

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Jere Niemelä

ASUMISMUKAVUUDEN PARANTAMINEN YLÄPOHJAN LISÄERIS-
TÄMISELLÄ SEKÄ IKKUNOIDEN JA ULKO-OVIEN UUSIMISELLA

Opinnäytetyö
Toukokuu 2014



Karelia
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2014
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
+358 50 260 6800

Tekijä
Jere Niemelä

Nimeke
Asumismukavuuden parantaminen yläpohjan lisäeristämällä sekä ikkunoiden ja ulko-ovien uusimisella

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tarkoitus oli tutkia asumismukavuuden parantumista ja laskea esimerkkikohteen korjaustoimenpiteiden kustannukset. Kohteessa tehtiin korjauksia, koska haluttiin parantaa energiatehokkuutta ja vähentää energiankulutusta. Toteutuneet korjaustyöt olivat ikkunoiden ja ulko-ovien uusinta ja yläpohjan lisälämmöneristämisen.

Asumismukavuuden tutkiminen tehtiin opinnäytetyössä asukaskyselyiden avulla, jotka jaettiin jokaiseen asuntoon. Kyselyn tulokset analysoitiin, minkä perusteella laadittiin yhteenveto korjaustöiden vaikutuksista. Korjauskustannusten osalta laskettiin korjaustyön kokonais hinta, korjatuilla rakenteilla saatavat energiansäästöt ja korjaustöiden takaisinmaksuaika. Korjattujen rakenteiden U-arvoja verrattiin määräyksiin, minkä perusteella todettiin rakenteiden olevan vaatimusten mukaiset.

Asukaskyselyn tulosten perusteella korjauksiin oltiin tyytyväisiä ja niillä oli myönteinen vaikutus asumismukavuuden parantumiseen. Tärkeimmät asumismukavuutta parantavat tekijät olivat ikkunoiden ja ulko-ovien ulkonäön muuttuminen ja vetoisuuden häviäminen. Korjaustoimenpiteillä saavutetaan energiankulutuksen väheneminen ja säästöjä asumiskustannuksiin.

Opinnäytetyön esimerkkikohteessa korjattiin yläpohja sekä ikkunat ja ulko-ovet. Jatkokehittämisasiheena voisi olla kohteen muiden rakennusosien, kuten ilmanvaihdon ja ulkoseinien korjauksien vaikutus energiankulutukseen.

Kieli
suomi

Sivuja 37
Liitteet 4
Liitesivumäärä 6

Asiasanat

asumismukavuus, energiansäästö, korjauskustannukset



THESIS
May 2014
Degree Programme in Civil Engineering
Karjalankatu 3
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
+358 50 260 6800

Author
Jere Niemelä

Title
Better Living Comfort by Roof Thermal Insulation and Renewal of Windows and Doors

Abstract

The purpose of this thesis is to investigate how to improve living comfort and calculate repair costs in an example case. The repair work was carried out in the targeted house in order to receive higher energy efficiency and reduce energy consumption. The work itself included new windows, doors and adding roof thermal insulation.

The living comfort investigation for the thesis was made by surveys delivered to each apartment in the house complex. The survey results were analyzed and on the basis of the results the repair effectiveness were studied. The total price for repair costs as well as the constructions energy saving and repayment time were calculated. The repaired constructions were compared to The National Building Code Of Finland 4/2013.

On the basis of the results it can be concluded that the repair work was successful. The residents were pleased with the improved conditions as the reparations had positive effects on living comfort. The main factors increasing living comfort resulted to be the improved appearance of windows and doors as well as the decreasing in draught. The repair works help to save energy and decreases the costs of living.

For this thesis roof, windows and doors were studied. In the future, attention could be paid to other constructions such ventilation and walls and their effects to energy consumption could be studied.

Language

Finnish

Pages 37
Appendices 4
Pages of Appendices 6

Keywords

living comfort, energy saving, repair costs

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

1	Johdanto.....	5
1.1	Työn tausta.....	5
1.2	Työn tavoitteet.....	6
1.3	Työn rajaus.....	6
2	Energiatehokkuus.....	6
3	Asumismukavuus.....	10
3.1	Paloturvallisuus.....	10
3.2	Vetoisuus.....	11
3.3	Asunnon valoisuus.....	13
3.4	Ilmanvaihto.....	13
3.5	Lämpöiihtyvyys.....	15
4	Tutkimusmenetelmät ja -aineisto.....	16
4.1	Energiankulutus ja kustannukset.....	17
4.2	Rakennuksen U-arvot.....	18
4.3	Johtumislämpöhäviöt.....	19
5	Korjaustoimenpiteiden kustannukset, Case Ylöjärvi.....	20
5.1	Yläpohjan lisäeristäminen.....	21
5.2	Ikkunat ja ovet.....	23
5.3	Takaisinmaksuaika.....	25
6	Asumismukavuuskysely.....	27
6.1	Kyselyn perusta.....	27
6.2	Tulokset.....	28
6.3	Tulosten tarkastelu ja yhteenveto.....	32
7	Pohdinta.....	33
	Lähteet.....	36

Liitteet

Liite 1	Asumismukavuuskysely
Liite 2	Yläpohjan U-arvolaskelma
Liite 3	Johtumislämpöhäviölaskelma
Liite 4	Rakenneleikkauspiirustus

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Energiamääräykset kiristyvät jatkuvasti, joten energiankulutukseen kiinnitetään yhä enemmän huomiota rakentamisessa. Tästä johtuen rakennusten vuosittainen kokonaisenergiankulutuksen yläraja, E-luku, on saatava vuosittain tietylle tasolle. E-lukuun vaikuttaa rakennuksen lämmitysmuoto, jossa eri energiamuodoille on omat kertoimet. Vaadittava kokonaisenergiankulutus vaihtelee rakennuksen tyytin mukaan, mutta pientaloissa kokonaisenergiankulutuksen ylärajan määräytymiseen vaikuttaa myös pinta-ala.

Olemassa oleviin rakennuksiin kiristyvät energiamääräykset vaikuttavat vasta korjaus- ja muutostöiden kohdalla. Olemassa olevien rakennusten energiatehokkuuden muutokset lisäävät asumismukavuutta ja samalla saadaan vähennettyä rakennusten aiheuttamia päästöjä sekä asumiskustannuksia.

Opinnäytetyössä perehdyttiin rakenteiden muutoksiin yläpohjassa sekä ulkovieiden ja ikkunoiden uusimiseen. Asumismukavuuden ja energiatehokkuuden parantamiseksi on valittavissa tai tehtävissä useita erilaisia toimenpiteitä. Tehtävien korjaustoimenpiteiden toteutusajankohdan ja laajuuden päättää kiinteistön omistaja. Opinnäytetyö toteutettiin käyttämällä alan kirjallisuutta, internetlähteitä, laskelmia sekä hyödyntämällä Case-tyyppisesti erästä Ylöjärvellä sijaitsevaa rivitaloyhtiötä.

Idean opinnäytetyöhöni sain ollessani mukana työharjoittelussa tämän rivitaloyhtiön korjausurakassa. Taloyhtiössä haluttiin parantaa energiatehokkuutta, minkä seurauksena yhtiökokouksessa päädyttiin yläpohjan lisäeristämiseen sekä ulkovieiden ja ikkunoiden uusimiseen. Rivitalo on valmistunut vuonna 1984 ja rakenteet ovat sen ajan rakennusmääräysten mukaisia. Asunto-osakeyhtiöön kuuluu 3 kappaletta kuuden asuinhuoneiston rakennusta eli yhteensä 18 asuntoa. Asuinhuoneistojen koot vaihtelevat yksiöstä kolmioon, pinta-aloiltaan noin 35 - 70 m². Korjaustoimenpiteet suoritettiin syksyn ja talven 2013 - 2014 aikana.

1.2 Työn tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli

- selvittää ja antaa muutamia asumismukavuutta parantavia keinoja rivi- ja pientaloissa,
- tutkia korjauskohteen asukkaiden mielipiteitä korjaustöiden vaikutuksesta asumismukavuuteen,
- laskea yläpohjan lisäeristämisestä ja ulko-ovien ja ikkunoiden uusimisesta syntyneet kustannukset ja energiankulutus esimerkkikohteessa.

1.3 Työn rajaus

Opinnäytetyössä käydään läpi yleisellä tasolla muutamia erilaisia asumismukavuuteen ja energiatehokkuuteen liittyviä parannustoimenpiteitä. Pääpaino opinnäytetyössä oli esimerkkikohteen asumismukavuuden parantaminen sekä toteutettujen korjaustoimenpiteiden kustannukset ja vaikutus energiankulutukseen. Siten työstä muodostuu tiivis ja selkeä kokonaisuus lisäeristämisen sekä ikkuna- ja ulko-ovikorjauksen osalta.

2 Energiatehokkuus

Tässä luvussa on kerrottu rakennusten energiatehokkuusmääräykset korjauskentämisessä.

Rakennusten energiatehokkuudesta on määritetty lainsäädännössä seuraavaa:

Rakennusten energiatehokkuutta koskevan lainsäädännön tavoitteena on rakennusten energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian käytön edistäminen sekä rakennusten energiakulutuksen pienentäminen ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen.

Rakennuksissa kuluu noin 40 % Suomen energian kokonaiskulutuksesta. Säädöksillä toimeenpannaan rakennusten energiatehokkuusdirektiiviä ja edistetään samalla Suomen omia tavoitteita energiatehokkuuden parantamiseksi. Rakennuksen hyvä energiatehokkuus pienentää

käytönaikaisia kustannuksia ja hillitsee asumiskustannusten nousua energian hinnan noustessa. Energiatohokkuuden parantaminen parantaa usein myös asumismukavuutta. [1.]

Uudisrakentamisen ja korjausrakentamisen asetukset poikkeavat sisällöltään ja vaatimuksiltaan hieman toisistaan. Korjausrakentamisen määräyksiä ja asetuksia on muuteltu viime vuosina useaan kertaan. Ympäristöministeriön uusiin asetus rakennuksen energiatohokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä (4/2013) astui voimaan 1.6.2013 viranomaisten käyttämiin rakennuksiin ja 1.9.2013 muihin rakennuksiin. [2.]

Asetuksessa vaaditut määräykset koskevat vain luvanvaraisia korjaushankkeita. Asetusta sovelletaan rakennuksiin, joissa energiaa tarvitaan valaistukseen sekä tilojen ja ilmanvaihdon lämmitysjärjestelmiin. Luvan yhteydessä korjaustyöhön ryhtyvän on osoitettava, millaisilla toimilla rakennuksen energiatohokkuutta aiotaan parantaa. Korjausrakentamisessa energiatohokkuuden parantamiseen käytetään kolmea valinnaista vaihtoehtoa, joiden vaatimusten mukaisesti korjaustyö on suoritettava (taulukko 1). Vaihtoehtona 1 on rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen, E-luvun, pienentäminen vaatimusten mukaiseksi. E-luvulla tarkoitetaan energiamuotojen kertoimilla painotettua rakennuksen vuotuista ostoenergian laskennallista kulutusta, joka lasketaan lämmitettyä nettoalaa kohden. E-luku on siis rakennuksen ostettu energia x energiamuodon kerroin. Vaihtoehto 2 rakennuksen energiatohokkuuden parantamiseksi on rakennusosakohtainen lämmönpitävyyden muuttaminen eli U-arvon pienentäminen. U-arvo on lämmönläpäisykerroin, joka tarkoittaa rakennusosan, esimerkiksi yläpohjan eristyskykyä. Yksikkönä käytetään wattia per neliö Kelvin, $W/(m^2K)$. [2.]

Jos rakennuksen energiatohokkuutta parannetaan vaihtoehdon 3 mukaisesti, pienennetään rakennustyyppin osalta energiankulutusarvoa ($kWh/m^2/vuosi$) vaaditulle tasolle. Edellä mainitut vaihtoehdot energiatohokkuuden parantamiseen eivät koske teknisiä järjestelmiä. Teknisten järjestelmien korjaamiselle, uudistamiselle ja uusimiselle on olemassa omat vaatimukset ja asetukset riippumatta valitusta energiatohokkuuden parannustoimenpiteestä. [2.]

