

# JUKO - OHJEISTOKANSIO JULKISIVUKORJAUSHANKKEEN LÄPIVIEMISEKSI

## *KORJAUSTAPAKUVAUKSET*

### *Betonijulkisivut Peittävä korjaus ohutrappaus- eristejärjestelmällä - suunnitteluohjeet päivitetty 11/2023*

*DI Matti Haukijärvi  
Tampereen teknillinen yliopisto,  
Talonrakennustekniikka*

*Päivittäjä DI Niko Lindman  
Tampereen yliopisto,  
Rakennetekniikka*

JUKO-ohjeistokansio on tarkoitettu henkilöille, jotka pystyvät soveltamaan annettuja ohjeita, ymmärtämään niihin liittyvät rajoitukset sekä ottamaan vastuun niiden soveltamisesta omassa työssään. Aineiston laajuuden takia on mahdollista, että siinä esiintyy ristiriitaisuuksia, jopa suoranaisia virheitä. Vaikka valmistelutyöhön on osallistunut lukuisa joukko julkisivukorjaamisen osaajia, ei Julkisivuyhdistys, sen jäsenet tai valmistelutyöhön osallistuneet henkilöt, yritykset tai yhteisöt ota vastuuta annetuista ohjeista.

JUKO-ohjeistokansiossa havaituista virheistä ja puutteista pyydetään ilmoittamaan Julkisivuyhdistykselle (email. [info@julkisivuyhdistys.fi](mailto:info@julkisivuyhdistys.fi)).

**JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO**  
**Suunnitteluohjeet**  
**Betonijulkisivut / Peittävä korjaus ohutrappaus-eristejärjestelmällä**

---

**YHTEENVETO**

Tässä luvussa käsitellään betonijulkisivun peittävää korjausta ohutrappaus-eristejärjestelmällä.

Ohjeissa on käsitelty

- suunnittelun lähtökohdat
- korjauksen valmistelevat työt
- varsinainen eristerappaustyö

---

**JUKO OHJEISTOKANSIO**

<b>A RAKENNUKSEN YLLÄPITO</b>	<b>B KORJAUTARVE JA HANKE-SUUNNITTELU</b>	<b>C KORJAUS-SUUNNITTELU</b>	<b>D RAKENTAMIS-VAIHE</b>	<b>E KORJATUN RAKENTEEN YLLÄPITO</b>
A1 Kiinteistönpidon strategiat	B1 Korjaushankkeen osapuolet	C1 Suunnittelun valmistelu	D1 Rakennusvaiheen organisaatio, urakamuodot ja toteutus	E1 Julkisivukorjauksen käyttö ja huolto-ohje
A2 Korjaushanke asunto-osakeyhtiössä	B2 Rakenteet ja korjausmahdollisuudet	C2 Suunnittelun ohjaus	D2 Korjausurakan vastaanotto	
A3 Rakennuksen kiinteistönpitokirja	B3 Korjaustarpeen selvittäminen ja kuntotutkimukset			
A4 Ilmastonmuutokseen varautuminen	B4 Korjaustavan valinta			
A5 Kestävä kehitys	B5 Rahoitustarkastelut			
	B6 Viranomaisohjaus julkisivukorjaushankkeessa			

**KORJAUSTAPAKUVAUKSET**

Yleiskuvaukset  
**Suunnitteluohjeet**

## Sisällysluettelo

<b>1</b>	<b>SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT.....</b>	<b>5</b>
1.1	SÄÄRASITUKSET.....	5
1.2	RAKENTEEN KUORMITUKSET.....	6
1.2.1	<i>Omapaino</i> .....	6
1.2.2	<i>Tuuli</i> .....	6
1.2.3	<i>Mekaaninen rasitus</i> .....	7
1.3	KOSTEUSTEKNISEN TOIMIVUUDEN VARMISTAMINEN.....	8
1.3.1	<i>Kosteuden kulkeutuminen rakenteeseen</i> .....	8
1.3.2	<i>Rakenteen kuivumismahdollisuudet</i> .....	9
1.4	RAPPAUSTEN HALKEILUN RAJOITTAMINEN.....	10
1.5	LÄMPÖTEKNISEN TOIMIVUUDEN VARMISTAMINEN.....	11
1.5.1	<i>Lämpötekniinen toimivuus</i> .....	11
1.6	PALOMÄÄRÄYSTEN HUOMIOON OTTAMINEN.....	11
1.7	TERVEYDELLE JA YMPÄRISTÖLLE VAARALLISET AINEET.....	11
<b>2</b>	<b>TYÖNAIKAINEN SUOJAUS JA MATERIAALIEN VARASTOINTI.....</b>	<b>12</b>
2.1	OLOSUHTEIDEN HALLINTA.....	12
2.2	TALVIRAKENTAMINEN.....	12
2.3	MATERIAALIEN VARASTOINTI.....	12
<b>3</b>	<b>VANHAN BETONIPINNAN ESIKÄSITTELY.....</b>	<b>13</b>
3.1	BETONIPINNAN PUHDISTUS.....	13
3.2	BETONIN VAURIOIDEN PAIKKAAMINEN.....	13
3.3	ALUSTAN TASAISUUS.....	13
3.4	VAURIOITUNEEN ULKOKUOREN POISTAMINEN.....	14
3.5	VANHOJEN SAUMAMASSOJEN POISTO.....	14
<b>4</b>	<b>VANHAN SEINÄN LISÄKIINNITYS.....</b>	<b>16</b>
4.1	YLEISTÄ.....	16
4.2	BETONIJULKISIVUN LISÄKIINNITYS.....	16
<b>5</b>	<b>OHUTRAPPAUS-ERISTEJÄRJESTELMÄ.....</b>	<b>18</b>
5.1	YLEISTÄ.....	18
5.1.1	<i>Rakenne</i> .....	18
5.1.2	<i>Mallityöt</i> .....	18
5.1.3	<i>Materiaali- ja tuotevalinnat</i> .....	19
5.2	SOKKELILISTAN ASENNUS.....	19
5.3	LÄMMÖNERISTYS.....	20
5.3.1	<i>Yleistä</i> .....	20
5.3.2	<i>Materiaalivalinta</i> .....	20
5.3.3	<i>Lämmöneristekerroksen paksuus</i> .....	20
5.3.4	<i>Lämmöneristeen kiinnitys</i> .....	21
5.4	POHJARAPPAUS JA VERKOTUS.....	22
5.4.1	<i>Laastien valmistus</i> .....	22
5.4.2	<i>Pohjalaastin ja rappausverkkojen asennus</i> .....	22
5.4.3	<i>Olosuhteet ja laadunvarmistus</i> .....	23
5.4.4	<i>Jälkihoito</i> .....	23
5.5	PINNOITUS.....	24
5.5.1	<i>Yleistä</i> .....	24
5.5.2	<i>Pintatyypit</i> .....	24
5.5.3	<i>Pinnoittaminen</i> .....	24

# JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO

## Suunnitteluohjeet

### Betonijulkisivut / Peittävä korjaus ohutrappaus-eristejärjestelmällä

---

<b>6</b>	<b>LIITOSKOHDAT.....</b>	<b>25</b>
6.1	LIIKUNTASAUMAT.....	25
6.2	IKKUNALIITOKSET.....	26
6.3	RÄYSTÄSRAKENTEET .....	27
6.4	SOKKELILISTA.....	28
6.5	MUUT LIITOKSET JA SAUMAUKSET .....	29

# 1 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

## 1.1 Säätöolosuhteet

Ulkoseinässä merkittävimmät rasitukset ovat

- kosteus
- pakkasrasitus
- lämpötilojen vaihtelu
- UV-säteily
- erilaiset haitalliset aineet (esim. kloridit ja ilman hiilidioksidi).

Rappaustyössä käytettävien materiaalien on oltava säänkestäviä. Säätöolosuhteiden, erityisesti kosteusrasituksen sekä lämpötilan vaihtelujen vaikutusta voidaan pienentää oleellisesti oikealla detaljisuunnittelulla sekä materiaalivalinnoilla.

**Kosteus** eri muodoissaan on useimpien rakenteiden pahin rasitustekijä ja se on osallisena lähes kaikissa merkittävässä turmeltumisilmiöissä. Tärkeimmät huomioon otettavat kosteuslähteet ovat viistosade, ulkoilman kosteus sekä pinnoille tiivistyvä kosteus. Muita mahdollisia kosteuslähteitä ovat sisäilman kosteus, maaperän kosteus eri muodoissaan, rakennuksessa käytettävä vesi sekä erilaiset vuotovedet. Se aiheuttaa mm. huokoisissa materiaaleissa pakkasrapautumista, metalleissa korroosiota sekä saattaa lisäksi vaikuttaa orgaanisiin materiaaleihin haitallisesti, esim. heikentäen saumausmassojen tartuntaominaisuuksia.

**Pakkanen** rasittaa erityisesti huokoisia rakenteita, jotka ovat alttiina kosteusrasituksille. Jäätymisessä vesi laajenee, mikä voi aiheuttaa rakenteen rapautumista. Pakkasrasitus on korkeimmillaan rannikolla, jossa rakenteet altistuvat voimakkaalle viistosaderasitukselle, ja jossa jäätymis-sulamissykliä on suuri.

**Lämpötilan vaihtelut** aiheuttavat rakenteeseen mekaanista rasitusta lämpöliikkeiden muodossa. Rappauspinnat ovat yleensä suuria, yhtenäisiä pintoja, jolloin lämpöliikkeiden aiheuttama mekaaninen rasitus voi vaurioittaa rappauspintaa joko rappauskerroksen halkeilun seurauksena (tason suuntaiset lämpöliikkeet) tai rappauskerroksen ja lämmöneristeen tartunnan heikkenemisen seurauksena (rappauskerroksen ja lämmöneristeen erisuuruiset lämpöliikkeet). Lämpötilojen vaihtelujen aiheuttamat liikkeet on otettava huomioon detaljisuunnittelussa, erityisesti liikuntasauvojen määrällä ja sijoittelulla.

**UV-säteily** heikentää erityisesti orgaanisten materiaalien ominaisuuksia. Vaikutukset ovat nähtävissä erityisesti orgaanisissa pinnoitteissa, joissa UV-säteily aiheuttaa värien haalistumista.

**Illan** hiilidioksidi aiheuttavaa mm. betonin ja paikkauslaastien karbonatisoitumista (hiilidioksidi) sekä sitä kautta aiheuttavat raudoitteiden korroosiota.

Betonissa oleva riittävän korkea **kloridipitoisuus** voi käynnistää betoniraidoitteiden korroosion sellaisessakin betonissa, joka ei ole karbonatisoitunut. Julkisivurakenteissa on mahdollista, että betonin valmistuksessa on käytetty kiihdyttävänä lisäaineena kalsiumkloridia (CaCl<sub>2</sub>), jonka määrä on yleensä moninkertainen raudoitteiden korroosion kynnyksiarvoon verrattuna. Klorideja voi päästä betoniin myös ulkoisista rasituslähteistä, esimerkiksi jäänsulatusuuloista ja rannikkoseuduilla tuulen kuljettamasta merivedestä.

