



Miro Salmelainen

1970-luvulla rakennetun pientalon öljylämmitysjärjestelmän vaihto- ja peruskorjausopas

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Infrarakentaminen

Mestarityö

1.11.2022

Tiivistelmä

Tekijä:	Miro Salmelainen
Otsikko:	1970-luvulla rakennetun pientalon öljylämmitysjärjestelmän vaihto- ja peruskorjausopas
Sivumäärä:	53 sivua
Aika:	1.11.2022
Tutkinto:	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine:	Infrarakentaminen
Ohjaajat:	Markus Immonen, Lehtori

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan 1976-luvulla rakennetun pientalon öljylämmitysjärjestelmän vaihtoa ja opastetaan vanhojen öljylämmitteisten pientalojen lämmitysenergiajärjestelmien vaihtamista nykyaikaisiin vähempipäästöisiin järjestelmiin. Lisäksi vertaillaan eri valtionavustuksia öljylämmityksestä luopuville.

Suomi on sitoutunut Pariisin ilmastopöytäkirjaan, jossa on yhteisellä linjauksella sovittu pitkän aikavälin tavoitteeksi EU:n hiilineutraalius vuoteen 2050 mennessä. Sanna Marinin hallitus (2019) päätti, että Suomi haluaa saavuttaa tämän tavoitteen 15 vuotta etuajassa jo vuonna 2035.

Suomen ilmastopäästöistä kolmasosa tulee rakennuksista ja rakentamisesta. Suomen hiilineutraalius tavoitteen saavuttaminen edellyttää radikaalia muutosta eri alojen kasvihuonekaasupäästöissä. Öljylämmitteisten pientalojen lämmitysenergiaremontit ovat yksi keino vaikuttaa päästöihin. Valtio on tämän takia lähtenyt tukemaan rahallisesti pientaloasujien öljylämmityksestä luopumista. Tämän toimenpideohjelman tavoitteena on jouduttaa kuluvan vuosikymmenen aikana kotitalouksia siirtymään kestävämpiin lämmitysmuotoihin.

Pientaloasujien öljylämmityksestä luopumiseen tarjotut valtion kannustimet sekä öljyn hinnan nousu ovat vilkastuttaneet lämmitysremonttien kysyntää. Tämä on myös aiheuttanut selvästi lämmitysremonttien hintojen nousua lyhyessä ajassa.

Tutkimusaineistona on käytetty 1976-luvulla rakennettua pientaloa, jonka öljylämmitysjärjestelmä on vaihdettu nykyaikaiseen vähäpäästöiseen lämmitysenergiajärjestelmään, alaan liittyvää kirjallisuutta sekä verkkoaineistoa.

Tämän opinnäytetyön tuloksena on opastaa ja helpottaa lukijaa toteuttamaan vastaavanlaisen lämmitysenergiajärjestelmän vaihdoksen saaden uusimman tiedon yhdestä paikasta.

Avainsanat: lämmitysenergiajärjestelmä, öljylämmitysjärjestelmä

Abstract

Author: Miro Salmelainen
Title: Replacement and Renovation Guide for the Oil Heating Energy System of a Small House Built in the 1970's
Number of Pages: 53 pages
Date: 1 November 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Construction Management
Professional Major: Infrastructures
Supervisors: Markus Immonen, Principal Lecturer

This thesis explores the changing of the oil heating system of a small house built in 1976 and provides guidance on the replacement of heating energy systems in old oil heated small houses with modern lower-emission systems. In addition, various government grants available for abandoning oil-heating were compared.

Finland has committed itself to the Paris Climate Agreement, which has agreed on a long-term goal of EU carbon neutrality by 2050. The government of Sanna Marin (2019) decided that Finland wants to achieve this goal 15 years ahead of schedule already in 2035.

One third of Finland's climate emissions come from buildings and construction. Achieving Finland's carbon neutrality target requires a radical change in greenhouse gas emissions from various sectors. Heating energy renovations in oil-heated small houses are one way to influence emissions. The State has therefore set out to financially support the abandonment of oil heating for small house dwellers. The aim of this operation programme is to persuade households over the course of the current decade adopt more sustainable forms of heating.

Government incentives offered to small house dwellers to abandon petroleum heating, as well as rising oil prices, have stimulated demand for heating renovations. This has also caused a clear increase in prices for heating renovations in a short period of time.

The research data included a small house built in 1976 with an oil heating system replaced with a modern low-emission heating energy system, literature related to the sector and online material.

This thesis aims to guide and facilitate the reader to implement a similar heating energy system replacement by providing latest information in one place.

Keywords: heating energy system, oil heating system

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Mestarityön taustaa	1
1.2	Mestarityön tavoite	2
1.3	Tavoitteena hiilineutraali Suomi 2035	2
1.4	Öljylämmityksestä luopuminen	3
2	Öljyn käyttö lämmityksessä	4
2.1	Öljy lämmitysenergiana	4
2.2	Öljyn tehokkuus	4
2.3	Fossiiliset öljyvarannot	5
2.4	HVO eli Hydrotreated Vegetable Oil	6
2.5	Jakeluvaihto	6
3	Pientalon rakentaminen 1970-luvulla	8
3.1	1970-luvun rakennusratkaisut	8
3.2	1970-luvun talotekniikka	9
3.3	Referenssikohde	9
4	Nykyaikaiset lämmitysenergiajärjestelmät	13
4.1	Maalämpö	13
4.2	Ilma-vesilämpöpumppu	15
4.3	Puulämmitys/hakelämmitys	20
4.4	Kaukolämpö	21
4.5	Pellettikattila	24
4.6	Sähkökattila	25
4.7	Hybridilämmitys	25
5	Öljylämmitysjärjestelmän vaihdon suunnittelu	27
5.1	Suunnittelu	27
5.2	Valtionavustukset öljylämmityksestä luopumiseen	29
5.3	Pirkanmaan ELY-keskuksen myöntämä avustus öljylämmityksestä luopumiseksi	29
5.4	Verotuksessa annettava korotettu kotitalousvähennys	31

5.5	ARA:n energia-avustus	32
5.6	Yhteenveto valtionavustuksista	34
6	Referenssikohteen öljylämmitysjärjestelmän vaihto	35
6.1	Vanha lämmitysjärjestelmä	35
6.2	Suunnittelu ja kilpailutus	36
6.3	Vanhan öljysäiliön poisto ja jatkokäsittely	37
6.4	ELY-keskuksen öljystä luopumis- avustuksen hakuprosessi	38
6.5	Uusi lämmitysjärjestelmä	39
7	Tutkimusmenetelmät	42
7.1	Käytetyt tutkimusmenetelmät	42
7.2	Tavoite	42
8	Tutkimustulokset	44
8.1	Referenssikohteen tarkasteluajaväli ja tulokset	44
8.2	Arvio vanhan öljylämmitysjärjestelmän käyttökustannuksista	49
9	Pohdinta	50
	Lähteet	53

Lyhenteet

- HVO: Hydrotreated Vegetable Oil. Vetykäsitelty kasviöljy. toisen sukupolven biopolttoaine.
- kem2: Kerrosala neliömetreinä. Kerrosalasta on yleisesti käytössä myös lyhenne $k\text{-m}^2$.
- COP: Coefficient of Performance: Hyötysuhde. COP-arvo kertoo millä suhteella lämpöpumppu siirtää kuluttamansa sähköenergian lämpöenergiaksi tietyssä ulkolämpötilassa. Huomioitavaa on, että COP-arvo kertoo tehokkuuden vain tietyssä toimintaympäristössä.
- ELY: Elinkeino, liikenne ja ympäristö. ELY-keskukset edistävät alueellista kehittämistä hoitamalla valtionhallinnon toimeenpano- ja kehittämiss tehtäviä alueilla.
- ARA: Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. On Suomen ympäristöministeriön hallinnonalaan kuuluva virasto, joka vastaa valtion asuntopolitiikan toimeenpanosta.
- E-luku: Energiatehokkuuden mittari: E-luvun mukaan määritellään rakennuksen energialuokka. E-luvun yksikkö on $(kWh/(m^2a))$.
- SPF-luku Seasonal Performance Factor: Lämpöpumpun vuoden keskimääräinen lämpökerroin, joka on lämpöpumpulla tuotetun vuotuisen energian suhde lämpöpumpun sekä apulaitteiden vuotuiseseen sähkönkulutukseen. SPF arvo on keskimääräinen COP vuodessa ja se ottaa myös huomioon lämpimänvedentuotannon.

1 Johdanto

1.1 Mestarityön taustaa

Suomen noin 130 000 öljylämmitteisen pientalon omistajan on väistämättä alettava miettimään jossain vaiheessa öljylämmityksen korvaamista muilla lämmitysjärjestelmillä. Öljyn hinta on noussut voimakkaasti vuodesta 1971 asti ja öljyn jatkuva kallistuminen näkyy suoraan öljylämmittäjän kukkarossa. Pelkästään öljyllä lämmittäminen alkaa käymään liian kalliiksi tavalliselle kansalaiselle.

Lämmitysöljyn kallistumisen lisäksi öljyllä lämmittäjien kannattaa pohtia myös vanhojen öljylämmitysjärjestelmiensä uusimista tai vaihtoa uuteen kestävämpään lämmitysjärjestelmään, koska usein vanhojen pientalojen öljylämmitysjärjestelmät ovat tulleet käyttöikänsä päähän.

Öljystä luopujalle on tarjolla monia erilaisia vaihtoehtoja vanhan järjestelmän tilalle. Markkinoilla on nykypäivänä todella hyvällä hyötysuhteella toimivia ratkaisuja, näistä suosituimpia päälämmitysjärjestelmiä ovat maalämpö- ja ilma-vesilämpöpumput.

Jokainen pientalo, tontti ja käyttäjä on erilainen, siksi vanhan öljylämmitysjärjestelmän vaihdon suunnittelu kannattaa tehdä tapauskohtaisesti. Selvää ratkaisua ei ole olemassa, mutta hyvänä nyrkkisääntönä voidaan pitää sitä, että halpa järjestelmä tuottaa kallista lämpöenergiaa ja vastaavasti toisin päin.

Öljystä luopumisen jouduttamiseen valtio on tuonut mukaan muutaman erilaisen porkkanan, ja nämä vaihtoehdot kannattaa ottaa huomioon lämmitysjärjestelmän vaihtoa suunniteltaessa. Erilaiset valtionavustukset öljystä luopumiseen ovat noin **2500–7000 euron** luokkaa, ja tämä maksetaan kertakorvauksena noin vuoden päästä remontista.

1.2 Mestarityön tavoite

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on antaa selkeä kokonaiskuva öljylämmitteisten pientalojen nykytilanteesta, tulevaisuudesta sekä öljylämmityksen vaihtamisesta uuteen kestävämpään lämmitysenergiajärjestelmään. Oppaaksi tarkoitettuna opinnäytetyön teoreettiset tutkimusaineistot ovat haettu alan kirjallisuudesta, tilastoista ja verkkomateriaaleista. Referenssikohteeksi oli valittu 1976-luvulla rakennettu pientalo mikä toimi opinnäytetyössä empiirisenä tutkimuskohteena.

Tässä työssä käytetty referenssikohde antaa konkreettista näyttöä öljylämmityksen vaihtamisesta uuteen lämmitysmuotoon sekä siihen saadusta valtionavustuksesta. Kokemusperäinen selvitys aiheesta voi helpottaa vastaavassa tilanteessa olevia öljylämmittäjiä toteuttamaan sujuvammin lämmitysjärjestelmäremontin.

Lämmitysjärjestelmän vaihtamisessa on otettava huomioon monia asioita, jotta lopputuloksesta saadaan talolle sekä käyttäjälle paras mahdollinen. Asiaan on perehdyttävä perusteellisesti ja öljylämmityksestä luopuvalle tai sitä suunnittelevalle tämä työ antaa erilaisia perspektiivejä sekä koottua- ja konkreettista tietoa sen toteuttamiseen.

1.3 Tavoitteena hiilineutraali Suomi 2035

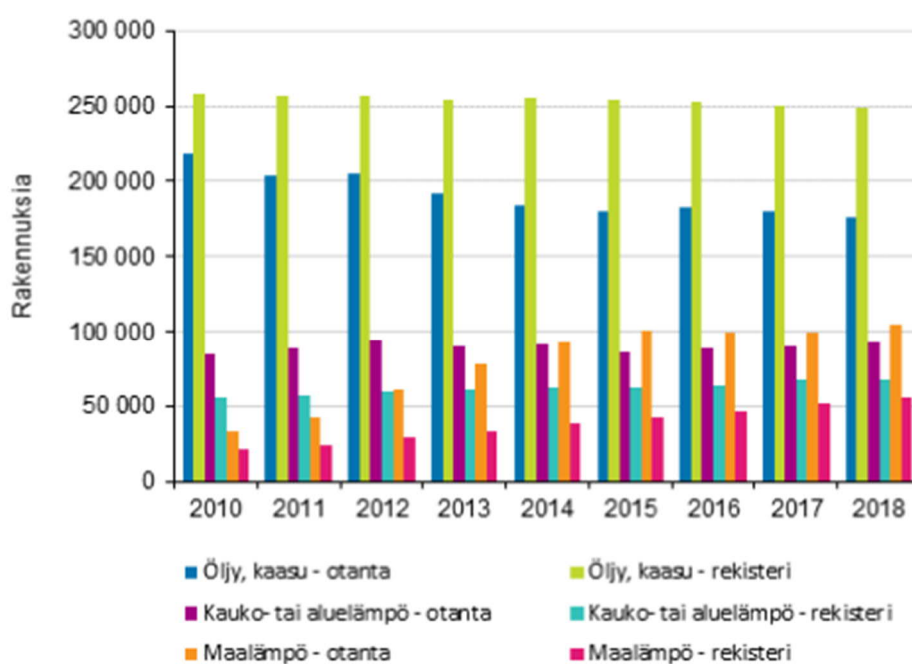
Pariisin ilmastopimuksen pitkänaikavälin tavoitteena on EU:n hiilineutraalius vuoteen 2050 mennessä [1]. Suomi on Euroopan unionin jäsenmaa ja samalla sitoutunut Pariisin ilmastopimukseen.

Sanna Marinin hallitusohjelmassa (2019) linjataan Suomen kunnianhimoisesta tavoitteesta olla ensimmäinen fossiilivapaa hyvinvointiyhteiskunta vuoteen 2035 mennessä [2]. Sanna Marinin hallitus näki tehtäväkseen nopeuttaa Suomessa päästövähennyksiä kaikilla sektoreilla.

Sanna Marinin hallituksella on monia keskeisiä ilmastoon liittyviä hankkeita ja yksi näistä hankkeista on öljylämmityksestä luopuminen [2].

1.4 Öljylämmityksestä luopuminen

Päälämmönlähteenä öljyä käyttäviä pientaloja oli vuonna 2018 noin 170 000 kappaletta (Kuva 1). Tähän tilastoon on otettu mukaan otantatutkimuksesta kerättyä tietoa, koska lämmönlähteen muutostyöt vaativat vain toimenpideluvan ja tämän takia kaikkia muutoksia ei kirjata rekisteritietoihin [3]. Tämänhetkisen tiedon mukaan vuonna 2022 öljylämmitteisiä pientaloja on noin 130 000 kappaletta [4]. Viimeisen 10 vuoden aikana öljylämmitteisten pientalojen määrä on pienentynyt n. 5000 asunnon vuositahdilla ja tämä tarkoittaisi sitä, että vuonna 2045 pientaloja ei lämmitettäisiin lainkaan öljyllä [5].



