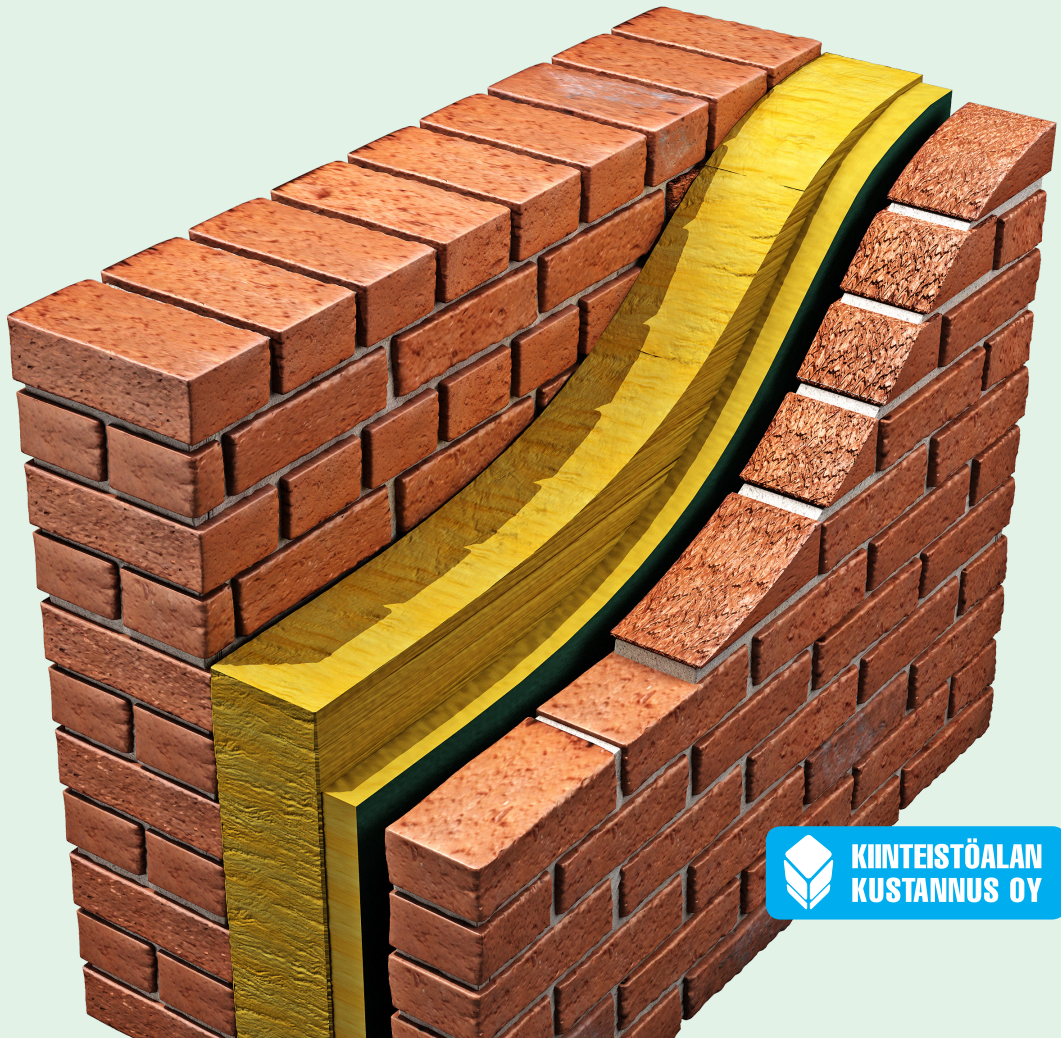


Jyri Nieminen • Jari Virta

RAKENNUSTEN LISÄLÄMMÖN- ERISTÄMINEN



KIINTEISTÖALAN
KUSTANNUS OY

RAKENNUSTEN LISÄLÄMMÖNERISTÄMINEN

Kirjailijat

DI, eMBA **Jyri Nieminen** on johtava asiantuntija ja Kestävä kehitys -osaston päällikkö Sweco Rakennetekniikka Oy:ssä. Hän on erikoistunut rakennusfysiikkaan ja rakennusten energiatehokkuuteen. Nieminen toimi aiemmin erilaisissa tehtävissä Teknologian tutkimuskeskus VTT:ssä noin 30 vuoden ajan.

TkT **Jari Virta** työskentelee kehityspäällikkönä Suomen Kiinteistöliitto ry:ssä. Lisäksi Virralla on luottamustehtäviä Rakentamisen Laatu RALA ry:ssä, Rakennustietosäätiö RTS:ssä, Teknologian tutkimuskeskus VTT:ssä, Suomen LVI-liitto SuLVI ry:ssä, Kiinteistöalan Koulutuskeskus KIINKO:ssa, Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy:ssä sekä European Property Federation EPF:ssä.

Jyri Nieminen – Jari Virta

RAKENNUSTEN LISÄLÄMMÖNERISTÄMINEN

Ensimmäinen painos

© 2016 kirjailijat ja Kiinteistöalan Kustannus Oy

Kansi: Arja Pekola

Taitto: Arja Pekola

3D-kuvat: 3Dolli Oy ja TaloPeli – Visual computing Oy

ISBN: ISBN: 978-951-685-391-1

Tuotenumero: 632

Hansaprint Oy 2016

Sisällys

Lukijalle	6
1 Johdanto.....	7
OSA I RAKENNUKSEN LISÄLÄMMÖNERISTÄMINEN	
2 Ulkoseinien lisälämmöneristäminen	13
2.1 Betonisandwichseinät.....	13
2.2 Muuratut tiiliseinät	16
2.3 Betoni-tiiliseinät	18
2.4 Purueristetyt ulkoseinät	19
3 Muu rakennuksen lisälämmöneristäminen.....	21
3.1 Kattorakenteet	21
3.2 Alapohjarakenteet	25
3.3 Perustukset ja räystäät.....	26
OSA II KORJAUSTOIMINNAN SUUNNITTELU	
4 Elinkaarisuunnittelu.....	29
4.1 Elinkaarikustannuksiin vaikuttavat tekijät	29
4.2 Korjausinvestoinnin kannattavuuden laskenta.....	30
5 Kosteudenhallinta julkisivukorjauksissa	35
5.1 Julkisivurakenteiden kosteusriskien tunnistaminen.....	35
5.2 Rakennustyömaan kosteudenhallinta.....	38
6 Julkisivukorjauksen hankesuunnittelu.....	41
6.1 Hankesuunnittelun organisointi	41
6.2 Hankesuunnitelman laadinta	42
Kirjallisuutta	45

Lukijalle

Rakennusten lämmöneristysten parantamisen on julkisuudessa arvioitu lisäävän rakenteiden kosteus- ja homevaurioita. Nämä vauriot ovat pääsääntöisesti seurausta rakentamisen kosteudenhallinnan puutteista ja rakentamisen huonosta laadusta. Ongelmia aiheuttaa usein myös tiedonpuute rakenteista ja niiden liitosdetaljeista, jolloin väärin valitut ja/tai toteutetut lisälämmöneristysratkaisut voivat johtaa vaurioihin.

Ympäristöministeriön *Kosteusteknisesti turvalliset korjausrakentamisen malliratkaisut (Korma)* -projektissa tarkasteltiin 1950–1970-lukujen rakennusten rakenteiden lisälämmöneristämistä ja eristämisen vaurioherkkyyttä rakenteista tehtyjen analyysien perusteella. Käytännössä projektissa arvioitiin homeen kasvumahdollisuuksia erityyppisissä rakenteissa.

Tässä kirjassa esitetään yleistajuisesti ja tiivistetysti projektin keskeiset tulokset.¹ Kirjan lopussa tarkastellaan lisäksi hankesuunnittelun merkitystä korjaushankkeen onnistumisen kannalta.

Lopuksi haluamme huomauttaa, että tässä julkaisussa esitetyt mallinnuskuvat (3D-kuvat) ovat esimerkkipiirroksia, eikä niitä siksi voi suoraan käyttää malleina rakennuskohteissa. Korjausratkaisut tulee aina suunnitella kohdekohtaisesti.

Helsingissä 29.2.2016

Jyri Nieminen

Jari Virta

¹ Projektin lopputuloksista on koottu laaja tutkimusraportti: Nieminen J., Kouhia I., Ojanen T. & Knuuti A. *Kosteusteknisesti toimivia korjausrakentamisen periaateratkaisuja*. Espoo 2013. VTT Technology 144.

1

Johdanto

Maamme rakennuskanta kasvoi nopeasti 1950–1970-luvuilla voimakkaan muuttoliikkeen ja kaupungistumisen aiheuttamaan asuntotarpeen johdosta. Tällä aikakaudella ja sitä ennen rakennetut asuinrakennukset ovat melkoisia energiasyöppöjä, sillä rakennusten energiatehokkuus perustui tuolloin lämmöneristyksen ohjearvoihin. Ensimmäiset rakentamista ja siten myös rakennusten energiatehokkuutta ohjaavat Suomen rakentamismääräyskokoelman määräykset tulivat voimaan vasta vuonna 1976.

Rakennuksen energiankulutusta ja energiankäytöstä aiheutuvia päästöjä voidaan vähentää tehokkaasti korjausrakentamisen avulla. Korjausrakentamisella on siten suuri merkitys muun muassa Suomen ilmastonmuutoksen hillintää koskevien sitoumusten täyttämisessä.

Rakennuksen energiatehokkuutta on lain mukaan parannettava luvanvaraisen korjauksen yhteydessä aina, kun se on toiminnallisesti, teknisesti ja taloudellisesti järkevää (ks. YMa 4/13, ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä). Korjaustoimenpiteet voivat kohdistua esimerkiksi rakennuksen teknisiin järjestelmiin, rakenteisiin tai rakennusosiin.

Kiinteistönomistajalla on viime kädessä vapaus päättää, millä ratkaisulla energiatehokkuutta parannetaan. Jos rakennuksessa ei ole muuta korjaustarvetta, energiatehokkuutta ei yksinään tarvitse ryhtyä parantamaan.

Korjaustöissä sovellettavat energiatehokkuusvaatimukset riippuvat korjauskohteesta ja korjauksen laajuudesta. Yksi vaihtoehto on parantaa energiatehokkuutta rakennusosittain, rakenteen lämmönläpäisykerrointa eli U-arvoa parantamalla. Esimerkiksi julkisivu- ja kattokorjauksissa on noudatettava tällöin taulukossa 1 mainittuja U-arvo- ja korjausvaatimuksia.

Taulukko 1. Rakennusosien tai talotekniikkajärjestelmien korjaamiseen liittyvät vaatimukset ympäristöministeriön asetuksen (YMa 4/13) mukaan.

Korjattava rakennusosa	Korjauksen U-arvovaatimukset ja muut vaatimukset
Ulkoseinä	1) Alkuperäinen U-arvo * 0,5 tai U-arvo enintään 0,17 W/m ² K. 2) Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä kuten kohdassa 1 tai U-arvo vähintään 0,60 W/m ² K.
Katto	1) Alkuperäinen U-arvo * 0,5 tai U-arvo enintään 0,09 W/m ² K. 2) Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä kuten kohdassa 1 tai U-arvo vähintään 0,60 W/m ² K.
Alapohja	U-arvoa parannetaan mahdollisuuksien mukaan; arvo ei saa heikentyä.
Ikkunat ja ovet	1) Uudet ikkunat ja ovet: U-arvo enintään 1,0 W/m ² K. 2) Vanhat ikkunat ja ovet: korjattaessa parannetaan U-arvoa mahdollisuuksien mukaan.

Rakennuksen energiatehokkuutta voidaan parantaa myös kokonaisuutena laajassa peruskorjauksessa, joka kohdistuu sekä rakenteisiin että teknisiin järjestelmiin. Tällöin korjausten avulla pienennetään rakennuksen kokonaisenergiantarvetta. Korjaus toteutetaan siten, että sillä saavutetaan taulukossa 2 esitetyt vaatimukset. Käytännössä korjauksella on saavutettava joko energiankulutukselle annettu vaatimus tai alkuperäiselle rakennukselle laskettu, kokonaisenergiankulutusta kuvaava E-luku. Kokonaisenergiankulutus tai E-luku lasketaan Suomen rakentamismääräyskokoelmassa annettujen vaatimusten² mukaisesti.

