

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Tekniikan osaamisala, ylempi AMK Teknologiaosaamisen johtaminen

Simo Hyyryläinen

BIOENERGIALLA SÄHKÖÄ MAATILOILLE

Opinnäytetyö 2010

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Teknologiaosaamisen johtaminen, ylempi AMK

HYYRYLÄINEN, SIMO	Bioenergialla sähköä maataloille
Opinnäytetyö	51 sivua
Työn ohjaaja	Yliopettaja Simo Ollila
Toimeksiantaja	KSAO, Bioenergian koulutuskeskus
Lokakuu 2010	
Avainsanat	bioenergia, sähkö, ilmasto

Suomalaiset maatilat tuottavat paljon bioenergiaa. Suurinta osaa tästä energiasta ei hyödynnetä taloudellisesti. Tämän opinnäytetyön aiheena on sähköntuotanto maataloille bioenergian avulla. Tämä opinnäytetyö selvittää, millä yleisyydellä bioenergiaa käytetään maataloilla sähkön tuotantoon. Myös tarvittavaa teknologiaa ja investointikustannuksia tutkittiin.

Tutkimuksessa kävi selville, että niiden maatilojen lukumäärä jotka käyttävät bioenergiaa sähköntuotantoon on alle kymmenen. Kuuden maatalan tiedot saatiin haastattelemalla laitetoimittajia ja itse viljelijöitä. Laboratoriokokeet tehtiin Kouvolan seudun ammattiopiston bioenergian koulutuskeskuksessa Anjalassa. Tutkimustulosten luotettavuus varmennettiin eri lähdeaineistoista saaduista tutkimustuloksista.

Tutkimustulos osoitti, että maatilat eivät ole aloittaneet sähköntuotantoa bioenergiasta. Maanviljelijöiden mielestä investointikustannukset olisivat liian korkeat. Syynä ovat myös valtiovallan toimet joilla rajataan pienen kokoluokan biolaitokset pois syöttötariffijärjestelmästä, joka johtaa tilanteeseen missä mahdollinen ylijäämä sähkö jää hyödyntämättä. Toinen haaste olisi bioenergian riittävä saatavuus läheltä bioenergiailaitosta. Myös logistiset kustannukset voivat nousta rajoittavaksi tekijäksi kun tuotetaan sähköä bioenergialla.

Suomi on allekirjoittanut kansainvälisiä ja lainvoimaisia sopimuksia kasviuonekaasupäästöjen rajoittamiseksi. Sähkön tuottaminen maataloilla bioenergialla on askel noiden sopimusten täyttämiseksi. Suunniteltu syöttötariffijärjestelmä, investointikulujen suuruus ja valtiovallan nykyinen tukijärjestelmä ei tue sähköä tuottavien pienvoimaloiden määrän merkittävää lisäystä.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Tecnologia knowledge management, master

HYRYLÄINEN, SIMO

Power production by bioenergy

Bachelor's Thesis

51 pages

Supervisor

Simo Ollila, Principal lecturer

Commissioned by

KSAO, Bioenergian koulutuskeskus

October 2010

Keywords

bioenergy, electricity, climate

Finnish farms produce a lot of bioenergy. Most of that energy will not be economically utilised. Title of this thesis was producing electricity to farms by bioenergy. This thesis clarifies in what prevalence bioenergy is used to produce electricity at farms. Also necessary technology and investment costs were investigated.

Research shows that amount of farms that use bioenergy for electricity production is less than ten. Information was got from six farms by interviewing farmers and devise suppliers. Laboratory tests were made at Kouvolan seudun ammattiopistos bio station at Anjala. Reliability of research results was confirmed by research results from several different sources.

Research result showed that farms have not begun to produce electricity by bioenergy. According to farmers and devise developers there are few reasons why bioenergy facilities have not become more common. Farmers felt that investment costs would be too high. Government's actions to confine small scale bio facilities out of input tariff system, which leads to situation where possible glut electricity will not be utilised. Other challenge would be sufficient availability of bioenergy close enough from bioenergy facility. Also logistic costs may rise to be limiting factor when producing electricity by bioenergy.

Finland has signed international and legitimated conventions to limit greenhouse gas emissions. Producing electricity by bioenergy at farms is a step to fulfil those conventions. Input tariff system as designed, high investment costs and governments current supports system does not contribute significant increase of the amount of small scale power plants.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	SUOMEN ENERGIA- JA YMPÄRISTÖSTRATEGIAN LINJAUKSIA	10
	2.1 Suomen ilmastostrategia	10
	2.2 Uusiutuvat energialähteet	10
	2.3 Turpeen aseman parantaminen	10
3	KEHITTÄMISTYÖN TARKOITUS	11
4	TUTKIMUSMENETELMÄT	11
5	BIOENERGIA	11
	5.1 Bioenergiatermit	12
	5.1.1 Bioenergia	12
	5.1.2 Biogeeninen	12
	5.1.3 Biomassa	13
	5.1.4 Biohajoava	13
	5.1.5 Briketti	13
	5.1.6 Energiakasvit	13
	5.1.7 Energiapaju	13
	5.1.8 Energiaruohot	13
	5.1.9 Energiaturve	13
	5.1.10 Energiapuu	13
	5.1.11 Harvennuspuu	14
	5.1.12 Kokopuu	14
	5.1.13 Kokopuuhake	14
	5.1.14 Kuivajäte	14
	5.1.15 Liikenteen biopolttoaine	14
	5.1.16 Maatalouspolttoaineet	14
	5.1.17 Metsähake	14
	5.1.18 Metsäpolttoaine	15
	5.1.19 Metsätähde	15
	5.2 Biopolttonesteet	15
	5.2.1 Biodiesel	15
	5.2.2 Pyrolyysiöljy	16

5.2.3	Puuöljy	16
5.3	Puuperäiset polttoaineet	16
5.3.1	Pilke	17
5.3.2	Hakkeet	17
5.3.3	Hakutähdehake	17
5.3.4	Halko	17
5.3.5	Puupelletit	18
5.3.6	Sahanpurut, sahakkeet, kutterinlastut, hiontapöly	18
5.3.7	Kuori	18
5.3.8	Kanto	18
5.3.9	Murske	18
5.3.10	Mustalipeä	18
5.3.11	Polttopuu	19
5.3.12	Puubiomassa	19
5.3.13	Puuhiili	19
5.4	Turve	19
5.4.1	Jyrsinturve	20
5.4.2	Palaturve	20
5.5	Lietteet ja biokaasut	20
5.5.1	Kuorimoliete	21
5.5.2	Primääriliete	21
5.5.3	Bioliete	21
5.5.4	Siistausliete	21
5.5.5	Yhdyskuntaliete	21
5.5.6	Biokaasu	22
5.5.7	Kaatopaikkakaasu	22
5.6	Kierrätyspolttoaineet	22
5.6.1	Energiajäte	23
5.6.2	Jäte	23
5.6.3	Jätepuu	23
5.6.4	Kierrätyspolttoaine	23
5.6.5	Kuivajäte	23
5.6.6	RDF	24

5.6.7 Sekajäte	24
5.6.8 Yhdyskuntajäte	24
5.7 Peltobiomassat	24
5.7.1 Järviruoko	24
5.7.2 Pellava	25
5.7.3 Rypsi ja rapsi	25
5.7.4 Ruokohelpi	25
5.7.5 Paalattu biopolttoaine	25
5.7.6 Pelletti	26
5.8 Energiayksiköjä ja muuntokertoimia	26
5.9 Hiilen kierto	28
6 POLTTOTEKNOLOGIAT	28
6.1 Puu polttoaineena ja polttoaineen palaminen	28
6.2 Kotimaisen polttoaineen kattilat	29
6.3 Stokeripoltto	29
6.4 Arinapoltto	30
6.5 Pienet taso- ja viistoarinat	31
6.6 Green Fire polttojärjestelmä	31
6.7 Mekaaninen viistoarina	32
6.8 Pyörivä alasyöttöarina	33
6.9 Leijukerrosoltto	33
6.10 Biomassan kaasutus	33
6.11 Kiinteäkerroskaasutin	34
6.12 Leijukerroskaasutin	34
6.13 Soodakattilat	35
7 SÄHKÖNTUOTTO BIOENERGIALLA	36
7.1 Mäntähöyrykonevoimalaitos	36
7.2 Höyryturbiinivoimalaitos	36
7.3 Kaasuturbiinikombivoimalaitokset	37
7.4 Kaasutusdieselvoimala	37
8 LÄMPÖ- JA VOIMALAITOKSET	38
8.1 Yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto	38

8.1.1	Sähkögeneraattori	39
8.1.2	Höyryvoimalaitokset	40
8.1.3	Välittäjäaineisiin liittyvät tekniikat	40
8.1.4	Polttokennot	40
8.2	Pienet lämpökeskukset	41
8.3	Lämpörittäjäys	42
9	ENERGIAN KOKONAISKULUTUS	43
9.1	Uusiutuvan energian osuus laskussa	43
10	ENERGIAN HANKINTA	44
10.1	Uusiutuvan energian osuus laskussa	45
11	TULOKSET	47
11.1	Lämpökattilat	47
11.2	Kaasumoottorit	48
11.3	Investointikustannukset	48
11.4	Bioenergian kulutus	48
11.5	Tulevaisuuden tekniikoita	48
11.5.1	Polttokennot	48
11.5.2	Stirlingmoottori	49
12	PÄÄTELMÄT	49
12.1	Investointikustannukset	49
12.2	Investointituki	49
12.3	Syöttötariffijärjestelmä	50
12.4	Bioenergian saanti	50
12.5	Tulevaisuuden näkymät	50
	LÄHTEET	51

1 JOHDANTO

Ilman laadun ja ilmaston muutokset koskettavat meitä jokaista. Suomi on allekirjoittanut kansainvälisen ilmastosopimuksen, jossa sitoudutaan vähentämään hiilidioksidin ja muiden kasvihuonekaasujen päästöjä. Tavoitteiden saavuttamisessa bioenergialla ja muilla uusiutuvilla energialähteillä on keskeinen merkitys. Uusiutuvia energialähteitä hyödyntämällä voidaan vähentää hiilidioksidin ohella myös muita päästöjä, esim. typen oksideja ja rikkiyhdisteitä. Energiamarkkinoiden vapauduttua myös kuluttajat voivat entistä selkeämmin valita, millä energia tuotetaan. (1.)

Ihmiset ovat käyttäneet puuta ruuanlaitossa ja talojen lämmityksessä jo tuhansia vuosia. Jossain kehitysmaissa tämä on edelleen ainoa keino lämmitykseen ja ruuanlaittoon. Myös polttaminen on tärkeää kehitysmaissa, jossa kotitalouden roskat poltetaan polttouuneissa sähkön luomiseksi. Myös biopolttoainetta on tehty lahoavasta biomassasta ja käytetty polttoaineena Intiassa jo vuonna 1857. (2.)

Ympäristöministeriön mukaan Suomen hallitus on sopinut strategiassa, että teollisuuden sähköveroa alennetaan ja kotimaisia biopolttoaineita tuetaan. Ilman strategiassa esitettyjä toimenpiteitä Suomen kasvihuonekaasupäästöt ylittäisivät Kioton sopimuksen 11 miljoonalla tonnilla vuosien 2008 ja 2012 välisenä aikana. Kioton joustavia mekanismeja käyttäen Suomen valtio varautuu hankkimaan 10 miljoona tonnia päästöoikeuksia edellä mainitulla ajanjaksolla. Teknologian kehittäminen ja investointituet ovat tärkein keino strategian tavoitteiden saavuttamisessa. (3.)

Valtioneuvosto käsitteli 16.9.2010 esitystä laiksi uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta. Sen mukaan valtion varoin tuettaisiin tuulivoimaan, biokaasuun ja puupolttoaineeseen perustuvaa sähkön tuotantoa. Syöttötariffijärjestelmän avulla sähkön tuottajille maksettaisiin 12 vuoden ajan tukea sähkön tuotantokustannusten ja kyseisen energialähteen markkinahinnan tai vaihtoehtoisen polttoaineen kustannusten välisen erotuksen kattamiseksi. (4.)

Syöttötariffijärjestelmään hyväksyttävien tuulivoimaloiden generaattoreiden yhteenlaskettu nimellisteho tulisi olla vähintään 500 kilovoltiampeeria. Biokaasuvoimaloissa, metsähakevoimaloissa ja puupolttoainevoimaloissa nimellistehon olisi oltava vähintään 100 kilovoltiampeeria. Puupolttovoimaloissa nimellistehon yläraja olisi 8 megavoltiampeeria. (4.)

Järjestelmän keskeisenä tarkoituksena on osaltaan uusiutuvien energialähteiden lisäämistä koskevan kansallisen EU-tavoitteen toteutuminen. Syöttötariffijärjestelmällä on tarkoitus saavuttaa tuulivoimaa koskeva 6 terawattitunnin sähkön tuotannon tavoite ja pääosa politiikkatoimien kohteena olevasta metsähakkeen 25 terawattitunnin polttoainekäytön tavoitteesta. Tavoitteita täydentää puupolttoainevoimaloiden sähkön tuotannolle maksettava syöttötariffi. (4.)

Hallitus on arvioinut energian loppukulutuksen olevan Suomessa vuonna 2020 yhteensä 327 terawattituntia. Tästä uusiutuvista energialähteistä saadun energian määrä tulee olla 124 terawattituntia, jotta Suomi täyttäisi velvoitensa nostaa uusiutuvan energian osuus 38 prosenttiin energian loppukulutuksesta vuonna 2020. Uusiutuvilla tuotettua energiaa tarvitaan lisää 38 terawattitunnin verran. (4.)

Suomen kokonaispeltoala on 2,2 miljoonaa hehtaaria. Tästä määrästä noin puoli miljoonaa hehtaaria vapautuu perinteisestä ruuan tuotannosta lähivuosina tarjoten mahdollisuuden myös energiakasvien viljelyyn. Suurin mielenkiinto on tällä hetkellä ruokohelven tuotannossa. Ruokohelvi on Suomen luontainen monivuotinen kasvi. (4.)

Vapo on Suomen suurin toimija peltoenergia-alalla. Kesällä 2006 Vapon ja sen soti-
mustuottajien ruokohelven kasvatusala oli yhteensä noin 14 000 hehtaaria. (5.)

Kouvolan seudun ammattiopiston Luonnonvara toimipisteeseen Anjalaan rakennettu bioenergian koulutuskeskus, jossa aloitettiin bioenergia-alan aikuiskoulutus maaliskuussa 2010. Käytännönläheisen koulutuksen toteuttamiseksi keskukseseen on rakennettu monipolttotekniikkaan perustuva CHP-laitos.

Bioenerbiasähkön ja lämmön tuotannon koulutusta on kolmen tasoista: suorapoltto-
menetelmän käyttäjäkoulutus bioenergialaitoksen työntekijöille, käyttöpäällikön kou-
lutus sekä lähienergiayrittäjäkoulutus.

