

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Energia- ja polttomoottoritekniikka

2016

Sami Harjula

OMAKOTITALON ENERGIANSÄÄSTÖ- SUUNNITELMA

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka | Energia- ja polttomoottoritekniikka

2016 | 33

Tommi Paanu

Sami Harjula

OMAKOTITALON ENERGIANSÄÄSTÖSUUNNITELMA

Opinnäytetyössä haettiin sopivaa ratkaisua vanhan omakotitalon energiansäästöön. Työssä kuvailtiin ensin talon nykytilanne ja kartoitettiin heikot kohdat energiankulutuksen kannalta. Aluksi tutkittiin talon rakennetta ja eristysteknisiä ominaisuuksia, sekä selvitettiin talon energiankulutusarvot.

Toisena osa-alueena käsiteltiin keinoja, joilla energiaa voitaisiin mahdollisesti säästää. Talon nykyiselle öljykeskuslämmitykselle mietittiin taloudellisempia vaihtoehtoja. Näistä tavoista jotkin, kuten maalämpö ja aurinkokeräimien käyttö, suljettiin pois liian suurten hankintakustannusten takia jo alkuvaiheessa. Jäljelle jäivät lisälämmitykseksi asennettava ilmalämpöpumppu, ilmanvaihtojärjestelmän parantaminen sekä hybridilämmitys.

Vaihtoehtojen kartoituksen jälkeen tehtiin toteutussuunnitelma kohteeseen. Energiaa tuhlaavien ominaisuuksien, kuten huonon eristystason ja lämpöä hukkaavan ilmanvaihdon parantamista varten tehtiin suunnitelma ja toteutuksien kustannukset ja takaisinmaksuajat laskettiin.

Työ vaati laaja-alaista tarkastelua erilaisiin järjestelmiin ja ymmärtämystä niiden toiminnasta. Lopulta työ sujui hyvin ja kohdetaloon löydettiin sopivat ratkaisut.

ASIASANAT:

Energiaremontti, lämmöneristys, lämpöpumppu, lämmöntalteenotto, öljypoltin

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical Engineering | Energy and Combustion Engine Technology

2016 | 33

Tommi Paanu

Sami Harjula

ENERGY SAVINGS PLAN FOR DETACHED HOUSE

The objective of the thesis was to find a good solution for saving energy in an old detached house. Firstly, the present stage of the house was checked and the weak points related to the energy consumption of the house were mapped. The structure and the insulation properties were inspected and the energy consumption values were clarified.

Secondly, the possible ways to save energy were studied. More economical ways of heating the house than oil-fueled central heating were considered. Some of these solutions were considered too expensive, such as geothermal heat pump and solar thermal collectors so they were excluded from the list of options already in the beginning. As a result, the potential heating systems in this case included an additional air- to- air heat pump, an air- ventilation system modification and a hybrid heating system.

After mapping the options, a site planning scheme was made. The scheme was made to improve the properties of insulation and air ventilation. The costs and payback time of the planned solutions were calculated.

The task demanded a wide ranged approach to different kinds of systems and understanding of their operations. Finally, the task was carried out well and a proper solution was found.

KEYWORDS:

Energy renovation, thermal insulation, heat pump, heat recovery ventilation, oil burner

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 OMAKOTITALON NYKYTILANNE	7
2.1 Kohteen eristystekniset ominaisuudet	7
2.2 Kohteen lämmitysjärjestelmät	8
2.3 Lämpökamerakuvaus kohteessa	8
2.4 Kohteen energiankulutus	12
3 MENETELMÄT ENERGIANSÄÄSTÖÖN	14
3.1 Ilmalämpöpumppu lisälämmönlähteenä	15
3.2 Ilmanvaihtokone ja kanavisto	17
3.3 Hybridilämmitysjärjestelmä	18
4 TOTEUTUSSUUNNITELMA KOHTEESEEN	22
4.1 Eristysten parantaminen	22
4.2 Ilmalämpöpumpun asennus	23
4.3 Ilmanvaihtokoneen ja kanaviston asennus	24
4.4 Hybrid Oil -järjestelmä	25
5 YHTEENVETO JA LOPPUSANAT	26
5.1 Yhteenveto	26
5.2 Kritiikki	27
5.3 Loppusanat	27
LÄHTEET	28

LIITTEET

- Liite 1. Nykyiset seinä- ja lattiarakenteet
- Liite 2. Korjaussuunnitelma eristykseen
- Liite 3. Pohjapiirustus
- Liite 4. LVI-suunnitelma
- Liite 5. Eristyksien ja ilmanvaihdon kustannukset

KUVAT

Kuva 1. Lämpökamerakuva esimerkki.	9
Kuva 2. Alakerran oven yläreuna.	10
Kuva 3. Alakerran oven alareuna.	10
Kuva 4. Alakerran ikkuna.	10
Kuva 5. Asuinkerroksen komero.	11
Kuva 6. Asuinkerroksen parvekkeen ovi.	11
Kuva 7. Atlantic Alfea Hybrid Oil (Atlantic 2016, Hybrid Oil esite).	19
Kuva 8. Hybrid Oil lämmityspiirit (Atlantic 2016, Hybrid Oil esite).	20

TAULUKOT

Taulukko 1. Kohteen sähkön -ja öljynkulutus.	12
--	----

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Kaarinassa sijaitsevaan omakotitaloon, ja se oli rahallisesti voittoa tuottamaton ja palkaton projekti. Talo on 1950-luvulla rakennettu rintamamiestalo, jonka omistaja piti tarpeellisenä tehdä energiansäästösuunnitelman korkean energiankulutuksen vuoksi.

Energiankulutus on yleensä suuri kustannuserä jokaiselle vanhassa omakotitalossa asuvalle perheelle. Erityisesti vanhoissa omataloissa rahaa kuluu ylläpitoon todella paljon ja siksi on viisasta miettiä, miten näitä kustannuksia pystyttäisiin pienentämään. Remontoimalla vanha talo energiatehokkaammaksi voidaan saada suuriakin säästöjä aikaiseksi ja myös talon ympäristöystävällisyys yleensä paranee siinä samalla.

Energiaremontteja on Suomessa tehty vanhoihin taloihin paljon ja kokemuksia ja mielipiteitä asiasta löytyy paljon. Tämä luo sopivan energiansäästömenetelmän löytämiseen haastetta, sillä säästömenetelmiä on monia erilaisia ja eri hintaisia. On kuitenkin tärkeää löytää juuri se sopiva ratkaisu. Siksi on keskityttävä yksityiskohtaisesti juuri siihen rakennukseen, johon remontti ollaan tekemässä.

Työn tavoitteena on talon energiatehokkuuden parantamisen suunnitteleminen ja kustannuksiltaan edulliseen, mutta tehokkaaseen ratkaisuun pääseminen. Kartoittamalla talon nykyiset heikot kohdat ja käytössä olevat järjestelmät, saadaan kuva siitä, mitä mahdollisia menetelmiä talossa voidaan käyttää ja mistä olisi hyvä aloittaa, kun parannetaan talon energiatehokkuutta. Työssä keskitytään pääasiallisesti talon lämmitysjärjestelmän uusimiseen vaihtoehtoisilla järjestelmillä. Tavoitteena on myös etsiä energiaa tuhlaavat kohdat ja löytää niihin ratkaisut.

2 OMAKOTITALON NYKYTILANNE

1950-luvulla rakennettuun rintamamiestalon teknilliset ominaisuudet eivät ole nykyisten energianormien mukaisesti rakennettujen talojen tasoa. Tämä huomataan talon energian kulutuksessa ja sitä kautta ylläpitokustannuksissa. Eristys vanhoissa taloissa on huomattavasti heikompaa ja lämpöä pääsee poistumaan ilmanvaihdon lisäksi myös seinien läpi ja yläpohjan kautta.

2.1 Kohteen eristystekniset ominaisuudet

Talon rakenne käytiin silmämääräisesti läpi, mutta talon omistaja antoi tarkemmat tiedot talon rakenteista ja muutoksista, joita taloon on tehty.

Talossa on suurimmaksi osaa perinteinen purueristys, jota käytettiin paljon 1950-luvulla rakennetuissa rintamamiestaloissa. Purueristyksen paksuus on seinärakenteessa 100 mm, välipohjissa noin 400 mm ja yläpohjassa vain noin 250 mm. Sisäpuolella on vaakalaudoitus, jonka päälle on paikasta riippuen asennettu joko kipsi- tai lastulevy. Ulkopuolella on vinolaudoitus, jonka päällä on pystyлаudoitus, joka on alkujaan toiminut ulkokuorauksena. Myöhemmin pystyлаudoituksen päälle on asennettu 25 mm tuulensuojalevy ja sen päälle 20 mm laudoista pystykoolaus ja ulkoseinäpaneeli. Vinttikomeroissa ei ole minkäänlaista eristystä talon ulkovaipan puolella. (Liite 1.)

Alapohjassa perusmaan päällä on 50–100 mm hiekkaa, jonka päälle on valettu 50–70 mm lattiabetonia. Alakerran lattia hohkaa kylmää jonkin verran sen rakenteen takia. Mukavuutta tuo lattiaan ja portaisiin asennettu niin sanottu terassimatto. Alakerran saunaosastoon on 2000-luvun alussa uusittu lattiat siten, että vanha betoni on purettu pois ja lattiaa on vähän syvennetty. Maata vasten on lisätty 50 mm uretaanilevyeriste, ja pintalattian betonivaluun on asennettu vesikiertoinen lattialämmitys. Kaikki asuinkerrosten ikkunat on uusittu 1990-luvun lopulla, ja niiden osalta eristystaso on hyvä. (Liite 1.)

