

JUKO - OHJEISTOKANSIO JULKISIVUKORJAUSHANKKEEN LÄPIVIEMISEKSI

KORJAUSTAPAKUVAUKSET

Betonijulkisivut Peittävä korjaus paksurappaus- 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 osajia, 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).

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Peittävä korjaus paksurappaus-eristejärjestelmällä

YHTEENVETO

Tässä luvussa käsitellään betonijulkisivun peittävää korjausta paksurappaus-eristejärjestelmällä.

Ohjeissa on käsitelty

- suunnittelun lähtökohdat
- korjauksen valmistelevat työt
- lisälämmöneristys
- varsinainen rappaustyö

JUKO OHJEISTOKANSIO

A RAKENNUKSEN YLLÄPITO	B KORJAUTARVE JA HANKE-SUUNNITTELU	C KORJAUS-SUUNNITTELU	D RAKENTAMIS-VAIHE	E KORJATUN RAKENTEEN YLLÄPITO
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

1	SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT.....	5
1.1	SÄÄRASITUKSET.....	5
1.2	RAKENTEEN KUORMITUKSET.....	5
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>Lämpötekkinen toimivuus</i>	11
1.6	PALOMÄÄRÄYSTEN HUOMIOON OTTAMINEN.....	11
1.7	TERVEYDELLE JA YMPÄRISTÖLLE VAARALLISET AINEET.....	12
2	TYÖNAIKAINEN SUOJAUS JA MATERIAALIEN VARASTOINTI.....	13
2.1	OLOSUHTEIDEN HALLINTA.....	13
2.2	TALVIRAKENTAMINEN.....	13
2.3	MATERIAALIEN VARASTOINTI.....	13
3	VANHAN BETONIPINNAN ESIKÄSITTELY.....	14
3.1	BETONIPINNAN PUHDISTUS.....	14
3.2	BETONIN VAURIOIDEN PAIKKAAMINEN.....	14
3.3	ALUSTAN TASAISUUS.....	14
3.4	VAURIOITUNEEN ULKOKUOREN POISTAMINEN.....	15
3.5	VANHOJEN SAUMAMASSOJEN POISTO.....	15
4	VANHAN SEINÄN LISÄKIINNITYS.....	16
4.1	YLEISTÄ.....	16
4.2	BETONIJULKISIVUN LISÄKIINNITYS.....	16
5	LÄMMÖNERISTYS.....	18
5.1	LÄMMÖNERISTETTUOTTEET.....	18
5.1.1	<i>Yleistä</i>	18
5.1.2	<i>Lämmöneristekerroksen paksuus</i>	19
6	PAKSURAPPAUS-ERISTEJÄRJESTELMÄ.....	21
6.1	YLEISTÄ.....	21
6.2	LÄMMÖNERISTEIDEN KIINNITYS.....	21
6.3	LÄMMÖNERISTEIDEN ASENTAMINEN.....	23
6.4	RAPPAUSVERKON ASENNUS.....	24
6.5	PELLITYKSET.....	25
6.6	RAPPAUSLAASTIT.....	25
6.6.1	<i>Yleistä</i>	25
6.6.2	<i>Pohjarappaus</i>	26
6.6.3	<i>Täyttörappaus</i>	26
6.6.4	<i>Pintarappaus</i>	26
6.6.5	<i>Laastien valmistus</i>	27
6.6.6	<i>Olosuhteet ja laadunvarmistus</i>	27
6.6.7	<i>Jälkihoito</i>	29
6.7	PINNAN TEKEMINEN.....	29

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Peittävä korjaus paksurappaus-eristejärjestelmällä

6.7.1	<i>Mallityöt</i>	29
6.7.2	<i>Pintatyypit ja työtekniikat</i>	29
7	LIITOSKOHDAT	30
7.1	LIIKUNTASAUMAT	30
7.2	IKKUNALIITOKSET	31
7.3	RÄYSTÄSRAKENTEET	33
7.4	SOKKELILIITOS.....	33
7.5	MUUT LIITOKSET JA SAUMAUKSET	33

1 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

1.1 Säätöolosuhteet

Kaikkien rappausstyössä käytettävien materiaalien on oltava hyvin säänkestäviä. Suoraan lämmöneristeen päälle tehty rappauskerros altistuu hyvin nopeille lämpötilanvaihteluille ja perinpohjaiselle kastumiselle ja siten huomattavasti tavanomaista voimakkaammalle säärasitukselle. Säätöolosuhteiden vaikutusta voidaan pienentää oleellisesti oikealla detaljisuunnittelulla sekä materiaalivalinnoilla.

