

ENONTEKIÖN PALOASEMA

Vähähiilinen Lappi - Pilottikohde



Son rohki soma paikka ellää
Dat lea duodaid somás báiki eallit



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Sisällysluettelo

ENONTEKIÖN PALOASEMA Vähähiilinen Lappi - Pilottikohde.....	1
1. Johdanto	1
2. Kohteen lähtötiedot	2
3. Maalämpö	3
4. Ilma-vesilämpöpumppu	7
4. Hakelämmitys	9
5. Lämmitysjärjestelmien vertailu	11
5.1 Elinkaarikustannusten laskenta	11
5.2 Polttoainekustannusten vertailu	12
5.3 Hiilidioksidipäästöjen vertailu	13
6. Valaistus	15
Lähteet	17

1. Johdanto

Raportin aiheena on Vähähiilinen Lappi –hankkeessa (2019–2020) tehty lämmitysjärjestelmän muutoksen esiselvitys Enontekiön paloasemalle. Hankkeen tavoitteena on edistää mukana olevien kuntien uusiutuvan energian käyttöä ja energiatehokkuutta sekä tuottaa konkreettista tietoa erilaisten energiaratkaisujen toiminnasta. Pilottikohte valittiin yhteistyössä Enontekiön kunnan kanssa. Kohde on öljylämmitteinen rakennus, joka on tarkoitettu muuttamaan uusiutuvaan energiaan. Kohteessa tarkastellaan maalämpöä, ilma-vesilämpöä ja hakelämmitystä ratkaisuna rakennuksen lämmitykseen. Lisäksi kohteessa lasketaan nykyisen valaistuksen energiankulutus ja arvioidaan valaistuksen uusimisen vaikutuksia energiankulutukseen.

Raportissa selvitetään paloaseman lämmitysjärjestelmän muutosta öljystä maa-, tai ilma-vesilämpöpumppuun tai hakelämmitykseen. Uuteen lämmitysjärjestelmään selvitetään tarvittavat mitoitusarvot ja laite-ehdotukset. Lisäksi arvioidaan lämmitysjärjestelmien elinkaarikustannuksia sekä verrataan eri vaihtoehtojen vaikutuksia rakennuksen hiilidioksidipäästöihin. Valaistuksen uusimisessa arvioidaan energiankulutuksen ja käyttökustannusten muutosta sekä arvioidaan uuden järjestelmän kannattavuutta ja takaisinmaksuaikaa.

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

2. Kohteen lähtötiedot

Enontekiön paloasema on Enontekiön kunnassa osoitteessa Tuohustie 4, 99400 Enontekiö, sijaitseva vuonna 1988 valmistunut paloasema. Yksikerroksisen rakennuksen tilavuus on 3 645 m³ ja kerrosala 789 m².

Rakennuksen tämän hetkisenä lämmitysjärjestelmänä toimi vuonna 1988 valmistunut öljykattila, jonka teho on 145 kW. Öljypoltin on valmistettu vuonna 1988 ja on teholtaan 95–355 kW. Polttoaineena toimii kevyt polttoöljy. Rakennuksen lämmönjako on toteutettu vesikiertoisella patterilämmityksellä, puhaltimilla ja lattialämmityksellä. Lämmitysjärjestelmän menoveden lämpötila oli marraskuussa 2019 rakennusta katsoelmoitaessa 70 °C ja arvoa on käytetty uuden lämmitysjärjestelmän mitoituksissa. Rakennuksen vuosittainen sähkönkulutus on noin 41 000 kWh (2016-2018 keskiarvo) ja sulakekoko on 3x63A. Vuonna 2017 paloaseman vedenkulutus oli 124 m³.

Rakennuksen lämmityksen huipputehon tarvetta on arvioitu jakamalla rakennuksen vuosien 2016-2018 öljynkulutusten keskiarvo, 29 402 litraa, luvulla 250, jolloin saadaan arvio huipputehon tarpeesta, 118 kW (Bioenergianeuvoja 2019). Kevyen polttoöljyn lämpöarvona on käytetty 10 kWh/l, joten vuosittain käytetyn polttoaineen energiasältö on 294 020 kWh (Alakangas, Hurskainen, Laatikainen-Luntama & Korhonen 2016, 205). Öljykattilan hyötysuhteeksi on arvioitu 80 %, joten rakennuksen lämmitysenergian tarve on 235 216 kWh eli noin 235 MWh.

Kohde on tarkoitus muuttaa uusiutuvaan energiaan, joko hakelämmitykseen, maalämpöön tai ilma-vesilämpöpumppuun.

3. Maalämpö

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

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 öljylämmityksellä. (Motiva 2012a, 3–4) Enontekiön paloaseman lämmitystehon tarve on arvioitu öljynkulutuksen perusteella olevan 122 kW.

