

Louen koulu – Lämmitystapavertailu

Vähähiilinen Lappi -hanke - Pilottikohde



Tuomas Keisu Lapin AMK
Olli Kuisma Lapin AMK



Sisällys

Louen koulu – Lämmitystapavertailu Vähähiilinen Lappi -hanke - Pilottikohde	1
Johdanto	3
1. Kohteen lähtötiedot	4
2. Vertailtavat lämmitysmuodot	6
2.1 Hakelämmitys	6
2.2 Pellettilämmitys	7
2.3 Maalämpö	8
3. Lämmitysjärjestelmien vertailu	12
3.1 Elinkaarikustannusten laskenta	12
3.2 Polttoainekustannusten vertailu	14
3.3 Hiilidioksidipäästöjen vertailu	15
3.4 Hankinnassa huomioitavia aiheita	16
5 Johtopäätökset.....	17
Lähteet	20
Liitteet	22

Johdanto

Raportin aiheena on Vähähiilinen Lappi –hankkeessa (2019–2021) tehty lämmitysmuotojen vertailu Tervolassa sijaitsevaan Louen kouluun. Hankkeen tavoitteena on edistää mukana olevien kuntien uusiutuvan energian käyttöä ja energiatehokkuutta sekä tuottaa konkreettista tietoa erilaisten energiaratkaisujen toiminnasta. Pilottikohte valittiin yhteistyössä Tervolan kunnan kanssa. Kohde on öljylämmitteinen rakennus, joka on tarkoitus muuttaa uusiutuvaan energiaan vuonna 2020.

Raportissa vertaillaan mahdollisia uusiutuvan energian tuotantomuotoja ja näiden kustannuksia öljylämmityksen korvaajana. Lämmitysmuotojen vertailulla on tarkoitus tuottaa Tervolan kunnalle tietoa eri järjestelmien toiminnasta ja kustannuksista sekä tuoda esiin lämmitysjärjestelmän suunnittelussa huomioitavia asioita. Vertailtavana on hakelämmitys, pellettilämmitys ja maalämpö. Vertailussa selvitetään myös lämpörittäjäyhtä mahdollisena vaihtoehtona lämmityksen tuottamisessa. Lisäksi vertaillaan tuotantomuotojen vaikutuksia lämmityksen hiilidioksidipäästöihin.

Hankkeessa seurataan pilottikohteissa toteutettavia toimenpiteitä ja dokumentoidaan toteutuneet muutokset energiantuotannossa sekä muutosten vaikutukset.

1. Kohteen lähtötiedot

Louen koulu on Tervolan kunnassa osoitteessa Louensaarentie 19, 95340 Loue, sijaitseva vuonna 1956 valmistunut koulurakennus. Koulutoiminnan lisäksi rakennuksessa on kolme asuinhuoneistoa, joista kaksi on käytössä. Kaksikerroksisen rakennuksen tilavuus on 3 650 m³ ja kerrosala 1 130 m², josta huoneistoalaa on 193 m². Rakennuksen kellarin pinta-ala on 120 m².

Rakennuksen tämän hetkisenä lämmitysjärjestelmänä toimii kaksi öljykattilaa, 130 kW:n, jonka valmistusvuosi on 1994 ja 140 kW:n, jonka valmistusvuosi on 1981. Öljypoltin on molemmissa kattiloissa 8–30 kg/h tehoinen. Polttoaineena toimii kevyt polttoöljy. Öljyjärjestelmä on kuntotarkistettu viimeksi vuonna 1999, joten kunnosta ei ole tarkkaa tietoa.

Rakennuksen lämmityksen laskennallinen huipputehon tarve on 223 kW. Huipputeho on laskettu Suomen rakentamismääräyskokoelman Energiatehokkuus Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehon tarpeen laskenta –ohjeen mukaisesti (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2018, 64–70). Rakennuksen tehon tarvetta on arvioitu myös jakamalla rakennuksen keskimääräinen öljynkulutus vuosilta 2010–2018, 27 300 litraa (Taulukko 1), luvulla 250, jolloin saadaan arvio tehon tarpeesta, 110 kW (Bioenergianeuvoja 2019d).

Rakennuksen lämmitysenergian tarve on laskettu vuosien 2010–2018 öljynkulutusten keskiarvosta, 27 300 litraa (Taulukko 1). Kevyen polttoöljyn lämpöarvona on käytetty 10 kWh/l, joten vuosittain käytetyn polttoaineen energiasisältö on 273 000 kWh (Alakangas, Hurskainen, Laatikainen-Luntama & Korhonen 2016, 205). Öljykattiloiden hyötysuhteeksi on arvioitu 85 %, joten rakennuksen lämmitysenergian tarve on 232 050 kWh eli noin 232 MWh.

Taulukko 1 Öljynkulutus vuosittain 2010–2018

Vuosi	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Öljyä l	37800	27900	27500	28600	19500	26000	30000	27000	21400

Rakennuksen lämmönjako on toteutettu vesikiertoisella patterilämmityksellä. Patterilämmityksen menoveden lämpötila on 55 °C.

2. Vertailtavat lämmitysmuodot

2.1 Hakelämmitys

Hakelämmityksessä tarvittava lämpö tuotetaan polttamalla haketta, jonka tärkeimpiä ominaisuuksia ovat hakkeen kosteus, laadun tasaisuus ja hakkeen koko. Hyvänä hakkeen kosteutena pidetään alle 30 %, jolloin hakkeen energiasisältö on noin 4–5 kWh/kg ja hake ei homehdu oikeanlaisessa säilytystilassa. Hakkeen koko vaihtelee 5–50 mm välillä. Kosteuden ja koon laatuun tasaisuus vaikuttaa lämpöjärjestelmän toimintaan ja lämmöntuotantoon. (Bioenergianeuvoja 2019a.) Hakelämmityksen tekninen käyttöikä on 30 vuotta (Rakennustieto 2008, 14).

