

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Talotekniikan koulutusohjelma

Mirko Ikonen

OMAKOTITALON LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN  
SANEERAUSSUUNNITELMA

Opinnäytetyö  
Kesäkuu 2018



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Kesäkuu 2018**  
**Talotekniikka**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600

Tekijä(t)  
Mirko Ikonen

Nimeke  
Omakotitalon lämmitysjärjestelmän saneeraussuunnitelma

Toimeksiantaja  
Omakotitalokiinteistön omistajat

**Tiivistelmä**

Opinnäytetyössä tutkittiin ja suunniteltiin 70-luvulla rakennetun omakotitalon lämmitysjärjestelmän uudistamista. Kiinteistössä lämmitysjärjestelmänä toimii öljy/sähkökattila ja vesikiertoinen patteriverkosto. Työn toimeksiantajana toimivat kiinteistön omistajat. Omistajat halusivat uudistaa lämmitysmuodon energiatehokkaaseen ja ympäristöystävälliseen vaihtoehtoon sekä minimoida saneerauksesta aiheutuvat kustannukset.

70-luvun omakotitalojen öljylämmitysjärjestelmät ovat laskennallisesti elinkaarensa loppupuolella ja vaativat uudistamista. Energiakustannusten pienentäminen ja ympäristöasiat ovat myös usein järjestelmän vaihdon perusteina.

Esiselvityksen avulla kartoitettiin kohteen lähtötiedot, kuten olemassa oleva lämmitysjärjestelmä, omistajan toiveet uudistukselta, rakennuksen tekniset rajoitteet ja mahdollisuudet. Opinnäytetyössä selvitettiin muutostöihin liittyviä lupa-asioita, rakennuksen energiakulutusta ja -laskentaa.

Uudeksi lämmitysjärjestelmäksi valittiin sähkölämmitys ja varaava tulisija. Työssä selvitettiin lämmitysjärjestelmän muutoksen kokonaiskustannukset sekä arvioitiin uuden lämmitysjärjestelmän käyttökustannuksia. Työn tuloksena syntyi asiakkaan käyttöön konkreettinen suunnitelma lämmitysjärjestelmän vaihtamisesta sekä kehitysehdotuksia järjestelmän parantamiseksi tulevaisuudessa.

Kieli  
suomi

Sivuja 49  
Liitteet 4  
Liitesivumäärä 4

**Asiasanat**

lämmitysjärjestelmä, saneeraussuunnitelma, lämmitystehontarve



**THESIS**  
**June 2018**  
**Degree Programme in Building**  
**Services Engineering**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600

Author (s)  
Mirko Ikonen

Title  
Heating System Renewal Plan for Detached House

Commissioned by  
The owners of the house

**Abstract**

The purpose of this thesis was to investigate and plan a renewal of heating system to a detached house built in the 1970's. The heating system of the property is oil vessel/electric boiler and hydronic radiators. The owners of the house were the commissioners of the thesis. The owner of the house wanted to renew the heating system to an energy efficient and environmentally friendly alternative and minimize the cost of the renewal.

The oil heating systems of the 70's detached houses are generally at the end of their lifecycle and require renewal. Reducing energy costs and environmental issues are often the reasons behind the system change.

Background study was used to map the source data, such as the existing heating system, the wishes of the owners for the renewal, the technical constraints and possibilities of the building. In this thesis building permit issues related to renewal, energy consumption and energy calculations of the building were investigated.

An electric heating and a fireplace that stores heat were chosen as the new heating system. For the new heating system was chosen as an electric heating and a fireplace that stores heat. The total cost of the change in the heating system was studied in this thesis. In addition, the operating costs of the new heating system were estimated. As a result, a concrete plan for replacing the heating system was proposed to the customer and furthermore some suggestions of changes for improving the system in the future.

Language

Finnish

Pages 49

Appendices 4

Pages of Appendices 4

Keywords

heating system, reorganization plan, need for heating capacity

# Sisältö

1 Johdanto.....	6
2 Opinnäytetyön kohde ja lähtötiedot .....	7
2.1 Lämmitysjärjestelmien saneeraustarpeet.....	8
2.2 Korjausrakentamisen energiamääräykset .....	9
2.3 Paikkakuntaiset ohjeet ja määräykset muutosrakentamisessa .....	10
2.4 Pientalojen lämmitysmuodot .....	10
2.5 Lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat tekijät uudis- ja korjausrakentamisessa .....	12
2.5.1 Öljylämmitys .....	12
2.5.2 Puulämmitys .....	13
2.5.3 Sähkölämmitys .....	14
2.5.4 Ilmalämpöpumppu .....	14
2.5.5 Maalämpö .....	15
2.5.6 Kaukolämpö.....	15
2.5.7 Lämmitysmuotojen kustannuksia.....	16
2.6 Rakennuksen energiankulutus ja laskenta.....	18
2.7 Vuotoilmakerroin .....	21
2.8 E-luku.....	22
3 Kohdekiinteistö.....	24
4 Suunnitelma uudesta lämmitysjärjestelmästä.....	27
4.1 Lämmitystehontarpeenlaskenta .....	27
4.2 Uusi lämmitysjärjestelmä .....	29
4.2.1 Sähkölämmitys .....	30
4.2.2 Tulisija.....	34
5 Vanhan järjestelmän poistaminen käytöstä ja purkaminen.....	37
6 Uuden lämmitysjärjestelmän kustannukset .....	38
6.1 Kustannusarvio lämmitysjärjestelmän muutoksesta.....	38
6.2 Uuden lämmitysjärjestelmän vaikutus energiankulutukseen .....	39
7 Pohdinta .....	41
Lähteet .....	42

## Liitteet

Liite 1	Tilojen projektitiedot Cads Planner -suunnitteluohjelmassa
Liite 2	Pohjakuva, lämpöhäviöt
Liite 3	Taulukko, lämpöhäviöraportti
Liite 4	Pohjakuva, uudet lämmityslaitteet

## Lyhenteet

Energiatehokkuus	Energian tehokas käyttö kustannustehokkaalla tavalla.
Johdonsuojakatkaisija	Toiselta nimeltään automaattisulake. Virtapiirissä oleva turvalaite, joka suojaa tapaturmavaaralta, jos sähkölaite ylikuormittuu tai siihen tulee muu sähkötekni- ninen vika. Auto- maattisulake suojaa myös sähköjohtoa ylikuormituksen aiheuttamalta lämpenemiseltä.
Kevytöljy	Energian tuottamiseen tarkoitettu hiilivetyperustainen pa- lava neste.
Lämmitys	Talotekniikassa lämmityksellä tarkoitetaan lämpöenergian tuottamista ja siirtämistä huonetiloihin.
Lämmitysjärjestelmä	Kiinteistön lämmityksestä huolehtiva kokonaisuus, joka muodostaa ja siirtää lämmön huonetiloihin.
Lämmitystehontarve	Tilan lämpimänä pitämiseen tarvittava energiamäärä, joka on mitoitettava siten, että rakennuksen tilojen suunnitellut lämpöolot ja ilmanvaihto voidaan ylläpitää rakennuksen si- jaintipaikkakunnan mukaisen säävyöhykkeen mitoittavilla ulkolämpötiloilla.
Radiaattori	Vesikiertoinen lämmityspatteri.
Sulake	Virtapiirissä oleva turvalaite, joka suojaa tapaturmavaaralta, jos sähkölaite ylikuormittuu tai siihen tulee muu sähkötekni- ninen vika. Sulake suojaa myös sähköjohtoa ylikuormituksen aiheuttamalta lämpenemiseltä.
Suora sähkölämmitys	Sähkövirta viedään suoraan lämmityspattereille tai lattiassa oleviin sähkövastuksiin.
Varaava sähkölämmitys	Sähköllä tuotettua lämpöenergiaa varataan massaan, esi- merkiksi lattialaattaan tai vesisäiliöön. Sähköä pyritään hyö- dyntämään lämmittämiseen halvan tariffin aikana, esimer- kiksi yöaikaan.
Öljykattila	Kattilan ja öljypolttimen muodostama yksikkö, jossa poltto- aineen palamisessa syntyvä lämpöenergia siirtyy veteen.
Öljypoltin	Laite, jossa öljy sumuuntuu ja sekoittuu palamisilmaan pa- lavaksi seokseksi.

## 1 Johdanto

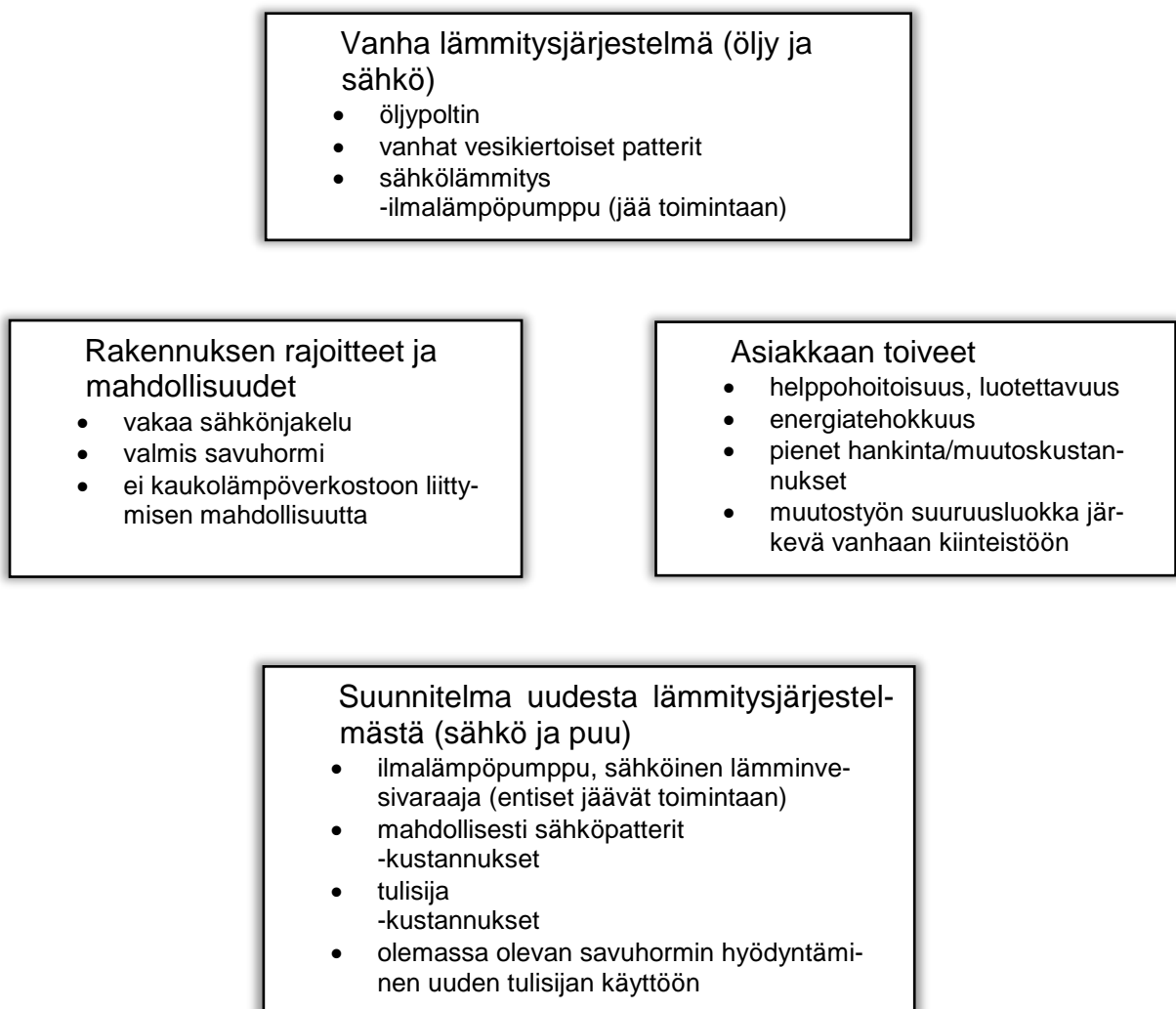
Opinnäytetyössä tutkittiin ja suunniteltiin vanhan omakotitalon lämmitysjärjestelmän uudistamista. Tutkimuksen kohteena oli 1970-luvun loppupuolella rakennettu omakotitalo Joensuussa. Kiinteistön pääasiallisena lämmitysmuotona on vesikiertoinen patteriverkosto, jonka energia saadaan öljystä ja sähköstä. Lämmitysradiaattorit sekä niiden piiloon asennettu putkistoverkosto ovat alkuperäisiä. Lisälämmönlähteeksi on asennettu neljä vuotta sitten ilmalämpöpumppu. Toimeksiantaja halusi uudistaa lämmitysmuodon ympäristöystävällisempään vaihtoon ja minimoida saneerauksesta aiheutuvat kustannukset.

Alkukartoituksessa selvitettiin asiakkaan toiveet uudistukselta, perehdyttiin lämmitysmuodon vaihtoon ja selvitettiin, mitkä ovat lämmitysjärjestelmän muutoksen kustannukset. Muutoksen tavoitteena oli uusia lämmitysjärjestelmä hyvissä ajoin ennen vanhan järjestelmän vikaantumista. Lisäksi tavoitteena oli pitää muutokustannukset kohtuullisina ja uusia lämmitysjärjestelmä siten, ettei vanhaan kiinteistöön tarvitse tehdä suuria rakenteellisia muutoksia. Kohteesta tehtiin lämmitystehontarvelaskenta, jonka perusteella tiedetään hyvinkin tarkasti tarvittava lämmitysteho. Lämmitystehontarvelaskennan avulla osattiin valita oikeantehoiset lämmittimet kiinteistöön. Lämmitysjärjestelmän uudistamisesta tehtiin kustannusarvio.

