

Harri Mannela

**VÄHÄKANKAAN KOULUN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN
SEURANTATUTKIMUS**

Opinnäytetyö 2015

**Opinnäytetyö
CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2015**

Yksikkö Ylivieska	Aika Huhtikuu 2015	Tekijä/tekijät Harri Mannela
Koulutusohjelma Sähkö- ja energiatekniikka		
Työn nimi Vähäkankaan koulun lämmitysjärjestelmän seurantatutkimus		
Työn ohjaaja DI Yrjö Muilu		Sivumäärä 33
Työelämäohjaaja Miika Oksanen		
<p>Suomessa on suuri määrä vanhoja, saneerausta odottavia koulukiinteistöjä. Eräs tärkeimmistä koulukiinteistöissä uusittavista kohteista on lämmitysjärjestelmä. Vähäkankaan koululla oli aiemmin käytössä öljylämmitys. Järjestelmä oli kuitenkin hyötysuhteeltaan huono ja tuotti paljon ylimääräisiä kustannuksia.</p> <p>Koulukiinteistön lämmitykseen on useita eri vaihtoehtoja. Lämmitystavan valinnassa tulee ottaa huomioon sen soveltuvuus kohteeseen sekä taloudelliset ja ympäristölliset tekijät. EU:n rahoittaman PEA-projektin avustamana koulun vanha öljylämmitysjärjestelmä korvattiin haketta polttavalla konttivoimalaitoksella. Laitos on vuokrattu v. 2014 mennessä kaksi kertaa eteenpäin ja nykyinen laitoksen haltija Eneroks T:mi myy laitoksen tuottamaa lämpöä Ylivieskan kaupungille koulukiinteistön lämmitykseen.</p> <p>Hakevoimalaitoksen sydän on kattila, jossa poltetusta hakeesta viedään energiaa lämminvesivaraajan kautta kiinteistön lämmitykseen. Kattilalle hake syötetään purkainten ja syöttöruuvien avulla. Liikuteltava hakekontti voidaan täyttää helposti ja yksi kontillinen kestää lämmitystarpeesta riippuen 1-2 kuukautta.</p> <p>Vanhan öljylämmityksen korvaaminen uudella tekniikalla kannattaa aina. Laskelmien sekä laitoksen toimintakertomuksen perusteella voidaan todeta, että hakevoimala on ympäristöystävällisyytensä sekä hintansa puolesta ollut oivallinen vaihtoehto öljylämmitykselle. Laskelmien perusteella laitoksen takaisinmaksuaika osoittautui kilpailukykyiseksi myös siinä tilanteessa, että investoinnit olisi tehty ilman EU-tukea. Varajärjestelmänä käytettävä vanha öljykattila tuottaa kuitenkin jonkin verran kustannuksia sekä turhia päästöjä ja sen korvaaminen olisi suotavaa.</p>		

Asiasanat

hake, koulu, seurantatutkimus, taloudellisuus, öljylämmitys

Unit Ylivieska	Date April 2015	Author/s Harri Mannela
Degree programme Electrical engineering		
Name of thesis Follow-up research of Vähäkangas school heating system		
Instructor M.Sc. Yrjö Muilu		Pages 33
Supervisor Miika Oksanen		
<p>In Finland there is a large amount of old school buildings waiting for renewal. One of the most important parts to be upgraded is the heating system. Vähäkangas school had an oil heating system that used a lot of energy and therefore caused a lot of extra expenses.</p> <p>There are many options for heating school buildings. When choosing the right heating, one must consider its suitability for the target and its economic and environmental aspects. EU-funded PEA-project helped in replacing the old oil heating system with a mobile container power plant that uses woodchip as fuel for heating. The power plant has been rented forwards twice until 2014 and the current holder of the power plant, Eneroks T:mi, sells heat to the city of Ylivieska for heating the school.</p> <p>The heart of the woodchip power plant is the boiler which transfers the heat from burned woodchip into the building via a hot water accumulator. Woodchips are brought from the container to the boiler via hydraulic pistons and screws. The mobile container can be refilled easily and one refill lasts up to 2 months depending on consumption.</p> <p>Replacing an old oil heating system with new technology has always benefits. Considering the economic calculations and annual reports, the woodchip power plant has proven itself both economically and environmentally a profitable and suitable heating option. Calculations proved the power plant to have a competitive payback time even without the EU-funding. The old oil boiler is still used as a backup heating device and that causes some expenses and emissions that could be avoided by replacing it.</p>		

Key words economic efficiency, follow-up research, oil heating system, school, woodchip

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 KOULUKIINTEISTÖN LÄMMITYSVAIHTOEHDOT	2
2.1 Öljylämmitys	2
2.2 Suora sähkölämmitys	3
2.3 Kaukolämpö	3
2.4 Maalämpö	4
2.5 Hakelämmitys	5
2.6 Yhdistelmät	5
2.7 Vertailu	6
3 HAKE POLTTOAINEENA	8
3.1 Yleistä	8
3.2 Varastointi	8
3.3 Energiasisältö	9
3.4 Laatu	10
4 VÄHÄKANKAAN LÄMPÖLAITOS	12
4.1 Laitteiston kuvaus	12
4.1.1 Rakennus	12
4.1.2 Purkaimet	13
4.1.3 Kattila	14
4.1.4 Lämminvesivaraaja	15
4.1.5 Etäkäyttö	16
4.2 Laitteiston toiminta	17
4.3 Palamisprosessi	17
5 LAITOKSEN TOIMINTAKERTOMUS	20

5.1 Suunnittelu ja rakennus	20
5.2 Kulutus	20
5.3 Hyötysuhde	23
5.4 Huolto	24
6 KUSTANNUSLASKELMAT	25
6.1 Vanhan öljylaitteiston kustannukset	25
6.2 Hakelämpölaitoksen investointikulut	25
6.3 Hakelämmityksen käyttökulut	26
6.4 Lämmön myynti	27
6.5 Takaisinmaksuaika	27
YHTEENVETO	30
LÄHTEET	32

1 JOHDANTO

Suomessa on suuri määrä vanhoja, saneerausta odottavia koulukiinteistöjä. Eräs tärkeimmistä koulukiinteistöissä uudistettavista kohteista on lämmitysjärjestelmä. Usein kouluissa on käytössä vanhentunutta ja huonokuntoista tekniikkaa. Eräs näistä kohteista oli Vähäkankaan koulu Ylivieskassa. Vähäkankaan koululle rakennettiin vuonna 2012 lämmitysjärjestelmän muutostyönä hakelämpölaite. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on arvioida seuranta tutkimuksen tavoin laitoksen toteutunutta toimintaa pääasiallisesti taloudellisesta näkökulmasta. Opinnäytetyössä käydään läpi laitoksen toimintaperiaate sekä sen historiaa, mutta pääpaino on vuoden 2014 kustannuslaskemissa.

Vähäkankaan koululla oli aiemmin käytössä öljylämmitys. Öljykattiloissa oli kuitenkin huono hyötysuhde eli ne kuluttivat paljon öljyä suhteessa hyödynnettäväksi saatuun lämpöön. Tämän vuoksi koulu oli oivallinen kohde PEA-projektille. PEA eli Public Energy Alternatives oli EU:n rahoittama projekti, jossa tutkittiin ja tuettiin vaihtoehtoisia tapoja tuottaa energiaa. Projektin paikallisesta toteutuksesta vastasivat yhteistyössä Ylivieskan Seutukuntayhdistys ry, Ylivieskan kaupunki sekä Centria Tutkimus ja Kehitys.

Eri lämmitysmuotojen vertailemisen ja tutkimuksen jälkeen päädyttiin hakelämpöön. Opinnäytetyössä lasketaan hakelaitoksen toteutuneet kustannukset kokonaisuudessaan vuoden 2014 osalta. Niiden perusteella voidaan päätellä kuinka hyvin v. 2012 tehdyt ennusteet ovat pitäneet paikkaansa. Talouslaskelmien ja laitteiston toimintakertomuksen perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä siitä onko hanke ollut kannattava ja tarkoituksenmukainen niin taloudellisilta kustannuksiltaan kuin tekniseltä toiminnaltaankin.

Paikallinen energiantuotanto ja uusiutuvat energiamuodot ovat ympäristökysymysten ja tekniikan kehittymisen vuoksi kasvava trendi. Laitoksia ei tule kuitenkaan rakentaa pelkästään ympäristötekijöihin katsoen, vaan taloudellinen kannattavuus tulee myös ottaa huomioon lämmitysmuotoja valittaessa. Laitteiston toiminta-astetta voidaan suoraan verrata taloudelliseen kannattavuuteen, koska mikäli laitos toimii huonolla hyötysuhteella tai ei ole muutoin tarkoituksenmukainen, se näkyy heti hinnassa. Taloudelliseen kannattavuuteen vaikuttavat opinnäytetyössä laskettujen konkreettisten kustannusten lisäksi epäsuorasti myös projektin työllistävä vaikutus sekä pidemmässä juoksussa tekniikan kehittyminen. Jokainen laitos on energiantuotannon lisäksi potentiaalinen tutkimuskohde, josta tietoa keräämällä ja analysoimalla voidaan toimintaa tehostaa ja sitä kautta kehittää tekniikkaa eteenpäin.