Hakelämmityksessä kattilan tehon valintaan vaikuttaa rakennuksen lämmitystehon tarve. Hakelämmitysjärjestelmistä pyydettiin tarjouksia alan yrityksiltä ja yrityksille annettiin tietoon tarvittava teoreettinen huipputehon tarve, lämmitysenergian tarve sekä vanhan lämmitysjärjestelmän vuodessa käytetty polttoainemäärä. Vastauksia saatiin yhdeltä lämpökeskustoimittajalta. Hakelämmitysjärjestelmätarjous koski 220 kW hakepoltinta, joka kattaisi lähes kokonaan kohteen huipputehon tarpeen (223 kW). Hakepolttimen hinta olisi 56 000 € sisältäen varusteet (alv 0 %). Arvonlisäverollinen hinta olisi 69 440 €. Yritys lupaa hyötysuhteeksi yli 95 %. Hintoihin ei kuulu työ. Työstä ei ole mainintaa tarjouksessa, koska työn hintaa on vaikea arvioida.

Toinen vaihtoehto olisi mitoittaa hakejärjestelmä öljyn kulutuksen perusteella, jolloin järjestelmän tehoksi riittäisi noin 110 kW. Pienempi tehoinen järjestelmä on todennäköisesti halvempi investointikustannuksiltaan mutta vaatii, että vanha öljylämmitysjärjestelmä jää varalle. Varmin tapa selvittää asia on pyytää alan ammattilainen vierailemaan Louen koululla ja antamaan oman arvionsa työstä.

Hakkeen määrään vaikuttaa rakennuksen lämmitysenergian tarve, joka Louen koululla on laskettu olevan 232 MWh. Lisäksi määrään vaikuttaa hakejärjestelmän hyötysuhde, joka on 95 %, joten haketta tarvitaan 244 MWh verran vuodessa. Yhden megawattitunnin tuottamiseen tarvitaan noin 1,25 irtokuutiometriä ($i\text{-m}^3$) haketta, joten Louen koululla kuluisi noin 305 $i\text{-m}^3$ haketta vuosittain (Bioenergianeuvoja 2019b). Metsähakkeen hinnaksi on arvioitu 20,70 €/MWh (alv 0 %) (Tilastokeskus 2019c), joten arvonlisäverollinen hinta olisi noin 26 €/MWh (alv 24 %). Hakkeella lämmittäminen maksaisi näillä arvoilla n. 6 344 € (alv 24 %) vuodessa.

Hakkeen suuren määrän vuoksi tulee Louen koululla huomioida tilan tarve lämmityspolttoaineelle. Olennaisia vaihtoehtoja ovat esimerkiksi hakelämpökontit, jonne hake voidaan varastoida ja tuottaa lämpöä samassa rakennelmassa. Hakekonttiin investoitaessa tulee huomioida myös kunnan rakennusvalvontaa mahdollisissa lupa-asioissa. Lisäksi hakevaraston kokoon on syytä kiinnittää huomiota uudelleen täytön kohdalla. Olennaista on se, että montako kertaa vuodessa varastoon täytyy tilata lisää haketta, jotta tasainen lämmöntuotanto säilyy, eikä varasto pääse loppumaan. Lämmöntuotantoon vaikuttaa olennaisesti lämmityskauden lämpötilat. Kovilla pakkasilla haketta kuluu luonnollisesti enemmän.

2.2 Pellettilämmitys

Pellettilämmityksessä lämpö tuotetaan polttamalla pellettiä, joka valmistetaan puristamalla puuteollisuuden sivutuotteita, esim. sahanpurua, kutteripurua tai -lastua, sylinterimäisiksi kappaleiksi. Pellettien halkaisija vaihtelee 8–12 mm välillä ja pituus 10–30 mm välillä. Pellettien kosteus on alle 10 %, mikä estää niiden jäätymisen ja homehtumisen. (Bioenergianeuvoja 2019c.) Pellettilämmityksen tekninen käyttöikä on 30 vuotta (Rakennustieto 2008, 14).

Pellettilämmityksessä kattilan tehon valintaan vaikuttaa rakennuksen lämmitystehon tarve. Tarjouskyselyssä annettujen tietojen perusteella saatiin vastauksia muutamalta yritykseltä. Yrityksille annettiin tietoon tarvittava teoreettinen huipputehon tarve, lämmitysenergian tarve sekä vanhan lämmitysjärjestelmän vuodessa käytetty polttoainemäärä. Pellettilämmityslaitteista antoi tarjouksen lämmityslaitetoimittaja, jonka tuotteena on 80–260 kW:n tehoinen pellettipoltin. Hinta tuotteelle on 14 000 € (alv 0 %). Lisäksi he voivat tehdä tarjouksen lämmityslaittekokonaisuudesta, johon kuuluu varasto, siirtokuljetin, kattila ja poltin. Koko paketin hinta olisi alkaen 30 000 € (alv 0 %). Arvonlisäverollinen hinta olisi 37 200 €. Pellettijärjestelmän hyötysuhteeksi on annettu 96 %. Työstä ei ole mainintaa tarjouksessa, koska työn hintaa on vaikea arvioida.

Toinen vaihtoehto olisi mitoittaa pellettijärjestelmä öljyn kulutuksen perusteella, jolloin järjestelmän tehoksi riittäisi noin 110 kW. Pienempi tehoinen järjestelmä on todennäköisesti halvempi investointikustannuksiltaan mutta vaatii, että vanha öljylämmitysjärjestelmä jää varalle. Varmin tapa selvittää asia on pyytää alan ammattilainen vierailemaan Louen koululla ja antamaan oman arvionsa työstä.

Pellettien määrään vaikuttaa rakennuksen lämmitysenergian tarve, joka Louen koululla on laskettu olevan 232 MWh vuodessa. Lisäksi määrään vaikuttaa pellettijärjestelmän hyötysuhde, joka on 96 %, joten pellettejä tarvitaan 242 MWh verran vuodessa. Pellettikilon sisältämä energia on noin 4,75 kWh, joten Louen koululla kuluisi pellettiä noin 51 000 kg vuodessa (Bioenergianeuvoja 2019c). Pelletin hinta on arvioitu olevan 58,00 €/MWh (alv 24 %) (Tilastokeskus 2019d), joten lämmityskustannukset olisivat n. 14 036 € vuodessa.

Pelletin suuren määrän vuoksi tulee Louen koululla huomioida tilan tarve lämmityspolttoaineelle. Olennaisia vaihtoehtoja ovat esimerkiksi pellettilämpölaitokset, jonne pelletti voidaan varastoida ja tuottaa lämpöä samassa rakennelmassa. Pellettilämpölaitokseen investoitaessa tulee huomioida myös kunnan rakennusvalvontaa mahdollisissa lupa-asioissa. Lisäksi pellettivaraston kokoon on syytä kiinnittää huomiota uudelleen täytön kohdalla. Olennaista on se, että montako kertaa vuodessa varastoon täytyy tilata lisää pellettiä, jotta tasainen lämmöntuotanto säilyy, eikä varasto pääse loppumaan. Lämmöntuotantoon vaikuttaa olennaisesti lämmityskauden lämpötilat. Kovilla pakkasilla haketta kuluu luonnollisesti enemmän.

