

Lisälämmöneristämisen hyvät periaatteet

Rakenteiden korjausten yhteydessä on niiden lämmöneristystasoa tyypillisesti parannettava. Suomen ilmastossa varmin ratkaisu on vanhan rakenteen lisälämmöneristäminen ulkoa päin. Sisäpuolinen lisälämmöneristäminen edellyttää huomattavasti kattavampaa kosteusteknisen toimivuuden varmistusta suunnittelussa ja toteutuksessa.

Lämmöneristämisen tavoitetasot korjausrakentamisessa

Kun korjausrakentamisessa valitaan rakennusosa- ja järjestelmäkohtaisten vaatimusten menetelmä, edellyttää rakennusvaipan korjaus korjattavien rakenteiden lämmönläpäisykertoimen (U-arvon) puolittamista (4/13 Ympäristöministeriön asetus). Tämän lisäksi U-arvoille on asetettu rakenneosakohtaisen maksimiarvo. Poikkeuksena on mm. suojellut kohteet tai kun korjaustoimenpide voidaan erikseen osoittaa kannattamattomaksi.

Rakennuksen lämmöneristystason parantaminen on perusteltua myös rakennuksen omistajan ja käyttäjän kannalta. Rakennusmääräysten vaatimukset kuvaavat energiatehokkuuden parantamisen minimitasoa. Tätä parempi korjaustason valinta voi olla monissa tapauksissa perusteltua.

Rakennusvaipan lämmöneristystaso vaikuttaa suoraan rakennuksen energiankulutukseen. Vanhan rakennuksen ulkovaipparakenteiden lisälämmöneristäminen on muun korjausrakentamisen yhteydessä toteutettuna tyypillisesti taloudellisesti perusteltua. Parantunut lämmöneristystaso vähentää rakenteiden sisäpintojen alhaisten lämpötilatasojen aiheuttamaa vedontunnetta ja siten edistää sisäilman termisten viihtyisyysolojen hallintaa. Lisäksi rakennuksen parantunut energialuokitus on eräs kiinteistön arvoon vaikuttavia tekijöitä.

Rakennusvaipan energiatehokkuuden parantamisen edellytykset

Rakenteen lisälämmöneristäminen merkitsee aina muutoksia rakenteen lämpö- ja kosteuskentissä. Näiden muutosten vaikutukset on tunnettava, jotta lisäeristämisen toteutus voidaan tehdä tarkoituksenmukaisella tavalla. Tärkeintä on varmistaa korjatun rakenteen kosteustekninen toimintavarmuus.

Korjausrakentamisessa on lähtökohtana oltava vanhan rakennuksen toiminnan parantaminen kaikilta osin. Korjauksen suunnittelussa ja toteutuksessa on varmistuttava, että kosteustekninen toimivuus pysyy vähintään yhtä turvallisena kuin toimivaksi todetulla vanhalla rakenteella. Mahdolliset kosteusvauriot ja niiden syyt on selvitettävä ja korjauksessa on ensisijaisesti varmistettava näiden syiden ja niiden aiheuttamien kosteusvaurioiden ja -riskien poisto. Vasta tämän jälkeen voidaan arvioida energiatehokkuuden parantamisen tavoitetasoja.

Korjauksissa on otettava huomioon paitsi korjattavan rakenteen tai järjestelmän toiminta myös korjauksen vaikutus muiden järjestelmien toimintaan ja sisäilmaan. Rakenteiden lisälämmöneristäminen vaikuttaa usein myös ilmatiiviyteen. Rakennuksen ilmatiiviyden parantaminen on tarkoituksenmukaista, koska hallitsemattomien vuotoilmavirtausten lämpöhäviöt ja niiden aiheuttama veto pienenee ja rakennuksen painesuhteita voidaan hallita paremmin kuin

epätiivin rakennuksen tapauksessa. Tällöin on kuitenkin varmistettava, että rakennuksen eri osiin saadaan riittävä korvausilmamäärä, vanhan rakennuksen ilmanvaihdon toimivuus on voinut perustua ilmaa vuotaviin rakenteisiin.

Lämmöneristystason parantamisen toteutustavat

Olemassa olevan rakenteen lämmöneristystason parantaminen voidaan tehdä lisäämällä uusi lämmöneristekerros vanhan rakenteen sisä- tai ulkopintaan tai vaihtamalla olemassa oleva lämmöneriste uuteen.