Taulukko 1. Vaihtoehdot energiatehokkuuden parantamiseksi. [2.]

<u>VAIHTOEHTO 1</u>	
1)	Pien-, rivi-, ja ketjutalo: E-vaadittu $\leq 0,8 \times$ E-vaadittu
2)	Asuinkerrostalo: E-vaadittu $\leq 0,85 \times$ E-vaadittu
3)	Toimisto: E-vaadittu $\leq 0,7 \times$ E-vaadittu
4)	Opetusrakennus: E-vaadittu $\leq 0,8 \times$ E-vaadittu
5)	Päiväkoti: E-vaadittu $\leq 0,8 \times$ E-vaadittu
6)	Liikerakennus: E-vaadittu $\leq 0,7 \times$ E-vaadittu
7)	Majoitusliikerakennus: E-vaadittu $\leq 0,7 \times$ E-vaadittu
8)	Muu liikuntahalli kuin jää- ja uimahalli: E-vaadittu $\leq 0,8 \times$ E-vaadittu
9)	Sairaala: E-vaadittu $\leq 0,8 \times$ E-vaadittu
<u>VAIHTOEHTO 2</u>	
1)	Ulkoseinä
	➔ Alkuperäinen: $0,5 \times$ U-arvo, enintään $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
	➔ Käyttötarkoituksen muuttuessa: $0,5 \times$ U-arvo, enintään $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
2)	Yläpohja
	➔ Alkuperäinen: $0,5 \times$ U-arvo, enintään $0,09 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
	➔ Käyttötarkoituksen muuttuessa: $0,5 \times$ U-arvo, enintään $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
3)	Alapohja
	➔ Mahdollisuuksien mukaan
4)	Ulko-ovet ja ikkunat
	➔ Uudet: vähintään $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
	➔ Vanhat: korjauksen yhteydessä lämmönpitävyyttä parannetaan mahdollisuuksien mukaan
<u>VAIHTOEHTO 3</u>	
1)	Pien-, rivi-, ja ketjutalo: E-vaadittu $\leq 180 \text{ kWh}/\text{m}^2$
2)	Asuinkerrostalo: E-vaadittu $\leq 130 \text{ kWh}/\text{m}^2$
3)	Toimisto: E-vaadittu $\leq 145 \text{ kWh}/\text{m}^2$
4)	Opetusrakennus: E-vaadittu $\leq 150 \text{ kWh}/\text{m}^2$
5)	Päiväkoti: E-vaadittu $\leq 150 \text{ kWh}/\text{m}^2$
6)	Liikerakennus: E-vaadittu $\leq 180 \text{ kWh}/\text{m}^2$
7)	Majoitusliikerakennus: E-vaadittu $\leq 180 \text{ kWh}/\text{m}^2$
8)	Muu liikuntahalli kuin jää- ja uimahalli: E-vaadittu $\leq 170 \text{ kWh}/\text{m}^2$
9)	Sairaala: E-vaadittu $\leq 370 \text{ kWh}/\text{m}^2$

Kiinteistöjen rakenteille on valittavissa monta erilaista ratkaisua ja tapaa, joilla energiatehokkuutta voidaan parantaa. Parannustoimenpiteet riippuvat kiinteistön omistajan tarpeista, mihin vaikuttaa oleellisena osana rakennuksen tai rakenteiden ikä ja kunto. Yleisimmin toteutettavia korjaustoimenpiteitä ovat

- alapohjan lisäeristäminen

- ulkoseinien lisäeristäminen
- yläpohjan lisäeristäminen
- ikkunoiden ja ulko-ovien korjaus, tarvittaessa uusiminen
- ilmanvaihdon tarkastaminen ja tehostaminen.

Lisäeristäminen on yleistynyt rakentamisessa viime vuosina. Ennen lisäeristämistyön aloittamista vanhojen eristeiden kunto tarkastetaan huolellisesti, jotta varmistetaan niiden toimivuudesta. Näistä alapohjan lisäeristäminen on vähiten käytetty, koska sen toteutus on melko hankalaa. Rossipohjaisessa lattiarakenteessa eristäminen onnistuu ulkopuolelta, mutta ryömintätilan tuuletuksen toimivuus eristämisen jälkeen on varmistettava. Ulkopuolelta tehtävä lisäeristäminen voi olla myös hankalaa, sillä eristettävä tila on useimmiten hyvin matala ja ahdas. Mikäli eristäminen tehdään sisäpuolelta, niin korjauksen aikainen asuminen asunnossa on käytännössä mahdotonta huonekalujen ja muiden tavaroiden jatkuvan siirtämisen vuoksi. Usein alapohjan lisäeristämisestä aiheutuvat kustannukset ovat kalliita toteutukseltaan saatavaan hyötyyn nähden. Siksi tapauskohtaisesti on mietittävä, onko alapohjan eristäminen järkevä ratkaisu. [3; 4.]

Ulkoseinien eristäminen vaikuttaa rakennuksen julkisivuun, jos se tehdään ulkopuolelta. Erityisesti ikkunat jäävät eristyspaksuuden verran sisemmäksi, ellei niitä siirretä lähemmäksi ulkoseinäpintaa. Ulkopuolinen lisäeristys kannattaakin tehdä silloin, kun julkisivu uusitaan. Sisäpuolinen lisäeristys puolestaan häiritsee asuimista, vähentää huonetilan kokoa ja voi vaikuttaa seinärakenteen toimivuuteen. Lisäksi sähkörasioita ja lämpöpattereita täytyy siirtää. Eristämisessä huomioitavaa on eristekerroksen tiheyden harveneminen sisältä ulospäin, eli uloin eristekerros ei saa olla tiiviimpi kuin sisempi eristekerros. [5.]

Yläpohjan lisäeristäminen on käytetyin tapa tehostaa energiatehokkuutta. Lisäeristeet voidaan jossain tapauksissa asentaa suoraan vanhojen eristeiden päälle, joiden kanssa parhaiten toimii ominaisuuksiltaan vanhojen eristeiden tyyppiset materiaalit. Purueristeiden päälle paras vaihtoehto on puhallettava ekovilla, sillä molemmat materiaalit ovat puukuitupohjaisia ja niillä on samanlainen kosteuskäyttäytyminen. Yläpohjan ullakkotila lisäeristetään lähes aina yläpuolelta, koska tällöin huoneiden korkeus ei muutu, höyrynsulun paikkaa ei tarvitse muuttaa ja

asunnossa voidaan asua normaalisti koko työn ajan. Koska jokainen rakennuskohde on yksilöllinen, rakenneratkaisut asettavat korjaustyölle omat vaatimuksensa. [3; 4.]

3 Asumismukavuus

Asumismukavuus ja asumisviihtyvyys ovat samankaltaisia käsitteitä ja niiden välille on vaikea tehdä eroa. Kummallekaan käsitteelle ei ole varsinaista määritelmää ja molempia käsitteitä käytetään riippuen asiayhteydestä tai lähteestä. Asumismukavuuteen liittyy useita eri tekijöitä, joita ovat asukkaiden mieltymykset, havainnot, toiveet ja tarpeet.

3.1 Paloturvallisuus

Paloturvallisuus ei lähtökohtaisesti ole mukava tai mukavuuteen liitettävä asia. Sillä on kuitenkin yhteys asumismukavuuteen, joten olen liittänyt sen osaksi opinäytetyötä. Tässä luvussa kerrotaan hieman siitä, miten paloturvallisuus vaikuttaa asumismukavuuteen ja miten rakennuksen turvallisuutta voidaan parantaa yläpohjan osalta.

Rakennuksen ja rakenteiden turvallisuus mahdollisen tulipalon aikana on tärkeää rakennuksen käyttäjälle. Turvallinen rakennus antaa käyttäjälle/käyttäjille tietyn ajan poistua rakennuksesta ennen tulipalon leviämistä. Tieto siitä, että rakennuksesta on mahdollista selviytyä hengissä ulos antaa asukkaille tietyllä tapaa turvallisuudentunnetta. Tulipalon leviämistä voidaan hidastaa erilaisilla rakenneratkaisuilla. Rakennuksen paloturvallisuus onkin omiaan lisäämään asumismukavuutta.

Pientalot ja rivitalot kuuluvat yleensä Suomen rakentamismääräyskokoelma osa E1:n mukaan paloluokkaan P3. Paloluokka P3 tarkoittaa rakennusta, jonka kantaville rakenteille ei ole asetettu palonkestävyyden kannalta erityisiä vaatimuksia.

Vaikka erityisiä vaatimuksia ei ole, on rakennuksen kestettävä hetkellisesti tulipalon aiheuttama raskaus ilman sortumista tai heikkenemistä. [6.]

Puutteita paloturvallisuudessa esiintyy etenkin ennen vuotta 1990 rakennetuissa kiinteistöissä. Rivitalojen ja paritalojen kohdalla vakava turvallisuuspuute tuon ajan rakennuksissa on palo-osastoinnin puute rakennuksen yläpohjassa eli ullakolla. Asuntojen osastointi on tehty vain asuntojen välisen seinän yläreunaan asti. Tällöin tulipalon sattuessa tuli pääsee leviämään vapaasti yläpohjassa asuntojen välillä. Yläpohjan osastointiin alettiin kiinnittää huomiota vasta 1980-luvun lopulla. Yläpohjan osastointi on tullut pakolliseksi vuonna 1990. Osastoinnin tarkoituksena on rajata tulipalo tiettyyn rakennuksen osaan sekä lisäajan saavuttaminen sammutustoimille ja rakennuksesta poistumiseen. Myös omaisuusvahinkojen määrää voidaan vähentää osastoinnin avulla. Rivitaloissa yläpohjan korjauksen yhteydessä rakennusluvan saamisen edellytyksenä vaaditaan ullakon palo-osastointia. Käytäntö vaihtelee kuntien välillä paloviranomaisten asetusten ja ohjeiden mukaan. Tällaisia luvanvaraisia korjauksia voivat olla esimerkiksi yläpohjan lisäeristäminen ja vesikaton uusiminen. [7.]

Vaikka osastointi ei ole pakollinen ilman yläpohjaan tehtäviä korjauksia, kannattaa taloyhtiöissä osastointien rakennuttamista harkita. Materiaalikustannukset eivät ole kovin suuret, mutta työn osalta kustannukset voivat jonkin verran nousta yläpohjien ahtauden vuoksi. Yläpohjan palo-osastoinnin vaatimus on EI30, jossa E tarkoittaa tiiviyyttä, I tarkoittaa eristävyyttä ja 30 minuuttimäärää [10]. Osastoivan rakenneosan on siis kestettävä 30 minuutin ajan tulipalon tai savukaasujen leviäminen osastosta toiseen. EI30:n mukaisen palokatkon saa tehtyä kätevimmin levyseinärakenteella. Myös muuraamalla tehty rakenne on toimiva, joskin se on hieman hankalampi toteuttaa.

3.2 Vetoisuus

Etenkin vanhemmissa taloissa on rakenteellisia puutteita, joiden takia talossa voi tuntua vedon tunnetta. Vedoton rakennus onkin perusta asumismukavuudelle.

Vedon aiheuttajia on monia ja pääasiassa se aiheutuu rakennusten vaipan huonosta tiiveydestä, ikkunoista ja ilmanvaihdosta. Liittymäkohtien huonon tiiviyden johdosta sisäilmaan voi kulkeutua epäpuhtauksia rakenteista, etenkin mineraalipitoisista rakennusmateriaaleista. Epäpuhtaudet usein aiheuttavat käyttäjille terveydellisiä oireita. Vedon tunnetta voi aistia monella tapaa, mutta helpoiten sen huomaa lattian ja seinän liittymäkohdissa tai ikkunapintojen läheisyydessä. Vedon lisäksi ikkunapinnat voivat olla kylmiä, mikä hohkaa kylmää. Tästä aiheutuu lämpösäteilyä ikkunasta ihmiseen. Katon ja seinän liittymäkohdan vetoisuutta ei välttämättä huomaa, koska katto sijaitsee sen verran korkeammalla oleskelualueeseen verraten. [8. s. 43–44.]

