



## RAKENNUSTIETO >

# Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> [rakennustieto.fi/rk/palvelut](https://rakennustieto.fi/rk/palvelut)

### Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuista artikkeleista](#)

# Keskeisiä eristerappauksen suunnittelussa ja toteutuksessa huomioonotettavia asioita

Jukka Lahdensivu, tekniikan tohtori  
Johtava asiantuntija, Ramboll Finland Oy  
jukka.lahdensivu@ramboll.fi

Petri Annila, diplomi-insinööri  
Projektipäällikkö, Tampereen teknillinen yliopisto  
petri.annila@tut.fi

Eristerappausjärjestelmät ja niissä käytettävät tuotteet ja menetelmät ovat kehittyneet voimakkaasti viime vuosina. Erilaiset ohutrappaukset ovat kasvattaneet merkittävästi osuuttaan julkisivuissa sekä uudis- että korjaustuotannossa. Uudisrakentamisen kiristyneisiin lämmöneristysvaatimuksiin on ollut suhteellisen helppo vastata eristerappauksella. 1.7.2013 lähtien rakennusten energiansäästövaatitteet ovat koskeneet myös korjaamista, johon voidaan myös monissa tapauksissa suunnitella eristerappauksia. Seuraava teksti perustuu julkaisuun BY 57 Eriste- ja levyrappaus 2011 [1] sekä kirjoittajien pitkään kokemukseen erilaisten eristerappausjärjestelmien kehitystyössä.

Kaikki markkinoilla olevat eristerappausjärjestelmät ovat ns. tuulettumattomia rakenteita. Toisin sanoen rappauksen läpi syystä tai toisesta pääsivät kosteus poistuu rakenteen sisältä ainoastaan difuusiolla, minkä johdosta rakenteeseen päässeen kosteuden poistuminen on suomalaisissa ulko-olosuhteissa suhteellisen hidasta silloin kun julkisivupinnan kastuminen on voimakkainta. Tästä syystä tuulettumattomilla ohut- ja paksurappausjärjestelmillä verhoiltavien seinien tulee olla ensisijaisesti kiviainespohjaisia rakenteita. Rakenteet voivat olla valettuja, ladottuja tai muurattuja rakenteita toteutettuna joko paikalla rakennettuina tai elementtirakenteisina. Seinän runkorakenne toimii rappauksen ja lämmöneristeiden kantavana rakenteena sekä monessa tapauksessa myös rakennuksen vaipan ilmatiiveyskerroksena.

Tuulettumattomat ohut- ja paksurappausjärjestelmät soveltuvat puurunkoisen tai muuta orgaanista materiaalia sisältävän seinärakenteen päällä käytettäviksi matalissa pientaloissa ja muissa vastaavissa rakennuksissa. Tällöinkin rakenteiden suunnittelussa ja toteutuksessa tulee kiinnittää erityistä huomiota rakenteen kosteustekniseen toimintaan, rappauspinnan ja liitosten sadevedenpitävyyteen sekä työnaikaiseen kosteudenhallintaan. Rakennuksen julkisivujen tulee olla hyvin suojattu viistosateelta esim. räystäsrakentein, ja julkisivuissa tulee välttää hankalasti tiivistettäviä yksityiskohtia.

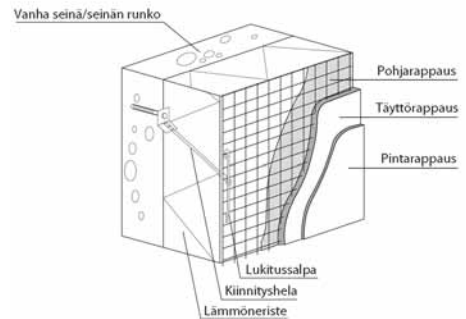
## 1 Eristerappausjärjestelmät

Eristerappausjärjestelmät jaetaan kahteen tyyppiin lähinnä rappauskerroksen paksuuden ja rappauksen mekaanisen toiminnan perusteella. Molemmissa tyypeissä seinän runkorakenne toimii rappauksen ja lämmöneristeiden kantavana rakenteena sekä rakennuksen vaipan ilmatiiveyskerroksena.

### 1.1 Paksurappausjärjestelmä

Paksurappausjärjestelmässä rappauskerros muodostaa lämmöneristeiden ulkopintaan metallisella rappausverkolla lujitetun, tyypillisesti 20–25 mm:n paksuisen jäykän levyn, joka kiinnittyy mekaanisiin, ruostumattomasta teräksestä valmistetuihin kiinnikkeihin lämmöneristeiden läpi alusrakenteeseen. Rappaus liikkuu tason suunnassa suhteellisen vapaasti lämmöneristeiden päällä, joten rappauskerroksen lämpö- ja kosteusliikkeet pääsevät tapahtumaan vapaasti.

Koska rappaus pääsee liikkumaan alustaansa nähden, paksueristerappaukseen tarvitaan liikuntasauvoja sekä vaaka- että pystysuunnassa 12–15 m:n välein. Tämän lisäksi rappauskerrokseen tehdään liikuntasauva rakennuksen rungon liikuntasauvan kohdalle.



Kuva 1. Paksurappausjärjestelmän rakenne. Mekaanisesti kiinnitetyn metallisen rappausverkon tulee sijaita rappauskerroksen keskellä tai uloimmissa kolmanneksessa [1].

Lämmöneristeinä paksurappauseristejärjestelmissä käytetään aina järjestelmän mukaisia mineraalivililämmöneristeitä. Tyypillisesti lämmöneristeet ovat levymäisiä tuotteita, jotka kiinnitetään rakennuksen alusrakenteeseen mekaanisesti yleensä rappausverkkokiinnikkeellä. Lämmöneristys voi joissakin tapauksissa koostua useammasta eristekerroksesta. Eristeiden pitkäaikaisen puristus- ja leikkausalajuuden tulee olla riittävä niihin kohdistuviin kuormituksiin nähden. Mitä pehmeämpi lämmöneristeitä käytetään sitä enemmän rappauskerros painuu alaspäin lämmöneristyskerroksen kokoonpuristumisen vuoksi.

