

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Atte Asikainen

1930-LUVULLA RAKENNETUN HIRSIRUNKOISEN OMAKOTITALON
KORJAUSSUUNNITELMA JA KORJAUSTEN VAIKUTUS E-LUKUUN

Opinnäytetyö
Joulukuu 2017



OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2017
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Tikkarinne 9
80220 JOENSUU
p. (013) 260 600

Tekijä
Atte Asikainen

Nimeke
1930-luvulla rakennetun hirsirunkoisen omakotitalon korjaussuunnitelma ja korjausten vaikutus E-lukuun

Tiivistelmä
Opinnäytetyön tarkoitus oli tuottaa 1930-luvulla rakennetulle hirsirunkoiselle omakotitalolle korjaussuunnitelma. Korjaussuunnitelma piti sisällään märkätilan ja keittiön lisäämisen rakennukseen, kylmän ullakkotilan muutoksen lämpimäksi sekä alapohjan ja ulkoseinien lämmöneristyksen parantamisen ja ikkunoiden sekä ulko-oven uusimisen. Remontoinneista tuotettiin myös kustannuslaskenta.

Opinnäytetyössä vertailtiin korjausten kustannuksia sekä tutkittiin lämmöneristyksen parantamisen vaikutusta rakennuksen E-lukuun. E-luvun laskenta toteutettiin CADS Hepac Pro -ohjelmistolla.

Suurin parantava vaikutus E-lukuun saatiin ulkoseinien lisälämmöneristyksellä, joka oli myös kustannuksiltaan suurin remontointi. Lämmöneristystä parantavien remontointien kokonaisvaikutus E-lukuun oli 123 kWh/(m²*vuosi) ja kokonaiskustannus 10649 €. Remontointien kokonaisvaikutuksella saatiin vuotuinen ostoenergian tarve parannettua arvosta 36383 kWh arvoon 24637 kWh ja muutettua rakennuksen energialuokka luokasta E luokkaan D.

Kieli
suomi

Sivuja 25
Liitteet 2
Liitesivumäärä 12

Asiasanat
korjausrakentaminen, hirsirakentaminen, E-luku



THESIS
December 2017
Degree Programme in Civil Engineering

Tikkarinne 9
80220 JOENSUU FINLAND
tel. (013) 260 600

Author
Atte Asikainen

Title
Renovation Plan for a Log House Built in the 1930's and the Effects of Renovations on Energy Efficiency

Abstract

The purpose of this thesis was to produce a renovation plan for a log house built in 1930's. The renovation plan included adding a bathroom and a kitchen to the first floor and two bedrooms to the second floor of the house as well as upgrading insulation of the base floor, adding insulation to the exterior walls and renewing the windows and external door of the building. Cost calculations for the renovation were also produced.

In the thesis costs of different renovations were compared and the effects of upgrading the insulation on energy efficiency were studied. Energy efficiency calculations were done with CADS Hepac Pro Software.

The most significant positive effect on energy efficiency was reached with adding insulation to the external walls of the house, which was also the most expensive part of the renovation. The gross effect of upgrading insulation on energy efficiency was 123 kWh/(m²*a) and the total cost for the renovation was 10,649 €. The gross effect of upgrading insulation decreased the yearly need of delivered energy from 36,383 kWh to 24,637 kWh.

Language
Finnish

Pages 25
Appendices 2
Pages of Appendices 12

Keywords
renovation, log house, energy efficiency

Sisältö

1	Johdanto	5
1.1	Opinnäytetyön tavoite	5
1.2	Rajaus	5
2	Kohteen esittely	5
2.1	Rakennuksen kuvaus	5
2.2	Alapohjan rakenne	6
2.3	Ulkoseinien rakenne	7
2.4	Välipohjan rakenne	8
2.5	Vesikate	9
2.6	Ikkunat ja ulko-ovi	9
2.7	Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet	10
3	Kohteen korjaussuunnitelmat	10
3.1	Tilojen muutokset	10
3.1.1	Märkätilan suunnittelu	10
3.1.2	Keittiön suunnittelu	13
3.1.3	Ullakkotilan muutos	14
3.2	Rakenteelliset muutokset	17
3.2.1	Alapohjan rakenteelliset muutokset	17
3.2.2	Ulkoseinien lisälämmöneristys	18
3.2.3	Ikkunoiden ja ulko-oven uusiminen	19
3.2.4	Uusien rakenteiden lämmönläpäisykertoimet	19
4	Rakenteellisten muutosten toteutuksen kustannukset	20
5	Korjausten vaikutus rakennuksen E-lukuun	20
5.1	E-luku ennen rakenteellisiä muutoksia	21
5.2	Rakenteellisten muutosten vaikutus E-lukuun	21
5.2.1	Alapohja	22
5.2.2	Ulkoseinien lisälämmöneristyksen vaikutus	22
5.2.3	Ikkunoiden ja ulko-oven uusimisen vaikutus	22
5.2.4	Rakenteellisten muutosten kokonaisvaikutus	22
6	Tulosten vertailu ja pohdinta	23
	Lähteet	25

Liitteet

Liite 1	Kustannuslaskenta
Liite 2	Energiaselvitys yhteenveto

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tavoite

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella peruskorjaus 1930-luvulla rakennetulle hirsirunkoiselle omakotitalolle ja vertailla suunnitelman rakenteellisten muutosten toteutusten kustannuksia ja tutkia rakennuksen lämmöneristyksen parantamisen vaikutusta rakennuksen E-lukuun sekä ostoenergian tarpeeseen. Opinnäytetyössä rakennukseen suunnitellaan rakenteellisten muutosten lisäksi märkätila sekä keittiö ja rakennuksen kylmän ullakkotilan muutos lämpimäksi tilaksi. Suunnitelmat toteutetaan pääosin toimeksiantajan toiveiden mukaan perinnerakentamisen rakenneratkaisuja suosien.

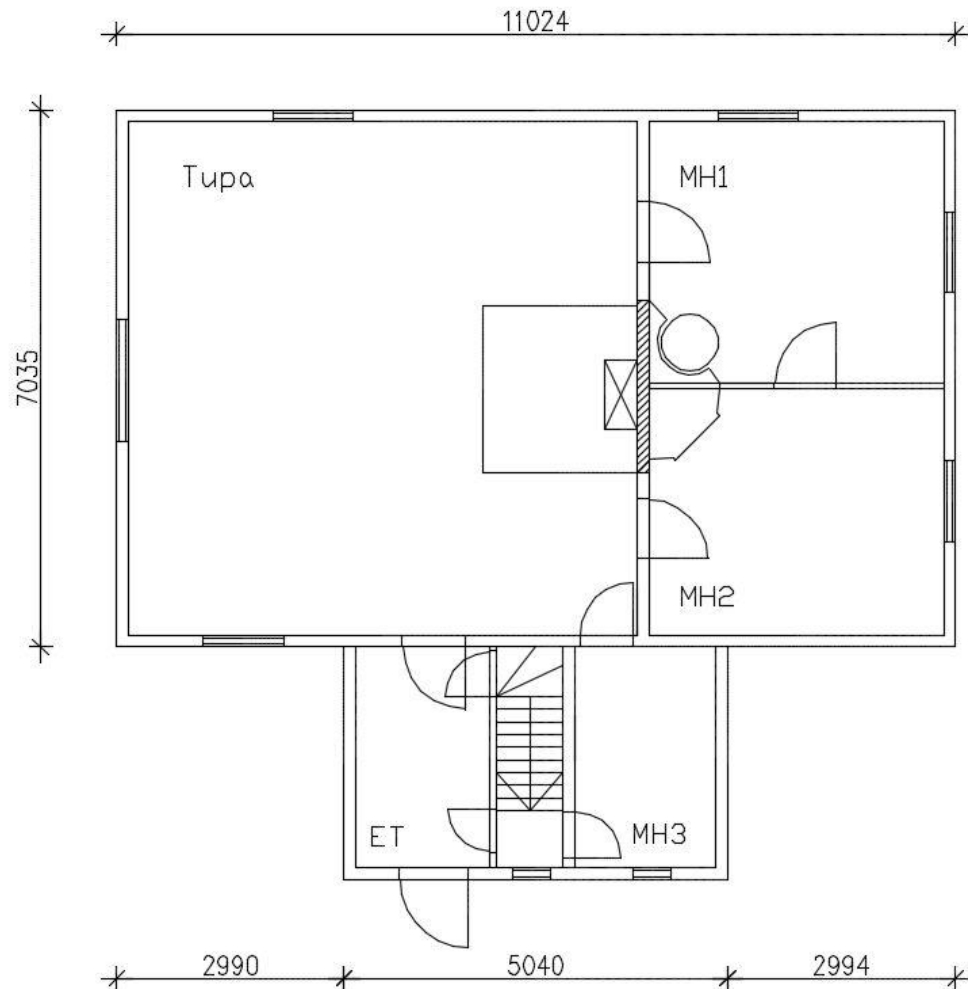
1.2 Rajaus

Opinnäytetyössä ei oteta kantaa rakennuksen remontoimisiin vaatimiin sähkö- ja LVI-töihin.

2 Kohteen esittely

2.1 Rakennuksen kuvaus

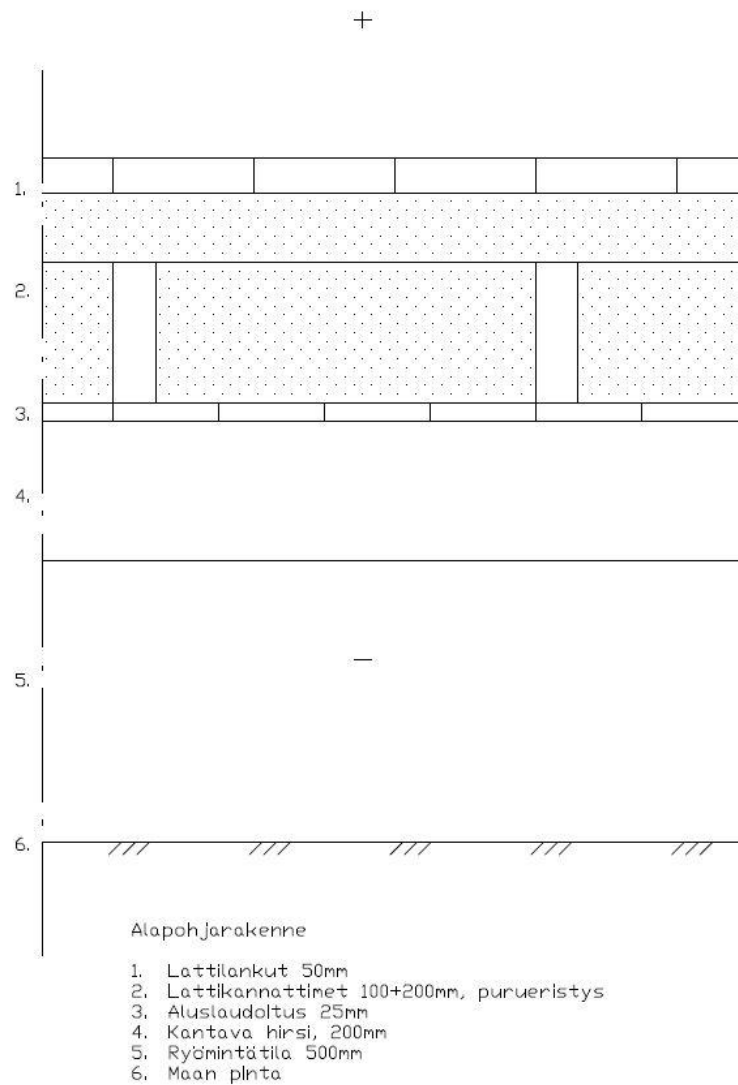
Opinnäytetyön kohteeksi valikoitui 1930-luvun alkupuolella rakennettu puolitoistakerroksinen hirsirunkoinen omakotitalo (kuva 1). Talo on ollut vapaa-ajan asuntona viimeiset 30 vuotta. Rakennukseen ei ole tiettävästi tehty suurempia remontoineja viime vuosikymmenien aikana lukuun ottamatta joitain pintamateriaalien uusimisia. Rakennus on pintapuolisesti tarkasteltuna terve ja ryhdikäs. Rakennuksen lämmitysjärjestelmänä toimivat sähköpatterit sekä varaavat leivinuuni ja makuuhuoneissa olevat pönttöuuni sekä takka. Rakennuksen ilmanvaihto on painovoimainen.