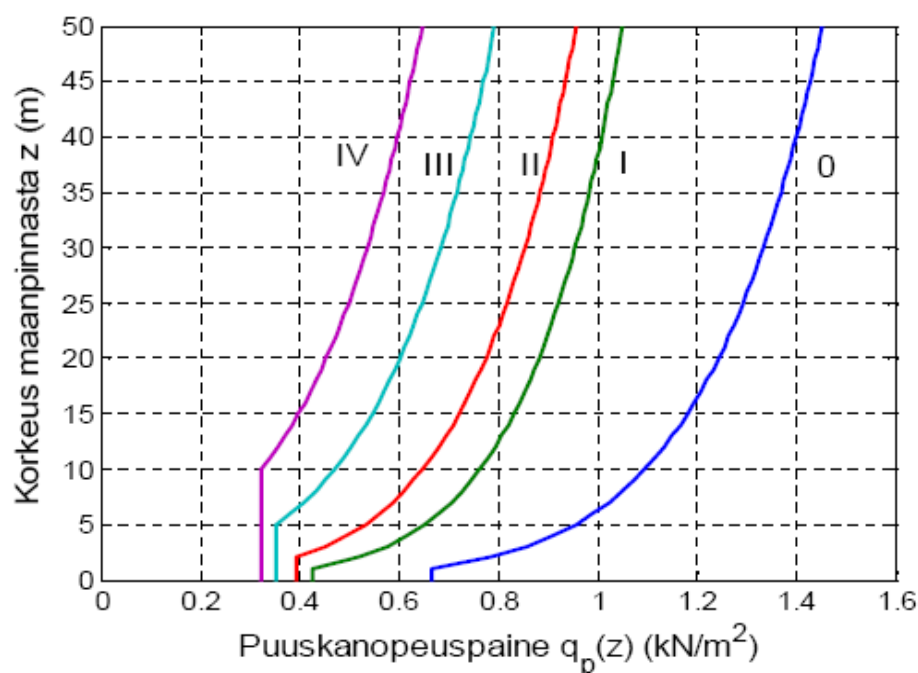
## 1.2 Rakenteen kuormitukset

### 1.2.1 Omapaino

Eristerappausrakenteen omapaino muodostuu lämmöneristeen ja rappauskerroksen painosta. Ohutrappauskerroksen omapaino on tyypillisesti luokkaa  $0,2 \text{ kN/m}^2$ , joten lämmöneristeen painolla on suhteessa rappausta paljon suurempi merkitys. Lämmöneristeen paino riippuu oleellisesti käytettävän eristeen tyypistä ja paksuudesta.

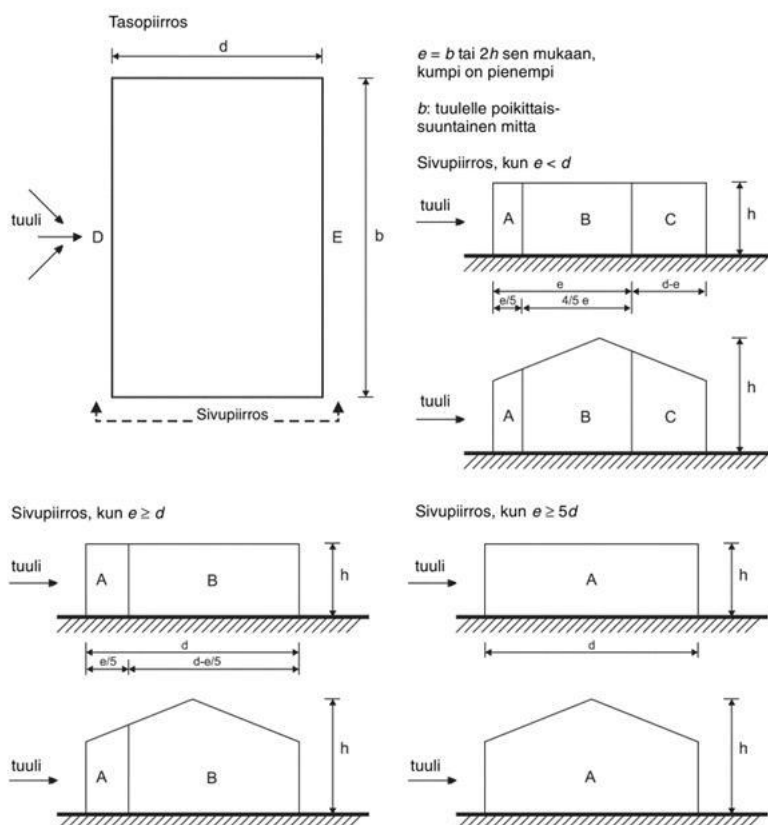
### 1.2.2 Tuuli

Tuulikuorman suuruus riippuu rakennuksen korkeudesta, muodosta sekä sen sijainnista. Tuulenpaineen mitoitusarvot määritetään eurokoodin EN 1991-1-4 mukaan.



**Kuva 1** Tuulen nopeuspaineen ominaisarvo eri maastoluokissa tasaisessa maastossa (*RIL 201-1-2008*).

Rappauskerroksen ja lämmöneristeiden kiinnitys on mitoitettava kestäämään tuulen imu. Tuulen imu on suurinta rakennuksen nurkissa sekä yläreunoissa. Tuulen imuvaikutukselle lasketaan mitoitusarvot rakennuksen koon ja muodon perusteella esimerkiksi julkaisun *RIL 201-1-2008 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat* mukaan.



**Kuva 2** Pystyseiniä koskeva vyöhykekaavio (SFS-EN 1991-1-14)

**Taulukko 1** Ulkopuolisen paineen kertoimet pohjaltaan suorakulmaisten rakennusten pystysuorille seinille (RIL 201-1-2008).

Vyöhyke	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
$h/d \geq 5$ *)	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0		-0,7
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0		-0,5
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0		-0,3

\*) Kansallisen liitteen mukaan (5 §) tarkennettu standardin taulukkoa

$h$  = seinän suurin korkeus [m], ks. kuva 2.

$d$  = seinän leveys [m]

$C_{pe}$  = mitoittava tuulenpaine [ $kN/m^2$ ].

### 1.2.3 Mekaaninen rasitus

Eristerappauksiin voi aiheutua mekaanista rasitusta erilaisten hankausten, iskujen ja törmäysten muodossa. Mekaaniselle rasitukselle altistuvat seinät tai seinänosat tulee tarvittaessa suojata esimerkiksi kaiteilla tai istutuksilla.

ETAG 004:ssä on määritelty luokitus ja vaatimukset rappauksen iskunkestävyydelle rappauksen käyttöluokan mukaan. Eristerappausjärjestelmissä tulee olla valmiit ratkaisut, joilla se täyttää myös käyttöluokan I vaatimustason tai rappausjärjestelmän soveltuvuus eri käyttöluokkiin on erikseen ilmoitettava.

**Taulukko 2** Eristerappausjärjestelmän iskunkestävyysvaatimukset *ETAG 004* mukaan eri käyttöluokille.

Käyttöluokka	Iskunkestävyys	Kuvaus	Toteamistapa
I	10 J	Pintaan ei saa muodostua vaurioita	ETAG 004 ja ISO 7892:1988
II	10 J	Näkyvät halkeamat mahdollisia, ei läpileikkautumista	
III	3 J	Näkyvät halkeamat mahdollisia, ei läpileikkautumista	

Käyttöluokka I: Alimmankerroksen katujulkisivut tai muut koviille ihmisten aiheuttamille iskuille altistuvat alueet.

Käyttöluokka II: Seinäalueet, jotka voivat altistua potkuille tai tavaroiden heittelyille mutta eivät ole suoraan kadun vieressä.

Käyttöluokka III: Eivät todennäköisesti tule altistumaan ihmisten aiheuttamille iskuille tai tavaroiden heittelylle.

### 1.3 Kosteusteknisen toimivuuden varmistaminen

Eristerapatuissa julkisivuissa ei ole tuuletusrakoa, jonka seurauksena rakenteen kuivuminen tapahtuu diffuusion vaikutuksesta rakennekerrosten läpi. Seinärakenteen toimivuuden varmistamiseksi on rakenteeseen pääsevä kosteus määrä pyrittävä minimoimaan sekä kosteuden kuivumisen rakenteen läpi ulos on oltava mahdollisimman nopeaa. Kuivumisen mahdollistamiseksi on lämmöneristeen ja rappauksen yhdistelmän oltava riittävän vesihöyrynläpäisevä.

Kosteusteknisen toimivuuden varmistamiseksi on suunnittelussa huomiota kiinnitettävä seuraaviin tekijöihin

- estetään kosteuden kulkeutuminen rakenteisiin
  - o työnaikainen suojaus
  - o liitoskohtien toimivuus
    - pellitysten sijoittaminen, kallistukset ja ulottumat sekä liittyminen rappauspintaan
    - tiivistykset ja saumat
  - o rappauksen halkeilun hallinta
    - rappauskerrosten paksuudet, lujuudet ja lujuussuhteet
    - työtekniikat (olosuhteet, jälkihoito)
  - o ohutrappauskerroksen ominaisuudet
    - alustan suojaaminen kastumiselta
    - riittävän tiivis ottaen huomioon kosteuden kuivumismahdollisuudet
    - vettä hylkivä ominaisuus
- mahdollistetaan rakenteen kuivuminen
  - o työnaikainen sääsuojaus
  - o vesihöyryä läpäisevät laastit, pinnoitteet ja lämmöneristeet.

#### 1.3.1 Kosteuden kulkeutuminen rakenteeseen

Veden kulkeutuminen eristerappausjärjestelmän sisään voidaan parhaiten estää hyvällä työnaikaisella sääsuojuksella. Eristerappausjärjestelmien kosteusteknisen suunnittelun keskeisiä tekijöitä ovat julkisivurappauksen halkeilun tehokas rajoittaminen ja liitosten suunnittelu niin, että sillä estetään veden pääsy rakenteen sisään sekä rappaukseen kohdistuva keskittynyt sadevesirasitus.



Rappauksen **halkeilun hallinnalla** pyritään pienentämään halkeamaleveyksiä ja näin vähentämään halkeamien kautta rakenteeseen pääsevän sadeveden määrää. Keskeisiä tekijöitä ovat rappauksen lujittaminen verkotuksella (riittävässä suhteessa rappauksen paksuuteen), rappausverkon sijainti lähellä ulkopintaa, liikuntasauvojen määrä ja sijoittelu sekä rappauskerrosten paksuudet.

**Liitoskohdat** on suunniteltava niin, että niissä tapahtuvat liikkeet eivät aiheuta haittaa rappaukselle. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon eri rakennusosien erilaiset liikkeet. Liitoskohdat on suunniteltava ja liitokset suojattava esim. pellityksin siten, että vettä ei pääse rakenteen sisään. Muita tärkeitä suunnitteluasioita eri liitoskohdissa ovat mm. pellitysten sijoittaminen, kallistukset ja ulottumat, muiden rakenteiden liittyminen rappauspintaan sekä erilaiset tiivistykset ja saumat. Lämmöneristeiden taakse päässeen veden on voitava valua pois rakenteesta sen alareunasta. Rappausjärjestelmän sisään ei saa muodostua vettä pidättäviä kerroksia.

**Pintarappaustyyppin ja/tai maalin valinta** vaikuttaa sekä rappauksen kastumiseen että kuivumiseen. Tiiviiden maalien tai pintarappauslaastien ja heikosti vettä imevien polymeerejä sisältävien sementtilaastien käyttö aiheuttavat sateella vesikalvon muodostumisen julkisivun pintaan.

