



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Eelis Riukulehto

Vanhan pientalon lisälämmöneristäminen

Opinnäytetyö

Syksy 2020

SeAMK tekniikka

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

Tekijä: Eelis Riukulehto

Työn nimi: Vanhan pientalon lisälämmöneristäminen

Ohjaaja: Veli Autio

Vuosi: 2020

Sivumäärä: 45

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on toimia kattavana tietopakettina vanhan pientalon lisälämmöneristämiseen liittyen. Työssä käydään läpi lisälämmöneristystyöhön liittyvät määräykset ja vaatimukset sekä tuodaan esille asioita, joita lisälämmöneristystyöhankkeeseen ryhtyvän tulisi ottaa huomioon, jotta rakennushankkeen lopputuloksena olisi kosteusteknisesti toimiva rakenne.

Työssä käsitellään U-arvon, E-luvun sekä lisälämmöneristystyön kannattavuuden laskenta suoran takaisinmaksuajan periaatteella, jotta lukija saisi työkalut kyseisten asioiden laskentaa varten. Lopussa läpikäydään esimerkkiratkaisuja lisälämmöneristämisen toteuttamisesta yläpohjan, ulkoseinien sekä alapohjan osalta 1950-, 1960- ja 1970-lukujen pientalojen tyyppirakenteissa.

¹ Asiasanat: lisälämmöneristäminen, pientalo, korjausrakentaminen

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Site Management

Specialisation: Building Construction

Author: Eelis Riukulehto

Title of thesis: Additional thermal insulation of an old detached house

Supervisor: Veli Autio

Year: 2020

Number of pages: 45

The purpose of the thesis was to act as a comprehensive information package related to the additional thermal insulation of an old detached house. In the thesis the regulations and requirements related to additional thermal insulation work were studied and issues to be considered when undertaking a construction project were highlighted. At the end of the work, example solutions for the implementation of additional thermal insulation for the roof, external walls and the base floor in the type structures of detached houses of the 1950s, 1960s and 1970s were reviewed.

¹ Keywords: additional thermal insulation, detached house, repair construction

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1 JOHDANTO	7
2 LUPA-ASIAT JA VAATIMUKSET	9
2.1 Rakennuslupa	9
2.2 Suunnittelija	9
2.3 Vastaava työnjohtaja	9
3 KORJAUSTYÖHANKKEEN VAATIMUKSET.....	10
3.1 U-arvo	10
3.2 Energiatodistus ja E-luku.....	14
4 LISÄLÄMMÖNERISTYSTYÖN KANNATTAVUUDEN LASKENTA.....	18
5 LISÄLÄMMÖNERISTYSTYÖHÖN RYHTYMINEN	22
5.1 Kuntotutkimus	22
5.2 Asbesti	22
6 LISÄLÄMMÖNERISTÄMISESSÄ HUOMIOITAVAA	23
6.1 Kosteustekninen toimivuus.....	23
6.2 Ilmanpitävyys	24
7 ESIMERKKEJÄ LISÄLÄMMÖNERISTYKSEN TOTEUTUKSESTA.....	26
7.1 Yläpohja	26
7.1.1 1950-luvun harjakatto	26
7.1.2 Loiva, kevytsoraeristeinen katto.....	29
7.1.3 Loiva, mineraalivillaeristetty katto	30
7.2 Ulkoseinät	33
7.2.1 Purueristetty ulkoseinä.....	33
7.2.2 Yhden tiilen tiiliseinä	35

7.2.3	1,5 tiilen tiiliseinä.....	38
7.3	Alapohja.....	39
7.4	Räystäät ja perustukset.....	41
8	YHTEENVETO.....	42
	LÄHTEET	43

Käytetyt termit ja lyhenteet

Diffuusio	Vesihöyryn osapaine-erojen aiheuttama luonnonilmiö, jossa vesihöyryn eri pitoisuudet pyrkivät tasaantumaan. Tämä ilmiö koskee vesihöyryn lisäksi kaikkia ilman osakaasuja.
Absorboida	Imeä itseensä.
Katon lape	Katon viisto pinta.
Bitumikermi	Tuote, joka muodostuu yleensä bitumista, tukikerroksesta ja täyteaineista. Tunnetaan myös nimellä kattohuopa.
Vuotoilma	Liitoksien kautta ja rakenteiden läpi vuotava ilma.
LTO	Poistoilman lämmön talteenotto. Poistoilman lämpö otetaan talteen lämmön talteenottoyksiköllä.
Ulkovaippa	Rakennekerrokset, jotka erottavat rakennuksen sisätilat ulkoilmasta.
Kylmäsilta	Rakennuksen ulkovaipan kohtia, joista lämpöä vuotaa ulos selvästi enemmän kuin ympäröivästä rakenteesta.
Asbesti	Yleisnimike kaikille kuitumaisille silikaattimineraaleille. Asbestikuidulle altistuminen voi aiheuttaa vakavia hengitystiesairauksia, kuten keuhkosityöpää.
Lämmönjohtavuus	Kuvaa sitä, miten hyvin materiaali johtaa lämpöä. Mitä pienempi lukuarvo on, sitä huonommin lämpöä johtuu, toisin sanoen sitä parempi eriste materiaali on.

1 JOHDANTO

Ensimmäiset rakentamista ja rakennusten energiatehokkuutta ohjaavat Suomen rakentamismääräyskokoelman määräykset astuivat voimaan vuonna 1976. Ennen tätä rakennettujen asuinrakennusten energiatehokkuus perustui lämmöneristyksen ohjearvoihin. Tämän takia kyseisen aikakauden asuinrakennusten energiankulutus voi olla suuri. (Nieminen & Virta 2016.) Lisälämmöneristämällä saadaan parannettua rakennuksen energiatehokkuutta sekä asuinmukavuutta, mutta väärin toteutettu lisäeristystyö voi myös pilata aiemmin toimivaksi todetun rakenteen. Nieminen ja Virta (2016, 7) esittävät, että julkisuudessa lämmöneristysten parantaminen on arvioitu lisäävän rakenteiden home- ja kosteusvaurioita. Heidän mukaansa nämä vauriot ovat pääsääntöisesti seurausta rakentamisen huonosta laadusta sekä rakentamisen kosteudenhallinnan puutteista. Ongelmien syynä he näkevät myös tiedonpuutteen rakenteista ja niiden liitosdetaljeista, jolloin väärin toteutetut ja/tai valitut lisälämmöneristysratkaisut voivat johtaa vaurioihin.

Opinnäytetyön tavoitteena on antaa sen lukijalle tarvittavat tiedot vanhan pientalon lisälämmöneristystyöstä, mahdollisimman yleistajuisesti ilmaistuna. Työssä käydään läpi ensin rakennusprosessin kulkua ja siinä huomioitavia asioita sekä lopuksi esimerkkiratkaisuja lisälämmöneristämisen toteuttamisesta yläpohjan, ulkoseinien sekä alapohjan osalta 1950-, 1960- ja 1970-lukujen pientalojen tyyppirakenteissa. Lisälämmöneristysratkaisut ovat peräisin Teknologian tutkimuskeskus VTT:n teoksesta ”Kosteusteknisesti toimivia korjausrakentamisen periaateratkaisuja”, ja niiden kosteustekninen toimivuus on varmistettu laskennallisin simuloinnein. (Nieminen ym. 2013.) Tässä opinnäytetyössä esitetyt 3D-kuvat ovat esimerkkipiirroksia, eikä niitä sen takia voi suoraan käyttää malleina rakennuskohteissa.

1960–1970-luvuilla rakennettujen omakotitalojen energiankulutus jakaantuu keskimäärin seuraavalla tavalla: ilmanvaihto 25 %, ulkoseinät 16 %, ikkunat 14 %, yläpohja 12 %, käyttövesi 8 %, alapohja 1 % sekä valaistus ja kuluttajasähkö 24 % (Ekorem 2005). Eli vanhan pientalon rakennusosittaisen energiatehokkuuden parantamisen kannalta kannattavinta on ulkoseinien, ikkunoiden sekä yläpohjan energiatehokkuuden parantaminen.

Yleisesti ottaen kustannustehokkainta on yhdistää lisälämmöneristyshankkeet jonkin muun rakennukselle ajankohtaisen korjaushankkeen yhteyteen, esimerkiksi ulkoseinien lisälämmöneristämisen toteuttaminen julkisivun korjaushankkeen yhteydessä.

Vanhan pientalon lisäeristämistä ennen kannattaa omistajan pohtia rakennuksen tulevaa käyttöä eli onko riskinä rakennuksen jääminen tyhjilleen. Tällaiseen tilanteeseen voi päätyä esimerkiksi silloin, jos aikeissa on myydä muuttotappioalueella sijaitseva rakennus, sillä Tilastokeskuksen uusimman alueellisen ennusteen mukaan väestön keskittymiskehitys tulee jatkumaan, koska luonnollinen väestönkasvu ja muuttoliike keskittyvät suuriin kaupunkeihin. Pitkälle menevään korjaukseen kannattaa tuskin investoida, jos näköpiirissä oleva käyttöaika on lyhyt. Jos taas kysyntää rakennukselle näyttäisi olevan myös pitkällä tähtäimellä, on luultavasti taloudellisesti turvallisinta edetä korjaustoimenpiteissä siinä järjestyksessä, mitä järjestelmien tai rakenteiden kunto edellyttää. (Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia. 2020, 26.)

2 LUPA-ASIAT JA VAATIMUKSET

2.1 Rakennuslupa

Lisälämmöneristystyöhön ryhtyvän on huolehdittava, että työn suunnittelu ja toteutus tapahtuu rakentamista koskevien säännösten, määräysten ja myönnetyn luvan mukaisesti. Lisälämmöneristystyöt tarvitsevat rakennusluvan. Luvan myöntäjänä toimii paikallinen rakennusvalvontaviranomainen. (Rakennuslupa.fi, [viitattu 27.10.2020].)

2.2 Suunnittelija

Koska lisälämmöneristystyössä on kyse luvanvaraisesta rakentamisesta, on rakennushankkeeseen ryhtyvän suotavaa neuvotella rakennusvalvontaviranomaisen kanssa suunnittelua aloittaessa rakentamista koskevan suunnitelman lähtökohdista sekä suunnittelijoiden nimeämisestä. Suunnittelijat ilmoitetaan rakennuslupaa koskevassa hakemuksessa. Ilmoitettavia suunnittelijoita ovat pää- ja rakennussuunnittelija. Rakennus- tai erityissuunnittelija voi toimia samalla myös pääsuunnittelijana. (8.5.2002/A2, 5.)