Biosampo-hankkeen tavoitteena on edistää maaseudun kilpailukykyä ja Kaakkois-
Suomen ympäristö- ja bioenergia-alan kehittämistavoitteita.

Tämä opinnäytetyö tehdään Kouvolan seudun ammattiopiston Luonnonvara toimipis-
teen bioenergia-alan koulutuskeskuksen tilaamana. Työn ohjaajana toimii Kouvolan
seudun ammattiopisto, bioenergian koulutuskeskus, Pertti Lindroos.

2 SUOMEN ENERGIA- JA YMPÄRISTÖSTRATEGIAN LINJAUKSIA

Ympäristöministeriön mukaan Suomi on ratifioinut vuonna 1994 Yhdistyneiden kansakuntien kansainvälisen ilmastopimuksen ja Kioton sopimuksen vuonna 2002 yhdessä muiden EU-maiden kanssa. Kioton sopimus astui voimaan 16. helmikuuta 2005. Sopimus on kansainvälinen asiakirja ja sisältää lainvoimaisia velvoitteita kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamisesta. Suomen velvoite on vähentää kasvihuonepäästöt vuoden 1990 tasolle ja edelleen vähentää niitä vuosien 2008 ja 2012 välisenä aikana. (3.)

2.1 Suomen ilmastostrategia

Suomen ensimmäinen ilmastostrategia julkaistiin Ympäristöministeriön mukaan vuonna 2001. Vuonna 2005 valmistui lähiajan energia- ja ilmastopolitiikan linjaukset valtioneuvoston selontekona eduskunnalle. Samalla strategia päivitettiin vastaamaan EU:n päästökaupan ja Kioton sopimuksen vaatimuksia. Eduskunta hyväksyi asiakirjan kesällä 2006. Strategiaan sisältyy myös aikaisemmin valmistuneet uusiutuvien energialähteiden edistämishjelma sekä energiansäästöohjelma. (3.)

2.2 Uusiutuvat energialähteet

Uusiutuvien energialähteiden käyttö on viime vuosina ollut tilastojen mukaan 22–25 prosenttia primäärienergian kulutuksesta. Strategian tavoitteena on lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä vähintään neljännekseen vuoteen 2015 mennessä ja vähintään 40 prosenttia vuoteen 2025 mennessä. Uusiutuvien energialähteiden osuus olisi tällöin lähes kolmannes primäärienergian kulutuksesta. (3.)

2.3 Turpeen aseman parantaminen

Turve on paikallinen polttoaine, jolla on sekä vähäisiä ympäristövaikutuksia että positiivisia sosio-ekonomisia vaikutuksia suomalaiseen yhteiskuntaan. Turpeen aseman parantamiseksi valmistuivat 2006 lakiehdotukset syöttötariffijärjestelmän soveltamisesta turvelauhdesähköön sekä laki polttoturpeen varastoinnin tukemisesta huoltovarmuuden parantamiseksi. Muut paikalliset biopolttoaineet tarvitsevat turpeen yhteispolttoa vähentääkseen korroosiota ja pienhiukkaspäästöjä sekä parantaakseen palamista. Energiatuotannon ympäristövaikutuksien kannalta turpeen yhteispoltto muiden paikallisten polttoaineiden kanssa on paras ratkaisu. (3.)

3 KEHITTÄMISTYÖN TARKOITUS

Kouvolan seudun ammattiopiston Luonnonvaran toimipisteeseen Anjalaan on rakennettu bioenergian koulutuskeskus. Keskuksessa aloitettiin maaliskuussa 2010 bioenergia-alan aikuiskoulutus. Hankkeen nimi on Biosampo. Hankkeen tavoitteena on edistää Kaakkois-Suomen ympäristö- ja bioenergia-alan kehittämistavoitteita. Kyseinen hanke on koulumaailman suurimpia hankkeita ja sen kokonaiskustannusarvio on noin kaksi miljoonaa euroa.

Tämän kehittämistyön tarkoituksena oli selvittää ne mahdollisuudet ja edellytykset joilla maatilat voisivat tuottaa osan tai kaikki tarvitsemansa sähkön bioenergialla. Samalla selvitettiin mahdollisuudet myydä tilalla tuotettu ylijäämä sähkö valtakunnan verkkoon energian syöttötariffijärjestelmällä.

4 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tämän kehitystyön yhtenä tarkoituksena oli selvittää tämän hetken todellisten pienten bioenergialla toimivien laitosten lukumäärä Suomessa. Tutkimuksessa selvitettiin laitosten määrän lisäksi niiden toimintaperiaatteet, nimellistehot, mahdollisuus syöttötariffijärjestelmään ja mahdolliset tuet. Bioenergialla sähköä ja lämpöä tuottavia laitoksia Suomessa on vasta alle kymmenen kappaletta. Laitteistojen vähäisestä määrästä johtuen tutkimus suoritettiin haastattelututkimuksena. Tutkimus kohdennettiin kuudelle maatilalle. Teknisten tietojen varmistamiseksi tutkimus kohdennettiin myös niihin yrityksiin, jotka olivat toimittaneet kyseiset laitteistot.

Tämän, bioenergialla sähköä maataloille, kehitystyön toinen vaihe koostuu Anjalan bioenergian koulutuskeskuksessa tehdyistä laboratoriotuloksista ja eri lähteaineistosta kerätyistä tutkimustuloksista.

5 BIOENERGIA

Uusiutuvasta biomassasta, elävistä kasveista ja kasvien osista tuotettua energiaa kutsutaan bioenergiaksi.

Bioenergiaa eli biopolttoaineita saadaan metsissä, soilla ja pelloilla kasvavista biomassoista sekä yhdyskuntien, maatalouden ja teollisuuden energian tuotantoon soveltuvista orgaanisista kiinteistä, nestemäisistä ja kaasumaisista biojätteistä. Bioenergia

on kestävä kehityksen periaatteiden mukaista puhdasta ja ympäristöystävällistä uusiutuvaa kotimaista energiaa. Sen käytön lisääminen vähentää erityisesti kasvihuonekaasu- ja rikkipäästöjä ilmakehäämme.

Bioenergian asema markkinoilla on parantunut merkittävästi viime vuosina. Sen osuus Suomen energiankulutuksesta on runsaat 25 % sisältäen puun, turpeen ja kierrätyspolttoaineet.

Bioenergiayhdistys ry. on suuri toimija Suomessa bioenergia-alalla. Luvun viisi bioenergia käsitteet ja määritelmät ovat Bioenergiayhdistys ry:n julkaisuista. (1.)

5.1 Bioenergiatermit

Bioenergiatermit määritellään puupolttoaineille, turpeelle, peltobiomassalle, kierrätyspolttoaineille, lietteille, biokaasulle ja biopolttonesteille.

Kansainvälisessä luokituksessa erotetaan käsittelemätön puupolttoaine (untreated wood) ja puujäte (wood waste), joka on jätteiden luokituksessa. Biopolttoaineista puhuttaessa termiä biofuels käytetään yleensä puhuttaessa nestemäisistä biopolttoaineista (liquid biofuels). Mikäli biofuels-termiä halutaan käyttää myös kiinteistä polttoaineista, on suositeltavaa lisätä eteen solid-sana, jotta väärinymmärryksiltä vältytään.

5.1.1 Bioenergia

Biopolttoaineesta peräisin olevaa energiaa kutsutaan bioenergiaksi.

5.1.2 Biogeeninen

Biogeeninen materiaali on tuotettu elävästä organismeista luonnon prosesseissa. Se ei sisällä fossiilisia tai fossiilisperäisiä raaka-aineita. Termiä biogeeninen käytetään merkitsemään CO₂ neutraalia ainetta sen hajotessa, silloin kun se hajoaa aerobisissa oloissa.

5.1.3 Biomassa

Biologista alkuperää oleva aines on biomassaa. Siihen ei kuulu geologisiin muodostumiin peittyneitä ja fossiilisoistuneita aineksia. Biomassoja ovat kasvi-, hedelmä ja puubiomassa.

5.1.4 Biohajoava

Biohajoavaksi katsotaan materiaali, jolla on kyky kompostoitua joko anaerobisesti tai aerobisesti biosfäärille luontaisissa olosuhteissa.

5.1.5 Briketti

Briketti on kuution- tai sylinterin muotoiseksi puristettu/tiivistetty, jauhetusta biomassasta sideaineiden avulla tai ilman tehty biopolttoainekappale. Brikettien raaka-aine voi olla puu-, kasvi- tai hedelmäbiomassaa sekä biomassaseoksia. Biopolttoainebriketit valmistetaan tavallisesti mäntäpuristimella.

5.1.6 Energiakasvit

Kaikki biopolttoaineet ovat peräisin kasvi-, tai ruohomaisesta biomassasta.

5.1.7 Energiapaju

Lyhytkiertoisella viljelmällä energiakäyttöön kasvatettu paju on puubiomassaa.

5.1.8 Energiaruohot

Ruohomaisiin energiakasveihin kuuluvat mm. sokeriruoko, elefanttiheinä, ruokohelpi.

5.1.9 Energiaturve

Turvetuote, joka on tarkoitettu energiantuotantoon.

5.1.10 Energiapuu

Energiapuu on puupolttoaine, jonka alkuperäinen koostumus on säilynyt.

5.1.11 Harvennuspuu

Harvennuspuuta on harvennushakkuissa poistettava ja korjattu puutavara.

5.1.12 Kokopuu

Kokopuu on kaadettu ja karsimaton puu ilman juuristoa.

5.1.13 Kokopuuhake

Kokonaisista puista valmistettu puuhake sisältää rungon kuorineen sekä oksat, neulaset ja lehdet.

5.1.14 Kuivajäte

Kuivajätteellä tarkoitetaan jäljelle jäävää polttokelpoista jätettä, kun yhdyskuntajätteestä on lajiteltu erilleen biojäte, ongelmajäte ja muu kierrätyskelpoinen jäte.

5.1.15 Liikenteen biopolttoaine

Nestemäinen tai kaasumainen liikenteessä käytettävä polttoaine, joka tuotetaan biomassasta. Biomassa voi olla pelto- tai metsäbiomassaa tai teollisuuden ja yhdyskuntien jätteiden biohajoavaa osaa. Liikenteen biopolttoaineita ovat esimerkiksi bioetanoli, biodiesel, biokaasu ja synteettiset biopolttoaineet.

5.1.16 Maatalouspolttoaineet

Maatalouspolttoaineet ovat biopolttoaineet, joita syntyy energiakasvien ja/tai maataloustähteiden tuotteena.

5.1.17 Metsähake

Metsähake on metsäpuubiomassasta valmistettua puuhaketta tai mursketta. Suomessa metsähake-termiä käytetään yleisterminä tarkoittaen ranka-, kokopuu- ja hakkuutähdehaketta tai mursketta.

5.1.18 Metsäpolttoaine

Metsäpolttoaine on puupolttoainetta, joka on valmistettu puuraaka-aineesta, jota ei ole aikaisemmin käytetty muuhun tarkoitukseen. Metsäpolttoaine valmistetaan suoraan puusta metsässä mekaanisella prosessilla.

5.1.19 Metsätähde

Metsätähde on ainespuun korjuussa ja nuorta metsää harvennettaessa tähteeksi jääneitä oksista, latvuksista ja hukkarunkopuusta tehty hake. Metsätähteen kuivumisesta riippuen viheraines on mukana tai puuttuu.

5.2 Biopolttonesteet

Biopolttonesteet ovat biomassosta jalostamalla saatuja nestemäisiä polttoaineita, joita voidaan käyttää esim. dieselmootoreissa joukkoliikennevälineissä. Tunnetuimpia ovat biodiesel, joka on yleisnimitys kasviöljypohjaiselle dieselpolttoaineelle. Pyrolyysiöljyä valmistetaan kaasuttamalla ja nesteyttämällä puusta ja sitä käytetään pienissä kaukolämpökattiloissa ja moottorivoimaloissa.

5.2.1 Biodiesel

Biodiesel on yleisnimitys kasviöljypohjaiselle dieselpolttoaineelle. Öljykasvien siemenistä erotettu öljy ei karstoittumisongelmien vuoksi sovellu sellaisenaan nykyisten dieselmoottorien polttoaineeksi. Esteröimällä kasviöljy alkoholilla saadaan tavallisiin dieselmootoreihin sopivaa polttoainetta. Esteröitäessä rypsiöljyä metyylialkoholilla, syntyy rypsimetyyliesteriä, mikäli esteröintiin käytetään etanolia, on lopputuotteena rypsietyyliesteriä.

Biodiesel voi olla vaihtoehto raakaöljystä tehdylle dieselille. Biodieseliä voidaan varastoida ja käyttää samalla tavalla kuin raakaöljystä tehtyä dieseliä. Useat maat, kuten USA ja Euroopan valtiot ovatkin tehneet aloitteen biodieselin tuotanto-ohjelmista. (6.)

5.2.2 Pyrolyysiöljy

Korkeassa lämpötilassa hapettomissa olosuhteissa valmistettua bioöljyä kutsutaan pyrolyysiöljyksi. Sitä voidaan käyttää raskaan tai kevyen polttoöljyn korvaajana lämmityssektorilla. Pyrolyysitekniikalla tuotettuja bioöljyjä on esitetty käytettäväksi myös syötteenä synteetikaasulaitoksilla tai öljynjalostamoilla.

5.2.3 Puuöljy

Korkeaan lämpötilaan (500–600 °C) nopeasti lämmitetystä puusta kaasuuntumisen ja lauhduttamisen kautta saatu nestemäinen biopolttoaine, joka soveltuu käytettäväksi hajautetusti pienissä kaukolämpökattiloissa ja moottorivoimaloissa.

5.3 Puuperäiset polttoaineet

Kansainvälisessä terminologiassa on keskeistä erottaa ns. ”puhdas, käsittelemätön puu” (clean wood, untreated wood) ja jätetäpuu (wood waste). On erittäin tärkeää käyttää puutähdetermiä (industrial wood residue, industrial by-products), kun puhutaan sahanpurusta, kuoresta ja muusta käsittelemättömästä metsäteollisuudessa syntyneestä puupolttoaineesta.

Jätetäpuu-termi (wood waste) tarkoittaa yleensä puupolttoainetta, jota on käsitelty, esimerkiksi rakennuspuu (construction wood) tai muu käsitelty jätetäpuu (demolition wood).

Jalostetut puupolttoaineet (refined wood fuels) ovat joko mekaanisesti käsiteltyjä, kuten pelletit ja brikitit, tai termisesti käsiteltyjä, kuten puuhiili (charcoal), kaasu (gas) tai nestemäiset puupolttoaineet, kuten pyrolyysiöljy (pyrolysis oil).

Useasti kiinteistä biopoltttoaineista puhutaan termillä biomass fuels tai pelkästään biomass.

