineeksi bensiinin kanssa. Kuitenkin jo 10 prosenttia etanolia sisältävän bensiinin kanssa tulee varmistaa että auton moottori soveltuu kyseiselle polttoaineelle. Flexifuel-autot soveltuvat käyttämään E85 polttoainetta, joka sisältää 85 prosenttia etanolia. Etanolin energiatiheys on

matalampi kuin bensiinillä, joten ajoneuvon litramääräinen polttoaineen kulutus kasvaa merkittävästi etanolin korkeammassa seossuhteissa.

Biodiesel soveltuu semmoisenaan ja eri seossuhteilla dieselautojen polttoaineeksi. Esteröintimenetelmällä valmistettu biodiesel tarvitsee talviolosuhteissa lisäaineita ja polttoaineen esilämmittimen polttoaineen jähmettymisen estämiseksi. NExBTL- ja FT-dieseli soveltuvat sellaisenaan myös talviolosuhteisiin. Biodieselin energiatiheys on lähes yhtä suuri kuin tavanomaisella dieselillä

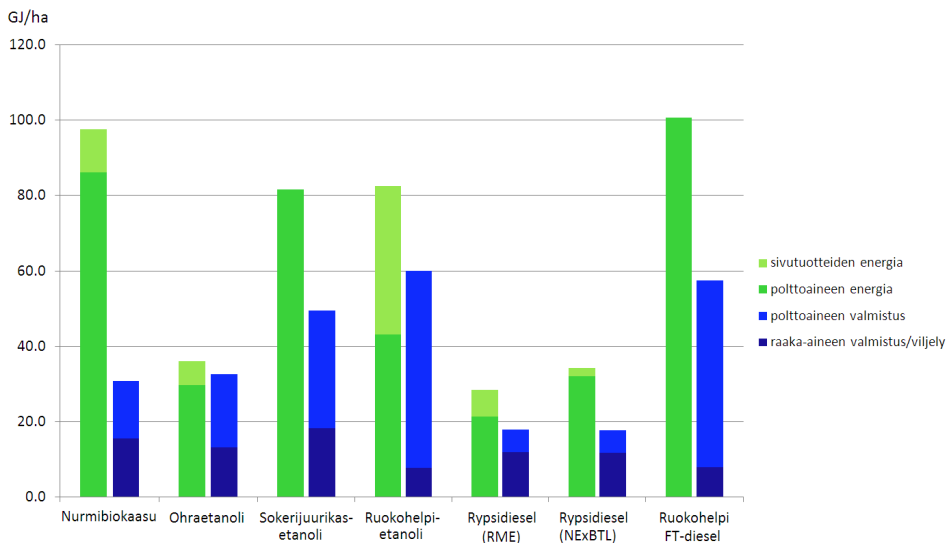
Puhdistettu biokaasu eli biometaani soveltuu maakaasun tavoin polttoaineeksi bensiinimoottoreille, kun autoon on asennettu kaasunsyöttöjärjestelmä. Biometaani sopii myös dieselauton polttoaineeksi, mutta tarvitsee sytytykseen noin 10 % diesel-polttoainetta. Liikennepolttoaineeksi paineistetun biokaasun energiatiheys on matalampi kuin bensiinillä ja dieselillä, joten biokaasuautojen toimintasäde on yleisesti noin 300 km. (Mäkinen 2005 s. 63, Liikennebiokaasu.fi www-sivut)

Taulukko 31. Liikennepolttoaineiden ominaisuuksia

Polttoaine	Lämpöarvo		Ominaisuudet
	MJ/kg	MJ/l	
Bioetanoli	26.60	21.00	- Soveltuu liikennepolttoaineeksi eri seossuhteilla bensiinin kanssa tai pelkkänä alkoholina. - Auton polttoainejärjestelmä sekä moottori tulee olla suunniteltu etanolin käyttöön, jotta moottoriin ei tule kulumia ja hapettumia - Etanolin energiatiheys on matalampi kuin bensiinillä, joten ajoneuvon litramääräinen polttoaineen kulutus kasvaa - Etanoli on happipitoisempaa kuin bensiini ja palaa siksi puhtaammin
Biodiesel RME	37.50	33.20	- Soveltuu liikennepolttoaineeksi eri seossuhteilla dieselin kanssa tai pelkkänä biodieselinä. - Talviolosuhteissa tarvitsee lisäaineita ja polttoaineen esilämmittimen jotta polttoaine ei jähmety.
Biodiesel NExBTL	44.00	34.40	- Korkealaatuinen dieselpolttoaine. Soveltuu liikennepolttoaineeksi eri seossuhteilla dieselin kanssa tai pelkkänä biodieselinä. - Palaa puhtaammin kuin tavomainen dieselpolttoaine.
FT-diesel	43.00	34.00	- Korkealaatuinen dieselpolttoaine. Soveltuu liikennepolttoaineeksi eri seossuhteilla dieselin kanssa tai pelkkänä biodieselinä.
Paineistettu biometaani	50.00	36.00*	- Soveltuu liikennepolttoaineeksi puhdistettuna biometaanina sekä bensamoottoreihin. - Soveltuu polttoaineeksi diesel-autoihin, mutta vaatii sytytykseen noin 10% diesel-polttoainetta. - Vaatii erillisen polttoaineen syöttöjärjestelmän. - Biometaanin energiatiheys on matalampi kuin bensiinillä, joten autojen tavomainen toimintasäde on noin 300 km.
Diesel(kesälaatu)	42.7	35.70	
Bensiini	43	37	

*MJ/m³

Kuvassa 37 on vertailu pellolla tuotetuista raaka-aineista valmistettujen liikennepolttoaineiden energiataseita. Kuvasta nähdään että kaikkien polttoaineiden raaka-aineiden tuotantoon sekä polttoaineen valmistukseen kuuluu huomattava määrä energiaa suhteessa tuotetun polttoaineen sisältämään energiaan. Tuotannon sivutuotteet ovat myös merkittävä tekijä, joiden hyödyntäminen parantaa liikennebiopolttoaineiden energiatasetta. Kun liikennebiopolttoaineiden raaka-aineena voidaan käyttää jätteitä tai muiden prosessien sivuvirtoja valmistuksen energiatase on parempi, sillä raaka-aineiden valmistuksen ei tarvitse käyttää energiaa. Taulukossa 32 on lisäksi vertailtu synteettisiä polttoaineiden valmistusmenetelmiä. Tuloksista nähdään että synteettisen metaanin tuotannon terminen hyötysuhde on korkeampi kuin esimerkiksi FT-menetelmällä.



Kuva 37. Liikenne biopolttoaineiden elinkaarien vertailu (Luostarinen 2007, Mäkinen 2006, Alve 2007, Salter 2005, Gärtner 2006)

Taulukko 32. Synteettisten polttoaineiden valmistusmenetelmien termisen hyötysuhteen vertailu (Snelman 2008 – 2011)

Synteesi	Terminen hyötysuhde (%)
Biokaasusynteesi (SBG)	75-85
Metanolisynteesi	42-66
Dimetyyliesterisynteesi (DME)	31-67
Fischer-Tropsch-synteesi (FT)	40-50
Metanoli bensiiniksi -synteesi (MTG)	40-50

9.5 Liikennebiopolttoaineiden tuotantopotentiaali

Tieliikenteen polttoaineiden käyttö oli Päijät-Hämeessä 1910 GWh vuonna 2008. Suomen kansallisen tavoitteen täyttämiseksi liikenteen biopolttoaineiden osuus tulisi olla Päijät-Hämeessä vuonna 2015 190 GWh (10 %) ja vuoteen 2020 mennessä 380 GWh (20 %).

Bioetanolin tuotantopotentiaali Hämeessä:

Yhden suuren viljaetanolilaitoksen tuotanto on noin 440 GWh. Tarvittava viljelypinta-ala olisi 55 000 hehtaaria, joten viljaa tulisi tuoda usean maakunnan alueelta.

Erilliskerätyn biojätteen määrä Hämeessä oli vuonna 2009 noin 15 000 t ja siitä tuotettavan bioetanolin sisältö olisi noin 8 GWh. ST1 Oy:n Karanojan Bionolix-laitoksen kapasiteetti vastaa koko Hämeen erilliskerätyn biojätteen määrää. Elintarviketeollisuuden sivuvirtojen määriä ei ole hankkeessa selvitetty, mutta niissä voi olla merkittävää potentiaalia bioetanolintuotantoon. Jokioisille suunnitellaan etanolintuotantolaitosta, joka tuottaa etanolia 60 GWh Genercorin ohraliemisivuvirrasta.

Sellupohjaisen bioetanolin tuotantomahdollisuus kesannoilla tuotetusta biomassasta olisi Päijät-Hämeessä 90 GWh ja koko Hämeessä 190 GWh. Oljesta tuotetun bioetanolin energiasisältö olisi Päijät-Hämeessä 40 GWh ja koko Hämeessä 100 GWh, jos puolet oljista hyödynnettäisiin etanolin tuotannossa.

Biodieselin tuotantopotentiaali Hämeessä

Biodieselin maksimipotentiaali Päijät-Hämeessä on öljykasveista 55–100 GWh ja koko Hämeessä 120–220 GWh, mutta tällöin kaikki öljykasvituotanto käytettäisiin polttoaineiden tuotantoon. Jatkossakin suurin osa öljykasveista suuntautuu elintarviketuotantoon. Pieni osa öljykasveista voisi päätyä maatilojen energianlähteeksi esim. viljankuivaukseen. Metsäpolttoaineiden käytön lisäämispotentiaali on Päijät-Hämeessä 780 GWh ja siitä saataisiin tuotettu biodieselä FT-menetelmällä noin 390 GWh. Päijät-Hämeessä FT-menetelmällä tuotetun biodieselin tuotantomahdollisuus kesannoilla tuotetusta ruokohelvestä olisi 40 GWh (koko Häme 90 GWh) ja viljakasvien oljesta 90 GWh (koko Häme 210 GWh), jos puolet oljista hyödynnettäisiin biodieselin tuotannossa. Lisäksi biodieselä on tulevaisuudessa mahdollisuus tuottaa kierrätyspolttoaineista, kuten Forssan seudulla Ekoport Turku Oy on aloittamassa tuotantoa. Laitoksen suunniteltu tuotantokapasiteetti on 150 GWh.

Biokaasun tuotantopotentiaali Hämeessä

Biokaasun tuotantomahdollisuus liikennepolttoaineeksi kesannoilla tuotetusta nurmesta olisi Päijät-Hämeessä 200 GWh (koko Häme 440 GWh). Karjan lannasta biokaasun tuotantopotentiaali on noin 40 GWh (koko Häme 80 GWh), yhdyskuntajätevesilietteistä 20 GWh (koko Häme 40 GWh) ja kaatopaikkakaasuista 15 GWh (koko Häme 35 GWh). Metsäpolttoaineiden käytön lisäämispotentiaali on Päijät-Hämeessä 780 GWh (koko Häme 1 380 GWh) ja

siitä saataisiin tuotettua synteettistä biometaania noin 550 GWh (koko Häme 1000 GWh). Synteettisen biokaasun tuotantomahdollisuus Päijät-Hämeessä kesannoilla tuotetusta ruokohelvestä olisi 50 GWh (koko Häme 135 GWh) ja viljakasvien oljesta 140 GWh (koko Häme 320 GWh), jos puolet Päijät-Hämeen oljista hyödynnettäisiin biokaasun tuotannossa.

Myös liikenteen biopolttoaineiden kohdalla, kuten energiantuotannossa yleisesti, tullaan tulevaisuudessa näkemään kehitystä, jossa polttoaineita tuotetaan useilla eri menetelmillä ja hyvin laajasta raaka-ainevalikoimasta eri kokoluokan laitoksissa.

9.6 Liikennebiopolttoaineiden aluetaloudelliset ja ympäristövaikutukset

Aluetaloudellisesti liikennebiopolttoaineiden paikallisella tuotannolla on työllistävä vaikutus raaka-aineiden tuotannon, kuljetus- sekä polttoaineen valmistuksessa. Vielä 2000-luvun alkupuolella liikennepolttoaineet ovat lähes kokonaan pohjautuneet ulkomaisiin fossiilisiin polttoaineisiin. Kotimaisiin ja paikallisiin raaka-aineisiin pohjautuva liikennebiopolttoaineiden tuotanto parantaa alueellista energialähteiden omavaraisuutta ja polttoaineisiin käytettävä pääoma jää kiertämään aluetalouden hyväksi. Tekniikan kehittyminen ja laitteistojen sarjatuotanto voi tulevaisuudessa lisätä paikallista liikennebiopolttoaineyrittäjyyttä eri kokoluokissa.

Liikennebiopolttoaineiden valmistuksen ja käytön ympäristövaikutuksiin vaikuttavat valmistuksessa käytetyt raaka-aineet ja energialähteet sekä kuljetusketjut. Liikennepolttoaineiden raaka-aineina voidaan käyttää mm. metsäenergiaa, peltoenergiaa ja jätteitä ja erilaisia sivuvirtoja. Näiden ympäristövaikutuksia on käsitelty kyseisiä raaka-aineita koskevissa kappaleissa. Jätteiden ja sivuvirtojen hyödyntämisen etuna on, että raaka-aineiden valmistukseen ei tarvita lisäenergiaa. Liikennebiopolttoaineiden valmistusmenetelmällä on myös suuri vaikutus valmistuksen ympäristövaikutuksiin ja energiankulutukseen. (Kuva 37).

10 Energiantuotantoon soveltuvat jätteet

Tässä osiossa on esitetty tiivistelmä ostopalveluna toteutetusta selvityksestä energiantuotantoon soveltuvista jätteistä Kanta- ja Päijät-Hämeessä. Selvityksen on laatinut WSP Environmental Oy.

Työn tavoitteena oli selvittää jätteiden synnyn, käsittelyn ja hyödyntämisen nykytila sekä energiantuotantoon soveltuvien jätteiden määrää Kanta- ja Päijät-Hämeessä. Energiantuotantoon soveltuviin ja jätteenpoltoasetuksen alaisiin jätteisiin laskettiin kuuluvaksi polttokelpoinen sekajäte, erilliskerättävät energiajakeet/jätteet ja biohajoavat jätteet. Tietoja on esitetty sekä maakunnittain sekä seutukunnittain (Lahti, Riihimäki, Hämeenlinna ja Forssa). Selvityksen tilastotietojen tarkasteluvuosi oli vuosi 2009, mikäli tiedot olivat julkisia tai saatavilla. Muutoin tarkasteluajankohta on vuosi 2008. Talouden taantumasta johtuen vuoden 2009 jättemäärät ovat pienempiä kuin vuonna 2008.

Selvityksen toteutuksessa kerättiin olemassa olevaa tietoa kirjallisuudesta, ympäristöhallinnosta ja Internetin kautta yritysten kotisivuilta. Tärkeimpiä tietolähteitä olivat mm. Valtakunnallinen jätesuunnitelma (VALTSU), Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnitelma vuoteen 2020 (ELSU) sekä sen taustaraportit. Näistä raporteista poimittuja Kanta- ja Päijät-Hämettä koskevia tietoja tarkennettiin Vahti-järjestelmään tehdyillä tietohauilla ja suorilla yhteydenotoilla hankkeen kannalta selvitysalueen merkittävimpiin toimijoihin.

Selvityksessä ei ole otettu kantaa materiaalihyödyntämisen tai energiahyödyntämisen puolesta tai vastaan. Jätteiden energiahyödyntämisessä puhutaan jätteiden poltosta yleisellä tasolla ja sillä tarkoitetaan jätteiden massapoltoa sekä jätteiden kaasuttamista. Selvityksessä ei ole otettu kantaa eri menetelmien paremmuuteen, vaan selvityksessä on pyritty kokoamaan yhteen tietoa jätteiden määristä ja käsittelyn tilanteesta Hämeessä.

Selvityksen epävarmuustekijöitä ovat pohjatietojen erilaiset tilastointitavat sekä jätevirrat, joita ei ole tilastoitu tai eivät ole muuten saatavilla. Tässä selvityksessä yhdyskuntajätteen tilastointia voidaan pitää luotettavampana kuin teollisuuden jätteet ovat pääsääntöisesti yksityisten yritysten hoidossa ja niitä pidetäänkin yrityssalaisuuden piiriin kuuluvina. Esimerkik-

si kierrätyspolttoaineen valmistamisesta ei ole tarkkoja määriä tiedossa. Projektiryhmän käsityksen mukaan tässä selvityksessä kerätyistä tiedoista puuttuu huomattava osa kaupan ja teollisuuden polttokelpoisista jätteistä, mikä selittää merkittävän eron polttokapasiteetin ja jätemäärien välillä.

10.1 Energiantuotantoon soveltuvien jätteiden hyödyntämisen taustaa

Yhdyskuntajätteen energiahyödyntäminen on Suomessa toistaiseksi vähäistä verrattuna useimpiin muihin Länsi-Euroopan maihin. Jätteenpolttodirektiivin (2000/76/EY) ja kansallisen jätteenpolttoasetuksen (362/2003) käyttönoton siirtymävaiheen päätyminen vuoden 2005 lopulla kiristi jätteenpolttomääräyksiä. Tämän seurauksena monet jätteperäisiä polttoaineita aiemmin käyttäneet energiantuotantolaitokset lopettivat jätteen rinnakkaispolton voimalaitoksissaan ja yhdyskuntajätteestä valmistettujen kierrätyspoltoaineiden rinnakkaispolto tavanomaisissa voimalaitoksissa väheni huomattavasti. (Sten 2009). Viime vuosina jätteiden hyödyntäminen energiana on selvästi lisääntynyt Suomessa, mutta silti sen osuus jätehuollon kokonaisuudesta on edelleen kansainvälisesti katsottuna melko pieni. Uusiokäyttöön ja materiaali-kierrätykseen soveltumattoman jätteen hyödyntäminen energiana on määritelty yhdeksi jätehuollon tavoitteeksi vuonna 2008 hyväksytyssä valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa ja EU:n jättepuitedirektiivissä. Tämä ja alan tekninen ja taloudellinen kehitys lisää odotettavasti jätteiden energiakäyttöä lähivuosina (Novox 2009).

EU:n jättepuitedirektiivin mukaan 1) jätteen syntyä pitää ehkäistä, 2) jäte valmistellaan uudelleen käyttöön, 3) kierrätetään, 4) hyödynnetään muuten, esim. energiana ja 5) loppukäsitellään. Jätteiden energiahyödyntämisen kannalta em. jättehierarchy määrittää, että energiakäyttöön tulee ohjata vain sellaista jätettä, jota ei voida teknisesti ja taloudellisesti mielekkäästi käyttää uudelleen sellaisenaan tai huollon tai korjauksen jälkeen, tai jota ei voida kierrättää materiaalina uudelleen käytettäväksi. Periaatetta voidaan pitää selkeänä, mutta se johtaa erilaisiin näkemyksiin siitä, mikä on mielekäästä uudelleen käyttöä ja mitä ja minkä laatuista materiaaleja on ekologisesti ja taloudellisesti mielekäästä kierrättää materiaalina uudelleen käytettäväksi. Käytännössä asian ratkaisee se, onko jätteeksi päätyneen materiaalin tai aineen uudelleenkäytölle kysyntää. Esimerkiksi puhtaiden jätemuovien uudelleenkäytölle on kysyntää ja sen vuoksi niitä ei pitäisi ohjata energiakäyttöön. Asian tekee monimutkaisemmaksi kuitenkin se, että materiaalina hyödynnettävien muovien määrän pitäisi olla riittävä, jotta niitä kannattaa käsitellä ja kuljettaa materiaalikäyttöön. Pienet, muiden jättemateriaalien mukana olevat puhtaat jätemuovierät ovat tästä syystä usein sekä ekologisesti että taloudellisesti viisaampaa hyödyntää energialähteenä (Novox 2009).

Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnittelualueeseen (ELSU) kuuluu entisten Hämeen, Kaakkois-Suomen, Lounais-Suomen, Länsi-Suomen, Pirkanmaan ja Uudenmaan ympäristökeskusten alueet. ELSU:n alueelle on määritelty jätehuollon tavoitteita vuonna 2020. Vuoteen 2020 tavoitteena on, että jätteen

synnyn ehkäisyssä on edistytty, hyödyntäminen on lisääntynyt ja jätehuolto on suunnitelmallista.

Jätteen synnyn ehkäisyssä tavoitteena on, että yhdyskuntajätteen määrä asukasta kohden on pienempi vuonna 2020 kuin vuonna 2007. ELSU:ssa todetaan, että yritysten, teollisuuden ja hallinnon on panostettava jätteen synnyn ehkäisyyn omassa toiminnassaan. Hankkeita ja tuotteita suunniteltaessa otetaan huomioon jätteen synnyn ehkäisy. Koulutuslaitoksille ja kunnallisille jätelaitoksille tuotetaan aiheesta valtakunnallista materiaalia, jota kyseiset laitokset hyödyntävät neuvonnassaan ja opetuksessaan.

Jätteenhyötykäytön lisäämisen tavoitteena ELSU:ssa on, että yhdyskuntajätteistä hyödynnetään 90 % ja kaatopaikalle sijoitettavista yhdyskuntajätteistä alle puolet on biohajoavaa jätettä. Verrattuna valtakunnalliseen jätesuunnitelmaan (VALTSU) Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnitelmassa on tiukempi tavoite kaatopaikalle sijoitettavien jätteiden osalla. Tämä on annettu siksi, että tiheimmin asutulla seudulla on helpompi järjestää jätteiden hyötykäyttö kuin esim. Pohjois-Suomen harvaan asutuilla seuduilla. VALTSU:ssa on aineena hyödyntämiselle annettu 50 %:n tavoite ja energiana tulee hyödyntää 30 % yhdyskuntajätteistä vuonna 2020. ELSU:ssa on myös tavoitteena, että polttoon ohjataan vain aineena hyödyntämiseen kelpaamaton jäte. (Sten 2009).

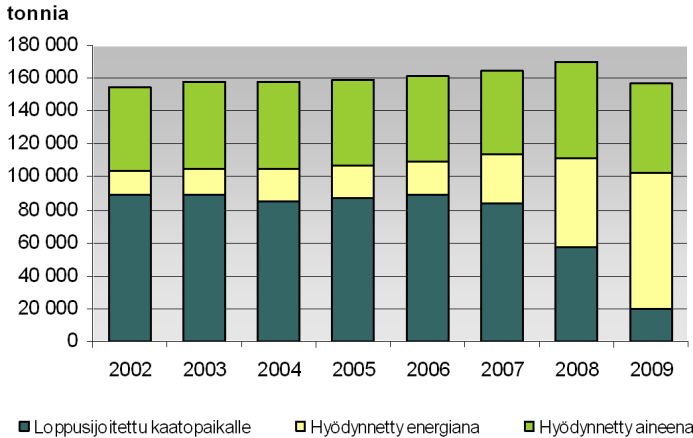
Jätehuollon suunnitelmallisuudella tarkoitetaan, että jätehuollossa varaudutaan poikkeuksellisissa tilanteissa muodostuvien jätteiden asianmukaiseen jätehuoltoon. Esimerkiksi tulvien tai öljyalusonnettomuuksien aiheuttamien jätteiden käsittely tulee olla suunnitelmallista. Suunnitelmallisuudella tarkoitetaan myös, että kaavoituksessa otetaan huomioon jätehuollon aluetarpeet ja niiden merkinnät ovat tulevaisuudessa riittäviä sekä ajankohtaisia. Suunnitelmallisuudella halutaan myös panostaa seudulliseen yhteistyöhön, jotta se tukee hyötykäytön lisäämistä alueella järkevästi.

10.2 Yhdyskuntajätteet Päijät-Hämeessä

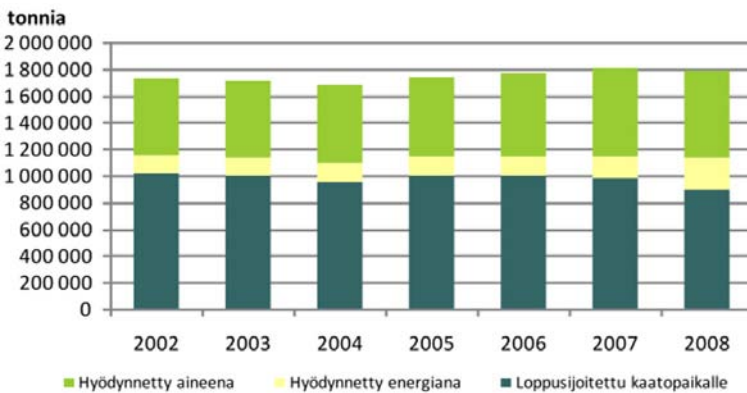
Sekalaisella yhdyskuntajätteellä tarkoitetaan asumisesta syntyvää ja siihen verrattavasta muusta toiminnasta, kuten teollisuudesta, kaupasta, palveluista, hallinnosta, koulutuksesta tai muista vastaavista toiminnoista syntyneitä jätettä, joka sisältää paljon erilaisia jätelajeita. Pääosin kyse on kuntien vastuulla olevasta jätehuollosta. Jätteen syntypaikalla jätteitä lajitellaan vaihtelevalla tehokkuudella. Niistä erotellaan hyödyntämistä tai erillistä käsittelyä varten ongelmajätteet, sähkö- ja elektroniikkajätteet (SER), akut ja paristot, paperi-, pahvi- ja kartonkijätteet, lasi, metalli, ruokajäte ja paikoin myös muita jätelajeita, kuten poltettava jäte (Finnlund ym. 2010).

Kuvassa 38 on esitetty yhdyskuntajätteiden määrän ja hyödyntämisen kehittymistä koko Hämeen alueella 2000-luvulla. Verrattaessa Hämeen kehitystä Etelä- ja Länsi-Suomen alueen kehitykseen (kuva 39), huomataan että Hämeessä kaatopaikalle loppusijoitetun jätteen määrä on vähentynyt nopeasti, kun jätteiden hyödyntäminen energiana on moninkertaistunut. Kuvassa 40

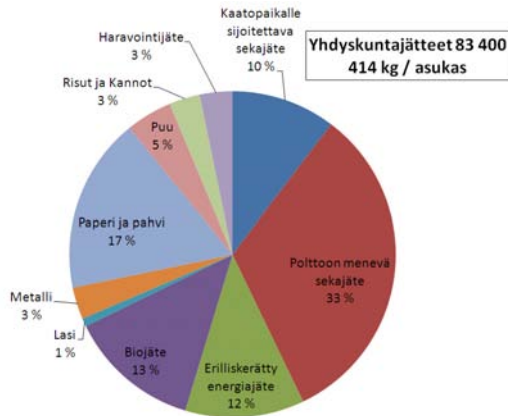
on esitetty yhdyskuntajätteiden koostumus Päijät-Hämeessä vuonna 2009. Kuvasta käy ilmi, että energiajätettä erilliskerätään hyödynnettäväksi Lahti Energian Kymijärven voimalaitoksella kaasutettuna tukipolttoaineena sekä lisäksi sekajätteistä noin 75 % prosenttia viedään Kotka Energian jätteenpolttolaitokseen hyödynnettäväksi energialähteenä.



Kuva 38. Yhdyskuntajätteiden käsittely Hämeessä vuosina 2002–2009 (VAHTI-järjestelmä/ Ulla Mauno)

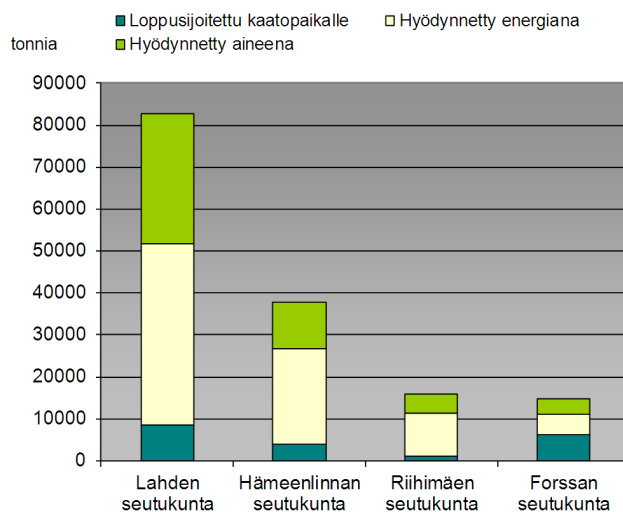


Kuva 39. Kiinteiden yhdyskuntajätteiden hyödyntäminen ELSU:n alueella vuosina 2002–2008 (Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnitelma vuoteen 2020)

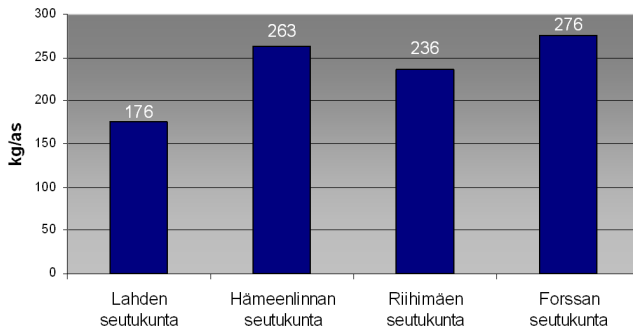


Kuva 40. Yhdyskuntajätteen koostumus Päijät-Hämeessä vuonna 2009.

Päijät-Hämeen alueella toimii kaksi kunnallista jätehuoltoyhtiötä. Päijät-Hämeen jätehuolto Oy (PHJ) toimii Päijät-Hämeessä lukuun ottamatta Hartolan kuntaa, joka toimittaa jätteensä Mustakorkea Oy:n jätteenkäsittelylaitokseen Jyväskylään. Hartolan tietoja ei ole käsitelty tässä selvityksessä. Osassa kuvaajista on esitetty Kanta-Hämeessä Riihimäen ja Hämeenlinnan seutukunnilla toimivan Kiertokapula Oy:n ja Forssan seudulla toimivan Loimi-Hämen jätehuolto Oy:n tiedot. Kuvassa 41 on esitetty Hämeen seutukuntien yhdyskuntajätteiden hyödyntäminen seutukunnittain. Päijät-Hämeessä yhdyskuntajätteistä 52 % hyödynnetään energiana kun Etelä- ja Länsi-Suomen alueen keskiarvo on 20 %. Kuvassa 42 on esitetty sekajätteen määrät asukasta kohden seutukunnittain vuonna 2009. Lahden seutukunnassa sekajätteen määrä on pienempi johtuen pidemmälle kehitetystä jätteiden erilliskeräyksestä.

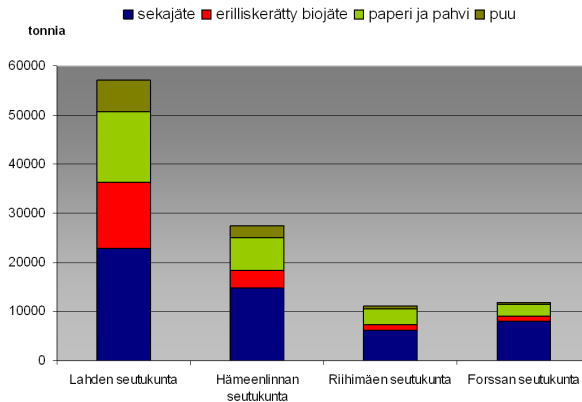


Kuva 41. Yhdyskuntajätteiden hyödyntäminen seutukunnittain vuonna 2009



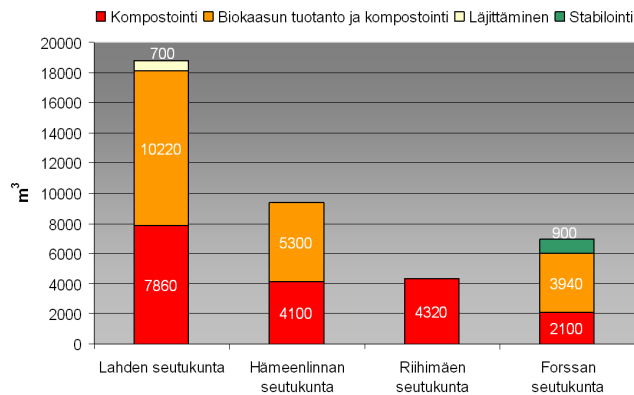
Kuva 42. Sekajätteen määrät asukasta kohden seutukuntien alueella vuonna 2009

Kuvassa 43 on esitetty seutukunnittain biohajoavat jätejakeet vuonna 2009. Kuvassa sekajätteellä tarkoitetaan sekajätteiden sisältämää biohajoavaa osuutta. Sekalaisessa yhdyskuntajätteessä on syntypaikkalajittelun jälkeenkin edelleen yli puolet biohajoavaa jätettä. ELSU:n suunnittelualan sekalaisesta yhdyskuntajätteestä vuonna 2007 oli 53 % biohajoavaa jätettä. Pääkaupunkiseudulla vastaava luku on ollut jopa 66 %. Suuri osa jätteistä olisi erilliskerättynä hyödynnettävissä (Pulkinen ym. 2008, Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2006)



Kuva 43. Kanta- ja Päijät-Hämeen biohajoavat jätejakeet seutukunnittain vuonna 2009 (sekajätteellä tarkoitetaan tässä sekajätteen arvioitua biohajoavaa osuutta)

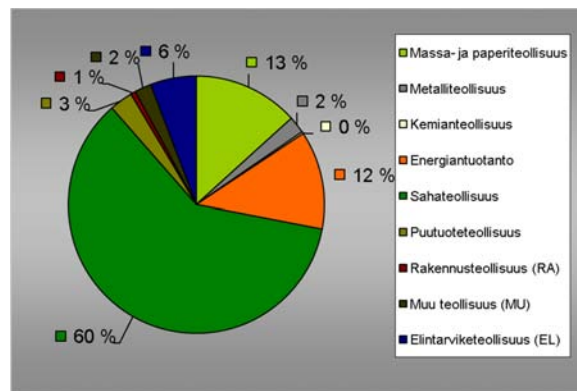
Kuvassa 44 on esitetty yhdyskuntajätevesilietteiden määrät ja käsittely seutukunnittain vuonna 2009. Liette sisältää runsaasti orgaanista ainetta ja ravinteita. Valtaosa syntyneestä lietteestä hyödynnetään viherrakentamisessa lannoitteena ja maanparannusaineena. Ennen hyödyntämistä liete käsitellään esimerkiksi mädättämällä, kompostoimalla, stabiloimalla tai kalkitsemalla. Päijät-Hämeessä 54 % yhdyskuntajätteistä käsitellään laitoksissa, joissa hyödynnetään jätevesien biokaasun tuotantopotentiaali. Vuonna 2009 biokaasua tuotettiin 1,7 milj. m³, joka vastaa noin 10 GWh energiasisältöä. Käsittelemällä kaikki yhdyskuntajätevesilietteet biokaasua tuottavissa laitoksissa voitaisiin tuotettava energiasisältö kaksinkertaistaa.