Vetoisa asunto koetaan helposti epämukavaksi, jolloin epämukavuutta pyritään poistamaan erilaisilla toimilla. Sisätilan lämpötilan nostaminen on yleinen käytetty toimenpide. Tällöin vedon tunnetta saadaan vähennettyä ainakin hetkellisesti, mutta pitkällä aikavälillä se ei ole kannattavaa. Lämmityksen lisääminen nostaa energiankulutusta, mikä näkyy nopeasti kohonneina lämmityskuluina. Korkeampi sisälämpötila vähentää myös sisäilman kosteuspitoisuutta, mikä voidaan havaita sisätiloissa kuivana ilmana. [9, s. 2.]

Vetoisuuden vähentämiseksi tehtävät toimenpiteet riippuvat rakennuksen käyttäjän tarpeista ja toiveista. Rakenteiden liittymäkohtien ja rakojen tiivistäminen tai tilkitseminen vähentää vedon tunnetta huomattavasti. Tiivistämisen yhteydessä on tiedettävä rakenteiden toimintaperiaatteet, jottei liian tiivis rakenne aiheuta ongelmia rakennukselle. Ikkunoiden korjauksilla vetoa saadaan vähennettyä huomattavasti. Ikkunan kunto vaihtelee merkittävästi rakennuksen iän ja ilmansuunnan mukaan. Ikkunaremontin ongelmana ovat korkeat kustannukset. Korjaustyön hinta on verrattain edullisempi kuin uusien ikkunoiden hankintakustannukset. Ikkunoita voidaan kunnostaa vahingoittuneiden puitteiden korjauksilla sekä tiivisteiden uusimisella. Ikkunan yläreunan tiivisteeseen on jätettävä rako korvausilmalle, mikäli korvausilmalle ei ole erillistä tuloilmaventtiiliä. Jos korjauksella saatavat toimet eivät tunnu auttavan, saattaa ikkunoiden uusiminen olla ainoa vaihtoehto. Lisäksi yhtenä vaihtoehtona voidaan valita myös lämmityspatterin asentaminen ikkunan alapuoliselle seinälle. [10.]

3.3 Asunnon valoisuus

Valoisuus on olennainen tekijä asunnon sisätilojen mukavuuteen. Meistä jokainen on riippuvainen valosta ja usein vähäinen valon määrä vaikuttaa ihmisen hyvinvointiin. Valonlähteitä on monia, kuten luonnonvalo, sähkövalo, kynttilät. Edullisin näistä on kuitenkin luonnonvalo, jota saamme asuntoihin ikkunoista ja mahdollisesti ulko-ovien kautta.

Ikkunoiden suunnittelulla ja sijoituksella on suuri merkitys saatavan luonnonvalon määrään. Ikkunoiden on hyvä olla riittävän isoja, mutta liian suuret ikkunat voivat olla haitaksi korkean energiankulutuksen takia. Valaisimilla tuotettua valoa tarvitaan usein iltaisin ja varsinkin talvella, sillä luonnonvalon määrä on vähäistä. Näin ollen valaisimiin ja niiden lamppuihin on syytä kiinnittää huomiota. Näihin kannattaa valita energiansäästölamput tai LED-lamput, joiden energiankulutus on vähäistä tavallisiin lamppuihin verrattuna. Asunnon valoisuuteen voidaan vaikuttaa olennaisesti myös pintamateriaalien väreillä ja kalustamisella. [8.]

Ikkunaremontin yhteydessä kannattaa ottaa huomioon, onko vanhoja ikkunoita järkevää korjata vai kannattaako ennemmin hankkia uudet modernit ja nykyaikaiset ikkunat. Yleisesti ottaen vanhemmissa rakennuksissa ikkunoiden U-arvot ovat lähes kaksinkertaisia, ellei enemminkin nykyaikaisiin ikkunoihin nähden. Korjaustoimenpiteet voivat viedä merkittävästi enemmän aikaa kuin uusien asennus eikä korjaustoimenpiteillä välttämättä saada energiatehokkuutta parannettua oleellisesti. [19.]

3.4 Ilmanvaihto

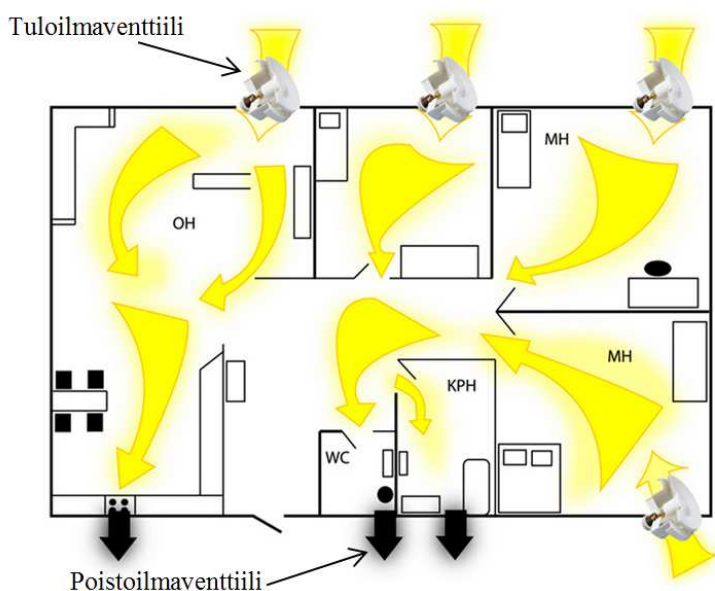
Toimivan ilmanvaihdon tarkoitus on kosteuden siirtäminen ulos, sisäilman epäpuhtauksien poistaminen ja puhtaan ilman tuonti sisätilaan. Ilmanvaihdolla on suuri vaikutus hyvään sisäilman laatuun sekä lämmityskustannuksiin. Rakennuksen lämmitysenergian osuus ilmanvaihdon osalta on noin 30 - 40 prosenttia. Rakennuksissa on havaittu puutteita sisäilman laadussa, joten huonolla sisäilmalla on vaikutusta ihmisten terveyden heikkenemiselle ja/tai sairastumiselle. Jotta

hyvä sisäilman laatu saavutetaan, tulisi sisäilmaan johtaa vähintään 0,35 (dm³/s)/m² raitista ulkoilmaa. Tällöin ilmanvaihtokerroin on 0,5 l/h, mikä tarkoittaa ilman vaihtumista kerran kahdessa tunnissa. [11.]

Ilmanvaihdon toiminta perustuu paine-eroihin, jossa ilma kulkeutuu suuremmasta paineesta pienempään. Ilmanvaihtojärjestelmät ovat joko painovoimaisesti tai koneellisesti toimivia. Varsinkin 1960-luvulle asti käytettiin lähes kokonaan painovoimaista ilmanvaihtoa. Painovoimaisen ilmanvaihdon isoimpana ongelmana on puutteelliset tai puuttuvat tuloilmaventtiilit. Tuloilmaventtiileitä ei ole välttämättä asennettu tai ne on tukittu ilman pääsyn estämiseksi, koska vähentämällä energiankulutusta saatiin aikaan säästöjä. Tämä ongelma on varsin yleinen 1970- ja 1980-luvun taloissa. Tuloilmaventtiilit olisi hyvä asentaa, mikäli niitä ei rakennuksesta löydy. Koneelliset iv-järjestelmät ovat yleistyneet nykypäivään mennessä, etenkin poistoilman lämmön talteenottomahdollisuuksien vuoksi. Koneellisissa järjestelmissä on huomioitava niiden oikeat säädöt ja asetukset. [12.]

Kannattavia ja tehokkaita ilmanvaihdon parannuskeinoja ovat ikkunoiden ja ulkoviivojen tiivistäminen sekä venttiilien säännöllinen puhdistaminen, tarvittaessa tuloilmaventtiilien asennus. Tällä tavoin tuloilma pääsee hallitusti rakennukseen oikeasta paikasta venttiilien kautta. Yläpohjassa ilmanvaihtokanavien eristäminen on tärkeää, koska eriste estää kanavien osalta kondenssin aiheuttaman kosteusvaurion yläpohjarakenteessa ja eristeiden homehtumisen. Lisäksi ilmanvaihtokanavat eristämällä saadaan myös vähennettyä energiankulutusta ja koneellisissa järjestelmissä eriste toimii äänenvaimentimena. Koneellisten järjestelmien huoltotoimenpiteet vaativat enemmän kuin painovoimaisessa järjestelmässä. Näihin kuuluvat esimerkiksi suodattimien kunnon tarkastus ja tarvittaessa uusiminen. Venttiilit suositellaan puhdistettavaksi kerran vuodessa, keittiön poistoilmaventtiilin voi puhdistaa tarvittaessa useamminkin. Puhdistuksen yhteydessä on oltava tarkkana, ettei venttiilien säätöjä muuteta. Ilmanvaihtokanavien puhdistuksen suositeltu aikaväli on 10 vuotta. Ilmanvaihtoon liittyvissä korjauksissa on tarpeen mukaan syytä käyttää apuna asiantuntevia henkilöitä. [20.]

Tuloilmaventtiilien ja poistoilmaventtiilien sijainti on tärkeää ilmanvaihdon toimivuudelle. Kuvassa 1 on esitetty, missä tiloissa rakennuksen tuloilma- ja poistoilmaventtiilien tulisi sijaita. Tuloilmaventtiilit kannattaa asentaa tilassa mahdollisimman korkealle, jotta ulkoa tuleva ilma lämpenee ennen oleskelualueelle tuleamista. [13.]



Kuva 1. Tuloilma- ja poistoilmaventtiilien sijainnit [13].

3.5 Lämpövihtyvyys

Miellyttävä sisäilman lämpötila on tärkeää, että viihdymme asunnon sisätiloissa. Lämpövihtyvyyteen liittyvät olennaisesti rakennuksen rakenteiden pintalämpötilat. Lämpövihtyvyys voidaan määrittää siten, millaisena koemme asunnon sisäilman lämpötilan. Lämmityskauden aikana huoneiden sisälämpötilan tulisi olla 18 - 21 °C. Makuuhuoneissa lämpötila voi olla lähempänä 18:ta °C, koska viileämmässä lämpötilassa unenlaatu on parempaa. Lämpötilan muutokselle hyvä muistisääntö on, että 1 °C:n sisälämpötilan lasku vaikuttaa noin 5 % lämmityskuluihin. [14.]

Pien- ja rivitaloissa yläpohja on suurin yhtenäinen rakennusosa, mikä aiheuttaa ison osan rakennuksen lämpöhäviöistä. Oman talon yläpohjan eristepaksuus

kannattaa tarkistaa ja tarvittaessa ryhtyä toimenpiteisiin. Kun yläpohjaan lisätään eristettä, niin lämmönjohtuminen ja energiankulutus vähenee. Paksu eristekerros toimii lämmönsiirtymisen suhteen molempiin suuntiin. Talvella lämmönjohtuminen yläpohjan kautta on huomattavasti vähäisempää eikä sisälämpötilaa siten tarvitse nostaa kylminä päivinä. Kesällä taas paksu eristekerros estää auringon lämpösäteilyä pääsemästä eristeen läpi, minkä vuoksi sisälämpötila ei nouse lämpiminä kesäpäivinä tukalan kuumaksi. Yläpohjan lisäeristäminen onkin tehokas tapa parantaa energiatehokkuutta ja asumismukavuutta. [21.]