Kuva 1 Otantatutkimusten ja rekisteritiedon väliset erot lämmönlähteissä oma-
koti- ja paritaloissa 2010-luvulla [3].

Nykyisessä hallitusohjelmassa on esitetty tavoitteeksi luopua kokonaan öljylämmityksestä 2030-luvun alkuun mennessä. Tämänhetkisen tilastotiedon perusteella tavoite jää saavuttamatta.

Öljylämmitteisten pientalojen hiilidioksidipäästöt ovat koko Suomen fossiilisista hiilidioksidipäästöistä noin 2 % [5].

2 Öljyn käyttö lämmityksessä

2.1 Öljy lämmitysenergiana

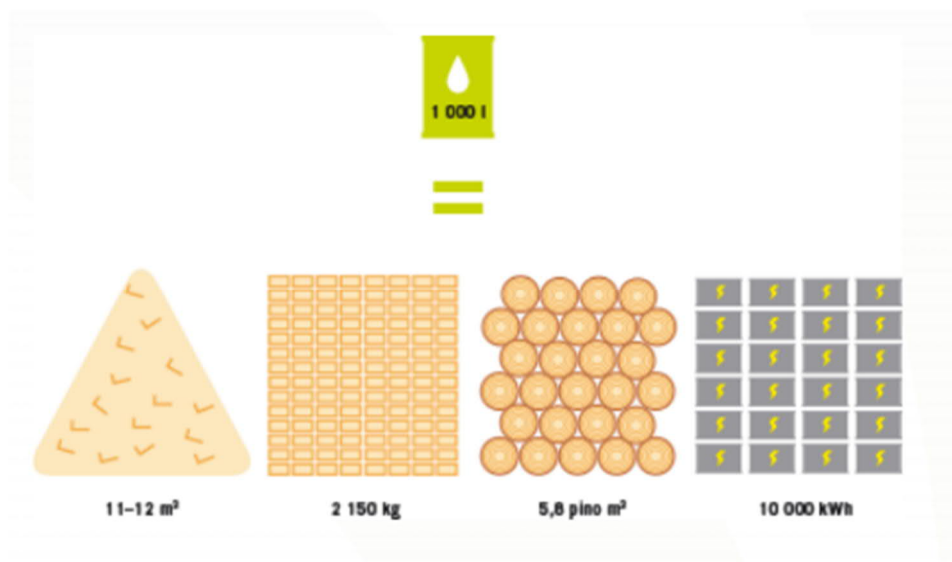
Lämmitysöljy on kevyttä polttoöljyä ja se on maaöljyn jalostustuote. Öljy on tiivistä, helposti varastoitavaa ja kuljetettavaa energiamuotoa. Öljy sisältää paljon energiaa ja kevyt polttoöljy palaa nykyaikaisessa öljykattilassa yllättävän puhtaasti. Polttoöljyn lämpöarvo on korkea ja se palaa hyvällä hyötysuhteella [6].

Uusiutuva lämmitysöljy (HVO eli Hydrotreated Vegetable Oil) on tullut markkinoille vuoden 2021 alussa ja se on valmistettu 100-prosenttisesti uusiutuvista raaka-aineista. Valmistajat ilmoittavat raaka-aineiksi erilaiset jätteet ja kasviöljyt. HVO-öljyn kasvihuonekaasupäästöt ovat 90 % pienemmät verrattuna fossiiliseen polttoöljyyn. HVO-öljy soveltuu mm. työkoneiden polttoaineeksi sekä lämmityksessä. Käyttöominaisuudet ja lämpöarvo on hyvin lähellä kevyt öljyä. Öljylämmityslaitteisto soveltuu yleensä HVO-öljylle, jos laitteisto on suhteellisen uusi. Vanhojen lämmityslaitteistojen poltin vaatii säätöä vaihdettaessa uusiutuvaan lämmitysöljyyn [7].

2.2 Öljyn tehokkuus

Öljy on tehokas lämmönlähde. 1000 öljylitran korvaamiseen vaaditaan (kuva 2).

- 10 000 kWh sähköä
- 5,8 pino-m³ koivuhalkoja
- 2150 kg puupellettejä
- 11-12 m³ puuhaketta



Kuva 2 Öljyn tehokkuuden vertaus [6].

2.3 Fossiiliset öljyvarannot

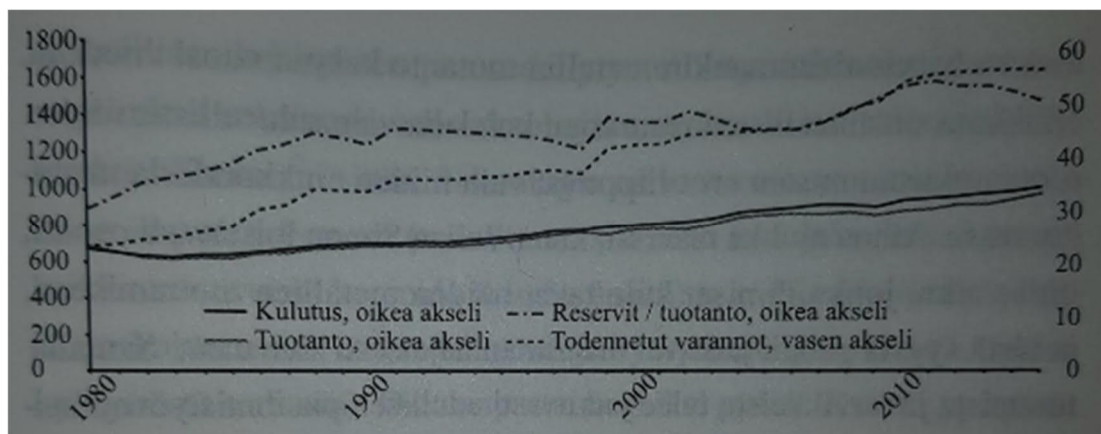
Öljy luokitellaan yleisesti fossiiliseksi polttoaineeksi ja se voidaan kategorioida raaka-aineeksi.

Ihmiskunnan historian aikana yksikään raaka-aine tai resurssi ei ole vielä koskaan loppunut. Kaikkien raaka-aineiden tai resurssien hinnat ovat vain halventuneet ajansaatossa. Teknologia on kehittynyt jatkuvasti eteenpäin ja tämä on saanut aikaan sen, että raaka-aineita tai resursseja voidaan tuottaa ajallisesta näkökulmasta halvemmilla kustannuksilla [8].

Öljy on nykyaikaisen talouden tärkeimpiä raaka-aineita. Maailman öljyvarannot ovat vain kasvaneet, vaikka tuotanto ja kulutus ovat myös kasvaneet samassa ajassa. Öljyvarannot ovat kasvaneet tuotantoon ja kulutukseen nähden kolminkertaisesti viimeisen 40 vuoden aikana (Kuva 3) [9].

Maailman öljyvarannoista löytyy luotettavat tilastot osoitteesta:

<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/primary-energy.html> [10].



Kuva 3 Maailmanlaajuinen öljyn kulutus, tuotanto, todennetut varannot ja varantojen suhde vuotuiseseen tuotantoon vuosina 1980–2015. Kaikki arvot miljardeissa barreleissa [11].

2.4 HVO eli Hydrotreated Vegetable Oil

Fossiilisen öljyn käyttöä on alettu korvaamaan jossain määrin Euroopan Unionissa sekä Suomessa sen kasvihuonekaasupäästöjen vuoksi. Markkinoille on alettu tuottamaan toisen sukupolven biopolttoöljyä (HVO eli Hydrotreated Vegetable Oil).

Neste Oyj on maailman johtava biopolttoaineiden tuottaja 2,4 miljoonan tonnin vuosituotannolla [12]. ”Tällä hetkellä biopolttoaineita valmistetaan 5–6 miljoonaa tonnia maailmassa. Öljytuotteiden kysyntä maailmassa on 5 miljardia tonnia ja biopolttoaineen osuus on siitä 1 ‰ luokkaa” [13].

2.5 Jakeluelvoite

Suomessa uusiutuvan lämmitysöljyn (HVO eli Hydrotreated Vegetable Oil) käyttöä edistetään jakeluelvoitteella ja se on laissa määritelty, biopolttoöljyn jakeluelvoitelaki [14].

Tämän lain tarkoituksena on edistää siirtymistä fossiilisesta lämmitysöljystä uusiutuvaan lämmitysöljyyn. Biopolttoöljyn jakeluelvoitelaki toteutetaan siten,

että kevyen polttoöljyn jakelijoilla on veloitteena toimittaa kuluttajille määrätty vähimmäisosuus uusiutuvaa polttoöljyä [15].

Vuonna 2022 biopolttoöljyn jakelovelvoite on 4 % ja sitä nostetaan joka vuosi yhdellä prosenttiyksiköllä. Jakelovelvoitelakia valvoo energiavirasto [15]. Jakelovelvoitelain seurauksena voidaan ennustaa polttoaineen vuotuinen kallistuminen jatkossakin.

Energiavirasto määrää seuraamusmaksun, mikäli jakelovelvoitelain mukainen jakelija ei ole toimittanut uusiutuvia polttoaineita kuluttajille kuten jakelovelvoitelain 5 §:n 1–3 momentissa säädetään [16].

3 Pientalon rakentaminen 1970-luvulla

1970-luvulla pientaloista haluttiin rakentaa matalia ja laatikkomaisia. Arkkitehtuuriset ihanteet saivat vaikutteita pääsääntöisesti ulkomailta. 1970-luvulla Suomen ilmastolliset olosuhteet unohtuivat monilta arkkitehdiltä ja suunnittelijalta [17].

1970-luvun rakentamisen suunnannäyttäjänä toimi Suomessa ensimmäinen energiakriisi ja elintason nousu. Tätä aikakautta innosti teknologinen kehitys ja moderni arkkitehtuuri valtasi tilaa historialliselta rakennustyyliltä. Luovuttiin tarpeettomista koristeista ja yksityiskohdista [18].

Myös rakentamisen ja asumisen näyttely Asuntomessut lanseerattiin vuonna 1970 ja se on jatkunut tähän päivään saakka [18].

3.1 1970-luvun rakennusratkaisut

Elintason nousun seurauksena taloista rakennettiin suuria ja tasakattoisia. Saunatilat rakennettiin pohjakerrokseen tai erilliseen lisäsiipeen, myös kylmiöt, uimaaltaat, näköalaikkunat ja kupolimaiset kattoikkunat olivat 1970-luvun innovatiivisia ilmiöitä. Energiakriisin syentyessä ulko-ovia vähennettiin, sekä ikkunoiden kokoa pienennettiin [18].

Punainen tiiliverhous, tasakatto ja tummat puuosat olivat tunnusmerkinä 1970-luvulla (Kuva 4). Vuosikymmenen puolivälin jälkeen kattokaltevuuden trendinä oli jyrkkä alppityylinen 45 asteen kulmassa oleva katto [18].



Kuva 4 Tyypillinen 1970-luvun pientalo [19].

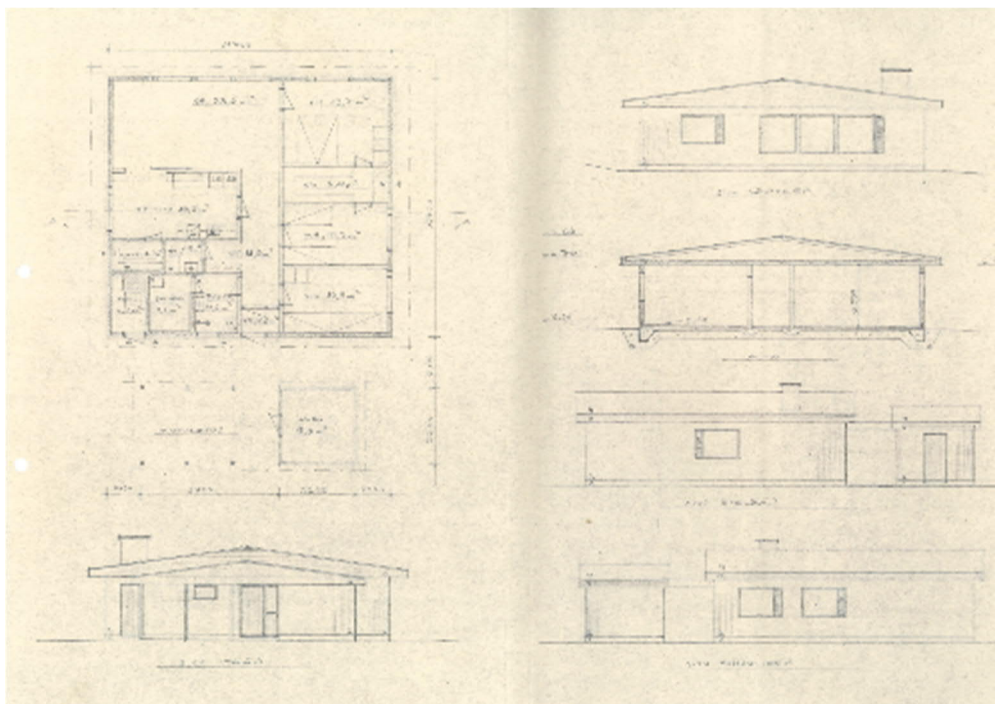
1970-lukua on kutsuttu ”kokeilujen aikakaudeksi” suomalaisen pientalonrakentamisen historiassa. Suurimmat ja vaikuttavimmat innovaatiot tältä aikakaudelta ovat olleet esimerkiksi valesokkelit, salaojat, sadeveden ohjaukset, ruokakomerot eli kylmiöt, vaatehuoneet ja takahuoneet [18].

3.2 1970-luvun talotekniikka

1970-luvulla rakennetuissa pientaloissa oli lähes olematon ilmanvaihto, tämä johtui siitä, että rakennukset olivat matalia, yhdessä kerroksessa ja painovoimaisella ilmanvaihdolla. Painovoimainen ilmanvaihto ei sovellu parhaalla mahdollisella tavalla tämän tyyppisiin rakennuksiin. Ilmanvaihto on tapahtunut pääsääntöisesti hallitsemattomasti rakenteiden läpi [17]. 1970-luvun pientalojen yleisimmät lämmitysjärjestelmät olivat öljy- tai puukattila ja lämmönjakotapana vesikiertoiset patterit.

3.3 Referenssikohde

Referenssikohdeksi tähän opinnäytetyöhön olin valinnut vuonna 1976 rakennetun 125 kem² alaltaan olevan asuinrakennuksen Kannuksesta (Kuva 5 ja kuva 6). Olin suorittanut referenssikohdeeseen 23.5.2021 kuntoarvion ja osittaisen kuntotutkimuksen tiettyihin riskirakenteisiin.



Kuva 5 Referenssikohteen alkuperäinen rakennuspiirustus. (Kuva: Miro Salmelainen)

Rakennus on aikakaudelleen hyvin tyypillinen, yhdessä tasossa, puurunkoinen, lautaverhoilu, valesokkeli, loiva harjakatto sekä öljylämmitys. Rakennuksen kaikki runko- ja julkisivumateriaali on sahatettu paikan päällä omasta metsästä, tämä oli 1970-luvulla pohjanmaan alueella hyvin tyypillistä. Rakennus sijaitsee pienen mäen päällä, peltojen vieressä. Rakennuspaikka on osittain puuston suojassa ja kuivassa paikassa.