## 2 Opinnäytetyön kohde ja lähtötiedot

Projektin kohde on Joensuussa sijaitseva omakotitalo. Talo on valmistunut vuonna 1978. Rakennus on puurungolla toteutettu omakotitalo, jossa on puu-ulkovuoriverhous ja maanvarainen betonilaattalattia. Lämmintä asuinpinta-alaa kohteessa on noin 125 m<sup>2</sup>.

Kohteesta tehtiin esiselvitys, jossa kartoitettiin lähtötietoja. Kuviossa 1 on kuvattu olemassa oleva lämmitysjärjestelmä, kiinteistön omistajan toiveet uudistukselta, rakennuksen tekniset rajoitteet ja mahdollisuudet.



Kuvio 1. Esiselvitys kohteesta ja asiakkaan toiveet uudistukselta.

Asiakas halusi lämmitysjärjestelmän, joka on huoltovapaa, varmatoiminen ja asennettavissa vanhaan kiinteistöön ilman suuria muutostöitä. Lisälämmönlähteeksi asiakas on valinnut tulisijan. Polttopuuta kiinteistön omistajalla on saatavilla kohtuuhintaan. Kiinteistönomistaja tekee itse polttopuut omalta metsäpalsalta, jolloin puun hinta muodostuu puunkaato-, pilkkomis- ja kuljetuskustannuksista.

Tulisijalla saadaan pienennettyä sähköenergiankulutusta sekä tasattua kylmien ajanjaksojen sähköenergiankulutuksen piikkejä. Kiinteistössä on valmiina ilmalämpöpumppu, joka jää muutoksen jälkeen ennalleen uuden lämmitysjärjestelmän rinnalle.

## **2.1 Lämmitysjärjestelmien saneeraustarpeet**

Rakennusten korjaus- ja perusparannustarpeet voivat johtua rakennusosien ja järjestelmien vanhenemisesta tai mahdollisista rakentamisen aikaisista vioista ja puutteista. Korjauksia voidaan tehdä ennakoivasti tai vikojen ilmaantuessa. Korjauksiin olisi hyvä varautua ja valmistautua hyvissä ajoin ennakkoon sekä teknisesti että taloudelliselta kannalta. Teknisten järjestelmien ja laitteiden keskimääräisten käyttöikien avulla saadaan tietopohjaa tulevien korjausten suunnitteluun. Esimerkiksi, jos lämmitysjärjestelmä on määriteltä keskimääräistä käyttöikää vanhempi, voi järjestelmän uusiminen tulla ajankohtaiseksi yllättäen ja mahdollisia vaurioita aiheuttaen. [1.]

Lämmitysjärjestelmät eivät kestä ikuisesti, ne vaativat uusimista. Energiakustannusten pienentäminen ja ympäristöasiat ovat myös usein järjestelmän vaihdon perusteena. [2.]

Uponorin ja Lvi-turvan mukaan patteriverkoston ja pattereiden käyttöikä on 30–40 vuotta [3; 4]. Öljypolttimen käyttöikä on noin 10 vuotta, kattilan käyttöikä noin 25 vuotta ja öljysäiliön noin 30 vuotta [5].

## 2.2 Korjausrakentamisen energiamääräykset

Ensimmäiset varsinaiset korjausrakentamiseen tarkoitetut energiatehokkuusvaatimukset annettiin 2013. Maankäyttö- ja rakennuslaissa määritellään reunaviivat energiatehokkuuden parantamiselle. Konkreettiset vaatimukset annetaan ympäristöministeriön asetuksella rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Kaikki laadittavat energiatodistukset on tehtävä uuden energiatodistustilain mukaisesti. Laki tuli voimaan 1.6.2013. Korjausrakentamisen energiatehokkuusmääräyksiä sovelletaan luvanvaraisissa (toimenpide- ja rakennuslupa) hankkeissa kuten rakennuksen ulkovaipan (esim. ulkoseinät, ikkunat) korjaukset, käyttövesiputkiston uusiminen ja ilmanvaihtojärjestelmän muuttaminen. [6.]

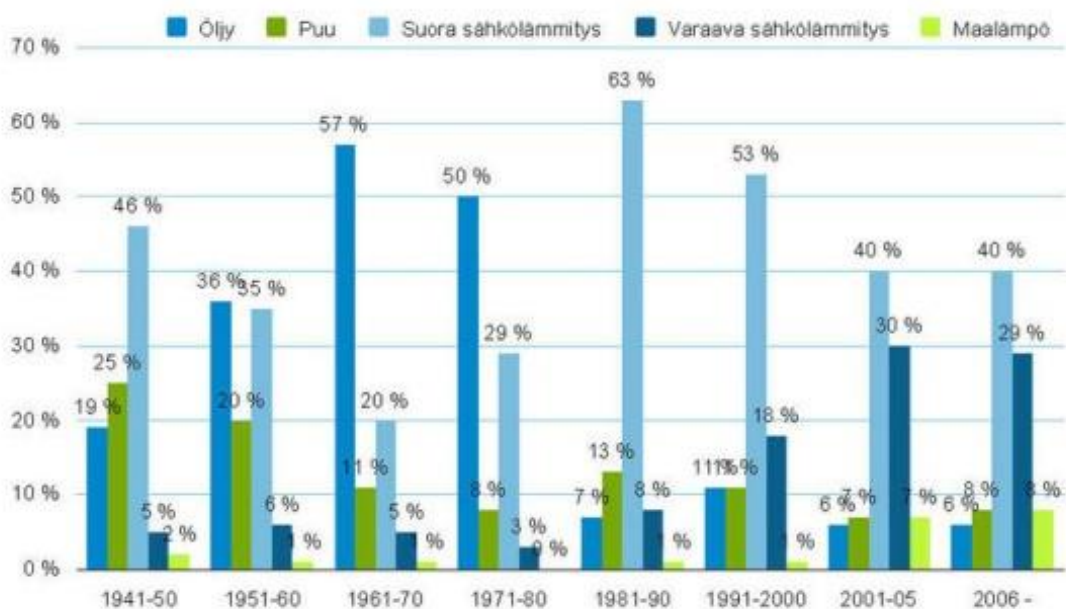
Rakennuksen rakentamisajankohdan mukainen lainsäädäntö on lähtökohtana vanhan rakennuksen kunnostamisessa. Vuonna 2013 rakentamista koskeva lainsäädäntö muuttui, kun ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä astui voimaan. Rakennusten energiatehokkuudelle määritettiin vähimmäisvaatimuksia, kun kyse on rakennuksen luvanvaraisesta korjaamisesta, käyttötarkoituksen muuttamisesta tai teknisten järjestelmien korjaamisesta. Ympäristöministeriön mukaan niitä ovat esimerkiksi laajat peruskorjaukset, rakennuksen ulkovaipan korjaukset ja teknisten järjestelmien uusiminen. Jatkossakin korjausrakentamiseen ryhtyminen on edelleenkin vapaaehtoista ja kiinteistön omistaja päättää, milloin ja missä laajuudessa korjaustoimenpiteitä tehdään ja mitkä keinot ovat parhaita energiatehokkuuden parantamiseksi säädösten rajoissa. Energiatehokkuutta vaativiin korjauksiin ei ole jatkossakaan pakko ryhtyä, vaikka rakennus ja sen lämmitysjärjestelmät ovat vanhoja. Jos kiinteistön omistaja ryhtyy muuttamaan tai korjaamaan rakennusta siten, että toimenpide on luvanvarainen, on uuden Ympäristöministeriön asetuksen rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä mukaan otettava energiatehokkuusvaatimukset huomioon. Asetus on astunut voimaan omakotiasunnoissa 1.9.2013. [7.]

## 2.3 Paikkakuntaiset ohjeet ja määräykset muutosrakentamisessa

Paikkakuntakohtaista rakentamista ohjaa, neuvoo ja valvoo kunnan tai kaupungin rakennusvalvonta. Rakennusvalvonta myös päättää rakentamiseen liittyvistä lupa-asioista. Sen tavoitteena on terve, turvallinen ja kestävä rakennus. Rakennuksen muutos- tai korjaustyöt, jotka vaikuttavat rakennuksen käyttäjän terveyteen tai turvallisuuteen, voivat vaatia rakennus- tai toimenpideluvan. Tällaisia muutoksia ovat esimerkiksi uuden savuhormin tai tulisijan rakentaminen. [8.]

## 2.4 Pientalojen lämmitysmuodot

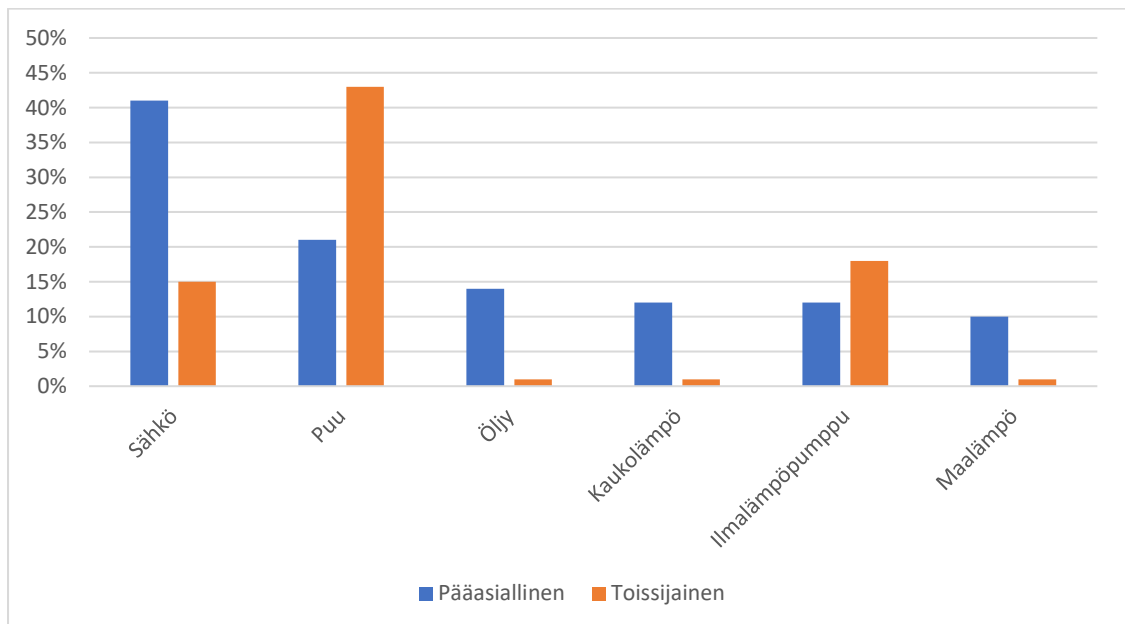
Omakotitalotutkimuksen mukaan öljylämmitys oli 1960-luvulla ja 1970-luvun lopulle saakka suosituin lämmitysmuoto (kuva 1). Vanhemmissa taloissa lämmitysjärjestelmiä on saneerattu ja lämmitysmuotoja muutettu. [9.] 1980- ja 1990-luvuilla sähkölämmitys nousi suosituimmaksi lämmitysmuodoksi pientaloissa. Lämpöpumput ja erityisesti maalämpöpumput ovat yleistyneet 2000-luvulla. Rakennustutkimuksen mukaan vuonna 2016 maalämpöpumppu valittiinkin jo 55 %:iin uusista omakotitaloista. [10.]



Kuva 1. Lämmitysjärjestelmien yleisyys eri vuosikymmenillä omakotitaloissa [9].

Vuonna 2015 on sähkölämmitys ollut pääasiallisin lämmitysmuoto omakotitaloissa. Puulämmitys on toissijaisena lämmitysmuotona yleisin. Kuvassa 2 on esitetty omakotitalojen pääasiallisten ja toissijaisten lämmitysmuotojen yleisyys. [11.]

Kaukolämpö on ollut viime aikoina suosituin lämmitysmuoto uudisrakennuksissa, kun otetaan huomioon kaikki uudisrakennukset. Kaukolämpöä ei kuitenkaan ole saatavilla kaikilla alueilla, haja-asutusalueesta puhumattakaan. Kaukolämmön suosio on ollut 40–60 % viimeisen 35 vuoden aikana. Suorasähkölämmitys on ollut 1980-luvulta aina vuoteen 2012 asti toiseksi suosituin lämmitysmuoto. Suorasähkön suosio lämmitysmuotona on kuitenkin viimeisen vuosikymmenen aikana ollut laskeva. Maalämpö on nostanut huomattavasti suosiotaan viimeisen 15 vuoden aikana ja vuonna 2012 sen suosio onkin ylittänyt suorasähkölämmityksen. Kevytöljyn suosio on ollut laskeva 2000-luvulla ja nykypäivänä sitä ei juurikaan käytetä uudisrakennuksien lämmitysmuotona. [12.]



Kuva 2. Lämmitystavat omakotiasunnoissa 2015 [11].