Kosteus on rasiolosuhteista yksi merkittävimmistä. Se on osallisena lähes kaikissa merkittävimmissä turmeltumisilmiöissä. Kosteus eri olosuhteissaan voi lisähuokostamattomissa materiaaleissa aiheuttaa mm. rapautumista, pinnoitteissa tartunnan heikkenemistä, metalleissa korroosiota sekä saattaa lisäksi vaikuttaa orgaanisiin materiaaleihin haitallisesti, esim. heikentäen liimojen tai saumausmassojen tartuntaominaisuuksia.

Pakkas rasittaa erityisesti huokoisia rakenteita, jotka ovat alttiina kosteusrasituksille. Jäättyessään vesi laajenee, mikä voi aiheuttaa rakenteen rapautumista. Pakkasrasitus on korkeimmillaan rannikolla, jossa rakenteet altistuvat voimakkaalle viistosaderasitukselle, ja jossa jäätymis-sulamissykliä lukumäärä 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 liikuntasaumojen määrällä ja sijoittelulla.

Korkeat lämpötilat ja niistä aiheutuvat liikkeet erityisesti tummasävyisissä rappauksissa on otettava huomioon suunnittelussa. Rappauspinnan liiallisen lämpötilan nousun ehkäisemiseksi eristerappauksissa tulee käyttää sellaisia värejä, joiden heijastusarvo on vähintään 20 %.

UV-säteily heikentää erityisesti orgaanisten materiaalien ominaisuuksia. Vaikutukset on nähtävissä erityisesti orgaanisissa pinnoitteissa, joissa UV-säteily aiheuttaa värien haalistumista. UV-säteily vanhentaa myös monia käytettäviä elastisia saumamassoja pintaosistaan heikentäen niiden muodonmuutosominaisuuksia.

UV-säteily vanhentaa lämmöneristeiden suojaamattomat pinnat julkisivussa, jolloin rappauslaastin tartunta eristeisiin voi vaarantua, ellei pintaa käsitellä ennen rappautusta.

1.2 Rakenteen kuormitukset

Paksurappaus-eristejärjestelmissä rappauskerros muodostaa jäykän levyn, joka kiinnitetään aina mekaanisesti vanhaan julkisivuun. Rappauskenttä liikkuu sekä pysty- että vaakasuunnassa lämpötila- ja kosteusolosuhteiden mukaan. Liikkeiden suuruuteen vaikuttaa merkittävästi käytetyn lämmöneristeen jäykkyys. Jäykillä eristeillä liike on pienempi kuin pehmeillä eristeillä. Rappauksen omanpainon sekä lämmöneristeiden viruman johdosta liike suuntautuu enemmän alas- kuin ylöspäin.