Kuntoarvion perusteella rakennuksen hyvä kunto selittyy sillä, että rakennuksessa on ollut harjakatto, sekä rakennuspaikka on valittu hyvin. Lisäksi Rakennukseen on tehty vuosien saatossa tärkeitä korjauksia mm. vesiputket uusittu 2015, ikkunat uusittu 2013 ja vesikatto uusittu 2010.



Kuva 6 Referenssikohde, rakennusvuosi 1976. (Kuva: Miro Salmelainen)

Öljysäiliön ongelmat

Öljykattila ja lämmönjakoputkisto oli uusittu 2015, ne olivat hyvässä kunnossa. Öljylämmitysjärjestelmän ongelma oli rakennuksen ulkopuolella maahan kaivettu 3 m³ öljysäiliö. Öljysäiliötä ei ole pystytty tarkastamaan eikä huoltamaan yli 40 vuoteen. Öljysäiliössä ei ollut minkäänlaista peilausjärjestelmää tai mittaria mistä olisi voinut tarkistaa öljyn määrän. Tarkastamaton öljysäiliö saattaa vuotaa kiinteistön omistajan tietämättä ja näin aiheuttaa mittavia ympäristöhaittoja. Kiinteistön omistaja on vastuussa öljysäiliön kunnosta.

Betoninen kaivonrenkas oli asennettu puoliksi huoltoluukun päälle ja tällä tavoin se esti huoltoluukun avaamisen (Kuva 8).



Kuva 7 Öljysäiliön poisto. Betoninen kaivonrenkas osittain huoltoluukun päällä.
(Kuva: Miro Salmelainen)

4 Nykyaikaiset lämmitysenergiajärjestelmät

Öljylämmityksen korvaajaksi löytyy monia erilaisia vaihtoehtoja. Näistä yleisimpiä ovat:

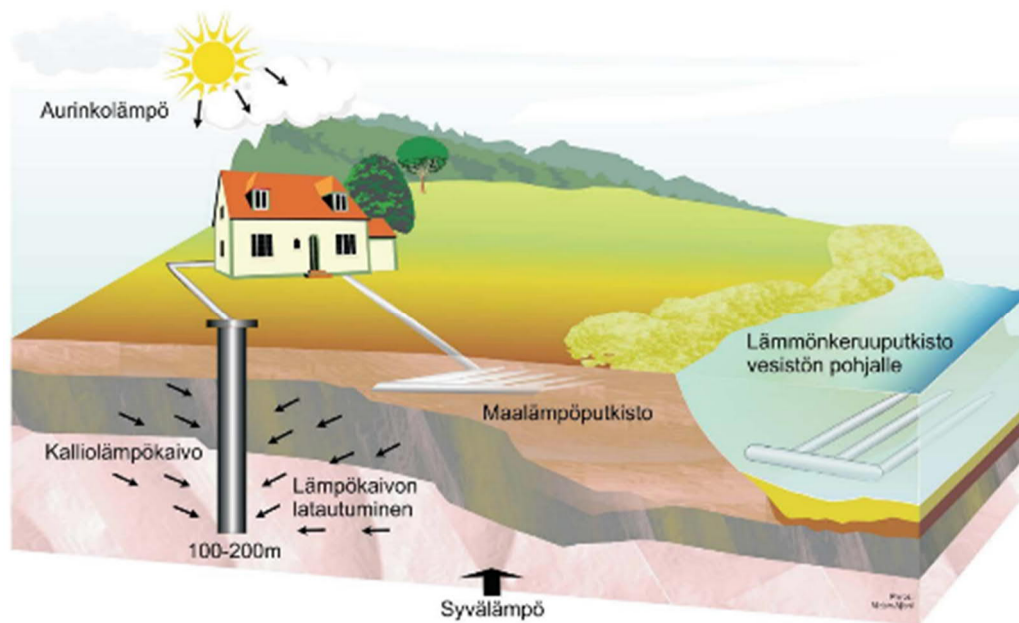
- maalämpö
- ilma-vesilämpöpumppu
- puulämmitys/hakelämmitys
- kaukolämpö
- pellettikattila
- sähkökattila
- hybridilämmitys

4.1 Maalämpö

Maalämpöjärjestelmiä on jonkin verran asennettu jo 1970-luvulla, sen suosio kasvoi nopeasti 1970-luvun energiakriisissä ja hyytyi 1980-luvulla. 2000-luvun aikana maalämpö on kokenut taas hurjan suosion. Jatkuvan sähkön hinnan nousun takia voidaan ennustaa maalämmön suosion jatkumista. Suosion jatkussa maalämpöjärjestelmien hinnat jatkavat myös kasvua. Vuonna 2010 maalämpöjärjestelmä asennuksineen maksoi **15 000–20 000 euroa** ja tänä päivänä **20 000–30 000 euroa** [20].

Maalämpöjärjestelmässä voidaan porata kaivo tai asentaa keruupiiri vaakatasossa maahan/vesistöön (Kuva 10). Porattu kaivo voi olla jopa 300 metriä pitkä ja se voidaan tehdä pienellekin tontille. Vaakatasoon sijoitettu keruupiiri vaatii paljon tilaa ja sijainti vaikuttaa paljon keruupiirin lämmöntuottoon. Keruuputkistot toimivat kuin aurinkokeräimet, jotka ottavat maahan varastoituneen auringon

lämmön siirtämällä sen rakennuksen sisällä olevaan lämpöpumppuun (Kuva 11). Lämpöpumppu kerää lämmön talteen ja siirtää sen seinäpattereihin tai lattialämmitysputkistoon [20].



Kuva 8 Maalämpö [21, s. 7]



Kuva 9 Maalämpöpumppu [22].

Maalämpöpumppujen COP (Coefficient of Performance) eli suomeksi hyötysuhde on ollut 15 vuotta sitten 3.0 ja nykypäivänä tämä arvo on yleisesti 5.0. Esimerkiksi COP 5.0 tarkoittaa sitä, että laitteella voidaan tuottaa 5 kW lämmitysenergiaa yhtä syötettyä kilowattia kohden. Maalämpöpumppujen tekniikka on kehittynyt paljon ja niiden kehitys jatkuu tulevaisuudessakin [20]. COP arvo on yleensä lämpöpumppuvalmistajien toimesta ilmoitettu ihanteellisissa olosuhteissa mitatuksi arvoksi, ja näin sen todellinen arvo määräytyy tapauskohtaisesti.

Maalämpöjärjestelmässä neljä viidesosaa on maasta tulevaa uusiutuvaa energiaa ja yksi viidesosa on pumpun käyttämää energiaa [20].

Maalämmön hyviä puolia on sen halpa käyttö, mutta vastaavasti huonoja puolia kallis asennus. Maalämmön kokonaisvaltainen asennus voi olla **20000–30000 euron** välissä. Maalämmitys on kannattavinta suurissa ja vanhoissa taloissa missä energiaa kuluu eniten ja toisaalta voidaan myös ajatella, kun energian hinta kallistuu sen kannattavammaksi, maalämpö tulee yhä pienemmissä asunnoissa [20].

Maalämpöjärjestelmän mitoitus on ensiarvoisen tärkeää. Mitoituksen voi tehdä joko osa- tai täystehoiseksi. Täystehomitoituksella maalämpöpumppu tuottaa kovimmillakin pakkasilla energiansa pelkällä pumpulla ja näin se on oikean kokoinen kovimmilla pakkasjaksoilla, mutta kevät, kesä ja syksy aikoina liian suuri. Osatehomitoitettu maalämpöpumppu käyttää tarvittaessa kovilla pakkasjaksoilla apuna sähkövastusta. Sähkövastuksen käyttämä energia riippuu täysin mitoituksesta. Oikein mitoitetun sähkövastuksen käyttämä energiamäärä on vuositasolla vähäistä ja säästö on maksimaalista [23].

4.2 Ilma-vesilämpöpumppu

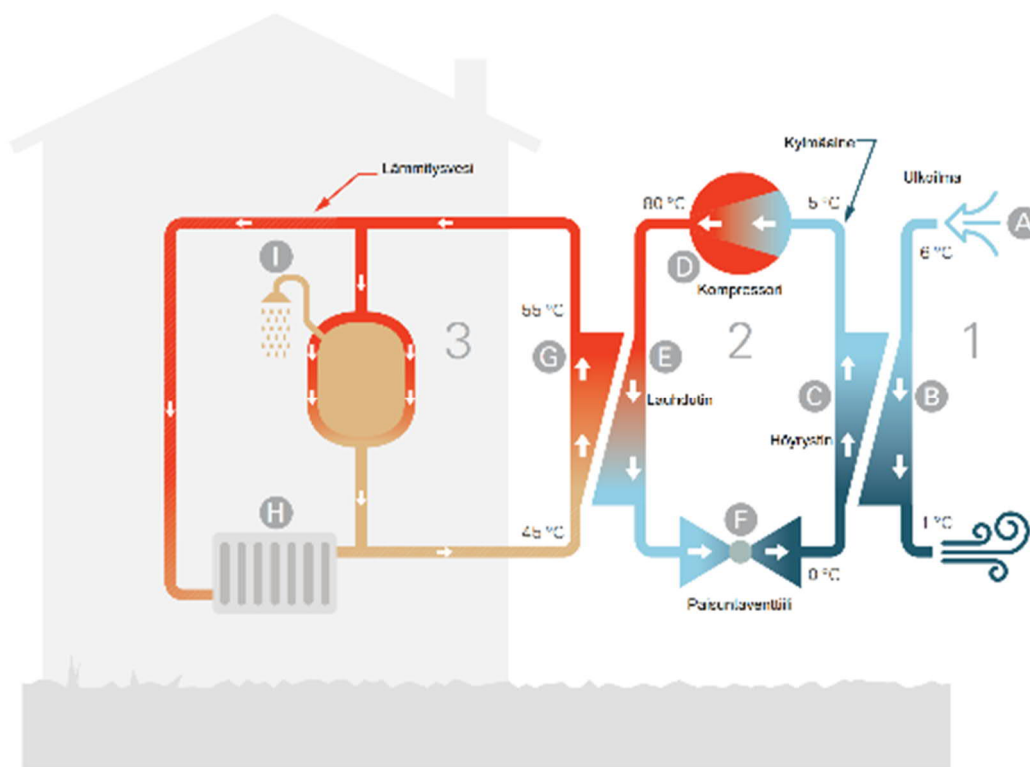
Ilma-vesilämpöpumppu (IVLP) tai myös nimellä ulkoilma-vesilämpöpumppu (UVLP) tunnettu lämmitysjärjestelmä on noussut viime vuosina suureen suosioon (Kuva 12). Ilma-vesilämpöpumppu haastaa suoraan maalämmön ja tämän järjestelmän etuna on huomattavasti halvempi hinta verrattuna maalämpöön.

IVLP järjestelmä maksaa asennuksineen **10 000–15 000 euroa** ja arvioiden mukaan sillä voidaan päästä jopa 50–60 % säästöihin verrattuna suoraan sähkölämmitykseen (hinta- ja säästöarvio perustuu referenssikohteen lämmitysjärjestelmän vaihdoksesta saaduista toteutuneista tiedoista, sekä verkkoaineistoista löydetyistä tiedoista) [20].



Kuva 10 Ilma-vesilämpöpumpun sisäyksikkö NIBE VVM S32 ja puskurivaraaja. (Kuva: Miro Salmelainen)

Ilma-vesilämpöpumppu ottaa ulkoilmassa olevaa ilmaista lämpöenergiaa ja käyttää sen rakennuksen sisäilman sekä käyttöveden lämmittämiseen. Ilma-vesilämpöpumpulle vesikiertoinen lattialämmitys on hyötysuhteeltaan paras vaihtoehto. Ilma-vesilämpöpumpun päätoimintaperiaate toimii kolmessa eri piirissä. Esimerkkinä NIBE:n VVM S320 laitteiston toiminta kaavio (Kuva 13) [24].

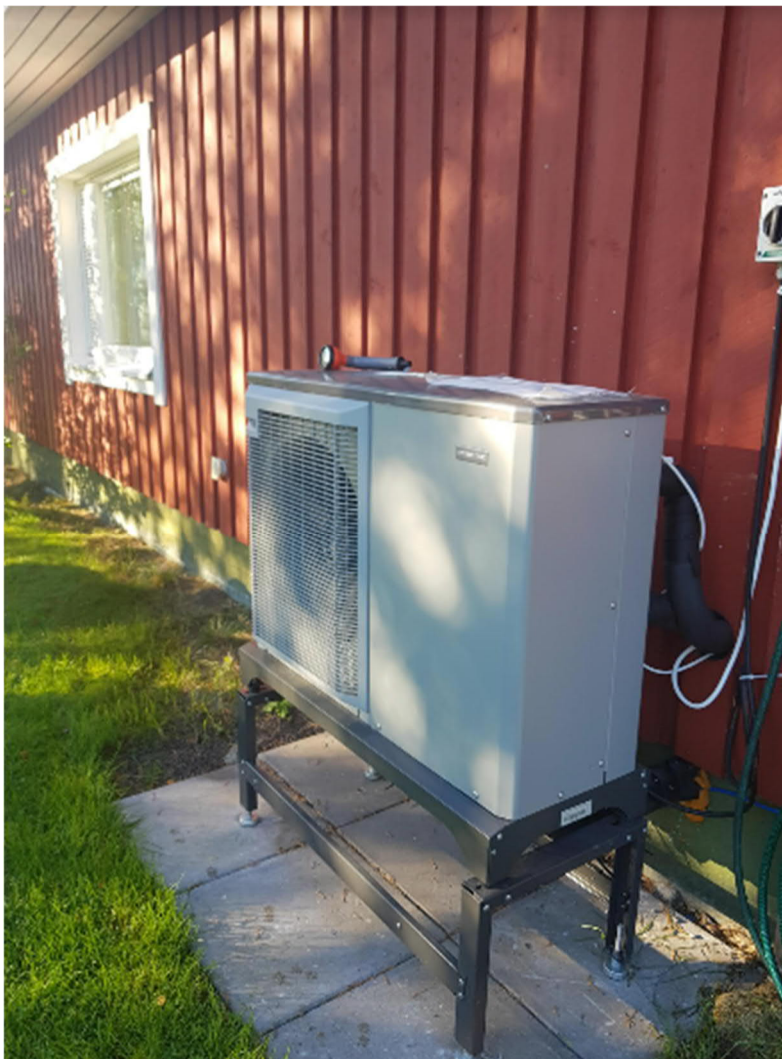


Kuva 11 Laitteiston toiminta kolmessa piirissä [24].

- **1 Piiri:** Kerää ulkoyksiköllä energiaa ja siirtää sen sisäyksikköön.
 - A Ulkoyksikkö imee ulkoilman lämpöpumpulle.
 - B Puhaltimella ohjataan ulkoilmasta otettu ilma lämpöpumpun höyrystimelle. Tässä kohtaa ilma luovuttaa lämpöenergiaa kylmäaineelle, ja ilman lämpötila laskee. Tämän jälkeen kylmä ilma puhalletaan ulos.
- **2 Piiri:** Kylmäainepiirin tehtävä on nostaa kerätyn energian lämpötila käyttökelpoiselle tasolle.