## **2.5 Lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat tekijät uudis- ja korjausrakentamisessa**

VTT:n tutkimuksen mukaan uuden lämmitysjärjestelmän valintakriteereitä ovat taloudellisuus (energiakustannukset), käyttövarmuus, luotettavuus, helppokäyttöisyys, huollettavuus, turvallisuus, viihtyisyys, asumismukavuus ja ympäristöystävällisyys [13].

Päätöksenteko lämmitysjärjestelmän valinnassa on vaikeaa, koska vaihtoehtoja on runsaasti ja niitä on vaikea vertailla, lisäksi saatavana oleva tieto on koettu tekniseksi ja vaikeaselkoiseksi. Uskomukset, asenteet ja tuttavien mielipiteet vaikuttavat myös päätöksen teossa. [13.] Korjausrakentamisessa edellisten tekijöiden lisäksi lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat kiinteistön rakennustekniset rajoitteet.

Valittu lämmitysjärjestelmä määrää, kuinka usein siitä on huolehdittava ja huollettava. Sähkölämmitys on yleisesti kaikkein huolettomin, eikä se vaadi juuri ollenkaan ylläpitämistä tai huoltotoimenpiteitä. Maa-, öljy- ja kaukolämmitys ovat myös huolettomia lämmitysjärjestelmiä, mutta nekin vaativat huoltoa säännöllisesti. Puulämmityksestä on taas huolehdittava joka käyttökerralla. [11.]

### **2.5.1 Öljylämmitys**

Öljylämmitys on ollut suosittu lämmitysmuoto muutamia kymmeniä vuosia sitten. Nykyisin vain alle yksi prosentti uusista taloista rakennetaan öljylämmityksellä toimivaksi. Öljyn rinnalle rakennetaan usein jokin muu lämmitysmuoto kuten puulämmitys, sähkölämmitys tai aurinkojärjestelmä. Öljylämmitys on kuitenkin vielä kilpailukykyinen vaihtoehto lämmitykseen. [11; 14.]

Öljylämmitys on varma ja huoleton lämmitysmuoto ja hyvinkin vanhat öljylämmitysjärjestelmät voivat toimia ongelmitta. Vanhat järjestelmät ovat kuitenkin huomattavasti huonompia energiatehokkuudeltaan kuin uudet.

Öljypolttimen tehokas käyttöikä on noin 10–15 vuotta ja kattilan käyttöikä noin 25 vuotta, jonka jälkeen niiden uusimista kannattaa harkita. Jos järjestelmää ei ole uudistettu 30 vuoteen, on yleensä tarpeen laajempi järjestelmän uudistus. Uudistamisterve voi tulla ajankohtaiseksi muistakin syistä, esimerkiksi mikäli laitteissa tai putkistoissa on vuotoja, toistuva veden lisäystarve, verkostopaine laskee itsestään, teknisessä tilassa on kuuma tai öljynkulutus on liian suuri. [15.]

## 2.5.2 Puulämmitys

Noin 90 prosentissa omakotitaloissa on mahdollisuus käyttää puuta lämmittämiseen, mutta vain noin 25 prosentissa puu on päälämmönlähteenä. Puu on uusiutuvaa energiaa ja sitä saadaan kotimaasta. Puuta voidaan käyttää klapeina, hakkeena tai pelletteinä. Puu on edullista, mutta lämmitysmuotona se vaatii paljon huolehtimista. [11.]

Polttopuun hinta vaihtelee paljon hankintapaikan sijainnin mukaan. Pohjois-Karjalassa Joensuussa irtokuutio 40 cm:n mittaista koivupuuklapiä maksaa 43–55 euroa. Uusimaalla Helsingissä irtokuutio 40 cm:n mittaista koivupuuklapiä maksaa 48–70 euroa. [16.]

Puun käyttö lämmityksessä on nykyisiä tulisijoja käytettäessä turvallista. Tulisijojen käyttö omakotitalon lämmityksessä ja ruuanvalmistuksessa ei ole riippuvainen muista energiamuodoista. Tulisijan sijoittaminen vanhaan kiinteistöön voi olla haasteellista. Kiinteistön pohjaratkaisu ja muut asumistoiminnot rajaavat tulisijan sijoittelua. Tulisijan hyvä toimivuus asettaa ilmanvaihtojärjestelmälle omat vaatimuksensa. Ilmanvaihtojärjestelmä ei saa aiheuttaa liian suurta alipainetta rakennuksen sisälle, sillä tällöin tulisijaa voi olla vaikea sytyttää. Painovoimaisen ilmanvaihdon talossa voi ongelmaksi muodostua poistokanavien muuttuminen väärinpäin toimiviksi, jolloin tuloilmaa virtaa niistä sisään kiinteistöön. Jos palamisilmana käytetään huoneilmaa, lisää tulisijan käyttö jonkin verran ilmanvaihtoa. [17.]

### 2.5.3 Sähkölämmitys

Sähkölämmitys on huoltovapaa ja edullinen ratkaisu rakennuskustannuksiltaan. Nykypäivänä talot ovat tiiviitä ja lämpöenergian tarve on vähentynyt, joten sähkölämmitys on hyvinkin kilpailukykyinen vaihtoehto lämmitysjärjestelmäksi. Sähkölämmitys on hyvä ja helppo vaihtoehto myös lämpöremonttia ajatellen. Sähkölämmitystä käytetään usein toisena ja varmentavana lämmönlähteenä esimerkiksi takan tai puu-uunin rinnalla. [11.]

Sähkölämmitystä on helppo säätää ja ohjata esimerkiksi huonekohtaisesti. Käytännössä joka huoneeseen voidaan asettaa eri lämpötila. Lisäksi sähkölämmitystä on helppo käyttää, eikä se vaadi juurikaan huoltoa. [11.]

Sähkölämmitys voidaan toteuttaa monella tapaa. Lämmitys voidaan rakentaa huonekohtaisena, jolloin huonetta lämmitetään joko sähköpattereilla tai kaapeleilla. Sähkölämmitys voidaan toteuttaa myös vesikiertoisena lattialämmityksenä tai ilmalämmityksenä, jolloin se toimii keskitetysti. [18.]

### 2.5.4 Ilmalämpöpumppu

Ilmalämpöpumput ovat yleistyneet omakotitaloissa. Lämpöpumppuja on useita erityyppisiä ja niillä on aina ulko- sekä sisäyksikkö. Niiden pääasiallinen toimintaperiaate on kaikilla sama; niillä kerätään ulkoilmasta lämpöä ja siirretään sisälle huonetiloihin. Lämpöpumppu voi toimia sekä pää-, että avustavana lämmönlähteenä tyypistä riippuen. [11.]

Ilmalämpöpumppu on helppo asentaa uusiin sekä vanhoihin taloihin, eikä sen asennus vaadi erikoisratkaisuja rakenteisiin. Ilmalämpöpumppu sopii öljy- tai sähkölämmityksen rinnalle lisälämmönlähteeksi tai esimerkiksi autotallin päälämmitysjärjestelmäksi. Ilmalämpöpumpulla voi saada huomattavia säästöjä kiinteistön energiankulutukseen. [19.]

Sähkölämmityksen tehostamisohjelma Elvarin tekemän selvityksen mukaan kokonaisenergiakulutus laski suurimmassa osassa kohteita 1000–5000 kWh, kun lämmitykseen tarvittava energiakulutus oli kiinteistössä 10000 kWh. [19.]

### **2.5.5 Maalämpö**

Maalämpö on auringosta saatavaa energiaa, joka varastoituu kallio- ja maaperään sekä vesistöihin. Maalämpö on varma ja tasainen energianlähde ympäri vuoden. [20.] Maalämpö on ollut kasvava lämmitysmuoto viimeisen 10 vuoden aikana. Yli puolet uuden omakotitalon rakentajista valitsee maalämmön lämmitysjärjestelmäksi. Maasta saatava lämpöenergia ei maksa, mutta järjestelmän pumppu kuluttaa sähköä. Lämpö kerätään maasta keruuputkiston avulla. [11.]

Maalämpöpumppu mitoitetaan osateholle tai täysteholle. Osateholle mitoitettu pumppu kattaa noin 60–80 % lämpöenergian huipputarpeesta. Silloin maalämpöpumpun vuotuinen tuotto on 95–99 % tarvittavasta energiamäärästä. Lopun tarvittavan energian tuottaa yleensä maalämpöpumpun varaajaan asennettu sähkövastus. Täysteholle mitoitettu pumppu riittää lämmittämään kiinteistön kovimillakin pakkasilla ilman lisävastusta. [21.]

### **2.5.6 Kaukolämpö**

Kaukolämmitys on useiden kiinteistöjen yhteinen lämmitysjärjestelmä. Vesi lämmitetään tuotantolaitoksessa ja pumpataan suljetussa ja lämpöeristetyssä kaukolämpöverkossa asiakkaan rakennuksen lämmönjakokeskukseen. Lämmitetty kaukolämpövesi luovuttaa lämmönsiirtimen avulla lämpöä asiakaskohteen lämmitys-, käyttövesi- ja/tai ilmanvaihtoverkostoihin. Jäähdyntynyt vesi pumpataan paluuputkessa takaisin tuotantolaitokseen. Kaukolämmitysjärjestelmä ei ole monimutkainen järjestelmä. [22.]

Kaukolämmitys on vaivaton lämmitysmuoto. Käyttäjän ei tarvitse huolehtia lämmittämisestä eikä järjestelmän huolloista. Kaukolämmityksen lämpö saadaan

tuotettua kohtuullisen edullisesti lämpölaitoksissa. Kaukolämpöä saa ainoastaan kaukolämpöverkoston alueella, mikä rajoittaa sen käyttöä. [11.]

### 2.5.7 Lämmitysmuotojen kustannuksia

Lämmitysjärjestelmien välistä hintavertailua on vaikea tehdä, koska vaikuttavia tekijöitä on monia. Vertailussa on huomioitava talon energiataso, valittavina olevat lämmitysjärjestelmät, rinnakkaisjärjestelmät, valittavina olevat lämmönsiirtojärjestelmät, energian hintatason kehitys, haluttu automatiikka, asennus ja huoltotyöt, käytön aiheuttamat vaivannäöt sekä käyttö- ja asumistottumukset. Taulukossa 1 yleisimpien lämmitysjärjestelmien suuntaa-antavia investointikustannuksia 150 m<sup>2</sup> omakotitalossa. [23.] Pattereilla toteutettu suorasähkölämmitysjärjestelmä on investointikustannuksiltaan edullisin vaihtoehto ja se on yli kolme kertaa halvempi kuin esimerkiksi maalämpöjärjestelmä.

Taulukko 1. Yleisimpien lämmitystapojen investointikustannuksia 150 m<sup>2</sup> omakotitalossa [18; 23].

Lämmitystapa	Investointi (eur, sis. alv. 24 %)
Suorasähkölämmitys patterilla Sisältää kylpyhuoneen lattialämmityksen sekä käyttövesivaraajan	Laitteet / tarvikkeet n. 3 500 Asennustyöt n. 2 500 Yhteensä noin 6 000
Varaava sähkölämmitys (iso varaaja) Sisältää vesikiertoisen lattialämmityksen	Laitteet / tarvikkeet n. 7 000 Asennustyöt n. 4 000 Yhteensä noin 11 000
Öljylämmitys Sisältää vesikiertoisen lattialämmityksen	Laitteet / tarvikkeet n. 8 500 Asennustyöt n. 4 000 Yhteensä noin 12 500
Maalämpö Sisältää vesikiertoisen lattialämmityksen sekä lämpökaivon	Laitteet / tarvikkeet n. 12 500 Asennustyöt n. 8 500 Yhteensä noin 21 000
Ilmalämpöpumppu	Laitteet / tarvikkeet n. 1500 Asennustyöt n. 600 Yhteensä noin 2100
Poistoilmalämpöpumppu Ilmanvaihdon osuutta ei tässä huomioitu	Laitteet / tarvikkeet n. 7 000 Asennustyöt n. 2 000 Yhteensä noin 9 000

Taulukossa 2 on laskettu käyttökustannuksia noin 150 m<sup>2</sup> omakotitalossa. Lähtöarvona on käytetty 20000 kWh/vuosi, sisältää lämmityksen ja käyttöveden energiatarpeen. Taloussähkön osuus on 6000 kWh/vuosi. Laskelmassa on huomioitu yösähkön käyttö ja lämpöpumpun kerroin 3. Yleissähkön hinta on 13 snt/kWh, varaavan sähkön keskihinta 11,1 snt/kWh ja öljyn hinta 80 snt/l (noin 9,4 c/kWh). [23.] Hinnat sisältävät sähkön kokonaishinnan.

Taulukko 2. Yleisimpien lämmitystapojen käyttökustannuksia 150m<sup>2</sup> omakotitalossa [23].

Lämmitystapa	Energiantarve yhteensä kWh	Lämmitys + Taloussähkö (eur)	Huolto (eur)	Yhteensä (eur/vuosi, sis. alv. 24 %)
Suora sähkö	26 000	3 380	25	3 405
Varaava sähkö	26 000	2 886	40	2 926
Öljylämmitys	20 000 + 6 000	1 880 + 780	140	2 800
Lämpöpumput	6 670 + 6 000	867 + 780	115	1 762

Taulukossa 3 on esitetty tulisijan käytöstä saatu hyötyenergia ja säästö sähkölämmitteisessä asunnossa. Puuta on käytetty laskentaesimerkissä 12 kg/kerta. Sähköenergian ostohintana on käytetty 10,02 snt/kWh. [24.]