Toinen iso lämpöhäviöiden aiheuttaja on ikkunat ja ulko-ovet. Koska ne pitävät huonoiten lämpöä rakennuksessa, niiden lämmönpitävyyteen on syytä panostaa. Yksinkertainen tapa on tarkastaa tiivisteiden kunto ja mahdollisten ilmavuotojen tilkitseminen ikkunoiden ja ovien karmeissa ja liitoksissa. [10.]

4 Tutkimusmenetelmät ja -aineisto

Tutkimusmenetelmän valinnassa otetaan huomioon, minkälaisia vastauksia halutaan saavuttaa. Tutkimukset luokitellaan joko määrällisiin eli kvantitatiivisiin tai laadullisiin eli kvalitatiivisiin menetelmiin. Tässä opinnäytetyössä asukkaiden asumismukavuuden selvittämiseksi käytettiin laadullista menetelmää ja toteutusten korjaustöiden kustannuksiin käytettiin määrällistä menetelmää. Kustannusten osalta määrällisesti tutkittiin työmenekit, materiaalmäärät ja työn kokonaiskustannukset. Kvalitatiivinen tutkimus perustuu ennalta valittuihin haastatteluihin, jolloin vastausten laadulla ja sisällöllä on suurempi merkitys kuin vastausten määrällä. [22.] Asumismukavuutta parantava kysely toteutettiin asukkaille tehdyillä avoimilla postikyselyillä keväällä 2014. Työhön oli alun perin tarkoitus ottaa avoimen kyselylomakkeen tueksi mukaan myös asukkaiden suullinen haastattelu. Rajallisen ajan vuoksi sitä ei kuitenkaan keretty toteuttamaan.

Tutkimuskysymykset on laadittu korjaustoimenpiteiden pohjalta. Kysymysten määrä pidettiin vähäisenä, jotta vastaukset olisivat mahdollisimman laajoja ja mo-

nipuolisia. Asukaskyselyllä (liite 1) pyrittiin saamaan tietoa siitä, minkälaisia vaikutuksia asukkaat havaitsivat korjaustöillä olleen energiankulutukseen ja miten korjaustoimenpiteet koettiin asumismukavuutta parantavana asiana. Kyselylomakkeet jaettiin kaikkiin asuinhuoneistoihin, joita oli 18 kappaletta. Kyselytutkimuksen tulokset on esitetty luvussa 6.2.

4.1 Energiankulutus ja kustannukset

Yläpohjan korjaustyön kustannukset on koottu urakoitsijan laatimien laskelmien perusteella. Toteutuneet energiankulutukset vuosilta 2012 ja 2013 sekä kohteen pinta-alat on määritetty isännöitsijältä saadun isännöitsijäntodistuksen ja rakennuksen lupakuvien avulla. Kustannukset on esitetty verollisina tai verottomina hintoina. Tarvittaessa verottomiin hintoihin on lisätty 24 %:n arvonlisävero.

Uusittujen ikkunoiden ja ulko-ovien määrät on laskettu taloyhtiön tarjouspyynnön perusteella. Ikkunoiden ja ulko-ovien uusimisesta syntyneet kustannukset on selvitetty niiden toimittajan, Fenestra Oy:n, tarjouksen mukaan, joka myös teki työn kokonaisuudessaan.

Yläpohjan korjaustyön osalta opinnäytetyössä on laskettu erikseen pohjalle tulleen eristelevyn asentamisen työmenekit ja materiaalikustannukset sekä puhallusvillatyöstä aiheutuneet kustannukset. Eristystyön työmenekit on laskettu 2 hengen työryhmälle eli 1 rakennusmiehelle (RM) ja 1 rakennusammattimiehelle (RAM). Opinnäytetyössä laskelmiin on käytetty isännöitsijän antaman selvityksen mukaan yläpohjan pinta-alana 1 093 m² ja kerrosalana 1 247 m². Korjaustoimenpiteiden työmenekit, hinnat ja kokonaiskustannukset on nähtävissä 5 kappaleessa. Ikkunoiden ja ulko-ovien korjaustyölle on vain yksi kokonaishinta, koska työlle ja tarvikkeille ei saatu erillisiä hintatietoja. Korjaustyöstä syntyneet kokonaiskustannukset on jaettu taloyhtiössä asuntojen pinta-alan mukaisesti, jolloin ne jakaantuvat tasaisesti asukkaille.

4.2 Rakennuksen U-arvot

U-arvon laskenta perustuu standardeihin, joissa määritetään laskukaavat ja miten U-arvot lasketaan kullekin rakennusosalle. Standardien pohjalta laskentaan on kehitetty apuohjelmia, jotka helpottavat U-arvon laskemista syötettyjen tietojen mukaan. Esimerkkikohteen vanhojen rakennusosien lämmönläpäisykertoimet on saatu rakenneleikkauspiirustuksesta (liite 4). Opinnäytetyön esimerkkikohteen energiatehokkuuden parantamiseen käytettiin luvussa 2 esitettyä vaihtoehtoa eli rakennusosakohtainen U-arvon pienentäminen.

Rakenneleikkauspiirustuksen mukaan vanhan yläpohjarakenteen U-arvo $0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ oli rakentamisajankohdan määräysten mukainen. Uuden yläpohjarakenteen U-arvon laskentaan käytettiin Puuinfon internet sivuilla olevaa Puurakenteen U-arvon laskuohjelmaa (versio 1.03) [15]. Liitteessä 2 on esitetty laskuohjelman mukainen laskelma, missä näkyy rakennepaksuudet, kunkin materiaalin lämmönjohtavuus eli lambda-arvo (λ) sekä uuden yläpohjarakenteen laskennallinen U-arvo. Korjauskohteen vanhojen ikkunoiden ja ulko-ovien U-arvo oli rakenneleikkauspiirustuksen mukaan kummallakin $2,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Korjausrakentamisessa yläpohjalle vaadittiin asetuksen 4/2013 mukaan enintään U-arvoa $0,09 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. [2.] Ikkunoille ja ulko-oville puolestaan vaadittiin uusimisen jälkeen enintään U-arvoa $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. [5.] Yläpohjan lisäeristämällä vanhan rakenteen U-arvo parani huomattavasti, kun laskelmalla uudeksi U-arvoksi saatiin $0,0871 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Ikkunoiden ja ulko-ovien U-arvot on poimittu Fenestra Oy:n tarjouksesta. Uusien ikkunoiden arvo on $0,99 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ja ulko-ovien arvo on $0,92 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Uusittujen rakennusosien yläpohjan, ikkunoiden ja ulko-ovien lämmönläpäisykertoimia verrattiin asetukseen 4/2013, jossa määritetään korjauskohteen eri rakennusosille U-arvovaatimukset [2]. Vertailun perusteella todettiin, että yläpohjan korjauksella sekä ikkunoiden ja ulko-ovien uusimisella päästiin määräyksen mukaisten arvojen alle. Tehdyillä korjaustoilla on siis merkittävä vaikutus rakennuksen energiankulutuksen vähenemiseen.

4.3 Johtumislämpöhäviöt

Rakennuksissa tapahtuu lämmönsiirtymistä johtumalla rakenteiden läpi, konvektiona eli virtauksena tai säteilemällä. Opinnäytetyössä laskettiin yläpohjan sekä ikkunoiden ja ulko-ovien läpi johtumalla syntyneet lämpöhäviöt. Lämmöneristävyyssarvoltaan heikkojen rakennusosien kautta kulkeutuva energia aiheuttaa suurimman osan rakennusten hukkaan menneestä energiasta. Taloyhtiön rakennuksen vaipan rakennusosien johtumislämpöhäviöt on laskettu Rakentamismääräyskokoelman D5 mukaisesti kaavalla 1 [16]:

$$Q_{rakosa} = \sum U_i * A_i * (T_s - T_u) * \Delta t / 1000 \quad (1)$$

jossa

Q_{rakosa}	<i>johtumislämpöhäviö rakennusosan läpi, kWh</i>
U_i	<i>rakennusosan i lämmönläpäisykerroin, W/(m²K)</i>
A_i	<i>rakennusosan i pinta-ala, m²</i>
T_s	<i>sisäilman lämpötila, °C</i>
T_u	<i>ulkoilman lämpötila, °C</i>
Δt	<i>ajanjakson pituus, h</i>
1000	<i>kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi</i>

Johtumislämpöhäviön kaavan mukaisesti eri rakennusosien energiahäviöt laskettiin Excel-ohjelmalla, mistä tulokset saatiin taulukoitua vaivattomasti. Sisäilman vakiolämpötila ja ulkoilman lämpötila on otettu Rakentamismääräyskoelma D3:sta [17]. Muut laskentakaavassa käytetyt arvot ja varsinaiset laajemmat laskelmat näkyvät liitteessä 3. Taulukko 2 kuvaa eri rakennusosien lämpöhäviötä. Taulukosta nähdään, että ikkunat ovat suurin yksittäinen lämpöhäviötä aiheuttava rakennusosa, joten niiden läpi johtuu eniten lämmitysenergiaa esimerkkikohteessa.

Taulukko 2. Johtumislämpöhäviöt rakennusosittain.

Johtumislämpöhäviöt		
	kWh	%-osuus
Yläpohja	30 184	19,0
Ikkunat	38 662	24,4
Ulko-ovet	24 486	15,4
Muut	65 370	41,2
Yhteensä	158 708	100

5 Korjaustoimenpiteiden kustannukset, Case Ylöjärvi

Kohteessa yläpohjan korjaustyölle oli asetettu tietynlaisia vaatimuksia U-arvon lisäksi, joita tuli noudattaa urakassa. Rakennuksen vaipalle haluttiin tiiveyttä, jolloin kaikki yläpohjan eristeet jouduttiin poistamaan. Tiiveyttä saatiin höyrynsulun saumojen teippaamisella sekä sähkörasioiden ja muiden läpivientien tiivistämisellä. Tämä estää myös alapuolelta tulevan kosteuden pääsyn eristeisiin. Alkuperäiset mineraalivillaeristeet olivat osittain vaurioituneet, mutta pääosin kunnossa. Vaurion aiheuttajia olivat yläpohjaan päässeet linnut ja jyräjät sekä aiemmin vesikatteen uusimisessa eristeisiin valunut bitumimassa. Vanhojen eristeiden uudelleen käyttö olisi ollut hankalaa, sillä ne olisi pitänyt purkaa varovasti, lajitella ja vielä välivarastoida joko työmaalle tai lyhyen matkan päähän. Nämä toimenpiteet olisivat nostaneet kustannuksia, jonka vuoksi vanhat yläpohjan eristeet päätettiin uusida kokonaisuudessaan.

Ikkunat ja ulko-ovet olivat alkuperäiset ja kunnoltaan jo melko huonoja. Suurimmat ongelmat olivat puitteiden kunnossa ja tiivisteissä. Koska korjauksilla ei olisi saavutettu ikkunoille ja oville riittävää energiatehokkuutta, ainoa kannattava toimenpide oli vaihtaa ne uusiin ja nykyaikaisiin. Taulukossa 3 on ilmoitettu rakenneleikkauksen mukaiset vanhojen rakenteiden U-arvot, uusien rakenteiden U-arvot sekä asetuksen 4/2013 mukaiset U-arvot, joihin uusia arvoja verrataan [5].