Kuva 1. Rakennuksen ensimmäisen kerroksen pohjapiirustus

2.2 Alapohjan rakenne

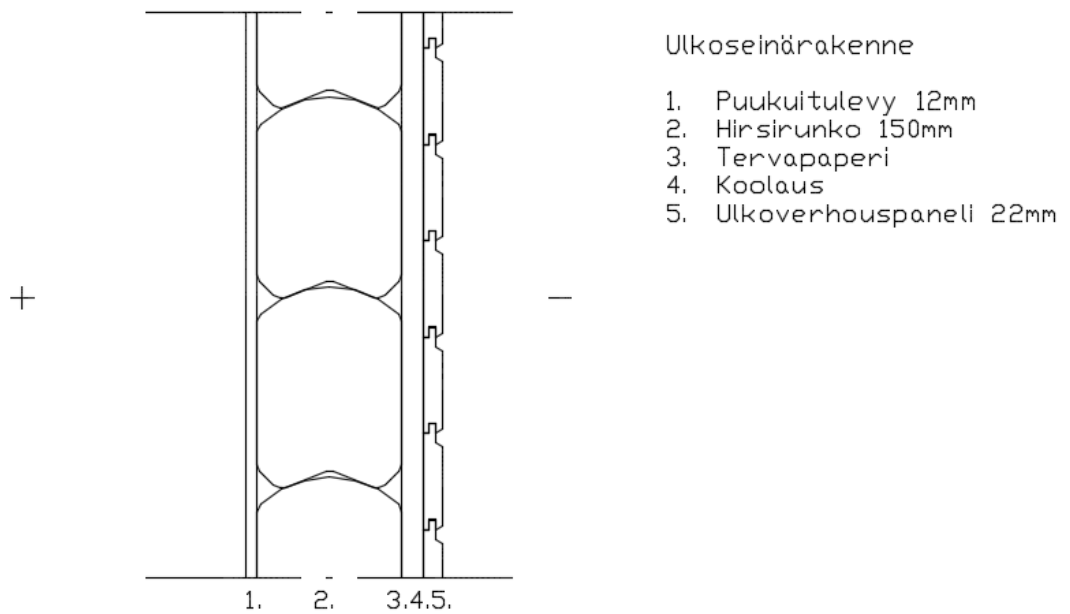
Rakennuksessa on tuulettuva alapohja, jossa on noin 300 mm vahvuinen puueristeinen lämmöneristys. Tuuletus on järjestetty sokkelissa olevilla 150 mm * 150 mm tuuletusaukoilla, joita on kaksi kappaletta rakennuksen jokaisella sivulla. Tuuletusaukkojen määrä on riittävä. Kantavana rakenteena on käytetty noin 150 mm * 200 mm vahvuisia hirsiä. Lattian pintamateriaalina toimivat noin 50 mm * 200 mm lattialankut. Lattialankkujen kannattimina ovat 60 mm * 100 mm lankut noin 800 mm jaolla. Rakennuksen alapohjan ryömintätila on korkeudeltaan noin 500 mm. (kuva 2)



Kuva 2. Rakennuksen alapohjarakenne

2.3 Ulkoseinien rakenne

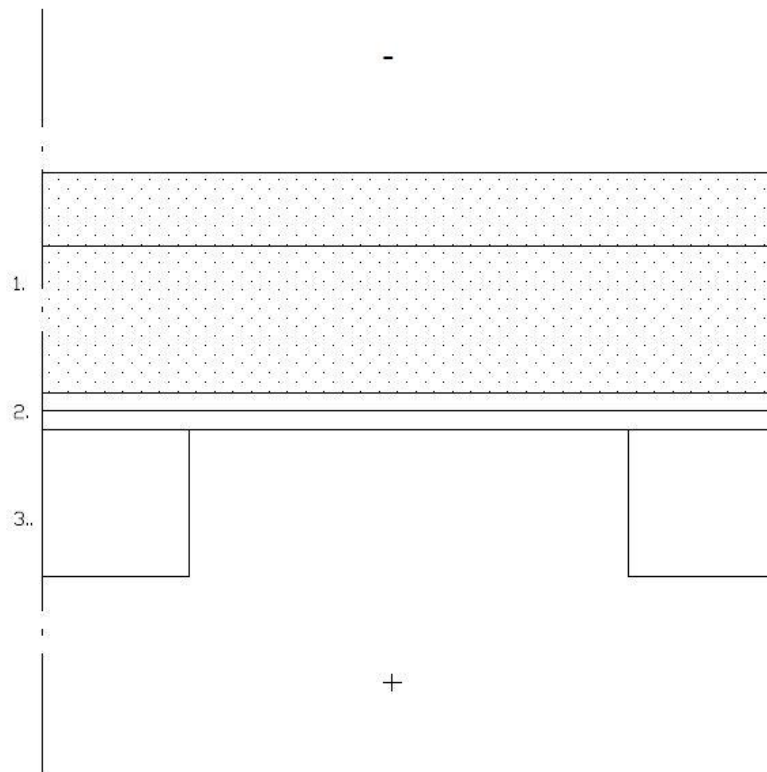
Rakennuksen runkona toimii 150 mm vahvuinen hirsikehikko ja ulkoverhouksena on 20 mm puupanelointi, jonka alla on tuulensuojana toimiva tervapaperi. Sisäpuolisena pintamateriaalina on käytetty 12 mm puukuitulevyä ja tapetointia. (kuva 3)



Kuva 3. Rakennuksen ulkoseinärakenne

2.4 Välipohjan rakenne

Rakennuksen välipohja rajoittaa asuintilan ja kylmän ullakotilan ja on näin ollen rakennuksen tämänhetkinen yläpohja. Kantavana rakenteena toimivat noin 150 mm x 200 mm vahvuisista hirsistä muodostuva palkisto. Lämmöneristeenä on noin 300 mm vahvuinen kerros purua. (kuva 4)



Välipohjarakenne

1. Purueristys 300mm
2. Laudoitus 2 x 25mm
3. Palkit 200mm

Kuva 4. Rakennuksen välipohjarakenne

2.5 Vesikate

Rakennuksen katemateriaalina toimii pelti, joka on asennettu harvalaudoituksen päälle. Peltikate on hyväkuntoinen eikä katteessa ole havaittu vuotokohtia. Tässä remontoinnissa ei uusita rakennuksen peltikatetta.

2.6 Ikkunat ja ulko-ovi

Rakennuksen ikkunoiden tyyppi on MS, eli ikkunat ovat sisään aukeavia, kaksipuitteisia ja kaksilasisia. Ulko-ovi on alkuperäinen ja huonokuntoinen.

2.7 Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet

Lämmönläpäisykertoimella eli U-arvolla tarkoitetaan ”lämpövirran tiheyttä, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien ilmatilojen välillä on yksikön suuruinen.” Lämmönläpäisykertoimen yksikkö on $W/(m^2K)$. [1.]

Taulukossa 1 on eriteltyä rakennuksen nykyisten rakenteiden U-arvot. Arvot on laskettu Puuinfon U-arvon mitoitusohjelmalla. Ohjelma laskee U-arvot SFS EN ISO 6946 -standardin mukaista laskentamenetelmää käyttäen. [2.] Rakennusaineiden lämmönjohtuvuuden arvoina on käytetty Suomen Rakentamismääräyskokoelma osa C4:stä löytyviä sekä rakennustuotteiden valmistajien antamia arvoja. [3.]

Taulukko 1. Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet

Rakenne	U-arvo
Alapohja	0,22
Ulkoseinät	0,60
Välipohja (yläpohja)	0,24
Ikkunat	2,70
Ulko-ovi	3,50