Taulukko 3. Tulisijan käyttö sähkölämmitteisessä talossa [24].

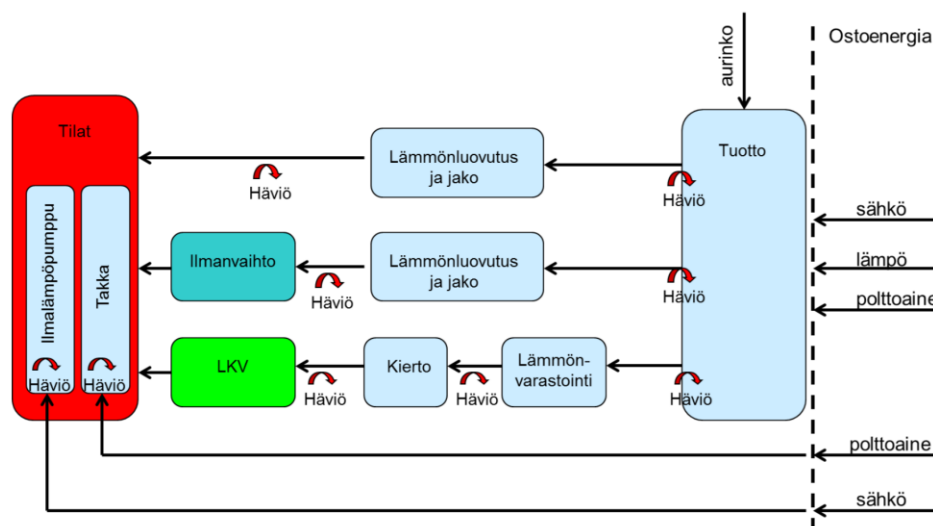
Lämmityskertoja	100	150	200
Polttopuun käyttö keskimäärin/kerta	12 kg/kerta	12 kg/kerta	12 kg/kerta
Polttopuun käyttö vuodessa	3 pino-m <sup>3</sup> 4,5 irtto-m <sup>3</sup>	4,5 pino-m <sup>3</sup> 6,8 irtto-m <sup>3</sup>	6 pino-m <sup>3</sup> 9 irtto-m <sup>3</sup>
Hyötyenergiaa	4 000 kWh	6 000 kWh	8 000 kWh
Polttopuun hankintakustannukset vuodessa	6,2 snt/kWh 248,00 eur	6,2 snt/kWh 372,00 eur	6,2 snt/kWh 496,00 eur
Sähkökustannusten pieneneminen	10,02 snt/kWh 400,80 eur	10,02 snt/kWh 601,20 eur	10,02 snt/kWh 801,60 eur
Kustannusten säästö	400,80 eur - 248,00 eur = 152,80 eur	601,20 eur - 372,00 eur = 229,20 eur	801,60 eur - 496,00 eur = 305,60 eur

## 2.6 Rakennuksen energiankulutus ja laskenta

Rakennuksen lämmitystehon ja lämmitysenergian tarpeen laskennassa rakennusosien pinta-alat määritetään rakennuksen kokonaissisämittojen mukaan. Rakennus voidaan jakaa laskennassa useampaan laskentavyöhykkeeseen. Tällöin on huomioitava, että pinta-alojen tulee sisältää myös välipohjien ja väliseinien rakennusosa alat. [25.]

Rakennuksen energiankulutuksella tarkoitetaan rakennuksen vuotuista lämmitykseen, sähkölaitteisiin ja jäähdytykseen yhteensä kulutettua energiamäärää. Energiamuotojen kiinteistökohtaisen eikä kiinteistön ulkopuolisen energiantuotannon häviöitä oteta huomioon. [25.]

Lämmitysjärjestelmän energiankulutus lasketaan tilojen, ilmanvaihdon ja lämpimän käyttöveden lämmitysenergian nettotarpeista (kuva 3). Laskennassa otetaan huomioon lämmönluovutuksen, lämmönjaon ja varastoinnin häviöt hyötysuhteiden avulla. Esimerkiksi sähköpatterilämmityksen vuosihyötysuhde on 0,95. [25.]



Kuva 3. Lämmitysjärjestelmälaskennan periaate [25].

Rakennuksen energiakulutus lasketaan kaavalla 1 [25].

$$Rak_{ek} = (Q_{lämmitys, tilat} + Q_{lämmitys, iv} + Q_{lämmitys, lkv} + Q_{jk} + W_{tilat} + W_{ilmanvaihto} + W_{lkv, pumppu} + W_{jähditys\ apu} + W_{kuluttajalaitteet} + W_{valaistus}) / A_{netto} \quad (1)$$

missä

$Rak_{ek}$  = rakennuksen energiankulutus, kWh/(m<sup>2</sup> a)

$Q_{lämmitys, tilat}$  = tilojen lämmityksen lämpöenergian tarve, kWh/a

$Q_{lämmitys, iv}$  = ilmanvaihdon lämmityksen lämpöenergian tarve, kWh/a

$Q_{lämmitys, lkv}$  = lämpimän käyttöveden lämpöenergian tarve, kWh/a

$Q_{jk}$  = jäähdytysjärjestelmällä tuotettu vuotuinen jäähdytysenergia, kWh/a

$W_{tilat}$  = lämmönjakojärjestelmän apulaitteiden sähköenergian kulutus, kWh/a

$W_{ilmanvaihto}$  = ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergian kulutus, kWh/a

$W_{lkv, pumppu}$  = lämpimän käyttöveden kiertopumpun sähköenergian kulutus, kWh/a

$W_{jäähd, apu}$  = jäähdytysjärjestelmän apulaitteiden sähkönkulutus, kWh/a

$W_{kuluttajalaitteet}$  = kuluttajalaitteiden sähköenergian kulutus, kWh/a

$W_{valaistus}$  = valaistuksen sähköenergian kulutus, kWh/a

$A_{netto}$  = rakennuksen lämmitetty nettoala, m<sup>2</sup>.

Lämmitystehontarpeen laskennan lähtötietoja ovat:

- rakennusosien pinta-alat
- rakennusosien lämmönläpäisykertoimet
- ilmanvaihdon ilmavirrat
- ilmanvaihtojärjestelmän käyntiajat
- ilmanvaihtokoneiden lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde
- rakennuksen maantieteellinen sijainti
- rakennuksen vaipan vuotoilmaluku. [25.]

Rakennuksen tilojen lämmitysenergian nettotarve lasketaan kaavalla 2 [25].

$$Q_{lämmitys, tilat, netto} = Q_{tila} - Q_{sis. lämpö} \quad (2)$$

missä

$Q_{lämmitys, tilat, netto}$  = tilojen lämmitysenergian nettotarve, kWh

$Q_{tila}$  = tilojen lämmitysenergian tarve, kWh

$Q_{sis. lämpö}$  = lämpökuormat, joka hyödynnetään lämmityksessä, kWh.

Tilojen lämmitysenergian tarve lasketaan kaavalla 3 [25].

$$Q_{tila} = Q_{joht} + Q_{vuotoilma} + Q_{iv, tuloilma} + Q_{iv, korvausilma} \quad (3)$$

missä

$Q_{tila}$  = tilojen lämmitysenergian tarve, kWh

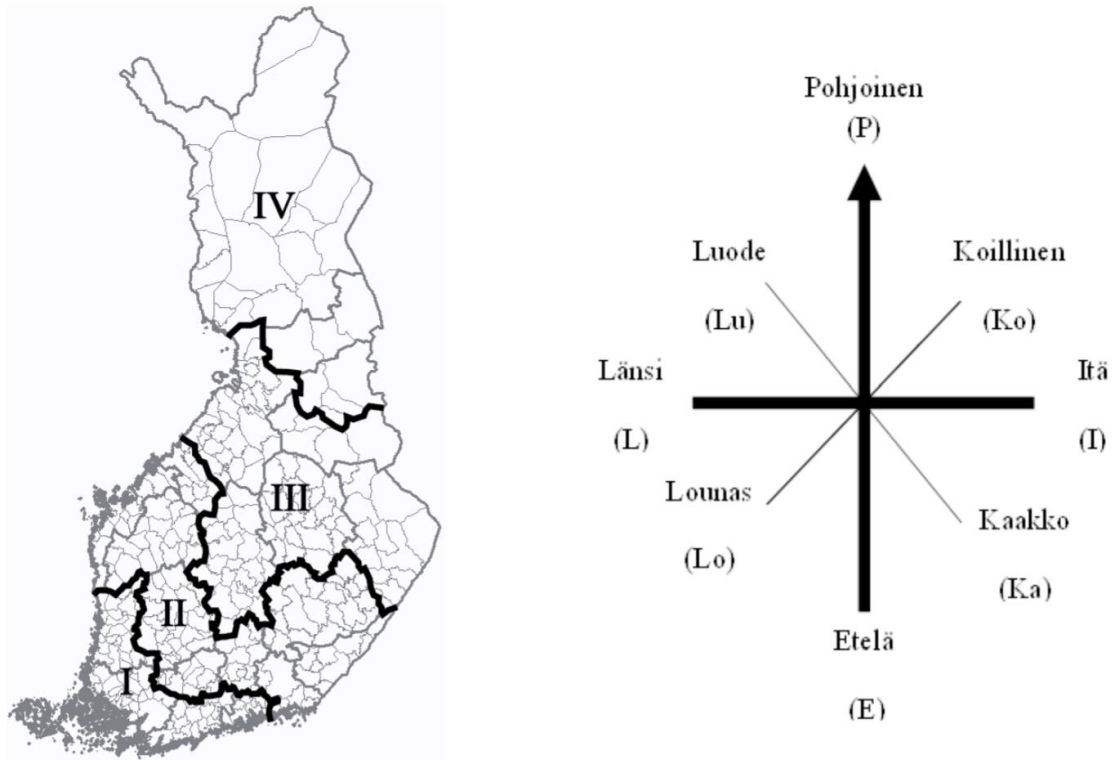
$Q_{joht}$  = johtumislämpöhäviöt rakennusvaipan läpi, kWh

$Q_{vuotoilma}$  = vuotoilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh

$Q_{iv, korvausilma}$  = tilassa tapahtuvan tuloilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh

$Q_{iv, korvausilma}$  = korvausilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh.

Suomi on jaettu neljään vyöhykkeeseen. Kuvassa 4 on lämmitystehon tarpeen laskennassa käytettävät säävyöhykkeet ja taulukossa 4 lämpötilat säävyöhykkeittäin. [26.]



Kuva 4. Säävyöhykkeet Suomessa [26].

Taulukko 4. Mitoitettavat ulkoilman lämpötilat eri säävyöhykkeillä [26].

Säävyöhyke	Mitoitettava ulkoilman lämpötila, °C
I	-26
II	-29
III	-32
IV	-38

## 2.7 Vuotoilmakerroin

Kun kyseessä on vanha talo, jonka ilmanpitävyyttä ei tunneta eikä vuotoilmakerrointa tiedetä, voidaan lämmitysenergian tarpeen laskennassa käyttää vuotoilmankertoimena arvoa 0,16 1/h. Luku vastaa rakennuksen rakenteiden ilmanpitävyyttä kuvaavaa ilmanvuotolukua  $n_{50} = 4$  1/h. Kun rakennuksen vaipan ilmanvuotoluku  $n_{50}$  on tiedossa, voidaan vuotoilmakerroin laskea kaavalla 4. [22.]

$$n_{\text{vuotoilma}} = n_{50} / 25 \quad (4)$$

missä

$n_{\text{vuotoilma}}$  = rakennuksen vuotoilmakerroin, kertaa tunnissa, 1/h

$n_{50}$  = on rakennuksen vaipan ilmanvuotoluku 50 Pa:n paine-erolla, 1/h. [22.]

Tyypillinen ilmanvuotoluku pientalossa, jossa ilmanpitävyys on huomioitu tavanomaisesti suunnittelussa, rakennustyön toteutuksessa ja valvonnassa, on 3–5. Tällöin on kyseessä keskimääräinen ilmanpitävyys. Hyvä ilmanpitävyys on kyseessä silloin, kun rakennuksen saumojen ja liitosten ilmanpitävyyteen on kiinnitetty erityistä huomiota niin suunnittelussa kuin rakennustyön toteutuksessa ja valvonnassa. Tällöin ilmanvuotoluku  $n_{50}$  on 1–3.

Vuotoilmavirta rakennuksessa syntyy tuulen ja lämpötilaerojen synnyttämästä paine-eroista. Rakennuksen rakenteiden ilmanpitävyys, sijainti, korkeus, ilmanvaihtojärjestelmä ja sen käyttötapa vaikuttavat vuodon suuruuteen. Vuotoilmavirta ei sisällä ilmanvaihtojärjestelmän alipaineen vaikutuksesta sisään virtaavaa korvausilmaa, joka poistetaan ilmanvaihtojärjestelmän kautta. [22.]