Enontekiön paloasemasta pyydettiin mitoitusarvio ja laite-ehdotukset alan yrityksiltä. Eräältä laitevalmistajalta saatu mitoitus arvioi rakennuksen lämmitystehon tarpeeksi 83,2 kW ja lämmitysenergian tarpeeksi 235 200 kWh/a, sisältäen käyttöveden, sekä nykyisen lämmityksen pumpun on arvioitu kuluttavan 4 358 kWh/a. Maalämpölaitteiksi ehdotettiin kahta 40 kW maalämpöpumppua sekä 500 litran puskurivaraaja ja 300 litran käyttövesivaraaja. Näiden laitteiden arvioitu energiantuotto olisi 234 265 kWh/a ja kulutus olisi 72 420 kWh/a, jolloin maalämmöllä saavutettava energiansäästö olisi 167 138 kWh/a. Laitevalmistajan ehdottamat laitteet on mitoitettu osateholle, 81 %, mutta laitteet kattavat koko lämmitysenergian tarpeen lisäenergian avulla. Lisäenergian lähteenä voi toimia maalämpöpumpun sisältämä sähkövastus tai nykyinen öljylämmitys, jos järjestelmä jätetään varalle. Lisäenergian tarve on 935 kWh/a.

Maalämpöjärjestelmää suunnitellessa tulee huomioida lämmönkeruupiirien tilan tarve. Laitevalmistajan arvio Enontekiön paloaseman tarvitsemasta kaivoihin asennettavasta aktiivisesta keruupiiristä on 1 753 metriä. 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 Enontekiön paloasemalle tarvittaisiin noin 9 kaivoa. Kaivoja sijoittaessa tulee huomioida taulukossa 1 eriteltyt etäisyydet. Myös kunnan oma rakennusjärjestys ja pohjavesialueet tulee huomioida lämpökaivoja suunniteltaessa. (Juvonen, J. & Lapinlampi, T. 2013)

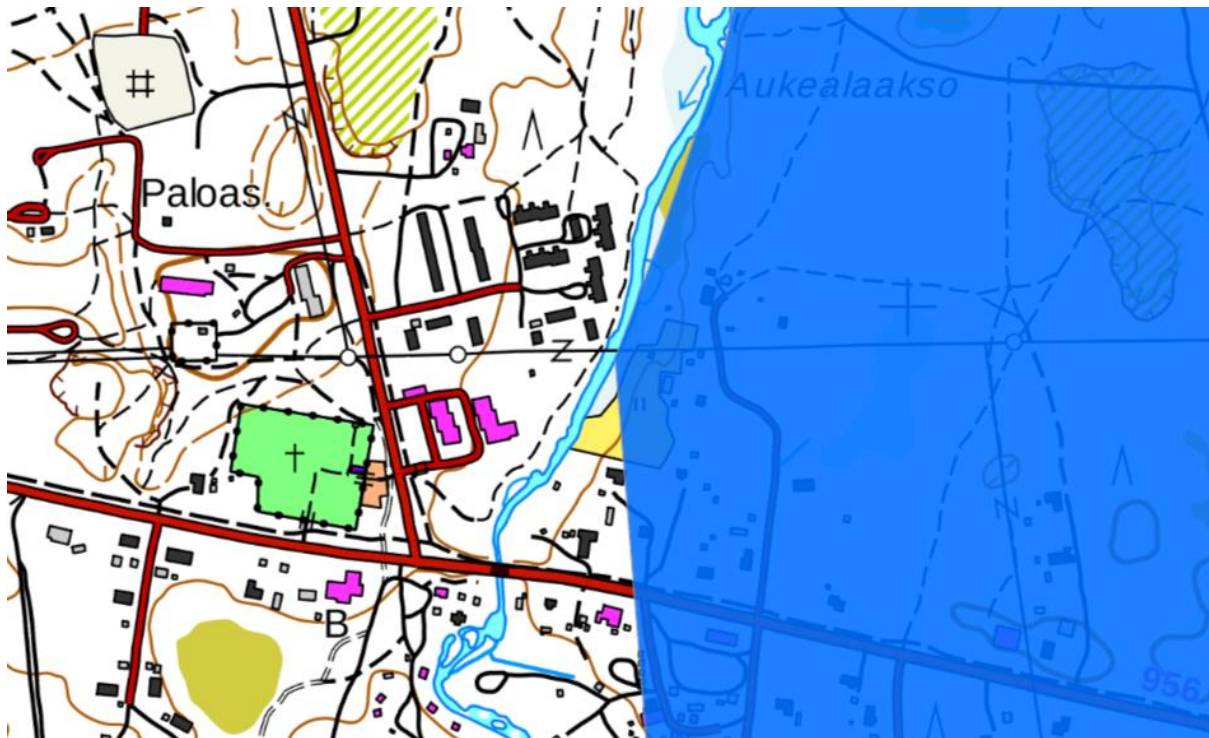
Taulukko 1 Lämpökaivon porareian suositeltavat minimietäisyydet eri kohteisiin (Juvonen, J. & Lapinlampi, T. 2013)

Kohde	Suosittelut 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

Kyseisen laitevalmistajan ehdottamista laitteista ei saatu suoraa hintaa tarjouksen muodossa, mutta arvioitu hinta laitteille on noin 25 400 € (alv 0 %). 40 kW:n kiinteistömaalämpöpumpun hinta on noin 11 700 € (alv 0 %) ja lämpöpumppuja tarvitaan kaksi kappaletta, 500 litran puskurivaraajan hinta on noin 1 200 € (alv 0 %) ja 300 litran lämminvesivaraajan hinta on noin 800 € (alv 0 %).