3 Kohteen korjaussuunnitelmat

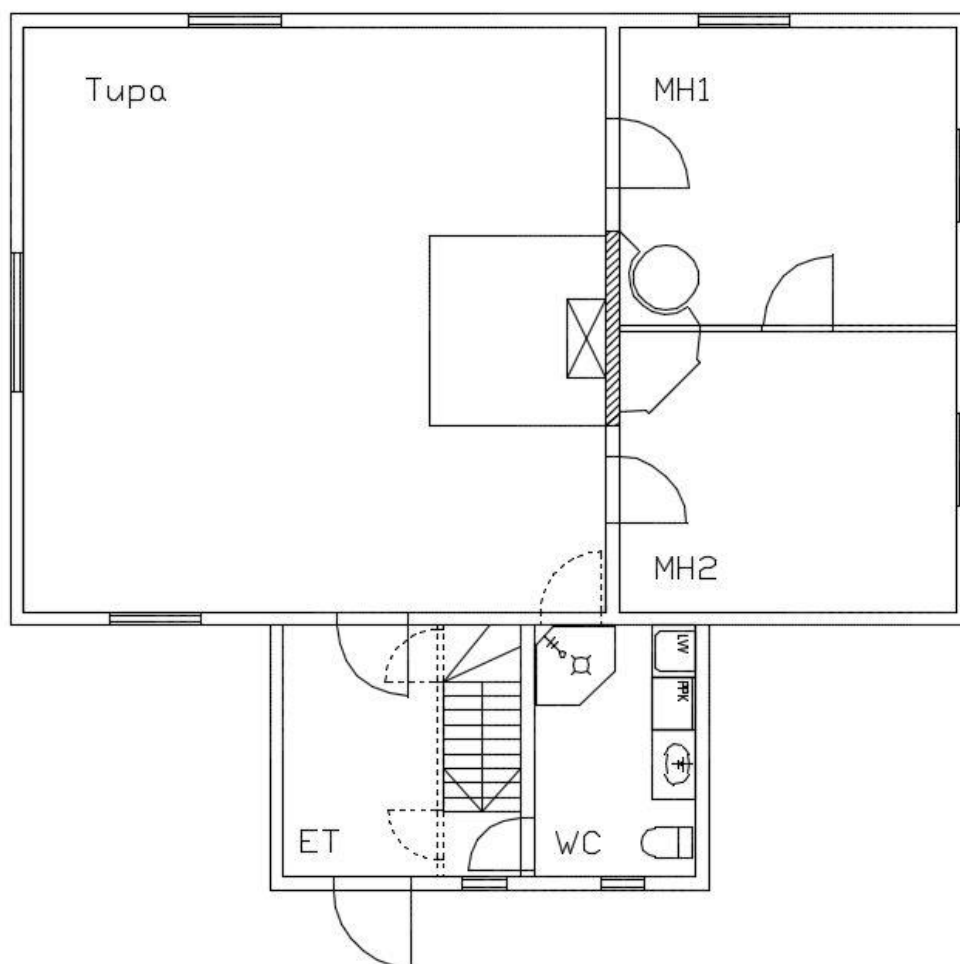
3.1 Tilojen muutokset

Korjaussuunnitelmassa olevat tilojen muutokset sisältävät märkätilan suunnittelun ja kylmän ullakkotilan muuttamisen lämpimäksi sekä keittiön suunnittelun. Tilamuutokset toteutetaan opinnäytetyön tilaajan toiveiden mukaisesti.

3.1.1 Märkätilan suunnittelu

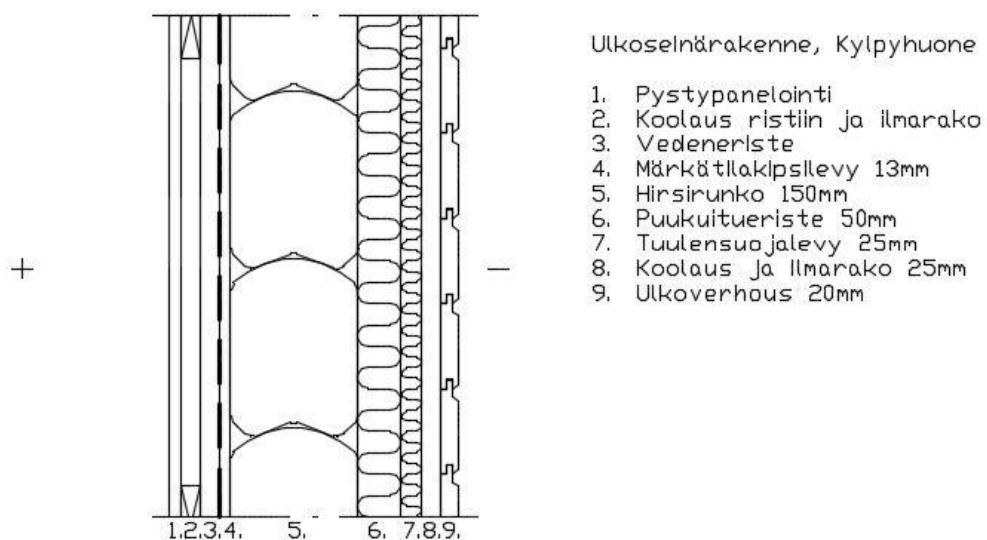
Rakennukseen suunnitellaan uusi kylpyhuone vanhan makuuhuoneen tilaan. Käynti kylpyhuoneeseen järjestetään eteisen kautta. Eteisen ja portaikon väli-

nen väliseinä puretaan ja portaikko jätetään avoimeksi. Lisäksi tuvan ja märkätilan välinen ovi poistetaan ja aukko rakennetaan umpeen. (kuva 5)



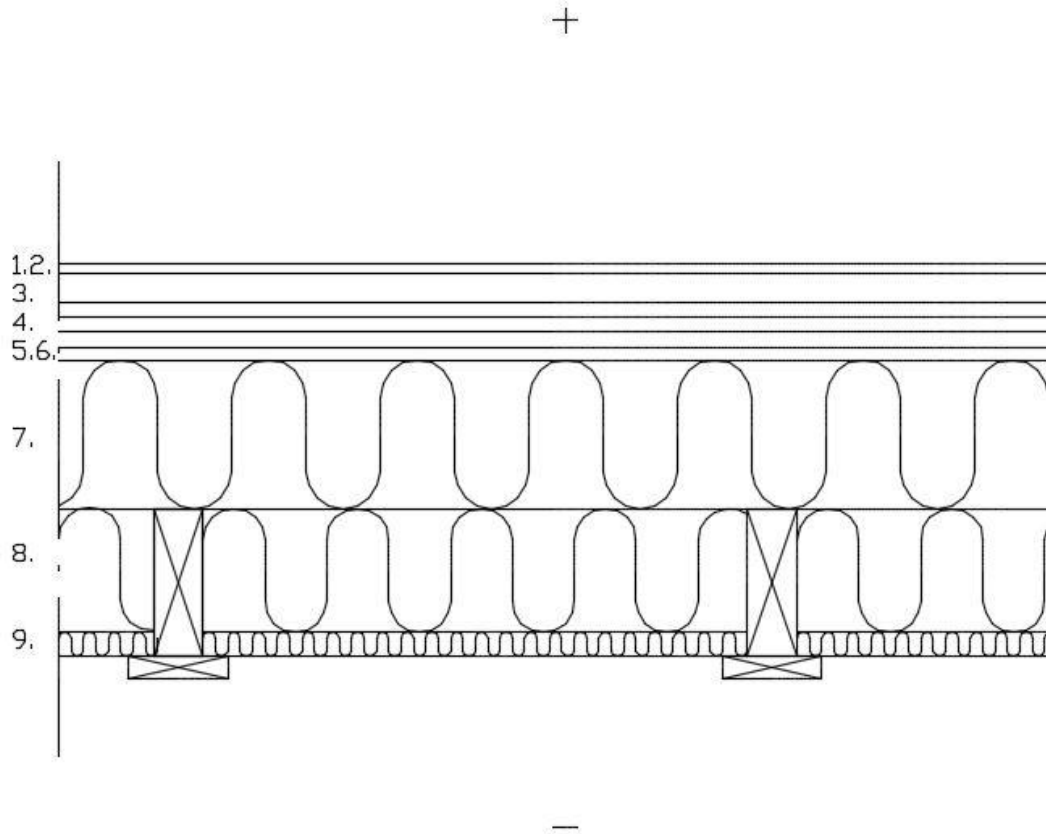
Kuva 5. Märkätilan sijoitus rakennukseen

Kylpyhuoneen seinät levytetään 13 mm vahvuisella märkätilakipsilevyllä ja vedeneristetään. Sisäpuolisena pintamateriaalina toimii panelointi, joka koolataan siten, että paneloinnin ja levytyksen väliin jää ilmarako. Koska panelointi ei kestä jatkuvaa kastumista, varustetaan kylpyhuone suihkukaapilla. Märkätilaan sijoitetaan myös lämminvesivaraaja. (kuva 6)



Kuva 6. Märkätilan ulkoseinärakenne

Alapohja uusitaan kokonaisuudessaan kylpyhuoneen osalta. Kylpyhuoneen lattia vedeneristetään ja lattian pintamateriaalina toimii laatoitus. Lattian tarvittavat kaadot toteutetaan 30 mm valuna sementtipohjaisella lattiamassalla. Kaatovallun alla on kolme kerrosta 15 mm lattiakipsilevyä, joista keskimmäiseen kerrokseen asennetaan sähkölattialämmityskaapelit. Alapohjan runkona toimii 48 mm * 148 mm vahvuiset 600 mm jaolla ristiin asennetut lankut. Alapohjan eristeenä käytetään puukuitueristettä. Puukuitueristeen alapuolelle asennetaan tuulensuojalevytys ja yläpuoli paperoidaan ilmansulkupaperilla. (kuva 7)



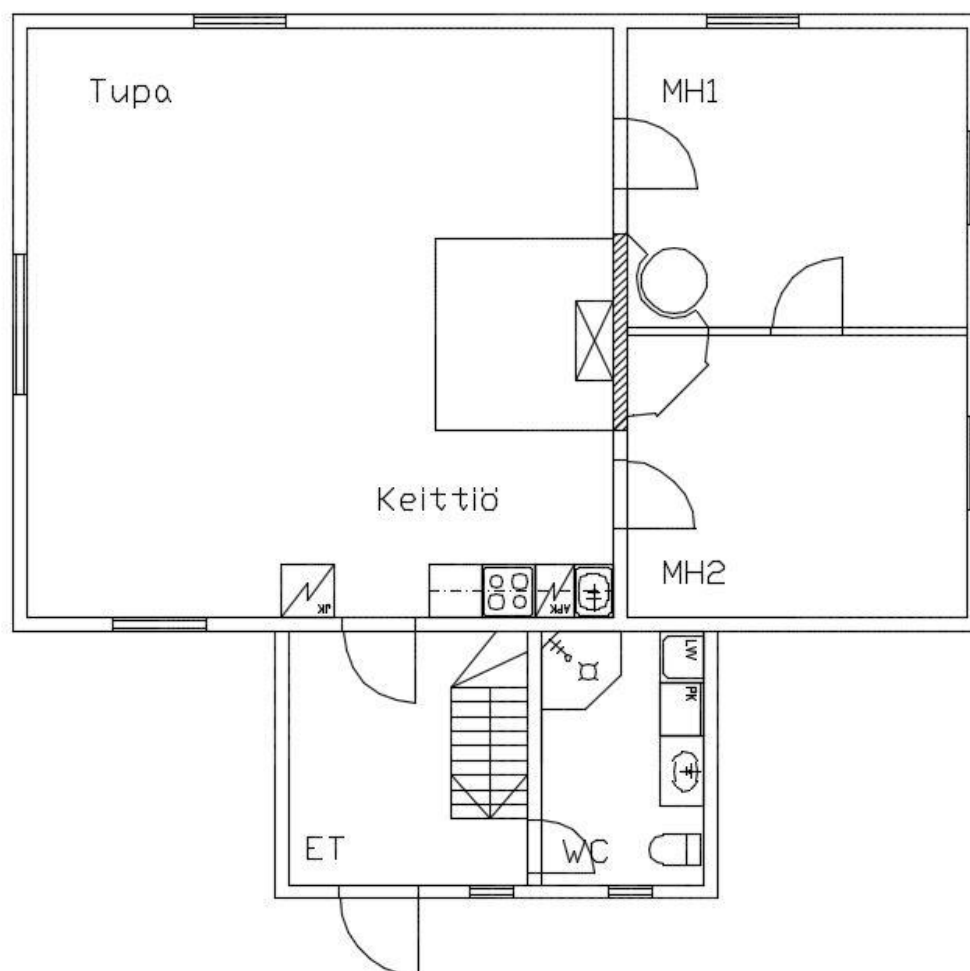
Alapohjarakenne, Kylpyhuone

1. Laatoitus
2. Vedeneriste
3. Kaatovalu 30mm
4. Lattiakipsilevy 3x15mm (keskimmaisessä lattiälämmityskaapellit)
5. Vaneri 13mm
6. Ilmansulkupaperi
7. Runko 150mm, Puukuitueriste 150mm
8. Runko 150mm, Puukuitueriste 125mm
9. Tuulensuojalevy 25mm