- C Lämpöpumpussa kiertää suljetussa piirissä kylmäaine, joka virtaa myös höyrystimen läpi. Kylmäaineen kiehumispiste on erittäin alhainen. Kylmäaine sitoo ulkoilman lämpöenergian ja rupeaa kiehu- maan höyrystimen sisällä.
 - D Kylmäaine kulkee kaasumuodossa kompressorille. Kompressorilla puristaa kaasun kokoon, näin lämpötila ja paine nousee voimakkaasti, nollasta 80 asteeseen.
 - E Kompressorilla siirtää höyryn lauhduttimeen, jossa lämpöenergia luovutetaan lämpöpumpun kattilaosaan. Samaan aikaan höyry jäähtyy taas ja tiivistyy nestemuotoon.
 - F Kylmäaine kulkee paisuntaventtiilin läpi, koska paine on vielä korkea. Kylmäaineen kulkiessa paisuntaventtiilin läpi, sen paine laskee ja samalla lämpötilakin laskee. Näin kylmäaine on kiertänyt järjestelmässä täyden kierroksen ja se siirtyy takaisin höyrystimen aloit- taen prosessin alusta.
- **3 Piiri:** Lämmityspiiri jakaa lämmön rakennukseen.
 - G Kylmäaine luovuttaa lauhduttimessa lämpöenergian lämmitysve- teen, ja veden lämpötila nousee 55 asteiseksi.
 - H Lämmityspumpulla lämmitetty vesi kiertää talon sisällä suljetussa lämmönjako piirissä.
 - I Sisäyksikön kattilaossa oleva käyttövesikierukka lämmittää ympä- rillä olevan veden rakennuksen käyttövedeksi.

Ilma-vesilämpöpumpussa on ulko- ja sisäyksikkö. Ulkoyksikkö on iso ja se pitää sijoittaa siten, että ilma kiertää vapaasti yksikön ympärillä. Ulkoyksikköä asenta- essa on otettava myös huomioon automaattisen sulatusjärjestelmän tuottaman veden johdattaminen joko viemäriin tai sadevesijärjestelmään, vettä voi tulla jopa kymmeniä litroja vuorokaudessa (Kuva 14).



Kuva 12 Ilmavesilämpöpumpun ulkoyksikkö. (Kuva: Miro Salmelainen)

Ilma-vesilämpöpumppu tuottaa eniten energiaa keväällä ja syksyllä. Pakkasra-
jana on valmistajasta riippuen noin -20 astetta ja tällöin pumppu ottaa käyt-
töönsä sähkövastuksen. Ilma-vesilämpöpumpuissa on nykyään vesivaraajassa
varalla sähkövastus, tämä toimii myös varajärjestelmänä häiriötilanteiden sattu-
essa. Öljylämmitystä voidaan käyttää ilma-vesilämpöpumpun varajärjestel-
mänä, jos päätöksenä on jättää öljylämmitys uuden järjestelmän rinnalle. Myös
puilla lämmittäminen on kannattavaa kovilla pakkasilla, kun pumppu on sähkö-
vastuksen varassa [20].

4.3 Puulämmitys/hakelämmitys

Polttopuilla toimiva lämmitysjärjestelmä on suosittu niillä, joilla on omaa puuta ja isot varastointitilat. Tämä on huomattavasti yleisempää maaseudulla kuin kaupungissa. Polttopuilla lämmittäminen ei sovellu kaikille ihmisille, siinä on valtavasti työtä verrattuna moniin muihin lämmitysjärjestelmiin. Polttopuilla lämmittäminen saattaa olla halvin tapa lämmittää talo, jos omalle työlle ei lasketa mitään hintaa [20].

Puukattila kuumentaa veden ja se varastoidaan isoon lämminvesivaraajaan. Varaajasta lämminvesi lähetetään vesikiertoiseen lämmönjakojärjestelmään, joko pattereille tai lattialämmitysputkistoon [20].

Puukattiloita löytyy kolmea erityyppistä:

- Yläpalokattila
- Alapalokattila
- Käänteispalokattila

Näistä kolmesta käänteispalokattila on tekniikaltaan edistyksellisin. Käänteispalokattilassa (Kuva 15) puut kaasuuntuvat ja tämän jälkeen kaasu poltetaan jälkipolttilassa. Palaminen on puhtaampaa sekä lämpö siirtyy tehokkaammin [20]. Käänteispalotekniikan avulla päästään jopa 91 %:n hyötysuhteeseen. Tämän tekniikan hyviä puolia ovat korkea hyötysuhde, vähäiset päästöt ilmakehään ja korkea palolämpötila [25].



Kuva 13 Jäspi Econature 40 puukattila [25].

Hakekattilasta löytyy stokeri, mitä ei ole puukattilassa. Stokeri on ruuvimainen syöttölaite puuhakkeelle ja se siirtää poltettavaa haketta varastotilasta kattilalle. Haketta käytetään enemmän maataloilla ja isoissa kiinteistöissä. Puu- ja hake-
lämmityksen etuna ovat edullisuus ja ilmastoystävällisyys [20].

4.4 Kaukolämpö

Kaukolämpö on Suomessa yleisin kodin- ja käyttöveden lämmitysmuoto. Sen osuus on melkein puolet koko Suomen rakennuskannasta. Kaukolämpöä arvostetaan varmatoimisuuden ja helppouden takia [26].

Kaukolämmön tuotanto keskitetään keskuksiin tai niiden läheisyyteen, joko lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksiin tai lämpökeskuksiin. Lämmöntuotantolaitoksissa polttoaineena käytetään puuta tai muita uusiutuvia energialähteitä, maakaasua, kivihiiltä, turvetta ja öljyä. Öljyn käyttäminen on vähäistä näissä keskitetyissä lämpölaitoksissa ja hallituksen tavoitteena onkin lopettaa öljyn sekä hiilen käyttö kokonaan vuoteen 2030 mennessä [26].

Kaukolämmön siirto rakennuksiin tapahtuu maahan kaivetun putkiverkoston avulla. Putkiverkosto on hyvin eristetty kaksiputkinen lämmönsiirtoverkko, jonka toimitusvarmuus on lähes 100 %. Useimmat kaukolämpöverkot ovat suunniteltu niin, että lämmönsaannin vikatilanteissa asiakkaille saadaan toimitettua kaukolämpöä useammalta syöttösuunnalta [26].

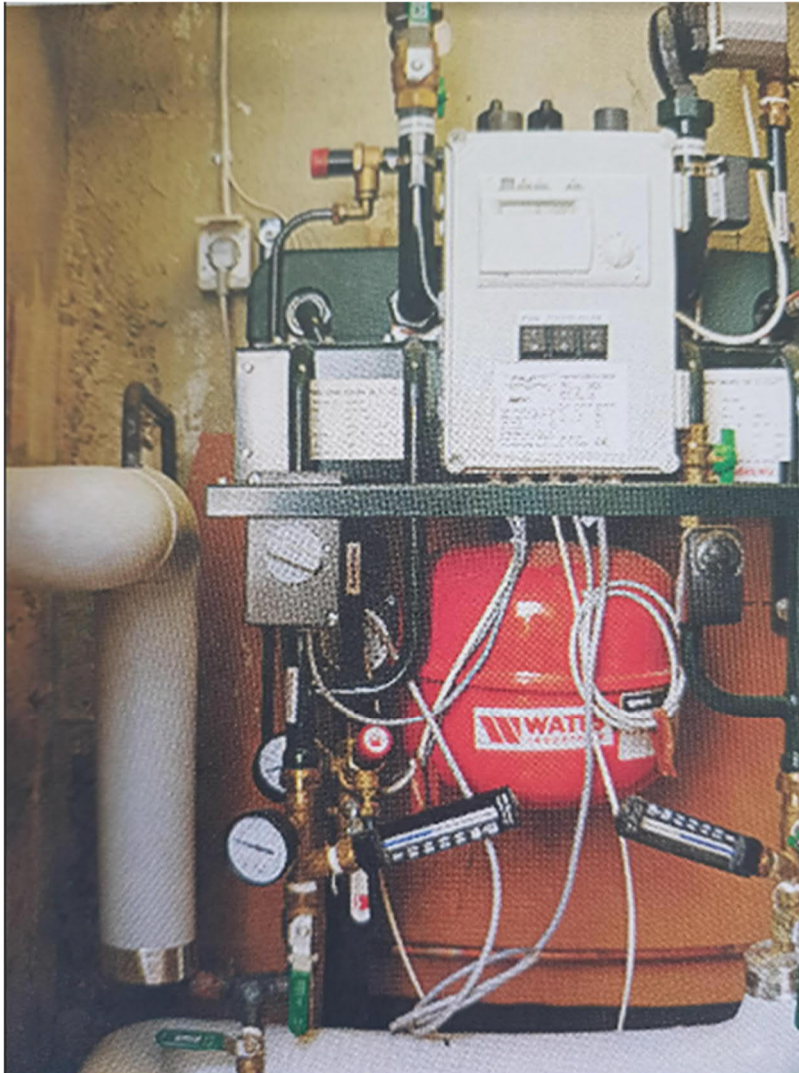
Kaukolämpöasiakkaaksi ei ole mahdollista liittyä aivan kaikkialla. Putkien vetäminen kovin kauaksi lämpölaitoksesta ei ole kannattavaa. Paikkakunnan kaukolämpöryityksiltä saa parhaimman tiedon liittymisestä ja verkon laajuudesta [20]. Kuvassa esimerkkinä Kannuksen kaupungin kaukolämpöverkko (Kuva 16).



Kuva 14 Kannuksen kaupungin kaukolämpöverkko. Punaisella viivalla merkattu kaukolämpöverkko ja punainen pieni laatikko kuvaa lämpölaitosta [27].

Kaukolämmön asennus on helppoa, se vaatii vain pari läpivientä, jotka esimerkiksi porataan vanhaan pannuhuoneeseen. Tämän jälkeen tarvitaan lämmönjakokeskus (Kuva 17) missä on lämmönsiirrin. Itse kaukolämpövesi ei kierrä talossa, vaan lämmönjakokeskuksessa olevan lämmönsiirrin siirtää

kaukolämpövedessä olevan lämpöenergian talon lämmönjakoverkkoon. Talossa on oma suljettu vesikierto sekä laitteiston automaattinen lämpimänveden säätö. Kaukolämmössä ei tarvita erillistä lämminvesivaraajaa. Kaukolämpövesi on tarkoituksen mukaisesti värjätty vihreäksi, koska näin on helpompi havaita kaukolämmitysverkon vuodot [20].



Kuva 15 Pientalon kaukolämpökeskus [20, s. 82].

Kaukolämmössä asiakas maksaa liittymismaksun, vuosittaisen kiinteän perusmaksun ja energiamaksun mikä määräytyy kulutuksen mukaan [28]. Tämän lisäksi asiakas joutuu itse hankkimaan lämmönjakokeskuksen tai hän valitsee avaimet käteen ratkaisun missä kaikki tapahtuu asiakkaan puolesta. Kaukolämmön vuosi kustannukset vaihtelevat paikkakunnan mukaan. Kaukolämmön

kokonaisinvestointi on paikkakunnasta riippuen **8000–12500 euroa** [20]. Kannuksessa vuonna 2022 tehty kaukolämpö investointi maksoi noin **8000 euroa**.

4.5 Pellettikattila

Pelletit ovat pieniä sahajauhosta tai kutteripurusta puristettuja rakeita. Raaka-aineet saadaan yleensä puusepän- ja sahateollisuuden sivutuotteista. Pelletti on energiaa hyvin tiiviissä muodossa. Yksi kuutio pellettejä vastaa 300–330 litraa kevyttä polttoöljyä. Pelletit tehdään Suomessa ja niiden ympäristönkuormitus on vähäistä [29]. Pelletin polttamisesta syntyy vähiten hiukkaspäästöjä verrattuna muihin puun eri polttomuodoista [30].

Pellettikattilan (Kuva 18) toimintamalli on samanlainen kuin öljykattilassa. Lämmityskattilassa on poltin mikä pitää liekkiä yllä, ja se lämmittää pannussa käyttö- ja lämmitysvettä. Kiertovesipumppu siirtää lämpimän veden lämmönjakopiiriin ja talo lämpiää [20].



Kuva 16 Pellettilämmityskeskus [31].

Tavallinen omakotitalo käyttää vuodessa lämmitykseen ja käyttöveden lämmitykseen noin 5000 kg pellettiä. Pellettilämmitysjärjestelmän pellettisäiliö vaatii paljon tilaa. Palomääräysten takia pannuhuoneessa saa olla korkeintaan 500 litraa polttoainetta. Ison pellettisäiliön voi sijoittaa ulos pannuhuoneen seinän taakse, silloin pitää muistaa, että siilon pitää olla kuiva ja tiivis. Siilon voi kaivaa maanalle tai sijoittaa maanpäälle [20].

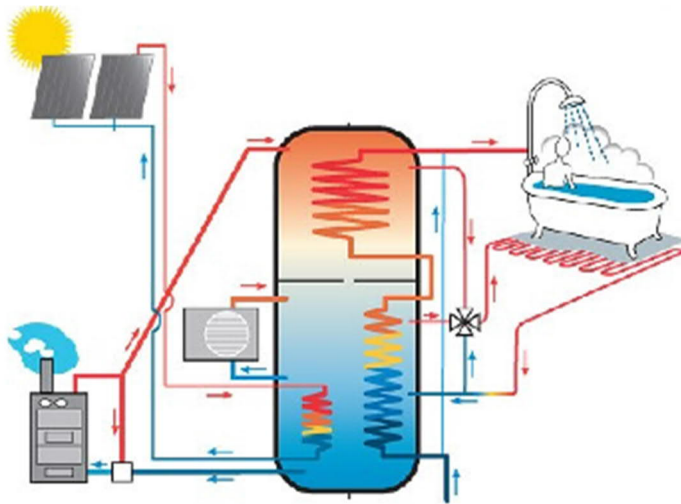
4.6 Sähkökattila

Vesikiertoista lämmitysjärjestelmää voidaan lämmittää myös sähkökattilalla. Sähkökattila toimii samalla periaatteella kuin vedenkeitin. Sähkö on nykyään todella kallista ja tämä järjestelmä on enää harvoissa tapauksissa järkevä lämmitysjärjestelmänä. Sähkövaraajan tarkoituksena on lämmittää vesi yöllä, kun sähkö on halvempaa kuin päivällä. Sähkökattila voi sopia hyvin pieniin ja energiatehokkaisiin taloihin. Sähkökattilan kokonaisinvestointi on edullinen, mutta käyttö kallista [20].

4.7 Hybridilämmitys

Hybridilämmityksestä on tullut tänä päivänä yksi mielenkiintoisimmista vaihtoehdoista talon lämmitysjärjestelmäksi. Tällä tarkoitetaan järjestelmää missä kahden tai jopa useamman erilaisen lämmitysmuodon vuorottelua käytetään eri aikoina. Tämän tarkoituksena on hyödyntää tilanteita missä on edullisinta lämmittää rakennusta tai käyttövettä. Nämä erilaiset lämmitysmuodot voivat toimia eri aikaan tai samanaikaisesti [32].

Hybridilämmitysjärjestelmässä on usein käytössä monia eri lämmönlähteitä ja näistä saatava energia on hyvä saada varastoitua (Kuva 19). Markkinoilla on tällä hetkellä saatavilla hybridivaraajia mihin voidaan kytkeä monta eri lämmönlähdettä, esimerkkinä, öljy- tai puukattila, lämpöpumppu, aurinkokeräimiä tai aurinkosähkökennojen sähkövastukset [33].