2.3 Maalämpö

Maalämmöllä kerätään maaperään, kallioon tai veteen varastoitunutta aurinkoenergiaa sekä maapallon ytimeistä johtuvaa energiaa rakennuksen lämmitykseen. Lämpöenergiaa siirretään maalämpöpumpun lämmönsiirtimien avulla keruupiiristä rakennuksen lämmitysjärjestelmään. (Motiva 2012, 1–2.) Maalämpöjärjestelmän tekninen käyttöikä on 25–30 vuotta. (Rakennustieto 2008, 15)

Maalämpöpumpun valintaan vaikuttaa rakennuksen lämmitystehon tarve. Maalämpöpumppu voidaan mitoittaa täys- tai osatehoiseksi. Täysteholla maalämpöpumppu kattaa rakennuksen lämmitystehon tarpeen kokonaan. Osateholla lämpöpumppu kattaa 60–99 % rakennuksen lämmitystehon tarpeesta, jolloin lämpöpumppu tuottaa noin 95–99 % vuotuisesta lämmitysenergiasta. Loput lämmitysenergiasta tuotetaan joko maalämpöpumpun sisältämällä sähkövastuksella eli suoralla sähköllä tai muulla lämmitysjärjestelmällä esimerkiksi vanhalla öljylämmityksellä. Louen koulun lämmitystehon tarve on arvioitu öljynkulutuksen perusteella olevan 110 kW ja laskennallinen huipputehon tarve 223 kW. (Motiva 2012, 3–4.)

Lämpöpumppujärjestelmiä suunnittelevilta ja myyville yrityksiltä pyydettiin maalämpöjärjestelmän tarjous perustuen kohteen aikaisempaan öljynkulutukseen, öljykattilan hyötysuhteeseen, kohderakennuksen mittoihin ja sijaintiin sekä lämmönjaon mitoituksilämpötilaan. Eräältä yritykseltä saatu mitoituksen arvio lämmitystehon tarpeesta on 94 kW ja tähän ehdotettiin lämpöpumppua, jonka antoteho 55 °C on 117 kW, joten kyseinen lämpöpumppu kattaa lämmitystehon tarpeen täysin. Lisäksi maalämpöjärjestelmään ehdotettiin 3000–5000 litran varaajaa. Yrityksen arvio tarvittavasta lämmönkeruupiirin aktiivisyvyydestä on 1 640 metriä ja arvio talon energiantarpeesta on 232 049 kWh vuodessa, josta lämpöpumpun käyttämä osuus olisi 77 350 kWh. Näin ollen säästöä tulisi 154 699 kWh vuodessa.

Toiselta yritykseltä saatu mitoitus arvioi rakennuksen lämmitystehon tarpeeksi 76,6 kW ja tähän ehdotettiin lämpöpumppua, jonka antoteho mitoituksilämpötilassa on 51,3 kW, joten lämpöpumppu kattaisi 67 % arvioidusta tehontarpeesta. Arvio tarvittavasta keruupiirin aktiivisyvyydestä on 2 067 metriä. Yrityksen arvio lämmitysenergian tarpeesta on 232 050 kWh vuodessa, josta lämpöpumpun käyttämä osuus olisi 77 770 kWh, joten säästöä tulisi 154 280 kWh vuodessa.

Lämpöpumppu yrittäjiltä saatujen mitoitusten perusteella lämpöpumppu kuluttaisi keskimäärin noin 77 500 kWh vuodessa. Sähkön hinnaksi on arvioitu 0,10 €/kWh, joten lämpöpumpun sähkönkulutus maksaisi 7 750 € vuodessa. Maalämpöjärjestelmää hankkiessa on suositeltavaa selvittää rakennuksen sulakekoon riittävyys maalämpöjärjestelmälle.

Yrityksiltä saadut mitoitukset ovat suuntaa antavia ja tarkempi suunnittelu sekä kohteeseen tutustuminen on suositeltavaa. Ehdotetut maalämpöjärjestelmät eivät kata laskennallista huipputehon tarvetta, joten vanha öljylämmitys tulisi jättää varalle. Maalämpötarjouksia pyydetessä tulee huomioida tarjouspyynnön sisältö. Tarjouksen voi hankkia avaimet käteen –periaatteella, jolloin tarjous kattaa laitteet, porauksen ja asennukset. Porauksen voi myös pyytää omana tarjouksena asiantuntevalta yritykseltä. Erillisillä tarjouksilla voidaan mahdollisesti päästä halvempaan hintaan, mutta tapa vaatii tilaajalta enemmän panostusta töiden yhteen sovittelussa.

Yrityksiltä ei saatu suoraan hintaluokkaa tarjotuille maalämpöjärjestelmille. Hinta-arviot molemmista järjestelmistä ovat noin 100 000 € (alv 24 %). Hinta-arvio ei sisällä

työn hintaa, tarvittavia varusteita ja kanaalien tekoa. Toisen yrityksen tarjoaman maalämpöpumpun tukkuhinta on 19 075 € (alv 24 %) ja tarvittavien lämpökaivojen poraus maksaisi noin 78 570 € (alv 24 %). Ensimmäisen yrityksen maalämpöpumpun ohjehinta on 33 890 € (alv 24 %) ja tarvittavien lämpökaivojen poraus maksaisi noin 62 380 € (alv 24 %). Lämpökaivon kallion poraamisen hinnaksi on arvioitu 35 €/m sisältäen alv 24 %. Lisäksi maaperään poraamisen hinnaksi on arvioitu 62,25 €/m ja keskimääräisenä maaperän syvyytenä on käytetty 10 metriä.