Taulukko 2. Korjatun rakennuksen energiankulutus- ja E-lukuvaatimukset.

Rakennustyyppi	Energiankulutus kWh/m ²	Vaadittu E-luku, kWh/m ²
Pien-, rivi- ja ketjutalo	180	0,8 x E-laskettu
Asuinkerrostalo	130	0,85 x E-laskettu
Toimisto	145	0,7 x E-laskettu
Opetusrakennus	150	0,8 x E-laskettu
Päiväkoti	150	0,8 x E-laskettu
Liikerakennus	180	0,7 x E-laskettu
Majoitusrakennus	180	0,7 x E-laskettu
Liikuntahalli (ei koske jää- ja uimahalleja)	170	0,8 x E-laskettu
Sairaala	370	0,8 x E-laskettu

Julkisivu- ja kattokorjaukset ovat yksi keino parantaa rakennuksen energiatehokkuutta. Taulukossa 3 on kuvattu tyypillisimmät 1950–1970-lukujen rakennusten julkisivu- ja kattorakenteet.

² Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D3, Rakennusten energiatehokkuus, sekä osa D5, Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2012. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.

Taulukko 3. 1950–1970-luvuilla rakennettujen talojen tyypilliset rakenteet.

	Kerrostalot	Rivitalot	Pientalot
<i>1950-luku</i>	Paikalla rakennettu tiilirakenne, harjakatto	Paikalla rakennettu tiilirakenne, harjakatto	Puurakenne, harjakatto
<i>1960-luku</i>	Betonielementtirakenne, kuorimuuri tai sandwichelementti, tasakatto	Betonielementtirakenne, kuori- tai sandwichelementti, puurakenne puu- tai tiiliverhouksella, tasakatto tai loiva harjakatto	Puurakenne puu- tai tiiliverhouksella, harkkorakenne, tasakatto tai loiva harjakatto
<i>1970-luku</i>	Betonielementtirakenne, sandwichelementti, kuorimuuri, tasakatto	Betonielementtirakenne, kuori- tai sandwichelementti, harkkorakenne, puurakenne puu- tai tiiliverhouksella, tasakatto tai loiva harjakatto	Puurakenne puu- tai tiiliverhouksella, harkkorakenne, tasakatto tai loiva harjakatto

Julkisivukorjausten vaihtoehtoja 1950–1970-luvun taloissa ovat

- 1) julkisivun elinkaaren jatkaminen paikkauskorjauksilla
- 2) lisälämmöneristäminen ja uuden julkisivun rakentaminen alkuperäisen, yhä riittävän hyvässä kunnossa olevan julkisivun päälle
- 3) peruskorjaus, kun julkisivu on elinkaarensa lopussa.

Julkisivun lisälämmöneristäminen on tyypillinen toimenpide, jolla voidaan parantaa asuinrakennusten energiatehokkuutta. Julkisivu- ja kattorakenteiden U-arvon tulisi puolittua korjausten seurauksena alkuperäisen rakenteen suunnitteluarvoon nähden. U-arvon ei tarvitse alittaa uuden rakennuksen vastaavalle rakenteelle annettua U-arvoa. Alkuperäisenä U-arvona käytetään rakennuksen suunnitteludokumenteissa annettua lukua tai rakennusosasta saatavien tietojen perusteella laskettua lukua (ks. taulukko 4).

Taulukko 4. Rakenteiden tavoitteelliset U-arvot. Kahden ensimmäisen sarakkeen arvot ovat Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry:n esittämiä ohjearvoja, loput (1976 alkaen) perustuvat Suomen rakentamismääräyskokoelman määräyksiin.

	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 Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry:n esittämät ohjearvot.



Kuvat 1a ja 1b. Kuvan kerrostalo peruskorjattiin esivalmistetuilla julkisivuelementeillä, joihin oli asennettu ilmanvaihtojärjestelmän korvausilmaputket. Kuvat: Jari Kiuru ja Jukka Sevon.

Kuvissa 1a ja 1b on esimerkki julkisivukorjauksesta, jossa määräystenmukaisuus osoitetaan joko kokonaisenergiankulutuksen tarkastelulla tai E-lukuvaatimuksen täyttymisellä. Korjauksessa ulkoseinien ja yläpohjan rakenteet on purettu kantaviin rakenteisiin saakka ja lämmöneristys on uusittu kokonaan. Rakennuksen koneellinen poistoilmanvaihto on samalla uusittu lämmön talteenotolla varustetuksi ilmanvaihdoksi. Rakennukseen on rakennettu uusi julkisivu ja katto on muutettu loivasta katosta pulpettikatoksi, jotta ilmanvaihtokoneet mahtuivat ullakkotiloihin.

Lämmöneristäminen on edullinen tapa pienentää rakennuksen lämmitystarvetta ja siten parantaa energiatehokkuutta. Lämmöneristystason valinnan tulisi perustua riittävään analyysiin keinoista, joilla haluttu energiansäästö taso voidaan saavuttaa.

Osa I

Rakennuksen lisälämmöneristäminen

2

Ulkoseinien lisälämmöneristäminen

Tässä luvussa tarkastellaan tyypillisten 1950–1970-lukujen ulkoseinärakenteiden lisälämmöneristämiskäytännöitä. Esitettävissä ratkaisussa lisälämmöneristykseen tai rakenteen kokonaan uusitun lämmöneristykseen vahvuus on valittu siten, että alkuperäisen rakenteen lämpöhäviö pienenee puoleen.

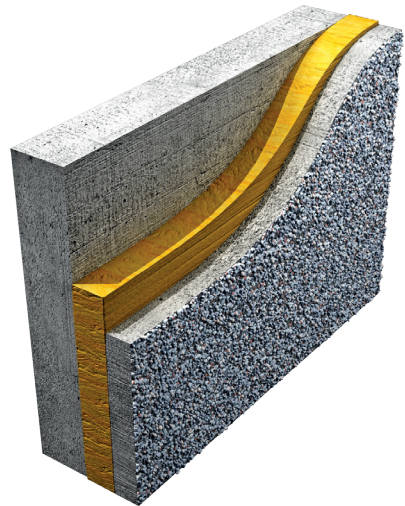
2.1 Betonisandwichseinät

Kuvassa 2 on tyypillinen betonisandwichrakenne, joka on ollut yleisin elementtirakenteiden kerrostalojen ulkoseinä 1960-luvulta lähtien.

Rakenne koostuu betonisesta sisäkuoresta, mineraalivillasta sekä betonisesta ulkokuoresta. Rakenteen ulkokuorena on usein niin sanottu pesubetoni (kuten kuvassa 2), maalattu betoni tai tiililaattapinta.

Betonisandwichseinän lisälämmöneristämiseksi alkuperäinen rakenne voidaan eristää ulkoapäin. Toinen vaihtoehto on purkaa sandwichelementin ulkokuori ja lämmöneristekerros, ja asentaa uusi lämmöneristekerros ja uusi ulkokuori.

Jos betonisandwichseinän ulkokuorena on puuverhous ja rakennus on korkea, korjauksissa tulee ottaa huomioon palomääräykset. Palomääräysten mukaan puujulkisivun tuuletusväli on varustettava tuuletusilmavirtaa pienentävällä palokatolla. Siksi myös tuuletusväli ja tuuletus on syytä mitoittaa tapauskohtaisesti. Palokatot voivat vaikuttaa puuverhouksen taustan kosteusolosuhteisiin ja homeutumisherkyyteen.



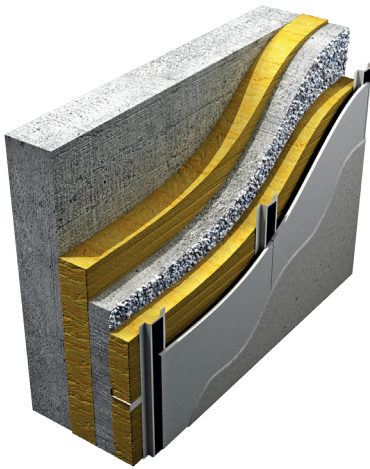
Kuva 2. Betonisandwichseinärakenne. Rakennekerrokset sisäpinnasta lukien ovat 1) betoninen sisäkuori, 2) mineraalivillalämmöneristys ja 3) betoninen ulkokuori.

Lisälämmöneristäminen vanhan rakenteen päälle

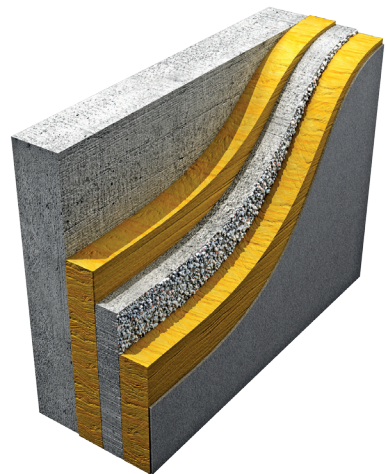
Lisälämmöneristys voidaan toteuttaa vanhan rakenteen päälle esimerkiksi sillä tavoin, että lisälämmöneristysrakenteen ja uuden seinän ulkokuoren väliin jää tuuletusväli (kuva 3). Tällaisen tuulettuvan rakenteen uusi julkisivu kiinnitetään lämmöneristyskerroksen läpi alkuperäisen rakenteen sisäkuoreen tarvittavan kannatuksen varmistamiseksi.

Lisälämmöneristys voidaan toteuttaa myös siten, että lisälämmöneristekerros asennetaan seinän alkuperäisen ulkopinnan päälle ja lämmöneristeen pintaan tehdään rappaus, joka toimii rakenteen uutena ulkopintana (kuva 4). Tällöin korjattu seinärakenne on tuulettumaton.

Vanhan betonisandwichseinän lisälämmöneristyksessä käytetään useimmiten mineraalivilla- tai EPS-lämmöneristeitä. Lisälämmöneristys kohottaa alkuperäisen rakenteen lämpötilaa, mikä vähentää kosteuden tiivistymisen riskiä alkuperäiseen rakenteeseen. Korjatun rakenteen toimivuus riippuu paljolti valitun rappausmateriaalin ominaisuuksista; toimiakseen rakenne vaatii rappausmateriaalin, jonka läpi sadevesi ei pääse mutta jonka läpi rakenteessa oleva kosteus voi haihtua ulkoilmaan. Tällöin sadevesi ei pääse kastelemaan lämmöneristyksen uloimpia osia, mutta rakenne pääsee kuivumaan rappauskerroksen läpi.



Kuva 3. Tuulettuva, ulkopuolelta lisälämmöneristetty betonisandwichseinärakenne. Rakennekerrokset ovat sisäpinnasta lukien 1) betoninen sisäkuori, 2) mineraalivilla, 3) betoninen ulkokuori, 4) lisälämmöneristys, 5) julkisivun kannatusruoteet (kiinnitys villakerroksen läpi betoniin) ja 6) julkisivu (rapattu levy, ohutlevy tms.).



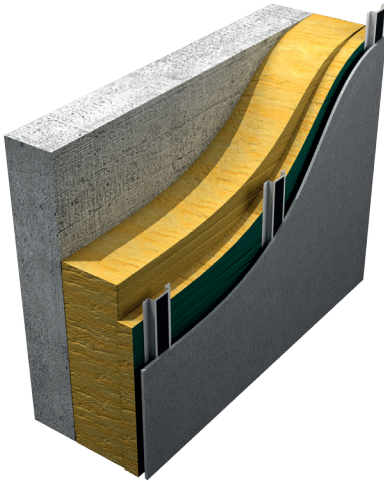
Kuva 4. Tuulettumaton, ulkopuolelta lisälämmöneristetty betonisandwichseinärakenne. Rakennekerrokset ovat sisäpinnasta lukien 1) betoninen sisäkuori, 2) mineraalivilla, 3) betoninen ulkokuori, 4) lisälämmöneristys ja 5) ohut- tai paksurappaus.