Vanhan lämmöneristeen uusiminen voi olla perusteltua, jos rakenteesta joudutaan uusimaan esimerkiksi koko ulkokuori. Tällainen korjaus on lisäeristämistä työläämpi toimenpide. Vanhan lämmöneristeen painuminen, sen muut dimensiomuutokset tai alkuperäisen toteutuksen puutteet ovat voineet heikentää rakenteen lämmöneristyskykyä merkittävästi siitä, mitä se on laskennallisesti. Nämä toimivuuden puutteet on syytä huomioida valittaessa korjaustapaa. Uuden lämmöneristeen ominaisuudet ovat useimmiten huomattavasti alkuperäisen lämmöneristeen ominaisuuksia paremmat. Merkittävä U-arvon parannus voidaan saavuttaa jo pelkästään lämmöneriste uusimalla, mutta yleensä lämmöneristeen paksuutta kasvatetaan vanhaan verrattuna.

Lisälämmöneristeen paikan merkitys

Rakenteiden korjauksissa on varmistettava, että niiden kosteustekninen toimivuus on korjauksen jälkeen turvallinen. Ulkopuolinen lisälämmöneristys on turvallisin ja toimivin ratkaisu.

Kun lisälämmöneristys asennetaan rakenteen olemassa olevan rakenteen ulkopintaan, saadaan sisäpuolelle jäävän vanhan rakenteen lämpötilatasoa nostettua ja se jää uuden rakenneosan suojaan. Vanhan rakenteen ominaisuuksista riippuu millainen kosteuskuormitus sisäilmasta aiheutuu uuteen rakenneosaan. Vanhan rakenteen kerrokset kuivuvat pääsääntöisesti ulospäin uuden lämmöneristeen ja sen ulkopuolisen kerroksen (esimerkiksi tuulensuojalevy, rappaus tai ulkokuori) läpi.

Suurimmat kosteusrasitukset kohdistuvat ulkokuoreen, mikä on kosteusteknisen toimivuuden kannalta kriittisintä aluetta. Sisäpuolelta tähän kohdistuu rakenteen kautta tuleva kuormitus ja ulkopuolelta säärasitus, mm. viistosade. Uuden ulkopuolisten rakennekerrosten vesihöyrynläpäisevyys vaikuttaa rakenteen kuivumiskykyyn. Koska uusi ulkokerros eristeineen voidaan toteuttaa halutulla tavalla yhtenäisenä ja tarkoituksenmukaisista materiaaleista, on sen toimivuus vanhaa rakennetta paremmin tunnettu ja se voidaan suunnitella vastaamaan parhaalla tavalla rakenteen toimivuusvaatimuksiin.

Sisäpuolisessa lisälämmöneristämisessä vanhan rakenteen höyrynsulku voi aiheuttaa kosteusriskin. Rakenteessa ei saa olla kahta höyrytiivistä kerrosta, joiden välissä on orgaanista materiaalia. Useissa tapauksissa olemassa oleva höyrynsulku tulisi poistaa ja uuden lämmöneristekerroksen sisäpuolelle tulisi asentaa riittävän höyry- ja ilmatiivis kerros. Yleispätevää oikeaa ratkaisua ei ole, höyrynsulun paikka määräytyy vanhan ja uuden rakenneosan lämmönsiirtovastusten perusteella.