5.3.1 Pilke

Kotitalouden polttopuu katkotaan ja pilkotaan pesään sopiviksi lämmityspilkkeiksi 25 cm, 33 cm tai 50 cm pituuteen. Polttopuun määrä mitataan pino- tai irtokuutiometreinä. Lämmityspilkkeen hyvä laatu varmistetaan vähintään vuoden ulkokuivatuksella ennen käyttöä. Tavoitteena on 20 %:n kosteus. Pilke sopii sekä tulisijoihin, uuneihin ja keskuslämmityskattiloihin. Kuivat pilkkeet, riittävä palamisilmamäärä, nykyaikainen tulisija ja kattila ja vuosittainen nuohous pienentävät päästöjä oleellisesti.

5.3.2 Hakkeet

Hake on koneellisesti hakettua puuta, jota käytetään nykyaikaisissa kiinteistöjen automaattisissa puulämmityslaitteissa ja aluelämpölaitoksissa ja voimaloissa. Erityyppiset kattilat vaativat laadultaan hyvinkin erilaisia hakkeita. Pieniin lämmityslaitteisiin sopii parhaiten hakepalaltaan 1–3 cm pituinen, tasalaatuinen ja kuiva hake, jossa on mahdollisimman vähän viherainetta (rankahake ja kokopuuhake). Suuriin laitoksiin käytetään erityisesti hakkuutähdehaketta (oksia sekä laadultaan ainespuuksi kelpaamatonta latvusta ja pienpuuta), saahahaketta, kokopuuhaketta ja niiden seoksia yhdessä muiden kiinteiden polttoaineiden kanssa. Tärkeätä on saada hakkeiden kosteus mahdollisimman alhaiseksi. Varsinkin hakkuutähdehakkeiden käyttö on Suomessa myötätulessa. Metsähake on yleisnimitys suoraan metsästä energiakäyttöön tuleville hakkeille haketuspaikasta riippumatta.

5.3.3 Hakkuutähde

Hakkuutähdettä on runkopuun hakkuun yhteydessä syntyvä metsään jäävä puuainees, kuten oksat ja latvat sekä hakkuualueelle jäävä pienikokoinen puu, ns. raivauspuu ja hylkypölkyt.

5.3.4 Halko

Halot ovat noin 1 m:n pituisia, polttokäyttöön tarkoitettuja halkaistuja tai pyöreitä karstittuja pölkköjä.

5.3.5 Puupelletit

Pelletit ovat sylinterinmuotoisia puristeita, jotka valmistetaan tavallisesti sahanpurusta tai höylänlastusta. Suomessa pelleteissä ei käytetä kemiallisia lisäaineita, vaan puun omat aineet (mm. ligniini) toimivat sideaineena. Pelletin läpimitta on 5 – 15 mm ja pituus 10–30 mm. Lämpöarvo on korkea: 4,7 – 4,9 kWh/kg. Markkinoilla on erilaisia automaattisyöttöisiä pellettitakkoja ja -kamiinoita, myös hakepolttimet soveltuvat yleensä pelleteille.

5.3.6 Sahanpurut, sahakkeet, kutterinlastut, hiontapöly

Mekaanisen metsäteollisuuden ja puusepänteollisuuden prosesseissa syntyvä puutähdde, joka on puhdasta käsittelemätöntä biopolttoainetta. Käytetään sellaisenaan, seulotuna tai esim. pelleteiksi puristettuna. Puutähdde on tärkeä ja edullinen aluelämpölaitosten ja erillisten voimaloiden biopolttoaine.

5.3.7 Kuori

Ainespuun teollisessa kuorinnassa syntyvä biopolttoaine, jota käytetään suurkattiloissa. Märkä kuori kuivataan puristamalla ja murskataan murskeeksi polttokelpoiseen muotoon. Kuori on metsäteollisuudellemme tärkeä kotimainen polttoaine.

5.3.8 Kanto

Kanto on kaatopinnan alapuolinen rungon osa mukaan lukien puun juuristo.

5.3.9 Murske

Murske on polttopuuta, jolla on vaihteleva palakoko/partikkelikoko ja -muoto. Sitä valmistetaan puusta murskaamalla tylpillä työkaluilla, kuten teloilla, vasaroilla tai varstoilla.

5.3.10 Mustalipeä

Sulfaattisellun keitossa puusta liunneen, runsaasti ligniiniä sisältävän aineksen ja keittokemikaalien seos on mustalipeää. Se otetaan talteen massan pesuvaiheessa, vä-

kevöidään haihduttamossa ja poltetaan soodakattilassa kemikaalien regeneroimiseksi ja energian tuottamiseksi. Noin puolet puun kuivamassasta liukenee keitossa mustalipeään.

5.3.11 Polttopuu

Katkottua ja halottua uunivalmista polttopuuta käytetään kotitalouksien puulla lämmitettävissä laitteissa, kuten liesissä, takoissa ja keskuslämmitysjärjestelmissä. Polttopuu on tavallisesti katkottu yhtenäiseen mittaan, tavallisesti 150 mm:stä 1000 mm:iin.

5.3.12 Puubiomassa

Puubiomassa on puista ja pensaista peräisin oleva biomassa. Määritelmä kattaa metsän- ja viljelyspuun, puunjalostusteollisuuden sivutuotteet ja tähteet sekä käytöstä poistetun puun tai puutuotteen.

5.3.13 Puuhiili

Puuhiili on orgaanista hiiltä, joka valmistetaan kuumentamalla puuta ilmattomassa tilassa. Puuhiili on haurasta huokoista materiaalia, jolla on puun alkuperäinen muoto ja jonka mikrorakenne säilyttää kasvisolurakenteensa. Pyrolyysissä eli puun hitaassa hiiltymisessä syntyy kaasuja, kondensoituvia nesteitä ja kiinteää hiiltä. Puuhiilen valmistukseen käytetään mm. miiluja ja retortteja.

5.4 Turve

Turve on suokasvien hitaan maatumisen seurauksena syntynyttä, epätäydellisesti hajonnutta eloperäistä orgaanista ainesta, joka on varastoitunut kasvupaikalleen erittäin märissä olosuhteissa. Hapen puutteen ja runsaan veden takia kasvien jäänteet eivät hajoa kunnolla, ja näin syntyy jatkuvasti kasvava turvekerrostuma. Turvebiomassan synty on perusteiltaan samanlaista kuin muidenkin kasviperäisten biomassojen, kuten puun, mutta kerrostumien syntymiseen tarvittava aika on pitempi.

Turvetta käytetään alueittain paljon (noin 6 % energiantuotannosta) sekä lämmön että sähköntuotantoon taajamissa ja teollisuudessa. Polttoturpeena käytetään yleisimmin jyrshinturvetta ja palaturvetta. Muita turpeen käyttömuotoja ovat kasvuturve, maanparannusaine ja suodattimien.

Turvebiomassan synty on perusteiltaan samanlaista kuin muidenkin kasviperäisten biomassojen, kuten puun, mutta kerrostumien syntymiseen tarvittava aika on pitempi. Turve koostuu orgaanisesta, hapettomassa ja kosteassa tilassa epätäydellisesti hajonneesta kasviaineksesta (sammal, sara, liekopuu jne.).

5.4.1 Jyrsinturve

Jyrsinturve on polttoturvetta, joka on tuotettu jyrsimällä turvetta suon pinnasta ja kuivaamalla se tuotantokentällä. Jyrsinturvetuotannon päävaiheet ovat jyrsintä, kääntäminen, karheaminen ja kokoaminen. Jyrsinturve on raekooltaan epähomogeenista sisältäen pääosin pölymäistä turvetta ja sen lisäksi erikokoisia turverakeita. Turveaineksen ohella jyrsinturve voi sisältää vaihtelevan määrän maatumattomia tai huonosti maatuneita, karkeita kasvinosia (liekopuuta, varpuja, tupasvillaa yms.) sekä epäpuhtauksia.

5.4.2 Palaturve

Palaturve on energiaturvetta, joka on tuotettu nostamalla turvesuosta ja muokkaamalla se mekaanisesti paloiksi, esim. sylinterin-, kuutio- tai lainepaloiksi. Palaturvemennettelmässä kenttään jyrsitään ura, josta irrotettu turvemassa muokataan, tiivistetään ja puristetaan suutinosan läpi. Palat kuivataan aurinkoenergialla tuotantokentällä. Turvepalojen halkaisija ja muoto ovat melko tasalaatuisia, mutta palojen pituus voi vaihdella. Palaturve sisältää myös vaihtelevia määriä hienoainesta, joka on muodostunut tuotanto- ja käsittelyvaiheissa, sekä karkeita kappaleita ja pieniä määriä epäpuhtauksia.

5.5 Lietteet ja biokaasut

Lietteitä syntyy maataloudessa, teollisuudessa sekä myös yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoilla. Karjatalous on suurin lietteiden (= karjanlanta) tuottaja. Puunjalostusteollisuuden lietteitä ovat mm. primääriete, bioliete, siistausliete ja kemiallinen liete.

Lietteiden sijoittamisen tavoitteena on löytää erilaisille lietteille mahdollisimman haitaton sijoittaminen. Ennen kaikkea suositaan lietteen hyötykäyttöä. Lietteitä voidaan käyttää hyödyksi joko aineena tai hyödyntämällä niiden energiasisältö. Metsäteollisuuden lietteitä voidaan hyödyntää polttamalla tai valmistamalla niistä lannoitteita.

Puhdistamolietteistä sekä maatalouden lietteistä voidaan tuottaa biokaasua, joka voidaan polttaa ja tuottaa sähköä ja lämpöä biokaasumoottorissa maatilalla, jätevedenpuhdistamoilla, kaatopaikoilta tai suuremmissa yksiköissä moottorivoimalaitoksissa.

Biokaasun raaka-aineeksi soveltuvat varsin erilaiset orgaaniset massat. Lisäksi biokaasua kerätään kaatopaikoilta. Biokaasun tuotannossa on kyse sekä hyötyenergian tuotannosta että ympäristönsuojelusta kasvihuonekaasujen ja hajuhaittojen vähenemisen muodossa.

5.5.1 Kuorimoliete

Kuorimossa syntyy monenlaisia lietteitä, mm. kuoriliete, hiekanerottimen hiekkaliete ja selkeyttimen liete.

5.5.2 Primääriliete

Primääriliete on esiselkeytyksestä laskeuttamalla saatua lietettä. Metsäteollisuuden primäärilietteet sisältävät kuori-, kuitu-, täyte- ja lisäaineita sekä pigmenttejä.

5.5.3 Bioliete

Bioliete on jäteveden biologisessa puhdistuksessa syntyvää lietettä. Metsäteollisuuden biolietettä voi verrata yhdyskuntien puhdistamolieteteeseen. Siinä on mikrobimassan lisäksi myös puun uuteaineita, ligniiniyhdisteitä ja absorboituneita klooriorganisia yhdisteitä.

5.5.4 Siistausliete

Siistausliete syntyy keräyspaperin siistausprosessissa, jossa jätepaperista poistetaan painomuste, täyteaineet ja päällysteet, jolloin jäljelle jää uusiokuitu.

5.5.5 Yhdyskuntaliete

Yhdyskuntaliete on pääasiassa jäteveden puhdistamoiden lietteitä. Etenkin isommilla puhdistamoilla on primääriselkeytin ennen biologista puhdistusta, jolloin jätevedenpuhdistamolla muodostuu sekä primääri- että biolietettä. Lisäksi muodostuu sako- ja umpikaivolietteitä, välppäjätettä ja hiekanerotuskaivojen lietettä.

5.5.6 Biokaasu

Biokaasu on orgaanisen aineksen mädäntymisen seurauksena syntyvä kaasu, joka koostuu pääosin metaanista (35–80 %) ja hiilidioksidista (20–65 %). Metaani ja hiilidioksidi ovat kumpikin värittömiä ja hajuttomia kaasuja. Lähteestä riippuen kaasussa on pienempinä pitoisuuksina rikkivetyä (0–2 %), typpeä (0–25 %), kloori- ja fluoriyhdisteitä. Biokaasun raaka-aineeksi soveltuvat varsin erilaiset orgaaniset massat. Kun metaanibakteerit toimivat parhaiten vesipitoisessa ympäristössä, menetelmä soveltuu erityisesti hyvin lietemäisen jätteiden käsittelyyn. Tällaisia jätteitä muodostuu maataloudessa (lietelanta), kunnallisissa jätevesipuhdistamoissa, elintarviketeollisuudessa jne.

Eloperäisestä aineesta voidaan tuottaa biokaasua, jota pystytään hyödyntämään sekä sähkön että lämmön tuotannossa. Biokaasua syntyy mm. kaatopaikoilla jätteen hajoessa. Hajoamisessa syntyvä metaani kerätään talteen keräysputkiston avulla. Muita biokaasun lähteitä ovat jätevedenpuhdistamot sekä maatalouden lietteet, joista saadaan anaerobisen hajoamisen kautta polttoaineeksi kelpaavaa biokaasua. Yleensä biokaasua tuottavat yksiköt ovat pieniä ja niissä käytetään usein kaasumootoreita sähkön ja lämmön yhteistuotantoon. Suuremmissa yksiköissä voidaan käyttää myös kaasuturbiineja.

5.5.7 Kaatopaikkakaasu

Biokaasua syntyy myös kaatopaikoilla. Keskikokoinen suomalaisen kaupungin kaatopaikka tuottaa metaanikaasua noin 200–400 m³/h. Kaatopaikkakaasu sisältää lähinnä metaania, CH₄ (55–65 %) ja hiilidioksidia, CO₂ (35–45 %). Pieninä pitoisuuksina kaasussa esiintyy lisäksi useita kloori- ja fluorihiilivetyjä sekä rikkiyhdisteitä, jotka aiheuttavat kaatopaikkakaasulle ominaisen epämiellyttävän hajun.

5.6 Kierrätyspolttoaineet

Yhdyskunnat ja teollisuus tuottavat paljon erilaista jätettä, josta osa soveltuu hyvin energiantuotantoon. Kierrätyspolttoaineet ovat syntypistelajiteltuja, kuivia ja polttokelpoisia materiaaleja sellaisenaan tai niistä valmistettuja polttoaineita. Ensisijaisena käyttönä on jättemateriaalin uusiokäyttö, toissijaisena lajitellun ja turvallisen jätteen

energiakäyttö. Osa jätteistä on biojätettä. Jätteiden energiakäytön etuna on saatavan energian lisäksi kaatopaikkakuormituksen väheneminen. Energiakäyttöön sopivista kuivajätteistä voidaan valmistaa kierrätyspolttoainetta esim. murskaamalla sitä mekaanisesti rouheeksi. Usein kierrätyspolttoaineet poltetaan voimalaitosten kattiloissa yhdessä muiden polttoaineiden, mm. hiilen, turpeen tai puun kanssa. Myös kaasutukseen perustuvat ratkaisut ovat yleistymässä. Kierrätyspolttoaineet soveltuvat sekä erilliseen lämmöntuotantoon että yhdistettyyn sähkön- ja lämmöntuotantoon.