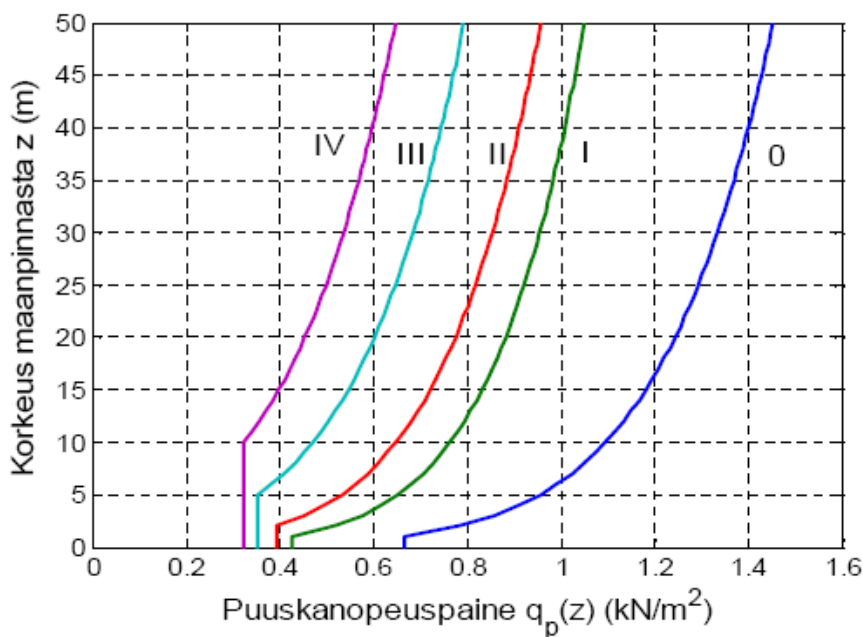
Paksurappaus-eristejärjestelmien liikkeet ovat luokkaa 5 - 15 mm, jotka on otettava huomioon rappausten liikuntasauvojen ja liitosten suunnittelussa, erityisesti ikkunaliitoksissa sekä liitoksissa muihin rakenteisiin, kuten parvekkeisiin.

1.2.1 Omapaino

Eristerappausrakenteen omapaino muodostuu lämmöneristeen ja rappauserroksen painosta. Paksurappauserroksen omapaino on tyypillisesti luokkaa 0,6 kN/m². Lämmöneristeen paino riippuu oleellisesti käytettävän eristeen tyypistä ja paksuudesta.

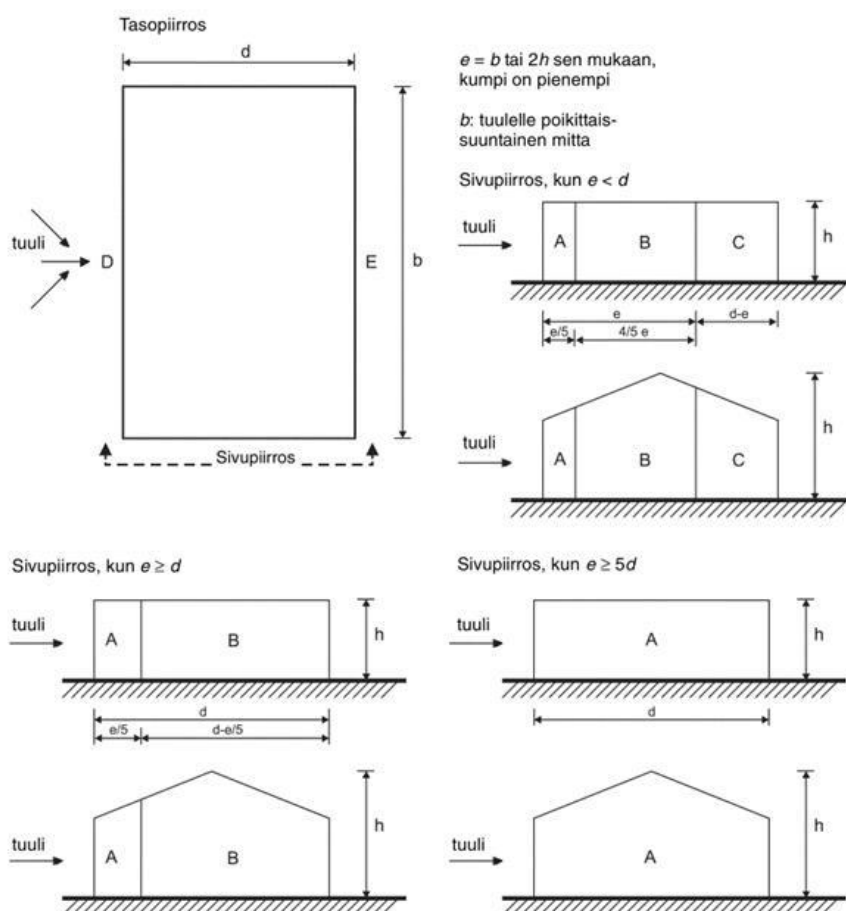
1.2.2 Tuuli

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).

