

BioVirrat lämmittää metsähakkeella

Case Killinkoski: Alueellisen metsähakkeeseen painottuvan
kaukolämpöverkon selvitystyö

Anna-Liisa Liettyä

Opinnäytetyö
Toukokuu 2015

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Luonnonvara ja ympäristöala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) Liettyä, Anna-Liisa	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 15.04.2015
	Sivumäärä 60	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi BioVirrat lämmittää metsähakkeella Case Killinkoski: Alueellisen metsähakkeeseen painottuvan kaukolämpöverkon selvitystyö		
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Jukka Nikkilä		
Toimeksiantaja(t) Virtain kaupunki, hankepäällikkö Heidi Tanhua		
Tiivistelmä <p>Virtain kaupunki on tehnyt määrätietoista työtä uusiutuvan energian käytön lisäämiseksi ja samalla fossiilisten polttoaineiden käytön vähentämiseksi. BioVirrat-strategian mukaisesti kaupungin keskustan alueella toimiva Ahjolan kaukolämpölaitos on siirtynyt käyttämään lähes yksinomaan metsähaketta. Hakkeen lämpölaitokselle toimittaa pitkäaikainen yhteistyökumppani Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkka. Energiapuu korjataan Virtain kaupungin alueelta ja paikallisesta energiapuupotentiaalista on hyödynnetty vasta pieni osa. BioVirrat-strategian yhtenä ajatuksena onkin pitää eurot kiertämässä oman kaupungin sisällä ja tukea myös alueen työllisyyden ja elinkeinoelämän kehittymistä.</p> <p>Keväällä 2014 Pirkanmaan Metsäkeskus kartoitti osana Moteista Megawateiksi-hanketta myös Virtain kaupungin alueen isot öljylämmitteiset kiinteistöt. Potentiaaliseksi alueeksi uudelle aluelämpöverkolle nousi Killinkoski, joka on yksi Virtain kylistä. Killinkoskella on mm. merkittävää teollisuutta, kerrostalokiinteistöjä ja Virtain kaupungin omistama Killinkosken koulu. Kiinteistöt olivat kaikki öljylämmitteisiä ja jokaisella oli oma kiinteistökohtainen lämpökeskus. Moni kiinteistön omistaja oli jo pohtinut edullisempia ja ekologisempia vaihtoehtoja öljylle.</p> <p>Opinnäytetyö kuvaa metsäenergian tietä lämmöksi ja BioVirrat-toimintamallia. Killinkoski oli BioVirrat-strategian seuraava kohde, mutta Killinkosken kaukolämpö ei kuitenkaan edennyt kilpailutukseen asti. Öljyn halpeneminen lisäsi epävarmuutta hankkeen kannattavuudesta muiden tekijöiden ohella. Killinkosken aluelämpöverkko päätettiin jättää toistaiseksi toteuttamatta vaikka BioVirrat-strategian toteutusta jatketaan edelleen muuten.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Metsäenergia, metsähake, kaukolämpö, BioVirrat		
Muut tiedot		



Author(s) Liettyä, Anna-Liisa	Type of publication Bachelor's thesis	Date 15.04.2015
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 60	Permission for web publication: x
Title of publication BioVirrat is using forest chips for district heating The case of Killinkoski: The study of regional district heating network based on forest energy		
Degree programme Degree Programme in Agriculture and Rural Industries		
Tutor(s) Jukka Nikkilä		
Assigned by The city of Virrat, Project manager Heidi Tanhua		
Abstract <p>The city of Virrat has made determined efforts to increase the use of renewable energy and to reduce the use of fossil fuels at the same time. The district heating plant of Ahjola operating in the city center has started to use wood chips almost exclusively according to BioVirrat-strategy. Forest chips are delivered to the district heating plant by long-term partner Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkka. The energy wood is harvested in the area of Virrat and the local potential of energy wood has been used only by a small part. One idea of BioVirrat-strategy is to keep money circulating within Virrat and to support the development of the city's employment and economic life.</p> <p>Pirkanmaa Forest Centre has searched large oil-fired properties in Virrat as part of the project 'Moteista Megawateiksi' of Pirkanmaan Forest Centre in spring 2014. The most potential area for the new district heating plant and network is one of the biggest villages in Virrat, Killinkoski. There is for example a significant industry, apartment houses and the school of Killinkoski owned by the city of Virrat. All these properties had old oil-fired heating system. Many property owners had considered cheaper and ecological alternatives already.</p> <p>The thesis visualizes the way of forest energy to the heat and operating of the BioVirrat. Killinkoski was the next focus of BioVirrat-strategy. However, the district heating plant and network of Killinkoski did not proceed to competitive tendering. Among other factors cheap oil increased the uncertainty about the profitability of the project. The district heating network of Killinkoski was decided to leave unimplemented although the BioVirrat-strategy will be continued otherwise.</p>		
Keywords/tags (subjects) Wood energy, forest chips, district heating, BioVirrat		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1 Tehtävän kuvaus ja taustat	3
2 BioVirrat –strategialla kohti yhteisiä tavoitteita	3
2.1 Kasvihuonekaasupäästöjä vähennettävä, uusiutuvaa energiaa lisättävä	3
2.2 BioVirrat –strategia	5
3 Bioenergian hajautus eri hallinnon aloille.....	7
4 Puuenergiaa, energiapuuta, metsäenergiaa	8
4.1 Puusta energiaksi	8
4.2 Lämpöarvoja ja energiavertailuja	9
4.3 Puuenergiavarat.....	11
5 Energiapuuta metsästä lämmöksi	12
5.1 Energiapuuta kannattavasti.....	12
5.1.1 Energiapuun kasvatusta ainespuun ohessa.....	14
5.1.2 Energiapuuta uudistusaloilta.....	14
5.1.3 Energiapuun korjuu harvennuskasvatuksesta	15
5.2 Energiapuusta laadukasta haketta	17
5.3 Energiapuusta maksettava hinta	21
5.3.1 Energiapuun maksuperusteet ja kauppahinta	21
5.3.2 Energiapuun tuet.....	22
5.3.3 Hakkeen hinta.....	24
5.4 Terminaalit välivarastoina ja käsittelypaikkoina.....	25
5.5 Kaukolämpönä lopulliselle asiakkaalle	28
5.5.1 Lämpölaitostekniikka.....	28
5.5.2 Lämmön siirto asiakkaalle	32
5.5.3 Lämpöyrittäjyys ja kuntien liikelaitokset.....	33
5.5.4 Kaukolämmön hinnoittelu.....	34
6 Metsähakkeen käytön ympäristövaikutuksia.....	35
6.1 Ilmastovaikutukset ja kasvihuonekaasuneutraalius	35
6.2 Ravinnehäviöt energiapuun korjuun mukana ja huuhtouma.....	36
6.3 Luonnonvarojen kestävä käyttö ja luonnon monimuotoisuus.....	37
6.4 Pienhiukkaspäästöt	38
7 Metsäenergian talousvaikutukset.....	38
8 Case Killinkoski	40
8.1 Kiinteistökartoitukset.....	40
8.2 Runkolinjan suunnittelu ja alustavia laskelmia.....	44
8.3 Kilpailutus.....	47
8.4 Killinkosken hankkeen jatko	48
9 Yhteenveto	50
LÄHTEET.....	52

Kuviot

Kuvio 1. Ahjolan kaukolämpölaitos.....	6
Kuvio 2. Ahjolan kaukolämpölaitoksen kokopuu- ja rankahaketta	9
Kuvio 3. Integroitu energiapuun korjuu	16
Kuvio 4. Energiapuukasoja	19
Kuvio 5. Metsähakkeen käyttö Virroilla	20
Kuvio 6. Rekalla haketta lämpölaitokselle	27
Kuvio 7. Ahjolan kaukolämpölaitoksen tekniikkaa	29
Kuvio 8. Ahjolan kaukolämpölaitoksen valvomo	30
Kuvio 9. Killinpolku ja Killinkosken koulu	41
Kuvio 10. Killinkivi/Ollinkivi ja Ainala	42
Kuvio 11. Osuuspankin liikekiinteistö Killinkoskella	42
Kuvio 12. Vanha Inka ja Inka	43
Kuvio 13. Killinkosken keskustan muuta kiinteistökantaa	43
Kuvio 14. Kaukolämpöputkien asennussyvyys	44
Kuvio 15. Hahmotelma Killinkosken aluelämpöverkon runkolinjasta	45
Kuvio 16. Raakaöljyn hintakehitys	49

Taulukot

Taulukko 1. Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöt ja energian kulutus 2012	4
Taulukko 2. Ahjolan kaukolämpölaitoksessa käytettävät polttoaineet.....	6
Taulukko 3. Polttoaineiden tehollisia lämpöarvoja	10
Taulukko 4. Lämpölaitoksen koon vaikutus käytettävään hakkeeseen.....	18
Taulukko 5. Energiapuun kauppatavat	21
Taulukko 6. Kaukolämmön hinta, painotettu keskiarvo	34
Taulukko 7. Kaukolämmön hinta, Virrat	35
Taulukko 8. Killinkosken kaukolämmön hinta	46

1 Tehtävän kuvaus ja taustat

Opinnäytetyön tilaajana oli hieman yli 7300 asukkaan Virtain kaupunki Pohjois-Pirkanmaalta. Virroilla on paljon pienteollisuutta, mutta merkittävän osa elinkeinorakenteesta on tavalla tai toisella maa- ja metsätalouteen liittyvää. Virtain maisemalle tyypillistä on vesistöjen runsaus ja metsäisyys. Keskustajaman lisäksi Virroilla on useita kyliä. Virrat on Suomen virallinen juhannuskaupunki ja kesäisin Virrat onkin varsin vireä maalaiskaupunki.

Tämä opinnäytetyö oli osin kvalitatiivista tutkimusta, joka pohjautui mm. internet- ja kirjallisuuslähteisiin. Osin opinnäytetyö oli myös kvantitatiivista tutkimusta, joka pohjautuu BioVirrat –seminaarin aineistoihin ja Killinkoskella tehtyihin haastatteluihin, kartoituksiin ja laskelmiin. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kuvantaa ja tukea BioVirrat –strategian toteutumista aina metsäenergian hankinnasta lämmön toimittamiseen asiakkaille. Opinnäytetyössä tuodaan esille myös muualla yleisesti käytössä olevat toimintamallit ja tekniikka. Opinnäytetyön tavoitteena oli myös laajentaa BioVirrat –toimintamallia yhteen Virtain isoimmista kylistä.

2 BioVirrat –strategialla kohti yhteisiä tavoitteita

2.1 Kasvihuonekaasupäästöjä vähennettävä, uusiutuvaa energiaa lisättävä

Tavoitteita kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi ja uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämisestä asetetaan monilla eri tasoilla. Euroopan unionin uusiutuvan energian direktiivin mukaisesti jäsenvaltioiden velvollisuutena on kasvihuonekaasu-

jen vähentäminen vuoden 1990 tasosta, nostaa uusiutuvan energian osuutta loppukulutuksesta, parantaa energiatehokkuutta ja nostaa biopohjaisten liikennepolttonesteiden käyttöä. Suomen osalta tavoitteet merkitsevät erityisesti uusiutuvan energian käytön lisäämistä mm. metsähakkeen käytön edistämisellä erilaisin tukitoimin ja energiansäästötoimia. (Maunula 2011, 5.)

Hiilineutraaliksi yhteiskunnaksi päästäkseen Suomessa on haasteita erityisesti energia-alalle, koska noin 80 % Suomen kasvihuonepäästöistä syntyy energian tuotannosta ja kulutuksesta mukaan lukien liikenteen käyttämä energia. Kasvihuonekaasupäästöjä on vähennettävä kaikilla sektoreilla ja yksi keino säästöjen tavoittamiseksi, on lisätä erityisesti kotimaisen bioenergian käyttöä. Energian säästöön ja kasvihuonepäästöjen vähentämiseksi on parlamentaarinen energia- ja ilmastokomitea laatinut mietinnön Energia- ja ilmastotiekartta 2050. (Energia- ja ilmastokartta 2050 2014, 3.)

Maakunnallisella tasolla Pirkanmaan ilmasto- ja energiastrategia sovittaa kansainväliset ja kansalliset tavoitteet oman maakunnan tavoitteisiin. Pirkanmaan ilmasto- ja energiastrategia on laadittu vuosille 2014-2040 ja kasvihuonepäästöjen lähtötilanne on vuoden 2012 taso. Pirkanmaalla eniten kasvihuonepäästöjä tuottavat teollisuus (30% päästöistä) ja lämmitys (30%). Liikenteen päästöjen osuus on hieman yli 20%. Energian käyttö noudattelee pitkälti samoja suhteita. (Pirkanmaan energia- ja ilmastostrategia n.d., 5.) Taulukossa 1 on esitetty kasvihuonepäästöjen ja energian käytön osuudet.

Taulukko 1. Pirkanmaan kasvihuonepäästöt ja energian kulutus 2012 (Pirkanmaan energia- ja ilmastostrategia n.d., 5.)

	Teollisuus	Lämmitys	Liikenne	Muu
Kasvihuonepäästöt	30,00 %	29,00 %	23,00 %	18,00 %
Energian kulutus	34,10 %	32,10 %	21,40 %	12,40 %

Pirkanmaan ilmasto- ja energiavision mukaan vuoteen 2040 mennessä kasvihuonepäästöjä vähennetään 60 % vuoden 1990 tasoon nähden. Tavoite saavutetaan energiansäästöillä ja resurssitehokkuudella sekä energiatuotannon toimenpitein. Energia- tuotannon osalta on tavoitteena tuottaa 50 % kulutetusta energiasta uusiutuvilla energialähteillä. Lämmöntuotanto on yksi energiakäytön osa-alueista (sähköntuotannon ja liikennepolttoaineiden ohella). Uusiutuvan energian potentiaalia Pirkanmaalla on tarkasteltu tuulivoiman ja puuenergian näkökulmasta. (Pirkanmaan energia- ja ilmastostrategia n.d., 8-9.)

2.2 BioVirrat –strategia

BioVirrat-strategia asettaa omia paikallisia tavoitteita ja sen myötä metsähakkeen käyttöä halutaan lisätä ja osoittaa, että kaupunki on sitoutunut myös laajempiin tavoitteisiin uusiutuvan energian käytön lisäämiseksi. BioVirrat –strategian mukaisesti tavoitteena on lämmöntuotannossa käyttää lähes yksinomaan kotimaisia energialähteitä – puuta ja turvetta. Kaupungin strategia on vahvistettu vuosille 2013-2016 ja sen painopistealueita ovat alueen ja yritysten elinvoimaisuuden lisääminen edistämällä lähipalveluiden, lähienergian ja lähiruuan käyttöä (Haapamäki 2014). Nykyinen Ahjolan kaukolämpölaitos on yksi BioVirrat –strategian keskeisistä kohteista.

Ahjolan päälaitoksella on vuonna 2011 uusittu 6 MW:n ja vuodelta 1993 4 MW:n KPA-kattilat. Lisäksi päälaitoksella on 3 MW:n öljykattila. Varalaitoksia ovat Sampolan 2 MW:n ja Nallelan 4 MW:n öljykattilat. Kaukolämmöllä lämmittävä tilavuus on noin 800 000 m³. Taulukossa 2 on kuvattu polttoaineiden käytön kehittymistä BioVirrat-strategian myötä.

Taulukko 2. Ahjolan kaukolämpölaitoksessa käytettävä polttoaineet

Polttoaine	Vuosi 2013	Vuosi 2013	Vuosi 2014	Vuosi 2014	Muutos %- yksikköä
	MWh	%	MWh	%	
Hake	43 000	88,1 %	38 800	89 %	+0,9 %
Palaturve	5 000	11,4 %	4 800	11 %	-0,4 %
Öljy	230	0,5 %		0 %	-0,5 %

Kaupungin kiinteistöistä jo 50 % lämpiää kotimaisella energialla. Moteista megawateiksi –hankkeen kiinteistökartoituksilla on selvitetty Virtain öljylämmitteiset kiinteistöt ja niiden mahdollisuus siirtyä uusiutuvan energian käyttöön joko kiinteistökohtaisilla ratkaisulla tai kaukolämpöverkon avulla. BioVirrat –strategia huomioi myös metsäenergian hyödyntämisen aluetaloudelliset mahdollisuudet. Virtain kylistä Killinkoski olisi potentiaalisin vaihtoehto kaukolämpöverkon rakentamiselle merkittävän teollisuuden, kiinteistökannan sekä näiden asettumisen runkolinjan varrelle vuoksi. Kuviossa 1 on Ahjolan kaukolämpölaitos, joka näyttää myös ulospäin nykyaikaiselta ja tehokkaalta ratkaisulta.