5.6.1 Energiajäte

Energiakäyttöä varten syntypaikalla lajiteltu polttokelpoinen jäte on energiajätettä.

5.6.2 Jäte

Jätteellä tarkoitetaan ainetta, tai esinettä, jonka sen haltija on poistanut, aikoo poistaa käytöstä taikka, on velvollinen poistamaan käytöstä.

5.6.3 Jätepuu

Jätepuulla tarkoitetaan rakennus-, purku- ja korjaustoiminnassa syntyvää jätepuuta sekä puunjalostusteollisuudessa syntyvää jätepuuta, joka sisältää liima-, maali-, kyllästys- tms. aineita. Jätepuu kuuluu biopolttoaineisiin, jos se ei sisällä halogeenisia orgaanisia yhdisteitä tai raskasmetalleja puunkyllästysaineilla tai pinnoitteilla tehtyjen käsittelyjen seurauksena. Poikkeuksena on painekyllästetty puu, joka on ongelmajätettä.

5.6.4 Kierrätyspolttoaine

Kierrätyspolttoaineella tarkoitetaan yhdyskuntien ja yritysten polttokelpoisista kiinteistä ja syntypaikoilla lajitelluista kuivajätteistä ja energiajätteestä mekaanisella käsittelyprosessilla valmistettua polttoainetta.

5.6.5 Kuivajäte

Kuivajätteellä tarkoitetaan jäljelle jäävää polttokelpoista jätettä, kun yhdyskuntajätteestä on lajiteltu erilleen biojäte, ongelmajäte ja muu kierrätyskelpoinen jäte.

5.6.6 RDF

RDF on lajittelemattomasta yhdyskuntajätteestä mekaanisella käsittelyprosessilla valmistettu polttoaine.

5.6.7 Sekajäte

Sekajätteellä tarkoitetaan lajittelematonta yhdyskunta-, teollisuus- tai rakennusjätettä.

5.6.8 Yhdyskuntajäte

Yhdyskuntajätteellä tarkoitetaan asumisessa syntyvää jätettä sekä ominaisuuksiltaan, koostumukseltaan ja määrältään siihen rinnastettavaa teollisuudessa, kaupassa tai muussa vastaavassa toiminnassa syntyvää jätettä.

5.7 Peltobiomassat

Energiakäyttöön soveltuvat peltobiomassat ovat pelloilla tai soilla kasvatettavia energiakasveja tai energiametsää sekä viljakasvien osia, joita voidaan käyttää polttoaineena tai joista voidaan jalostaa kiinteitä tai nestemäisiä polttoaineita. Suomessa peltobiomassojen energiakäyttö on tiiviin tutkimuksen alla. Etelä-Ruotsissa ja Keski-Euroopassa peltobiomassat ovat jo tärkeitä energialähteitä.

Peltokasvit ovat monipuolisia energian raaka-ainelähteitä. Dieselöljyä korvaavia kasviöljyperäisiä polttoaineita saadaan esimerkiksi auringonkukan, rapsin, rypsin, hampun ja soiijan siemenistä. Alkoholiperäisiä polttoaineita joko sellaisenaan tai bensiinin osakomponenttina käytettäväksi saadaan sokeria tuottavista kasveista tai tärkkelyspitoisista viljoista, kuten sokeriruosta, sokerijuurikkaasta, perunasta, maissista tai korsiviljoista. Kiinteässä muodossa poltettavaksi soveltuvat esimerkiksi olki, jyvät, energiaheinä sekä bioenergiatuotannon sivutuotteina saatavat sokeriruohon puristejäte eli bagassi ja rapsikakku.

5.7.1 Järviruoko

Järviruoko on kookkain luonnonkasvi Suomessa. Se kasvaa hyvinkin kolmen metrin mittaiseksi, mutta puolet sen pituudesta on veden alla. Juurakko on pitkä, paksu, haarova ja monivuotinen. Lehdet saattavat olla jopa 2 cm leveät. Ruoko leviää pääasiassa

juurakoista. Järviruoko viihtyy parhaiten runsasravinteisissa vesistöissä. Se kasvaa myös soilla ja vesijättömailla. Järviruokon vuosituotos on 5–12 tonnia hehtaarilta.

5.7.2 Pellava

Pellava on vanha kuitukasvi. Pellavaa on kahta muotoa: kuitu- ja öljypellava. Öljypellava on kuitupellavaa lyhytvartisempi ja haaraisempi. Pellavan varren kuituosasta erotetut puumaiset päistäreet voidaan esim. puristaa briketiksi ja käyttää kiinteänä polttoaineena. Öljypellavan puinnin yhteydessä peltoon jäävä sitkeä varsikasvi voitaisiin käyttää mahdollisesti myös polttoaineeksi, vaikka onkin todennäköistä, että sen sitkeä varsi aiheuttaa höyrykattiloissa samanlaisia ongelmia kuin olki.

5.7.3 Rypsi ja rapsi

Rypsi (*Brassica rapa* var. *oleifera*) ja rapsi (*Brassica napus* var. *napus* tai *oleifera*) ovat kaalin sukuun kuuluvia hoikkajuurisia ristikkaiskasveja. Rypsin siementen öljypitoisuus on 30–40 % ja rapsin 35–45 %.

5.7.4 Ruokohelpi

Ruokohelpi on Suomessa luonnonvaraisena kasvava monivuotinen heinäkasvi, jolla on korkea biomassasato. Ruokohelpeä voidaan käyttää myös raaka-aineena paperin valmistuksessa. Sitä voidaan käyttää myös valumavesien suodatukseen ja haihdutukseen sekä eläinten rehuna. Ruokohelven luontaisia kasvupaikkoja ovat meren ja järvi-rannat, ojat ja tienpientareet. Luonnossa se esiintyy noin 1 m²:n kokoisina tai suurempina kasvustoina ja se leviää tehokkaasti. Viljeltyjen, lupaavimpien uusien lajikkeiden sato on ollut yli 10 tonnia kuiva-ainetta hehtaarilta.

5.7.5 Paalattu biopolttoaine

Nämä ovat kiinteää biopolttoainetta, jota on tiivistetty ja sidottu muodon ja tiheyden säilyttämiseksi. Paaleja ovat mm. olkipaalit, energiakasveista tehdyt paalit, puunlatvoista ja oksista tehdyt paalit.

5.7.6 Pelletti

Puristettu/tiivistetty pelletti on biopolttoainetta, joka on valmistettu jauhetusta biomassasta joko sideaineiden avulla tai niitä ilman lieriönmuotoisiksi kappaleiksi. Pelletin pituus on yleensä 5 – 30 mm ja sillä on murretut päät. Pelletin raaka-aineena voidaan käyttää puubiomassaa, kasvibiomassaa, hedelmäbiomassaa, turvetta, biomassasekoituksia tai seoksia. Ne valmistetaan tavallisesti matriisilla.

5.8 Energiayksiköjä ja muuntokertoimia

Perusyksiköt

toe = ekvivalenttinen öljytonni eli yhtä öljytonnia vastaava energiamäärä

Wh = wattitunti

J = joule

Etuliitteet

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

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

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

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

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

Muuntokertoimia

m^3 = kiintokuutiometri. Yksi kiintokuutiometri vastaa noin 2,5 irtokuutiometriä (vaihteluväli 2,2 – 2,6).

$i\text{-}m^3$ = irtokuutiometri. Yksi irtokuutiometri on noin 0,40 kiintokuutiometriä eli 400 litraa (vaihteluväli 0,38 – 0,46).

$p\text{-}m^3$ = pinokuutiometri tarkoittaa kehysmitoiltaan $1\ m^3$:n tiiviisti pinottua, yleisimmin pilkkeiden muodostelmaa. Yksi pinokuutiometri on keskimäärin 0,67 kiintokuutiometriä eli 670 litraa.

Taulukko 1. Muuntokertoimet

	toe	MWh	GJ	Gcal
toe	1	11,630	41,868	10,0
MWh	0,08598	1	3,6	0,86
GJ	0,02388	0,2778	1	0,2388
Gcal	0,1	1,1630	4,1868	1

Taulukko 2. Tyypillisiä polttoaineiden tehollisia lämpöarvoja ja tiheyksiä

Polttoaine	Mittayksikkö	MJ	kWh	toe	t/m ³ (tai t/i- m ³)
Raakaöljy	tonni	41,868	11,63	1,00	0,855
Raskas polttoöljy normaali/vähärikk.	tonni	40,60/41,10	11,278/11,417	0,970/0,0982	0,955
Kevyt polttoöljy	tonni	42,50	11,806	1,015	0,845
Dieselöljy	tonni	41,50	11,528	0,991	0,845
Nestekaasut	tonni	46,30	12,861	1,106	0,580
Kivihiihi	tonni	25,211	7,003	0,602	0,800
Koksi	Tonni	29,30	8,139	0,700	0,750
Maakaasu (0 °C)	1 000 m ³	36,00	10,00	0,860	0,732
Masuunikaasu	1 000 m ³	3,79	1,053	0,091	
Koksaamokaasu	1 000 m ³	16,70	4,639	0,399	
Mustalipeä	t _{ka}	11,70	3,250	0,279	1,415
Koivupilke (halko)	p-m ³	5,40	1,50	0,129	0,400
Sekapilke (halko)	p-m ³	4,51	1,25	0,107	0,350
Polttohake	i-m ³	2,88	0,80	0,069	0,300
Sahanpuru	i-m ³	2,16	0,60	0,052	0,300
Kutterin lastu	i-m ³	1,80	0,50	0,043	0,100
Havupuun kuori	i-m ³	2,16	0,60	0,052	0,300
Koivun kuori	i-m ³	2,52	0,70	0,060	0,350
Puupelletit	tonni	16,92	4,70	0,404	0,690
Palaturve	i-m ³	5,04	1,40	0,120	0,380
Jyrsinturve	i-m ³	3,24	0,90	0,077	0,320
Biokaasu	m ³	14,4 – 28,8	4 - 8	0,344 – 0,688	

5.9 Hiilen kierto

Maapallon elollisen luonnon alkuaineista yleisimmät ovat hiili (C), vety (H) ja happi (O). Eliöiden keskeisin rakennusaine on hiili. Hiiliatomit liittyvät toisiinsa muodostaen pitkiä ketjuja. Muita alkuaineita tai aineryhmiä kiinnittyy ketjussa oleviin hiiliatomeihin. Näin muodostuu hiiliyhdisteitä, joita ovat esimerkiksi hiilihydraatit, rasvat ja valkuaisaineet.

Elämän kemia eli orgaaninen kemia on hiilen yhdisteiden kemiaa. Ilman hiiltä elämää ei voisi tuntemassamme muodossa olla lainkaan. Yksinkertaisimmillaan hiili on luonnossa hiilipölynä, nokena. Hiilen esiintymismuotoja ovat myös grafiitti, timantti ja pallohiili.

Orgaanisten yhdisteiden lisäksi hiiltä esiintyy luonnossa erilaisina epäorgaanisina kide- tai molekyyli- tai molekyylimuotoina ja epäorgaanisina yhdisteinä. Hiilen epäorgaanisia yhdisteitä ovat esimerkiksi hiiliyhdisteiden palamisessa syntyvät oksidit eli häkä (CO) ja hiilidioksidi (CO₂) sekä karbonaatit kuten marmori (CaCO₃).

6 POLTTOTEKNOLOGIAT

6.1 Puu polttoaineena ja polttoaineen palaminen

Puu koostuu pääasiassa hiilestä (48 - 52 %), vedystä (6 - 6.5 %) ja hapesta (38 - 42 %). Haihtuvien osuus kuiva-aineessa on 70 - 85 % ollen kuorella vähemmän kuin kokuulla. Polttoaineen palaminen käy läpi seuraavat vaiheet: polttoaineen kuivuminen, haihtuvien aineiden irtoaminen pyrolyysissä eli kiinteän olomuodon muuttuminen kaasumaiseksi, kaasujen palaminen sekä lopuksi jäännöshiilen palaminen. Polttoaineen palamiseen vaikuttavat eniten palamisaika sekä polttoaineen ja ilman sekoittuminen.

Polttoaineen ominaisuuksilla voidaan vaikuttaa paljon palamiseen. Märän polttoaineen tehollinen lämpöarvo on alhainen ja se tuottaa runsaasti vesihöyryä. Palamislämpötila jää alhaiseksi ja palaminen siten epätäydelliseksi; polttoaineen pitäisi olla mahdollisimman kuivaa. Puupolttoaine soveltuu erittäin hyvin arinakattiloiden polttoaineeksi. Leijukerros-poltossa voi tuhkan sintraantumisen rajoittaa puun osuutta polttoaineseok-

nessa. Turve soveltuu tuhkaominaisuuksien takia hyvin leijukerroskattiloissa lisäpolttoaineeksi. Arinalla on palaminen hyvin intensiivistä, joka johtaa korkeaan lämpötilaan arinan palopäässä. Tämä edesauttaa luonnollisesti polttoaineen palamista. Arinalla onkin mahdollista päästä hyvin pieniin päästöihin palamisessa. Haittapuolena korkeasta lämpötilasta on tuhkan sulaminen ja kuonan muodostus. Varsinkin isompitehoisissa arinoissa on tarpeen mekaaninen kuonanpoisto palopäästä. Tuhkan kuonaantumisen tulee erityisesti ongelmaksi kun poltetaan hyvin kuivia polttoaineita kuten pellettejä. Erityisen vaikea polttoaine on olki, koska sen tuhkapitoisuus on suuri (4 – 5 %) ja sen sulamispiste on huomattavasti alhaisempi kuin puulla ja turpeella. Höyrykattilasovelluksissa aiheuttavat tuhkan alkalit syöpymis- ja likaantumisongelmia lauhuessaan lämpöpinnoille. Turve puupolttoaineen joukossa vähentää näitä ongelmia.