Maalämmön tarvitseman keruupiirin toteutuksen hintaa on arvioitu laitevalmistajan mitoituksen, 1 753 metriä, ja porauksen hinta-arvioiden avulla. Lämpökaivon kallion poraamisen hinnaksi on arvioitu 28,23 €/m (alv 0 %). Lisäksi maaperään poraamisen hinnaksi on arvioitu 50,20 €/m (alv 0 %) ja keskimääräisenä maaperän syvyytenä on

käytetty 10 metriä. Lämpökaivojen poraamisen hinnaksi muodostuu näin noin 54 000 € (alv 0 %). Lämpökaivojen hinta on tarjouskohtainen ja siihen vaikuttaa moni tekijä. Enontekiön kunnan edustajalta saatiin tietoa paloaseman alueesta, joka on vanha sora- ja kalliomaasto ja kalliota saattaa olla syvällä, mikä vaikuttaa lämpökaivojen porauksen hintaan huomattavasti. Koeporaus on varma tapa saada tarkempaa tietoa maan koostumuksesta. Paloasema ei sijaitse pohjavesialueella, joten maalämpökaivojen poraaminen on tontille mahdollista.



Kuva 1 Paloaseman sijainti pohjavesikartalla (Suomen ympäristökeskus 2020)

Maalämpöjärjestelmän arvioiduksi hinnaksi muodostuu yhteensä noin 79 400 € (alv 0 %). Tämä hinta ei sisällä maalämpöjärjestelmän asennuksen työn hintaa, lämpökanaalien tekoa ja mahdollisesti tarvittavia lisävarusteita sekä nykyisen öljylämmityksen purkua. Lisäksi lämpöpumppuhankkeille on saatavilla Business Finlandin energiatukea 15 %, joten arvioitu maalämpöjärjestelmän hinta on noin 67 490 € (alv 0 %). (Business Finland Oy 2019)

Maalämpöjärjestelmän tarjouksia pyydetessä tulee huomioida kohteen tarpeet ja haluttu lopputulos. 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. Tarjouspyynnössä on suositeltavaa olla tarjouksen hyväksymisehtona tarjoajan käynti kohteessa, jolloin kohteen laajuus ja tarpeet selkeytyvät tarjoajalle.

Maalämpöjärjestelmän hankinnassa tulee huomioida myös nykyinen öljylämmitysjärjestelmä. Nykyinen järjestelmä voidaan todennäköisesti jättää varalämmönlähteeksi, jolloin lämmön tuotanto on mahdollista, jos maalämpöjärjestelmän toiminta keskeytyisi. Nykyisen öljylämmityksen kunto olisi kannattavaa tarkastaa ennen päätöksen tekoa. Nykyisen järjestelmän jättäminen tarkoittaisi öljylämmityksen huoltokustannusten ja ylläpidon jatkumista.

4. Ilma-vesilämpöpumppu

Ilma-vesilämpöpumpun toiminta perustuu lämpöenergian siirtämiseen ulkoilmasta rakennuksen lämmönjakoverkoston. Pumpussa kiertävä kylmäaine ottaa höyrystymässä lämpöenergiaa ulkoilmasta, jonka jälkeen höyrystyneen kylmäaineen painetta nostetaan kompressorilla, jolloin lämpötila nousee. Kylmäaine siirtyy lauhduttimeen, joka luovuttaa lämpöenergiaa rakennuksen lämmönjakoverkoston. Ilma-vesilämpöpumppuja on kahta eri mallia, split ja monoblock. Monoblock laitteessa kaikki tekniikka on yhdessä ulkoyksikössä. Split laite jakaantuu sisä- ja ulkoyksikköön. (Motiva 2012b)

Ilma-vesilämpöpumpun suunnittelu perustuu rakennuksen ja lämpimän käyttöveden energian tarpeeseen sekä rakennuksen huipputehon tarpeeseen. Suunnittelussa on tärkeää huomioida lämmönjaon menoveden lämpötila, koska ilma-vesilämpöpumpulla voidaan tuottaa korkeintaan noin 50–60 asteista vettä. Ilma-vesilämpöpumpun asentamisessa on tärkeää noudattaa valmistajan ohjeistusta. Pumpun ulkoyksikköä sijoittaessa tulee huomioida huollon ja ylläpidon tarpeet sekä sääolosuhteiden vaikutukset. (Motiva 2012b) Ilma-vesilämpöpumppujen tekninen käyttöikä on 10–15 vuotta (Rakennustieto 2008).

Lämpöpumppualan yrityksiltä pyydettiin ilma-vesilämpöpumpun mitoitusarvio ja laiteehdotukset Enontekiön paloasemaa varten. Laitevalmistajalta saadun mitoitusarvion mukaan paloaseman lämmitystehon tarve olisi 83,2 kW sekä lämmitysenergian tarve 235 200 kWh vuodessa, sisältäen käyttöveden, ja nykyinen öljylämmitys kuluttaisi 4 358 kWh vuodessa. Ilma-vesilämpöpumpuksi kooksi ehdotettiin 20 kW, joita tarvittaisiin neljä kappaletta. Lisäksi varaajiksi ehdotettiin 500 litran puskurivaraajaa ja 300 litran käyttövesivaraajaa. Mahdolliseksi varalämmitykseksi nykyisen öljylämmityksen tilalle ehdotettiin 105 kW sähkökattilaa.