Kuvio 1. Ahjolan kaukolämpölaitos

3 Bioenergian hajautus eri hallinnon aloille

Bioenergian käyttö ja tuotanto koskettavat monia eri hallintoaloja Suomessa. Yleisvastuu bioenergian käytön ja tuotannon kehittämisestä on työ- ja elinkeinoministeriöllä (TEM). TEM vastaa Euroopan Unionissa yhteisesti päätettyjen energiapoliittisten tavoitteiden toteuttamisesta ja kansallisesta energiapolitiikasta, yritys- ja energiatuista sekä bioenergian tutkimuksesta. TEM:llä on myös keskeinen rooli lainsäädännön valmistelussa. Maa- ja metsätalousministeriön (MMM) hallinnonalan tärkein bioenergiaa koskeva tehtävä on bioenergian raaka-aineen tuottamiseen liittyvät asiat sekä hajautettujen energiaratkaisujen edistäminen kuten lämpöyrittäjyys. Maa- ja metsätalousministeriölläkin on käytettävissään tukitoimia bioenergiaan tarvittavien raaka-aineiden tuottamiseen ja bioenergiayrittäjyyteen. Maa- ja metsätalousministeriön hallinnon alaan kuuluu myös bioenergian tutkimus. Opetusministeriö (OPM) vastaa bioenergian tuotantoon ja käyttöön sekä näitä tukevien toimialojen koulutuksesta. Ympäristöministeriön toimialaan kuuluvat mm. ympäristö ja ilmastokuormitukseen liittyvät kysymykset. Valtiovarainministeriölle kuuluvat mm. bioenergiaa koskevan kansallisen lainsäädäntöön ja EU:n säädöksiin perustuvan verotuslainsäädännön ja soveltamiseen liittyvät tehtävät. (Bioenergia maa- ja metsätaloudessa 2008, 7-8.)

Bioenergian tuotantoon ja käyttöön liittyviä muita virastoja ja organisaatioita ministeriöiden lisäksi ovat mm. Suomen ympäristökeskus (SYKE), Maaseutuvirasto (MAVI), TE-keskukset, Elintarvikevirasto (Evira), Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio, Metsäkeskukset ja ProAgria. Näiden tehtäviin kuuluu bioenergian käytön ja tuotannon lisäämiseen tähtäävä neuvonta, ohjaus ja rahoitus. (Bioenergia maa- ja metsätaloudessa 2008, 8-9.) Pirkanmaalla on toteutettu Moteista Megawateiksi -tiedonvälityshanketta vuosina 2011-2014. Hanketta hallinnoi Suomen metsäkeskuksen Pirkanmaan yksikkö. Tarkoituksena oli ensisijaisesti edistää puun energiakäyttöä ja siihen liittyvää yrittäjyyttä. Rahoituksen hanke sai Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahastosta. (Hiitelä 2014.)

4 Puuenergiaa, energiapuuta, metsäenergiaa

4.1 Puusta energiaksi

Biopolttoaineet ovat uusiutuvista energialähteistä peräisin olevia kiinteitä, nestemäisiä tai kaasumaisia polttoaineita, joita voidaan käyttää ajoneuvojen ja koneiden polttoaineena tai lämmön ja sähkön tuotannossa (Energiaa metsästä n.d.). Puuenergia käsittää kaikki puuperäiset materiaalit, joita käytetään energiatuotannossa. Tunnetuin muoto on kotitalouksissa käytetty polttopuu, mutta merkittäviä ovat myös hake ja pelletti. (Rantala 2005, 125.) Energiapuusta puhuttaessa tarkoitetaan kaikkea sitä käsittelemätöntä puubiomassaa, millä energiaa tuotetaan (Äijälä, Kuusinen & Koistinen 2010).

Metsäenergia on peräisin nimenomaan metsästä, kun puuenergia käsittää myös esim. viljellyn tai kierrätyksestä peräisin olevan puubiomassan. Suomi on johtava maa niin metsäenergian käytössä kuin puunkorjuun ja polttotekniikan kehittämisessä. Metsäenergiajakeista metsäteollisuuden sivutuotteet (mustalipeä, puru, puun kuori) on hyödynnetty jo pitkään täysimääräisinä energialähteinä pääosin teollisuuden omiin tarpeisiin sähkön, prosessihöyryn ja lämmön tuotannossa. Metsäenergian käytön lisäämisen potentiaali on siis metsähakkeessa. (Metsäenergia n.d.)

Metsähake on ranka- ja kokopuuhaketta tai metsätähdehaketta, jota tehdään ainespuun korjuusta tai nuoren metsän harvennuksesta tähteeksi jääneistä oksista, kannoista ja latvusmassasta (Terminologiaa n.d.). Metsähakkeen laatuun ja energiakäyttöön vaikuttavat hakkeen koko, hienoaineksen määrä, viherainepitoisuus, tilavuuspaino sekä kosteus. Mitä kosteampaa haketta, sitä huonompi on sen lämpöarvo. Yleensä hakkeen vesipitoisuus on 20-50 %. (Metsähake n.d.). Kuviossa 2 alla on kuvattu Ahjolan lämpölaitoksen hakekasoja keväällä 2014. Kuvan hake-erissä on eroa.



Kuvio 2. Ahjolan lämpölaitoksella kokopuu- ja rankahaketta

4.2 Lämpöarvoja ja energiavertailuja

Kaukolämpölaitoksissa poltetaan kotimaisista energialähteistä lähinnä metsähaketta ja turvetta. Lämpöarvo kertoo, paljonko puhtaassa palamisessa kehittyvä lämpöä käytetyn polttoaineen painokiloa kohden (Terminologiaa n.d.). Polttoaineiden lämpöarvo voidaan ilmoittaa tehollisena lämpöarvona kuiva-aineesta tai saapumistilassa (MJ/kg). Saapumistilassa olevan polttoaineen kosteus on suurempi. Kosteus poistuu polton yhteydessä ja vaatii haihtuakseen energiaa. Saapumistilassa olevan polttoaineen lämpöarvoa laskettaessa on vähennettävä se energiamäärä, joka tarvitaan polttoaineessa olevan ja palamisessa syntyvän veden haihtumiseen. Toimituskostea polttoaine on aina teholliselta lämpöarvoltaan sitä pienempi, mitä enemmän se sisältää kosteutta. (Metsähake n.d.) Taulukossa 3 on esitetty eri metsähakejakojen läm-

pöarvoja ja vertailun vuoksi myös yleisimmin kaukolämpölaitoksissa käytettyjen fossiilisten polttoaineiden lämpöarvoja. Kaikki on ilmoitettu tehollisena lämpöarvona kuiva-aineesta.

Taulukko 3. Polttoaineiden tehollisia lämpöarvoja (Alakangas 2000, 158).

	Tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa MJ/kg
Metsätähdehake, kokopuuhake, rankahake, kantohake	18,5-20
Jyrsinturve	20,9
Palaturve	21,3
Kivihiili (keskiarvo)	27,9
Kevyt polttoöljy	42,5-42,9
Raskas polttoöljy	40,9-41,2
Maakaasu	35,6

Lämpöarvoltaan lehtipuut ovat korkeampia kuin havupuut johtuen lehtipuiden korkeammasta ligniinipitoisuudesta. Ligniini sisältää hiiltä ja vetyä eli lämpöä tuottavia aineita. Yleensä ottaen puussa on paljon haihtuvia aineita (80-90 %) ja siten puun polttamiseen tarvitaan suuri palotila (pala pitkällä liekkiä). (Alakangas 2000, 35.) Vastaavasti voidaan havainnollistaa tarvittavaa polttoainemäärää, jos yksi irtokuutiometri i-m^3 koivupilkettä (polttopuuta) sisältää energiaa 1010 kWh, tarvitaan vastaavaan energiamäärään haketta $1,3 \text{ i-m}^3$. Öljyä riittäisi vain 100 litraa ($0,1 \text{ m}^3$). (Energiavertailu n.d.) Energiaksi muutettuna 1 MJ on 0,2778 kWh ja 1 kWh on 3,6 MJ. kWh on siis energiamäärän yksikkö. (Terminologiaa n.d.)

4.3 Puuenergiavarat

Pirkanmaan metsistä suurin osa (80 %) on kasvupaikkatyypiltään tuoreita tai viljavia kankaita, joilla kuusi on pääpuulaji. Kuusen uudisaloilta saa suuren latvusmassakertymän ja sillä onkin merkitystä Pirkanmaan (kuin myös Virtain) hyvään energiapuupotentiaaliin. Energiapuupotentiaali voidaan ilmoittaa joko teknisenä potentiaalina tai teknis-ekologisenä potentiaalina. Teknis-ekologinen potentiaali on laskettu siten, että se on sekä metsien terveyden että alan toimijoiden kannalta realistinen ja kestävästi hyödynnettävissä. Potentiaali kertoo suurimman mahdollisen hakkuumäärän vuosittain. (Maunula 2011, 21-23.)

Pirkanmaalla teknis-ekologinen potentiaali jakautuu seuraavasti:

- latvusmassa 461 131 m³/vuosi
- kannot 378 243 m³/vuosi
- nuoret metsät 112 443 m³/vuosi.

Teknis-ekologisesta potentiaalista käytettiin vuonna 2011 vain noin puolet. (Maunula 2011, 22.) Kestävästi voitaisiin korjata Pirkanmaalla energiapuuta noin 1 m³/ha/vuosi eli 2000 kWh/ha/vuosi (Hiitelä 2014). Pirkanmaan Metsäkeskus on kartoittanut myös Virtain energiapuutarat ja laskelmien mukaan Virtain metsistä voitaisiin korjata vuosittain noin 320 025 m³ energiapuuta sisältäen myös energiakäyttöön ohjautuvan kuitupuupotentiaalin. Virtain tekninen (suluissa on ilmoitettu myös teknis-ekologinen) energiapuupotentiaali muodostuu seuraavasti:

- latvusmassa 57 078 m³/vuosi (40 071 m³/vuosi)
- kannot 53 726 m³/vuosi (33 890 m³/vuosi)
- pienläpimittainen puu 53 388 m³/vuosi (6 172 m³/vuosi)
- kuitupuu 155 833 m³/vuosi.

Virroilla laskennallinen energiapuun käyttö vuonna 2012 oli noin 8 % energiapuupotentiaalista eli noin 27 000 m³. Virroilla korjataan energiapuuta yli käytetyn määrän, mutta osa korjatusta energiapuusta toimitetaan Virtain ulkopuolelle. (Puuenergiaa Virroille 2014.) Virroilla kuitupuupotentiaaliin ei tarvitse kajota energiapuun korjuuta tehostettaessa. Yksistään harvennusten energiapuupotentiaali riittää täyttämään Virtain kauko- ja aluelämpölaitosten tarpeen. Lämmitykseen Virroilla kului energiaa vuonna 2012 yhteensä 123 GWh. Puun osuus tästä oli 36 % aluelämpönä ja 17 % puuna eli yhteensä hieman yli 50 %. Öljyn osuus lämmitykseen kuluva energiasta on 22 % ja sähkön 17 %. Öljyn 22 % osuus tarkoittaa noin 3 miljoonaa litraa öljyä, joka voisi olla korvattavissa kotimaisella puuenergialla. BioVirrat voi lisätä puuenergian käyttöä laajentamalla kaukolämpöverkkoa keskustan alueella ja myös kartoittamalla alueverkon ulkopuoliset kohteet, jotka olisivat potentiaalisia kohteita lämmitysjärjestelmän muuttamisessa. (Puuenergiaa Virroille 2014.)

5 Energiapuun metsästä lämmöksi

5.1 Energiapuuta kannattavasti

Valtaosa energiapuusta kerätään metsän uudistamisen yhteydessä tai nuorta metsää harvennettaessa. Pelkästään taloudellisin perustein tarkasteltaessa yksinomaan energiapuun kasvatukseen painottava metsätaloustyrittäminen ei yllä samoihin tuloksiin kuin yhdistetty energia- ja ainespuun kasvatusta. (Kojola 2013.) Toisaalta on otettava huomioon, että kuviolta saa määrällisesti enemmän energiapuuta kuin kuitua ja näin ero ainespuun ja energiapuun välillä kapenee ottaen huomioon myös nykyinen Kemera-tuki (Energiapuun kasvatusta täsmennyksiä 2010). Kemera-tuki tulee nykyisessä muodossaan jäämään todennäköisesti pois, mutta muita tukimuotoja on suunnitteilla ja odottaa EU:n vahvistusta.

Energiapuun korjuu ajoittuu yleensä taimikon ja nuoren kasvatusmetsikön hoidon mukaan. Energiapuun tuotantoa painottavassa tuotantosuunnassa olisi energia-puusta saatava maksimaalinen biomassa mahdollisimman lyhyellä kiertoajalla. (Bio-energiaa metsistä tutkimusohjelman välievaluointi 2010.) Ainespuun lisäksi energia-puuta saadaan usein myös mm. päätehakkuista (kannot, latvukset yms.). Metsälain muutoksen myötä metsän omistajalla on mahdollisuus vapaammin päättää metsä-omaisuutensa hoidosta. Varsinaisesti energiapuun kasvatusta tai korjuuta uusi met-sälaki ei käsittele. Yleisiä suosituksia kuitenkin noudatetaan metsäluonnon monimuo-toisuuden turvaamiseksi ja ravinnehävikin sekä huuhtoutumien estämiseksi. (Metsä-lain muutosehdotuksen vaikutusten arviointi 2012, 9, 14-16.)

Pelkästään energiapuun kasvatusta tarkasteltaessa paras tulos saadaan helposti uu-distuvilla ja nuorena nopeakasvuilla lehtipuilla, kuten haapa, hieskoivu ja paju. Energiapuuta kasvatettaessa kasvatustiheydet ovat suuremmat kuin tavanomaisesti metsätaloudessa ja puuyksilöiden koko on myös pienempi korjuun hetkellä vaikka massatuotos onkin suuri. Hyviä kasvupaikkoja ovat esimerkiksi turvemaat ja kosteat kankaat, joilla mm. ravinnetalouden puolesta on hyvät edellytykset nopeaan lehti-puuvaltaiseen puuston kasvatukseen. (Bioenergiaa metsistä tutkimusohjelman vä-lievaluointi 2010.)

Valinta energiapuun, ainespuun tai molempien kasvatuksesta rinnakkain tehdään jo taimikkovaiheessa, koska tällöin ratkaistaan mm. kasvatustiheys ja puulaji. (Energiapuun kasvatusta täsmennyksiä 2010). Puhtaasti energiapuun kasvatukseen on otettu mm. turvemaille tai kosteille kankaille syntyneitä hieskoivikoita. Tällöin hieskoivikon anneaan kasvaa varsin tiheänä ja lievä harvennus voidaan tehdä valtapituuden ollessa alle 12 metriä. Metlan tutkimuksen mukaan yleensä harvennuskustannukset nousevat korkeammiksi, mitä mahdollisella energiapuumassan lisäyksellä voidaan kattaa, joten harvennusta ei nähdä kannattavana, jollei kuviolla haluta kasvattaa kuusialis-kasvustoa. Edullisin kiertoaika on tällaisessa hieskoivikossa 40-60 vuotta. (Energiapuu muuttaa turvemaiden hieskoivikoiden kasvatusta – harventaminen ei kannata n.d.)

5.1.1 Energiapuun kasvatus ainespuun ohessa

Energia- ja ainespuuta kasvatettaessa rinnakkain on tavoitteena tuottaa korkealaatuisen tukkipuun lisäksi enemmän myös energiapuuta koko kasvatusaikana. Männiköissä yhdistetty energia- ja ainespuun kasvatus vaatii ravinteisuudeltaan riittävän kasvupaikan eli tuoreen tai kuivahkon kankaan. Taimikon varhaishoidolla (mm. varhaisperkauksella ja heinäyksellä) turvataan kasvuedellytykset riittävälle taimimäärälle. 3-5 metrin pituinen taimikko harvennetaan tiheyteen 3000-5000 tainta hehtaarille ja aukkopaikkoihin jätetään tarvittaessa lehtipuita täydennykseksi (etukasvuiset lehtipuut kuitenkin poistetaan, jotta mänty saa riittävän etumatkan). Energiapuuharvennus tehdään valtapituuden ollessa 10-12 metriä ja kasvamaan jätetään 1000-1400 hyvälaatuista puuta. Yhdistetty kasvatus lisää kiertoaikaa noin 5-10 vuotta. Parhauksen kokonaistuloksen yhdistetty kasvatus tuo tuoreilla kankailla, jolloin tukkipuun määrä ja laatu ovat jopa hieman paremmat kuin pelkästään ainespuun kasvatuksessa. Vastaavasti kuitupuun määrä hieman vähenee. Myös osa ainespuun kokoisesta puusta päätyy energiapuuksi. (Äijälä, Kuusinen & Koistinen 2010, 10.)