Rappaus voidaan tehdä joko niin sanottuna ohutrappauksena (kerrospaksuus 8–10 mm) tai paksurappauksena (ns. kolmikerrosrappaus, paksuus 20–25 mm). Rappaus tulee tarkistaa myöhemmin määräajoin, jotta voidaan pitää silmällä rappauksen kuntoa sekä sen liitos- ja läpivientidetallien toimivuutta ja tiiviyyttä. Rappauksen toimivuuteen vaikuttavat esimerkiksi tikkaiden, valaisinten asennusten, syöksytorvien kiinnitysten ja muiden rappauskerroksen läpäisevien rakennusosien liitosten tiiviys.

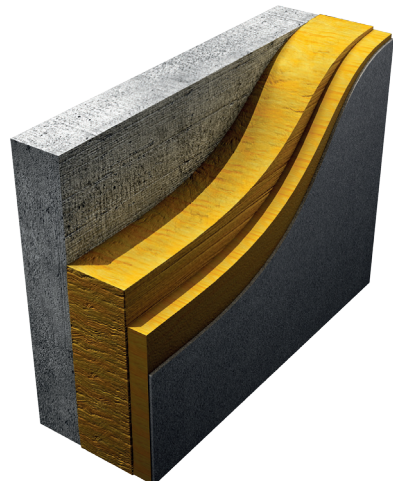
Vanhan lämmöneristeen ja ulkokuoren korvaaminen uusilla

Betonisandwichseinän alkuperäinen ulkokuori ja lämmöneristys voidaan myös purkaa ja korvata kokonaan uusilla. Tällä tavoin on mahdollista parantaa koko seinärakenteen lämmöneristystasoa huomattavasti enemmän kuin alkuperäisen rakenteen päälle tehdyllä lisälämmöneristyksellä.

Korjattu rakenne voidaan toteuttaa tuulettavana tai tuulettumattomana. Tuulettuvien rakenteiden (kuva 5) toimintavarmuus kosteusvaurioita vastaan on parempi. Myös tuulettumattomat, 30 senttimetrin mineraalivilla- ja EPS-eristeellä lämmöneristetyt rakenteet toimivat kosteusteknisesti oikein, kunhan rappausmateriaali valitaan oikein. Tuulettumattomissa rakenteissa (ks. kuva 6) betonisandwichrakenteen ulkokuori ja vanha lämmöneriste puretaan ja niiden tilalle asennetaan uusi lämmöneristys sekä lämmöneristykseen päälle tehty rappaus (ohut- tai paksurappaus).



Kuva 5. Tuulettuva, lisälämmöneristetty betonisandwichrakenne. Rakennekerrokset sisäpinnasta lukien ovat 1) betoninen sisäkuori, 2) mineraalivilla, 3) tuulensulkuvilla, 4) julkisivun kannatusruoteet (kiinnitys villakerroksen läpi betoniin) ja 5) julkisivu (rapattu levy, ohutlevy tms.). Tuulettuva julkisivurakenne voidaan toteuttaa myös muuraamalla.



Kuva 6. Tuulettumaton, lisälämmöneristetty betonisandwichrakenne. Rakennekerrokset sisäpinnasta lukien ovat 1) betoninen sisäkuori, 2) mineraalivilla, 3) tuulensulkuvilla ja 4) rappaus.

2.2 Muuratut tiiliseinät

Yhden tiilen tiiliseinän lisälämmöneristäminen

Muuratut tiiliseinät ovat yleisiä etenkin 1950-luvulla ja sitä aiemmin rakennetuissa taloissa.

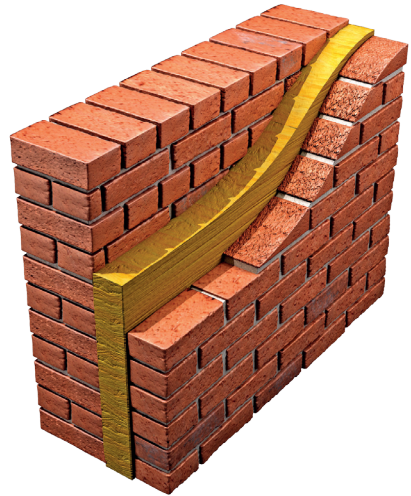
Lämmöneristetty yhden tiilen tiiliseinä koostuu tiilimuuratusta sisäkuoresta, mineraalivillalämmöneristekerroksesta, ulkokuoren muurauksen vaatimasta niin sanotusta sormiraosta ja ulkokuoren tiilisestä kuorimuurista (kuva 7). Tiiliseinässä voi olla myös puu-ulkoverhous. Tämä vaihtoehto ei kuitenkaan ole yleinen.

Tiiliseinä on periaatteessa tuulettumaton silloin, kun lämmöneristyksen ja tiilimuurin välissä on vain sormirako. Saumoista pursuva muurauslaasti täyttää useimmiten raon, jolloin rako on avoin vain paikoitellen. Käytännössä tiiliseinä voi olla täysin tuulettumaton tai se voi tuulettua vähän sormiraon ja lämmöneristeenä käytetyn mineraalivillan kautta.

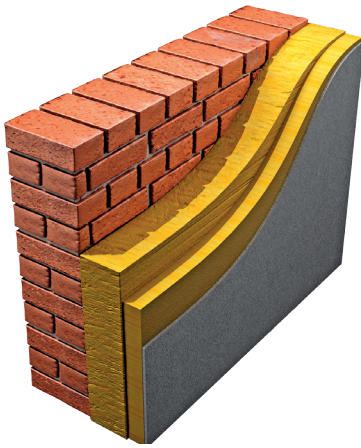
Viereisen sivun kuvissa 8 ja 9 on kaksi vaihtoehtoista tapaa tiiliseinän lisälämmöneristyksen toteutukselle. Molemmassa vaihtoehdoissa julkisivumuuraus on purettu ja lämmöneristys vaihdettu.

Tiiliseinän lisälämmöneristys toteutetaan usein purkamalla vanha ulkoverhous, asentamalla lisälämmöneriste vanhan lämmöneristeen päälle ja tekemällä seinään uusi ulkoverhous. Lisälämmöneristeenä voi olla tuulensulkuvilla, jolloin lisälämmöneristys voidaan kiinnittää kiinnikkeillä tiilimuurattuun sisäkuoreen. Uutena ulkoverhouksena voi toimia rappaus, jolloin seinärakenne on tuulettumaton, tai tiiliverhous, jolloin seinärakenne on tuulettuva. Tuulettuvissa rakenteissa lisälämmöneristyksen ja ulkoverhouksen väliin jää tuuletusväli.

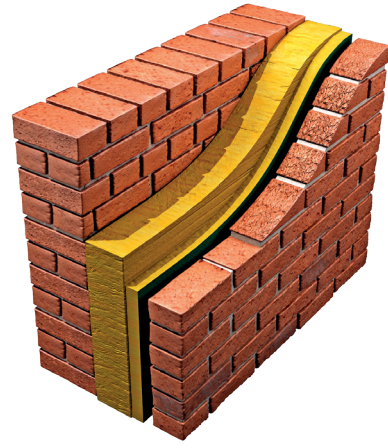
Rappaus voidaan tehdä ohut- tai paksurappauksena. Rappausvaihtoehdon valinnassa on huomattava, että sisäilman aiheuttama kosteusrasitus voi olla muuratussa tiiliseinässä suurempi kuin betonisandwichseinässä. Tämä johtuu siitä, että tiilen vesihöyrynläpäisevyys on huomattavasti suurempi kuin betonin. Lisälämmöneristysratkaisu, joka toimii betonirakenteessa, ei siis välttämättä toimi tiilirakenteessa.



Kuva 7. Lämmöneristetty yhden tiilen tiiliseinä. Rakennekerrokset sisältäpäin lukien ovat 1) tiilimuurattu sisäkuori, 2) mineraalivilla ja 3) tiilinen kuorimuri.



Kuva 8. Tuulettumaton, lisälämmöneristetty tiiliseinä. Rakennekerrokset sisäpinnasta lukien ovat 1) tiilimuurattu sisäkuori, 2) mineraalivilla, 3) lisälämmöneriste ja 4) ohut- tai paksurappaus.



Kuva 9. Tuulettuva, lisälämmöneristetty tiiliseinä. Rakennekerrokset sisäpinnasta lukien ovat 1) tiilimuurattu sisäkuori, 2) mineraalivilla, 3) lisälämmöneriste (toimii samalla rakenteen tuulensulkuna) ja 4) tiiliulkoverhous.

Vesihöyryä läpäisevä mutta vain vähän vettä imevä rappaus parantaa tiiliseinän toimintaa selvästi. Homeriskiltä voidaan parhaiten välttyä, kun lisäksi varmistetaan, että seinärakenne on kuiva, ja käytetään rakenteen sisäpinnan tasoitteina ja maaleina tuotteita, jotka rajoittavat kosteusvirtaa sisäilmasta rakenteeseen.

Tuuletetussa tiiliseinässä on lisälämmöneristeen ja ulkoverhouksen välissä noin kolmen senttimetrin tuuletusväli. Jos rakenteen ulkoverhouksena on puujulkisivu, ulkoverhouksen kosteuskapasiteetti ja kapillaarinen kosteudensiirto ovat pienemmät kuin tiiliverhotussa seinässä. Tämän johdosta puu-ulkoverhotun seinän tuuletusvälissä suhteellinen kosteus on hieman pienempi kuin tiiliverhotussa seinässä.

1,5 tiilen tiiliseinän lisälämmöneristäminen

Muurattu 1,5 tiilen tiiliseinärakenne koostuu tiilimuuratusta 1,5 tiilen paksuisesta sisäkuoresta, lämmöneristekerroksesta ja ulkoverhouksesta (rappaus). Tällainen tiiliseinä voidaan lisälämmöneristää esimerkiksi siten, että alkuperäinen ulkoverhous ja lämmöneriste puretaan ja ne korvataan 7 senttimetrin mineraalivillaeristyksellä ja rappauksella (kuva 10 seuraavalla sivulla).

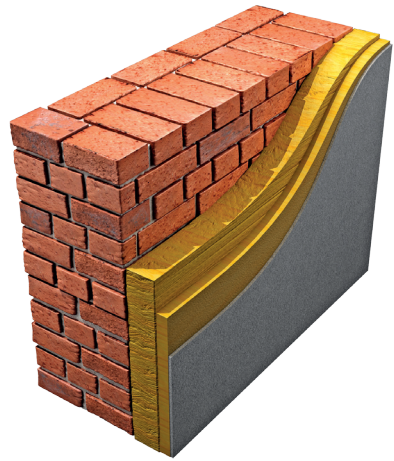
Kosteusteknisen toimivuuden kannalta lisälämmöneristetty 1,5 tiilen tiiliseinärakenne on jokseenkin identtinen edellä esitetyn yhden tiilen tiiliseinärakenteen kanssa. 1,5 tiilen seinän vesihöyrynläpäisevyys on kuitenkin pienempi, minkä vuoksi sisäilman aiheuttama kosteuskuormitus rakenteeseen on pienempi kuin ohuemmalla tiilirakenteella.

Tiilikerroksen kosteuskapasiteetti on suuri, joten tiilien kastuminen voi lisätä lämmöneristyksen homehtumisen riskiä. Lisälämmöneristämisen yhteydessä tulee varmistaa, että alkuperäinen tiilirakenne on kuiva. Myös korjaustyömaan kosteuden hallinnan suunnittelu on tärkeää, jotta rakenteet eivät pääse kastumaan korjaustyön aikaisissa saateissa (ks. luku 6).

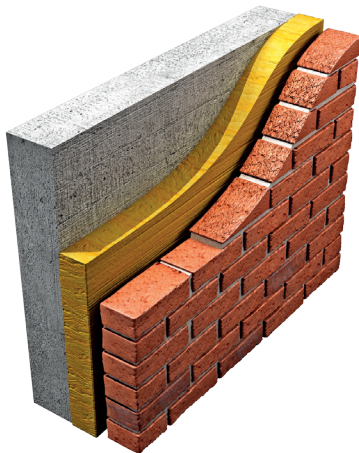
2.3 Betoni-tiiliseinät

Betoni-tiiliseiniä on pääasiassa 1960–1970-luvuilla rakennetuissa kerros- ja rivitaloissa. Tällainen seinärakenne koostuu betonisesta sisäkuoresta, mineraalivillaeristyksestä ja (lievästi) tuulettuvasta tiiliverhouksesta (kuva 11).