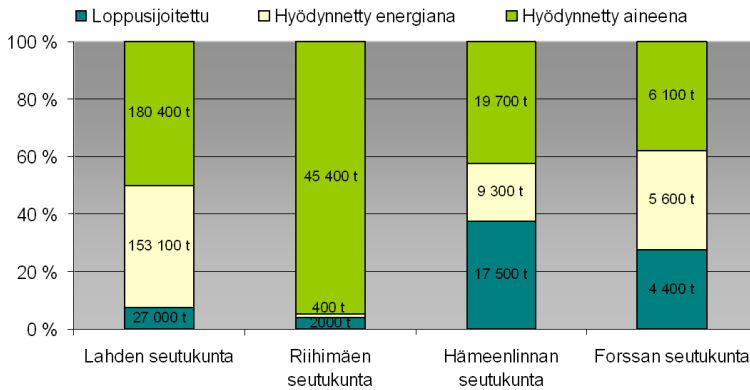
Kuva 44. Yhdyskuntajätevesilietteiden määrät ja käsittely seutukunnittain vuonna 2009

10.3 Teollisuuden jätteet

Päijät-Hämeen alueelta muodostui teollisuusjätteitä yhteensä 361 000 tonnia, joista aineena hyödynnettiin 50 %, energiana 42 % ja kaatopaikalle sijoitettiin 7 %. Kaatopaikalle sijoitetuista jätteistä suurin osa oli energiantuotannossa syntyviä tuhkia, joiden hyödyntäminen on vaikeaa. Päijät-Hämeessä teollisuudesta muodostui asukasta kohden 1791 kg jätettä vuonna 2008. Maakunnan suurin teollisuuden ala jätemäärien perusteella oli sahateollisuus. Päijät-Hämeessä sahateollisuuden jätemäärien osuus oli 60 % kokonaisjätemäärästä. Kanta-Hämeessä toiseksi suurin ovat massa- ja paperiteollisuus ja kolmanneksi suurin energiateollisuus. Näiden osuus on yhteensä 25 % teollisuuden kokonaisjätemäärästä. Kuvassa 45 on esitetty Päijät-Hämeessä muodostuneet teollisuusjätteet teollisuusaloittain ja kuvassa 46 teollisuuden jätteiden jätemäärät ja käsittely seutukunnittain vuonna 2008.



Kuva 45. Päijät-Hämeen teollisuusjätteet (183 000 tonnia) teollisuusaloittain vuonna 2008

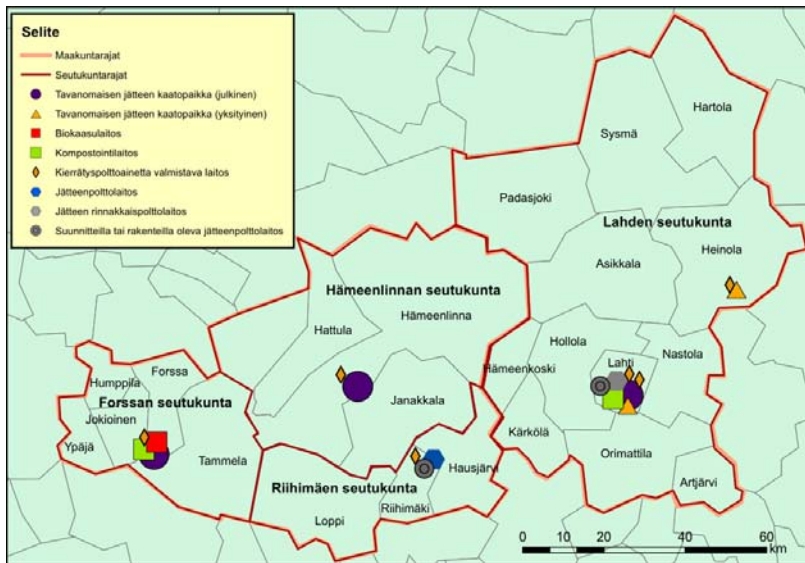


Kuva 46. Teollisuuden jätteiden jätemäärät ja käsittely seutukunnittain vuonna 2008

10.4 Jätteiden käsittelylaitokset ja loppusijoituspaikat

Yhdyskuntajätteen käsittely tapahtuu pääasiassa alueellisissa käsittelykeskuksissa. Yleensä jätehuoltoyhtiöiden tai kunnallisten jätelaitosten ylläpitämissä käsittelykeskuksissa jätemateriaaleja muutetaan hyödyntämisen tai loppusijoittamisen kannalta käyttökelpoiseen muotoon tai loppusijoitetaan kaatopaikalle.

Päijät-Hämeessä on yksi yhdyskuntajätteen käsittelykeskus, Päijät-Hämeen jätehuolto Oy:n Kujalan jätteenkäsittelykeskus Lahdessa. Kanta-Hämeessä ovat Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy:n ja Kiertokapula Oy:n yhdyskuntajätteen käsittelykeskukset. Päijät-Hämeen muita jätteenkäsittelykeskuksia ovat kierrätyspolttoaineita valmistavat laitokset Kuusakoski Oy:n Heinolan tehdas, Uusiomateriaalit Recycling Oy:n käsittelylaitos Lahdessa, Lahti Energia Oy:n käsittelylaitos, Lahdessa. Kuvassa 47 on esitetty selvitysalueella sijaitsevat jätteenkäsittelylaitokset.



Kuva 47. Selvitysalueella sijaitsevat jätteenkäsittelylaitokset, kaatopaikat ja suunnitteilla olevat laitokset vuonna 2009

10.5 Jätteitä energianlähteinä käyttävät laitokset

Hämeessä on kolme jätehuolto-yhtiöiden tavanomaisen jätteen kaatopaikkaa ja yksi yksityinen tavanomaisen jätteen kaatopaikka, joista Kujalassa ja Karanojalla kerätään talteen kaatopaikkakaasua. Forssassa Kiimassuon kaatopaikalla ei tällä hetkellä ole kaasun talteenottojärjestelmää. Taulukossa 33 on esitetty julkisten kaatopaikkojen biokaasupäästöt vuonna 2009. Yhtenlaskettu energia, joka saadaan tällä hetkellä talteen otetusta kaatopaikkakaasusta, on noin 22 GWh. Lisäämällä talteenottoa kaatopaikkakaasusta saatava energiamäärä voitaisiin noin kaksinkertaistaa.

Taulukko 33. Julkisten kaatopaikkojen biokaasupäästöt vuonna 2009

Kaatopaikka	Arvioitu biokaasupäästö (milj. m ³)	Talteenotto määrä (milj. m ³)	CH ₄ -pitoisuus (%)	CH ₄ -määrä (milj. m ³)
Kujala, Lahti	4,1	3,4	43	1,462
Karanoja, Hämeenlinna	-	1,4	56	0,784
Kiimassuo, Forssa	3,4	-	-	-

Jätevesilietteistä biokaasua Päijät-Hämeessä tuottaa Lahti Aqua Oy. Nykyinen biokaasun tuotanto vastaa 10 GWh energiamäärä ja tuotanto olisi mahdollista kaksinkertaistaa, jos kaikki maakunnan yhdyskuntajätevesilietteen käsiteltäisiin vastaavissa laitoksissa. Jätevesilaitosten lisäksi Envor Biotech

Oy:lla on Kanta-Hämeen ainoa biokaasulaitos. Se käyttää raaka-aineena elintarviketeollisuuden-, kaupan- ja asumisen biojätteitä ja sen tuottama biokaasu vastaa noin 39 GWh energiamäärää. (Biokaasulaitosrekisteri, Envor Bio-tech Oy:n www-sivut)

Päijät-Hämeessä on tuotannossa ja suunnitteilla liikennebiopolttoaineiden tuotantoa sivuvirta ja jättepohjaisista raaka-aineista. St1:n Etanolix-laitos tuottaa Lahdessa bioetanolia elintarviketeollisuuden sivutuotteista, hukkanesteistä ja ylijäämäeristä. Hämeen biodiesel Oy on tuottanut Asikkalassa biodieseliä keittiöiden uppokeittorasvoista. Nastolassa Biovakka ja Gasum rakentavat biokaasulaitosta, jossa puhdistettua biokaasu syötetään puhdistettuna maakaasu verkkoon. Raaka-aineinaan laitos tulee käyttämään alkutuotannon, elintarviketeollisuuden ja yhdyskuntien sivutuotteita.

Taulukossa 34 on esitetty Hämeessä sijaitsevat jätteenpoltto- ja rinnakkaispolttolaitokset ja niiden kapasiteetti. Kanta-Hämeessä Riihimäellä on Ekovoima Oy:n jätevoimala ja lisäksi Riihimäelle on suunnitteilla rakentaa nykyisen rinnalle toinen jätevoimala. Päijät-Hämeessä on Lahti Energian Kymijärven voimalaitos, jossa rinnakkaispoltossa käytetään lajitellusta yhdyskuntajätteestä kaasutettua polttoainetta. Lisäksi Päijät-Hämeeseen on rakenteilla Lahti Energian Kymijärven toinen voimalaitos, joka käyttää energianlähteenä energiajätteestä kaasuttamalla valmistettua polttoainetta. Taulukossa 35 on esitetty olemassa olevat ja suunnitellut jätteenpolttolaitokset selvitysalueen läheisyydessä sekä niiden kapasiteetit.

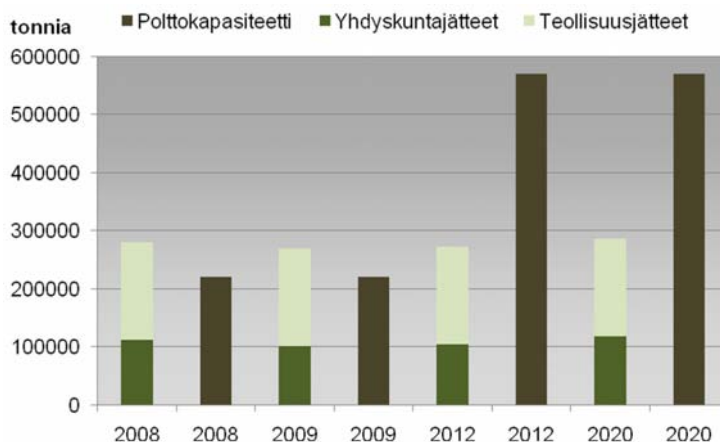
Taulukko 34. Selvitysalueella olemassa olevat ja suunnitellut jätteenpoltto- ja rinnakkaispolttolaitokset sekä niiden kapasiteetit

Jätteenpolttolaitos	Kapasiteetti (t/v)
Toiminnassa olevat	
Jätevoimala 1, Ekovoima Oy, Riihimäki	150 000
Suunnitellut	
KYVO2, Lahti Energia Oy, Lahti	250 000
Jätevoimala 2, Ekovoima Oy, Riihimäki	100 000
Jätteenrinnakkaispolttolaitos	
Kymijärven voimalaitos, Lahti Energia Oy, Lahti	70 000
Yhteensä	570 000

Taulukko 35. Olemassa olevat ja suunnitellut jätteenpolttolaitokset selvitysalueen läheisyydessä sekä niiden kapasiteetit

Jätteenpolttolaitos selvitysalueen läheisyydessä	Kapasiteetti (t/v)
Toiminnassa olevat laitokset	
Kotkan Energia Oy, Kotka	87 000
Suunnitellut laitokset	
Tammervoima, Tampere	120 000 - 180 000
Vantaan Energian jätevoimala, Vantaa	340 000
Yhteensä	547 000 - 607 000

Kuvassa 48 on esitetty polttoon soveltuvien teollisuus- ja yhdyskuntajätteiden määrät sekä jätteenpolttolaitoksien kapasiteetti vuosina 2008, 2009, 2012 ja 2020. Kuvat osoittavat että Hämeessä ja sen lähialueilla on rakenteilla ja suunnitteilla runsaasti kapasiteettia energiantuotantoon soveltuvien jätteiden hyödyntämiseksi suhteessa selvitysalueen jätemääriin. Tulevaisuudessa jätteitä tullaan todennäköisesti kuljettamaan Hämeeseen myös Kanta- ja Päijät-Hämeen maakuntien ulkopuolelta. Selvityksen toteuttajan käsityksen mukaan tässä selvityksessä saaduista tiedoista puuttuu kuitenkin huomattava osa kaupan ja teollisuuden polttokelpoisista jätteistä, mikä selittää merkittävän eron polttokapasiteetin ja jätemäärien välillä. Näin ollen voidaan olettaa että energiantuotantoon soveltuvien jätteiden hyödyntämisestä ei ole syntymässä niin suurta ylikapasiteettia kuin kuva 48 antaa ymmärtää. Taulukossa 36 on esitetty erilaisia skenaarioita jätteenpolttokapasiteetin rakentamisesta ja jätemäärien kehittymisestä.



Kuva 48. Polttoon soveltuvat teollisuus- ja yhdyskuntajätteet sekä polttokapasiteetti vuosina 2008, 2009, 2012 ja 2020

Taulukko 36. Poltettavan jätteen ja jätteen kokonaismäärän vertailua eri skenaarioilla

	Skenaario 1		Skenaario 2		Skenaario 3		Skenaario 4	
	ELSU	OECD	ELSU	OECD	ELSU	OECD	ELSU	OECD
Polttettavat yhdyskuntajätteet	87 000	95 000	83 000	90 000	87 000	95 000	83 000	87 000
Polttettavat teollisuusjätteet (ELSU:n mukaiset teollisuuden alat)	54 000		54 000		54 000		54 000	
Teollisuusjätteet (muut teollisuuden alat)	114 000		114 000		114 000		114 000	
Polttokapasiteetti	570 000		570 000		220 000		220 000	
Jätteen määrä verrattuna polttokapasiteettiin	-315 000	-307 000	-319 000	-312 000	35 000	43 000	31 000	35 000

10.6 Jätteiden hyödyntämisen aluetaloudelliset ja ympäristövaikutukset

Energiantuotantoon soveltuvien jätteiden hyödyntämisen aluetaloudelliset vaikutukset liittyvät työllistävyyteen tuotantoketjun eri vaiheissa jätteiden kuljetuksessa, lajittelussa ja hyödyntämisessä sekä tuotettuun sähköön ja lämpöön, jolla voidaan lisätä alueen omaa energiantuotantoa.

Energiantuotantoon soveltuvien jätteiden hyödyntämiseen liittyy monitahoisia ympäristövaikutuksia. Jätteitä ja sivuvirtoja hyödynnettäessä on tärkeää toteuttaa hierarkiaa, jossa ensisijainen hyödyntäminen tapahtuu materiaalina, toissijaisesti energianlähteenä ja viimeisenä vaihtoehtona on loppusijoitus kaatopaikalle. Hierarkian toteuttaminen on tärkeää, jotta jätteiden hyödyntäminen energiantuotannossa ei aiheuta jätteiden synnyn lisääntymistä. Jätteiden hyödyntämisen yhteydessä kuljetukset ja keräyksen organisointi on tärkeää, jotta jätteiden hyödyntämisestä syntyvät ympäristövaikutukset ja energiankulutus eivät käännä jätteiden hyödyntämisen vaikutuksia negatiivisiksi. Jätteiden hyödyntämisen ketjussa kierrätys vähentää jätteiden syntymistä ja jätteiden hyödyntäminen energianlähteenä vähentää kaatopaikalle päätyvää jätemäärää sekä muiden energialähteiden käyttöä. Kaatopaikoilla kaatopaikkakaasun keräysjärjestelmät vähentävät päästöjä ilmakehään ja lisäksi kaasua voidaan hyödyntää energianlähteenä. Valtakunnallisen tutkimuksen mukaan jätteiden hyötykäyttö vähentää kasvihuonekaasupäästöjä sitä enemmän, mitä enemmän se korvaa fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Sekajätteestä suurin hyöty saadaan energialähteenä, muovista kierrättämällä ja biojätteestä mädättämällä (Suomen Ympäristökeskus [www-sivut](http://www.sivut)).

10.7 Johtopäätökset

Kanta- ja Päijät-Hämeen alueella on jo saavutettu Valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa esitetty 80 % tavoite jätteiden hyödyntämiselle. Etelä- ja Länsi-Suomen alueelle esitetty VALTSUA tiukempi 90 % hyödyntämistavoite tulee täyttymään myös hyvin pian, oletettavasti jo ennen isojen Ekovoima Oy:n ja Lahti Energian laitosten valmistumista. Biohajoavan jätteen sijoittaminen kaatopaikoille vaikuttaa ilmastonmuutokseen, minkä torjuminen on yhdyskuntajätehuollon keskeisiä tavoitteita. Biohajoavan jätteen hyödyntämisen lisäämiselle asetetut tavoitteet voidaan saavuttaa mm. yhdyskuntajätteiden energiakäyttöä lisäämällä.

Kanta- ja Päijät-Hämeen alueella voidaan arvioida jätteen energiahyödyntämisessä syntyvän kilpailua jätteistä. Hyvä- ja huonompilaatuinen jäte tulevat ohjautumaan erilaiseen käyttötarkoitukseen. Yhdyskuntajätteiden lisäksi kaupan ja teollisuuden jätteet ovat merkittävässä roolissa jätteiden lopullista käsittelypaikkaa haettaessa. Jätteiden hyödyntäjät ovat pakotetut pitkiin sopimuksiin jätehuoltoyhtiöiden ja kierrätyspolttoaineiden valmistajien kanssa, jotta toimintaa voidaan suunnitella pitkällä tähtäimellä. On myös mahdollista, että jätteiden kuljetusmatkat tulevat kasvamaan ja jätteitä tullaan kuljettamaan Hämeenkin alueelle jopa satojen kilometrien päästä. Tu-

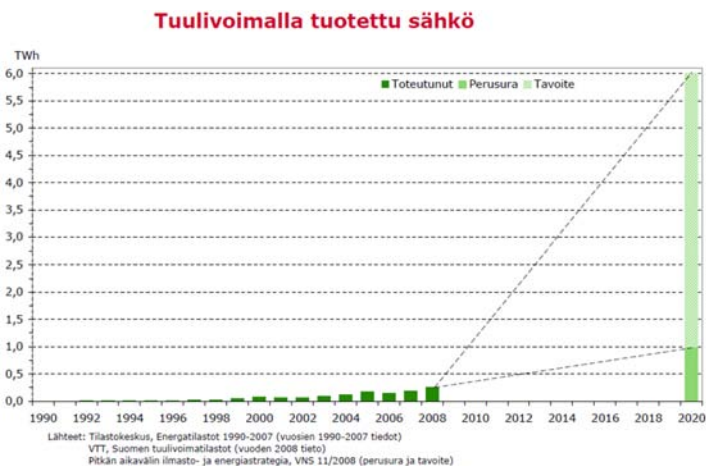
levaisuudessa onkin tärkeää kiinnittää huomiota jätehuollon logistiikkaan ja ekotehokkuuteen, jotta jätekuljetukset tukisivat kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistavoitteita. Elinkaarilaskelmien rooli kustannushyötyanalyysien ohella korostuu.

Energiaa kaatopaikkakaasusta ja lietteen mädättämisestä sekä esimerkiksi etanolia biojätteestä tai elintarviketeollisuuden orgaanisesta materiaalista tuottavien laitosten energiantuotantomäärät ja tehot ovat tasolla 1–4 MW ja siten enimmilläänkin vain muutamia prosentteja isojen jätteenpolttolaitoksen (50–160 MW) tuottamasta energiasta tai polttoainetehosta. Pienillä bio-kaasu- tai etanolihankkeilla ei yksittäisinä ole suurta merkitystä kasvihuonekaasujen muodostumiseen tai energiaratkaisuna, mutta paikallisesti ne ovat jo merkittäviä energiamuotoja. Yhdessä ne muodostavat jatkossa yhä suuremman osan fossiilisten polttoaineiden korvaajina ja siten kasvihuonekaasujen vähentämisessä. Näiden tutkimiseen ja edelleen tehokkaampaan hyödyntämiseen on syytä panostaa. Jätteiden energiahyödyntämisessä Hämeen alueella on käynnissä useita pieniä ja innovatiivisia paikallisia hankkeita sekä iso- ja valtakunnallisesti merkittäviä hankkeita.

11 Tuulivoima

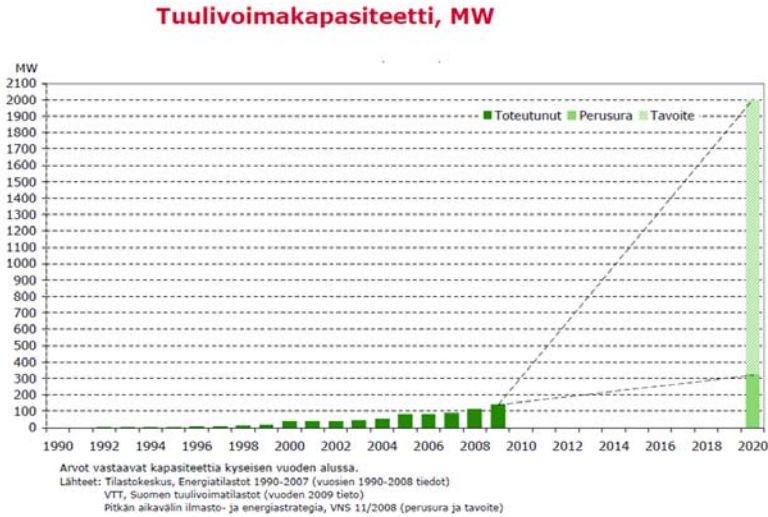
Tuulivoima perustuu auringon säteilyenergiaan ja on uusiutuvaa energiaa. Aurinko lämmittää maan pintaa epätasaisesti jolloin syntyvät lämpötilaerot saavat aikaan ilmanpaineen eroja. Tuulet puhaltavat korkeasta paineesta matalapaineeseen. Tuulivoimala muuttaa tuulen liike-energian pyörimisenergiaksi ja sähkögeneraattori muuttaa pyörimisenergian sähköksi. Generaattorin jälkeen tarvitaan säätöjärjestelmä, jolla tuulennopeuden mukana vaihteleva sähköntuotanto saadaan muunnettua soveltuvaksi sähköverkkoon tai akkuhin varastoitavaksi.

Vuoteen 2020 mennessä Suomen tavoitteena on lisätä tuulivoiman energiantuotanto noin 6 TWh:n tasolle (kuva 49). Suurin osa tästä tavoitteesta tullaan kattamaan suuren mittakaavan tuulivoimantuotannolla, jossa sähköä tuotetaan 1–3 MW tuulivoimaloilla (kuva 50). Tulevaisuudessa myös kiinteistökohtaisilla sekä pienyrityksien ja maatalojen pienen- ja keskiuuden mittakaavan tuulivoimaloilla tulee olemaan oma merkittävä rooli hajautetun uusiutuvan energiantuotannon lisäämisessä. Vuonna 2008 Suomessa tuotettiin suurilla (1–3 MW) tuulivoimaloilla 260 GWh sähköä, joka on 0,4 % Suomessa käytetystä sähköstä (Energiateollisuus 2010).



Kuva 49.

Tuulivoimalla tuotetun sähkön määrä ja tavoite vuodelle 2020. (Motiva 2009)

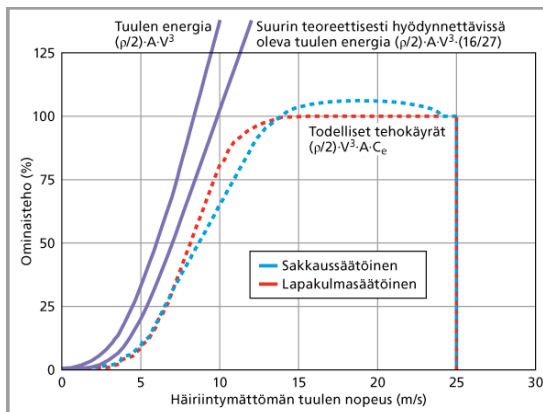


Kuva 50. Tuulivoimakapasiteetin kehitys Suomessa ja tavoite vuodelle 2020. (Motiva 2009)

11.1 Tuulivoima ja tuuliolosuhteet

Tuulivoimalan nimellisteho ilmoitetaan yleensä kilowatteina (kW), se ei kuitenkaan kerro suoraan kuinka paljon voimala tuottaa energiaa, vaan tuotanto riippuu paikallisista tuuliolosuhteista, voimalan ominaisuuksista ja maston korkeudesta.

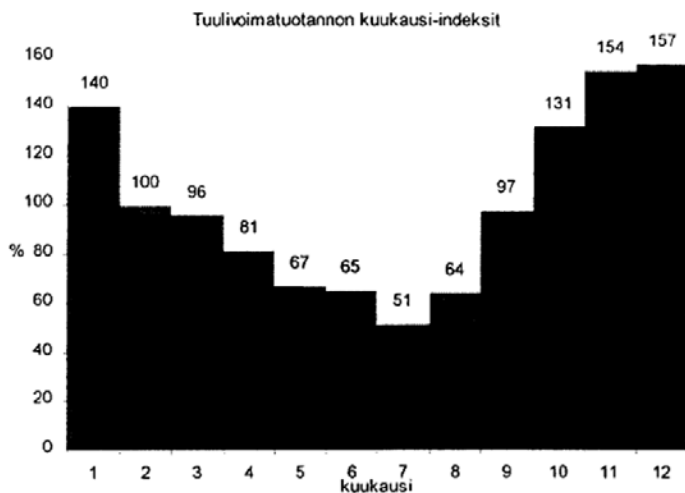
Pientuulivoimalat tarvitsevat käynnistyäkseen noin 2 m/s tuulta ja suurten tuulivoimaloiden käynnistymistuulennopeus on yleensä luokkaa 3–4 m/s (www.tuuliatlas.fi). Kuvassa 51 on esitetty tuulen tehokäyrä tuulennopeuden muuttuessa. Siitä nähdään, että tuotantoteho kasvaa hyvin nopeasti kun tuulen nopeus kasvaa välillä 5–10 m/s. Pienikin parannus vuosittaisessa keskituulennopeudessa lisää tuulivoimalan tuotantoa merkittävästi. Tämän vuoksi tuulivoimalan sijoittaminen optimaaliseen paikkaan on erityisen tärkeää. Turvallisuussyistä tuulivoimalat pysäytetään tuulennopeuden ylittäessä 25 m/s.



Kuva 51. Tuulen energiasäällön, tuulivoimalan teoreettisen maksimaalisen energian sekä tyypillisellä kiinteälapsaisella ja lapasäättöisellä voimalalla lasketut tehokäyrät (Tuuliatlas www-sivut)

Paikalliseen tuulisuuteen vaikuttavat suuressa mittakaavassa lämpötilaerot, matalapainetoiminta ja matalapaineen keskuksen liikerata. Alueellisemmassa mittakaavassa vaikuttavia tekijöitä ovat maan ja meren jakauma sekä lämpötilaerot, vuoristot, maanpinnan laatu ja muodot. Lisäksi tuulisuus vaihtelee muun muassa vuorokauden, vuodenaikojen ja säärintamien mukaan. Vaihteiluista huolimatta vuosittainen tuulen energia on keskimääräisesti lähes vakio.

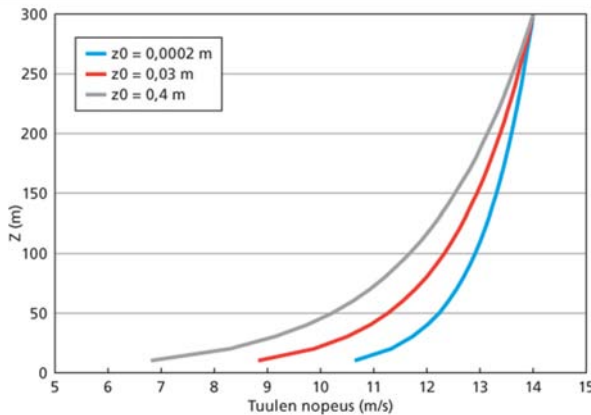
Merialueilla, rannikoilla ja tuntureilla on tyypillistä tuulennopeuden suuri vaihtelevuus. Sisämaassa tuulen kuukausittaiset keskinopeuden vaihtelut ovat huomattavasti pienemmät (Tuuliatlas 2010). Siten tuotannon erot taasoittuvat laajoilla alueilla. Suomessa toteutetun Tuuliatlaksen mukaan talvisin tuulee enemmän kuin kesäisin, joten tuotantoprofiili sopii yhteen kuluituksen kanssa (kuva 52). (Tuuliatlas www-sivut, Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2010.)



Kuva 52. Tuulivoiman kuukausituotannon indeksisarja etelärannikolla laskettuna viiden sää- aseman keskimääräisen kuukausituulennopeuden sekä 300 kW:n voimalaitoksen tehokäyrän mukaan. (Holtinen 1996)

Tuulen nopeuteen ja sen kasvuun voimalan sijoituskorkeudella vaikuttaa maanpinnan laatu ja muodot eli pinnan rosoisuus (kuva 53). Tuulen nopeus kasvaa korkeuden kasvaessa, sillä pinnan rosoisuuden merkitys vähenee kauempana maanpinnasta. Rosoisuuden vuoksi parhaita paikkoja tuulivoimalalle ovat avoimet ja ympäristöönsä ylempänä olevat paikat. Sisämaassa tällaisia ovat järvien rannat, isot peltoaukeat ja mäkien laet. Jos tuuleen syntyy pyörteitä, esimerkiksi puista tai rakennuksista, tuulen voima heikkenee. Laskennassa voidaan pitää nyrkkisääntönä, että 10 % lisäys keskituulennopeudessa parantaa tuulivoimalan tuottoa 25 %. (Tuulienergia 2/2009, Eagle Tuulivoima Oy www-sivut, Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2010).

Tarkinta tietoa paikallisista tuulista saadaan tuulimittauksilla. Tuulimittausten avulla voidaan luoda myös tuotantokäyriä tuulivoimalan kannattavuuden määrittämiseksi. Mittausten lisäksi paikallisia tuulia voidaan arvioida silmämääräisesti ympäristön avulla.



Kuva 53. Pinnan rosoisuuden vaikutus tuulen nopeuteen, kuvassa z_0 = pinnan rosoisuusparametri (Tuuliatlas www-sivut)

11.2 Selvitys tuulivoimapuistoille soveltuvista alueista Hämeessä

Tämä osion pohjana on Etelä-Suomen yhteistoiminta-alueen¹⁴ tuulivoimaiselvitys 2010, jossa on paikallistettu potentiaalisia maakunnallisesti merkittäviä tuulivoimapuistojen sijoituspaikkoja Kanta- ja Päijät-Hämeessä sekä Uudellamaalla ja Itä-Uudellamaalla. Toteutuksesta ovat vastanneet alueiden maakuntaliitot (Hämeen, Päijät-Hämeen, Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan liitot). Selvityksen laadinnan on mahdollistanut vuoden 2009 lopulla käyttöön otettu Ilmatieteen laitoksen tuottama Tuuliatlas, jossa on kattavat tuulisuu-tiedot koko Suomesta.

Selvitys palvelee maakuntien liittoja kaavoitustyössä. Kanta-Hämeen maakuntakaavan uudistaminen on käynnistetty. Työ etenee vaihemaakuntakaavoina siten, että ensimmäisessä vaiheessa laaditaan alue- ja yhdyskuntarakenteen kehittymistä ja taajamien maan käyttöä sekä liikennettä ja muuta infrastruktuuria käsittelevä vaihemaakuntakaava. Vuonna 2010 on tehty kaavan edellyttämiä taustaselvityksiä. Kaavaluonnos on ollut nähtävillä keväällä 2011. Toisessa vaiheessa työ jatkuu ns. ”luonnonvaramaakuntakaavan” laatimisella, joka on tarkoitus käynnistää 2011. Siihen liittyviä taustaselvityksiä tehtiin vuosina 2010–2011. Tuulivoimakysymystä on tarkoitus käsitellä molemmissa vaihekaavoissa.