5.1.2 Energiapuuta uudistusaloilta

Uudishakkuualoilta energiapuuta korjattaessa on otettava huomioon seuraavan puusukupolven kasvuedellytykset. Myös uudisaloiilla suositellaan jätettäväksi osa latvusmassasta, kannoista ja lahoppuista korjaamatta. Kannot ja latvusmassa voidaan kerätä kuivahkoilta kankailta ja niitä ravinteikkaammilta kivennäismailta. Myös vastaavilta turvemailta voidaan korjata kannot ja latvusmassa. Poikkeuksen muodostaa männynjuurikäävän esiintyminen alalla, jolloin on suositeltavaa kerätä kannot kaikilta kasvu- paikoilta karukkokankaita lukuun ottamatta. Myös kuusenjuurikäävän leviämisen riskiä voidaan pienentää kantojen nostolla. (Äijälä, Kuusinen & Koistinen 2010, 18-20.)

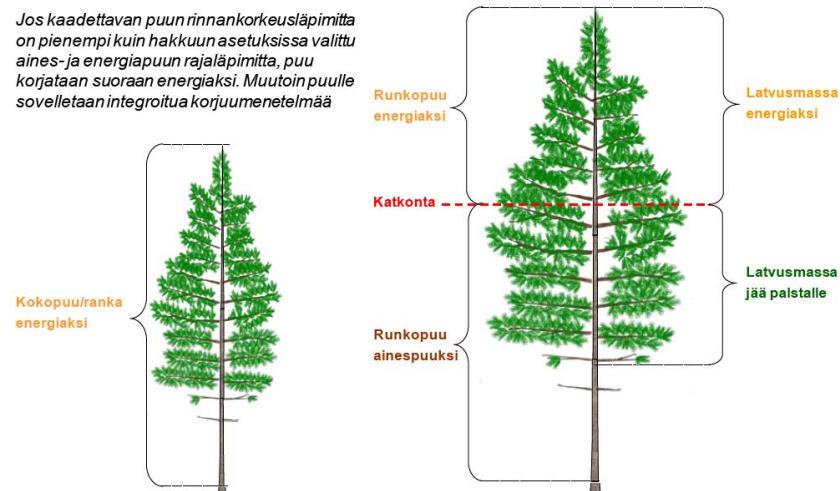
Kantojen korjuu vähentää uudisalojen maanmuokkauksen tarvetta ja siten myös muokkauksen kustannuksia, mutta korjuun yhteydessä on vältettävä tarpeetonta pintamaan rikkomista ja muokkaamista. Käytetyin maanmuokkausmenetelmä aloilla, joista kannot on nostettu, on laikkumätästys. Kantojen nostossa syntyvät yli 30 cm kuopat tulisi täyttää. Kantoja nostettaessa on pyrittävä mahdollisimman hyvin irrottamaan maa-aines kannoista, koska maa-aines kantomurskeen joukossa haittaa merkittävästi hakkeen laatua ja polttoprosessia. Kantokasat tehdään korkeiksi ja kapeiksi. (Äijälä, Kuusinen & Koistinen 2010, 21-22.)

Jotta hakkuutähteen kerääminen olisi kannattavaa, olisi alalta ainespuukertymän oltava noin 200 m³/ha. Tällöin hakkuutähteestä saataisiin kertymää noin 40-60 m³/ha. (Metsäenergia n.d.)

5.1.3 Energiapuun korjuu harvennusmetsistä

Energiapuun korjuu tehdään yleensä metsurityönä valtapituuden ollessa 6-10 metriä ja läpimitan $d_{1,3}$ ollessa 4-10 cm. Koneellista korjuuta käytetään energiapuuharvennuksessa valtapituuden ollessa 10-14 metriä ja kun läpimitta $d_{1,3}$ on 8-16 cm. Koneellista korjuuta edeltää ennakkoraivaus, jossa kantoläpimitaltaan alle 4 cm rungot kaadetaan näkyvyyden parantamiseksi ja runko- ja kouravaurioiden ehkäisemiseksi. Metsurin tekemänä energiapuuharvennuksen päiväsaanto voi olla jopa 20 m³ ja koneityönä 20-40 m³. (Laatuhakkeen tuotanto –opas 2010, 9-10.)

Rankapuun korjuumenetelmä soveltuu kaikkien talousmetsien harvennukseen. Integroitua korjuuta voidaan toteuttaa myös kaikilla korjuukohteilla. Integroidussa korjuussa energia- ja ainespuut erotellaan korjuun yhteydessä kahteen kasaan ja tämä asettaa myös korjuukalustolle erityisvaatimuksia. (Äijälä, Kuusinen & Koistinen 2010, 13-16.) Kuviossa 3 on havainnollistettu integroitua korjuuta.



Kuvio 3. Integroitu energiapuun korjuu (Nuorten metsien integroitu aines- ja energiapuun korjuu n.d.)

Kokopuun korjuuta voidaan käyttää energiapuun korjuuseen parhaiten mänty- ja lehtipuuvaltaisissa metsissä. Kasvupaikan tulee olla viljavuustasoltaan kuivahko kangas tai vastaava turvemaa tai näitä viljavampi kasvupaikka. Kokopuun korjuussa suositellaan jätettäväksi metsään 30 % latvusmassan kokonaismäärästä ravinnetasapainon turvaamiseksi. Boorin puutoksesta kärsivillä kohteilla on varmistettava ravinnetasapaino boorilannoituksella. Mustikka- ja puolukkaturvekankailla suositellaan myös PK- tai tuhkalannoitusta. (Äijälä, Kuusinen & Koistinen 2010, 13.)

Energiapuuta korjattaessa harvennuskohteilta olisi leimikon kertymän oltava vähintään 40 m³/ha. Alalta pitäisi saada saman verran eli 40 m³/ha myös energiapuuta, jotta korjuu olisi kannattavaa. Jos kuitukertymä alalta jää alle 20 m³/ha, voi olla kannattavampaa korjata koko puuerä energiapuuksi. (Metsäenergia n.d.)

Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkka on toimittanut Virtain lämpölaitokselle haketta jo vuodesta 1979 lähtien ja tällä hetkellä Metsänhoitoyhdistys toimittaa 60 % koko Ahjolan kaukolämpölaitoksen puupohjaisen hakkeen tarpeesta. Toimitetusta hakkeesta 95-100 % on peräisin Virtain alueelta ja pääosin harvennusmetsistä. Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan toimialueella on kaikkiaan 9-13 korjuuketjua, joista 3-5

on pelkästään energiapuun korjuussa. Hakkureita on 3 kpl ja haketus tehdään tien varressa. Energiapuuta korjataan ns. giljotiinikouralla kokopuuna tai rankana. (Kaleva 2014.)

5.2 Energiapuusta laadukasta haketta

Kosteus on tärkein polttohakkeen laatuominaisuus (Alakangas 2000, 48). Käyttökohdekin asettaa vaatimuksia hakkeen laadulle ja mitä pienempi lämpökattila, sitä parempi hakkeen laadun tulee olla. Pienissä lämpölaitoksissa (20-200 kW) on hakkeen oltava tasalaatuista ja kosteuden alle 25 %. Parhaaseen tulokseen päästään tehtäessä haketta sahaustuotteista, karsitusta rangasta ja kokopuuhakkeesta. Keskikokoisten laitosten (200-1000 kW) käyttöön voidaan tehdä haketta edellisten lisäksi myös kokopuu- ja latvusmassasta. Tasainen palakoko on keskikokoisissakin laitoksissa eduksi, mutta ei enää niin merkittävässä roolissa. Myös hakkeen kosteuden (kuivuuden) merkitys vähenee polttolaitoksen koon kasvaessa. Poltettaessa kosteusprosenttiltaan korkeaa haketta, kasvaa syntyvän tuhkan määrä ja hakkeen lämpöarvo on heikompi. Talvella kosteus myös aiheuttaa hakkeen jäätymistä ja näin häiritsee myös hakkeen syöttöä. Varastoinnissa kosteus voi aiheuttaa hakkeen lämpenemistä ja hajoamista, minkä vuoksi hakkeen energiasisältö huononee ja myös homeet lisääntyvät. (Laatu- hakkeen tuotanto –opas 2010, 6-7.) Taulukossa 4 on esitetty lämpölaitoksen kokoluokan ja soveltuvan hakkeen ja kosteuden yhteys.

Taulukko 4. Lämpölaitoksen koon vaikutus käytettävään hakkeeseen (Laatuhakkeen tuotanto-opas 2010)

Lämpölaitoksen koko-luokka	Haketettava jae (haketustapa)	Kosteus
Pienet: 20-200 kW	Sahaustuotteet, karsittu ranka (kartioruuvi- ja laikkahakkuri) Kokopuu rumpuhakurilla (tiheä seula)	alle 25%
Keskikokoiset: 200-1000 kW	Kokopuu Latvusmassa	alle 40%
Isot: yli 1000 kW	Mikä tahansa haketettu energiapuu	kosteuden suhteen liikkumavaraa

Energiapuussa ei makseta vedestä eli kannattaa kiinnittää huomioita mahdollisimman hyvään kuivatukseen. Karsittu rankaa kuivuu nopeammin kuin latvusmassa tai kokopuukorjuulla saatu puubiomassa (Laatuhakkeen tuotanto –opas 2010, 11). Tuoreen rankahakkeen kosteuspitoisuus on 50 %, kun ylivuotisen, ilmakuivan rankahakkeen kosteuspitoisuus on noin 25-30 %. Metsätähdehakkeen kosteuspitoisuus vaihtelee 50-60 % ja kantohakkeen kosteuspitoisuus on noin 35 %. (Alakangas 2000, 41.) Hakkeen energiasisältö on 0,7-0,9 MWh/i-m³ riippuen hakkeen laadusta ja kosteudesta (Energia-arvo ja muuntokertoimet n.d.).

Korjatun puun varastoinnilla on olennainen merkitys kuivumiseen. Puutavaran varastointipaikan tulee olla kuiva ja aluspuin suojattu. Energiapuukasojen peittäminen on pohjustuksen jälkeen toiseksi tärkeintä puun kuivattamiseksi. Varastointipaikan on hyvä olla aukea, tuulinen, eteläauringossa ja rinteessä. Varastokasasta kootaan riittävän korkea ja ilmava. Korkeassa kasassa sateelle altistuvia pintapuita on vähemmän verrattuna levään ja matalaan kasaan. Välipuita käyttämällä energiapuukasaan saadaan ilmavuutta ja korkeutta. Varastokasan päällimmäinen kerros muodostaa lipan,

joka ylittää kasan etureunasta noin 0,5-1 m ja on paksuudeltaan 0,5 metriä. Lopuksi energiapuukasa peitetään tarkoitukseen sopivalla veden pitävällä peitteellä. Paperipohjainen peite on paras vaihtoehto ja se voidaan hakettaa puun mukana. (Laatuhakkeen tuotanto –opas 2010, 19-25.) Kuviossa 4 on kaksi energiapuukasaa, jotka molemmat on peitetty asianmukaisesti. Oikeanpuoleisessa kasassa välipuut näkyvät ja kasa on ulkoneva yläreunaa.

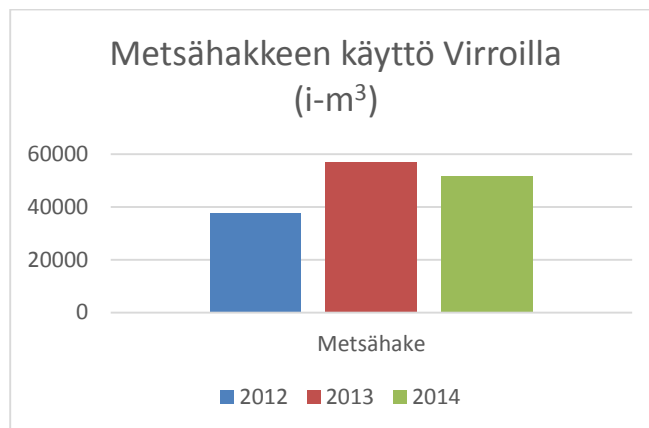


Kuvio 4. Energiapuukasoja

Metsähake tehdään hakkurilla kokopuusta, rangoista tai metsätähteestä. Tavoitettava hakepalan pituus on tavallisesti 30-40 mm. (Alakangas 2000, 48.) Hakuutähde ja pienpuun haketus toteutetaan useimmiten varastointipaikalla, joten varastointipaikka tulee suunnitella siten, että kalustolla on tilaa toimia. Yleisimmin käytetään laikka-, rumpu ja kartioruuvihakkureita. Laikkahakkuri soveltuu käytettäväksi silloin, kun energiapuukin on tasalaatuista mm. karsittua rankaa, kokopuuta tai sahapintoja. Kartioruuvihakkurille raaka-aineen laatu on vieläkin tärkeämpää ja siksi sen käyttö on kohteissa vähäisempää. Rumpuhakkuri on monipuolinen ja sillä voidaan hakettaa karsittua rankaa, kokopuuta ja myös latvusmassaa. (Laatuhakkeen tuotanto –opas 2010, 27-31.)

Rumpuhakkuriin voi yhdistää erikokoisia seuloja, joilla säädetään hakkeen kokoa ja näin myös parannetaan hakkeen tasalaatuisuutta. Mikäli seulaa ei käytetä, rumpuhakkurilla tehdyssä hakkeessa on pitkiä, tikkumaisia hakepaloja, jotka voivat heikentää hakkeen liikkuvuutta lämpölaitoksen kuljettimilla. Hakkureilla pystyy pääsääntöisesti hakettamaan päivän, jonka jälkeen terät kannattaa huoltaa. Tylsillä terillä tehtävässä hakkeen laatu huononee. Hakkureiden lisäksi voidaan käyttää murskainta, joka hakettaa kaikki puumateriaalit, on tehokas ja sietää hyvin materiaalin epätasaisuutta. Murskain myös tuottaa laadullisesti epätasaista haketta ja murskaimella tehty hake soveltuukin parhaiten isojen laitosten käyttöön. (Laatuhakkeen tuotanto –opas 2010, 27-31.)

BioVirrat on lisännyt hakkeen käyttöä ja suhdetta muihin polttoaineisiin (palaturve ja öljy) nähden. Pylväskaaviosta (kuvio 5) on nähtävissä hakkeen käytön kehitys vuosina 2012-2014. Hakkeen käyttöön ja kaukolämmön tarpeeseen vaikuttavat myös vuosittaisen keskilämpötilan vaihtelut.



Kuvio 5. Metsähakkeen käyttö Virroilla (Puuenergiaa Virroille 2014)

Metsähakkeen toimittajana Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkka tiedostaa pienten laitosten tarpeen saada polttoon hyvälaatuista haketta. Huonolaatuinen hake lisää laitosten huoltokatkoksia, kunnossapitokustannuksia ja näin välillisesti myös hakkeen kustannuksia. Metsänhoitoyhdistys kouluttaa yrittäjiä huomioimaan laatuhakkeen

tuotantoketjun vaatimukset. Energiapuukasat sijoitetaan oikeille paikoille ja alus- ja välipuita käytetään. Kasa peitetään paperilla ja kasan oikea muoto huomioidaan. (Kaleva 2014.)

5.3 Energiapuusta maksettava hinta

5.3.1 Energiapuun maksuperusteet ja kauppahinta

Metsänomistaja on tietenkin kiinnostunut energiapuusta maksettavasta hinnasta verrattuna ainespuusta saatavaan hintaan. Ennen kuin energiapuuerälle voidaan määrittää hintaa, on se mitattava. Mittaustuloksesta dokumentoidaan mittaustoimituksen osapuolet, mittauspaikka, mittaustulos, mittaussuureet ja mittausmenetelmä. Mittausmenetelmänä energiapuun osalta on useimmiten kuormainvaakapunnitus ja pinon kehysmittaus, joiden avulla saadaan pinon puumäärä kuutioina. Lämpöarvo voidaan luotettavasti selvittää hakenäytteestä. Energiapuusta voidaan maksaa korvaus useammallakin eri perusteella, kuten €/tonni, €/m³, €/i- m³ ja €/MWh. (Laatuhakkeen tuotanto –opas 2010, 34.) Taulukossa 5 on esitetty energiapuun kauppatavat, maksuperusteet ja kulloinkin mitattavat asiat.