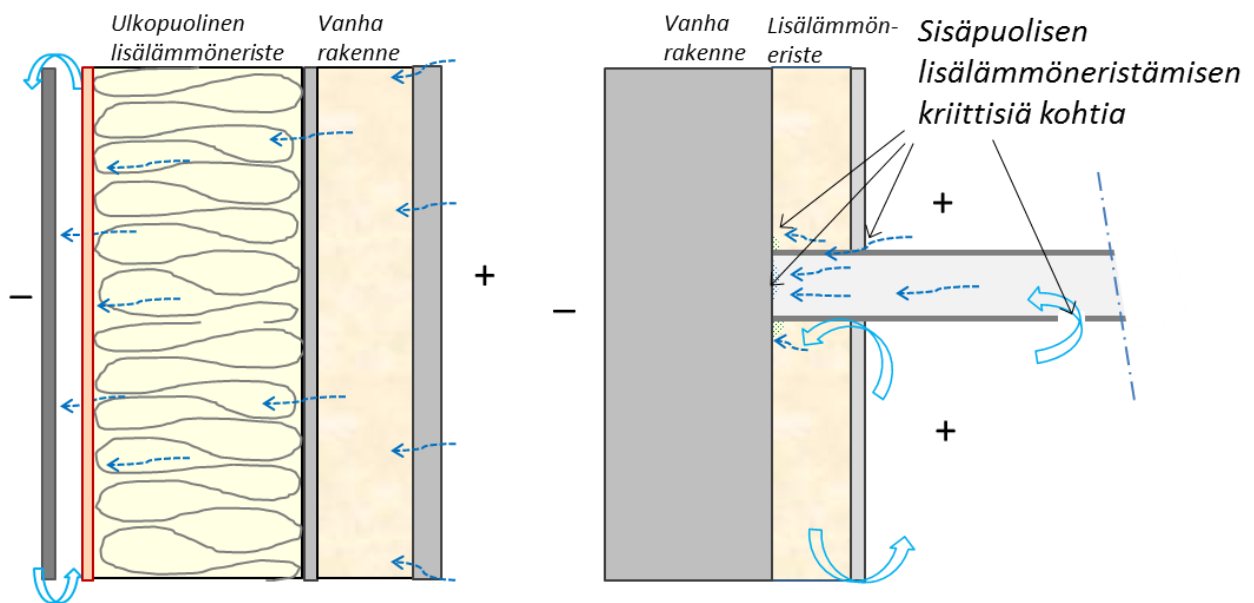
Sisäpuolisessa lisälämmöneristämisessä on suurimpana ongelmana rakenteiden detaljit, esimerkiksi eri rakenteiden liitokset. Uutta sisäpuolista lämmöneristettä ei yleensä voi tehdä yhtenäisenä, jatkuvana kerroksena, koska välipohjat ja –seinät yms. liitosdetaljit muodostavat uuden

lämmöneristeen läpäiseviä kerroksia. Tämän takia rakenteeseen jää kylmäsiltoja, mikä heikentää lisälämmöneristykseen vaikutusta rakenteen U-arvoon.

Kosteusteknisen toimivuuden varmistaminen sisäpuolisessa lisälämmöneristämässä on lämpötekniistä toimivuutta suurempi haaste. Epäyhtenäinen uusi lämmöneristekerros ja sen sisäpuoliset verhoukset tulee tiivistää viereisiin rakennusosiin mahdollisimman hyvin. Jos uusi lämmöneriste jää reunoiltaan huonosti tiivistetyksi, voi tämän liitoskohdan kautta tunkeutua kosteutta rakenteen kylmiin kohtiin lisäeristeen ja vanhan rakenteen rajalle. Riippuen vanhan rakenteen vesihöyrynvastuksesta, voi kosteus alkaa kertyä rakenteeseen paikallisesti.

Vesihöyryn paikallista diffuusiota suuremman riskin aiheuttaa kosteuden konvektio rakenteeseen. Tämä tilanne esiintyy tapauksissa, joissa ilmavirtaus muodostaa konvektiosilmukan sisäilmasta uuden sisäpuolisen lämmöneristeen tiivistämättömien reunojen ja takapinnan epäideaalisen liitoskohdan kautta rakenteeseen ja takaisin sisäilmatilaan. Ilmavirtauksen käyttövoimana toimii lämpötilaero ilman jäätyessä virratessaan rakenteen kylmissä osissa. Konvektion vaikutus kosteuden siirtymiseen rakenteen kylmiin kohtiin voi olla huomattavasti vesihöyryn diffuusiota suurempi. Sisäpuolisen konvektioriskin tekijöitä ja merkitystä on arvioitu tutkimuksessa, josta on tehty useita julkaisuja (mm. Ojanen & Simonsson 1995, Kokko & Ojanen 1996). Kuvattu konvektioriski voidaan välttää sisäpuolisen eristyksen huolellisella asennuksella ja liitoskohtien tiiviiden varmistamisella.

On kohteita, joissa ulkopuolista lisäeristämistä ei voida tehdä esimerkiksi suojellun julkisivun takia tai muista syistä. Uusi sisäpuolinen lämmöneristekerros sisäverhouksineen voidaan saada riittävällä suunnittelulla ja huolellisella toteutuksella toimivaksi. Riskitekijäksi voi edelleen jäädä välipohjien ja -seinien sisäpuolella kulkeutuva kosteus. Usein kosteus pääsee kulkeutumaan näiden rakenteiden sisäosissa ja siten sen on mahdollista kerääntyä kylmiin kohtiin uuden lämmöneristeen läpi ulottuvissa kohdissa. Korjausrakentamisen vaikeutena on varmistaa näiden rakenteiden riittävä ilma- ja höyrytiiviyys ympäröiviin tiloihin päin. Esimerkiksi johdotukset ja muut läpiviennit vaikeuttavat tätä toteutusta käytännössä. Kuvassa esitetään korjausrakenteissa mahdollisia kosteus- ja ilmavirtoja ulko- ja sisäpuolisen lisälämmöneristämisen tapauksissa.