Ilma-vesilämpöpumppujärjestelmän sähkönkulutukseksi on arvioitu 72 747 kWh vuodessa ja lämmitysenergian tuotanto on arvioitu olevan 208 536 kWh vuodessa. Energiansäästö näin ollen olisi 133 481 kWh vuodessa. Ilma-vesilämpöpumpun energianpeitto on arvioitu olevan noin 89 %, jolloin loput lämpöenergiasta, 26 664 kWh, tuotettaisiin nykyisellä öljykattilalla kulutushuippujen aikaan. Öljykattilan hyötysuhde on arvioitu olevan 80 %, joten lisäenergian tarve on todellisuudessa 33 330 kWh, joka

vastaa noin 3 333 litraa öljyä. Nykyisen öljylämmityksen kunto olisi kannattavaa tarkastaa ennen ilma-vesilämpöpumppujen hankintaa.

Mikäli varalämmitys muutetaan nykyisestä öljylämmityksestä sähkölämmitykseen, tulee rakennuksen sulakekoko muuttua 3x160 ampeeriin, mistä koituu kustannuksia. Enontekiöllä pääsulakkeen liittymismaksu 160A sulakkeelle on 11 730 € (alv 0 %) ja 63A sulakkeelle 4 732 € (alv 0 %). Sulakekoon muutos maksaa edellä mainittujen liittymismaksujen erotuksen verran eli 6 998 € (alv 0%). Lisäksi yleissähkön perusmaksun hinta 160A sulakkeelle on 1 166,78 € vuosittain kun 63A sulakkeelle hinta on 321,11 €. Hinnat sisältävät energia- ja arvonlisäverot sekä huoltovarmuusmaksun.

Laittevalmistajan ehdottamista laitteista ei saatu suoraa hintaa tarjouksen muodossa. 20 kW:n ilmavesilämpöpumpun hinta on noin 8 000 € (alv 0 %) ja lämpöpumppuja tarvitaan neljä kappaletta, 500 litran puskurivaraajan hinta on noin 1 200 € (alv 0 %) ja 300 litran lämminvesivaraajan hinta on noin 800 € (alv 0 %). Ilma-vesilämpöpumppujärjestelmä maksaa yhteensä noin 34 000 € (alv 0 %). Lisäksi Jäspi 105 kW:n sähkökattilan hinta-arvio on 6 400 € (alv 0 %) ja tarvittavan sulakekoon muutoksen hinta on noin 7 000 € (alv 0 %), jos varalämmitys muutetaan sähköön eli IVLP järjestelmän ja varalämmityksen muutoksen hinta on yhteensä noin 47 400 € (alv 0 %). Lisäksi lämpöpumppuhankkeille on saatavilla Business Finlandin energiatukea 15 %, joten arvioitu ilma-vesilämpöpumppujärjestelmän hinta yhteensä on noin 28 900 € (alv 0 %) jos öljylämmitys jää varalämmityslaitteeksi ja noin 40 290 € (alv 0 %), jos varalämmitys muutetaan sähkölämmitykseen. (Business Finland Oy 2019)

Hinta-arvio ei sisällä ilma-vesilämpöjärjestelmän asennuksen työn hintaa ja mahdollisesti tarvittavia lisävarusteita sekä nykyisen öljylämmityksen purkua. Tarjouksia pyydetessä tulee huomioida kohteen tarpeet ja haluttu lopputulos. Tarjouspyynnössä on suositeltavaa olla tarjouksen hyväksymisehtona tarjoajan käynti kohteessa, jolloin kohteen laajuus ja tarpeet selkeytyvät tarjoajalle.

4. 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 laatuja tasaisuus vaikuttaa lämpöjärjestelmän toimintaan ja lämmöntuotantoon. (Bioenergianeuvoja 2020a.) Hakelämmityksen tekninen käyttöikä on 30 vuotta (Rakennustieto 2008).

Hakelämmityksessä kattilan tehon valintaan vaikuttaa rakennuksen lämmitystehon tarve, joka on Enontekiön paloasemalla noin 118 kW. Lisäksi nykyisen öljykattilan tehoa, 145 kW, voidaan hyödyntää uuden järjestelmän mitoituksessa. Hakejärjestelmistä pyydettiin hintatietoja alan yrityksiltä perustuen paloaseman tehon tarpeeseen, öljynkulutukseen ja lämmitysenergiantarpeeseen.

Lämmitysjärjestelmien laitevalmistajalta saatiin hakejärjestelmän ehdotukseksi 150 kW:n lämpökeskus (Kuva 2), jonka hinta-arvio on noin 75 000 € (alv 0%). Laitevalmistajan järjestelmä on kohderakennuksesta erillinen konttiratkaisu. Hakekattilan hyötysuhteeksi on arvioitu 95 %. Paloaseman lämmitysenergian tarpeeksi on arvioitu 235 216 kWh eli noin 235 MWh. Hyötysuhde lisättyä saadaan arvio hakkeen tarpeesta, joka on noin 247 600 kWh ja yhden megawattitunnin tuottamiseen tarvitaan noin 1,25 irtokuutiometriä ($i\text{-m}^3$) haketta (Bioenergianeuvoja 2020b), joten tarvittavan hakkeen määrä on noin 309,5 $i\text{-m}^3$ vuodessa. Metsähakkeen hinta on arvioitu olevan 21,19 €/MWh (alv 0 %), joten hakelämmityksen polttoainekustannukset ovat vuosittain noin 5 250 € (alv 0%). (Tilastokeskus 2019c) Lämpökeskuksessa voidaan polttaa hakkeen lisäksi brikettejä, palaturvetta tai pellettiä.