¹⁴ Uusimaa, Itä-Uusimaa, Häme ja Päijät-Häme muodostavat alueiden kehittämisestä annetun lain mukaisen yhteistoiminta-alueen. Yhteistoiminnan piiriin kuuluu sellaisten aluekehittämis tehtävien käsittely ja niitä koskeva päätöksenteko, jotka 1) ovat alueen pitkäjänteisen kehittämisen kannalta merkittäviä 2) sisältyvät maakuntaohjelmiin ja niiden toteuttamissuunnitelmiin tai muihin alueiden kehittämiseen merkittävästi vaikuttaviin suunnitelmiin sekä 3) koskevat koko yhteistoiminta-aluetta.

11.2.1 Selvityksessä käytetyt menetelmät ja aineistot

Tehty esiselvitys tarjoaa yleispiirteisen silmäyksen tuulivoiman rakentamismahdollisuuksiin maa-alueille. Työssä on käytetty poissulkevaa metodia, jolloin lopputulokseksi valikoituneilla alueilla ei käytettyjen kriteerien mukaan ole tuulivoiman rakentamiselle suurempia esteitä. Tämä ei kuitenkaan automaattisesti tarkoita sitä, että alueet välttämättä soveltuvat tuulivoiman rakentamiseen. Lopputuloksena löytyneet alueet ovatkin alueita, joihin tulevat jatkoselvitykset kohdistetaan, eivätkä suinkaan minkään tason aluevarauksia. Varsinaiset kaavamerkinnot ja aluevaraukset edellyttävät yksityiskohtaisempaa selvitystyötä

Tämän selvityksen näkökulmasta tuulivoimaloiden sijoittumiseen vaikuttavat lähinnä alueen tuulisuus, ympäristöarvot, muu alueidenkäyttö sekä sähkönsiirtoverkon ja tiestön sijainti. Vesialueet on rajattu selvityksen ulkopuolelle, vaikka vesialueet voivat soveltua hyvin tuulivoiman tuotantoon. Selvityksen lähtökohtana on myös, että tuulivoimatuotantoa ei saa sijoitua liian lähelle asutusta, mutta silti piti pystyä löytämään myös varsin tiheästi asutuilta alueilta tuotantoon soveltuvia alueita. Asutus rajaa tuulivoimapuistojen sijoitusta siten, että riippuen alueen rakennustiheydestä rakennusten minimisuojavauhykkeeksi tuli 400 m ja maksimileveys rajattiin 2000 metriin. Menetelmän etuna on, että yksittäinen rakennus ei aiheuta kohtuuttoman suurta alueiden poissulkeutumista, mutta toisaalta suuret rakennuskeskittymät saavat riittävän leveän tuulivoimavapaan vyöhykkeen ympärilleen. Menetelmä ei ota kantaa siihen, kuinka monta asukasta yhdessä rakennuksessa on

Herkät alueet, eli luonnonsuojelualueet ja luonnonsuojeluohjelmiin kuuluvat alueet ovat poissulkevia tekijöitä tässä selvityksessä, eikä niille siten voi rakentaa tuulivoimaa. Herkille alueille ei määritetty suojaetäisyyksiä, vaan lähtökohtana pidettiin, että alueet sisältävät jo itsessään luontoarvojen säilymisen kannalta riittävät suojavauhykkeet. Poikkeuksena luonnonsuojeluteemaan liittyen ovat Natura 2000 -ohjelman alueet, minne voi sijoittaa toimintaa, joka ei merkittävästi heikennä niitä luonnonarvoja, joiden vuoksi alue on Natura 2000 -verkostoon sisällytetty. Tuulivoimatuotannon sijoittaminen Natura 2000 -alueelle on siis tarkempien selvitysten jälkeen ehkä mahdollista.

Rakennetut kulttuuriympäristöt ja maisema-alueet on huomioitu siten, että ne eivät kokonaan poissulje tuulivoimaa, vaan ovat ns. ehkä-alueita, minne tuotannon sijoittaminen on tarkempien selvitysten jälkeen ehkä mahdollista.

Selvityksessä maakunnallisesti merkittävän tuulivoimatuotantoon soveltuvan alueen on oltava usean neliökilometrin laajuinen, jotta sinne voidaan sijoittaa tuulivoiman tuotantoyksiköitä 10 kpl tai enemmän. Määrittäväksi tekijäksi on siis nostettu alueen riittävä pinta-ala. Vähimmäispinta-ala, jotta alue valikoitui pisteytysvaiheeseen, on 1 km². Tätä pienemmätkin alueet voivat olla tuulivoimatuotantoon soveltuvia, mutta niitä ei pidetä tässä työssä maakunnallisesti merkittävinä, joten ne on karsittu pois.

Matalin tuulisuusluokka joka selvityksessä on huomioitu, on 6 m/s. Tuulisuusluokka tarkoitetaan keskituulennopeutta vuoden aikana 100 m korkeudelta maanpinnasta mitattuna (kuva 54). Nykyisin tuulennopeutta 6,5 m/s pidetään yleisesti kannattavan tuulivoimatuotannon alarajana. Lähtöaineistona käytetyn tuuliatlaksen jokainen 6,25 km² ruutu sisältää todennäköisesti mm. maastonmuodoista johtuen tuulisuusolosuhteiltaan parempiakin alueita, mitä ruudulle mallinnuksen avulla laskettu keskituulennopeus antaa ymmärtää. Alarajan valinnassa huomioitiin myös maakuntakaavan pitkä aikaperspektiivi. Tulevaisuuden muutokset esimerkiksi tuulivoimaloiden hyötysuhteissa sekä voimaloiden ja sähkön hinnassa vaikuttavat tuulivoiman kannattavuuteen pitkällä aikavälillä.

Tuulivoiman tuotantoon soveltuvat alueet pisteytettiin valittujen kriteerien perusteella. Pisteytys suoritettiin pinta-alan, tuulisuuden, tiestön sijainnin ja sähkönsiirtoverkon sijainnin perusteella. Lisäksi merikotkien läheisyydestä annettiin miinus pisteitä. Pisteytyksessä on pyritty siihen, että alueiden väliset erot tulevat esiin. Maksimipistemäärä on 10 pistettä. Teoreettinen minimi on -2, mutta käytännössä huonoimmatkin alueet ovat saaneet 2 pistettä.

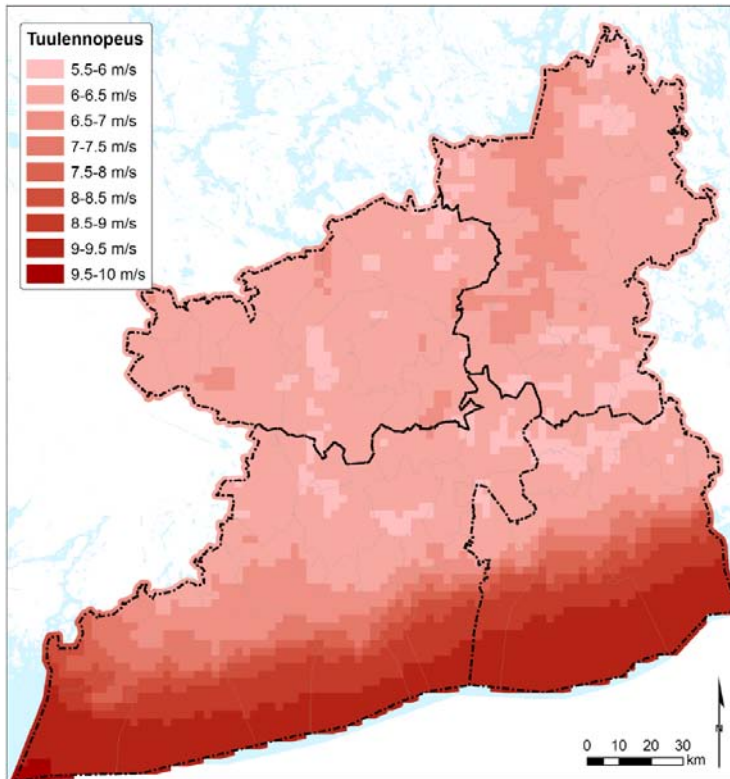
Etelä-Suomen yhteistoiminta-alueella suurin osa parhaat pisteet saaneista alueista sijaitsee varsin kapealla rannikkovyöhykkeellä. Tämä johtuu suoraan alueen suotuisista tuuliolosuhteista. Muista kriteereistä mainittakoon, että koska tieverkko ulottuu lähes kaikkialle ja sähkönsiirtoverkkokin on pääosin lähettyvillä joka paikassa, käytetyllä raja-arvoilla tuulennopeus käytännössä ratkaisee sen, saavatko alueet kaikkein korkeimpia (7 tai yli) pisteitä.

Ei- ja ehkä-alueiden huomioimisella näyttää olevan hyvin vähän merkitystä. Kokonaispinta-alaan vaikutusta on n. 7 %, mutta alueiden lukumäärään vaikutusta ei oikeastaan ole. Ehkä-alueet nivoutuvat yhtenäisiksi alueiksi kylä-alueiden kanssa muodostaen suurempia kokonaisuuksia, ei niinkään erillisiä alueita.

On pidettävä mielessä, että suoritettu pisteytys antaa lopputuloksena vain yhdenlaisen synteisin valittujen kriteerien pohjalta. Erilaisilla painotuksilla tulos olisi toinen. Tuloksia ei myöskään kannata tulkita kovin suoraviivaisesti, vaan on myös hieman perehdyttävä siihen, mistä tekijöistä kukin alue on pisteitä saanut tai niitä menettänyt. Yleisenä nyrkkisääntönä voidaan kuitenkin todeta:

- korkeintaan 4 pisteen alueet eivät sovellu tuulivoiman tuotantoon. Näillä alueilla liian monet tekijät ovat tätä vastaan.
- vähintään 7 pisteen alueilla on selkeästi suotuisat olosuhteet tuulivoiman tuotannolle.
- 5–6 pisteen alueiden joukosta saattaa löytyä sopiviakin alueita etenkin kun huomioidaan maastonmuodot ja jos tiestön ja sähkölinjojen sijaintiin ja vaatimukseen liittyen nousee esiin jotain uutta tietoa, mikä muuttaa ratkaisevasti pisteytysperusteita.

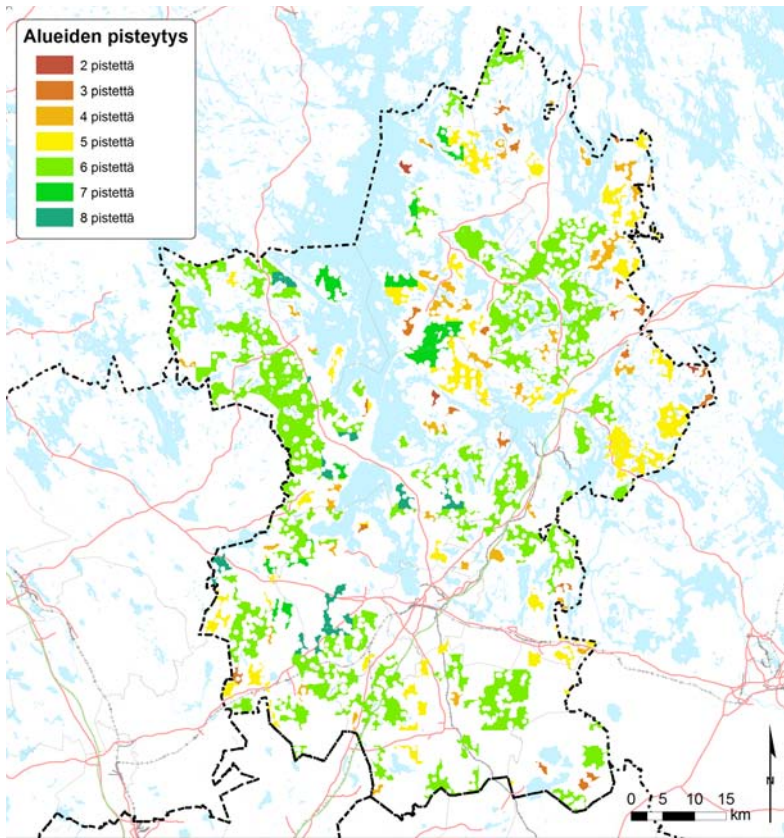
Huomionarvoista on, että osa ei-luokituksen saaneista alueista on todellisuudessa mahdollisesti alueita, minne voi rakentaa tuulivoimaa. Esimerkiksi kaatopaikat, teollisuus- ja varastoalueet voivat olla varsin hyviäkin paikkoja tuulivoimalle. Näille alueille rakentaminen ratkaistaan kuitenkin kuntakaavituksen kautta.



Kuva 54. Vuoden keskituulennopeus 100 m korkeudelta maanpinnasta mitattuna (Tuuliatlas www-sivut)

11.2.2 Tulokset Päijät-Hämeen osalta

Selvityksessä määritettiin Päijät-Hämeessä 160 kpl tuulivoimalle soveltuvaa yli 1 km² kokoista aluetta. Niiden yhteenlaskettu pinta-ala on 1 128 km². Taulukossa 37 on esitetty myös ehkä alueet, mutta niitä ei huomioida tuulivoiman energiantuotantopotentiaalia arvioitaessa. Jos ehkä alueet huomioidaan, kokonaispinta-ala on 1 193 km².



Kuva 55. Alueiden vertailupisteytys Päijät-Hämeen osalta. Mukana ei ole ehkä-luokkaa. Alueita, jotka ovat saaneet vähintään 5 pistettä, voidaan pitää kelpoisina jatkoselvitykseen (Jutila 2010)

Vähintään 7 pisteen alueilla on selkeästi suotuisat olosuhteet tuulivoiman tuotannolle. Tällaisia alueita Päijät-Hämeessä on yhteensä 106 km². 5–6 pisteen alueiden joukosta oletetaan myös löytyvän sopivia alueita tuulivoimantuotantoon, etenkin kun huomioidaan, että maastonmuodoista johtuen alueilla on oletettavasti mallinnettua keskituulennopeutta suotuisampia tuuliolosuhteita. Tällaisia alueita Päijät-Hämeessä on yhteensä 912 km².

Taulukko 37. Tuulivoimantuotantaan soveltuvat alueet Päijät-Hämeessä

Päijät-Häme	Soveltuvat alueet		Soveltuvat alueet (sis. ehkä alueet)	
	kpl	km ²	kpl	km ²
9-10 pistettä	0	0	0	0
8 pistettä	10	41	9	48
7 pistettä	10	65	11	69
6 pistettä	53	707	56	761
5 pistettä	48	205	45	206
alle 5 pistettä	69	110	65	109
yhteensä	190	1128	186	1193

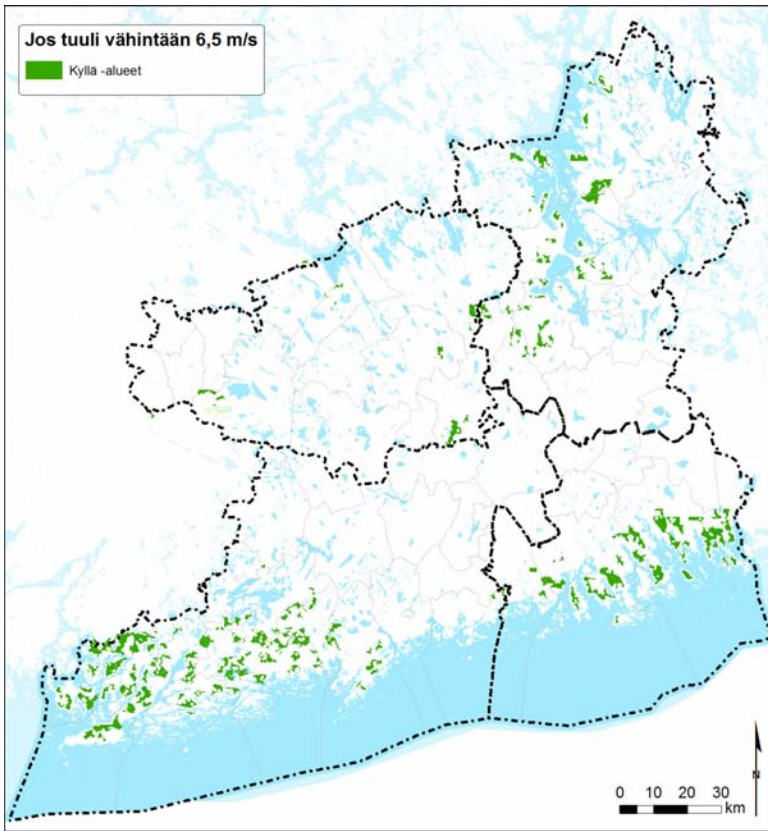
*Kun huomioidaan ehkä alueet, alueita esim. yhdistyy laajemmiksi kokonaisuuksiksi muuttuu jonkin verran. Tämä aiheuttaa sen että ehkä-alueet huomioitaessa esim. on vähemmän kuin huomioitaessa vain soveltuvat alueet.

Arvioitaessa tuulivoiman tuotantopotentiaalia on arvioitu että 3 MW tuulivoimaloita voidaan sijoittaa keskimäärin 2,5 tuulivoimalaa per neliökilometri. Huipunkäyttöajaksi sisämaan olosuhteissa on arvioitu 2000 tuntia. Huipunkäyttöaika tarkoittaa sitä että tuulivoimalan vuosittainen sähköntuotantomäärä vastaa energiamäärä, jonka voimala tuottaisi 2000 tunnissa toimissaan täydellä tuotantoteholla. (Ojanen 2011)

Jos oletetaan että 7–8 pistettä saaneille alueille rakennettaisiin tuulipuistoja, näille alueille sopisi edellä mainituin oletuksin 265 kpl 3 MW:n tuulivoimaloita ja niiden vuosittainen sähköntuotannon määrä olisi noin 1 590 GWh. Jos oletetaan että 10 prosentille 5–6 pistettä saaneille alueille rakennettaisiin tuulipuistoja, näille alueille sopisi edellä mainituin oletuksin 228 kpl 3 MW:n tuulivoimaloita ja niiden vuosittainen sähköntuotannon määrä olisi noin 1 370 GWh. Tuulivoiman teoreettiseksi potentiaaliksi arvioidaan Päijät-Hämeessä 2160 GWh. Tuulivoiman teoreettinen tuotantopotentiaali on määritetty siten, että esiselvityksessä 7–8 pistettä saaneista alueista 50 % ja 5–6 pistettä saaneista alueista 10 % todettaisiin jatkoselvityksien jälkeen soveltuvaksi tuulivoimalle.

11.2.3 Jatkotoimet

Tämän esiselvityksen tuloksena on löydetty huomattava joukko alueita, missä tuulivoiman tuotannolle ei vaikuttaisi olevan merkittäviä esteitä. Tulevat jatkoselvitykset kohdistetaan näille nyt löydetyille alueille. Pelkkä esiselvitys ei riitä tuulivoimarakentamiseen soveltuvien alueiden osoittamiseen maakuntakaavassa. Jotta siihen vaiheeseen joskus päästäisiin, vaaditaan tarkempia selvityksiä. Täytyy kyetä löytämään alueiden joukosta ne helmet, joihin tuulivoiman tuotantoa voidaan todellisuudessa ajatella. Tämä tapahtuu lähinnä kiristämällä esiselvitysvaiheessa tarkoituksellisesti varsin löyhiksi jätettyjä vaatimuksia liittyen alueen tuulisuuteen ja liitettävyyteen. Lisäksi tulee tehdä yhteistyötä useiden intressiryhmien ja tahojen kanssa puolustusvoimien, sähkönsiirtoyhtiöiden ja Ilmatieteen laitoksen kuten. Kuvassa 56 nähdään että tuulivoimapuistoille mahdollisesti soveltuvia maa-alueita joilla tuulisuusluokka on vähintään 6,5 m/s, on huomattavasti vähemmän kuin kuvassa 55, jossa tuulisuusluokan alaraja on 6 m/s.



Kuva 56. Esimerkki kriteerien tiukentamisesta. Mikäli alueilta vaaditaan vähintään 6,5 m/s tuulennopeus, vähenevät jatkoselvityksiin mukaan otettavat alueet ratkaisevasti (Jutila 2010)

Kunnilla on luonnollisesti yleis- ja asemakaavoittajana tärkeä rooli maakunnallisesti merkittävien tuulivoimahankkeiden toteutumisessa. Tämän lisäksi pienempiä, mutta silti huomattavia tuulivoimalakokonaisuuksia voidaan toteuttaa alueille, joiden asema- tai yleiskaavassa osoitettu ensisijainen käyttötarkoitus on jokin toinen. Näitä ovat mm. teollisuus-, varasto- ja satama-alueet tai vaikkapa jätehuoltoalueet. Tällaisiin tapauksiin maakuntakaavalla ei tarvitse ottaa kantaa.

Viime kädessä tuulivoimahankkeiden etenemisen ratkaisevat ne tahot, jotka toimivat toteuttajina. Nämä toteuttajat, yleensä energiayhtiöt, laativat tarkemmat kannattavuuslaskelmat jokaiselle yksittäiselle hankkeelle ja vielä ennen varsinaista toteutusta tulee suorittaa ympäristövaikutusten arviointinettely. Toteutusvaihetta lähestyttäessä esiin nousee väistämättä useita seikkoja, joista jokainen yksinäänkin voi estää hankkeen toteutumisen. Kysymys maanomistuksesta on erittäin tärkeä ja voi huonoimmassa tapauksessa estää rakentamisen alueille, minne se luonnonolosuhteiden näkökulmasta olisi hyvinkin järkevää ja edullista. Lisäksi tarkempi selvitys liittyy maaperään,

pinnanmuotoihin, tiestön soveltuvuuteen ja muihin vastaaviin fyysisen tai luonnonympäristön ominaisuuksiin tai maisemaan vaikuttaa ratkaisevasti hankkeen toteutumiseen. Nyt tehdyssä esiselvityksessä tuulivoiman tuotantoon soveltuvina alueina näyttäytyivistä alueista oikeastaan mikä tahansa voi vielä tarkemmassa selvityksessä osoittautua epäedulliseksi alueeksi. Selvityksen tarkoitus onkin ollut nostaa esiin potentiaaliltaan parhaat alueet jatkoselvityksiä varten.

11.3 Pienet ja keskisuuret tuulivoimalat

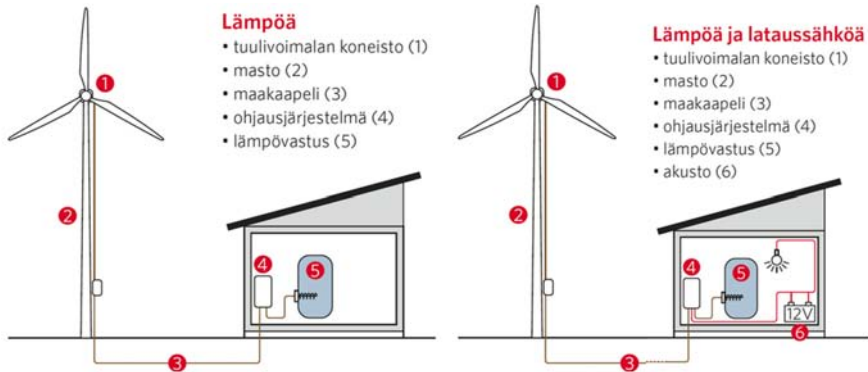
Oleellisessa osassa energiantuotannon hajauttamisessa ja uusiutuvien energiamuotojen lisäämisessä ovat myös pienet ja keskisuuret tuulivoimalat, joita hyödynnetään kotitalouksissa, vapaa-ajan asunnoissa, julkisissa rakennuksissa sekä teollisuuslaitoksissa ja maataloudessa. Pienen mittakaavan tuulivoimalat ovat teholuokaltaan enintään 20 kW:n voimaloita ja keskisuuren mittakaavan 50 – 250 kW. Tuulivoima sopii hajautettuun energiantuotantoon tuottamaan sähköä suoraan energian kulutuspaikoilla omaan käyttöön tai valtakunnanverkkoon. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2010).

Pientuulivoimalat voidaan jakaa kahteen eri päätyyppiin, vaaka- ja pystyakselisiin voimaloihin. Vaaka-akseliset ovat potkurityyppisiä ja pystyakseliset sylinterimallisia voimaloita. Vaaka-akseliset turbiinit suunnitellaan tietyille tuulennopeusalueille, joilla ne toimivat parhaiten. Pystyakseliset voimalat toimivat hyvin myös pyörteisissä tuuliolosuhteissa, joten niillä on enemmän sijoitusmahdollisuuksia. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2010.) Tuulivoimala voi toimia energianlähteenä seuraavanlaisille järjestelmille

- Akkujen lataus 12 V, 24 V, 48 V tai 230 V-järjestelmissä
- Lämmitysenergian tuottaminen rakennuksen lämmitysjärjestelmän vesi- tai massavaraajaan
- Lämmitysenergian tuottaminen lämpimän käyttöveden varaajaan
- Suora sähköntuotanto omakotitalon sähköverkkoon, jolloin voimalan sähkö muutetaan tavalliseksi verkkosähköksi ja voimala kytketään sulaketauluun. Yli- ja alijäämä siirtyy normaalin sähköverkon kautta (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2010)

11.3.1 Pientuulivoima lämmityksessä

Myös lämmityskäytössä tuulivoimalan koneisto muuntaa tuulen liike-energian ensin sähkövirraksi, joka maakaapelin avulla siirretään käyttöpaikalle. Ohjausjärjestelmässä tuulilämmitin sovittaa lämmitysvastuksen kuormitusta tuulennopeuden vaihtelun mukaisesti lämmöntuotannon optimoimiseksi (kuva 57, vasen). Järjestelmällä voidaan myös ohjata energiaa toissijaiseen kohteeseen, esimerkiksi akustolle (kuva 57, oikea). Lämmitysenergiaa lämminvesi- tai massavaraajaan tuottava järjestelmä on investointikustannuksiltaan kohtuullinen. (Tuulensilmä 2/2008).

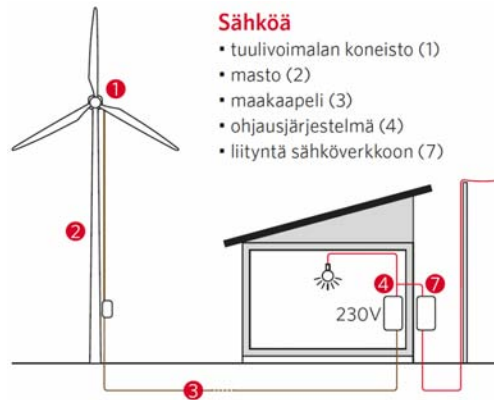


Kuva 57. Energian siirto lämpövastukselle sekä Energian siirto lämpövastukselle ja akustolle (Motiva, Oma tuulienergiaa -esite)

Yli kahden kilowatin laitteistoilla on mahdollista tuottaa energiaa lämmöksi omakotitaloihin, julkisiin rakennuksiin ja pienehköihin teollisuushalleihin. Pienemmässä mittakaavassa muun muassa mökkikäytössä (< 2 kW laitteet) on energia järkevintä hyödyntää akkujen lataukseen ja elektroniikan tarpeisiin (taulukko 38). 4 – 10 kW laitteistoilla voidaan kattaa huomattava osuus omakotitalon sähkön ja lämmön tarpeesta. Tämän kokoluokan laitteistot myös soveltuvat erinomaisesti maatiloille ja teollisuusrakennuksien energiantuotantoon.

11.3.2 Pientuulivoima sähköntuotannossa

Kun tuulivoimala hankitaan sähköntuotantoa varten, on ohjausjärjestelmässä liityntä yleiseen sähköverkkoon (kuva 58). Järjestelmään kuuluu invertteri, joka muuttaa tuulivoimalan tuottaman sähköenergian sopivaksi 230 V järjestelmään. Invertteri ohjaa sähkön ensisijaisesti paikalliseen kulutukseen. Verkkoinvertteri on kuitenkin kallis investointi, sillä esimerkiksi 10 kW:n voimalan kohdalla laite voi maksaa noin puolet voimalan hinnasta (Tuulensilmä 2/2008). Sähköverkkoon sähköä tuottavat järjestelmät ovat teholtaan suurempia kuin 2 kW. Laitteistot soveltuvat hyvin niin omakoti-, kerros-, ja rivitaloihin, julkisiin rakennuksiin teollisuusrakennuksiin.



Kuva 58. Energian siirto sähköverkkoon (Motiva, Oma tuulienergiaa -esite)

Kun suunnitellaan tuulivoimalan hankkimista ja sen liittämistä sähköverkkoon on hyvissä ajoin neuvoteltava verkkoyhtiön kanssa. Kaikki sähköverkon osat eivät välttämättä sovellu tuulivoimalan verkkoon liittämiseen. Sähköverkon kaukaisissa pisteissä verkkoon liittäminen voi aiheuttaa suuria jännitteenvaihteluita ilman sähköverkon vahvistamista. Lisäksi on tärkeää huomioida jakeluverkon suojaus, jännitteensäätö ja pienjännitteillä käytännön turvallisuus, jotta huoltotilanteiden aikana laitteet eivät aiheuta turvallisuusriskiä. (Mäki 2010).

Jos tuulivoimala liitetään sähköverkkoon, täytyy siitä tehdä erillinen sopimus paikallisen sähköverkkoyhtiön kanssa. Yleiseen sähköverkkoon siirretylle pientuulivoimalla tuotetulle sähköenergialle ei välttämättä löydy ostajaa. Silloin sähköverkkoyhtiön kanssa voidaan sopia ylimääräisen sähkön siirtämisestä ilmaiseksi verkkoon.

11.3.3 Eri kokoluokan pientuulivoimaloiden vertailu

Taulukossa 38 on esitetty eri kokoluokan pientuulivoimaloiden soveltuvuutta asumisen energialähteeksi. Taulukossa 39 on esitetty pientuulivoimaloiden ominaisuuksia. Tuulivoimalan takaisinmaksuaika riippuu tuuliolosuhteista, tuotetun sähkön määrästä ja sähköenergian kokonaishinnasta sisältäen verot, siirtohinnan ja sähkön ostohinnan. Tuuliolosuhteista riippuen 5 kW:n voimalaitos tuottaa vuoden aikana energiaa 14 000–24 000 kWh. Kodin energiaikäytöstä noin 50 % kuluu lämmitykseen. Normaalisti lämpöeristetyssä pientalossa lämmitysenergian tarve vuodessa on noin 120 kWh/m², eli 100 m² talossa lämmitysenergian tarve on 12 000 kWh vuodessa. Valaistukseen ja pienkoneisiin sähköä käytetään 5 000–6 000 kWh vuodessa.

Taulukko 38. Pientuulivoimaloiden soveltuvuus asumisen energialähteeksi (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2010)

Tuulivoimalan koko	< 2,0 kW	>2,0 kW	4-10 kW
Energian käyttö ja voimalan kytkentä	Kesämökin valaistus ja elektroniikkatarpeet; akkujen lataus	Noin puolet omakotitalon valaistukseen ja laitteisiin kuluva sähköstä; sähköverkko ja lämpövastus	Normaalin omakotitalon kaikki valaistukseen ja laitteisiin kuluva sähkö, merkittävä osa lämmitysenergiatarpeesta; sähköverkko ja lämpövastus.

Taulukko 39. Eri kokoluokan tuulivoimaloiden ominaisuuksia (FinnWind Oy, Eagle Tuulivoima Oy, ThermoSunEco Oy www-sivut)

Teho, kW	Potkurin halkaisija, m	Huipputeho, kW	Käynnistymistuulen nopeus, m/s	Kytkenä	Nimellistuulen nopeus, m/s	Arvioitu vuosituotto, kWh	Hinta, €
0,2	1,8-2,2	0,27-0,3	2,0	akkujen lataus	6,0-9,0	700-1 400	n. 350
0,5	2,5	0,72	2,0	akkujen lataus	8	1 500-2 500	n. 1 500
1	2,7-3,1	1,5-1,6	3	akkujen lataus	9	2 900-5 000	n. 900
1,7-2,0	3,0-3,2	2,95-3,5	1,8	sähköverkko, omakotitalot, verstaat	9	5 800-10 000	n. 3 600
3,5-4,0	5,0-5,5	3,5-4,5	1,8-2,0	sähköverkko, lämmitys	10	7 000-11 000	13 500-15 000
5,0-5,5	6,4-7,0	5,5-6,6	1,8-2,0	sähköverkko, lämmitys; maatilat, okt, verstaat	10	14 000-17 000	20 000-25 000
10	8	13,5	2,5	maatilat, okt, tuotantoyksiköt	10	28 000-48 000	30 000-40 000
20	12	26,5	2,5	maatilat, okt, tuotantoyksiköt	10	50 000-80 000	46 000-60 000

11.4 Tuulivoiman haasteet ja nykytila Hämeessä

Suomessa tuulivoimalla on monia erilaisia haasteita, kuten vaihteleva tuulisuus ja maaston muotojen suhteellinen tasaisuus, jolloin korkeuseroja ei päästä hyödyntämään parempien tuuliolojen saamiseksi. Maan metsäisyys heikentää tuulivoimatuotannon mahdollisuuksia hajautetussa energiantuotannossa. Suomessa myös talvi aiheuttaa haasteita tuulivoimantuotannolle laitteistoihin kertyvän jään ja lumen muodossa. Tuulivoimaloiden yleistymiseen eri kokoluokissa vaikuttaa myös se, ettei yksityishenkilöiden energiantuotantoon juuri nykyisin kannusteta. Sähköyhtiöitä ei ole velvoitettu ostamaan verkkoon syötettyä energiaa.