Matalaenergia- ja passiivitaloissa paksurappauseristejärjestelmissä on suositeltavaa käyttää ns. hybridieristeitä, joissa lämmöneristekerros muodostuu solumuovieristeen ja mineraalivilin yhdistelmästä. Tällaisessa yhdistelmässä rappauskerroksen alla on vähintään 50 mm:n paksuinen rappausalustaksi tarkoitettu mineraalivilikerros, joka toimii laakerikerroksena solumuovieristeiden ja rappauskerroksen välissä, jolloin rappausverkon kiinnikkeet on yleensä mahdollista asentaa. Tällöin ohuemmasta lämmöneristekerroksesta johtuen rappausverkon kiinnikkeet muodostuvat lyhyemmiksi.

Rappauslaastit ovat tyypillisesti kalkki-sementtilaasteja (KS-laasteja), joiden ominaisuudet vaihtelevat mm. kalkin ja sementin seossuhteiden mukaan. Tyypillisesti paksurappauseristejärjestelmissä haluttu pintastrukturi sekä julkisivun väri tehdään värillisellä pintarappauslaastilla. Pinnan väri voidaan saada aikaiseksi myös kalkkimaalilla, silikaattimaalilla tai vettä hylkivillä pinnoitteilla. Halkeilun suhteen paksurappauseristejärjestelmät ovat tyypillisesti luokassa 2. Mikäli rappausten pinnassa käytetään vastaavia vettä hylkiviä pinnoitteita kuin ohutrappausjärjestelmissä, rappaukset ovat luokassa 1.

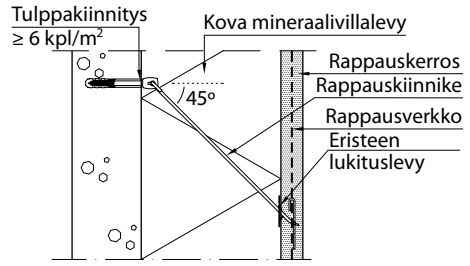
### Järjestelmän etuja

Paksurappauseristejärjestelmällä saadaan aikaiseksi lähes saumatonta julkisivua. Järjestelmän selkeänä etuna on vähäinen huoltotarve silloin kun rappauspinta on käsitelty avohuokoisella värillisellä rappauslaastilla tai kalkki- tai silikaattimaalilla.

Paksurappausjärjestelmästä on kokemuksia Suomessa jo 1970-luvulta saakka, ja järjestelmällä on useita toimittajia. Uudiskohteissa järjestelmää voidaan toteuttaa myös elementeistä siten, että vain elementtien väliset saumat verkotetaan ja rapataan työmaalla. Samoin pintarappaus tehdään työmaalla.

### Järjestelmän heikkouksia

Rappausten iskunkestävyys on rajallinen, vaikka sitä usein käytetäänkin ohutrappauseristejärjestelmän



Kuva 2. Periaatekuva paksurappauseristejärjestelmän kiinnityksestä alusrakenteeseen [1].

sijasta rakennuksen maantasokerroksissa. Tästä huolimatta paksurappauseristejärjestelmä on herkkä mm. lumenaurauskaluston aiheuttamille kolhuille. Paksurappausten iskunkestävyyttä voidaan parantaa jonkin verran tiheimmällä verkolla tai tuplaverkotuksella sekä lujilla sementtipitoisilla laasteilla.

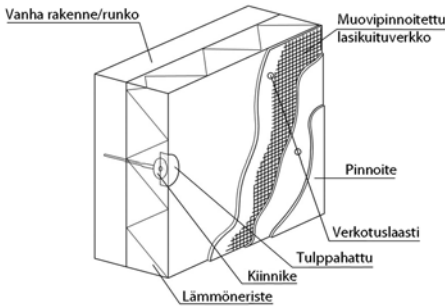
Paksurappauseristejärjestelmään tarvitaan liikuntasauvoja, joiden tiivistäminen elastisilla saumamassoilla on usein hankalaa ja aiheuttaa ylimääräisen huoltokohteen julkisivuun. Vettä hylkivät pinnoitteet vaativat omat erikoistuotteet elastisten saumojen tekemiseen, sillä tartunta pinnoitteeseen on usein ongelmallista. Tilanne on vastaava kaikkien tiivistettävien läpivientien kohdilla.

Julkisivuun on vaikea kiinnittää mitään raskaampaa, kuten talotikkaita, vaan kaikki kiinnitykset on toteutettava rappaus- ja eristekerroksen läpi rakennuksen runkoon. Tästä aiheutuu yleensä hankalasti tiivistettävä läpivienti, missä pitää ottaa huomioon myös rappausten ja tehtävän kiinnityksen mahdollisen kuormituksen aiheuttamat liikkeet.

Rappauskerros liikkuu lämpöliikkeiden johdosta, minkä vuoksi rappaukseen tarvitaan em. liikuntasauvoja. Lämpöliikkeistä johtuen rappausten paino ei jakaudu kaikille kiinnikkeille tasan, vaan olosuhteista riippuen rappausten paino on joko ylä- tai alareunan kiinnikkeillä, mikä pitää ottaa huomioon kiinnikkeiden mitoituksessa.

## 1.2 Ohutrappauseristejärjestelmä

Ohutrappauseristejärjestelmässä rappauskerros muodostaa lämmöneristeiden ulkopintaan suhteellisen taipuisan ja sitkeän yhtenäisen, muovipinnoitetulla lasikuituverkolla lujitetun levyn, joka on kauttaaltaan kiinnitetty liimalaastilla lämmöneristeen ulkopintaan. Ohutrappausten paksuus on tyypillisesti 5–10 mm. Rappauskerroksen paksuuden ja verkotuksen tulee olla sopivassa suhteessa toisiinsa. Paksuissa (tyypillisesti > 8 mm) rappauskerroksissa tulee käyttää joko kaksinkertaista verkotusta tai ns. panssariverkkoa, jotta verkotuksella voidaan



Kuva 3. Ohutrappausjärjestelmän rakenne. Muovipinnoitetun lasikuituverkon tulee sijaita rappauskerroksen keskellä [1].

ottaa vastaan laastin kuivumiskutistumasta aiheutuvat voimat.

Lämmöneristeet kiinnitetään alustaan ensisijaisesti liimalaastilla tai valutartunnalla (elementit) sekä tarvittaessa lisäksi järjestelmään kuuluvien mekaanisten kiinnikkein. Kauttaaltaan lämmöneristeisiin liimatun eristeen ulkopinnassa olevan rappauksen liikkeet määräytyvät alustan eli rakennuksen rungon ja lämmöneristeiden liikkeiden mukaan. Ohutrappausjärjestelmiin suunnitellaan liikuntasauvoja vain rappausalustassa olevien rakennuksen rungon liikuntasauvojen kohdille.