2 KOULUKIINTEISTÖN LÄMMITYSVAIHTOEHDOT

Vähäkankaan koulun kaltaisen koulukiinteistön lämmittämiseen on olemassa useita eri vaihtoehtoja. Peruslämmityksenä voidaan käyttää öljylämmitystä, suoraa sähkölämmitystä, kaukolämpöä, lämpöpumppua tai hake- tai pellettilämmitystä. Näiden lisäksi lämmitysjärjestelmään voidaan yhdistää pienempiä laitteita, kuten aurinkopaneeleita, tulisijoja tai ilmalämpöpumppu. Tällöin puhutaan hybridijärjestelmästä. (Ölly- ja Biopolttoaineala ry 2013)

Lämmitysjärjestelmän suunnittelussa tulee ottaa huomioon vaadittava teho, käytännöllisyys sekä hinta ja takaisinmaksuaika. Taloudellisiin näkökantoihin tulee ottaa huomioon mahdolliset valtion- tai EU-tuet sekä pidemmällä tähtäimellä lämmitysmuodon työllistävä vaikutus. Lämmitysjärjestelmän ympäristöystävällisyys on myös valintaan vaikuttava tekijä. (Motiva 2013)

Lämmitysjärjestelmän takaisinmaksuaikaa laskettaessa tulee ottaa huomioon sekä investointi- että käyttökustannukset. Ääriesimerkkeinä voidaan vertailla suoraa sähkölämmitystä ja maalämpöpumppua. Suora sähkölämmitys ei vaadi juurikaan investointikuluja, mutta energian hinta nostaa takaisinmaksuaikaa. Maalämpöpumpun investointikulut ovat puolestaan suuret, mutta vastineena se tuottaa halpaa energiaa. (Motiva 2013)

2.1 ÖLJYLÄMMITYS

Öljylämmitys on perinteinen lämmitysmuoto. Polttoaineena käytetään yleensä lämmitysöljyä eli kevyttä polttoöljyä. Öljylämmityksen taloudellisuuteen vaikuttaa raakaöljyn hinnan lisäksi Suomessa myös polttoainevero. Kehitteillä on kuitenkin polttonesteitä, joissa osa polttoaineesta on biopohjaista. Kevyen polttoöljyn energiasisältö on noin 10 kWh / litra. (Motiva 2011)

Lämmitysjärjestelmään kuuluu öljykattila, öljypoltin, öljysäiliö sekä erilaisia säätö- ja painelaitteita. Öljylämmitysjärjestelmän tuottaa energiaa sekä huonetilojen että käyttöveden lämmitykseen. Huoneisiin jaetaan lämpöä vesikiertoisella lämmönjakojärjestelmällä. Vanhat öljykattilat ovat usein huonon hyötysuhteen takia energiasyöppöjä, mutta nykyaikaisten

öljykattiloiden hyötysuhde on jopa 90 – 95 % ja palaminen on erittäin puhdasta. (Motiva 2011)

2.2 SUORA SÄHKÖLÄMMITYS

Suora sähkölämmitys perustuu sähkövastuksilla varusteltuun varaajaan tai sähkökattilaan. Tyypillinen sähkövaraaja on 1-2 m³ ja sen avulla tuotetaan sekä käyttöveden että tilojen lämmitykseen tarvittava energia. Varaajaa lämmitetään suurimmaksi osaksi yösähköllä. (Motiva 2011)

Sähkökattila tuottaa taloon jatkuvasti lämmitysenergiaa sähkövastusten avulla. Syntynyt lämpö jaetaan huonetiloihin esimerkiksi lattialämmityksen tai muun vesikiertoisen lämmönjakojärjestelmän avulla. Sähkökattilaa ei yleensä varata yösähköllä, mutta järjestelmään voidaan liittää myös varaaja. Käyttöveden lämmitykseen käytetään erillistä käyttövesivaraajaa. Sähkökattila soveltuu parhaiten pieneköihin omakotitaloihin tai muuhun pienimuotoiseen lämmitykseen. (Motiva 2011)

Suoran sähkölämmityksen etuna on halpa hankintahinta yhdistettynä vesikiertoiseen lämmönjakojärjestelmään. Haittapuolena on muita lämmitysmuotoja kalliimpi energia. (Motiva 2011)

2.3 KAUKOLÄMPÖ

Kaukolämpö on Suomen yleisin lämmitysmuoto. Suomessa on ollut kaukolämpöä aina 1950-luvun alusta lähtien. Kaukolämmön polttoaineita ovat kivihiili, turve, maakaasu sekä enenevässä määrin puu, biokaasu ja muut uusiutuvat energiamuodot. Noin kolmeneljäsosaa kaukolämmöstä saadaan CHP-laitoksista teollisuuden jätelämpönä. (Motiva 2014)

Kaukolämpö siirretään asiakkaalle kaukolämpöverkossa kiertävän kuumen veden avulla. Kaukolämpövesi ei itsessään kierrä talojen lämmitys- ja käyttövesiverkoissa, vaan energian siirto asiakkaan lämmitys- ja lämpimän käyttöveden verkkoon tapahtuu asiakkaan lämmönvaihtimen välityksellä. Kaukolämmitys on sitä taloudellisempaa mitä tiheämmin rakennettu alue on ja mitä isompia rakennukset ovat. (Motiva 2014)

2.4 MAALÄMPÖ

Maalämpöpumppu kerää maaperään, kallioon tai veteen varastoitunutta auringon lämpöä. Syvemmältä lämpökaivosta lämpöä saadaan lämpimistä pohjavesivirtauksista sekä maapallon ytimeistä kallioon johtuvasta fissionenergiasta. Maalämpöpumpun kompressori tarvitsee toimiakseen sähköä. Maalämpöpumpun tuottamasta lämmöstä noin 1/3 on tuotettu sähköllä ja noin 2/3 on maaperästä otettua uusiutuvaa energiaa. (Motiva 2014)

Maalämpöpumpun investointikustannukset ovat melko suuret, mutta käyttökustannukset ovat edulliset. Investointikustannukset nousevat talon sekä lämmitystarpeen koon mukaan. Myös saneerauskohteiden investointi on suurempi kuin uudistalojen kohdalla. (Motiva 2014)

Maalämpö voidaan mitoittaa joko osatehoiseksi tai täysitehoiseksi. Täysitehoinen maalämpöpumppu tuottaa lämmitys- ja käyttöveden kompressorinsa avulla laskennallisesti ilman sähkövastuksia vuoden ympäri. Täysitehoisen maalämpöpumpun etuna on energiankulutukseltaan taloudellisin mitoitus tapa sekä pienempi sulakekoko. (Motiva 2014)

Osatehomitoituksessa maalämpöpumppu mitoitetaan yleensä noin 60-80 prosenttiin verrattuna laskennalliseen huipputehontarpeeseen, jolla tuotetaan laskennallisesti noin 95-99 prosenttia vuotuisesta energiantarpeesta. Loput tuotetaan maalämpöpumpun vara-/lisälämmitysvastuksella. Osatehomitoituksen etuna on pidempi kompressorin kestoikä sekä yleensä hieman nopeampi investoinnin takaisinmaksuaika. Haittapuolena on muun muassa suurempi huipputehontarve sähköverkosta. (Motiva 2014)

2.5 HAKELÄMMITYS

Hakelämmitys perustuu hakekattilaan, joka tuottaa lämpöä yleensä vesikiertoiseen patteriin tai lattialämmitysverkkoon. Kattilan tuottama lämpö voidaan myös varastoida lämminvesivaraajaan ja varaajan kautta vesikiertojärjestelmään. Hake syötetään välivarastosta kattilalle purkainten avulla tai pienempimuotoisissa kattiloissa manuaalisesti käsin. (Motiva 2011)

Hakelämmitys vaatii hakkeen varastointi- sekä kuljetusjärjestelmän. Polttoaine voidaan haketta myös suoraan lämmityspaikalla. Hakelämmityksessä tulee ottaa huomioon kattilalle sopiva hakkeen kosteus sekä palakoko. (Biomass)

Hakelämmitys on hinnaltaan edullinen, mutta vaatii hieman muita lämmitysmuotoja enemmän työtä. Työn määrä korostuu varsinkin pienjärjestelmissä, joihin käytettävä hake täytyy syöttää käsin. Hake on myös ympäristöystävällinen energiamuoto, sillä puupolttoaineen käytössä ei synny hiilidioksidi- eikä rikkipäästöjä. Hiukkaspäästöjen minimoinnin kannalta kattilan säätö ja huolto on kuitenkin tärkeää. (Motiva 2011)

2.6 YHDISTELMÄT

Yhdistelmä- eli hybridilämmityksestä puhutaan silloin, kun käytössä on samanaikaisesti useampia eri energianlähteitä. Vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään voidaan liittää öljyn tai sähkön lisäksi esimerkiksi aurinkopaneeleita, puulämmitystä tai lämpöpumppuja. Esimerkiksi saneerauskohteessa voidaan uusia vanha öljylämmitys ja liittää siihen aurinkokeräimiä tai ilma-vesilämpöpumppu. Eri vuodenaikoina yhdistelmän lämmitysmuodoista käytetään siihen aikaan edullisinta vaihtoehtoa. (Öljy- ja Biopolttoaineala ry 2013)

2.7 VERTAILU

Vähäkankaan koulun lämmitysjärjestelmän muutoksen suunnitteluvaiheessa on tehty vertailu eri lämmitysmuotojen vuosittaisista kustannuksista. Taulukon perusteella vanhan öljylämmitysjärjestelmän käytön jatkaminen ei ollut taloudellisesti perusteltua ja vaihtoehtoista hakelämmitys osoittautui kyseiseen kohteeseen edullisimmaksi. Kallein vaihtoehto olisi ollut suora sähkölämmitys, joka olisi tullut olemassa ollutta öljylämmitysjärjestelmääkin kalliimmaksi.