Kuva. Ulkopuolinen lisälämmöneristys mahdollistaa yhtenäisen eristekerroksen ja vanhan rakenteen toimivuuteen sopivan uuden julkisivurakenteen toteutuksen (vasen kuva). Sisäpuolisen lisäeristämisen riskit liittyvät uuden lämmöneristeen läpäisevien detaljien tiivistyksen suunnitteluun ja toteutukseen (oikean puoleinen kuva).

Lämmöneristeen valintaan vaikuttavia tekijöitä

Rakennusfysikaalisen toimivuuden varmistaminen voi edellyttää uudelta lämmöneristekerrokselta erityisiä ominaisuuksia. Kosteudenläpäisevyyden osalta vaatimustaso riippuu mm. vanhan ja uuden rakennekerroksen lämmönsiirtovastusten suhteesta. Vanhan ja uuden kerroksen rajapinnalle ei saa muodostua sellaisia olosuhteita, jotka voivat aiheuttaa kosteuden kerääntymistä.

Kun uuden ulkopuolisen lämmöneristyskerroksen lämmönsiirtovastus on huomattavan suuri vanhaan sisäpuoliseen rakenteeseen verrattuna (tyypillisesti vähintään kolminkertainen), voivat uusi lämmöneriste ja muut uudet materiaalikerrokset olla sisäpuolisen kosteuskuormituksen kannalta vaikka täysin diffuusiotiiviitä. Tällöin rajapinnan lämpötilataso pysyy sisäilman kosteustasoon verrattuna niin korkeana, ettei ole vaaraa kosteuden kerääntymisestä rajapinnalle normaaleilla asuinhuoneistojen sisäilman kosteuskuormilla.

Kun uuden ja vanhan rakenneosan lämmönsiirtovastukset ovat samaa suuruusluokkaa (U-arvon parannus esimerkiksi 50 %:lla), on uuden ulkopuolisen kerroksen vesihöyrynvastuksen oltava sellainen, että vanhan rakenteen kautta sisäilmasta tuleva kosteuskuorma saadaan turvallisesti kuivattua ulospäin uuden rakenneosan kautta. Tämä vaatimus vaikuttaa kaikkiin uuden rakenneosan materiaalikerrokseen ja se voi edellyttää myös uudelta lämmöneristeeltä riittävää kosteuden läpäisevyyttä vesihöyryn diffuusiona. Vaatimustasot riippuvat erityisesti sisäpuolisesta vanhasta rakenteesta ja uuden eristeosan muista kerroksista sekä kosteuden kuivumisen järjestämisestä; onko uusi rakenne tuuletettu vai esimerkiksi rapattu.

Mineraalivilla on eräs varmimpia valintoja silloin, kun uuden ulkopuolisen lisälämmöneristeen tulee olla mahdollisimman hyvin kosteutta läpäisevä. Sen vesihöyryn diffuusiovastus on vain hieman suurempi kuin paikallaan olevalla ilmakerroksella. Mineraalivillaeristeen avulla voidaan tehokkaasti toteuttaa esimerkiksi uratuuletusratkaisuja, koska kosteus siirtyy lämmöneristeessä tehokkaasti pienenkin potentiaalieron (lämpötilaeron aiheuttama vesihöyryn osapaine-ero) vaikutuksesta tuuletusuriin ja edelleen ulos rakenteesta. Hyvä kuivumiskyky parantaa rakenteen toimintavarmuutta, mikä on tarpeen jos rakenteeseen voi kohdistua vanhan rakenteen kautta tai ulkoilmasta peräisin olevia ylimääräisiä kosteuskuormia.

Hyvää kuivumiskykyä edellyttävissä tapauksissa tuuletetut ratkaisut ovat suositeltuja. Rakenteiden tuuletus on hyvä tapa lisätä kosteusteknistä toimintavarmuutta. Tuuletettujen ratkaisujen toimivuus riippuu lämmöneristeen lisäksi tuulensuojakerroksen ominaisuuksista. Vaadittavia ominaisuuksia ovat riittävän tuulensuojauksen lisäksi hyvä vesihöyryn läpäisevyys ja paloturvallisuus. Nykyisin markkinoilta olevat mineraalivillasta valmistetut pinnoitetut tuulensuojatuotteet täyttävät hyvän kuivumiskyvyn ja paloturvallisuuden vaatimukset.