Taulukko 5. Energiapuun kauppatavat (Laatuhakkeen tuotanto –opas 2010, 35)

Energiapuun kauppatavat		
Kauppatapa	Maksuperuste	Mitattavat asiat
Pystykauppa	€/ha €/m ³ €/tonni €/i-m ³	pinta-ala (ha) pinomitta (m ³), kuormaimen taakka (kg) kuorman massa (tonni) kuormakuutio (i-m ³)
Tienvarsikauppa	€/m ³ €/i-m ³ €/MWh	pinomitta (m ³), kuormaimen taakka (kg) kuormakuutio (i-m ³) lämpöarvon määrittäminen (MWh)
Laitostoimitus	€/i-m ³ €/tonni €/MWh €/m ³	kuormakuutio (i-m ³) kuorman massa (tonni) lämpöarvon määrittäminen (MWh) pinomitta (m ³), kuormaimen taakka (kg)

Vuonna 2014 maksettiin kuitupuusta (koivu, mänty, kuusi) keskimäärin noin 28-30 €/m³ hankintakaupoissa ja pystykaupoissa vaihdellen 14-18 €/m³ riippuen hakkuuvasta (pysty-, uudistus-, harvennus- vai ensiharvennus) ja puulajista. (Puukauppa 2015.) Energiapuukaupoista hieman yli puolet on karsittua rankaa, latvusmassaa on vähän yli 1/3 ja loput kantoja ja kokopuuta. Karsitusta rangasta maksettiin metsänomistajalle keskimäärin 4,3 €/m³ pystykaupoissa ja hankintakaupoissa 25,1 €/m³ vuoden 2014 viimeisellä neljänneksellä. Em. hinnat eivät sisällä arvonlisäveroa eivätkä tukia. Sekä pysty- että hankintakaupoissa energiapuusta maksettava hinta oli noussut edelliseen vuosineljännekseen nähden vaikka määrällisesti energiapuukauppaa tehtiin loppuvuonna vähemmän. Latvusmassasta maksettu hinta oli huomattavasti pienempi. Korjuuoikeudesta oli maksettu vuoden 2014 viimeisellä neljänneksellä 3,5 €/m³ ja tienvarsitoimituksena 16,3 €/m³. Kantojen korjuuoikeudesta maksettu yksikköhinta on ollut 1,0 €/m³. (Torvelainen 2015.)

Kaikkiaan vuonna 2014 energiapuukauppaa tehtiin tilastojen mukaan 3,8 miljoonaa kuutiota. Tämä kattaa 2/3 koko energiapuumarkkinoista. Loppuvuonna energiapuun kauppa hidastui selkeästi ja tähän on vaikuttanut mm. hakkeen huone menekki, suureksi kasvaneet puuvarastot ja tukipolitiikan epävarmuus. (Torvelainen 2015.) Hakkeen kysynnän heikkenemiseen loppuvuonna lienee vaikuttanut lauha talvi ja öljyn suotuisa hintakehitys. Puukauppa on käynyt nihkeästi myös alkuvuonna 2015.

5.3.2 Energiapuun tuet

Kestävän metsätalouden rahoituslaki (kemera) on uudistettu ja arvioiden mukaan uusi laki voisi tulla voimaan aikaisintaan 1.7.2015 (Kemera-tuen ehdot ja tukitasot heikkenemässä n.d.). Vanhan lain mukaisia energiapuun korjuun rahoitushakemuksia ja niihin liittyvät täydennykset oli toimitettava Metsäkeskukselle viimeistään 17.4.2015 mennessä. Edellytyksenä oli, että puuston harvennus on tehty koko alalta ennen hakemusta. (Rakemaa 2015.) Energiapuuta on kerryttävä rahoitetulta nuoren

metsän hoitoalueelta vähintään 20 kiinto-m³ (Energiapuun korjuutuki). Mikäli energiapuuta ei ole korjuun yhteydessä hakkuukonemitattu, on mahdollista täydentää hakemusta energiapuun mitatulla määrällä vielä 5.6.2015 asti, mutta tästä oli mainittava selkeästi hakemuksella (Rakemaa 2015).

Metsänhoitorästejä on väistämättä aina niin taimikonhoidossa kuin ensiharvennussakin. Energiapuun korjuun tuki on edesauttanut monien nuorten kasvatusmet-sien kunnostusta ja puuntuottokykyä. (Energiapuun rooli metsänkasvatusketjun tuotoksessa ja tuotossa n.d.) Lakiesityksen mukaan varsinainen energiapuun korjuutuki poistuisi (7 €/m³), mutta nuoren metsän hoitoon saisi edelleen tukea. 1-3 metriä korkeiden taimikoiden varhaisperkaukseen saisi tukea 150 €/ha ja nuorille taimikoille, joiden puusto on yli 3 metriä ja läpimitaltaan enintään 16 cm, maksettaisiin 200 €/ha. Työn voisi edelleen tehdä itse tai teettää ulkopuolisella. (Kemera-tuen ehdot ja tukitasot heikkenemässä n.d.)

Varsinaiset Kemera-lain mukaiset energiapuun korjuu- ja haketustuet on esitetty korvattavaksi Pienpuun energiatukijärjestelmällä (PETU), mutta tämän voimaan tulo on riippuvainen notifiointin etenemisestä EU:n komissiossa. Pienpuun energiatukijärjestelmän tullessa hyväksytyksi, saisi energian tuottaja (sähkö- tai lämpölaitos) pienpuun energiatukea. Tukea voisi hakea, kun pienpuuerä on siirtynyt laitoksen omistukseen ja tuki olisi 5 €/kiinto-m³. Tuettavat erät olisi ohjattava nimenomaan sähkön tai lämmön tuotantoon ja tuettavien pienpuuerien tulee olla nuoren metsän hoitokoh-teilta tai ensiharvennuksilta. Jäävän puuston rinnankorkeusläpimitta on oltava alle 18 cm. (Pienpuun energiatukijärjestelmä edelleen komission käsittelyssä – energiapuun korjuuta tuetaan ainakin 30.6.2015 asti Kemeran korjuutuella 2015.)

Pienpuun energiatukia tärkeämmäksi vaihtoehdoksi koetaan Kemera-lakiin sisältyvä Ranke-tuki. Tästä syystä pienpuunenergiatukijärjestelmää ei viedä eteenpäin, mutta toisaalta nofikaatiota ei myöskään vedetä takaisin. Ranke- eli rankojen keruu tuki on pienpuun keräämiseen tarkoitettu korotettu pinta-aratuki, jota voisi hakea taimikon

varhaishoidon ja nuoren metsän hoidon yhteydessä. Ranke-tuessa ei ole rajoitteita pienpuun käyttökohteista ja siten soveltuu myös energiapuun korjuun tukemiseen. Tuen ehtoihin tulisi myös minimikertymävaatimus/ha, runkolukupoistumavaatimus ja läpimittavaatimus, jotka olisivat samaa luokkaa kuin nykyisessä energiapuun korjuutussa. Tuen euromääräisestä tasosta yms. säädetään kansallisesti vuosittain käytettävissä olevien valtion talousarviossa myönnettyjen määrärahojen mukaisesti. (Tuohiniitty 2014.)

5.3.3 Hakkeen hinta

Suomen kuntaliitto on kartoittanut Energiategollisuus ry:hyn kuulumattomien (kunnallisia lämpölaitoksia) pienten lämpölaitosten käyttämiä polttoaineita, niiden ostohintoja yms. Kyselyn vastausprosentti on ollut vain 30 % ja viimeisin valmistunut kysely pohjautuu vuoden 2013 tietoihin, mutta tiettyjä suuntaviivoja voidaan tästäkin nähdä. Lähes kaikissa kyselyyn vastanneista lämpölaitoksista (42), hake oli toisen polttoaineen rinnalla lämmöntuotannossa. Hakkeen hinta on ollut kyselyn perusteella laitokselle toimitettuna keskimäärin 19,20 €/i-m³. Kotimaisista polttoaineista laitoksilla on käytetty myös pala- ja jyrshinturvetta, purua ja kuorta. Palaturpeen hinta on ollut keskimäärin 19 €/i-m³. (Tietoja pienistä lämpölaitoksista vuodelta 2013 2014.)

Tilastokeskus on tilastoinut energian hintoja lämmöntuotannossa joulukuussa 2014, jonka mukaan metsähakkeen arvonlisäveroton hinta on 21,35 €/MWh. Metsähakkeen hinnan muutosprosentti vuoden aikana on ollut + 1,9 %. Myös tilastoidun jyrshinturpeen hinta on ollut hieman nousussa, kun tuontien energian – kivihiihi ja maakaasu – hinnat ovat laskeneet. (Tilasto: Energian hinnat. 2015). Vertailukelpoisia hinnoista saa, kun huomioi, että 1 i-m³ haketta on 0,8 MWh energiaa (Energia-arvo ja muunto-kertoimet n.d.). Hintatietoa löytyy myös muista lähteistä ja pieniä eroja on havaittavissa, mutta pääsääntöisesti metsähakkeen hinta asettuu reiluun 20 €/MWh.

5.4 Terminaalit välivarastoina ja käsittelypaikkoina

Energiapuukasa voidaan hakettaa varastointipaikalla tienvarressa, mutta suosiotaan on nostanut kiinteillä murskaimilla ja hakettimilla tehtävä haketus käyttöpaikoilla. Terminaalit ovat myös olennainen osa energiapuun toimitusketjussa. Terminaalin sijainnin voimalaitokseen nähden, voidaan puhua lähi- ja kaukoterminaaleista. (Impola & Tiihonen 2011, 4-5.) Varastoinnista muodostuu aina kustannuksia, mutta VTT:n tutkimuksen mukaan suurilla satelliittiterminaaleilla saavutetaan logistisia ja käsitteilyllisiä säästöjä merkittävässä määrin. Terminaalit tasaavat myös kysyntäpiikkejä ja varmistavat biomassan riittävän saatavuuden ympäri vuoden. (Volyymillä tehoa terminaaleihin, n.d.) Metsähakkeen käytön lisääntyessä, energiapuuta on hankittava entistä laajemmilta alueilta ja metsäenergian varastointi ja haketus keskitetysti terminaaleissa tuovat kustannustehokkuutta. Terminaalihaketuksella tuotetaan myös laadukasta haketta, jonka kosteus, tiiviys, partikkelikoko ja puhtaus ovat optimaalisia polttaville laitokselle. (Impola & Tiihonen 2011, 4-5.)

Terminaalihaketuksen osuus on noussut 20 %:iin ja nousun taustalla on lämpö- ja voimalaitosten hakkeen käyttömäärien kasvu. Käyttöpaikkamurskauksen eli kauko- lämpö- tai voimalaitoksella tehtävän haketuksen osuus vaihtelee noin 25-35% välillä koko haketuotannosta vuositasolla. Biopolttoaineterminaaleja voidaan jaotella myös niiden tehtävien ja toimintojen mukaan. Terminaali voi olla raaka-aineiden varastoterminaali, valmiin polttoaineen varastoterminaali tai polttoaineiden tuotantoterminaali. Raaka-aineiden varastoterminaalissa varastoidaan erilaisia metsäenergiajakeita, mutta murskaus tai haketus tehdään muualla, esimerkiksi voimalaitoksella. Valmiin polttoaineen varastoterminaali on valmiiden polttoaineiden puskurivarasto, josta suoritetaan jako polttaville laitoksille. Polttoaineiden tuotantoterminaali nimensä mukaisesti tuotanto- ja varastointialue, jolla metsäenergia haketetaan tai murskataan polttoaineeksi. (Impola&Tiihonen 2011, 5-6.)

Biopolttoaineiden terminaalin perustamiseen tarvitaan pääsääntöisesti ympäristölupa. Terminaalia suunniteltaessa on otettava huomioon tilan riittävyys vaadittaville toiminnoille ja terminaalitoiminnasta mahdollisesti aiheutuva haitta lähialueen asutukselle. Terminaalin myötä liikenne tulee lisääntymään ja myös pöly- ja meluhaitat ovat mahdollisia. Voimalaitoksen yhteyteen tehtävälle terminaalille ei välttämättä erillistä ympäristölupaa tarvita, koska laitoksella on jo olemassa teolliseen toimintaan liittyvä ympäristölupa. Ympäristöviranomaisen kanssa kannattaa jo terminaalin suunnitteluvaiheessa tehdä tiivistä yhteistyötä. (Impola&Tiihonen 2011, 14-15.)

Terminaalin perustaminen on suhteellisen kallista ja investointina on pitkäaikainen. Perustamiskustannukset (kuten mm. laitteiston kustannukset ja toiminnan aikaiset käyttökustannukset) jaetaan läpikulkevalle metsäenergiamäärälle. Terminaalin kokoluokalla (GWh/vuosi) on suora yhteys hakkeen lisäkustannukseen eli mitä isompi terminaaliperustetaan, sitä pienemmät lisäkustannukset ovat hakkeessa €/MWh. Terminaalin perustamiskustannuksiin voi hakea tukea ELY-keskukselta. (Impola&Tiihonen 2011, 32-33.)

Terminaalit ovat pääosin Suomessa metsähakkeen toimittajien omistamia ja hallinnoimia. Metsähakkeen käyttäjä kilpailuttaa hakkeen toimittajat ja haketoimittajat vastaavat hakkeen toimituksesta sovittun mukaisesti käyttöpaikalle. Terminaalin kapasiteetti on oltava riittävä ja useimmiten terminaalista toimitetaan haketta useammalle loppukäyttäjälle. Suuret metsäyhtiöt hallitsevat hakemarkkinoitakin, mutta myös pienempiä toimijoita on tullut mukaan kilpailuun. Myös metsänhoitoyhdistysten rooli energiapuumarkkinoilla on kasvanut. (Rusanen 2013, 14-15.)

Terminaaliperustaminen voi olla myös hakkeen käyttäjän hallinnoima, jolloin käyttäjä vastaa itse riittävästä ja oikea-aikaisesta hakkeen toimituksesta käyttöpaikalle. Hakkeen loppukäyttäjän hallinnoima terminaaliperustaminen on useimmiten lämpö- tai voimalaitoksen yhteydessä ja loppukäyttäjän kannalta joustava ja pitkäjänteinen vaihtoehto. Toimintaa voi

vielä tehostaa oman puunhankintaorganisaation perustamisella, jolloin puunhankintaorganisaatio voi varautua oikea-aikaisilla hankinnoilla ja riittävillä varastoilla hintojen nousemiseen. (Rusanen 2013, 15-16.)

Kolmannessa vaihtoehdossa terminaalin omistaa ja sitä hallinnoi itsenäinen yrittäjä, joka ostaa energiapuuta ja myy haketta. Terminaaliyrittäjän riskiä metsäyhtiöiden ja energialaitosten välillä voi yrittää hallita toimitussopimuksilla. Yhtiöt voivat perustaa myös yhteisterminaaleja, jolloin osa kustannuksista voidaan jakaa useamman toimijan kesken. (Rusanen 2013, 16.)

Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkka toimittaa hakkeen välivarastoon/terminaaliin, joka on Ahjolan kaukolämpölaitoksen yhteydessä. MHY esittää terminaalityötoimitusten lisääntyvän tulevaisuudessa. Terminaalityötoimituksilla taataan hakkeen tasalaatuisuus, saavutetaan kustannus- ja logistisia säästöjä ja terminaali lämpölaitoksen yhteydessä tuo myös huoltovarmuutta. (Kaleva 2014.) Terminaaliin tulee haketta vuosittain noin 450 täysperävaunurekallista. (Sundberg 2014). Kuviossa 6 Ahjolan kaukolämpölaitoksen avoimien ovien –tapahtumassa tutustutaan myös lämpölaitoksen logistiikkaan.