Kuva 2 Laite-ehdotus

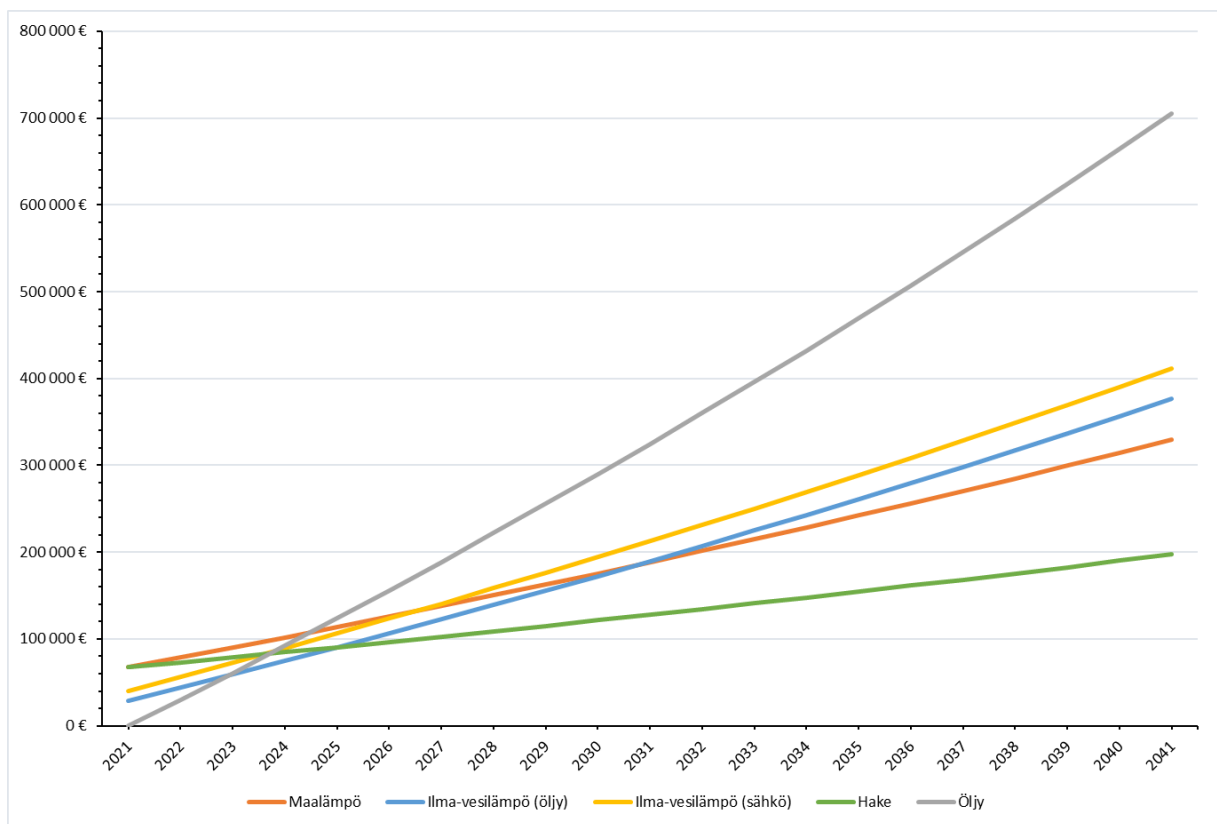
Puupolttoaineita käyttäville lämpökeskushankkeille on saatavissa 10-15 % Business Finlandin energiatuki, joten hakelämpökeskuksen hinta olisi noin 63 750-67 500 € (alv 0 %). (Business Finland Oy 2019) Tämä hinta ei kuitenkaan sisällä lämpökeskuksen rahdin hintaa eikä konttiratkaisun vaatiman perustuksen, asennuksen kustannuksia sekä nykyisen öljylämmityksen purkua.

Hakelämmitysjärjestelmää hankittaessa tulee huomioida lämpökeskuksen sijoitus sekä varastojen täyttö ja sen vaivattomuus sekä täyttöväli. Kyseiseen lämpökeskukseen on saatavilla 23-32 m³ polttoainevarasto. Lisäksi polttoaineen hankintaa ja saatavuutta tulee miettiä puupolttoaineisissa lämmitysjärjestelmissä. Puupohjaisissa polttoaineissa on myös mahdollinen palovaara.

5. Lämmitysjärjestelmien vertailu

5.1 Elinkaarikustannusten laskenta

Vertailtaville lämmitysjärjestelmille on tehty elinkaarikustannusten laskenta (Kuva 3). Kustannusten laskennassa on huomioitu aikaisemmissa kappaleissa arvioidut laitekustannukset ja maalämmön porauskustannukset. Maalämmön hinta-arvio on noin 79 400 €, ilma-vesilämpöpumppujen hinta-arvio on noin 34 000 € (öljy varalämmityksenä) ja 47 400 € (sähkö varalämmityksenä) sekä hakelämmityksen hinta-arvio noin 75 000 €. Vuosittaiset huoltokustannukset on arvioitu olevan lämpöpumpuille 250 € ja hake- sekä öljylämmitykselle 350 €. Ilma-vesilämpöpumppu vaihtoehdossa on huomioitu nykyisen öljylämmityksen jääminen lisä- ja varaenergian lähteeksi, jolloin huoltokustannukset ovat yhteensä 600 €. Vuosittaiset polttoainekustannukset on esitetty kappaleessa 6.2. ja samoja arvoja on käytetty elinkaarilaskennassa. Laskennassa on huomioitu investointiin saatava energiatuki, joka on lämpöpumppuhankkeille 15 % ja puupolttoaineita käyttäville lämpökeskushankkeille tueksi on valittu 10 %. (Business Finland Oy 2019)