6.2 Kotimaisen polttoaineen kattilat

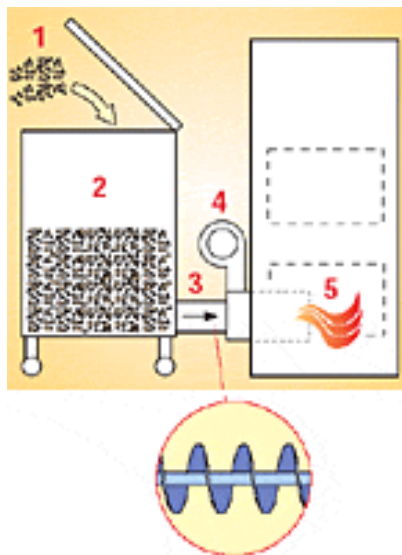
Suomessa on panostettu erityisesti biopolttoaineiden, puun ja turpeen, polttotekniikoiden kehittämiseen. Suomi onkin tällä hetkellä johtava leijukerroskattiloiden valmistaja. Niiden etuna on laaja polttoainevalikoima ja laatujen käyttömahdollisuus, jolloin polttoainevalinnat voidaan tehdä saatavuuden ja hintasuhteiden perusteella. Paineistetut tekniikat ovat vielä kehitysvaiheessa eikä kaupallistaminen ole vielä lähiaikoina näköpiirissä. Puun polttotavat ovat: arinapoltto, kaasutuspolttto ja leijukerrospolttto. Eri polttoaineiden polttoon ja eri kattilakokoluokkiin tarkoitetut polttolaitteet eroavat toisistaan periaatteiltaan ja käyttöominaisuuksiltaan. Uudet polttotekniikat ovat 1980-luvulla syrjäyttäneet arinapolttotekniikkaa erityisesti Suomessa tehoalueella yli 15 MW. KPA-kattiloita käytetään aina 600 MW:n kokoluokkaan asti. Tällöin ne ovat leijukerroskattiloita. Pienessä kokoluokassa puupolttotekniikassa Suomessakin tarvitaan edelleen kehitystä.

6.3 Stokeripoltto

Stokeri on automaattisesti kiinteää polttoainetta annosteleva ja polttoaineen palamista säätelevä laite. Liekki palaa stokerin palopäässä, joka on työnnetty kattilaan rakennetun stokeriaukon tai luukun kautta kattilan tulipesään.

Polttoaineena stokereissa voidaan käyttää hakkeen lisäksi mm. palaturvetta, turvepellettiä tai sahanpurua.

Stokerin toiminta on pitkälle automatisoitu: palaminen käynnistyy kattilaveden lämpötilan laskiessa alle asetetun arvon ja jatkuu niin kauan, kunnes asetusarvo on jälleen saavutettu. Tulen ylläpitoautomaatiikka huolehtii liekin säilymisestä palopäässä lepojakson aikana.



Kuva 1. Kaaviokuva stokeripoltosta.

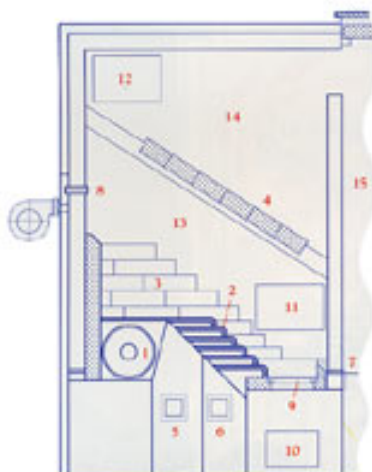
6.4 Arinapoltto

Arinapoltto on vanhin kiinteille polttoaineille tarkoitettu polttotapa. Vielä 1970-luvulla rakennettiin alle 100 MW:n tehoiset kiinteän polttoaineen kattilat yleensä arinakattiloiksi ja sitä suuremmat kooltaan pölypolttokattiloiksi. 1980-luvulla yleistyivät erilaiset leijukerroskattilat ja valtasivat alaa arinakattiloilta. Tänä päivänä rakennetaan länsimaissa arinakattiloita lähinnä vain alle 15 MW:n kattilateholle.

Arinat jaetaan kiinteisiin ja mekaanisiin arinoihin. Kiinteä arina, kuten taso-, viisto- ja porrassarina, jäähdytetään ilmalla tai vedellä ja se sopii pienitehoisiin kiinteistökohtaisiin kattiloihin. Isommissa kokoluokissa käytetään useimmiten automaattista polttoainensyöttöä ja tuhkanpoistoa sekä mekaanisia arinoita. Tätä tekniikkaa käytetään yhä yleisemmin pienimmissäkin kokoluokissa 1 MW:sta lähtien. Eräs mielenkiintoinen arinasovellus on pohjoiskarjalainen, patentoitu GreenFire esikuivatuspolttajärjestelmä.

6.5 Pienet taso- ja viistoarinat

Yksinkertaisin arinaratkaisu on kiinteä tasoarina, missä arina koostuu vierekkäin kannatuspalkkien varaan ladotuista valurautaisista arinasauvoista, joiden välissä on ilmarako palamisilman syöttämiseksi polttoainekerrokseen. Tasoarinoita valetaan myös yhtenäisiksi levyiksi. Niissä on ilmareikiä tai rakoja kuten on laita omakotitalon arinassa. Poikkeuksena ovat suuremmat kiinteistökattilat, missä polttoaine voidaan syöttää myös mekaanisesti esim. syöttöruuvilla tai sylintereillä. Viistoarinoissa saadaan polttoaine kulkemaan arinalla painovoimalla. Usein viistoarinan jälkeen on vielä tasoarinatyyppinen jälkipolttoarina, millä varmistetaan polttoaineen loppuun palaminen. Pienet arinakattilat jaetaan edelleen kahteen pääluokkaan, ylä- ja alapalotilakattiloihin.



Kuva 2. Kaaviokuva tasoarinapoltosta.

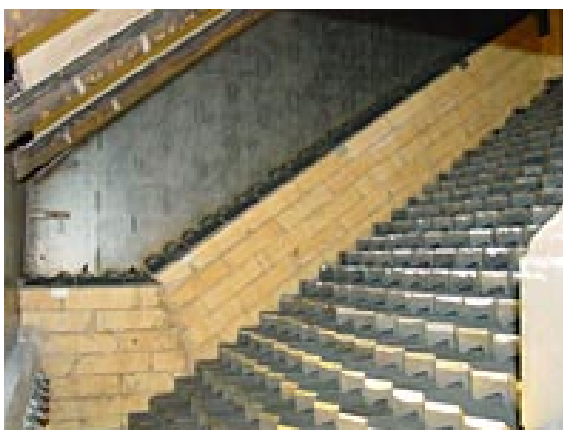
6.6 Green Fire polttojärjestelmä

GreenFire-polttojärjestelmässä esikuivatetaan tuore polttoaine spiraalirummussa, mikä toimii samalla esiarinana. Loppupalaminen hoidetaan osin kiinteällä ja osin mekaanisesti liikuteltavalla tulipesän pohjalla olevalla arinalla. GreenFire soveltuu niin kostealle kuin kuivallekin polttoaineelle. Säädettävän syötön ansiosta sillä on hyvä tehon joustavuus ja minimikäyttöaste.

6.7 Mekaaninen viistoarina

Mekaanisessa viistoarinassa valurautaiset arinaraudat sijoitetaan kattilapiiriin kytkettyjen vesiputkien väliin. Arinaraudat on muotoiltu siten, että niiden väliin jäävistä raoista palamisilma virtaa polttoaineseokseen. Arinaraudat ovat vaihdettavia ja niitä joudutaan uusimaan kulumisen vuoksi muutamien vuosien välein. Arinapesän katto ja osa sivuseinistä massataan riittävän korkean palamislämpötilan ja polttoaineen kuivumisen varmistamiseksi. Arinan liikettä ja polttoaineen etenemisnopeutta voidaan säätää muuttamalla hydraulisesti toimivien työntötankojen iskupituutta ja nopeutta. Liikkeellä saadaan aikaan polttoaineen sekoittuminen ja hallittu siirtyminen vaiheesta toiseen. Arinakulma voi olla tällöin selvästi loivempi kuin kiinteällä viistoarinalla.

Polttoaineen syöttö tapahtuu nykyaikaisissa mekaanisissa viistoarinoissa hydraulisilla tankopurkaimilla, jolloin arinalle saadaan tasainen, halutunpaksuinen polttoainekerros. Jos polttoaine ei levity tasaisesti arinalle, tapahtuu primääri-ilman hallitsematon virtaaminen sieltä, missä polttoainekerroksen paksuus on pienin. Polttoaineen kosteus voi olla mekaanisella arinalla tyypillisesti 35 - 55 %. Joissakin arinaratkaisuissa kuten pyörivässä alasyöttöarinassa ja polttoaineen kuivauksella varustetussa arinassa kosteusvaihtelualue voi olla vieläkin suurempi.



Kuva 3. Mekaaninen viistoarina.

6.8 Pyörivä alasyöttöarina

Mekaanisissa alasyöttöarinoissa polttoaine syötetään alapuolelta ruuvikuljettimen avulla arinan keskelle kaukaloon, mistä se leviää eri puolelle arinaa. Uudessa alasyöttöarinessa on mekaaninen pyörivä arinaratkaisu, missä joka toinen vyöhyke pyörii. Pienillä arinavyöhykkeiden liikkeillä saadaan aikaiseksi polttoaineen hidas liikkuminen eteenpäin vinolla arinapinnalla. Samalla polttoainekerros kuohkeutuu ja mahdollistaa arinan alta syötettävän primääri-ilman virtaamisen rengasmaisten ilmarakojen kautta polttoainekerroksen läpi. Toisioilma tuodaan tulipesään arinan yläpuolelle. Polton vaiheistamiseksi voidaan tuoda osa palamisilmasta myös ns. tertiääri-ilmana tulipesän yläosaan.

6.9 Leijukerros poltto

Leijukerros polttosovellutukset (FBC) kehittyivät kaupalliselle tasolle 1970 luvulla. Nyt FBC on tullut erääksi tärkeimmistä teknologioista ja on syrjäyttänyt arinakattilat kokoluokassa yli 10 - 15 MW. FBC-tekniikka soveltuu erityisen hyvin huonolaatuisille polttoaineille, joiden poltto ei onnistu muilla polttolaitteilla ilman erikoisjärjestelyjä. Hyvät ja huonolaatuiset polttoaineet voidaan polttaa samassa kattilassa ympäristöystävällisesti ja hyvällä palamishyötysuhteella. FBC -poltossa käytetään lisäksi alhaista palamislämpötilaa, mikä mahdollistaa yhdessä vaiheistetun ilmansyötön kanssa matalat typpioksidipäästöt. Tekniikka mahdollistaa myös savukaasujen rikinpuhdistuksen jo kattilassa syöttämällä kalkkia tai dolimiittia suoraan tulipesään.

6.10 Biomassan kaasutus

Kaasutuksessa polttoaine kaasutetaan korkeassa lämpötilassa syöttämällä ilmaa vähemmän kuin mikä on polttoaineen täydellisen eli stökiometrisen palamisen tarvitsema ilmamäärä. Kaasutuksessa tapahtuu polttoaineen kuivuminen, polttoaineen hajoaminen pyrolyysissä sekä jäännöshiilen kaasuuntuminen ja palamisreaktiot. Jäännöshiilen polttamisella tuotetaan suurelta osin kaasutuksessa tarvittava lämpöenergia.

Puuperäiset polttoaineet soveltuvat hyvin kaasutukseen, koska ne sisältävät paljon haihtuvia aineosia. Biomassan kaasutukseen soveltuvat kaupalliset tekniikat perustuvat ilmanpaineiseen kaasutukseen. Kaasutusta on tutkittu viime vuosina paljon, koska se mahdollistaa nykyistä tehokkaampien energiantuotantoprosessien käytön ja alhai-

semmat päästöt. Yhdistämällä kaasutus kaasu- ja höyryturbiinivoimalaitosprosessiin voidaan nostaa sähköntuottohyötysuhdetta merkittävästi. Ilmanpaineinen kaasutus on jo kaupallinen tuote, mutta paineistettu kaasutus on vasta demonstraatiovaiheessa.

Biopolttoaineiden kaasutukseen soveltuvia ilmanpaineisia kaasuttimia on markkinoilla kahta tyyppiä pienikokoiset kiinteäkerroskaasuttimet teholuokassa 0.02 - 15 MW, kokuokassa 15 - 200 MW tulevat kyseeseen leijukerrostekniikkaan perustuvat kaasuttimet.

6.11 Kiinteäkerroskaasutin

Vastavirtaperiaatteella toimivissa kaasuttimissa polttoainekerros on hyvin korkea. Polttoaine valuu hitaasti alaspäin kuivumis-, pyrolyysi-, pelkistys- ja palamisvyöhykkeiden läpi. Kaasuttimen pohjalla tapahtuu palamista sen verran, että sillä lämmöllä saadaan polttoaine kaasutettua. Vastavirtakaasukselle on ominaista kaasun korkea hiilivety- ja tervapitoisuus ja matala kaasun lämpötila alle 600 °C. Myötävirtakaasuttimessa polttoaine ja kaasu virtaavat samaan suuntaan. Kaasun tervapitoisuus on pienempi kuin vastavirtakaasuttimessa. Tuhka poistetaan mekaanisesti arinan kautta. Kaasutuslaitos ei vaadi jatkuvaa miehitystä. Käytössä olevat vasta- ja myötävirtakaasutukset soveltuvat hyvin kuivan (kosteus alle 50 %) ja tasalaatuisen polttoaineen kaasutukseen. Suuret kappaleet (< 300 mm) eivät haittaa kaasutusta, mutta hienojakoista ainetta ei saa olla yli 30 %, koska muutoin estyy kaasuvirtaus kaasuttimessa. Myötävirtakaasutinta ollaan kehittämässä edelleen, jotta hienojakoisempaa polttoainetta voidaan käyttää nykyistä suurempi osuus.

6.12 Leijukerroskaasutin

FBC-kaasuttimessa leijutetaan polttoaineen ja inertin petimateriaalin muodostamaa patjaa arinan alta syötettävällä korkeapaineisella ilmalla. Tällaiselle kaasuttimelle on ominaista polttoaineen hyvä sekoittuminen leijukerrokseen, suhteellisen tasainen lämpötilajakauma, korkea tuotekaasun lämpötila ja tästä johtuen myös pienempi tuotekaasun tervapitoisuus kuin kiinteäpatjakaasuttimessa. Kaasuttimen tarvitsema lämpö kehitetään kaasuuntumattomaksi jääneen polttoaineen poltolla kaasuttimen alaosassa.

FBC-kaasuttimia on sekä kuplivaa (BFB) että kierto-leijukerrostyyppiä (CFB). Erona näillä on se, että BFB-kaasuttimessa on kaasun nopeus leijukerroksessa pienempi kuin CFB-kaasuttimessa. FBC-kaasuttimimet soveltuvat hyvin haihtuvien polttoaineiden kuten puun kaasutukseen. Hyvälaatuisen kaasun aikaansaamiseksi pitää polttoaineen kosteuden olla alle 50 %. Kaasu johdetaan kuumasyklonierottimen ja jäähdytyksen kautta poltettavaksi.

Eräs merkittävä sovellus CFB-kaasuttimelle on erityyppisten puuperäisten polttoaineiden kaasuttaminen ja kaasun polttaminen suuressa höyrykattilassa, jolloin polttoaineesta voidaan tuottaa sähköä korkealla hyötysuhteella. Näin vältetään kaatopaikkasijoituksesta aiheutuvat yhä kasvavat kustannukset. Hyvänä esimerkkinä tästä on Lahden Lämpövoimalle rakennettu n. 50 MW:n CFB-kaasutin kytkettynä 350 MW:n hiilipölykattilaan.