Kuvio 6. Rekalla haketta lämpölaitokselle

5.5 Kaukolämpönä lopulliselle asiakkaalle

5.5.1 Lämpölaitostekniikka

Kaukolämpöä tuotetaan pelkästään kaukolämpöön keskittyvissä lämpökeskuksissa tai lämmitysvoimalaitoksissa, joissa lämpö tuotetaan sähkön ohessa yhteistuotantona (CHP). Erillisissä kaukolämpölaitoksissa tuotetaan noin neljännes koko kaukolämmöstä ja loput kaukolämmöstä tuotetaan erilaisissa CHP-laitoksissa. Sähköntuotannosta kolmannes saadaan yhteistuotannosta, mikä on varsin merkittävä osuus vertailtaessa yhteistuotantoa maailmanlaajuisesti. (Energia ja ympäristö, n.d.) Vuoden 2013 tilastojen mukaan kaukolämpö löytyy 165 Suomen kunnasta ja näistä 66:ssa on CHP-laitos. 103:ssa pääpolttoaineena oli puu tai muu biopolttoaine. (District heating in Finland 2013.) Lämpökeskuksia on kahta tyyppiä eli laitoksia, jotka käyvät mahdollisimman pitkään lähes täydellä teholla ja varalaitoksia, jotka ovat käytössä vain kulutushuippujen aikaan ja tukevat varsinaisen keskuksen lämmöntuotantoa tarpeen mukaan. Varalämpökeskuksissa käytetään polttoaineena useimmiten öljyä, kun varsinaisissa lämpökeskuksissa polttoainekirjo on laajempi. (Energia ja ympäristö n.d.)

Laitos- ja kattilatyyppit lämmöntuotannossa

Kaukolämpöä ja sähköä voidaan tuottaa höyryvoimalaitoksissa, jotka voivat olla joko vastapainelaitoksia tai lauhdevoimalaitoksia. Lämmöntuotannossa käytetään pääosin vastapainelaitoksia, jolloin lämmöntuotanto on ensisijainen tavoite ja sähköä voidaan tuottaa lämmöntuotannon sivussa. Vastapainelaitoksessa kaukolämpövesi lämmitetään turbiinin ulostulo- tai väliottohöyryllä matalassa paineessa. Laitoksissa on pää-

osin kahta kattilatyyppeä. Tuulitorvi-tuliputkikattilassa putkistossa virtaa kuuma savukaasu, joka lämmittää lieriön muotoisessa kattilassa olevan veden. (Lämmöntuotannon laitos- ja kattilatyypit n.d.)

Vesiputkikattila on yleisempi käytettäessä kiinteää polttoainetta (KPA) ja vesiputkikattilat voivat olla kuumavesikattiloita, kylmän höyryn tai tulistetun höyryn kattiloita. Vesiputkikattiloissa tulipinta on isompi suhteessa vesitilavuuteen kuin tuulitorvi-tuliputkikattiloissa. Vesikierrossa on suuri paine pieniläpimittaisten putkien ansiosta. (Lämmöntuotannon laitos- ja kattilatyypit n.d.) Kuviossa 7 on kuvattu Ahjolan kaukolämpölaitoksen sisätiloja.



Kuvio 7. Ahjolan kaukolämpölaitoksen tekniikkaa

Lämpölaitoksen toimintaa valvotaan laitoksen yhteydessä olevalla valvomolla tai etävalvontana jostain muusta toimipisteestä tai esimerkiksi kotoa. Samasta kohteesta voidaan valvoa myös useamman laitoksen toimintaa. Käytännössä laitos voi olla miehittämätön. Toiminnan häiriöistä ja poikkeavuuksista ohjelmisto antaa hälytykset. Virtain Ahjolan lämpölaitoksella (kuvio 8) on valvonta myös miehittämättömille varalaitoksille sekä Nuorisokeskus Marttisen lämpölaitokselle.



Kuvio 8. Ahjolan kaukolämpölaitoksen valvomo

Kiinteän polttoaineen polttotekniikka

Haketta, turvetta tai muuta kiinteää polttoainetta käyttävissä kaukolämpölaitoksissa yleisin polttotekniikka on leijupoltto. Arinapoltto on myös kiinteälle polttoaineelle käytettävä tekniikka, mutta leijupoltto soveltuu paremmin, jos polttoaineen laatu vaihtelee. (Leijupoltto 2014.) Mekaaninen arinapoltto on käytössä lähinnä alle 10 MW:n laitoksissa ja leijupoltto tätä isommissa laitoksissa. (Jalovaara, Aho & Hieta-mäki 2003, 28). Leijupoltossa kiinteä polttoaine joutuu tekemisiin kuumen leijutus-hiekan kanssa. Kerrosleijupoltto soveltuu kiertoleijupolttota paremmin mm. hak-keelle. Kerrosleijussa polttoaine syötetään kerrosleijupedin päälle ja kiertoleijussa syklonin palautuskanavaan. Polttoilma, joka toimii myös leijutusilmana, syötetään aina pedin alta (primäärinen polttoilma) ja lisää palamisilmaa syötetään useammassa vaiheessa ja kerroksessa. Tästä syystä tekniikalla on suuri tehon tarve. Kerrosleijussa käytettävän ns. hiekan jyväkoko on 1-3 mm ja pedin korkeus 0,5-1,0 metriä. Kiertolei-jussa hiekka on hienompaa ja hiukkaset kiertävät pois tulipesästä sykloniin, joka erot-telee hiukkaset ja palauttaa tulipesään. Leijukerroksen lämpötila on 750-950 °C, koska tätä kuumemmassa tuhka pehmenee ja sitoo petimateriaalia. Tuhka poistuu savukaasun mukana lentotuhkana ja siksi leijupoltossa vaaditaan tehokkaat tuhkan erottimet. Pohjatuhka poistetaan pedin alta sulkusyöttömillä. (Leijupoltto 2014.)

Hakkeesta tulee tuhkaa paljon vähemmän kuin turpeesta, mutta poltettavasta materiaalista johtuen voi puutuhka aiheuttaa likaantumis- ja kuumakorroosiongelmia kattiloiden lämpö- ja tulistinpinnoille (Hämäläinen & Makkonen 2003). Neulasten mahdollisimman pieni määrä polttihakkeessa vähentää huomattavasti kattiloiden kuumakorroosiota (Laatuhakkeen tuotanto –opas 2010, 11). Turpeen poltto hakkeen seassa tai välillä, lisää polttoprosessin rikkipitoisuutta ja vähentää kattilan likaantumista (Hämäläinen & Makkonen 2003).

Virroilla Ahjolan kaukolämpölaitokselta syntyy lentotuhkaa 23 tn ja pohjatuhkaa 186 tn vuosittain. Lentotuhka toimitetaan Jyväskylään Mustankorkea Oy:lle ja pohjatuhka Tarastenjärven jätteenkäsittelykeskukseen. Turvetta ei Ahjolan laitoksessa polteta hakkeen seassa vaan erillään, joka helpottaa mm. säätöjen tekemistä. (Sundberg 2014.)

Pien-CHP

Kasvihuonekaasujen vähentämiseen liittyvät veloitteet ovat saaneet myös muut valtiot kiinnostumaan yhteistuotannosta ja Suomessakin CHP:n merkitys kasvaa (Energia ja ympäristö n.d.). Yhteistuotannossa voimalan hyötysuhde on parempi. Pien-CHP laitoksia ovat pääsääntöisesti sellaiset pienvoimalat, joiden sähköntuotantoteho on 1-2 MW ja lämpöteho 3-5 MWh ja polttoaineena käytetään haketta. Parhaiten höyryvoimalaitostekniikka toimii isommissa laitoksissa, mutta viime vuosina on otettu käyttöön noin 1 MWe höyryturbiini- ja höyrykonevoimaloita sekä höyrymoottorivoimaloita. Uutta teknologiaa kehitellään koko ajan. (Energia ja ympäristö n.d.)

Yli 2 MVA:n (megavolttiampeerin) CHP laitos maksaa sähkön syöttämisestä verkkoon liittymismaksun ja tätä pienemmiltä laitoksilta ei liittymismaksua peritä, mutta kaikki sähköä tuottavat laitokset maksavat siirretystä sähköstä siirtomaksua. Puuenergialla tuotetun sähkön syöttötariffista on Suomessa erillinen laki. Laitoksen pitää olla syöt-

tötariffijärjestelmään hyväksyty ja mm. puupolttoaineella tuotetun sähkön tavoite-hinta on 83,50 €/MWh. Metsähakkeella tuotetusta sähköstä maksetaan lisäksi pääs-töoikeuden hinnan mukaan muuttuvaa tuotantotukea. (Karjalainen 2012, 16.) Vir-roilla ei ole CHP-laitosta, mutta pien-CHP voisi olla yksi tulevaisuuden visioista.

5.5.2 Lämmön siirto asiakkaalle

Lämpö siirretään asiakkaille suljetussa kaksiputkisessa kaukolämpöverkossa kiertävän kuuman veden avulla. Kaukolämpölaitoksella olevalla pumpulla saadaan meno- ja pa-luuputkien välille paine-ero, jonka voimalla kuuma vesi kiertää. Kaukolämpöverkon vesi ei kierrä kiinteistön keskuslämmitysjärjestelmässä tai päädy kiinteistöjen käyttö-vedeksi. Menoputken 65-115°C kaukolämpövesi luovuttaa lämpöä vastaanottavassa kiinteistössä olevan lämmönsiirtimen välityksellä kiinteistön järjestelmään ja palaa 40-60°C:een jäähtyneenä paluuputkea pitkin kaukolämpölaitokselle. Meno- ja paluu-putket kaivetaan maahan noin 0,5-1 m syvyyteen. Putket ovat hyvin lämpöeristet-tyjä, mutta silti jakeluverkon lämpöhäviö on keskimäärin 8-9 %. (Energia ja ympä-ristö n.d.)

Asiakkaan tarvitsemat kaukolämmön vastaanottoon liittyvät laitteet suositellaan asennettavaksi omaan tekniseen tilaan. Lämmönjakokeskukseen tarvittavaa laitteis-toa ovat mm. lämmityksen ja käyttöveden siirtimet, säätölaitteet, pumput, paisunta- ja varolaitteet, mittaristot ja sulkuventtiilit. Näistä laitteista vastaa asiakas. (Kauko-lämmitys n.d.) Tilaa tarvittava laitteisto ei vie paljon ja siirryttäessä vanhasta lämmi-tysjärjestelmästä yleensä jonkinlainen tekninen tila kiinteistöllä on jo olemassa ja hyödynnettävissä.

Kiinteistön käyttämän lämpöenergian mittaamiseksi tarvitaan lämpöenergiamittari, jonka osia ovat virtausanturi, lämpötila-anturit ja lämpömääränlaskin. Kulutettu läm-pömäärä on luettavissa megawattitunteina (MWh) ja mittarit ovat etäluettavia tai

asiakkaan ilmoitukseen perustuvia. Mittaustekniikasta vastaa lämpölaitos. (Kaukolämmitys n.d.)

5.5.3 Lämpöyrittäjäyys ja kuntien liikelaitokset

Kaukolämpö on ollut Suomessa merkittävä lämmitysmuoto jo 1950-luvulta lähtien ja tällä hetkellä lähes 50 % suomalaisista asuu kaukolämmitetyissä kiinteistöissä. Valtaosa kerrostaloista (95 %) kuuluu kaukolämmön piiriin, kuten myös julkiset ja liikerrakennukset. Kaukolämpö on nimenomaan kaupunkien ja taajamien lämmitysmuoto – mitä tiheämpää rakennettu ja mitä isompia rakennuksia, sitä kannattavampi vaihtoehto kaukolämpö on lämmitysmuotona. Käyttäjälleen kaukolämpö on helppo ja vaivaton lämmitysmuoto. Kaukolämpö voidaan tuottaa metsäenergian lisäksi mm. turpeella, öljyllä ja kivihiehellä. (Kaukolämmitys n.d.)

Lämpöyrittäjäyys on suhteellinen tuore toimintamalli Suomessa. Ensimmäiset lämpöyrittäjäyyskohteet aloittivat toimintansa 90-luvun alkupuolella. Tällä hetkellä lämpöyrittäjiä on reilu 300 ja nämä ylläpitävät yli 500 biolämpölaitosta eri puolilla Suomea. Lämpöyrittäjät käyttävät noin 7-8 % vuosittaisesta metsähakkeen määrästä, mutta metsähakkeen lisäksi polttoaineena on pellettiä (erityisesti pienissä lämpökeskuksissa), sahauspintahaketta, purua, kuorta, turvetta ja kierrätyspuuta. Lämpöyrittäjäyden kannattavuutta on tutkittu toistaiseksi vähän, mutta liikevaihto alalla on noin 45 milj. euroa vuodessa (2012) ja ala työllistää suoraan 600-700 henkilöä. (Faktaa lämpöyrittäjäydestä n.d.)

Kaukolämpölaitos voi olla myös kaupunkien, kuntien tai kuntayhtymien ylläpitämä. Kaupunkien ja kuntien oli yhtiöitettävä liikelaitoksiaan, jotka toimivat kilpailluilla markkinoilla. Näin monesta kaukolämpölaitoksestakin tuli liikelaitos vuoden 2014 aikana. (Ojanen 2013.) Virtain kaupunki on perustanut osakeyhtiön laajalla toimialalla ja yhtiö voidaan ottaa käyttöön mm. kaukolämpöpalveluiden tuotantoon.

5.5.4 Kaukolämmön hinnoittelu

Suomessa on yleisesti käytössä kaukolämmön hinnoittelu, jossa hinta muodostuu liittymismaksusta, tehomaksusta ja energiamaksusta (Koti ja lämmitys n.d.). Tehomaksu määräytyy asiakkaan tarvitseman tehon mukaan ja on suhteessa kiinteistön kokoon ollen halvimmillaan kerrostalokohteissa ja kalleimmillaan pientaloissa (€/MWh) (Kaukolämmön hinta 1.1.2015). Seuraavassa (taulukko 5) on esitetty kaukolämmön hinnan muodostuminen.

Taulukko 6. Kaukolämmön hinta, painotettu keskiarvo (Kaukolämmön hinta 1.1.2015 alkaen, 3)

	Liittymismaksu (painotettu ka) €/MWh	Energiamaksu (painotettu ka) €/MWh	Tehomaksu (painotettu ka) €/MWh
I Pientalo	3350	68,96	21,17
II Rivitalo/pieni kerrostalo	8545	68,96	14,06
III Kerrostalo	19689	68,96	9,62

Kuntaliiton tekemän, pienille Energiateollisuus ry:hyn kuulumattomille lämpölaitoksille suunnatun kyselyn pohjalta kaukolämmön keskimääräinen myyntihinta oli vuonna 2013 78,05 €. Hinta sisältää sekä energia- että perusmaksut ja arvonlisäveron. Vaihtelu on ollut suurta välillä 56,60-107,40. (Tietoja pienistä lämpölaitoksista vuodelta 2013 2014.)

Virroilla kaukolämmöllä lämmitettiin vuonna 2014 noin 800 000 m³. Samana ajanjaksona kaukolämpöasiakkaita Virroilla oli 225 kpl. Virtain kaukolämmön hinnat tammi-kuussa 2015 on esitetty alla olevassa taulukossa 7.

Taulukko 7. Kaukolämmön hinta, Virrat (Kaukolämmön hinta 1.1.2015 alkaen, 2)

	Liittymismaksu €/MWh	Energiamaksu €/MWh	Tehomaksu €/MWh
I Pientalo	3634	64,93	29,32
II Rivitalo/pieni kerrostalo	9539	64,93	14,92
III Kerrostalo	24508	64,93	9,95

6 Metsähakkeen käytön ympäristövaikutuksia

6.1 Ilmastovaikutukset ja kasvihuonekaasuneutraalius

Hiilidioksidipäästöjä syntyy eniten puun ja turpeen poltosta. Päästöjen määrä on si-doksissa polttoaineen lämpöarvoon ja hiilen määrään. (Kuusisto, Kauppi & Heikin-heimo 1996, 181.) Metsäenergia on uusiutuvaa energiaa ja ilmastopolitiikassa metsä-energiaa käsitellään kasvihuonekaasuneutraalina (Kuusinen 2008, 16). Energiapuun poltossa vapautuu hiiltä, jonka puu on sitonut kasvaessaan. Jotta energiapuun poltossa vapautuu hiiltä, on huolehdittava siitä, että metsän kasvu on vähintään saman verran kuin poistuma. Rikki-, typpi- ja raskasmetallipäästöt sekä tuhkan muodostuminen ovat pienempiä puun poltossa kuin muita kiinteitä polttoaineita poltettaessa. (Energia ja ympäristö n.d.) Virroilla kiinteistöjen lämmityksen laskennallinen ilmastovaikutus on 3 194 kg CO₂/asukas (kg CO₂=diekvivalenttikilogrammaa), kun Pirkanmaan keskiarvo on 2 796 kg CO₂/asukas. Virrat ylittää maakunnan keskiarvon. (Puuenergiaa Virroille 2014.)