On huomattava, että ohutrappaus-eristejärjestelmissä käytetään erityyppisiä laasteja kuin paksurappaus-eristejärjestelmissä, joten ne toimivat kosteusteknisesti eri tavoin. Tämä vaikuttaa myös pintakäsittelyistä aiheutuvien kosteusteknisten seurausten arviointiin.

**Ohutrappaus-eristejärjestelmissä** käytetyt laastit muodostavat yhdessä tiheäsilmäisen verkon kanssa 5–10 mm paksun yhtenäisen kohtalaisen vesitiiviin kerroksen. Ohutrappauksen ulkopintaan muodostuu viistosateella välittömästi vesikalvo, jolloin halkeamien, epätiivien saumojen, pintarappauksen epäjatkuvuuskohtien ja liitosrakenteiden kautta vettä voi kulkeutua haitallisessa määrin kapillaariseen verkotuslaastiin tai rappauskerroksen taakse.

Nykyisin laastit voivat olla myös kuituvahvistettuja ja niissä voidaan käyttää erilaisia pitkäaikaiskestävyyttä (mm. pakkasenkesto, kastuminen/kuivuminen) parantavia lisäaineita.

### 1.3.2 Rakenteen kuivumismahdollisuudet

Eristerappaukset tulee suunnitella siten, että rakenteen sisään päässyt vesi pääsee sieltä myös hallitusti poistumaan. Kuivumisen kannalta keskeisiä ovat hyvä työnaikainen sääsuojaus, hyvin vesihöyryä läpäisevät pintarappauslaastit ja/tai maalit, pohjarappauslaastit sekä lämmöneristeet.

Eristerappauksella peitettävät rakenteet (esim. vaurioitunut betonijulkisivu, massiivinen tiili-muuri ja Siporex-seinät) voivat sisältää huomattavia määriä kosteutta, jonka on päästävä poistumaan rakenteesta korjauksen jälkeen vaurioittamatta rakenteita ja aiheuttamatta kosteushaittaa rakennuksen sisäpuolelle.

Elastisten saumausten poistaminen vanhasta ulkoseinästä ennen uusien lämmöneristeiden asentamista edesauttaa vanhan rakenteen sisällä olevan kosteuden poistumista. Avatut saumaraot on kuitenkin täytettävä lämmöneristeellä rakenteen sisäisen konvektion estämiseksi.

## 1.4 Rappausten halkeilun rajoittaminen

Rapatuissa julkisivuissa voi esiintyä eriasteista halkeilua mm. laastin kutistumisesta sekä lämpö- ja kosteusliikkeistä johtuen. Halkeilun määrään ja halkeamaleveyksiin voidaan ensisijaisesti vaikuttaa oikein sijoitetulla ja riittävän lujalla rappauksen verkotuksella sekä tarvittavilla liikuntasaumoilla.

Myös erilaiset aukkojen nurkat ovat yleensäkin alttiita halkeamien syntymiselle niihin helposti syntyvien jännityshuippujen johdosta. Näihin kohtiin syntyvää halkeilua pyritään yleensä rajoittamaan aukkojen nurkkiin 45° kulmaan asennettavalla lisäverkotuksella.

**Ohutrappaus-eristejärjestelmissä** rappauksen liikkuminen alustansa suhteen on estetty käyttämällä lujia ja jäykkiä lämmöneristeitä ja kiinnittämällä eristeet liikkumattomasti alusrakenteeseen. Tämän johdosta eristeinä voidaan käyttää myös suhteellisen suuret lämpöliikkeet omaavia solumuovieristeitä.

Alustaansa lukituissa ohutrappaus-eristejärjestelmissä rappauskerroksen lämpö- ja kosteusliikkeet eivät siis juuri pääse jakautumaan rappauskerroksessa, joten liikuntasaumoja ei ole tarpeen sijoittaa muualle kuin niille kohdille, joissa alusrakenteessa voidaan otaksua tapahtuvan liikkumista. Toisaalta rappausalustassa tapahtuvat ennakoimattomat liikkeet voivat aiheuttaa rappauksen halkeamisen.

Ohutrappausten halkeilun kannalta on tärkeää, että rappauslaastikerroksen vetolujuus ei ylitä käytetyn verkon vetolujuutta. Jos laastit ovat liian lujia ja/tai rappauskerros on liian paksu, rappausverkko ei pysty siirtämään rappauskentän vetovoimia syntyneiden kapeidenkaan halkeamien yli. Tällöin verkko voi katketa halkeaman kohdalla, mikä johtaa leveän halkeaman syntymiseen.

Eristerapattujen pintojen halkeamat ovat sekä esteettinen että rakenteen kosteus- ja pakasrasitusta lisäävä haitta. Halkeamien kautta sadevesi pääsee imeytymään laastikerrokseen ja mahdollisesti rakenteen sisään. Eristerappausjärjestelmien halkeilun tulee olla niin vähäistä, että järjestelmä läpäisee säärasitustestin, ks. *by 57 Eriste- ja levyrappaus 2016*.

Rappauksissa esiintyvien halkeamien vaikutusten minimoimiseksi halkeilu ei saa ylittää *taulukon 3* arvoja.

**Taulukko 3** Julkisivun halkeiluluokitus

	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>

Luokka 1: Ohutrappaus-eristejärjestelmät, sekä rappaukset, jotka käsitellään vettä hylkivillä pinnoitteilla.

Luokka 2: Rappauspinnat yleensä.

Tarkasteltava pinta vähintään 3 x 3 m<sup>2</sup>. Tarkasteltavan pinnan lämpötila > 0 °C. Tarkastelu suoritetaan valmiista pinnasta aikaisintaan 1 kk kuluttua rappauksen valmistumisesta. Mitaukset suoritetaan julkaisun *BY 40 Betonirakenteiden pinnat / luokitusohjeet 2021* mukaan.

## **1.5 Lämpötekni­sen toimivuuden varmistaminen**

### **1.5.1 Lämpö­tekninen toimivuus**

Eristerappaukseen kuuluu olennaisena osana lisälämmöneristyskerros.

Lisälämmöneristys parantaa vanhan seinän teknistä toimivuutta, sillä vaurioiden eteneminen pysähtyy lämpötilan nousun ja kosteusrasituksen pienenemisen seurauksena. Lämmöneristykseen myötä myös ulkoseinän lämmöneristävyys paranee.

Lämpö­teknisen toimivuuden varmistamiseksi on levyjen asennukseen kiinnitettävä huomiota ja ennen lämmöneristelevyjen asennusta alustan epätasaisuuden tasoitettava.

Soveltuva lämmöneristekerroksen paksuus määritetään tapauskohtaisesti.

## **1.6 Palomääräysten huomioon ottaminen**

Eristerappauksissa on otettava huomioon palomääräykset. Palomääräykset vaikuttavat lämmöneristeen valintaan sekä siten myös ns. palokatkojen tarpeellisuuteen. Vaatimukset riippuvat rakennuksen paloluokasta sekä sen käyttötarkoituksesta ja kerrosten lukumäärästä.

P1-luokan rakennuksissa on käytettävä yleensä B-s1, d0 –luokan rakennustarvikkeita. Mikäli käytetään tätä luokitusta huonompia rakennustarvikkeita ja/tai järjestelmiä, on palon leviäminen eristykseen, palo-osastosta toiseen ja rakennuksesta toiseen estettävä. Palomääräysten soveltamisesta käytäntöön mm. soveltuvien suojauskeinojen osalta päättää aina paikalliset paloviranomaiset.

Ohutrappaus-eristejärjestelmissä, joissa lämmöneristeenä käytetään mineraalivillaa, lämmöneristeet täyttävät luokan B-s1, d0. Palomääräykset eivät siten rajoita näiden ohutrappaus-eristejärjestelmien käyttöä.

P2-luokan rakennuksille ei eristerappauksen osalta aseteta vaatimuksia lämmöneristeille, jos rakennuksen runko on täyttää luokan R30. P3-luokan rakennuksille ei ole erityisvaatimuksia.

## **1.7 Terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet**

Tyypillisimmät betonijulkisivuissa olevat terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet ovat pinnoitteiden asbesti sekä saumausmassoissa ja EPS-eristeissä olevat POP-yhdisteet (PCB- ja SCCP-yhdisteet), PAH-yhdisteet sekä raskasmetallit (esim. lyijy-yhdisteet). Lisäksi lämmöneristeissä saattaa harvinaisissa tapauksissa esiintyä mikrobikasvustoa. **Ennen korjaussuunnittelun aloitusta kohteeseen on tehtävä korjattavan alueen kattava asbesti ja haitta-ainekartoitus, jotta korjaustavan ja korjausmenetelmien valinnassa osataan ottaa ne huomioon. Haitta-aineet ja niiden voimassa olevat raja-arvot tarkistettava viranomaislähteistä.**

Laajemmin terveydelle ja ympäristölle vaarallisista aineista on selostettu JUKO-ohjeistokansion osassa *B2 Rakenteen ja korjausmahdollisuudet*.

## **2 TYÖNAIKAINEN SUOJAUS JA MATERIAALIEN VARASTOINTI**

### **2.1 Olosuhteiden hallinta**

Eristerappaus työ suositellaan tehtäväksi aina sääsuojatuilta telineiltä.

Rappaus työn onnistuminen riippuu oleellisesti työnaikaisista sekä rappauksen kovettumisen aikaisista olosuhteista (mm. kuivumisolosuhteet ja jälkihoito). Sääsuojatut telineet luovat rappauksen onnistumiselle parhaat edellytykset.

Rappaus työ on tehtävä yli +5 °C lämpötilassa. Voimakkaassa auringonpaisteessa tai tuulisella säällä veden haihtuminen on voimakasta, jonka vuoksi em. olosuhteissa ei rappaus- tai pinnoitustyötä tule tehdä.

### **2.2 Talvirakentaminen**

Talvirakentamisessa on työt tehtävä sääsuojatuilta (huputetuilta) sekä lämmitettäviltä telineiltä.

### **2.3 Materiaalien varastointi**

Materiaalit on varastoitava sateelta ja muulta kosteudelta suojattuina. Sementtipohjaisia kiviainevuotteita ei saa varastoida siten, että ne ovat suoraan kosketuksissa maan kanssa.

Vettä sisältävät tuotteet on suojattava jäätymiseltä.

## **3 VANHAN BETONIPINNAN ESIKÄSITTELY**

### **3.1 Betonipinnan puhdistus**

Lämmöneriste kiinnitetään vanhaan ulkokuoreen liimalaasteilla, joten ennen lämmöneristeiden asennusta on vanha seinäpinta pestävä painepesulla, ja kaikki irtoava maali sekä muu heikkolujuksinen aines sekä lika on poistettava.

Jos alustaa ei puhdisteta, ei liimalaastien lujuutta voida ottaa huomioon määritettäessä rakenteen tuulikuorman kestävyyttä (tuulen imu).

### **3.2 Betonin vaurioiden paikkaaminen**

Vanhan julkisivupinnan tulee olla riittävän ehjä, luja ja tasainen, jotta lämmöneristeet on mahdollista kiinnittää siihen luotettavasti ja tasaiseksi alustaksi ohutrappaukselle.