## 2.8 E-luku

Energiatodistuksessa rakennuksen energiatehokkuus ilmaistaan vertailuluvun eli E-luvun avulla. E-luku (kWh/m<sup>2</sup> vuosi) kertoo rakennuksen laskennallisen kokonaisenergian kulutuksen. Energiatehokkuusluokkaa kuvataan tunnuksilla A, B, C, D, E, F ja G. Energiatodistus voidaan laatia myös kevennetyn menettelyn mukaan, jolloin energiatehokkuusluokkaa kuvataan tunnuksella H. Vuoden 2018 alusta alkaen laadittujen energiatodistusten energialuokat ilmoitetaan lisäämällä kirjaintunnukseen alaindeksinä vuosiluku 2018 eli esimerkiksi B<sub>2018</sub>. [27.]

Energiatodistus vaaditaan pääsääntöisesti rakennuksilta, joita koskevat rakentamismääräysten vaatimukset, kuten kaikilta uudisasuinrakennuksilta. Myös vanhoilta myytäviltä tai vuokrattavilta asuinkiinteistöiltä vaaditaan energiatodistus. Energiatodistusta ei vaadita esimerkiksi kerrosalaltaan alle 50 m<sup>2</sup> rakennuksilta, loma-asunnoilta tai purkukuntoisena myytäviltä asunnoilta. [28.]

E-luvun määrittämisessä on arvioitava:

- rakenteet kuten ulkoseinät, ulko-ovet ja ikkunat, yläpohja, alapohja
- lämmitysjärjestelmä
- käyttöveden lämmitysjärjestelmä
- ilmanvaihto/ilmastointijärjestelmä
- valaistus
- sähköiset erillislämmitykset
- muut järjestelmät, joilla on vaikutusta rakennuksen energiatehokkuuteen. [28.]

E-luvun laskennassa käytetään energiamuotojen kertoimia:

- sähkö 1,2
- kaukolämpö 0,5
- kaukojäähdytys 0,28
- fossiiliset polttoaineet 1,0
- rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet 0,5. [27.]

Tulisijan tuottaessa osan tilojen tarvitsemasta lämmitysenergiasta voidaan yhden tulisijan lämmitysenergian tuottona käyttää arvoa 3000 kWh. Tulisija käyttää uusiutuvaa polttoainetta eli puuta. [27.]

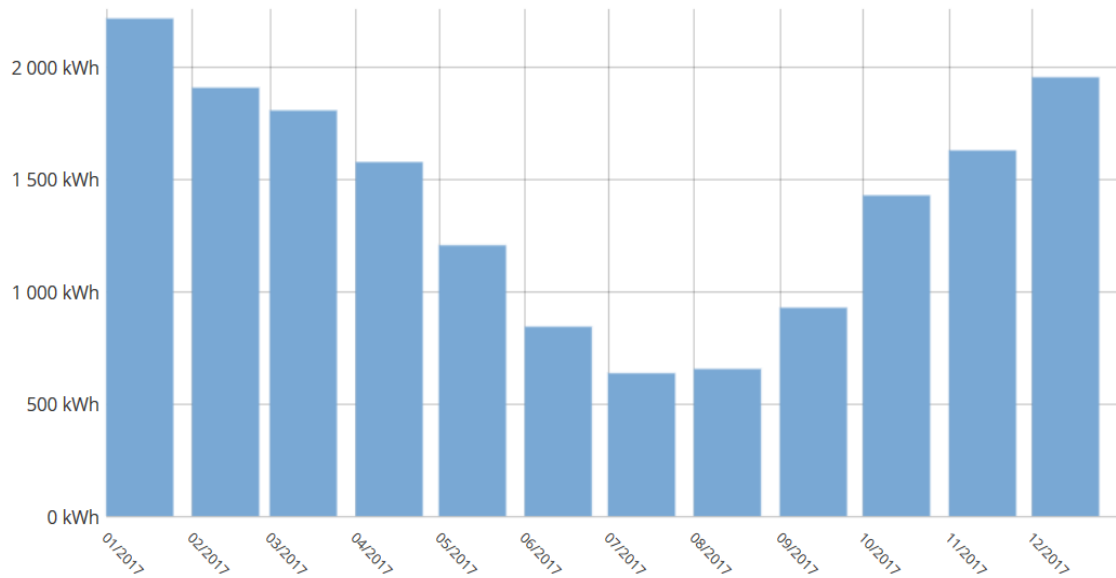
Energiatodistuksen saa laatia vain pätevä henkilö. Pätevyyteen vaaditaan soveltuva tekniikan alan koulutus tai riittävä alan työkokemus. Lisäksi henkilön pitää olla suorittanut hyväksytysti energiatodistuksen laatijakoe ja hänen tulee olla perehtynyt energiatodistusta koskevaan lainsäädäntöön. Energiatodistus on voimassa enintään 10 vuotta tai kunnes se korvataan uudella energiatodistuksella. [30.]

### 3 Kohdekiinteistö

Kiinteistön nykyisenä lämmitysjärjestelmänä on vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä. Lämmitysjärjestelmän öljykattila on uusittu vuonna 2002. Lämmitysjärjestelmän vesikiertoinen patteriverkosto ja radiaattorit ovat alkuperäiset. Vesikiertoisen patteriverkoston vesi lämmitetään kevytpolttoöljyllä tai öljykattilan lisälaitteena olevan sähkölämpövastuksen avulla. Avustavana lämmönlähteenä on ilmalämpöpumppu, joka jää myös uuden lämmitysjärjestelmän rinnalle. Käyttövesi lämpiää sähköisellä lämminvesivaraajalla, jota ei uusita tässä yhteydessä.

Rakennuksessa on painovoimainen ilmanvaihto, jota voidaan tehostaa poistoilmapuhaltimella ja liesituulettimella. Poistoilmakanavat ovat pesuhuoneessa, wc:ssä sekä liesituulettimessa. Pesuhuoneen poistoilmakanavassa on manuaalisella ohjauksella oleva kanavapuhallin, jolla voidaan tehostaa poistoilmaa noin 20 l/s. Keittiön liesituuletin poistaa ilmaa tehostuksen päällä ollessa noin 20 l/s. Wc:n poistoilma on täysin painovoimaisesti toimiva. Pesuhuoneen poiston ja liesituulettimen avulla tehostettu poistoilmavaihto muuttaa rakennuksen hieman alipaineiseksi. Tällöin wc:n painovoimaisen poiston toimivuus heikkenee entisestään. Tästä syystä wc:n poistoa ei oteta huomioon tehostuksen ollessa päällä. On arvioitu, että pesuhuoneen poiston ja liesituulettimen ollessa toiminnassa vaihtuu kiinteistössä ilmaa noin 40 l/s.

Kohteen sähkökäyttötiedot kuukausitasolla sähköntoimittaja Pohjois-Karjalan Sähkön käyttöpalvelun mukaan ennen muutostyötä on esitetty kuvassa 5. Taulukossa 5 ovat ulkoilman keskilämpötilat kuukausitasolla Joensuussa, käytetyt energiamäärät ja sähkönkäytön kustannukset kohdekiinteistössä. [31.]



Kuva 5. Kohdekiinteistön sähkönkulutus vuonna 2017 [31].

Taulukko 5. Kohdekiinteistön kokonaissähkönkulutus, kuukauden keskilämpötilat ja kustannukset vuonna 2017 [31].

Kuukausi	Energian kulutus yhteensä (kWh)	Keski-lämpötila (°C)	Hinta (eur, á-hinta 12,13 snt/kWh, sis. alv. 24 %)
01/2017	2215,97	-6,1	268,80
02/2017	1907,54	-6,9	231,38
03/2017	1805,97	-1,7	219,06
04/2017	1575,96	0	191,16
05/2017	1205,38	6	146,21
06/2017	842,26	12,3	102,17
07/2017	635,25	15,3	77,06
08/2017	653,95	15,3	79,32
09/2017	926,61	9,4	112,40
10/2017	1427,4	3,9	173,14
11/2017	1627,97	0,3	197,47
12/2017	1953,79	-1,3	236,99
Yhteensä	16778,05		2035,18

Kohdekiinteistön kokonaissähkönkulutus oli vuonna 2017 16778,05 kWh (taulukko 5). Ko. vuonna kiinteistöä on lämmitetty ainoastaan sähköllä. Sähkönkulutusta voidaan pitää hieman keskimääräistä alhaisempaan samankokoisiin omakotitaloihin verrattuna (taulukko 6).

Kiinteistön sähköenergiakulutus muuhun kuin lämmitykseen voidaan tarvittaessa arvioida kohdekiinteistön kesäkuukausien sähkönkäytön arvoista (taulukko 5). Kohdekiinteistössä ei ole lämmitystä ”katkaistu” eli poistettu käytöstä kesäkuukausiksi.

Taulukko 6. Sähkölämmitteisten kiinteistöjen keskimääräinen sähkönkäyttö vuotasalla Joensuun seudulla [31].

Sähkölämmitteiset asunnot - vertailuluvut											kWh/vuosi
Asunnon pinta-ala m <sup>2</sup>	alle 40	41-60	61-80	81-100	101-120	121-140	141-160	161-180	181-200	201-250	yli 250
Asunnon tyyppi											
<b>Omakoti tai paritalo</b>											
säästäväinen käyttö	2657	5245	8694	11736	13475	14779	16083	17822	19517	22070	24639
keskimääräinen käyttö	4872	7431	10867	13910	16083	17822	19560	21299	23420	25965	28529
<b>Rivi- tai kerrostalo</b>											
säästäväinen käyttö	2168	5000	8600	11700	13300	14400	15500	17100	18700	21000	23500
keskimääräinen käyttö	4426	7500	11100	14200	16300	17900	19500	2100	23200	25500	28000

Sähkön keskimääräinen vuosikäyttö on kunkin ryhmän tavanomaisen sähkönkäytön vertailulukku. Jos sähköä kulutetaan 121–140 m<sup>2</sup> kokoisessa omakotitalossa 14779 kWh vuodessa tai vähemmän, voidaan puhua säästäväisestä sähkönkäytöstä (taulukko 6). Lämmitykseen käytetyn sähkön määrä riippuu voimakkaasti lämmitystarpeesta, joka vaihtelee vuosittain ja paikkakunnittain. Taulukon sähkölämmitteisten kiinteistöjen vertailuluvut on korjattu kyseessä olevan kiinteistön käyttöpaikan sijainnin mukaiseen normaalivuoden lämpötilaan, joka on laskettu keskiarvona 30 vuoden toteutuneista lämpötiloista. Kohdekiinteistön keskimääräinen vuosikäyttö on vuotuisella 16778 kWh kulutuksella keskimääräisen vuosikäytön tasoa. [31.]

## 4 Suunnitelma uudesta lämmitysjärjestelmästä

Kiinteistön vesikiertoinen patteriverkosto on alkuperäinen, eikä sen kunnosta ja jäljellä olevasta käyttöiästä ole varmuutta. Asiakas haluaa luopua sen käytöstä. Uuden vesikiertoisen patteriverkoston rakentamista pinta-asennuksena vanhaan rakennukseen ei katsottu järkeväksi vaihtoehdoksi esteettisistä eikä taloudellisista syistä. Kiinteistöön ei ole saatavilla kaukolämpöä ja maalämpöpumpun rakennuskustannukset koettiin liian suuriksi.

Asiakas haluaa sähkölämmitysjärjestelmän, koska se on huoltovapaa ja yksinkertainen asentaa vanhaan kiinteistöön. Lisälämmönlähteeksi asiakas valitsi tulisijan. Tulisijalla saadaan pienennettyä sähköenergiankulutusta, sekä tasattua kylmien ajanjaksojen sähköenergiankulutuksen piikkejä. Sähkölämmitystä tukee kiinteistössä jo ennestään oleva ilmalämpöpumppu.

Uuden lämmitysjärjestelmän suunnittelu aloitettiin lämmitystehontarpeenlaskennalla. Lämmitystehojen perusteella osataan suunnitella lämmittimien tehot ja paikat kiinteistössä. Tulisijaa ei oteta huomioon sähkölämmittimiä valitessa, haluttiin että rakennuksen lämmitystehontarve saadaan tuotettua sähkölämmittimillä.

### 4.1 Lämmitystehontarpeenlaskenta

Lämmitystehontarvelaskennalla selvitettiin, kuinka paljon lämmitystehoa tarvitaan kuhunkin huonetilaan. Laskenta tehtiin Cads Planner -suunnitteluohjelmalla. Kohteesta oli käytettävissä sähköinen pohjakuva, jota käytettiin viitekuvana lämpöhäviölaskelmille.

Laskennan lähtötiedoiksi annettiin kohteen maantieteellinen sijainti, ilmanvaihdon tiedot, vuotoilmakerroin, kohteen rakenteet, rakennusmateriaalit, niiden paksuudet sekä rakennuksen mitat. Pohjakuvaan rajattiin kukin huone omiksi laskennallisiksi alueiksi. Ohjelman avulla laskettiin lämpöhäviöt jokaiseen määritettyyn tilaan.

Suunnitteluohjelmaan määriteltiin tilan projektitiedot kohteen rakenteiden mukaan. Rakennusmateriaalien ja niiden paksuuksien avulla laskettiin suunnitteluohjelmalla rakenteiden lämmönläpäisykertoimet eli U-arvot. Ovien U-arvoa ei tiedetty, joten niiden U-arvona käytettiin arvoa 1. Ikkunoiden ja ovien oletusarvona voidaan käyttää arvoa 1 mikäli sitä ei ole saatavilla [25]. Ikkunat ovat Skaalan 4-lasiset mallit, joiden U-arvo on 0,82. Ikkunoiden U-arvot on saatu toimittajan esitteistä. [32.]