Lämmöneristeinä käytetään järjestelmään kuuluvia eristeitä. Tyypillisimmin käytettyjä lämmöneristeitä ovat ulkoseiniin tarkoitettut EPS-levyt sekä lamellivillat. Joissakin järjestelmissä voidaan käyttää myös levyvillaa, mutta ne vaativat yleensä myös mekaanisen kiinnityksen.

Rappauslaastit ovat tyypillisesti polymeerimodifioituja sementtilaasteja tai polymeerilaasteja. Useimmissa järjestelmissä pintarappaus tehdään vettä hylkivällä mutta vesihöyryä läpäisevällä pinnoitteella. Niiden alla olevat verkotuslaastit ovat usein kapillaarisia eivätkä siten saa kastua rappauksen halkeilun tai huonosti toimivan detaljin seurauksena. Useimpien ohutrappausjärjestelmien kosteustekninen toiminta perustuu vettä hylkivään pintaan. Halkeilun suhteen järjestelmät ovat tyypillisesti luokassa 1 (ks. taulukko 3), mikä vaatii erityistä huolellisuutta työhön ja detaljisuunnitteluun.

### Järjestelmän etuja

Ohutrappausjärjestelmällä on mahdollista saada aikaiseksi saumatonta julkisivua, liikuntasauvoja tarvitaan siis vain rungon liikuntasauvan kohdalle. Rappauspinnan huoltotarve on vähäinen, sillä vettä hylkivään pinnoitteeseen myös lika tarttuu

huonosti ja huoltoon vaativat liikuntasauvat yleensä puuttuvat.

Vaikka ohutrappausjärjestelmä on kohtalaisen uusi tulokas Suomessa, on siitä pitkäaikaisia kokemuksia Keski-Euroopasta. Järjestelmätoimittajia on useita ja järjestelmiin kuuluu kattavasti erilaisia liitostarvikkeita.

Ohutrappausjärjestelmä voidaan toteuttaa elementeistä siten, että lämmöneristeet kiinnittyvät sisäkuorielementtiin valun yhteydessä. Eristeiden ulkopinnat suojataan UV-säteilyltä ns. limutuksella. Kaikki varsinaiset rappauskerrokset, verkot ja muut tarvikeasennukset pitää tehdä työmaalla.

### Järjestelmän heikkouksia

Ohutrappausjärjestelmän iskunkestävyys on varsin rajallinen, mitä voidaan toki parantaa esim. tuplaverkotuksella tai ns. panssariverkoilla (hiilikuituvahvistuksen verkko). Tästä syystä järjestelmän käyttöä tulee välttää maantasokerroksissa, vaikka järjestelmä täyttäisi korkeimman iskunkestävyysluokan vaatimukset.

Ohutrappausjärjestelmän verkotuslaastikerros on usein varsin kapillaarinen, joten se ei siedä vesitiiviin pinnoitteen halkeilua tai toimimattomia detaljeja. Rappauskerroksen halkeilemattomuuden varmistamiseksi laastinpaksuuden ja verkotuksen suhteen tulee olla optimaalinen. Ohutrappausten pinnoitteena on useimmissa järjestelmissä vettä hylkivä pinnoite, joka vaatii omat erikoistuotteet elastisten saumausten tekemiseen (tartunta on usein ongelmallista).

Julkisivuun on vaikea kiinnittää mitään raskaampaa, kuten talotikkaita tai valaisimia, vaan kaikki kiinnitykset on toteutettava rappaus- ja eristekerroksen läpi rakennuksen runkoon. Tästä aiheutuu yleensä hankalasti tiivistettävä läpivienti.

### 1.3 Erityistä eristerappauselementeistä

Sekä paksu- että ohutrappausjärjestelmien julkisivuja tehdään hyvin paljon elementtitehtaalla valmistetuista valmisosista eli elementeistä. Paksujen lämmöneristekerrosten yhteydessä työmaalla tehtävässä asennuksessa tulee kiinnittää erityistä huomiota elementtien väliseen lämmöneristyksen yhtenäisyyteen. Elementtien välisessä saumassa tulee käyttää samantyyppistä lämmöneristettä kuin elementteissäkin on käytetty.

Elementtien liitoksissa rappausverkon tulee liittyä vähintään 100 mm, jotta rappauskerroksesta on mahdollista saada yhtenäinen ja ehjä. Useimmilla elementin valmistajilla on näihin omat toimivat detaljit. Elementtien lisäksi rakennuksissa on usein laajojakin työmaalla rapattavia osuuksia, jotka liittyvät joltakin reunalta eristerappattuun elementtiin. Nämä työmaalla tehtävät rappauskentät tulee



Kuva 4. Paksurappauseriste-elementit asennettuina rakennuksen päätyseinään.

suunnitella siten, että niissä ei esiinny liike-eroja elementteihin nähden. Mikäli liike-eroja ei voida välttää, tarvitaan liitoksiin liikuntasaumot.

Elementtien ulkopintojen tasaisuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota asennusvaiheessa, sillä ohuella rappauskerroksella ei ole mahdollista tasata elementtien hammastuksesta aiheutuvia eroja. Eristerappauseristeitit asennetaan ulkopintojen mukaan suoraan ja mahdolliset paksuserot korjataan sisäpintojen tasoituksella.

## 2 Eristerappausjärjestelmille asetettavat vaatimukset

Kaikien eristerappausjärjestelmien tulee muodostaa toimiva ja testattu kokonaisuus. Perusvaatimukset ohutrappauseristejärjestelmille on esitetty EOTAn (European Organisation for Technical Approvals) ohjeessa ETAG 004, *External thermal insulation composite systems with rendering* [2]. Ohjeen mukaisesti tarkasteltava eristerappausjärjestelmä tulee testata kokonaisuutena sekä erikseen tiettyjen ominaisuuksien osalta materiaaliikohtaisesti.

Kansallisessa ohjeessa BY 57 Eriste- ja levyrappaus 2011 [1] on otettu peruslähdekohtaisesti, että myös paksurappauseristejärjestelmien tulee vastata täyttää ETAG 004 mukaiset vaatimukset. Monilta osin kansallisen ohjeen vaatimukset kai-

kille Suomessa käytettäville rappausjärjestelmille ovat kuitenkin ETAG 004:ää tiukemmat. Tästä esimerkkinä ovat mm. laastien ja rappausjärjestelmien pakkasenkestävyysvaatimukset sekä ohut- ja paksurappauseristejärjestelmissä käytettäviltä lämmöneristeiltä vaadittavat ominaisuudet. Vaatimusten tavoitteena on toisaalta määritellä tehtävän työsuorituksen laatu tason nykyistä paremmin sekä osaltaan varmistaa käytettävien järjestelmien ja materiaalien soveltuminen suomalaiseen ilmastoon.