6.13 Soodakattilat

Suomessa valmistetaan sellua lähes yksinomaan sulfaattimenetelmällä. Sulfaattisellun keitossa syntyvän mustalipeän polttoon ja keittokemikaalien talteenottoon sekä regenerointiin suunniteltua kattilaa kutsutaan soodakattilaksi. Soodakattilaan syötettävää, haihduttamista tulevaa lipeää kutsutaan vahvalipeäksi ja se sisältää keiton aikana puusta liunneen orgaanisen aineksen, mikä vastaa noin puolta tehtaalle tuodusta puumäärästä. Tämän palavan aineen lisäksi mustalipeässä ovat keitossa käytetyt kemikaalit, jotka otetaan talteen ja regeneroidaan aktiiviseen muotoon, uutta keittoa varten. Soodakattilan päätehtävät ovat mustalipeän sisältämän energian ja keittokemikaalien talteenotto. Mustalipeän sisältämä orgaaninen (palava) aines ja epäorgaaninen (keittokemikaalit sisältävä) aines on erotettava toisistaan. Tämä tapahtuu siten, että soodakattilassa poltetaan palava osa, jolloin palamaton, kemikaalit sisältävä epäorgaaninen osa jää tuhkaan. Lämpötilan ollessa riittävän korkea tuhka poistuu kattilasta sulana. Polttoaineen laatu ja kemikaalien talteenotto sekä halutut kemialliset reaktiot vaativat soodakattiloihin erikoisratkaisuja, jollaisia muissa kattiloissa ei ole.

Luvun kuusi polttoteknologiat käsitteet ja määritelmät on kirjoitettu Giga Power Oy:n julkaisuista. (7.)

7 SÄHKÖNTUOTTO BIOENERGIALLA

Eri polttotekniikoita on hyödynnetty menestyksellisesti yhdistetyn sähkön ja lämmöntuottamiseen bioenergialla. Tekniikoiden kehitys ja biopolttoaineiden kilpailukyvyn lisääntyminen on mahdollistanut yhä pienempien voimalaitosten rakentamisen.

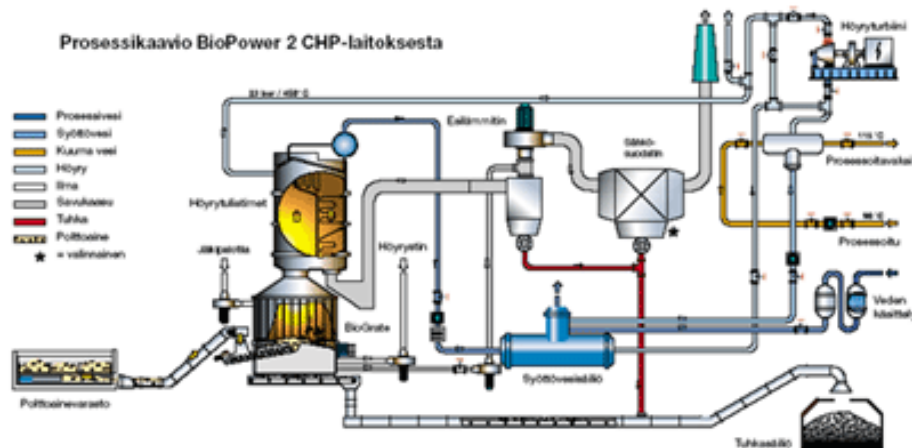
Luvun seitsemän sähköntuotanto bioenergialla käsitteet ja määritelmät on kirjoitettu Giga Power Oy:n julkaisuista. (7.)

7.1 Mäntähöyrykonevoimalaitos

1999 käynnistyi Kiuruvedellä sahan yhteyteen rakennettu Suomen ensimmäinen mäntähöyrykonetta käyttävä pienvoimalaitos, mikä tuottaa erilaisilla puujätteillä sähköä 0.9 MW ja lämpöä 6 MW. Tällainen voimalaitos sopii hyvin kohteisiin, missä on mekaanista puuteollisuutta. Tehdas saa voimalaitokselta prosessilämmön sekä suuren osan sähköstä ja toimittaa suurimman osan voimalaitoksen tarvitsemasta puuperäisestä polttoaineesta. Kun voimalaitos sijaitsee tehtaan vieressä, voidaan sähkö toimittaa saarekekäyttönä ilman erillisiä suuria sähkönsiirtokustannuksia.

7.2 Höyryturbiinivoimalaitos

Vastapainehöyryvoimalaitos on yleisimmin käytetty konsepti bioenergian käyttöön pohjautuvissa voimalaitoksissa, missä on hyödynnetty useimmin kaukolämmityksen suomaa vastapainetehoa. Tällainen laitos voi tulla kyseeseen jo kokoluokassa 2 MW sähköä ja 9 MW lämpöä, jos polttoaine on edullista ja saadaan riittävän pitkä vuosittainen käyttöaika esim. kytkemällä voimalaitos kaukolämmön tuotannon lisäksi ympäri vuotta lämpöä tarvitsevaan teollisuuslaitokseen. Suomeen ja Ruotsiin on rakennettu 80- ja 90-luvulla jo yli 20 pienvoimalaa, missä sähköntuotto vaihtelee 2.5 MW:sta 20 MW:iin. Paperi- ja selluteollisuudessa sekä isoissa kaupunkien energialaitoksissa on käytetty bioenergiaa oman prosessilämmön ja sähköntuottamiseen vastapainehöyryvoimalaitoksissa jo kymmeniä vuosia. Vastapainesähkön lisäksi niissä voidaan tuottaa tarvittaessa usein myös lauhdesähköä sähkönhinnan ollessa korkea.



Kuva 4. Höyryturbiinivoimalaitos.

7.3 Kaasuturbiinikombivoimalaitokset

Kaasutuksen hyödyntäminen bioenergialle IGCC (Integrated Gasification Combustion Cycle) voimalaitoksissa on demonstraatiovaiheessa. Suomessa on kehitetty sekä paineistettua BFB- että CFB-kaasutusta 90-luvun alusta alkaen. Suomessa kehitetään myös paineistettuun BFB-teknologiaan pohjautuva IGCC-voimalaitosta. Maailmassa on rakenteilla myös muutama atmosfääriseen CFB-kaasutukseen pohjautuva IGCC-demonstraatiolaitos. IGCC-laitosten kaupallistamisessa on ongelmana korkea investointihinta ja teknologian saattaminen samalle luotettavuustasolle kuin konventionaalinen höyryvoimalaitostekniikka.

7.4 Kaasutusdieselvoimala

Kaasuttimen käyttö yhdessä dieselin kanssa on kehitteillä. Tämä tarjoaa mahdollisuuden tuottaa sähköä biopolttoaineilla kokoluokassa yli 5 MW sähköä. Kuten IGCC:ssäkin on tämänkin teknologian ongelmana korkea investointihinta ja teknologian saattaminen samalle luotettavuustasolle kuin konventionaalinen höyryvoimalaitostekniikka.

8 LÄMPÖ- JA VOIMALAITOKSET

Öljyn hinnan kallistumisen vuoksi pienten bioenergialla toimivien lämpölaitosten määrä on voimakkaassa kasvussa. Ilmastonmuutoksen hillitsemiseen tähtäävät toimet edellyttävät lähivuosina uusiutuvan energian käytön merkittävää lisäämistä, joten öljyä käyttäviä laitoksia tullaan jatkossakin muuttamaan tai uusimaan bioenergialla toimiviksi.

Pienen kokoluokan yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa sähköntuotantoteho on tyypillisesti 1-2 MW, jolloin lämpöteho on 3-5 MWh. Tällä hetkellä biokaasun polttaminen kaasuturbiinissa tai polttomoottorissa on toimivin ratkaisu tuottaa sähköä ja lämpöä pien-CHP-laitoksessa.

Lämpöyrittäjät tuottavat lämpöenergiaa paikallisesti. Lämmön ostajana on useimmiten kunta, joka voi näin hyödyntää omalta alueelta saatavaa uusiutuvaa energiaa. Lämpöyrittäjät tuottavat myymänsä energian yleensä pienissä lämpökeskuksissa, joissa käytetään polttoaineena haketta tai pellettiä tai näiden eriasteista seosta. Pääpolttoaineena on usein omista metsistä tai lähiseudulta hankittu puu.

Lämpöyrittäjätoiminta on kehittynyt voimakkaasti viime vuosina. Vuoden 2009 alussa lämpöyrittäjien hoitamia lämpöyrittäjäkohteita oli noin 400 kappaletta. Kaikkiaan mahdollisia lämpöyrittäjäkohteita arvioidaan olevan Suomessa noin 1 000 kpl.

8.1 Yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto

Pienen kokoluokan sähkön- ja lämmöntuotannolla (Pien-CHP) tarkoitetaan yleensä pienvoimalaa, jonka sähköntuotantoteho on 1-2 MW. Lämpöteho on tällöin 3-5 MWh. Joskus pien-CHP-laitoksen ylimmäksi nimellistehoksi katsotaan 10 MW.

Yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon etuna on korkea kokonaishyötysuhde, jolloin sähköntuotannon osuus vaihtelee 30 % molemmin puolin käytetystä tekniikasta riippuen.

Pien-CHP tuotetaan pääosin neljällä eri perustekniikalla: polttomoottorit ja kaasuturbiinit, höyryturbiinit ja muut höyryvoimalaitteet, muut välittäjäaineisiin liittyvät tekniikat ja polttokennot.

Näistä tekniikoista yhdessä erilaisten polttoaineiden kanssa syntyy suuri määrä erilaisia ja eri kehitysvaiheessa olevia voimalaitosratkaisuja. Jotkut niistä ovat hyvin toimivia ja toiset pitkän kehitystyön jälkeen juuri kaupallistamisvaiheen saavuttamassa. Lisäksi on lupaavia tekniikoita, jotka tarvitsevat vielä suuria kehityspanoksia ja uusia materiaaliratkaisuja.

Toimivia erikokoisia biokaasuvoimalaitoksia on kauan ollut käytössä jätevedenpuhdistamojen lietebiokaasureaktorien yhteydessä. Suurimmissa jätevedenpuhdistamoissa ja kaatopaikoilla biokaasun tuotanto on tasaista, joten sähkön ja lämmön kaupallinen, tai oma hyödyntäminen on helppo ratkaista.

Maatilojen karjanlannalla ja peltobiomassoilla tuotettu kaasuenergia on melko yksinkertaisilla ratkaisuilla muunnettavissa sähköksi ja lämmöksi. Kaasun käyttö kesäkaudella on ongelma. Maatilan sesonkiluonteinen suuri sähkön ja lämmön kulutuksen vaihtelu vaikeuttaa biokaasulaitoksen järkevää suunnittelua.

Maatilan CHP-laitoksen ongelma on lämmön hyödyntäminen. Etäisyys taajaman lämpöverkkoon on liian pitkä ja oma käyttö vähäistä. Yksi mahdollisuus voisi olla kaasun johtaminen lähitaajaman CHP-laitokseen, joka syöttäisi biokaasulla tuotetun sähkön ja lämmön omiin paikallisiin verkkoihinsa.

Kaasuturbiinilaitos mikroturbiineilla on uutta Suomessa kehitettyä teknologiaa, joka on tällä hetkellä laajemmassa käytössä Keski-Euroopassa.

Myötävirtakaasutukseen (häkäpönttö) perustuvia pieniä sähkön ja lämmön tuotantoyksiköitä on Suomessa kehitystyön alla useampia.

8.1.1 Sähkögeneraattori

Sähkögeneraattori on laite, joka muuttaa mekaanista energiaa sähköenergiaksi. Sähkögeneraattori perustuu induktioilmiöön. Magneettikentässä liikkuvaan johtimeen indusoituu jännite, joka aiheuttaa suljetussa virtapiirissä sähkövirran. Sähkögeneraatto-

reita ovat vaihtosähkö- ja tasasähkögeneraattorit. Tasasähkögeneraattoreilla tehdään tasavirtaa ja niiden käyttö on vähentynyt.

Vaihtosähkögeneraattoreista yleisin on tahti- eli synkronigeneraattori, jota käytetään sähköenergian tuotantoon voimaloissa. Suurimmat tahtigeneraattorit ovat teholtaan tuhansia megavolttiampeeria. Vaihtosähkögeneraattoreihin kuuluvaa epätahtigeneraattoria käytetään pienten vesi- ja tuulivoimaloiden generaattorina. (8.).

8.1.2 Höyryvoimalaitokset

Höyryvoimalaitokset ovat yleisesti käytössä suuren kokoluokan energiantuotannossa. Pieniä höyryturbiini-, höyrykone- ja -moottorivoimaloita, n. 1 MW, on otettu käyttöön viime vuosina. Uudenaikaisten höyrymoottorien kanssa on ollut teknisiä ongelmia. Tavallisesti näissä pien-CHP-laitoksissa lämpöenergia tuotetaan hakekattilalla.

8.1.3 Välittäjäaineisiin liittyvät tekniikat

Höyryn ohella muita keinoja lämpöenergian muuttamiseksi sähköksi ja lämmöksi välittäjäaineen avulla ovat Stirling-moottori ja orc-teknologia. Stirling-moottori on vanha keksintö, mutta sen käyttöä CHP-laitoksissa tutkitaan ja kokeillaan vasta nyt. Tehdyt laitokset ovat kokoluokaltaan 10 - 100 kW. Lämmittämiseen voidaan käyttää kaikkia tarjolla olevia biopolttoaineita mutta myös auringon lämpöä.

ORC-laitoksessa hyödynnetään orgaanisen välitysaineen muutosta nesteolomuodon ja kaasun välillä. Keski- ja Etelä-Euroopassa on rakennettu joitakin kokeilu- ja esimerkkikohteita. Laitoskoko vaihtelee välillä 500-1 500 kW.

8.1.4 Polttokennot

Polttokennot ovat edelleen intensiivisen tutkimuksen ja kehittämisen kohteena varsinkin autojen energialähteeksi. Paikallisen sähkön ja lämmön tuottamiseen on olemassa laitoksia, joiden käyttöaineena on vety. Maa- ja biokaasun käyttöön kehitetään laitoksia, joilla voidaan päästä jopa kiinteistökohtaisiin energiantuotantoyksiköihin. Polttokennoratkaisujen ongelmana on vielä laitosten korkea hinta.

Häkäkaasun pienimuotoiseen (hiilimonoksidi-CHP) tuottamiseen perustuvia sähkön ja lämmön tuotantoyksiköjä kehitetään myös. Mallina ovat häkäpönttöautoissa käytet-

tävät myötävirtakaasuttimet. Myötävirtakaasutinta ei voida rakentaa suureksi tuotantoyksiköksi.