TAULUKKO 1. Eri lämmitysmuotojen kustannusvertailu (Miika Oksanen 2012)

	Öljy	Hake	Maalämpö	Pelletti 62m3	Suora sähkö	Lämpörit- täjä
Määrä / vuosi*	26 100 l	326 m3	87 000 kW/h	49 245 kg	261 000 kW/h	261 MW/h
yksikköhinta	1,033 €	20 €	0,125 €	250 €	0,125 €	60 €
Energiakustannus /vuosi	26 961 €	6 525 €	10 875 €	12 311 €	32 625 €	15 660 €
Laitekustannukset	0 €	65 000 €	250 000 €	40 000 €	15 000 €	20 000 €
Laitekustannukset / käyttövuosi**	0 €	2 600 €	10 000 €	1 600 €	600 €	800 €
Huoltotyötunnit		29,0	5,8	21,9	1,1	0,0
Huoltotyön hinta	783 €	1 305 €	261 €	985 €	50 €	0 €
Varaosat	500 €	1 000 €	1 000 €	200 €	50 €	0 €
Kokonaiskustan- nus / vuosi	28 244 €	11 430 €	22 136 €	15 096 €	33 325 €	16 460 €
Vuosittainen säästö, kun öljylämmitys korvataan				Euroa / vuosi		
Hakkeella				16 814		
Maalämmöllä				6 108		
Pellettilämmityksellä				13 148		
Suoralla sähkölämmityksellä***				-5 081		
Lämpörittäjällä				11 784		

*Laitteiston vuosikulutus on 261 000 kW/h

**Laitteiston oletettu käyttöikä on 25 vuotta, joten investointihinta/vuosi = investointihinta/25

***Suora sähkölämmitys tulisi kalliimmaksi kuin käytössä ollut öljylämmitys

3 HAKE POLTTOAINEENA

3.1 Yleistä

Metsähaketta käytetään polttoaineena lämpövoimalaitoksissa tai biodieselin valmistukseen. Hake valmistetaan energiapuusta eli myöhempään puunjalostukseen kelpaamattomasta puusta. Tämän vuoksi se on erinomainen polttoaine sekä saatavuutensa että ekologisuutensa puolesta. Haketta valmistetaan erityisillä metsäkone- tai traktorihakkureilla, jotka pilkkovat puun määrättyyn kokoon. Puuta voidaan hakettaa puun keräyspaikalla, varastoinnin yhteydessä tai hakkeen loppukäyttöpaikassa. Helpoin vaihtoehto hakelämmityksen näkökulmasta on ostaa valmis hake kuormittain, jolloin sitä on voitu esimerkiksi kuivata hakettamisen jälkeen. (Metsäkeskus 2014; Bioenergianeuvoja 2015)

3.2 Varastointi

Hakevarasto kannattaa sijoittaa mahdollisimman lähelle lämmityskeskusta ja hakevaraston koon tulee olla riittävä. Varaston koko on vuositasolla suoraan verrannollinen kulutukseen ja haketuskertojen määrään. Pääsääntöisesti hakesiilon tulisi olla niin suuri, että sinne mahtuu puolen vuoden lämmitystarpeen verran haketta. Aina tämä ei kuitenkaan ole mahdollista ja tällöin käytetään välivarastoa, josta hake kuljetetaan siiloon. Välivaraston lattian tulisi olla joko betonia tai asfaltoitu, jotta hakkeeseen ei kulkeutuisi hiekkaa ym. epäpuhtauksia. (Bioenergianeuvoja 2015)

3.3 Energiasisältö

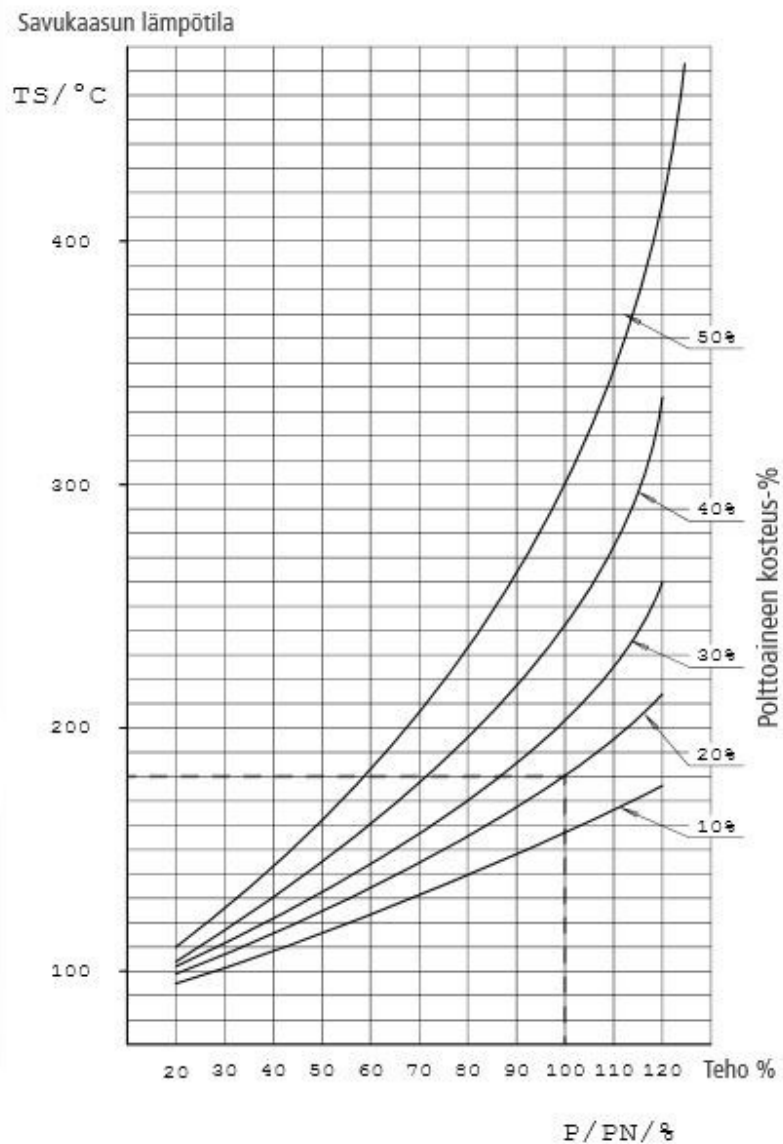
Hakkeen energiasisältö on keskimäärin 0,7 – 0,9 MWh / irtokuutiometri hakkeen kosteudesta ja laadusta riippuen. Kuiva hake tuottaa huomattavasti enemmän energiaa kuin vaikkapa kostea, vastakaadettu ja haketettu puu. Hakkeen energiasisältöä voidaan verrata muihin polttoaineisiin muuntokertoimien avulla. (Bioenergianeuvoja 2015)

Irtokuutiometri (i-m³) haketta vastaa keskimäärin

- 180 kg pellettiä
- 0,28 irtokuutiota pellettiä
- 0,8 MWh energiaa
- 80 litraa polttoöljyä (Bioenergianeuvoja 2015)

Hakkeesta saatava teho riippuu olennaisesti hakkeen kosteudesta. Nykyisellä polttotekniikalla kosteakin polttoaine palaa, mutta kosteuden noustessa myös polttoaineen kulutus kasvaa ja kattilan huoltotarve lisääntyy. Koska kostea polttoaine palaa epäpuhtaasti, tuhkaa ja nokea tulee enemmän. Kosteamman polttoaineen käyttö myös lisää polttoaineen kulutusta sekä savukaasujen määrää. Tämä tulee huomioida myös savupiipun ja savukaasuimurin mitoituksessa. (Ariterm OY 2014, 4)

Tehon ja savukaasun lämpötilan riippuvuus hakkeen kosteudesta



KUVIO 1. Tehon ja savukaasun lämpötilan riippuvaisuus hakkeen kosteudesta (Ariterm OY 2014, 4)

3.4 Laatu

Hakkeen laadulla on suuri merkitys hakelämpölaitoksen toiminnassa. Heikkolaatuinen hake tuo mukanaan monenlaisia ongelmia. Liian kostea hake on altis homeelle sekä tuottaa vä-

hemmän lämpöä kuin kuiva hake. Suuri palakoko saattaa puolestaan jumittaa hakkeen kuljettimiin. Hakkeen kuivattamiseen saattaa myös kuluu enemmän energiaa kuin siitä saadaan hyödynnettyä. (Bioenergianeuvoja 2015)