### 2.1 Sääräsituskoe

Kiihdytetty sääräsituskoe suoritetaan vähintään 6 m<sup>2</sup>:n seinäelementille. ETAG 004 -ohjeesta poiketen Suomessa rappausjärjestelmän tulee täyttää seuraava sääräsitussykli:

- sadetus +15 ± 5 °C:n vedellä tunnin ajan, sademäärä n. 1 l/m<sup>2</sup>min.
- nopea jäähdytys -20 ± 5 °C:n lämpötilaan, vaiheen kokonaiskesto 4 tuntia
- säteilylämmitys +60 ± 5 °C:n lämpötilaan, vaiheen kokonaiskesto 3 tuntia.

Tätä kahdeksan tunnin sykliä toistetaan säännestävyyttökimpuksen aikana 100 kertaa. Tyypillinen sääräsitussykli on esitetty kuvassa 5. Sääräsituksen aikana seurataan rakenteen halkeilukäyttäytymistä ja havainnoidaan muita mahdollisia muutoksia rakenteen pinnalla.

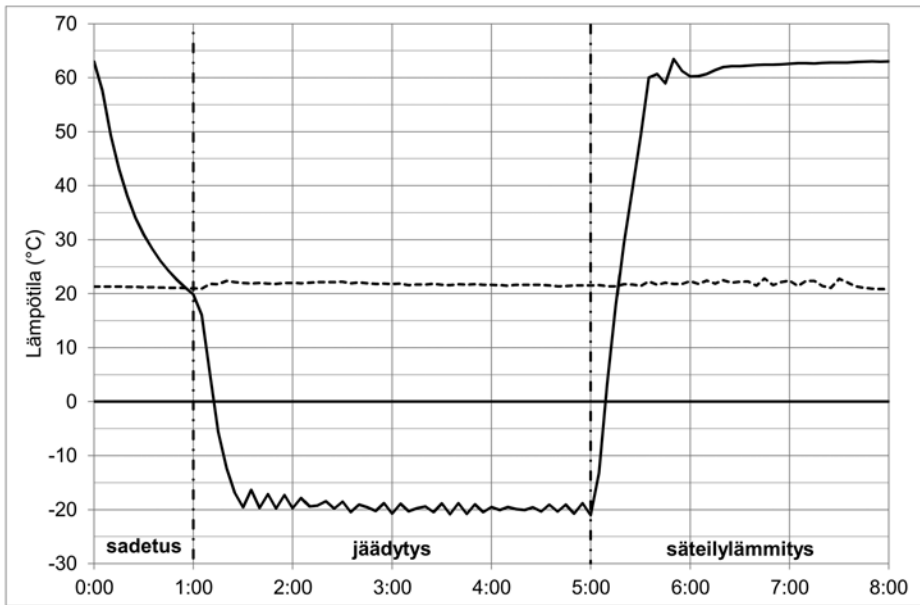
Kokonaisen rakenteen testauksen lisäksi myös käytettyjen rappauslaastien pakkasenkestävyys tulee testata erikseen. Laastien pakkasenkestävyys testataan sitä varten valmistetuista prismoista jäädytys-sulatuskokeella. Jäädytys-sulatussyklejä on kokeessa 100 kpl. Kokeen arvostelu tehdään SFS-käsikirja 176 Muuratut tuotteet 2007 mukaisesti laastityypistä riippuen joko A- tai B-menetelmää soveltaen [3].

### 2.2 Sääräsitusta seuraavat lujuuskokeet

Säänkestävyyttökimpuksen liittyvät oleellisenä osana sääräsituskokeen jälkeen suoritettavat tartuntavetolujuuskokeet ja iskulujuuskokeet. Tartuntavetolujuuskokeet tehdään vain ohutrappauseristejärjestelmille, missä rappauksen toiminta perustuu rappauslaastin tartuntaan lämmöneristeisiin sekä lämmöneristeiden riittävään lujuuteen.

#### Tartuntavetolujuuskokeet

Tärkein yksittäinen kriteeri rappausjärjestelmän säänkestävyyden arvioinnissa on sääräsituksen läpikäyneen seinän ja rasittamattoman vertailukoekappaleen tartuntavetolujuuksien vertailu, sillä riittävä vetolujuus on oleellista rappauksen ja lämmöneristeiden seinässä pysymisen kannalta. BY 57:n mukaan rappauksen tartuntavetolujuuden tulee olla



Kuva 5. Säärasituskyklin vaiheet, lämpötilat ja kestoajat.

vähintään 80 kPa myös säärasituskokeen jälkeen. Mikäli murtuminen tapahtuu lämmöneristeestä, tulee vetolujuuden olla vähintään lämmöneristeiden vetolujuus (ks. taulukko 1).

Lämmöneristeiden ja rappauksen tartuntalujuudet eivät saa merkittävästi heikentyä säärasituskokeen aikana. Ohjeistuksissa ei vetolujuuden merkittävää heikentymistä ole kuitenkaan määritelty. Tampereen teknillisen yliopiston Rakennustekniikan laitoksen tekemissä koetuksissa merkittävän heikentymisen rajana on pidetty 1/3 (33 %) tartuntavetolujuuden laskua säärasituksen aikana vertailukoekappaleiden vetolujuuden keskiarvoon verrattuna. Samaista rajaa käytetään yleisesti myös laastien pakkasenkestävyyden testaamisessa rajarvona.

### Iskulujuuskokeet

Eristerappausrakenteelle tehdään säärasituksen jälkeen 3:n ja 10 joulen iskulujuuskokeet standardin ISO 7892 [5] mukaan. Iskulujuuskokeissa syntyneiden vaurioiden perusteella rakenteelle määritetään soveltuva käyttöluokka. BY 57:n mukainen käyttöluokkien määräytyminen on esitetty taulukossa 2.