2.2 Kohteen lämmitysjärjestelmät

Talossa on öljyllä toimiva keskuslämmitys, jota tukee lämmityskattilassa lisävarusteena oleva 4,5 kW sähkövastus. Lämpö jakautuu taloon vesikiertoisen patterijärjestelmän avulla, jossa lämmityskaudella kiertää noin 70 °C:n vesi. Patterien lämpötilaa säädetään huonekohtaisesti patteritermostaateilla. Lisäksi jälkeinpäin on asennettu kaksi vesikiertoista lattialämmitystä: toinen alakerran saunatiloihin ja toinen taloon rakennettuun lisäsiipeen. Lisäsiivessä sijaitsevat eteinen, WC, suihku ja pieni sauna. Lattialämmitykset on erotettu oman ulkoilman lämpötilan mukaan toimivan säätimensä ja kierto-vesipumpun avulla patterijärjestelmästä, koska lattialämmitys vaatii matalamman kiertoveden lämpötilan.

Kattilassa sähkövastus kytkeytyy päälle vasta, kun lämpötila laskee alle asetellun noin 60 °C, mikä käytännössä tarkoittaa, että silloin öljypoltin on jonkin häiriön tai öljyn loppumisen takia sammunut. Vastuksen teho riittää leudommilla keleillä talon lämmitykseen, kunhan käyttöveden kulutus pysyy kohtuullisena. Varsinkin kovilla pakkasilla se suojaa myös jäätymisvaurioilta, jos asukkaat ovat poissa.

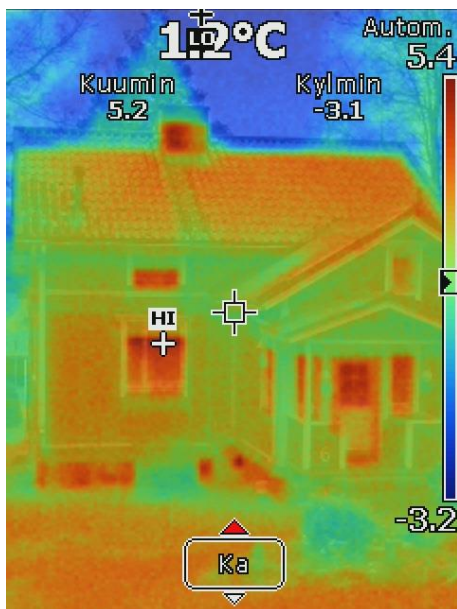
Alkujaan tämän tyyppisissä taloissa oli kaikissa huoneissa tulisijat ja poistoilmahormit, ja ilmanvaihto toimi painovoimaisesti. Nyt hormipoisto on enää alakerran saunatiloissa. Asuinkerroksessa ilmanpoisto on toteutettu keittiössä liesituulettimella ja WC:ssä ja pesuhuoneessa huippuimurilla. Yläkerrassa ei ole tällä hetkellä minkäänlaista rakennettua ilmanvaihtoa. Sisäilman laatu pysyy silti kohtuullisena hyvän ulkoilman laadun ja talon hengittävän rakenteen takia. Kaikki talosta poistuva lämmin ilma menee nyt hukkaan. Korvausilma saadaan esimerkiksi ovien raoista ja rakenteiden läpi, koska minkäänlaisia korvausilmaventtiileitä ei ole.

2.3 Lämpökamerakuvaus kohteessa

Talon kuvaus tehtiin Fluken lämpökameralla Ti125. Tutustumalla lämpökameran käyttöohjeisiin ja saatuun koulutusmateriaaliin varmistuttiin siitä, että tulokset olisivat realistisia ja osattaisiin ottaa huomioon mahdolliset virheet kuvauksessa. Tällaisia virheitä saattavat olla esimerkiksi kuvattavissa pinnoissa näkyvät heijastukset, jotka antavat väärän tuloksen. (Fluke 2012).

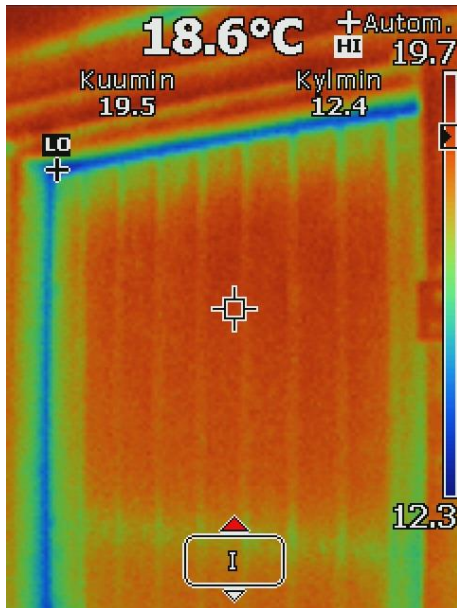
Kameraan perehtymisen jälkeen kuvaus suoritettiin käytännössä käymällä koko talo läpi kameralla kuvaten. Näin kartoitettiin ongelmakohtat, joista kylmää ilmaa pääsee vuotamaan sisään, ja otettiin niistä kuvat lämpökameralla. Kuvaukset suoritettiin aamupäivällä 26. huhtikuuta 2016 ulkolämpötilan ollessa noin 3 °C.

Kohdetalo näkyy kuvassa 1. Lämpökameralla otetusta kuvasta käy ilmi kuvassa olevan alueen kuumin ja kylmin kohta. Kamera merkitsee kuvaan automaattisesti kuumimman (HI) ja kylmimmän (LO) kohdan. Näiden pisteiden lämpötilat on merkitty kuvan yläosaan. Kuvan ylälaidassa suuremmalla fontilla oleva asteluku kertoo keskitähtäimen kohdassa olevan lämpötilan. Tähtäintä kuvaava indikaattori liikkuu lämpötilan mukaan väriskaalassa, joka on nähtävissä kuvan oikeassa laidassa. Keskellä alareunaa on kerrottu, mihin ilmansuuntaan kuva on otettu (Fluke 2012).

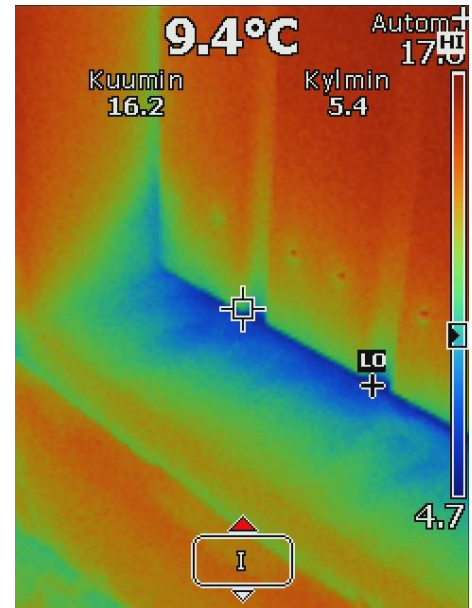


Kuva 1. Lämpökamerakuva esimerkki.

Alakerran ulko-oven eristys on melko huono ja kylmää pääsee sisään jonkin verran oven raoista (kuvat 2 ja 3).

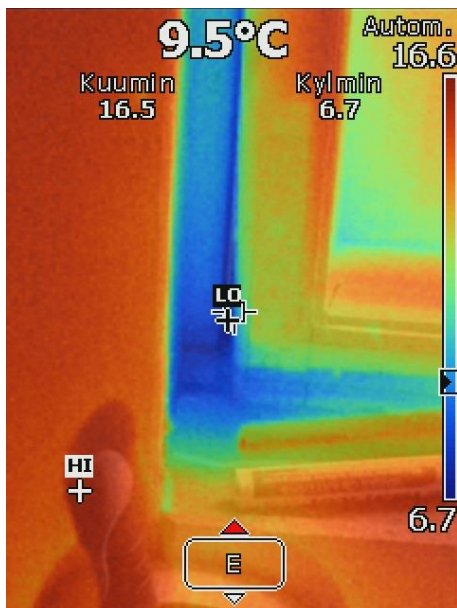


Kuva 2. Alakerran oven yläreuna.



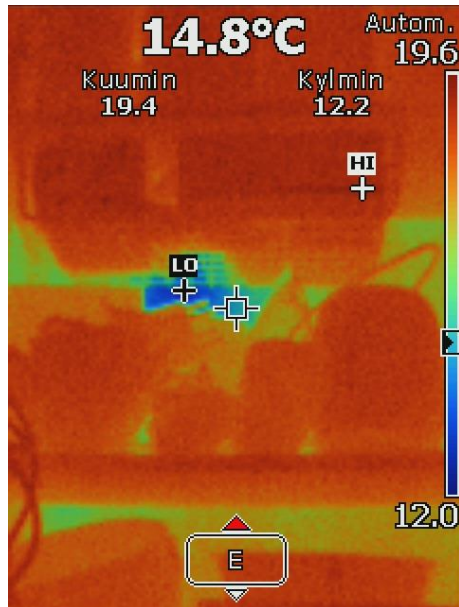
Kuva 3. Alakerran oven alareuna.