Kuva 7. Märkätilan alapohjarakenne

3.1.2 Keittiön suunnittelu

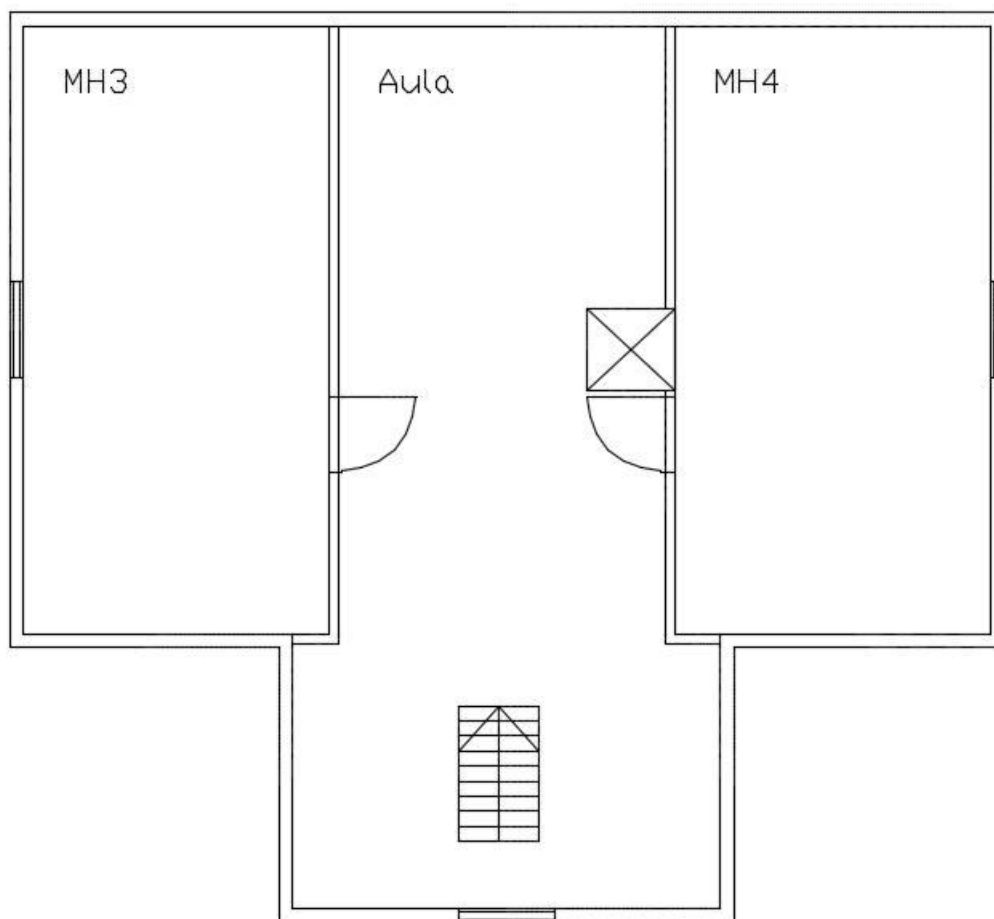
Keittiö suunnitellaan tupaan märkätilan seinää vasten. Näin ollen vesi ja viemärointi ovat mahdollisimman helppo toteuttaa. Keittiön suunnittelu ei vaadi rakenteellisia muutoksia lukuun ottamatta keittiön ja märkätilan välisellä seinällä olevan oviaukon muuttamista yhtenäiseksi seinäksi. (kuva 8)



Kuva 8. Keittiön sijoitus rakennukseen

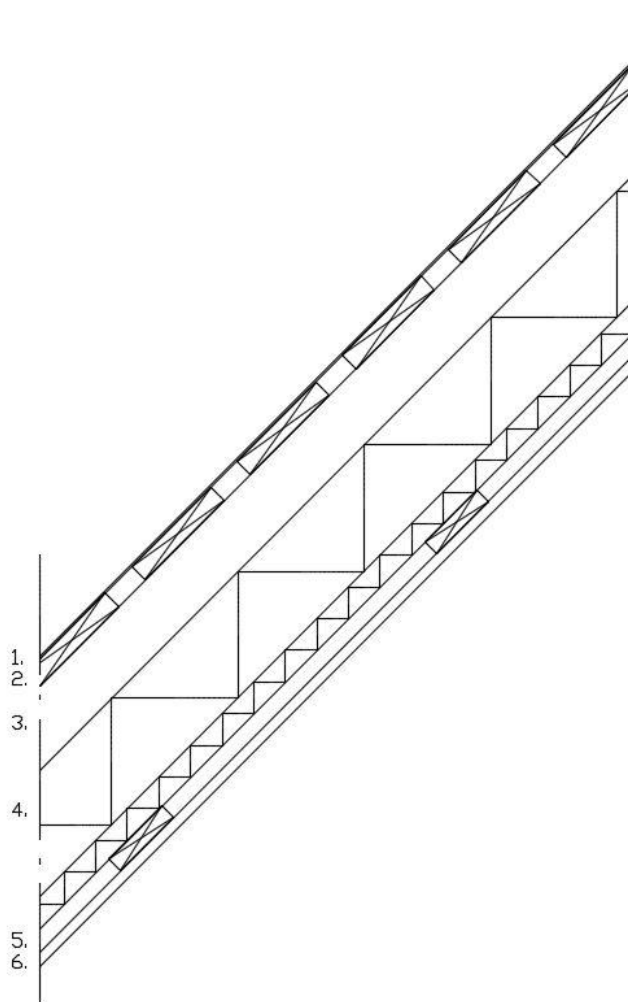
3.1.3 Ullakkotilan muutos

Rakennuksen kylmä ullakkotila muutetaan lämpimäksi asuintilaksi siten, että ullakkotilan päätyihin saadaan kaksi suurta makuuhuonetta sekä aulatilaa huoneiden väliin. (kuva 9)



Kuva 9. Ullakon pohjapiirustus

Yläpohjan lämmöneristys toteutetaan polyuretaanieristelevyillä. Polyuretaanieristeeseen päädyttiin sen hyvän lämmöneristyskyvyn, ja näin ollen mahdollisimman pienen tarvittavan eristepaksuuden, takia. 120 mm vahvuinen eristelevy asennetaan kattokannattimien väliin siten, että katteen ja eristeen väliin jää 60 mm tuuletusrako. Tämän eristeen alapuolelle asennetaan vielä 30 mm vahvuinen polyuretaanieristelevy. Pintamateriaaliksi asennetaan sisäverhouspaneeli. (kuva 10)

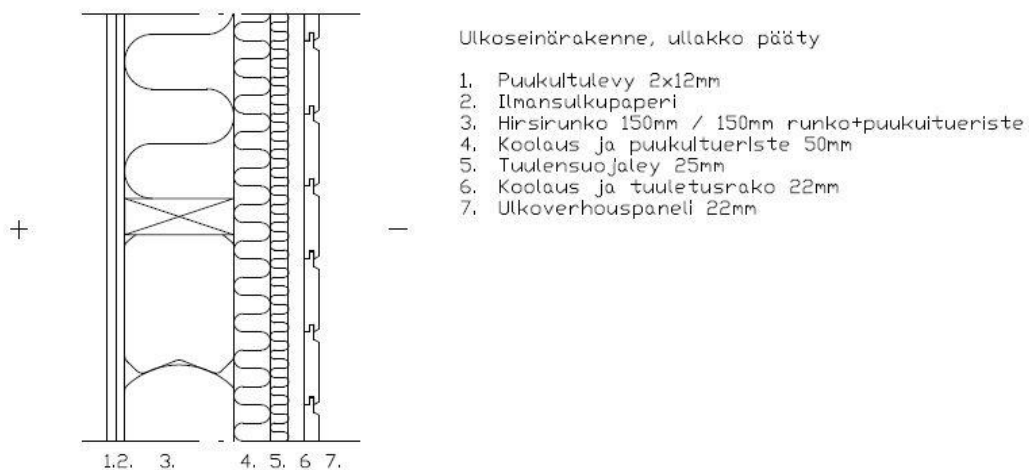


Yläpohjarakenne

1. Peltikate
2. Laudoitus 25mm
3. Kattokannottimet ja tuuletus 60mm
4. SPU-eriste 120+30mm
5. Koolaus 20mm
6. Sisäverhouspaneeli 14mm

Kuva 10. Yläpohjarakenne

Ullakon päätyjen osalta ulkoseinät eristetään puukuitueristeellä. Sisäpuolelle asennetaan kaksi kappaletta 12 mm vahvuista puukuitulevyä sekä pinkopahvi. (kuva 11)