### Rappauspinnan halkeilun rajoitus

Eristerapattujen pintojen halkeamat ovat sekä esteettinen että rakenteen kosteus- ja pakkasrasitusta lisäävä haitta. Rapatuissa julkisivuissa voi esiintyä eriasteista halkeilua mm. laastin kutistumisesta sekä lämpö- ja kosteusliikkeistä johtuen. Halkeamisen kautta sadevesi voi päästä imeytymään laastikerrokseen ja mahdollisesti rakenteen sisään. Säärasituskokeessa tarkkaillaan mahdollista rappauspinnan

Taulukko 1. Ohutrappausjärjestelmien lämmöneristeille asetetut vaatimukset [4].

	Mineraalivilva levy	EPS lamelli	PUR
Vetolujuus, liimakiinnitys		≥ 80 kPa	≥ 100 kPa ≥ 60 kPa
Vetolujuus, mekaaninen kiinnitys	≥ 15 kPa		≥ 100 kPa ≥ 60 kPa

Taulukko 2. Iskulujuuskokeiden luokittelu [1].

Käyttöluokka	Toteamistapa	Rappaukseen syntynyt vaurio
I Alimman kerroksen katujulkisivut tai muut koviille ihmisten aiheuttamille iskuille altistuvat alueet.	10 joulen iskukoe	Pintaan ei saa muodostua vaurioita
II Seinäalueet, jotka voivat altistua potkuille tai tavaroiden heittelyille, mutta eivät ole suoraan kadun vieressä.	10 joulen iskukoe	Näkyvät halkeamat mahdollisia, ei läpileikkautumista
III Eivät todennäköisesti tule altistumaan ihmisten aiheuttamille iskuille tai tavaroiden heittelyille.	3 joulen iskukoe	Näkyvät halkeamat mahdollisia, ei läpileikkautumista
X Ei soveltuvaa käyttökohdetta.	3 joulen iskukoe	Läpileikkautuminen

Taulukko 3. Eristerappauksen halkeiluluokitus [1].

	Rappausten halkeiluluokitus	
	Luokka 1	Luokka 2
Halkeaman leveys [mm]	0,05–0,1	0,2–0,3
Halkeaman pituus [mm]	≤ 1000	≤ 1000
Halkeamien esiintymistiheys	≤ 1 kpl/m <sup>2</sup>	≤ 1 kpl/m <sup>2</sup>

halkeilua silmämääräisesti sekä lämmöneristetilan kosteuspitoisuusmittauksilla. Halkeamien vaikutusten minimoimiseksi eristerappauksen pinnassa esiintyvälle halkeilun määrälle sekä halkeamaleveyksille on asetettu taulukon 3 mukaiset varsin tiukat raja-arvot, jotka eivät saa ylittyä.

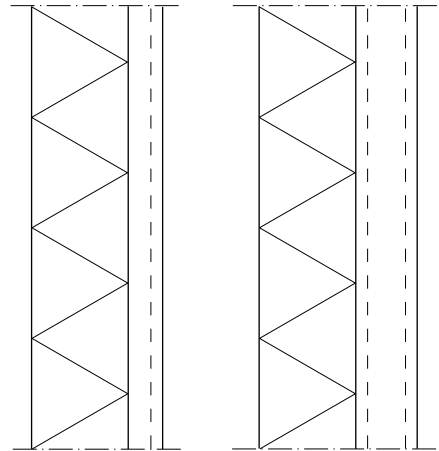
### 3 Keskeisiä eristerappauksen suunnittelussa huomioon otettavia asioita

Eristerapaton julkisivun toimivuuteen ja pitkäaikaiskestävyyteen voidaan parhaiten vaikuttaa suunnitteluvaiheessa. Valitun eristerappausjärjestelmän tulee soveltua kohteeseen. Ohutrappausjärjestelmä kiinnittyy alustaansa kauttaaltaan laasti- tai valutartunnalla. Paksurappausjärjestelmä vaatii aina mekaaniset kiinnikkeet, joiden asentaminen saattaa olla hankalaa matalien aukkojen yläpuolelle tms. paikkoihin. Nurkat, erityisesti sisänurkat ovat hankalia toteuttaa eristerappauksilla, joten kovin monimuotoisissa rakennuksissa eristerappaukset eivät ole suositeltavia.

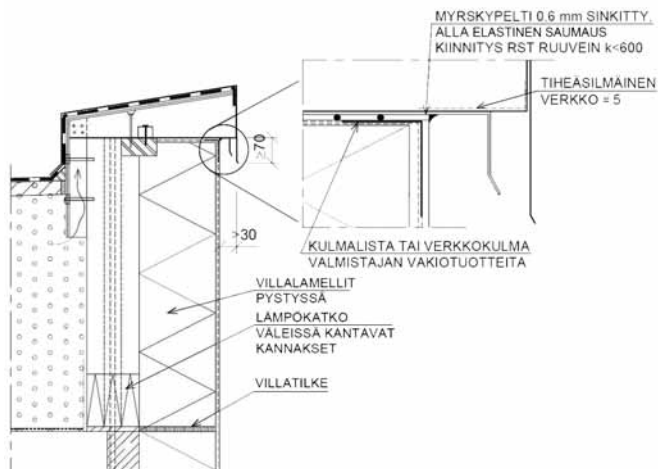
#### Iskunkestävyys

Julkisivuja ei yleisesti ole tarkoitettu pallopielten tai parkourin alustaksi. Kaikkien rappauspintojen iskunkestävyyden on varsin vaatimaton betonijulkisivuun verrattuna. Eristerappauksia tulee välttää sellaisissa julkisivuissa, jotka voivat altistua iskuille

esim. lumenaurauksesta johtuen tai kulkuväylien yhteyteen yleensä. Eristerappausjärjestelmältä tulee vaatia iskukestävyys toteamista käyttöluokkaan I. Ohutrappauksen iskunkestävyyttä voidaan parantaa esim. kaksinkertaisella verkotuksella tai ns. panssariverkolla.



Kuva 6. Ohutrappauksen verkon sijainti normaalisti sekä kaksinkertainen verkotus, mikä parantaa rappauksen iskunkestävyyttä [1].



Kuva 7. Esimerkki ohutrappauseristejärjestelmän räystäслиitoksesta [1].

## Järjestelmään kuuluvat tarvikkeet

Useimmissa ohutrappauseristejärjestelmissä on erilaisia nurkkavahvikkeita, liikuntasaumaprofileita, aloitus- ja päättölistoja ja muita profileita. Näitä käyttämällä on mahdollista päästä parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen. Paksurappauseristejärjestelmissä vastaavia tarvikkeita on tarjolla huomattavasti vähemmän. Ne joudutaan usein suunnittelemaan ja valmistamaan tapauskohtaisesti.