Hämeessä ei tällä hetkellä ole suuren kokoluokan tuulivoimaloita. Hämeen alueella on yksittäisiä pienen ja keskisuuren kokoluokan tuulivoimaloita mm. Hattulassa, Tammelassa, Heinolassa ja Hollolassa.

Päijät-Hämeessä ei ole meneillään hankkeita tuulivoimapuistojen rakentamiseksi. Kanta-Hämeessä on meneillään useampia tuulivoimapuistohankkeita. Voimavapriikki Oy suunnittelee Forssan seudulle Forssan, Jokioisten ja Tammelan alueelle tuulivoimapuistoa. Alue kattaisi noin 2000 ha, jossa olisi 2–3 MW tuulivoimaloita 30–35 kpl. Tuulivoimapuiston arvioitu vuosittainen sähköntuotanto olisi noin 220 GWh. Kanta-Hämeessä on vähän alueellista sähköntuotantoa ja näin ollen vuoden 2008 tilanteeseen nähden tuulipuiston rakentaminen lisäisi alueen sähköntuotannon omavaraisuutta 17 prosentista 27 prosenttiin. (Voimavapriikki Oy 2011)

Hankkeen toteutus on edennyt siten, että ympäristövaikutusten arviointiprosessi on alkanut vuoden 2010 aikana ja sen on tavoitteena valmistua loka-marraskuussa 2011. Kuntien yhteisen tuulivoimayleiskaavan valmistuttua rakennusluvut hankkeelle pyritään saamaan alkuvuodesta 2012, jolloin rakentaminen alkaisi maaliskuussa 2013 ja sähköverkkoon liittäminen 2012–2013 aikana. Hankkeen toteutumista on hidastanut alueen lähellä oleva ilmavoimien varalaskutuspaikka, mutta keväällä 2011 vaikutti siltä, että tuulipuistohanke tulee toteutumaan. (Voimavapriikki Oy 2011)

Toteutuessaan Voimavapriikki Oy:n hankkeen työllistävä merkitys koko seutukunnalle olisi huomattava. Yrityksen arvion mukaan hanke työllistäisi rakennusvaiheessa 1–1,5 vuoden aikana arviolta 300–400 henkilöä ja tämän jälkeen käytön aikana arviolta 10–20 henkilöä. Kunnat saavat verotuloja, maanomistajat vuokratuloja ja seutukunta huomattavan positiivisen imagon päästöttömän uusiutuvan energian tuottajana Suomessa. (Voimavapriikki Oy 2011)

Megatuuli Oy:llä on ollut kevään 2011 aikana meneillään kolme tuulivoimahanketta Lounais-Hämeen alueella, mutta niiden etenemisestä ei ole kesällä 2011 ollut enempää tietoa saatavilla. Hämeen liitto on tekemässä tuulivoimapuistoille varauksia maakuntakaavaan.

11.5 Tuulivoiman aluetaloudelliset vaikutukset

Tuulivoimalat tuottavat työpaikkoja maakuntaan asennus-, huolto- ja ylläpitotoiminnan kautta. Tämä tarjoaa maaseudulle uusia elinkeinomahdollisuuksia. (Suomen tuulivoimayhdistys ry 2010) Paikallisen sähköntuotannon lisääntyminen vähentää alueen riippuvuutta ulkopuolisista energialähteistä. Toisaalta tuulivoiman rakentaminen lisää säätövoiman tarvetta. Tuulivoimalan takaisinmaksuaika riippuu tuuliolosuhteista, tuotetun sähkön määrästä ja sähköenergian kokonaishinnasta sisältäen verot, siirtohinnan ja sähkön ostohinnan.

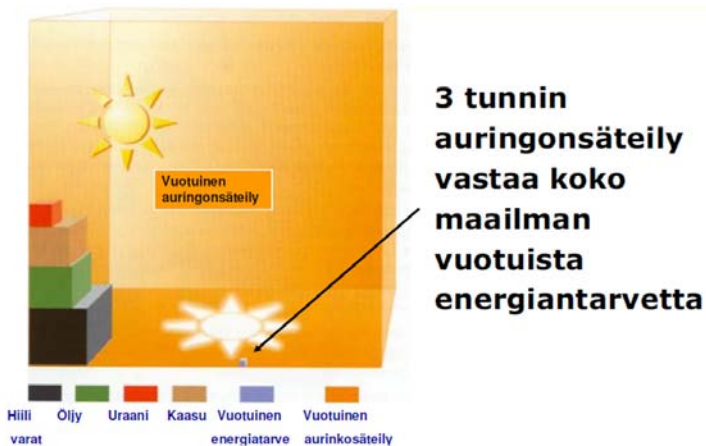
11.6 Tuulivoiman ympäristövaikutukset

Tuulivoima on lähes päästötöntä energiantuotantoa. Tuulivoima tuottaa omaa hiilijalanjälkeensä vastaavan energiamäärän noin 6 kk aikana, jonka jälkeen

se on päästötöntä energiaa. (Voimavapriikki Oy 2011) Tuulivoimalla on vaikutuksia maisemaan, voimaloiden siipien liike aiheuttaa heijastuksia, lähietäisyydellä tuotanto aiheutuu äänihaittoja mekaanisten osien liikkeestä ja lapojen aerodynaamisesta äänestä. Yleisesti tuulennopeuden kasvaessa taustakohinan taso kasvaa ja voimalan ääni peittyy siihen. Tuulivoimalat aiheuttavat myös esteitä lentoliikenteelle ja linnuille. Tuulivoimatuotannon suurimmat päästöt syntyvät voimalan rakentamisesta. Sähkön tuotanto voimalalla on käytännössä päästötöntä, pois lukien voimalan huoltotoimet.

12 Aurinkoenergia

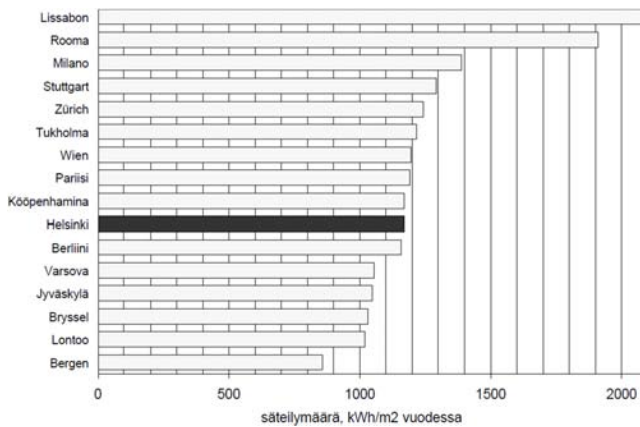
Maapallo vastaanottaa auringon säteilyenergiaa keskimäärin 81 000 terawattin teholla – ylittäen ihmiskunnan kokonaisenergiankulutuksen 5000-kertaisesti (kuva 59). Aurinkoenergiaa pidetään yhtenä tulevaisuuden merkittävimmistä energianlähteistä. Nykyisen energiantuotannon kannalta aurinkoenergian tärkeimmät hyödyntämis muodot ovat lämpö, sähkö ja valo. Myös tuuli-voima, maalämpö, vesivoima ja aaltoenergia ovat epäsuoraa aurinkoenergiaa. Lämpöenergiana auringon energiaa voidaan käyttää hyväksi aktiivisesti ja passiivisesti. Passiivinen lämpöenergian hyödyntäminen tapahtuu ilman erillisen lisäenergian käyttöä. Passiivista aurinkoenergiaa on esimerkiksi talo tai puu, joka varastoi aurinkoenergiaa. Aktiivisella aurinkoenergian hyödyntämisellä tarkoitetaan menetelmiä, joissa auringon säteilyenergiaa hyödynnetään erilaisilla laitteilla kuten aurinkolämpökeräimillä ja aurinkopaneeleilla. Viime vuosikymmeninä aurinkoenergian hyödyntäminen on tiukentuneiden ympäristövaatimusten ja kansallisten tukiohjelmien vauhdittamana lähtenyt vahvaan kasvuun. EU-komission tavoitteena on lisätä aurinkoenergian osuus 15 prosenttiin EU:n sähkön kulutuksesta vuoteen 2020 mennessä. (Väkeväinen 2005, Genergia Ky www-sivut, Aurinkoenergiaa.fi)



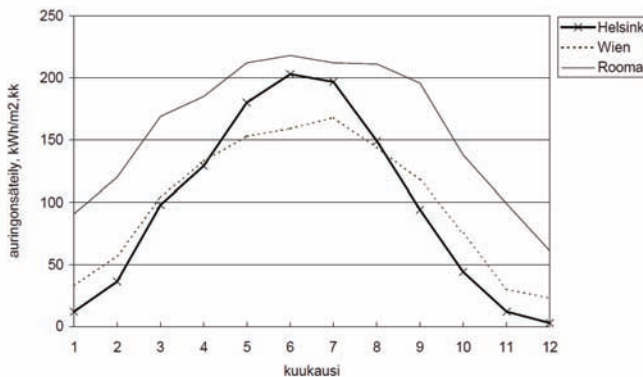
Kuva 59. Auringon säteily maapallolle (Wiljander 2010)

12.1 Auringon säteilyintensiteetti Etelä-Suomessa

Maapallon kaarevuudesta johtuen auringonsäteilyn määrä pinta-alayksikköä kohden vähenee mentäessä napa-alueita kohti ja maapallon akselin kaltevuuskulmasta johtuen auringon säteilyn vuodenaikaisvaihtelut ovat huomattavat ja kasvavat napa-alueita kohti mentäessä. Vertailtaessa auringon säteilymääriä Euroopassa, saadaan Suomessa kesällä enemmän auringon säteilyenergiaa kuin Keski-Euroopassa, mutta talvella tilanne on päinvastainen. Suomen auringon säteily määrä on vuositasolla saman verran tai jopa enemmän kuin Keski-Euroopassa (kuvat 60 ja 61). Tähän syynä ovat pidempi valoisa aika kesällä, joka kompensoi pimeää talviaikaa sekä pilvettömien päivien suurempi suhteellinen osuus verrattuna Keski-Euroopan epävakampaan ilmastoon. Etelä-Suomessa auringon säteilyenergiasta saadaan 90 prosenttia maalisi-syyskuun välisenä aikana. Suomessa aurinkoenergiaa voidaan siis pitää täydentävänä energiamuotona. Sen käyttö painottuu kevään ja syksyn väliseen kauteen ja ympärivuotinen hyödyntäminen edellyttäisi aurinkoenergian varastointia kesästä talveen. (SOLPROS 2001).



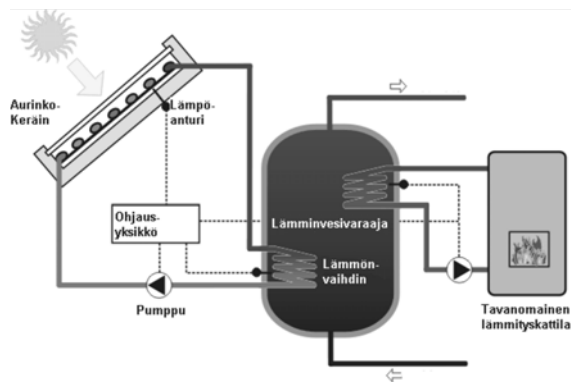
Kuva 60. Auringon säteily määrä eri puolilla Eurooppa, kWh/m² vuodessa (SOLPROS 2001).



Kuva 61. Auringonsäteily määrä kuukausittain Helsingissä, Wienissä ja Roomassa kWh/m²/kk (SOLPROS 2011).

12.2 Aurinkolämmitys

Aurinkolämmityksellä tarkoitetaan aurinkoenergian käyttöä suoraan lämpönä muuttamatta sitä sähköksi. Lämpö otetaan talteen aurinkokeräimellä, siirretään käyttökohteeseen välineesteellä ja varataan varaajaan myöhempää käyttöä varten (kuva 62). Tyypillinen aurinkolämpöjärjestelmä perustuu selektiivisiin aurinkokeräimiin. Selektiivinen pinnoite päästää auringon säteilyenergian tehokkaasti aurinkokeräimen sisään, mutta estää energian poistumisen kerääjästä lämpösäteilynä. Aktiivisen aurinkolämpöjärjestelmän perusosat ovat aurinkokeräin, varaaja, pumppu- ja ohjausyksikkö. Aurinkokeräinten pinta-ala on yleensä 2–3 m². Aurinkokeräimellä voidaan tuottaa 400–600 kWh/vuodessa neliometriä kohti 25 °C lämpöistä vettä, tai 50 °C lämpöistä vettä noin 150–350 kWh/vuosi neliometriä kohti. (Noppa-portaali 2010, SOLPROS 2006)



Kuva 62. Aurinkolämpökeräimen toimintaperiaate (Väkeväinen 2005)

Aurinkokeräintyyppejä ovat tasokeräin, tyhjiöputkikeräin ja erilaiset paraboliset keräimet. Tasokeräintä ja tyhjiöputkikeräintä käytetään pientalojen lämmitykseen. Parabolisia keräimiä käytetään yleensä suuremmissa kohteissa, joissa lämmön lisäksi on tavoitteena myös sähköenergian tuottaminen lämpövoimaprozessissa.

Tasokeräimessä on keruuputkisto, joka on tyypillisesti kupariputkea. Keruuputkisto on yleensä asennettu eristetyn kotelon sisälle. Jokaiseen keräinputkeen on liitetty absorptiopinnan kasvattamiseksi sivulevyt. Levyt ja putket on pinnoitettu selektiivisellä absorptiopinnoitteella. Keräinputkistossa kiertää siirtoneste, jonka avulla lämpö siirretään keräimestä lämminvesivaraajaan. Keräimen kotelon pinta on usein valmistettu vähärautaisesta ja strukturoidusta tai erikoispinnoitetusta lasista, joka läpäisee lämpösäteilyn huomattavasti paremmin kuin normaali lasi. Tasokeräimillä päästään noin 35–75 prosentin hyötysuhteeseen. (Aurinkokeräin.fi)

Tyhjiöputkikeräimen hyötysuhde on noin 30 prosenttia parempi kuin perinteisen tasokeräimen. Putkista koostuva aurinkokeräin absorboi tehokkaam-

min auringon säteilyenergiaa, koska putken pinta on lähes aina kohtisuoraa aurinkoa kohti, jolloin säteilyn heijastuminen on vähäisempää. Tyhjiöputkikeräin ottaa myös hajasäteilyä paremmin talteen. Tämä parantaa hyötysuhdetta etenkin pilvisellä säällä. Putkien tyhjiö toimii eristeenä, jolloin ulkoilman lämpötila ei vaikuta olennaisesti keräinten tehoon esimerkiksi keväällä ja syksyllä. Tyhjiöputkikerän ottaa talteen noin 60 prosenttia auringosta tulevasta säteilyenergiasta. (Aurinkokeräin.fi)

Paraboliset keräimet perustuvat auringon säteilyn keräämiseen suurelta alalta. Kun suurelta alalta kerätty säteilyenergia keskitetään yhteen pisteeseen, saavutetaan korkeampia lämpötiloja ja hyötysuhde paranee. Parabolisilla keräimillä pyritään lähes aina myös sähkön tuotantoon aurinkoenergian avulla. Keskittävä aurinkokeräin keskittää auringosta tulevan säteilyn pienelle alalle, jolloin esimerkiksi aurinkokeräimen putkisto saa enemmän säteilyä. Parabolinen keskittävä keräin koostuu koverista peileistä, joista kaikki peiliin osunut auringon säteily heijastuu tarkasti polttopisteen kautta. Polttopisteesä kulkee keräinputkisto. Putkistossa on kiertoaineena öljyä, joka kuumenee noin 400 asteeseen. Öljy johdetaan lämmönvaihtimen kautta, jossa höyrystetään vesi höyryprosessia varten. (Aurinkokeräin.fi)

12.2.1 Aurinkolämmön käyttökohteita

Aurinkolämpö voidaan kytkeä erilaisiin lämmönjakotapoihin. Aurinkolämpö soveltuu hyvin kiinteistöjen lämmönlähteeksi ja lisäksi aurinkolämpöä voidaan hyödyntää lämmönlähteenä uima-altaissa, maatalouden sovelluksissa, vapaa-ajan kohteissa (kesämökkit, hotellit, urheiluhallit, leirintäalueet) ja kiuvauksessa (taulukko 40). (SOLPROS 2001).

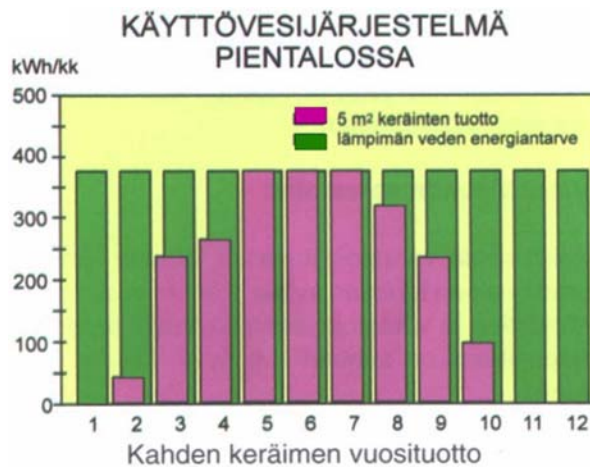
Pientalojärjestelmässä aurinkolämpö tuottaa Suomessa pääosin lämmintä käyttövedettä, mutta myös huonetilan lämmitys kevättalvesta syksyyn ajoittuvalla jaksolla on mahdollista. Hyvin mitoitettulla järjestelmällä voidaan tuottaa noin 40–60 prosenttia lämpimän käyttöveden tarpeesta ja 10–15 prosenttia lämmityksestä (taulukko 40 ja kuva 63). Vesikiertoinen lattialämmitys soveltuu matalalämpöratkaisuna parhaiten aurinkolämmölle. Märkätilojen lattialämmitykseen tarvitaan vuoden ympäri lämpöä, joka sopii hyvin aurinkolämmölle. Öljy- ja puulämmitysjärjestelmissä aurinkolämpö tarjoaa hyvän kesäajan energialähteen, jolloin päälämmitysjärjestelmä voidaan sulkea kokonaan pois päältä. Jos talon päälämmitysmuoto on maalämpö, voidaan aurinkolämmöllä korottaa sen hyötysuhdetta. Auringosta tuotettu energia on käyttökuluiltaan lähes ilmaista kiertovesipumpun sähkönkulutusta lukuun ottamatta. (SOLPROS, Novafuture Oy)

Taulukossa 41 on esitetty erikokoisten aurinkokeräimien lämmöntuotannon määriä Etelä-Suomessa. Omakotitaloissa puolet vuotuisesta lämpimän käyttöveden energiantarpeesta saadaan 5–8 m² keräinpinta-alalla, mutta mikäli halutaan saada huoneiden lämmitys mukaan, tarvitaan 10–12 m² keräinpinta-alaa. Pientaloon sopiva 8–12 neliömetrin järjestelmä maksaa asennettuna noin 4 000–5 000 euroa. Omakotitalossa tarvitaan käyttövedettä varten noin

300–500 litran varaaja ja sekä käyttövettä että huoneen lämmitystä varten tarvitaan noin 1 000 litran varaaja. Yleisesti voidaan sanoa, että varaajatilavuutta tarvitaan 50–1 00 litraa keräinpinta-alan neliometriä kohti. Kuvassa 63 on esitetty aurinkokeräimen tuottoa eri vuodenaikoina. (Noppa-portaali 2010, Motiva aurinkoenergia)

Taulukko 40. Aurinkolämmön sovelluskohteita Suomessa (SOLPROS 2001)

		keräinala
Pien- ja asuintalojen lämmin käyttövesi	40-60% koko vuoden lämpimän käyttöveden tarpeesta	5-10 m ² /yksikkö (p) 20-200 m ² /yksikkö (a)
Pien- ja asuintalojen lämmin käyttövesi ja lämmitys	15-20% koko rakennuksen vuosittaisesta lämpöenergian tarpeesta	<20 m ² /yksikkö (p) 20-200 m ² /yksikkö (a)
Ei-asuinrakennukset	Uima-altaat, maatalouden sovellukset, vapaa-aika (hotellit, urheiluhallit, leirintäalueet), kuivatus	10-1.000 m ² /yksikkö
Aluelämpö	Esimerkiksi öljyn tai bioenergian yhteydessä kesäajan täydentävänä energialähteenä.	200-2.000 m ² /yksikkö



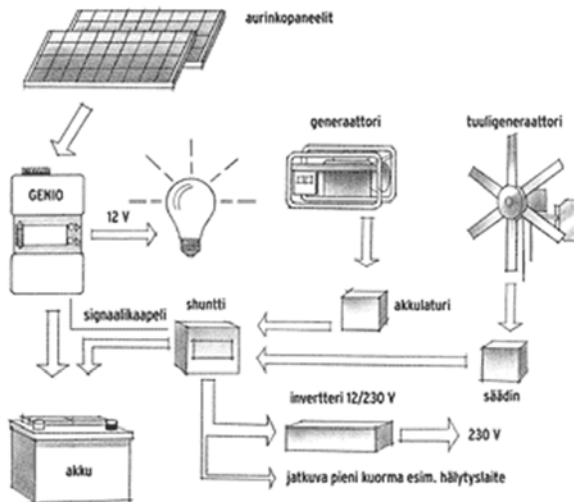
Kuva 63. Käyttövesijärjestelmä pientalossa, kahden keräimen vuosituotto (Noppa-portaali 2010)

Taulukko 41. Aurinkokeräimen lämmöntuotto Etelä-Suomessa (Wiljander 2010)

Aurinko paistaa Etelä Suomessa n. 1000 kWh/m ²	
1m ²	keräinala tuottaa vuodessa lämpöä n. 300 – 400 kWh
5 m ²	keräinala tuottaa vuodessa lämpöä n. 1 500 – 2 000 kWh
7,5 m ²	keräinala tuottaa vuodessa lämpöä n. 2 750 – 3 000 kWh
10 m ²	keräinala tuottaa vuodessa lämpöä n. 3 000 – 4 000 kWh
20 m ²	keräinala tuottaa vuodessa lämpöä n. 6 000 – 8 000 kWh
40 m ²	keräinala tuottaa vuodessa lämpöä n. 12 000 – 16 000 kWh
100 m ²	keräinala tuottaa vuodessa lämpöä n. 30 000 – 40 000 kWh
200 m ²	keräinala tuottaa vuodessa lämpöä n. 60 000 – 80 000 kWh

12.3 Aurinkosähkö

Aurinkosähkössä auringon säteilyenergia muutetaan sähköenergiaksi, jota voidaan käyttää edelleen sähköjärjestelmissä tai varastoida myöhempää käyttöä varten. Yleisin tapa muuttaa säteilyenergia sähköenergiaksi on käyttää aurinkopaneeleita, jotka koostuvat aurinkokennoista. Aurinkokennot hyödyntävät valosähköistä ilmiötä irrottaakseen elektroneja paneelin pinnasta (kuva 64). Tavanomaiset aurinkopaneelit hyödyntävät ainoastaan näkyvää valoa. Auringon säteilystä näkyvää valoa on kuitenkin vain noin puolet. Loppuosaa on silmälle näkymätöntä infrapunasäteilyä. Aurinkokennot voidaan jakaa piipohjaisiin ja ohutkalvotekniikkaan perustuviin kennoihin. Aurinkosähkön haasteita niin Suomessa kuin maailmanlaajuisestikin on energian varastointi. (Aurinkoteknillinen yhdistys ry [www-sivut](#), Genergia Ky [www-sivut](#))

Kuva 64. Aurinkopaneelin toimintaperiaate (Napssystem [www-sivut](#))

Piipohjaiset aurinkokennot ovat yleisimpiä aurinkokennoja. Yksikiteisestä piistä tehdyt aurinkopaneelit ovat tällä hetkellä markkinoiden tehokkaimpia, mutta kalliimpia valmistaa kuin monikiteiseen piihin perustuvat kennot. (Aurinkoenergia.fi).

Ohutkalvoteknologialla toteutettu aurinkokenno on yleensä tehty jollakin muulla materiaalilla kuin piillä, mutta niissä voidaan käyttää myös piitä. Ohutkalvotekniikassa käytettävä amorfinen materiaali on yleensä paljon moni- ja yksikidetekniikoita ohuempaa, jolloin materiaaleja tarvitaan vähemmän. Ohutkalvopaneelien varjonsietokyky on parempi. Nämä paneelit vaativat useimmiten laajemman asennuspinta-alan. On myös taipuisia ja läpinäkyviä orgaanisia ohutkalvopaneeleita, joita voi käyttää esimerkiksi ikkunoissa tai yhdistää kankaisiin. (Aurinkoenergia.fi, Genergia Ky www-sivut).

Väriaineherkistetty aurinkokenno (Dye-sensitized solar cell, DSC), on lupaava uusi vaihtoehto hallitsevalle piipohjaiselle aurinkokennoteknologialle. DSC-kennot valmistetaan edullisista materiaaleista eikä tuotantoon tarvita monimutkaisia laitteita. Vaikka DSC-kennot ovat vielä suhteellisen varhaisessa kehitysvaiheessa, ne näyttävät erittäin vahvalta ehdokkaalta uudeksi uusiutuvan energian tuotantomuodoksi. (Grätzel 2010).

12.3.1 Aurinkosähkön käyttökohteita

Aurinkosähköjärjestelmiä on perinteisesti käytetty paikoissa, joissa verkkosähköä ei ole saatavilla. Tyypillisiä kohteita ovat esimerkiksi kesämökit, veneet, väyläloistot, linkkimastot ja saaristo- ja erämaakohteet. Verkkoon kytketyt järjestelmät ovat kuitenkin yleistymässä, sillä aurinkosähköllä voidaan tuottaa myös huomattava osa esimerkiksi kotitalouden tarvitsemasta sähköstä. Aurinkosähköjärjestelmä on helppo sovittaa yhteen kodin yleiseen sähköverkkoon kytketyn järjestelmän kanssa. (Motiva aurinkoenergia)

Aurinkosähkömoduulit voidaan integroida rakennukseen, rakennuksen osiin tai rakenteisiin. Tällöin niillä voidaan korvata muuta rakennusmateriaalia, esimerkiksi katto- tai julkisivumateriaaleja. Asuintaloissa korvattava materiaali voisi olla parvekekaide, julkisivupinnoitus, kattokate tai autosuojan katto. Arvo- tai toimistorakennusten julkisivumateriaalit ovat arvokkaampia ja tällöin kustannussäästö voi olla merkittävä. Aurinkosähköjärjestelmästä ja -paneeleista voi olla tämän lisäksi joukko muita, toisin vaikeasti arvioitavissa olevia hyötyjä. Näitä ovat mm. määrätty energiaomavaraisuus, kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen, imago, paneeli varjostus- ja melusuojana, sekä rakennuksen parempi terminen suorituskyky (esim. lumen sulatus, jäähdytys, katon eliniän kasvattaminen). (SOLPROS 2001).

Aurinkosähköjärjestelmän hinta muodostuu pääosin aurinkopaneeleista sekä akuista. Aurinkosähköjärjestelmät, joissa on yleensä 50–150 W:n paneelit, maksavat noin 1 000–2 000 euroa. Pieni järjestelmä riittää muutamaaan valaistuspisteeseen. Alle 1 000 euroa maksavalla järjestelmällä saa huolehdittua kesäkuukausien valaistuksesta sekä tv:n katselusta. Kaiken kulutuksen

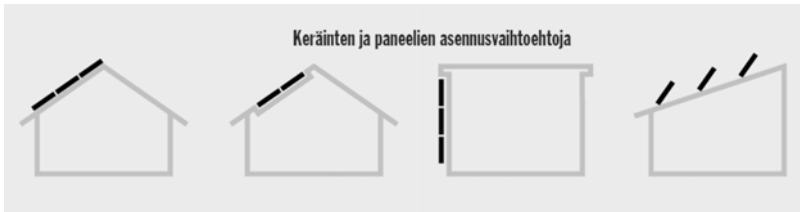
(pois lukien lämmityksen) kattavat järjestelmät maksavat 3 000 eurosta ylöspäin. Koska vapaa-ajan asunnolla energiantuotto ja -kulutus saattavat vaihdella suurestikin eri aikoina, aurinkojärjestelmän mitoituksessa on huomioitava myös tarvittava akkukapasiteetti. Akut mahdollistavat tuotetun energian käyttämisen myöhemmin. (Motiva aurinkoenergia, Aurinkosähkö.fi).

Aurinkopaneelin sijoittaminen

Tärkeintä asennuspaikan valinnassa on auringon säteilyn mahdollisimman esteetön pääsy paneelin pintaan, sillä jo pienikin varjo (esim. lipputanko tai puun oksa), vähentää merkittävästi paneelien energiantuottoa. Siitepölyjen kerääntyminen, sekä muut mahdolliset paneelin pintaa likaavat tekijät tulisi minimoida. Alle 15 asteen kallistuskulma lisää merkittävästi lian kerääntymistä. Hyviä asennuspaikkoja ovat ranta, talon katto, seinä ja pelto. Aurinkopaneelin suuntaaminen muodostuu kahdesta tekijästä, kallistuskulmasta ja suuntakulmasta (kuva 65). Suuntakulman tulisi Suomessa olla aina mahdollisimman paljon etelää kohti, mutta pieni poikkeavaisuus tästä ei häiritse merkittävästi järjestelmän tuottoa. Paneelin kallistuskulmaan vaikuttaa vuodenaika:

- 30 astetta - paneelien tuoton maksimointi kesäaikaan
- 45 astetta - paneelien tuoton maksimointi vuotuisesti tarkasteltuna
- 75–90 astetta - paneelien tuoton maksimointi talviaikaan

(Genergia Ky [www-sivut](http://www.sivut), Eurosolar Oy www-sivut).



Kuva 65. Aurinkokeräinten ja -paneelien asennusvaihtoehtoja (Motiva Auringosta lämpöä ja sähköä -esite)

12.4 Aurinkovoimalat

Useissa maissa on rakennettu aurinkosähkövoimaloita. Esimerkiksi Saksassa on viisi yli 40 megawatin voimalaa. Aurinkosähkövoimalat ovat yleensä paneeleista koottuja niin kutsuttuja aurinkopuistoja tai peilien avulla aurionsäteitä keskittäviä voimaloita. Keskittämällä säteilyä polttopisteeseen saadaan korkeaa lämpötilaa, jolloin voidaan tuottaa höyryä sähköä tuottavaan lämpövoimaproessiin.

Suomessa Sunvoima Oy on aloittanut vuonna 2010 aurinkovoimalan rakennustyöt ja sähköntuotannon on tarkoitus alkaa 2011. Aurinkovoimala tulee

olemaan Suomen ensimmäinen merkittävän kokoluokan aurinkopaneeleilla toimiva aurinkovoimala, voimalan nimellisteho on 1 MW ja vuosituottoarvio 1000 MWh. Espoon kaupungin ensimmäinen aurinkovoimala sijaitsee Mankaalla. Sen tuottamaa sähköä käytetään sähköautojen lataamiseen. Aurinkopaneeleita kaupungin varikkorakennuksen katolla on 400 neliometriä ja järjestelmä tuottaa vuodessa sähköä noin 45000 kilowattituntia, joka riittää 10–15 sähköauton vuotuisen kulutukseen. Ylimääräinen tuotanto voidaan siirtää Fortumin sähköverkkoon. Kemianteollisuuden tuotteita valmistava Kiilto käyttää aurinkosähköä tehtaassaan Lempäälässä. Laitoksen sähköteho on 66 kilowattia ja aurinkosähköjärjestelmän vuosituotto on runsaat 60 000 kilowattituntia. (Aurinkoenergia.fi, CO₂-raportti 2010, Tekniikka & Talous)

12.5 Aurinkoenergian aluetaloudelliset vaikutukset

Aurinkoenergian hyödyntäminen on paikallista energiantuotantoa ja vähentää alueen riippuvuutta ulkopuolisista energialähteistä. Suomessa on aurinkoenergiajärjestelmiä valmistavaa teollisuutta. Aurinkoenergian hyödyntämisen lisääntyessä aurinkoenergiaan liittyvällä teollisuudella ja liiketoiminnalla voi olla merkittäviä työllistäviä vaikutuksia. Mikkelissä Savo-Solar suunnittelee aurinkokeräimien sarjavalmistuksen aloittamista, minkä ansiosta kaupunkiin arvioidaan syntyvän 100–150 uutta työpaikkaa (Kauppa-lehti).