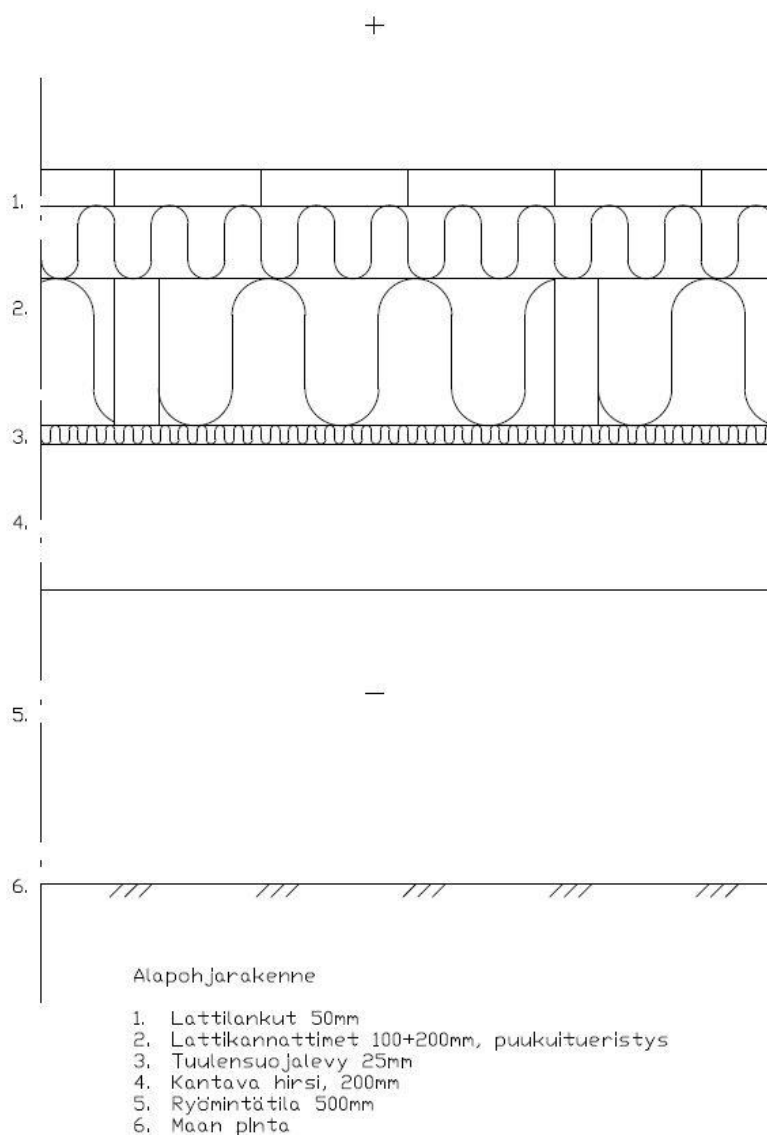
Kuva 11. Ullakon päädyn ulkoseinärakenne

3.2 Rakenteelliset muutokset

Rakenteellisilla muutoksilla pyritään parantamaan rakennuksen lämmöneristystä sekä ilmatiiviyttä. Lämmöneristystä parannetaan lisäämällä ulkoseiniin puukuitueristettä sekä korvaamalla alapohjan purueristys puukuitueristeellä. Myös rakennuksen ikkunat ja ulko-ovi vaihdetaan lämmöneristävyydeltään parempiin.

3.2.1 Alapohjan rakenteelliset muutokset

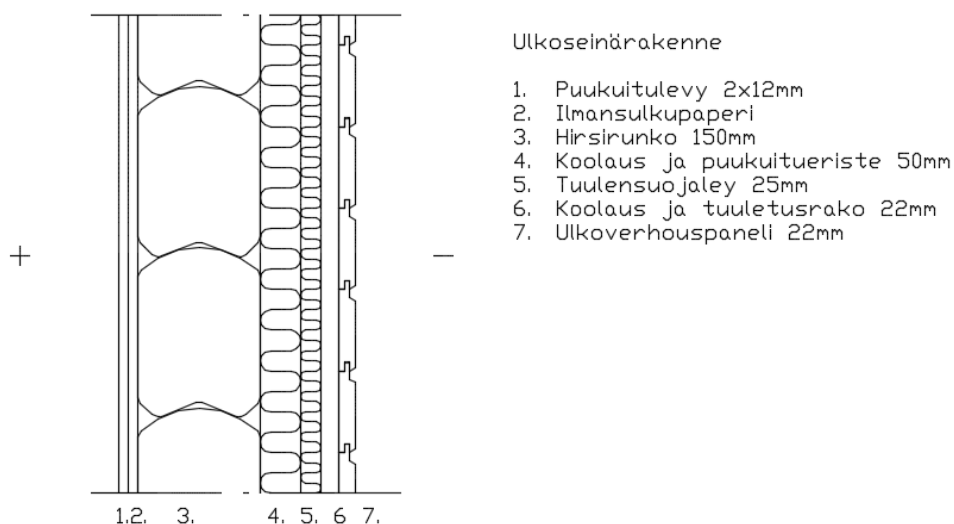
Alapohjan remontoinnissa vanha purueristys korvataan puukuitueristeellä sekä mahdolliset vaurioituneet puurakenteet korjataan. Lämmöneristeen alle asennetaan tuulensuojalevy ja yläpuolelle, lattialankkujen alle, ilmansulkupaperi. Vanhat lattialankut kunnostetaan ja säilytetään opinnäytetyön tilaajan toiveesta. Tuulettuvan alapohjan alalla olevan maan pinnalta poistetaan mahdolliset eloperäiset aineet. (kuva 12)



Kuva 12. Rakennuksen uusi alapohjarakenne

3.2.2 Ulkoseinien lisälämmöneristys

Ulkoseinien lisälämmöneristeeksi asennetaan ulkopuolinen 50 mm vahvuinen puukuitueriste sekä 25 mm vahvuinen tuulensuojalevy. Sisäpuolella seinään asennetaan ilmansulkupaperi sekä kaksi kappaletta 12 mm vahvuista huokoista puukuitulevyä. Pintamateriaaliksi asennetaan pinkopahvi ja paperitapetti. Rakennuksen ulkoverhous uusitaan. Ulkoverhouksen koolauksena toimii 600 mm jaolla kiinnitetyt 25 mm * 100 mm laudat. Näin varmistutaan, että ulkoverhoukselle jää riittävä tuuletusrako. (kuva 13)



Kuva 13. Rakennuksen uusi ulkoseinärakenne

3.2.3 Ikkunoiden ja ulko-oven uusiminen

Rakennuksen vanhat ikkunat poistetaan ja tilalle vaihdetaan uudet ikkunat. Uudet ikkunat ovat mallia MSE eli sisään aukeavia, kaksipuitteisia ja kolmilaisia. Vanha ulko-ovi korvataan lämmöneristykseltään parempaan.

3.2.4 Uusien rakenteiden lämmönläpäisykertoimet

Taulukossa 2 on rakenteiden lämmönläpäisykertoimet eli U-arvot rakenteellisten muutosten jälkeen sekä vertailuksi nykyisten eli ennen remontoiteja olevat rakenteiden arvot.

Taulukko 2. Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet

Rakenne	U-arvo, remontoinnin jälkeen	U-arvo, ennen remontoiteja
Alapohja	0,14	0,22
Ulkoseinät	0,28	0,60
Ulkoseinät (ullakko pääty)	0,17	-
Yläpohja	0,17	0,24
Ikkunat	1,00	2,70
Ulko-ovi	1,00	3,50

4 Rakenteellisten muutosten toteutuksen kustannukset

Opinnäytetyön tilaaja toteuttaa rakennuksen korjaussuunnitelman toteutuksen itse, joten kustannuslaskennassa huomioidaan vain materiaalikustannukset. Myöskään tarvittavien kodinkoneiden ja kalusteiden aiheuttamia kustannuksia ei huomioida tässä kustannuslaskennassa. Korjaussuunnitelmien toteuttamiseen tarvittavat materiaalikustannukset löytyvät eriteltyinä tämän opinnäytetyön liitteen 1 taulukoista. Remontoinnin kokonaiskustannukseksi saatiin 21324 €. Lämmöneristyksen parantamisesta aiheutuvat kustannukset olivat yhteensä 10649 €.

5 Korjausten vaikutus rakennuksen E-lukuun

E-luvulla tarkoitetaan rakennuksen kokonaisenergiankulutusta.

E-luku on energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vuotuinen ostoenergiankulutus rakennustyypin standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden. E-luku saadaan laskemalla yhteen ostoenergian ja energiamuotojen kertoimien tulot energiamuodoittain. [4.]

E-luvun yksikkö on kWh/(m²*vuosi).

Rakennus sijoitetaan E-luvun mukaan energiatehokkuusluokkaan. Luokat ovat välillä A-G, joista energiatehokkain on luokka A. Opinnäytetyössä tutkittava rakennus on erillinen pientalo ja se kuuluu käyttötarkoitukseluokkaan yhden asunnon talot. Tutkittavan rakennuksen lämmitettävä nettoala (A_{netto}) on 173,3 m² ja sen energiatehokkuusluokka määritetään alla olevasta taulukosta (taulukko 3).

Taulukko 3. Rakennuksen sijoitus energiatehokkuusluokkaan [5.]

$$150 \text{ m}^2 < A_{\text{netto}} \leq 600 \text{ m}^2$$

Energiatehokkuusluokka	Kokonaisenergiankulutus, E-luku (kWh _F /m ² vuosi)
A	$E\text{-luku} \leq 83 - 0,02 \times A_{\text{netto}}$
B	$83 - 0,02 \times A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 131 - 0,04 \times A_{\text{netto}}$
C	$131 - 0,04 \times A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 173 - 0,07 \times A_{\text{netto}}$
D	$173 - 0,07 \times A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 253 - 0,07 \times A_{\text{netto}}$
E	$253 - 0,07 \times A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 383 - 0,07 \times A_{\text{netto}}$
F	$383 - 0,07 \times A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 453 - 0,07 \times A_{\text{netto}}$
G	$453 - 0,07 \times A_{\text{netto}} < E\text{-luku}$

Opinnäytetyössä tutkittiin, kuinka paljon eri rakenteelliset muutokset vaikuttavat rakennuksen E-lukuun, ostoenergian tarpeeseen ja energiatehokkuusluokkaan. E-luvun laskeminen toteutettiin CADS Hepac Pro -ohjelmistolla.

5.1 E-luku ennen rakenteellisiä muutoksia

Vertailukohtaksi aluksi laskettiin rakennuksen E-luku ennen alapohjan sekä ulkoseinien lämmöneristyksen parantamista sekä ikkunoiden ja ulko-oven vaihtoa. Tähän laskelmaan kuului kuitenkin märkätilan ja kylmän ullakotilan lämpimäksi muuttamiseen tarvittavat rakenteelliset muutokset.

Rakennuksen E-luvuksi ennen alapohjan, ulkoseinien sekä ikkunoiden uusimista saatiin 288 kWh/(m²*vuosi), joka sijoittaa rakennuksen energialuokkaan E. Ostoenergian tarpeeksi saatiin 36383 kWh/vuosi, josta ostosähkön osuus on 26383 kWh/vuosi ja puulämmityksen osuus on 10000 kWh/vuosi.

5.2 Rakenteellisten muutosten vaikutus E-lukuun

Opinnäytetyössä tutkittiin lämmöneristyksen parantamisen vaikutusta rakennuksen E-lukuun. Tässä luvussa on eriteltyä eri rakenneosien muutosten vaikutus E-lukuun sekä rakenteellisten muutosten kokonaisvaikutus. E-luvun laskemisen yhteenvedot löytyvät tämän opinnäytetyön liitteestä 2.

5.2.1 Alapohja

Alapohjan lämmöneristyksen parantamisella saatiin E-luku parannettua arvosta 288 kWh/(m²*vuosi) arvoon 258 kWh/(m²*vuosi). Ostoenergian tarve väheni arvosta 36383 kWh/vuosi arvoon 33273 kWh/vuosi, josta ostosähkön osuus oli 23273 kWh/vuosi. Alapohjan remontoinnin jälkeen rakennus kuuluu energiatehokkuusluokkaan E.