Taulukko 3. U-arvot

	Vanhan raken- teen U-arvo	Uuden rakenteen laskennallinen	U-arvo vaatimus, johon verrataan
	W/(m²K)	U-arvo W/(m²K)	W/(m²K)
Ikkunat ja ulko-ovet	Ikkuna 2.1	0.99	1.0
	Ulko-ovi 2.1	0.92	1.0
Yläpohja	0.18	0.0871	0.09

5.1 Yläpohjan lisäeristäminen

Kohteessa uuden yläpohjan eristyspaksuus on 500 mm. Eristämiseen käytettiin levyvillaa ja puhallusvillaa, mitkä molemmat olivat puukuitupohjaista ekovillaa. Eristemateriaalin valinnassa päädyttiin ekovillaan ekologisten ominaisuuksien vuoksi. Alkuperäisessä rakennetapaselostukseen höyrynsulku oli merkitty harvalaudoituksen eli koolauksen päälle, mutta rakennusvaiheessa ne oli asennettu toisinpäin. Tämän johdosta kohteessa jouduttiin asentamaan 100 mm paksuinen levyvilla koolauksen päälle. Levyvilla jakaa puhallusvillan aiheuttaman painon tasanaisesti koolauksille ja pitää puhallusvillan paikoillaan. Näin ollen mahdollisen sisäkaton vaihdon yhteydessä höyrynsulku pysyy koolauksessa kiinni eikä puhallusvilla painaudu höyrynsulun varaan koolauslautojen väliin. Puhallusvillan paksuudeksi tuli siten 400 mm. Levyvillan asennuksesta vastasi urakoitsija ja puhallusvillatyö toteutettiin aliurakoitsijan toimesta.

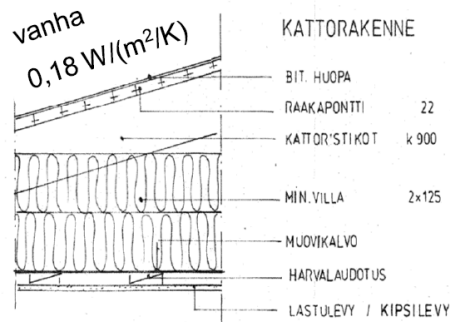
Ennen puhallusvillan puhaltamista yläpohjaan asennettiin kulkusillat, joita pitkin puhaltaja pääsee vapaasti kulkemaan yläpohjassa. Lisäksi räystäälle asennettiin silmäkooltaan tiheät pieneliöverkot, etteivät ampiaiset tai muut eliöt pääse yläpohjatilaan tukkimaan tuuletusrakojia tai tuhoamaan eristeitä. Yläpohjaan räystäälle asennettiin tuulenhjainlevyt vesikatteen suuntaisesti. Tuulenhjainten tehtävänä on ohjata ilma kulkeutumaan yläpaarteen suuntaan, jolloin yläpohjan tuuletus toimii mahdollisimman hyvin. Tuulenhjaimet myös pitävät puhallusvillan paikoillaan sekä estävät talvella lumen pääsyn eristeisiin. Aluskatteen ja tuu-

lenohjaimen väliin on jätettävä tuuletusväli. Tuuletusväliin vaikuttaa katon kaltevuus, mutta sopiva tuuletusväli on noin 100 mm. Muutoinkin yläpohjan tuuleuksesta tulee varmistua, että koko yläpohja pääse tuulettumaan vapaasti.

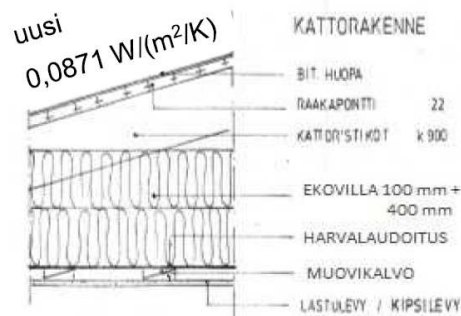
Yläpohjan eristämistyön kustannukset koostuivat pohjalle asennetusta ekolevyvillasta ja puhallettavasta ekovillasta. Kokonaispinta-ala koko taloyhtiön yläpohjalla oli 1 093 m². Eristämistyön kustannukset on ilmoitettu verottomina hintoina. Urakoitsijan suorittaman levyvillan asennuksessa työmenekkinä on käytetty 0,29 tth/m² ja materiaalikustannuksena 4,20 €/m². Rakennusammattimiehen tuntiveloitus oli 35 € ja rakennusmiehen tuntiveloitus 32 €. Kun työmenekki kerrotaan pinta-alalla, saadaan kokonaistuntimääräksi 317 tuntia. Työkustannuksen tuntimäärä jaettiin puoliksi rakennusammattimiehelle ja rakennusmiehelle. Työkustannusten osalta rakennusammattimiehen työn osuudeksi tuli 5 565 € ja vastaavasti rakennusmiehen työn osuus oli 5 088 €. Kun materiaalikustannus kerrottiin pinta-alalla, 100 mm ekovillan asennuksen hinnaksi muodostui 4 590,60 €. Työn ja materiaalin hintoihin lisättiin arvonlisävero 24 %, joten pohjalle tullut ekovilla maksoi työn ja materiaalin kanssa yhteensä 18 902 €.

Puhallettavan 400 mm paksuisen selluvillaeristeen asennuksen toteutti aliurakoitsija, minkä verollinen yksikköhinta oli 30 €/m³. Kun puhalluspaksuus kerrotaan yläpohjan pinta-alalla, niin kuutiotilavuudeksi saatiin 437,2 m³. Siten kuutiotilavuuden ja yksikköhinnan perusteella puhallustyön hinnaksi tuli 13 116 €. Kun pohjaeristeen ja puhalluseristeen kustannukset lasketaan yhteen, niin yläpohjan eristämisestä syntyneet kokonaiskustannukset olivat yhteensä 32 018 €. Asuntopinta-alaa (asm²) kohti lisäeristäminen maksoi 25,68 €.

Korjaustoimenpiteillä yläpohjan lämmönläpäisykertoimeksi vaadittiin määräysten mukaan vähintään arvoa 0.09 W/(m²K). Eristeiden uusimisella saatiin paranneltua yläpohjarakenteen U-arvoksi 0.0871 W/(m²K), joten nykyinen rakenne on selkeästi määräysten mukainen. Kuvissa 2 ja 3 on esitetty rakenneleikkaukset yläpohjarakenteesta.



Kuva 2. Vanha yläpohjarakenne (liite 4).



Kuva 3. Uusi yläpohjarakenne.

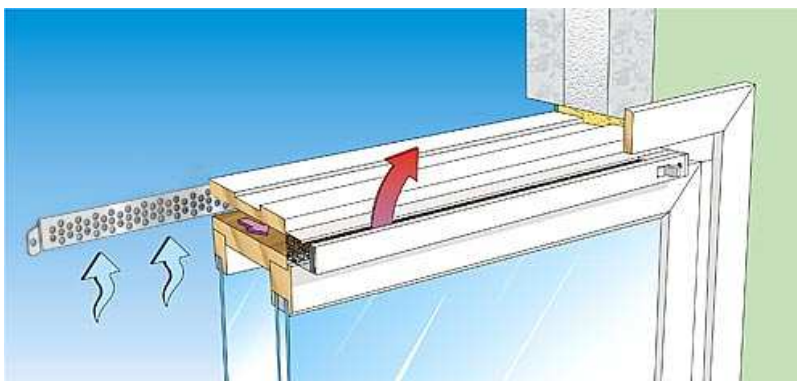
5.2 Ikkunat ja ovet

Ikkunat ovat rakennuksen heikoin kohta lämmöneristävyydelle, joten niiden korjauksella on suuri vaikutus energiankulutukseen [23]. Esimerkkikohteessa ikkunoille ja ulko-oville haluttiin huomattavasti parempaa energiatehokkuutta. Alkuperäiset puupuitteiset 3-lasiset ikkunat olivat huonossa kunnossa, minkä vuoksi ikkunoiden uusiminen oli esimerkkikohteessa kannattavampaa kuin niiden korjaus. Korjaustyöllä ei olisi saatu aikaiseksi riittävää energiatehokkuutta, joten uusiminen oli ainoa vaihtoehto.

Ikkunoissa oli puutteita sekä tiivisteissä, puitteissa että kokonaisuudessa. Puitteissa oli halkeilua ja maalipinta rapistunut, varsinkin auringolle alttiissa ikkunoissa. Lisäksi ikkunoista puuttuivat kaihtimet, joilla on vaikutusta lämmönsäätelyyn. Kaihtimilla saadaan säädeltyä sisätilaan tulevan lämpösäteilyn määrää, joten kaihtimet estävät asunnon kuumentumisen runsaan auringonpaisteen aikana. Niillä saadaan myös pimennettyä sisätilaa helposti ja nopeasti. Suurimmillaan

kaihtimien tarve on valoisaan vuodenaikaan. Jokaiseen asuntoon vaihdettiin 2 ovea (etuovi + takaterassin ovi) ja keskimäärin 4 ikkunaa. Uudet ikkunat ovat rakenteeltaan puuta, mutta ulkopuolteissa ja karmeissa on alumiiniverhoilu. Ulko-ovet ovat muutoin puiset + lasi, mutta takaoven ovilevy on verhottu ulkopuolelta alumiinilla. Huoneistoihin vaihdettujen rakennusosien kokonaismäärä oli ikkunoita 61 kappaletta ja ulko-ovia 36 kappaletta.

Ikkunoiden ja ulko-ovien toimittajan tarjouksen mukaisesti verottomat uusimiskustannukset olivat 49 814,50 €. Verottomia hintoja korotetaan arvonlisäveron 24 % verran, josta saadaan korjaustyön verolliset kokonaiskustannukset. Siten verollinen kokonaishinta oli 61 770 €. Kustannuksiin sisältyivät materiaalit, tarvikkeet, vanhojen osien purku ja uusien asennus. Asuntopinta-alaa (asm²) kohti hinnaksi muodostui 49,53 €. Uudet ikkunat ovat huomattavasti tiiviimmät vanhoihin verrattuna. Lisäksi ikkunoihin asennettiin tuloilmaventtiilit (kuva 4) karmin yläreunaan, jolloin korvausilma tuodaan hallitusti ikkunan kautta huoneisiin. Kun korvausilmaventtiilin aukko on suunnattu ylöspäin, ulkoilma nousee lähelle katon rajaan sekoittuen samalla lämpimän sisäilman kanssa. Siten energiankulutus vähenee, kun tuloilmaa ei tarvitse erikseen lämmittää.



Kuva 4. Tuloilmaventtiili ikkunan yläkarmissa. [18.]

5.3 Takaisinmaksuaika

Energian yksikkönä käytettiin kilowattituntia (kWh), joka on hyvin yleinen määre energiankulutus laskuissa. Toimintakertomuksen mukaan taloyhtiön suoran sähkölämmitysenergian tarve on kahtena edellisenä vuonna ollut keskimäärin 199 173 kWh (taulukko 4). Lämmitysenergian määrästä lämpimän käyttöveden keskimääräinen osuus oli 40 465 kWh. Koska taloyhtiön sähkönkulutuksen hintatietoja ei saatu selville, käytettiin laskuissa oletuksena sähkönhinnaksi 7 senttiä per kWh. Keskimääräisen energiankulutuksen perusteella vuosittainen lämmitysenergian hinta ilman perusmaksua oli noin 11 110 €. Takaisinmaksuaikojen tarkastelussa verrataan korjaustoimenpiteiden kokonaiskustannuksia ja lämpöhäviöiden erotuksia vanhoilla ja uusilla rakenteilla, minkä perusteella lasketaan takaisinmaksuajat. Kun lämpöhäviöiden erotus kerrotaan sähkönhinnalla, saadaan vuodessa kertynyt säästö selville.

Taulukko 4. Energiankulutus vuosina 2012 ja 2013.

	2012	2013	KESKIARVO
Sähkölämmitys, sisältää lämpimän käyttöveden, kWh	199 877	198 469	199 173
Lämmin käyttövesi, kWh	41 086	39 844	40 465
Lämmitysenergia, kWh	158 791	158 625	158 708

Taulukossa 5 esitetään yläpohjan johtumalla tapahtuvat lämpöhäviöt ja korjauksella saatavat säästöt. Vanhan ja uuden yläpohjarakenteen energiankulutuksen erotus on vuodessa noin 15 578 kWh, mikä tarkoittaa energian yksikköhinnalla kerrottuna 1 091 € suuruista säästöä vuodessa. Kun vanhan rakenteen lämpöhäviötä verrataan uuden rakenteen lämpöhäviöön, saadaan yläpohjan lisäeristämällä aikaan noin 10 % energiansäästöä vuosittain. Yläpohjan lisäeristäminen maksaa itsensä takaisin 29,4 vuodessa.