6.2 Ravinnehäviöt energiapuun korjuun mukana ja huuhtouma

Kangasmailla energiapuun korjuun ravinnehäviötä vähennetään jättämällä oksakat korjaamatta kunnes neulaset ovat varisseet. Lisäksi suosituksena on, että kolmasosa hakkuutähteistä jätetään keräämättä. Näillä toimilla osa tyypestä saadaan jäämään kasvupaikalle. (Kuusinen 2008, 23.) Kuivilla kankailla ei suositella tehtäväksi energiapuun korjuuta lainkaan, koska humusta ja tyypeä poistuisi merkittävästi kasvupaikalta. (Kuusinen 2008, 27). Energiapuun korjuuta ei suositella myöskään paksuturpeilla ojitetuilla turvemaidella, joilla on yleensä puutetta fosforista, kaliumista ja boorista. Yleisesti ottaen on vielä vähän tietoa turvemaiden energiapuun korjuun vaikutuksista turvemaiden ominaisuuksiin. (Kuusinen 2008, 24.) Energiapuun käytön ja korjuun lisääntymisen myötä kasvaa tulevaisuudessa metsien lannoituksen merkitys hyvän puuntuotoskyvyn turvaamiseksi (Kuusinen 2008, 27). Ravinnehäviöiden riski kasvaa kantojen poistossa, koska maata paljastuu 1,5 kertaisesti normaaliin muokkaukseen nähden ja maa-aineksen sekä ravinteiden huuhtoutuminen vesistöihin ja pohjavesiin voi lisääntyä (Kuusinen 2011, 24).

Kantojen korjuuta tulee välttää pohjavesialueilla, jotka kuuluvat luokkiin 1 (vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue) ja 2 (vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue). Latvusmassa voidaan korjata energiapuuksi näiltäkin alueilta. Pääsääntöisesti kallioisten ja kivikkoisten kasvupaikkojen, kuivien kankaiden, karukkokankaiden ja näitä vastaavien turvemaiden osalta suositellaan sekä kantojen että latvusmassan jättämistä uudisalalle. (Äijälä, Kuusinen & Koistinen 2010, 18-19.) Myös luonnonhoolliset näkökohdat on huomioitava ja arvokkaat elinympäristöt rajataan siten, että kantoja ei nosteta kolmea metriä lähempää aluetta eikä myöskään maata muokata. Luonnonsuojelualueiden osalta noudatetaan maanomistajan ja ympäristöviranomaisen ohjeistusta. Vesien suojelemiseksi vesistöihin (vesistöt, pienvesistöt, ojat yms.) nähden jätetään riittävät suojakaistat, joilta ei kantoja kerätä. Suojavyöhyke on 5 metriä lampien, purojen, norojen ja lähteiden reunoista ja varsinaisten vesistöjen

osalta 7 metriä reunasta. Viettäville ja hienojakoisilla mailla sekä valuma-alueen ollessa suuri, vaaditaan leveämmät suojavao-tykkeit. Latvusmassa voidaan kerätä myös vesistöjen läheisyydestä ravinteiden huuhtoutumisen estämiseksi. (Äijälä, Kuusinen & Koistinen 2010, 23-25.)

6.3 Luonnonvarojen kestävä käyttö ja luonnon monimuotoisuus

Luonnonvarojen käyttö on tehtävä kestävä kehityksen periaatteiden mukaisesti. Energiapuun korjuun ympäristövaikutuksista tiedetään vielä toistaiseksi aika vähän ja ala on niin uusi, että pitkäaikaisia vaikutuksia ei ole vielä edes nähtävissä. Myös tavallisilla metsänhoitotoimenpiteillä kuten harvennukset ja metsän uudistaminen on ympäristövaikutuksia ja luonnontilaisia metsiä on käytännössä hyvin vähän. (Klemola 2011, 2.)

Avohakkuu jo itsessään vaikuttaa luonnon monimuotoisuuteen ja hakkuutähteen kerääminen ei juuri tätä muutosta lisää. Kantojen ja hakkuutähteen poisto vaikuttaa avohakkuulla voimakkaimmin sammallajistoon ja tyypeä suosivien kasvien (mm. maitohorsma, vadelma) esiintymiseen. Kantojen nostosta kärsii kasvullisesti lisääntyvä mustikka ja mustikan vähentymisellä on merkitystä myös kasvinsyöjähyönteisten menestymiseen. Kasvinsyöjähyönteiset ovat taas ravinnon lähteenä monille hyönteissyöjälinnuille metsässä. (Kuusinen 2008, 30-35).

Toisaalta karujen kasvupaikkojen kasvit kuten puolukka, kanerva, poronjäkäle ja karhunsammalet hyötyvät hakkuutähteen poistosta. Energiapuun korjuun myötä järeän lahoppuun määrä vähenee ja siitä riippuvaisia lajeja on runsaasti. Hakkuutähteen poisto vaikuttaa myös maaperäeliöstöön. Sen sijaan hakkuutähteen poistolla ei ole olennaista vaikutusta mykorritsan tai lahottajasienten esiintymiseen. Suosituksena onkin luonnon monimuotoisuuden ja ravinnetasapainon ylläpitämiseksi jättää 30 % hakkuutähteestä korjaamatta. Vanhoista kannoista ja eri puulajien kannoista tulee

jättää korjaamatta vähintään 25 kpl/ha (hienojakoisilla mailla enemmänkin). Myös energiapuun korjuun osalta jätetään arvokkaan elinympäristöt korjuun ulkopuolelle ja olemassa oleva lahopuusto säilytetään. (Kuusinen 2008, 30-35).

6.4 Pienhiukkaspäästöt

Metsähakkeen kosteus on merkittävä hiilimonoksidi-, hiilivety- ja hiukkaspäästöjä lisäävä tekijä, koska kostea hake palaa epätäydellisesti. (Energiaa metsästä n.d.) Pienhiukkaspäästöt ovat kuitenkin suurempi ongelma kotitalouksien pienpoltossa ja asia onkin viime aikoina herättänyt keskustelua. Laitoksissa palaminen on yleensä puhtaampaa, jolloin hiukkaspäästöjä on vähemmän. Palamisprosessia valvotaan laitoksissa tarkasti ja laitoksissa on myös huolehdittu tehokkaasta hiukkassuodatuksesta. Leijupetikattiloissa käytetään sähkö- tai kuitusuodatinta hiukkaserotukseen. Arinapoltossa syntyvät hiukkaset ovat isompia ja pölyerotukseen on yleensä käytetty multisyklonia, mutta myös sähkösuodatinta. (Ohlström, Tsupari & Lehtilä 2005, 47-50.)

7 Metsäenergian talousvaikutukset

Metsänomistajalle energiapuun myynti on kiistatta yksi tulon lähde ainespuun ohessa. Koko maata ajatellen metsäenergialla voidaan Suomessa korvata merkittävä osa tuontien energiaa, joka on myös enimmäkseen fossiilista energiaa. (Energiapuun myynti voi antaa metsänomistajalle lisätuloja 2014.) Metsäenergian tuotanto ja käyttö on työllistävää ja edellyttää metsäteknologiateollisuuden kehittämistä jatkossakin. (Lindroos, Soimakallio, Savolainen ym 2012, 56). Työ- ja elinkeinoministeriön arvioiden mukaan yhden (1) metsähakkeella tuotetun terawattitunnin (TWh) työllisyysvaikutus olisi voimalaitoksilla noin 200 ja lämpölaitoksilla noin 250 henkilötyövuotta. Merkittävin työllisyysvaikutus on korjuussa ja kuljetuksessa. Vuonna 2010

metsähakkeen käytön työllisyysvaikutus Pirkanmaalla oli noin 230 henkilötyövuotta (htv) ja ennusteen mukaan vuoteen 2020 mennessä työllisyysvaikutus olisi noin 314 htv. (Maunula 2011, 25-26.)

Metsäenergian tuotannossa ja käytössä yksi työpaikka kertautuu noin 1,4-1,5 työpaikkana muilla sektoreilla ja vastaavasti yhden tuloeuron voidaan katsoa kaksinkertaistuvan tulo- ja tuotosvaikutuksia arvioitaessa. Esimerkiksi Metsäntutkimuslaitos on esittänyt arvion metsäenergian hankinnassa tarvittavan konekaluston tarpeen lähes tuplaantuvan vuodesta 2010 vuoteen 2025, joten koneteollisuus hyötyy myös metsähakkeen käytön lisääntymisestä. Erilaiset investoinnit mm. uusiin laitoksiin ja lämpökeskuksiin sekä lämpöyrittäjyys tulevat lisääntymään. (Kuusinen 2008, 42-45.)

Bioenergiateollisuus ry:n skenaarion mukaan bioenergia-alan välillisiä ja välittömiä työpaikkoja (ilman rakennusvaihetta) on mahdollista lisätä vuoteen 2030 mennessä jopa 15 000 työpaikalla. Näistä suurin osa liittyy puuenergiaan ja teknologiaan. Metsäenergian ja turpeen käytön lisääminen työllistävät myös alueilla, joilla työpaikkoja on muuten vähän. Lisäksi arvioidaan Suomeen syntyvän 4,5 miljardin investoinnit. Koko kansantaloutta ajatellen metsäenergian ja muun kotimaisen energian käytöllä voidaan vähentää tuontien käyttöä nykyisestä noin 7 miljardista eurosta vuoteen 2030 mennessä 4 miljardiin euroon. (Puolet suomalaista n.d., 6-11.)

Paikallisesta polttoaineesta, metsähakkeesta, tuotettu energia jättää siitä saatavan taloudellisen hyödyn omaan maakuntaan (Maunula 2011, 27). Virrat haluaa viedä ajatuksen vielä pidemmälle – energiapuu korjataan Virtain alueelta ja toimitetaan omalle lämpölaitokselle ja myydään kaukolämpönä asiakkaille. Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkka on arvioinut, että energiapuuon hankinta työllistää ympärivuotisesti noin 1,5 korjuuketjua. Haketta toimitetaan Virtain lämpölaitoksen lisäksi myös mm. Oriveden aluelämmölle, Naistenlahden voimalaitokselle ja useille pienille lämpöyrit-

täjille. (Kaleva 2014.) Pohjois-Pirkanmaa on nimenomaan aluetta, jolla muutoin työpaikat vähenevät ja biotalous voisi olla tulevaisuudessa tuoda lisää työpaikkoja ja investointeja.

Turpeen nostolla nähdään myös olevan merkitystä Virtain aluetalouteen. Turve on hakkeen ohella toinen käytettävissä oleva kotimainen energian lähde, mutta turve on toistaiseksi luokiteltu fossiiliseksi polttoaineeksi. BioVirrat–seminaarissa 15.4.2014 paikallinen turveyrittäjä Matti Koivisto toi esille turvetuottajan näkemyksen kotimaisen energian tuotantoon ja käyttöön. Turpeen nostolupien saaminen on hidasta ja erittäin epävarmaa. Useissa laitoksissa poltetaankin helpommin saatavaa tuontienergiaa eli kivihiiltä. Virroilla on geologian tutkimuskeskuksen tutkimia soita, joista suojelussa on 1/3 ja tuotannossa on noin 700 hehtaaria. Näissä on mukana paljon vanhoja alueita, joilta ei voi tehdä esim. kuiviketurvetta. Myös palaturve tehdään pintaturpeesta eli uusia turpeennostoalueita tarvitaan paikallisesti. Turvetuotantoalueille olisi myös jälkikäyttöä eli vanhoista nostoalueista voitaisiin tehdä peltoa, metsää, lintukosteikkoa, soistaa uudelleen soistumaan jne. Turpeennoston ympäristövaikutuksia voidaan nykyisellä tietämyksellä ja teknologialla hyvin ehkäistä. Toisaalta turvetuotannon kehittämiseksi ei nykyisin järjestetä edes minkäänlaista koulutusta. (Koivisto 2014.)

8 Case Killinkoski

8.1 Kiinteistökartoitukset

Pirkanmaan Metsäkeskuksen kartoittaessa Virtain öljylämmitteisiä kiinteistöjä keväällä 2014, nousi Killinkosken keskustan alue esille potentiaalisena aluelämpöverkon rakentamiskohteena. Kartoituksen pohjalla käytettiin Biometalli-hankkeen keräämiä tietoja vuodelta 2010. Virtain kaupungilla on merkittävä kiinteistökanta Killinkoskella

ja näiden kohteiden lämmitys on tällä hetkellä öljyllä. Killinkoskella on myös öljylämmitteisiä teollisuus- ja asuinkiinteistöjä. BioVirrat–seminaarin yhteydessä oli jo tiedossa, että Killinkosken isoimpien kiinteistöjen lämmitykseen (sisältäen veden lämmityksen) kuluu öljyä 267 000 litraa vuodessa eli noin 238 500 euroa (Hiitelä 2014). Kiinteistöjen haltijoiden kanssa käytyjen keskusteluiden pohjalta oli selvää, että jokainen haluaa löytää ennen kaikkea edullisemman lämmitysratkaisun. Virtain kaupunki halusi myös jatkaa BioVirrat-strategian toteutusta Virtain kyliin.

Biometalli-hankkeen korttien tietoja oli syytä tarkistaa vastaamaan todellista tilannetta ja samalla oli mahdollisuus keskustella kiinteistöjen omistajien kanssa vaihtoehtoista ja kiinnostuksesta liittyä aluelämpöverkkoon. Kiinteistökartoitukseen otettiin alustavasti mukaan isot kiinteistöt. Näiden kiinteistöjen lämmön käyttö edusti jo riittävää kokoluokkaa, jotta aluelämpöverkko olisi kannattava. Kiinteistöjen omistajat haastateltiin maaliskuun 2014 aikana.

Killinkosken koulu on Virtain kaupungin tilapalveluiden hallinnassa oleva kiinteistö. Virtain kaupungin omistuksessa on myös Killinpolun kerrostalo. Koulun lämmitykseen kuluu 55 000 litraa öljyä ja Killinpolun lämmitykseen 20 000-25 000 litraa. Killinkosken koulun ja Killinpolun kiinteistöt ovat kuviossa 9.



Kuvio 9. Killinpolku ja Killinkosken koulu

Seinäjoen Selkäkeskus omistaa kaksi kerrostaloa Killinkoskella (kuvio 10). Lisäksi Killinkiven ja Ollinkiven lämpökeskus oli mitoitettu siten, että sen kautta lämmitetään

Ainala-rivitalot. Yhteensä öljyä näiden kiinteistöjen lämmittämiseen kuluu 55 000-65 000 litraa vuodessa. Killinkiven ja Ollinkiven kerrostalojen lämmitysvaihtoehdoksi oli jo kaavailtu maalämpöä.



Kuvio 10. Killinkivi/Ollinkivi ja Ainala

Virtain Osuuspankin omistuksessa Killinkoskella oli liikekiinteistö (kuvio 11) ja sen takana oleva muutaman asunnon rivitalo. Lämmitykseen näissä kiinteistöissä on kuluu öljyä noin 17 000 litraa vuodessa.



Kuvio 11. Osuuspankin liikekiinteistö Killinkoskella

Vanhan Inkan kiinteistö on merkittävä kulttuurihistoriallinen kohde Killinkoskella, joka on Virtain kaupungin tilapalvelun hallinnassa. Samalla alueella toimii myös Inkan tehdaskiinteistö, jonka omistaa Suominen Oyj. Inkan tehtaalla lämpimän veden kulutus on suurta. Vanha Inka ja Inka ovat samassa lämmitysjärjestelmässä ja öljyä kuluu

130 000 -150 000 litraa vuodessa. Inkan teollisuuskiinteistön osalta on myös vakavasti harkittu lämmitysjärjestelmän muuttamista. Vanhan Inkan ja Inkan kiinteistöt ovat kuviossa 12.



Kuvio 12. Vanha Inka ja Inka

Lisäksi Killinkoskella on muita yksityisessä omistuksessa olevia kiinteistöjä (kuvio 13), jotka sijoittuisivat järkevästi suunnitellun runkolinjan varrelle ja voisivat olla potentiaalisia liittymiä. Näiden kiinteistöjen kartoitus oli järkevämpää jättää myöhempään vaiheeseen, kunhan ensin aluelämpöverkon mahdollisuus ensin varmistettaisiin.