12.6 Aurinkoenergian ympäristövaikutukset

Aurinkolämpöjärjestelmä käytöstä ei synny suoria päästöjä. Välillisesti päästöjä ja ympäristövaikutuksia syntyy järjestelmässä tarvittavista materiaaleista, asennustyöstä ja käytön aikana mm. pumppuihin tarvittavasta sähköstä. Aurinkolämpöjärjestelmän elinkaaren aikana 40–50 % primäärienergiasta kuluu aurinkokeräinten rakentamiseen ja vesivaraajan osuus on 30–40 %. Kaupallisten aurinkolämpöjärjestelmien energian takaisinmaksuaika vaihtelee alle 2 vuodesta vajaan 4 vuoteen. Energian takaisinmaksuajalla tarkoitetaan aikaa, jossa järjestelmä on tuottanut vastaavaan määrän energiaa kuin järjestelmän tuottamiseen on tarvittu primäärienergia. (SOLPROS 2001).

Myöskään aurinkosähkö ei tuota suoria päästöjä käytön aikana, vaan suurin osa ympäristövaikutuksista syntyy aurinkopaneelien tuotantovaiheessa puolijohdeteollisuudessa. Prosesseissa käsitellään myrkyllisiä ja terveydelle haitallisia kaasuja kuten silaania sekä myrkyllisiä metalleja kuten kadmiumia ja lyijyä, joten turvallisuuskysymykset ovat tärkeitä. Esimerkiksi onnettomuustilanteissa voisi haitallisia kemikaaleja päästä ympäristöön. Aurinkokennojen ympäristö- ja terveysvaikutusten elinkaaritarkasteluissa on kuitenkin todettu, että aurinkokennojen valmistuksen suorat terveysriskit ovat hyvin pienet ja hyvin hallittavissa. Yksikiteisten piikkennojen energian takaisinmaksuaika on jopa yli 5 vuotta, sillä valmistus kuluttaa paljon energiaa. Ohutkalvoken-

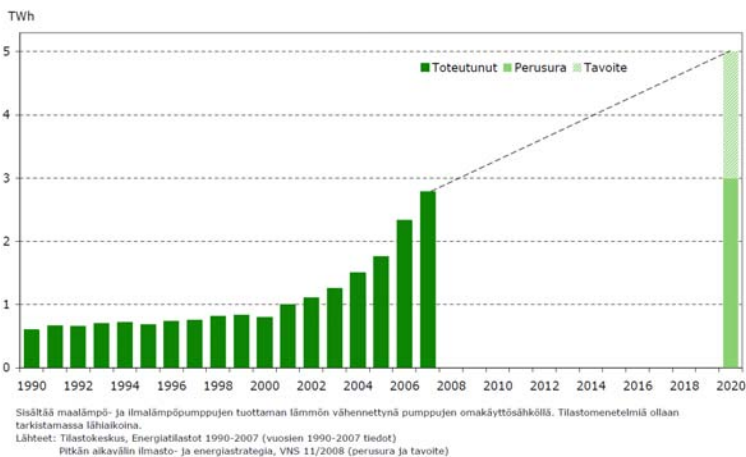
nojen takaisinmaksuajat ovat lyhyempiä, tulevaisuudessa mahdollisesti noin 1,5 vuotta. (SOLPROS 2011)

Aurinkoenergiajärjestelmien ympäristövaikutuksia arvioitaessa ovat valmistuksessa käytetyt energialähteet tärkeitä.

13 Lämpöpumput

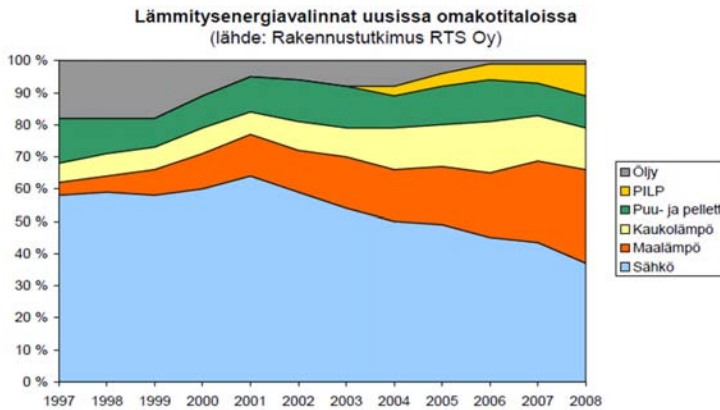
Lämpöpumput ovat laitteita, joilla voidaan siirtää lämpöä kylmästä tilasta lämpimämpään tilaan. Niitä voidaan käyttää sekä lämmitys- että viilennystarkoitukseen. Lämpöpumppujen hyödyntäminen lämmitysmuotona perustuu niiden kykyyn tuottaa lämpöä suurempi määrä kuin ne käyttävät sähköä. Yleisesti voidaan todeta, että laite kuluttaa sähköenergiaa keskimäärin puolet tuottamansa lämpöenergian määrästä.

Aiemmin lämpöpumppuja on hyödynnetty pääasiassa viilennystarkoituksessa, mutta energiakriisi 1970–1980-luvulla johti hetkellisesti lämpöpumppujen määrän kasvuun. Koneiden huonot tekniset ratkaisut vesittivät kuitenkin yleistymisen, kunnes 1990-luvun lopulla myynti kääntyi taas nousuun. Lämpöpumppujen menekki kasvaa edelleen ja niiden määrän odotetaan olevan vuonna 2020 Suomessa jo miljoonassa kappaleessa. Kuvassa 66 on esitetty lämpöpumppujen hyödyntämisen kehittymistä 1990-luvulta lähtien sekä Suomen Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian tavoitteet lämpöpumpuille vuoteen 2020 mennessä.



Kuva 66. Lämpöpumpuilla tuotettavan uusiutuvan energian tavoite. Energiamäärä sisältää maa- ja ilmalämpöpumppujen tuottaman lämmön vähennettynä pumppujen omakäyttösähköllä (Motiva 2009).

Kuvasta 67 käy ilmi, että sähkö- ja öljylämmityksen osuus uusien omakotitalojen lämmitysmuodoista on jo pitkään ollut laskussa, kun maa- ja ilmalämpöpumppujen osuus on kasvamassa. Taulukosta 42 käy ilmi että lukumäärällisesti asennetuista lämpöpumpuista ilmalämpöpumppujen osuus on suurin. Tästä voidaan olettaa, että ilmalämpöpumppuja asennetaan eniten olemassa olevien asuntojen tukilämmitykseen. Sähkön hinnan noustessa ihmiset pyrkivät energiategokkaampaan lämmittämiseen ja lisäksi asumismukavuutta pyritään parantamaan ilmalämpöpumppujen ilmastointimahdollisuutta hyödyntäen. (Rautio 2008, Tuunanen 2009).



Kuva 67. Lämmitysenergiavalinnat uusissa omakotitaloissa. Kuvassa poistoilmalämpöpumppu on PILP (SULPU diaesitys 2010).

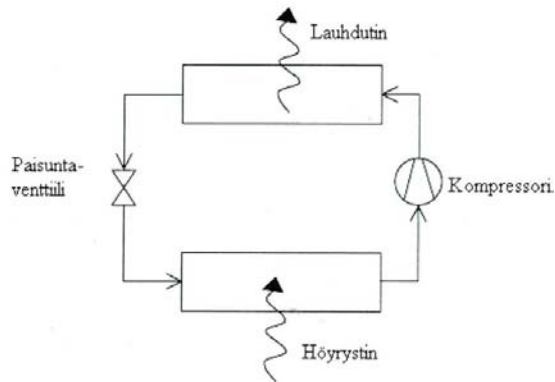
Taulukko 42. Myytyjen lämpöpumppujen määrän kasvu Suomessa vuosina 2005–2008 (Motiva Lämpöä ilmassa)

	2005 (kpl)	2006 (kpl)	2007 (kpl)	2008 (kpl)
Maalämpöpumppuja	3 500	4 500	5 300	7 500
Poistoilmalämpöpumppuja	1 900	2 050	2 500	2 200
Ilmalämpöpumppuja	17 000	30 000	37 000	48 000
Ilma- /vesilämpöpumppuja	7	400	550	2 500
Yhteensä	22 407	36 950	45 350	60 200

13.1 Lämpöpumpun toimintaperiaate

Lämpöpumpun toimintaperiaate perustuu kiertoprosessiin, jossa järjestelmässä kiertävän kylmäaineen välityksellä siirretään lämpöä matalammasta lämpötilasta korkeampaan lämpötilaan. Lämpöpumpun pääkomponentit ovat höyrystin, kompressori, lauhdutin ja paisuntaventtiili sekä eri komponentteja yhdistävä putkisto. Lämpöpumpun kiertoprosessissa kylmäaine johde-

taan paisuntaventtiilin kautta ensin matalampaan paineeseen höyrystinosalle. Tämä on vaihe, jossa kylmäaine sitoo lämpöä maasta tai ilmasta höyrystyessään matalassa lämpötilassa. Höyryn painetta korotetaan kompressorilla, jolloin sen lämpötila nousee. Tässä vaiheessa tapahtuu laitteiston energiankulutus sähkön muodossa. Korkeapaineinen kuuma kylmäaine vapauttaa lauhduttimessa lämpöä ympäristöön, kun se tiivistyy takaisin nesteeksi. Nestemäinen kylmäaine johdetaan paisuntaventtiilille, jonka jälkeen kiertoprosessi alkaa alusta. Viilennysasennossa kylmäaine kiertää koneistossa vastakkaisessa järjestyksessä kuin edellä kuvatussa lämmitysasennossa. Kuvassa 68 on kuvattuna yksinkertainen lämpöpumpun toimintakaavio. (Rautio 2008)

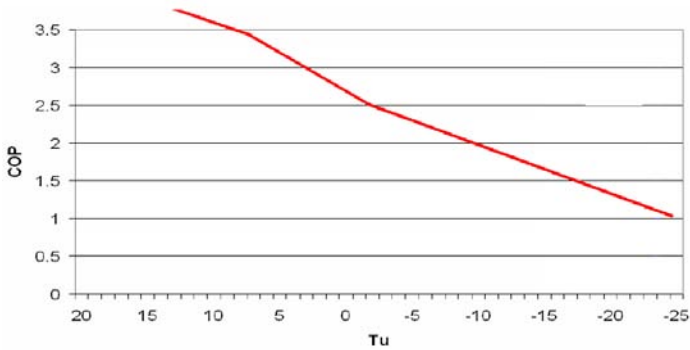


Kuva 68. Lämpöpumpun toimintakaavio yksinkertaisimmillaan (Rautio 2008)

Lämpöpumppu tuottaa siis kilowatteina enemmän lämpöä kuin se kuluttaa sähköä. Tämä suhde esitetään lämpökertoimenä (engl. COP, coefficient of performance), joka ilmaisee kuinka moninkertaisesti prosessi tuottaa lämpöä verrattuna kompressorin sähkönkulutukseen eli kuinka paljon tehokkaammin lämpöpumppu tuottaa lämpöä suoraan sähkölämmitykseen verrattuna. Lämpökertoimen vaihteluun vaikuttaa, mitä lämmönlähdettä lämpöpumppu käyttää. (Lämpöpumppu.org www-sivusto, SULPU diaesitys 2010)

$$\text{COP} = \frac{\text{Tuotettu lämpöteho kW}}{\text{Kulutettu sähköteho kW}}, \text{ esimerkiksi } \text{COP} = \frac{4 \text{ kW}}{2 \text{ kW}} = 2$$

Yleensä COP-luku ilmoitetaan laitteiden valmistajien kansainvälisesti hyväksymän standardin mukaisesti +7 asteessa mitattuna. Tämä antaa väärän kuvan laitteen energiansäästöstä, sillä ilmalämpöpumput menettävät tehoaan pakkasten kiristyessä (kuva 68). Vaikka ilmalämpöpumpun lämpökerroin saattaa parhaimmillaan olla jopa 5, laskee se pakkasten kiristyessä ja laite lakkaa toimimasta lämpötilan laskiessa 20–25 pakkasasteeseen. Sen sijaan maalämpöpumppujen lämpökerroin pysyy lähes samana kovillakin pakkasilla, (Lämpöpumppu.org www-sivusto, SULPU diaesitys 2010)



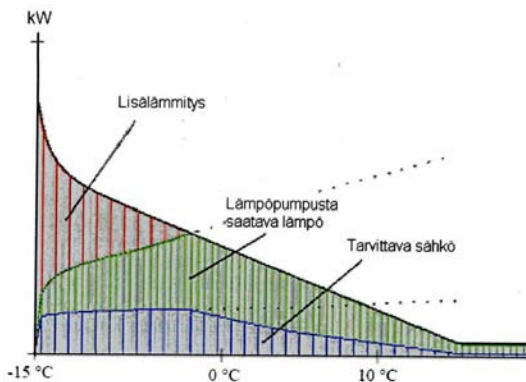
Kuva 69. Ilmalämpöpumpun COP-luvun pieneneminen lämpötilan laskiessa (SULPU diaesitys 2010)

13.2 Lämpöpumpputjärjestelmät

Erilaisia lämpöpumpputjärjestelmiä on totuttu jaottelemaan lämmönlähteen ja lämmön luovutuskohteen mukaisesti. Pääasiallisesti jako tapahtuu lämmönlähteen perusteella ilma- ja maalämpöpumpputeihin. Lisäksi järjestelmät jaotellaan tarkemmin sen mukaan, millä tavalla lämpö hyödynnetään. Ilmalämpöpumpputta on ilma-ilma-, ilma-vesi- ja poistoilmalämpöpumpputta. (Rautio 2008)

Ilmalämpöpumpput

Ilma-ilmalämpöpumpputin lämmönkeruu tapahtuu yleensä talon ulkoseinälle sijoitetun yksikön kautta. Lämmönluovutus tapahtuu siten, että huoneilmaa kierrätetään puhaltimen avulla lämmönluovutusyksikön kautta. Lämmönluovutusyksiköitä voi olla yksi tai useampi. Ilma-ilmalämpöpumpputta tarvitsee rinnalleen täysmitoitettua vaihtoehtoista lämmitysjärjestelmää, koska ilma-lämpöpumpputta ei pysty tuottamaan lämpöä kovalla pakkasella. Kuvassa 70 on esitetty lämpötilan vaikutus ilmalämpöpumpputin lämmitystekokkuuteen. Järjestelmän etuna on lisäksi huoneilman suodattaminen. Ilma-ilmalämpöpumpputilla saavutetaan lämmityssähkönä kuluvassa energiassa 30–40 % säästö. (Lämpöpumpputta.org www-sivusto)



Kuva 70. Periaatekuva ulkolämpötilan vaikutuksesta ilmalämpöpumpputin tehoon lämmitysjärjestelmän osana (Rautio 2008)

Ilma-vesi-lämpöpumpun lämmönkeruu tapahtuu myös vastaavalla talon ulkoseinälle sijoitetulla yksiköllä kuin ilma-ilmalämpöpumpulla. Erona on että lämpöä luovutetaan sisäilman sijaan lämminvesivaraajaan, jolloin lämpöä voidaan hyödyntää huonetilan kiertovesilämpöjärjestelmässä sekä käyttöveden lämmittämässä. Ilma-vesi-lämpöpumppu soveltuu rakennuksen päälämmönlähteeksi, mutta tarvitsee sähkövastuksen tuki- ja varalämmönlähteeksi kovilla pakkasilla. Kylmän sään aiheuttamista tehomenetyksistä huolimatta järjestelmä voi saavuttaa jopa 40 – 65 % säästöt sähkönkulutuksessa.

Ilma-ilma- ja ilma-vesilämpöpumppujen yhteisenä ongelmana on lämpökeruun lasku kovilla pakkasilla. Lisäksi nollan asteen paikkeilla ja siitä kylmemmissä olosuhteissa kyseiset lämpöpumput keräävät ulkoyksikön höyrystimeen huurretta ja jäätä, joka haittaa lämmön siirtymistä ja ilman virtausta. Tämä ongelma on uusissa lämpöpumpuissa ratkaistu siten, että automaattinen sulatusjärjestelmä kääntää tarvittaessa prosessin vähäksi aikaa käänteiseksi ulkoyksikön sulattamiseksi.

Poistoilmalämpöpumppu ottaa asunnosta koneellisesti poistettavasta ilmassa lämmön talteen ja käyttää sitä vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän, käyttöveden tai sisääntuloilman lämmittämiseen. Järjestelmä poistaa myös ilmassa kosteutta ja sopii jäähdytystarkoitukseen. Poistoilmalämpöpumpulla saavutetaan yleensä noin 40 % säästö lämmityskuluissa. Järjestelmän edullisuus verrattaessa esimerkiksi maalämpöpumppuihin tai ilmavesilämpöpumppuihin on myös huomattava. Toimiakseen poistoilmalämpöpumppu vaatii ilmanvaihdon suuruuden olevan vähintään puolet asunnon ilmatilavuudesta tunnissa. Poistettavan sisäilman tasaisesta lämpötilasta johtuen poistoilmalämpöpumppu tuottaa tasaisesti lämpöä ulkolämpötilasta riippumatta. Lämmitysteho ei kuitenkaan riitä koko asunnon lämmittämiseen, ellei järjestelmään kuulu lisäksi sähkövastuksia. Poistoilmalämpöpumpputalouksissa on järkevää lämmittää asuntoa myös esimerkiksi puilla, mikäli halutaan pienentää ostettavan sähkön määrää. (Motiva Lämpöä ilmassa, Lämpöpumppu.org www-sivusto)

Maalämpöpumput

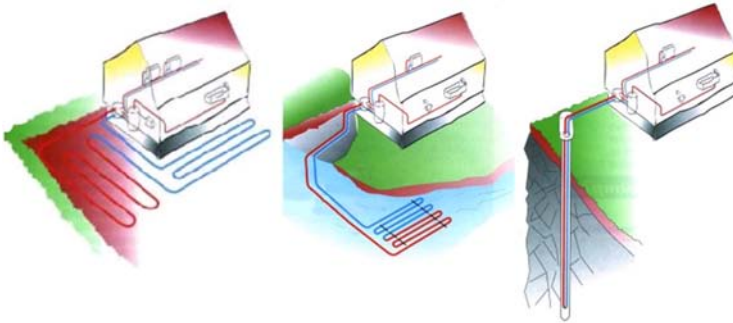
Vaikka ilma- ja poistoilmalämpöpumppu ovat kasvattaneet suosiotaan, maalämpöpumppu on edelleen Suomen merkittävin lämpöpumpputyyppeistä energiantuottoa tarkasteltaessa. Maalämpöpumppujen lämmönlähteenä voivat toimia maahan kaivettavat, kallioon porattavat tai vesistöön laskettavat lämmönkeruuputkistot, jotka hyödyntävät auringon maaperään varastoitunutta lämpöenergiaa ja geotermistä lämpöenergiaa. On tutkittu, että 3 prosenttia vuosittain maahan varastoituvasta aurinkoenergiasta riittäisi vuotuisen lämmöntarpeemme kattamiseen maalämmöllä.

Järjestelmä koostuu lämmönottopiiristä, lämmönsiirtopiiristä, lämmönluovutuspiiristä ja lämminvesivaraajasta. Lämmönottopiirissä, eli lämmönkeruuputkistossa kiertävä vesi-glykoliliuos lämpenee maaperään varastoituneen lämmön vaikutuksesta. Lämmönvaihtimessa liuos luovuttaa lämpöä lämpöpumpun kylmäainepiiriin, joka varastoi lämmön lämminvesivaraajaan. Sieltä lämpöä voidaan hyödyntää huonetilan kiertovesilämpöjärjestelmässä

sekä käyttöveden lämmittämiseen. Lämmönottopiiriä on myös mahdollista kesäaikana hyödyntää rakennuksen tuloilman jäädytykseen, jos koneellisen ilmastoinnin tuloilmakanavaan on asennettu patteri, johon voidaan kierrättää maapiirissä kiertävää viileää liuosta. Kuvassa 71 on esimerkkikuvia erilaisista lämmönottopiireistä

Maalämpöpumppujen lämpökerroin vaihtelee vuoden aikana välillä 2,6 – 3,6. Verrattuna ilmalämpöpumppuihin maalämpöpumpun lämpökertoimen huipparvo on pieni, mutta maalämpöpumpun lämpökertoimen vaihtelut ovat vuoden aikana pienet. Näin ollen maalämpöpumppu sopii asunnon päälämmitysjärjestelmäksi eikä tarvitse tukilämmitysjärjestelmää.

Maahan upotettu lämmönkeruuputkisto asennetaan 0,7 – 1,2 metrin syvyyteen riippuen siitä, kuinka etelässä tai pohjoisessa ollaan. Auringon lämpöenergiaa on mahdollista kerätä Suomessa jopa kymmenen metrin syvyyteen asti. Syvemmälle mentäessä yhä suurempi osa saatavasta lämmöstä on geotermistä lämpöenergiaa. 200 metrin syvyydessä geotermienergia tuottaa noin kymmenen asteen lämmön.



Kuva 71. Maalämpöpumpun lämmönkeruuputkisto upotettuna maahan, järveen sekä porattuna kallioon (SULPU www.sivut)

13.3 Lämpöpumppujen hyödyntäminen lämmitysmuotona

Suorasähkölämmitteiseen omakotitaloon on järkevintä hankkia ilma-ilma-lämpöpumppu ja öljylämmitteiseen tai muulla vesikiertoisella lämmitysjärjestelmällä lämpiävään omakotitaloon maalämpöpumppu tai ilma-vesilämpöpumppu. Maalämpöpumppu on parhaimmillaan alhaisten lämpötilojen lämmönjakojärjestelmissä kuten vesikiertoisessa lattialämmityksessä tai ilmalämmityksessä. Ilmalämpöpumput ovat edullisempia ja nopeampia asentaa, kuin maalämpöpumput, mutta maalämpöpumpuilla saavutetaan hyvä energiatehokkuus vuoden ympäri. Poistoilmalämpöpumput sopivat lähinnä asuntoihin, joissa on valmiiksi koneellinen ilmanvaihto ja tarvittavat poisto- ja tuloilmakanavat. (SULPU www.sivut).

Taulukossa 43 näkyy erilaisten lämpöpumppujen ominaisuuksia. Sopivaa järjestelmää valittaessa on näiden ominaisuustietojen lisäksi hyvä ottaa huomioon myös talon koko, kerrosten lukumäärä ja talon lämmöntarve, jotka määrittävät tarvittavan lämpöpumpun koon ja sisäyksikköjen määrän.

Taulukko 43. Vertailutaulukko eri lämpöpumppujen ominaisuuksista pientalokokoluokassa (Motiva Lämpöä ilmassa, SULPU www-sivut, CO₂-raportti 2009, Maalampo.fi, Greentex Oy www-sivut)

	Maalämpöpumppu	Ilma-ilmalämpöpumppu	Ilma-vesilämpöpumppu	Poistoilmalämpöpumppu
Keskimääräinen hintataso	12 000 – 16 000 € (sisältäen asennuksen)	1 500 – 3500 €	7 000 - 12 000 €	3 500 - 8 500 €
Säästöt lämmityskuluissa	50-70 %	30 - 40 %	40 - 65 %	40 %
COP-keskiarvo	3	Vaihtelee ulkolämpötilan mukaan yhdestä jopa viiteen. Vuotuinen keskiarvo 1,8 - 2,2.	Vaihtelee ulkolämpötilan mukaan yhdestä jopa viiteen. Vuotuinen keskiarvo 1,5 - 2.	1,5 - 2,2

Taulukossa 44, 45 ja 46 on esitetty vuoden 2008 rakennustietokantaan perustuen laskennalliset saavutettavat energian säästöt Päijät-Hämeessä, kun öljylämmitteisissä ja sähkölämmitteisissä rakennuksissa siirryttäisiin lämpöpumppujärjestelmiin. Öljylämmitteisissä rakennuksissa maalämpöön siirryttäessä, energiankulutus laskisi kolmannekseen ja vastaisi 187 GWh:n energiansäästöä (taulukko 44). Sähköntuotannon hyötysuhde vaikuttaisi kuitenkin siihen mikä todellinen energiansäästö olisi.

Sähkökeskuslämmitteisissä rakennuksissa maalämpöön siirryttäessä sähkönkulutus laskisi kolmannekseen, jolloin syntyisi 34 GWh:n energiansäästö (taulukko 45). Suorasähkölämmitteisissä rakennuksissa ilmalämpöpumpulla lämmittämiseen siirtymisen seurauksena huonetilan lämmityksen sähkönkulutus laskisi puoleen, jolloin syntyisi 164 GWh energiasäästö (taulukko 46). Tällä hetkellä markkinoilla ei ole saatavilla ilma-ilmalämpöpumpun ja ilmavesilämpöpumpun yhdistelmää, joten käyttöveden lämmityksen sähkönkulutukseen ilmalämpöpumpun hankinnalla ei ole vaikutusta.

Taulukko 44. Öljylämmityksen korvaaminen maalämpöpumppujärjestelmällä perustuen vuoden 2008 rakennustietokantaan Päijät-Hämeessä

Päijät-Häme	Öljylämmitys				Maalämpö COP=3	
	kpl	kerrosala kesk m ²	lämmitys GWh	lämmitys GWh	lämmitys GWh	käyttövesi GWh
omakotitalot	9822	138	161	34	54	11
rivi ja paritalot	429	468	31	6	10	2
kerrostalot -4	211	958	30	7	10	2
kerrostalot +4	25	2467	9	2	3	1
	yhteensä			280	93	
	Energiasäästö				187	

Taulukko 45. Sähkökeskuslämmityksen korvaaminen maalämpöpumppujärjestelmällä perustuen vuoden 2008 rakennustietokantaan Päijät-Hämeessä

Päijät-Häme	Keskussähkö-				Maalämpö COP=3	
	lämmitys kpl	kerrosala kesk m ²	lämmitys GWh	lämmitys GWh	lämmitys GWh	käyttövesi GWh
omakotitalot	1921	164	37	8	12	3
rivi ja paritalot	55	419	4	1	1	0,2
kerrostalot -4	11	409	0,7	0,2	0,2	0,1
kerrostalot +4	2	1445	0,4	0,1	0,1	0,03
	yhteensä			51	17	
	Energiasäästö				34	

Taulukko 46. Suoran sähkölämmityksen korvaaminen ilmalämpöpumpulla perustuen vuoden 2008 rakennustietokantaan Päijät-Hämeessä

Päijät-Häme	Suora sähkö-				Ilmalämpö COP=2	
	lämmitys kpl	kerrosala kesk m ²	lämmitys GWh	lämmitys GWh	lämmitys GWh	käyttövesi GWh
omakotitalot	17067	138	280	59	140	59
rivi ja paritalot	635	427	42	8	21	8
kerrostalot -4	105	367	6	1	3	1
kerrostalot +4	1	1019	0,15	0,03	0,08	0,03
	yhteensä			396	232	
	Energiasäästö				164	

13.4 Lämpöpumppujen aluetaloudelliset ja ympäristövaikutukset

Kuten jääkaapeissa, lämpöpumppuissakaan ei enää käytetä yläilmakehän otsonikatoa aiheuttavia CFC-yhdisteitä kylmäaineena. Nykyään on siirrytty HFC-yhdisteisiin, eli fluorihilivetyihin, jotka ovat myrkyttömiä, palamattomia ja biologisesti hajoavia. HFC-yhdisteet ovat kuitenkin kasvihuonekaasuja, mistä syystä aineiden leviäminen ympäristöön on estettävä. Muun muassa tästä syystä on tärkeää että ilmalämpöpumppujen asentamisen ja purkamisen toteuttaa ammattilainen. (Rautio 2008)

Lämpöpumppujen kannattavuus lämmitysmuotona riippuu korvattavasta lämmitysmuodosta sekä muista vaihtoehtoisista energianlähteistä, joita kohdeessa voitaisiin hyödyntää. Lämpöpumppujen tuottamasta ”ilmaisesta lämmöstä” huolimatta lämpöpumput käyttävät merkittävän määrän sähköä. Sähkötuotannon energialähteet ja hyötysuhde vaikuttavat merkittävästi siihen, mitkä ovat lämpöpumppujen hyödyntämisen kokonaisvaikutukset ympäristön kannalta. Maalämpöpumppujen yleistyessä on myös syntynyt keskustelua lämpökaivojen vaikutuksesta pohjavesialueilla.

Suomessa ei valmisteta lämpöpumppuja, mutta myyntiin, asennukseen ja huoltoon liittyen lämpöpumput ovat paikallisesti merkittävä työllistäjä LVI-alalla.

14 Muita kestävän energian muotoja sekä kehitteillä olevia menetelmiä

Vesivoima

Päijät-Hämeessä vesivoiman merkitys maakunnan energiantuotannossa on pieni ja käytön lisäämismahdollisuudet lienevät melko vähäisiä. Hajautettua energiantuotantoa lisättäessä maakunnasta voi kuitenkin löytyä pieniä kohteita, joissa vesivoimaa voitaisiin hyödyntää. Suomessa suurin potentiaali vesivoiman tuotannossa on vanhojen laitosten modernisoinnissa. Suomessa on muutamia suurempia kohteita (Ounasjoki, Vuotos ja Kollaja), joissa vesivoiman tuotannonkapasiteettia voitaisiin vielä rakentaa lisää. Vesivoiman lisärakentaminen on kohdannut paljon vastustusta eri kansalaisryhmien piirissä, eikä siinä ole merkittävää todellista energiantuotannon potentiaalia Suomessa.

Pienen kokoluokan yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto

Hajautetun energiantuotannon lisäämisessä pienen mittakaavan yhdettyä sähkön- ja lämmöntuotannolla (CHP-tuotanto) on tulevaisuudessa tärkeä rooli. Suomessa on useita yrityksiä ja tutkimushankkeita, joissa kehitetään biomassan kaasuttamiseen perustuvaa yhdistettyä sähkön- ja lämmöntuotantoa. Kaasutuksen haasteena on kaasun puhtaus, jotta laitokset pystyisivät toimimaan pienellä huoltotarpeella. Vuoden 2011 aikana markkinoille on tulossa ensimmäisiä tehdasvalmisteisia ja mahdollisesti sarjatuotantoon päätyviä puukaasuttimeen perustuvia CHP-laitoksia. Jotta sähköä voidaan tuottaa hyvällä hyötysuhteella, käyttökohteissa tulee olla myös jatkuvaa tarvetta lämmölle. Tulevaisuudessa pienen mittakaavan CHP-tuotanto voi olla parantamassa merkittävästi kuntien ja pk-yrityksien energiantuotannon omavaraisuutta.

Levien hyödyntäminen energianlähteenä

Tulevaisuudessa leväpohjaista biomassaa voidaan hyödyntää energianlähteenä. Hämeessä Lahden ammattikorkeakoulu on mukana levien hyödyntämistä selvittävässä ALDIGA-projektissa. Projektin tavoitteena on kehittää konsepti, jossa biojätteestä saadaan energiaa kasvattamalla sen voimalla leväbio-

massaa, jota puolestaan käytetään biodieselin ja biokaasun tuottamiseen. Taivoitteena on kehittää menetelmä, joka vaatii mahdollisimman vähän ylimääräistä energiaa ja perustuu erilaisten sivuvirtojen tehokkaaseen hyödyntämiseen ja suljettuihin kiertoihin.

Levät tuottavat sellaisia lipideitä, joista on mahdollisuus valmistaa biodieseliä melko pienellä muokkaamisella. Levien etuna on myös nopea kasvu ja niiden mahdollisuus käyttää biomassan valmistukseen joko auringosta saatavaa energiaa tai esimerkiksi muiden tuotantoprosessien sivuvirtoja eli jätettä. Biodieselin valmistamisen jätettä voidaan puolestaan käyttää biokaasun ja mahdollisesti myös vetyenergian tuottamiseen. Tuotantoprosessissa on kuitenkin vielä ongelmia ja haasteita ratkottavaksi ennen kuin siitä tulee taloudellisesti kannattava. (Lahden ammattikorkeakoulun [www-sivut](http://www.sivut)).