Taulukko 5. Yläpohjan johtumislämpöhäviöt ja energiansäästö.

sähkön hinta: oletus 7 snt / kWh	Yläpohja	
	vanha	uusi
U-arvo, W/m ² K	0,18	0,0871
Johtumislämpöhäviö, kWh per vuosi	30 184	14 606
Kustannukset, lämmitys € per vuosi	2 113	1 022
Säästö, € per vuosi	–	<u>1 091</u>
Kokonaiskustannukset, sis. työ + materiaalit	–	32 018
Takaisinmaksuaika, vuosina	–	29,4

Taulukossa 6 esitetään ikkunoiden ja ulko-ovien johtumalla tapahtuvat lämpöhäviöt ja korjauksella saatavat säästöt. Vanhojen ja uusien ikkunoiden sekä ulko-ovien energiankulutuksen erotus on vuodessa 34 194 kWh, mikä tarkoittaa energian yksikköhinnalla kerrottuna 2 394 € suuruista säästöä vuodessa. Kun vanhojen ikkunoiden ja ulko-ovien yhteenlaskettua lämpöhäviöitä verrataan uusiin rakenteisiin, saadaan uusimisella aikaan noin 22 % energiansäästöä vuosittain. Ikkuna ja ulko-ovi uusiminen maksaa itsensä takaisin 25,8 vuodessa.

Taulukko 6. Ikkunoiden ja ulko-ovien johtumislämpöhäviöt ja energiansäästö.

sähkön hinta: oletus 7 snt / kWh	Ikkunat ja ulko-ovet			
	ikkuna: vanha	ulko-ovi: vanha	ikkuna: uusi	ulko-ovi: uusi
U-arvo, W/m ² K	2,1	2,1	0,92	0,99
Johtumislämpöhäviö, kWh per vuosi	38 662	24 486	18 226	10 727
Lämmityskustannukset, € per vuosi	2 706	1 714	1 276	750
Säästö, - € per vuosi	–	–	1 430	964
- Yhteensä	–	–	<u>2 394</u>	
Kokonaiskustannukset, sis. työ + materiaalit	–	–	61 770	
Takaisinmaksuaika, vuosina	–	–	25,8	

Yläpohjan korjauksen sekä ikkunoiden ja ulko-ovien uusimisen yhteenlaskettu kokonaiskustannus oli 93 788 €. Taulukossa 7 esitetään kaikkien uusittujen rakennusosien johtumalla tapahtuvat lämpöhäviöt ja korjauksella syntyvät säästöt. Vanhojen ja uusien rakennusosien energiankulutuksen erotus on vuodessa 49 772 kWh, mikä tarkoittaa energian yksikköhinnalla kerrottuna 3 484 € suuruista säästöä vuodessa. Kun vanhojen ja uusien rakenteiden lämpöhäviöitä verrataan, saadaan uusimisella aikaan noin 32 % energiansäästöä. Kokonaisuudessaan korjaukset maksavat itsensä takaisin 26,9 vuodessa.

Taulukko 7. Vanhojen ja uusien rakennusosien johtumislämpöhäviöt ja energiansäästö.

sähkön hinta: oletus 7 snt / kWh	Rakenne	
	vanhat rakenteet	uudet rakenteet
Johtumislämpöhäviö, kWh per vuosi	93 332	43 559
Kustannukset, lämmitys € per vuosi	6 533	3049
Säästö, € per vuosi	–	<u>3 484</u>
Kokonaiskustannukset, sis. työ + materiaalit	–	93 788
Takaisinmaksuaika, vuosina	–	26,9

6 Asumismukavuuskysely

6.1 Kyselyn perusta

Kyselyn perustana oli halu saada lisätietoa korjauskohteen asukkailta korjaustyön vaikutuksista. Korjaustyön vaikutuksia ei välttämättä olisi muuten saatu esille, joten kyselyllä saatiin asukkaat miettimään oikeasti, mitä mieltä asioista ollaan ja minkälaisia kokemuksia se herätti. Siksi asumismukavuus on tärkeä tekijä, jotta ihmiset viihtyisivät mahdollisimman hyvin kotona ja olisivat tyytyväisiä

asuinympäristöön. Asunnon ylläpitokustannukset ovat myös tärkeässä asemassa, kun mietitään mitkä tekijät vaikuttavat mukavuuteen. Tämän vuoksi korjauksilla pyritään parantamaan omaa elinympäristöä ja rakennusten energiatehokkuutta.

Kysymykset pyrittiin pitämään selkeänä ja yksinkertaisina, että niihin on helppo vastata. Kyselyä varten ei löytynyt valmiita kysymyspohjia, joten laadin kysymykset itse. Kysymyksiä muokattiin hieman ohjaavan opettajani Hannu Tyrväisen kanssa käydyn keskustelun jälkeen. Kun muokkaukset oli tehty, kysely jaettiin taloyhtiössä jokaiseen asuntoon helmikuussa 2014. Kysely tehtiin Wordilla ja kaikki kysymykset olivat avoimia, jossa ei ollut valmiita vastausvaihtoehtoja. Kahden ensimmäisen korjaustyöhön liittyvän kysymyksen kohdalla annettiin muutamia vinkkejä vastausten pohjaksi.

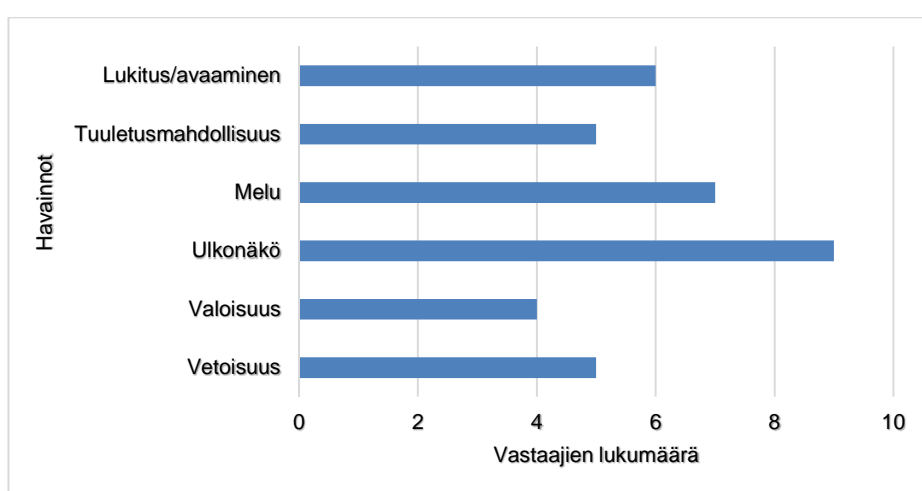
Kysymyksiä laadittiin vain 8 kappaletta, koska kyselyn laajuus haluttiin pitää lyhyenä. Kaksi ensimmäistä kysymystä liittyivät vastaajien perustietoihin, joten varsinaisesti korjaustyöhön liittyviä kysymyksiä oli ainoastaan 6. Vastausajaksi arvioitiin 15 - 20 minuuttia, jolloin jokainen vastaaja jaksaisi perehtyä vastaamaan monipuolisesti. Siten vastauksia voisi palautua mahdollisimman monta.

6.2 Tulokset

Kyselylomakkeiden vastausmäärä jäi hieman oletettua alhaisemmaksi, sillä vastauksia kyselyyn tuli 9 kappaletta. Kävin jokaisen kysymyksen läpi ja kokosin vastaukset yhteen, jolloin muodostui käsitys korjaustöiden onnistumisesta. Tässä luvussa jokaisen kysymyksen tulokset on eritelty omina osioinaan. Tulosten pohjalta tein Excel-ohjelmalla pylväsdiagrammit. Kyselyn vastaukset kerättiin maaliskuussa 2014.

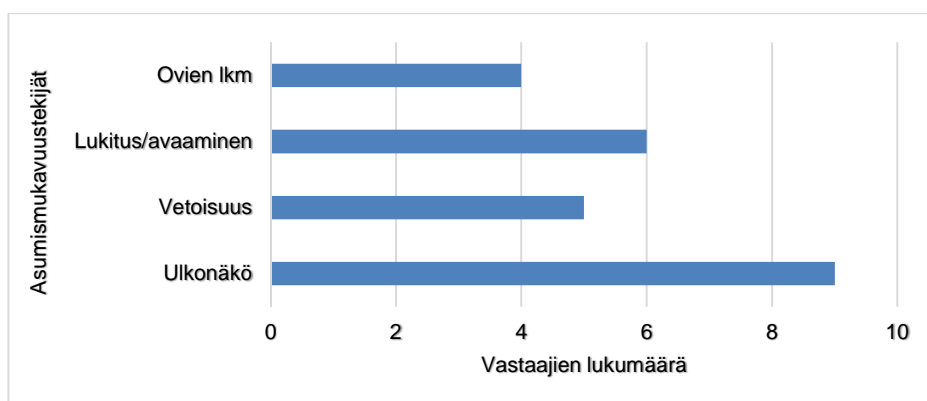
Ensimmäinen korjaustöitä koskeva kysymys liittyi vanhojen ja uusien ikkunoiden eroihin. Tähän kysymykseen annettiin 6 erilaista vastausta ja vastauksien kokonaismäärä oli 36 (kuvio 1). Vastaajista kaikki olivat sitä mieltä, että uusien ikkunoiden ulkonäkö on parempi. Vetoisuus oli hävinnyt 5 (n=9) vastaajan mielestä.

Vanhoissa ikkunoissa sisäpuutteet olivat ruskeat ja nykyisissä ikkunoissa ne ovat valkoiset, joten 4 vastaajaa (n=9) ilmoitti asunnon valoisuuden parantuneen. Yhtenä tekijänä valoisuuden paranemiseen oli vastauksissa lasipintojen naarmuttomuus. Olohuoneen ja makuuhuoneen nykyisissä ikkunoissa on myös erikseen tuuletusikkuna, minkä oli kokenut hyväksi 5 vastaajaa (n=9). Vastaajista 6 (n=9) kertoi, että aukeaminen ja lukitseminen onnistuu nykyään helposti. Esimerkiksi ikkunanpesun yhteydessä toimiva lukitus ja aukeaminen on tärkeä ominaisuus. Vastaajista 7 oli tyytyväisiä melun pienentymiseen, sillä ikkunoiden ääneneristävyyttä parantui uusimisella.



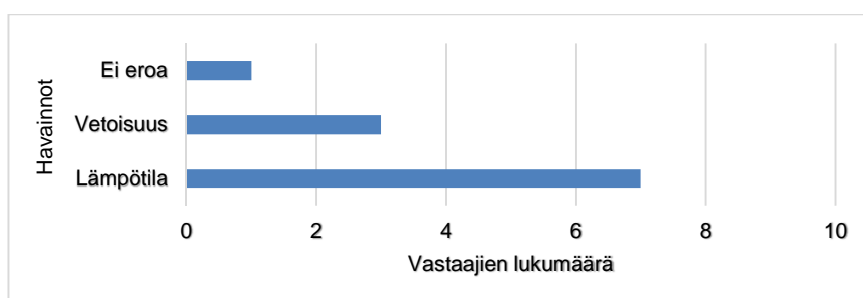
Kuvio 1. Uusien ikkunoiden eroavaisuudet vanhoihin ikkunoihin.

Kyselyn neljäs kysymys oli ulko-ovien uusimisen vaikutus asumismukavuuteen, minkä vastauksia kuvio 2 kuvaa. Vastaajien antamat vastaukset olivat pitkälle edellisen kysymyksen mukaisia. Suurin vaikuttava tekijä oli ulkonäkö, mikä parantui kaikkien 9 vastaajan mielestä. Vastaajista 5 ilmoitti, että ulko-ovien vetoisuus on hävinnyt kuten ikkunoissa. Lukituksesta 6 vastaajaa kertoi ovien sulkeutumisen ja lukitsemisen ohessa turvallisuudentunteen parantuneen, kun ovissa on nykyaikaiset lukot ja avaimet. Takaterassin ovet olivat ennen kaksoisovet (sisäovi + ulko-ovi), joten kaksoisovi korvattiin uusimisen yhteydessä yhdellä ovella. Vastaajista 4 mukaan asumismukavuus parantui, kun ovien lukumäärä väheni.