Alakerran kahden ikkunan karmit ovat vuosien saatossa tulleet hieman väljiksi, joten välistä pääsee virtaamaan korvausilmaa taloon (kuva 4).



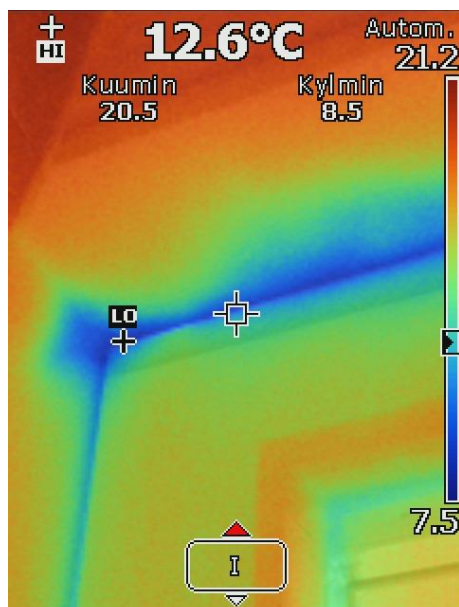
Kuva 4. Alakerran ikkuna.

Pääasuin kerroksen eli keskikerroksen keittiön komerosta kuvaamalla voidaan huomata selkeä kylmä kohta takaseinässä (kuva 5). Komerossa on aikoinaan ollut ilmanvaihtoventtiili suoraan ulos. Sen tiivistäminen on jäänyt puutteelliseksi ja esimerkiksi tästä tulee korvausilmaa taloon.



Kuva 5. Asuin kerroksen komero.

Asuin kerroksen parvekkeen oven tiivisteiden välistä tulee huomattavasti korvausilmaa taloon (kuva 6). Myös muualta kuten pääoven tiivisteiden välistä pääsee korvausilmaa.



Kuva 6. Asuin kerroksen parvekkeen ovi.

2.4 Kohteen energiankulutus

Talon ja käyttöveden lämmitykseen kuluu vuositasolla keskimäärin 10360 kWh sähköä ja noin 2150 l öljyä (Taulukko 1.). Kulutus vaihtelee lämmitystarpeen ja lämpimän käyttöveden kulutuksen mukaan riippuen lähinnä talven kylmyydestä ja asukkaiden määrästä. Lämmityskustannuksien suuruus on vahvasti riippuvainen sähkön ja öljyn hinnasta. Kylmään aikaan voidaan kulutusta kuitenkin hieman hillitä lämmittämällä alakeran puulämmitteistä saunaa ja myös keskikerroksen takkaa useammin.

Taulukko 1. Kohteen sähkön- ja öljynkulutus.

Kulutustaulukko		
Vuosi	sähkö(kWh)	öljy (l)
2006	6429	3192
2007	10385	2526
2008	12655	1501
2009	14838	2000
2010	13013	1890
2011	9727	2391
2012	11187	1960
2013	9432	1997
2014	8822	1982
2015	7120	2019
keskiarvo	10361	2146

Tämän työn sähkön hintana S_h käytettiin energiaviraston laskurin antamaa summaa 0,125 €/kWh. Lämmitysöljyn hintana L_h käytettiin Neste Oyj:n laskurin antamaa arvoa 0,76 €/l, mikä vastaa n. 0,076 €/kWh öljyn energia-arvon ollessa noin 10 kWh/l. (Motiva Oy 2010. Lämpöarvot.)

Näillä hinnoilla ja keskiarvokulutuksilla laskettuna kokonaisenergian E_{kok} määräksi vuodessa saadaan yhteensä 31860 kWh/a.

Energiakustannukset vuodessa ovat yhteensä 2930 €/a.

Suuri osa myös sähkön kulutuksesta menee talon lämmitykseen, ja siksi on mahdotonta tarkasti laskea, kuinka paljon kuluu muuhun. Takaisinmaksuaikojen laskennassa käytetään keskimääräistä energian hintaa E_h sähkön ja öljyn kulutuksen suhteessa 1:2, jolloin laskukaavaksi saadaan:

$$E_h = \frac{1 \times S_h + 2 \times L_h}{3}$$

Keskimääräiseksi energian hinnaksi saadaan tällöin 0,092 €/kWh.

3 MENETELMÄT ENERGIANSAÄSTÖÖN

Energiansäästösuunnitelmaa tehtäessä on tärkeää vertailla erilaisia menetelmiä ja harvita, miten ne soveltuvat kohteen erityispiirteisiin. On huomioitava rakennuksen materiaalit, vanhaan rakennukseen aikaisemmin tehdyt remontit ja laajennukset ja näiden asettamat rajoitukset. Sopivan menetelmän tai laitteiston löytämiseksi on ensinnäkin tiedettävä, millaisia järjestelmiä kohteessa on käytössä ja kuinka paljon energiaa ne kuluttavat. On myös tärkeä tietää, kuinka paljon uuteen laitteistoon ollaan valmiita sijoittamaan rahaa ja mitkä ovat tavoitteet.

Tässä projektissa omistaja halusi kohteeseen investoinniltaan mahdollisimman pienikustanteisen suunnitelman, jolla takaisinmaksuaika jäisi mahdollisimman lyhyeksi ja säästöjä saataisiin vuositasolla silti reilusti.

Vertailemalla erilaisia järkeviä järjestelmiä osa voitiin sulkea pois hintaperustein jo alussa. Esimerkiksi maalämmön rakentamiskustannukset tulisivat nousemaan liian korkeiksi. Vertailukohdaksi otettiin naapuriin edellisenä vuonna tehty maalämpöjärjestelmä, joka oli tullut maksamaan kilpailutuksen jälkeen noin 18 000 €.

Aurinkoenergiaa hyödyntävät aurinkokeräinjärjestelmät suljettiin pois talon suojaisan sijainnin ja sopivan vesivaraajan puutteen takia. Ongelmana aurinkojärjestelmissä on myös suhteellisen korkeat hankintakustannukset verrattuna saatuun energiamäärään. Lisäksi kohteen omistajan suhtautuminen aurinkoenergian toimivuuteen kohteessa oli negatiivinen.

Eristyksen parantaminen kohteessa todettiin kannattavaksi, sillä nykytilankartoituksessa huomattujen puutteiden takia energiaa menee hukkaan paljon. Lisäeristämällä taloa saadaan energiakustannuksia pienennettyä suhteellisen edullisesti.

Kohteessa olevat järjestelmät vaikuttavat valittaviin uusiin menetelmiin merkittävästi. Talossa oleva vesikiertoinen patterijärjestelmä asettaa joitain rajoituksia laitteistoille, koska pattereissa kiertävän veden täytyy olla melko lämmintä. Öljykattilalla saadaan helposti riittävän kuumaa vettä patterikiertoon, kun taas esimerkiksi vesilämpöpumpulla tarpeeksi kuumaa vettä ei välttämättä saada järkevästi tuotettua. Kartoituksessa todettiin, että öljykattilan vaihto on luultavasti tulossa lähivuosina, joten sekin seikka kannattaa ottaa huomioon pohdittaessa sopivinta ratkaisua. Järkevää on siis miettiä vaihtoehtoista päälämmitysjärjestelmää öljykattilan tilalle, jolla kuitenkin

saataisiin vesikiertoinen patterijärjestelmä pidettyä toimivana ja käyttövesi lämmitettyä. Tietenkin kannattaa myös miettiä päälämmitysjärjestelmän rinnalle sopivia lisälämmitysjärjestelmiä, joilla saataisiin energiaa säästettyä.

Pohdinnan jälkeen päädyttiin perehtymään muutamiin eri järjestelmiin, joita kohteeseen olisi järkevä mahdollisesti asentaa. Seuraavissa luvuissa tutustutaan hieman tarkemmin näihin järjestelmiin.

3.1 Ilmalämpöpumppu lisälämmönlähteenä

Ilmalämpöpumppu (ILP) koostuu yhdestä tai useammasta sisäyksiköstä ja ulkoyksiköstä. Kun laite toimii lämmityskäytössä, ulkoyksikkö kierrättää ulkoilmaa sisällään ja jäähdyttää sitä ottaen lämmön talteen. Pumpputa voidaan käyttää myös jäähdytykseen, ja silloin ulkoyksikkö toimii vastakkaisella toimintaperiaatteella. Lämpö otetaan talteen kompressorilla ja siirretään sitten sisäyksikön kautta huoneilmaan. (Motiva 2015.)

Ilmalämpöpumppu antaa noin puolet vähemmän tehoa -20°C :n pakkasella, kuin $+7^{\circ}\text{C}$:n lämpötilassa, jossa teho- ja lämpökerroin standardin mukaan ilmoitetaan. Laadukkaan ja nykyaikaisen ilmalämpöpumpun lämpökerroin vaihtelee kovilla pakkasilla 1,5–2,0 (Motiva 2015.)

Ilmalämpöpumppu on helppo asennettava, ja se voidaan asentaa minkälaiseen talotyypin tahansa. Minkäänlaisia erikoisratkaisuja ei tarvita esimerkiksi talon rakenteissa. Ilmalämpöpumppu on sopiva ratkaisu sähkö- tai öljylämmityksen rinnalle tai päälämmitykseksi esimerkiksi autotalliin (Motiva 2015.)