Biohiili ja TOP-pelletit

Torrefiointi on pyrolyysimenetelmä, jossa biomassasta valmistetaan biohiiltä. Menetelmässä biomassaa paahdetaan noin 250–300 °C lämpötilassa, jolloin osa biomassasta poistuu kaasun muodossa ja jäljelle jää kuiva hauras biomassaa jonka energiatiheys on korkeampi. Biomassan sisältämästä energiasta noin 70 % päätyy lopputuotteeseen. Kaasuna poistuvaa tor-kaasua voidaan hyödyntää lämmöntuotannossa. Kuljetusta varten biohiilen energiatheyttä voidaan vielä parantaa valmistamalla siitä pellettä, jota kutsutaan TOP-pelletiksi. Biohiiltä on kaavailtu kivihiilikattiloiden energianlähteeksi. (Wilen 2010)

Polttokennot

Polttokennot ovat sähkökemiallisia laitteita, jotka muuttavat vedyn energian suoraan sähköksi ja lämmöksi ilman palamista. Toiminnaltaan polttokennot muistuttavat paristoja, mutta toisin kuin paristoissa, polttokennoon reagoivat aineet, vety ja happi, syötetään ulkoa. Polttokennojen etuja ovat muiden muassa hyvä hyötysuhde, luotettavuus, pieni koko ja äänettömyys. Polttokennoja on useita erilaisia tyyppjä, jotka sopivat eri käyttökohteisiin. Polttokennotyyppit luokitellaan useimmiten toimintalämpötilan ja käytettävän elektrolyytin mukaan. Tulevaisuudessa polttokennoilla voidaan vähentää energiantuotannon häviöitä tehokkaan sähköntuotannon ansioista. Polttokennojen polttoaineena voidaan vedyn lisäksi hyödyntää metaania. (Teknillisen korkeakoulun [www-sivut](http://www.sivut)).

Vedyn hyödyntäminen

Tulevaisuudessa vety voi olla merkittävä energianlähde. Vety on puhdas polttoaine, sillä palaessa siitä syntyy puhdasta vettä. Polttamista tehokkaammin vetyä voidaan hyödyntää polttokennossa. Vetyä voidaan valmistaa elektrolyysissä hajottamalla vettä vetykaasuksi sähköän avulla. Tulevaisuudessa aurinkoenergiapohjaisen energiantuotannon vaihtelua voitaisiin tasata varastoi-

malla auringon energiaa vedestä hajotettuun vetyyn. Menetelmän haasteena on edelleen vedyn varastointi ja veden tehokas hajottaminen. (Teknillisen korkeakoulun [www-sivut](#)).

ENERGIANSÄÄSTÖN MAHDOLLISUUDET

15 Energian säästö ja energiatehokkuus

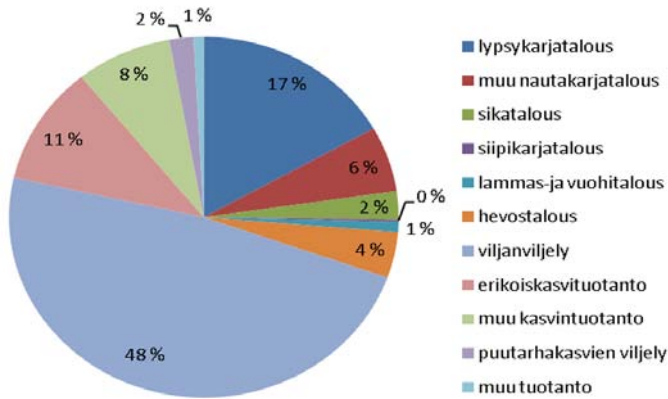
Energiansäästö ja energiatehokkuuden parantaminen on mainittu yhtenä tärkeänä tavoitteena Suomen pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategiassa. Ne ovat keinoja, joilla energiankulutuksen kasvu saadaan katkaistua ja käännettyä laskusuuntaan. Yritykset voivat vapaaehtoisesti liittyä ns. energiatehokkuussopimukseen, jolloin ne sitoutuvat seuraamaan energiatehokkuuttaan ja tekemään sitä parantavia toimenpiteitä. Tyypillisesti toiminta aloitetaan tekemällä yrityksessä energiakatselmus, jossa selvitetään katselmukskohteiden kokonaisenergiankäyttö, energiansäästöpotentiaalit ja mahdollisuudet uusiutuvan energian käyttöön. Energiatehokkuussopimusten tavoitteena on omalta osaltaan auttaa Suomea saavuttamaan kansalliset ilmasto- ja energiastrategian tavoitteet. Tavoitteena on kaiken kaikkiaan yhdeksän prosentin suuruinen energiansäästö vuoteen 2016 mennessä. (Motivan [www-sivut 2011](#)).

Yksi osa energiatehokkuussopimuksia on maatilojen energiaohjelma, joka käynnistyi vuoden 2010 alkupuolella. Tavoitteena on pitkäjänteinen energiatehokkuuden kehittäminen maataloilla ja myös uusiutuvien energialähteiden käytön lisääminen. Ko. ohjelman piiriin kuuluvat myös puutarhatilat. (Motivan [www-sivut 2011](#))

Seuraavissa kappaleissa tarkastellaan energiansäästön mahdollisuuksia maataloilla, kasvihuoneyrityksissä ja maaseudun pienyrityksissä. Kotitaloudet rajattiin tämän tutkimuksen ulkopuolelle.

15.1 Maatilat

Päijät-Hämeessä oli noin 1 900 maatilaa vuonna 2009. Noin puolet tiloista oli viljanviljelytiloja, ja muuta kasvinviljelyä ja erikoiskasvien viljelyä harjoitti 19 % tiloista (kuva 72). Lypsykarjatilojen osuus oli Päijät-Hämeessä 17 %. Maatilojen keskimääräinen peltopinta-ala on Päijät-Hämeessä noin 41 hehtaaria, mikä on noin 6 hehtaaria koko maan keskiarvoa suurempi (Maatilatilastollinen vuosikirja 2009).



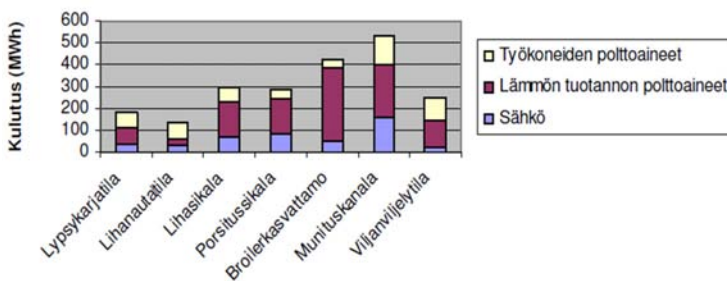
Kuva 72. Maatilojen tuotantosuuntajakauma Päijät-Hämeessä vuonna 2009 (Tilastokeskuksen tietopalvelu 2011)

15.1.1 Energiankulutus

Energiataselaskelmissa Päijät-Hämeen maatilojen energiankulutukseksi arvioitiin noin 320 GWh (sis. asuinrakennusten lämmityksen), mikä on noin 3 % alueen energian kokonaiskulutuksesta. Koko Suomessa maatalouden energiankulutuksen on arvioitu olevan noin 12 000 GWh, joka on 4 % kokonaisenergiankulutuksesta (Bionova 2007/2).

Päijät-Hämeäläisillä maatiloilla vuotuinen energiankulutus oli energiataselaskelmien aineiston mukaan keskimäärin 160 MWh. Luku on hiukan suurempi kuin kirjallisuudesta löytyvä vertailuarvo 146 MWh vuodessa (Hagström ym. 2005). Tilakohtainen vaihtelu on suurta (kuva 73). Isoissa kotieläinryhmissä energian kulutus on selkeästi suurempaa, 300 - 500 MWh vuodessa (Bionova 2007/2). Vertailua vaikeuttavat usein puutteelliset taustatiedot mm. yksityistalouden sähkön tai asuinrakennuksen lämmityksen polttoainetien sisällyttämisestä lukemiin. Kaiken kaikkiaan maatalouden energiankulutuksesta löytyy vähän tilastoitua tai mitattua tietoa. Uutta tietoa on luvassa, kun Tilastokeskus julkaisee vuoden 2010 maatalouslaskennassa kerättyä tietoa maatilojen energiankulutuksesta ja uusiutuvien energialähteiden käytöstä (Kyyrö & Mattila 2010).

Energian kokonaiskäyttö

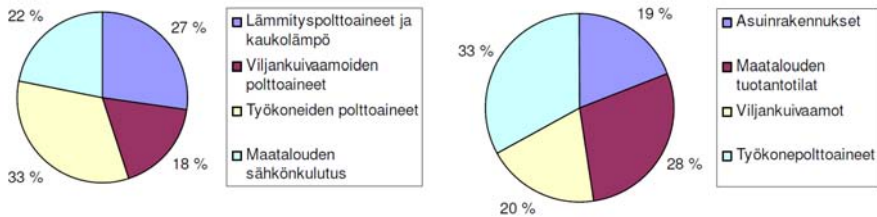


Kuva 73. Energian kokonaiskäyttö MWh/vuosi esimerkitiloilla (Bionova 2007/2).

Energialähteittäin tarkasteltuna maataloustuotannossa kuluu eniten energiaa työkoneiden ja lämmityksen polttoaineina (kuva 74). Viljan kuivauksen polttoaineiden osuus on vajaa viidesosa kokonaiskulutuksesta. Sähkön osuus on keskimäärin 22 % energiankulutuksesta. (Bionova 2007/2).

Maatilojen energiankulutus energialähteittäin

Maatilojen energiankäyttö kulutuskohteittain

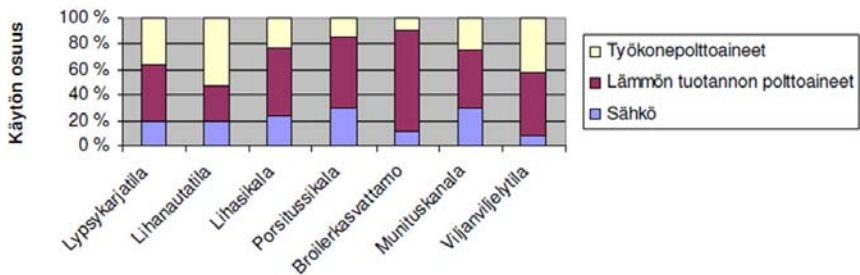


Kuva 74. Maatilojen energiankulutus energialähteittäin ja kulutuskohteittain (Bionova 2007/2).

Kulutuskohteittain tarkasteltuna kolmannes maatalouden käyttämästä energiasta kuluu työkoneiden polttoaineisiin ja lähes yhtä suuren osuuden muodostaa tuotantotilojen lämmitys (kuva 74). Viidesosa energiasta kuluu asuinrakennusten lämmitykseen ja saman suuruinen on myös viljankuivaamoiden osuus.

Tilakohtaisessa tarkastelussa näkyy vaihtelu eri tuotantosuuntien ja toisaalta myös yksittäisten tilojen välillä (kuva 75). Lämmön tuotannon polttoaineiden osuus energian käytöstä vaihteli välillä 44–56 % lukuun ottamatta lihanautatilaa, jolla ei ollut lämmitystä eläintilassa ja broilerikasvattamoa, jolla oli suuri lämmön tarve eläinhallissa. Työkonepolttoaineiden osuus oli suurin (40–50 %) lihanautatilalla ja viljanviljelytilalla. Sähkön osuus oli karjatiloiilla tyypillisesti 20–30 % kokonaiskulutuksesta.

Energian käytön jakauma esimerkkituloilla



Kuva 75. Energian käytön jakauma esimerkkituloilla (Bionova 2007/2).

Pohjanmaalla tehdyn kyselytutkimuksen mukaan kevyttä polttoöljyä kului useimmilla tiloilla 2 500–5 000 litraa vuodessa (Rintamäki & Rouhunkoski 2004). Työtehoseuran aineistossa (Kirkkari & Lehtinen 2005) polttoöljyn ku-

lutus oli keskimäärin 10 800 litraa vuodessa. Kulutus kasvoi pääsääntöisesti peltohehtaarien lisääntyessä, mutta aineistossa esiintyi myös suurta vaihtelua tilojen välillä. Viimeksi mainittuun lukuun sisältyy tuotantorakennusten ja todennäköisesti myös yksityistalouden lämmityskäyttö.

Mikkolan & Ahokkaan (2009) mukaan perinteisessä, kyntöön perustuvassa viljelyssä polttoainetta kuluu noin 60 litraa hehtaaria kohti. Viljan kuivauksen energian tarve riippuu kuivattavan viljan kosteudesta, ja kosteina syksyinä kuivaukseen voi kuluu energiaa satokiloihin suhteutettuna jopa enemmän kuin muihin työvaiheisiin yhteensä (Kari 2009). Kuivureissa käytettävä polttoaine on pääosin kevyttä polttoöljyä.

Karin (2009) mukaan työkoneiden polttoaineen kulutus tuotettua tonnia kohti on viljalla 11–13 litraa / tonni (taulukko 47). Säilörehunurmella arvo jää alle 9 litraa tonnille. Vaihtelu tilojen välillä on suurta. Hehtaaria kohti lasketun polttoaineen keskiarvo oli 50 l vaihteluvälin ollessa 32–92 litraa / ha. Suurimpana selittäjänä tekijänä Kari piti lohkojen välistä etäisyyttä ja siirtoajojen määrää. Muita polttoaineen kulutukseen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. maalaji, maan kosteus, työkoneiden kunto, säädöt, kuljettajan ajotapa sekä lohkojen koko ja muoto.

Taulukko 47. Polttoaineen kulutus peltoviljelyssä tuotettua tonnia kohti (Kari 2009)

Kasvi	polttoaineen kulutus	
	keskiarvo l / t	vaihteluväli l / t
kaura	11,1	5,8–17,3
ohra	13,6	7,1–20,4
vehnä	12,7	9,3–22,9
säilörehunurmi	8,9	4,5–13,3

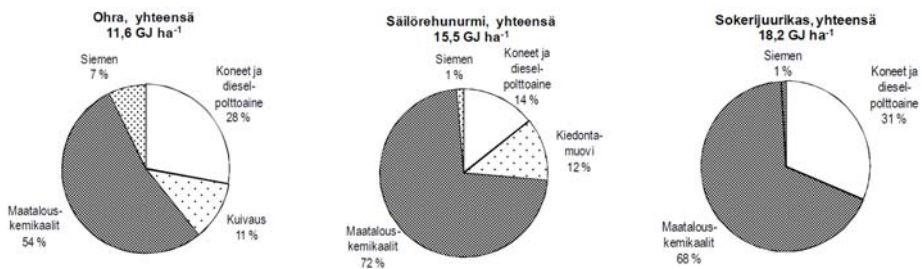
Lypsykarjatilalla energiaa kuluu ruokintaan, lypsytyöhön ja maidonkäsittelyyn, valaistukseen ja ilmanvaihtoon (Lehtinen 2009). Lämmitysenergian tarve on tyypillisesti vähäistä lypsykarja- ja nautakarjatilalla. Toisaalta lypsykarjatilalla usein tingitään ilmanvaihdosta sillä seurauksella, että ilma on kosteaa ja ilman hiilidioksidipitoisuus nousee. Tehtyjen selvitysten mukaan tilojen välillä on suuria eroja valaistuksen ja ilmanvaihdon ja toisaalta myös rehujen varastointi- ja jakotapojen energiankulutuksessa.

Lehtisen (2009) mukaan sadan emakkopaikan sikalassa vuosittainen energiankulutus on keskimäärin 2 440 kWh emakkopaikkaa kohti. Lihaskalan energiankulutus on selkeästi pienempi, keskimäärin 570 kWh sikapaikkaa kohti. Lämmitykseen tarvittavan energian osuus on suuri varsinkin emakkosikaloissa, sillä vastasyntyneet porsaavat tarvitsevat noin 30 °C lämpötilan.

Munituskanalan vuosittainen energiankulutus on Lehtisen (2009) mukaan keskimäärin 5,7 kWh kanapaikkaa kohti. Suurimmat energiankuluttajat ovat valaistus ja ilmanvaihto. Lattiakanaloissa energiaa kuluu kaksinkertainen määrä häkkikanaloihin verrattuna, sillä niissä tarvitaan tehokkaampaa ilmanvaihtoa ja toisaalta vastaavasti enemmän lämmitystä.

Broilerikasvattamoissa energiaa tarvitaan mm. lämmitykseen, ilmastointiin, valaistukseen ja rehulinjoille (Hagström ym. 2005). Lehtisen (2009) mukaan energiankulutus on keskimäärin 1,5 kWh tuotettua teuraskiloa kohti. Kaksi kolmasosaa energiasta kuluu lämmitykseen. Tilakohtainen vaihtelu on suurta johtuen mm. valaistustekniikasta ja tilojen lämpöeristyksestä.

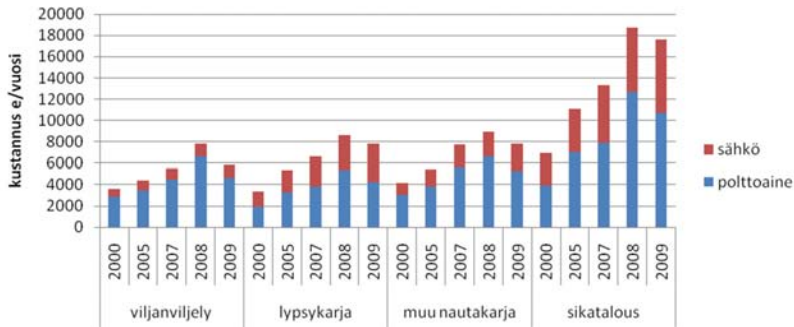
Maataloustuotannon epäsuoraa energiankulutusta ovat arvioineet Mikkola & Ahokas (2009). Heidän laskelmiensa mukaan pelkästään maatalouskemikaalien (lannoitteet, kalkki, torjunta-aineet) osuus on yli puolet energian kokonaiskulutuksesta ohran, säilörehunurmen ja sokerijuurikkaan viljelyssä. Seuraavaksi suurin energiapanos kuluu koneisiin ja niiden polttoaineisiin (kuva 76).



Kuva 76. Panosenergian kokonaismäärä ja sen jakauma ohran, säilörehunurmen ja sokerijuurikkaan viljelyssä (Mikkola & Ahokas 2009).

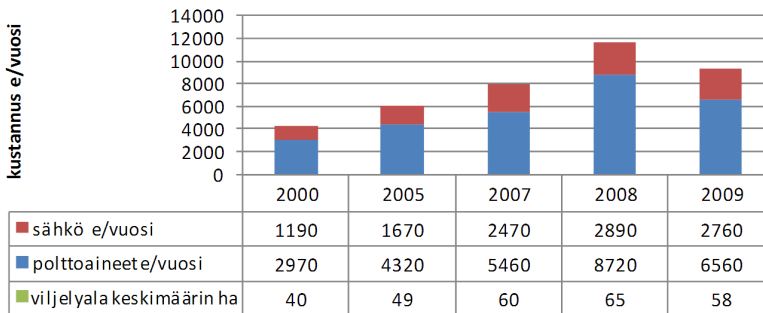
15.1.2 Energiakustannus

Maatilojen energiakustannukset ovat kasvaneet nopeasti viime vuosina kaikilla tuotantosuunnilla (kuva 77). Pääosa kustannuksesta koostuu polttoainekustannuksesta lukuun ottamatta sikataloutta, jolla sähkön osuus on muita tuotantosuuntia suurempi. Vuonna 2009 energiakustannukset olivat yli 5 000 euroa kaikilla tuotantosuunnilla, ja sikatiloilla ne olivat selkeästi suurimmat (lähes 18 000 euroa). Vuosi 2008 näkyy ”hintapiikkinä” poikkeuksellisen korkean raakaöljyn maailmanmarkkinahinnan vuoksi. Luvut on poimittu MTT:n Taloustohtorin koko maan kirjanpitotilat kattavasta aineistosta. Tilojen keskipinta-ala on pääosin välillä 50–60 hehtaaria lukuun ottamatta lypsykarjatiloja, joiden keskipinta-ala on hiukan pienempi (35–50 hehtaaria). Vaikka tilat edustavat keskimääräistä suurempaa kokoluokkaa, niin tulokset on painotettu edustamaan keskimääräisiä tiloja.



Kuva 77. Energiakustannus kannattavuuskirjanpitoilla tuotantosuunnittain koko maassa (MTT Taloustohtori 2011).

Myös päijät-hämäläisillä kannattavuuskirjanpitoilla sähkön ja polttoaineiden kustannus on kasvanut nopeasti 2000-luvulla (taulukko 48 ja kuva 78). Vuonna 2009 energiakustannus oli Päijät-Hämeessä keskimäärin 9 300 euroa, josta polttoaineiden osuus oli noin 6 600 euroa. Energian osuus kaikista ostetuista tuotantopanoksista (tarvikekustannuksista) on ollut viime vuosina noin 30 % lukuun ottamatta vuotta 2008. Viljeltyä pinta-alaa kohti laskettuna polttoainekustannus oli vuonna 2009 puolitoistakertainen vuoteen 2000 verrattuna. Sähkö- ja polttoainekustannukset sisältävät maataloustuotannossa kuluvan energian, mutta eivät asuinrakennuksen lämmitystä ja yksityistalouden sähkönkulutusta. Aineiston tilat ovat pääosin viljanviljelytiloja. Tuotantosuuntaakohtaisia energiakustannuksia ei pystytty selvittämään tilojen vähäisen määrän vuoksi.



Kuva 78. Energiakustannus kannattavuuskirjanpitoilla Päijät-Hämeessä (MTT Taloustohtori 2011)

Taulukko 48. Energiakustannus ja sen muutokset kannattavuuskirjanpitotiloilla Päijät-Hämeessä (MTT Taloustohtori 2011)

	2000	2005	2007	2008	2009
polttoaineet e/vuosi	2970	4320	5460	8720	6560
sähkö e/vuosi	1190	1670	2470	2890	2760
energiakustannus yhteensä e/vuosi	4160	5990	7930	11610	9320
tarvikekustannus e/vuosi	18300	26100	26300	31100	31300
osuus tarvikekustannuksista %	23	23	30	37	30
tuotantokustannus e/vuosi	88400	140000	136300	159300	141400
osuus tuotantokustannuksesta %	4,7	4,3	5,8	7,3	6,6
polttoainekustannus e/ha/vuosi	74	88	91	134	113
polttoainekustannus e/ha v. 2000 verrattuna		1,2	1,2	1,8	1,5
energiakustannuksen muutos v. 2000 verrattuna		1,4	1,9	2,8	2,2
viljelyala keskimäärin ha	40	49	60	65	58
tilojen määrä kpl	20-30	20-30	20-30	15-20	15-20

15.1.3 Energiansäästöpotentiaali

Maatilojen energiaohjelmassa maataloussektorin säästötavoitteeksi vuonna 2016 on asetettu 9 % ohjelmaan liittyneiden maatilojen energiankäytöstä. Lukemaa verrataan vuoden 2005 toteutuneeseen lämmön, sähkön ja polttoainekulutuksen yhteismäärään. Tavoitteena on, että ohjelmaan liittyneet maatilat edustavat maatilatalouden energiankäytöstä 80 %:a. Päijät-Hämeen maataloille tämä merkitsee 29 GWh säästötavoitetta.

Bionova puolestaan on arvioinut maatilojen energiansäästöpotentiaalilin 2008–2016 olevan 17 % vuosittaisesta kulutuksesta (taulukko 49). Merkittävin säästöpotentiaali, puolet koko maatalouden potentiaalista, löytyy työkoneneiden polttoaineista, noin 1 080 GWh (taulukko 49). Muut merkittävät säästökohteet ovat karjasuojat ja viljan käsittely. Lähes yhtä suuren osuuden muodostaa asuinrakennusten lämmitys. Raportissa todetaan kuitenkin, että koko potentiaalilin toteuttaminen vaatisi merkittäviä muutoksia sekä tilojen energianhallinnan prosesseissa että teknologiassa.

Taulukko 49. Energiansäästöpotentiaali maataloudessa (Bionova 2007/2).

	kulutus (GWh)/vuosi	maksimi säästöpotentiaali (%)	säästöpotentiaali (GWh)
työkoneet	4 000	27 %	1 080
viljan käsittely	2 300	14 %	320
asuinrakennukset	2 300	13,50 %	310
karjasuojien ilmanvaihto	1 200	15 %	180
muu kulutus	1 700	10 %	170
karjasuojien valaistus	500	12,50 %	60
yhteensä	1 2000	keskimäärin 17 %	2 120

Karin (2009) mukaan taloudellisella traktorin ajotavalla voidaan polttoainetta säästää 10–20 %. Kohtalaisen helposti toteutettava keino on myös työkonien käytön optimointi ja turhan siirtoajon määrän vähentäminen. Suurempia muutoksia vaatii sen sijaan esim. siirtyminen kevytmuokkaukseen, suorakylvöön tai tehokkaiden koneiden yhteiskäyttöön tai tilusjärjestelyjen muuttaminen. Lätin (2008) mukaan suorakylvössä säästyä polttoainetta 12–38 litraa hehtaarille verrattuna kyntöön perustuvaan menetelmään. Suorakylvöön siirtyminen vähentää myös tilakeskuksen ja peltolohkojen välistä siirtoajoa, mutta voi toisaalta lisätä viljan kuivauksen energiankulutusta 1,5–2 litraa viljatonna kohti. Suorakylvetty vilja saattaa olla puidessa noin prosenttiyksikön kosteampaa kuin perinteisesti kylvetty vilja.

Viljankäsittelyssä säästöpotentiaali on Bionovan arvion mukaan 14 % kuivauksen energiankulutuksesta. Se koostuu mm. lämminilmakuivaamoiden energiankäytön tehostamisesta ja rehukäyttöön menevän viljan tuoresäilöntään siirtymisestä. Lötjösen ja Palvan (2005) mukaan viljankuivauksen tärkeimpiä energian säästämismahdollisuuksia ovat seuraavat:

- puinti mahdollisimman kuivalla säällä vähentää kuivauksen tarvetta
- kuivurin ja tuloilmaputkiston lämpöeristäminen, säästö 10 %
- kuivuriuunin säännöllinen huolto, säästö 5–10 %
- yökuivauksen välttäminen, säästö 5–10 %
- liikakuivauksen välttäminen, säästö 10–20 %

Kuivaaminen 10–15 °C nykyisiä suosituksia korkeammassa lämpötilassa vähentäisi kuivauksen energiankulutusta noin 5 % ja lisäisi kuivauskapasiteettia (Peltola 1997). Kotieläintiloilla kuivausenergian käyttöä vähentäisi siirtyminen viljan tuoresäilöntään viljan kuivauksen sijasta. Viljankuivauksen kustannuksiin vaikuttaa oleellisesti polttoöljyn hinta. Palvan ym. (2006) mukaan puintikosteudeltaan 21 % viljassa 10 sentin muutos öljyn hinnassa muuttaa kuivauskustannusta n. 1,3 €/tonni. Polttoöljyn korvaaminen hakkeella tai palaturpeella on laskelmien mukaan kannattavaa siinä vaiheessa, kun öljyn hinta kohoaa yli 55–58 snt/litra (Lötjönen & Kässi 2010). Myös aurinkokeräimiä voitaisiin käyttää kuivureissa Lötjösen & Pentin (2009) mukaan aurinkokeräimellä voidaan nostaa kuivuriuunin imuilman lämpötilaa jopa 5 °C, mikä vähentää polttoaineen kulutusta noin 2 l / tunti, kun kuivurin uunin teho on 250 kW.

Kiinnostus kotimaisen energian käyttöä kohtaan viljankuivauksessa on kasvanut, ja markkinoilla on jo tähän tarkoitukseen sopivia laitteistoja. Haittapuolena on usein laitteiston korkea hankintahinta, mitä kuitenkin pidemmällä aikavälillä kompensoivat kiinteiden polttoaineiden öljyä matalammat hinnat (Lötjönen & Kässi 2010). Yleensä käyttökelpoista öljylämmitysjärjestelmää ei kannata lähteä muuttamaan kiinteälle polttoaineelle ennen kuin öljykäyttöisen uunin uusinta on ajankohtainen. Jos kuivurin yhteydessä on suuritehoinen maatilakeskuksen lämpökeskus, voidaan kuivuri liittää osaksi tilan lämpöjärjestelmää siten, että kuivurin tuloilmakanavaan asennetaan radiaattori (=lämmönvaihdin), joka lämmittää kuivurin tuloilmaa. Kuivuriu-

nin lämmönlähteenä voidaan käyttää myös kotimaisia polttoaineita kuten haketta, pellettiä tai viljaa öljyn sijasta. Investoinnin kannattavuus on aina laskettava tilakohtaisesti, ja siihen vaikuttavat mm. kuivurin vuosittainen käyttömäärä ja energian hintasuhteet. Esim. hakelämmityskontin hankkiminen pelkästään kuivuria varten ei ole välttämättä kannattava vaihtoehto, paitsi jos kontille saadaan lisäkäyttöä esim. kasvihuoneen tai teollisuushallin lämmönlähteenä tai jos kuivattavat määrät ovat suuria, yli 400 kuivurin käyttötuntia (Bionova 2007/1).

Maatilojen asuinrakennusten säästöpotentiaaliksi on arvioitu 13,5 %. Energian käyttöä voidaan vähentää / tehostaa yleisesti tiedossa olevilla keinoilla kuten laskemalla huonelämpötilaa, energiansäästölamppujen käytöllä, lämpöpumpuilla, lämmöntalteenotolla ja lämmitysjärjestelmien optimoinnilla.

Karjasuojien ilmanvaihdon säästöpotentiaaliksi on arvioitu 8 %. Säästökeinoja ovat mm. kosteuden vähentäminen, säätöjen optimointi ja lämmöntalteenotto. Kosteuden määrää voidaan vähentää käyttämällä ns. kondensiopintaa, jolle tiivistyy osa karjasuojan ilman kosteudesta. Tätä menetelmää on käytetty varsinkin uusissa lypsykarjapihatoissa. Energian säästömahdollisuuksia löytyy myös ilmanvaihdon säätöjen optimoinnista ja lämmöntalteenotosta. Lämmöntalteenottolaitteiden kanssa on joillakin tiloilla ollut ongelmia ilman pölyisyyden, kaasujen ja jäätymisen takia.

Valaistuksen energiankulutusta voidaan arvion mukaan vähentää keskimäärin 12,5 %. Se koostuu mm. hehkulamppujen vaihtamisesta energiansäästölamppuihin, porsitussikaloissa lämpövalaisinten tehon optimoinnista ja valaistuksen käyntiaikamuutoksista. Lehtisen (2009) mukaan esim. tummapintaissa hallissa valaistuksen tarve voi olla kolminkertainen verrattuna vaaleisiin rakenteisiin ja siihen, että valaisimet on sijoitettu suositusten mukaisesti tarpeeksi lähelle kohdetta. Myös valaistusajalla on merkitystä energiankulutukseen, esim. tunnin päivittäinen käyttö 3 kW valaisimella tekee yli 1 000 kWh vuodessa. Valaistusta voi karsia valoisan ajan tunneista ja passiivisista valaistuskohteista.

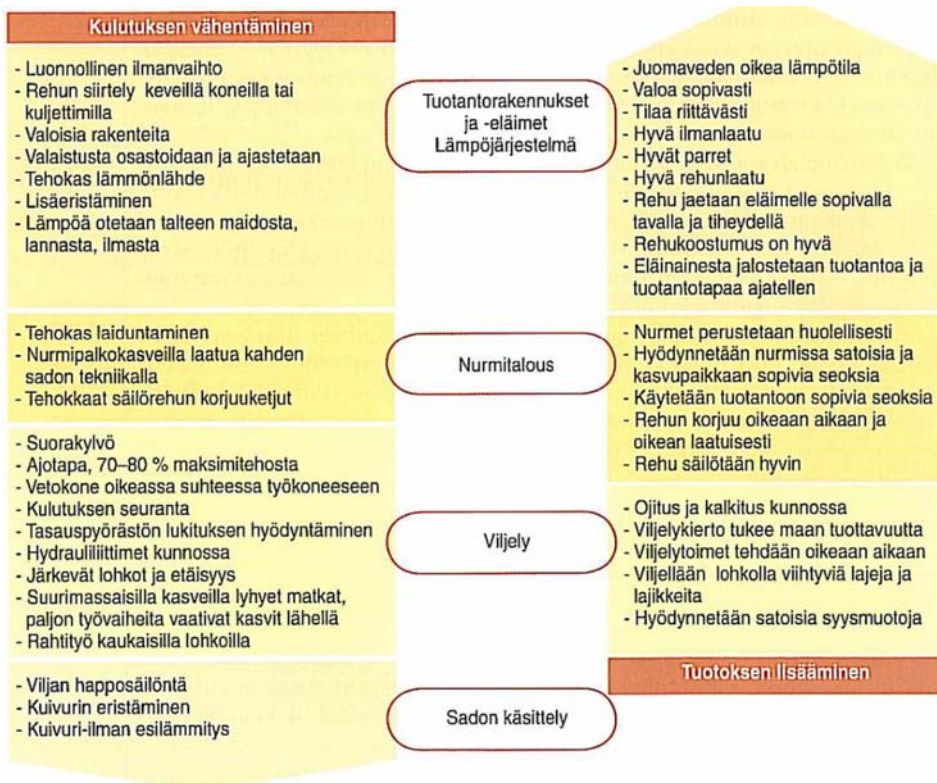
Lisäksi energiankulutusta voidaan vähentää noin 10 % lämmitysjärjestelmien hyötysuhteen parantamisella ja eristämällä, lämpöpumppujen käyttöönotolla ja maidon jäähdytysjärjestelmän lämmön talteenotolla. Bionovan (2007/1) arvion mukaan maitotankin jäähdytyslämmön talteenotto soveltuu parhaiten tiloille, joilla pesuvedet lämmitetään joko kokonaan tai suurelta osin sähköllä. Järjestelmä on kannattava hankinta myös lypsyrobotinavetoissa, joilla maidon jäähdytystarve on jatkuva. Lehtisen (2009) mukaan maidon jäähdytyslämmön talteenotolla voidaan saada talteen 300 kWh vuodessa lypsylehmää kohti ja käyttää tämä lämpö esim. veden lämmittämiseen. Sikatiloilla lupaavia kokemuksia on saatu menetelmästä, jossa lietalannasta otetaan lämpöä talteen lämpöpumpulla ja käytetään se hyödyksi sikalan lämmitysjärjestelmässä. Ilmanvaihdon energian kulutus voi vähentyä jopa puoleen, jos järjestelmä rakennetaan osittain luonnolliseen ilmanvaihtoon perustavaksi (pitkät poistohormit sisällä ja ulkona) (Lehtinen 2009).