8.2 Pienet lämpökeskukset

Pienten bioenergialla toimivien lämpölaitosten määrä on voimakkaassa kasvussa. Öljyn hinnan kallistumisen vuoksi öljyä käyttäviä laitoksia muutetaan toimimaan bioenergialla tai vanhat öljykattilat korvataan bioenergiaa käyttävillä kattiloilla.

Omakotikokoluokan kattiloita suuremmat biopolttoainekattilat (noin 100 kW-1 MW) ovat pienten lämpökeskusten lämmönlähteitä. Niillä tuotetaan energiaa yksittäiseen suureen rakennukseen tai pienen alueverkon kautta usean rakennuksen tai teollisuushallin lämmittämiseen.

Tämän kokoluokan biopolttoainekattila on saneerauskohteissa syrjäyttänyt usein öljykattilan, joka yleensä kytketään biopolttoainekattilan rinnalle vara- ja huippuenergiakattilaksi.

Pienet lämpökeskukset varustetaan lähes poikkeuksetta riittävän suurella varastosiilolla ja lämmöntuotantoa valvovalla, etäluettavalla automatiikalla, jolloin keskuksen käyttökustannukset pysyvät kohtuullisina.

Lämpökeskuksen tärkeimmät elementit ovat: polttoainevarasto siirtojärjestelmineen, kattila ja sen polttoaineen syöttölaitteisto, ohjaus- ja valvontainstrumentointi ja liittynät lämpöverkkoon.

Lisäksi tarvitaan varajärjestelmän kattila tai sähkövastus lämpökeskuksen koosta riippuen.

Lämpöyrittäjien myymä energia – keskimäärin vähän yli puoli megawattia per lämpökeskus – tuotetaan yleensä pienissä lämpökeskuksissa. Polttoaineena näissä laitoksissa käytetään yleensä haketta tai pellettiä tai näiden eriasteista seosta.

Pelletin etuja on matala kosteus sekä helppo varastointi- ja siirtokäsiteltävyys. Haittapuolena on ollut viime aikojen voimakas pelletin hinnan nousu.

Hakkeen laatuvaatimus korostuu pienimmissä lämpölaitoskattiloissa, joiden kuljetin- ja syöttöjärjestelmät eivät siedä ylisuuria paloja ja puusäleitä, vaan tasalaatuista haketta ja kattilan mitoituksen mukaista kosteutta. Jälkimmäiset vaatimukset koskevat siinänsä kaikkia hakelaitoksia.

Hakkeen ja pelletin sekoittamisella voidaan tehostaa lämmön tuottamista talven huipukuormituksen aikana, tai parantaa (laitokselle satunnaisesti tulleen) huonompilaa-tuisen hakkeen lämmöntuottokykyä.

8.3 Lämpöyrittäjäyys

Lämpöyrittäjäyystoiminta on paikallista lämpöenergian tuottamista, jossa yrittäjä tai yritys myy käyttäjälle lämpöä sovittuun hintaan. Pääpolttoaineena on yrittäjän omista metsistä tai lähiseudulta hankittu puu. Myös puunjalostuksen sivutuotteet, peltobio-massat ja turve sopivat polttoaineeksi.

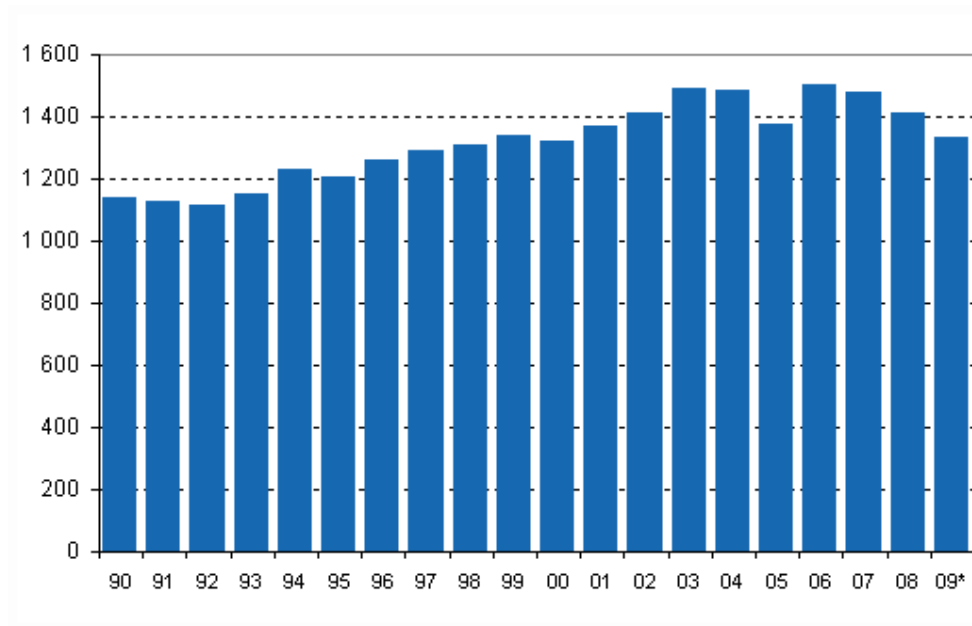
Polttoaineen hankinnan lisäksi yrittäjä tai yrittäjäyhteenliittymä huolehtii lämpökeskuksen toiminnasta ja saa tuloa lämmitettävään kiinteistöön tai lämpöverkkoon tuotetusta energiasta. Lämpölaitos voi olla kiinteistön omistajan tai yrittäjän omaisuutta ja niiden teho vaihtelee usein muutamasta kymmenestä kilowatista useampaan megawattiin. Suomessa yli 400 lämpöyrittäjäkohdetta.

Lämpöyrittäjäyys on alun perin lähtenyt liikkeelle tarpeesta vähentää kasvihuonekaasupäästöjä sekä kehittää maaseudulle pienyrittäjäyttä ja lisäelinkeinoja. Vuonna 2009 lämpöyrittäjäyksiä oli Suomessa jo lähes kaksi sataa. Tällä hetkellä, lämpöyrittäjien hoitamien, lämpöyrittäjäkohteiden määrä on noin 400 ja toiminta kehittyy voimakkaasti. Kaikkiaan potentiaalisia lämpöyrittäjäkohteita arvioidaan maassamme olevan yli tuhat kappaletta.

Luku kahdeksan lämpö- ja voimalaitokset käsitteet ja määritelmät on kirjoitettu Motivan julkaisuista. (9.)

9 ENERGIAN KOKONAISKULUTUS

Tilastokeskuksen ennakkotietojen mukaan energian kokonaiskulutus vuonna 2009 oli 1330 petajoulea (PJ). Kulutus laski 6 prosenttia edellisvuodesta. Sähkönkulutus väheni samaan aikaan 7 prosenttia. Energian tuotannon ja käytön hiilidioksidipäästöt vähenivät 3 prosenttia.



Kuva 5. Energian kokonaiskulutus, petajoulea (1 petajoule = 1000 terajoulea).

9.1 Uusiutuvan energian osuus laskussa

Talouden taantuma vähensi energiankulutusta erityisesti teollisuudessa. Teollisuustuotanto romahti yli 20 prosenttia vuodesta 2008. Pudotus oli historiallisen voimakas ja tuotannon määrä laski vuoden 2000 tasolle. Myös energian kokonaiskulutus on vuonna 2000 ollut viimeksi yhtä alhainen.

Uusiutuvien energialähteiden kulutus laski 13 prosenttia. Teollisuuden toimialoista etenkin metsäteollisuuden tuotanto laski voimakkaasti. Metsäteollisuus on toimialana paitsi teollisuuden suurin sähkönkäyttäjä, myös merkittävin uusiutuvien energialähteiden käyttäjä. Yksittäisistä energialähteistä eniten vähenikin puupohjaisten polttoaineiden, erityisesti sellun tuotannossa syntyvän mustalipeän, käyttö. Ennätyksellisestä edellisvuodesta heikentynyt vesitilanne vähensi vesivoiman tuotantoa 26 prosentilla.

Ydinvoimalla tuotettiin sähköä 2 prosenttia edellisvuotta enemmän ja samalla saavutettiin tähänastinen ennätys vuotuisessa tuotannossa. Tuulivoimatuotanto lisääntyi 6 prosentilla edellisvuodesta, mutta oli edelleen vain 0,4 prosenttia tuotetusta sähköstä.

Fossiilisten polttoaineiden ja turpeen kulutus väheni 5 prosenttia. Fossiilisista polttoaineista hiilen (sisältäen kivihiilen, kaksin, masuuni- ja koksikaasun) kulutus oli 9 prosentin kasvussa. Vähentynyt vesivoiman tuotanto lisäsi kivihiilen käyttöä sähkön erillistuotannossa. Myös edellisvuotta edullisemmat päästöoikeuksien hinnat osaltaan paransivat kivihiilen kilpailukykyä sähkön- ja lämmöntuotannon polttoaineena vähempipäästöisiin polttoaineisiin nähden. Edellisvuotta kylmempi sää lisäsi lämmitystarvetta.

Sähkön nettotuonti laski 5 prosenttia. Suomessa kulutetusta sähköstä 15 prosenttia katettiin tuontisähköllä. Pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla Suomi oli nettomyyjänä, mutta Venäjältä tuodun sähkön määrä nousi kaikkien aikojen ennätykseen.

Ydinvoimalla tuotettiin sähköä 2 prosenttia edellisvuotta enemmän ja samalla saavutettiin tähänastinen ennätys vuotuisessa tuotannossa. Tuulivoimatuotanto lisääntyi 6 prosentilla edellisvuodesta, mutta oli edelleen vain 0,4 prosenttia tuotetusta sähköstä.

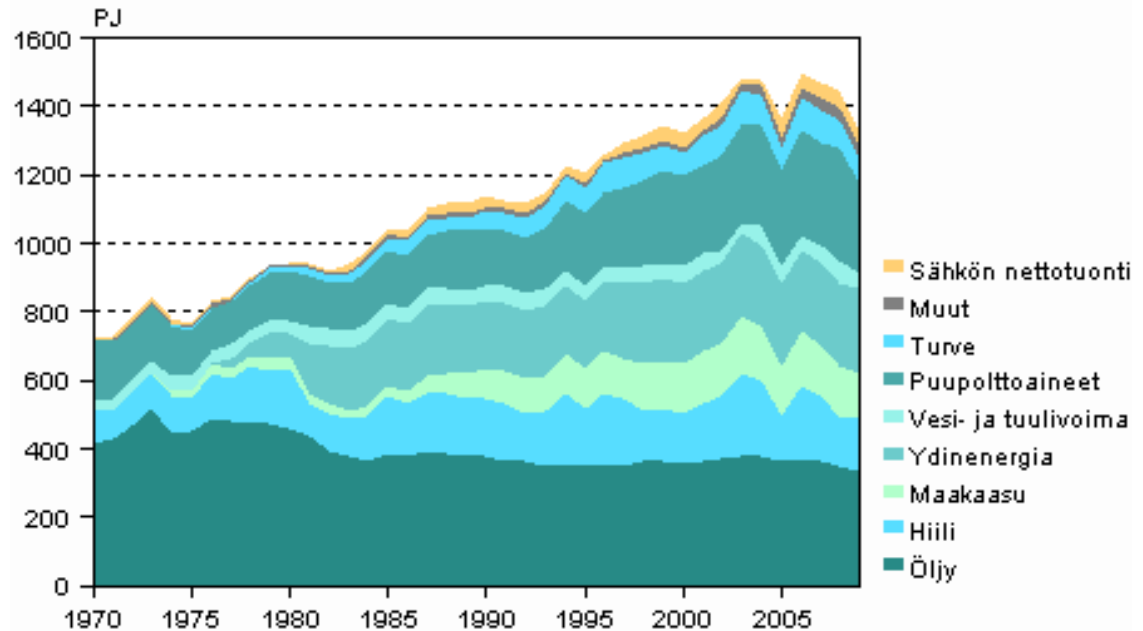
Fossiilisten polttoaineiden ja turpeen kulutus väheni 5 prosenttia. Fossiilisista polttoaineista hiilen (sisältäen kivihiilen, kaksin, masuuni- ja koksikaasun) kulutus oli 9 prosentin kasvussa. Vähentynyt vesivoiman tuotanto lisäsi kivihiilen käyttöä sähkön erillistuotannossa. Myös edellisvuotta edullisemmat päästöoikeuksien hinnat osaltaan paransivat kivihiilen kilpailukykyä sähkön- ja lämmöntuotannon polttoaineena vähempipäästöisiin polttoaineisiin nähden. Edellisvuotta kylmempi sää lisäsi lämmitystarvetta.

Luvun yhdeksän, energian kokonaiskulutus, käsitteet ja määritelmät on kirjoitettu Suomen Tilastokeskuksen julkaisuista. (10.)

10 ENERGIAN HANKINTA

Tilastokeskuksen ennakkotietojen mukaan energian kokonaiskulutus kasvoi vuoden 2010 alkupuoliskolla 10 prosenttia edellisvuoden vastaavasta ajanjaksosta. Energian kulutusta kasvattivat kylmä alkuvuosi ja teollisuustuotannon elpyminen. Sähkön kulutus nousi tammi-kesäkuussa 8 prosentilla. Sähköä vietiin yli 60 prosenttia enemmän

kuin edellisvuonna. Energian tuotannon ja käytön hiilidioksidipäästöt kasvoivat lähes 20 prosenttia vuotta aiemmasta. Päästöjä lisäsi fossiilisten polttoaineiden käytön lisääntyminen.