Rappauserroksen ja lämmöneristeiden kiinnitys on mitoitettava sekä tuulen paineelle (lämmöneristeiden puristuskestävyys) että erityisesti tuulen imuvaikutukselle, joka 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 seinäosat 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
 - liikuntasauvojen määrä ja sijoittelu
 - rappausverkon sijainti ja lisäverkotukset rakenteiden liittymien ja reunojen alueilla (mm. elementtien saumakohtat, ikkunoiden ja ulkoseinién nurkka-alueet)
 - rappauskerrosten paksuudet, lujuudet ja lujuussuhteet
 - o pinnoitetyypin valinta
 - riittävän tiivis ottaen huomioon kosteuden kuivumismahdollisuudet
 - tarvittaessa vettä hylkivä ominaisuus (riippuu pinnoitetyypistä)
- 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. Lämmöneristeen taakse päässeeseen veteen 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 sementtulaastien 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.

Paksurappaus-eristejärjestelmissä käytetään yleisesti kalkkisementtulaasteja. Paksurappaus on tyypillisesti noin 20 - 30 mm paksu, kuumasinkityllä rappausverkolla vahvistettu levyäinen julkisivupinta. Jos rappauskerros on huokoinen ja kapillaarinen, se pystyy imeämään melko runsaasti vettä. Rappauskerroksen pintaan voi muodostua vesikalvo, kun rappauksen huokostila on sateen seurauksena täytynyt vedellä. Tällöin vettä voi kulkeutua halkeamista ja epätiiviiistä saumoista rappauksen taakse eristetilaan saakka. Sateen jälkeen kuivuminen on yleensä suhteellisen nopeaa, koska rappauksen pinnassa ei ole yleensä vesihöyryn haihtumista hidastavaa pinnoitetta.

Nykyisin laastit voivat olla myös kuituvahvistettuja ja niissä voidaan käyttää erilaisia pitkäaikaiskestävyyttä (mm. pakkasenkestävyys, 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 päästävää poistumaan rakenteesta korjauksen jälkeen vaurioittamatta rakenteita ja aiheuttamatta kosteushaittaa rakennuksen sisäpuolelle.

Paksurappaus-eristejärjestelmissä rappausalustana käytetään pääosin mineraalivillaa. Mineraalivilla-alustassa eristetilaan tunkeutunut vesi pääsee periaatteessa kulkemaan alas päin. Mineraalivilla on hyvin vesihöyryä läpäisevää, joten koko ulkoseinärakenteen kuivuminen on suotuisissa olosuhteissa nopeaa.

Niissä paksurappaus-eristejärjestelmissä, joissa lämmöneristeenä käytetään yhdistelmäeristeenä vesihöyrynvastukseltaan suhteellisen tiiviitä tuotteita, tulee tehdä tapauskohtainen seinärakenteen kosteustekninen toimivuuslaskelma. Toimivuuslaskelmat tarvitaan myös muissa kosteusteknisesti vaativissa kohteissa, esimerkiksi uimahalleissa, alusrakenteesta riippumatta.

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.

Paksurappaus-eristejärjestelmissä käytetään rappausalustana mineraalivilloja, jotka mahdollistavat rappauskerroksen laakeroitumisen eli liikkumisen alustaansa nähden. Tämän johdosta rappausalustassa tapahtuvat liikkeet eivät yleensä pääse aiheuttamaan rappauskerroksen halkeamista. Halkeilua voi sen sijaan syntyä rappauksen epätasaisesta kuivumisesta, rappauskerroksen lämpö- sekä kosteusliikkeistä ja painumisen seurauksena syntyneistä pakkovoimista johtuen.