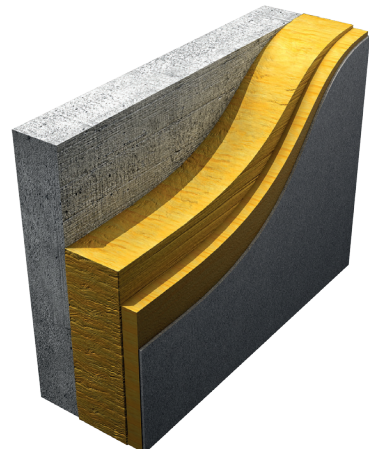
Rakenteen lisälämmöneristäminen tehdään purkamalla tiiliverhous ja lämmöneristys sekä asentamalla uusi lämmöneristekerros ja sen päälle uudeksi ulkoverhoukseksi pintarappaus (ohut- tai paksurappaus; ks. kuva 12), levyverhous tai tiiliverhous.



Kuva 10. Lisälämmöneristetty 1,5 tiilen tiiliseinä. Rakennekerrokset sisäpinnasta lukien ovat 1) tiilimuurattu sisäkuori, 2) mineraalivilla, 3) rappausaluslevynä toimiva lisälämmöneriste, 4) ohut- tai paksurappaus.



Kuva 11. Lievästi tuulettuva betoni-tiiliseinärakenne. Rakennekerrokset ovat sisäpinnasta lukien 1) betoninen sisäkuori, 2) mineraalivillalämmöneristys, 3) tuuletusväli ja 4) tiiliverhous.



Kuva 12. Tuulettumaton, lisälämmöneristetty betoniseinärakenne. Rakennekerrokset sisäpinnasta lukien ovat 1) betoninen sisäkuori, 2) mineraalivilla, 3) lisälämmöneriste ja 4) lämmöneristeen päälle tehty rapattu ulkoverhous.

Rakenne muutetaan korjauksessa tuulettumattomaksi rakenteeksi (kuva 12), mikä periaatteessa kasvattaa homeriskiä alkuperäiseen tuuletettuun rakenteeseen verrattuna. Lisälämmöneristäminen kuitenkin parantaa alkuperäisen rakenteen kosteusteknistä toimivuutta, koska eristämisen myötä rakenteen lämpötila nousee. Tämä puolestaan auttaa rakennetta kuivumaan.

Lisälämmöneristetyn seinärakenteen rappausmateriaaliksi tulee valita tuote, jonka läpi sadevesi ei pääse imeytymään rappauskerrokseen.

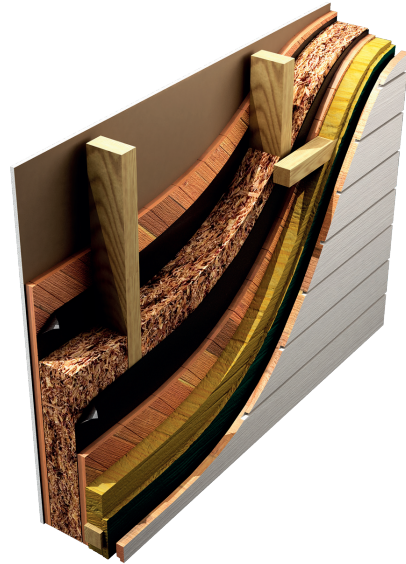
2.4 Purueristetyt ulkoseinät

Sahanpurueristettyjä, puurakenteisia ulkoseiniä on tyypillisesti 1950-luvulla rakennetuissa pientaloissa. Tällainen seinärakenne on tavallisesti tuulettumaton, ja sen ulkopinnassa on tervapaperi, vinolaudoitus ja julkisivulaudoitus (kuva 13).

Sahanpurueristeinen seinärakenne voidaan lisälämmöneristää **purkamalla vanha julkisivulaudoitus** ja asentamalla koolaus sekä 5 senttimetrin paksuinen lisälämmöneristekerros vanhan vinolaudoituksen päälle. Lopuksi eristekerroksen päälle asennetaan huokoinen kuitulevy tuulensuojaksi ja julkisivulaudoitus. Kuitulevyn ja julkisivulaudoituksen väliin jätetään tuuletusväli (kuva 14).



Kuva 13. Sahanpurueristeinen ulkoseinä. Rakennekerrokset sisäpinnasta lukien ovat 1) sisäverhous, 2) vinolaudoitus, 3) tervapaperi, 4) purueristys, 5) tervapaperi, 6) vinolaudoitus ja 6) julkisivulaudoitus.



Kuva 14. Lisälämmöneristetty, sahanpurueristeinen ulkoseinä. Alkuperäisen vinolaudoituksen päälle tehdyt uudet rakennekerrokset ovat sisältäpäin lukien 1) puurunko ja mineraalivilla, 2) kuitulevytuulensuoja, 3) tuuletusväli ja julkisivun kannatusrimat sekä 4) julkisivulaudoitus.

Jos alkuperäinen, sahanpurueristeen ulkopuolella oleva vinolaudoitus puretaan, sahanpurueristys voidaan myös vaihtaa kokonaan esimerkiksi mineraalivillaeristeeksi. Tällöinkin uudesta rakenteesta tulee tuulettuva.

Purueristetyn seinän lisälämmöneristäminen kuvassa 14 esitetyllä tavalla on toimiva ratkaisu. Rakennekerrosten vesihöyrynläpäisevyys kasvaa ulospäin, joten sisältä ulos seinän läpi siirtyvä kosteus ei kerry lisäeristysrakenteeseen. Purueristuksen ulkopinnan tervapaperin lämpötila on lisälämmöneristetyssä rakenteessa riittävän korkea estämään kostumisen. Jos lisäeristysratkaisu on tehty ulkopuolelta hyvin vesihöyryä läpäisevillä materiaaleilla, seinärakenteella on hyvä kuivumiskyky.

Purueristetyn ulkoseinät ovat kosteusteknisesti yleensä toimivia. Sahanpurueristykselle on kuitenkin tyypillistä painuminen vuosien kuluessa, mikä vaikuttaa rakenteen lämpötiloihin: sisäpinnan lämpötila laskee paikallisesti ja purueristuksen ulkopuolella olevan tervapaperin lämpötila kasvaa. Tämä on otettava huomioon lisälämmöneristuksen suunnittelussa. Ulkopuolinen lämmöneristys kohottaa eristämättömän kohdan lämpötilaa ja pienentää sisäpinnan kondenssiriskiä. Tämä vähentää homevaurion riskiä.

Purueristetyissä seinissä kosteusriskin voi aiheuttaa sisäilmasta seinärakenteen läpi siirtyvä vesihöyry. Jos sisäpuolen rakenteet uusitaan, uusitun rakenteen vesihöyrynvastuksen on oltava vähintään 5–10 kertaa suurempi lisälämmöneristysrakenteen vesihöyrynvastukseen verrattuna. Rakenteen hyvä ilmanpitävyys kannattaa varmistaa lämpökuvauksen ja ilmavuotomittausten avulla.

Vaikka purueristetyn seinärakenteen korjausratkaisut ovat tuuletettuja, rakennuksen sisäpuolen kosteuskuormien tulee olla kohtuullisella tasolla. Puutteellinen ilmanvaihto tai muut syyt, jotka nostavat sisäilman kosteutta, voivat aiheuttaa liian korkeita kosteuskuormia rakenteille. Sahanpurulla lämmöneristettyjen rakennusten ilmanvaihto on yleensä painovoimainen, ellei ilmanvaihtoratkaisua ole vuosien kuluessa muutettu. Korjaustoimenpiteiden yhteydessä on syytä suunnitella rakennuksen ilmanvaihto uudelleen tai varmistaa nykyisen ilmanvaihdon toimivuus.

3

Muu rakennuksen lisälämmöneristäminen

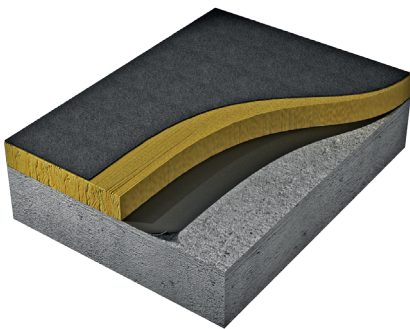
3.1 Kattorakenteet

Loiva, mineraalivillalla eristetty katto

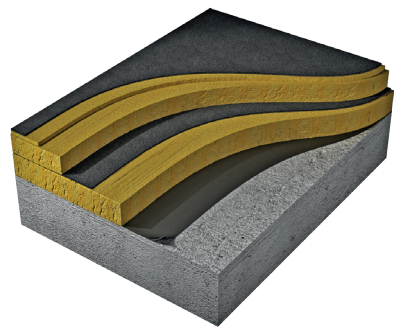
1960–1970-luvuilla rakennettujen talojen loiva katto koostuu tyypillisesti betonirakenteesta, höyrinsulusta, kovasta mineraalivillaeristyksestä ja vesikatteesta (ks. kuva 15). Tällainen kattorakenne on tuulettumaton.

Loivien mineraalivillaeristettyjen kattojen tuulettamiseksi on usein käytetty alipaine-tuulettimia. Kostean rakenteen kuivuminen pelkkien alipainetuulettimien avulla on kuitenkin hidasta ja voi kestää jopa vuosikymmeniä.

1980-luvulla otettiin käyttöön uritetut villarakenteet, joiden tarkoituksena on tehostaa katon tuulettumista. Uritetun villarakenteen kuivuminen perustuu tuuletusilman läm-



Kuva 15. Tuulettumaton loiva kattorakenne. Rakennekerrokset sisäpinnasta lukien ovat 1) kantava betonirakenne, 2) höyrinsulku, 3) mineraalivilla ja 4) bitumikermikate.



Kuva 16. Lisälämmöneristetty, tuuletusurien kautta tuulettuva loiva katto. Rakennekerrokset sisäpinnasta lukien ovat 1) kantava betonirakenne, 2) höyrinsulku, 3) mineraalivillalämmöneristys, 4) vanha bitumikermikate, 5) mineraalivilla, 6) bitumikermikatteen alusta (mineraalivilla) ja 7) uusi bitumikermikate.

penemiseen tuuletusurassa, jolloin ilman kyky kuljettaa kosteutta kasvaa. Kun aurinko lämmittää kattoa, ilman lämpötila urissa voi olla yli +50 °C. Aurinkoisen kesäpäivän aikana tuuletusilma pystyy kuivattamaan kosteutta katosta keskimääräisellä tuuletusilmavirralla 0,5 litraa metrin levyiseltä kaistaleelta.

Loivan katon lisälämmöneristys voidaan toteuttaa lisäämällä uusi lämmöneristyskerros vanhan vesikatteen päälle. Lisälämmöneristys voi olla tuulettumaton (kuva 16) tai eristeroksen urien kautta tuuletettu. Lämmöneristeen päälle asennetaan uusi vesikate, joka valitaan *Toimivat katot* -ohjeen³ mukaan.

Toinen vaihtoehto on purkaa vanha vesikate ja tarvittaessa myös lämmöneristys, ja korvata ne uusilla.

Käytettäessä katon lämmöneristämässä uritettua lämmöneristettä on huomattava, että uritetun lämmöneristeen tuuletuksen toiminta riippuu muun muassa

- virtausreitien pituudesta
- vapaasta virtausaukkojen pinta-alasta
- tuuletusurien yhtenäisyydestä
- katon aurinkoisuudesta
- tuulen aiheuttamista paine-eroista.

Uritetuista katoista tehdyissä urien ilmavirtausmittauksissa⁴ on ilman virtausnopeus ollut 0,01–0,05 m/s. Uritus on toimiva tuuletustapa, jos tuuletettavan kentän pituus on 10–15 metriä ja tuuletusurien päät on yhdistetty kokoajakanavien avulla katolla oleviin alipainetuulettimiin ja räystäältä ulkoilmaan. Tuuletusaukot on tehtävä siten, ettei sade tai lumi pääse tunkeutumaan rakenteeseen niiden kautta.

Loivan katon suurin kosteusriski on lämmöneristysten kastuminen rakennustöiden aikana. Lisäksi vanhan vesikatteen päälle tehdyssä lisälämmöneristyksessä vanha, kostunut lämmöneristys ei välttämättä pääse kuivumaan. Vanhan lämmöneristeen lämpötila on lisälämmöneristetyssä rakenteessa aiempaa korkeampi, joten hometta voi alkaa kasvamaan kosteassa lämmöneristeessä. Jos alkuperäisessä lämmöneristyksessä on kosteutta, vanha vesikate on syytä poistaa, jotta urien kautta tapahtuvaa tuuletusta voidaan hyödyntää alkuperäisen lämmöneristysten kuivattamisessa.