Betonijulkisivuissa kokonaan lämmöneristeiden alle jääviä korroosiovaurioita ei ole tarpeen paikata. Korroosiovauriot jäävät korjauksen jälkeen olosuhteisiin, joissa korrosio ei käytännössä etene. Sen sijaan, jos korroosiovauriot sijaitsevat esim. ikkunan pielissä, joihin ei lämmöneristettä ja rappausta asenneta, on korroosiovauriot paikattava laastipaikkauksella.

Laaja-alaiset korroosiovauriot voivat heikentää liimauskiinnitystä, joten ne on paikattava. Laaja-alaiset vauriot on paikattava ennen lämmöneristeiden kiinnitystä, mikäli lämmöneristeiden kiinnityksessä käytetään liimalaasteja. Tällöin kuitenkin riittää, että irtonaisen materiaalin poistaminen ja kolojen täyttäminen tehdään riittävän tartuntalujuuden omaavalla laastilla.

Vähäiset pakkasrapautuneet alueet eivät niin ikään vaadi erikoistoimia, jos ne jäävät kokonaan lämmöneristeiden alle ja betonin lujuus on muutoin riittävä ulkokuoreen tehtävään kiinnitykseen. Pakkasrapautumisessa on kuitenkin varmistettava rakenteen kiinnitysvarmuus.

Mikäli rakenteessa on laajoja pakkasrapautumavaurioita, tulee tarkastella koko ohutrappaus-eristejärjestelmän soveltuvuutta. Ohutrappaus-eristejärjestelmässä rakenne kiinnitetään ulkokuoreen liimalaasteilla ja pitkälle edennyt pakkasrapautuminen alentaa kiinnitysvarmuutta oleellisesti.

### **3.3 Alustan tasaisuus**

Ohutrappaustekniikalla toteutettavalla eristerappauksella ei voida tasata alustan suuria epätasaisuuksia.

Alustan tasaisuusvaatimukset on päätettävä tapauskohtaisesti. Alustan epätasaisuuden ylittäessä 5 mm, vanha julkisivupinta oikaistaan tarvittaessa erillisillä oikaisulaasteilla tai rappauslaasteilla.

Tasoituksen jälkeen alustan epätasaisuuksia voidaan korjata edelleen lämmöneristeiden ulkopintaa hiomalla (mineraalivilla, EPS) tai leikkaamalla kuumalankaleikkurilla (EPS). Lämmöneristeiden jälkityöstäminen on hankalaa mm. mekaanisten kiinnikkeiden vuoksi. Oikaisun jälkeen lämmöneristelevyjen ulkopinta on puhdistettava kaikesta irtonaisesta

eristepölystä harjaamalla tai imuroimalla. Tarvittaessa lämmöneristeiden ulkopinnassa käytetään pohjustetta järjestelmätoimittajan ohjeiden mukaisesti.

Rappausalustan tasaisuusvaatimuksena voidaan soveltaa uudistuotannon tasaisuusvaatimusta (by 46 Rappauskirja 2005, luokka 1: +/- 3 mm). Suurimpia epätasaisuuksia oikaistaan soveltuvilla rappaus- ja tasoituslaasteilla oikaistavan julkisivupinnan mukaan.

### 3.4 Vaurioituneen ulkokuoren poistaminen

Ohutrappaus-eristejärjestelmien soveltuvuus purkavien korjausten yhteyteen on arvioitava aina erikseen. Suurimpana ongelmana voidaan pitää epätasaiselle alustalle kiinnittämistä, sillä sisäkuori on purkamisen jäljiltä aina varsin epätasainen ja sitä on yleensä tasoitettava.

Ohutrappaus-eristejärjestelmissä alustan mittapoikkeamien tasoitukseen ei voida käyttää pehmeitä mineraalivilloja. Ennen tasoitusta alustassa olevat vanhat kiinnitysteräkkeet, esim. ansasteräkkeet on poistettava, jotta tasoitus voidaan tehdä. Lisäksi vanha seinäpinta on puhdistettava huolellisesti vanhoista lämmöneristeistä, jotta rappausjärjestelmään kuuluvien uusien lämmöneristeiden liimakiinnityksestä saadaan riittävän luja. Alustan puhdistus vanhoista eristeistä on tehtävä mekaanisesti harjaamalla tai hiekkapuhaltamalla. Painepehua tai muuta alustaa kastelevaa menetelmää ei ole mahdollista käyttää.

Valupurseiden piikkaamisen sekä lämmöneristeiden ja irtonaisen aineksen huolellisen puhdistamisen jälkeen sisäkuoren ulkopinta tasoitetaan tarkoitukseen soveltuvalla riittävän lujuudella rappaus- tai tasoituslaastilla tai ruiskubetonoinnilla alustan epätasaisuusasteen mukaan.

**Taulukko 4** Ohjeellinen eri laastityyppien käyttö sisäkuoren oikaisussa.

	Sisäkuoren epätasaisuus [mm]		
	< 10	10–20	20–40
<b>Oikaisulaasti</b>	X		
<b>Rappauslaasti</b>		X	X
<b>Ruiskubetonointi</b>		X	X

### 3.5 Vanhojen saumamassojen poisto

Vanhat elementtien väliset elastiset saumamassat poistetaan ja sauma sullotaan täyteen pehmeää mineraalivillaa tai täytetään osittain pu-vaahdolla. Pu-vaahdotusta käytettäessä ilmanpitävyys tulee varmistaa useammalla täyttökerralla. Vaahdotusta ei tule kuitenkaan ulottaa uusien lämmöneristeiden taustapintaan saakka, vaan vähintään uloin 50 mm täytetään mineraalivillasullonnalla. Tavoitteena on tehdä lämmöneristyksestä yhtenäinen sekä estää rakenteen sisäinen konvektio. Korjauksen jälkeinen rakenteen diffuusiolla tapahtuvan kuivumisen tulee kuitenkin olla mahdollista, mikä tulee ottaa huomioon materiaalivalinnoissa.

Erittäin märissä julkisivuissa sekä kohteissa, joissa on suuri sisäilman kosteustuotto, tulee ulkoseinän rakennusfysikaalinen tarkastelu tehdä erikseen valitulle ohutrappaus-eristejärjestelmälle ja näin varmistaa korjatun rakenteen toimivuus.

Rakennesuunnittelijan tulee tarkastella erikseen vaipan ilmanpitävyys. Monissa tapauksissa elementtien väliset elastiset saumat ovat parantaneet ulkoseinän ilmanpitävyyttä, joka elementtisaumojen poistamisen yhteydessä heikkenee. Ulkoseinärakenteen ilmanpitävyyden kannalta sisäpuolinen tiivistäminen on tehokkainta, mutta useimmissa tapauksissa sen toteuttaminen on hankalaa, koska rakennukset ovat yleensä käytössä julkisivukorjausten

## **JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO**

### **Suunnitteluohjeet**

#### **Betonijulkisivut / Peittävä korjaus ohutrappaus-eristejärjestelmällä**

---

aikana. Lämmöneristeiden valinnalla voidaan vaikuttaa ilmanpitävyyteen, sillä solumuovipohjaiset lämmöneristeet ovat mineraalivillapohjaisia merkittävästi ilmanpitävämpiä.

## 4 VANHAN SEINÄN LISÄKIINNITYS

### 4.1 Yleistä

Vanhan seinärakenteen lisäkiinnitystarvetta tulee tarkastella, kun käytössä olevan kiinnitysjärjestelmän toiminnassa on syytä epäillä puutteita tai kiinnitysvarmuus todetaan tutkimusten perusteella korjaustapaan nähden riittämättömäksi. Lisäkiinnitysratkaisu suhteutetaan aina korjauskohteena olevan rakenteen ominaisuuksiin ja ympäröiviin kuormitusolosuhteisiin, joiden perusteella kiinnitysvarmuutta voidaan kasvattaa vaadittavassa laajuudessa. Rakenneanalyysit on tästä syystä suoritettava aina tapauskohtaisesti.

Lisäkiinnitystarvetta arvioitaessa on tärkeää selvittää vanhan rakenteen toiminnan sekä kiinnikkeiden lujuusmitoituksen pääperiaatteet. Kiinnitysjärjestelmän varmuustason arviointi korostuu erityisesti silloin, kun korjausratkaisulla kasvatetaan kiinnikkeisiin kohdistuvia rasituksia. Vanhan rakenteen pinnalle kiinnitettävät verhoukorkorjaukset paitsi lisäävät pystysuuntaisia kuormituksia myös siirtävät rakenteen painopistettä ulospäin.

### 4.2 Betonijulkisivun lisäkiinnitys

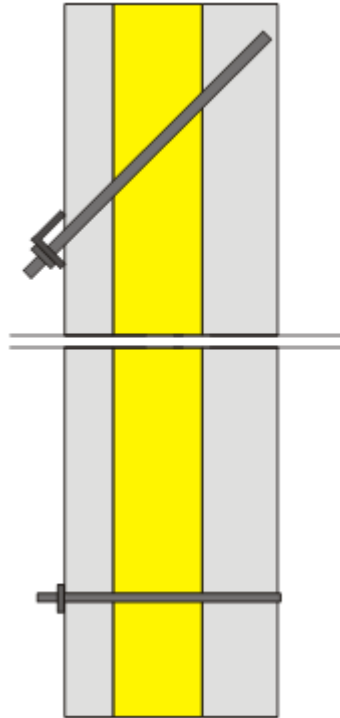
Yleisimmin käytettyjen ruostumattomien teräsansaiden vetodiagonaalien kiinnitysvarmuus on vaurioitumattomassa rakenteessa moninkertainen ulkokuoren painoon nähden ja riittää normaalitapauksissa kattamaan myös eristerappausjärjestelmistä aiheutuvat kuormituslisät. Kuitenkin jo paikallinen vaurio rasetuimmassa kiinnikkeissä tai niitä ympäröivässä betonissa voi aiheuttaa ns. vetoketjumurron, jolloin rakenteen vahvistaminen vetoankkureilla on rakenneosan toimintavarmuuden näkökulmasta perusteltua.

Teräsansailta varustetun julkisivun puristuskapasiteetin määrittää käytännössä vanha lämmöneristekerros, jonka lujuusominaisuuksien arviointi voi korjauskohteesta riippuen osoittautua haasteelliseksi. Verhoukorkorjausten aiheuttama puristusrasitusten lisääntyminen ei todennäköisesti johda rakenteen kantokyvyn menettämiseen, vaan vaikutus ilmenee kasvavien muodonmuutosten kautta. Mikäli vanhan eristemateriaalin puristuskestävyys todetaan kuormitusolosuhteisiin nähden riittämättömäksi tai sitä ei voida luotettavalla tasolla määrittää, on rakenteen vahvistaminen puristusankkuroinnilla järkevä vaihtoehto.

Kiinnitysosissa mahdollisesti esiintyvä korroosio saattaa huonoissa olosuhteissa edetä myös verhoukorkorjauksen jälkeen, mikä on huomioitava erityisesti pistemäisien ja korroosioalttiiden kiinnitystekniikoiden kohdalla. Jos vanhan ulkokuoren tai kuorielementin kiinnitys on tehty ruostuvasta teräksestä (esim. tavallinen harjateräs tai pyörötanko, teräskiskot), on lisäkiinnittäminen aina suositeltava vaihtoehto, sillä vanhan julkisivurakenteen lisäkiinnittäminen korjauksen valmistuttua ei ole mahdollista eristerappausta purkamatta.