2.3 Vastaava työnjohtaja

Lisälämmöneristystyö vaatii sen luvanvaraisuuden takia lisäksi myös rakennustyötä johtavan vastaavan työnjohtajan. Hyvin hoidetun ja järjestäytyneen rakennustyön olennaisena osana ovat vastaavan työnjohtajan osaaminen ja asiantuntemus, työmaan jatkuva seuraaminen ja johtaminen, hänen hyvät työskentelymahdollisuutensa sekä tarvittaessa tukeutuminen viranomaisiin. Vastaavan työnjohtajan asema omissa tehtävissään on verrattavissa pääsuunnittelijan asemaan suunnittelun osalta. Tämän takia rakennushankkeeseen ryhtyvän kannattaakin valita rakennushankkeeseensa mahdollisimman osaava ja asiantunteva vastaava työnjohtaja. (A 12.3.2015/YM5/601)

3 KORJAUSTYÖHANKKEEN VAATIMUKSET

Ympäristöministeriön asetuksessa 2/17 säädetään luvanvaraiseen korjaushankkeeseen ryhtymisestä seuraavaa:

Korjaus- tai muutostyöhankkeeseen ryhtyvän on lupaan tarvittavan suunnittelun yhteydessä esitettävä toimenpiteet, joilla rakennuksen energiatehokkuutta aiotaan parantaa rakennusosittain, järjestelmittäin tai koko rakennuksesta hankkeen laajuuden ja päättämänsä tavan mukaisesti. Korjaus on laajamittainen, kun rakennuksen vaippaan tai rakennuksen teknisiin järjestelmiin liittyvien korjausten jälleenrakentamiskustannuksiin perustuvat kokonaiskustannukset ovat yli 25 prosenttia rakennuksen arvosta, rakennusmaan arvo pois lukien. Laajamittaisen korjauksen yhteydessä hankkeeseen ryhtyvän on osoitettava valittujen toimenpiteiden olevan kustannusoptimaalisella tasolla. (A 12.5.2017/2/17.)

Kiinteistön omistajalla on viime kädessä vapaus päättää energiatehokkuuden parantamisen ratkaisuista. Energiatehokkuutta ei tarvitse yksinään ryhtyä parantamaan, jos rakennuksessa ei ole muuta korjaustarvetta. (Nieminen & Virta 2016, 7.)

3.1 U-arvo

U-arvo eli lämmönläpäisykerroin kuvaa rakenteen lämmöneristyskykyä eli se kertoo, kuinka monta wattia lämpötehoa siirtyy rakenteen läpi yhtä neliometriä kohden, kun rakenteen yli on yhden lämpötila-asteen lämpötilaero. U-arvon yksikkö on W/m^2K .

Talon kokonaisenergiatehokkuus on tärkeämpää kuin yksittäisen rakenteen U-arvo. Jos eristävyys on huonompi jonkin ulkovaipan osan osalta, voidaan tätä kompensoida eristämällä jokin toinen osa paremmin (Energiatehokas koti 2020b.)

Korjaustöissä sovellettavat energiatehokkuusvaatimukset riippuvat korjauksen laajuudesta ja korjauskohteesta. Yhtenä vaihtoehtona on energiatehokkuuden parantaminen rakennusosittain U-arvoa parantamalla. Tällöin tulee noudattaa seuraavia vaatimuksia:

- Ulkoseinä: Alkuperäinen U-arvo $\times 0,5$, kuitenkin enintään $0,17 W/(m^2K)$. Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä alkuperäinen U-arvo $\times 0,5$, kuitenkin $0,60 W/(m^2 K)$ tai parempi.

- Yläpohja: Alkuperäinen U-arvo x 0,5, kuitenkin enintään 0.09 W/(m²K). Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä alkuperäinen U-arvo x 0,5, kuitenkin 0,60 W/ (m² K) tai parempi.
- Alapohja: Energiatehokkuutta parannetaan mahdollisuuksien mukaan.
- Uusien ikkunoiden ja ulko-ovien U-arvon on oltava 1.0 W/(m²K) tai parempi. Vanhoja ikkunoita ja ulko-ovia korjattaessa on lämmönpitävyyttä parannettava mahdollisuuksien mukaan. (Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia. 2020, 34.)

Käytännössä nämä luvut tarkoittavat sitä, että esimerkiksi julkisivu- ja kattorakenteiden U-arvon tulisi puolittua lisälämmöneristystyön seurauksena alkuperäisen rakenteen suunnitteluarvoon nähden. Alkuperäisenä U-arvona käytetään rakennusosasta saatavien tietojen perusteella laskettua lukua tai rakennuksen suunnitteludokumenteissa annettua lukua. U-arvon ei tarvitse alittaa arvoa, joka on määrätty uuden rakennuksen vastaavalle rakenteelle.

Kuvassa 1. esitetään taulukoituna rakenteiden tavoitteelliset U-arvot. Kuvan taulukon kahden ensimmäisen sarakkeen arvot ovat Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry:n esittämiä ohjearvoja. Vuodesta 1976 eteenpäin olevat arvot perustuvat Suomen rakentamismääräyskokoelman määräyksiin. (Nieminen & Virta 2016, 9–10.)

	Rakennusluvan vireilletulovuosi								
	-1969*	1969-*	1976-	1978-	1985-	2003-	2008-	2010-	2012-
Lämpimät tilat									
Ulkoseinä	0,81	0,81	0,40	0,35	0,28	0,25	0,24	0,17	0,17
Maavarainen alapohja	0,47	0,47	0,40	0,40	0,36	0,25	0,24	0,16	0,16
Ryömintätilainen ala-pohja	0,47	0,47	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20	0,17	0,17
Ulkoilmaan rajoittuvat alapohja	0,35	0,35	0,35	0,29	0,22	0,16	0,16	0,09	0,09
Yläpohja	0,47	0,47	0,35	0,29	0,22	0,16	0,15	0,09	0,09
Ovi	2,2	2,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,0	1,0
Ikkuna	2,8	2,8	2,1	2,1	2,1	1,4	1,4	1,0	1,0

* Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry:n esittämät ohjearvot.

Kuva 1. Rakenteiden tavoitteelliset U-arvot (Nieminen & Virta 2016, 10).

Rakenteen U-arvo lasketaan kaavasta (1):

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (1)$$

R_T saadaan laskettua kaavalla 2. R_T on rakennusosan kokonaislämmönvastus ($\text{m}^2\text{C/W}$)

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + R_i \dots + R_{se} \quad (2)$$

missä

R_{se} on ulkopinnan pintavastus (vakio SFS-EN ISO 6946:2017 taulukosta s. 20) ($\text{m}^2\text{C/W}$)

R_{si} on sisäpinnan pintavastus (vakio SFS-EN ISO 6946:2017 taulukosta s.20) ($m^2\text{C}/W$)

$R_{1...i}$ on ainekerroksen lämmönvastus ($m^2\text{C}/W$)

$R_{1...i}$ on ainekerroksen lämmönvastus, joka saadaan laskettua kaavalla 3.

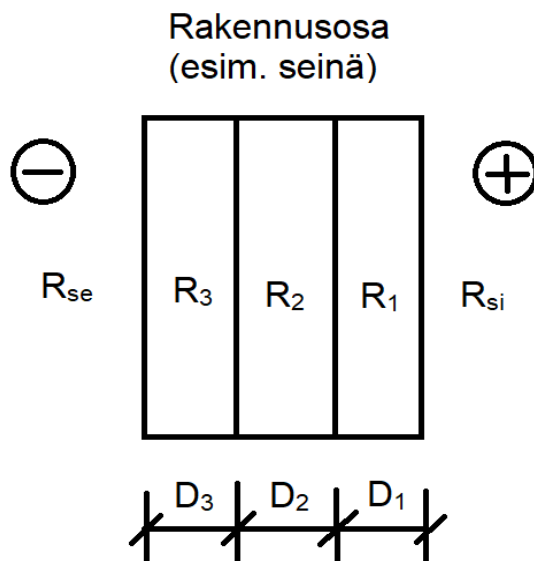
$$R_{1...i} = \frac{d}{\lambda_U} \quad (3)$$

missä:

d on ainekerroksen paksuus (m)

λ_U on ainekerroksen lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo (λ -arvo on laskettava ISO 10456:n mukaisesti, mikäli se perustuu mittaamalla saatuun tietoon. Muissa tapauksissa λ saadaan taulukoiduista arvoista ISO 10456:n mukaisesti tai esimerkiksi lämmöneristeen valmistajan sivuilta/tuotetiedoista) ($m^2\text{C}/W$)

Kuvassa 2. havainnollistetaan laskennassa käytettäviä vakioita.



Kuva 2. U-arvon laskennassa käytettäviä vakioita havainnollistava piirros.

U-arvon laskennassa on lisäksi otettava huomioon U-arvon heikennykset, joita tämän työn aihealueen rakennuksissa ovat kylmäsilloista ja ilmaraoista aiheutuvat korjaustekijät. Tämän lisäksi laskennassa on huomioitava muun muassa erilaisten ilmarakojen vaikutus, lämmöneristeen sisäinen konvektio sekä alapohjan U-arvon laskennassa perusmuurin, maan ja ryömintätilan vaikutus. (SFS-EN ISO 6946:2017. 2017)

3.2 Energiatodistus ja E-luku

Paremmen energiatehokkuuden ja asuinmukavuuden tavoittelemisen lisäksi pientalon lisälämmöneristämisen motiivina voi toimia energiatodistus, joka on 1.6.2017 lähtien vaadittu kiinteistön kaupan tai talon vuokrauksen yhteydessä. Energiatodistus kertoo rakennuksen energialuokan, joka perustuu rakennuksen E-lukuun. E-luku koostuu rakennuksen laskennallisesta vuotuisesta ostoenergiankulutuksesta painotettuna eri energiamuotojen kertoimilla. Rakennuksen ostoenergian kulutuksella tarkoitetaan energiaa, joka hankitaan rakennukseen esimerkiksi sähköverkosta, kaukolämpöverkosta, kaukojäähdytysverkosta ja uusiutuvan tai fossiilisen polttoaineen sisältämänä energiana. (Omakotiliitto, [viitattu 12.9.2020].) Energiatodistuksessa tulee lisäksi ilmoittaa tiedot toteutuneesta ostoenergiankulutuksesta, mikäli tiedot ostetusta energiasta ovat saatavilla (Energiatodistusopas 2018, 4).

Olemassa olevien rakennusten energiatodistuksen laadinta tapahtuu paikan päällä tehtävän havainnoinnin perusteella, jonka suorittaa pätevätyt energiatodistuksen laatija. Energiatodistukseen on sisällytettävä mahdollisia kustannustehokkaita suosituksia rakennuksen tai sen osan energiatehokkuuden parantamiseksi. Asuntoa myytäessä tai vuokrattaessa on energiatodistuksen oltava nähtävillä näyttötilanteissa ja se on annettava kaupan tai vuokrauksen yhteydessä sopimuslupalle. Myynti- ja vuokrausilmoituksissa on lisäksi mainittava energiatodistuksessa annettu energiatehokkuutta kuvaava kirjaintunnus, jonka alaindeksinä on oltava vuosiluku. Vuosiluku täsmentää, minkä säädösten mukaan energiatodistus on laadittu. (Energiatodistusopas 2018, 4.)