Maalämpöjärjestelmää suunnitellessa tulee huomioida lämmönkeruupiirien tilan tarve. Arviot Louen koulun tarvitsemasta lämpökaivoon asennettavasta keruupiiristä vaihtelevat 1640 ja 2067 metrin välillä. Lämpökaivojen syvyys on yleensä alle 300 metriä, usein 150–200 metriä. Energiakaivot porataan kallioperään, joten syvyyteen vaikuttaa myös muun maa-aineksen määrä ennen kallioperää. Näiden arvojen perusteella Louen koululle tarvittaisiin noin 8–11 kaivoa. Kaivoja sijoittaessa tulee huomioida taulukossa 2 eritellyt etäisyydet. Myös kunnan oma rakennusjärjestys ja pohjavesialueet tulee huomioida lämpökaivoja suunnitellessa. (Juvonen, J. & Lapinlampi, T. 2013.)

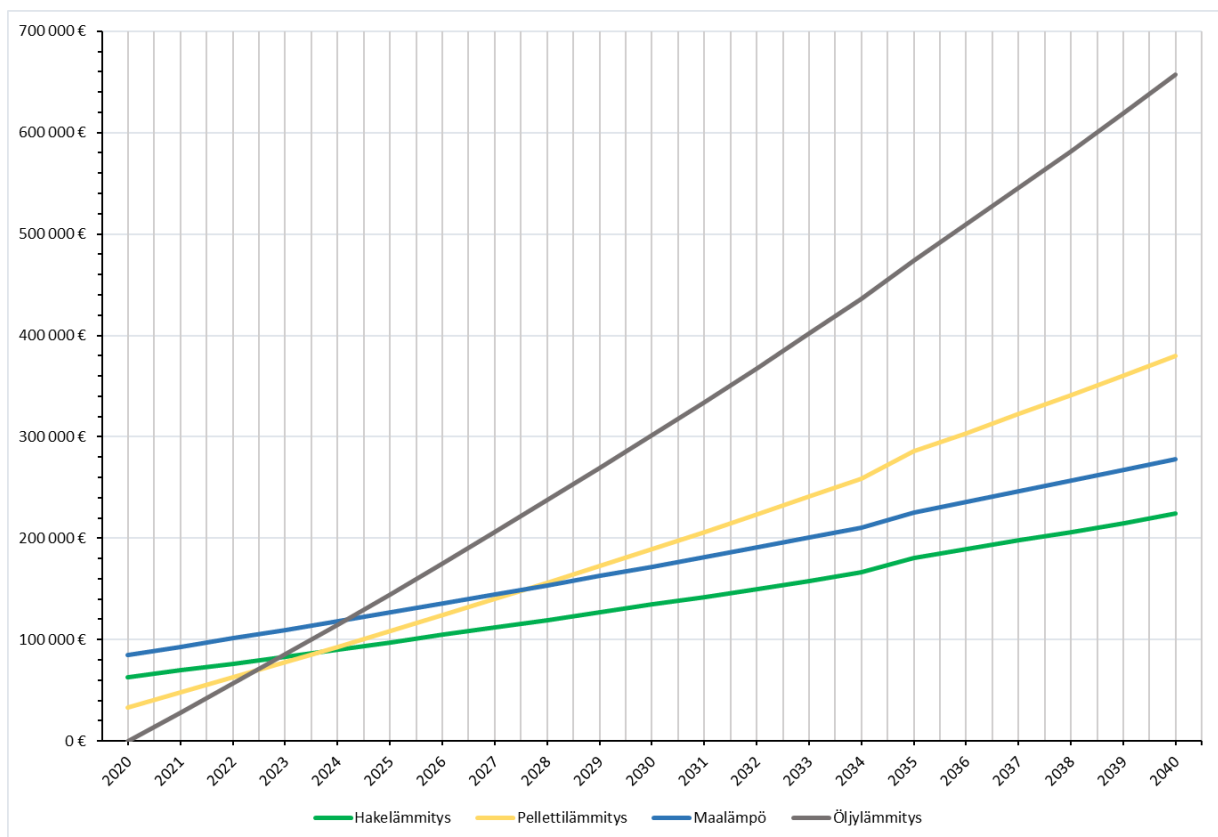
Taulukko 2 Lämpökaivon porareian suositeltavat minimietäisyydet eri kohteisiin (13. Juvonen, J. & Lapinlampi, T. 2013)

Kohde	Suosittelu minimietäisyys
Energiakaivo	15 m
Lämpöputket ja kaukolämpöjohdot	3m
Kallioporakaivo	40 m
Rengaskaivo	20 m
Rakennus	3 m
Kiinteistön raja	7,5 m
Kiinteistökohtaisen jätevedenpuhdistamon purkupaikka	Kaikki jätevedet 30 m. Harmaat vedet 20 m
Viemärit ja vesijohdot	3 m (omat putket) – 5 m (muiden putket)
Tunnelit ja luolat	25 m, tapauskohtaisesti

3. Lämmitysjärjestelmien vertailu

3.1 Elinkaarikustannusten laskenta

Vertailtaville lämmitysjärjestelmille on tehty elinkaarikustannusten laskenta (Kuva 1). Kustannusten laskennassa on huomioitu lämmitysjärjestelmien investointikustannukset, vuosittaiset huoltokustannukset, vuosittaiset polttoainekustannukset, 15 vuoden välein tapahtuva komponentin uusinta (poltin, kompressori) sekä investointiin saatava energiatuki.



Kuva 1 Lämmitysjärjestelmien elinkaarikustannukset

Hakelämmityksessä investointikustannuksena on käytetty 70 000 € ja energiatuen määrä on 10 %. Huoltokustannukset on arvioitu vuosittain olevan 250 € ja huolto sisältää hakepolttimen huollon sekä hormin nuohouksen. Polttoainekustannukset ovat kappaleessa 3.1 laskettu olevan 6 344 € vuodessa sekä polttimen uusinnan hinnaksi on arvioitu 10 000 €.

Pellettilämmityksessä investointikustannuksena on käytetty 37 200 € ja energiatuen määrä on 10 %. Huoltokustannukset on arvioitu vuosittain olevan 250 € ja huolto sisältää pellettipolttimen huollon sekä hormin nuohouksen. Polttoainekustannukset ovat kappaleessa 3.2 laskettu olevan 14 036 € vuodessa sekä polttimen uusinnan hinnaksi on arvioitu 14 000 €.

Maalämmön investointikustannuksena on käytetty 100 000 € ja energiatuen määrä on 15 %. Maalämpöpumpun huoltokustannukset on arvioitu vuosittain olevan 250 €. Polttoainekustannukset ovat kappaleessa 3.3 laskettu olevan 7 750 € vuodessa sekä maalämpöpumpun kompressorin uusinnan hinnaksi on arvioitu 8 000 €.