Betonisten ulkokuorien lisäkiinnitys tehdään ulkokuoren läpi sisäkuoreen käyttämällä esim. kiila-, lyönti- ja kemiallisia ankkureita tai toiminnaltaan näitä vastaavia erikoiskiinnikkeitä, jotka asennetaan kuvan 3 periaatteen mukaisesti vino- tai vaaka-asennuksena. Kiinniketyypillä tulee olla voimassa olevan hyväksynnän (esim. CE-merkintä) lisäksi soveltuvuus julkisivuissa vallitseville olosuhteille, mistä johtuen kiinnityksissä käytetään ruostumattomasta (AISI 304) tai haponkestävästä (AISI 316) teräksestä valmistettuja tuotteita. Kiinnikkeet mitoitetaan tavallisesti koko ulkokuoren ja päälle tulevan rakenteen painolle (veto- ja leikkauslujuus), mutta myös vanhan kiinnitysjärjestelmän kapasiteetin hyödyntäminen on tapauskohtaisesti mahdollista.





**Kuva 3** Periaatekuva vanhan ulkokuoren lisäkiinnityksestä.

Kiinnikkeet mitoitetaan koko ulkokuoren painolle (vetolujuus ja leikkauslujuus).

Kiinnikkeet asennetaan siten, että niiden käyttöohjeiden mukainen asennussyvyys täyttyy. Huomattavaa on, että varsinkin kantamattomissa seinissä (esim. ruutuelementtiseinä) sisäkuoren paksuus voi olla pieni, jolloin ankkurointipituudet on määritettävä vanhan ulkoseinän sisäkuoren paksuuden mukaisesti. Tällaisissa seinissä kiinnitys on syytä tehdä aina välipohjien kohdalta, jolloin kiinnikkeille saadaan aikaiseksi riittävä ankkurointikapasiteetti.

Asennuksessa on otettava huomioon sisäkuoren paksuuden vaihtelu, joka voi olla jopa useita senttimetrejä.

Kiinnikkeiden todellinen vetolujuus (ankkurointikapasiteetti) selvitetään aina kohdekohtaisesti suoritettavilla vetokokeilla. Kiinnikkeiden määrä lasketaan vetokokeiden perusteella saatavien ankkurointikapasiteetin mitoitusarvojen perusteella.

## 5 OHUTRAPPAUS-ERISTEJÄRJESTELMÄ

### 5.1 Yleistä

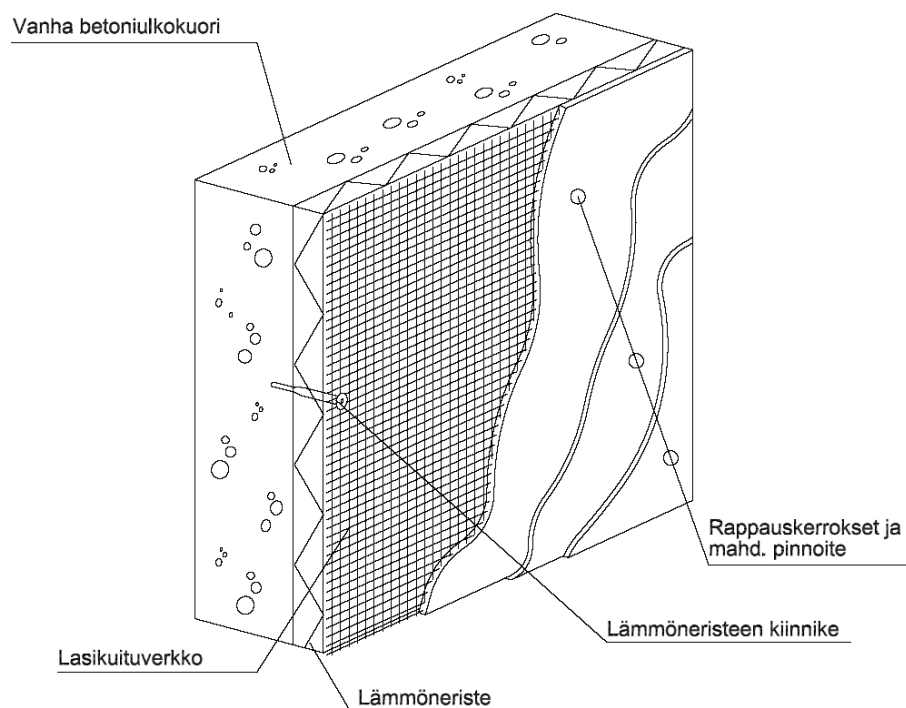
#### 5.1.1 Rakenne

Ohutrappaus koostuu kahdesta eri rappaus- tai pinnoitekerroksesta: Pohjarappauksesta sekä pintarappauksesta tai pinnoitteesta.

Pintakerros voidaan joko ruiskuttaa tai pinnoittaa halutun pintastruktuurin ja/tai ulkonäön saavuttamiseksi. Maalattava rappaus yleensä hierretään.

Pohjarappaukseen asennetaan muovipinnoitettu lasikuituverkko. Lasikuituverkkoa ei yleensä kiinnitetä erikseen mekaanisesti, paitsi korkeiden rakennuksien yläosissa, jossa on suositeltavaa käyttää myös verkon läpi meneviä kiinnikkeitä.

Lämmöneristeenä ohutrappaus-eristejärjestelmissä voidaan käyttää joko kivivillaa tai EPS-levyjä, jotka kiinnitetään liimalaasteilla tai mekaanisin kiinnikkein.



**Kuva 4** Ohutrappaus-eristejärjestelmän periaate.

#### 5.1.2 Mallityöt

Valmiin rappauspinnan laatu ja ulkonäkö (mm. pinnan rakeisuus, viimeistelytekniikka, tasaisuus, väri) määritellään mallityössä.

Mallityön yhteydessä varmistetaan myös urakoitsijan ja työntekijöiden ammattitaito sekä resurssien riittävyys.

Mallityöksi tehdään min. 2 x 2 m<sup>2</sup> kokoinen alue valmista rappauspintaa niillä menetelmillä ja välineistöllä kuin urakkasopimuksessa on sovittu käytettäväksi.

Tilaaaja hyväksyy mallityön, joka toimii valmiin rappauksen referenssipintana. Valmista rappauspintaa verrataan mallityöhön.

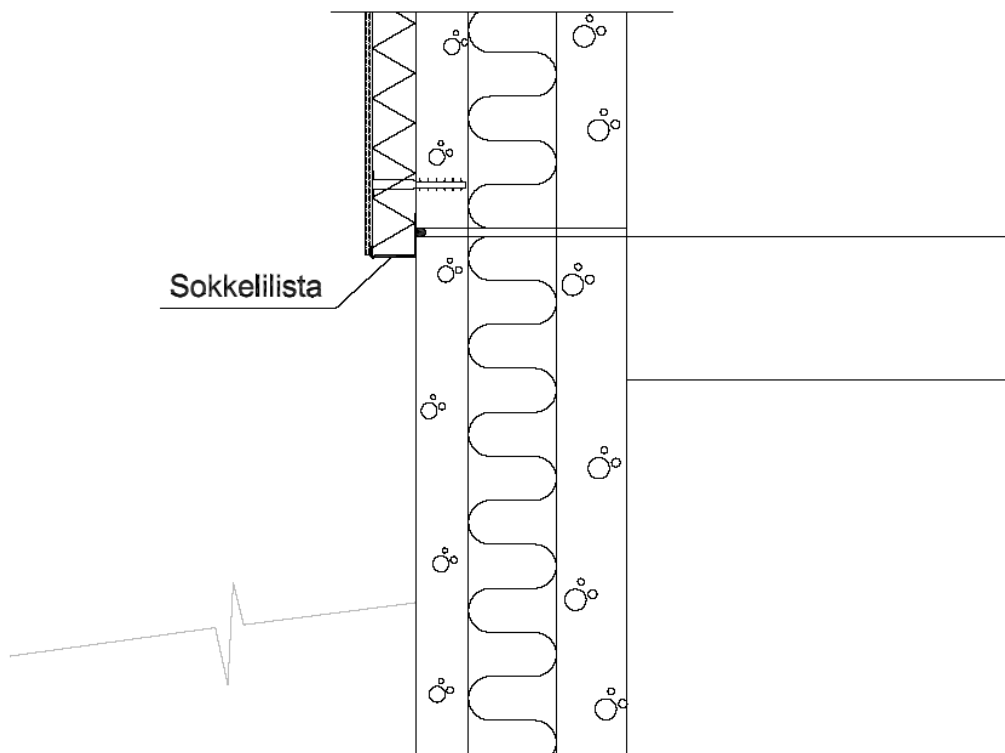
### **5.1.3 Materiaali- ja tuotevalinnat**

Ohutrappaus-eristejärjestelmiin kuuluvat materiaalit ja tuotteet sekä niiden ominaisuudet riippuvat valitusta järjestelmästä. Tiettyyn järjestelmään tulee käyttää vain ja ainoastaan järjestelmänhaltijan määrittelemiä tuotteita.

## **5.2 Sokkelilistan asennus**

Ulkoseinän alareunaan kiinnitetään ohutrappaus-eristejärjestelmään kuuluva sokkelilista. Sokkelilistan tulee olla varustettu tippanokalla.

Sokkelilista kiinnitetään valmistajan ohjeiden mukaan. Kiinnikkeinä tulee käyttää ruostumattomasta teräksestä valmistettuja ruuveja.



**Kuva 5** Sokkelilista.

## 5.3 Lämmöneristys

### 5.3.1 Yleistä

Eristevalinnalla voidaan vaikuttaa lähinnä seuraaviin tekijöihin:

- lämmöneristävyys
- eristekerroksen paksuuteen ja siten koko rakenteen paksuuteen
- vesihöyryn läpäisevyyteen
- lisäeristykseen aiheuttamaan kuormitukseen
- rappauksen painumiseen
- ääneneristävyys
- palo-ominaisuuksiin
- rappauksen iskunkestävyyteen.

### 5.3.2 Materiaalivalinta

Ohutrappauksen alla voidaan käyttää joko kivivilloja tai EPS-levyjä. Kivivillaa on tavallista levymäistä tuotetta tai ns. lamellivilla (ladottava tuote). Korjausrakentamisessa levymäinen tuote on yleisempi.

Käytettävää lämmöneristetuetta ei voida valita vapaasti, vaan se kuuluu olennaisena osana eristerappausmaterieeseen. Ohutrappausmenetelmän haltijan (materiaalitoimitajan) tulee antaa ohjeet lämmöneristetuetteen valinnasta.

### 5.3.3 Lämmöneristekerroksen paksuus

Lämmöneristekerroksen paksuutta kasvattamalla saadaan parannettua seinärakenteen U-arvoa (ks. taulukko 5). Yleensä lisälämmöneristeen paksuus on luokkaa 50–100 mm.

**Taulukko 5** Esimerkkejä ulkoseinärakenteen U-arvosta lisälämmöneristykseen jälkeen. Laskelmat on laadittu rakenteille, joissa vanhan betonisandwich-rakenteen sisäkuoren paksuudeksi on oletettu 80 mm ja ulkokuoren 60 mm. Vanhan lämmöneristeiden lämmönjohtavuuden arvona on laskelmissa käytetty 0,044 W/m<sup>2</sup>K. Lisälämmöneristeen lämmönjohtavuuden arvona on käytetty 0,037 W/m<sup>2</sup>K (Lähde: by57 Eriste- ja levyrappaus 2016).