Jos rakennuksen energiatehokkuutta parannetaan kokonaisuutena laajassa peruskorjauksessa joka kohdistuu sekä rakenteisiin että teknisiin järjestelmiin, tulee korjaus

toteuttaa siten, että sillä saavutetaan Ympäristöministeriön asetuksessa 4/13 esitetyt vaatimukset. Ympäristöministeriön asetuksessa rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä säädetään 6 momentissa energiankulutusvaatimuksista rakennusluokittain seuraavaa pientalojen osalta: "Kun rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen suunnittelu ja toteutus tapahtuu rakennuksen standardikäyttöön perustuvaa energiankulutusta pienentämällä, on rakennusluokittain noudatettava seuraavia energiankulutuksen vaatimuksia: 1) Pien-, rivi- ja ketjutalo $\leq 180 \text{ kWh/m}^2$ " ja E-luku vaatimuksesta rakennusluokittain seuraavaa 7 momentissa (pientalojen osalta): "Kun rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen suunnittelu ja toteutus tapahtuu rakennuksen standardikäyttöön perustuvaa kokonaisenergiankulutusta (E-luku, kWh/m^2) pienentämällä, on laskettava rakennukselle ominainen rakennusluokan mukainen kulutus seuraavien kaavojen mukaisesti: 1) Pien-, rivi, ja ketjutalo: E-vaadittu $\leq 0,8 \times E\text{-laskettu}$ " (A 27.2.2013/4/13.)

E-luku saadaan laskettua energiamuodoittain eritellystä rakennuksen laskennallisesta ostoenergiankulutuksesta energiamuotojen kertoimia käyttäen, kaavalla (4):

$$E = \frac{f_{\text{kaukolämpö}} Q_{\text{kaukolämpö}} + f_{\text{kaukojäähdytys}} Q_{\text{kaukojäähdytys}} + \sum_i f_{\text{polttoaine},i} Q_{\text{polttoaine},i} + f_{\text{sähkö}} W_{\text{sähkö}}}{A_{\text{netto}}} \quad (4)$$

missä:

E on energiatehokkuuden vertailuluku, $\text{kWh}_E/(\text{m}^2 \text{ a})$

$Q_{\text{kaukolämpö}}$ on kaukolämmön kulutus vuodessa, kWh/a

$Q_{\text{kaukojäähdytys}}$ on kaukojäähdytyksen kulutus vuodessa, kWh/a

$Q_{\text{polttoaine},i}$ on polttoaineen i sisältämän energian kulutus vuodessa, kWh/a

$W_{\text{sähkö}}$ on sähkön kulutus vuodessa, missä on otettu huomioon vähennykset rakennukseen kuuluvalla laitteistolla ympäristöstä vapaasti hyödynnettävästä energiasta otetusta energiasta siltä osin, kuin se on käytetty rakennuksessa siinä tapahtuvan vakioituun käyttöön perustuvan energiankulutuksen kattamiseen, kWh/a

$f_{\text{kaukolämpö}}$ on kaukolämmön energiamuodon kerroin

$f_{\text{kaukojäähdytys}}$ on kaukojäähdytyksen energiamuodon kerroin

$f_{\text{polttoaine},i}$ on polttoaineen i energiamuodon kerroin

$f_{\text{sähkö}}$ on sähkön energiamuodon kerroin

A_{netto} on rakennuksen lämmitetty nettoala, m^2 .

Energiamuotojen kertoimien lukuarvoina käytetään maankäyttö- ja rakennuslain nojalla säädettyjä lukuarvoja. (A 20.12.2017/1010/2017)

Laskenta on suoritettava laskentamenetelmällä, joka ottaa huomioon vähintään seuraavat tekijät:

- rakennusosien ja niiden liitosten lämpöominaisuudet, ilmanvaihdon ilmavirta, rakennuksen ilmanpitävyys
- sisäilman lämpötila
- lämpimän käyttöveden tarve
- ilmanvaihdon lämmöntalteenotto
- lämpökuormat henkilöistä, sähkölaitteista, valaistuksesta, auringosta ja lämpimästä käyttövedestä
- tilojen ja ilmanvaihdon lämmitysjärjestelmän sähkö- ja lämpöenergian tarve
- käyttöveden lämmitysjärjestelmän sähkö- ja lämpöenergian tarve
- ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiantarve.

- kuluttajalaitteiden ja valaistuksen sähköenergiantarve. (A 20.12.2017/1010/2017.)

Ja silloin, kun rakennukseen suunnitellaan jäteveden lämmöntalteenotto, aurinkopaneeli tai aurinkokeräin:

- jäteveden lämmöntalteenotto ja sen hyödyntäminen rakennuksessa
- aurinkopaneelin sähköntuotto ja sen hyödyntäminen rakennuksessa
- aurinkokeräimen lämmöntuotto ja sen hyödyntäminen rakennuksessa. (A 20.12.2017/1010/2017.)

Rakennuksen laskennallinen ostoenergiankulutus voidaan laskea kuukausitason laskentamenetelmällä rakennukselle, jonka sisäilman lämpötilan hallinta ei edellytä jäähdystä tai jäähdystä edellytetään vain tiloissa, joiden lämmitetty nettoala on alle 10 prosenttia rakennuksen lämmitetystä nettoalasta tai joiden lämmitetty nettoala on alle 50 neliometriä. (Energiatodistusopas 2018.)

Jos rakennuksen sisäilman lämpötilan hallinta edellyttää jäähdystä, rakennuksen laskennallinen ostoenergiankulutus on laskettava laskentamenetelmällä, joka 1 momentissa mainittujen tekijöiden lisäksi ottaa huomioon jäähdytysjärjestelmän lämpö- ja sähköenergiantarpeen ja jonka lämmönsiirron laskenta ottaa huomioon rakenteiden lämmönvarausominaisuuden ajasta riippuvaisena enintään tunnin aika-askeleella (dynaaminen laskentamenetelmä). (Energiatodistusopas 2018.)

1 momentti kuuluu kokonaisuudessaan näin:

Soveltamisala

Tämä asetus koskee sisäilmaston ylläpitämiseen energiaa käyttävän, katetusta seinällisestä rakenteesta koostuvan uuden rakennuksen suunnittelua ja rakentamista. Asetus koskee myös rakennuksen laajennusta ja kerrosalaan laskettavan tilan lisäämistä. Asetus koskee kerrosalaltaan alle 50 neliömetrin kokoisen rakennuksen laajennusta vain siltä osin kuin rakennus laajennuksineen ylittää 50 neliometriä (A 20.12.2017/1010/2017, [viitattu 25.10.2020].)

4 LISÄLÄMMÖNERISTYSTYÖN KANNATTAVUUDEN LASKENTA

Vertailtaessa rakenteen läpi siirtyvän lämpöenergian määrää alkuperäisen ja lisälämmöneristetytyn rakenteen välillä, pystytään tästä saadun tiedon avulla laskemaan lisälämmöneristystyön aikaansaama rahallinen säästö. Kun tätä tietoa taas verrataan lisälämmöneristämisen kustannuksiin, saadaan laskettua investoinnin suora takaisinmaksuaika. Yksityisen rakennuttajan kannalta tämä on selkein tapa laskea lisälämmöneristystyön kaltaisten energiatehokkuusinvestointien kannattavuutta. (Nieminen & Virta 2016, 30.)

Lämpöenergian siirtymistä rakenteen läpi voidaan tarkastella lämpöenergian säästön näkökulmasta kahdella tapaa eli konduktion (johtumalla) ja konvektion (rakenteiden vuotokohtien kautta) avulla. (Tasauslaskentaopas 2018.)

Rakenteen läpi siirtyvän (konduktio) lämpöenergian määrä (Wh) voidaan laskea likimääräisesti alla olevalla kaavalla (5):

$$Q = U * A * \Delta T * \Delta t \quad (5)$$

missä:

U on rakenteen U-arvo (m²°C/W)

A on rakenteen pinta-ala (m²)

ΔT on lämpötilaero rakenteen eri puolilla (°C)

Δt on ajanjakson pituus (h). (Tasauslaskentaopas 2018.)

Kun halutaan verrata alkuperäisen ja lisälämmöneristetytyn rakenteen vuosittaista energiankulutusta ja sen aiheuttamaa kustannusta, sijoitetaan ΔT:n paikalle vuoden lämmitystarveluku (astepäiväluku) ja Δt:n paikalle 24 h. Lämmitystarveluku valitaan alla olevasta taulukosta (Kuva 3.) sarakkeesta ”Vuosi”, rakennuksen sijainnin mukaan.

Lämmitystarveluvut vertailukaudella 1981-2010

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Vuosi
Maarianhamina	592	567	551	406	216	34	3	17	135	308	432	542	3803
Vantaa	682	640	586	376	146	16	2	21	158	348	497	625	4097
Helsinki	647	612	566	383	153	11	1	12	125	316	464	588	3878
Pori	677	633	585	389	181	26	3	25	171	352	497	622	4161
Turku	663	625	575	377	161	19	2	18	149	338	486	608	4021
Tampere	724	675	612	400	176	28	5	34	192	382	529	667	4424
Lahti	726	677	610	395	159	20	4	31	191	383	528	668	4392
Lappeenranta	759	699	621	403	165	22	5	28	184	386	546	692	4510
Jyväskylä	785	721	646	440	206	40	10	56	227	414	569	718	4832
Vaasa	719	666	619	424	214	29	5	35	192	377	526	663	4469
Kuopio	812	741	653	445	198	31	7	38	194	400	571	735	4825
Joensuu	826	753	665	456	216	39	10	47	215	416	589	752	4984
Kajaani	864	777	695	479	251	57	17	75	245	441	618	785	5304
Oulu	824	742	677	465	249	47	9	55	224	423	593	749	5057
Sodankylä	946	838	760	548	345	106	49	136	316	523	722	891	6180
Ivalo	923	819	755	557	377	146	69	147	318	523	722	875	6231

Kuva 3. Lämmitystarveluvut 1981–2010 (Ilmatieteen laitos 2014).

Kaavan avulla saadaan laskettua lisälämmöneristetyn rakenteen energiasäästö sijoittamalla kaavaan U-arvon kohdalle alkuperäisen ja lisälämmöneristetyn rakenteen U-arvojen erotus, esimerkiksi $0,5 \text{ W/m}^2\text{C} - 0,3 \text{ W/m}^2\text{C} = 0,2 \text{ W/m}^2\text{C}$. Tällöin kaava antaa vastaukseksi säästetyn energian määrän (kWh), joka voidaan taas kertoa (rakennuksessa käytetyn energiamuodon perusteella) ostoenergian hinnalla (€/kWh).