Rappauskerroksen kuivuessa paksuussuunnassaan epätasaisesti rappauskerroksen pintojen välille syntyy kutistumaeroa. Epätasaista kuivumista voi tapahtua erityisesti rappaustyön yhteydessä, kun rappauksen ulkopinta kuivuu ja siten kutistuu nopeammin kuin pidempään märkinä pysyvä lämmöneristeen puoli. Epätasaisen kutistumisen seurauksena rappauskenttä pyrkii kaareutumaan. Kun rappauskerroksen alustaansa sitovat mekaaniset kiinnikkeet estävät kaareutumisen, seurauksena voi olla rappauksen ulkopinnan halkeilua.

Edellä kuvattua halkeilua voidaan vähentää hyvällä jälkihoidolla, käyttämällä mahdollisimman vähän kutistuvaa laastia sekä erityisesti asentamalla rappausverkko selvästi irti lämmöneristeestä rappauskerroksen puoliväliin tai jopa hieman siitäkin ulospäin. Tämä edellyttää toimivien välikkeiden käyttöä, mikä mahdollistaa rappausverkon pysymisen irti lämmöneristeistä.

Rappauksen painumisen sekä rappauksen tasonsuuntaisten lämpö- ja kosteusliikkeiden aiheuttamien pakkovoimien minimoimiseksi rappauksen mekaaniset kiinnikkeet tulee asentaa alaviistoon noin 45° kulmaan. Liikkeiden rajoittamiseksi paksurappaus-eristejärjestelmien rappaukset jaetaan liikuntasaumoin erillisiksi kentiksi noin 10–15 m välein. Käytännössä kuitenkin lämmöneristeiden leikkausjäykkyys, ikkuna- ja oviaukkojen pielet sekä rakennusten nurkat ja vastaavat yksityiskohdat voivat estää rappauksen vapaata liikkumista, mistä syystä ikkuna- ja oviaukkojen nurkkiin sekä näiden välisille seinäpinnoille voi syntyä halkeilua.

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Peittävä korjaus paksurappaus-eristejärjestelmällä

Eristerapattujen pintojen halkeamat ovat sekä esteettinen että rakenteen kosteus- ja pak- kasrasitusta lisäävä haitta. Halkeamien kautta sadevesi pääsee imeytymään laastikerrok- siin ja mahdollisesti rakenteen sisään. Eristerappausjärjestelmien halkeilun tulee olla niin vähäistä, että järjestelmä läpäisee säärasitustestin, ks. by 57 *Eriste- ja levyrappaus*. Rap- pauksissa esiintyvien halkeamien vaikutusten minimoimiseksi halkeilu ei saa ylittää *taulu- kon 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	≤ 1kpl/m ²	≤ 1 kpl/m ²

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

Luokka 2: Rappauspinnat yleensä.

Tarkasteltava pinta vähintään 3 x 3 m². Tarkasteltavan pinnan lämpötila > 0 °C. Tarkastelu suoritetaan valmiista pinnasta aikaisintaan 1 kk kuluttua rappauksen valmistumisesta. Mit- taukset 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 etenemi- nen pysähtyy lämpötilan nousun ja kosteusrasituksen pienenemisen seurauksena. Läm- möneristys­ksen myötä myös ulkoseinän lämmöneristävyys paranee.

Lämpötekni­sen toimivuuden varmistamiseksi on levyjen asennukseen kiinnitettävä huo- miota ja ennen lämmöneristelevyjien asennusta alustan epätasaisuudet tasoitettava.

Soveltuva lämmöneristekerroksen paksuus määritetään tapauskohtaisesti. Lämmöneriste- kerroksen paksuuden valintaa on käsitelty tarkemmin luvussa 5 Lämmöneristys.

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 lukumää- rästä.

P1-luokan rakennuksissa on käytettävä yleensä B-s1, d0 – luokan rakennustarvikkeita. Mi- käli käytetään tätä luokitusta huonompia rakennustarvikkeita ja/tai järjestelmiä, on palon le- viäminen eristykseen, palo-osastosta toiseen ja rakennuksesta toiseen estettävä. Palomää- räysten soveltamisesta käytäntöön mm. soveltuvien suojauskeinojen osalta päättää aina paikallinen paloviranomainen.