Öljylämmityksen elinkaarikustannukset on laskettu vertailua varten. Öljylämmityksellä ei ole investointikustannuksia eikä energiatukea. Vuosittainen huoltokustannus on arvioitu olevan 350 € sisältäen öljypolttimen huollon sekä öljykattilan ja hormin nuohouksen. Polttoainekustannukset on laskettu vuotuisen öljynkulutuksen, 27 300 litraa, kautta ja öljyn hinnaksi on arvioitu 1 €/l (Tilastokeskus 2019a), joten polttoainekustannukset ovat 27 300 € vuodessa. Öljypolttimien uusinnan hinnaksi on arvioitu 4 000 €.

Elinkaarikustannuksessa kaikki käytetyt hinnat ovat arvonlisäverollisia sekä sisältävät muut maksut esim. sähkön siirron ja polttoaineveron. Elinkaarikustannuksissa ei ole otettu huomioon järjestelmien asennuksen ja työn hintaa eikä mahdollisten lisävarusteiden hintoja puutteellisten tarjousten vuoksi. Työn ja asennuksen hintaa on vaikeaa arvioida, koska siihen vaikuttavat työtavat sekä työn laajuus. Laskelmat ovat suuntaa antavia, koska saatuja tarjouksia ei tullut toivottu määrä ja järjestelmien keskinäistä vertailua ei voitu suorittaa.

Elinkaarikustannusten laskennassa vuosittaiset kustannukset on diskontattu nykyarvoon käyttämällä kaavaa 1, korkona käytetty 3 %. Polttoainekustannukset on myös diskontattu nykyarvoon sekä polttoaineiden hinnan nousu on otettu huomioon kaavalla 2. Polttoaineiden hinnan nousu on arvioitu vuosittain olevan 4,6 %.

$$K_N = \sum(K_i \times 1/(1+r)^i) \quad (1)$$

missä

K_N = kustannuksen nykyarvo (€)
 K_i = kustannus vuonna i (€)
 r = valittu korkokanta (%)
 i = vuosi, jona kustannus toteutuu (vuosi)

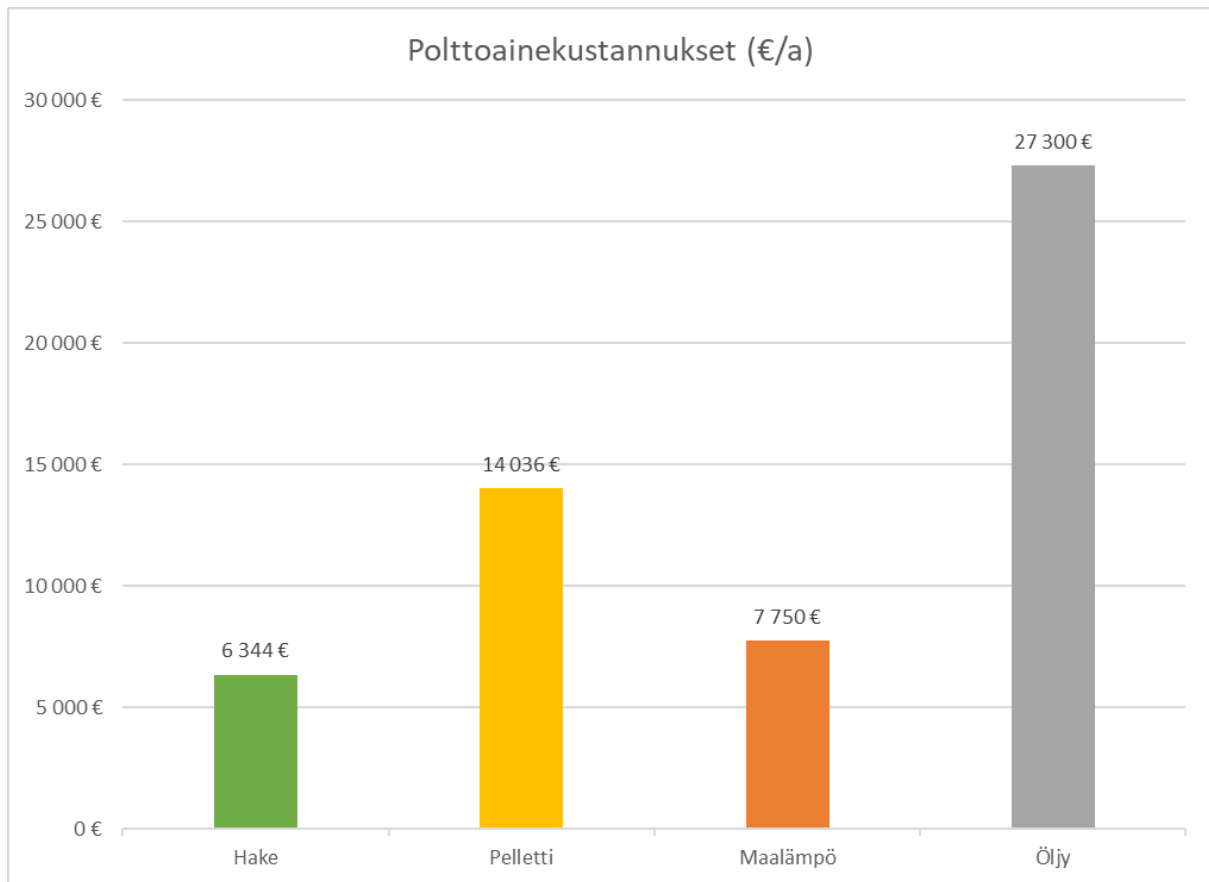
$$X = Y \times \frac{1}{(1-p)} \times \frac{[1+(i-p)]^n - 1}{[1+(i-p)]^n} \quad (2)$$

missä

X = Polttoainekustannusten nykyarvo (€)
 Y = Polttoaineen hinta (€)
 p = vuotuinen hinnan nousu (%)
 i = diskonttaus korkokanta (%)
 n = käyttöjakson pituus (vuosi)