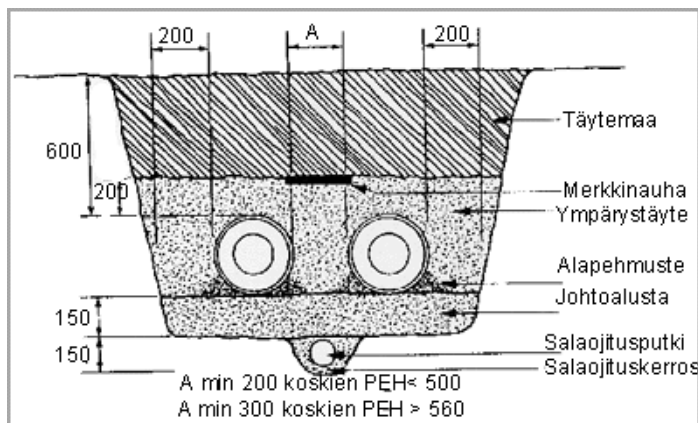


Kuvio 13. Killinkosken keskustan muuta kiinteistökantaa

Kiinteistökartoituksen yhteydessä arvioitiin myös nykyisten teknisten tilojen riittävyyttä ja pääosin teknisistä tiloista löytyy paikka tarvittavalle tekniikalle ilman nykyisten laitteistojen purkua. Nykyisiä laitteita voisi osin käyttää jopa varajärjestelmänä.

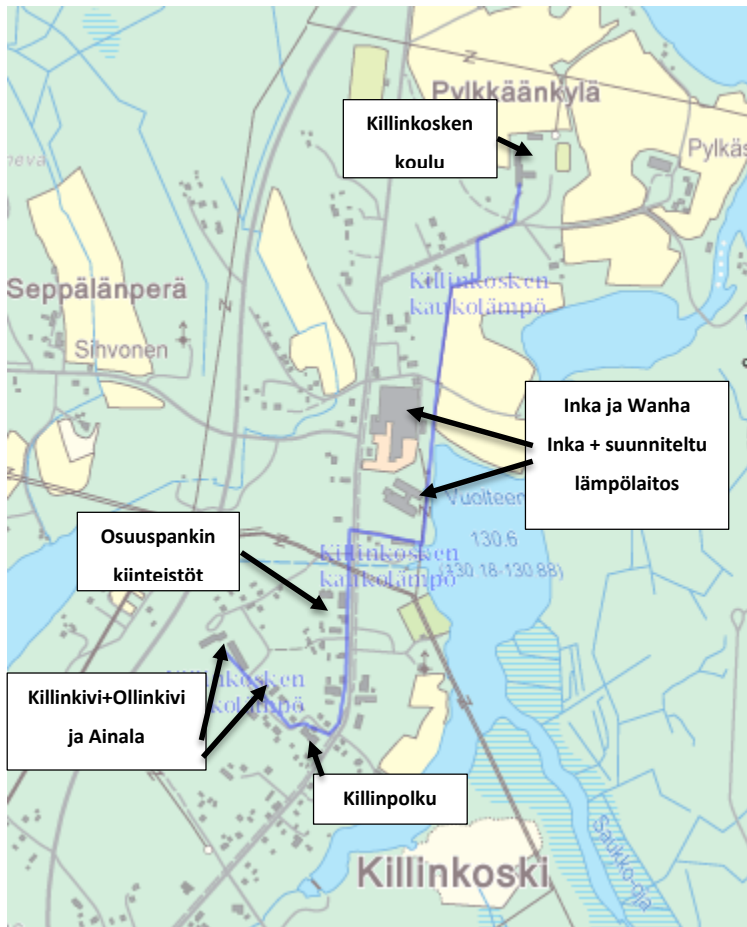
8.2 Runkolinjan suunnittelu ja alustavia laskelmia

Killinkosken aluelämpöverkon runkolinjan ja varsinaisen laitoksen sijoitteluun vaikuttivat käyttäjien sijoittuminen verkon varrelle, helppojen liikenneyhteyksien järjestäminen hakekuljetuksia ajatellen ja riittävästi myös tilaa laitoksen yhteyteen. Tiedettiin, että Killinkosken keskustassa kallio lähellä maanpintaa. Toisaalta myös viemäri- ja vesilinjat on pystytty pystytty upottamaan. Kaukolämpöputket ovat hyvin eristettyjä eivätkä vaadi syvää kaivuuta. Kuviossa 14 on kaukolämpöputkien asennussyvydet.



Kuvio 14. Kaukolämpöputkien asennussyvyys (Kaivu ja uudelleentäyttö n.d.)

Lämpölaitoksen sijoitusta suunniteltiin Inkan alueelle useammastakin syystä. Kaupungilta löytyisi Inkan kohdalta sopiva tontti lämpölaitokselle. Inkan nykyistä järjestämää voitaisiin hyödyntää verkon varajärjestelmänä ja kulutushuippujen aikana. Myös liikennejärjestelyiden kannalta Inkan alueella oli tilaa hakerekoille ja terminaalille. Inkan kohdalle sijoitettuna laitos olisi noin puolessa välissä runkolinjaa eli Inkalta lähtisi linja Killinkosken koululle ja toiseen suuntaan Wanhalle Inkalle, Osuuspankille, Killinpolun kerrostalolle, Ainalan rivitalolle ja Killinkivi/Ollinkivi –kerrostaloille. Matkan varrelta olisi mahdollista liittää muitakin kiinteistöjä aluelämpöverkkoon, mutta potentiaaliset kiinteistöt olisivat nimenomaan keskustaan suuntautuvan runkolinjan varrella. Runkolinja on merkitty sinisellä kuviossa 15.



Kuvio 15. Hahmotelma Killinkosken aluelämpöverkon runkolinjasta

Verkon pituus olisi alustavan suunnitelman mukaan noin 1700-1800 metriä. Kiinteistöjen nykyisten tietojen pohjalta kokonaistehon tarve olisi 1,5 MW (Hiitelä 2014).

Tiukasta kuntataloudesta johtuen Virtain kaupunki ei voinut lähteä verkkoa rakentamaan vaan tavoite oli löytää heti alusta alkaen lämpöyrittäjä, joka sekä rakennuttaisi laitoksen ja verkon että vastaisi sen toiminnasta. Pirkanmaan Metsäkeskuksella oli valmiit laskentapohjat (taulukko 8), joiden avulla saatiin karkea hinta niin investoinnille kuin kaukolämmöllekin.

Taulukko 8. Killinkosken kaukolämmön hinta (Hiitelä 2014)

Kohteen nimi: Killinkoski

KIINTEÄT KULUT, alv 0%			
	Rakennus	Laitteet	Verkosto
Suunnittelu, rakennuttaminen, valvonta, luvat	5000		
Maa- ja alue työt sekä perustukset	15 000		
Rakennukset ja piippu	180 000		
Biokattila ja polttoaineen syöttölaitteet varusteineen		300 000	
Öljykattila varusteineen			
Liityntä vanhaan järjestelmään		10 000	
Lämpöpumput ja lämmönsiirtolaitteet	180 €/m	1 700 m	306 000
Investoinnit yhteensä	200 000 €	310 000 €	306 000 €
816 000 €			
	Rakennus	Laitteet	Verkosto
Takaisinmaksuaika	10 v	10 v	30 v
Korkokanta	5 %	5 %	5 %
Investointituki	15 %	15 %	
Jäännösarvo			
Korjaus ja huolto	0,5 %	2,0 %	0,2 %
(Lask.muutt.kuluihin)			
Tasaerämaksu (=pääomakulut)		6 337 €/kk	76 046 €/a
Hallintokulut, vakuutus			5 000 €/a
Vuokrat, kuukausipalkat ja -päivystysmaksut			
Kiinteät kulut yhteensä		6 754 €/kk	81 046 €/a
			33,8 €/MWh
MUUTTUVAT KULUT, alv 0%			
Myyty energia			2 400 MWh/a
Verkoston lämpöhävikki	30 W/m	1 700 m	447 MWh/a
Kiinteällä tuotettu energia	98 %		2 790 MWh/a
Öljyllä tuotettu energia	2 %		57 MWh/a
Kiinteän polttoaineen energiahinta silloissa			21,0 €/MWh
Öljyn hinta			85,0 €/MWh
Kiinteän vuosikustannus	80 %	hyötysuhteella	73 233 €/a
Öljyn vuosikustannus	85 %	hyötysuhteella	5 694 €/a
Omakäyttösähkö	1,5 €/MWh	1,9 %	4 270 €/a
Korjaus, huolto	2,7 €/MWh	1,0 %	7 812 €/a
Laitoksen hoitotyöt	8,0 €/MWh		22 774 €/a
Muut muuttuvat kulut			
Muuttuvat kulut yhteensä			113 783 €/a
			47,4 €/MWh
LÄMMÖN OMAKUSTANNUSHINTA YHTEENSÄ, alv 0%			194 829 €/a
			81,2 €/MWh

Kaukolämmön hinta voi muodostua rakennettavassa laitoksessa ja verkossa myös muulla tavalla. Hintaan vaikuttaa paljon mm. saadaanko verkkoon enemmän liittymiä ja miten investoinnin kustannukset jaetaan kiinteistöille. Investoinnin kustannukset voidaan huomioida joko liittymismaksussa, energian hinnassa tai molemmissa. Usein lämpöyrittäjä sitouttaa asiakkaan 10-15 vuodeksi kaukolämpöön.

8.3 Kilpailutus

Jotta aluelämpölaitos saataisiin kilpailutukseen, olisi suurimmat kaukolämmön käyttäjät sitoututtava. Isoimmat kuluttajat Killinkoskella olisivat Virtain kaupunki, Suomen Selkäkeskus ja Suominen Oyj (Inka). Erityisesti kaupungin mukana olosta johtuen tuli huomioon otettavaksi hankintalain säädökset. Syyskuun alusta kokoonnuttiiin Virroilla Marttisiin ja käytiin läpi niin alustavat kustannukset kuin projektin tulevat vaiheet. Osapuolten kesken päätettiin tehdä 'Sopimus hankintarenkaan perustamiseksi ja Killinkosken lämmöntuotannon kilpailutuksen käynnistämiseksi'. Sopimuksen mukaisesti kukin sitoutuisi Killinkosken hankintarenkaan jäseneksi ja päättää osaltaan olla mukana Killinkosken lämpöverkoston ja lämmöntuotannon kilpailutuksessa. Kilpailutusasiakirjojen valmistelijana toimisi Virtain kaupunki. Sopimukseen kirjattiin myös, että Killinkosken hankintarenkaan perustaminen edellyttää, että hankintarenkaaseen liittyvät edustavat vähintään 65 % aluelämpöverkon suunnitellusta kapasiteetista eli noin 1650 MWh/a. Sopimus olisi voimassa myönteiseen tai kielteiseen hankintapäätökseen saakka. Hankintarenkaasta ja lämpöverkkoinvestoinnista sekä lämmöntuottopalvelusta voi erota, mikäli hankintapäätöstä ei perustellusta syystä synny. Perusteltu syy olisi esimerkiksi, ettei lämpöä tuotettaisi uusiutuvalla energialla ja uusi ratkaisu ei olisi kokonaistaloudellisesti edullisempi kuin ko. kiinteistöjen nykyiset lämmitysjärjestelmät.

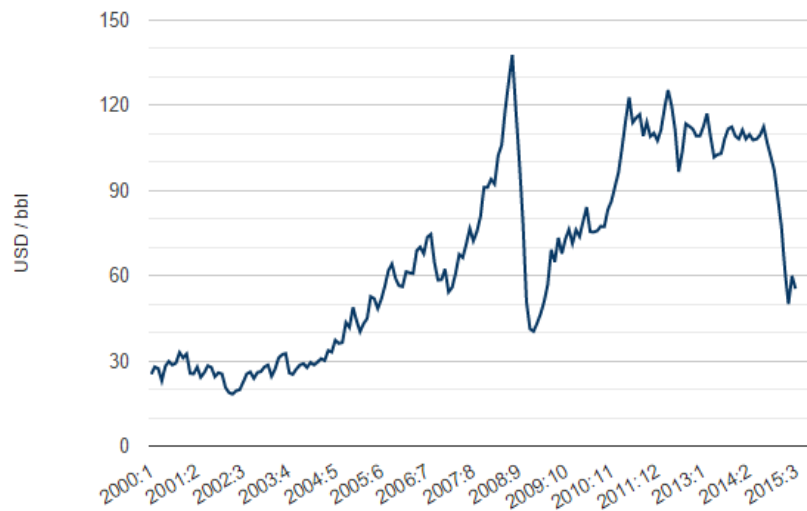
Ennen hankintarenkaan perustamista ilmeni Ainalan tarve nopeampaan ratkaisuun lämmitysjärjestelmän suhteen. Virtain kaupungin osalta hankintarenkaaseen liittymisen eteni Teknisten palveluiden lautakunnan käsittelyyn. Ensimmäisellä käsittelyllä (11.11.2014) pykälä jätettiin pöydälle lisäselvitysten saamiseksi. Toinen käsittely oli joulukuussa (16.12.2014) ja keskustelun jälkeen Teknisten palveluiden lautakunta hyväksyi esityksen:

'Teknisten palveluiden lautakunta päättää, että Virtain kaupunki päättää liittyä Killinkosken lämmönhankintarenkaaseen ja renkaan jäsenenä osallistua lämpöverkkoinvestoinnin ja lämmöntuotantopalvelun kilpailuttamiseen, sekä liittyy Killinkosken koulukiinteistö ja Vanha Inka aluelämpöverkkoon, mikäli hanke toteutuu ja löytyy lämpöyrittäjä joka investoi hankkeeseen ja sitoutuu lämmöntoimintukseen kilpailukykyiseen hintaan.'

Tämän jälkeen myös Virtain kaupungin osalta päätös oli olemassa hankintarenkaaseen ja kilpailutukseen liittymiseksi. Lopullisen sopimuksen kaukolämpöverkkoon liittymisestä kilpailutuksessa mukana olevat tahot tekevät suoraan valittavan lämpöyrittäjän kanssa.

8.4 Killinkosken hankkeen jatko

Positiivisesta tahtotilasta huolimatta Killinkosken kaukolämpölaitos ja –verkko ei edennyt kilpailutukseen asti. Tapahtui jotain, mitä kukaan ei osannut odottaa. Öljyn hintakehitys vuoden 2014 lopulla oli voimakkaasti laskeva ja jatkui vielä tammikuussa 2015. Vaikka säästöä olisi syntynyt metsähakkeen käytöllä, niin tässä vaiheessa hyöty investointi mukaan lukien oli kaventunut merkittävästi ja epävarmuus hankkeen kannattavuudesta kasvoi. Raakaöljy on edellisen kerran ollut näin alhaalla vuosien 2008 ja 2009 taitteessa (kuvio 16).



Kuvio 16. Raakaöljyn hintakehitys (Raakaöljyn hintakehitys n.d.)

Killinkosken aluelämpölaitoksen ja kaukolämpöverkon rakentamiseen saatetaan vielä palata. Todennäköistä kuitenkin on, että kukin mukana ollut taho pohtii kiinteistökohtaisia ratkaisuja. Killinkosken koulun nykyinen lämmityskattila on uusittava joka tapauksessa tulevina vuosina. Koulujen yhteyteen on tehty muuallakin Virroilla pellettipohjaisia ratkaisuja niiden helpon toteutuksen ja huoltovarmuuden vuoksi. Killinkiven ja Ollinkiven kerrostaloilla oli maalämmön suhteen jo valmiit suunnitelmat. Inkan ja Vanhan Inkan kiinteistöjen kulutus edusti varsin merkittävää osaa koko suunnitellun aluelämpölaitoksen kapasiteetista. Myös näiden kiinteistöjen lämmitysratkaisuista oli vaihtoehtoinen esitys olemassa ennen Killinkosken kaukolämpöverkon suunnittelua.

9 Yhteenveto

Killinkosken aluelämpölaitoksen esiselvittely haastatteluineen oli mielenkiintoinen kokonaisuus. Kunnan mukana olo ja myös poliittinen päätöksenteko toivat omat erityispiirteensä hankkeeseen. Hankintarenkaaseen liittyminen oli vietävä Teknisten palveluiden lautakunnan käsittelyyn. Lopulta käsittelykertoja tarvittiin kaksi. Muut hankintarenkaaseen liittyvät tahot pystyivät tekemään päätökset nopeammin. Toisaalta päätöksenteon hitaus oli myös etu. Öljyn hintakehitystä ei kukaan osannut keväällä 2014 eikä vielä alkusyksytäkään arvioida vaan yleinen ajatus oli: ”Ei öljy ainakaan halpene”. Toisin kävi ja todennäköisesti lopputulos olisi ollut sama, vaikka kilpailutus olisi ehditty tehdä. Öljyn hinta on alkuvuonna 2015 hieman noussut, mutta nousu on ollut toistaiseksi maltillista ja eri tahot ovat jopa arvioineet öljyn hinnan pysyvän alhaalla.