Mikä tahansa toimiva tuuletusilmanvaihto parantaa loivan kattorakenteen toimintaa, kunhan sen toteutus ei lisää veden tunkeutumisen riskiä rakenteeseen. Koska pienikin tuuletus parantaa rakenteen kosteusteknistä toimintavarmuutta, rakenne on suositeltavaa tehdä tuulettuvaksi.

³ Toimivat katot 2013. Kattoliitto ry, 2013.

⁴ Nieminen J & Kouhia I. Hyvin eristetyin loivan katon toimivuus ja vaatimukset. Tiedotteita 1979. VTT, 1999.

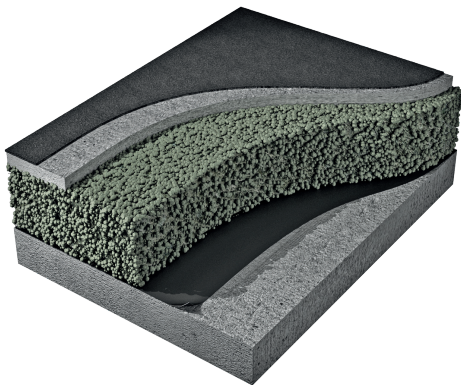
Loiva, kevytsoralla eristetty katto

Kevytsoraeristeisiä kattoja on tehty tyypillisesti taloihin 1960-luvulta lähtien. Tällainen kattorakenne koostuu kantavasta betonirakenteesta, sen päällä olevasta höyrynsulusta, kevytsoralämmöneristyksestä, ohuesta kevytsoran päälle valetusta betonilaatasta ja vedeneristyksestä (kuva 17).

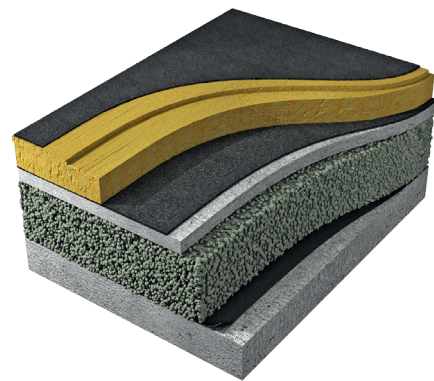
Kevytsoralla eristetyn loivan katon toimivuus perustuu lämmöneristeenä toimivan kevytsorakerroksen tuuletukseen. Tuuletusilma virtaa sorakerroksessa hitaasti, jolloin se lämmitessään sitoo kosteutta ja kuljettaa sen ulos rakenteesta. Sorakerrokseen asennetut ilmanvaihtokanavat tai muut vastaavat voivat pienentää paikallisesti rakenteen tuulettumista ja samalla vaikuttaa rakenteen kuivana pysymiseen. Ne ovat siten soraeristetyn kattorakenteen toimivuuden kannalta riski.

Kuivaan kevytsoraeristeiseen kattoon voidaan tehdä lisälämmöneristys alkuperäisen bitumikermikatteen päälle (ks. kuva 18). Mikäli kattorakenteessa on kosteusmittaus-ten perusteella pieniä määriä kosteutta, lisälämmöneristäminen kohottaa alkuperäisen rakenteen lämpötiloja talvella ja tehostaa kuivumista. Kuivumismahdollisuuksien varmistaminen onkin tärkeä osa korjauksen suunnittelua. Lisälämmöneristämisen yhteydessä sisäpuolisella vedenpoistolla varustetun katon kallistuksia voidaan parantaa vedenpoiston tehostamiseksi.

Jos kevytsorakatto on kastunut katteen vesivuotojen takia, kattorakenteen lämmöneristys sekä sen päällä oleva betonilaatta tulee vaihtaa. Tämä johtuu siitä, että kastunut kevytsorakerros pystyy pidättämään vettä ja hidastaa siten merkittävästi tuuletukseen perustuvaa kuivumista.



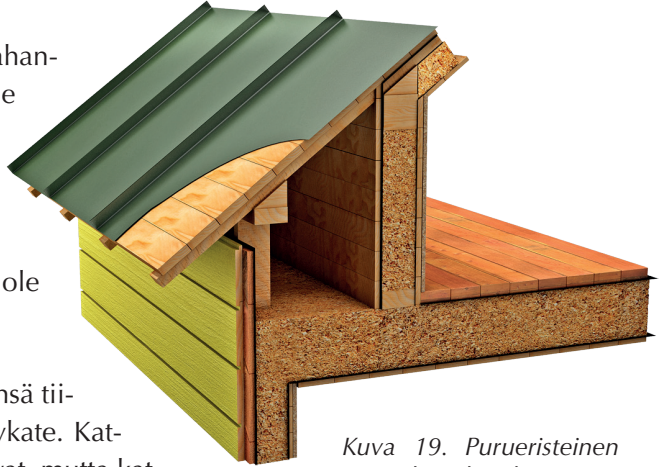
Kuva 17. Kevytsoralla lämmöneristetty loiva katto. Rakennekerrokset sisäpinnasta lukien ovat 1) kantava betonirakenne, 2) bitumikermihöyrynsulku, 3) kevytsoraeristys, 4) ohut betonilaatta ja 5) bitumikermikate.



Kuva 18. Lisälämmöneristetyn kevytsorakaton materiaalikerrokset. Rakennekerrokset sisäpinnasta lukien ovat 1) kantava betonirakenne, 2) bitumikermihöyrynsulku, 3) kevytsoraeristys, 4) ohut betonilaatta, 5) bitumikermikate, 6) lisälämmöneristys, 7) bitumikermikate.

1950-luvun harjakatto

Harjakattoinen tuuletettu, sahanpurueristeinen yläpohjarakenne on tyypillinen 1950-luvun rintamamiestalojen kattorakenne (kuva 19). Näihin kattoihin on vuosien kuluessa tehty muutoksia, joista ei aina ole suunnitteluasiakirjoja.



Kuva 19. Purueristeinen pientalon yläpohja.

Harjakattojen katteena on yleensä tiili-, betonikattotiili- tai ohutlevykate. Katteen alustan rakenteet vaihtelevat, mutta kateen alla on tyypillisesti laudoitus, jonka päälle on tehty tiilikatteen tai betonikattotiilien asennusruoheet. Ohutlevypäällysteisissä katoissa kate on kiinnitetty suoraan laudoitukseen.

Purueristeisen katon lappeensuuntainen eristys on usein tuulettumaton tai lievästi tuulettuva purueristykseen painumisen muodostaman ilmvälän johdosta. Katon purueristykseen alla on höyryn- ja ilmansulkuna tyypillisesti tervapaperi.

Yläpohjarakenteen lisälämmöneristys toteutetaan käytännössä vaihtamalla purueristeet uusiin mineraalivillalevyihin. Tällöin eristepaksuus säilyy samana, mutta rakenteen lämmöneristävyys paranee uuden materiaalin huomattavasti sahanpurua pienemmän lämmönjohtavuuden takia.

Lämmöneristeiden vaihdon yhteydessä tulee varmistaa, että yläpohjarakenteeseen tehdään yhtenäinen tuuletusväli, jonka yhteys ulkoilmaan on riittävä ja tarkoituksenmukaisesti suojattu. Mahdollinen aluskate tulee asentaa siten, että se johtaa kondenssivedet rakennuksen ulkopuolelle. Aluskatteen ja vedeneristykseen väliin tulee jäädä tuuletusväli.

Lämmöneristyskerroksen sisäpuolelle jäävän tai uusittavan höyryn- tai ilmansulun yhtenäisyys on varmistettava ennen uuden lämmöneristyskerroksen asentamista. Riskitekijänä ovat esimerkiksi väliseinäarakenteet, joiden liitosten kautta kosteaa sisäilmaa voi kulkeutua yläpohjaan. Näiden detaljien toimivuus on varmistettava aina tapauskohtaisesti.

Vesivuodot sekä sateen tai lumen merkittävä tunkeutuminen yläpohjaan ovat harjakaton suurin kosteustekninen riskitekijä. Myös puutteelliset höyrynsulut ja huono ilmanpitävyys ovat riskitekijöitä, joskin sadeveden pääsy rakenteeseen kastelee

rakennekerroksia huomattavasti enemmän kuin vesihöyryn siirtyminen sisäilmasta rakenteeseen. Vesihöyryn tiivistyminen katteen alapuolelle tulee estää rakenteellisesti tai rakenne tulee suojata toimivan aluskatteen avulla.

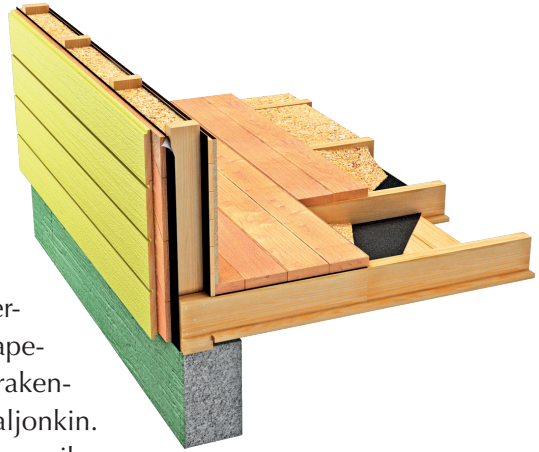
3.2 Alapohjarakenteet

Alapohjarakenteen lisälämmöneristäminen on tärkeää lähinnä 1950-luvun pientaloissa, joissa on tuulettuva, sahanpurueristeinen alapohja (kuva 20).

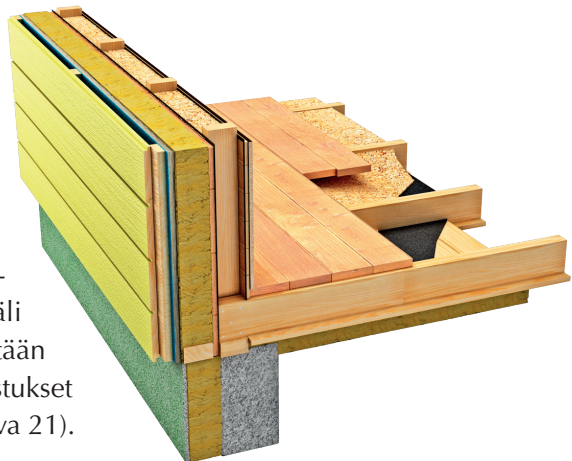
Tuulettuvan alapohjan olosuhteet – esimerkiksi tuuletusmäärä ja sisäilmasta ja maaperästä tuleva kosteus – voivat vaihdella rakennuksesta ja ajankohdasta riippuen paljonkin. Ryömintätilan lämpötila vaihtelee vuoden aikana talven noin -2 °C:sta kesän noin 18 °C:een. Suhteellinen kosteus ryömintätilassa on korkea talven kylmien kuukausien aikana, mutta alhaiset lämpötilat hidastavat homeen kasvua. Homeenkasvun kannalta kesäkuukaudet ovat rakenteelle suurempi riski: Kun ryömintätilan lämpötila on ulkoilmaa matalampi, tuuletusilman sisältämä kosteus nostaa ryömintätilan suhteellista kosteutta. Myös maasta haihtuva kosteus vaikuttaa ryömintätilan suhteelliseen kosteuteen.

Tuuletettuvien alapohjien lisälämmöneristäminen tehdään yleensä vaihtamalla lämmöneristys selvästi alkuperäistä tehokkaampaan materiaaliin. Jos lattian pintarakenteita ei haluta purkaa, alapohjarakenne lisälämmöneristetään alapuolelta. Mikäli samassa yhteydessä lisälämmöneristetään myös ulkoseinä, voidaan myös perustukset lisälämmöneristää ulkopuolelta (ks. kuva 21).