Vanha rakenne		Korjattu rakenne		
Lämmöneristyk- sen paksuus [mm]	U-arvo [W/m <sup>2</sup> K]	Lisälämmöneristyk- sen paksuus [mm]	U-arvo [W/m <sup>2</sup> K]	U-arvon paran- tuminen
80	0,49	50	0,30	39 %
		70	0,26	47 %
		100	0,22	55 %
		150	0,17	65 %
100	0,40	50	0,27	33 %
		70	0,24	40 %
		100	0,20	50 %
		150	0,16	60 %
140	0,30	50	0,22	27 %
		70	0,20	33 %
		100	0,17	43 %
		150	0,14	53 %

Taulukossa 5 esitetyt lukemat koskevat umpinaista seinää. Koko ulkoseinärakenteen U-arvon laskennassa on otettava huomioon myös ikkunat ja ovet. Ulkoseinien osuus koko rakennuksen energiankulutuksesta on luokkaa 10–15 %.

Rakennepaksuutta määritettäessä on otettava huomioon myös seinän paksuuden muuttuminen, ja esim. ikkunarakenteiden jääminen syvennykseen ja suunniteltava yksityiskohdat huolellisesti myös ulkonäkö- ja toimivuusnäkökulmasta.

### 5.3.4 Lämmöneristeen kiinnitys

#### Yleistä

Lämmöneristeiden kiinnitystapa riippuu valittavasta ohutrappaus-eristejärjestelmästä.

Lämmöneristeet kiinnitetään alustaan liimalaasteilla ja tarvittaessa myös mekaanisilla kiinnikkeillä.

#### Kiinnitys liimalaastilla

Liimalaasti levitetään betonialustaan teräslastalla voimakkaasti painaen. Liimalaasti kamataan laastikammalla auki.

Epätasaisilla alustoilla liimalaasti voidaan levittää myös eristelevyjen taustapinnalle, jolloin eristekerroksen ulkopinnasta saadaan tasaisempi. Taustapinnalle levitettäessä liimalaastia levitetään eristelevyjen reunoille kauttaaltaan sekä keskiosille paikoitellen.

Lämmöneristelevyt kiinnitetään välittömästi liimalaastin levityksen jälkeen niin, että ne asetuvat ulkopinnan tason suuntaisesti. Lämmöneristelevyissä ei saa olla hammastusta. Levyjen saumoissa ei saa olla avoimia kohtia eikä liimalaastia. Levyjen tasaisuutta seurataan esim. linjaarilla.

Lämmöneristelevyjen kiinnipysyvyys ennen liimalaastin kovettumista varmistetaan tarvittaessa mekaanisin kiinnikkein. Mekaanisten kiinnikkeiden tarpeellisuus tulee varmistaa rappausjärjestelmätoimittajalta.

Pelkästään lämmöneristelevyjen läpi annetut kiinnikkeet eivät vaikuta itse rappauskerroksen kiinnipysyvyyteen, ellei kiinnikkeitä asenneta rappausverkon läpi.

#### Mekaaniset kiinnikkeet

Lämmöneristelevyt voidaan kiinnittää myös mekaanisin kiinnikkein.



**Kuva 6** Esimerkki lämmöneristeiden kiinnittämiseen käytettävästä mekaanisesta kiinnikkeestä.

Kiinnikkeiden määrä määräytyy käytettävän kiinnikkeen ominaisuuksien sekä vanhan betonin lujuuden mukaan. Yleensä kiinnikkeitä käytetään tuotteesta riippuen 4–7 kpl/m<sup>2</sup>. Ohutrappaus-eristejärjestelmätoimittajan tulee antaa tarkemmat ohjeet kiinnikkeiden sijoittelusta ja määrän laskemisesta.

## **5.4 Pohjarappaus ja verkotus**

### **5.4.1 Laastien valmistus**

Laastien sekoituksessa on noudatettava valmistajan ohjeita. Yleisiä ohjeita laastien valmistuksen suhteen ei ole annettavissa.

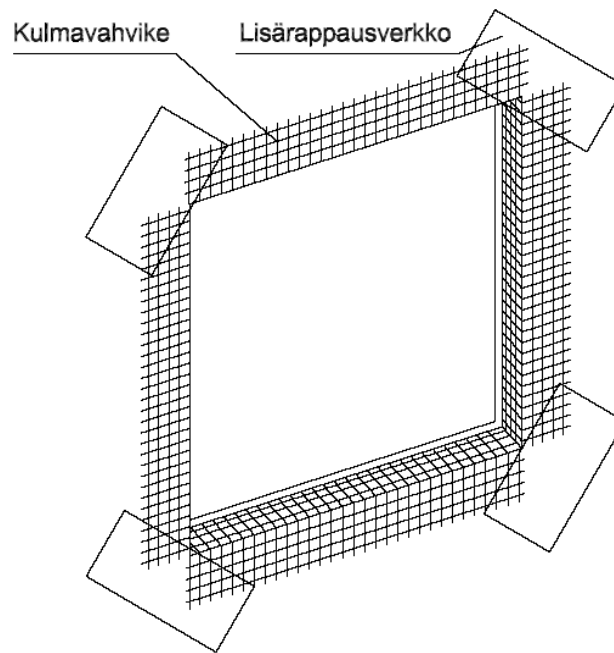
Ohjeita on noudatettava

- vesimäärien suhteen
- sekoitusaikojen suhteen
- sekoituskertojen suhteen
- laastin käyttöajan suhteen.

Ohjeiden noudattamatta jättämisellä on vaikutus mm. laastien pitkäaikaiskestävyyteen (erit. huokoisuus ja pakkasenkestävyys) sekä työstöominaisuuksiin.

### **5.4.2 Pohjalaastin ja rappausverkkojen asennus**

Varsinainen rappauustyö aloitetaan asentamalla aukkojen (esim. ikkunat) pieliin sekä ulkoseinän sisä- ja ulkonurkkiin valmiiksi muotoillut vahvikeverkot 45° kulmaan. Lisäksi aukkojen kulmiin asennetaan lisärappausverkot. Vahvikeverkot asennetaan ohueen kerrokseen pohjarappauslaastia.



**Kuva 7** Kulmavahvikkeet ja lisärappausverkot ikkunapielissä.

Pohjarappauslaasti asennetaan joko teräslastalla tai rappausruiskulla. Soveltuva asennustapa varmistetaan rappausjärjestelmätoimittajalta.

Pohjarappaus tehdään useampana kerroksena. Heti ensimmäisen kerroksen jälkeen tuoreeseen laastikerrokseen painetaan varsinainen rappausverkko. Pinta viimeistellään teräslastalla.

Rappausverkon tulisi olla mahdollisimman keskellä laastikerrosta. Pohjassa oleva rappauslaasti heikentää tartuntaa sekä iskunkestävyyttä eikä välttämättä pienennä halkeilutaipumusta.

Toinen rappauskerros tehdään joko märkää märälle menetelmälle tai seuraavana päivänä, kun ensimmäisen rappauskerros on kovettunut. Jotta pinnasta saadaan mahdollisimman tasainen, voidaan pinta rapata vielä kertaalleen.

### **5.4.3 Olosuhteet ja laadunvarmistus**

Rappaustyötä saa tehdä vain yli +5 °C lämpötilassa sekä sateettomalla säällä. Tuoreet laastipinnat eivät saa jäättyä.

Suosittelavaa on, että ohutrappaukset tehdään sääsuojatuilta telineitä.

Olosuhteita tulee seurata rappaustyön aikana, ilman lämpötila sekä muut säätiedot on kirjattava työmaapöytäkirjaan.

Materiaalitiedot sekä tuote-erät tulee niin ikään kirjata työmaapöytäkirjaan.

### **5.4.4 Jälkihoito**

Pohjarappauksen jälkeen rappauspintoja on pidettävä kosteana pintarappauksen tekemiseen saakka, vähintään 2–3 vrk:n ajan. Liian nopea kuivuminen aiheuttaa rappauskerroksen halkeilua, joka

- alentaa rappauskerrosten lujuutta
- lisää rappauskerroksen vedenimukykyä ja heikentää siten rappauksen pitkäaikaiskestävyyttä.

Tarvittaessa rappauspintaa on kasteltava. Laastin ollessa tuoretta kastelu suoritetaan kevyellä vesisumutuksella, sitoutumisen ollessa pidemmällä voidaan vesisuihkun voimakkuutta ja vesimäärää kasvattaa.

Huomattavaa on, että kastelua on tarpeen vaatiessa jatkettava vuorokauden ympäri.

## 5.5 Pinnoitus

### 5.5.1 Yleistä

Pohjarappauksen on annettava kuivua ennen pintakerroksen asentamista. Pinnoitus voidaan tehdä yleensä aikaisintaan 1–3 vuorokauden kuluttua pohjarappauksen tekemisestä.

### 5.5.2 Pintatyypit

Ohutrappauksen pinta voi olla

- roiskepintainen
- hiertopintainen
- maalattu

Roiske- ja hiertopintaisissa ohutrappauksissa pinta tehdään tehdasvärjättyillä rappauslaasteilla tai pinnoitteilla.

Maalattavissa ohutrappauksissa pintarappaus viimeistellään yleensä hiertämällä, ja kovetunut rappauspinta maalataan järjestelmänhaltijan suosittelimilla maalityypeillä.

### 5.5.3 Pinnoittaminen

Pinnoite levitetään ruiskuttamalla, telaamalla tai teräslastalla halutusta ulkonäöstä ja rappausjärjestelmästä riippuen. Käytettävistä tuotteista riippuen on käytettävä lisäksi pohjustetta.

**Roiskepinta** tehdään rappaus/pinnoiteruiskulla. Ruiskutus tehdään samalla kertaa niin, että pinnasta saadaan kerralla tasainen. Ruiskutustyössä työsaumat on sijoitettava niin, että ne muodostuvat julkisivujen rajapinnoilla. Yhtenäiset alueet on ruiskutettava yhdellä kertaa. Ruiskutuksessa ruiskutus suunnan on säilyttävä samana.

Pinnoituksen karkeusaste riippuu pinnoitteen raekoosta. Ohutrappauksissa rappauksissa raekoko on luokkaa 1–3 mm.

Roiskepinnoituksen ulkonäköön vaikuttaa myös käytettävä työtapo (ruiskutus kulma, ruiskutus etäisyys sekä ruiskutus paine). Sopiva työtekniikka haetaan yhteistyössä tilaajan kanssa mallityön tekemisen yhteydessä.

**Hierrettävä pinta** tehdään hiertämällä tuore pinnoite muovihierkimellä.

**Maalattava pinta** tehdään ruiskuttamalla pintarappaus niin ikään yhdellä kertaa. Ruiskutuksen jälkeen pinta hierretään muovihierkimellä tasaiseksi. Hierretyn pintakerroksen kuivuttua rakenne maalataan.



## 6 LIITOSKOHDAT

Julkisivurappaukset liittyvät moniin muihin rakennusosiin. Näiden liitosten suunnitteluun ja toteutukseen tulee paneutua huolellisesti, sillä liitosten toimivuus ratkaisee usein lopulta koko ohutrappaus-eristejärjestelmän rakenteellisen ja kosteusteknisen toiminnan.

### 6.1 Liikuntasaumat

Yleensä ohutrappaus-eristejärjestelmien julkisivuissa tarvitaan liikuntasauvoja vain rakennuksen rungon liikuntasauvojen kohdilla sekä kahden eri julkisivumateriaalin liittymissä.