Kuva 17 Hybridivaraajan toimintaperiaate [34].

Hybridivaraajan kokonaiskustannukset asennuksineen maksaa noin **3000–5000 euroa** [33].

Hybridilämmitys sopii myös sellaisessa tilanteessa missä vanha öljy tai pellettikattila on hyvässä kunnossa ja sillä on teknistä käyttöikää jäljellä useaksi vuodeksi. Tällä voidaan säästää sekä investointikustannuksia, että sähkön kulutus- huippuja tietyissä tapauksissa [35].

Hybridilämmityksessä on hyvä olla iso vesivaraaja, joka toimii lämpöakkuna. Lämpöakut voidaan myös sijoittaa rakennuksen ulkopuolelle maaperään. Maaperään kaivetaan routarajan alapuolelle jopa 5m³ kokoisia lämpöakkuja. Näin sijoitetut suurikokoiset akut eivät vie arvokkaita neliöitä rakennuksen sisältä [36].

Hybridilämmitysjärjestelmät voivat olla hyvinkin monimutkaisia ja tämän takia järjestelmän ohjaukselta vaaditaan tasokkuutta. Ohjauksella on merkittävä rooli hybridijärjestelmän toiminnallisuudessa sekä taloudellisuudessa. Parhaat ohjaukset voivat olla niin älykkäitä, että hybridijärjestelmä osaa käyttää jatkuvasti edullisinta energiamuotoa [36].

5 Öljylämmitysjärjestelmän vaihdon suunnittelu

Lämmöntuottojärjestelmän vaihdon harkittu ja tarkka suunnittelu on järkevää, koska kyseessä on pitkäaikainen ja suhteellisen kallis yksittäinen kertainvestointi, jonka taloudellinen vaikutus voi ulottua vuosikymmenien päähän.

Lämmitysenergiajärjestelmän vaihtoon vaikuttaa moni asia. Vaihdoksen syitä voivat olla ideologiset, uuden nykyaikaisen järjestelmän helppous, raha, ulkopuoliset vaikutteet, olemassa olevan järjestelmän ikä, huono kunto, vanhan järjestelmän hajoaminen, öljyn hinta, poliittiset päätökset jne. Yleensä Öljylämmitys mielletään kalliiksi-, ympäristöä saastuttavaksi- ja vanhaksi lämmitysenergiamuodoksi.

Öljylämmityksen vaihtoa tai sen poistoa kannattaa miettiä tarkasti. Pientalojen öljylämmitystä ei ole kuitenkaan vielä kielletty ja hybridilämmitys nostaa suosiota mahdollisten kriisitilanteiden takia.

Jos nykyisessä öljylämmitysjärjestelmässä on vielä teknistä käyttöikää jäljellä, on syytä harkita hybridilämmitysjärjestelmää. Öljylämmitysjärjestelmää voidaan käyttää, vaikka sähköverkossa olisi jakeluhäiriö. Öljykattilan poltin kuluttaa hyvin vähän sähköä ja sen tarvitsema sähkö voidaan tuottaa omalla aggregaatilla. Aggregaatti voi ottaa polttoaineen omasta öljysäiliöstä, tällä tavoin voidaan turvata rakennuksen lämmitys- ja käyttöveden saanti pitkienkin sähkönjakelu ongelmien aikana.

5.1 Suunnittelu

Monissa pientaloissa öljylämmitysjärjestelmät ovat kymmeniä vuosia vanhoja ja alkavat olemaan tiensä päässä, 70-luvulla asennettu järjestelmä on yli 40 vuotta vanha. Öljylämmityskattilan tekninen käyttöikä pyörii 20–30 vuoden haarukassa ja öljypolttimella se on 15–20 vuotta [37]. Uuden lämmitysjärjestelmän valintaan ei ole yksiselitteistä vastausta, koska vaihtoehdot riippuvat täysin talosta, tonnista ja käyttäjistä. On olemassa muutama nyrkkisääntö ja niitä kannattaa miettiä [20].

Nyrkkisääntönä voidaan sanoa, että halvemmalla asennettavat järjestelmät tuottavat kallista energiaa – ja toisinpäin. Esimerkiksi maalämpöjärjestelmä on kallis asentaa, mutta tuottaa halpaa lämpöä ja vastaavasti huonekohtainen suoräsähkölämmitys on halpa asentaa, mutta tuottaa kallista lämpöä. Jos kyseessä on isompi talo ja kulutus, sitä kalliimpi uusi lämmitysjärjestelmä voi olla, kunhan muistaa, että sen tuottama energia on halpaa. Tämän takia maalämpö, pellettilämpö ja kaukolämpö sopivat paremmin isoihin taloihin, kuin pieniin taloihin. Pienemmät talot kuluttavat vähemmän energiaa ja se on suoraan suhteessa pidempään investoinnin takaisinmaksuaikaan [20].

Uuden lämmitysjärjestelmän hankinnassa kaikista tärkein asia on mitoitus. Se pystytään helposti arvioimaan aikaisemman lämmitysenergian kulutuksen perusteella. Jos rakennuksen ilmanpitävyyttä on parannettu, voidaan uuden järjestelmän mitoituksessa käyttää pienempää laitetta. Mitoituksen suunnittelussa kannattaa käyttää asiantuntijaa, joka perehtyy hyvin kohteeseen ja siihen liittyviin asioihin. Paras vaihtoehto on yleensä ottaa yhteyttä hyvämaineisiin urakoitsijoihin ja pyytää kokonaisurakkatarjousta, tällä tavalla on helppo vertailla monia urakkatarjouksia ja urakoitsijoita keskenään. Kokonaisurakassa aikataulut pysyvät helpommin hallinnassa, hinta on tarkasti tiedossa ja takuuasiat ovat selkeämpiä. Hyvää ja halpaa ei ole olemassa [20].

Lämmöntuottojärjestelmien vertailuun kannattaa käyttää aikaa sekä vaivaa. Vertailu on syytä tehdä järjestelmien elinkaarikustannuksen perusteella. Elinkaarikustannuksien vertailussa on syytä ottaa huomioon myös seuraavia asioita:

1. nykyisen lämmitysjärjestelmän tekninen kunto
2. jäljellä oleva käyttöikä
3. mahdollisista purkutöistä koituvat kustannukset

[37].

Projektin alussa on hyvä olla yhteydessä kunnan rakennustarkastajaan ja tarkistaa tarvittavat luvat. Lisähintaa lämmitysurakoihin voi tulla öljysäiliön poistamisesta, purkamisesta sekä mahdollisista asbestitöistä [20].

5.2 Valtionavustukset öljylämmityksestä luopumiseen

Valtion avustuksien tarkoitus on houkutella öljylämmittäjiä poistamaan vanhat sekä uudet öljylämmitysjärjestelmät ja vaihtamaan ne uusiin kestävämpiin järjestelmiin.

Tällä hetkellä öljylämmityksestä luopujille on tarjolla 3 erilaista tukea tai avustusta:

- Pirkanmaan ELY-keskuksen myöntämä avustus öljylämmityksestä luopumiseksi
- verotuksessa annettava korotettu kotitalousvähennys
- ARA:n energia-avustus

[38].

Nämä kolme erilaista valtionavustusta eroavat toisistaan jonkin verran, ja niillä kaikilla on erilaiset tarkoitusperät. Kaikki kolme avustusta sopii öljylämmityksen vaihtajalle ja suunnittelu vaiheessa on hyvä verrata näitä kolmea erilaista avustus vaihtoehtoa.

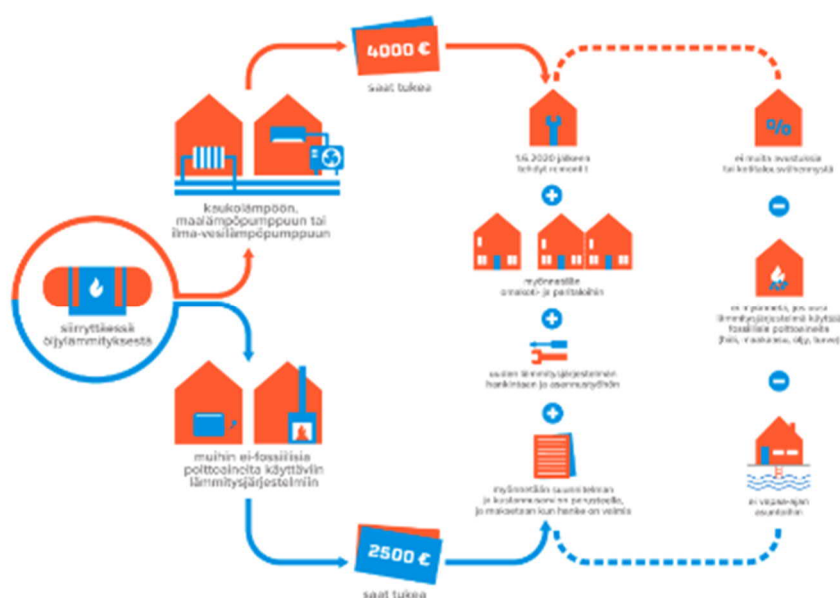
5.3 Pirkanmaan ELY-keskuksen myöntämä avustus öljylämmityksestä luopumiseksi

Pirkanmaan ELY-keskus myöntää tällä hetkellä valtionavustusta ympärivuotisessa asuinkäytössä oleville pientalojen omistajille öljylämmitysjärjestelmän poistamisesta ja korvaamisesta muilla lämmitysjärjestelmillä [39].

Avustus myönnetään öljylämmityksen poistamiseen ja sen korvaamiseen toisella lämmitysjärjestelmällä (Kuva 20). Korvaava lämmitysjärjestelmä ei saa käyttää fossiilisia polttoaineita. Avustuksen saa yhden per lämmitysjärjestelmä. Avustusta ei myönnetä vapaa-ajan asuntoihin [39].

Avustusta ei myönnetä, jos:

- uusi rakennuskohtainen lämmitysjärjestelmä käyttää fossiilisia polttoaineita, kuten öljyä, hiiltä, maakaasua tai turvetta
- kustannukset kuuluvat asunto-osakeyhtiölain tai yhtiöjärjestyksen nojalla asunto-osakeyhtiön maksettavaksi
- hakijalle myönnetään samaan tarkoitukseen muuta avustusta tai kotitalousvähennystä
- asuinrakennusta käytetään EU-oikeuden valtioneuvoston päätöksissä tarkoitettuun taloudelliseen toimintaan. Elinkeinotoimintaan tai ammatinharjoittamiseen tarkoitettu työhuone tai vastaanotto-tila ei estä avustuksen saamista.



Kuva 18 Avustus öljylämmityksen vaihtajalle [39].

Avustuksen määrä riippuu uudesta lämmitysjärjestelmästä. **4000 euron** avustuksen saa, kun uusi lämmitysjärjestelmä on maalämpöpumppu, ilma-vesilämpöpumppu tai kaukolämpö. **2500 euron** avustuksen saa puolestaan, kun siirytään muihin lämmitysjärjestelmiin mitkä eivät käytä fossiilisia polttoaineita [39].

Avustusta voi hakea ennen hankkeen aloittamista ELY-keskuksen ohjeiden mukaisesti joko sähköisesti Aluehallinnon asiointipalvelussa, tai tulostettavalla lomakkeella [39].

Avustuksen myöntämisen ja toteutuksen jälkeen täytetään maksatushakemus päätöksessä annetun määräaikaan mennessä, ja tämän jälkeen avustus maksetaan kertakorvauksena ilmoitetulle tilille [39].

5.4 Verotuksessa annettava korotettu kotitalousvähennys

Öljylämmityksestä luopumiseen saa korotettua kotitalousvähennystä vuoden 2022 alusta ja sitä jatketaan vuoteen 2027 asti. Se on tarkoitettu henkilökohtaiseksi vähennykseksi, ja se tehdään ansio- tai pääomatulojen verosta. Vähennyksen voi saada vain työosuudesta ja työn pitää tehdä ulkopuolinen [38].

Öljystä luopumiselle tarkoitettu korotettu kotitalousvähennys tulee olemaan vuoden 2022 alusta **3500 euroa** per henkilö. Samassa taloudessa asuva voi myös saada saman vähennyksen. Yhteensä öljystä luopumiseen voi yksi talous saada **7000 euroa** vähennettynä omavastuut **100 euroa** per henkilö [38].

Jos lämmitysjärjestelmän vaihdon suorittaa yritys, joka kuuluu ennakkoperintärekisteriin, voi työn osuudesta vähentää 60 %. Jos remontin suorittaa itse palkattu työntekijä, voi vähentää 30 % palkasta sekä palkkaan liittyvät työnantajan sivukulut [38].

Vähennystä ei voi saada, jos on saanut muita tukia tai avustuksia samaiseen työhön, näitä ovat ELY-keskuksen myöntämää avustusta öljylämmityksestä luopumiseen tai ARA:n energia-avustusta [38].

5.5 ARA:n energia-avustus

ARA:n energia-avustus on tarkoitettu asuinrakennuksen energiatehokkuuden parantaviin korjaushankkeisiin. Energia-avustusta voi hakea 2020–2022 välisiin korjaushankkeisiin. Avustus on tarkoitettu henkilöasiakkaille ja yhteisöille [40].

ARA:n energia-avustuksessa sovelletaan valtionavustuslakia (688/2001) ja valtioneuvoston asetusta asuinrakennusten energia-avustuksesta (1341/2019).

Muita avustukseen sovellettavia säännöksiä, ovat:

- Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä (4/13, johon tehty lisäyksiä asetuksella 2/17)
- Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (1010/2017)
- Laki rakennuksen energiatodistuksesta (50/2013, energiatodistuslaki)
- Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta (1048/2017)

[40].

Avustus voidaan myöntää vain, jos hakija ja toimenpiteiden kohteena oleva asuinrakennus täyttää sille vaaditut ehdot:

1. Ehto: Avustuksen hakija omistaa rakennuksen
2. Ehto: Rakennus on asuinkäytössä ympäri vuoden
3. Ehto: Asuinrakennuksen energiatehokkuus paranee
4. Ehto: Toimenpiteet ovat tarkoituksenmukaisia

5. Ehto: Toimenpiteet eivät aiheuta vaaraa tai haittaa

6. Ehto: Toimenpiteisiin ei saada muuta julkista tukea

Avustusta maksetaan 50 % avustettaviksi hyväksytyistä kustannuksista, mutta enintään **4000 euroa** tai **6000 euroa**. Avustuksen määrä riippuu rakennuksen energiatehokkuuden paranemisesta. Kustannukset lasketaan toimenpiteittäin [40].

Avustuksen laskennassa hyväksytään vain tietty osuus eri toimenpiteissä. Yksittäisessä toimenpiteessä huomioidaan sille määritelty osuus, joka voi vaihdella 20 ja 100 % välillä [40].

Öljylämmityksestä luopumisen kustannuksista hyväksytään avustettavaksi 100 %. Avustuksen suuruus voi olla korkeintaan puolet avustettavaksi hyväksytystä osuudesta [40].

Avustuksen saaminen edellyttää asuinrakennuksen energiatehokkuuden paranemista. Energiatehokkuuden mittarina käytetään E-lukua ($\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$). E-lukua verrataan ennen ja jälkeen remontin. Avustuksen määrä riippuu siitä, miten paljon rakennuksen energiatehokkuus paranee remonttien jälkeen verrattuna rakentamisajankohdan tai käyttötarkoituksen muutosvuoden lähtötasoon [40].