Kuva 3 Lämmitysjärjestelmien elinkaarikustannukset

Elinkaarikustannuksessa kaikki käytetyt hinnat ovat arvonlisäverottomia sekä sisältävät muut maksut esim. sähkönsiirron ja polttoaineveron. Elinkaarikustannuksissa ei ole otettu huomioon järjestelmien asennuksen ja työn hintaa eikä mahdollisten lisävarusteiden hintoja. Työn ja asennuksen hintaa on vaikeaa arvioida, koska siihen vaikuttavat työtavat sekä työn laajuus. Laskelmat ovat suuntaa antavia, koska tarkkoja hintoja sisältäviä tarjouksia ei pyydetty. Asennuksen ja työn hinnat nostavat kuvan 1 kuvaajien lähtöpisteitä, jolloin takaisinmaksuaika pitenisi. Näillä tiedoilla takaisinmaksuajat olisivat ilma-vesilämpöpumpulla (öljy) noin 2 vuotta, ilma-vesilämpöpumpulla (sähkö) ja hakelämmityksellä noin 3 vuotta sekä maalämpöpumpulla noin 4 vuotta.

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

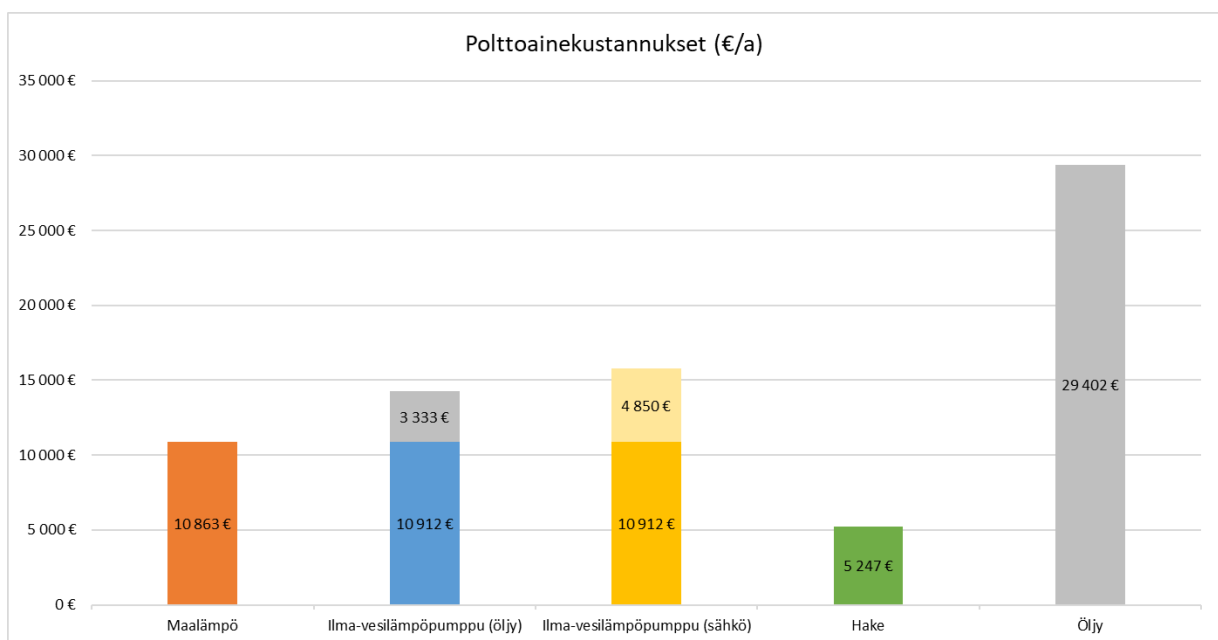
X = Polttoainekustannusten nykyarvo (€)
 Y = Polttoaineen hinta (€)
 p = vuotuinen hinnan nousu (%)
 i = diskonttaus korkokanta (%)
 n = käyttöjakson pituus (vuosi)

5.2 Polttoainekustannusten vertailu

Eri lämmitysjärjestelmien polttoainekustannuksia on vertailtu kuvassa 4. Arviossa hakelämmitys on polttoainekustannuksiltaan halvin. Maalämpö- ja ilma-vesilämpöpumpun sähkön kulutukset ovat hinnoiltaan samaa luokkaa, mutta ilma-vesilämpöpumpulla ei pystytä tuottamaan kaikkea rakennuksen tarvitsemaa lämmitysenergiaa vaan

osa joudutaan tuottamaan lisäenergiana, joko öljyllä tai sähköllä. Kaikki järjestelmät ovat kuitenkin huomattavasti halvempia polttoainekustannuksiltaan kuin nykyinen öljylämmitys.