Ilmalämpöpumpun asennuksessa on otettava huomioon monia eri seikkoja ja siksi usein suositellaankin pumpun hankkimista asennuksineen.

Sisäyksikkö tulisi sijoittaa keskeiseen paikkaan, josta lämpö pääsisi leviämään mahdollisimman hyvin koko asuintilaan. Se tulisi myös asentaa siten, ettei laitteen läheisyydessä juurikaan oleskeltaisi ja ettei ilmavirta törmäisi mihinkään muutaman metrin matkalla. Jos laitetta käytetään pääasiassa viilentämiseen, on huomioitava, että lämmin ilma nousee aina ylöspäin. (Motiva. Ilmalämpöpumpun energiataloudellinen käyttö.)

Ulkoyksikön sijoitukseen vaikuttavat tekijät on myös otettava huomioon. Laitteella on oltava tarpeeksi tilaa sen toiminnan optimoimiseksi. Laite on asennettava tarpeeksi korkealle noin 50–100 cm maasta, ettei se jää talvella lumen peittoon. Huomion arvois-

ta on myös laitteesta tietyissä olosuhteissa tuleva kondenssivesi, joten laitetta ei kannata laittaa esimerkiksi parvekkeelle. (Motiva. Ilmalämpöpumpun energiataloudellinen käyttö.)

Hinta-arvio ja takaisinmaksuaika

Laadukkaan invertteri-ilmalämpöpumpun kustannus asennuksineen on yleensä noin 1500–2000 euroa. Ilmalämpöpumpulla saatiin keskimäärin reilun 3000 kWh:n vuotuiset säästöt sähkölämmityksen tehostamisprojekti Elvarissa. Projektin seurantaryhmässä oli vähän yli 250 pientaloa. Talokohtaisten tekijöiden todettiin vaikuttavan säästö määrään merkittävästi. Myös esimerkiksi talon lämmitysjärjestelmän säätö ja ominaislämmitys-tarve vaikuttavat säästöihin. (Motiva 2015.)

Kohteen omistaja oli jo muutama vuosi sitten hankkinut tarjouksesta ilmalämpöpumpun, mutta sitä ei vielä ole päästy asentamaan. Tämä jo hankittu ilmalämpöpumppu kannattaa siis laittaa toimintaan. Hintaa pumpulla oli noin 1000 €, ja lisäksi tarvitaan vielä tarvikkeita noin 200 € edestä. Asennustöihin ilmalämpöpumpun kohdalla ei laske-ta kuluja, sillä omistaja tekee työt itse.

Takaisinmaksuaika riippuu pumpulla saadusta energiansäästöstä. Jos käytetään tehostamisprojekti Elvarissa saatua keskiarvoista säästö määrää 3000 kWh, niin sillä voidaan tehdä suurpiirteinen arvio takaisinmaksuajasta, vaikka kohdetalo ei pääasiallisesti olekaan sähkölämmitteinen. Arvon käyttö on perusteltua siinä mielessä, että ilmaläm-pö-pumpun avulla voidaan laskea pattereiden lämpötilaa asuinhuoneissa merkittävästi. Talo on öljylämmitteinen, joten takaisinmaksuaika on syytä laskea öljyn hinnan mu-kaan.

Takaisinmaksuaika T on hankintakustannus H jaettuna vuosisäästöllä S_a ja energian hinnalla E_h , eli kaavana:

$$T = \frac{H}{S_a \times E_h}$$

Takaisinmaksuajaksi saadaan tällöin 4,3 vuotta.

3.2 Ilmanvaihtokone ja kanavisto

Ilmanvaihdolla pidetään huolta siitä, että sisäilman laatu pysyy hyvänä. Tämä tapahtuu poistamalla epäpuhdas ilma ja ottamalla tilalle raitista ilmaa. Nykyisissä ilmanvaihtokoneissa on lämmöntalteenotto (LTO), ja siksi laitteesta käytetäänkin usein nimeä LTO-kone. Talosta poistuvasta jäteilmasta otetaan ilmanvaihtokoneen avulla lämpö talteen ja siirretään tuloilmaan. Tällä tavoin voidaan säästää energiaa talon lämmityksestä. (Motiva 2015. Ilmanvaihto.)

Ilmanvaihtokoneen mitoitus on tärkeää, jotta saadaan riittävät ilmavirrat taloon ja tarvittaessa tehostus vaativampiin tilanteisiin. Sopivan koneen valinnassa kannattaa huomioida laitteen säädettävyys ja hyvä lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde. Vuosihyötysuhde 70 % tarkoittaa, että 70 % koneen kautta poistettavan jäteilman lämpöenergiasta saadaan siirrettyä tuloilman lämmitykseen. Ilmanvaihtokoneessa olevilla suodattimilla saadaan poistettua tuloilmasta myös epäpuhtaudet. Suodattimet on puhdistettava tai vaihdettava valmistajan ohjeiden mukaisesti. (Energiakorjaus 2013. Ilmanvaihto.)

Suunniteltaessa kanavistoa taloon on otettava huomioon eri tekijöitä. Kanavat tulisi valita niin, että virtausnopeudet olisivat optimaaliset. Huoneisiin tulevat ja lähtevät virtaukset eivät saisi aiheuttaa vedontunnetta, eikä kanavistosta saisi aiheitua myöskään melua. Melua ei saisi kuulua ilmanvaihtokoneelta eikä myöskään kanavia pitkin huoneesta toiseen. Suunniteltaessa kanavistoa pitää ottaa huomioon myös säädettävyys, jotta saadaan tasaiset ja sopivat ilmavirrat eri huoneisiin. Erityisen tärkeää on myös se, että poistoilman virtaus mitoitetaan suuremmaksi kuin tuloilman, jotta taloon ei muodostu ylipainetta ja kostea sisäilma ei siirry rakenteisiin. (Ilmastointilaitoksen mitoitus 2016.)

Hinta-arvio ja takaisinmaksuaika

Taloon tehtävät muutokset aiheuttavat erilaisia lisäkustannuksia, kun tehdään ilmanvaihdon energiakorjausta vanhaan kohteeseen. Hinta ei siis muodostu ainoastaan Ilmanvaihtokoneesta ja kanavistosta, vaan esimerkiksi vaadittavat rakenteiden muutokset talossa aiheuttavat lisäkustannuksia.

Jos ostetaan laadukas pyörivän lämmönvaihtimen omaava ilmanvaihtokone, niin sen hankintahinta nousee vähintään 2500 € paikkeille. Putkiosiin voidaan laskea noin 1000 € kaikkineen päätelaitteineen. Kohdetalossa luultavasti joudutaan tekemään muutoksia

yläkerran lattiarakenteisiin, joten tähän voidaan laskea ainakin 500 €. Tällaisella pikaisella arviolla laskettuna investoinnin summaksi tulisi noin 4000 € itse asennettuna.

Takaisinmaksuaikaa on tässä tilanteessa hieman vaikeampi määrittää, koska ei tiedetä tarkalleen kuinka paljon lämpöenergiaa poistuisi ilman talteenottoa. Oletetaan, että ilmanvaihtokoneen läpi poistuisi 50 % talon lämmitysenergiasta mutta siitä saadaankin vielä siirrettyä tuloilmaan 70 % laadukkaan ilmanvaihtokoneen avulla. Kaikki tämä lämpöenergia mikä saadaan siirrettyä tuloilmaan, on säästöä, sillä nykytilanteessa kaikki menee hukkaan. Olettaen lämmitykseen kuluvan kokonaisenergiasta noin 80 % ja ilmastointikoneen sähkönkulutukseksi E_{LTO} 1000 kWh vuodessa, saadaan takaisinmaksuajaksi kaavalla

$$T = \frac{H}{(0,7 \times 0,5 \times 0,8 \times E_{kok} \times E_h) - (S_h \times E_{LTO})}$$

vain vähän alle 6 vuotta.

3.3 Hybridilämmitysjärjestelmä

Hybridilämmitys tarkoittaa useamman eri energialähteen käyttämistä lämmitykseen ja käyttöveden lämmittämiseen. Kohteessa olevan öljylämmityksen rinnalle voisi esimerkiksi asentaa ilmavesilämpöpumpun, joka sopivan automaatiotekniikan avulla saataisiin toimimaan yhdessä öljynpoltinjärjestelmän kanssa. Tämä vaatii kuitenkin paljon automaatiolta, jos eri järjestelmät halutaan yhdistää toimivaksi paketiksi.