Kohteen rakenteiden materiaalit ja U-arvot:

- ulkoseinät, U -arvo 0,185
  - ulkovuoripaneli 25 mm
  - tuuletusrako, ristikoolaus 44 mm
  - tuulensuojalevy 12 mm
  - mineraalivilla 200 mm
  - höyrynsulkumuovi
  - lastulevy 12 mm
- yläpohja, U-arvo 0,156
  - tervapaperi
  - mineraalivilla 300 mm
  - höyrynsulkumuovi
  - ilmarako, koolaus 22 mm
  - paneeli 15 mm
- alapohja, U-arvo 0,413
  - muovimatto
  - betonilaatta 60 mm
  - ”styrox” eriste 100 mm
  - sora 25 mm
- ikkunat, U-arvo 0,82
- ovet, U-arvo 1.

Lämmitystehontarvelaskennassa otettiin huomioon ilmanvaihto siten, että siitä aiheutuvan lämpöhäviön laskennassa käytettiin tuloilman arvoa 40 l/s. Arvo laskettiin tehostuksen ollessa päällä, jolloin liesituuletin ja pesuhuoneen kanavapuhallin ovat yhtä aikaa päällä.

Liesituulettimen arvona käytettiin ohjearvoa -20 l/s. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelman 2003 [33] ohjearvoa käytettiin, koska liesituuletin on asennettu silloin kun kyseinen ohje on ollut voimassa.

Pesuhuoneen ilmanpoiston kanavapuhaltimen arvona käytettiin myös 20 l/s, joka löytyy kanavapuhaltimen ohjeesta. Ilmanvaihdon laskettiin poistavan ilmaa noin 40 l/s tehostuksen ollessa päällä. Tästä voitiin päätellä, että myös tuloilmaa virtaa lähes saman verran raitisilmakanavien kautta sisään rakennukseen.

Raitisilmakanavat sijaitsevat kaikissa kolmessa makuuhuoneessa, olohuoneessa ja saunassa. Suurimpiin makuuhuoneisiin asetettiin tuloilmavirraksi 8 l/s ja pienimpään 6 l/s. Olohuoneeseen ilmavirraksi mitoitettiin 12 l/s ja pesuhuone/saunatilaan 6 l/s. Tästä saatiin tuloilmojen yhteenlaskettu ilmavirta 40 l/s.

Rakennus sijaitsee ilmastovyöhykkeellä 3, joten tuloilman arvoksi asetettiin -32 astetta. Tuloilma tulee suoraan ulkoa, joten se on yhtä kylmää kuin ulkoilma. Tuloilman määrän ja sen lämpötilan perusteella laskettiin ilmanvaihdon aiheuttama lämmitystehontarve rakennukseen. Vuotoilmakertoimena käytettiin lukua 0,16, jota voidaan käyttää silloin kun kyseistä arvoa ei olla erikseen määritetty kohteesta. Cads -suunnitteluohjelmaan asetetut tilojen projektitiedot näkyvät liitteessä 4.

## **4.2 Uusi lämmitysjärjestelmä**

Kiinteistön päälämmitysjärjestelmäksi valittiin suora sähkölämmitys huonekohtaisesti säädettävillä pattereilla. Tulisijaksi valikoitui varaava takka. Takalla saadaan pienennettyä sähkölämmityksestä aiheutuvia kuluja ja talvisin aiheutuvia kulutuspiikkejä. Takan lämpöenergiaa voidaan hyödyntää ruuanlaitossa ja lisäksi se toimii tunnelmanluojana. Lämmitysjärjestelmän uusiminen nostaa oletettavasti kiinteistön jälleenmyyntiarvoa.

#### 4.2.1 Sähkölämmitys

Kiinteistössä on kaksi keskusta. Pääkeskus (kuva 6) on pienemmässä tuuli-kaapissa ja ryhmäkeskus (kuva 7) suurimmassa makuuhuoneessa. Pääkeskuksesta olevien pääsulakkeiden koko on 25 A, joten se riittää hyvin syöttämään uuden sähkölämmitysjärjestelmän.

Ryhmäkeskus on asennettu jälkikäteen muuttuneiden sähköistysten ja ilmalämpöpumpun asennuksen yhteydessä. Vanhasta sähköjärjestelmästä ei ollut saatavilla dokumentaatiota, joten sähkölämmittimien sähkönsyöttökaapeleita ei voida etukäteen mitoittaa eikä laskea niiden riittävyyttä. Jos keskuksen oikosulkuvirrat tiedettäisiin, niiden avulla voitaisiin laskea kaapelin koon ja pituuden mukaan oikosulkuvirrat uusille lämmityslaitteille. Oikosulkuvirran pitää olla riittävä järjestelmän vikaantuessa, jotta suojalaite toimii. Oikosulkuvirran suuruuden määrää keskuksen oikosulkuvirta ja käytettävä sulake sekä sen koko. Lämmityspattereiden sähköasennukset joudutaan suunnittelemaan ja mitoittamaan vasta asennusvaiheessa.

Pääkeskus on vanhanmallinen tulppasulakekeskus. Pääkeskuksesta lähtee 3-vaihesyöttö nykyisen öljykattilan varasähkövastukselle. Kun öljykattila puretaan teknisestä tilasta, jää sen käytössä ollut kaapelointi ja kolme sulakepaikkaa keskuksessa tarpeettomaksi. Kaapeli ja sulakkeet voidaan purkaa keskuksesta. Tällöin pääkeskuksessa on viisi tyhjää sulakepaikkaa vapaana ja niitä voidaan hyödyntää uusien lämmittimien asennuksessa.



Kuva 6. Kiinteistön pääkeskus.

Ryhmäkeskus on uudenaikainen johdonsuojakatkaisijoilla varustettu keskus. Keskuksessa on useita johdonsuojakatkaisijoita, jotka eivät ole käytössä. Ryhmäkeskuksesta saadaan loput tarvittavat syötöt uusia sähkölämmittimiä varten.



Kuva 7. Kiinteistön ryhmäkeskus.

Uusien sähkölämmittimien sähkösyötöt jaetaan siten, että kaikkien vaiheiden kuorma olisi mahdollisimman tasainen. Syöttökaapelien mitat on pidettävä mahdollisimman lyhyinä, jotta oikosulkuvirta on sähkölaitteella riittävä vian sattuessa. Mikäli oikosulkuvirta ei ole riittävä sähkölaitteella, joudutaan syöttökaapelia lyhentämään, kasvattamaan kaapelin poikkipinta-alaa tai muuttamaan sulaketta.

Pääkeskus syöttää wc:n, tuulikaapin, keittiön, kodinhoitohuoneen ja olohuoneen. Ryhmäkeskus syöttää makuuhuoneet, jolloin syöttävien kaapelien mitat pysyvät kohtuullisina. Teknisen tilan patterin sähkösyöttö otetaan teknisen tilan olemassa olevasta pistorasiasta pistotulpalla. Näin voidaan tehdä, koska teknisen tilan patterin teho on pieni ja teknisen tilan pistorasialle ei ole muuta käyttöä. Tällöin säästetään myös pitkältä syöttökaapelin vedolta ja kytkennältä.

Vaatehuoneeseen ja aulaan ei asenneta pattereita, koska ne ovat rakennuksen keskellä. Näillä tiloilla ei ole ulkoseiniä, joten lämmitystehontarve on pieni, eikä pattereita kannata näihin tiloihin asentaa. Tilojen lämmitystehontarve täyttyy

hyvin ympäröivistä tiloista tulevalla lämmöllä. Pesuhuoneessa, saunassa ja suu-remmassa tuulikaapissa on lattialämmityskaapelit, joten niihin ei tarvita erillisiä lämmityspattereita.

Uudet sähkölämmittimet asennetaan ikkunoiden alle noin 100 mm lattiatason yläpuolelle vanhojen vesikiertoisten radiaattorien tilalle. Ikkunan alle asennetulla lämmittimellä saadaan myös pienennettyä ikkunalasin ja ikkunoiden raitisilmakanavien aiheuttamaa kylmän ilman vedon tunnetta. Sähkölämmittimien sijainnit ja niiden suunnitellut sähkönsyötöt pohjakuvassa, liitteessä 3.

Lämmitystehontarvelaskennalla saatiin koko kiinteistön tarvittavaksi tehontarpeeksi 7057 W. Suunnitelmassa kiinteistöön sijoitettavien pattereiden yhteenlaskettu kokonaisteho on 7000 W. Suunniteltujen pattereiden tehontarve jää pienemmäksi kuin laskennallinen tehontarve, mutta lopun tarvittavan lämmitystehontarpeen tuottavat pesutiloissa sekä isoimmassa tuulikaapissa olevat lattialämmityskaapelit sekä ilmalämpöpumppu.

Pattereita valittaessa lämmitystehontarpeen perusteella valitaan aina teholtaan lähimmäksi osuva patteri, joka on kuitenkin vähintään yhtä suuri tai suurempi kuin tilaan tarvittava lämmitysteho. Patterin valinnassa voidaan käyttää myös esteettistä näkemystä, mutta sen on kuitenkin oltava riittävä teholtaan kyseiseen tilaan. Ikkunan alle sijoitettu patteri yleensä ikkunan levyinen tai hieman ikkunaa kaapeampi.

Lämmittimiksi valittiin Purmon valmistamat Yali Digital -mallia olevat sähköpatterit. Ne ovat kaksipaneelisia öljytäytteisiä teräslämmittimiä (kuva 8). Pattereissa on kiinteä digitaalinen termostaatti, jolla voidaan säätää kuhunkin tilaan haluttu lämpötila. Taulukossa 7 on esitetty valitut patterit, niiden tehot ja hintatiedot. [34.]



Kuva 8. Purmon Yali -sähkölämmitin [34].

Taulukko 7. Sähköpattereiden tehontarpeet, uudet patterit ja niiden hintatiedot.

Tila	Laskennallinen tehontarve (W)	Valittu patteri teho (W), koko (mm)	Hinta (eur, sis. alv. 24 %)
Makuuhuone 21,5 m <sup>2</sup>	1240	1250, 500x1300	309
Makuuhuone 19,0 m <sup>2</sup>	1223	1250, 500x1300	309
Makuuhuone 11,0 m <sup>2</sup>	645	1000, 500x1050	289
Olohuone	1260	1500, 300x1600	349
Keittiö	427	1250, 500x1300	309
Kodinhuoltohuone	484	1000, 500x1050	289
WC	70	250, 300x400	229
Tekninen tila	250	250, 300x400	229
Tuulikaappi 2,0 m <sup>2</sup>	161	250, 300x400	229
Tuulikaappi 4,0 m <sup>2</sup>	335	Ei patteria	
Aula + vaatehuone	260	Ei patteria	
Pesuhuone + sauna	702	Ei patteria	
Yhteensä	7057	7000	2541

Purmon valmistamiin sähkölämmittämiin on saatavissa Touch E3 -ohjausjärjestelmä. Ohjausjärjestelmällä voidaan ohjata kunkin patterin toimintaa kosketusnäytöltä. Se mahdollistaa myös lämmittimien säätämisen etäyhteyden avulla, esimerkiksi älypuhelimella. Ohjausyksikkö (Touch E3) yhdistetään lämmittämiin sekä lähiverkkoon langattomasti (kuva 9). Järjestelmällä voidaan myös seurata esimerkiksi sähkölämmittimien sähkönkulutusta ja muuttaa huoneiden lämpötiloja. Touch E3 on yhteensopiva useimpien Purmon lämmittimien kanssa. Laite tarvitsee toimiakseen 230V verkkojännitteen. [35.]



Kuva 9. Lämmityslaitteet ja ohjausjärjestelmä [35].

Kiinteistönomistaja ei kokenut tarpeelliseksi hankkia erillistä ohjausjärjestelmää lämmitysjärjestelmän yhteyteen tässä vaiheessa, vaan halusi minimoida kustannuksia. Ohjausjärjestelmän lisääminen myöhemmin lämmitysjärjestelmään on mahdollista. Touch E3 -ohjausjärjestelmää ei oteta huomioon uuden lämmitysjärjestelmän suunnittelussa ja kustannusarviossa.

#### 4.2.2 Tulisija

Joensuun kaupungin rakennusvalvontaan otettiin yhteyttä tulisijan rakentamiseen liittyvistä lupa-asioista. Tarkastusinsinöörin mukaan pelkän tulisijan rakentaminen/asentaminen ei vaadi luvan hakemista tai ilmoituksen tekemistä rakennusvalvontaan. Lupa-asiat selvitettiin Lupapiste.fi -palvelun kautta. [36.]

Öljykattilan poiston yhteydessä vapautuu savuhormi, jota voidaan hyödyntää uuden tulisijan käyttöön. Olohuoneen tiiliseinään joudutaan tekemään reikä savuhormin kohdalle tulisijan hormiliitosta varten. Tällöin uuden savuhormin rakentamiselta vältytään, eikä rakennuslupaa tarvitse myöskään hakea. Tulisijan perustaa joudutaan vahvistamaan. Uunimestarin mukaan lattian betonilaatasta poistetaan uunin kohdalta lattiavalu sekä lattiavalun alla olevat ”styrox” eristeet soraan saakka. Soran päälle valetaan uusi valu, joka vahvistetaan teräksellä ja siten varmistetaan uunin perustuksen kestävydestä. Uunimestarin mielestä uuden vahvistetun uunin pohjan alle ei tarvitse asentaa erillistä lämpöeristystä. [37.]