Jos lisälämmöneristystyössä on parannettu rakennuksen ilmatiiviyttä ja rakennukseen on suoritettu tiiviysmittaus, voidaan tiiviysmittauksesta saadun ilmanvuotoluvun avulla laskea rakenteiden ilmavuotokohtien läpi siirtyvän lämpöenergian määrä. Jotta ilmatiiviyden parantamisen aikaansaamaa lämpöenergian säästöä voidaan verrata vanhan rakenteen ilmavuotokohtien läpi siirtyvän lämpöenergian määrään, tulee alkuperäinen ilmanvuotoluku olla tiedossa. Tätä laskutoimitusta varten tarvitaan lisäksi tieto rakennuksen vaipan alasta (m^2) ja lämpötilaerosta sisä- ja ulkoilman välillä ($^{\circ}C$). (Tasauslaskentaopas 2018.) Alla olevalla kaavalla (6) voidaan laskea likimääräisesti rakenteiden ilmavuotokohtien läpi siirtyvän energian määrä.

$$Q_{vuotoilma} = H_{vuotoilma} * \Delta T * \Delta t \quad (6)$$

missä:

ΔT on lämpötilaero rakenteen eri puolilla ($^{\circ}C$)

Δt on ajanjakson pituus (h)

$H_{vuotoilma}$ on vuotoilman ominaislämpöhäviö ($W/^{\circ}C$), joka lasketaan kaavasta (7):

$$H_{vuotoilma} = \rho_i * c_{pi} * q_{v,vuotoilma} \quad (7)$$

missä:

ρ_i on ilman tiheys, jolle voidaan käyttää arvoa $1,2 \text{ kg}/m^3$

c_{pi} on ilman ominaislämpökapasiteetti $1000 \text{ Ws}/(\text{kg}^{\circ}C)$

$q_{v,vuotoilma}$ on vuotoilman ilmavirta (m^3/s), joka taas lasketaan seuraavalla kaavalla (8):

$$q_{v,vuotoilma} = \frac{q_{50}}{3600 * \chi} * A_{vaippa} \quad (8)$$

missä:

q_{50} on tiiviysmittauksella saatu ilmanvuotoluku $m^3/(hm^2)$

A_{vaippa} on rakennuksen vaipan pinta-ala (m^2), johon lasketaan ulkoseinät aukotuksineen ja ala-/yläpohja sisämittojen mukaan laskettuna

x on kerroin, joka muuttaa 50 Pa:n (tiiviysmittauksissa käytettävä paine-ero) paine-erolla tapahtuvan vuotoilman määrän vastaamaan normaalia rakennuksen käyttötilanteen paine-erosta syntyvää vuotoilman määrää. Kertoimelle voidaan käyttää seuraavia arvoja:

- 35 1-kerroksisille rakennuksille
- 24 2-kerroksisille rakennuksille
- 20 3...4 kerroksisille rakennuksille
- 15 5-kerroksisille ja sitä korkeammille rakennuksille. (Tasauslaskentaopas 2018.)

5 LISÄLÄMMÖNERISTYSTYÖHÖN RYHTYMINEN

5.1 Kuntotutkimus

Lisälämmöneristämistyöhön ryhtymistä tai sen suunnittelua ennen on vanhoille rakenteille tehtävä kuntotutkimus, jotta saadaan tieto niiden nykytilasta eli siitä, ovatko ne kunnossa. Vanhojen rakenteiden kunto saadaan selville avaamalla rakenteita. Jos alkuperäisessä rakenteessa havaitaan kosteusvaurioita, täytyy niiden alkuperä selvittää ja niiden syyt poistaa. Korjauksen suunnittelussa tulee varmistaa korjausrakenteen toimivuus niin, ettei samantyyppinen vaurio pääse uusiutumaan. Riittävä selvitys vaatii yleensä kuntotutkimuksen teettämistä, jonka suositusten perusteella esimerkiksi kastuneet tai muuten vaurioituneet rakenteet tai eristeet tulee poistaa. Korjaus suoritetaan suunnittelijan määräämässä laajuudessa. (Nieminen ym. 2013, 14.) Rakenteita avaamalla saadaan myös tieto mahdollisista aikaisemmista rakennusvirheistä, jotka voivat aiheuttaa tuhoja jäädessään uusien rakenteiden alle piiloon.

5.2 Asbesti

Lisälämmöneristystyössä, kuten kaikissa muissakin korjaushankkeissa, on tärkeää tietää, sisältävätkö korjattavat tai purettavat rakenteet vaarallisia aineita, kuten asbestia. Asbestin esiintymisen selvittämiseksi on suoritettava asbestikartoitus. Mikäli rakenteiden asbestipitoisuudesta ei ole saatavilla selvitystä, tehdään kaikki purkutyöt asbestipurkuna. Hankkeen tilaaja hankkii asbestikartoituksen suunnittelun perustiedoksi. (Toimiva asbestipurku 2011, 15.) Käytännössä kaikkien ennen vuotta 1994 valmistuneiden rakennusten kohdalla tulee varmistua siitä, sisältävätkö purettavat rakenteet asbestia (Työsuojelu.fi 2020.)

Rakennusmateriaaleissa asbestia on Suomessa käytetty vuosina 1922–1992 ja erityisen runsasta asbestin käyttö on ollut vuosina 1963–1979. Rakentamisessa asbestia on käytetty mm. tasoitteissa, kiinnityslaasteissa, putkieristeissä, ruiskutuseristeinä, maaleissa, liimoissa, rakennuslevyissä, ilmastointikanavissa, muovimatoissa, kaakeleissa, saumalaasteissa, vinyylilaatoissa, palokatkoeristeissä ja ovissa sekä etenkin palo-ovissa, proppausmassoissa sekä julkisivu- ja vesikattomateriaaleissa. (Työsuojelu.fi, 2020.)

6 LISÄLÄMMÖNERISTÄMISESSÄ HUOMIOITAVAA

6.1 Kosteustekninen toimivuus

Vanhaa rakennetta lisälämmöneristettäessä on huomioitava uuden rakenteen eli lisäeristystyön lopputuloksen kosteustekninen toimivuus. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että uuden rakenteen kastepiste on selvitettävä, jottei se jää rakenteen sisälle. Kastepisteellä tarkoitetaan tilannetta, jossa ilma ei kykene sitomaan itseensä enempää kosteutta, joka johtaa siihen, että ylimääräinen kosteus kondensoituu eli tiivistyy ympäröiville pinnoille. Jos kastepiste sijaitsee rakenteen sisällä, ylimääräinen kosteus tiivistyy rakenteeseen, joka ei luonnollisesti ole toivottava tilanne. (Sisäilmayhdistys ry. [viitattu 28.9.2020].)

Vesihöyry siirtyy diffuusiolla suuremmasta vesihöyrynpitoisuudesta pienempään eli suuremmasta vesihöyryn osapaineesta pienempään. Vesihöyrypitoisuuseron lisäksi vesihöyryn kulkuun vaikuttaa materiaaliominaisuus nimeltä vesihöyrynläpäisevyys, jossa on eri materiaalien välillä suuret erot. Esimerkiksi 0,2 mm muovikalvon vesihöyryn läpäisevyys on n. kymmenesosa 100 mm paksun betonin vesihöyrynläpäisevyyteen verrattuna ja 100 mm paksun betonin vesihöyryn läpäisevyys on n. sadasosa 100 mm paksuun mineraalivillaan verrattuna. (Sisäilmayhdistys ry. [viitattu 28.9.2020].)

Diffuusion suunta on useimmiten sisätiloista ulospäin, koska sisäilmassa on yleensä enemmän kosteutta kuin ulkoilmassa. Diffuusion suuntaa ei kuitenkaan määrää lämpötilaero. Esimerkiksi alapohjarakenteissa kosteutta voi tuulla diffuusiolla kylmemmästä lämpimämpään. Ongelmallisin tilanne kosteusvaurioiden kannalta syntyy, jos rakenteen sisäpuolelta pääsee diffuusiolla vesihöyryä enemmän rakenteeseen kuin rakenteesta voi poistua, jolloin kylmänä vuodenaikana rakenteeseen voi tiivistyä haitallisessa määrin kosteutta. (Sisäilmayhdistys ry. [viitattu 28.9.2020].)

Perinteisesti Suomessa rakenteet on pyritty rakentamaan siten, että rakenne harvenee ulospäin, eli vesihöyryn läpäisykyvyltään (diffuusiovastukseltaan) tiiviimmät materiaalit ovat rakenteen sisäpuolella ja harvemmat eli vesihöyryä läpäisevämmät ulkopuolella. Tällaisella rakenteella voidaan taata kosteuden poistuminen ulommista rakenneosista nopeammin, kuin uutta kosteutta tulee rakennuksen sisäpuolelta tilalle, jolloin kastepistettä ei synny rakenteeseen ja se pysyy kuivana. (Isover/Saint-Gobain Finland Oy (b).)

Diffuusiovirran kääntyminen ulkoa sisäänpäin on Suomessa mahdollista, mutta kyseinen tilanne vaatii toteutuakseen yleensä vähintään poikkeuksellisen suuren ulkoilman kosteuden ja sisäilman viilentävän ilmastoinnin. Diffuusiovirran kääntyessä sisäänpäin on mahdollista, että kosteus tiivistyy esimerkiksi höyrynsulun sisäpintaan. Kyseisessä ääritapauksessakin rakenteet ovat yleensä sen verran kuivia, että ne pystyvät absorboimaan tarvittavan muutaman gramman kosteuden ongelmitta. Tämän tyyppiset ongelmat ovat merkittävämpiä lämpimissä ja kosteissa ilmastoissa, joissa sisäilmaa viilennetään systemaattisesti useiden kuukausien ajan vuodessa. Suomen ilmastossa suurempi ongelma on, jos rakenteen sisäpinnasta puuttuu riittävän tiivis ilman-/höyrynsulkukerros tai jos rakenteen ulkopinnan tuulensuojamateriaali on liian höyrytiivis. Nyrkkisääntönä on pidetty, että sisäpinnan vesihöyrynvastuksen pitäisi olla vähintään 5 kertaa ulkopinnan vesihöyrynvastusta suurempi (Isover/Saint-Gobain Finland Oy (a).)

6.2 Ilmanpitävyys

Vuotoilmalla on suuri merkitys rakennuksen energiankulutukseen. Energiatehokkaassa talossa rakenteet ovat ilmatiiviit. Rakennuksen tiiviyteen negatiivisesti voi vaikuttaa esimerkiksi rikkoutunut höyrynsulkukerros tai puutteellisesti tiivistetyt rakenteiden liitoskohdat, kuten seinän liitos ylä- tai alapohjaan. Näiden lisäksi tyypillisiä vuotokohtia ovat rakennuksen nurkat, sähkövedot, ikkunan karmin ja seinän välien liitokset, karmin ja ilmansulun liitokset sekä ulkovaipan läpi menevät läpiviennit. Mikäli rakennuksessa hyödynnetään poistoilman lämmön talteenottoa, on hyvällä ilmatiiviydellä suotuista vaikutus myös LTO:n tehokkuuteen. (Energiatehokas koti. 2020a.)