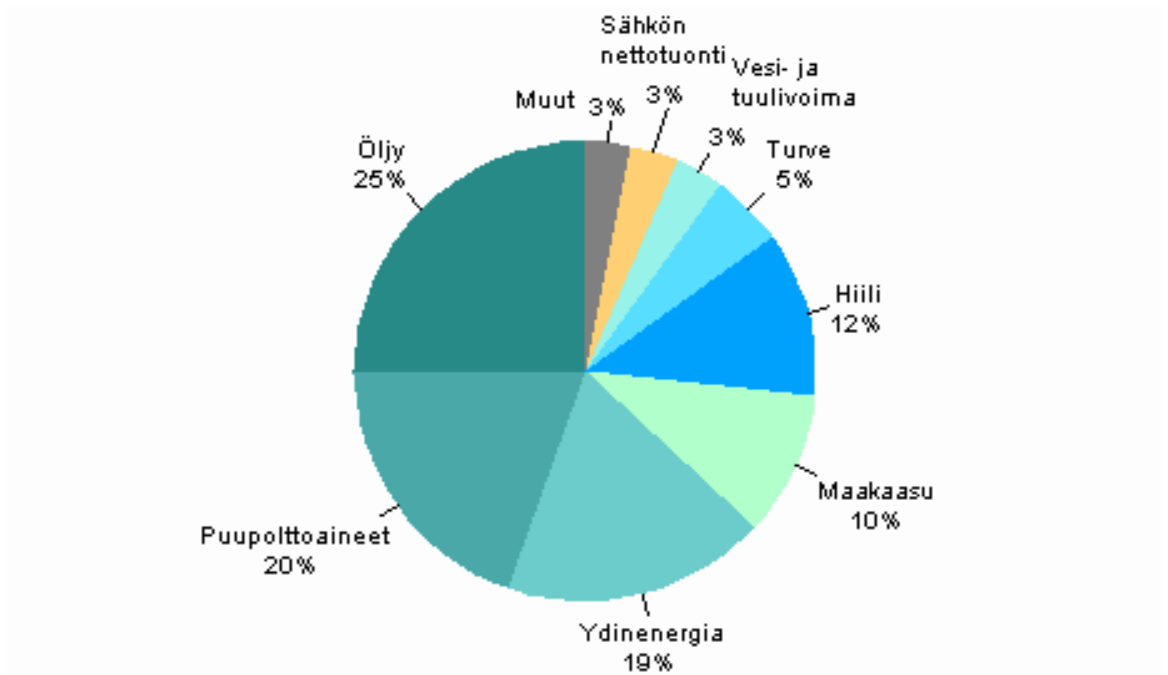
*Vuoden 2009 tiedot ovat ennakkollisia

Kuva 6. Energian kokonaiskulutus 1970-2009*

10.1 Uusiutuvan energian osuus laskussa

Talouden taantuma vähensi energiankulutusta erityisesti teollisuudessa. Teollisuustuotanto romahti yli 20 prosenttia vuodesta 2008. Pudotus oli historiallisen voimakas ja tuotannon määrä laski vuoden 2000 tasolle. Myös energian kokonaiskulutus on vuonna 2000 ollut viimeksi yhtä alhainen.

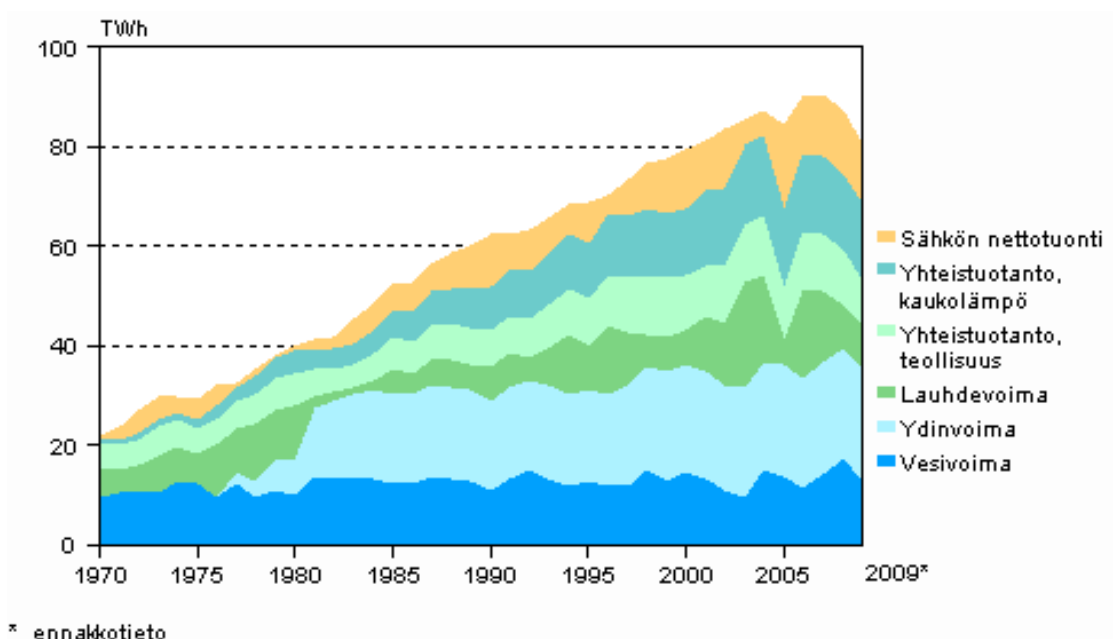
Uusiutuvien energialähteiden kulutus laski 13 prosenttia. Teollisuuden toimialoista etenkin metsäteollisuuden tuotanto laski voimakkaasti. Metsäteollisuus on toimialana paitsi teollisuuden suurin sähkönkäyttäjä, myös merkittävin uusiutuvien energialähteiden käyttäjä. Yksittäisistä energialähteistä eniten vähenikin puupohjaisten polttoaineiden, erityisesti sellun tuotannossa syntyvän mustalipeän, käyttö. Ennätyksellisestä edellisvuodesta heikentynyt vesitilanne vähensi vesivoiman tuotantoa 26 prosentilla.



*Vuoden 2009 tiedot ovat ennakkollisia

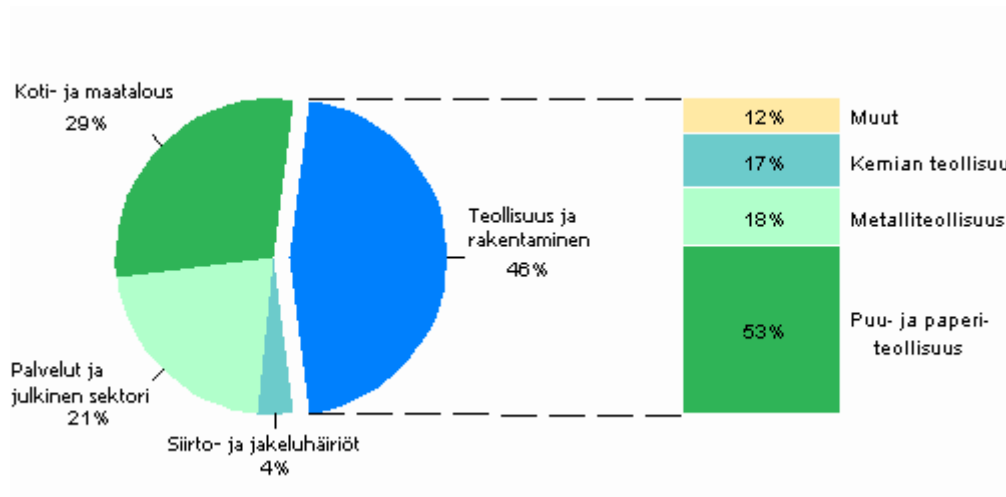
Kuva 3. Energian kokonaiskulutus 2009

Sähkön nettotuonti laski 5 prosenttia. Suomessa kulutetusta sähköstä 15 prosenttia ka-
tettiin tuontisähköllä. Pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla Suomi oli nettomyyjänä,
mutta Venäjältä tuodun sähkön määrä nousi kaikkien aikojen ennätykseen.



* ennakkotieto

Kuva 7. Sähkön hankinta 1970–2009



*Vuoden 2009 tiedot ovat ennakkollisia

Kuva 8. Sähkön kulutus sektoreittain

Tilastokeskuksen ennakkotietojen mukaan energian kokonaiskulutus vuonna 2009 oli 1330 petajoulea (PJ). Kulutus laski 6 prosenttia edellisvuodesta. Sähkönkulutus väheni samaan aikaan 7 prosenttia. Energian tuotannon ja käytön hiilidioksidipäästöt vähenivät 3 prosenttia.

Luvun kymmenen, energian hankinta, käsitteet ja määritelmät on kirjoitettu Suomen Tilastokeskuksen julkaisuista. (10.)

11 TULOKSET

Bioenergialla sähköä ja lämpöä tuottavia pienlaitoksia on Suomessa vain alle kymmenen.

11.1 Lämpökattilat

Tällä hetkellä yleisin menetelmä on lämpökattila, jolla tuotetaan pääasiassa lämpöä. Lämpökattiloiden etuna kaasumoottoreihin nähtiin niiden huokeammat investointikustannukset, niiden yksinkertainen rakenne, sekä koeteltu tekniikka. Myös vähäinen kaasunpuhdistusvaatimus nähtiin lämpökattiloiden etuna. Huonona niissä pidettiin niiden huonoa kokonaiskannattavuutta.

11.2 Kaasumoottorit

Kaasumoottorivaihtoehtoja on vielä tällä hetkellä vähän saatavissa pienissä kokoluokissa. Tutkimuksen kohteena olleissa laitoksissa kaikissa sähkö tuotettiin kaasumoottoritekniikalla. Yleisin malli on 4,4 litran kaasumoottori, jonka sähköteho on 30 kW ja lämpöteho 60 kW. Kaasumoottoreiden hyötysuhde on 30–40 % kyseessä olevassa kokoluokassa. Kaasumoottoreissa on lämpökattiloihin nähden vaativampi kaasun puhdistus ja huoltotarve.

11.3 Investointikustannukset

Bioenergialla sähköä ja lämpöä tuottavia laitoksia Suomessa on vasta alle kymmenen kappaletta. Kyseisten laitosten sähkötehot olivat 30 – 50 kW. Toteutuneet investointikustannukset olivat 280 000 – 510 000 euroa.

11.4 Bioenergian kulutus

Pieni kaasumoottorilaitos, jonka hyötysuhde on 0,35, tuottaa sähköä 30 kW ja lämpöä 60 kW. Kyseinen laitos tarvitsee käyttöasteen ollessa 25 % n. 140 000 m³ biokaasua vuodessa, jonka tuottamiseen tarvittaisiin lehmän lantaa n. 5500 tonnia.

Vastaavan laitoksen pyörittämiseen tarvittaisiin sekapuuhaketta n. 700 000 m³ vuodessa.

11.5 Tulevaisuuden tekniikoita

Tulevaisuuden tekniikoita sähkön tuotannossa ovat polttokennot ja stirlingmoottorit.

11.5.1 Polttokennot

Polttokennot ovat sähkökemiallisia laitteita, joihin syötetään reaktioainetta laitteen ulkopuolelta ja näin voidaan tuottaa sähköä pitkäaikaisesti. Ne korvaavat yleensä akkuja, joilla kaikki reaktioaineet ovat kotelon sisällä. Polttokennoa voidaan pitää myös sähkögeneraattorin korvaajana, mikäli polttoaineena käytetään primääriä polttoainetta.

11.5.2 Stirlingmoottori

Stirlingmoottori on kuumailmamoottori, jossa voiman lähteenä käytettävä lämpö johdetaan moottoriin sen ulkopuolelta. Stirlingmoottori saa voimansa lämpötilaerosta, lämpöenergiasta. Yksinkertaisesti moottorissa on lämmin ja kylmä pää, joiden välillä moottorin sisällä oleva kaasu liikkuu vuoron perään jäähtyen ja lämmiten. Kaasun lämpölaajenemisen ja moottorin tiiviyn johdosta syntyy paineen jaksoittainen vaihtelu. Painevaihtelu muutetaan mekaaniseksi työksi männän ja sylinterin avulla, mistä syntyvä liike samalla liikuttaa koneistoa, joka saa aikaan liikkumisen kylmän ja lämpimän pään välillä. (11.)

12 PÄÄTELMÄT

Suomen valtio on allekirjoittanut kansainvälisiä ja lainvoimaisia sopimuksia kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamisesta. Suomen ilmastostrategia vastaa EU:n päästökaupan ja Kioton sopimuksen vaatimuksia. Strategiaan sisältyy myös uusiutuvien energialähteiden edistämishjelma ja energiansäästöohjelma. Strategian tavoitteena on lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä vähintään neljänneksen vuoteen 2015 mennessä. Sähkön tuottaminen maataloilla edistäisi kansallisten tavoitteiden toteutumista.

12.1 Investointikustannukset

Bioenergialaitoksen investointikustannukset voivat nousta hyvinkin merkittäväksi tekijäksi. Tutkimuksessa selvitettiin pienten biolaitosten investointikustannuksia. Laitosten sähköntuotantokyky oli 30 – 50 kW, jolloin vastaavat investointikustannukset olivat 280 000 – 510 000 euroa.

12.2 Investointituki

Bioenergialaitoksen investointikustannuksiin voi saada yhteiskunnan investointitukea aina 35 % saakka. Investointituen saanti toisaalta estää syöttötariffijärjestelmän käytön, jolloin ns. ylijäämä sähkö ja -lämpö jäävät hyödyntämättä. Samoin kyseinen tuki rajaa pois viljelijältä mahdollisuuden myydä esimerkiksi naapurille sähköä ja lämpöenergiaa.

12.3 Syöttötariffijärjestelmä

Valtioneuvosto käsitteli 16.9.2010 esitystä laiksi uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta. Valtion varoin tuettaisiin tuulivoiman, biokaasun ja puupolttoaineisiin perustuvaa sähkön tuotantoa. Syöttötariffijärjestelmän avulla sähkön tuottajille maksettaisiin 12 vuoden ajan tukea sähkön tuotantokustannusten ja kyseisen energialähteen markkinahinnan tai vaihtoehtoisen polttoaineen välisen erotuksen kattamiseksi. Syöttötariffijärjestelmään hyväksyttävien biokaasuvoimaloiden nimellistehon olisi oltava vähintään 100 kVA. Tämä rajaisi pois kaikki pienet maatilat järjestelmän piiristä.

12.4 Bioenergian saanti

Jotta sähkön tuottaminen bioenergialla olisi taloudellisesti järkevää, tulee tarvittavaa bioenergiaa olla riittävästi biovoimalan lähellä. Logistiset kustannukset tekevät nopeasti voimalasta kannattamattoman.

12.5 Tulevaisuuden näkymät

Sähkön tuottaminen maatiloilla on lähtenyt hyvin verkkaisesti liikkeelle. Maatiloja joilla tuotetaan sähköä pienvoimalalla, on maassamme alle kymmenen. Suunniteltu syöttötariffijärjestelmä, investointikulujen suuruus ja valtiovallan nykyinen tukijärjestelmä ei tue pienvoimaloiden määrän merkittävää lisäystä.

LÄHTEET

1. Bioenergiayhdistys ry. Saatavissa: <http://www.finbioenergy.fi>
2. Graham, I. 1998 Geothermal and bio-energy London: Hodder Wayland.
3. Työ- ja elinkeinoministeriön linjauksia 28.5.2010. Saatavilla: <http://www.tem.fi>
4. Työ- ja elinkeinoministeriön tiedote 16.9.2010. Saatavilla: <http://www.tem.fi>
5. Vapo. Saatavilla: <http://www.vapo.fi>
6. Adholeya, A. 2008 Production and technology of bio-diesel. Seeding a change. New Delhi The Energy and Resources Institute.
7. Giga Power Oy. Saatavissa: <http://www.gigapower.fi>
8. Paavola, M. 1982. Sähkötekniikan oppikirja.
9. Motiva. Saatavissa: <http://www.motiva.fi>
10. Tilastokeskus. Saatavissa: <http://www.stat.fi>
11. Tekniikka & Talous. Saatavilla: <http://www.tekniikkatalous.fi>