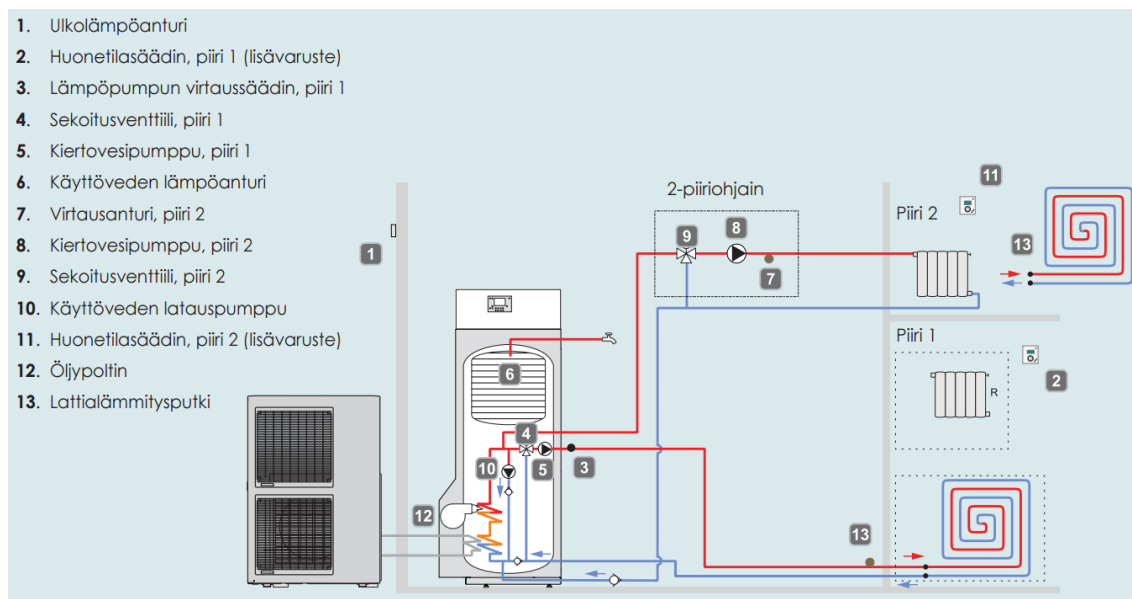
Markkinoilla on kuitenkin hybridijärjestelmiä, jotka sisältävät sekä öljylämmitysjärjestelmän että ilmavesilämpöpumpun. Yksi tällaisista järjestelmistä on Atlantic Alfea Hybrid Oil (kuva 7).



Kuva 7. Atlantic Alfea Hybrid Oil (Atlantic 2016, Hybrid Oil esite).

Atlantic Alfea Hybrid Oil ottaa lämpöenergian pääasiallisesti ilmasta ilmavesilämpöpumpulla ja toissijaisesti öljystä nykyaikaisen öljykattilan avulla. Siinä on siis samassa paketissa molemmat järjestelmät. Ilmavesipumput tarvitsevat jonkun apulämmönlähteen kovien pakkasten varalle ja normaalisti niissä onkin lisänä sähkövastus. Kun Atlantic Hybrid Oilin lämpöpumpun teho ei riitä kaikkeen käyttöveden ja talon lämmitykseen, siinä oleva sisäänrakennettu öljynpoltin toimii lisälämmönlähteenä. Poltin takaa myös patterijärjestelmään tarvittavan kuumen veden kylmimmilläänkin keleillä. (Atlantic 2016. Hybrid Oil.)

Alimmaisena järjestelmän sisäyksikössä on päälämmönlähde, eli Atlanticin patentoima kuumakaasulämmönvaihdin ja sen päälle on sijoitettu öljypoltin. Lämmönlähteiden yläpuolella on laitteeseen integroitu kuumen käyttöveden säiliö (kuva 8).



Kuva 8. Hybrid Oil lämmityspiirit (Atlantic 2016, Hybrid Oil esite).

Kun ulkoyksikön kompressoria ohjataan invertterillä, mahdollistetaan jopa 30 % säästöt verrattuna perinteiseen tekniikkaan. Ulkoyksikön lämmöntuotto saadaan tarkasti optimoitua tarvittavaan määrään ulkolämpötilaa eli tehontarvetta anturilla seuraten. (Atlantic 2016, Hybrid Oil esite.)

Hinta-arvio ja takaisinmaksuaika

Investointina Hybrid Oil -järjestelmä on aika suuri mutta toisaalta sisältää myös paljon. Laitteiston hintaa ei löytynyt suoraan valmistajan sivuilta eikä myöskään asennusliikkeiden sivuilta, joten päätettiin pyytää hinta-arvion muutamalta jälleenmyyjältä. Pienempitehoinen versio järjestelmästä riittää kohteeseen. Paikallinen asennusfirma Terra Lämpö Oy:ltä antoi laitteiston hinnaksi 10 890 €, ja asennuksineen arvio oli 11500 €–13000 € (Terra Lämpö Oy, sähköposti 29.5.2016). Tarjousta kysyttiin myös Hemeltron-nimiseltä jälleenmyyjältä, ja heiltä saatiin hinta-arvioksi 8570 € ilman toimituskuluja (Hemeltron, sähköposti 29.5.2016). Saaduista hinta-arvioista päätellen voidaan sanoa, että kustannuksiksi tulee vähintään 10000 € asennuksineen.

Jos lasketaan, että laitteella saadaan öljykulutus laskemaan 90 %, kuten valmistaja sivuillansa lupaa, ja sähkönkulutus nousisi noin 5000 kWh/a suhteutettuna tuloksiin esimerkkikohteessa, saadaan arvioitua takaisinmaksuaika (Atlantic. Hybrid Oil kokeimuksia).

Takaisinmaksuaika saadaan jakamalla hankintakustannukset järjestelmän antamalla vuosisäästöllä. Takaisinmaksuajaksi saadaan tällöin noin 12 vuotta.

4 TOTEUTUSSUUNNITELMA KOHTEESEEN

Tässä luvussa tehdään toteutussuunnitelma jo aikaisemmassa luvussa käsiteltyjä sopiviksi havaittuja menetelmiä käyttäen.

Mahdollisia tukia kohteen energiaremonttiin tutkittiin siinä toivossa, että saataisiin hie-
man apua kustannuksiin. Kunnat myöntävät kyllä pientaloihin tarveharkintaista energia-
avustusta, mutta ehtona ovat hyvin pienet ruokakunnan kokonaistulot, joten kohtee-
seen sitä ei ole mahdollista saada. Tällaiseen projektiin ei siis Suomessa myönnetä
tällä hetkellä erillisiä avustuksia, joten ainoastaan kotitalousvähennykseen on mahdolli-
suus. Kotitalousvähennys on mahdollista saada vain työn osuudesta mutta ei minkään-
laisista materiaalikustannuksista. (Motiva. ARA:n korjaus- ja energia-avustusohje
2014.)

4.1 Eristysten parantaminen

Kun lisäeristetään taloa, on otettava huomioon eri seikkoja, jotka saattavat vaikuttaa
talon kuntoon. Moni on kuullut kauhutarinoita lisäeristetyistä vanhoista omakotitaloista,
jotka liiallisen virheellisen eristämisen takia ovat homehtuneet. Tätä kannattaa miettiä,
kun eristystä lisätään. Väärien materiaalien käyttö voi johtaa kosteuden tiivistymisen
rakenteisiin ja sitä kautta myös homehtumiseen.

Yläpohjan purueristeet todettiin hyväkuntoisiksi kartoituksen yhteydessä, mutta purua
oli aika vähän. Yläpohjan lisäeristäminen on helpoin ja yleensä myös halvin eristämis-
tapa, jolla saadaan helpolla säästöä lämmityskustannuksiin. Lisäämällä hyvin kosteutta
läpäisevää ja täten turvallista ekopuhallusvillaä yläpohjaan, saadaan lämmöneristys
paljon paremmaksi, sillä lämpöhän nousee ylöspäin.

Kun eristystä lisätään, on kuitenkin myös eristysmateriaalin lisäksi huolehdittava, että
ullakon tuuletus pysyy hyvänä ja että savupiippu eristetään palovillalla vähintään uuden
lisälämmöneristyksen yläpintaan saakka. (Energiakorjaus 2013. Yläpohjan lisäläm-
möneristys)

Talon molemmilla sivuilla sijaitsevat vinttikomerot ovat järkevä eristää, sillä niissä ei
nykytilanteessa ole minkäänlaista eristystä ulkoseinän ja katon puolella. Eristämällä
komerot 125 mm ekovillalevyillä, saadaan tilat tehtyä lämpimiksi ja lämpöä ei pääse

hukkaan sitä kautta yhtä paljon. Positiivista on myös se, että komeroista saadaan näin tehtyä lämmintä ja siistiä varastointitilaa.

Korjaussuunnitelmaa on havainnollistettu CAD-piirustuksella, josta selviää selkeästi minkälaisia lisäeristeitä ja mihin niitä asennettaisiin (liite 2).

Lämpökamerakuvauksella saatiin selvitettyä hyvin talon vuotokohtia ja niistä selvisi puutteita varsinkin alakerran ikkunoiden ja ovien eristyksissä. Näitä vuotokohtia korjattaessa kannattaa kuitenkin huolehtia korvausilmaventtiilien tekemisestä, sillä on myös tärkeää, että saadaan korvausilmaa taloon hallitusti eikä synny vedon tunnetta.

Kustannukset laskettiin lisäeristyssuunnitelman mukaan (liite 5), mikä ei merkittävästi poikennut alkuperäisestä arviosta. Kun ruvetaan tarkastelemaan energian säästöä suunnitelluilla lisäeristyksillä, huomataan jo ilman suurempia laskelmia, että takaisinmaksuaika kaikille suunnitelman muutoksille kasvaa todella pitkäksi. Jos lasketaan pikaisesti yläpohjan takaisinmaksuaika esimerkiksi ekovilla.com sivuston optimistista laskuria käyttäen, niin saadaan tulokseksi kuusi vuotta, mutta todellisuudessa takaisinmaksuaika on luultavasti hieman enemmän. Vaikka takaisinmaksuaika yläpohjan ja vinttikomeroiden eristyksen suhteen ei välttämättä ole kovin hyvä, siitä on hyötyä myös, kun otetaan ilmanvaihdolla lämpöä talteen. Kohteen tapauksessa sillä on myös toisenlaista arvoa, kuten varastotilan lisääntyminen ja siksi se on kohteen omistajankin mielestä investoinnin arvoinen.