## Liitokset ja detaljit

Kaikista liitoksista ja detaljeista, myös niistä hankalista, tulee olla selkeät suunnitelmat laatuvaatimuksineen ennen rappausurakan hankintaa. Tämä on oleellinen osa laadukkaaseen lopputulokseen pääsemisessä.

## Liikuntasaujojen suunnittelu

Ohutrappaukset tarvitsevat liikuntasauaman rakennuksen rungon liikuntasauaman kohdalle sekä kohtiin, joissa rappaus liittyy johonkin muuhun julkisivumateriaaliin. Muita liikuntasauvoja ei yleensä tarvita. Sen sijaan paksurappauksessa tarvitaan liikuntasauvoja noin 12–15 m:n välein. Liikuntasauvojen sijainti ja rakenne ovat keskeinen osa julkisivusuunnittelua. Liikuntasauvoja ei saa jättää avoimiksi, koska silloin niiden kautta kulkeutuu sadevettä rakenteeseen. Järjestelmään kuuluvat liikuntasaumaprofiilit ovat suosittelavimpia, toisena vaihtoehtona ovat paisuvat saumanauhut ja viimeisenä elastinen saumamassa, sillä elastisen saumamassan tartunnassa on usein ollut puutteita tai

saumamassan kutistuessa rappaukseen muodostuu halkeama.

## Laatuvaatimukset

Kohteen suunnitteluvaiheessa määritetään rakennuksen ulkonäkö, joten on oleellista, että ulkonäköön liittyvät laatuvaatimukset esitetään suunnitelma-asiakirjoissa. Laatuvaatimuksia ovat mm. rappauspinnan suoruus, rappauskuvion tasaisuus, värin tasaisuus ja rappauksen vähäinen halkeilu. Muita laatuvaatimuksia, jotka vaikuttavat halutun ulkonäön saavuttamiseen, ovat mm. rappausverkkojen sijainti ja limitys, rappauslaastien ja -järjestelmän pakkasenkestävyys sekä järjestelmän kosteustekninen toimivuus.

## Elementeistä vai työmaatoteutuksena?

Ohut- ja paksurappauseristejärjestelmiä voidaan toteuttaa myös elementeistä. Ohutrappausjärjestelmissä betoninen sisäkuori on valettu lämmöneristeiden päälle. Eristeiden ulkopinnassa on tehtaalla tehty ns. limutus, jonka tarkoituksena on suojata lämmöneristeiden ulkopintaa UV-säteilyn haitallisilta vaikutuksilta. Varsinainen rappaus työ tehdään kokonaisuudessaan työmaalla.

Elementteinä toteutettava paksurappauseristejärjestelmässä rappauskerros on jo valmiina. Työmaalla tehdään elementtien välisten saumojen verkotus ja rappaus sekä pintarappaus koko julkisivulle. Kaikkiin elementtitoteutuksiin liittyy välttämättä myös työmaalla tehtävää rappausa, jonka tulee muodostaa yhdessä elementtiosuuden kans-



sa yhtenäinen lopputulos. Tässä detaljien suunnittelu sekä laastien valinta ovat keskeisiä tekijöitä.

### Rappauksen pintakäsittely

Rappauksen pintakäsittely voi olla toteutettu joko värillisellä pintarappauslaastilla, kalkki- tai silikaattimaailla tai vettä hylkivällä pinnoitteella. Paksurappauksissa voidaan käyttää kaikkia em. tapoja. Ohutrappausjärjestelmissä on useimmin pintakäsittelynä vettä hylkivä pinnoite. Värillisen pintarappauslaastilla saadaan ns. elävä julkisivupinta, kun taas silikaattimaailla ja vettä hylkivällä pinnoitteella on mahdollista saada varsin tasainen lopputulos.

### Pintastrukturi ja väri

Pintastrukturi vaikuttaa myös rappauksen ulkonäköön. Strukturi voi olla esim. ruiskupintainen, hierretty, harjattu, jne. Myös käytetyn pintarappauslaastin raekoko vaikuttaa oleellisesti ulkonäköön. Hienolla kiviaineksella (<#1,5 mm) tulee siilempiä ja tasaisempia rappauskia, joissa myös erilaiset halkeilut näkyvät herkemmin. Vaaleilla värisävyillä halkeilu tulee herkemmin esiin julkisivun likaantumisen johdosta kuin tummissa värisävyissä. Värillisellä avohuokoisella pintarappauslaastilla tulee kiinnittää erityistä huomiota rappausolosuhteisiin sekä laastin vesimäärään, jotta julkisivusta ei tule kirjava tai häärmehtivä (ks. kuva 8).

## 4 Rappausten hankinta vaatii hyvät suunnitelmat

Tämän artikkelin kirjoittajat ovat olleet selvittämässä lukuisia rappaukseen liittyviä reklamaatioita. Kaikille niille on yhteistä se, että suunnitelmat ovat puutteelliset kaikilta edellisessä luvussa esitetyiltä osiltaan. Samoin työmaan dokumentaatio käytettyjen materiaalien ja työskentelyolosuhteiden osalta on puutteellinen.

### Riittävät suunnitelmat

Rappausten hankintaa ei ole mahdollista tehdä ilman kunnollisia suunnitelmia, joista selviävät perusrakennetyyppien lisäksi kaikki keskeiset liitokset ja detaljit. Myös niistä hankalista kohdista tulee olla suunnitelmat.

### Laatuvaatimukset

Kohteen suunnitteluvaiheessa määritetään rakennuksen ulkonäkö, joten on oleellista, että ulkonäköön liittyvät laatuvaatimukset esitetään suunnitelma-asiakirjoissa. Laatuvaatimuksia ovat mm. rappauspinnan suoruus, rappauskuvion tasaisuus, värin tasaisuus ja rappausten vähäinen halkeilu. Muita laatuvaatimuksia, jotka vaikuttavat halutun ulkonäön saavuttamiseen ovat mm. rappausverk-

kojen sijainti ja limitys, rappauslaastien ja -järjestelmän pakkasenkestävyys sekä järjestelmän kosteustekninen toimivuus.