Tuulettuvan alapohjan lisälämmöneristäminen alapuolelta ei lisää rakenteen kosteusriskiä. Lisäeristysrakenteen alimpina kerroksina on kuitenkin käytettävä materiaaleja, jotka eivät homehdu niin herkästi kuin



Kuva 20. Tuulettuva, sahanpurueristeinen alapohja. Alapohjan rakennekerrokset ovat sisätilasta alaspäin lukien 1) lattialeudoitus, 2) tervapaperi, 3) sahanpurueriste, 4) tervapaperi ja 5) eristeen kannatusleudoitus.



Kuva 21. Tuulettuva, lisälämmöneristetty alapohja. Lisälämmöneriste (mineraalivilla) on lisätty alkuperäisen rakenteen alapuolelle.

esimerkiksi puu. Lisälämmöneristyskerroksen alapinnan hyvä vesihöyrynläpäisevyys parantaa alapohjarakenteen kuivumiskykyä, jolloin purueristyksen homehtumisen riskiä ei ole.

Maaperästä tulevaa kosteusvirtausta voidaan rajoittaa esimerkiksi alapohjan maapinnan lämmöneristämällä. Samalla on suositeltavaa eristää perustusten pystyseinämät rakenteen sisäpuolelta tai, jos ulkoseinä lisälämmöneristetään, ulkopuolelta. Näin tuuletetun alapohjan lämpötilataso kohoaa hieman, ja lämpötilaero maahan nähden vähentää kosteusvirtausta maaperästä ryömintätilaan.

Korjauksen yhteydessä kaikki rakennusjäte ja etenkin orgaaniset materiaalit (esim. puu, turve) tulee poistaa ryömintätilan pohjalta. Ne voivat pahimmillaan edistää **homeenkasvua** tilassa. Jos alapohjan maapohjan pinnalla on ajoittain vapaata vettä, alapohjan vedenpoisto ja kosteussuojaus on suunniteltava ja toteutettava kokonaan uudelleen. Vain tällä tavalla voidaan varmistaa alapohjan kosteustekninen toimivuus ja turvalliset olosuhteet.

3.3 Perustukset ja räystäät

Vaikka rakennuksen lisälämmöneristäminen koskee lähinnä ulkoseiniä ja yläpohjaa (ja joskus alapohjaa), se vaikuttaa myös rakennusosien ja detaljien liitosratkaisuihin. Liitosratkaisut muuttuvat lisälämmöneristämisen yhteydessä, joten korjauksen suunnittelijan tulee suunnitella ne tapauskohtaisesti. Esimerkiksi ulkoseinien ulkopuolinen lisälämmöneristäminen edellyttää usein myös räystäsrakenteiden uusimista, jotta lisälämmöneristys saadaan suojattua.

Vanhan betonirakennuskannan perustusten ja ulkoseinän liitoskohdassa voi olla huomattavia lämmöneristämättömiä tai vain ohuella eristyskerroksella lämmöneristettyjä kohtia eli kylmäsiltoja. Siksi ulkoseinien lisälämmöneristämisen yhteydessä kannattaa harkita myös perustusten lisälämmöneristämistä, vaikka maanpäällisessä sokkelirakenteessa ei olisikaan vaurioita. Sokkelirakenteiden lisälämmöneristäminen voi olla samalla myös sokkelin korjaustapa. Ulkoseinän lisälämmöneristämisen yhteydessä sokkelin jättäminen eristämättä vaikuttaa myös ratkaisun arkkitehtuuriin.

Osa II

Korjaustoiminnan suunnittelu

4

Elinkaarisuunnittelu

Elinkaarisuunnittelulla tarkoitetaan rakennus- ja korjausratkaisujen arviointia niiden teknisen ja taloudellisen toimivuuden, ympäristön sekä terveen rakennuksen periaatteiden kannalta.

Elinkaarisuunnittelulla voidaan ohjata myös yksittäisten korjausratkaisujen valintaa. Arvioimalla esimerkiksi rakenteiden rakennusfysikaalista toimivuutta jo korjausten suunnitteluvaiheessa voidaan välttää homeriskejä ja kosteusvauriokorjauksista aiheutuvia kustannuksia. Samaten voidaan ohjata korjausten suunnittelua kohti parempaa kokonaistaloudellisuutta rakennuksen elinkaaren aikana.

4.1 Elinkaarikustannuksiin vaikuttavat tekijät

Rakennuksen energiakorjauksen elinkaarikustannukset muodostuvat investointikustannuksista, energiakustannuksista (energian hinta ja sen kehitys) sekä huolto- ja kunnossapitokustannuksista.

Rakennuksen lisälämmöneristämisestä koituu muun muassa seuraavia investointikustannuksia:

- materiaalikustannukset
- asentamiskustannukset (mm. telinekustannukset, asentamisessa tarvittavat runkorakenteet tai kiinnikkeet, työkustannukset)
- uuden lämmöneristysrakenteen paksuudesta johtuvat ikkuna- ja oviaukkojen sekä perustus- ja yläpohjaliitosten muutokustannukset
- työmaavalvonnan ja rakennuttamisen kustannukset
- työmaan kate
- arvonlisävero.

Silloin kun julkisivukorjaus on joka tapauksessa tehtävä, paremman lämmöneristyksen lisäkustannus voi pienimmillään olla pelkkä materiaalikustannus.

Energiankäytöllä sekä energian hinnalla ja hintakehityksellä on suuri vaikutus elinkaarikustannuksiin. Koska energian hinnan ennustaminen vuosien päähän on epävarmaa,

elinkaarikustannukset voidaan arvioida esimerkiksi peruskorjausvälin perusteella. Energiakorjausten tarkasteluissa käytetään 30 vuoden ajanjaksoa.

Huolto- ja kunnossapitokustannuksia ei tavallisesti oteta huomioon elinkaarikustannuksia arvioitaessa, koska ne ovat yleensä yhtä suuret vertailtavissa rakentamistavoissa (esim. julkisivun korjaus ja lisälämmöneristäminen vs. uuden julkisivun rakentaminen).

4.2 Korjausinvestoinnin kannattavuuden laskenta

Lisälämmöneristämisen kaltaisten energiatehokkuusinvestointien kannattavuus voidaan laskea erilaisilla menetelmillä.

Yksityisen rakennuttajan kannalta selkein tapa on laskea *investoinnin suora takaisinmaksuaika*. Tällöin verrataan lisälämmöneristämällä saavutettavaa energiansäästöä ja sen myötä rahansäästöä lisälämmöneristämisen kustannuksiin. Tuloksena saadaan se aika vuosina, jona lisälämmöneristäminen maksaa itsensä takaisin energiansäästöstä aiheutuvan rahansäästön muodossa.

Nykyarvomenetelmä soveltuu pitkäaikaisten investointien elinkaaren aikaisen kannattavuuden laskentaan, kuten pelkän julkisivukorjauksen ja lisälämmöneristykseen kustannusten vertailuun. Menetelmässä investoinnin tuomat tuotot, eli esimerkiksi lisälämmöneristämisen aikaansaamat kustannussäästöt, diskontataan nykyarvoon. Lisälämmöneristäminen on kannattavaa, kun saavutetut kustannussäästöt ovat laskelman perusteella suuremmat kuin pelkän julkisivukorjauksen kustannukset.

Elinkaarikustannusten laskennassa voidaan ottaa huomioon myös jäännösarvo, joka tarkoittaa investoinnin arvoa investointiajanjakson lopulla. Jäännösarvon suuruuden arviointi on kuitenkin suhteellisen vaikeaa, joten se jätetään usein ottamatta huomioon laskennassa.

Elinkaarikustannusten laskentakorko eli diskonttokorko ottaa huomioon inflaation vaikutuksen rahan arvoon. Laskentakorkona voidaan käyttää reaalikorkoa, joka määrittyy nimelliskoron ja inflaation perusteella. Energiatehokkuusinvestoinnille voidaan asettaa lisäksi tuottovaatimus eli hyöty, joka on saavutettava määritellyn ajan kuluessa.

Elinkaaritaloudellisiin laskelmiin sisältyy epävarmuutta, sillä laskelmissa joudutaan aina ennakoimaan tulevaisuutta. Laskelmien tulee kuitenkin perustua realistisiin energiakorjausten kustannuksiin ja odotuksiin korjauksella saavutettavasta energiansäästöstä. Lisäksi koko hankinnan tulee perustua huolelliseen suunnitteluun ja toteutukseen, jotta itse rakenteisiin liittyvien virheiden osuus voidaan olettaa pieneksi.

Elinkaarilaskennan herkkyysoanalyysillä voidaan arvioida laskentaparametrien vaikutusta kannattavuuteen. Teknologian tutkimuskeskus VTT:n tutkimuksessa *Kosteusteknisesti toimivia korjausrakentamisen periaateratkaisuja* (VTT Technology 144) laskettiin erityyppisten rakennusten lisälämmöneristämisen elinkaarikustannukset seuraavasti:

- Peruslaskennan parametrit
 - lämpöenergian hinta 69 €/MWh
 - reaalikorko 1 %
 - energian hinnan nousu yleisen inflaation mukaan
 - pitoaika 30 vuotta.

- Herkkyysoanalyysi
 - pitoaika 20 tai 40 vuotta
 - energian hinta +2,0 %, +2,6 % ja +4,0 %
 - energiatehokkuuden investointikustannus -15 %
 - energiatehokkuuden investointikustannus +15 %
 - energiantarve -10 %.

Energiakorjausten herkkyysoanalyysistä eli laskennassa käytettävien parametrien vaikutusta kannattavuuteen on tarkasteltu VTT:n tutkimusraportissa⁵.

Sivujen 32 ja 33 taulukoissa 5 ja 6 on esimerkit julkisivun ja yläpohjan lisälämmöneristämisen kustannuksista eräässä 1972 rakennetussa taloyhtiössä.

⁵ Nieminen J., Kouhia I., Ojanen T. & Knuuti A. *Kosteusteknisesti toimivia korjausrakentamisen periaateratkaisuja*. VTT Technology 144, 2013.

Taulukko 5. Tyypillisen vuonna 1972 rakennetun betonirakenteisen kerrostalon julkisivukorjauksen ja lisälämmöneristämisen kustannukset, vaihtoehto 1. Kustannukset perustuvat toteutuneisiin korjaushankkeisiin ja asiantuntijalausuntoihin.

Rakennuksen kuvaus: – rakennettu 1972 – nettoala 1 740 m ² – ulkoseinien pinta-ala 1 190 m ² – yläpohjan pinta-ala 500 m ² .	Lämmityksen kokonaisenergia: – ennen lisälämmöneristämistä 796 MWh – ulkoseinien lisälämmöneristäminen 715 MWh – ulkoseinien ja yläpohjan lisälämmöneristäminen 675 MWh.		
Kustannukset €	Julkisivun välttämättömät korjauskustannukset	Energiätehokkuuden parantamisen kustannukset (yläpohjan lisälämmöneristämisen kulut sulkeissa)	Kaikki korjauskustannukset
Julkisivukorjaus, paikkaus ja pinnoitus	81 780		81 780
Julkisivun lämpörappaus, lisäkustannus		33 060	33 060
Sokkelin lisälämmöneristys + rappaus		13 920	13 920
Räystäiden korjaus 190 €/m		22 620	22 620
Välilliset kustannukset 30 %	24 360	20 880	45 240
Yläpohjan lisälämmöneristäminen		(8 500)	(8 500)
Alv. 24 %	25 474	21 715 (23 755)	47 189 (49 229)
Yhteensä	131 614	112 195 (122 735)	243 809 (254 349)

Taulukko 6. Tyypillisen vuonna 1972 rakennetun betonirakenteisen kerrostalon julkisivun uusimisen ja lisälämmöneristämisen kustannukset, vaihtoehto 2. Kustannukset perustuvat toteutuneisiin korjaushankkeisiin ja asiantuntijalausuntoihin.