5.2.2 Ulkoseinien lisälämmöneristyksen vaikutus

Ulkoseinien lämmöneristyksen parantamisella saatiin E-luku parannettua arvosta 288 kWh/(m²*vuosi) arvoon 210 kWh/(m²*vuosi). Ostoenergian tarve väheni arvosta 36383 kWh/vuosi arvoon 28375 kWh/vuosi, josta ostosähkön osuus oli 18375 kWh/vuosi. Ulkoseinien lisälämmöneristämisen jälkeen rakennus kuuluu energiatehokkuusluokkaan D.

5.2.3 Ikkunoiden ja ulko-oven uusimisen vaikutus

Ikkunoiden ja ulko-oven uusimisella saatiin E-luku parannettua arvosta 288 kWh/(m²*vuosi) arvoon 228 kWh/(m²*vuosi). Ostoenergian tarve väheni arvosta 36383 kWh/vuosi arvoon 30275 kWh/vuosi, josta ostosähkön osuus oli 20275 kWh/vuosi. Ikkunoiden ja ulko-oven uusimisen jälkeen rakennus kuuluu energiatehokkuusluokkaan D.

5.2.4 Rakenteellisten muutosten kokonaisvaikutus

Rakenteellisten muutosten kokonaisvaikutuksesta saatiin E-luku parannettua arvosta 288 kWh/(m²*vuosi) arvoon 173 kWh/(m²*vuosi). Ostoenergian tarve väheni arvosta 36383 kWh/vuosi arvoon 24637 kWh/vuosi, josta ostosähkön osuus oli 14637 kWh/vuosi. Rakenteellisten muutosten jälkeen rakennus kuuluu energiatehokkuusluokkaan D.

6 Tulosten vertailu ja pohdinta

Taulukossa 4 on eriteltyinä remontointien vaikutukset E-lukuun, energiatehokkuusluokkaan ja ostoenergian tarpeeseen sekä remontointien kustannukset.

Taulukko 4. Energialaskelman vertailu

	E-luku kWh/(m ² *vuosi)	Remontoinnin- vaikutus kWh/(m ² *vuosi)	Kustannus (€)	Energialuokka	Ostoenergia (kWh/vuosi)
Ennen rakenteellisia muutoksia	288	0	0	E	36383
Alapohjan remontoinnin jälkeen	258	30	1502	E	33273
Ulkoseinien remontoinnin jälkeen	210	78	5308	D	28375
Ikkunoiden ja ulko-oven uusimisen jälkeen	228	60	3873	E	30275
Remontointien kokonaisvaikutus	173	115	10649	D	24637

Suurin parantava vaikutus E-lukuun saatiin seinien lisälämmöneristyksellä, toiseksi suurin ikkunoiden sekä ulko-oven uusimisella ja kolmanneksi suurin alapohjan uusimisella. Remontointien kokonaisvaikutus E-lukuun oli 115 kWh/(m²*vuosi) ja ostoenergian tarve tippui arvosta 36383 kWh/vuosi arvoon 24637 kWh/vuosi. Kokonaisvaikutukseen vaikuttaa positiivisesti rakennuksen ilmantiiveyden paraneminen, joka yksinään vaikutti E-lukuun noin 20 kWh/(m²*vuosi). Remontointien kokonaisvaikutuksesta rakennuksen energiatehokkuusluokka parani luokasta E luokkaan D.

Rakennuksen energiatehokkuutta voi edelleen parantaa esimerkiksi lisäämällä rakennukseen hyvällä lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteella oleva koneellinen ilmanvaihto, ilmalämpöpumppu ja aurinkosähköjärjestelmä.

Lämmöneristysten ja rakennuksen ilmantiiveyden parantamisella saadaan energiatehokkuuden lisäksi positiivista vaikutusta rakennuksen asumisviihtyvyyteen. Myös rakennuksen arvonnousu ja -säilyvyys on syytä huomioida harkittaessa remontoiteja.

E-lukua parantavista remontoinneista kustannuksiltaan suurin oli ulkoseinien lisälämmöneristys (5308 €), tämä remontointi sisälsi myös ulkoverhouksen uusimisen (2210 €). Ikkunoiden ja ulko-oven uusimisen kustannukset olivat 3873 € ja alapohjan uusimisen kustannus oli 1502 €. Lämmöneristyksen parantamisen kokonaiskustannukseksi saatiin 10649 €.

Tässä opinnäytetyössä haasteelliseksi osoittautui ilmanvaihdon ilmavirran suuruksien määrittäminen. E-luvun laskennassa todettiin, että painovoimaisen ilmanvaihdon ilmavirran suuruudella on merkittävä vaikutus rakennuksen E-lukuun. Opinnäytetyössä käytettiin ilmanvaihdon poisto- ja tuloilmavirran arvoina $0,035 \text{ m}^3/\text{s}$, joiden arvioitiin olevan lähellä todellista ilmavirran suuruutta rakennuksessa. Suorittamalla laskenta käyttäen Suomen Rakentamismääräyskoelman osan D3 poisto- ja tuloilmavirran taulukkoarvoja ($0,069 \text{ m}^3/\text{s}$) remontoitien kokonaisvaikutuksesta E-luku parani arvosta 343 arvoon 226 $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{vuosi})$.

Jatkotutkimuksena opinnäytetyölle olisi mielenkiintoista vertailla opinnäytetyössä käytetyn E-luvun laskentaohjelman tuloksia muiden laskentaohjelmien ja käsinlaskennan antamiin tuloksiin.

Lähteet

1. Ympäristöministeriö. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Osa C3. Rakennuksen lämmöneristys. Helsinki. 2010.
2. Puuinfo Oy. Puurakenteen U-arvon määrittäminen. <http://www.puuinfo.fi/mitoitushjelmat/puurakenteen-u-arvon-maarittaminen>. Ladattu 15.5.2017.
3. Ympäristöministeriö. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Osa C4. Lämmöneristys. Helsinki. 2003.
4. Ympäristöministeriö. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Osa D3. Rakennusten energiatehokkuus. Helsinki. 2012.
5. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. 176/2013. Liite 1. Energiatodistuksen kokonaisenergiankulutuksen (E-luvun) määrittäminen.

Kustannuslaskenta

Lämmöneristyksen parantamisesta aiheutuvat kustannukset:								
Alapohja	Tuote	Määrä	Hukka	Määrä	Yksikkö	Hinta	Yksikkö	Kustannus
Ilmansulkupaperi	Ekovilla X5	72,6	5 %	76,23	m ²	1,2	€/m ²	91,48 €
Puukuitueriste	Ekovilla, itse puhallettuna	22	4 %	22,88	m ³	40	€/m ³	915,20 €
Tuulensuojalevy	25mm	72,6	5 %	76,23	m ²	6,5	€/m ²	495,50 €
							yht.	1 502,17 €
Ulkoseinät	Tuote	Määrä	Hukka	Määrä	Yksikkö	Hinta	Yksikkö	Kustannus
Pinkopahvi		132	5 %	138,6	m ²	2,5	€/m ²	346,50 €
Puukuitulevy	12mm, huokoinen	164	5 %	172,2	m ²	3,6	€/m ²	619,92 €
Ilmansulkupaperi	Ekovilla X5	132	5 %	138,6	m ²	1,2	€/m ²	166,32 €
Tuulensuojalevy	25mm	178	5 %	186,9	m ²	6,5	€/m ²	1 214,85 €
Puutavara	48x48	330	10 %	363	jm	0,8	€/jm	290,40 €
Puukuitueriste	Ekovilla 50mm, puhallettuna	9	5 %	9,45	m ³	45	€/m ³	425,25 €
Puutavara	25x100	330	10 %	363	jm	0,75	€/jm	272,25 €
Ulkoverhous	UTV 20x120	1602	10 %	1762,2	jm	1,1	€/jm	1 938,42 €
							yht.	5 273,91 €
Ikkunat	Tuote	Määrä	Hukka	Määrä	Yksikkö	Hinta	Yksikkö	Kustannus
Ikkuna	MSEAL, 2+1 Lasia, 990x1190	9	0 %	9	kpl	291	€/kpl	2 619,00 €
Ikkuna	MSEAL, 2+1 Lasia, 590x1190	2	0 %	2	kpl	227	€/kpl	454,00 €
Ovi	990x2090	1	0 %	1	kpl	800	€/kpl	800,00 €
							yht.	3 873,00 €
							yht.	10 649,08 €