### Milloin jokin on vastaava järjestelmä?

Periaatteessa kaikki Suomessa kaupan olevat eriste- ja levyrappausjärjestelmät on tarkoitettu ulko-olosuhteisiin rakennuksen julkisivuun. Ensimmäinen edellytys rappausjärjestelmien vertailussa on, kuinka hyvin ne täyttävät julkaisussa BY 57 Eriste- ja levyrappaus 2011 määritellyt laastien pakkasenkestävyyden sekä järjestelmän sääräsitustestin. Eristerappausjärjestelmät testataan kokonaisuuksina, jolloin järjestelmän toiminta perustuu tiettyjen tuotteiden, kuten laastien, pinnoitteiden ja lämmöneristeiden yhteistoimintaan. Yksittäisten materiaalien vaihtaminen on tuottanut reklamaatioita, minkä johdosta on suositeltavaa, että käytettävä järjestelmä valitaan materiaalivalmistajien valikoimasta, eikä niiden yksittäisiä osatuotteita vaihdeta.

Toinen vertailtava asia on edellä mainittujen laatuvaatimusten täyttyminen. Kolmantena asiana tulevat järjestelmään kuuluvien tarvikkeiden olemassaolo sekä niiden testattu toimivuus.

Mikäli ohutrappauseristejärjestelmä vaihdetaan paksu- tai levyrappausjärjestelmäksi, tulee ottaa huomioon myös vaikutukset rakennuksen ulkonäköön liikuntasauvojen muodossa sekä rappauskerroksen paksuuntuminen ja sitä kautta myös painon huomattava lisääntyminen.

### Elementeistä vai työmaatoteutuksena?

Ohut- ja paksurappauseristejärjestelmiä voidaan toteuttaa myös elementeistä. Ohutrappausjärjestelmissä betoninen sisäkuori on valettu lämmöneristeiden päälle. Eristeiden ulkopinnassa on tehtaalla tehty ns. limutus, jonka tarkoituksena on suojata lämmöneristeiden ulkopintaa UV-säteilyn haitallisilta vaikutuksilta. Varsinainen rappaustyö tehdään kokonaisuudessaan työmaalla.

Elementteinä toteutettavassa paksurappauseristejärjestelmässä rappauskerros on jo valmiina. Työmaalla tehdään elementtien välisten saumojen verkotus ja rappaus sekä pintarappaus koko julkisivulle. Kaikkiin elementtitoteutuksiin liittyy väistämättä myös työmaalla tehtävää rappausta, jonka tulee muodostaa yhdessä elementtiosuuden kanssa yhtenäinen lopputulos. Tässä detaljien suunnittelu sekä laastien valinta ovat keskeisiä tekijöitä.

## 5 Työmaalla huomio suojauksiin ja rappausolosuhteisiin

Hyvät suunnitelmat ja niissä esitetyt laatuvaatimukset eivät vielä itsessään takaa laadukasta lopputulosta, vaan lopullinen tuote syntyy työmaalla. Tyypillisesti kohteen pääurakoitsija ei tee varsinaista rappaustyötä vaan hankkii sen siihen erikoistuneilta urakoitsijoilta. Työmaalla onkin syytä kiinnittää huomiota erilaisiin rappaustyön onnistumisen kannalta kriittisiin tekijöihin.

### Ohutrappauksissa lämmöneristeiden UV-suojaukseen

Ohutrappaukset kiinnittyvät lämmöneristeisiin ainoastaan laastitartunnalla. Auringon UV valo heikentää lämmöneristeiden pinnan lujutusta ja siten rappauksen tartuntaa niihin. Rapattavaksi tarkoitettujen lämmöneristeiden pinnat tulee suojata UV-valolta sekä varastoinnissa että julkisivulla. Julkisivulla olevien lämmöneristeiden pintaan tulee levittää ohut verkotuslaastikerros, mikäli ne altistuvat pitkäaikaisesti sääräsituksille (yli 3 vrk). Nukkaantunut mineraalivillaeriste tulee harjata ja sen jälkeen imuroida pinnastaan. EPS-eristeillä voittunut pinta leikataan pois.

### Rappausalustan suoruuus

Ohuella rappauskerroksella ei ole mahdollista tasata rappausalustan eli lämmöneristeiden tai levyjen epätasaisuuksia tai hammastusta. Rappausjärjestelmästä riippuen yksittäiset pykälät saavat olla luokkaa 2 mm, joten lämmöneristekerroksen tasai-

suuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota lämmöneristeiden ja elementtien asennuksessa.

### Rappausverkon sijainti

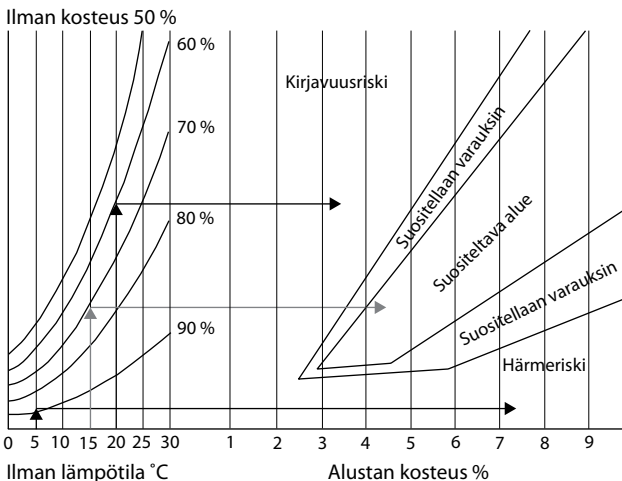
Rappausverkon keskeinen tehtävä on jakaa rappauslaastin kuivumiskutistumisesta aiheutuvia voimia siten, että rappauspinta ei muodostu halkeilua. Rappausverkon tulee sijaita rappauskerroksen puolivälin ja sen ulomman kolmanneksen välisellä alueella. Paksurappauksissa tulee kiinnittää huomiota verkon ja lämmöneristeen välissä olevien välikkeiden käyttöön. Ohutrappausjärjestelmissä verkon sijainti todetaan verkotuskerroksen valmistuttua esim. porakiekoista (1 kpl/100 m<sup>2</sup>). Rappausverkkojen limityksen tulee kaikissa rappausjärjestelmissä olla vähintään 100 mm.

### Nurkka- ja kulmavahvikkeet

Rappauksen nurkka- ja kulmavahvikkeilla lisätään rappauksen halkeilun kestävyyttä kohdissa, joissa esiintyy tyypillisesti jännityshuippuja ja siten valmiin rappauksen halkeilua. Nurkka- ja kulmavahvikkeet limitetään varsinaisen rappausverkon kanssa vähintään 100 mm.