Avustuksen maksimimäärä määräytyy sen perusteella, aleneeko rakennuksen E-luku täyttäen prosentuaalisen vaatimuksen, omakotitaloissa vähintään **44 %** tai lähes nollaenergiatason. Mikäli rakennuksen E-luku on korjaustoimenpiteen jälkeen lähes nollaenergiatasolla, olisi avustuksen maksimimäärä **6000 euroa**.

Jos vanhassa 1970-luvulla rakennetussa pientalossa vaihdetaan vain öljylämmitysjärjestelmä uuteen energiatehokkaaseen lämmitysjärjestelmään, olisi avustuksen määrä siinä tapauksessa **4000 euroa** [40].

5.6 Yhteenveto valtionavustuksista

Pientalojen omistajille on tällä hetkellä 3 erilaista valtion tarjoamaa avustus vaihtoehtoa. Öljystä luopujan kannattaa valita omaan lämmitysremonttiin sopivin vaihtoehto. Jokainen avustus on sisällöltään hieman toisistaan poikkeava, mutta vertailemalla saa omaan tilanteeseen kannattavimman vaihtoehdon helposti selville. Päätökseen vaikuttaa moni tekijä ja valinta katsotaan tapauskohtaisesti.

Karkeasti voidaan todeta, että:

- **ELY-keskuksen Pirkanmaan ELY-keskuksen myöntämä avustus öljylämmityksestä luopumiseksi** sopii parhaiten yksinasujille.
- **verotuksessa annettava korotettu kotitalousvähennys** sopii parhaiten pariskunnalle. Parhaan hyödyn saa, jos lämmitysremontti on hintava sekä työvaltainen. Näitä ovat yleensä maalämpöjärjestelmät, jotka voivat maksaa jopa **20 000–30 000 euroa** [41].
- **ARA:n energia-avustus** soveltuu parhaiten kohteisiin missä tavoitteena on lähes nollaenergiatalo.

Avustuksien määrät:

AVUSTUS	AJALLE	MAX. €MÄÄRÄ
ELY-KESKUS	2020– *	2500–4000
KOROTETTU KOTITALOUSVÄHENNYS	2022–2027	3500–7000
ARA	2020–2022	4000–6000

6 Referenssikohteen öljylämmitysjärjestelmän vaihto

6.1 Vanha lämmitysjärjestelmä

Referenssikohteen öljylämmitysjärjestelmän vaihdon suunnittelu lähti liikkeelle rakennuksessa olevan mittavan peruskorjauksen aikana. Kohteeseen ei ensimmäisen peruskorjaussuunnitelman yhteydessä mietitty lämmitysjärjestelmän vaihtoa, koska lämmönjakojärjestelmä, öljykattila ja poltin olivat peruskorjauksen aikana lähes uuden veroisia (Kuva 21). Lämmönjakojärjestelmänä oli uponorin komposiitti putkisto pintaan asennettuna ja lämpöpatterit danfossin termostaateilla. Peruskorjaus hankkeen alussa tehdyssä asbestikartoituksessa ei havaittu asbestia pannuhuoneen osalta.



Kuva 19 Öljylämmitysjärjestelmä, ARIMAX 17R, Junior Pro1 LJ10 poltin, kierto-
vesipumppu ja ohjainyksikkö. (Kuva Miro Salmelainen)

Öljysäiliö oli sijoitettu pannuhuoneen läheisyyteen maanalle. Itse öljysäiliö ja siitä lähtevät putkistot pannuhuoneeseen olivat alkuperäiset vuodelta 1976 ja tarkastamattomat. Öljysäiliölle on ollut mahdotonta tehdä tarkastusta purkamatta sen päälle virheellisesti asennettua betonirengaskaivoa. Betonirengas on

ollut osittain öljysäiliön huoltoluukun päällä (Kuva 22). Rakennuksen öljystä luopumista ruvettiin suunnittelemaan tässä vaiheessa, koska vanha öljysäiliö oli tarkastamaton ja vuotaessaan ympäristölleen vahingollinen.



Kuva 20 Öljysäiliön tarkastuskaivo. (Kuva: Miro Salmelainen)

6.2 Suunnittelu ja kilpailutus

Rakennuksessa oli meneillään kokonaisvaltainen peruskorjaus ja lämmitysjärjestelmän vaihto sopi tämän kanssa hyvin. Rakennuksen peruskorjauksen ajankohta oli kesä-syky-talvi 2021 ja lämmitysjärjestelmän vaihto osui syky/talvi 2021. Rakennuksessa ei asuttu ja peruskorjauksen aikana rakennuksen lämmitys hoidettiin ilmalämpöpumpulla. Pelkkä ilmalämpöpumppu pystyi pitämään pahimpienkin pakkasjaksojen aikana rakennuksen sisäilman noin 18–20 asteen välissä.

Uudeksi lämmitysjärjestelmäksi tuli ilma-vesilämpöpumppu. Tälle järjestelmän vaihdolle oli mahdollista hakea ELY-keskuksen öljystä luopumisavustusta minkä suuruus oli **4000 euroa**. Kilpailutus oli avaimet käteen periaatteella ja vanhan järjestelmän purkaminen ei kuulunut urakkahintaan. Urakoitsija arvioi talon lämmitystehon ja lämpimän käyttöveden tarpeen, näin saatiin selville minkä kokoinen pumppu riittää talon sekä käyttöveden lämmitykseen.

Kilpailutuksen jälkeen valinta oli ilma-vesilämpöpumppu Nibe F2040-8 ulkoyksikkö ja sisäyksikkönä Nibe VVM S320. Kokonaishintaan **10 000 euroa** sis. alv 24 %. Hinta sisälsi myös asennuksen ja 100 litran puskurisäiliön. ELY-keskuksen avustuksen jälkeen energiaremontin kokonaishinnaksi jäi **6000 euroa**.

6.3 Vanhan öljysäiliön poisto ja jatkokäsittely

Öljylämmityksen luopumisessa tulee kustannuksia myös vanhan järjestelmän purkamisesta, koska esimerkiksi ELY-keskuksen avustuksen ehtona on vanhan öljylämmitysjärjestelmän poistaminen pysyvästi.

Käytöstä poistettu säiliö on tyhjennettävä öljystä ja öljyisestä jätteestä. Säiliön täyttöputki on tulpattava tai säiliön käyttö on muulla tavoin estettävä [42, 47 §]. Tämän toimenpiteen voi suorittaa esimerkiksi Tukesin hyväksymä tarkastusliike. Öljysäiliön poistamiseen liittyvät velvoitteet kannattaa tarkistaa kunnan ympäristösuojeluviranomaiselta. Kunnan ympäristösuojeluviranomainen osaa ohjeistaa öljysäiliön poistamiseen liittyvissä asioissa [43].

Säiliön poistamisesta ja jatkokäsittelystä on toimitettava pöytäkirja pelastusviranomaiselle sekä tarvittaessa ympäristösuojeluviranomaiselle. Jos maaperässä tai rakenteissa havaitaan öljysäiliön poiston yhteydessä öljyä, on siitä ilmoitettava viipymättä pelastusviranomaiselle [43].

Tässä kohteessa pannuhuoneessa olevan kattilan ja polttimon poistamisen kustannukset olivat positiiviset, niistä sai myymällä yhteensä **600 euroa**, purkaminen ei maksanut mitään. Öljysäiliön poistamisen kustannukset olivat yhteensä noin **600 euroa** (Kuva 23). Öljysäiliön poistamisen kustannuksia syntyi

koneurakoinnista ja öljysäiliön jatkokäsittelystä. Eli purkukustannukset olivat yhteensä +- 0 euroa.



Kuva 21 Öljysäiliön poisto. (Kuva Miro Salmelainen)

6.4 ELY-keskuksen öljystä luopumis- avustuksen hakuprosessi

Tämän kohteen avustushakemus laitettiin vireille ELY-keskukseen 21.9.2021, ennen tätä on varmistettu haettavan avustuksen soveltuvuus kohteeseen. Tämän selvityksen voi tehdä ELY-keskuksen sivuilta.

Hakemuksessa täytetään seuraavia tietoja:

1. Hakijan tiedot
2. Hanke ja toimenpiteet
3. Hanke
4. Liitteet

Hakemukseen liitetään urakoitsijan toimittama hankkeen tiedot sekä tekniset piirustukset. ELY-keskus otti hakemuksen käsittelyyn 23.8.2022. Avustushakemuksien runsaan määrän takia hakemuksen käsittely voi kestää ELY-keskuksessa vuoden verran.

ELY-keskus lähettää tarpeen vaatiessa täydennyspyynnön. Täydennyspyynnössä voidaan kysyä esimerkiksi kiinteistön toiselta omistajalta valtakirjaa tai tarkennusta hankeaikatauluun.

Avustuspäätös annetaan täydennyspyynnön vastauksien jälkeen. Myönnetyn avustuspäätöksen jälkeen hakijan on tehtävä maksatushakemus.

Maksatushakemuksessa täytetään seuraavia tietoja:

1. Maksatushakemus
2. Kustannukset
3. Liitteet

Maksatushakemuksen liitteiksi laitetaan kuitit hankkeen suoritetuista maksuista. Tällä voidaan todentaa hankkeen valmiusaste.

ELY-keskus hyväksyi maksatuspäätöksen 12.9.2022. Hakemusprosessi kesti kokonaisuudessaan vuoden päivät.

6.5 Uusi lämmitysjärjestelmä

Toisena lämmitysjärjestelmä vaihtoehtona oli maalämpö. Tässä kohteessa olisi ollut mahdollista asentaa maalämmön keruuputkisto vaakatasossa kiinteistön ison nurmikentän alle, tämä olisi ollut edullisempi vaihtoehto kuin porakaivon poraaminen. Maalämmön kokonaishinnaksi olisi tullut noin **17 500–22 500 euroa**. Maalämmön huomattavasti isompi alkuinvestointi sekä rakennuksen arvo ratkaisi valinnan ilma-vesilämpöpumpun eduksi.

Kolmantena vaihtoehtona oli kaukolämpö. Kaukolämpö olisi ollut alkuinvestoinniltaan halvin ratkaisu, sen lopullinen hinta olisi ollut ELY-keskuksen avustuksen jälkeen **4000 euroa**. Kaukolämpö ei lopulta ollut mahdollinen vaihtoehto talon sijainnin takia, tulevaisuudessa verkon laajentuessa tämä voi olla mahdollista.

Uuden lämmitysjärjestelmän valintaan vaikutti suurimpana asiana energiaremontin budjetti mikä oli **0 euroa**, koska alkuperäiseen peruskorjaus budjettiin ei ollut laskettu lämmitysenergiaremonttia. Energiaremontin kustannukset **6000 euroa** maksettiin talon alkuperäisen peruskorjaus budjetin uudelleen järjestelyillä, esimerkiksi edullisemmilla materiaali valinnoilla ja varustelutason muutoksilla.

Vanhan öljylämmitysjärjestelmän purkutöiden jälkeen pannuhuone voitiin putsata ja remontoida uutta järjestelmää varten (Kuva 24). Uuden ilma-vesilämpöpumppujärjestelmän asennuksessa pystyttiin hyödyntämään suurin osa vanhoista kupariputkiasennuksista, se nopeutti uuden järjestelmän käyttöönottoa. Käyttöönotto kesti muutamia päiviä (Kuva 25).



Kuva 22 Pannuhuone ennen ja jälkeen. (Kuva: Miro Salmelainen)



Kuva 23 Uusi lämmitysjärjestelmä asennettuna. (Kuva: Miro Salmelainen)

Uuden ilma-vesilämpöpumppujärjestelmän asennuksen jälkeen kaikki toimi moitteettomasti. Kahden viikon jälkeen laitteisto alkoi antamaan hälyjä järjestelmässä olevasta ilmasta. Uusi järjestelmä alkoi keräämään ilmaa sisäyksikköön. Ongelma ratkaistiin automaatti-ilmausventtiileillä. Laitteisto on toiminut tämän jälkeen normaalisti.

7 Tutkimusmenetelmät

7.1 Käytetyt tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön tärkein tutkimusaineisto keskittyy referenssikohteen empiireihin tutkimustietoihin sekä havaintoihin. Teoreettiset tutkimukset perustuvat verkkoaineistoihin, tieteellisiin tutkimuksiin, kirjallisuuteen, tuoreisiin artikkeleihin sekä Motivan pientalon lämmitystapojen vertailulaskuriin. Tutkimustulosten tueksi on käytetty myös loogista päättelykykyä sekä havaintoihin perustuvaa ajattelua.

Referenssikohteessa arvioitiin vanhan öljylämmitysjärjestelmän käyttökustannuksia sekä tutkittiin uuden lämmitysjärjestelmän lämmitysenergian kulutusta ja käyttökustannuksia ajanjaksolla 22.10.2021–20.10.2022. Uudesta lämmitysjärjestelmästä on vuoden ajalta käyttökustannustiedot, kokonaisenergian- ja lämmitysenergian kulutustiedot. Vanhan öljylämmitysjärjestelmän vastaavat tiedot perustuivat arvioihin.

Motivan pientalon lämmitystapojen vertailulaskuri on riippumaton työkalu lämmitysenergiajärjestelmän vaihtajalle tai sitä suunnittelevalle. Motivan laskurilla voidaan vertailla eri lämmitysjärjestelmien arvioituja vuotuisia lämmityskuluja sekä takaisinmaksuaikoja. Laskuri antaa raportteja mm. vuotuisista kokonaiskustannuksista ja arvioita energiakustannuksista.

Referenssikohteen osalta Motivan lämmitystapojen vertailulaskuria oli käytetty vertaillen laskurin arvioita ja kohteen tutkimustuloksia toisiinsa. Laskurissa on käytetty 22.10.2021–20.10./2022 voimassa olevan määräaikaisen sähkösopimuksen hintatasoa **10,28 c/kWh** (sisältää sähkön, siirron, maksut ja alv 24 %). Motivan vertailulaskurin energianhintojen nousuksi on ennakoitu 2 % vuodessa.

7.2 Tavoite

Tutkimuksen tavoitteena oli saada öljylämmityksestä luopujalle mahdollisimman kattava opas pientalon lämmitysenergiaremonttia varten. Öljylämmityksestä luopujalle tai sitä suunnittelevalle tämän oppaan tutkimustyö ja selvitykset antavat

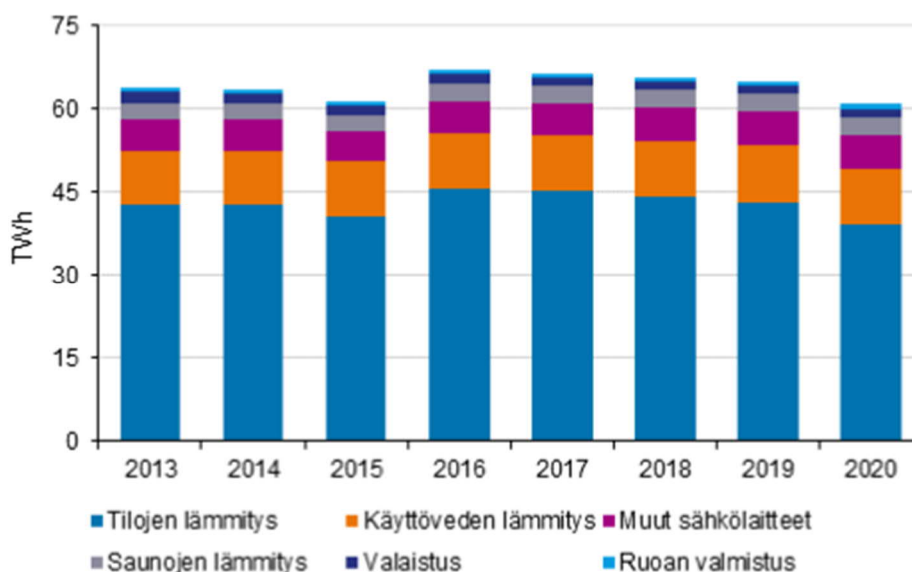
lisää perspektiivejä sekä vertailukohteen mahdollista lämmitysjärjestelmän vaihtoa varten.