Routasuojuukset päätettiin omistajan kanssa jättää tässä vaiheessa pois suunnitelmasta sen korkean hinnan takia, mutta sitä kannattaa kuitenkin vielä harkita, jos tilanne on otollinen.

4.2 Ilmalämpöpumpun asennus

Kuten tehostamisprojekti Elvarista kävi ilmi, ilmalämpöpumpulla voidaan saada kohtuullisia säästöjä sähkön kulutukseen. Ilmalämpöpumppu siis vähentäisi tämän perusteella myös öljyn kulutusta kohdetalossa, sillä energiaa lämmitykseen saataisiin pumppun kautta.

Kohteessa ilmalämpöpumpun ulkoyksikkö on järkevintä sijoittaa talon länsiseinälle. Länsipuoli talosta on niin sanottua takapihaa, missä ulkoyksikön ääni ei häiritse eikä laite ole häiritsevästi näkyvillä. Länsiseinältä saadaan ongelmitta tuotua putket keittiön

kaapiston ylätytteen kautta sisäyksikölle. Sen paras paikka on takan viereisellä väliseinällä keittiön ja olohuoneen välissä. Tämä paikka valittiin lähinnä siksi, että siitä lämpö leviää tasaisesti asuinhuoneisiin.

Hankintakustannuksetkin jäisivät nykytilanteessa melko pieniksi, sillä talon omistaja on jo hankkinut ilmalämpöpumpun ja se odottaa vain asentamista. On siis kannattavaa asentaa jo ostettu laite taloon.

Kustannusarvioissa käytettiin omistajalta saatua ilmalämpöpumpun hintaa ja Motivan tutkimukseen perustuvia keskiarvoja niin kuin jo aiemmin on mainittu. Jo laskettua takaisinmaksuaikaa voidaan käyttää, sillä se pätee myös tähän kohteeseen.

4.3 Ilmanvaihtokoneen ja kanaviston asennus

Vaikka lisäeristämällä saadaan rakenteiden läpi menevä lämpö pysymään paremmin talossa ja ilmalämpöpumpulla saadaan tuotettua lämpöä halvemmalla, poistuu tuotettu lämpö lopulta ilmanvaihdon kautta ja menee siis kokonaan hukkaan. Kun ilmalämpöpumpun rinnalle asennetaan lämmöntalteenotolla varustettu ilmanvaihtokone ja järkevästi suunniteltu kanavisto, saadaan tällöin myös ilmalämpöpumpun ja takkalämmityksen tuottama lämpöenergia siirrettyä suurimmaksi osaksi tuloilmaan. Lämpöenergian säästämisen lisäksi myös sisäilman laatu paranee huomattavasti ilmanvaihdon myötä.

Talon yläkerta tulee olemaan asumattomana lähitulevaisuudessa, joten tämä antaa hyvän mahdollisuuden ilmanvaihtokanaviston asennukselle lattian sisään. Samalla saadaan tehtyä vanha lattia uusiksi, niin että harmilliset narinat saadaan myös pois.

Suunnitelma ilmanvaihtokanavistosta tehtiin Cads Planner -ohjelmiston Ilmastointisuunnittelusovelluksella suoraan talon pohjapiirustukseen (liite 3). Talon pohjapiirustus tehtiin AutoCad-ohjelmalla ja sitä voitiin käyttää suoraan pohjana Cads-ohjelmistossa.

Cads-ohjelmalla saadaan järkevästi määriteltyä kanavistojen reitit ja myös hahmotettua tarvittavat kanavat ja päätelaitteet kohteeseen. Suunnitelma on tehty suurpiirteisesti lähinnä kustannusarviota varten, mutta toimii hyvänä pohjana, kun itse muutosta aletaan toteuttaa (liite 4).

On tärkeää harkita päätelaitteiden sijainnit järkevästi ja mitoittaa kanavisto sopivaksi kohteeseen. Suunnitelmassa käytettiin vain yhtä kanavakokoa kustannuksia ja asennusystävällisyyttä ajatellen. Kun kyseessä on näin pieni kanavisto, niin painehäviöitä ei

ole huomioitu. Pohjakuvaan piirretyt kanavistot on tehty 125 mm pyöreällä putkella ja käytetyt päätelaitteet on otettu ohjelman tuotekirjastosta. Ohjelman tuotekirjastosta valitut tuotteet on harkittu projektiin sopiviksi ja kohteen omistajan toiveita kuunnellen. LTO-koneeksi valittiin Enerventin laadukas pyörivällä lämmönsiirtimellä varustettu kone.

Ilmastoinnin suunnittelu ohjelmalla on kätevää, mutta koska kokemusta ohjelmasta ei ollut vielä kertynyt paljoa, aikaa kului melkoisesti. Ohjelmasta sai myös ulos kätevästi käytetyt kanavamäärät ja laitteiden tuotetiedot. Näiden tietojen avulla saatiin tehtyä hieman tarkempi kustannusarvio (liite 5), mikä ei merkittävästi poikennut alkuperäisestä arviosta.

4.4 Hybrid Oil -järjestelmä

Atlanticin hybridijärjestelmää ja sen hyviä puolia tutkittua todettiin, että se saattaisi olla hyvä ratkaisu kohteeseen sitten, kun öljykattila on tiensä päässä. Tällä hetkellä öljykattila on kuitenkin vielä kohtuullisen hyvässä kunnossa, joten vielä hankintaa ei kannata tehdä. Järkevintä on ensisijaisesti panostaa siihen, että jo ostettu ilmalämpöpumppu asennetaan taloon ja lämmöntalteenotto ilmavaihtokoneella toteutetaan. Ilmalämpöpumpun ja lämmöntalteenoton asentamisen jälkeenkin Hybrid Oil -järjestelmällä saataisiin varmasti säästöjä, sillä lämpimän käyttöveden ja patteriveden lämmittämiseen kuluu joka tapauksessa energiaa.

Jos verrataan Atlantic Hybrid Oil -järjestelmää siihen, että hankittaisiin tilalle uusi öljykattila ja ilmavesilämpöpumppu niin kustannukset nousisivat huomattavasti korkeammiksi. Pelkällä uudella öljykattilalla taas ei saataisi aikaiseksi juurikaan säästöjä ja pelkkä ilmavesipumppu ei riittäisi talon lämmitykseen.

Hybrid Oil -järjestelmästä aiemmin tehtyä kustannusarviota voidaan käyttää tässä vaiheessa. Kun nähdään, kuinka paljon muilla suunnitelluilla menetelmillä saadaan säästöä, kannattaa arvio tehdä kuitenkin vielä uusiksi, jotta saadaan realistiset tulokset.

5 YHTEENVETO JA LOPPUSANAT

5.1 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada ensin hyvä kuva kohdetalon nykytilasta energiankulutuksellisessa mielessä ja sen pohjalta lähteä tutkimaan niitä vaihtoehtoja, miten energiasäästöjä saataisiin aikaiseksi kustannustehokkaasti.

Aluksi tutkittiin talon nykytila kartoittamalla eristysten taso ja talossa olevat lämmitysjärjestelmät ja niiden kunto. Vanhoista talon energialaskuista ja tilastoista saatiin selville kohteen keskimääräinen energiankulutus. Nykytilan kartoituksen jälkeen lähdettiin käymään läpi mahdolliset menetelmät, joilla energiaa voitaisiin järkevästi säästää. Eri-tyisesti keskityttiin ratkaisuihin, joissa kustannukset olisivat suhteellisen pieniä ja takaisinmaksuaika mahdollisimman lyhyt. Tässä kohtaa tiedettiin jo, että yläpohjan lisäeristäminen onnistuu helpolla ja suhteellisen halvalla, joten se on ainakin kannattavaa tehdä.

Kohdetaloon päädyttiin tutkimaan lisäeristämisen lisäksi ilmalämpöpumppua, ilmanvaihtojärjestelmää ja hybridilämmitysjärjestelmää. Näihin pureuduttiin syvemmin ja perehdyttiin myös niiden toimintaan, jotta varmistuttaisiin niiden sopivuudesta kohdetaloon. Eri ratkaisuista tehtiin pikaiset hinta-arviot, jotta voitaisiin nähdä, pysytäänkö sopivissa kustannuksissa. Kustannuksien ja arvioitujen energiansäästöjen perusteella laskettiin takaisinmaksuajat.

Kun sopivat menetelmät oli käyty läpi, keskityttiin itse kohteeseen sopiviin ratkaisuihin ja tehtiin toteutussuunnitelma. Ensin hahmoteltiin kohteeseen tarvittavat lisäeristysmenetelmät ja suunniteltiin muutokset taloon AutoCad-ohjelmalla. Samalla laskettiin myös tarkemmat kustannukset lisäeristyksille. Seuraavaksi suunniteltiin, miten ilmalämpöpumppu saataisiin sijoitettua kohdetaloon ja hahmoteltiin sisä- ja ulkoyksikölle paras paikka. Sitten siirryttiin suunnittelemaan parempaa Ilmanvaihtoa kohteeseen. Cadsuunnitteluohjelmalla tehtiin kanavistokuva talon pohjapiirustukseen. Ilmanvaihtojärjestelmän asennuksella saataisiin sisäilmanlaatu paremmaksi ja säästettäisiin huomattavasti energiaa lämmityskustannuksissa. Lopuksi todettiin Atlantic Hybrid Oil -järjestelmän olevan sopiva kohteeseen vasta, kun vanha öljykattila lakkaa toimimasta.