Kuvio 2. Uusien ulko-ovien asumismukavuuteen vaikuttavat tekijät.

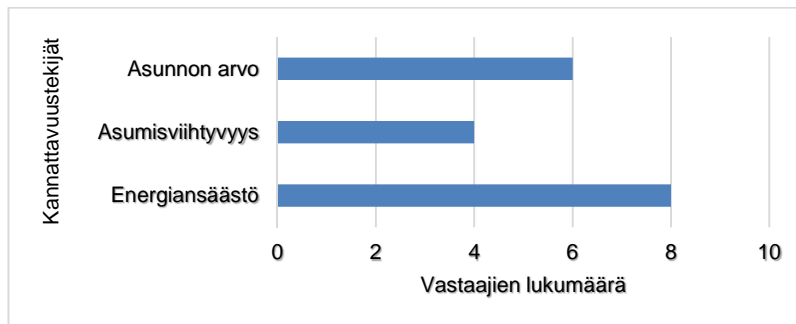
Kolmas korjaustöihin liittyvä kysymys oli yläpohjan lisäeristämisen muutokset sisälämpötilassa. Kuvio 3 kuvaa lisäeristämisen vaikutuksia lämpötilaan. Vastaajista 7 (n=9) kertoi asunnon olevan lämpimämpi ja lämpötila pysyy tasaisempana koko asunnon osalta, erityisesti kovien pakkasten aikana. Lämmitystä ei siten tarvitse säätää jatkuvasti ulkolämpötilan vaihtuessa. Lisäksi lämpöpattereita voi pitää pienemmällä teholla, jolloin energiankulutus on pienempää. Lisäeristämisen ja yläpohjan läpivientien tiivistämisen vuoksi 3 vastaajaa ilmoitti, että vedon tunne on poistunut. Ainoastaan 1 vastaaja ilmoitti, ettei huomannut asunnon lämpötilassa muutoksia lisäeristämisen jälkeen.



Kuvio 3. Yläpohjan lisäeristämisen vaikutukset.

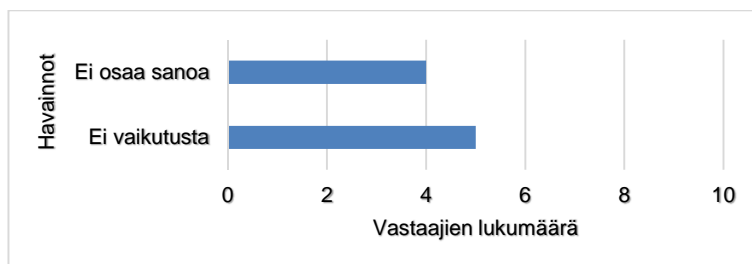
Kyselyn kuudennessa kysymyksessä kysyttiin asukkaiden mielipiteitä korjaustöiden kannattavuudesta. Kuvio 4 esittää, vastaajien antamia syitä korjausten kannattavuuteen. Vastausten mukaan yleisin syy oli vuosittain säästyvä energian määrä. Säästöt näkyvät sähkölaskussa ja erityisesti lämmityksen tarve vähenee. Vastaajista 4 ilmoitti asumisviihtyvyyden lisääntymisestä. Asunnon arvon parantuminen oli 6 vastaajan mielestä positiivista. Asunto on myös helpompi myydä, kun taloyhtiön rakenteita on nykyaikaistettu eikä taloyhtiöön ole tulossa isompia

remontteja lähivuosina. Vaikka korjaustöiden kokonaiskustannukset olivat aika kalliit, kustannuksista ei mainittu yhdessäkään vastauksessa.



Kuvio 4. Korjaustoimenpiteiden kannattavuus kyselyn mukaan.

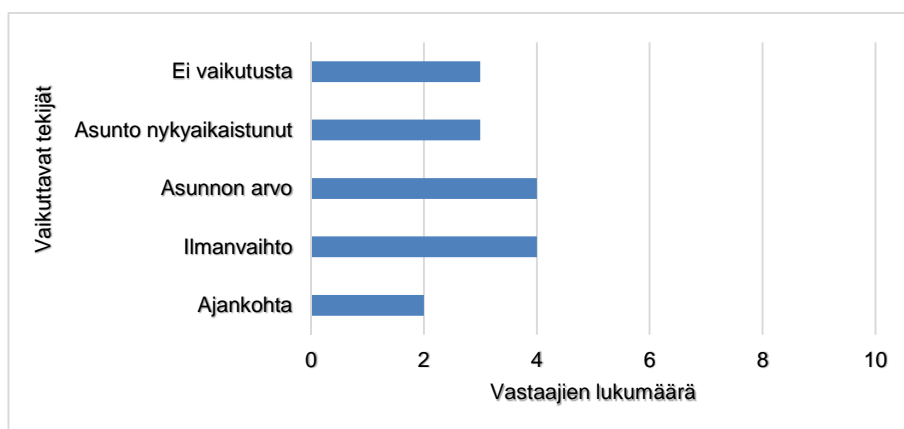
Toiseksi viimeinen kysymys käsitteli korjaustöiden vaikutusta energiankulutukseen. Vastaukset jakaantuivat kahden vastausvaihtoehdon mukaan (kuvio 5). Vähemmistö vastaajista ei osannut sanoa, onko energiankulutus vähentynyt. Syitä tähän olivat esimerkiksi leudon talven takia vähän pakkaspäiviä ja sähkölasku tai tasauslasku tulee vasta vuoden lopussa. Vastaajista loput 5 olivat sitä mieltä, ettei energiankulutuksessa havaittu muutoksia. Tähän vastaukseen vaikutti todennäköisesti korjaustöiden lähekkäisyys kyselyn ajankohtaan nähden.



Kuvio 5. Vaikutus energiankulutukseen.

Viimeisellä kysymyksellä selvitettiin, oliko korjaustyöllä muita vaikutuksia asumismukavuuteen. Vastausten mukaan vaikutukset olivat sekä positiivisia että negatiivisia (kuvio 6). Ainoa negatiivinen vaikutus oli 2 vastaajan mukaan töiden ajankohta. Muutamissa asunnoissa ikkunoiden ja ulko-ovien vaihto tapahtui joulua edeltävällä viikolla. Tällöin vaihtotyöt ei tuntunut miellyttävältä, kun olisi pitänyt siivota ja valmistella joulua. Heidän mielestä parempi ajankohta olisi ollut loppukevät tai alkusyksy. Ilmanvaihto oli parantunut 4 vastaajan mukaan, kun uusissa

ikkunoissa on korvausilmaventtiilit ja höyrynsulku tiivistettiin. Ikkunoiden vaikutuksesta ilmanvaihtoon vastattiin vasta tässä kysymyksessä, vaikka aikaisemmin oli jo kysytty ikkunoiden eroavaisuuksista. Vastaajista 4 arveli, että asunnon arvo säilyy paremmin ja jopa nousee korjausten ansiosta. Asumismukavuuden vaikutuksista 5 vastaajaa ilmoitti taloyhtiön saattamisen nykyaikaan olevan merkittävä asia. Siten asunnon ostajat huomioivat päätöksen teossa tehdyt korjaustoimenpiteet myönteisenä. Kolmannes vastaajista ei kertonut korjaustöiden vaikuttaneen muulla tavoin.



Kuvio 6. Muut vaikutukset asumismukavuuteen

6.3 Tulosten tarkastelu ja yhteenveto

Asumismukavuuskyselyn tuloksia tarkasteltaessa huomio kiinnittyi asukkaiden korkeaan tyytyväisyyteen. Korjaustyön vaikutukset olivat lähes täysin myönteisiä lukuun ottamatta muutaman asukkaan huomautusta työn suoritusajankohdasta. Energiatehokkuuden parannukselle oli selvästi tarvetta ja korjaustöillä saavutetut tulokset olivat onnistuneet. Kun energiankulutus vähenee, säästyy vuodessa suuri summa rahaa. Energiankulutuksen väheneminen näkyy asukkaille paremmin vasta 1 - 2 vuoden päästä, kun korjaustöistä on kulunut aikaa.

Korjaustoimenpiteillä tavoiteltiin energiatehokkuutta, joten asumismukavuuskyselyn ja laskelmien perusteella korjauksilla päästiin tavoitteeseen. Korjaustöillä oli myös asumismukavuutta parantava vaikutus, minkä asukkaat tulevat huomaamaan päivittäisessä elämässä ja hyvinvoinnissa. Kyselyn mukaan tärkeimmät

asumismukavuutta parantavat asiat olivat ikkunoiden ja ulko-ovien kohentunut ulkonäkö, asunnon vetoisuuden häviäminen ja energiansäästöt.

Korjaustöiden kokonaiskustannukset yläpohjan lisäeristämällä ja ikkunoiden ja ulko-ovien uusimisella olivat yhteensä 93 788 €, jolloin asuntopinta-alaa (asm²) kohti hinnaksi muodostui 75,21 €. Uusilla rakennusosilla energiaa säästyy vuodessa 3 484 €, joten takaisinmaksuaika on 26,9 vuotta. Korjaustöiden laajuuteen nähden hinta ei ole suuri, mutta takaisinmaksuaikaan verrattuna kustannus vaikuttaa mielestäni hieman korkealta. Tosin uusilla rakennusosilla on pitkä käyttöikä, eikä siten varsinaista korjaustarvetta tuona aikana. Ikkunoille ja ulko-oville riittää säännöllinen puhdistus ja tiivisteiden tarkastaminen.

Otan työstä mukaan onnistumisen tunteita ja ennen kaikkea vaikeaksi osoittautuneita ja haasteelliseksi muodostuneita asioita.

7 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia erään Ylöjärvellä sijaitsevan taloyhtiön asumismukavuuden parantumista korjaustoimenpiteiden jälkeen. Tähän liittyi korjaustoimenpiteiden kustannusten ja energiankulutuksen tarkastelu. Korjaustoimenpiteiden kustannukset selvitin yläpohjan lisäeristämisen sekä ikkunoiden ja ulko-ovien uusimisen osalta. Asumismukavuuden parantumista tutkin avoimella kyselylomakkeella. Lisäksi perehdyin muihin asumismukavuutta parantaviin toimiin kirjallisuutta käyttäen. Kyselyn tulosten perusteella korjaustyöt onnistuivat ja ne oli kannattava toteuttaa. Tulokset osoittivat, että energiankulutuksen vähentyessä säästyy vuosittain suuri summa rahaa. Korjaustöillä saatiin myös parannusta asumismukavuuteen, mikä vaikuttaa asukkaiden päivittäiseen elämään ja hyvinvointiin.

Opinnäytetyön suunnittelun aloitin kesän 2013 lopussa aiheen mietinnällä. Aiheen valinta oli pitkä prosessi, kunnes työharjoittelun aikana keksin mielenkiin-

toisen aiheen opinnäytetyöhön. Lopullisen aiheen valinnan jälkeen aloin keräämään työssä käytettävää lähdemateriaalia. Kirjallisuudesta tietoa oli tarjolla vähän, mutta internetistä materiaalia löytyi runsaasti. Laskelmiin ja kustannuksiin liittyvä materiaalitieto oli helposti saatavissa isännöitsijältä ja korjaustöiden urakoitsijoilta. Asumismukavuuden parantumisesta korjaustoimenpiteillä en löytänyt valmista kyselylomaketta, joten laadin lomakkeen itse. Lomakkeen tekemisessä haasteena oli kysymysten asettelu siten, että kysymykset eivät olisi johdattelevia ja ne antaisivat mahdollisimman monipuolista tietoa.