3.2 Polttoainekustannusten vertailu

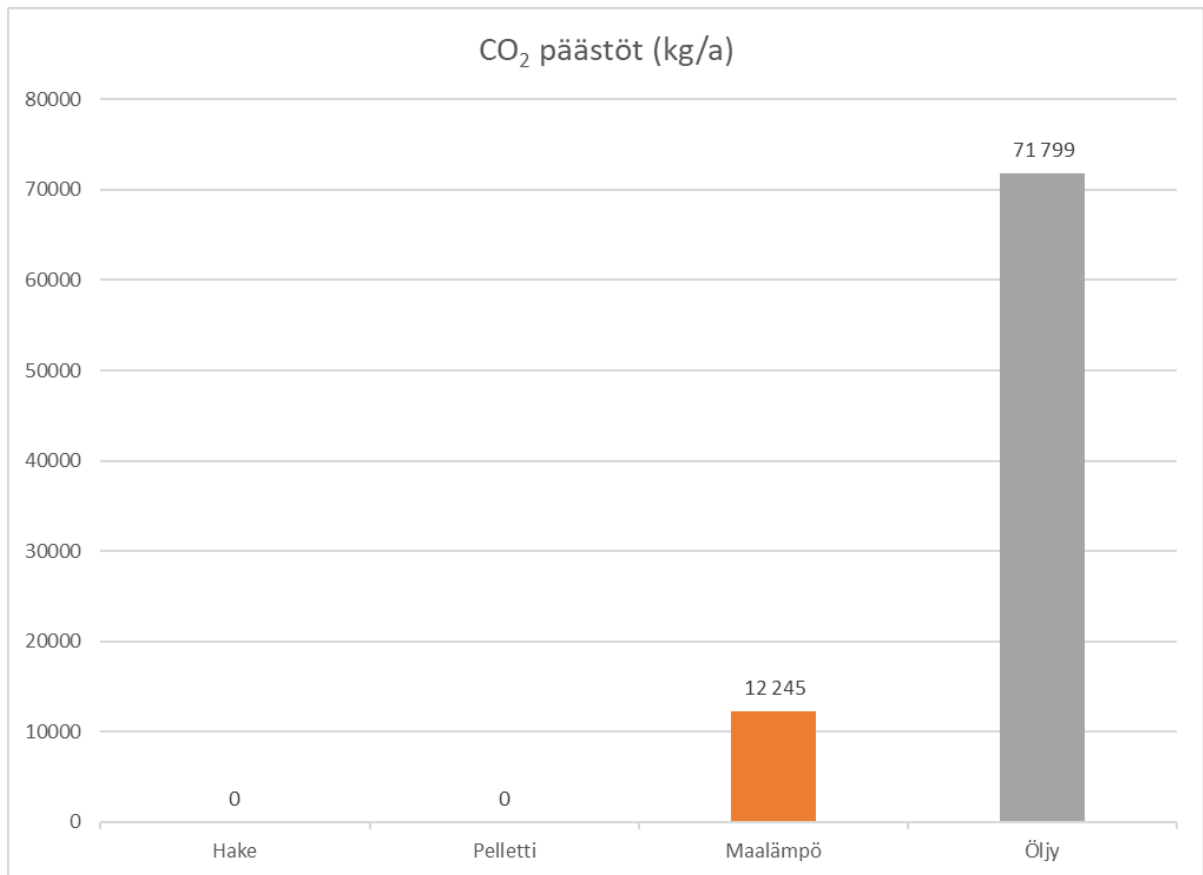
Eri lämmitysjärjestelmien polttoainekustannusten vertailussa suurimmat vuosittaiset säästöt saadaan hakelämmityksellä ja pienimmät pellettilämmityksellä (Kuva 2). Kuvassa hakkeen, pelletin ja maalämmön polttoainekustannukset ovat kappaleessa 3 esitetyt arvot, sisältäen arvonlisäveron. Kevyen polttoöljyn hinnaksi on arvioitu 1 €/litra (Tilastokeskus 2019a). Polttoainekustannusten vertailu perustuu rakennuksen lämpöenergian tarpeeseen sekä laitevalmistajien ja –myyjien antamiin tietoihin. Todellisiin kustannuksiin vaikuttavat vuotuiset säätilat, rakennuksen sekä lämmitysjärjestelmän asianmukainen käyttö sekä polttoaineiden todelliset hankintahinnat.



Kuva 2 Lämmitysjärjestelmien polttoainekustannusten vertailu

3.3 Hiilidioksidipäästöjen vertailu

Louen koulun lämmitysjärjestelmän muutoksen vaikutuksia hiilidioksidipäästöihin on vertailtu kuvassa 3. Vertailussa maalämmön käyttämän sähkön CO₂-päästökertoimenä on käytetty 158 kg CO₂/MWh (Motiva 2019) ja maalämpöpumpun sähkönkulutuksen arviona on käytetty 77,5 MWh vuodessa. Kevyen polttoöljyn päästökertoimenä on käytetty 263 kg CO₂/MWh (Tilastokeskus 2019b) ja kevyen polttoöljyn vuosikulutuksena on käytetty 27 300 litraa eli 273 MWh. Puupohjaiset polttoaineet on oletettu hiilidioksidineutraaleiksi.



Kuva 3 Lämmitysjärjestelmien hiilidioksidipäästöjen vertailu

3.4 Hankinnassa huomioitavia aiheita

Lämmitysjärjestelmän valinnan jälkeen tulee investointikustannusten lisäksi huomioida asennukseen liittyvät kustannukset. Näihin vaikuttavat lämmitysjärjestelmän asentamiseen käytettävä työaika sekä mahdolliset lisätyöt, kuten työajan piteneminen. Heti tarjouspyyntöä tehtäessä on syytä kiinnittää tarkka huomio siihen, että tekee tarjouksen tekijä asennuksen urakkamuotona sekä onko kysymyksessä ns. Avaimet käteen -periaate? Mahdollisimman selkeä kuva urakasta saadaan, kun tarjouksen tekijä vierailee kohteessa ja tekee arvion urakan laajuudesta ja suunnitelman lämmitysjärjestelmän toteutuksesta yhdessä tilaajan kanssa.