Rakennuksen kuvaus: – rakennettu 1972 – nettoala 1 740 m ² – ulkoseinien pinta-ala 1 190 m ² – yläpohjan pinta-ala 500 m ² .	Lämmityksen kokonaisenergia: – ennen lisälämmöneristämistä 796 MWh – ulkoseinän lisälämmöneristäminen 715 MWh – ulkoseinän ja yläpohjan lisälämmöneristäminen 675 MWh.		
Kustannukset €/netto-m ²	Julkisivun välttämättömät korjauskustannukset	Energiätehokkuuden parantamisen kustannukset (yläpohjan energiatehokkuuden parantamisesta aiheutuvat kulut sulkeissa)	Kaikki korjauskustannukset
Julkisivun purku, alustan tasoitus ja ilmanpitävyyden parannus	177 480		177 480
Lämpörappaus (110 mm), ml. aukkodetaljit	177 480		177 480
Lisälämmöneristys 110 mm		34 800	34 800
Sokkelin lisälämmöneristys + rappaus		13 920	13 920
Räystäiden korjaus 190 €/m		22 620	22 620
Välilliset kustannukset 30 %	106 140	20 880	127 020
Yläpohjan lisälämmöneristäminen		(8 500)	(8 500)
Alv. 24 %	110 664	22 133 (24 173)	132 797 (134 837)
Yhteensä	571 764	114 353 (124 893)	686 117 (696 957)

Laskelmien perusteella esimerkkitalon energiakorjaukset ovat 30 vuoden tarkastelujaksolla kannattavia. Herkkyystarkastelun perusteella energiakorjauksen kustannusarvion kasvaminen ja lyhyempi pitoaika vaikuttavat voimakkaimmin kannattavuuteen.

Esimerkkitalojen elinkaaritarkastelun tuloksia ei kuitenkaan voida yleistää, vaan korjaushankkeen kustannukset ovat aina tapauskohtaisia. Kustannukset ja saavutettava hyöty riippuvat esimerkiksi rakennuspaikasta ja sen vaatimista toimenpiteistä, talotekniikkaratkaisuksista, niiden kunnosta ja toimivuudesta sekä rakennuksesta olemassa olevien suunnitelmien luotettavuudesta.

5

Kosteudenhallinta julkisivukorjauksissa

Rakenteiden kosteustekninen suunnittelu tarkoittaa kosteusriskien tunnistamista, niiden vaikutuksen rajoittamista ja rakenteen kuivumiskyvyn varmistamista. Rakentamisen *kosteudenhallinnan* tavoitteena on puolestaan tuottaa terveellinen ja turvallinen rakennus

- tunnistamalla kosteusriskit ja reagoimalla niihin
- jakamalla selkeästi vastuut kosteudenhallinnassa
- suojaamalla rakennustarvikkeet ja rakenteet riittävällä tavalla rakentamisen eri vaiheissa.

5.1 Julkisivurakenteiden kosteusriskien tunnistaminen

Rakenteiden kosteustekninen toimivuus

Valtaosan rakennusten kosteusvaurioista aiheuttavat

- sade- tai sulamisvesien pääsy rakenteisiin
- rakennuskosteus
- vedeneristysten puutteet
- vesivahingot.

Julkisivu- ja kattorakenteissa etenkin sadevesivuodot aiheuttavat paljon kosteusvaurioita. Vuodot johtuvat yleensä aina rakennusosien liitosten, läpivientien (tikkaiden kiinnitykset, valaisimet yms.) tiivistysten ja pellitysten puutteista. Tiiliverhotuissa julkisivurakenteissa voi myös esiintyä vuotoja, jotka ovat seurausta muurauslaastin ja tiilen huonosta tartunnasta tai saumarakenteen läpi tunkeutuvasta viistosateesta.

Teknologian tutkimuskeskus VTT:n tekemien yläpohjien kosteustutkimusten⁶ perusteella noin kolmasosaan ennen vuotta 1985 rakennettujen rakennusten loivista katoista on kärsinyt jonkinasteisista kosteusongelmista. Käytännössä kaikkien vanhan rakennuskannan loivien kattojen vedeneristykset ovat tutkimuksen mukaan uusittu vähintään kerran. Tehdyillä korjauksilla on parannettu liikuntasaumojen, katon ylösnostojen ja

⁶ Nieminen, J.: *Yläpohjarakenteiden lisäeristäminen ja kuivatus*. Tiedotteita 869. VTT, Espoo 1988.

läpivientien vedenpitävyyttä sekä katteiden käyttöolosuhteita. Samalla uudet katteet, erityisesti kumibitumikermat, ovat lisänneet vedeneristyksen kestävyyttä ulkopuolisia mekaanisia rasituksia vastaan.

Harjakattojen keskeisin riski liittyy ullakkotilojen puutteelliseen tuulettumiseen ja yläpohjan huonosta ilmanpitävyydestä johtuvaan kostean sisäilman virtaamiseen ullakkotiloihin. Harjakattoisen yläpohjan lisälämmöneristäminen voi kuitenkin entisestään pienentää ullakkotilan tuulettumista ja hidastaa rakenteiden kuivumista. Harjakatot ovat yleensä vanhoja loivia kattoja varmatoimisempia, mutta niidenkin detaljirakenteiden toteutuksella on suuri merkitys katon sateenpitävyyteen.

Ennen rakennuksen lisälämmöneristämistä on syytä tehdä kunnollinen rakenteita ja talotekniikkaa koskeva kuntotutkimus. Rakenteissa todetut vauriot, niiden syyt ja seuraukset sekä rakenteiden kosteus on otettava huomioon korjausratkaisuja suunniteltaessa ja toteutettaessa.

On hyvä muistaa, että lisälämmöneristäminen vaikuttaa kosteuden siirtymiseen rakenteessa. Rakenteen ulkopintaan tehty lisälämmöneristys kohottaa alkuperäisen rakenteen lämpötilaa talvikaudella, jolloin rakenteessa oleva kosteus pyrkii siirtymään ulospäin. Vaikka alkuperäinen rakenne pyrkiikin kuivumaan, kuivuminen ei poista rakenteessa olevia kosteus- ja mikrobivaurioita. Lisälämmöneristäminen tulee sen vuoksi pääsääntöisesti tehdä rakenteen ulkopuolelle.

Rakenteen sisäpuolinen lämmöneristäminen johtaa useissa tapauksissa ratkaisuihin, jotka voivat lisätä rakenteiden kostumisen ja homehtumisen riskiä. Tämä johtuu siitä, että sisäpuolinen lämmöneristys laskee alkuperäisen rakenteen lämpötila. Sisäilmasta rakenteeseen kulkeutuva vesihöyry tiivistyy silloin herkemmin alkuperäiseen rakenteeseen.

Onnistunut lisälämmöneristäminen edellyttää rakennuksen julkisivu- ja kattorakenteiden tiivistämistä ilmapuotojen estämiseksi. Myös ilmanvaihdon toimivuus tulee selvittää ja painovoimaisen ilmanvaihdon tapauksessa tulee etsiä ratkaisuja, joilla ilmanvaihto saadaan toimimaan korjatussa rakennuksessa. Lisäksi lämmitysverkostoon on tehtävä perussäätö, koska lisälämmöneristäminen pienentää rakennuksen lämmitystarvetta.

Korjausratkaisujen homehtumisherkkyyden arviointi

Niin sanotun *homehtumisherkkyyden arvioinnin* tarkoituksena on osoittaa korjausperiaatteesta, rakentamistavasta ja rakentamisen laadusta johtuvia mahdollisia riskejä rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen tueksi.

Rakenteiden homeenmuodostuksen riskejä voidaan arvioida rakenteiden kosteusteknisen toimivuuden perusteella. Arvioinnissa voidaan käyttää apuna myös Teknologian tutkimuskeskus VTT:n kehittämää homeenkasvun mallia. Malli perustuu rakenteen pitkäaikaisiin (5 vuotta) lämpötilan ja kosteuden vaihteluihin. Materiaalit voidaan sen mukaan jaotella homehtumisherkkyytensä perusteella neljään luokkaan (ks. taulukko 7).

Taulukko 7. Rakennusmateriaalien homehtumisherkkyys. Lähde: Viitanen, H, Ojanen, T. *Improved Model to Predict Mold Growth in Building Materials.*

Luokka	Homehtumisherkkyden taso
1. Erittäin herkkä	Taso vastaa käsittelemätöntä männyn pintapuuta.
2. Herkkä	Taso vastaa tyypillisesti puupohjaisia tai paperipintaisia tuotteita, höylättyä kuusta ja kipsilevyä.
3. Kohtalaisen kestävä	Taso vastaa sementti- ja muovipohjaisia materiaaleja sekä mineraalivil-latuotteita.
4. Kestävä	Taso vastaa lasi-, metalli- yms. pintoja sekä materiaaleja, jotka on käsitelty homeenkasvua estävillä tuotteilla.

Homeriskin arvioinnissa otetaan huomioon tarkastelukohdan lämpötilan ja suhteellisen kosteuden vaihteluiden aiheuttama homeen kasvun taantuma – siis kasvun heikkeneminen.

Lisäksi homehtumisherkkyden tulkinnassa on otettava huomioon tarkastelukohdan sijainti rakenteessa. Rakenteen sisäpintaa lähellä olevissa kerroksissa ei saa kasvaa homeetta sisäilmastovaikutusten johdosta.

Rakenteen uloimpien kerrosten homeriskin kohonnut taso ei merkitse sitä, että rakenne olisi toimimaton. Lisälämmöneristetyssä rakenteessa ulkopinnan lähellä olevat kerrokset ovat alkuperäiseen rakenteeseen verrattuna useamman kerroksen päässä sisäilmasta. Siten uloimpien kerrosten homeriskin vaikutukset ovat pienempiä kuin alkuperäisessä rakenteessa. Rakenteen tulee kuitenkin olla ilmanpitävä, jotta ilma ei pääse virtaamaan rakenteen läpi ulkoa sisälle ja aiheuttamaan sisäilmaongelmia. Homeriskiä voidaan myös pienentää julkisivurakenteiden valinnalla.

5.2 Rakennustyömaan kosteudenhallinta

Mitä kosteudenhallinnalla tarkoitetaan?

Rakennustyömaan *kosteudenhallinnan* tavoitteena on

- estää kosteusvaurioiden synty
- varmistaa, että korjattavat rakenteet pysyvät kuivina tai kuivuvat tavoitekosteustilaansa ilman aikatauluviivytyksiä
- vähentää rakenteiden kuivatustarvetta ja materiaalihukkaa.

Korjaussuunnittelun yhteydessä tulee suunnitella julkisivutyömaan sää- ja olosuhdesuojaus, jotta rakenteiden kuivuminen ylipäättään olisi mahdollista. Rakenteet tulee suunnitella siten, että liiallisen kosteuden pääsy rakenteisiin estyy ja samalla ylimääräisen rakenteiden kuivattaminen mahdollistuu. Lisäksi vähintään kerrostalokohteissa työmaalle on syytä laatia kosteudenhallintasuunnitelma.

Kosteudenhallintasuunnitelma

Uudisrakentamisen ja julkisivujen lisälämmöneristämisen rakennusluvan ehtona voi olla työmaan *kosteudenhallintasuunnitelman* laatiminen. Kosteudenhallintasuunnitelma on pääurakoitsijan laatima ja rakennuttajan hyväksymä projektiokohtainen suunnitelma, jossa määritetään kosteudenhallinnan vastuut sekä urakoitsijan toimenpiteet ja seurantatavat kosteusriskien hallintaan.

Lain mukaan kosteudenhallintasuunnitelmaan on sisällyttävä tieto toimenpiteistä, joilla rakennusaineet ja -tuotteet sekä rakennusosat suojataan sään aiheuttamilta tai työmaan olosuhteista johtuvilta haittavaikutuksilta, sekä toimenpiteistä, joilla kosteuden suojaus toteutetaan ja rakenteiden kuivuminen varmistetaan (ks. ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 216/2015, 15 §).

Yleensä kosteudenhallintasuunnitelmaan sisällytetään ainakin tiedot seuraavista:

- 1) kosteudenhallinnan organisointi, seuranta ja valvonta
- 2) kosteusriskien kartoitus
- 3) työmaaolosuhteiden hallinnan suunnittelu
- 4) kosteusmittausuunnitelma.

Kosteudenhallinnan organisointi, seuranta ja valvonta ovat pääurakoitsijan vastuulla ja osa työmaan laadunvarmistussuunnitelmaa. Urakkasopimuksessa ja sen liitteissä sovi-taan eri osapuolten tehtävät ja vastuut kosteudenhallinnan osalta.