Kuvassa 4 polttoöljyn hinnaksi on arvioitu 1 €/litra (Tilastokeskus 2019a), sähkön hinnaksi 0,15 €/kWh sekä hakkeen hinnaksi 21,19 €/MWh. Lämpöpumppujen sähkönkulutukset ja ilma-vesilämpöpumpun lisäenergian kulutus perustuvat saatuihin mitoituksiin. Maalämmön sähköenergian kulutuksena on käytetty mitoitusarvoa 72 420 kWh/a. Ilma-vesilämpöpumpussa on käytetty vastaavasti 72 747 kWh/a ja lisäenergian tarpeeseen kuluisi 3 333 litraa öljyä tai 26 664 kWh sähköä. Lisäksi sähkön vuosittainen perusmaksu nousee noin 850 € sulakekoon muutoksen seurauksena, jos lisäenergia tuotetaan sähköllä. Tarvittava hakkeen energiamäärä on arvioitu olevan 247 600 kWh/a. Nykyisen öljylämmityksen kulutus on 29 402 litraa.

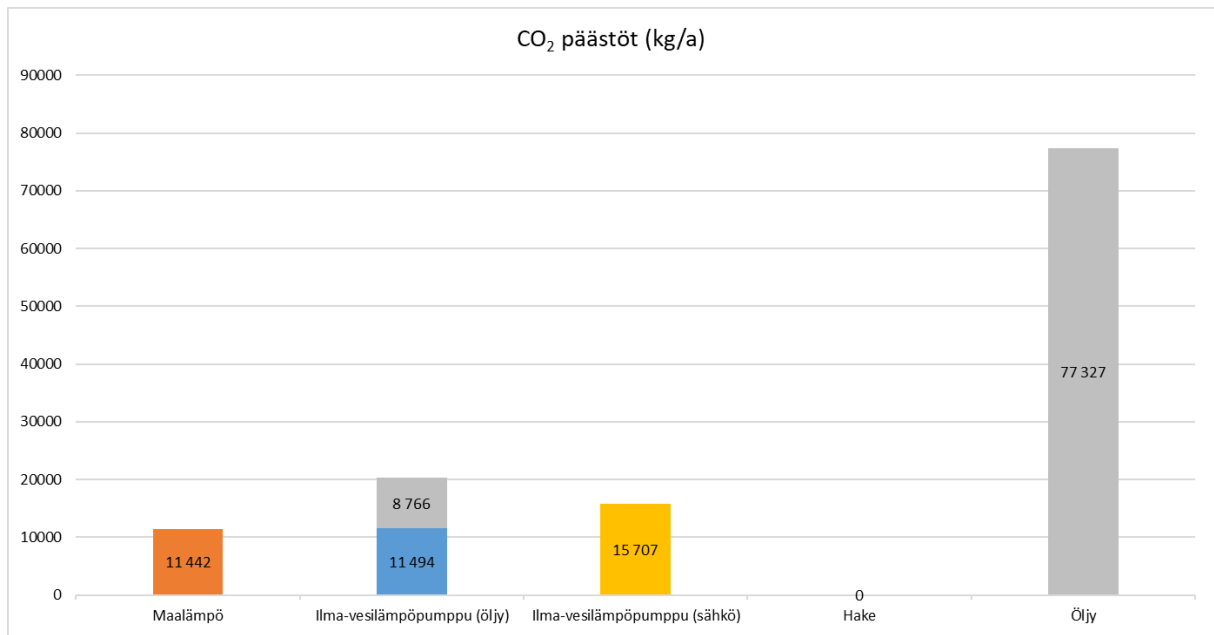


Kuva 4 Lämmitysjärjestelmien polttoainekustannusten vertailu

5.3 Hiilidioksidipäästöjen vertailu

Enontekiön paloaseman lämmitysjärjestelmän muutoksen vaikutuksia hiilidioksidipäästöihin on vertailtu kuvassa 5. Vertailussa lämpöpumppujen käyttämän sähkön CO₂-päästökertoimenä on käytetty 158 kg CO₂/MWh (Motiva 2019). Maalämpöpum-

pun sähkönkulutuksen arviona on käytetty noin 72,4 MWh vuodessa. Ilma-vesilämpöpumpun sähkönkulutuksena on käytetty noin 72,7 MWh ja lisäenergian määrä on öljynä noin 33,3 MWh sekä sähkönä noin 26,7 MWh. Kevyen polttoöljyn päästökerroksena on käytetty 263 kg CO₂/MWh (Tilastokeskus 2019b) ja nykyisen lämmitysjärjestelmän kevyen polttoöljyn vuosikulutuksena on käytetty 29 402 litraa eli noin 294 MWh. Puupolttoaineet on arvioitu olevan hiilidioksidineutraaleja. Arvion mukaan hiilidioksidipäästöt laskevat huomattavasti lämmitysjärjestelmän muutoksen jälkeen.



Kuva 5 Lämmitysjärjestelmien hiilidioksidipäästöjen vertailu

6. Valaistus

Enontekiön paloasemalle on suunniteltu valaistuksen uusimista. Paloaseman nykyinen valaistus on toteutettu 2-putkisilla halogeenivalaisimilla, joiden teho on 2x58 W eli 116 W. Valaisimia paloasemalla on yhteensä 65 kappaletta, joten valaistuksen teho yhteensä on 7 540 W. Taulukossa 2 on esitetty eri tilojen valaisimet ja energiankulutukset vuodessa. Yhteensä valaistukseen kuluu 17 433 kWh vuodessa, joka 0,15 €/kWh sähkön hinnalla on noin 2 615 € vuodessa.