5 Johtopäätökset

Vanhan lämmitysjärjestelmän korvaaminen uudella tuo eteen monia eri asioita, joihin tulee kiinnittää huomiota. Oleellisin asia on päättää se, että minkälaisella lämmitysjärjestelmällä korvataan vanha lämmitysjärjestelmä? Voidaanko vanha lämmitysjärjestelmä jättää varalle, eli tätä käytetään vain silloin kun varsinainen lämmitysjärjestelmä ei kykene toimimaan tai tuottamaan tarvittavaa määrää lämpöä? Sopiiko vanhan lämmitysjärjestelmän tiloihin uusi lämmitysjärjestelmä, vai joudutaanko rakentamaan erilliset tilat? Toimittaako lämmitysjärjestelmän tilaaja pelkän lämmittimen vai tuleeko mukana myös kaikki varusteet sekä työ?

Suunnittelu on alusta alkaen tärkeää, koska sen avulla pystytään seuraamaan sekä arvioimaan työhön liittyviä kustannuksia karkeasti. Suunnitelma auttaa hahmottamaan urakan kokonaiskestoja, alustavaa budjettia sekä työmääriä, jotka koskevat urakkaa. Suunnitelman myötä on mahdollista kiinnittää huomiota myös eri seikkoihin, kuten turvallisuusmääräyksiin, kuten paloturvallisuuteen. Samalla se huomioi rakennusoikeudellisia puolia sekä auttaa hahmottamaan sitä koskevia rakennusmääräyksiä. Tämä tarkoittaa sitä, että lämmitysjärjestelmänä voi olla erillinen hake- tai pellettilämpölaite, joka vaikuttaa alueen ulkonäköön.

Vanha lämmitysjärjestelmä sijaitsee kellarissa, johon uuden järjestelmän sijoittaminen voi olla työlästä ja tilan koko saattaa olla esteenä järjestelmän asentamiselle. Puupolttoaineista lämmitysjärjestelmää hankittaessa tulee huomioida polttoaineväestöjen sijoitus sekä varastojen täyttö, vaivattomuus ja vaihtoväli. Lisäksi polttoaineen hankintaa ja saatavuutta tulee miettiä puupolttoaineisissa lämmitysjärjestelmissä. Louen koulun kohdalla on syytä kiinnittää huomiota paloturvallisuuteen, koska puupohjaisissa polttoaineissa on mahdollinen palovaara. Pelletissä ja hakkeessa erillinen tila on palon mahdollisuuden kannalta turvallisempi vaihtoehto kuin uuden järjestelmän sijoittaminen kellariin vanhaan kattilahuoneeseen. Maalämmössä tulee huomioida lämpökaivojen tilantarve. Lämpökaivojen sijoittelussa on hyvä käyttää suositeltuja minimietäisyyksiä eri kohteisiin ja hyvällä suunnittelulla voidaan minimoida lämpökanaalien pituudet sekä kanaalien mahdolliset lämpöhäviöt. Itse maalämpöpumppu ei tarvitse kovin suurta tilaa, joten pumpun voi mahdollisesti sijoittaa vanhaan kattilahuoneeseen. Mahdollisen varaajan tilan tarve tulee myös huomioida.

Lämmitysjärjestelmät vaativat toimiakseen oikeanlaisen asennuksen sekä asennuksen jälkeen on syytä huomioida järjestelmien huoltoväli. Huoltojen myötä kyetään kartoittamaan laitteiden kuntoa ja toimivuutta. Turvallinen tapa hoitaa huolto on tehdä sopimus lämmityslaitteita huoltavan yrityksen kanssa tai yrittäjän, jolla on lupa tai sertifikaatti huoltaa lämmityslaitteita.

Louen koulun uuden lämmitysjärjestelmän vertailussa eri laitteiden investointi- ja asennuskustannusten suora vertailu ei ollut mahdollista puutteellisten tarjousten vuoksi. Voidaan kuitenkin olettaa, että hake- ja pellettijärjestelmä ovat investoinneiltaan samaa hintaluokkaa perustuen samankaltaiseen toimintaperiaatteeseen sekä tilan tarpeeseen. Maalämmössä investointikustannukset nousevat yli hake- tai pellettijärjestelmän, koska maalämmön vaatima keruupiiri porataan maa- ja kallioperään. Lisäksi lopullisiin investointikustannuksiin vaikuttaa asennuksen- ja työn hinnat sekä mahdolliset lisävarusteet, joita tarvitaan laitteen oikeanlaiseen toimintaan. On suositeltavaa, että alan ammattilainen vierailee kohteessa ja antaa oman arvionsa työstä.

Louen koululla mahdollinen energiantuotannon vaihtoehto voi olla lämpöyrittäjä, jossa yrittäjä tuottaa kohteen tarpeisiin lämpöenergiaa ja hoitaa lämmöntuotannon toiminnasta ja huollosta. Lämmöntuotantolaitoksen voi omistaa yrittäjä tai asiakas. Lämpöyrittäjä lisää alueen työllisyyttä ja parantaa taloutta, sillä polttoaine tuotetaan paikallisesti ja toiminnan liikevaihto jää alueelle. Louen koulun tilanteessa tulisi selvittää onko alueella lämpöyrittäjäydestä kiinnostunutta tahoa. Yksittäin Louen koulu saattaa kuitenkin olla liian pieni kohde lämpöyrittäjälle. Usein lämpöyrittäjäyden tuotantolaitokset vaihtelevat teholtaan muutaman sadan kilowatin laitoksista useampaan megawattiin. (Bioenergia Lämpöyrittäjät 2019)

Uusiutuvan energian investoinneille on mahdollista saada Business Finlandin energiatukea. Energiatuki on puupolttoaineita käyttäville lämpökeskushankkeille 10–15 % ja lämpöpumppuhankkeille 15 %. On kannattavaa selvittää, onko Louen koulun lämmitysjärjestelmän muutokselle mahdollista saada energiatukea. (Business Finland Oy 2019.) Lämmitysjärjestelmän hankinnassa mahdollisena vaihtoehtona on ESCO-palvelun käyttö. ESCO-palvelussa ulkopuolinen energia-alan toimija investoi asiakkaan puolesta energiaa säästäviin ja energian käyttöä tehostaviin laitteisiin tai toimenpiteisiin, jotka maksetaan takaisin syntyneistä energiankustannusten säästöistä sopimuksen mukaisesti. (Motiva 2017.)

Louen koulu lämmitysjärjestelmän uusimiseen liittyviä asioita on listattu liitteenä 1 olevaan muistilistaan. Listaa voi hyödyntää lämmitysjärjestelmän valintaa miettiessä ja tarjouspyyntöä valmistellessa.