Kosteusriskien kartoituksen tarkoituksena on selvittää kosteusriskeihin vaikuttavat ratkaisut detaljeineen, materiaalit sekä rakenteiden suojaustarpeet. Kosteuden vaikutukset rakenteisiin ja materiaaleihin riippuvat rakenteiden ja materiaalien kosteudenkestävyydestä ja kuivumisominaisuuksista. Rakennusmateriaalit ja rakenteet voivat sisältää rakennuskosteutta, eli valmistuksen jäljiltä materiaaliin jäänyttä kosteutta, joka useimmiten kuivuu aiheuttamatta rakenteelle tai sen ympäristölle ongelmia. Kuivuminen voi kuitenkin olla liian hidasta suhteessa rakenteen kosteudensietokykyyn. Tällainen on tilanne esimerkiksi huonosti tuulettuvissa kevyissä ulkoseinä rakenteissa, joissa tuulen sulun vesihöyrynläpäisevyys on pieni.

Työmaaolosuhteiden hallinnan suunnittelun tarkoituksena on määritellä toimenpiteet, joilla estetään rakenteiden ja rakennusmateriaalien kastuminen rakennustyömaalla sekä luodaan rakennuskohteeseen optimaaliset olosuhteet materiaalien ja rakenteiden kuivana pysymiselle. Rakennusmateriaalien kosteustaso ei saa kasvaa varastoinnin, kuljetuksen ja asennustöiden aikana. Materiaalit tulee suojata kosteudelta aina julkisivun valmistumiseen saakka. Kaikki ylimääräinen kosteus tulee kuivata materiaaleista ennen niiden asennusta, tai materiaalit on vaihdettava kuiviin.

Kosteudenmittaussuunnitelman avulla pyritään varmistamaan, ettei korjattuun tai säilytettävään rakenteeseen jää haitallista kosteutta. Suunnitelmassa esitetään

- mittausaikataulu ja mittauspisteet
- hyväksyttävät kosteustasot
- mittausmenetelmä.

Alkuperäisen rakenteen kosteuden mittauksessa voidaan käyttää ainetta rikkovia menetelmiä. Uusitun julkisivun kosteus joudutaan luonnollisesti mittaamaan ainetta rikkomattomin menetelmin, ellei käytetä rakennusvaiheessa rakenteisiin asennettavia ja sinne jätettäviä kosteusantureita. Kosteusmittaukset tulee teettää mittauksiin perehtyneellä ammattilaisella.

Rakennustyömaan suojaus

Rakennustyömaan kosteudenhallinta kulminoituu korjauskohteen (työmaan) suojaukseen sateelta ja tuulelta. Rakennustyömaan on kastumisen ja vaurioiden välttämiseksi tärkeää suojata asianmukaisesti kaikkina vuodenaikoina.

Seuraavan sivun kuvissa 22–23 on kaksi esimerkkiä suojauksista rakennustyömaalla.



Kuva 22. Rakennuksen sääsuojaus julkisivuremontin aikana. Kuva: Pentti Hokkanen / YHA Kuvapankki



Kuva 23. Rakennuksen sääsuojaus parvekesaneeraustyömaalla. Kuva: Pentti Hokkanen / YHA Kuvapankki

6

Julkisivukorjauksen hankesuunnittelu

Korjaushankkeen kustannukset toteutuvat pääosin rakennusvaiheessa, mutta ne määrytyvät lähes kokonaan hankesuunnitteluvaiheessa. Hankesuunnittelua käsitellään sen vuoksi lyhyesti seuraavassa.

Korjaushankkeen – myös lisälämmöneristämistä sisältävän julkisivu- tai kattokorjauksen – hankesuunnitteluvaiheessa valitaan hankesuunnittelija ja laaditaan korjaushankkeen hankesuunnitelma. Hankesuunnitelmassa määritellään hankkeen laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja ylläpitoa koskevat tavoitteet sekä hankkeen läpiviennille asetetut tavoitteet.

Hankesuunnittelun päävaiheet ovat karkeasti hankesuunnittelun organisointi ja hankesuunnitelman laatiminen.

6.1 Hankesuunnittelun organisointi

Taloyhtiön hallituksen tehtäviin kuuluu **päittää, miten hankesuunnitteluvaihe organisoidaan** eli toteutetaan. Hallitus valitsee hankkeelle hankesuunnittelijan ja tarvittaessa rakennuttamisesta vastaavan projektinjohtajan.

Projektinjohtajan valinta hankesuunnitteluvaiheen alussa on suositeltavaa etenkin vaativissa korjaushankkeissa. Tällaisia hankkeita ovat muun muassa julkisivukorjaus asuinkerrostalossa ja useiden taloyhtiöiden yhteinen ryhmäkorjaus.

Projektinjohtajan hankesuunnitteluvaiheen tehtäviin voi kuulua esimerkiksi

- soveltuvien hankesuunnittelijoiden kartoitus ja tarjoushalukkuuden selvitys
- tarjouspyyntö- ja sopimusasioiden hoitaminen
- hankesuunnittelun ohjaus ja valvonta.

Ehdotuksen soveltuvista projektinjohtajista tekee yleensä isännöitsijä.

6.2 Hankesuunnitelman laadinta

Hankesuunnittelijan tehtävät

Hankesuunnittelija kokoaa tarvittavat selvitykset ja laatii julkisivikorjausta koskevat ehdotukset ottamalla huomioon taloyhtiön asettamat tavoitteet ja viranomaisten (rakennusvalvonta, museovirasto jne.) vaatimukset.

Hankesuunnittelijan tehtäviin kuuluvat tavallisesti

- kiinteistön perustietojen kokoaminen
- nykytilan, korjaustarpeen ja lisätutkimustarpeiden toteaminen
- soveltuvien korjausvaihtoehtojen selvitys ja riskianalyysojen laadinta
- alustavien toteutusmuotojen selvitys ja vertailu
- alustavan hankeaikataulun laadinta
- hanke- tai elinkaarikustannusarvioiden laadinta
- tarvittaessa rahoitusvaihtoehtojen ja avustusten selvittäminen.

Hankesuunnitteluvaiheeseen kuuluu myös rakennuslupaedellytysten selvittäminen rakennusvalvontaviranomaisilta.

Tekniset selvitykset

Hankesuunnitteluvaiheessa voidaan joutua teettämään kuntotutkimuksia, jotta esite-tyille korjausvaihtoehdoille saadaan riittävät perusteet. Kuntotutkimusten avulla löydetään soveltuvat korjausvaihtoehdot sekä kartoitetaan niihin liittyvät riskit ja epävarmuustekijät. Kuntotutkimusta tekevien palveluntuottajien valinnassa kannattaa aina painottaa pätevyyttä.

Hankesuunnitteluvaiheessa tulee selvittää myös, mitä korjauksia tai uusimisia on tarkoituksenmukaista tehdä samanaikaisesti ja mitä tiettyinä ajankohtina myöhemmin taloyhtiön strategian mukaisesti.

Alustava toteutusmuotojen selvitys

Toteutusmuoto tarkoittaa tapaa, jolla korjaustyöt organisoidaan. Taloyhtiöiden korjaushankkeissa voidaan käytännössä valita neljästä perustoteutusmuodosta. Käytössä ovat seuraavat toteutusmuodot:

- kiinteähintainen kokonaisurakka hintakilpailulla
- kiinteähintainen suunnittelun sisältävä urakka (ST-urakka, KVR) hinta- ja ratkaisukilpailulla
- tavoitehintainen projektinjohtourakka hinta- ja laatukilpailulla

- tavoitehintainen ja kannustejärjestelmällä täydennetty yhteistoimintaurakka kilpailullisella neuvottelumenettelyllä.

Näistä toteutusmuodoista on aina mahdollista poiketa. Niitä voidaan myös yhdistellä, kunhan se on perusteltua ja siihen löytyy tarvittavaa osaamista.

Lisätietoa toteutusmuodoista löytyy muun muassa Juha Salmisen kirjasta *Toteutusmuodot taloyhtiön korjaushankkeissa* (Kiinteistöalan Kustannus Oy, 2015).

Tiedotustilaisuus

Taloyhtiössä kannattaa järjestää hanketta koskeva tiedotustilaisuus hankesuunnittelu- vaiheen selvitysten valmistumisen jälkeen ennen yhtiökokousta. Tiedotustilaisuudessa osakkaille kerrotaan

- mihin tekniseen ongelmaan ratkaisua haetaan ja miten
- mitä vaihtoehtoja on tarjolla ja miltä ne näyttävät
- mitä eri vaihtoehdot osakkaalle ja yhtiölle maksavat.

Tilaisuuden ideana on antaa osakkaille ennakkotietoa muun muassa korjausvaihtoehtoista. Samalla taloyhtiön hallitus voi muodostaa näkemyksen osakkaiden mielipiteistä ja siitä, mikä toteutusvaihtoehtoista on yhtiökokouksessa saamassa enemmistön kannatuksen.

Hankesuunnitelma

Hankesuunnittelija laatii taloyhtiön yhtiökokoukselle ehdotuksen hankesuunnitelmaksi. Hankesuunnitelma voi sisältää esimerkiksi

- kohteen perustiedot
- yhteyshenkilöiden tiedot
- korjausvaihtoehdot yksilöitynä riskianalyyseineen
- tiedot viranomaisvaatimusten täyttymisestä
- elinkaarikustannusarvion tai hankekustannusarvion
- käyttöikäarvion
- alustavan toteutusaikataulun ja korjausten vaiheistuksen
- alustavan toteutusmuodon ja työmaajärjestelyt
- alustavan viestintäsuunnitelman
- mahdollisesti hankkeen rahoitussuunnitelman.

Hankesuunnitelma voi olla suppea tai laaja. Suppea hankesuunnitelma laaditaan yksittäisen rakennusosan tai järjestelmän korjaamista varten. Laaja hankesuunnitelma laaditaan taas useiden rakennusosien ja järjestelmien korjaamista tai uusimista ja niiden ajallista yhteensovittamista varten.

Hankesuunnitteluvaiheen tuloksena saadaan hyväksytty hankesuunnitelma ja investointipäätös eli päätös suunnitteluvaiheen aloittamisesta.

Hankesuunnitelma kertoo osakkaiden tahdon, vaikka hankkeen lopullisesta käynnistämisestä päätetään vasta urakkakilpailun jälkeen pidettävässä yhtiökokouksessa. Hankesuunnitelma on tärkeä asiakirja, josta suunnittelijat saavat tarvittavat lähtötiedot oikein mitoitettun suunnittelutarjouksen laadintaan.

Kirjallisuutta

- Nieminen, J. & Kouhia, I. *Hyvin eristetyin loivan katon toimivuus ja vaatimukset*. Tiedotteita 1979. VTT, 1999. Saatavilla osoitteesta: www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/1999/T1979.pdf
- Nieminen, J. *Yläpohjarakenteiden lisäeristäminen ja kuivatus*. Tiedotteita 869. VTT, 1988.
- Nieminen, J., Kouhia, I., Ojanen, T. & Knuuti, A. *Kosteusteknisesti toimivia korjausrakentamisen periaateratkaisuja*. VTT Technology 144, 2013.
- Suomen rakentamismääräyskokoelma. Osa D3, Rakennusten energiatehokkuus*. Ohjeet 2012. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.
- Suomen rakentamismääräyskokoelma. Osa D5, Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta*. Ohjeet 2012. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.
- Toimivat katot 2013*. Kattoliitto ry, 2013.
- Viitanen, H., Ojanen, T. *Improved Model to Predict Mold Growth in Building Materials*. Saatavilla osoitteesta: http://www.ornl.gov/sci/buildings/2012/Session%20PDFs/162_New.pdf
- Virta, J. & al. *Taitava tilaaja – pätevä palveluntuottaja*. Suomen Kiinteistöliitto ja Rakennusteollisuus RT, 2012.
- Virta, J. & Ojajärvi, M. *Taloyhtiön korjaushanke – Hallinto ja viestintä*. Kiinteistöalan Kustannus Oy, 2009.
- Virta, J. & Pylsy, P. *Taloyhtiön energiakirja*. Kiinteistöalan Kustannus Oy. 2011.
- Virta, J. *Korjausrakentamispalveluiden hankintaopas taloyhtiöille*. Rakentamisen Laatu RALA ry, 2015.
- Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Ympäristöministeriön määräyskokoelma, YMa 4/13.
- Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä (216/2015). Suomen säädöskokoelma.