Yleisesti ottaen pienempikokoinen laitos vaatii laadukkaampaa polttoainetta. Suurissa leijupetipolttoa käyttävissä laitoksissa hakkeen koko tai kosteus voi vaihdella enemmän ilman, että se tuottaa merkittäviä ongelmia prosessiin. Hakkeen yleislaatua arvioidaan hakkeen kosteuden, palakoon ja tasalaatuisuuden perusteella. Laatua voidaan tarkkailla esimerkiksi tekemällä hakkeelle kosteusmittauksia. (Bioenergianeuvoja 2015)

Hyvälaatuinen hake on kosteudeltaan noin 20 - 25 % ja ideaalinen palakoko on 5 - 50 mm. Kuivan hakkeen (kosteus 20 %) energiapitoisuus on noin 800 – 850 kWh/m³. Kostean hakkeen (kosteus 40 %) energiasisältö on 500 – 600 kWh/m³. (Biomass)

4 VÄHÄKANKAAN HAKELÄMPÖLAITOS

Ylivieskan Vähäkankaalla sijaitseva hakevoimalaitos on valmistunut vuonna 2012. Kyseessä on konttivoimalaitos, eli voimalaitokseen kuuluu vain pieni kattilahuone ja sen yhteyteen sijoitettu liikuteltava hakekontti. Laitoksen nimellisteho on 100 kW ja se tuottaa lämpöä viereiseen koulurakennukseen sekä tontilla sijaitsevaan rivitaloon ympäri vuoden. Laitos on kiinnitetty suoraan olemassa olevaan lämmitysjärjestelmään. Laitoksen omistaa Ylivieskan Seutukunta, joka on vuokrannut sen Ylivieskan kaupungille. Kaupungilta laitoksen on vuokrannut Eneroks T:mi, joka myy laitoksen tuottamaa lämpöä kaupungille. Järjestely on kaupungin kannalta helpoin, sillä sen ei tarvitse vastata laitoksen käytöstä eikä huollosta. Laitoksen rakentaminen kuului kansainväliseen PEA-hankkeeseen, jonka tarkoituksena on edistää uusiutuvien energianlähteiden käyttöä Itämeren alueella. Centria Ammatti-korkeakoulu on ollut projektissa mukana alusta lähtien.

4.1 Laitteiston kuvaus

4.1.1 Rakennus

Rakennukseen kuuluu kiinteä kattilahuone ja hakevarastona toimii kontti, joka on sijoitettu kattilahuoneen viereen. Kattilahuoneeseen pääsee ulko-oven kautta ja huoneessa on kattila, lämminvesivaraaja, etäkäyttöjärjestelmä sekä järjestelmää yhdistävä putkisto. Kattilahuoneeseen kulkee kontin puoleisen seinän läpi hakkeenkuljetusväylä, jonka kautta hake siirtyy kontista kattilalle. Liikuteltava kontti on sijoitettu perustan päälle kattilahuoneen viereen. Laitoksessa on purkainjärjestelmä, johon kuuluu hydraulimäntiä, pumppuja ja moottoreita. Pohjapurkaimet ovat kiinteästi kontissa, mutta hakkeen kattilahuoneeseen siirtävät syöttöruuvit ovat kiinteästi asennettuna perustaan. Kontin ollessa pois paikoiltaan voidaan ruuvien päälle kääntää lukolliset suojakannet. Seinillä olevat luukut on myös suojattu sekä lukoilla että turva-antureilla. Kattilahuoneen takana on hormi, joka johtaa syntyneet savukaasut ulos.



Kuvio 2. Vähäkankaan lämpölaite. (Harri Mannela 2015)

4.1.2 Purkaimet

Hakekontissa on kaksi hydraulipumpulla toimivaa tasopurkainta ja päädyssä on yksi sähkömoottorilla toimiva sivuttaissuuntainen ruuvipurkain. Lopuksi hake siirtyy siilon päädystä kaksoisruovin avulla kattilalle. Purkaimia ohjaa kattilajärjestelmä sekä kapasitiiviset anturit, jotka antavat signaalin mikäli niiden edessä ei ole haketta ja tällöin purkaimet käynnistyvät. Suunnitelmissa on myös kameran asentaminen hakevarastoon, jolloin hakkeen määrää voidaan tarkkailla kaikkina aikoina etäkäyttöjärjestelmän kautta. Purkainjärjestelmän turvallisuus on varmistettu luukkuihin sijoitetuilla turva-antureilla, jotka estävät purkainten käynnistymisen, mikäli tilaan johtava luukku tai ovi on avattu.

4.1.3 Kattila

Kattilana toimii Herzin Firematic 100 –biomassakattila. Kattila on arinapolttokattila, jonka ominaisuuksiin kuuluvat mm. TPS-sammutusjärjestelmä, BioControl 3000 –ohjausjärjestelmä, automaattisytytys, automaattinen kippiarina, jaettu kahden vyöhykeen tulipesä, turbulaattoreilla ja automaattisella puhdistuksella varusteltu putkilämmönvaihdin, lambdatunnistin, savukaasuimuri sekä tuhkanpoistoruuvit. Kattilassa on automaattisytytys, jossa pesään puhalletaan kuumailmapuhaltimella 300 asteista ilmaa. Mikäli palamisprosessi ei käynnisty niin sytytysjärjestelmä tekee kolme sytytysyritystä. Lämpötila-antureiden sekä lambdatunnistimen avulla havaitaan automaattisesti milloin palamisprosessi on käynnistynyt. (HERZ Energietechnik 2013)

Lambdatunnistin mittaa savukaasujen arvoja hapen ja hiilidioksidin osalta ja reagoi polttoaineen laadun vaihteluihin. Näin saavutetaan parhaat mahdolliset palamisarvot ja pienimmät mahdolliset päästöarvot. Tunnistin ohjaa sekä ensiö- että toisioilman syöttöä automaattisten läppien avulla varmistuen puhtaan palamisen myös kattilan toimiessa osakuormalla. Tuloksena ovat alhainen polttoaineenkulutus sekä matalat päästöt myös polttoaineen laadun vaihdelta. Savukaasuimurin ohjaus tapahtuu taajuusmuuttajan avulla. (HERZ Energietechnik 2013)

Lämmönvaihtimen pinnat puhdistetaan automaattisesti turbulaattoreilla myös kattilan käytön aikana. Tämä vähentää huoltotyön määrää verrattuna perinteisiin hake- ja pellettikattiloihin. Lämmönvaihtimesta laskeutuva tuhka siirtyy siirtoruuvien avulla automaattisesti kattilan edessä oleviin tuhkalaatikoihin. Toiseen laatikkoon siirtyy arinatuhka ja toiseen konvektio- eli virtaustuhka. Kattilan arina puhdistuu täydellisesti automaattisella kippiarinalla ja tällöin varmistetaan optimaalinen palamisilman määrä. Koko prosessi on automaattinen eikä manuaalista puhdistusta tarvita. (HERZ Energietechnik 2013)



Kuvio 3. Vähäkankaan lämpölaitoksen kattila. (Harri Mannela 2015)

4.1.4 Lämminvesivaraaja

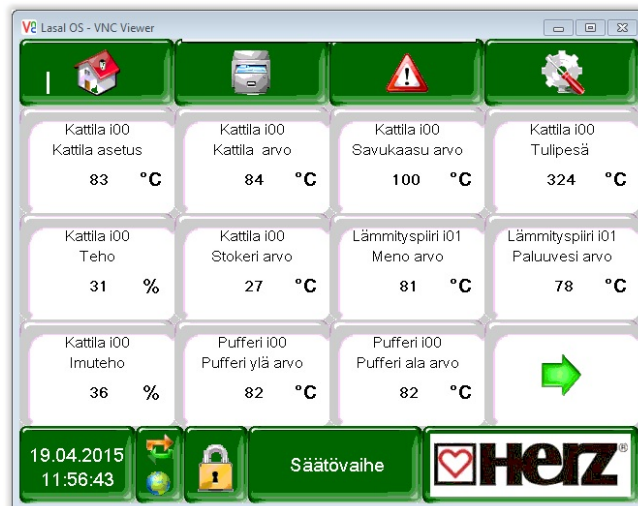
Kattilahuoneessa on 2 000 litran Akvaterm-lämminvesivaraaja, jonka lämpötilan oletusarvo on säädetty 85 celsiusasteeseen. Varaajassa on varajärjestelmänä kolme 9 kilowatin sähkövastusta, joita voidaan tarvittaessa käyttää veden lämmittämiseen, mikäli kattilasta ei saada tarvittavaa lämpöä. Varaajaan kuuluu myös paisuntasäiliö, jonka tarkoituksena on kompensoida veden lämpölaajenemista.



Kuvio 4. Vähäkankaan lämpölaitoksen lämminvesivaraaja. (Harri Mannela 2015)

4.1.5 Etäkäyttö

Kattilajärjestelmään kuuluva etäkäyttöpaneeli on kattilahuoneessa ja järjestelmä on modeemin kautta internet-yhteydessä. Matkapuhelimeen ladattavan sovelluksen kautta käyttäjän on mahdollista tarkkailla laitteiston toimintaa käymättä paikan päällä.