Kustannuslaskenta

Kustannuslaskelma								
Alapohja	Tuote	Määrä	Hukka	Määrä	Yksikkö	Hinta	Yksikkö	Kustannus
Ilmansulkupaperi	Ekovilla X5	72,6	5 %	76,23	m ²	1,2	€/m ²	91,48 €
Puukuitueriste	Ekovilla, itse puhallettuna	22	4 %	22,88	m ³	40	€/m ³	915,20 €
Tuulensuojalevy	25mm	72,6	5 %	76,23	m ²	6,5	€/m ²	495,50 €
							yht.	1 502,17 €
Välipohja ja ullakon muutos	Tuote	Määrä	Hukka	Määrä	Yksikkö	Hinta	Yksikkö	Kustannus
Lattialauta	28x120	708	10 %	778,8	jm	3,3	€/jm	2 570,04 €
Väliseinätolpat	kertopuu 39x66	79	10 %	86,9	jm	2,33	€/jm	202,48 €
Kipsilevy	13mm EK	56	10 %	61,6	m ²	5,45	€/m ²	335,72 €
							yht.	3 108,24 €
Yläpohja	Tuote	Määrä	Hukka	Määrä	Yksikkö	Hinta	Yksikkö	Kustannus
Polyuretaanieriste	120mm	98	5 %	102,9	m ²	32,5	€/m ²	3 344,25 €
Polyuretaanieriste	30mm	98	5 %	102,9	m ²	13,5	€/m ²	1 389,15 €
Puutavara	48x98	130	10 %	143	jm	1,9	€/jm	271,70 €
Puutavara	22x100	175	10 %	192,5	jm	0,6	€/jm	115,50 €
Sisävehouspaneeli	14x95	1032	10 %	1135,2	jm	0,85	€/jm	964,92 €
							yht.	6 085,52 €
Ulkoseinät	Tuote	Määrä	Hukka	Määrä	Yksikkö	Hinta	Yksikkö	Kustannus
Pinkopahvi		102	5 %	107,1	m ²	2,5	€/m ²	267,75 €
Puukuitulevy	12mm, huokoinen	204	5 %	214,2	m ²	3,6	€/m ²	771,12 €
Ilmansulkupaperi	Ekovilla X5	102	5 %	107,1	m ²	1,2	€/m ²	128,52 €
Tuulensuojalevy	25mm	178	5 %	186,9	m ²	6,5	€/m ²	1 214,85 €
Puutavara	48x48	330	10 %	363	jm	0,8	€/jm	290,40 €
Puukuitueriste	Ekovilla 50mm, puhallettuna	9	5 %	9,45	m ³	45	€/m ³	425,25 €
Puutavara	25x100	330	10 %	363	jm	0,75	€/jm	272,25 €
Ulkoverhous	UTV 20x120	1602	10 %	1762,2	jm	1,1	€/jm	1 938,42 €
							yht.	5 308,56 €
Ikkunat ja ovi	Tuote	Määrä	Hukka	Määrä	Yksikkö	Hinta	Yksikkö	Kustannus
Ikkuna	MSEAL, 2+1 Lasia, 990x1190	9	0 %	9	kpl	291	€/kpl	2 619,00 €
Ikkuna	MSEAL, 2+1 Lasia, 590x1190	2	0 %	2	kpl	227	€/kpl	454,00 €
Ovi	990x2090	1	0 %	1	kpl	800	€/kpl	800,00 €
							yht.	3 873,00 €
Märkätilä	Tuote	Määrä	Hukka	Määrä	Yksikkö	Hinta	Yksikkö	Kustannus
Laatoitus	100x 100 laatta	5,4	5 %	5,67	m ²	19,9	€/m ²	112,83 €
Kaatovalu	Vetonit 5000 + primer	291,6	10 %	320,76	kg	0,88	€/kg	282,27 €
Lattiakipsilevy	15mm	16,2	10 %	17,82	m ²	9,25	€/m ²	164,84 €
Vaneri	12mm	5,4	5 %	5,67	m ²	8,85	€/m ²	50,18 €
Ilmansulkupaperi	Ekovilla X5	5,4	5 %	5,67	m ²	1,2	€/m ²	6,80 €
Puukuitueriste	Ekovilla, itse puhallettuna	1,5	5 %	1,575	m ³	40	€/m ³	63,00 €
Puutavara	48x148 mitallistettu	22,8	10 %	25,08	jm	2,8	€/jm	70,22 €
Puutavara	22x100	12	10 %	13,2	jm	0,9	€/jm	11,88 €
Tuulensuojalevy	25mm	5,4	5 %	5,67	m ²	6,5	€/m ²	36,86 €
Sisävehouspaneeli	14x95	273	10 %	300,3	jm	0,85	€/jm	255,26 €
Puutavara	20x100	95	10 %	104,5	jm	0,55	€/jm	57,48 €
Kipsilevy	13mm	20,3	10 %	22,33	m ²	5,45	€/m ²	121,70 €
Vedeneriste		22,2	10 %	24,42	l	8,73	€/l	213,19 €
							yht.	1 446,49 €
							yht.	21 323,98 €

Energiaselvitys yhteenveto

Lähtötilanne:

ENERGIASELVITYS, E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde	Onkamo OKT			
Osoite	1 Erilliset pientalot sekä rivi- ja keijutalot (Pientalo)			
Rakennuksen käyttötarkoitus	1935			
Rakennusvuosi	173.3 m ²			
Lämmitetty nettoala				
Ilmanvuotoluku q50, lämpimät	7.95	m ³ /(hm ²)		
Ilmanvuotoluku q50, puoliämpimät	0	m ³ /(hm ²)		
Rakennusvaipan umpiosat	A	U	UA	%
	m ²	W/(m ² K)	W/K	
Ulkoseinät	132	0.6	79	45.1
Yläpohja	97	0.17	17	9.7
Alapohja	87	0.22	19	10.9
Ikkunat	14	2.7	37	21.1
Ulko-ovet	2	3.5	7	4
Kylmäsiilat			16	9.1
Ikkunat ilmansuunnittain	A	U	g-arvo	
	m ²	W/(m ² K)	-	
Pohjoinen	0	0	0	
Koillinen	4	2.7	0.54	
Itä	0	0	0	
Kaakko	3	2.7	0.54	
Etelä	0	0	0	
Lounas	4	2.7	0.54	
Länsi	0	0	0	
Luode	3	2.7	0.54	
Ilmanvaihtojärjestelmä	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s)/(m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde -	Jäätymisen esto °C
Pääilmanvaihtokoneet	0.035/0.035	0	0	
Erillispoistot	0	0	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.035/0.035	0		
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:			0%	
Lämmitysjärjestelmä	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin	Apulaitteiden sähkönkäyttö W
	-	-	-	
Tilojen ja iv:n lämmitys	1	0.95	-	0.5
LKV:n valmistus	1	0.85	-	-
Jäähdytysjärjestelmä	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
LKV:n käyttö	m ³ /(m ² a)	Yhteensä m ³ /a		
	0.21	36.5		
Sisäiset lämpökuumat	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²	Käyttöaste
	2	3	8	
Päiväys	Allekirjoitus		Nimen selvennys	

Energiaselvitys yhteenveto

ENERGIASELVITYS, E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde	Onkamo OKT		
Osoite	1 Erilliset pientalot sekä rivi- ja ketjutalot (Pientalo)		
Rakennuksen käyttötarkoitus	1935		
Rakennusvuosi	173.3		
Lämmitetty nettoala		m ²	
E-luku	288	kWh/(m²a)	
E-luvun erittely	Ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWh/(m ² a)
	kWh/a		kWh/a
Sähkö	26383	1.7	44851
Kaukolämpö	0	0.7	0
Kaukojäähdytys	0	0.4	0
Uusiutuva polttoaine	10000	0.5	5000
Fossiilinen polttoaine	0	1.0	0

Yhteensä	36383		49851
			288
Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinkosähkö	0	0	
Aurinkolämpö	0	0	
Tuulisähkö	0	0	
Lämpöpumpun lämmönlähteestä ottama energia	0	0	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m ² a)	Lämpö kWh/(m ² a)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² a)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys	0.5	87.46	
Tuloilman lämmitys	25.2	0	
Lämpimän käyttöveden valmistus	0	16.3	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	0.01		
Jäähdytysjärjestelmä	0	-	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.78		
Yhteensä	48.48	103.76	0
Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m ² a)	
Tilojen lämmitys	19087	110.14	
Ilmanvaihdon lämmitys	4367	25.2	
Lämpimän käyttöveden valmistus	2129	12.29	
Jäähdytys	0	0	
Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko	3122	18	
Ihmiset	1822	10.5	
Kuluttajalaitteet	2733	15.8	
Valaistus	1214	7	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero	CADS 17.0		
Päiväys	Allekirjoitus	Nimen selvennys	

Energiaselvitys yhteenveto

Alapohja:

ENERGIASELVITYS, E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde	Onkamo OKT			
Osoite				
Rakennuksen käyttötarkoitus	1 Erilliset pientalot sekä rivi- ja ketjutalot (Pientalo)			
Rakennusvuosi	1935			
Lämmitetty nettoala	173.3	m ²		
Ilmanvuotoluku q50, lämpimät	4	m ³ /(hm ²)		
Ilmanvuotoluku q50, puoli-lämpimät	0	m ³ /(hm ²)		
Rakennusvaipan umpiosat	A	U	UA	%
	m ²	W/(m ² K)	W/K	
Ulkoseinät	132	0.6	79	47.3
Yläpohja	97	0.17	17	10.2
Alapohja	87	0.14	12	7.2
Ikkunat	14	2.7	37	22.2
Ulko-ovet	2	3.5	7	4.2
Kylmäsilillat			15	9
Ikkunat ilmansuunnittain	A	U	g-arvo	
	m ²	W/(m ² K)	-	
Pohjoinen	0	0	0	
Koillinen	4	2.7	0.54	
Itä	0	0	0	
Kaakko	3	2.7	0.54	
Etelä	0	0	0	
Lounas	4	2.7	0.54	
Länsi	0	0	0	
Luode	3	2.7	0.54	
Ilmanvaihtojärjestelmä	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s)/(m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde -	Jäätymisen esto °C
Pääilmanvaihtokoneet	0.035/0.035	0	0	
Erillispoistot	0	0	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.035/0.035	0		
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:			0%	
Lämmitysjärjestelmä	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin	Apulaitteiden sähkönkäyttö W
	-	-	-	
Tilojen ja iv:n lämmitys LKV:n valmistus	1	0.95	-	0.5
	1	0.85	-	-
Jäähdytysjärjestelmä	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
LKV:n käyttö	m ³ /(m ² a)	Yhteensä m ³ /a		
	0.21	36.5		
Sisäiset lämpökuormat	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²	Käyttöaste
	2	3	8	
Päiväys	Allekirjoitus		Nimen selvennys	

Energiaselvitys yhteenveto

ENERGIASELVITYS, E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde	Onkamo OKT		
Osoite	1 Erilliset pientalot sekä rivi- ja ketjutalot (Pientalo)		
Rakennuksen käyttötarkoitus	1935		
Rakennusvuosi	173.3	m ²	
Lämmitetty nettoala			
E-luku	258	kWh/(m²a)	
E-luvun erittely	Ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWh/a
	kWh/a		kWh/(m ² a)
Sähkö	23273	1.7	39564
Kaukolämpö	0	0.7	0
Kaukojäähdytys	0	0.4	0
Uusiutuva polttoaine	10000	0.5	5000
Fossiilinen polttoaine	0	1.0	0
...			
Yhteensä	33273		44564
Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinkosähkö	0	0	
Aurinkolämpö	0	0	
Tuulisähkö	0	0	
Lämpöpumpun lämmönlähteestä ottama energia	0	0	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m ² a)	Lämpö kWh/(m ² a)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² a)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys	0.5	69.51	
Tuloilman lämmitys	25.2	0	
Lämpimän käyttöveden valmistus	0	16.3	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	0.01		
Jäähdytysjärjestelmä	0	-	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.78		
Yhteensä	48.48	85.81	0
Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m ² a)	
Tilojen lämmitys	16150	93.19	
Ilmanvaihdon lämmitys	4367	25.2	
Lämpimän käyttöveden valmistus	2129	12.29	
Jäähdytys	0	0	
Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko	3122	18	
Ihmiset	1822	10.5	
Kuluttajalaitteet	2733	15.8	
Valaistus	1214	7	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero	CADS 17.0		
Päiväys	Allekirjoitus	Nimen selvennys	

Energiaselvitys yhteenveto

Ulkoseinät:

ENERGIASELVITYS, E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde	Onkamo OKT			
Osoite				
Rakennuksen käyttötarkoitus	1 Erilliset pientalot sekä rivi- ja ketjutalot (Pientalo)			
Rakennusvuosi	1935			
Lämmitetty nettoala	173.3	m ²		
Ilmanvuotoluku q50, lämpimät	4	m ³ /(hm ²)		
Ilmanvuotoluku q50, puoli-lämpimät	0	m ³ /(hm ²)		
Rakennusvaipan umpiosat	A	U	UA	%
	m ²	W/(m ² K)	W/K	
Ulkoseinät	132	0.28	37	28.7
Yläpohja	97	0.17	17	13.2
Alapohja	87	0.22	19	14.7
Ikkunat	14	2.7	37	28.7
Ulko-ovet	2	3.5	7	5.4
Kylmäsilillat			12	9.3
Ikkunat ilmansuunnittain	A	U	g-arvo	
	m ²	W/(m ² K)	-	
Pohjoinen	0	0	0	
Koillinen	4	2.7	0.54	
Itä	0	0	0	
Kaakko	3	2.7	0.54	
Etelä	0	0	0	
Lounas	4	2.7	0.54	
Länsi	0	0	0	
Luode	3	2.7	0.54	
Ilmanvaihtojärjestelmä	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s)/(m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde -	Jäätyminen esto °C
Pääilmanvaihtokoneet	0.035/0.035	0	0	
Erillispoistot	0	0	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.035/0.035	0		
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:			0%	
Lämmitysjärjestelmä	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin	Apulaitteiden sähkönkäyttö W
	-	-	-	-
Tilojen ja iv:n lämmitys	1	0.95	-	0.5
LKV:n valmistus	1	0.85	-	-
Jäähdytysjärjestelmä	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
LKV:n käyttö	m ³ /(m ² a)	Yhteensä m ³ /a		
	0.21	36.5		
Sisäiset lämpökuormat	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²	Käyttöaste
	2	3	8	
Päiväys	Allekirjoitus		Nimen selvennys	

Energiaselvitys yhteenveto

ENERGIASELVITYS, E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde	Onkamo OKT		
Osoite			
Rakennuksen käyttötarkoitus	1 Erilliset pientalot sekä rivi- ja ketjutalot (Pientalo)		
Rakennusvuosi	1935		
Lämmitetty nettoala	173.3	m ²	
E-luku	210	kWh/(m²a)	
E-luvun erittely	Ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWh/(m ² a)
	kWh/a		kWh/a
Sähkö	18375	1.7	31238
Kaukolämpö	0	0.7	0
Kaukojäähdytys	0	0.4	0
Uusiutuva polttoaine	10000	0.5	5000
Fossiilinen polttoaine	0	1.0	0
...			
Yhteensä	28375		36238
Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m²a)	
Aurinkosähkö	0	0	
Aurinkolämpö	0	0	
Tuulisähkö	0	0	
Lämpöpumpun lämmönlähteestä ottama energia	0	0	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m²a)	Lämpö kWh/(m²a)	Kaukojäähdytys kWh/(m²a)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys	0.5	41.25	
Tuloilman lämmitys	25.2	0	
Lämpimän käyttöveden valmistus	0	16.3	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	0.01		
Jäähdytysjärjestelmä	0	-	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.78		
Yhteensä	48.48	57.55	0
Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m²a)	
Tilojen lämmitys	11523	66.49	
Ilmanvaihdon lämmitys	4367	25.2	
Lämpimän käyttöveden valmistus	2129	12.29	
Jäähdytys	0	0	
Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m²a)	
Aurinko	3122	18	
Ihmiset	1822	10.5	
Kuluttajalaitteet	2733	15.8	
Valaistus	1214	7	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero	CADS 17.0		
Päiväys	Allekirjoitus	Nimen selvennys	

Energiaselvitys yhteenveto

Ikkunat ja ulko-ovi:

ENERGIASELVITYS, E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde	Onkamo OKT			
Osoite				
Rakennuksen käyttötarkoitus	1 Erilliset pientalot sekä rivi- ja keijutalot (Pientalo)			
Rakennusvuosi	1935			
Lämmitetty nettoala	173.3	m ²		
Ilmanvuotoluku q50, lämpimät	4	m ³ /(hm ²)		
Ilmanvuotoluku q50, puoliämpimät	0	m ³ /(hm ²)		
Rakennusvaipan umpiosat	A	U	UA	%
	m ²	W/(m ² K)	W/K	
Ulkoseinät	132	0.6	79	54.9
Yläpohja	97	0.17	17	11.8
Alapohja	87	0.22	19	13.2
Ikkunat	14	1	14	9.7
Ulko-ovet	2	1	2	1.4
Kylmäsiilit			13	9
Ikkunat ilmansuunnittain	A	U	g-arvo	
	m ²	W/(m ² K)	-	
Pohjoinen	0	0	0	
Koillinen	4	1	0.54	
Itä	0	0	0	
Kaakko	3	1	0.54	
Etelä	0	0	0	
Lounas	4	1	0.54	
Länsi	0	0	0	
Luode	3	1	0.54	
Ilmanvaihtojärjestelmä	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s)/(m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde -	Jäätymisen esto °C
Pääilmanvaihtokoneet	0.035/0.035	0	0	
Erillispoistot	0	0	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.035/0.035	0		
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:			0%	
Lämmitysjärjestelmä	Tuoton hyötysuhde -	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde -	Lämpökerroin -	Apulaitteiden sähkönkäyttö W
Tilojen ja iv:n lämmitys LKV:n valmistus	1 1	0.95 0.85	- -	0.5 -
Jäähdytysjärjestelmä	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
LKV:n käyttö	m ³ /(m ² a)	Yhteensä m ³ /a		
	0.21	36.5		
Sisäiset lämpökuormat	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²	Käyttöaste
	2	3	8	
Päiväys	Allekirjoitus		Nimen selvennys	

Energiaselvitys yhteenveto

ENERGIASELVITYS, E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde	Onkamo OKT		
Osoite	1 Erilliset pientalot sekä rivi- ja ketjutalot (Pientalo)		
Rakennuksen käyttötarkoitus	1935		
Rakennusvuosi	173.3	m ²	
Lämmitetty nettoala			
E-luku	228	kWh/(m²a)	
E-luvun erittely	Ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWh/(m ² a)
	kWh/a		kWh/a
Sähkö	20275	1.7	34468
Kaukolämpö	0	0.7	0
Kaukojäähdytys	0	0.4	0
Uusiutuva polttoaine	10000	0.5	5000
Fossiilinen polttoaine	0	1.0	0
...			
Yhteensä	30275		39468
			228
Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinkosähkö	0	0	
Aurinkolämpö	0	0	
Tuulisähkö	0	0	
Lämpöpumpun lämmönlähteestä ottama energia	0	0	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m ² a)	Lämpö kWh/(m ² a)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² a)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys	0.5	52.21	
Tuloilman lämmitys	25.2	0	
Lämpimän käyttöveden valmistus	0	16.3	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	0.01		
Jäähdytysjärjestelmä	0	-	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.78		
Yhteensä	48.48	68.51	0
Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m ² a)	
Tilojen lämmitys	13318	76.85	
Ilmanvaihdon lämmitys	4367	25.2	
Lämpimän käyttöveden valmistus	2129	12.29	
Jäähdytys	0	0	
Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko	3122	18	
Ihmiset	1822	10.5	
Kuluttajalaitteet	2733	15.8	
Valaistus	1214	7	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero	CADS 17.0		
Päiväys	Allekirjoitus	Nimen selvennys	

Energiaselvitys yhteenveto

Kokonaisvaikutus:

ENERGIASELVITYS, E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde		Onkamo OKT			
Osoite					
Rakennuksen käyttötarkoitus	1 Erilliset pientalot sekä rivi- ja ketjutalot (Pientalo)				
Rakennusvuosi	1935				
Lämmitetty nettoala	173.3	m ²			
Ilmanvuotoluku q50, lämpimät					
	4	m ³ /(hm ²)			
Ilmanvuotoluku q50, puoliilämpimät					
	0	m ³ /(hm ²)			
Rakennusvaipan umpioset					
	A	U	UA		
	m ²	W/(m ² K)	W/K	%	
Ulkoseinät	132	0.28	37	37.8	
Yläpohja	97	0.17	17	17.3	
Alapohja	87	0.22	19	19.4	
Ikkunat	14	1	14	14.3	
Ulko-ovet	2	1	2	2	
Kylmäsiilat			9	9.2	
Ikkunat ilmansuunnittain					
	A	U	g-arvo		
	m ²	W/(m ² K)	-		
Pohjoinen	0	0	0		
Koillinen	4	1	0.54		
Itä	0	0	0		
Kaakko	3	1	0.54		
Etelä	0	0	0		
Lounas	4	1	0.54		
Länsi	0	0	0		
Luode	3	1	0.54		
Ilmanvaihtojärjestelmä					
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s)/(m ² /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ² /s)	LTO:n lämpötilasuhde -	Jäätymisen esto °C	
Pääilmanvaihtokoneet	0.035/0.035	0	0		
Erillispoistot	0	0	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.035/0.035	0			
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:			0%		
Lämmitysjärjestelmä					
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin	Apulaitteiden sähkönkäyttö W	
	-	-	-	-	
Tilojen ja iv:n lämmitys	1	0.95	-	0.5	
LKV:n valmistus	1	0.85	-	-	
Jäähdytysjärjestelmä					
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin				
LKV:n käyttö					
	m ³ /(m ² a)	Yhteensä m ³ /a			
	0.21	36.5			
Sisäiset lämpökuormat					
	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²	Käyttöaste	
	2	3	8		
Päiväys	Allekirjoitus		Nimen selvennys		

Energiaselvitys yhteenveto

ENERGIASELVITYS, E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde	Onkamo OKT		
Osoite			
Rakennuksen käyttötarkoitus	1 Erilliset pientalot sekä rivi- ja ketjutalot (Pientalo)		
Rakennusvuosi	1935		
Lämmitetty nettoala	173.3	m ²	
E-luku	173	kWh/(m²a)	
E-luvun erittely	Ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWh/(m ² a)
	kWh/a		kWh/a
Sähkö	14637	1.7	24883
Kaukolämpö	0	0.7	0
Kaukojäähdytys	0	0.4	0
Uusiutuva polttoaine	10000	0.5	5000
Fossiilinen polttoaine	0	1.0	0
...			
Yhteensä	24637		29883
Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinkosähkö	0	0	
Aurinkolämpö	0	0	
Tuulisähkö	0	0	
Lämpöpumpun lämmönlähteestä ottama energia	0	0	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m ² a)	Lämpö kWh/(m ² a)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² a)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys	0.5	19.68	
Tuloilman lämmitys	25.2	0	
Lämpimän käyttöveden valmistus	0	16.3	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	0.01		
Jäähdytysjärjestelmä	0	-	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.78		
Yhteensä	48.48	35.98	0
Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m ² a)	
Tilojen lämmitys	7993	46.12	
Ilmanvaihdon lämmitys	4367	25.2	
Lämpimän käyttöveden valmistus	2129	12.29	
Jäähdytys	0	0	
Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko	3122	18	
Ihmiset	1822	10.5	
Kuluttajalaitteet	2733	15.8	
Valaistus	1214	7	
Laskentatyökalun nimi ja versio numero	CADS 17.0		
Päiväys	Allekirjoitus	Nimen selvennys	