Jotta rakenteet toimisivat kosteusteknisesti oikein, on rakennuksen ilmanpitävyyteen kiinnitettävä myös tästä syystä huomiota. Jos vuotoilman sisältämää kosteutta pääsee

rakenteisiin haitallisissa määrin, on riskinä rakenteen kosteusvaurio. On esitetty, että suuri osa kosteusvaurioista on puutteellisten liitoksien ja yksityiskohtien suunnittelun ja toteutuksen aiheuttamia (Rakentajain kalenteri 2016, 413). Keskeinen osatekijä erityisesti rakenteiden liitosten toimivassa toteutuksessa on rakennustyön huolellisuus. Koska kostea ilma ja vesi pääsevät kulkemaan pienistäkin rei'istä ja raoista, tulee kaikkien liitosten ja saumojen ilma- ja vesitiiviyyteen kiinnittää huomiota. Ulkovaipan ilmanpitävyyden parantamisella on lähes pelkästään positiivisia vaikutuksia sisäilman laatuun ja rakenteiden toimintaan. Sillä pystytään muun muassa vähentämään rakennuksen käyttäjien kokemaa vedon tunnetta sekä vaikuttamaan erilaisten haitallisten aineiden ja mikrobien virtaukseen sisäilmaan. Erittäin tiiviiseen vaipparakenteeseen pyrkimisellä on kuitenkin myös ongelmansa, sillä se voi nostaa ilmanvaihdon synnyttämät paine-erot suuriksi aiheuttaen ongelmia niihin vuotokohtiin, joita ulkovaippaan aina jää. Tämän takia ulkovaipan ilmanvuotoluku $q_{50} = 0,5-1,0 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ on riittävä. (Energiatehokas koti. 2020a.) Ilmanvuotoluku q_{50} kertoo, kuinka monta kuutiota ilmaa vaihtuu tunnin aikana ulkovaipan läpi, kun rakennuksessa vallitsee 50 Pa:n yli- tai alipaine ulkoilmaan verrattuna (Rakentajain kalenteri 2016, 424).

Rakennuksen ilmatiiviyttä voidaan mitata erityislaitteistolla. Mittauksessa rakennuksen sisä- ja ulkotilojen välille luodaan paine-ero, ja laitteistolla saadaan tulokseksi ilmanvuotoluku (Energiatehokas koti. 2020a). Ilmanvuotoluku n_{50} kertoo, kuinka monta kertaa rakennuksen ilmatilavuus vaihtuu tunnissa ulkovaipan vuotoreittien kautta, kun rakennukseen aiheutetaan 50 Pa:n yli- tai alipaine. Ilmanvuotoluvun yksikkö on 1/h eli "kertaa tunnissa". Rakennuksen ilmatilavuus mitataan ulkovaipan sisäpintojen mukaan siten, ettei mahdollisia välipohjia lasketa mukaan. (Rakentajain kalenteri 2016, 424.)

Varmin tapa varmistaa rakennuksen ilmanpitävyys on suorittaa ilmatiiviydsmittaus ilmansulun asennuksen jälkeen, mutta ennen sisäverhouslevyjen asennusta (Energiatehokas koti. 2020a.) Tämän opinnäytetyön lisälämmöneristysratkaisut ovat kaikki alkuperäisen rakenteen ulkopuolelle toteutettavia, joten edellä mainittu tilanne, jossa sisäverhouslevyt eivät olisi vielä asennettuna, ei toteudu ainakaan lisälämmöneristystyöhön liittyvissä työvaiheissa. Tämä ei kuitenkaan pois sulje ilmatiiviydsmittauksen tekemisen onnistumista, mittauksesta saatava tulos ei vain ole yhtä tarkka. Rakennuksen ilmanpitävyyttä voidaan tarkastella myös lämpökameran avulla.

7 ESIMERKKEJÄ LISÄLÄMMÖNERISTYKSEN TOTEUTUKSESTA

7.1 Yläpohja

7.1.1 1950-luvun harjakatto

1950-luvun rintamamiestaloille tyypillinen kattorakenne on tuuletettu harjakattoinen sahanpurueristetty katto. Nieminen ja Virta (2016, 24) esittävät myös, että kyseisiin yläpohjarakenteisiin on tehty muutoksia vuosien kuluessa, joista ei ole aina suunnitteluasiakirjoja. Tämän takia lisälämmöneristystä suunniteltaessa on tärkeää selvittää rakenteet aina tapauskohtaisesti.

Katemateriaalina on yleensä betonikattotiili-, ohutlevy- tai tiilikate, jonka alla on tyypillisesti laudoitus, jonka päälle on tehty betonikattotiilien tai tiilikatteen asennusruoteet (Kuva 4.). Katteen alustan rakenteet voivat kuitenkin vaihdella. Ohutlevykatteet on kiinnitetty suoraan laudoitukseen. Purueristetyn yläpohjan eristys on usein tuulettumaton lappeen suuntaisesti, mutta ajan kanssa painuneet purueristeet voivat muodostaa rakenteeseen ilmavälin, jolloin rakenne on lievästi tuulettuva. Purueristeen alla on tyypillisesti tervapaperi höyryn- ja ilmansulkuna.



Kuva 4. Purueristetty pientalon yläpohja (Nieminen & Virta 2016, 24).

1950-luvun harjakaton lisälämmöneristämisen voi toteuttaa vaihtamalla mineraalivillalevyt vanhojen purueristeiden tilalle, jolloin rakenteen lämmöneristävyys paranee mineraalivillan huomattavasti sahanpurueristettä pienemmän lämmönjohtavuuden ansiosta. Eristepaksuus pysyy tällöin samana.

Ennen uuden lämmöneristyskerroksen asentamista on varmistettava, että lämmöneristyskerroksen sisäpuolelle jäävä vanha tai uusittava höyryn- tai ilmansulku on yhtenäinen ja ehjä, jottei kosteaa sisäilmaa pääse kulkeutumaan yläpohjaan. Esimerkiksi väliseinärakenteet voivat olla riskitekijänä, jos niiden liitosten höyryn- tai ilmansulku ei ole yhtenäinen. Näiden detaljien toimivuus tulee aina varmistaa tapauskohtaisesti. Kun purueristeet vaihdetaan mineraalivillalevyihin, tulee yläpohjarakenteeseen tehdä yhtenäinen tuuletusväli, jotta rakenne toimii kosteusteknisesti oikein. Tuuletusvälin tulee olla yhteydessä ulkoilmaan ja se tulee olla tarkoituksenmukaisesti suojattu esimerkiksi räystäsverkkoa käyttäen. (Nieminen & Virta 2016, 24.) Räystäsverkkoa valittaessa on varmistuttava, että yläpohja tuulettuu riittävästi. Verkon ilmanläpäisevyyteen ja siten yläpohjan tuulettavuuteen vaikuttaa reikien koko ja suhde verkon alaan. (RT 83-11161.)

Räystäään lisäksi lappeen suuntaisesti lämmöneristetyt harjakatot tuuletetaan harjalla tai päädyissä olevien tuuletusaukkojen kautta. Tuuletusvälin tulee olla avoin koko suunnitellulla virtaustiellä. Tuuletusväli laajenee harjalla tuuletuskolmioksi. (Sisäilmäyhdistys ry. [viitattu 22.10.2020].)

Taulukossa 1. esitetään RIL-107:n mukaiset vesikaton tuuletuksen ohjearvojen (normaalit huonetilat) mukaiset tuuletusvälien korkeudet tuuletusvälillä varustetulle vesikatolle (Sisäilmäyhdistys ry. [viitattu 22.10.2020]).:

Taulukko 1. Tuulettuvan vesikaton tuuletusvälien korkeudet RIL-107:n mukaan (Sisäilmäyhdistys ry. [viitattu 22.10.2020]).

Kattokaltevuus	Toimiva tuuletusväli
Pienempi kuin 1:20 (3°)	200 mm
1:20...1:5	100 mm
Suurempi kuin 1:5 (11°)	75 mm

Mahdollisen alus- ja vesikatteen väliin tulee myös jäädä tuuletusväli, ja aluskate tulee asentaa niin, että se johtaa kondenssivedet rakennuksen ulkopuolelle. Suurin kosteustekninen riskitekijä harjakatolla on sateen tai lumen merkittävä tunkeutuminen yläpohjaan sekä vesivuodot. Sadeveden pääsy rakenteeseen kastelee rakennekerroksia huomattavasti enemmän kuin puutteellisesta höyrynsulusta tai ilmanpitävyydestä johtuva vesihöyryn siirtyminen sisäilmasta rakenteeseen. Vesihöyryn kondensoituminen vesikatteen alapuolelle tulee estää rakenteellisesti tai yläpohjarakenne tulee suojata toimivan aluskatteen avulla. (Nieminen & Virta 2016, 24–25.)

7.1.2 Loiva kevytsoraeristeinen katto

Kevytsoraeristeisiä kattoja on alettu rakentaa taloihin tyypillisesti 1960-luvulta lähtien. Kyseinen yläpohjarakenne koostuu kantavasta betonirakenteesta, jonka päällä on höyrynsulku, kevytsoralämmöneristys, ohut betonilaatta ja vedeneristys (Kuva 5.).

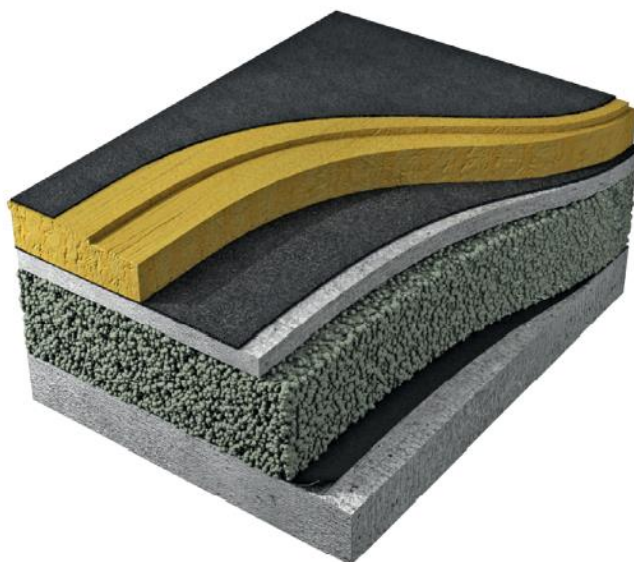


Kuva 5. Kevytsoraeristeinen loiva katto (Nieminen & Virta 2016, 23).

Kevytsoraeristeisen loivan katon kosteustekninen toiminta perustuu lämmöneristeinä toimivan kevytsorakerroksen tuuletukseen. Kun tuuletusilma virtaa sorakerroksessa hitaasti, sitoo se lämmitessään kosteutta kuljettaen sen ulos rakenteesta. Soraeristetyn kattorakenteen riskinä toimivuuden kannalta voivat olla mahdolliset sorakerrokseen asennetut ilmanvaihtokanavat tai muut vastaavat, koska ne saattavat pienentää rakenteen tuulettumista paikallisesti ja samalla vaikuttaa negatiivisesti rakenteen kuivana pysymiseen.

Kevytsoraeristeisen katon lisälämmöneristäminen voidaan toteuttaa asentamalla lisälämmöneristys alkuperäisen bitumikermikatteen päälle, mikäli rakenne on kuiva (Kuva 6.). Jos kattorakenteessa on pieniä määriä kosteutta kosteusmittausten perusteella, voidaan lisälämmöneristys asentaa, mikäli ollaan varmoja kuivumismahdollisuuksista. Kuivumismahdollisuuksien varmistaminen onkin tärkeässä roolissa korjauksen suunnittelussa.