#### Rungon liikuntasauva

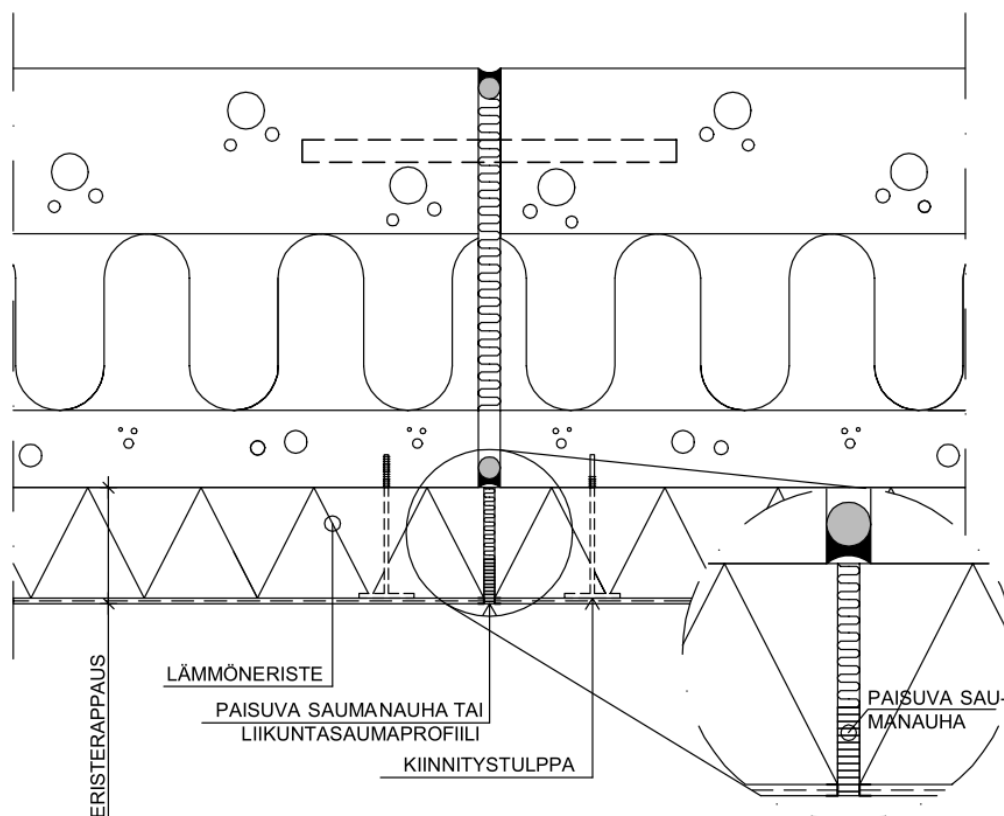
Rungon liikuntasauvan kohdalle tehtävä rappauksen liikuntasauva tehdään ensisijaisesti ohutrappaus-eristejärjestelmään kuuluvalla liikuntasaumaprofiililla. Toisena vaihtoehtona on teoriassa jälkisahaus, jonka tiivistäminen sadevedenpitäväksi on hankalaa eikä tätä siksi suositella.

**Liikuntasaumaprofiili.** Ohutrappaus-eristejärjestelmään kuuluva liikuntasaumaprofiili asennetaan aukkojen ja kulmien vahvikkeiden asennuksen yhteydessä. Liikuntasaumaprofiilin reunat painetaan ohueen verkotuslaastikerrokseen, ks. *kuva 8*.

Liikuntasaumaprofiilin muodonmuutoskyvyn tulee olla riittävä liikuntasaumassa esiintyviin liikkeisiin nähden. Liikuntasaumaprofiilin ominaisuuksien on oltava riittäviä myös pakka-  
sessa sekä UV-säteilyn vanhennettua materiaalia.

**Jälkisahaus.** Sahaamalla tehtävät liikuntasaumat ulotetaan koko rappauskerroksen läpi. Sahaus tehdään verkotuslaastin kovetuttua ennen pinnoitusta. Jälkisahauksena tehtävät liikuntasaumat tiivistetään joko paisuvalla saumanauhalla tai elastisella saumausmassalla. Ohuella rappauskerroksella **saavutetaan vain harvoin** elastiselle saumausmassalle tarvittava riittävän leveä tartuntapinta. Elastisen saumausmassan tartunta ohutrappauslaastiin ja pinnoitteisiin on varmistettava materiaalitoimittajalta.

Liikuntasaumaprofiililla tehtävän liikuntasauvan leveys on n. 5 mm. Muulla tavoin tiivistetyn leveyden tulee vähintään olla luokkaa 10 mm, jotta tiivistys on mahdollista toteuttaa. Rakenteen liikuntasauvan kohdalle tehtävän sauman mitoituksessa on kuitenkin aina otettava huomioon rakennuksen rungon ja siten rappauksen liikuntasaumassa tapahtuva kokonaisliike.



**Kuva 8.** Periaatekuva liikuntasauman rakenteesta. Lämmöneristeet ulotetaan rakenteen liikuntasauman ohi. Sahauksen ja puhdistuksen jälkeen paisuva saumanauha asennetaan paikoilleen.

### **Eri julkisivumateriaalien liitos**

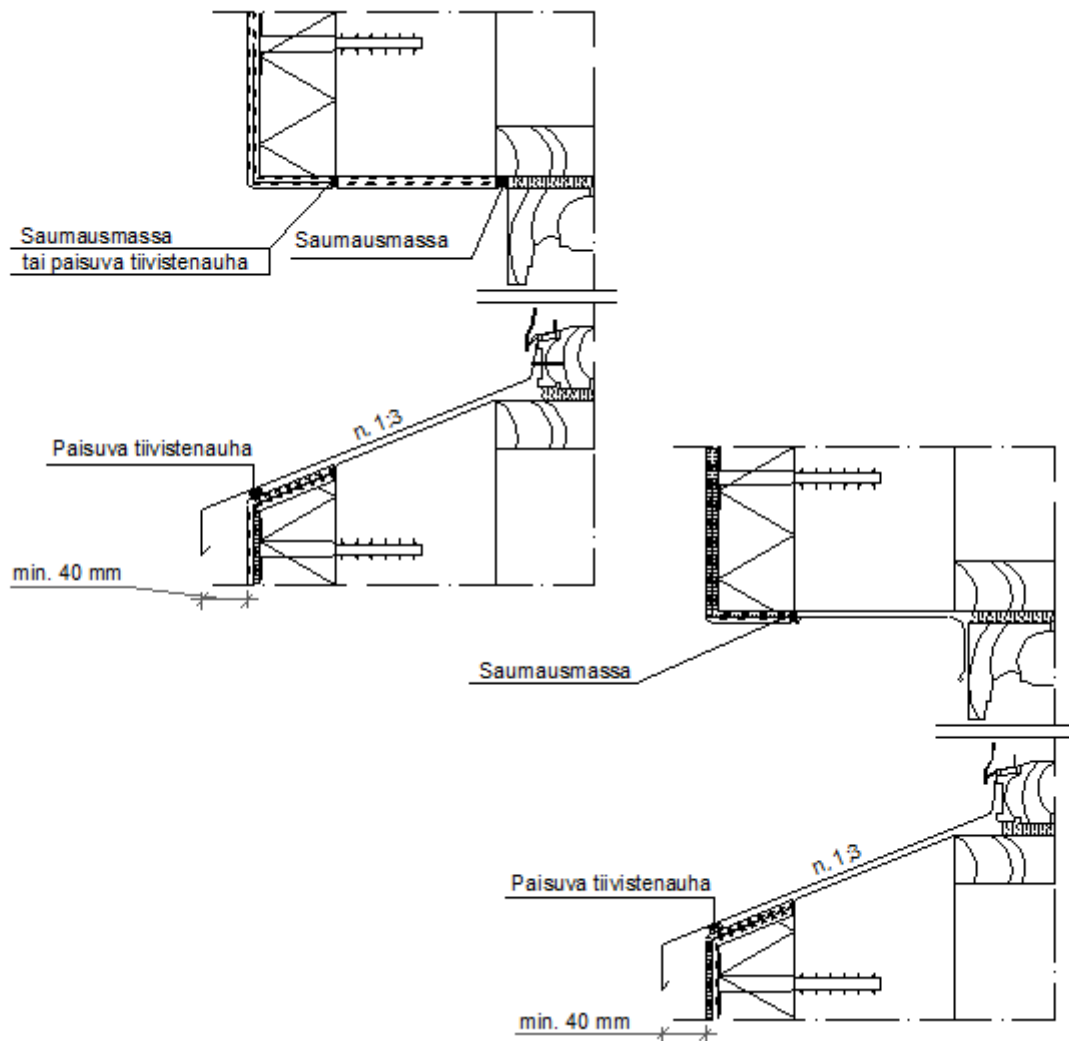
Ohutrappaus liitetään aina liike-erot sallivalla liitoksella toiseen julkisivumateriaaliin tai rakennusosaan. Ohutrappauksen reunasta tehdään järjestelmään kuuluvalla päättölistalla suora ja siisti. Ohutrappaus-eristejärjestelmään kuuluva päättölista asennetaan aukkojen ja kulmien vahvikkeiden asennuksen yhteydessä. Päättölistan reunat painetaan ohueen verkotuslaastikerrokseen.

Päättölista muodostaa kontaktipinnan julkisivumateriaalien liitoksen tiivistämiseen käytettävälle saumaukselle. Sauman pinta tiivistetään joko paisuvalla saumanauhalla tai elastisella saumaussmassalla. Elastista saumaussmassaa käytettäessä on liitos tehtävä niin leveäksi, että saumaussmassa ei riko rappausta lämpö- ja kosteusliikkeiden seurauksena. Saumaussmassan tartunta päättölistaan on varmistettava materiaalitoimittajalta tai tarvittaessa ennakkokein.

## **6.2 Ikkunaliitokset**

Ikkunoiden pielet voidaan tehdä rappaamalla, pellittämällä tai rappausjärjestelmään kuuluvilla aukonpielilistoilla. Ikkunan ja pielen välin tulee olla tiivis, jotta sadevesi ei pääse tuulen paineen vaikutuksesta verkotuslaastiin tai rakenteen sisään.

Betonielementtijulkisivuissa elementin reunan ja ikkunan pielen väli on usein niin kapea, että siihen ei mahdu lämmöneristettä ja rappauslaastia. Tällöin ikkunan pielen pellitys tai rappausjärjestelmään kuuluva päätelista ovat ainoita vaihtoehtoja.