Vaikka kyselyn tuloksista sai paljon tietoa, olisin toivonut kyselylomakkeelle suurempaa vastausprosenttia. Vastanneet kertoivat monipuolisesti kokemuksiaan korjaustöiden vaikutuksista. Laajempaa tietoa korjaustöiden vaikutuksista ja asumismukavuuden parantumisesta olisin saanut asukkaiden yksilöllisellä haastattelulla. Tähän minulla ei kuitenkaan riittänyt aika. Opinnäytetyön, työharjoittelun ja urheilun yhteensovittaminen tuotti välillä aikataulullisia haasteita. Tulosten purkamisen oli suhteellisen helppoa, mutta niiden kirjallinen raportointi oli työssä vaikeinta. Eniten aikaa vievä osuus opinnäytetyössä oli taulukoiden muodostaminen kustannuksista, lämpöhäviöistä ja asukaskyselyn tuloksista.

Opinnäytetyön tekeminen oli haastava projekti, mutta näin jälkikäteen mietittynä erittäin antoisa ja kehittävä kokemus. Opin työn aikana paljon uutta, varsinkin energiatehokkuudesta, josta uskon olevan hyötyä työelämässä. Työtä tehdessä tapahtui ammatillista kehitystä ja kasvua, kun etsin tietoja eri lähteistä. Oikeanlaisen tiedon löytäminen tulee varmasti eteen työelämässäkin, koska tietoa ei välttämättä ole valmiiksi saatavissa. Kirjallisen osuuden tuottaminen oli opettavaista, kun raportoinnissa pyrin esittämään vain oleelliset asiat. Opinnäytetyön aikatauluun olen tyytyväinen, kun työ valmistui tavoiteajassa.

Korjauskohteessa korjattiin yläpohjarakenne sekä uusittiin ikkunat ja ulko-ovet, joten tämän työn jatkokehitysmahdollisuus voisi olla kohteen muiden rakenteiden, kuten ulkoseinien ja ilmanvaihdon korjaustarpeiden selvittäminen. Korjaustarpeille laadittaisiin kustannusarvio sekä laskelmat korjausten vaikutuksista energiankulutukseen.

Lopuksi haluan vielä kiittää opinnäytetyön ohjaajaani Hannu Tyrväistä asiantuntevasta ja opiskelijaläheisestä suhtautumisesta työn ohjaukseen. Opinnäytetyöni aikataulu oli tiukka samaan aikaan suoritettuna työharjoittelun sekä urheilun vuoksi. Olen kiitollinen, että apua oli saatavilla välillä lyhyelläkin varoitusajalla, joka mahdollisti opinnäytetyön valmistumisen suunnitellusti.

Lähteet

1. Ympäristöministeriö. Rakennusten energiatehokkuutta koskeva lainsäädäntö. 2013. Päivitetty 7.11.2013. Saatavissa: http://ymparistoministerio.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakennuksen_energiatehokkuutta_koskeva_lainsaadanto. [Viitattu 6.3.2014.]
2. Ympäristöministeriö. Ympäristöministeriön asetus 4/2013 rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013. Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma. [Viitattu 8.3.2014.]
3. Korjaustieto. Lisäeristäminen on ammattilaisen työtä. 2014. Saatavissa: <http://www.korjaustieto.fi/pientalot/pientalojen-energiatehokkuus/lampohaviot-kuriin/lisaeristaminen-on-ammattilaisten-tyota.html>. [Viitattu 28.4.2014.]
4. Puuinfo. Vanhan puutalon peruskorjaus. 2010. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/info/puuinfon-julkaisut/vanhanpuutalonperuskorjaus.pdf>. [Viitattu 28.4.2014.]
5. Rakentaja.fi. Ulkoseinän lisäeristys sisä- ja ulkopuolelta. 2013. Saatavissa: http://www.rakentaja.fi/artikkelit/10444/ulkoseinan_lisaeristys_saint_gobain_isover.htm#.U2X6zPI_v4s. [Viitattu 28.4.2014.]
6. Ympäristöministeriö. Suomen rakentamismääräyskokoelma E1. Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet. 2011. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1_2011-fi.pdf. [Viitattu 12.3.2014.]
7. Yle. Tulipalo tekee pahaa jälkeä vanhan rivitalon ullakolla. 2012. Saatavissa: http://yle.fi/uutiset/tulipalo_tekee_pahaa_jalkea_vanhan_rivitalon_ullakolla/6196645. [Viitattu 11.3.2014.]
8. Laitinen, J. 2010. Pieni suuri energiakirja. Into Kustannus Oy. Helsinki. 148 s. ISBN 978-952-264-181-6.
9. Termex. 2014,1. Vanhan talon riesa on veto. Energiansäästäjä. Lisäeristyslehti. S. 2.
10. Korjaustieto. Tiivistämisestä on monenlaista hyötyä. 2014. Saatavissa: <http://www.korjaustieto.fi/pientalot/pientalojen-energiatehokkuus/lampohaviot-kuriin/tiivistamisesta-on-monenlaista-hyotya.html>. [Viitattu 26.4.2014.]
11. Ympäristöministeriö. Suomen rakentamismääräyskokoelma D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet. 2012. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf. [Viitattu 18.3.2014.]
12. Suomen Terveysilma. Näin ilmanvaihto ei toimi. 2014. Saatavissa: http://www.terveysilma.fi/index.php?browser_id=72. [Viitattu 10.3.2014.]
13. Suomen Terveysilma. Näin ilmanvaihto toimii. 2014. Saatavissa: http://www.terveysilma.fi/index.php?browser_id=49. [Viitattu 10.3.2014.]
14. Motiva. Sisälämpötila. 2013. Päivitetty 1.3.2013. Saatavissa: http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/nain_saastat_energiaa/lampo/sisalampotila. [Viitattu 26.4.2014.]
15. Puuinfo. Puurakenteen U-arvon määrittäminen. 2012. Päivitetty 31.1.2013. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/rakentaminen/mitoitushjelmat/puurakenteen-u-arvon-maarittaminen>. [Viitattu 17.3.2014.]

16. Ympäristöministeriö. Suomen rakentamismääräyskokoelma D5. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystarpeen laskenta, ohjeet. 2012. Saatavissa: http://www.ymp.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_ rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma. [Viitattu 26.3.2014.]
17. Ympäristöministeriö. Suomen rakentamismääräyskokoelma D3. Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet. 2012. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf. [Viitattu 27.3.2014.]
18. Biobe Oy. Biobe VS -korvausilmaventtiili. 2014. Saatavissa: <http://www.biobe.fi/tuotteet/venttiilit/vs.htm>. [Viitattu 2.4.2014.]
19. Asuntotieto.com. 2014. Saatavissa: http://www.asuntotieto.com/20000i_RAKENNUS_JA_REMONTTITIETO/0_TV-talo%202009/seminaari%2028-3-09/Skaala_Jaskari.pdf [Viitattu 22.3.2014.]
20. Valvira. Ilmanvaihto. 2014. Saatavissa: http://www.valvira.fi/ohjaus_ ja_ valvonta/terveydensuojelu/asumisterveys/hiukkaset_ ja_ kuidut/ilmanvaihto. [Viitattu 13.3.2014.]
21. Termex. 2012,1. Hot&Cool. Lisäeristyslehti. Saatavissa: [http://www.termex.fi/files/2_@_9457_@_termex_nettiin%20\(2\).pdf](http://www.termex.fi/files/2_@_9457_@_termex_nettiin%20(2).pdf). [Viitattu 12.3.2014.]
22. Tilastokeskus. Laadullisen ja määrällisen tutkimuksen erot. 2014. Saatavissa: <http://tilastokeskus.fi/virsta/tkeruu/01/07/>. [Viitattu 28.3.2014.]
23. Korjaustieto. Ikkunoiden energiatehokkuus. 2014. Saatavissa: <http://www.korjaustieto.fi/taloyhtiot/energiakorjaukset/energiankulutus-asuin-kerrostalossa/ikkunoiden-energiatehokkuus.html>. [Viitattu 30.3.2014.]

ASUMISMUKAVUUS

Kyselylomake

27.2.2014

1. Vastaajan tiedot

Nimi: _____

Puh.numero: _____

Asunnon nro: _____

2. Talouden koko:

- 1 henkilöä
 2 henkilöä
 3 henkilöä
 4 henkilöä tai enemmän

3. Minkälaisia eroja olette havainnut vanhojen ja uusien ikkunoiden välillä?
(esim. vetoisuuden tunne, valoisuus, tuuletusmahdollisuus, melu, ulkonäkö yms.)

4. Miten ulko-ovien uusiminen on vaikuttanut asumismukavuuteen? (esim. luki-
tus, sulkeutuminen, melu, ulkonäkö yms.)

5. Oletteko havainnut asunnon lämpötilassa muutoksia yläpohjan eristeiden
uusimisen jälkeen verrattuna vanhoihin eristeisiin?

6. Oliko tehdyt korjaustoimenpiteet mielestänne kannattavia toteuttaa? Miksi?

7. Oletteko havainnut yläpohjan lisäeristämisen sekä ovi- ja ikkunakorjausten vaikuttaneen asunnon energiankulutukseen?

8. Ovatko edellä mainitut korjaukset vaikuttaneet asumismukavuuteen jollain muulla tavoin? Miten?

Kiitos vastauksistanne !

Yläpohjan U-arvolaskelma

Ohjelmaversio 1.03	
Suunnittelutoimisto	Työn nro
Rakennuskohde	Sivu
Ylöjärvi, esimerkkikohde	1 / 2
Päiväys	Tekijä
Disäntö	Jere Niemelä
U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen yläpohja (lämpövirran suunta ylöspäin) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

1 Kipsilevy ▼

Kerroksen paksuus [d]	13,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,210 W/mK

2 Ilman- ja höyrynsulku ▼

3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼

Kerroksen paksuus [d]	100,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,039 W/mK
Koolaussuunta (p / v)	p

4 Lämmöneriste ▼

Kerroksen paksuus [d]	400,0 mm
Lämmönjohtavuus [λ]	0,039 W/mK

5 Ei rakennekerrosta ▼

6 Ei rakennekerrosta ▼

7 Ei rakennekerrosta ▼

8 Ei rakennekerrosta ▼

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼

Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 1 ▼

METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

KOOLAUKSEN TIEDOT

Koolauspuun leveys [b] 48 mm ▼

Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ]	0,120 W/mK
Pystykoolauksen k-jako [s]	900 mm

RAKENNE / LÄMPÖVIRTA

Ohjelmaversio 1.03	
Suunnittelutoimisto	Työn nro 0
	0 Päiväys 0 Tekijä Jere Niemelä
Rakennuskohde Ylöjärvi, esimerkkikohde	Sivu 2 / 2
	Otsikko U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)

Puurakenteinen yläpohja	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1000		
1 Kipsilevy	13	0,210	0,0619		
2 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	100	0,039	2,3084	48	900
4 Lämmöneriste	400	0,039	10,2564		
Ulkopinta			0,1000		

Rakenteen kokonaispaksuus 513 mm

Ulkopuoli

Sisäpuoli

MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAO SUUDET

f_a	0,947	Eriste
f_b	0,053	Pystykoolaus
f_c	0,000	Vaakakoolaus
f_d	0,000	Koolausristeys

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

R_a	13,083	m ² K/W
R_b	11,352	m ² K/W
R_c	0,000	m ² K/W
R_d	0,000	m ² K/W

U-ARVO

R'_T	12,978	m ² K/W
R''_T	12,827	m ² K/W
U	0,078	W/m ² K
$\Delta U''$	0,010	W/m ² K
ΔU_p	0,010	W/m ² K
ΔU_f	0,000	W/m ² K

YLÄPOHJAN U-ARVO

$U_c = 0,0871 \text{ W/m}^2\text{K}$

VIRHEILMOITUKSET

Rakenneleikkauspiirustus