Tulisijaksi valikoitui Tulikiven mallistosta Kalla -niminen keraaminen takka (kuva 10). Takka on varaava ja se luovuttaa lämpöä hitaasti. Valintaan vaikuttivat takan tekniset ominaisuudet, ulkonäkö ja muunneltavuus, sillä asiakas voi tilata takan mieleisellään pintamateriaalilla ja haluamansa korkuisena. Takkaa oli saatavilla kolmella eri korkeudella: 1500 mm, 1800 mm ja 2100 mm. Lisäksi takan hyötysuhde koettiin hyvänä ja lisäarvoa tuo paistomahdollisuus takassa. Tulisijatoimittajan asiantuntijana toiminut uunimestari tarkasti kohteen ennen tilausta. Takan täystakuut (laatu- ja toimintatakuu) ovat voimassa vain, jos tulisija on asennettu Tulikiven valtuuttaman uunimestarin toimesta. [38.]



Kuva 10. Tulikivi Kalla V2 [39].

Takan mitat:

- leveys 1000 mm
- syvyys 600 mm
- korkeus 1800 mm
- paino 1210 kg
- tulipesän leveys 440 mm
- tulipesän syvyys 350 mm.

Takan lämpötekniset arvot:

- energialuokka A
- hyötysuhde 75 %
- maksimipuumäärä 12,9 kg
- energiamäärä 44 kWh.

Lämmönluovutusaika prosentteina maksimitehosta (h):

- 4,3 h (100 %)
- 13,0 h (50 %)
- 21,5 h (25 %).

## 5 Vanhan järjestelmän poistaminen käytöstä ja purkaminen

Vanha lämmitysjärjestelmä on purettava ennen uuden järjestelmän asennusta. Kohteen lämmitysjärjestelmän poistamisesta neuvoteltiin putkiasentajan kanssa. [40.]

Alkuperäinen, 3000 litran maanalainen öljysäiliö on poistettu käytöstä ja kaivettu ylös maasta. Kiinteistön teknisessä tilassa oleva öljykattila poistetaan ja lämmitysjärjestelmän putkisto tyhjennetään lämmitysjärjestelmän kiertovedestä. Huonekohtaiset radiaattorit poistetaan, nousuputket leikataan lattiatasoon ja tulpataan huoneista. Putkisto jätetään tarvittaessa avoimeksi teknisestä tilasta, jotta mahdollinen putkiin jäänyt kosteus pääsee haihtumaan pois. Öljykattilan hormiliitos muurataan umpeen teknisen tilan puolelta. Öljykattilan sähköasennukset ja kaapelointi puretaan teknisestä tilasta pääkeskukselle asti.

Radiaattorit ja niiden putket kierrätetään asianmukaisesti, eikä niistä aiheudu kustannuksia. Öljykattila ja poltin ovat täysin toimintakuntoisia, joten kiinteistönomistajat voivat myydä ne halutessaan.

## 6 Uuden lämmitysjärjestelmän kustannukset

### 6.1 Kustannusarvio lämmitysjärjestelmän muutoksesta

Uuden lämmitysjärjestelmän kustannukset muodostuvat vanhan järjestelmän poistosta ja uuden järjestelmän asennus- ja materiaalikustannuksista (taulukko 8). Sähkölämmittimien hintatiedot saatiin Taloon.com -verkkokaupasta [41]. Se osoittautui kilpailukykyiseksi vaihtoehdoksi sähkötarvikkeiden hankintapaikkana. Tulikiven takasta saatiin tarjous Tulikiven myymälästä Joensuusta.

Taulukko 8. Kustannusarvio lämmitysjärjestelmän muutoksesta.

<b>Materiaali/työ</b>	<b>Hinta (eur, sis. alv. 24 %)</b>
Entisen lämmitysjärjestelmän purkutyöt	530
Sähköasennustyöt ja -tarvikkeet	950
Huonekohtaiset sähkölämmittimet eli patterit (9 kpl)	2 541
Tulisija ja sen asennustyö	4 890
Tulisijan perustusten vahvistaminen	250
<b>Yhteensä</b>	<b>9 161</b>

Kotitalousvähennystä voi saada kotitaloustyöstä, jota teetätetään ulkopuolisella yrityksellä kotona tai vapaa-ajan asunnossa. Kotitalousvähennyksen piiriin kuuluvia töitä ovat esimerkiksi lastenhoito, siivous, tietotekniikkalaitteiden asennus ja asunnon remontointi. Kotitalousvähennystä voi enimmillään saada 2400 euroa vuodessa, vähennyksen omavastuu on 100 euroa. Kotitalousvähennys on henkilökohtainen, joten yhdessä puolison kanssa vähennystä voi saada 4800 euroa. Vähennystä ei saa rakennusmateriaaleista eikä tarvikkeista. [42.]

## 6.2 Uuden lämmitysjärjestelmän vaikutus energiankulutukseen

Vanhalla lämmitysjärjestelmällä kokonaissähkön vuosikulutus oli 16778 kWh vuonna 2017. Keskuslämmitysjärjestelmän hyötysuhde eristämättömillä jakojohdoilla on 0,85 ja suorasähkölämmittimillä 0,95 [25].

Lämmitykseen käytetyn energian osuus kokonaisenergiankulutuksesta on:

- määräysten mukaisessa talossa noin 55 %
- matalaenergiatalossa noin 50 %
- passiivitalossa noin 40 % [43].

Alla on laskettu lämmitykseen kulunut energiamäärä vanhalla lämmitysjärjestelmällä sekä arvio energiamäärän kulutuksesta uudella lämmitysjärjestelmällä. Lisäksi on laskettu uudella lämmitysjärjestelmällä saatava vuotuinen energiansäästö verrattuna vanhaan järjestelmään.

Lämmitykseen kulunut energia vanhalla järjestelmällä 55 %:n perusteella  
 $16778 \text{ kWh} \times 0,55 = 9228 \text{ kWh}$ .

Huonetilojen lämpimänä pitämiseen tarvittava energiamäärä 0,85 hyötysuhteella  
 $9228 \text{ kWh} \times 0,85 = 7844 \text{ kWh}$ .

Lämmitykseen kuluva energia uudella lämmitysjärjestelmällä ( $Z_{\text{uusi energia}}$ ) 0,95 hyötysuhteella:

$$0,95 \times Z_{\text{uusi energia}} = 7844 \text{ kWh}$$

$$Z_{\text{uusi energia}} = 7844 \text{ kWh} / 0,95 = 8257 \text{ kWh}.$$

Vuotuinen energiansäästö uudella lämmitysjärjestelmällä, mikäli tulisijaa ei käytettäisi  $9228 \text{ kWh} - 8257 \text{ kWh} = 971 \text{ kWh}$ .

Vuotuinen energiansäästö prosentteina uudella lämmitysjärjestelmällä, mikäli tulisijaa ei käytetä  $971 \text{ kWh} / 9228 \text{ kWh} \times 100 \% = 11 \%$ .

Varaavalla takalla voi VTT:n toteuttaman Lämpö ja tulisija -tutkimuksen mukaan tuottaa jopa puolet pientalon tarvitsemasta lämmöstä. Tällöin kohdekiinteistön tarvitsema sähköenergian määrä puolittuu eli on 4129 kWh (8257 kWh / 2). [44.]

Huonetilojen lämmitykseen kustannuksia laskettiin sähkön kokonaishinnan ollessa 12,13 snt/kWh. Laskelmat tehtiin vuositasolla. Huonetilojen lämmityksen kustannukset vanhalla järjestelmällä olivat 1119,36 euroa (9228 kWh x 12,13 snt).

Arvioitu vuotuinen lämmityskustannus uudella lämmitysjärjestelmällä ilman tulisijan vaikutusta on 1001,57 euroa (8257 kWh x 12,13 snt). Kun tulisijasta saatava maksimihyöty otetaan huomioon, jolloin arvioidaan puolet kiinteistön energiakulutuksesta tulisijan tuottamaksi, on arvioitu sähkön osuus lämmityskustannuksista uudella järjestelmällä 500,78 euroa (4129 kWh x 12,13 snt). Maksimisäästö uudella lämmitysjärjestelmällä vanhaan verrattuna olisi vuodessa 618,58 euroa (1119,36 eur - 500,78 eur). Uudella lämmitysjärjestelmällä voidaan säästää yli 600 euroa vuodessa, jos tulisijan käytölle ei lasketa käyttökuluja.

## 7 Pohdinta

Lämmitysjärjestelmämuutoksen todellinen vaikutus kiinteistön energiakulutukseen saadaan selville vasta vuoden tarkastelujakson kuluttua muutoksesta. Vertailun onnistumisen edellytyksenä on, että kulutustottumukset pysyvät samoina vertailtavina vuosina.

Tulisijan toiminnan varmistamiseksi suosittelisin lisäämään korvausilman määrää olohuoneessa. Tulisija tarvitsee riittävästi korvausilmaa toimiakseen, joten olohuoneeseen olisi hyvä asentaa ikkunan raitisilmaventtiin lisäksi toinen ulkoilmaventtiili. Tulisijalle tarvittava palamisilma on varmistettava, jotta se syttyy ongelmitta eikä palamisesta tule savukaasuja sisälle. Kiinteistön painovoimaisen ilmanvaihdon vuoksi poistoilmakanavat saattavat alkaa toimimaan väärinpäin, kun tulisijaa käytetään. Tällöin esimerkiksi wc:n poistoilmakanavasta voi tulla ilman sisääntulokanava.

Automaation lisääminen lämmitysjärjestelmän ohjaamiseen mahdollistaisi säästöjä energiakulutuksessa. Suunnitelmallisella ohjauksella energiankulutusta voitaisiin säätää sen mukaan, ollaanko tiloissa paikalla tai poissa. Tiloista poissa ollessa huonelämpötilat voivat olla alhaisemmat, jolloin energiaa säästyy. Lämmitysjärjestelmää voidaan automatisoida tulevaisuudessa asiakkaan niin halutessa esimerkiksi Purmon Touch E3 -ohjausjärjestelmällä.

Kiinteistön sähköasennukset tulisi kokonaisuudessaan dokumentoida. Olisi hyvä, että kiinteistön sähköasennuksista piirrettäisiin ajantasaiset sähköpiirustukset. Piirustusten puuttuminen hankaloittaa muutostöitä ja mahdollisia viankorjauksia merkittävästi.

Kiinteistöllä ei ole olemassa laadittua energiatodistusta eikä E-lukua. Tulevaisuudessa kiinteistölle pitäisi laskea E-luku ja tehdä energiatodistus. Energiatodistus vaaditaan kiinteistöä myytäessä tai vuokrattaessa.

## Lähteet

1. Talotekniikkateollisuus ry. Talotekniikkaopas. 2015. [http://talotekniikka.teknologiateollisuus.fi/sites/lvi-talotekniikka/files/file\\_attachments/Talotekniikkaopas%202015\\_p%C3%A4ivitetty.pdf](http://talotekniikka.teknologiateollisuus.fi/sites/lvi-talotekniikka/files/file_attachments/Talotekniikkaopas%202015_p%C3%A4ivitetty.pdf). 23.2.2018.
2. Motiva Oy. Pientalon lämmitysjärjestelmät. 2017. [https://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon\\_lammitysjarjestelmat.pdf](https://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon_lammitysjarjestelmat.pdf). 25.2.2018.
3. Uponor Suomi Oy. Lämmitysjärjestelmän päivitys tuo monia etuja. 2018. [https://www.uponor.fi/uponor\\_koti/remontoija/lammitysremontti](https://www.uponor.fi/uponor_koti/remontoija/lammitysremontti). 18.2.2018.
4. Lviturva Group Oy. Lämmitysremontti kannattaa tehdä ajoissa. 2015. <https://www.lviturva.fi/blogi/putkiremontti-lammitysremontti-kannattaa-tehda-ajoissa/>. 18.2.2018.
5. Motiva Oy. Öljylämmittäjän huolto- ja ylläpitovinkit. 2017. [https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/remontoi\\_ja\\_huolla/oljylammittajalle](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/remontoi_ja_huolla/oljylammittajalle). 25.2.2018.
6. Suomen Kiinteistölehti. Korjausrakentamisen energiamääräykset. 2017. <https://www.kiinteistolehti.fi/korjausrakentamisen-energiamaaraykset/>. 25.2.2018.
7. Ympäristöministeriö. Energiatehokkuus huomioon luvanvaraisessa korjausrakentamisessa. 2013. [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/energiatehokkuus\\_huomioon\\_luvanvaraisess\(3871\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/energiatehokkuus_huomioon_luvanvaraisess(3871)). 18.4.2018.
8. Joensuun kaupunki. Rakennuslupa. 2013. <http://www.joensuu.fi/rakennuslupa>. 18.4.2018.
9. Freemium Media Oy. Talojen lämmittäminen. 2008. <https://www.suomela.fi/Tutkimukset--tilastot/Tutkimukset--raportit-1/Talojen-lammittaminen-43664>. 14.4.2018.
10. Pientaloteollisuus PTT ry. Uusien omakotitalojen lämmitysenergiavalinnat. 2016. [http://www.pientaloteollisuus.fi/fin/tutkittua\\_tietoa/energia\\_ja\\_ymparisto/lammitysenergia/](http://www.pientaloteollisuus.fi/fin/tutkittua_tietoa/energia_ja_ymparisto/lammitysenergia/) 22.4.2018.
11. Rakennustutkimus RTS Oy. Lämmityslaitteiden valinta ja huollon helppous. 2016. <https://www.suomirakentaa.fi/korjaaja/laemmitys/laemmitysjaerjestelmaen-valinta>. 6.5.2018.
12. Energiateollisuus ry. Kaukolämmön suosio jatkaa kasvua. 2016. <http://www.energiuutiset.fi/uutiset/kaukolammon-suosio-jatkaa-kasvua.html>. 18.2.2018.
13. Ahvenniemi, H. Tulevaisuuden kaukolämpöasuinalueen energiaratkaisut (TUKALEN). 2014. [http://www.vtt.fi/Documents/7\\_Tukalen\\_palvelumallit.pdf#search=l%C3%A4mmitysjarjestelmaen\\_valinta](http://www.vtt.fi/Documents/7_Tukalen_palvelumallit.pdf#search=l%C3%A4mmitysjarjestelmaen_valinta). 15.3.2018.
14. Öljyalan Palvelukeskus Oy. Öljylämmityksen käyttökustannukset. 2016. <http://www.oljylammitys.fi/kustannukset/oljylammituksen-kayttokustannukset>. 15.4.2018.
15. RPT Docu Oy. Uusiutuva energia öljyn rinnalle. 2018. Rakenna Oikein lehti. 18.4.2018.
16. Kymppivoima. Alueesi parhaat polttopuut. 2018. <http://mottinetti.fi/haku/>. 25.5.2018.
17. Hyytiäinen, H. 2000. Pientalon tulisijat. Tampere: Rakennustieto Oy.
18. Motiva Oy. Sähkölämmitys. 2017. [http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan\\_suunnittelu/lammitys/sahkolammitys](http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/sahkolammitys). 15.4.2018.