Lähteet

Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J. & Korhonen, J. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Viitattu 11.7.2019 <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2016/T258.pdf>.

Bioenergia Lämpöyrittäjät 2019. Faktaa lämpöyrittäjyydestä. Viitattu 27.8.2019 <http://www.lampoyrittajat.fi/L%C3%A4mp%C3%B6yritt%C3%A4jyys%20faktaa>.

Bioenergianeuvoja 2019a. Hakkeen laatu. Viitattu 2.8.2019 <http://www.bioenergianeuvoja.fi/biopolttoaineet/hake/laatu/>.

Bioenergianeuvoja 2019b. Hakkeen energia-arvo ja muuntokertoimet. Viitattu 2.8.2019 <http://www.bioenergianeuvoja.fi/biopolttoaineet/hake/hake/>.

Bioenergianeuvoja 2019c. Pelletti. Viitattu 2.8.2019 <http://www.bioenergianeuvoja.fi/biopolttoaineet/pelletti/>.

Bioenergianeuvoja 2019d. Energian kulutus ja tehon tarve. Viitattu 5.8.2019 <http://www.bioenergianeuvoja.fi/biolampolaitos/energian-kulutus-ja-tehon-tarve/>.

Business Finland Oy 2019. Energiatuki. Viitattu 26.8.2019 <https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/rahoitus/energiatuki/>.

Suomen rakentamismääräyskokoelma 2018. Energiatehokkuus – Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehon tarpeen laskenta. Ympäristöministeriö. Viitattu 11.7.2019 https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Energiatehokkuus.

Juvonen, J. & Lapinlampi, T. 2013. Energiakaivo – Maalämmön hyödyntäminen pientaloissa. Ympäristöministeriö. Viitattu 23.8.2019 https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40953/YO_2013.pdf?sequence=4&isAllowed=y.

Motiva 2012. Lämpöä omasta maasta – Maalämpöpumput Viitattu 5.8.2019 https://www.motiva.fi/files/7965/Lampoa_omasta_maasta_Maalampopumput.pdf.

Motiva 2017. Energiatehokkuus ja ESCO-palvelut. Viitattu 16.9.2019 https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiatehokkuus-ja_esco-palvelut.

Motiva 2019. CO₂-päästökertoimet. Viitattu 26.8.2019 https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiankaytto_suomessa/co2-laskentaohje_energiankulutuksen_hiilidioksidipaastojen_laskentaan/co2-paastokertoimet.

Rakennustieto 2008. RT 18-10922. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot.

Tilastokeskus 2019a. Tärkeimpien öljytuotteiden kuluttajahinnat 2019. Viitattu 26.8.2019 https://www.stat.fi/til/ehi/2019/01/ehi_2019_01_2019-06-12_kuv_002_fi.html.

Tilastokeskus 2019b. Polttoaineluokitus 2019. Viitattu 26.8.2019
http://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html.

Tilastokeskus 2019c. Energian hintoja lämmöntuotannossa maaliskuussa 2019. Viitattu 5.8.2019 https://www.stat.fi/til/ehi/2019/01/ehi_2019_01_2019-06-12_tau_002_fi.html.

Tilastokeskus 2019d. Lämmitysenergian kuluttajahintoja maaliskuussa 2019. Viitattu 5.8.2019 https://www.stat.fi/til/ehi/2019/01/ehi_2019_01_2019-06-12_tau_003_fi.html.

Liitteet

Liite 1. Lämmitysjärjestelmän hankinnan muistilista

Liite 1. Lämmitysjärjestelmän hankinnan muistilista

1) Suunnittelu

- a) Vanhan järjestelmän kunto.
- b) Lämpötehon tarve, laskennallinen huipputeho (223 kW) vai öljynkulutuksen kautta arvioitu teho (110 kW)
 - i) Vaikuttaa kattilan tai lämpöpumpun tehoon
 - ii) Maalämpöpumpussa osa- vai täysteho mitoitus
- c) Tilan tarve
 - i) Lämpökontti vai erillinen rakennelma
 - ii) Polttoaineen varastointi
 - (1) hake 305 irtokuutiometriä vuodessa
 - (2) pelletti 51 000 kg vuodessa
 - iii) Lämpökaivojen määrä ja sijoitus
 - (1) Arvio 8-11 noin 200 metrin kaivoa
- d) Lämpöenergian tarve
 - i) Hakkeen ja pelletin määrä
 - ii) Lämpökaivojen syvyys
- e) Rakentamismääräykset
 - i) Toimenpide- tai rakennuslupa
 - ii) Paloturvallisuus
 - iii) Rakennusoikeus
- f) Mahdolliset rakennustyöt
 - i) Mahdolliset seinien läpiviennit
- g) Järjestelmän elinkaari
 - i) Hake- ja pelletti 30 vuotta
 - ii) Maalämpö 25-30 vuotta

2) Kustannukset

- a) Järjestelmän hinta
- b) Työn hinta
- c) Mahdolliset lisä- ja muutostyöt
- d) Polttoaineiden hinnat
- e) Huollot
- f) Komponenttien vaihtovälit

3) Aikataulu

- a) Asennustyöt
- b) Lämpökaivojen poraus
- c) Logistiikka

4) Tarjouspyynnön vaatimukset

- a) Ammattilaisen käynti kohteessa yhdessä kunnan edustajan kanssa
- b) Kokonaisvaltainen ratkaisu eli ns. Avaimet käteen-ratkaisu vai eritelty ratkaisu

- i) Hake- ja pellettijärjestelmissä: Sisältää kattilan, polttimen, kuljettimet, varaston, asennuksen yms.
 - ii) Maalämmössä: Sisältää kaivojen porauksen, maalämpöjärjestelmän, asennuksen, kanavien kaivamisen yms.
 - iii) Mahdollisten lisälaitteiden tarve
 - c) Tarjottu hinta
 - i) Erittely
 - (1) Järjestelmän hinta
 - (2) Työn hinta
 - (3) Mahdolliset lisä- ja muutostyöt.
 - (4) Takuu ja vakuudet
 - ii) Arvonlisäverot
 - d) Referenssit
 - i) Sertifioitu yritys + asentajat
 - e) Huoltojärjestelyt ja käyttöönoton opastus
- 5) Tuet/Avustukset
- a) Business Finlandin energiatuki 10-15%
 - b) ESCO-palvelun käyttömahdollisuus