Palomääräysten vaatimukset ovat eräs uuden lämmöneristekerroksen materiaalivalintoihin vaikuttavia tekijöitä ja niiden merkitys korostuu asuinkerrostalojen ja toimistorakennusten tuuletettujen ratkaisujen valinnoissa.

Yhteenveto

Suomen ilmastossa on suositeltavaa asentaa lisälämmöneriste vanhan rakenteen ulkopuolelle tai koko lämmöneristekerros vaihdettaessa on vaihto suositeltavaa tehdä ulkoa päin ja jättää vanha sisäkuori paikoilleen. Tyypillisesti seinärakenteiden ulkokerrokset ovat pahiten altistuneet kosteus- ja lämpötilarasituksille, joten niiden uusiminen on perusteltua. Ulkopuolinen eristäminen mahdollistaa yhtenäisen lämmöneristekerroksen asennuksen ilman, että vanhat rakenteet aiheuttaisivat tähän kylmäsiltoja.

Sisäpuolinen lisälämmöneristäminen voidaan tehdä kosteusteknisesti toimivaksi, mutta se edellyttää huomattavasti tarkempaa detaljien ja toteutuksen suunnittelua kuin ulkopuolinen lisäeristäminen. Sisäpuolisen lisälämmöneristämisen riskit liittyvät tyypillisesti kosteuden paikalliseen kerääntymiseen rakenteessa sen rakenneliitosten ja vastaavien detaljien kylmäsiltoissa.

Ympäristöministeriön rahoittaman tutkimuksen loppuraportissa (Nieminen et. al. 2013) esitetään ulkopuolisen lisäeristykseen ja vanhan lämmöneristeen uusimisen esimerkkiratkaisuja eri aikakauden asuintaloille. Julkaisussa esitetyt korjausrakentamisen esimerkkiratkaisut eivät kuitenkaan ole yleispäteviä ja kaikkiin tapauksiin soveltuvia, niiden soveltuvuus on aina varmistettava tapauskohtaisesti.

Kun uudelta ulkopuoliselta lisälämmöneristeeltä edellytetään hyvää kosteudensiirtokykyä, on mineraalivilla eräs varmimpia valintoja sen hyvän vesihöyrynläpäisevyyden takia.

Lähteitä

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

Kohonen, R., Kokko, E., Mähönen, T., Ojanen, T. Mineraalivillaeristyksen ilmavirtaukset ja tuulensuojaus. Tutkimuksia / VTT: 431. 1986, VTT, Espoo. 119 s.

Kokko, E., Ojanen, T. Kosteuskonvektio on uhka sisäpuolisessa lisäeristämisessä. Rakennustaito. Vol. 91 (1996) No: 2, 20 – 21

Nieminen, J., Kouhia, I., Ojanen, T., Knuuti A. Kosteusteknisesti toimivia korjausrakentamisen periaateratkaisuja. VTT Technology : 144. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2013/T144.pdf> 2013, VTT, Espoo. 131 s. + liitt. 8 s.

Ojanen, T. & Salonvaara, M. Kuivumiskykyiset ja sateenpitävät rakenteet. VTT Tiedotteita - Research Notes : 2168. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2002/T2168.pdf>. 2002. VTT, Espoo. 66 s. + liitt. 3 s.

Ojanen, T., Simonson, C. Convective moisture accumulation in structures with additional inside insulation. Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Buildings VI. Florida, USA, 4 - 8 Dec. 1995. ASHRAE; DOE; BETEC; ORNL. Atlanta (1995), 745 - 752

Ojanen, T., Kokko, E., Pallari, M.-L. Tuulensuojan toimintaperusteet. VTT Tiedotteita - Meddelanden - Research Notes : 1478. 1993, VTT, Espoo. 125 s. + liitt. 24 s.

Viitanen, H., Ojanen, T., Airaksinen, M. Kosteus-, home- ja laho-ongelmien ja -vaurioiden detekointi ja korjaus – Mitä on opittu viimeisten 30 vuoden aikana. Sisäilmastoseminaari 13.3.2013 Helsinki. Sisäilmayhdistyksen raportti. 6 s.