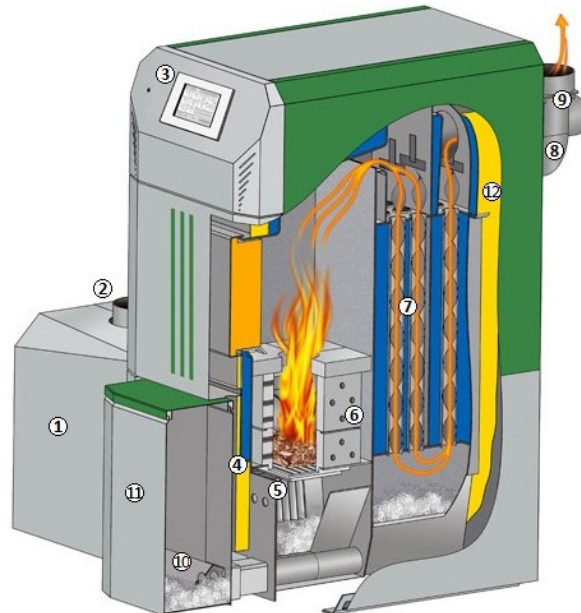
Kuvio 5: Vähäkankaan lämpölaitoksen etäkäyttöyksikkö. (Miika Oksanen 2015)

4.2 Laitteiston toiminta

Laitos tuottaa lämpöä polttamalla haketta kattilassa arinapolttolla. Kattila lämmittää 2 000 litran lämminvesivaraajassa olevan veden 80 asteiseksi ja lämmin vesi kiertää putkistoja pitkin koulurakennukseen sekä tontilla sijaitsevaan asuinrakennukseen. Laitos on kytketty suoraan vanhaan lämmitysjärjestelmään. Käyttövedensekoitus on jätetty koulurakennuksen vanhaan pannuhuoneeseen ja lämpö kiertää lämmönvaihtimelle pannuhuoneen vanhan Högfors-öljykattilan kautta, joka käynnistetään tarvittaessa tuomaan lisälämpöä. Hakevoimalan käyttö sähkö tulee verkosta ja sähköä kuluu noin 6 MWh vuodessa.

4.3 Palamisprosessi

Bioenergiantuotanto perustuu polttoaineen palamiseen eli biopolttoaineen kemiallisen energian vapauttamiseen ja syntynyt palamislämpö hyödynnetään joko sellaisenaan tai muutetaan mekaaniseksi liikkeeksi ja mahdollisesti edelleen sähköksi. (Motiva 2014)



Kuvio 6. Herz Firematic –kattilan periaatekuva. (HERZ Energietechnik 2013)

Ensimmäiset puuta polttavat laitokset käyttivät arinapolttoa. Alussa kattilat perustuivat kiinteisiin arinoihin, mutta mekaaniset arinat syrjäyttivät nämä aivan pienintä teholuokkaa lukuun ottamatta. Perinteinen pienimuotoinen arinapoltto on kyseessä esimerkiksi puulämmitteisen saunan kiukaassa, liedessä tai uunissa. (Motiva 2014)

Arinapoltossa polttoaine syötetään arinalle, jota pitkin se etenee palamisprosessin mukaisesti. Tasoarinarakenne tarkoittaa vierekkäisiä arinasauvoja, joiden välistä palamisilma virtaa polttoaineseoksen sekaan. Tasoarina voi olla myös tasomainen levy, johon on tehty ilmareivät. (Motiva 2014)

Arinapoltossa on kolme vaihetta:

1. Kosteus poistuu ja polttoaine kuivuu
2. Kiinteän polttoaineen kaasuuntuminen eli pyrolyysi
3. Jäännöshiilen palaminen (Motiva 2014)

Puun palamisprosessi on ympäristöystävällinen, koska se ei tuota hiilidioksidi- eikä rikkipäästöjä. Vanhan öljylaitteiston laskennalliset hiilidioksidipäästöt olivat 71,8 tonnia vuodessa. Hakekattila ei tuota hiilidioksidipäästöjä lainkaan, joten laskennallinen säästö vuodessa on 100 %. Koulun energiantuotanto ei kuitenkaan todellisuudessa ole täysin hiilidioksidipäästötöntä, sillä varajärjestelmänä käytetään edelleen vanhaa öljykattilaa, joka kuluttaa arviolta noin 4 500 litraa öljyä vuosittain. (Motiva 2011; Pieniniemi 2011)

5 TOIMINTAKERTOMUS

5.1 Suunnittelu ja rakennus

Vähänkankaan koulun lämmityksen muutosprosessia alettiin suunnittelemaan vuonna 2011. Öljylämmityksen keho hyötysuhde sekä PEA-projektin antama rahoitus edesauttoivat prosessin kulkua. Centria AMK oli mukana suunnitteluvaiheessa ja Centrian Kari Pieniniemi, Yrjö Muilu ja Miika Oksanen tekivät laskelmia hakelaitoksen taloudellisesta kannattavuudesta, olivat mukana laitoksen valinnassa sekä suorittivat laitoksen tekniseen tarkasteluun sekä asennuksen valvonnan. Ylivieskan Seutukunta sai hakelaitteiston rakentamista varten EU:lta rahoitusta PEA-projektin kautta noin 35 000 euroa. (Pieniniemi 2011)

Hakelaitos valmistui vuonna 2012 ja alkoi tuottaa lämpöä koulun tarpeisiin. Aluksi lämmön tuotannosta vastasi Centria Tutkimus ja Kehitys, mutta vuodesta 2014 eteenpäin laitos on vuokrattu Eneroks T:mi:lle.

5.2 Kulutus

Vuonna 2014 laitoksesta on siirretty lämpöenergiaa koulun tarpeisiin yhteensä 155 MWh. Varajärjestelmän öljyllä tuottama energia on jätetty tämän tarkastelun ulkopuolelle. Koska jokainen vuosi on lämpötilaltaan ja lämmitysvaatimuksiltaan erilainen, täytyy kyseisen vuoden lämmitystarvetta verrata keskimääräiseen lämmitystarpeeseen. Ilmatieteenlaitokselta saatavien lämmitystarvelukujen perusteella voidaan vertailla eri vuosien lämmitystarpeita keskenään. Lämmitystarveluku perustuu oletusarvoltaan 17°C:n sisälämpötilan ja ulkolämpötilan erotukseen. Esimerkiksi jos ulkona on keskimäärin -10°C pakkasta niin päivän lämmitystarveluku on 27. Lämmitystarveluvut lasketaan kunkin päivän kohdalta yhteen ja näin saadaan joko kuukausikohtainen tai vuosikohtainen lämmitystarveluku. Lämmitystarveluvun laskennassa ei oteta huomioon päiviä, joiden keskilämpötila on keväällä yli +10 °C ja syksyllä yli +12 °C. (Ilmatieteenlaitos 2014)

Oulun seudulla vuoden 2014 lämmitystarveluku oli 4 513. Vuosien 1981-2010 vuosittaisten lämmitystarvelukujen keskiarvo on 5 057. Tästä voidaan päätellä, että vuosi 2014 oli keskimääräistä lämpimämpi ja lämmityskustannukset olivat hieman normaalia vähäisemmät. Jotta kunkin vuoden kulutus voidaan suhteuttaa keskimääräiseen kulutukseen, täytyy energian kulutus normeerata. Normeerauksessa otetaan huomioon ainoastaan tilojen lämmitykseen käytetty energia. Lämpimän käyttöveden kulutus tasataan jokaiselle kuukaudelle, koska voidaan olettaa kiinteistön kuluttavan suunnilleen saman verran lämmintä käyttövettä riippumatta vuodenajasta. (Ilmatieteenlaitos 2014; Luoto 2012)

Vähäkankaan koulu on kuluttanut v. 2014 lämmintä käyttövettä 499 kuutiota eli 499 000 litraa. Kun tunnetaan käyttöveden määrä kuutioina, voidaan laskea sen lämmitykseen kuluva energia kilowattitunteina. Veden lämmityksen kertoimena käytetään 58 kWh/m^3 . (Somero 2015; Motiva 2015)

$$499 \text{ m}^3 * 58 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} = 28\,942 \text{ kWh}$$

Käyttöveden lämmitykseen kuluu siis 28 942 kWh vuodessa. Tämä jaettuna kuukautta kohti tekee 2 410 kWh/kuukausi. Kun 155 MWh lämpömäärästä vähennetään käyttöveden lämmitykseen kuluva 28 942 kWh, saadaan rakennuksen lämmitykseen energian määräksi 126 058 kWh. Vuoden 2014 kokonaislämmitystarve voidaan normeerata vastaamaan keskimääräistä kulutusta suhteuttamalla se vuosien 1981-2010 keskimääräiseen tammikuun lämmitystarvelukuun. Normeerattu eli keskimääräinen vuosikohtainen lämmitystarve saadaan laskettua seuraavalla kaavalla:

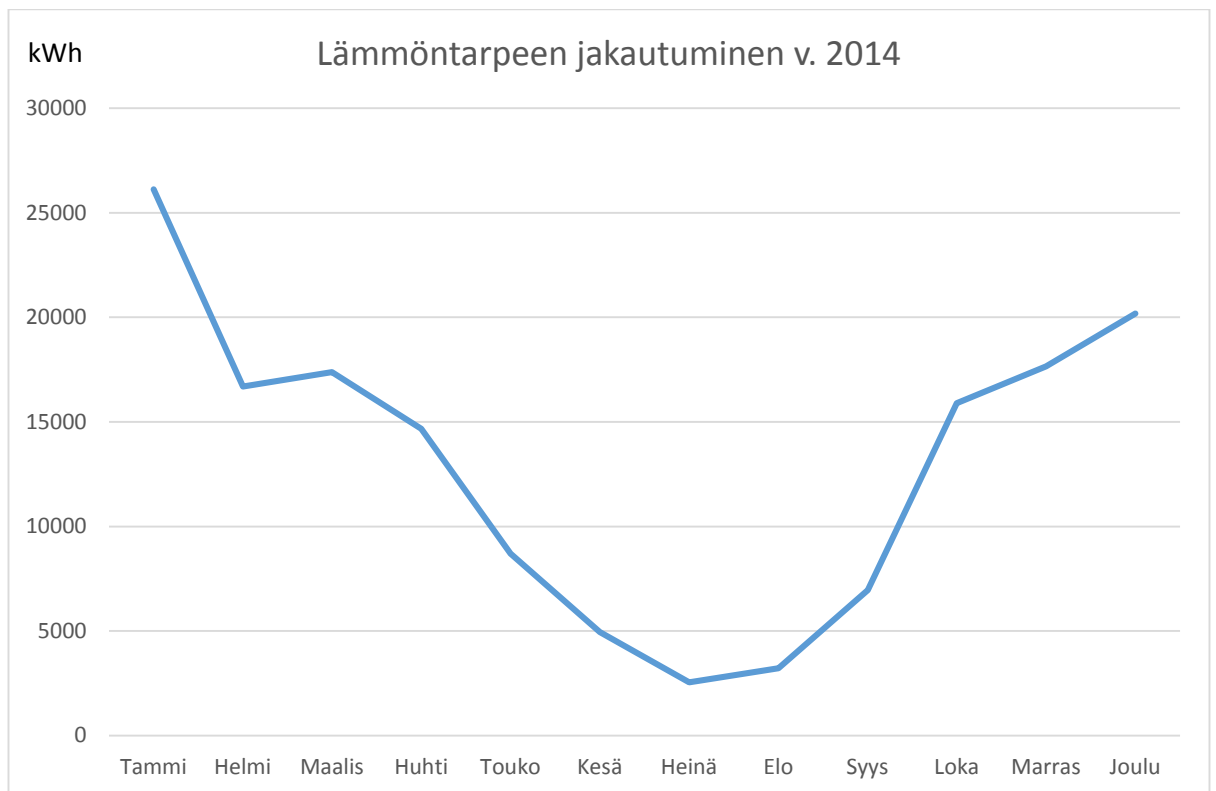
$$\frac{5\,057}{4\,513} * \frac{126\,058 \text{ kWh}}{\text{vuosi}} + 28\,942 \text{ kWh} = 170\,195 \text{ kWh /vuosi}$$

Rakennuksen lämmitykseen kuluva energia voidaan myös jakaa vuoden eri kuukausille lämmitystarvelukujen perusteella. Esimerkiksi kun tiedetään vuoden 2014 kokonaislämmitys-

tarveluku 4 513 ja 2014 tammikuun lämmitystarveluku 849 sekä kuukausittainen käyttöveden lämmitykseen kuluva energia, saadaan vuoden 2014 tammikuulle vaadittu lämpömäärä laskettua seuraavalla kaavalla:

$$\frac{126\,058 \frac{\text{kWh}}{\text{vuosi}}}{4\,513 / \text{vuosi}} * 849 / \text{tammikuu} + 2\,411,83 \text{ kWh} = 26\,126,26 \text{ kWh} / \text{tammikuu}$$

Yllä olevaa kaavaa käyttäen laadin Excel-kuvaajan vuoden 2014 lämmityksen jakautumisesta:



Kuvio 7: Vähäkankaan koulun lämmöntarpeen jakautuminen v. 2014

5.3 Hyötysuhde

Laitoksen hyötysuhde voidaan laskea vuosittain kaupungilta laskutetun lämpömäärän sekä polttoaineesta syntyneen lämpömäärän erotuksesta.

Vuonna 2014 on myyty lämpöä 155 MWh ja polttoaineen kulutus oli 268 kuutiota. Hyötysuhde saadaan laskettua seuraavalla kaavalla:

$$\frac{155 \text{ MWh}}{0,8 \text{ MWh/m}^3 * 268 \text{ m}^3} * 100 \% = 72,29 \%$$

Vuonna 2014 hakkeen kanssa on kuitenkin ollut kosteusongelmia, joten jos hakkeen lämpöarvoksi oletettaisiin 0,7 MWh/irtokuutio, saataisiin hyötysuhteeksi:

$$\frac{155 \text{ MWh}}{0,7 \text{ MWh/m}^3 * 268 \text{ m}^3} * 100 \% = 82,62 \%$$

Hyötysuhteen laskeminen tässä tapauksessa on kuitenkin haasteellista, koska täsmällisiä tietoja hakkeen kosteudesta tai kulutuksesta vuoden aikana ei ole, vaan joudutaan turvautumaan haketäyttöjen perusteella tehtyihin arvioihin. Lähemmäksi todellista hyötysuhdetta päästäisiin tarkkailemalla hakkeen kulutusta useamman vuoden ajalta, jolloin erot polttoaineen kosteudessa sekä vuositason täyttöjen epätasaisesta jakaantumisesta tasoittuisivat. Hakkeen kosteuden selvittäminen vaatisi kosteusmittauksen suorittamisen jokaisen täyttöerän osalta.

5.4 Huolto

Laitteisto on toiminut toistaiseksi ilman merkittäviä ongelmia. Yleisin vikatilanne on syntynyt hakesyötön tukkiutuessa liian suurten hakepalojen vuoksi. Polttoaineen laaduntarkkailu ratkaisee ongelman suurimmalta osin. Toinen havaittu ongelma on etäkäyttöpäätteen tietokoneen jumiutuminen. Tämä ongelma johtuu luultavasti kattilahuoneen korkeasta lämpötilasta ja ongelma on ratkaistu päätteen kellokäyttöisellä automaattinollauksella. Vaihtoehtoisesti nollauksen voisi hoitaa esimerkiksi kauko-ohjattavalla pistorasiolla tai releohjauksella. (Oksanen 2015)

6 KUSTANNUSLASKELMAT

6.1 Vanhan öljylaitteiston kustannukset

Öljylaitteiston kulutus oli keskimäärin noin 20 000 – 26 500 litraa/vuosi eli euromääräisesti noin 20 000 – 26 500 euroa / vuosi. Vuoden 2012 laskelmassa öljylämmityksen hinnaksi saatiin 26 961 €/vuosi ja tämän lisäksi öljylämmitykseen kului huoltokuluja 783 €. Yhteensä öljylämmityksen kustannukset olivat siis 27 744 euroa. Hakejärjestelmän liittäminen jälkeen öljyn kulutus on pudonnut muutamaan sataan litraan / kuukausi. Vanha öljylämmitys kulutti huonon hyötysuhteen vuoksi energiaa noin 261 MWh vuodessa ja tuotti kaupungille paljon kustannuksia.

Vuonna 2012 rakennetun hakevoimalan kokonaisenergiankulutus oli yhteensä noin 200 MWh, josta saatiin talteen 155 MWh myytäväksi kaupungille. Öljykattilat ovat vieläkin koulurakennuksen pannuhuoneessa ja öljyä käytetään edelleen varajärjestelmänä lämmityksessä. Vuosittain öljyä on kulunut edelleen arviolta noin 4 500 litraa. Yksi öljynkulutuksen selittävästä tekijöistä on se, että hakelaitoksella on ollut useita monen päivän seisokkeja, jolloin varajärjestelmä on ollut käytössä. Öljynkulutusta on pyritty vähentämään parantamalla hakekattilan säätöä. (Oksanen 2012; Somero 2015)

6.2 Hakelämpölaitoksen investointikulut

Laitteiston osalta investointikustannukset muutostöineen olivat noin 110 000 euroa ja perustan rakentaminen sekä johtojen ja putkien vetäminen kontille maksoi 28 749,27 euroa. PEA-tukea laitoksen hankintaan maksettiin 35 577,45 euroa. Vähäkankaan hakevoimalaitoksen rakennuskustannukset olivat Seutukunnalle ja Ylivieskan kaupungille kokonaisuudessaan siis noin 103 000 euroa. Laitteiston investointikustannukset maksoi Ylivieskan Seutukunta ja sai investointeihin PEA-tukea. Ylivieskan kaupunki vastasi perustan rakentamisen sekä

kontille vedettyjen johtojen ja putkien kustannuksista. Laitteiston osalta täsmällisiä euro-määräisiä kustannuksia ei ollut saatavilla. Aiemmin mainittu 110 000 € on laitteiston korkein arvioitu hinta ja käytän sitä talouslaskelmissa.