### Työskentelyolosuhteet

Rappaustyötä voidaan suorittaa vain  $\geq +5$  °C:n lämpötilassa. Tarvittaessa tulee esim. suojauksiin ja lämmityksellä huolehtia, että rappauksen lämpötila ei laske tämän alle myöskään jälkihoidon aikana. Värikköisiä pintarappauslaasteja (paksurappaus) käytettäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota ilmankos-



Kuva 8. Värikköisen pintarappauksen onnistumisedellytysten arviointi olosuhteiden perusteella [1].

teuteen, ilman lämpötilaan ja alustan kosteuteen (ks. kuva 8). Rappauksen pinnasta tulee herkästi joko kirjava tai härmehtivä, jos sekä ilmankosteus että rappauksen kosteus eivät ole optimaalisella alueella.

Rappaus työt on suositeltavaa tehdä sääsuojatuilta telineiltä, jolloin olosuhteiden hallinta on helppoa. Tällöin rappauksia voidaan myös jatkaa pidemmälle syksyyn. Pintarappaus on kuitenkin suositeltavaa tehdä kevään tai kesän aikana, jotta pinnasta saadaan yhtenäisen ilman telineiden kiinnikkeiden jälkiä.

### Mekaanisten kiinnikkeiden asennuskulma

Pakurappauseristejärjestelmä kiinnitetään alusrakenteeseen mekaanisilla kiinnikkeillä. Kiinnikkeiden asennuskulman tulee olla noin 45°, jotta rappauskerroksen painuminen olisi mahdollisimman vähäistä. Mitä enemmän kiinnikkeet ovat vaakatasossa sitä enemmän rappauskerros painuu. Joissakin ohutrappausjärjestelmissä käytetään myös lämmöneristeen läpi asennettavia mekaanisia kiinnikkeitä. Näiden yhteydessä on käytettävä ns. tulpapahattua, jotta kiinnikkeet eivät erotu aikaa myöden valmiista rappauspinnasta.

### Käytettävät materiaalit, yhteensopivuus (järjestelmä), elastiset saumamassat (tartunta)

Rappauksessa käytettävien materiaalien tulee olla yhteensopivia ja muodostaa testattu järjestelmä. Laastien sekoitusajkoja on noudatettava samoin kuin suositeltavia vesimääriä. Elastisten saumojen käytössä on otettava huomioon yhteensopivuus rappauksen kanssa. Tartunta erityisesti suojaaviin pinnoitteisiin on usein puutteellinen. Näissä tarvitaan niihin sopivat ja testatut tuotteet.

Elementtirakentamisessa työmaalla tehtävien rappauksen tulee olla yhteensopivia elementissä olevan rappauksen kanssa. Myös mekaanisten kiinnikkeiden tulee olla vastaavia.

### Mallitöyt

Mallitöiden avulla varmistetaan urakoitsijan osamisesta ko. työhön sekä halutusta lopputuloksesta, johon sitten valmistaa pintaa verrataan. Mallitöitä voi olla useita erilaisia: lämmöneristeiden ja rappausverkon asennus, verkon sijainnin toteaminen, rappaus työt ja pinnan struktuuri, rappauksen lopullinen väri ja värien tasaisuus, jne. Mallityön tulee olla riittävän suuri, vähintään 2 x 2 m<sup>2</sup>.

## 6 Yhteenveto

Eristerappausjärjestelmät jaetaan niiden toiminnan mukaan paksu- ja ohutrappausjärjestelmiin. Paksurappauseristejärjestelmässä 20–25 mm:n paksui-

nen rappauskerros muodostaa jäykän mekaanisesti alustaan kiinnitetyn levyn mineraalivilla eristeiden päälle. Tällaisia järjestelmiä on ollut Suomessa käytössä jo 1970-luvulta lähtien. Ohutrappauseristejärjestelmissä muovipinnoitettulla lasikuivurivillä lujitettua noin 5–10 mm:n rappauskerros tarttuu lämmöneristeisiin pelkästään laastitartunnalla. Näissä järjestelmissä lämmöneristeet siirtävät rappaukseen kohdistuvat voimat rakennuksen runkoon, joten eristeitä vaaditaan myös kohtuullisia lujuusominaisuuksia.

Ohutrappaukset ovat yleisiä Keski-Euroopassa, mistä ne ovat tulleet myös Suomeen. Sellaisenaan ne eivät yleensä kestä pohjoista ilmastoa, vaan niiden kelpoisuus tulee osoittaa säärasituskokein.

Eristerappaukset ovat oikein suunniteltuina ja toteutettuina pitkäikäisiä rakenteita, joilla on suhteellisen helppo toteuttaa nykyisten eristepakausvaatimusten lisäksi matalaenergia- ja passiivitalojen vaatimat eristepaksuudet. Eristerappaukset ovat ns. tuulettumattomia rakenteita, rappauksen läpi syystä tai toisesta päässyt kosteus poistuu rakenteen sisältä ainoastaan diffuusiolla. Tästä syystä rappauksen detaljisuunnittelu tulee tehdä erityisen huolellisesti myös niistä hankalista kohdista.

Eristerappauksen tekeminen on erityisosaamista vaativaa toimintaa, joten urakoitsijan referensseihin ja työmaatoteutukseen tulee kiinnittää huomiota. Erilaisten mallitöiden avulla varmistetaan siitä, että käytetyt työmenetelmät ovat olosuhteisiin ja työn laajuuteen nähden oikeita ja että saavutetaan suunnitelmissa määritelty laatutaso. Työn aikana on oleellista seurata lämmöneristeiden asennusta tasaiseksi alustaksi ja kiinnitystä alustaan, rappausverkon sijaintia sekä läpivientien ja liitosten toteutusta.

### Lähteet

- [1] Lahdensivu, J., Suonketo, J., Vaarala, M., Pentti, M. 2011. Eriste- ja levyrappaus 2011. Suomen Betoniyhdistys ry. Julkaisusarja BY 57. 196 s.
- [2] ETAG 004 2008. Guideline for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems with Rendering. European Organisation for Technical Approvals. Brussels. 114 p. + app. 29 p.
- [3] SFS käsikirja 176 2007. Muuratut tuotteet. Suomen Standardoimisliitto SFS. 149 s.
- [4] CEN/TC 88/WG 18 N 332. External thermal insulation composite systems. Tables for materials in Annex B.
- [5] ISO 7892. Vertical building elements – Impact resistance tests – Impact bodies and general test procedures.