Lehtisen mukaan (2009) parsipihatossa suurimmat energiansäästömahdollisuudet ovat ruokintajärjestelyissä, maidon jäähdytyksessä ja ilmanvaihdossa. Esimerkiksi säilörehun irrotus laakasiilosta, kuljetus traktorilla ja jako sekoitinjakovaunulla sekä väkirehujen jako väkirehukioskista kuluttaa energiaa noin 650 kWh vuodessa lehmää kohti. Energiatohkeas työkettu tornisiilo- kiskoruokkija ja väkirehukioskit kuluttaa energiaa noin 160 kWh/vuosi/lehmä.

Sikaloiissa energiankulutus voidaan Lehtisen (2009) arvion mukaan jopa puolittaa energiatohkeilla ratkaisuilla. Pikkuporsaiden tarvitsemää lämpöä voidaan tuottaa lämpölamppujen lisäksi ainakin osittain lattialämmityksellä. Lihasalaloissa energiankulutukseen vaikuttavat olennaisesti sikalarakennuksen lämpötalous ja ilmanvaihdon toimivuus, sillä lämmitys kohdistetaan koko eläintilaan.

Munituskanaloissa energiaa voidaan säästää mm. valoisilla rakenteilla, energiatohkeilla lampuilla ja valaistuksen sijoittamisella. Broilerkasvattamoissa kaksi kolmasosaa käytetystä energiasta kuluu lämmitykseen, jolloin energiakustannuksiin vaikuttavat suuresti lämmitysjärjestelmä ja lämmöntuotannon raaka-aineet. (Lehtinen 2009)

Kuvaan 79 on koottu keskeisiä energiatohkeisuuden parantamiskeinoja maatilalla. Energiatohkeutta voidaan parantaa energian kulutusta vähentämällä, mutta toinen yhtä tärkeä seikka on tuotoksen parantaminen. Eli energiatohkeutta tarkasteltaessa kannattaa selvittää, mikä on energiankulutus tuotettua yksikköä kohti, esim. kWh/t tai kWh/maitolitra. Tuottamalla samalla energiamäärällä enemmän energiatohkeus paranee. Ja toisaalta vertailemalla ominaiskulutuksia muiden tilojen tuloksiin voidaan päästä poikkeuksellisen runsaasti energiaa kuluttavien työkettujen tai laitteiden jäljille. (Kari 2009)



Kuva 79. Energiatehokkuuden edistämiskeinoja maatilalla (Kari 2009).

15.2 Puutarhat

Puutarhatilaston mukaan Hämeen ELY-keskuksen alueella oli 262 puutarhayritystä vuonna 2009. Niistä avomaan viljelmiä oli 223 ja kasvihuoneyrityksiä 85. Avomaan viljelyssä kokonaispinta-ala oli 1331 hehtaaria, ja yksittäisen viljelmän keskikoko oli 5,4 hehtaaria. Kasvihuoneviljelmillä viljeltyä pinta-alaa oli yhteensä 1 357 000 m² ja keskimääräinen pinta-ala yritystä kohti oli 1597 m². Luku on pienempi kuin koko maassa keskimäärin. Seuraavissa kappaleissa tarkastellaan yksityiskohtaisemmin kasvihuonetuotantoa, sillä se on merkittävä energian kuluttaja ja toisaalta se on puutarhatuotannon alue, josta löytyy kirjallisuudesta ja tilastoista eniten tietoa energian kulutuksesta ja säästöpotentiaaleista.

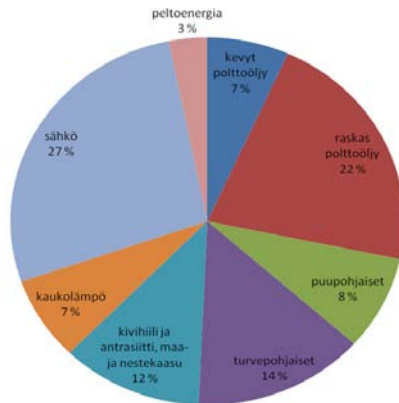
Hämeen ELY-keskuksen alueella yli puolella (60 %) viljellystä kasvihuonepinta-alasta viljellään koristekasveja. Vihanneksien (mm. tomaatti ja kurkku) osuus on 26 %. Yli 7 kuukautta lämmitettävän kasvihuonepinta-alan osuus tuotannossa olevasta kasvipinta-alasta oli Hämeen ELY-keskuksen alueella selkeästi pienempi (38 %) kuin Pirkanmaan (67 %) ja Uudenmaan ELY-keskusten alueella (71 %). Vastaavasti alle 7 kuukautta lämmitettävän pinta-alan

osuus oli Hämeessä suurempi (52 %) kuin vertailualueilla (30 % / 26 %). Lämmittämätöntä pinta-alaa oli Hämeessä 10 % ja vertailualueilla 3 %.

15.2.1 Energiankulutus

Puutarhayritysrekisterin (2008) mukaan kasvihuonetuotanto kulutti vuonna 2008 energiaa yhteensä noin 1 800 GWh, mikä on 0,13 % Suomen kokonaisenergiankulutuksesta. Sähköä kasvihuonetuotanto kulutti 476 GWh, mikä on 0,55 % koko maan sähkön kokonaiskulutuksesta. Energiataselaskennassa Päijät-Hämeen kasvihuoneyritysten energian kulutuksen arvioitiin olevan noin 14 GWh vuodessa, mikä 0,1 % alueen kokonaisenergiankulutuksesta. Sähkön osuus oli noin kolmasosa kokonaisenergiankulutuksesta. Loput 2/3 oli erilaisten polttoaineiden osuutta. Yritystä kohti laskettuna energiankulutus oli keskimäärin 400 MWh vuodessa.

Puutarhoilla käytetään edelleen paljon fossiilisia polttoaineita, vuonna 2008 polttoöljyn osuus energian käytöstä oli 29 % (kuva 80). Turvepohjaisten tuotteiden osuus oli 14 %. Puupohjaisia polttoaineita, pääasiassa haketta, oli käytetyistä polttoaineista 8 %.



Kuva 80. Energian käyttö koko Suomessa yrityksissä, joissa oli yli 1 000 m² lämmitettävää kasvihuonealaa vuonna 2008 (Puutarhayritysrekisteri 2008).

Polttoöljyn käyttö väheni vuosien 2006–2008 välisenä aikana kolmanneksen (taulukko 50). Polttihakkeen käyttö lisääntyi 14 %. Prosentuaalisesti eniten lisääntyi turpeen käyttö. Sähkön kulutuslukemat näyttävät noin 7 %:n kasvua. Syitä tähän ovat mm. valotetun alan lisääntyminen, valotustehon kasvu ja viljelykauden pidentyminen. (Tilastokeskuksen tiedote 2009)

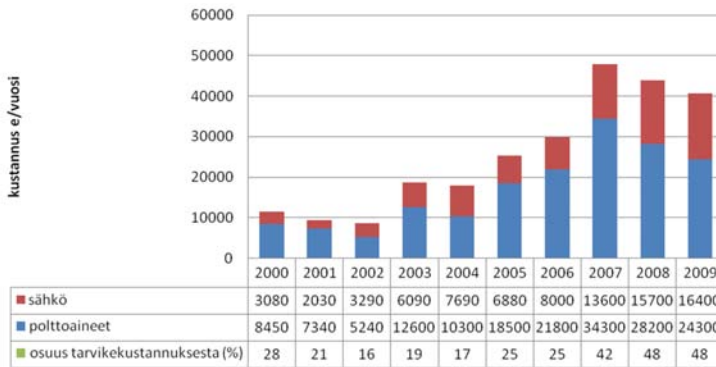
Taulukko 50. Energian käyttö vuosina 2006 ja 2008 yrityksissä, joissa oli yli 1 000 m² lämmitettävää kasvihuonealaa (Puutarhayrityskisteri 2008)

energiamuoto	yksikkö	2006			2008			muutos %
		kaikki yritykset	käyttö-määrä	käyttö-määrä	kaikki yritykset	käyttö-määrä	käyttö-määrä	
		kpl	MWh	MWh	kpl	MWh	MWh	
kevyt polttoöljy	l	723	17 083 391	171 205	606	11 717 753	117 432	-31
raskas polttoöljy	kg	367	46 261 067	528 301	322	33 010 069	376 975	-29
kivihili ja antrasiitti	kg	5	6 280 000	44 462	5	7 094 000	50 226	13
puu	irto-m ³	21	10 810	13 513	17	1 645	2 056	-85
polttohake	irto-m ³	85	112 396	101 156	103	127 765	114 989	14
puupelletti	kg	49	8 964 775	43 031	41	5 777 210	27 731	-36
jyrsinturve	irto-m ³	2	---	---	7	36 579	32 892	
palaturve	m ³	53	76 600	107 240	73	139 512	195 317	82
turvepelletti	kg	8	1 010 700	5 058	17	3 750 450	18 227	260
maakaasu	m ³	30	13 724 403	137 244	26	9 592 357	95 924	-30
nestekaasu	kg	93	4 669 816	59 914	53	4 420 567	56 848	-5
kaukolämpö	MWh	49	110 481	110 481	43	128 434	128 434	16
sähkö	kWh	412	443 563 069	443 563	423	474 746 638	474 747	7
peltoenergia	irto-m ³	23		---	21	182 878	54 863	

Kasvihuoneissa energiaa kuluu lämmittämiseen, lisävalotukseen ja kasvihuone-tekniikan käyttöön. Lämmitystä käytetään myös kosteuden poistoon. Kasvihuoneiden energiankulutusta on pyritty pienentämään mm. käyttämällä eristäviä katteita (kennolevyt, kaksinkertaiset muovikalvot), lämpöerhoja ja tietokoneohjattua automatiikkaa. Kasvihuoneissa on yleistynyt myös lisävalon käyttö, jolla voidaan jatkaa satokautta ja parantaa tuotteiden laatua. Valotusta käytettäessä osa valaisimien energiasta lämmittää kasvihuonetta ja vähentää lämmityspolttoaineen käyttöä. (Kauppapuutarhaliitto [www-sivut](http://www.sivut)).

15.2.2 Energiakustannus

Hämäläisillä kannattavuuskirjanpitoon kuuluvilla puutarhoilla energiakustannus on ollut yli 40 000 euroa tilaa kohti vuodessa viimeisen kolmen vuoden aikana (kuva 81). Tästä summasta polttoaineiden osuus on noin 2/3 ja sähkön 1/3. Energiakustannuksen osuus kaikista tuotantokustannuksista on pääsääntöisesti noussut vuodesta 2004 lähtien, ja vuonna 2009 se oli 48 % kaikista tuotantokustannuksista. Tulokset on poimittu MTT:n Talustohtori aineistosta. Alueena käytettiin tässä otannassa ProAgria Hämeen aluetta, sillä maakuntakohtaisia tuloksia ei ollut saatavilla puutarhojen pienen lukumäärän vuoksi.



Kuva 81. Energiakustannukset (e/vuosi) kannattavuuskirjanpitoon kuuluvilla puutarhoilla ProAgria Hämeen alueella vuosina 2000–2009. (Taloustohtori 2011)

15.2.3 Energiansäästöpotentiaali

Bionovan (2007/2) arvion mukaan energian korkein säästöpotentiaali on puutarhoilla 13,5 %. Tärkeimmiksi keinoiksi arvioitiin valaistuksen optimointi, kosteussäädön parantaminen sekä lämmöntuotannon ja hiilidioksidin tuotannon hyötysuhteen parantaminen. Muita keinoja ovat mm. lumensulatusvastusten käyntiajan optimointi ja lämpöerhojen käyttö. Hiltunen ym. (2005) pitivät tärkeinä energiansäästökeinoina myös varjostusta ja lämpöerhojen käyttöä sekä dynaamista kasvuolosuhteiden säätöä (CO₂-pitoisuutta, lämpötilaa ja valotusta säädetään fotosynteesitehon mukaisesti).

Motivan tekemissä puutarhojen energiakatselmuksissa (n=8) keskimääräiset säästöpotentiaalit arvioitiin seuraaviksi:

- lämmön kulutuksen pienentäminen 9 %,
- sähkön kulutuksen vähentäminen 8 %
- veden säästäminen 4 %

Alle kahden vuoden takaisinmaksuaika oli mm. valaistusmuutoksilla ja putkistoeristyksillä. Lämmöntuotannon hyötysuhteen parantamisen ja ja pumpujen ohjaukseen liittyvien toimenpiteiden arvioitiin maksavan itsensä takaisin noin 2,5 vuodessa. (Motiva 2002)

Kirjallisuudesta löytyy useita arvioita siitä, että tulevaisuuden keinot muodostavat erittäin merkittävän energian säästöpotentiaalin. Bionovan (2007/2) arvion mukaan uusia mahdollisuuksia ovat seuraavat:

1. Sähköenergian säästäminen

- LED-valot
- valojen sijoittelu kasveihin nähden

- valaistuksen ohjaus
- valaistusaikojen optimointi
- valaistuksen dynaaminen ohjaus

2. Lämpöenergian säästäminen

- energiatehokkaat uudet materiaalit
- uusiutuvan energian laajempi käyttö lämmitykseen
- CHP-tuotanto suurilla puutarhoilla
- CO₂-tuotanto kiinteiden polttoaineiden savukaasuista puhdistamalla
- kosteuden ja lämpötilan säätö ilmastoinnilla

Puutarhoilla on jo jonkin verran käytössä kiinteän polttoaineen kattiloita, joissa voidaan käyttää haketta, pellettejä ja brikettejä sekä esim. ruokohelpeä. Hiltusen ym. (2005) mukaan maalämpöpumput ovat osoittautuneet kilpailukykyiseksi vaihtoehdoksi puutarhoilla, ja jonkin verran on käytössä myös aurinkokeräimiä. Lisää esimerkkejä ja kustannuslaskelmia löytyy julkaisusta ”Kasvihuoneviljelijän energia- ja ilmasto-opas” (Hiltunen ym. 2005).

Tahvosen (2010) mukaan tulevaisuuden kasvihuoneissa on käytössä energiatehokas jäähdystekniikka, jolloin kasvihuone voidaan pitää suljettuna tai puolisoljettuna. Suljetussa kasvihuoneessa ilmasto voidaan säätää edulliseksi kasvien kasvuille, jolloin sadot nousevat merkitsevästi. Tutkimuksen ja tuotekehityksen kohteena ovat parhaillaan myös valaistuksen tehostaminen ja kasvihuoneisiin soveltuvat LED-valaisimet. Näkkilän ym. (2006) mukaan valotussähkön energiatehokkuutta saatiin lisättyä 5–30 %, kun osa kasvuston yläpuolisista valaisimista sijoitettiin riviväliin valaisemaan lehtiä kasvuston alaosassa. Anderssonin (2010) mukaan markkinoille on lähivuosina tulossa kasvihuoneisiin tarkoitettuja LED-järjestelmiä, joiden valmistajat ilmoittavat energian säästön olevan kymmeniä prosentteja perinteisiin valotusmenetelmiin verrattuna.

Puutarhayritykset kuuluvat maatalouden energiaohjelman piiriin, mutta tois-
taiseksi energiasuunnitelmia puutarhoille on tehty vähän. Vuoden 2011 aikana ohjelma saa uudeksi työvälineeksi energiakatselmuksset, ja ne saattavatkin sopia puutarhoille energiasuunnitelmia paremmin (Gynther 2011, henkilökohtainen tiedonanto).

15.3 Maaseudun pienyritykset

Maaseudun pienyrityksistä löytyy hyvin vähän ajan tasalla olevaa tietoa ja kirjallisuutta. Viimeisin tilastoitu tieto on vuodelta 2004, jolloin Päijät-Hämeessä toimi noin 1 800 maaseudun pienyritystä (MTT maaseudun pienyrityskisteri). Hämeen ELY-keskuksen alueella määrä oli 4 235, ja yleisimmät toimialat olivat palvelut, rakentaminen ja kauppa (taulukko 51). Viimeksi mainittu luku sisältää myös noin 400 monialaista maatilaa, joilla harjoitetaan muiden toimialojen yritystoimintaa varsinaisen maa- ja metsätalouden ohessa (Pienyrityskisteri 2004, Tilastokeskus 2006). Yleisimmät toimialat

näillä tiloilla olivat erilaiset koneurakointipalvelut, lomamökkien vuokraus, polttopuun tai hakkeen valmistus, rakentaminen ja hevostalous (maatilarekisteri 2008). Arviolta joka kolmas alle 10 henkilöä työllistävä yritys sijaitsi maaseudulla (Toimiala Online). Maaseudun pienyritykseksi määriteltiin yksitoimipaikkainen yritys, jonka liikevaihto oli yli 8 400 euroa, mutta joka työllisti alle 20 henkilöä. Lisäksi yrityksen tuli olla tilastoitu yritys- ja toimipaikkarekisteriin ja toimipaikan tuli sijaita postinumeroalueella, jonka väestön tiheys oli alle 50 henkilöä/km².

Taulukko 51. Maaseudun pienyritysten toimialat pienyritysrekisterin mukaan Hämeen ELY-keskuksen alueella (MTT maaseudun pienyritysrekisteri 2004)

Hämeen ELY-keskuksen alue	yrityksiä kpl	henkilötyövuosia	liikevaihto 1000 euroa (v. 2004 hinnoin)
jaoteltuna toimialoittain			
▪ alkutuotanto	314	501	51 729
▪ teollisuus	670	1 460	175 487
▪ rakentaminen	848	1 501	150 208
▪ kauppa	732	991	240 223
▪ palvelut	1 669	2 614	213 495
yhteensä	4 235	7 069	831 141
koko maa	69 640	112 865	13 932 915

Maaseudun pienyritykset ovat varsin hajanainen ryhmä eri aloilla toimivia, erityyppisiä yrityksiä eivätkä ne ole suoranaisesti minkään yhtenäisen organisaation energianeuvonnan parissa vaan voivat hyödyntää yleistä pk-yrityksille suunnattua energianeuvontaa. Motivan sivustoilta löytyy kattava paketti yrityksille suunnattua energiatietoa osoitteista www.motiva.fi/yritykset ja www.energiatehokkuussopimukset.fi. Lisäksi Motivalla on aihealueeseen perehtyneitä asiantuntijoita, jotka tekevät yrityskäyntejä ja antavat neuvoja yritysten energiatehokkuuteen liittyvissä kysymyksissä. Erityisesti pienille ja keskisuurille yrityksille suunnattua energiatietoutta on koottuna Elinkeinoelämän keskusliiton ylläpitämään yritysten energiaoppaaseen (http://www.ek.fi/yritysten_energiaopas/fi/index.php). Oppaasta löytyy tietoa energiatehokkuudesta, sähkön ja lämmön hankinnasta, päästökaupasta, energiaverotuksesta ja energiatuista.

15.3.1 Energiankulutus

Maaseudun pienyritysten energiankulutuksesta ei löydy tutkittua tietoa. Siksi tässä ja seuraavassa kappaleessa esitellään yleisiä kirjallisuudesta löytyviä ja erityisesti pk-sektoria koskevia tuloksia. Selvityksiä ja seurantatutkimuksia ovat tehneet mm. Motiva ja Elinkeinoelämän keskusliitto. Tulosten mukaan

- pk-yritysten energiatietämyksessä on paljon parantamisen varaa, vain kolmasosassa yrityksistä seurataan energiatehokkuutta jollain mittarilla ja tiedetään energiatehokkuussopimusjärjestelmästä
- parannettavaa löytyy varsinkin pienistä palvelualan yrityksistä
- energiankäyttöselvitys oli tehty joka viidennelle yritykselle

- vain harvat pk-yritykset ovat liittyneet tai liittymässä energiatehokkuusjärjestelmään
- sähkön ja lämmön toimittaja oli yleensä paikallinen yhtiö ja noin puolet yrityksistä oli kilpailuttanut sähkön toimittajansa
- keskimäärin energiakustannukset olivat palveluyrityksissä 3,1 % ja teollisuusyrityksissä 4,9 % liikevaihdosta
- yritykset olivat yleensä sitä kiinnostuneempia energia-asioista, mitä suurempia energiakustannukset olivat

Kuopiolaisissa pk-yrityksissä tehdyn selvityksen mukaan sähkön, lämmön ja veden kulutus sekä kustannukset ovat yleensä tiedossa vuositasolla. Sen sijaan yksityiskohtaisempaa tietoa jakaumista, kulutushuipuista ja eri laitteiden kulutuksesta löytyy harvoin. (Pärjälä & Savastola 2006).

15.3.2 Energiansäästöpotentiaali

Motivan raporttien mukaan pk-teollisuudessa merkittävimmät säästöpotentiaalit ovat lämpöenergiassa 26 %, sähköenergiassa 9 % ja veden kulutuksessa 14 %. Yksityisellä palvelusektorilla vastaavat luvut ovat olleet lämpöenergiassa 15 %, sähköenergiassa 6 % ja vedenkulutuksessa 8 %. Seurantatutkimusten mukaan yli puolet säästöpotentiaalista toteutuu.

Valtaosa energiakatselmuksissa ehdotetuista energiansäästötoimenpiteistä on ns. käyttötekniisiä tai alle 2 vuoden maksuajan omaavia toimenpiteitä. Selkeästi yleisimmät ehdotukset kiinteistöjä koskien (ei sisällä tuotantoprosesseja yms.) ovat olleet ilmanvaihdon käyntiajan lyhentäminen, lämmöntalteenoton tehostus ja lisäys ja valaistuksen käyttötapojen muutokset (henk. koht. tiedonanto Pakarinen/ Motiva 17.12.2010). Vaikka energiankäytön tehostamiseen tähtäävät toimenpiteet näyttävät tilastojen valossa kaikin puolin kannattavilta, Pärjälä ja Savastola (2006) puolestaan totesivat omassa tutkimuksessaan, että pk-yritykset pitävät energiakatselmuksia usein raskaina ja kalliina toteuttaa odotettavissa oleviin hyötyihin nähden.

LÄHTEET

- Agrimarket www-sivut. Kevät rapsi kasvu ohjelma. http://www.agrimarket.fi/sivusto/dyn_viljLajikeTulostettava.cfm?iLaID=209&iLaTyypID=45 (luettu 25.8.2011)
- Alm, M, 2008. Pk- bioenergia. TEM:n toimialaraportti 2/2008.
- Alve, H. 2007. Ensimmäisen ja toisen sukupolven nestemäisten liikennebiopolttoaineiden kasvihuonekaasupäästöjen vertailu. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Diplomityö.
- Anderson, J. 2010. LED-valaistus kasvihuoneisiin. Diplomityö. Teknillinen Korkeakoulu.
- ANON 2008. Uusiutuvaa voimaa Etelä-Pohjanmaalle. Etelä-Pohjanmaan energiaomavaraisuuden kehittämissstrategia. Raportteja 27. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti.
- Aurinkoenergia.fi. <http://www.aurinkoenergia.fi>
- Aurinkokeräin.fi. <http://www.aurinkokeräin.fi/> (luettu 25.8.2011)
- Aurinkosähkö.fi. www.aurinkosähkö.fi
- Aurinkoteknillinen yhdistys ry www-sivut.. <http://www.aurinkoteknillinen-yhdistys.fi/opas/index.html>.
- Biokaasulaitosrekisteri. Suomen biokaasuyhdistys. http://www.biokaasuyhdistys.net/index.php?option=com_content&view=category&id=37&layout=blog&Itemid=61 (luettu 25.8.2011)
- Bionova Engineering 2007/1. Maatilojen energiaohjelman valmistelu. Taustatiedot. Raportti 14.2.2007.
- Bionova Engineering 2007/2. Maatilojen energiaohjelman valmistelu. Tulokset. Raportti 14.2.2007.
- Bioste Oy:n www-sivut. 2011. www.bioste.fi. (luettu 25.8.2011)
- Biovakka Suomi Oy. 2009. Ympäristölupapäätös (epävirallinen). HAM-2008-Y-126111
- CO2- raportti. 2010. Aurinkovoimala avattu Espoossa - käytetään sähköautojen lataamiseen. http://www.co2-raportti.fi/index.php?page=ilmastouutisia&news_id=1777. http://www.co2-raportti.fi/index.php?page=ilmastouutisia&news_id=2334

CO2-raportti. 2009. Suuri ilmalämpöpumppu vertailu. http://www.co2-raportti.fi/index.php?page=ilmastovinkit&news_id=735

Direktiivi 2003/30/EY. Direktiivi liikenteen biopolttoaineiden ja muiden uusiutuvien polttoaineiden käytön edistämisestä. eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:123:0042:0042:FI:PDF. (luettu 25.8.2011)

Direktiivi 2009/28/EY. Direktiivi uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä. eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:fi:PDF. (luettu 25.8.2011)

Eagle Tuulivoima Oy www-sivut. 2010. www.eagle.fi (luettu 28.12.2010)

Ekoport Oy. 2008. ympäristölupapäätös (epävirallinen). HAM-2008-Y-125.

Energiapuun korjuutuki. Metsäkeskus. http://www.metsakeskus.fi/web/fin/metsakeskukset/Keski-Suomi/metsaenergiainfo/energiapuun_korjuu/kemera_tuet.htm (luettu 26.8.2011)

Energiateollisuus ry. 2010. Tuulivoiman osuus sähköntuotannosta. <http://www.energia.fi/fi/sahko/sahkontuotanto/tuulivoima> (luettu 28.12.2010)

Envor Biotech Oy. 2010. Jyväskylän yliopisto Ympäristöntutkimuskeskus. Biohajoavan materiaalin käsittelyn laajennus ja kehittämishanke Forssan Kiimassuolla. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma

Envor Biotech Oy:n www-sivut. <http://www.envor.fi/DowebEasyCMS/?Page=Biokaasulaitos> (luettu 25.8.2011)

Envor Group 2010. Saatavilla verkossa: www.envor.fi/DowebEasyCMS/?Page=NaytaUutinenEnvor&NewsId=130. (luettu 31.12.2010)

EU:n Liikenne 2050-ohjelma. 2011. [ec.europa.eu/transport/strategies/doc/2011_white_paper/white_paper_com\(2011\)_144_en.pdf](http://ec.europa.eu/transport/strategies/doc/2011_white_paper/white_paper_com(2011)_144_en.pdf). (luettu 25.8.2011)

Euroopan energiahuoltostrategia. 2000. eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003L0030:FI:NOT. (luettu 25.8.2011)

Eurosolar Oy www-sivut. <http://www.eurosolar.fi/asantaminen/>

FINBIO 2010. FINBIO:n Peltoenergiastrategia 2020. www.finbio.fi/default.asp?SivuID=25684 (luettu 31.12.2010)

Finnlund, M. Idström, L ja Salmenperä, H 2010. Biohajoavat jätteet. Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnittelu. Taustaraportti.

- FinnWind Oy. Tuule T188E -tuulivoimalan tekninen kuvaus. www.finnwind.fi/web-content/esitteet/tekniset/TuuleT188E_tekninen_kuvaus.pdf (luettu 28.12.2010)
- Flyktman, M ja Paappanen, T 2005. Ruokohelven käyttökapasiteetti selvitys. VTT:n tutkimusselostus PRO2105/06.
- Food Science, Vol.18 (2009).
- Gasum Oy. 2010. www.liikennebiokaasu.fi/GasumJoensuu20100531.pdf. (luettu 25.8.2011)
- Genergia Ky www-sivut. <http://www.genergia.fi/> (luettu 25.8.2011)
- Greentex Oy www-sivut. Mitä lämpöpumppu maksaa. www.greentex.fi/web/docs/
- Grätzel. 2010. Vuoden 2010 Millennium-palkintoehdokka. <http://www.millenniumprize.fi/uploads/images/laureates2010/GratzelMichaeltaustamateriaali.pdf>
- Gärtner, S. ym. 2006. Institute for Energy and Environmental Research Heidelberg GmbH. An Assessment of Energy and Greenhouse Gases of NExBTL.
- Hagström, M., Vartiainen, E. & Vanhanen, J. 2005. Biokaasun maatilatuotannon kannattavuus selvitys. Loppuraportti. Gaia Group Oy.
- Hatsala, A. 2004. Biokaasun tuotanto ja käyttömahdollisuudet Kanta-Hämeessä. Hämeen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.
- Helsingin energia Oy. 2011. Tiedote. Helsingin Energia ja Gasum yhteistyöhön synteettisen biokaasun kehittämiseksi
- Hiltunen, J., Ahvenharju, S., Hagström, M., Vanhanen, J. 2005. Kasvihuoneviljelijän energia- ja ilmasto-opas. Gaia Group Oy
- Holtinen H. ym. 1996. Tuulivoimatuotannon vaihtelut ja niiden arviointi. Valtion teknillinen tutkimuskeskus.
- Hämeen biodiesel Oy. 2007. Ympäristölupapäätös. HAM-2006-Y-461-111
- Härkönen, M. 2008. Keski-Pohjanmaan bioenergiaohjelma 2007–2013. Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun julkaisu.
- Härmälä, E. 2010. Viljapohjaisen etanolin tuotanto Suomessa. PTT työpapereita 121.

- Jallinoja, M. 2010. Hämeen ympäristöstrategian ilmasto- ja energiatavoitteiden toteutumista kuvaavat indikaattorit. Hämeen ELY-keskus.
- Jutila, H. 2010. Etelä-Suomen yhteistoiminta-alueen tuulivoimaesiselvitys 2010. Itä-uudenmaan, Hämeen, Päijät-Hämeen ja Uudenmaan liitto. <http://www.hameenliitto.fi/content/tuulivoimaesiselvitys.pdf?from=13268872032320888>
- Järkivihreä Forssan seutu www-sivut. www.brightgreen.fi. (luettu 25.8.2011)
- Kari, M. 2009. Energian kulutus kasvintuotannossa. Teoksessa Maatilayrityksen energiaopas.
- Kauppalehti. <http://www.kauppalehti.fi/5/i/yritykset/yritysuutiset/?oid=20110363857&ext=rss>
- Kirkkari, A-M. & Lehtinen, J. 2005. Energiankäyttö maito-, nauta- ja sikatiiloilla. Työtehoseuran maataloustiedote 12/ 2005 (585).
- Korkeaoja, J. 2006. Bioenergian tulevaisuuden näkymät Suomessa. PTT:n katsaus 2.
- KSS Energia Oy. 2011. Gasum ja KSS Energia suunnittelevat suuren mittaluokan biokaasulaitosta Kouvolan seudulle
- Kymäläinen, M. 2007. Hämeen ammattikorkeakoulu. Bioetanoli- ja biokaasutehdas Hämeeseen Biojalostamo Hämeeseen -seminaari 12.6.2007. http://portal.hamk.fi/portal/page/portal/HAMKJulkisetDokumentit/Tutkimus_ja_kehitys/Bioketju/MarittaKymalainen.pdf (luettu 25.8.2011)
- Kyyrä, J. & Mattila, P. 2010. Tietoa maataloista ja niiden toiminnasta – Maatalouslaskenta 2010 ja tuotantomenetelmätutkimus. Suomen maataloustieteen päivät 2010. www.smts.fi/jul2010/esite2010/108.pdf (luettu 6.4.2010)
- Lahden ammattikorkeakoulun www-sivut. ALDIGA-projekti. <http://www.lamk.fi/tekniikka/tutkimus/hankkeet/aldiga.html>
- Lahti Energia 2010. www.lahtienergia.fi/lahti-energia/energian-hankinta-ja-tuotanto/kyvo2-voimalaitoshanke. (luettu 31.12.2010)
- Laine, M. 2011. Vastaus kysymykseen. Järkivihreä Forssan seutu turbonou-suun -tilaisuus 19.4.2011.
- Lampinen, A. 2004. Biokaasun tuotannon ja hyödyntämisen perusteet. www.kaapeli.fi/~tep/projektit/liikenteen_biopolttoaineet/Dimensio_Biokaasujuttu.pdf (luettu 25.8.2011)

Lampinen, A. 2009. Uusiutuvan liikenne-energian tiekartta. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun julkaisuja B:17.

Latvala, M. 2009. Biokaasun tuotanto suomalaisessa toimintaympäristössä. Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT). Suomen ympäristökeskus.

Lehtinen, J. 2009. Energian kulutus navetassa, sikalassa ja siipikarjarakennuksissa. Teoksessa Maatilayrityksen energiaopas. Tieto Tuottamaan nro 130. ProAgria Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja.