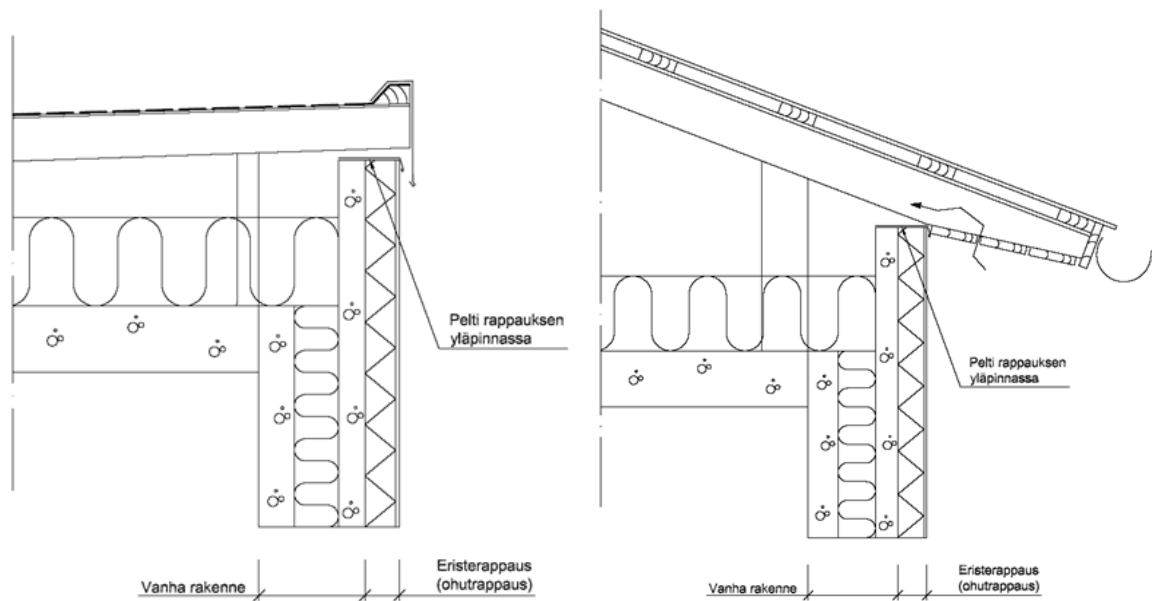
**Kuva 9** Periaatekuvat ikkunanpielien rappaustavoista.

Ikkunan vesipeltien kaltevuuden tulee olla vähintään 1:3 (n. 20 ° kulmassa). Etureunan etäisyyden tulee olla rappauksen pinnasta vähintään 30 mm. Vesipeltien päätyihin muotoillaan ns. rappausreunat.

Rappauksen ja ikkunan vesipellin sekä vesipeltien päätyjen ja rappauksen välinen liitos tiivistetään elastisella saumamassalla, jolloin pelti ja saumaus sulkevat vedenkulkureitin sekä verkotuslaastiin että rakenteen sisään.

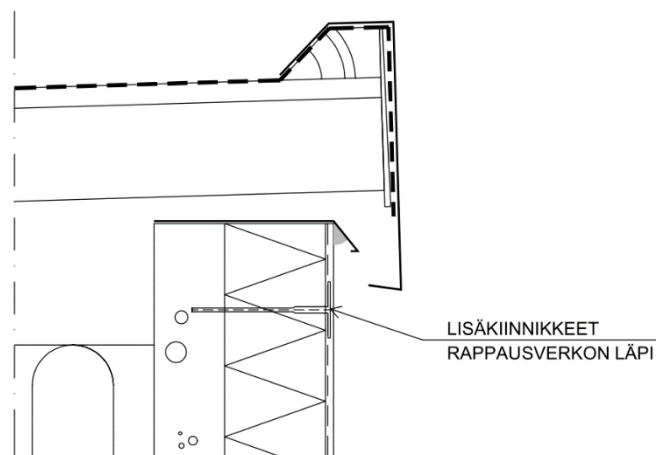
### 6.3 Rästärakenteet

Rakennuksen peittävän korjauksen yhteydessä seinärakenteiden paksuus kasvaa vähintään lämmöneristeiden ja uuden pintarakenteen paksuuden verran. Rakennuksen ns. kapeat räystäät on siten suunniteltava kokonaan uudelleen. Julkisivukorjauksissa tulisi suosia ulkonevia räystäärakenteita, sillä ne alentavat julkisivurakenteiden kosteusrasitusta oleellisesti. Räystäälle on suositeltavaa asentaa pelti eristerappausten yläpintaan estämään veden kulkeutumista pohjarappaukseen ja rakenteen sisään, ks. kuva 10.



**Kuva 10** Esimerkkikuvia räystäärakenteista.

15 metriä tai sitä korkeammissa rakennuksissa ns. vetoketjumurron estämiseksi rappauksen yläpää tulee kiinnittää alusrakenteisiin. Kiinnitys tapahtuu rappausverkosta joko kiinnittämällä rappausverkon yläpää vanhan seinärakenteen yläosaan tai räystäsrakenteisiin, tai rappausverkon läpi asennettavilla rappausjärjestelmään kuuluvilla mekaanisilla kiinnikkeillä.

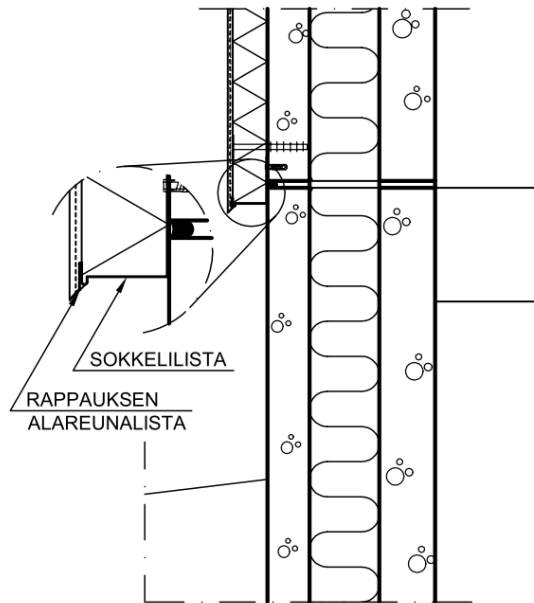


**Kuva 11** Ohutrappaus-eristejärjestelmän lisäkiinnitys räystäällä.

## 6.4 Sokkelilista

Ohutrappaus-eristejärjestelmän asennus aloitetaan ulkoseinän alareunaan kiinnitettävän järjestelmään kuuluvan sokkelilistan asennuksella. Sokkelilistan tarkoituksena on muodostaa siisti ja viimeistelty rappauksen alareuna ja peittää lämmöneristeiden alareuna. Sadevesien poisjohtamiseksi sokkelilistan tulee olla varustettu tippanokalla ja rei'ityksellä.

Sokkelilista kiinnitetään ulkoseinän alaosaan mekaanisin kiinnikkein valmistajan ohjeiden mukaan. Kiinnikkeinä tulee käyttää ruostumattomasta teräksestä valmistettuja ruuveja.



**Kuva 12** Periaatekuva sokkelilistan sijainnista.

## **6.5 Muut liitokset ja saumat**

### **Julkisivulle tulevat ylösnostot**

Rakennuksen tasoeroista, ulokkeista ja erilaisista katoksista johtuen ohutrappatuille seinille voi olla tarvetta tehdä vesikatteen ylösnostoja.

Mineraalivillaaeristeen tapauksessa ohutrappaus-eristejärjestelmän ylösnoston kohdalle seinärakenteeseen voidaan rakentaa lämmöneristetty puurakenteinen kotelo. Kotelon ylä- ja alaosassa tulee olla rei'itys, joka mahdollistaa lämmöneristekerrokseen mahdollisesti päässeeseen kosteuden siirtyminen seinän korkeussuunnassa.

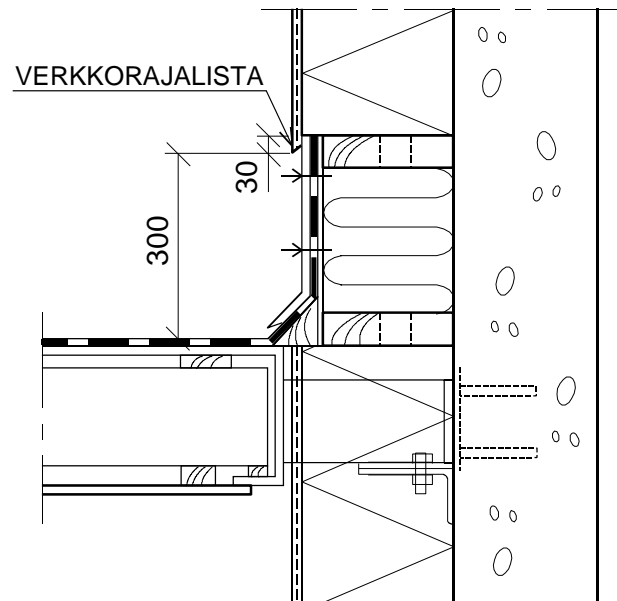
Solumuovipohjaisten eristeiden tapauksessa em. koteloa ei tule käyttää, vaan lämmöneristeen ulkopintaan upotetaan kosteudenkestävä vaneri tai kuitusementtilevy, joka liimataan kiinni tarkoitukseen soveltuvalla liimalla. Vedeneristeen ylösnosto ja sitä suojaava pellitys kiinnitetään levyyn liimaamalla ja mekaanisesti.

Kotelorakenteen tulee ylösnoston ja pellityksen kanssa jäädä varsinaisen ulkoseinärakenteen lämmöneristykseen ulkopinnan tasoon, eli lämmöneristykseen tulee tällä kohdalla olla luokkaa 20–30 mm ohuempi kuin muualla seinärakenteessa.

Mineraalivillaaeristetyssä seinässä bitumikermillä tehtävän ylösnoston kiinnitys voi tapahtua perinteisesti lämmittämällä. Sen sijaan muovipohjaisia eristeitä käytettäessä on käytettävä itseliimautuvia kermejä tai erillistä bitumiliimaa. Ylösnosto suojataan pellityksellä, jonka yläreuna ulotetaan noin 30 mm seinärakenteen lämmöneristeen päälle.

Rappauksen alareunaan asennetaan aukkojen ja kulmien vahvikkeiden asennuksen yhteydessä alareunalista. Alareunalistan alareuna asennetaan noin 30 mm suojapellityksen kanssa limitykseen siten, että suojapelti tulee alareunalistan ja lämmöneristeen väliin. Kiinnityslaasti jätetään noin 30 mm pellin yläreunan yläpuolelle, jotta liitoksen liikemahdollisuus säilyy. Alareunalista painetaan ohueen verkotuslaastikerrokseen.

Alareunalista muodostaa rappaukseen siistin suoran alareunan sekä tippanokan. Tippanokallinen alareunalista estää rappauspintaa pitkin valuvan veden kapillaarisen imeytymisen pohjarappauslaastiin ja alentaa oleellisesti rappauksen alareunan kosteusrasitustaso.



**Kuva 13** Katoksen ylösnoston kiinnitys ohutrappaus-eristejärjestelmällä verhoiltuun julkisivuun. Solumuovipohjaisilla eristeillä ei tule käyttää koteloa, vaan säänkestävä levy liimataan kiinni eristeeseen tehtyyn koloon.

#### Varusteiden kiinnitys

Ulkoseinän varusteet (räystäskourut, syöksytorvet, tikkaat, valaisimet jne.) tulee kiinnittää rappauksen alusrakenteisiin siten, ettei vesi kulkeudu niiden kiinnikkeitä pitkin rakenteeseen. Kiinnikkeet asennetaan hieman etureunastaan alaspäin kallistetuiksi, jolloin ne eivät valuta vettä ja likaa seinäpinnoille.

Kiinnikkeistä ei saa aiheutua pakkovoimia ulkoseinärakenteelle. Pääsääntöisesti kiinnikkeet irrotetaan rappauksesta elastisella saumauksella tai paisuvalla saumanauhalla.