5.2 Kritiikki

Eristyssuunnitelman suhteen oltiin ehkä turhan optimistisia. Takaisinmaksun kannalta se ei ole kovinkaan hyvä investointi, mutta sillä on toki muita etuja ja onhan se ekologista.

Tarkemmalla perehtymisellä talon ominaisuuksiin, kuten eri rakenteiden lämmönläpisyarvoihin, käyttöveden osuuteen, ulkovalaistukseen jne., olisi voitu saada hieman tarkemmat arviot esimerkiksi takaisinmaksuajoista. Kuitenkin karkeasti arvioituja tekijöitä olisi silti jäänyt vielä laskelmiin.

Pohtia voisi vielä, mikä on uusien menetelmien yhteisvaikutus ja miten se vaikuttaa säästöön. Miten esimerkiksi lisäeristys vaikuttaa ilmanvaihdon hyötysuhteeseen, tai kuinka paljon takkalämmityksen ja lämmön talteenoton yhdistämisellä saatu säästö on, kun lämpö saadaan jaettua koko kohdetaloon.

5.3 Loppusanat

Työssä onnistuttiin hyvin, vaikka kohdattiinkin pieniä vastoinkäymisiä. Yllättävää oli, kuinka aikaa vievää energiansäästön suunnittelu lopulta on. Toki tekijä oli tässä kohdalla ensikertalainen eikä minkäänlaista ohjeistusta ollut aloittaessa, eli lähdettiin ns. puhtaalta pöydältä. Monet asiat joutui itse opiskelemaan alusta asti ja tekemään sahanpurussa konttaamisesta lähtien. Työssä auttoi kuitenkin insinöörikoulutuksen aikana kertynyt tekninen osaaminen ja ajattelutapa. Tekijä oppi paljon uutta energiansäästöstä ja erilaiset järjestelmien toimintaperiaatteet tulivat tutuiksi.

Kohteen omistaja oli tyytyväinen suunnitelmaan ja totesi myös, että tällainen suunnitelma olisi taloon kannattanut tehdä jo huomattavasti aikaisemmin, jotta energiaa oltaisi saatu säästettyä.

LÄHTEET

Atlantic. Hybrid oil. Viitattu 22.2.2016 <http://atlantic.fi/portfolio-view/hybrid-oil/>

Atlantic 2016, Hybrid oil esite. Viitattu 22.2.2016 <http://atlantic.fi/wp-content/uploads/2015/07/Alfea-Hybrid-Duo-Oil-esite-8-sivua-16072015-web.pdf>

Energiakorjaus 2013, ilmanvaihto. Viitattu 1.5.2016
http://www.energiakorjaus.info/pages/kortit/Pientalo_10_Ilmanvaihto_2013_02_01.pdf

Energiakorjaus 2013. Yläpohjan lisälämmöneristys, Viitattu 16.4.2016
http://www.energiakorjaus.info/wp-content/uploads/2013/08/Pientalo_7_Ylapohja_2013_02_01.pdf

Fluke 2012. Fluke Ti125 käyttöohje. Fluke Ti125 Users Manual

Motiva Oy 2010. Lämpöarvot. Viitattu 21.5.2016
http://www.motiva.fi/files/3193/Polttoaineiden_lampoarvot_hyotysuhteet_ja_hiilidioksidin_ominai_spaastokertoimet_seka_energiahinnat_19042010.pdf

Motiva. Ilmanvaihto. Viitattu 3.5.2016
http://www.motiva.fi/rakentaminen/rakentajan_ohjeet/hyva_talo/ilmanvaihto

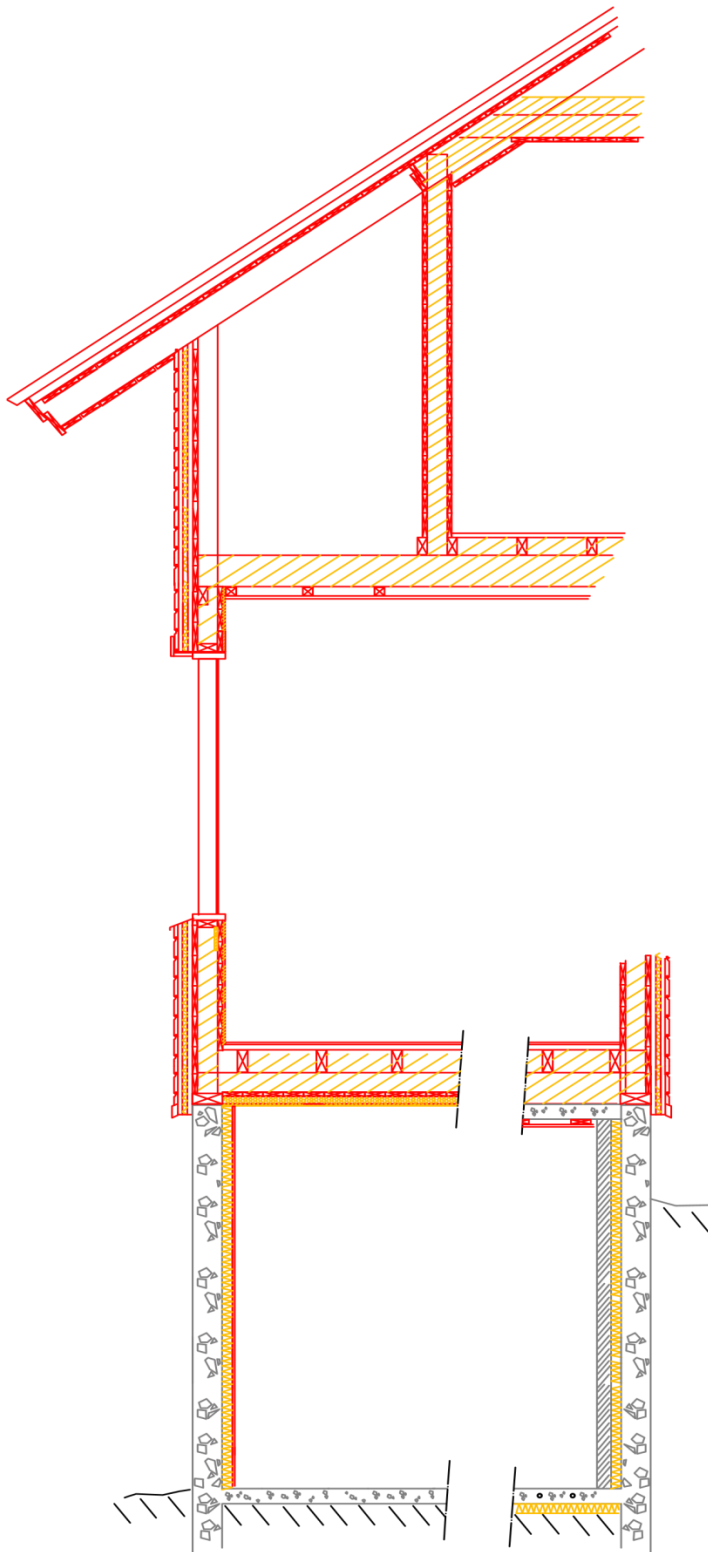
Motiva Oy 2015. Ilmalämpöpumppu tukilämmityslähteenä. Viitattu 5.3.2016
http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/ilmalampopumppu_tukilammityslahteena

Motiva Oy. Ilmalämpöpumpun energiataloudellinen käyttö. Viitattu 6.3.2016
http://www.motiva.fi/files/3472/Ilmalampopumpun_energiataloudellinen_kaytto.pdf

Motiva Oy. ARA:n korjaus- ja energia-avustusohje 2014, Viitattu 23.3.2016
http://www.motiva.fi/files/9183/Korjaus- ja_energia-avustusohje_2014.pdf

Motiva Oy 2015. Ilmanvaihto. Viitattu 2.4.2016
http://www.motiva.fi/rakentaminen/rakentajan_ohjeet/hyva_talo/ilmanvaihto

Nykyiset seinä- ja lattiarakenteet



YLÄPOHJASSA
 -SAHANPURU n.25 cm
 - KATTOLAUDOITUS
 - HALTEX KUITULEVY

YLÄKERRAN SIVUSEINISSÄ
 - RUNKO 10 cm SAHANPURUTÄYTÖLLÄ
 - VAAKALAUTA MOLEMMIN PUOLIN
 - SISÄPINNASSA LASTULEVY

VINTTIKOMERON ULKOSEINISSÄ
 - ULKOSEINÄPANELI
 - TUULENSUOJALEVY 25 mm
 - PYSTYLAUTA
 - VINOLAUTA (EI ERISTYSTÄ)

YLÄKERRAN VÄLIPOHJASSA
 - LAUTALATTIA JA MUOVIMATTO
 - SAHANPURU n. 25 cm
 - ns. KROSSILATTIA
 - KATOSSA 5 cm KOOLAUS
 - KYMPPIPANELI