Taulukko 2 Enontekiön paloaseman tilojen nykyinen valaistus

Tila	Valaisimien määrä (kpl)	Valaisimien teho (W)	Käyttöaika (h/a)	Energiankulutus (kWh / a)
Iso halli	32	3 712	2 600	9 651
Laajennushalli	10	1 160	1 560	1 810
Tampparihalli	8	928	1 560	1 448
Muut tilat	15	1 740	2 600	4 524

Uuden valaistuksen hankinnassa on huomioitavaa valaistuksen kehitys. Nykyiset LED valaisimet ovat tekniikaltaan ja valoteholtaan huomattavasti parempia kuin vanhat halogeenivalaisimet. Enontekiön valaistuksen uusimisessa on arvioitu, että nykyiset valaisimet voidaan korvata vähemmällä määrällä uusia valaisimia, noin 80 % nykyisten valaisimien määrästä eli 52 valaisinta. Uusien valaisimien tehona on käytetty 50 W per valaisin ja valaisinten kustannuksena asennettuna on arvioitu olevan 100 € per valaisin. Taulukossa 3 on esitetty arvio uuden valaistuksen energiankulutuksesta.

Taulukko 3 Enontekiön paloaseman tilojen uusi valaistus

Tila	Valaisimien määrä (kpl)	Valaisimien teho (W)	Käyttöaika (h/a)	Energiankulutus (kWh / a)
Iso halli	26	1 300	2 600	3 380
Laajennushalli	8	400	1 560	624
Tampparihalli	6	300	1 560	468
Muut tilat	12	600	2 600	1560

Uuden valaistuksen energiankulutus on arvioitu olevan yhteensä noin 6 032 kWh vuodessa, joka 0,15 €/kWh sähkön hinnalla on noin 905 € vuodessa. Valaistuksen uusimisesta syntyy säästöä arviolta noin 1 710 €. Uusien valaisinten investointikustannukset on arvioitu olevan yhteensä 5 200 €, joten takaisinmaksuaika valaistuksen uusimisessa on 4 vuotta.

Valaistuksen uusimisella vähennettäisiin sähkön kulutusta noin 11 401 kWh. Kulutuksen vähentäminen laskee myös hiilidioksidipäästöjä, mikä Enontekiön paloaseman kohdalla olisi noin 1 800 kg CO₂. Sähkön CO₂-päästökertoimena on käytetty 158 kg CO₂/MWh (Motiva 2019).

Lähteet

Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J. & Korhonen, J. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Viitattu 12.12.2019 <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2016/T258.pdf>.

Bioenergianeuvoja 2019. Energian kulutus ja tehon tarve. Viitattu 4.12.2019 <http://www.bioenergianeuvoja.fi/biolampolaitos/energian-kulutus-ja-tehon-tarve/>.

Bioenergianeuvoja 2020a. Hakkeen laatu. Viitattu 9.3.2020 <http://www.bioenergianeuvoja.fi/biopolttoaineet/hake/laatu/>.

Bioenergianeuvoja 2020b. Hakkeen energia-arvo ja muuntokertoimet. Viitattu 9.3.2020 <http://www.bioenergianeuvoja.fi/biopolttoaineet/hake/hake/>.

Business Finland Oy 2019. Energiatuki. Viitattu 12.12.2019 <https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/rahoitus/energiatuki/>.

Juvonen, J. & Lapinlampi, T. 2013. Energiakaivo – Maalämmön hyödyntäminen pientaloissa. Ympäristöministeriö. Viitattu 13.12.2019 https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40953/YO_2013.pdf?sequence=4&isAllowed=y.

Motiva 2012a. Lämpöä omasta maasta – Maalämpöpumput Viitattu 12.12.2019 https://www.motiva.fi/files/7965/Lampoa_omasta_maasta_Maalampopumput.pdf.

Motiva 2012b. Hanki hallitusti ilma-vesilämpöpumppu. Viitattu 13.12.2019 https://www.motiva.fi/files/4765/Hanki_hallitusti_ilma-vesilampopumppu.pdf.

Motiva 2019. CO₂-päästökertoimet. Viitattu 12.12.2019 https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiankaytto_suomessa/co2-laskentaohje_energiankulutuksen_hiilidioksidipaastojen_laskentaan/co2-paastokertoimet.

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

Suomen ympäristökeskus 2020. Lapin pohjavesialueet. Viitattu 22.4.2020

<http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=af0c2ad4a1124b73bf9473e83861d93e&extent=19.1962,67.8204,27.1445,69.4866>.

Tilastokeskus 2019a. Tärkeimpien öljytuotteiden kuluttajahinnat 2019. Viitattu 23.1.2020 https://www.stat.fi/til/ehi/2019/03/ehi_2019_03_2019-12-11_kuv_002_fi.html.

Tilastokeskus 2019b. Polttoaineluokitus 2019. Excel-tiedosto. Viitattu 4.12.2019 http://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttaineluokitus.html.

Tilastokeskus 2019c. Energian hintoja lämmöntuotannossa joulukuussa 2019. Viitattu 9.4.2020 https://www.stat.fi/til/ehi/2019/04/ehi_2019_04_2020-03-12_tau_002_fi.html.