Referenssikohteen lämmitysenergiaremontti oli toteutettu ennen opinnäytetyön aloitusta. Jos lämmitysenergiaremontti olisi tehty tämän tutkimuksen jälkeen, olisi tämän kohteen lopputuloksesta tullut erilainen. Uuden ja laajemman tiedon perusteella vanhaa öljylämmitysjärjestelmää ei olisi poistettu. Uudeksi lämmitysjärjestelmäksi olisi valittu hybridilämmitysjärjestelmä missä vanha öljylämmitysjärjestelmä olisi saanut ilma-vesilämpöpumpun päälämmitysjärjestelmäksi.

8 Tutkimustulokset

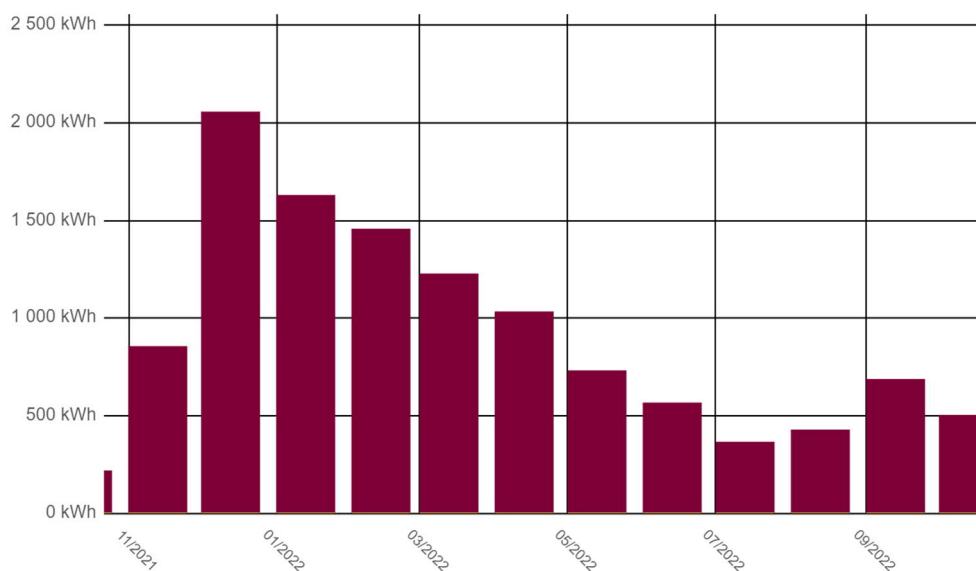
8.1 Referenssikohteen tarkasteluajaväli ja tulokset

Tutkimusten mukaan asumisen osuus energian loppukäytössä on keskimäärin 20 prosenttia ja tilojen lämmitys vie noin kaksi kolmasosaa asumisen energiasta (Kuva 26) [44].



Kuva 24 Asumisen energiankulutus TWh 2013–2020 [44].

Referenssikohteen tarkasteluajavälin 22.10.2021–20.10.2022 ja siitä saadun sähkönkulutuksen datassa on laskettu pelkästään rakennuksen kokonaiskulutus. Kokonaiskulutus 11707 kWh kerrotaan 0.8 ja näin saadaan rakennuksen tilojen- ja käyttöveden lämmityksessä kulunut energia. Uudella ilma-vesilämpöpumppujärjestelmällä rakennus käytti yhteensä sähköä tilojen- ja käyttöveden lämmitykseen 9365,6 kWh ja muihin sähkölaitteisiin 2341,4 kWh (Kuva 27 ja 28). Referenssikohteen lämmitykseen kulunut sähköenergia on vähintäänkin kohtuullinen ikäiselleen talolle. Korpelan voiman arvion mukaan vastaavanlaisen rakennuksen säästäväinen sähkön käyttö on alle 15074 kWh ja paljon kulluttavan yli 19447 kWh vuodessa. Kohteen lämmitysenergian tarve on tutkimusajaväliltä 22.10.2021–20.10.2022. Lämmitystarve vaihtelee vuosittain, esimerkiksi vuosi 2015 oli noin 15–20 % normaalivuotta leudompi.



Kuva 25 Referenssikohteen sähkön käyttö. (Kuva: Korpelan voiman Online palvelusta)

Kuukausi	Energian yhteensä (kWh)	Kustannukset € (yhteensä)	Keskilämpötila (°C)
10/2021	214,67	23,05	4,1
11/2021	849,91	88,38	-1,7
12/2021	2052,73	198,70	-8,9
01/2022	1626,75	159,63	-6,2
02/2022	1454,45	143,83	-5,8
03/2022	1226,09	122,88	-1,9
04/2022	1027,07	104,63	0,4
05/2022	726,61	77,07	8,3
06/2022	562,06	61,98	15,1
07/2022	361,97	43,63	16,1
08/2022	423,76	51,10	15,5
09/2022	682,08	75,49	7,6
10/2022	499,03	54,27	6,5

Kuva 26 Referenssikohteen energiankulutus, kustannukset ja keskilämpötila. (Kuva: Korpelan voiman Online palvelusta)

Tutkimus aikavälin 22.10.2021–20.10.2022 aikana referenssikohteen määräaikaisen sähkösopimuksen hinta oli kokonaisuudessaan **10,28 c/kWh**.

Motivan lämmitystapavertailulaskurille syötettiin rakennuksen tiedot ja lämmitystapana ilma-vesilämpöpumppu ja sähkö. Laskuri laskee arvion lämmitysenergian kokonaistarpeelle. Laskurin antama arvioitu lämmitysenergian

kokonaistarve oli 22584 kWh (Kuva 29). Laskuri laskee lämmitysenergiakulutuksen normaalin vuoden mukaan (1981–2010 keskiarvo), sisältäen tilojen ja käytöveden lämmityksen. Laskuri laskee lämmitysenergian kulutuksen suuntaa antavasti syötettyjen tietojen perusteella.

Todellinen lämmitysenergian tarve oli ilma-vesilämpöpumpputalustelmällä 9365,6 kWh.



Kuva 27 Motivan antama lämmitysenergian tarve kWh/vuodessa.

Motivan laskurin antaman lämmitysenergian tarpeen 22584 kWh/a on referenssikohteen todellisen lämmitysenergian tarpeeseen verrattuna 11707 kWh verran ylimitoitettu, se on yli kaksinkertainen määrä todelliseen kulutukseen verrattuna. Tästä voidaan päätellä, että laskuri antaa vain keskiarvoihin perustuvia arvioita ja todelliset kulutukset ovat rakennuskohtaisia. Referenssikohteen lämmitysjärjestelmäremontti sekä ikkuna- ja oviremontti oli yksi merkityksellisimmistä syistä alentamaan lämmitysenergian tarvetta verrattuna keskiarvoon.

Lämmitysenergian tarpeeseen vaikuttaa paljon eristykset, ikkunat, ovet, sijainti, koko, muoto ja rakennusratkaisut. 1970-luvulla rakennettiin paljon toisistaan poikkeavia rakennuksia, ja rakennusmääräykset eivät olleet nykypäivän kaltaisia.

Tarkastelujakson aikana referenssikohteen kokonaisenergian tarve oli 11707 kWh ja yhteensä **1203,5 euroa**, sisältäen energian, siirron, verot ja maksut. Lämmityksen osuus tästä oli 9365,6 kWh eli yhteensä **962,8 euroa**. Tarkastelujakson aikana koko vuoden keskilämpötila oli 3,7 °C.

Yhteenveto

Referenssikohteen todellisia lämmitysenergian kustannuksia verrattiin Motivan lämmitystapalaskurin arvioihin rakennuksen tiedoilla. Motiva ilmoittaa sivuillaan, että ilma-vesilämpöpumppu antaa virheellisen kustannusarvion, jos sähkön hintaa nostetaan paljon. Tämän tutkimuksen vertailussa käytettiin sopimuksen aikaista hintatasoa mikä on verrattain halpa. Tämä virhemahdollisuus ei pitäisi vaikuttaa tässä tutkimuksessa.

REFERENSSIKOHDE. Ilma-vesilämpöpump- pujärjestelmä	Lämmitysenergian tarve kWh/vuosi	Lämmitysenergian kustannukset eu- roa/vuosi
Motivan lämmitystapa- laskurin arvio kulutuk- sesta ja kustannuk- sista	22584	2404
Todellinen kulutus ja kustannukset aikavä- lillä 11/2021–11/2022	9365,6	962,8

Yhteenvedoksi voidaan todeta, että tutkimuskohteena oleva rakennus on todellisen lämmitysenergian kulutuksen mukaan maltillisesti kuluttava 70-luvulla rakennettu asuinrakennus.

Nykyaikaisella maalämpöpumpulla energian käytön vuosihyötysuhde SPF- luku olisi keskiarvillisesti noin 20,69 % parempi kuin vesi-ilmalämpöpumpulla tuotettu lämmitysenergia. Maalämpöpumpulla olisi näin päästy vielä energiatehokkaampaan lopputulokseen. Keskiarvillisesti maalämpöpumpun SPF- luku on 2,9 ja ilma-vesilämpöpumpun SPF- luku on 2,3.

Toisessa vertailussa käytin Motivan laskurissa maalämpöpumppua. Maalämpöpumpun SPF-luku on 2,9 ja ilma-vesilämpöpumpun SPF-luku on 2,3. Näiden ero on noin 20 % maalämpöpumpun hyväksi. Maalämpöpumpun lämmitysenergian arvioitu kulutus lasketaan $9365,6 \text{ kWh} * 0,8 = 7492,5 \text{ kWh}$. Näin saadaan suuntaa antava arvio maalämpöpumpun käyttämästä lämmitysenergiasta, jos referenssikohteeseen olisi valittu maalämpöjärjestelmä. Pitää kuitenkin muistaa, että tämä on vain arvio ja se ei vastaa todellista lämmitysenergian kulutusta.

REFERENSSIKOHDE. Lämmitysjärjestelmä	Lämmitysenergian tarve kWh/vuosi (maalämpöpumpun osalta kyseessä on arvio)	Lämmitysenergian kustannukset euroa/vuosi
Ilma-vesilämpöpumppu	9365,6	962,8
Maalämpöpumppu (Motivan laskurin arvio)	7492,5	265

Motivan laskurin mukaan lämmitysenergian kokonaiskustannukset olisivat olleet **265 euroa**. Laskurille oli syötetty sama hinta **10,28 c/kWh** ja arvioitu lämmitysenergian tarve 7492,5 kWh/vuosi (Kuva 30).

Arvio vuotuisista kokonaiskustannuksista

Laskuri laskee annetuilla lähtötiedoilla arvon vuotuisista investointi- ja energiakustannuksista.

4. Arvio vuotuisista kokonaiskustannuksista

Maalämpö

Vuosittaiset lämmityskulut

Vuotuinen investointikustannus	1946	€/a
Vuotuinen energiakustannus	265	€/a

YHTEENSÄ

Vuotuinen kokonaiskustannus (€ vuodessa)	2211	€/a
Vuotuinen kokonaiskustannus (c/kWh)	29.5	c/kWh

Kuva 28 Motiva lämmitystapavertailulaskuri.

8.2 Arvio vanhan öljylämmitysjärjestelmän käyttökustannuksista

Tutkimuksessa pyrittiin löytämään tutkimuskohteena olleen talon vanhoja sähkön- ja öljynkulutuksen tietoja. Näitä selvitettiin lämmitysöljyn toimittajalta ja sähkön toimittajalta.

Lämmitysöljyn- ja sähkötoimittaja säilytti entisen kiinteistönomistajan vanhoja tilaustietoja vain 2 vuotta, ja näistä ei ollut apua tutkimuksessa.

Referenssikohteen edellisen omistajan sukulaisilta kerättyjen tietojen perusteella rakennuksen öljynkulutus oli 2013 tehdyn ikkuna ja ovi remontin jälkeen noin 2000 litraa vuodessa. Verkkoaineistosta löydettyjen tietojen perusteella vastaavan kokoisen ja ikäisen talon karkeasti arvioitu lämmitysöljyn kulutus on noin 2000 litraa vuodessa.

Lämmitysöljyn energiasisältö on noin 10 kWh/litra. Öljypoltin vie vuodessa noin 350 kWh.

Vuoden 2021 lämmitysöljyn keskihinnan **1 euroa/litra** mukaan lämmityksen vuosittaiset kustannukset olisivat olleet **2000 euroa**. Vastaavasti vuoden 2022 lämmitysöljyn keskihinnan **1,8 euroa/litra** mukaan summa olisi ollut **3600 euroa**. Lämmitysöljyn hinta on vuosia ollut hyvin altis hinnanmuutoksille ja ne johtuvat yleensä raakaöljynhinnasta, valuuttakursseista ja maailman järjestyksestä.

Kevyen polttoöljyn hinta on noussut vuosien 2001–2021 välisenä aikana 151 % [45].

REFERENSSIKOHDE. Vanha öljylämmitysjärjestelmä	Lämmitysenergian tarve kWh/vuosi	Lämmitysenergian kustannukset eu- roa/vuosi
Motivan lämmitystapa- laskurin arvio kulutuk- sesta ja kustannuk- sista	22584	2823–5081 (riippuen öljynhinnasta, 2021 öljyn keskihinta 1 €/l ja vuonna 2022 1,8 €/l)
Arvioitu lämmitysenergiankulutus ja lämmityskustannukset	20000	2000–3600 (riippuen öljynhinnasta, 2021 öljyn keskihinta 1 €/l ja vuonna 2022 1,8 €/l)

9 Pohdinta

Jälkiviisaus on paras viisaus, sanotaan. Opinnäytetyön edetessä alkoi hahmottua se asia, että referenssikohteen lämmitysjärjestelmäksi olisi pitänyt valita hybridilämmitysjärjestelmä. Nykyisen pannuhuoneen koko ei olisi mahdollistanut tätä, mutta pienellä muutostyöllä pannuhuoneesta olisi saanut riittävän ison sille, että talon lämmitysjärjestelmässä olisi ollut kaksi eri järjestelmää. Tämän muutostyön kustannukset olisi ollut vain muutamia satoja euroja. Toisaalta hybridijärjestelmän yhteensovitus tekniikka olisi vienyt muutama tuhat euroa lisää.

Rahan merkitys uudeksi lämmitysjärjestelmäksi olisi siis pienentynyt. Suurimpina vaikuttajina hybridilämmitysjärjestelmän valintaan olisi ollut vanhan

öljylämmitysjärjestelmän jäljellä oleva teoreettinen teknillinen ikä (n.20 vuotta), mahdollinen riippumattomuus sähkönjakelusta kriisitilanteissa sekä mahdollisuus varastoida kahden vuoden lämmitysenergia.