VINTTIKOMERON LATTIASSA
 - SAHANPURU n. 15 cm
 - KATOSSA 5 cm KOOLAUS
 - KYMPPIPANELI

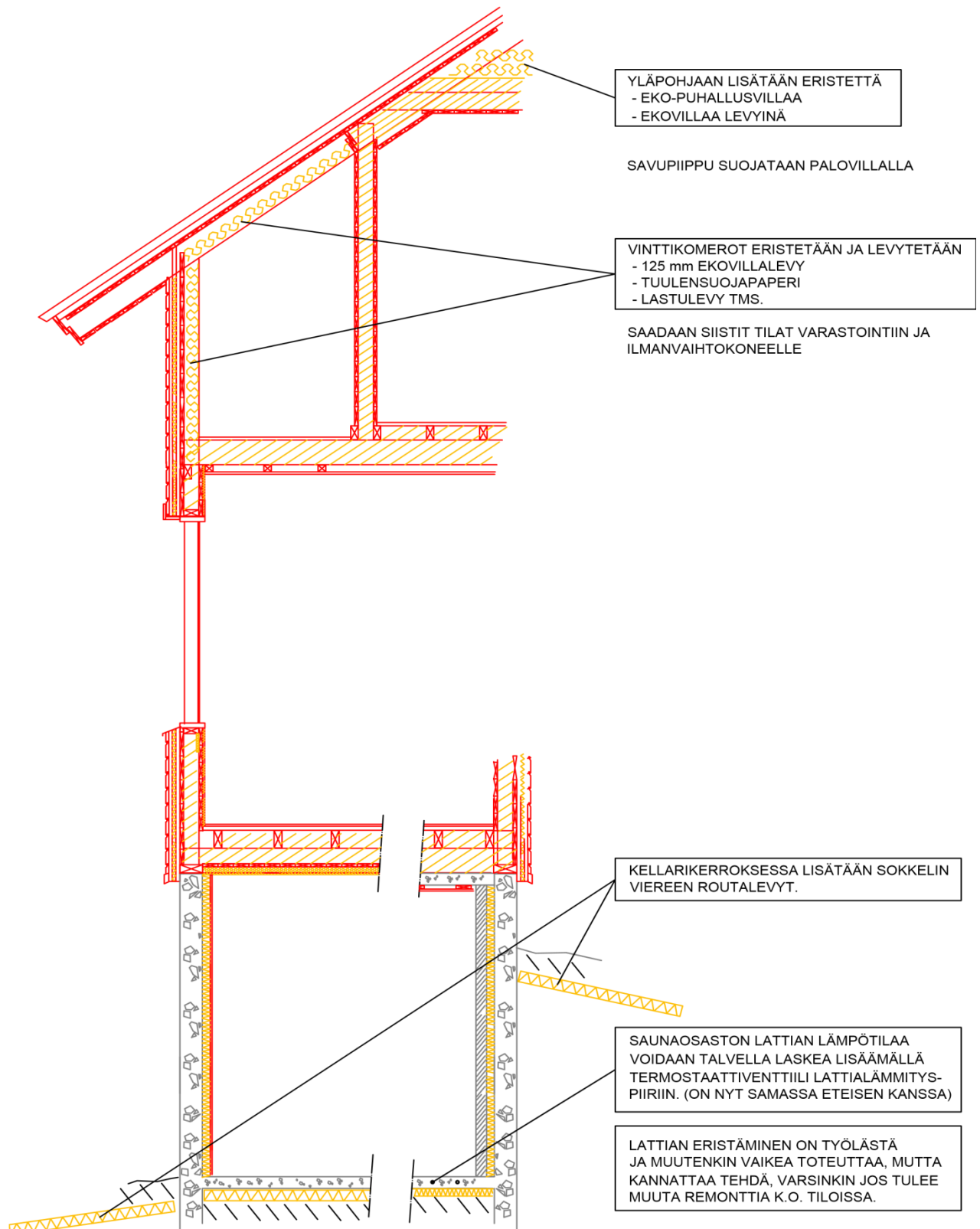
ULKOSEINISSÄ
 - ULKOSEINÄPANELI
 - TUULENSUOJALEVY 25 mm
 - PYSTYLAUTA
 - VINOLAUTA
 - RUNKO SAHANPURUTÄYTÖLLÄ
 - SISÄPOULELLA VAAKALAUTA
 - LASTU- TAI KIPSILEVY

ASUINKERROKSEN VÄLIPOHJASSA
 - LASTULEVY 28mm JA PARKETTI
 - SAHANPURU n. 30 cm
 - ns. KROSSILATTIA
 - VARASTON KATOSSA 5 cm EKOVIILLA
 JA MDF-PANELI
 - SAUNAOSASTOSSA 7 cm BETONIHOLVI
 JA KUUSIPANELI

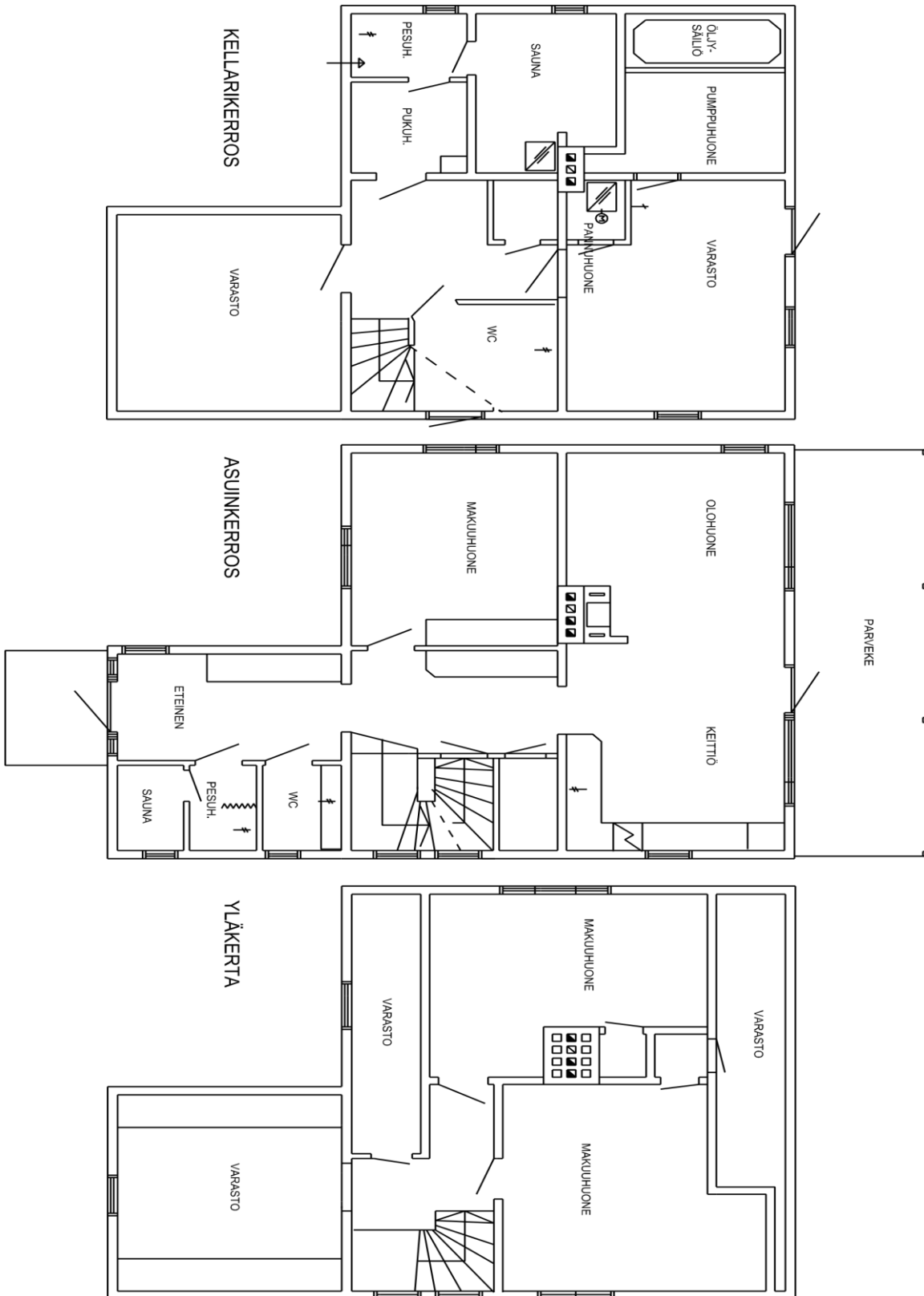
KELLARIKERROKSEN SEINISSÄ
 - KIVETTY BETONISOKKELI n. 15 cm
 - STYROX-ERISTE 5 cm
 - VARASTOSSA LASTULEVY 11 mm
 - SAUNAOSASTOSSA TIILIMUURAUS 7 cm
 - PESUHUONEESSA LAATOITUS
 - SAUNASSA PANELI

KELLARIKERROKSEN LATTIASSA
 - SAUNAOSASTOSSA n. 8 cm BETONIVALU
 VESIKIERTOISELLA LÄMMITYKSELLÄ
 - ERISTEENÄ 5 cm FINNFOAM
 - MUUALLA n. 5 cm MAAVARAINEN BETONI

Korjaussuunnitelma eristykseen



Pohjapiirustus



LVI- suunnitelma