Lisälämmöneristäminen kohottaa alkuperäisen rakenteen lämpötiloja talvella tehostaen näin rakenteen kuivumista. Vedenpoistoa voidaan tehostaa lisälämmöneristystyön yhteydessä katon kallistuksia parantamalla, jos kattorakenteessa on sisäpuolinen vedenpoisto. Kaltevuuksia suositellaan korjattavaksi aina, kun katto on alkuperäisesti suunniteltu loivemmaksi kuin 1:80, tai mikäli katolla esiintyy lätäköitymistä (RT 83-11161 2014.) Mikäli kevytsoraeristeisen yläpohjan katteessa on ollut vesivuotoja ja katto on päässyt kastumaan, tulee kattorakenteen kevytsoraeristys sekä sen päällä oleva betonilaatta vaihtaa, koska kastunut kevytsorakerros pystyy pidättämään vettä. Tämä hidastaa merkittävästi kuivumista, joka perustuu tuuletukseen. (Nieminen & Virta 2016, 23.)

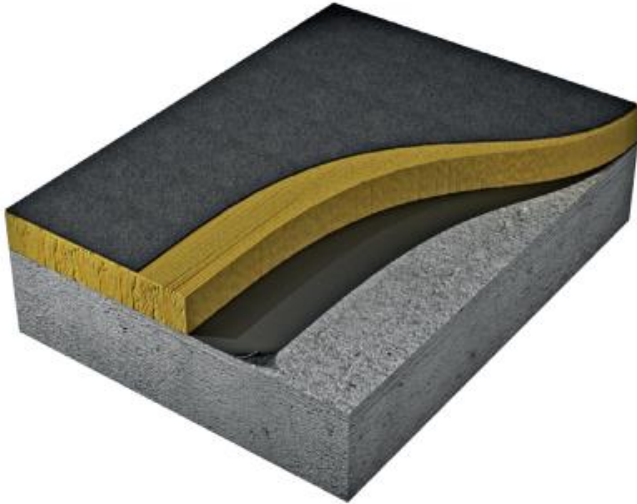


Kuva 6. Lisälämmöneristetty kevytsorakatto (Nieminen & Virta 2016, 23).

7.1.3 Loiva mineraalivillaeristetty katto

1960–1970-luvuilla rakennetuissa taloissa loivat katot koostuvat tyypillisesti vesikatteesta, kovasta mineraalivillaeristyksestä, höyrynsulusta ja betonirakenteesta (Kuva 7.). Kyseinen kattorakenne on tuulettumaton, mutta kattojen tuulettamiseksi on usein käytetty alipainetuulettimia. Pelkkien alipainetuulettimien avulla kostean kattorakenteen kuivuminen on kuitenkin hidasta. 1980-luvulla loivissa katoissa otettiin käyttöön tuuletusurat, eli tuuletusuralliset villarakenteet. Näiden urien tarkoituksena on tehostaa katon tuulettumista. Tuuletusurallisen villarakenteen kuivuminen perustuu samaan ilmiöön kuin

kevytsoraeristeisen katon kuivuminen, eli tuuletusilman lämmitessä sen kyky kuljettaa kosteutta kasvaa aikaansaaden kattorakenteen kuivumisen.

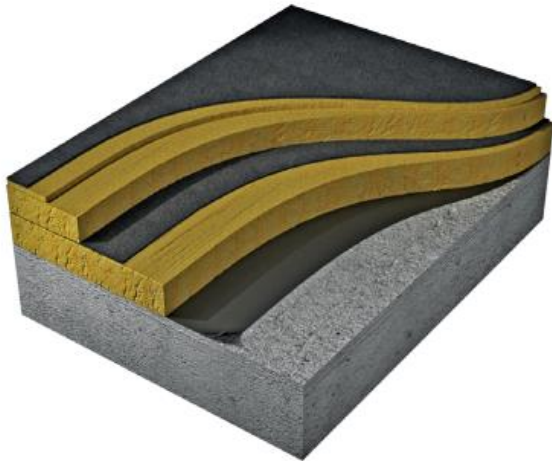


Kuva 7. Tuulettumaton mineraalivillaeristeinen katto (Nieminen & Virta 2016, 21).

Loivan mineraalivillaeristeisen katon lisälämmöneristäminen voidaan toteuttaa purkamalla vanha vesikate ja tarvittaessa myös lämmöneristys, jonka jälkeen ne korvataan uusilla. Jos lämmöneristeenä käyttää uritettua lämmöneristettä, on otettava huomioon seikat, jotka vaikuttavat uritetun lämmöneristeen tuuletuksen toimintaan. Siihen vaikuttavat muun muassa tuuletusurien yhtenäisyys, vapaiden virtausaukkojen pinta-ala, virtausreittien pituus, tuulen aiheuttamat paine-erot sekä katon aurinkoisuus.

Kyseisen kattorakenteen tuulettamana uritus on toimiva, jos tuuletusurien päät on yhdistetty kokoajakanavien avulla katolla oleviin alipainetuulettimiin ja räystäältä ulkoilmaan, ja jos tuuletettavan kentän pituus on 10–15 metriä. Tuuletusaukkojen toteutuksessa on otettava huomioon, että sade ja lumi ei saa päästä tunkeutumaan rakenteeseen tuuletusaukkojen kautta.

Toinen tapa lisälämmöneristämisen toteuttamiseen on lisätä uusi lämmöneristyskerros vanhan vesikatteen päälle (Kuva 8.). Lisälämmöneristys voi olla tuulettumaton tai se voidaan toteuttaa lämmöneristeen urien kautta tuulettavana. Lisälämmöneristeen asennuksen jälkeen sen päälle asennetaan uusi vesikate. (Nieminen & Virta 2016, 21–22.) Vesikatteen valintaan löytyy ohjeistusta teoksesta Toimivat katot 2019.



Kuva 8. Lisälämmöneristetty, tuuletusurien kautta tuulettuva katto (Nieminen & Virta 2016, 21).

Lisälämmöneristystyön aikana on varmistettava, ettei lämmöneriste pääse kastumaan rakennustöiden aikana, sillä eristeen kastuminen on loivan katon suurin kosteusriski. Jos lisälämmöneristäminen toteutetaan asentamalla lisälämmöneriste vanhan vesikatteen päälle, on varmistettava, ettei vanha lämmöneriste ole kostunut, sillä lisälämmöneristetyssä rakenteessa alkuperäisen eristeen lämpötila kasvaa, jolloin kostuneessa lämmöneristeessä voi alkaa kasvamaan hometta. Mikäli vanhassa lämmöneristeessä havaitaan kosteutta, on vanha vesikate syytä poistaa. Tällöin lämmöneristeen urien kautta tapahtuvaa tuuletusta pystytään hyödyntämään vanhan lämmöneristeen kuivattamisessa.

Loivan kattorakenteen kosteusteknistä toimivuutta pystyy parantamaan toimivalla tuuletusilmanvaihdolla. Tärkeää on kuitenkin huomioida, ettei tuuletusilmanvaihdon toteutus lisää veden tunkeutumisriskiä rakenteeseen. Kyseinen kattorakenne onkin suositeltavaa

tehdä tuulettuvaksi, koska pienikin tuuletus parantaa rakenteen kosteusteknistä toimintavarmuutta. (Nieminen & Virta 2016, 21–22.)

7.2 Ulkoseinät

Esitettävissä ratkaisuissa lisälämmöneristyksen tai rakenteen kokonaan uusitun lämmöneristyksen vahvuus on valittu siten, että alkuperäisen rakenteen U-arvo pienenee puoleen (Nieminen & Virta 2016, 13).

7.2.1 Purueristetty ulkoseinä

Puurakeinen sahanpurueristetty ulkoseinä on tyypillinen seinärakenne 1950-lvulla rakennetuille pientaloille. Kyseinen rakenne on tavallisesti tuulettumaton, ja seinän ulkopinnassa on tervapaperi, vinolaudoitus ja julkisivulaudoitus (Kuva 9.).



Kuva 9. Sahanpurueristeinen ulkoseinä (Nieminen & Virta 2016, 19).

Sahanpurueristeisen seinärakenteen lisälämmöneristys voidaan toteuttaa purkamalla vanha julkisivulaudoitus ja asentamalla koolaus sekä 5 senttimetrin paksuinen lisälämmöneristyskerros vanhan vinolaudoituksen päälle. Tämän jälkeen eristekerroksen päälle asennetaan tuulensuojaksi huokoinen kuitulevy ja viimeiseksi julkisivulaudoitus. Julkisivulaudoituksen ja kuitulevyn väliin jätetään tuuletusväli.

Alkuperäisen sahanpurueristeisen voi halutessaan vaihtaa esimerkiksi mineraalivillaeristeeksi. Tällöin sahanpurueristeisen ulkopuolella oleva vinolaudoitus täytyy purkaa, jotta eristetilaan päästään käsiksi. Uudesta rakenteesta tulee tuulettuva myös tällä tavalla toteutettaessa. (Nieminen & Virta 2016, 19–20.)



Kuva 10. Lisälämmöneristetty sahanpurueristeinen ulkoseinä (Nieminen & Virta 2016, 19).

Kuvan 10. esittämällä tavalla toteutettu purueristetyin seinän lisälämmöneristäminen on toimiva ratkaisu. Sisältä ulos seinän läpi siirtyvä kosteus ei kerry lisäeristysrakenteeseen, koska rakennekerrosten vesihöyrynläpäisevyys kasvaa ulospäin. Lämpötila purueristetyin ulkopinnan tervapaperissa on riittävän korkea lisälämmöneristetyssä rakenteessa, mikä estää tervapaperin kostumisen. Seinärakenteella on hyvä kuivumiskyky, jos

lisälämmöneristys toteutetaan ulkopuolelta hyvin vesihöyryä läpäisevillä materiaaleilla. (Nieminen & Virta 2016, 20.)

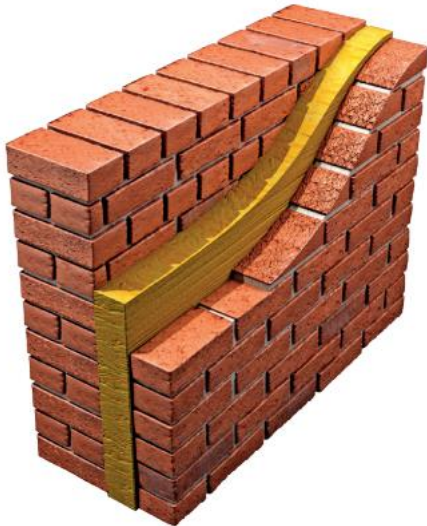
Kosteusteknisesti purueristetyt ulkoseinät ovat yleensä toimivia, mutta sahanpurueriste painuu usein vuosien saatossa, joka taas vaikuttaa rakenteen lämpötiloihin. Niillä paikoin, joissa purueriste on painunut, sisäpinnan lämpötila laskee ja tervapaperin lämpötila kasvaa. Tämä on huomioitava lisälämmöneristysten suunnittelussa. Sisäpinnan laskenut lämpötila suurentaa kondenssiriskiä, mutta tähän voidaan vaikuttaa ulkopuolisella lämmöneristyksellä. Kun eristämättömän kohdan, jossa purueriste on painunut, lämpötila kasvaa, pienenee sisäpinnan kondenssiriski, joka taas vähentää homevaurion riskiä. (Nieminen & Virta 2016, 20.)