Ylivieskan Seutukunta vuokrasi laitoksen viiden vuoden määräaikaisella sopimuksella Ylivieskan kaupungille. Koska Ylivieskan kaupungin ja Ylivieskan seutukunnan välisen määräaikaisen vuokrasopimuksen ehtoihin kuuluu, että sopimuksen päättyessä 15.10.2018 laitoksen omistusoikeus siirtyy kaupungille veloituksetta, Ylivieskan kaupungin maksamat vuokratulot voidaan laskea investointikustannuksiksi. Kaupungin maksama kuukausivuokra on 1 147,88 €/kk ja viiden vuoden sopimuksen kokonaissumma veroineen on 68 885,39 euroa. Yhteensä laitoksen investointikustannukset Ylivieskan kaupungille ovat 97 634,66 euroa.

6.3 Hakelämmityksen käyttökulut

Laitteiston osalta sähkönkulutus on noin 500 kWh kuukautta kohti. Laitoksen kuluttaman sähköenergian maksaa kaupunki ja vastaavasti Eneroks T:mi vähentää vastaavan määrän lämpöenergiaa laskutuksesta. Noin 6 MWh vuosikulutuksella ja 56 €/MWh hinnalla kustannukseksi tulee noin 330 € (Oksanen 2015)

Vuonna 2014 haketäyttöjä oli 8 kpl. Yksi täyttö on noin 30 kuutiota ja kuution hinta vaihtelee hakelaadusta riippuen 22,00 eurosta 24,50 euroon. Yhteensä haketta ostettiin 268,0 kuutiota ja hakkeen verollinen yhteishinta oli 6 677,86 euroa. Kustannuksiin lisätään vielä kuljetusmaksut, jotka olivat 8 täytön osalta yhteensä 1 586,00 euroa. Hakkeen osalta kokonaishinta kuljetuksineen oli 8 263,86 € (Oksanen 2015)

Eneroks T:mi maksaa laitoksesta vuokraa 390 €/kk, joka tekee 4 680 €vuotta kohti. Laitoksen käyttöön ja huoltoon kului vuonna 2014 noin 50 henkilötyötuntia, yhteiskustannuksiltaan 1 500 €. Tämän lisäksi varaosiin kului noin 300 euroa vuodessa hakkeen osalta kokonaishinta kuljetuksineen on 8 263,86 €. Käyttökustannukset Eneroks T:mi:lle olivat vuonna 2014 yhteensä 14 743,86 euroa. (Oksanen 2015)

6.4 Lämmön myynti

Eneroks T:mi myy laitoksen tuottamaa lämpöä kaupungille hintaan 56 €/ MWh + perusmaksu 583,33 €/ kk. Laskutetusta lämmöstä vähennetään itse laitoksen kuluttama sähköenergia, joka on noin 500 kWh / kk. Vuonna 2014 lämpöä myytiin kaupungille 155 MWh ja laitteiston oman sähkönkulutuksen ollessa 6 MWh vuodessa, laskutettavan energian määräksi jää 149 MWh. Vuoden 2014 myynnin tuotto oli siis yhteensä 15 567,96 € Käyttökustannuksista vähennetään sähkön osuus 330 €jo laskutuksessa, jolloin voitto saadaan vähentämällä 15 343,96 euron myynnistä kustannukset 14 743,86 € Tuloksena saadaan vuodelle 2014 laskennallista voittoa yhteensä 600,10 € (Somero 2015; Oksanen 2015)

TAULUKKO 2: Eneroks T:mi:n tulot ja menot

Eneroks T:mi	Menot / vuosi	Tulot / vuosi
Lämmön myynti*		8 344 €
Lämmön perusmaksu		6 999,96 €
Hakkeen osto	8 263,86 €	
Ylivieskan kaupungille maksettu vuokra	4 680 €	
Huolto	1 500 €	
Varaosat	300 €	
Yhteensä:	14 743,86 €	15 343,96

*Lämmön myynnistä on vähennetty laitoksen kuluttama sähköenergia

6.5 Takaisinmaksuaika

Laitoksen takaisinmaksuaika Ylivieskan kaupungille voidaan laskea vuosittaisesta säästöstä, joka saatiin vaihtamalla vanha öljylämmitys hakelämmitykseen. Kaupungin investointikustannuksiin lasketaan hakekonttivoimalan perustan rakentaminen ja kaapelien ja putkistojen

vetäminen kontille sekä seutukunnalle maksettava vuokra viiden vuoden ajalta. Edellä mainittujen kustannusten yhteissumma eli Ylivieskan kaupungin maksama kokonaishinta laitoksesta on 97 634,66 euroa.

Kaupungille koituihin kuluviin kustannuksiin lasketaan ostetun hakelämmön kulut 15 343,96 €/ vuosi. Kustannuksiin otetaan huomioon myös vuosittainen öljynkulutus. Vuosittain käytetyn öljyn tarkkaa määrää ei saada selville, koska vuonna 2013 oli täytetty 3 000 litraa öljyä ja vuonna 2014 oli täytetty 6 000 litraa. Voidaan kuitenkin olettaa, että v. 2013 on kulunut yli 3 000 litraa ja v. 2014 alle 6 000 litraa. Laskelmia varten käytän keskiarvoa eli 4 500 litraa / vuosi. Arvio saattaa olla kuitenkin hieman yläkanttiin. Euromäärässä 4 500 litraa öljyä on noin 4 500 € Kuluviin kustannuksiin lisätään vielä hakelaitoksen sähkönkulutus. Yhteensä kuluvia kustannuksia tulee 20 173,96 euroa / vuosi.

TAULUKKO 3: Ylivieskan kaupungin kulut ja säästöt

Ylivieskan kaupunki	Investointikulut	Juoksevat kulut / vuosi	Säästö / vuosi
Perustan rakentaminen	28 749,27 €		
Lämmön osto*		8 344 €	
Lämmön perusmaksu		6 999,96 €	
Hakelaitoksen sähkönkulutus		330 €	
Öljylämmityksestä koituneet kulut		4 500 €	27 744 €
Eneroksa saatu vuokratulo			4 680 €
Seutukunnalle maksettava kokonaisvuokra**	68 885,39 €		
Yhteensä:	97 634,66 €	20 173,96 €	32 424 €

*Lämmön ostohinnasta vähennetty hakelaitoksen kuluttama sähköenergia

**Koska laitoksen omistusoikeus siirtyy sopimuksen päätyttyä Ylivieskan kaupungille, Seutukunnalle maksettava kokonaisvuokra 5 vuoden ajalta voidaan laskea investoinniksi

Ylivieskan kaupungille koituvaksi säästökseksi voidaan laskea kaupungin Eneroksilta saama vuokratulo 4 680 €/ vuosi sekä öljylämmityksen kustannusarvio 27 744 euroa /vuosi. Vuosittainen kokonaissäästö kaupungille on siis 32 424 euroa.

Säästön ja nykyisten kustannusten perusteella saadaan kokonaissäästö verrattuna öljylämmitykseen. Investointihinnan ja kokonaissäästön perusteella takaisinmaksuaika saadaan laskettua seuraavalla kaavalla:

$$\frac{97\,634,66\ \text{€}}{32\,424\frac{\text{€}}{\text{vuosi}} - 20\,173,96\ \text{€/vuosi}} = 7,78\ \text{vuotta}$$

Vähäkankaan voimalan takaisinmaksuaikaan vaikuttavat jonkin verran Ylivieskan Seutukunnan tekemät investoinnit sekä PEA-tuki. Myös laitoksen vuokraus Eneroks T:mi:lle ja lämmön ostoa vaikuttaa taloudellisuuteen kaupungin kannalta. Seuraavassa lasketaan takaisinmaksu siinä tapauksessa, mikäli kaupunki olisi sekä rakentanut laitoksen ilman tukia että tuottaisi itse käyttämänsä lämmön hakkeella:

$$\frac{138\,749,27\ \text{€}}{27\,744\frac{\text{€}}{\text{vuosi}} - 14\,893,86\ \text{€/vuosi}} = 10,8\ \text{vuotta}$$

Laskelmassa kaupunki kustantaisi kaikki investoinnit ja käyttökuluihin lasketaan hakkeen hinta 8 263,86 €, laitoksen huoltokustannukset 1 800 €, laitoksen sähkönkulutus 330 € sekä varalämmitysjärjestelmän käyttämän öljyn hinta 4 500 €. Laskelman perusteella voidaan todeta, että vanhan öljylämmitysjärjestelmän korvaaminen hakkeella olisi ollut taloudellisesti kannattavaa Ylivieskan kaupungille jopa ilman EU-tukia tai muita osapuolia. Laitoksen käyttöikä on arvioitu 25 vuodeksi, joten vajaan 11 vuodenkin takaisinmaksuajalla laitos on kannattava sijoitus.

YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Vähäkankaan lämpölaitoksen investointi- sekä vuosittaiset käyttökustannukset ja laskea tietojen perusteella laitoksen kustannustehokkuutta sekä vertailla tietoja ennen laitoksen rakentamista tehtyihin kustannuslaskelmiin. Toinen opinnäytetyön tavoite oli luoda tiivis tietopaketti laitoksen toiminnasta sekä esitellä erilaisia vaihtoehtoisia tapoja tuottaa energiaa Vähäkankaan koulun tyyppiseen kohteeseen. Työkentelyssäni käytin lukuisia eri lähteitä kootakseni tietoa lämmitysjärjestelmistä ja olin yhteydessä eri henkilöihin selvittääkseni laskelmiin vaadittavia kulutustietoja. Kävin myös paikan päällä tutustumassa laitoksen toimintaan ja sitä kautta sain tietoa voimalaitoksen teknisistä ominaisuuksista sekä käyttökokemuksista. Internet-lähteiden osalta oleellisinta oli käyttää luotettavia, alan tunnettujen toimijoiden sivustoja. Kustannuslaskelmiin käytin kaikkia saatavilla olevia tarkkoja tietoja. Käytin myös aina korkeimpia hinta-arvioita niiden kohtien osalta, joissa tarkkoja tietoja ei ollut saatavilla.

Työ oli haasteellinen lähinnä kerättävien tietojen hajanaisuuden vuoksi. Hankkeessa oli mukana useita eri osapuolia ja saatavissa oleva informaatio oli osin puutteellista. Jouduinkin osin turvautumaan tarkkojen tietojen sijaan suuntaa-antaviin arvioihin. Kaikki osapuolet osallistuivat kuitenkin mielellään yhteistyöhön ja materiaalien saanti opinnäytetyötä varten ei tuottanut siinä mielessä ongelmia. Laskelmien teko jouduttiin kuitenkin rajaamaan v. 2012 tehtyihin ennusteisiin sekä vuoden 2014 toteutuneisiin kustannuksiin. Yhden vuoden kustannuksista ei voida tehdä tarkkoja johtopäätöksiä, mutta ne ovat hyvin suuntaa-antavia laitoksen taloudellista kannattavuutta tarkasteltaessa. Tarkempaa analysointia varten laitoksen vuosikohtaiset käyttötiedot, hakkeen kulutus, varajärjestelmän öljynkulutus ja hakkeen kosteusprosentti tulisi selvittää tarkasti ja kerätä usean vuoden ajalta.

Laitoksen tekninen toiminta on ollut normaalia huoltotoimintaa lukuun ottamatta ongelmattomaa. Hyötysuhde käytetyllä hakkeella on ollut hyvää keskitasoa. Varaöljylämmitystä on kuitenkin jouduttu käyttämään jonkin verran. Teknisen toiminnan tarkastelun perusteella voidaan yleisesti todeta hakekonttivoimalaitoksen olevan koulukiinteistön lämmitysmuotona hyvin soveltuva valinta. Vanhan öljylämmityksen käytöstä voitaisiin kuitenkin huonon hyötysuhteen sekä polttoöljyn kalliin hinnan vuoksi luopua kokonaan ja varalämmitysjärjestelmän voisi mahdollisuuksien mukaan hoitaa muutoin kuin öljyllä. Öljyn polttaminen aiheuttaa kustannusten lisäksi myös tarpeettomia hiilidioksidipäästöjä. Öljyn käyttöä onkin

pyritty vähentämään säätämällä hakekattilan asetuksia niin, että varajärjestelmän tarpeetonta käynnistymistä vältettäisiin.

Vuoden 2014 kustannuslaskelmien perusteella nähdään, että vuonna 2012 tehty kustannusarvio on ollut melko lähellä todellisia toteutuneita kustannuksia. Laitoksen toiminta on siis ollut myös taloudellisesti kannattavaa. Varsinkin Ylivieskan kaupungin kannalta ratkaisu on ollut kustannustehokas. Takaisinmaksuaika jää noin kahdeksaan vuoteen ja Eneroks T:mi:n hoitaessa käyttöpuolen, energian saanti on kaupungille myös vaivatonta. Ylivieskan kaupungin kannalta Ylivieskan Seutukunnan tekemällä laitteistoinvestoinnilla sekä PEA-rahoituksella on ollut positiivinen vaikutus hankkeelle.

Usein uusiutuvia energiamuotoja moititaan kalliiksi ja saatujen tukirahojen merkitystä korostetaan. Sen vuoksi laskin opinnäytetyössäni myös vertailun vuoksi laitoksen takaisinmaksujan siinä tapauksessa, että Ylivieskan kaupunki olisi hankkinut laitoksen ilman mitään tukia tai kolmansia osapuolia. Näidenkin laskelmien perusteella vanhan öljylämmityksen korvaaminen hakkeella olisi ollut taloudellisesti kannattavaa. Toki täytyy muistaa, että vanhan öljylämmityksen korvaaminen olisi lähes kaikissa tapauksessa kaupungille kannattavaa, mutta hakkeen käytöllä taloudellinen säästö on suurin. Tämän lisäksi kun otetaan huomioon hakkeen ympäristöystävällisyys ja paikallinen työllistävä vaikutus, voidaan todeta hakkeen olleen onnistunut valinta Vähäkankaan koulun lämmitykseen.

Uusiutuvien energiamuotojen tukeminen ja rakentaminen on kehittynyt huomattavasti viime aikoina sekä Suomessa että maailmalla, ja uskoisin vastaavien ratkaisujen yleistyvän tulevaisuudessa. Paikallisten lämmön- sekä polttoaineentuottajien suosiminen tuo myös seudulle työtä, verotuloja ja tukee kasvua. Lisäksi täytyy muistaa, että mitä enemmän tekniikkaa käytetään, sitä luotettavammaksi ja tehokkaammaksi se muodostuu. Näin ollen tulevaisuudessa pienvoimaloiden rakennus- sekä käyttökustannukset tulevat luultavasti laskemaan ja hyötysuhde kasvamaan. Seutukuntien tekemä aluekehitystyö teknisten korkeakoulujen kanssa sekä EU:n kehitystuet ovat hyvä lähtökohta uusiutuvan energian lisääntymiseen maakunnissa.

LÄHTEET

Ariterm Oy. 2014. Biolämpöopas.

Saatavissa: <http://195.67.82.150/ariterm/Biolampoopas.pdf>

LUETTU: 24.3.2015

Bioenergianeuvojan www-sivut

<http://www.bioenergianeuvoja.fi/biopolttoaineet/hake>

LUETTU: 13.3.2015

Bio-expert Oy:n www-sivut

<http://lammitysjarjestelmat.com/bioenergiasta-tietoa/>

LUETTU: 16.3.2015

Biomass www-sivut

<http://www.biomass.fi/energianlahteet/hake/>

LUETTU: 15.4.2015

Energiateollisuuden www-sivut:

<http://energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys>

LUETTU: 3.4.2015

HERZ Energietechnik GmbH. 2013. Herz Firematic 20-301 –esite.

Saatavissa: http://www.herz-energie.at/index.php/finnish-suomalainen.html?file=tl_files/template/pdf/Prospekte%20NEU/Finnisch/firematic_TC_20-301_Finnisch_%28d05-2013%29_V1.0.pdf

LUETTU: 17.3.2015

Ilmatieteenlaitoksen www-sivut:

<http://ilmatieteenlaitos.fi/>

LUETTU: 14.4.2015

Luoto, Pekka. 2012. Lämmitystarveluku, lämpöindeksi ja muuta termistöä. Kiinteistöliitto.

Saatavissa: <http://www.kiinteistoyhdistysoulu.fi/wordpress/wp-content/uploads/2012/10/L%C3%A4mmitystarveluku-1%C3%A4mp%C3%B6indeksi-ja-muuta-termist%C3%B6%C3%A4.pdf>

LUETTU: 14.4.2015

Metsäkeskuksen www-sivut

<http://www.metsakeskus.fi/>

LUETTU: 13.3.2015

Motivan www-sivut:

http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energian kayton_tehostaminen/kiinteistojen_energi-anhallinta/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kayttovesi

SIVUN PÄIVITYS: 15.1.2015 LUETTU: 15.4.2015

http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot

SIVUN PÄIVITYS: 17.4.2013, LUETTU: 26.3.2015

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/bioenergian_tuotantotekniikka/polttotekniikasta_yleisesti

SIVUN PÄIVITYS: 28.3.2014, LUETTU: 31.3.2015

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/bioenergian_tuotantotekniikka/polttotekniikka_kiinteille_poltoaineille/arinapoltto

SIVUN PÄIVITYS 23.7.2014, LUETTU: 31.3.2015

Oksanen, Miika. 2015. Vähäkankaan lämpölaitoksen käyttöpäiväkirja. Eneroks T:mi.

Pieniniemi, Kari. 2011. Öljyn pienpolton korvaaminen kotimaisilla energianlähteillä. Centria Tutkimus ja Kehitys.

Somero, Asko. 2015. Niemelä ja Vähäkangas koulujen vertailu. Ylivieskan kaupunki.

Ölly- ja biopolttoaineala ry:n www sivut:

<http://www.oil.fi/fi/ajankohtaista/ uutiskirjeartikkelit/hybridilammitys-valtaa-alaa>

SIVUN PÄIVITYS: 20.3.2013, LUETTU: 13.4.2015