19. Motiva Oy. Ilmalämpöpumppu tukilämmityslähteenä. 2017. [http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan\\_suunnittelu/lammitys/ilmalampo\\_ ja\\_maalampopumput/ilmalampopumppu\\_tukilammityslahteena](http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/ilmalampo_ ja_maalampopumput/ilmalampopumppu_tukilammityslahteena). 15.4.2018.
20. Rakennustieto Oy. Lämpöpumput. LVI 11-10332.
21. Motiva Oy. Hanki hallitusti maalämpöjärjestelmä. 2011. [https://www.motiva.fi/files/4764/Hanki\\_hallitusti\\_maalampojarjestelma.pdf](https://www.motiva.fi/files/4764/Hanki_hallitusti_maalampojarjestelma.pdf). 14.5.2018.
22. Rakennustieto Oy. 2007. Rakennusten lämmitysjärjestelmät. Tampere: Rakennustieto Oy.
23. Rakennustutkimus RTS Oy. Lämmitysremontissa hybridilämmitys on järkevä. 2015. <https://www.suomirakentaa.fi/korjaaja/laemmitys/lammitysremontissa-hybridilammitys-on-jarkeva>. 28.5.2018.
24. Alakangas, E., Erkkilä, A. & Oravainen, H. Tehokas ja ympäristöä säästävä tulisijalämmitys, polttopuun tuotanto ja käyttö. 2008. <https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2008/VTT-R-10553-08.pdf>. 28.5.2018
25. Ympäristöministeriö. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehon tarpeen laskenta, ohjeet, 2018. 2018. [http://www.ymparisto.fi/FI/Maan- kaytto\\_ ja\\_ rakentaminen/Lainsaadanto\\_ ja\\_ ohjeet/Rakentamismaarayskoelma/Energiatehokkuus](http://www.ymparisto.fi/FI/Maan- kaytto_ ja_ rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ ohjeet/Rakentamismaarayskoelma/Energiatehokkuus). 14.5.2018.
26. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017.
27. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energistodistuksesta 1048/2017.
28. Motiva Oy. Milloin energiatodistus tarvitaan ja milloin energiatodistusta ei tarvita?. 2018. <http://energiatodistus.motiva.fi/mika-on-energiatodistus/milloinvaaditaan/>. 29.5.2018.
29. Vuolle, M. 2018. Uudistunut energiatodistusasetus. Luentomateriaali Equa Simulation Finland Oy.
30. Laki rakennuksen energiatodistuksesta 18.1.2013/50.
31. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. OmaPKS-palvelu. 2018. <https://oma.pks.fi/eServices/Online/IndexNoAuth>. 15.4.2018.
32. Skaala Ikkunat ja Ovet Oy. Skaala ikkunat ja ovet -esite. 2011.
33. Ympäristöministeriö. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto Määräykset ja ohjeet 2003. 2003. <https://www.finlex.fi/data/normit/1921/D2s.pdf>. 8.5.2018.
34. Rettig Lämpö Oy. Öljytäytteiset lämmittimet Yali Digital. 2016. <http://www.purmo.com/fi/tuotteet/sahkolammitimet/oljytaytteiset-lammitimet/yali-digital.htm>. 12.4.2018.
35. Rettig Lämpö Oy. Ohjausjärjestelmä Touch E3 ohjausjärjestelmä. 2016. <http://www.purmo.com/fi/tuotteet/sahkolammitimet/ohjausjarjestelma/touch-e3-ohjausjarjestelma.htm>. 8.5.2018.
36. Pykäläinen, M. 2018. Neuvontapyyntö: takan ja savuhormin rakentaminen. Lupapiste.fi-palvelu, Hiltunen, T. 12.3.2018.
37. Eronen, E. 2018. Uunimestari. Tulikivi Oy. Haastattelu. 9.5.2018.
38. Tulikivi Oyj. Takuuehdot. 2017. <http://www.tulikivi.com/www/tkortti.nsf/TakuukorttiFI?OpenForm>. 30.4.2018.
39. Tulikivi Oyj. Takkamallisto. 2017. <http://www.tulikivi.fi/tuotteet/takkamallisto>. 30.4.2018.
40. Puhakka, M. 2018. Putkiasentaja. Suomen LVIS-Huolto Oy. Haastattelu. 21.5.2018.
41. Taloon Yhtiöt Oy. Öljytäytteiset sähköpatterit. 2018. <https://www.taloon.com/oljytaytteiset-sahkopatterit/14430/dg>. 12.4.2018.

42. Verohallinto. Kotitalousvähennys. 2018. <https://www.vero.fi/henkiloasiakkaat/verokortti-ja-veroilmoitus/tulot-ja-vahennykset/kotitalousvahennys/>. 29.5.2018.
43. Motiva Oy. Mihin energiaa kuluu. 2016. [http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/hyva\\_tietaa/mihin\\_energiaa\\_kuluu](http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/hyva_tietaa/mihin_energiaa_kuluu). 24.5.2018.
44. Tuomaala, P., Laitinen, A. & Virtanen, M. Tulisijojen lämmönluovutus ja hyötysuhteet erilaisissa käyttötapauksissa. 2014. <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2014/T191.pdf>. 24.5.2018.

## **Liitteet**

Liite 1 Tilojen projektitiedot Cads Planner -suunnitteluohjelmassa

Liite 2 Pohjakuva, lämpöhäviöt

Liite 3 Taulukko, lämpöhäviöraportti

Liite 4 Pohjakuva, uudet lämmityslaiteet

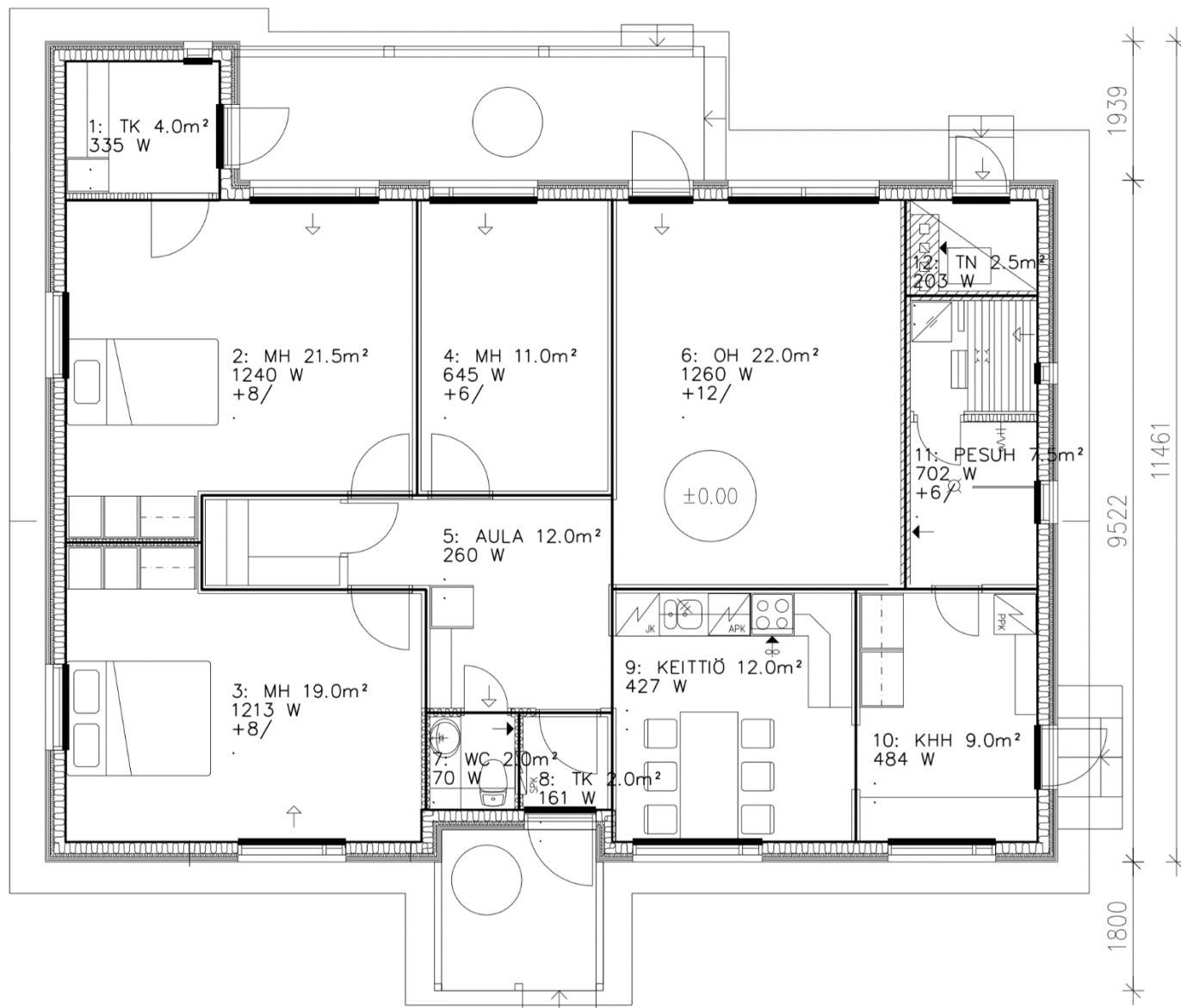
Rakenteet, oletusarvot		
Seinä:	US_pajupilli (Ulkoseinä ; 300.2 ; 0.185) ▾	Seinät...
Ikkuna:	IKKUNA1 (0.82) ▾	Ikkunat...
Ovi:	OVI1 (1.0) ▾	Ovet...
Alapohja:	AP_pajupilli (Maanvarainen ; 0.413) ▾	Alapohjat...
Yläpohja:	YP_pajupilli (Ulkoilmaa vasten ; 265.5 ; 0.156) ▾	Yläpohjat...
Kattoikkuna:	KI1 (1.0) ▾	Kattoikkunat...

Lämpöhyviölisätiedot		
Ulkolämpötila:	III Jyväskylä-Luonetjärvi, -32°C ▾	-32 °C
Vuoden keskimääräinen ulkoilman lämpötila:		3.2 °C
Vuotoilmakerroin:	VI1 (0.16) ▾	Kertoimet...
Tuloilman lämpötila:	TI_OMA (-32) ▾	Lämpötilat...

Seinien esitystapa
<input checked="" type="checkbox"/> Esitä ulkoseinät ja hirsiseinät leveällä viivalla



LÄMPÖHÄVIÖRAPORTTI								
Päiväys:	23.03.2018 (11: 35: 03)							
N: o	TILA	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	Kerroin	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>3</sup>	W	Kerros
1	TK	4.0	10.5	1.0	83.7	31.9	335	1
2	MH	21.5	53.5	1.0	51.8	20.8	1240	1
3	MH	19.0	47.0	1.0	57.3	23.1	1213	1
4	MH	11.0	28.0	1.0	58.6	23.0	645	1
5	AULA	12.0	30.0	1.0	21.7	8.7	260	1
6	OH	22.0	55.5	1.0	57.3	22.7	1260	1
7	WC	2.0	4.5	1.0	35.0	15.6	70	1
8	TK	2.0	4.5	1.0	80.5	35.8	161	1
9	KEITTIÖ	12.0	30.0	1.0	36.2	14.5	427	1
10	KHH	9.0	22.5	1.0	53.8	21.5	484	1
11	PESUH	7.5	19.0	1.0	93.6	36.9	702	1
12	TN	2.5	6.0	1.0	81.2	33.8	203	1
YHTEENSÄ		124.5	311.0		54.3	21.7	7057	