Sisäilmasta seinärakenteen läpi siirtyvä vesihöyry voi aiheuttaa kosteusriskin purueristetyssä seinässä. Jos sisäpuolen rakenteet uusitaan, tulee uusitun rakenteen vesihöyrynvastuksen olla vähintään 5–10 kertaa suurempi verrattuna lisälämmöneristysrakenteen vesihöyrynvastukseen. Rakenteen hyvä ilmanpitävyys kannattaa varmistaa. Tämä onnistuu ilmanvuotomittausten ja lämpökuvauksen avulla. Vaikka purueristetyn seinärakenteen lisäeristysratkaisut ovat tuuletettuja, tulee rakennuksen sisäpuolen kosteuskuormien olla kohtuullisella tasolla, jottei rakenteille synny liian korkeita kosteuskuormia. Kosteuskuormaa voi nostaa esimerkiksi puutteellinen ilmanvaihto. Lisälämmöneristystoimenpiteiden yhteydessä on syytä varmistaa rakennuksen ilmanvaihdon toimivuus tai suunnitella ilmanvaihto uudelleen, mikäli nykyinen toteutus ei ole toimiva tai riittävä. Sahanpurulla eristetyt rakennukset ovat yleisesti ottaen rakennettu aikana, jolloin ilmanvaihto toteutettiin painovoimaisena. (Nieminen & Virta 2016, 20.)

7.2.2 Yhden tiilen tiiliseinä

1950-luvulla ja sitä ennen rakennetuissa taloissa muuratut tiiliseinät olivat yleinen julkisivurakenne. Tiiliseinäissä saattoi olla myös puu-ulkoverhous, mutta se ei ollut kuitenkaan yleistä. Lämmöneristetyn yhden tiilen tiiliseinän rakenne muodostuu tiilimuuratusta sisäkuoresta, mineraalivillalämmöneristekerroksesta, sormiraosta sekä tiilisestä kuorimuurista (Kuva 11.). Sormirako tarkoittaa tiilimuurin ja lämmöneristysten väliin jätettävää tuuletusrakoa, joka saattaa tosin olla vain osittain auki, jos muurausvaiheessa

muurauslaasti on pursunnut saumoista täyttäen raon. Näin ollen tiiliseinä voi käytännössä olla täysin tuulettumaton tai se voi tuulettua vähän lämmöneristeenä käytettävän mineraalivillan ja sormiraon kautta.

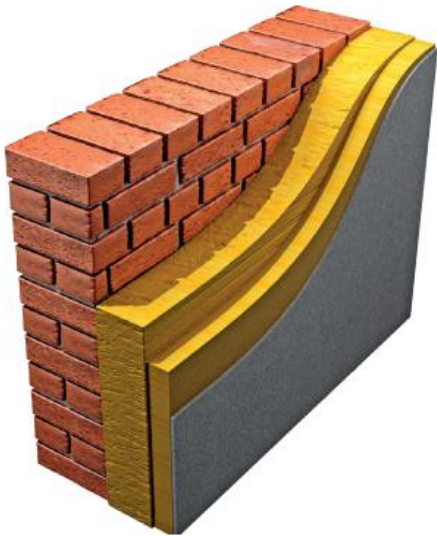


Kuva 11. Lämmöneristetty yhden tiilen tiiliseinä (Nieminen & Virta 2016, 16).

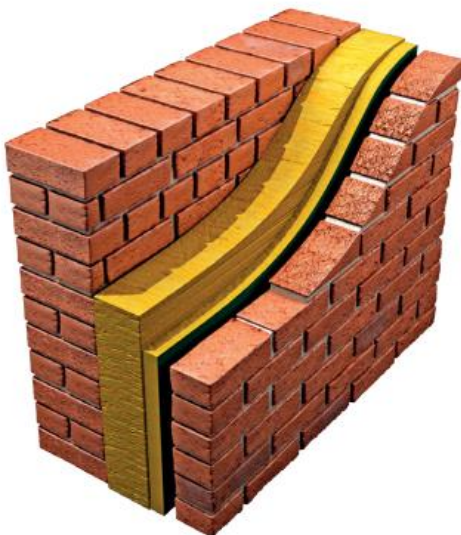
Tiiliseinän lisälämmöneristäminen toteutetaan usein purkamalla ensiksi vanha ulkoverhous, jonka jälkeen lisälämmöneriste asennetaan vanhan lämmöneristeen päälle. Lisälämmöneristeenä voi käyttää tuulensulkuvillaa, joka voidaan kiinnittää kiinnikkeillä tiilimuurattuun sisäkuoreen. Lopuksi seinään tehdään uusi ulkoverhous joko rappaamalla tai tiilestä. Jos ulkoverhouksena toimii rappaus, on seinärakenne silloin tuulettumaton (Kuva 12.). Tiiliverhousta käytettäessä rakenne on tuulettuva, koska lisälämmöneristuksen ja tiiliverhouksen väliin jätetään noin kolmen senttimetrin tuuletusväli (Kuva 13.). Sama koskee myös tilannetta, jossa rakenteen ulkoverhouksena on puujulkisivu.

Rappaus voidaan tehdä paksu- tai ohutrappauksena. Muuratussa tiiliseinässä sisäilman aiheuttama kosteusrasitus voi olla suurempi kuin betonisandwichseinässä, johtuen tiilen vesihöyrynläpäisevyydestä, joka on huomattavasti suurempi kuin betonin. Tämä on otettava huomioon rappausvaihtoehtoa valittaessa. Tämän lisäksi on huomioitava, ettei tiilirakenteessa välttämättä toimi sama lisälämmöneristysratkaisu kuin betonirakenteessa.

Rappauksella saadaan parannettua tiiliseinän toimintaa selvästi, mikäli rappaus on vesihöyryä läpäisevä, mutta vain vähän vettä imevä. Kun tämän lisäksi varmistetaan, että seinärakenne on kuiva ja rakenteen sisäpinnan maaleina ja tasoitteina käytetään tuotteita, jotka rajoittavat kosteusvirtaa sisäilmasta rakenteeseen, voidaan homeeriskiltä välttyä parhaiten. (Nieminen & Virta 2016, 16–17.)



Kuva 12. Tuulettumaton, lisälämmöneristetty tiiliseinä (Nieminen & Virta 2016, 17).

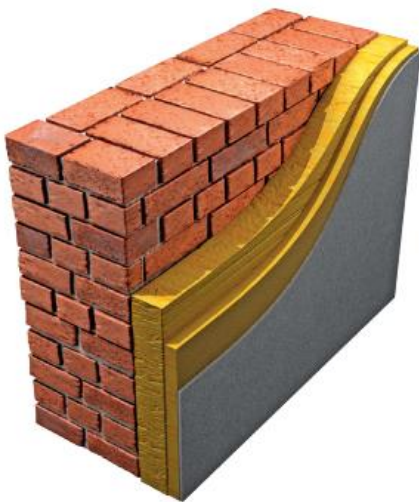


Kuva 13. Tuulettuva, lisälämmöneristetty tiiliseinä (Nieminen & Virta 2016, 17).

7.2.3 1,5 tiilen tiiliseinä

Tiilimuurattu 1,5 tiilen paksuinen sisäkuori, lämmöneristekerros ja rappaus muodostavat rakenteen, jota kutsutaan 1,5 tiilen tiiliseinäksi. Kosteusteknisen toimivuuden kannalta kyseinen rakenne on jokseenkin identtinen yhden tiilen tiiliseinän kanssa, mutta sen vesihöyrynläpäisevyys on pienempi. Tämän takia rakenteeseen kohdistuva sisäilman aiheuttama kosteuskuormitus on pienempi verrattuna ohuempaan tiilirakenteeseen.

1,5 tiilen tiiliseinä voidaan lisälämmöneristää purkamalla alkuperäinen ulkoverhous ja lämmöneriste, jonka jälkeen ne korvataan 7 senttimetrin mineraalivillaeristyksellä ja ohut- tai paksurappauksella (Kuva 14.). Koska tiilikerroksen kosteuskapasiteetti on suuri, voi tiilien kastuminen lisätä lämmöneristyksen homehtumisen riskiä. Tämän takia lisälämmöneristämisen yhteydessä tulee varmistua siitä, että alkuperäinen tiilirakenne on kuiva ja ettei se pääse kastumaan lisälämmöneristystyön aikana esimerkiksi sateen seurauksena. (Nieminen & Virta 2016, 17–18.)



Kuva 14. Lisälämmöneristetty 1,5 tiilen tiiliseinä (Nieminen & Virta 2016, 18).

7.3 Alapohja

Nieminen ja Virta (2016, 25) esittävät, että alapohjarakenteen lisälämmöneristäminen on järkevää lähinnä 1950-luvulla rakennetuissa pientaloissa, joiden alapohja on tuulettuva ja sahanpurueristeinen. Kyseisen alapohjan rakennekerrokset sisäpinnasta alapäin ovat lattialaudoitus, tervapaperi, sahanpurueriste, tervapaperi ja eristeen kannatuslaudoitus (Kuva 15.).

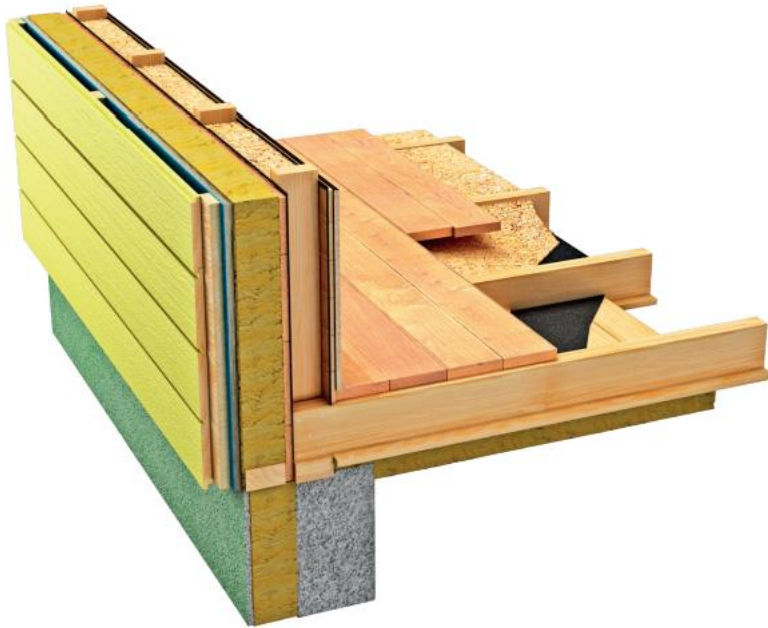


Kuva 15. Tuulettuva sahanpurueristetty alapohja (Nieminen & Virta 2016, 25).