Referenssikohteessa päädyttiin öljylämmityksestä luopumiseen ja tilalle valittiin IVLP järjestelmä. Tämän vaihdoksen kustannukset olivat kokonaisuudessaan hyvin maltilliset (**6000 euroa**). Vuoden käyttökokemuksen perusteella uusi järjestelmä on toiminut moitteettomasti ja sen käyttäminen on ollut todella helppoa. Nykyaikainen IVLP on lähes säätövapaa lämmitysjärjestelmä. Vuoden aikana ei ole joutunut puuttumaan kertaakaan laitteiston toimintaan, poikkeuksena ensimmäinen kuukausi asennuksen jälkeen. Asennuksen jälkeiset ensimmäiset viikot vaativat lähes aina laitteiston säätämistä. Tämän jälkeen automatiikka hoitaa kaiken tarpeellisen.

Tutkimustulosten perusteella referenssikohteen uudella IVLP järjestelmällä päästiin lämmitysenergian tarpeessa noin 50 % säästöön verrattuna vanhaan öljylämmitysjärjestelmään. Se on keskiarvo verkkoaineistoista löydetyistä arvioista IVLP järjestelmien osalta (40–60 %).

Lämmitysjärjestelmän vaihdon aikaan (syksy/talvi 2021) sähkön ja lämmitysöljyn hinnat olivat hyvin maltilliset verrattuna tämänhetkiseen tilanteeseen (syksy 2022). Hinnat ovat nousseet molemmissa rajusti ja tulevaisuuden hintoja en edes uskalla arvailla. Tämän takia hybridilämmitys järjestelmä (esim. öljy- ja IVLP) olisi hyvä tässäkin suhteessa, koska öljylämmityksessä voidaan varastoida vuosiksi lämmitysenergiaa sen pilaantumatta. Eli öljyä voisi ostaa silloin kun se on markkinoilla halpaa ja käyttää sitä, kun sähkö on kallista ja vastaa-vasti toisinpäin.

Tutkimustulosten perusteella voidaan päätellä, että IVLP piti lupauksen ja energian säästö oli huomattava verrattuna vanhaan öljylämmitysjärjestelmään. Takaisinmaksu aikaa on vaikea lähteä arvioimaan, koska siihen vaikuttavia asioita ei pystytä tarkasti ennakoimaan.

Motivan pientalon lämmitystapojen vertailulaskuri

Tutkimusten aikana laskurilla tehtiin erilaisia vertailuja öljylämmityksellä, maalämmöllä ja ilma-vesilämpöpumpulla.

Jätin tutkimuksista kokonaan pois näiden kahden lämmitysjärjestelmän vertailun, koska laskuri antoi mielestäni jossain määrin virheellistä tietoa. Motivan edustajan kanssa käydyssä sähköpostikeskustelussa kävi ilmi, että heidän mielestään virhe ei ole aiemmin korostunut, kun sähkön hinnat ovat olleet pienemässä haarukassa. Olin käyttänyt vertailussa vuoden 2021 määräaikaisen hintasopimuksen hintaa 10,28 c/kWh (sisältää sähkön, siirron, maksut ja alv 24 %). Laskurin automaattinen sähkön hinta oli 35 c/kWh.

Laskurin arvio maalämmön vuotuisesta energiakustannuksesta oli **801 €/vuosi** ja vastaavasti ilma-vesilämpöpumpun vuotuinen energiankustannukset olivat **2404 €/vuosi**. Laskurin mukaan maalämmön energian kustannukset ovat 1/3 osa ilma-vesilämpöpumpun energian kustannuksista. Lämmitysenergian kokonaistarve oli 22584 kWh. Vastaavasti SPF-luku oli maalämmöllä 2,9 ja ilma-vesilämpöpumpulla 2,3. Käsitykseni mukaan maalämmön ja ilma-vesilämpöpumpun vuotuisen energiakustannuksen ero pitäisi olla pienempi mitä laskuri antaa ymmärtää.

Yksi ihmettelyn aihe oli maalämpöpumpun antamassa vuotuisessa energiakustannus arviossa, kun laskurille oli syötetty sähkön hinnaksi **10,28 c/kWh** ja lämmitysenergian tarpeena 7492,5 kWh/vuosi. Laskurin arvio maalämmölle oli **265 €/vuosi**. Tämä tarkoittaa, että lämmitysenergian hinnaksi tulee **3,5 c/kWh**, vaikka olen syöttänyt laskurille sähkön hinnaksi **10,28 c/kWh**. Vastaavasti ilma-vesilämpöpumpun kohdalla laskuri antaa realistisemmän arvion **10,65 c/kWh**. Ilma-vesilämpöpumpulle laitoin todellisen lämmitysenergian tarpeen 9365,6 kWh/vuosi. Referenssikohteen todellinen hinta kulutukselle oli **10,28 c/kWh**. Laskurin antama arvio ilma-vesilämpöpumpun vuotuisesta energiakustannuksesta oli hyvin lähelle todellista toteumaa, mutta maalämpöpumpun osalta laskuri antoi mielestäni virheellistä tietoa.

Lähteet

- 1 Pariisin ilmastopöytäkirja. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://www.ymp.fi/pariisin-ilmastopöytäkirja>>. Luettu 5.8.2022.
- 2 Hiilineutraali Suomi 2035. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/hiilineutraalisuomi2035>>. Luettu 7.8.2022.
- 3 Asuinrakennusten päälämmönlähteiden kehitys. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <https://www.stat.fi/til/asen/2018/asen_2018_2019-11-21_kat_001_fi.html>. Luettu 12.9.2022.
- 4 Hautalahti, Eemil. 2022. Pientalojen öljylämmitys Raisiossa. Opinnäytetyö. Turku Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta. Sivun 17. Luettu 12.9.2022.
- 5 Öljylämmityksestä pakolla luopuminen ajaisi eläkeläiset ahtaalle. Verkkoaineisto. Lämmitysenergia yhdistys. <<https://oljylammitus.fi/2019/12/19/oljylammituksesta-pakolla-luopuminen-ajaisi-elakelaisia-ahtaalle-2/>>. Luettu 15.8.2022.
- 6 Öljy on tehokasta energiaa. Verkkoaineisto. Öljylämmitys. <https://oljylammitus.fi/energiatehokkuus/oljy-on-tehokasta-energiaa/>. Luettu 20.8.2022.
- 7 Uusiutuva lämmitysöljy tukee lämmityksen hiilijalanjäljen pienentämistä. Verkkoaineisto. Oilon. <<https://oilon.com/fi/uusiutuva-lammitusoljy-tukee-lammituksen-hiilijalanjaljen-pienentamista/>>. Päivitetty 29.6.2022. Luettu 21.8.2022.
- 8 Saifedean, Ammous. 2018. The Bitcoin Standard: The Decentralized Alternative to Central Banking. John Wiley & Sons, Inc. Laamanen, Niko; Oinonen, Laura; Brand, Thomas; Laitila, Tomi; Kalergis, Anita. 2019. Bitcoin standardi: Kohti avointa rahajärjestelmää., suomennettu versio. Tallinna: Konsensus Network OU. s. 262.
- 9 Saifedean, Ammous. 2018. The Bitcoin Standard: The Decentralized Alternative to Central Banking. John Wiley & Sons, Inc. Laamanen, Niko; Oinonen, Laura; Brand, Thomas; Laitila, Tomi; Kalergis, Anita. 2019. Bitcoin standardi: Kohti avointa rahajärjestelmää., suomennettu versio. Tallinna: Konsensus Network OU. s. 262–263.
- 10 Primary energy. Verkkoaineisto. bp. <<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/primary-energy.html>>. Luettu 24.8.2022.

- 11 Saifedean, Ammous. 2018. The Bitcoin Standard: The Decentralized Alternative to Central Banking. John Wiley & Sons, Inc. Laamanen, Niko; Oinonen, Laura; Brand, Thomas; Laitila, Tomi; Kalergis, Anita. 2019. Bitcoin standardi: Kohti avointa rahajärjestelmää., suomennettu versio. Tallinna: Konsensus Network OU. s. 263.
- 12 Bioöljy, joko se tulee. Verkkoaineisto. Lämmitysenergia yhdistys. <<https://www.ley.fi/biooljy-joko-se-tulee/>>. Luettu 25.8.2022.
- 13 Anttonen, Mika. Energia ja ilmastonmuutos. Autoliiton 100-vuotissemiinaari. Youtube-videopalvelu, julkaistu 17.1.2020. <<https://www.youtube.com/watch?v=pf7RbJwrqKE&t=2s>>. Viitattu 25.8.2022.
- 14 Laki biopolttoöljyn käytön edistämisestä. 2019. 418/2019. 3.2019.
- 15 Jakeluvuote. Verkkoaineisto. Energiavirasto. <<https://energiavirasto.fi/jakeluvuote>>. Luettu 26.8.2022.
- 16 Jakeluvuote. Verkkoaineisto. Energiavirasto. Jakeluvuoteohje pdf. <<https://energiavirasto.fi/documents/11120570/103079467/Jakeluvuoteohje.pdf/7316f5d4-d6bc-643d-d07c-8729a30f57f7/Jakeluvuoteohje.pdf?t=1640179532636>> s. 36. Luettu 26.8.2022.
- 17 Moilanen, Tapani. 2011. 70-luvun pientalon korjausopas. Aducate Reports and Books 13/2011. Kuopio.
- 18 Suomalaiset talot 1970–1980-luvuilla. Verkkoaineisto. raxsystems. <<https://raxsystems.fi/ajankohtaista/suomalaiset-talot-1970-1980-luvuilla/>> Luettu 1.9.2022.
- 19 Nyt kiinnostavat 1970-luvun talot-myös tasakattoiset. Verkkoaineisto. Kiinteistölehti. <<https://www.kiinteistolehti.fi/nyt-kiinnostavat-1970-luvun-talot-mynos-tasakattoiset>>. Luettu 2.9.2022.
- 20 Laitinen, Jussi. 2010. Pieni suuri energiakirja. Tallinna: Into kustannus Oy.
- 21 Kallio, Jarmo. 2009. Geologian tutkimuslaitos. Geoenergian hyötykäyttö suurkohteissa ja yhdyskuntasuunnittelussa. Verkkoaineisto. Jkl. Seminaari pdf esitys. <http://www2.jkl.fi/kaavakartat/uusiutuvat_energiamuodot_seminaari/jk_esitys_190809.pdf>. s. 7. Luettu 12.9.2022.
- 22 Maalämpöpumput. Verkkoaineisto. Jäsپی. <https://jaspi.fi/tuotevalikoimat/?fwp_categories=maalampopumput>. Luettu 5.9.2022.
- 23 Harhakäsityksiä maalämmöstä. Verkkoaineisto. Ekolämpö. <<https://ekolampo.fi/harhakasityksia-maalammosta-2/>>. Luettu 6.9.2022.

- 24 Sisäyksikkö NIBE VVM S320. Käyttöohjekirja. Nibe. s. 6, luku 2.
- 25 Econator 40 puukattila. Verkkoaineisto. Jäspi. <<https://jaspi.fi/tuote/econator-40-puukattila/>>. Luettu 10.9.2022.
- 26 Kaukolämpö. Verkkoaineisto. Energiateollisuus ry. <<https://kaukolampo.fi/>>. Luettu 11.9.2022.
- 27 Kannuksen kaukolämpö Oy:n verkosto. Verkkoaineisto. Kannuksen kaukolämpö. <<http://www.kannuksenkaukolampo.fi/verkosto>>. Luettu 12.9.2022.
- 28 Liittyminen ja tariffit. Verkkoaineisto. Kannuksen kaukolämpö. <<http://www.kannuksenkaukolampo.fi/tariffit>>. Luettu 12.9.2022.
- 29 Pellettilämmitys. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/pellettilammitys>. Luettu 13.9.2022.
- 30 Pelletti on tiivistettyä uusiutuvaa energiaa. Verkkoaineisto. ympäristö. <<https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/korjaustieto/pientalot/Energiatehokkuus/Energialahteet/Pellettilammitys>>. Luettu 13.9.2022.
- 31 Pellettilämmitys. Verkkoaineisto. Energiatehokas koti. <https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/puulammitys/pellettilammitys>. Luettu 13.9.2022.
- 32 Hybridilämmitys. Verkkoaineisto. Energiatehokas koti. <https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/hybridilammitys>. Luettu 12.9.2022.
- 33 Fakta 89: Mikä ihmeen hybridivaraaja-mitä hyötyä se tuo. Verkkoaineisto. Lämpöykkönen. <<https://lampoykkonen.fi/100faktaa/mika-ihmeen-hybridivaraaja/>>. Luettu 12.9.2022.
- 34 Lämminvesivaraaja. Verkkoaineisto. Duvents. <https://www.duvents.fi/duvents_sma_240>. Luettu 12.9.2022.
- 35 Nykyinen lämmitys tukilämmityksenä. Verkkoaineisto. Energiatehokas koti. <https://www.energiatehokaskoti.fi/korjaaminen/paalammitysmuodon_vaihtaminen/nykyinen_lammitysmuoto_tukilammityksena>. Luettu 12.9.2022.
- 36 Hybridilämmitys. Verkkoaineisto. Energiatehokas koti. <https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/hybridilammitys>. Luettu 12.9.2022.

- 37 Isosaari, Kyösti. 2012. Mistä energia taloon? Omakotiasujan energia- ja ympäristöopas. Helsinki: Otavamedia Oy.
- 38 Asuinrakennuksen öljylämmityksestä luopumisen tuet. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/oljylammituksen_vaihtajalle/avustus_oljylammituksen_vaihtajalle>. Luettu 3.9.2022.
- 39 Avustus pientalon öljylämmityksestä luopumiseksi. Verkkoaineisto. Ely-keskus. <<https://www.ely-keskus.fi/oljylammituksen-vaihtajalle>>. Luettu 3.9.2022.
- 40 Energia-avustus henkilöasiakkaille. Verkkoaineisto. Ara. Energia-avustus-ohje henkilöasiakkaille pdf. <https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ja_avustukset/Energiaavustus/Henkiloasiakkaat>. Luettu 7.9.2022.
- 41 Vertailenko lämmitysjärjestelmiä. Verkkoaineisto. Meillä kotona. <<https://www.meillakotona.fi/artikkelit/vertailenko-lammitysjarjestelmia-maalampo-on-hyva-mutta-muut-lampopumput-kirivat-etumatkaa-kiinni>>. Luettu 8.9.2022.
- 42 Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös öljylämmityslaitteistoista. 1985. 15.4.1985/314. 47§.
- 43 Lämmitysöljysäiliön käytöstä poistaminen. Verkkoaineisto. Pelastuslaitos. Pdf. <<https://pelastuslaitokset.fi/sites/default/files/2020-11/L%C3%A4mmitys%C3%B6ljys%C3%A4ili%C3%B6%20ELY%209.11.2020.pdf>>. Luettu 16.9.2022.
- 44 Asumisen energiakulutus 2013–2020. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <https://www.stat.fi/til/asen/2020/asen_2020_2021-12-16_tie_001_fi.html> Luettu 19.9.2022
- 45 Lämmityksen hinta ja hintakehitys: öljy, kaasu, sähkö ja kaukolämpö. Verkkoaineisto. Lämpöpartio. <<https://lampopartio.fi/blogi/lammituksen-hinta-ja-hintakehitys-oljy-kaasu-sahko-ja-kaukolampo/>> Luettu 21.9.2022.