Lehtinen, J. 2009. Energian säästö tuotantorakennuksissa. Teoksessa ”Maatilayrityksen energiaopas”

Lehtomäki, A. ym. 2006. PTT-katsaus. Biokaasun mahdollisuudet ja tuotantopotentiaali Suomen maataloudessa.

Liikennebiokaasu.fi www-sivut. www.liikennebiokaasu.fi/ukk.htm (luettu 25.8.2011)

Luostarinen, J. 2007. Energiakasveista tuotetun biokaasun energiatase suomalaisessa maatilakokoluokan biokaasulaitoksessa. Jyväskylän yliopisto. Pro gradu-tutkielma.

Lämpöpumppu.org www-sivusto. www.lampopumppu.org

Lätti, M. 2008. Suorakylvöllä polttoainelasku pienemmäksi. Teho-lehti 2/2008.

Lötjönen, T. & Kässi, P. 2010. Energiakustannusten säästö viljankuivauksessa. Maataloustieteen päivät 2010.

Lötjönen, T. & Palva, R. 2005. Taloudellinen kuivaus. Teoksessa Viljasadon käsittely ja käyttö. Tieto tuottamaan 108. ProAgria Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja.

Lötjönen, T. & Pentti, S. 2010. Kuivausteknologia. Teoksessa Viljasadon käsittely ja käyttö. Tieto tuottamaan 108. ProAgria Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja.

Maalampo.fi. Suomennettu saksalainen lämpöpumpputestiartikkeli. http://www.maalampo.fi/userData/maalampo-fi/stiftung-warentest-_fin.pdf.

Maatilarekisteri 2008. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. http://www.maataloustilastot.fi/maatilarekisteri-2001-2008_fi

Maatilatilastollinen vuosikirja 2009. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. http://www.maataloustilastot.fi/maatilatilastollinen-vuosikirja_fi

- Maunonen, U. Hämeen indikaattorit, nykytila 2008 ja Hämeen nykytila 2008. Varsinais-Suomen ELY-keskus.
- Metsäliitto ja Vapo Oy. 2009. Metsäliiton ja Vapon biodieselhanke YVA Ohjelma. WSP Environmental Oy.
- Mikkola, H. & Ahokas, J. 2009. Energy ratios in Finnish agricultural production. *Agricultural and Food Science*. Vol. 18: 332 – 346.
- Motiva 2002. Energiakatselmusten esimerkki 2/02. Puutarhat, kasvihuoneet. <http://www.motiva.fi/files/606/Kat-Savisaari.pdf>
- Motiva 2011. Säästöpotentiaali pk-teollisuudessa http://www.motiva.fi/toimialueet/energiakatselmustoiminta/tem_n_tukemat_energiakatselmukset/tilastotietoa_katselmuksista/saastopotentiaali_pk-teollisuudessa
- Motiva 2011. Säästöpotentiaali yksityisellä palvelusektorilla http://www.motiva.fi/toimialueet/energiakatselmustoiminta/tem_n_tukemat_energiakatselmukset/tilastotietoa_katselmuksista/saastopotentiaali_pk-teollisuudessa
- Motiva aurinkoenergia. http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/ (luettu 25.8.2011)
- Motiva. Lämpöä ilmassa -esite. www.motiva.fi/files/3120/Lampoa_ilmassa_Ilmalampopumput.pdf
- Motiva. Omaa tuulienergiaa -esite. http://www.motiva.fi/files/3036/Omaa_tuulienergiaa.pdf (luettu 28.12.2010)
- Motiva. 2009. Uusituvan energian trendit Suomessa. http://www.motiva.fi/files/2291/Uusituvan_energian_trendit_Suomessa_kalvosarja.pdf (luettu 25.8.2011)
- Motiva. Auringosta lämpöä ja sähköä -esite. http://www.motiva.fi/files/2220/AurinkoEnergia_www.pdf
- Motivan www-sivut 2011. Maatilojen energiaohjelma http://www.energiatehokkuussopimukset.fi/fi/sopimusalat/maatilat/maatilojen_energiaohjelma/
- Motivan www-sivut, yrityksille suunnattu osio. www.motiva.fi/yritykset
- Motivan www-sivut. 2011. www.energiatehokkuussopimukset.fi/fi/. (luettu 25.8.2011)
- MTT Maaseudun pienyritysrekisteri 2004 . <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/maaseutuuyritys/palvelut/maaseudunpienyrysrekisteri>

- MTT Taloustohtori 2011. Kannattavuuskirjanpitoiloiden tuloksia. <http://www.mtt.fi/taloustohtori/kannattavuuskirjanpito/>
- Mäki K. 2010. Tuulivoima ja sähköverkko, diaesitys 12.3.2010. Tampereen teknillinen yliopisto.
- Mäkinen, T. ym. 2005. VTT tiedotteita 2288. VTT liikenteen biopolttoaineiden tuotanto ja käyttömahdollisuudet Suomessa.
- Mäkinen, T. ym. 2006. Liikenteen biopolttoaineiden ja peltoenergian kasvihuonekaasutaseet ja uudet liiketoimintakonseptit. VTT tiedotteita 2357.
- Napssystem www-sivut. <http://www.napssystems.fi/aurinkosahko.html> (luettu 25.8.2011)
- Neste Oil Oyj. 2011. Jalostamoiden kapasiteetteja. www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,62,12271,1776 (luettu 25.8.2011)
- Noppa-portaali. 2010. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. https://noppa.lut.fi/noppa/opintojakso/bh40a0100/materiaali/luento_6.pdf (luettu 28.12.2010)
- Novafuture Oy www-sivut. <http://www.novafuture.fi> (luettu 25.8.2011)
- Novox 2009. Jätteiden energiakäytön vaihtoehtojen tarkastelu. Ympäristöyri-tysten Liitto ry.
- NSE Biofuels. 2011. Stora Enson ja Neste Oil:n tiedote.
- Nylund, N. ym. 2010. Polttoaineiden laatuvarustuksen kehittäminen. VTT tiedotteita 2528.
- Näkkilä, J., Hovi-Pekkanen, T. & Tahvonen, R. 2006. Ympärivuotisen kasvihuonevihannestuotannon tehostaminen. Esitelmä Maataloustieteen Päivillä 2006.
- Ojanen, T. 2011. Päijät-Hämeen liiton erikoisasantuntija. (henkilökoht. tiedonanto 10.5.2011)
- Palva, R., Kirkkari, A-M. & Pentti, S. 2006. Viljan kuivauksen ja varastoinnin kustannukset. Työtehoseuran maataloustiedote 4/2006.
- Pekkarinen, M. 2010. Uusiutuvan energian velvoitepaketin diaesitys. www.tem.fi/files/26643/UE_lo_velvoitepaketti_Kesaranta_200410.pdf (luettu 25.8.2011)
- Peltola, A. & Kallioniemi, M. 1988. Viljankuivausopas. Työtehoseuran julkaisuja 299.

- Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008.
- Pohjois-Karjalan liikennebiokaasuhanke. 2009. Liikennebiokaasuhanke uutiskirje syyskuu 2009. http://www.liikennebiokaasu.fi/Uutiskirje_syyskuu.pdf (luettu 25.8.2011)
- Puutarhatilastot 2009. http://www.maataloustilastot.fi/puutarhatilastot_fi-o,
- Puutarhayritysrekisteri 2008. http://www.maataloustilastot.fi/puutarhatilastot-2003-2008_fi
- Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy 2006. Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n kaatopaikkajätetutkimus 2006.
- Päijät-Hämeen Liito, www-sivut, EU- ohjelmat (luettu 25.11.2010), [www.paijat-hame.fi/fi/tehtavat/eu-ohjelmat/paijat-hameen_liiton_rahointamat_euroopan_aluekehitysrahaston_hankkeet_112008_-/mabu](http://www.paijat-hame.fi/fi/tehtavat/eu-ohjelmat/paijat-hameen_liiton_rahointamat_euroopan_aluekehitysrahaston_hankkeet_112008_-/) (luettu 25.8.2011)
- Pärjälä, E. & Savastola, M. 2006. Ympäristöasioiden ja energian käytön yhdistetty hallinta pk-yrityksessä: Kokemukset pk-yrityksissä tehdyistä karitoituksista. Kuopion kaupungin ympäristökeskus.
- Rantala, J., Mäkiäho, M. & Laine, A. 2005. Hämeen Puuenergiavaraselvitys. Hämeen Puuenergiahanke II. Metsäkeskus Häme-Uusimaa.
- Rantala, J. 2010. Energiapuun käyttömahdollisuudet Hämeessä. Julkaisematon raportti. Metsäkeskus Häme-Uusimaa.
- Rautio, J. 2008. Lämpöpumput ja niiden taloudellisuus ja ympäristöystävällisyys erillisten pientalojen lämmityksessä. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Kandidaatintyö.
- Reskola, V. 2011. MMM. Bioenergia-alan ajankohtaisasiat ja etanolituotannon kestävyyskriteerit. <http://www.prizztech.fi/linkkitiedosto.aspx?taso=4&id=714&sid=540>. (luettu 25.8.2011)
- Riihimäen kaupungin www-sivut. www.riihimaki.fi/Riihimaki/Ymparisto/Ymparisto/Kestava-kehitys/. (luettu 25.8.2011)
- Rintamäki & Rouhunkoski 2004. Uusiutuvien energialähteiden käyttö ja hyödyntäminen Etelä-Pohjanmaalla. Vaasan yliopisto. Seinäjoen yksikkö.
- Ristimäki, M. 2008. Rapsista tuotetun biodieselin ja vehnästä tuotetun bioetanolin energiavirrat ja ympäristövaikutukset Euroopan Unionissa. Helsingin yliopisto. Pro gradu-tutkielma.

- Sahramaa, M. 2007. VAPO. Bioenergia info Helsinki 24.1.2007. http://www.vapo.fi/filebank/2829-bioenergiainfo_mia_sahramaa_240107.pdf (luettu 25.8.2011)
- Salter, A. ym. 2005. Plant biomass as an energy efficient feedstock in the production of renewable energy.
- Snelman, H. ym. 2008 – 2011. Korkeasti jalostettuja bioenergiatuotteita kaasutuksen kautta, Projekti Info 51.
- SOLPROS. 2001. Tekes-projekti 594/480/00. Aurinkoenergia Suomen olosuhteissa ja sen potentiaali ilmastonmuutoksen torjunnassa. http://www.kolumbus.fi/solpros/reports/3rdeport_final.PDF (luettu 25.8.2011)
- SOLPROS. 2006. Aurinkolämpöjärjestelmien perusteet, mitoitus ja käyttö. EU-projekti: Extend Accredited Renewables Training for Heating (EARTH). www.kolumbus.fi/solpros/reports/OPAS.pdf (luettu 25.8.2011)
- St1 Biofuels Oy, 2010. St1 Biofuels Oy:n ympäristönsuojelulain mukainen hakemus16.11.2010.
- St1 Biofuels Oy. 2009. Ympäristölupapäätös epävirallinen. HAM-2009-Y-133-111 ja ympäristölupapäätös HAM-2008-Y-375-111
- St1 Oy:n www-sivut. www.st1.fi.
- Sten, S. (toim.) 2009. Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnitelma vuoteen 2020. Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnitteluryhmä 2009. Suomen ympäristö 43/2009.
- SULPU diaesitys 2010. http://kotisivukone.fi/files/popento.palvelee.fi/yli vieska_koivula.pdf
- SULPU www-sivut. Maalämpöpumppu www.sulpu.fi – lämpöpumput – maalämpöpumppu
- Suokko, A. 2010. Lignoselluloosaetanolin ja synteetikaasusta fermentoitujen polttonesteiden teknologiatarcastelu. VTT tiedotteita 2533.
- Suomen luonnonsuojelu liiton www-sivut. Faktoja vesivoimasta. <http://www.sll.fi/luontojaymparisto/vesistot/joet-ja-jarvet/faktojavesivoimasta>
- Suomen Tuulivoimayhdistys ry:n www-sivut. 2010. <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/> (luettu 28.12.2010)
- Suomen Ympäristökeskus, www-sivut. Jätteiden kierrätyksen ja polton vastakkainasettelu turhaa (luettu 25.8.2011)

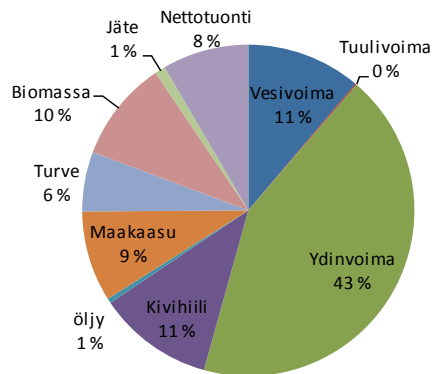
- Tahvonen, R. 2010. Jäähdytyksellä suljettuun kasvihuoneeseen. Esitelmä Maataloustieteen Päivillä 2010.
- Tekniikka & Talous. <http://www.tekniikkatalous.fi/energia/article107339.ece>.
<http://www.tekniikkatalous.fi/energia/article120428.ece>
- Teknillisen korkeakoulun www-sivut. Laboratory of Advanced Energy Systems.
<http://www.tkk.fi/Units/AES/projects/renew/fuelcell/vetytulevaisuus/polttokennot.html> <http://www.tkk.fi/Units/AES/projects/renew/fuelcell/vetytulevaisuus/index.html>
- TEM tiedote. 2011. Uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön tukijärjestelmä käyttöön. http://www.tem.fi/?s=2471&89519_m=102404 (luettu 26.8.2011)
- Teollisuus- ja elinkeinoministeriön www-sivut. <http://www.tem.fi/index.phtml?s=3092> (luettu 26.8.2011)
- ThermoSunEco Oy www-sivut. www.thermosun.fi (luettu 28.12.2010)
- Tiedote uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön tukijärjestelmän käyttöönotosta http://www.tem.fi/?s=2471&89519_m=102404
- Tilastokeskuksen tiedote 2009. <http://www.maataloustilastot.fi/kasvihuoneyritykset-etsivat-korvaajaa-polttooljylle-0>
- Tilastokeskuksen tietopalvelu 2011. Henkilökoht.tiedonanto Mikkola 16.2.2011
- Toimiala Online. Työ- ja elinkeinoministeriön toimialapalvelut. www.temtoimialapalvelu.fi
- Turpeinen, H. 2007. Neste Oil Oyj. Millä eväillä maailman johtavaksi biodieselin tuottajaksi. www.tsl.fi/@Bin/1659647/Bioenergiaseminaari_241107_HMT.ppt (luettu 25.8.2011)
- Tuukkanen, S. 2007. Rypsimetyyliesterin tuotantopotentiaali, energiataseet ja kannattavuuslaskelma maatilamittakaavaiselle valmistukselle. Jyväskylän yliopisto. Pro gradu-tutkielma.
- Tuulensilmä. 2/2008. http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tuulivoimayhd-files/TS2_08_draft.pdf (luettu 28.12.2010)
- Tuuliatlas www-sivut. 2010. www.tuuliatlas.fi
- Tuunanen J. 2009. Pientalojen ilmalämpöpumput sähköverkossa. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Kandidaatintyö.
- UPM-kymmene Oyj. 2009. Toisen sukupolven biojalostamo. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma.

- Uusiouutiset. 2011. http://www.uusiouutiset.fi/pdf/uu20113_s14-15.pdf (luettu 25.8.2011)
- Valtion ympäristöhallinnon www-sivut. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=21939&lan=fi> (luettu 26.8.2011)
- Weymarn, N. 2007. Bioetanolia maatalouden selluloosavirroista. VTT tiedotteita 2533.
- Vihma, A, Aro-Heinilä, E ja Sinkkonen M. 2006. Rypsi biodieselin (RME) maatilatuotannon kannattavuus. MTT:n selvityksiä 115.
- Wilen, C. 2010. VTT. Biohiili – uusi bioenergiakantaja korvaamaan kivihii-
len käyttöä energiantuotannossa. http://www.tekes.fi/fi/gateway/PTARGS_o_201_403_994_2095_43/http%3B/tekes-ali1%3B7087/publishedcontent/publish/programmes/biorefine/documents/seminaaraineistot/vuosiseminaari2010/wilen011210.pdf
- Wiljander, M. 2010. Aurinkoenergiaa rakennuksissa -diasarja. Aurinkoteknillinen yhdistys ry. <http://www.aurinkoteknillinenyhdistys.fi/liite/atyi.pdf> (luettu 25.8.2011).
- Vilkamo, S. 2008. TEM. Katsaus ohjauskeinoihin - uusiutuva energia ja energiansäästö/tehokkuus. http://www.tem.fi/files/19376/Katsaus_ohjauskeinoihin_Sirkka_Vilkamo_TEM_29.2.2008.pdf (luettu 26.8.2011)
- Virtanen, H. & Thun, R. 2005. Energiankäyttö sekä uusiutuvien energiamuotojen hyödyntämispotentiaali suomalaisilla maataloilla. Esiselvitys. MTT Ympäristötutkimus.
- Virtanen, Y. ym. 2009. Peltoenergian tuotantojärjestelmien ympäristövaikutukset. MTT.
- Voimavapriikki Oy. 2011. Tiedotteet. <http://www.voimavapriikki.fi/DoweBEasyCMS/?Page=NaytaUutinen&NewsId=28> (luettu 15.6.2011) <http://www.voimavapriikki.fi/DoweEasyCMS/?Page=NaytaUutinen&NewsId=29>, (luettu 15.6.2011)
- Väkeväinen, J. 2005. Tiedonkeruu Viitasaaren uusiutuvan energian hankkeen pilottikohteessa. Jyväskylän yliopisto. Pro gradu-tutkielma.
- Yle uutiset. 10.3.2011. http://yle.fi/alueet/teksti/hame/2011/03/megatuuli_haluaa_tuulipuistolleen_maata_ypajalta_2424377.html (luettu 15.6.2011)
- Valtion ympäristöhallinnon www-sivut. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=21939&lan=fi> (luettu 26.8.2011)

LIITE 1. Energiantuotannon ja käytön tase

Liitetaulukko 1. Suomen sähköntuotannon energialähteet vuonna 2008

Paikallisen sähköntuotannon energialähteet	TWh primääri-energiaa		TWh hyöty-energiaa	
		Osuus energia-lähteistä		Osuus hyöty-energiasta
Vesivoima	16.91	11.1 %	16.91	19.4 %
Tuulivoima	0.26	0.2 %	0.26	0.3 %
Ydinvoima	65.27	43.0 %	22.05	25.3 %
Kivihiili	17.11	11.3 %	8.56	9.8 %
öljy	0.71	0.5 %	0.38	0.4 %
Maakaasu	13.43	8.8 %	10.99	12.6 %
Turve	8.85	5.8 %	4.89	5.6 %
Biomassa	14.95	9.8 %	9.71	11.1 %
Jäte	1.54	1.0 %	0.73	0.8 %
Nettotuonti	12.77	8.4 %	12.77	14.6 %
Yhteensä	152	100.0 %	87	100.0 %



Liitekuvio 1. Suomen sähköntuotannon polttoaineet vuonna 2008.(Energiateollisuus ry).

Liitetaulukko 2. Muiden kuin teollisuusrakennusten lämmitys Kanta- ja Päijät-Hämeessä vuonna 2008.

Muiden kuin teollisuusrakennusten lämmitys	Kanta-Häme		Päijät-Häme	
	GWh hyöty-energiaa	Osuus hyöty-energiasta	GWh hyöty-energiaa	Osuus hyöty-energiasta
Kaukolämpö	809	40,0 %	1 230	53,4 %
Sähkö	469	23,2 %	383	16,6 %
Öljy	341	16,9 %	292	12,7 %
Maakaasu	59	2,9 %	67	2,9 %
Puu	290	14,4 %	287	12,5 %
Lämpöpumput	52	2,6 %	44	1,9 %
Yhteensä	2 020	100,0 %	2 303	100,0 %

LIITE 2. Puupolttoaineiden ominaisuuksia

Puupolttoainelaji	Energiatiheys, MWh / i-m ³	Tiiviys, kiinto-m ³ / i-m ³
Metsähake	0.8	0.4
Teollisuuden puutähdehake	0.65	0.4
Puru, kutterinlastu ym.	0.55	0.3
Kuori	0.6	0.35
Kierrätyspuu	0.7	0.4
Puupelletit ja -brikitit	3 MWh / i-m ³ ; 4,75 MWh/t	0.54
Muu kiinteä puupolttoaine	0.7	0.4

1 kiintokuutiometri eli k-m³ puuta = n. 2,5 irtokuutiometriä (i-m³) haketta

ja vastaavasti

1 i-m³ haketta = n. 0,4 k-m³ puuta

Puun energiasisältö

1 m³ = 2 MWh

vastaavasti

1 i-m³ metsähaketta = 0,8 MWh

LIITE 3. Biopolttoaineiden kestävyyskriteerit

Verotaulukossa tarkoitettujen nestemäisten biopolttoaineiden raaka-aineiden tulee täyttää uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä annetussa Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä 2009/28/EY 17 artiklassa säädetyt kestävyyskriteerit.

- Biopolttoaineen käytöstä saatava vähennys kasvihuonekaasupäästöissä on oltava vähintään 35 prosenttia. (19 artiklassa päästövähennyksiä)
- Biopolttoaineita ei saa valmistaa raaka-aineesta, joka on hankittu biologiselta monimuotoisuudeltaan rikkaalta maalta.
- Biopolttoaineita ei saa valmistaa raaka-aineesta, joka on hankittu maasta, johon on sitoutunut paljon hiiltä.
- Biopolttoaineita ei saa tuottaa raaka-aineesta, joka on hankittu maalta, joka oli tammikuussa 2008 turvemaata, ellei esitetä näyttöä siitä, että tämän raaka-aineen viljelyyn ja korjuuseen ei liity aiemmin kivaamattoman maan kuivatusta.
- Hankittaessa yhteisössä viljeltyjä maatalouden raaka-aineita, joita käytetään biopolttoaineiden tuotantoon, on noudatettava yhteisön säännöstoissa, asetuksissa ja säädöksissä määritellyt hyvän maatalouden ja ympäristön vähimmäisvaatimuksia

Toiminnan harjoittajan tulee myös käyttää kriteerien valvonnassa direktiivin 18 artiklan mukaisia menetelmiä. Lisäksi toiminnan harjoittajalla tulee olla järjestelmä, jolla raaka-ainetuotannon, ainetasemenetelmän ja kasvihuonekaasupäästövähennyksen vaatimusten mukaisuus tarkistetaan.

Lähde: Energiaverotusohje (LUONNOS 4.11.2010), Tullihallitus

LIITE 4. Karjan määrä ja karjatilat Hämeessä

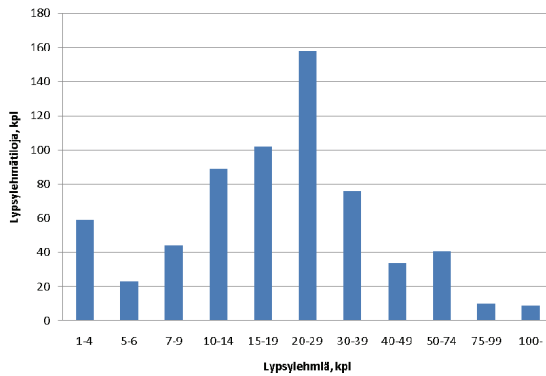
Karjan eläinten määrä kunnittain Kanta- ja Päijät-Hämeessä (Tilastokeskus /matilda.fi)

Karjaneläinten määrä kunnittain Kanta- ja Päijät-Hämeessä (Tilastokeskus /matilda.fi)						
Kunta	Lypsylehmät	Nautakarja (ei lypsylehmiä)	Siat	Lampaat	Siipikarja	Hevoset
Forssa	288	828	11 215	...	543	75
Hattula	190	1 461	2 863	44	13 184	101
Hausjärvi	347	797	...	50	255	65
Humppila	190	498	4 603	-	73 681	6
Hämeenlinna	2 912	4 822	10 938	467	403	252
Janakkala	733	1 619	1 472	52	5 190	196
Jokioinen	898	792	14 296	219	10 226	185
Loppi	465	1 347	...	121	6 003	249
Riihimäki	...	0	-	...	-	16
Tammela	542	1 990	8 541	261	7 050	150
Ypäjä	271	567	7 724	632	2 642	278
Kanta-Häme yhteensä	6 836	14 721	61 652	1 846	119 177	1 573
Artjärvi	1 055	828	2 103	216	...	124
Asikkala	729	1 461	2 976	450	376	92
Hartola	740	797	...	252	...	89
Hollola	517	498	-	94	...	203
Heinola	357	4 822	10 228	...	49	65
Hämeenkoski	836	1 619	4 278	...	9 020	35
Kärkölä	879	792	440	64
Lahti	...	1 347	-	...	-	47
Nastola	268	0	1 713	176
Orimattila	1 180	1 990	1 651	327	285	314
Padasjoki	110	567	6 707	...	338	39
Sysmä	1 934	14 721	3 292	33	929	101
Päijät-Häme yhteensä	8 605	29 442	31 235	1 372	13 150	1 349
Häme yhteensä	15 441	44 163	92 887	3 218	132 327	2 922

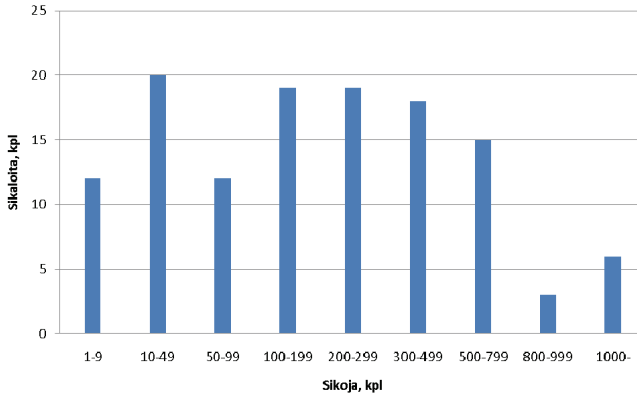
Karjatilojen määrä kunnittain Kanta- ja Päijät-Hämeessä vuonna (Tilastokeskus/matilda.fi)

Karjatilojen määrä kunnittain Kanta- ja Päijät-Hämeessä vuonna (Tilastokeskus/matilda.fi)

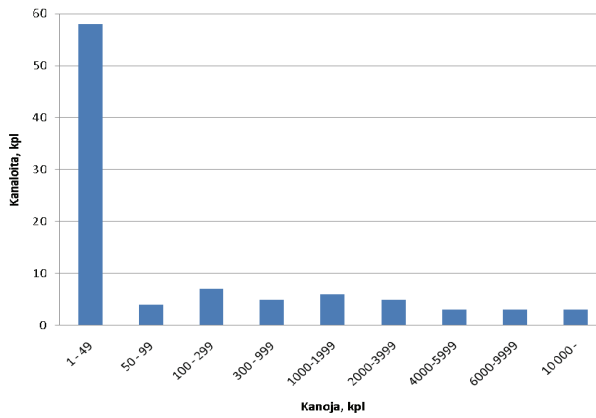
Kunta	Lypsylehmä-tilat	Nautakarjatilat (ei lypsylehmiä)	Sikalat	Lammas- ja vuohitilat	Siipikarja-tilat	Hevostilat
Forssa	14	57	16	2	6	11
Hattula	14	48	3	3	6	11
Hausjärvi	17	55	1	3	3	14
Humppila	10	39	7	-	8	3
Hämeenlinna	117	344	12	8	9	37
Janakkala	21	73	4	5	8	36
Jokioinen	22	49	23	3	5	14
Loppi	27	104	2	6	3	29
Riihimäki	6	14	-	1	-	4
Tammela	24	102	19	3	7	21
Ypäjä	9	34	9	5	5	0
Kanta-Häme yhteensä	281	919	96	39	60	180
Artjärvi	39	98	5	4	2	23
Asikkala	40	108	6	8	5	12
Hartola	38	126	2	3	2	12
Hollola	28	77	-	3	2	24
Heinola	21	61	8	2	3	10
Hämeenkoski	31	87	5	2	3	7
Kärkölä	26	71	1	2	3	12
Lahti	2	5	-	2	-	5
Nastola	14	47	2	2	6	23
Orimattila	46	148	6	7	9	42
Padasjoki	10	33	4	1	4	7
Sysmä	68	205	6	3	3	22
Päijät-Häme yhteensä	363	1 066	45	43	42	199
Häme yhteensä	644	1 985	141	82	102	379



Lypsylehmätilojen tilakokojakauma Hämeen ELY-keskuksen alueella (Tilastokeskus/matilda.fi)



Sikaloiden tilakokojakauma Hämeen ELY-keskuksen alueella (Tilastokeskus/matilda.fi)



Kanaloiden tilakokojakauma Hämeen ELY-keskuksen alueella (Tilastokeskus/matilda.fi)

LIITE 5. Hämeen ympäristöstrategian ilmasto- ja energiavoitteiden toteutumista kuvaavat indikaattorit

Rakennusten lämmitys ja lämmönkulutus

- Rakennusten lämmitysmuotojakauma
- Kaukolämmitettyjen rakennusten lämmön ominaiskulutus

- Asumisväljyys

Sähkönkulutus

- Kotitalouksien sähkönkulutus asukasta kohti
- Sähkönkulutus työpaikkaa kohti
- Liikenne

Liikenne

- Joukko- ja kevyen liikenteen kulkutapaosuudet
- Ajoneuvosuorite asukasta kohti
- Autoistumisaste

Maankäyttö

- Joukko- ja kevyen liikenteen kulkutapaosuudet
- Joukkoliikenteen tavoitettavissa asuvien osuus
- Aluetehokkuus
- Päivittäistavarakaupan saavutettavuus
- Työmatkojen lukumäärän ja työmatkasuoritteen jakautuminen
- Asutuksen jakautuminen taajama- ja haja-asutusalueille

Energiantuotanto

- Uusiutuvan energian määrä ja osuus energiantuotannon polttoaineista
- Energiantuotannon ominaishiilidioksidipäästö

Materiaalitehokkuus

- Yhdyskuntajätteen määrä asukasta kohti
- Materiaalina ja energiana hyödynnettävä osuus yhdyskuntajätteistä

(Jallinoja 2010)

LIITE 6. Valtion ohjauskeinot ja tuet

Uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön tuotanto tuki on tullut kokonaisuudessaan voimaan 25.3.2011 alkaen. Tuotanto tukea myönnetään tuulivoimala, biokaasulla, metsähakkeella ja puupolttoaineilla tuotetulle sähkölle. Tukijärjestelmän valmisteltaessa sähköntuotannon takuuhinnan piirin kuuluvan pienenmittakaavan yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon laitoksen sähkötehon alaraja oli 500 kVA, mutta alaraja laskettiin 100 kVA (TEM tiedote 2011). Vieläkin alempi sähkötehon raja olisi parantanut hajautetun energiantuotannon asemaa.

Valtio on edistänyt metsäenergian käyttöä kestävän metsätalouden rahoitustuen (KEMERA) välityksellä, jonka tilalle on tulossa pienpuun energiatuki

(PETU). Laki on vielä hyväksyttävänä EU:n komissiossa. (Energiapuun korjuutuki, Metsäkeskus)

Työ- ja elinkeinoministeriön energiatuen piiriin kuuluvat energian säästöön ja energiankäytön tehostamista koskevat investointi- ja selvityshankkeet sekä uusiutuvan energian käyttöönottoon liittyvät investoinnit.

Energian säästöön ja energiankäytön tehostamista koskevia investointihankkeita ovat

- tavanomaisen teknologian hankkeet, jotka liittyvät energiatehokkuussopimusjärjestelmään
- uuden teknologian hankkeet, jolla tarkoitetaan sellaisia teknisiä tai muita ratkaisuja, joita ei ole aikaisemmin sovellettu kaupallisessa mitataavassa Suomessa
- ESCO-hankkeet

Uusiutuvan energian käyttöön liittyviä tuettavia investointeja ovat mm.

- pienvesivoimalat
- suurkiinteistöjen, taajamien ja teollisuuden pääasiassa puupolttoaineita käyttävät lämpökeskukset
- metsähakkeen ja teollisuuden jätepuuhakkeen tuotantokalusto
- kierrätyspolttoaineiden tuotantokoneet, kuten murskaimet
- kaatopaikkakaasuhankkeet
- lämpöpumput ja lämpöpumppusovellukset pois lukien ilmanlämpöpumput ja uudisrakennusten lämpöpumppujärjestelmät
- pääpolttoaineenaan kierrätyspolttoaineita käyttävät laitokset
- biokaasuhankkeet
- peltobiomassaa ja sen jalostamista koskevat hankkeet
- aurinkosähköön tai -lämpöön liittyvät hankkeet
- tuulivoimahankkeet
- mikroturbiinit

Energian säästöön ja energiankäytön tehostamista sekä uusiutuvan energian käyttöä koskevia tuettavia selvityshankkeita ovat

- energiakatselmukset
- energia-analyysit

Tuettavia hankkeita eivät ole tavanomaiset liiketoiminnan perustamis-, laajennus-, kannattavuus-, kehitys-, suunnittelu-, markkinointi- tai testausselektit. (Työ- ja elinkeinoministeriön www-sivut)