Rakennuksesta ja vuodenaikasta riippuen tuulettuvan alapohjan olosuhteet voivat vaihdella paljonkin. Talven kylmien kuukausien aikana suhteellinen kosteus ryömintätilassa on korkea, mutta alhaiset lämpötilat hidastavat homeen kasvua. Kesällä olosuhteet homeen kasvuun ovat suotuisammat eli riskinä rakenteelle. Tämä johtuu siitä, että ryömintätilan lämpötila on ulkoilmaa matalampi, jolloin tuuletusilman sisältämä kosteus nostaa ryömintätilan suhteellista kosteutta. Ryömintätilan suhteelliseen kosteuteen vaikuttaa myös maasta haihtuva kosteus.

Tuulettuvien alapohjien lisälämmöneristäminen toteutetaan yleensä vaihtamalla alkuperäinen lämmöneristys selvästi tehokkaampaan materiaaliin. Alapohjarakenne voidaan lisälämmöneristää alapuolelta, mikäli lattian pintarakenteita ei haluta purkaa. Jos

alapohjan lisälämmöneristämisen yhteydessä lisälämmöneristetään myös ulkoseinä, voidaan myös perustukset lisälämmöneristää ulkopuolelta (Kuva 16.). (Nieminen & Virta 2016, 25.)



Kuva 16. Tuulettuva, alkuperäisen rakenteen alapuolelta lisälämmöneristetty alapohja ja ulkopuolelta lisälämmöneristetty sokkeli (Nieminen & Virta 2016, 25).

Tuulettuvan alapohjan alapuolelta toteutettu lisälämmöneristys ei lisää alapohjarakenteen kosteusriskiä, kunhan lisäeristysrakenteen alimpina kerroksina käytetään materiaaleja, jotka eivät homehdu yhtä herkästi kuin esimerkiksi puu. Lisälämmöneristetyn alapohjarakenteen kuivumiskykyä parantaa lisälämmöneristyskerroksen hyvä vesihöyrynläpäisevyys.

Alapohjan maanpinnan lämmöneristämällä voidaan rajoittaa maaperästä tulevaa kosteusvirtausta. Tämän toimenpiteen yhteydessä on suositeltavaa eristää perustusten pystyseinämät rakenteen sisäpuolelta tai, jos ulkoseinä lisälämmöneristetään, ulkopuolelta. Näillä toimenpiteillä tuulettujen alapohjan lämpötilatasoa saadaan kohotettua hieman, ja lämpötilaero maahan nähden vähentää maaperästä tulevaa kosteusvirtausta

ryömintätilaan. Samassa yhteydessä ryömintätilan pohjalta tulee poistaa kaikki rakennusjäte ja etenkin orgaaniset materiaalit, kuten puu, koska ne voivat pahimmillaan edistää homeen kasvua tilassa. Jos ryömintätilan maapohjan pinnalla on ajoittain vapaata vettä, tulee alapohjan vedenpoisto ja kosteussuojaus suunnitella ja toteuttaa kokonaan uudelleen, koska vain tällä tavalla pystytään varmistumaan alapohjan kosteusteknisestä toimivuudesta ja rakenteiden kannalta turvallisista olosuhteista. (Nieminen & Virta 2016, 25–26.)

7.4 Rästyt ja perustukset

Lisälämmöneristäminen vaikuttaa lisälämmöneristettävän rakenteen lisäksi myös rakennetta ympäröivien rakennusosien ja detaljien liitosratkaisuihin. Liitosratkaisut muuttuvat lisälämmöneristämisen yhteydessä, jonka takia lisälämmöneristämisen suunnittelijan tulee suunnitella ne tapauskohtaisesti. Esimerkiksi ulkoseinien ulkopuolinen lisälämmöneristäminen edellyttää usein myös räystärakenteiden uusimista, jotta lisälämmöneristerakenne saadaan suojattua.

Vanhan betonirakennuskannan ulkoseinien ja perustusten liitoskohdassa voi olla kylmäsiltoja, jonka takia ulkoseinien lisälämmöneristämisen yhteydessä kannattaa harkita myös perustusten lisälämmöneristämistä, vaikkei maanpäällisessä sokkelirakenteessa olisikaan vaurioita. Jos taas sokkelirakenteessa on vaurioita, voi lisälämmöneristäminen olla myös sokkelin korjaustapa. Sokkelirakenteen lämmöneristävyden ja kosteusteknisen toimivuuden lisäksi sokkelin lisälämmöneristämällä voidaan vaikuttaa lisälämmöneristystyöratkaisun arkkitehtuuriin. (Nieminen & Virta 2016, 26.) Esimerkiksi, jos ulkoseinät lisälämmöneristetään ulkopuolelta siten, että seinärakenteen paksuus kasvaa, on sokkelin ulkopinnan syvyysuuntaisella asemalla vaikutusta rakennuksen ulkonäköön. Sokkelinrakenteen lisälämmöneristämällä pystytään luonnollisesti kasvattamaan sokkelin paksuutta, jolloin päästään esimerkiksi lähemmäksi rakennuksen alkuperäistä arkkitehtuuria, kun sekä ulkoseinä- että sokkelirakenne kasvavat samassa tai lähes samassa suhteessa.

8 YHTEENVETO

Vanhan pientalon lisälämmöneristämällä pystytään parantamaan asuinmukavuutta ja säästämään asuinkustannuksissa, mutta huolimattomasti suunnitellulla ja toteutetulla lisälämmöneristämällä voidaan saada aikaan myös tikittävä aikapommi eli kosteusteknisesti toimimaton rakennus.

Ennen varsinaiseen lisälämmöneristystyöhön ryhtymistä tulee varmistua siitä, että vanhat rakenteet ovat kunnossa, ja mikäli niitä joudutaan korjaamaan, tulee olla varma, ettei samantyyppinen ongelma pääse uusiutumaan. Kun nämä lähtökohdat ovat kunnossa, voidaan terveen alkuperäisen rakenteen lämmöneristävyttä parantaa.

Vanhan pientalon lisälämmöneristämisessä on huomioitava monta tekijää, jotta lisälämmöneristetyistä rakenteista tulee sekä energiatehokkuusvaatimukset täyttävä että kosteusteknisesti turvallinen. Lisälämmöneristystyön suunnittelussa on osattava huomioida vanhan ja nykyaikaisen rakennustavan yhteensovittaminen sekä käytettävien materiaalien soveltuvuus kuhunkin rakennekerrokseen, jotta korjaushankkeen lopputuloksesta tulisi kosteustekniseltä toimintavarmuudeltaan vähintään alkuperäisen tasoinen. Rakennushankkeeseen valitun suunnittelijan/suunnittelijoiden ammattitaidon merkitys korostuu tämän tyyppisessä rakentamisessa.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän, työmaan vastaavan mestarin ja suunnittelijoiden tulee tiedostaa omat vastualueensa, jotta lisäeristystyöhankkeen hallinta pysyy hyvällä tasolla ja rakennusprosessi sujuvana. Työmaan hyvä kosteudenhallinta on avainasemassa puhuttaessa rakennushankkeesta, jossa käsitellään lämmöneristeitä ja avataan rakenteita. Tämän lisäksi itse työsuorituksen huolellisuuteen tulee kiinnittää huomiota, jotta esimerkiksi suunnitelmien mukaiset rakenteiden liitokset toteutuvat.

LÄHTEET

A

8.5.2002/A2. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen suunnittelijoista ja suunnitelmista.

A

27.2.2013/4/13 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Helsinki 2013.

A

12.3.2015/YM5/601. Ympäristöministeriön ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta. Helsinki 2015.

A

12.5.2017/2/17 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Helsinki 2017.

A

20.12.2017/1010/2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. Helsinki 2017.

Energiatehokas koti. 21.7.2020 (a). Ilmanpitävyys [Verkojulkaisu]. [Viitattu 26.10.2020].
Saatavana:

https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/rakennuksen_suunnittelu/ilmanpitavyys

Energiatehokas koti. 17.3.2020 (b). Lämmöneristys [Verkojulkaisu]. [Viitattu 26.10.2020].
Saatavana:

https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/rakennuksen_suunnittelu/lammoneristys

Heljo J., Nippala E. & Nuuttila H. 2005. Ekorem - Rakennusten energiankulutuksen ja CO₂-ekv päästöjen tarkastelumalli.

Isover/Saint-Gobain Finland Oy. Ei päiväystä. (a) Aineistot. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 10.10.2020]. Saatavana: <https://www.isover.fi/tuki-ja-aineistot/faq/hoyrynsulku-ja-kosteusturvallisuus/kosteus-sisaanpain-kesalla>

Isover/Saint-Gobain Finland Oy. Ei päiväystä. (b) Aineistot. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 11.10.2020]. Saatavana: <https://www.isover.fi/tuki-ja-aineistot/faq/lisaeristaminen/kastepiste-rakenteessa>

Kattoliitto ry. 2019. Toimivat katot 2019.

Nieminen J., Kouhia I., Ojanen T. & Knuuti A. 2013. Kosteusteknisesti toimivia korjausrakentamisen periaateratkaisuja. Espoo: VTT.

Nieminen J. & Virta J. 2016. Rakennusten lisälämmöneristäminen. Helsinki: Hansaprint Oy.

Omakotiliitto. Ei päiväystä. Energiatodistus. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 12.9.2020]. Saatavana: https://www.omakotiliitto.fi/asuminen/maaraykset_ja_saadokset/energiatodistus

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (2010/31/EU), muutettuna direktiivillä 2018/844/EU, artiklan 2a mukainen ilmoitus. 2020. Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020-2050. Ympäristöministeriö.

Rakennuslupa.fi. Ei päiväystä. [Verkojulkaisu] [Viitattu 27.10.2020] Saatavana: <http://rakennuslupa.fi/>

Rakentajain kalenteri 2016. 2016. Rakennustieto Oy. Viro: Meedia Zone OÜ.

RT 83-11161. 2014. Yläpohjan lisälämmöneristäminen. Helsinki: Rakennustieto.

SFS-EN ISO 10456. 2010. Building materials and products. Hygrothermal properties. Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS-EN ISO 6946:2017. 2017. Building components and building elements. Thermal resistance and thermal transmittance. Calculation methods. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Sisäilmayhdistys ry. Ei päiväystä. Kosteuden siirtyminen. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 28.9.2020]. Saatavana: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Kosteuden-siirtyminen>

Sisäilmayhdistys ry. Ei päiväystä. Vesikatto ja yläpohja. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 22.10.2020]. Saatavana: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Vesikatto-ja-ylapohja>

Työsuojelu.fi. 27.5.2020. Asbesti. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 27.10.2020]. Saatavana: <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/rakennusala/asbesti>

Työturvallisuuskeskus TTK. 2011. Toimiva asbestipurku.

Ympäristöministeriö. 2017. Tasauslaskentaopas 2018.

Ympäristöministeriö. 2018. Energiatodistusopas 2018.