BioVirrat voi edelleen tehostaa Ahjolan kaukolämpölaitoksen toimintaa keskustan alueen kaukolämpöverkon laajentamiseen tähtäävillä toimilla. Metsähakkeen käyttö on jo hyvällä tasolla ja toinen kotimainen polttoaine, turve, on metsähakkeen rinnalla. Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan kanssa on löytynyt luotettava ja toimiva yhteistyömalli. Energiapuun korjuun tukipolitiikan tulevaisuus oli keväällä 2015 vielä kesken. Metsänhoitorästit heikentävät ainespuun kasvuedellytyksiä, joten mielestäni olisi tukipolitiikalla tai muilla keinoin ohjattava energiapuun korjuuta harvennuksista. BioVirrat ja Moteista Megawateiksi hankkeen Bioenergiaseminaarissa keväällä 2014 odotettiin kuiduttavan teollisuuden vähentyvän ja siitä syystä kuitupuuta ohjautuvan enemmän energiapuuksi. Nyt noin vuosi seminaarin jälkeen näyttää siltä, että kuiduttava teollisuus ei ole merkittävästi vähentymässä ja energiapuupotentiaali ilman kuitupuutakin on riittävä kattamaan metsäenergian kasvavan käytön.

Biotalous on laaja käsite, jonka alle kuuluu kaikki tuotanto, jossa hyödynnetään luonnosta saatavia uusiutuvia materiaaleja. Biotaloutta on myös näiden käyttöön liittyvä

kehitystoiminta ja teknologia. Biotalouteen kuuluvat myös ekosysteemipalvelut. Biotalous edistetään systeemistä muutosta, joka vähentää uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöä. (Biotalous on kestävä ratkaisu). BioVirrat toteuttaa ja edesauttaa tätä kehitystä. Vaikka Killinkosken aluelämpölaitos ja kaukolämpöverkko eivät nyt toteutuneet, ei se tarkoita BioVirrat-strategian hylkäämistä. Virtain kaupunki on profiloitunut luonnonläheiseksi paikkakunnaksi, jossa otetaan ympäristöarvot huomioon. Virroilla on merkittävät metsävarat ja alueella on myös turvetuotantoa. BioVirrat voi hyvin hyödyntää paikkakunnan omia energiavaroja kestävästi ja aluetaloutta kehittäen. On myös huomattava, että öljyn hintakehityksestä huolimatta kansainväliset, kansalliset ja alueelliset tavoitteet kasvihuonepäästöjen vähentämiseksi ovat edelleen olemassa. Jos on esitetty, että Suomesta voisi tulla biotalouden mallimaa, miksipä ei BioVirrat voisi olla yksi pilottikohteista ja viitoittaa esimerkillään tietä.

LÄHTEET

Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT tiedotteita. Espoo: Otamedia Oy

Bioenergia maa- ja metsätaloudessa. 2008. Maa- ja metsätalousministeriön bioenergiatyöryhmän muistio. Viitattu 28.3.2015. http://www.mmm.fi/attachments/ymparisto/5AywzSmMM/Bioenergia_maa-_ja_metsataloudessa_2008_FINAL.pdf

Bioenergiaa metsistä tutkimusohjelman välievaluointi 22.3.2010. Luettu 10.2.2014. www.metla.fi/hanke/3479/doc/3479valievaluointi.pdf

Biotalous on kestävä ratkaisu. N.d. Sitran biotaloutta käsittelevät sivut. Viitattu 11.4.2015. <http://www.sitra.fi/ekologia/biotalous>

District heating in Finland 2013. 2014. Energiategollisuus ry:n julkaisu. Viitattu 1.4.2015. http://energia.fi/sites/default/files/district_heating_in_finland_2013_web.pdf

Energiaa metsästä. n.d. Motivan bioenergiaa käsittelevät sivut. Viitattu 22.3.2015. http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_metsasta

Energia-arvo ja muuntokertoimet. N.d. Bioenergian Pikkujättiläinen. Viitattu 3.4.2015. <http://www.bioenergianeuvoja.fi/biopolttoaineet/hake/hake/>

Energia- ja ilmastokartta 2050. 2014. Parlamentaarisen energia- ja ilmastokomitean mietintö. Työ- ja elinkeinoministeriö. Edita Publishing Oy. Viitattu 22.3.2015. https://www.tem.fi/files/41174/Energia-_ja_ilmastotiekartta_2050.pdf

Energia ja ympäristö. N.d. Energiategollisuuden ympäristöä ja kestävä kehitystä sekä kaukolämpöä ja kaukojäähdytystä käsittelevät sivut. Viitattu 1.4.2015. <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto>

Energiapuun kasvatusta täsmennykset. 2010. Luettu 10.2.2014. http://www.tapio.fi/files/tapio/PDF-tiedostot/Energiapuun_kasvatusta_ML_0210.pdf

Energiapuun korjuutuki. Luettu 10.2.2014. <http://www.metsakeskus.fi/kemera-tuet-energiapuu>.

Energiapuu muuttaa turvamaiden hieskoivikoiden kasvatusta – harventaminen ei kannata. n.d. Viitattu 10.2.2015. <http://www.ammattilehti.fi/uutiset.html?4225>.

Energiapuun myynti voi antaa metsänomistajalle lisätuloja. 2014. Viitattu 7.4.2015. <http://www.puuntuottaja.com/energiapuun-myynti-voi-antaa-metsanomistajalle-lisatuloja/>

Energiavertailu. n.d. Metsäkeskuksen Halkoliiteri.com sivujen polttopuuinfo. Viitattu 23.3.2015. <http://www.halkoliiteri.com>

Faktaa lämpöyrittäjyydestä. N.d. Bioenergia-sivustojen infotietoa lämpöyrittäjyydestä. Viitattu 2.4.2015. <http://www.lampoyrittajat.fi/L%C3%A4mp%C3%B6yritt%C3%A4jyys%20faktaa>

Haapamäki, V. 2014. Virtain kaupunginjohtajan puheenvuoro Puusta energiaa –seminaarissa Tampereella. Viitattu 11.4.2014. <http://www.puuenergia.com/index.php/ai-neistopankki/muuttiedostot>

Hiitelä, J. 2014. Bioenergia-asiantuntija Moteista Megawateiksi –tiedonvälityshankeesta. BioVirrat–seminaari 15.4.2014.

Hämäläinen, J. & Makkonen, P. 2003. Leijupolttoteknologia: vihreää energiaa. Viitattu 6.4.2015. <http://koti.mbnet.fi/ppom/PDF/R.Y.pdf>

Impola, R. & Tiihonen, I. 2011. Ohjeistus terminaalien perustamiselle ja käytölle. Biopolttoaineterminaalit. Viitattu 31.3.2015. <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2011/VTT-R-08634-11.pdf>

Jalovaara, J., Aho, J. & Hietämäki, E. 2003. Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) 5-50 MW polttolaitoksissa Suomessa. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy.

Kaivuu ja uudelleentäyttö. N.d. Kaukolämpöputkien oikea asennustapa. Viitattu 10.4.2015. <http://www.arvoputki.fi/kaivuu>

Kaleva, S. 2014. Metsänhoitoyhdistys Pohjois-Pirkan korjuuesimies. BioVirrat–seminaari 15.4.2014.

Karjalainen, T. 2012. Pienimuotoisen lämmön ja sähkön yhteistuotannon tilannekatsaus – laitteet ja niiden käyttöönotto. Viitattu 1.4.2015. http://www.motiva.fi/files/7436/Pienimuotoisen_lammon_ja_sahkon_yhteistuotannon_tilannekatsaus_laitteet_ja_niiden_kayttoonotto.pdf

Kaukolämmitys. N.d. Energiateollisuuden Koti ja lämmitys –sivut. Viitattu 31.3.2015. <http://energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys>

Kaukolämmön hinta 1.1.2015 alkaen. 2015. Energiateollisuuden tilastot. Viitattu 2.4.2015. http://energia.fi/sites/default/files/hinta_010115_0.pdf

Kemera-tuen ehdot ja tukitasot heikkenemässä. n.d. Metsänhoitoyhdistys Keski-Suomen uutisia. Viitattu 23.3.2015. <http://www.mhy.fi/keski-suomi/uutinen/kemera-tuen-ehdot-ja-tukitasot-heikkenemassa>

- Klemola, K. 2011. Energiapuun ympäristövaikutukset. Viitattu 9.4.2015. http://www.kimmoklemola.fi/2014/energiapuun_ymparistovaikutukset_kimmo_klemola.pdf
- Koivisto, M. 2014. Turveyrittäjän puheenvuoro. BioVirrat–seminaari 15.4.2014.
- Kojola, S. 2013. Energiapuun rooli metsänkasvatusketjun tuotoksessa ja tuotossa. http://fibic.fi/wp-content/uploads/2013/06/x7-1371135559-EffFibre_energiapu_Soili_Kojola_13.6.2013.pdf
- Kuusinen, M. 2008. Energiapuun korjuun ympäristövaikutukset. Metlan ja Tapion julkaisuja. Viitattu 6.4.2015. <http://www.metla.fi/julkaisut/muut/2008-02-08-energiapuun-korjuu-raportti.pdf>
- Kuusinen, M. 2011. Metsäbioenergia ja ympäristö. Viitattu 7.4.2015. http://www.tapio.fi/files/tapio/Seminaariaineistot/Martti_Kuusinen_Metsäbioenergia_ja_ymparisto.pdf
- Kuusisto, E., Kauppi, L. & Heikinheimo, P. (toim.) 1996. Ilmastonmuutos ja Suomi. Yliopistopaino: Helsinki.
- Laatuhakkeen tuotanto –opas. 2010. Kehittyvä metsäenergia –hankkeen myötä laadittu opas. Vammaspaino: Sastamala.
- Leijupoltto. 2014. Motivan uusiutuvan energian sivut. Viitattu 6.4.2015. http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/bioenergian_tuotantotekniikka/polttotekniikka_kiinteille_polttoaineille/leijupoltto
- Lindroos, T., Soimakallio, S., Savolainen, I., Monni, S. & Honkatukia, J. 2012. Arvioita uusiutuvan energian lisäämisen vaikutuksista Suomen kasvihuonekaasupäästöihin ja kansantalouteen. Viitattu 7.4.2015. http://www.vtt.fi/Documents/2012_T11.pdf
- Maunula, L. 2011. Pirkanmaan puuenergiaselvitys 2011. Vammaspaino: Sastamala.
- Metsäenergia. n.d. Energiateollisuuden Energia ja ympäristö –sivusto. Viitattu 22.3.2015. <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energiahteet/metsaenergia>
- Metsälain muutosehdotuksen vaikutusten arviointi. 2012. Tapion, Metlan ja SYKEen asiantuntijoiden loppuraportti metsälain muutosten arvioinnista. Viitattu 22.3.2015. http://www.mmm.fi/attachments/metsat/newfolder/6D3KPUbAC/121220_metsalaki_vaikutusten_arviointi.pdf
- Metsähake n.d. Motivan bioenergian sivut. Viitattu 23.3.2015. http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia

Nuorten metsien integroitu aines- ja energiapuun korjuu. N.d. Itä-Suomen yliopiston Metsäenergia-infokortti. Viitattu 23.2.2015. www.forestenergy.org/open-file/158?PHPSESSID...

Ohlström, M., Tsupari, E. & Lehtilä, A. 2005. Pienhiukkaspäästöt ja niiden vähentämismahdollisuudet Suomessa. VTT:n julkaisuja. Viitattu 9.4.2015. <http://energia.fi/sites/default/files/t23001.pdf>

Ojanen, S. 2013. Kuntien toiminnoille tuli yhtiöittämisvelvoite. Viitattu 2.4.2015. <http://www.kuntatyonantajalehti.fi/fi/arkisto/2013/4/Sivut/yhtiointamisvelvoite.aspx>

Pienpuun energiaturvayritykset edelleen komission käsittelyssä – energiapuun korjuuta tuetaan v. 2014 loppuun asti kemeraan korjuutuella. Luettu 10.2.2014. http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/metsat/hankkeet_tyoryhmat/lainsaadantohankkeet_0/pienpuunenergiaturva.html

Pienpuun energiaturvayritykset edelleen komission käsittelyssä – energiapuun korjuuta tuetaan ainakin 30.6.2015 asti kemeraan korjuutuella. Maa- ja metsätalousministeriön metsätalouden tukien kokonaisuudistusta koskeva artikkeli. Viitattu 27.3.2015. http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/metsat/hankkeet_tyoryhmat/Metsataloudentukienkokonaisuudistus/pienpuun_energiaturva.html

Pirkanmaan ilmasto- ja energiastrategia. n.d. Pirkanmaan liiton aluekehitys –sivut. Viitattu 22.3.2015. http://www.pirkanmaa.fi/files/files/hallinto/julkaisut/pdf/IE-raportti_netti.pdf

Puolet suomalaista. N.d. Bioenergia ry:n esimerkinomainen skenaario. Viitattu 7.4.2015. http://www.voiceofenergy.teknologiaforum.com/wp-content/uploads/2015/03/puolet_suomalaista_skenaario_24032015.pdf

Puuenergiaa Virroille. 2014. Moteista megawateiksi -julkaisu. Pirkanmaan Metsäkeskus.

Puukauppa. 2015. Luonnonvarakeskuksen tilastot puukaupasta. Viitattu 27.3.2015. <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/puukauppa/>

Raakaöljyn hintakehitys. N.d. Öljy- ja biopolttoainealan tilastoja. Viitattu 11.4.2015. <http://www.oil.fi/fi/tilastot-1-hinnat-ja-verot/13-raakaoljyn-hintakehitys>

Rakemaa, A. 2015. Metsäkeskuksen toimintaohje vanhan Kemera-lain mukaisten hakemusten lähettämisestä. Viitattu 23.3.2015. <http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/ohje-energiapuun-korjuutuen-maaraajoista.pdf>

Rantala, S. 2005. Metsäkoulu. Metsäkustannus: Hämeenlinna.

- Rusanen, A. 2013. Energiapuun hankinta ja terminaalijärjestelmät – esimerkkinä Hatulan Merven alue. Hämeen uusiutuvan energian tulevaisuus –hankkeen julkaisu. Viitattu 31.3.2015. https://etela-suomi.proagria.fi/sites/default/files/attachment/energiapuun_logistiikka_ja_terminaalit_-_merven_bioenergiakeskus.pdf
- Sirén, M. 2009. Energiapuun kasvatusta osana ainespuun tuotantoa. Luettu 10.2.2014. Metsäntutkimuslaitos. www.motiva.fi.
- Sundberg, R. 2014. Kaukolämpölaitoksen esittely. BioVirrat–seminaari 15.4.2014.
- Terminologiaa. n.d. Uusiutuvan energian markkinapaikka bioenergiapörssi. Viitattu 22.3.2015. <http://www.bioenergiaporssi.fi/k%C3%A4sitteet-ja-laskurit/terminologiaa>
- Tietoa pienistä lämpölaitoksista vuodelta 2013. 2014. Kuntaliiton kyselytutkimuksen tuloksia Energiateollisuus ry:hyn kuulumattomista lämpölaitoksista. 3.4.2015. <http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/yty/energia/energiahuolto/pienet-lampolaitokset/Documents/Tietoja%20pienist%C3%A4mp%C3%B6laitoksista%20v%202013.pdf>
- Tilasto: Energian hinnat. 2015. Energian hintoja lämmöntuotannossa joulukuussa 2014. Viitattu 3.4.2015. http://www.stat.fi/til/ehi/2014/04/ehi_2014_04_2015-03-19_tau_002_fi.html
- Torvelainen, J. 2015. Energiapuun hinnat nousivat loppuvuonna 2014 vaikka kauppa hidastui. Luonnonvarakeskuksen tilastojulkistus 17.3.2015. Viitattu 25.3.2015. <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/puukauppa/energiapuu/2014/4/>
- Tuohiniitty, H. 2014. Nuorten harvennuskasvatusten tukimuodot. Lämpöyrittäjäpäivät 2014 Seinäjoella. Viitattu 27.3.2015. http://motiva.fi/files/9415/07_Tuohiniitty_Bioenergiary.pdf
- Volyymillä tehoa terminaaleihin. N.d. ForestEnergy2020 uutiskirje. Viitattu 31.3.2015. <http://www.forestenergy2020.org/fi/uutiskirjeet/uutiskirje-3-2014b/virkunen/:icmsmode/clear>
- Äijälä, O. Kuusinen, M. & Koistinen, A. 2010. Hyvän metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen ja kasvatukseen. Viitattu 10.2.2014. http://www.tapio.fi/files/tapio/Aineistopankki/Energiapuusuositukset_verkkoon.pdf