Paksurappaus-eristejärjestelmissä käytetään lämmöneristeenä yleensä mineraalivillaa, joten tältä osin lämmöneristeet täyttävät luokan B-s1, d0. Palomääräykset eivät siten rajoita paksurappaus-eristejärjestelmien käyttöä.

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

Rakennusten paloturvallisuutta käsitellään tarkemmin asetuksessa Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta (848/2017) sekä Ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten paloturvallisuudesta annetun ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta (927/2020).

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

Eristerappaustyö suositellaan tehtäväksi aina sääsuojatuilta telineiltä.

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

Rappaustyö 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. Lisää tietoa julkisivujen ja parvekkeiden talvikorjaamisesta on esitetty ohjeessa *by 70 – Julkisivujen ja parvekkeiden talvikorjaus 2018*.

2.3 Materiaalien varastointi

Materiaalit on varastoitava sateelta ja muulta kosteudelta suojattuina. Sementtipohjaisia kivi- ja laatuotteita 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

Paksurappaus-eristejärjestelmässä lämmöneristeet kiinnitetään alustaan mekaanisesti, eikä betonipintaa ole tarpeen puhdistaa erikseen, sillä alustassa olevat heikkoudet (esim. maalipinnan hilseily) eivät vaikuta rappauksen kiinnitysvarmuuteen.

3.2 Betonin vaurioiden paikkaaminen

Vanhan julkisivupinnan tulee olla riittävän ehjä ja luja, jotta rappauskiinnikkeet on mahdollista kiinnittää siihen luotettavasti. Vanha julkisivupinta ei saa siten olla liiaksi pakkasrapautunut.

Betonijulkisivussa kokonaan lämmöneristeen alle jääviä korroosiovauriokohtia ei ole usein tarpeen paikata, mutta alustan epätasaisuudet on tarvittaessa tasoitettava ennen lämmöneristekerroksen asentamista. Rakenteet jäävät korjauksen jälkeen olosuhteisiin, joissa korroosion eteneminen on merkityksettömän hidasta. Sen sijaan, jos korroosiovauriot sijaitsevat esim. ikkunan pielissä, joihin ei lämmöneristettä ja rappausta korjauksen yhteydessä tule, on nämä korroosiovauriot paikattava laastipaikkaustekniikoin.

Vähäiset pakkasrapautuneet alueet eivät niin ikään vaadi erikoistoimia, jos ne jäävät kokonaan lämmöneristeen alle ja vanhan julkisivun lujuus on muutoin riittävä julkisivupintaan tehtävään kiinnitykseen. Pakkasrapautumatapauksissa on kuitenkin varmistettava koko rakenteen kiinnitysvarmuus.

Mikäli rakenteessa on laajoja pakkasrapautumavaurioita, tulee tarkastella koko paksurappaus-eristejärjestelmän soveltuvuutta ylipäänsä. Mekaanisten kiinnikkeiden on saavutettava valmistajan ilmoittama vetolujuus.

Erittäin pitkälle rapautuneessa betonijulkisivussa ulkokuori ja vanhat eristeet poistetaan ja eristerappaus kiinnitetään sisäkuoreen.

3.3 Alustan tasaisuus

Lämmöneristeen päälle tehtävällä rappauksella ei voida tasata alustan merkittäviä epätasaisuuksia.

Alustan tasaisuusvaatimukset on päätettävä tapauskohtaisesti. Yleensä yli 5–10 mm epätasaisuuksilla vanha julkisivupinta oikaistaan tarvittaessa erillisillä oikaisulaasteilla tai lämmöneristeellä. Valmiin rappauspinnan tasaisuusvaatimuksena voidaan soveltaa uudistustannon tasaisuusvaatimusta (*by 46 Rappauskirja 2005*, luokka 3: +/- 7 mm). Suuria korjausalueita ei suositella tasoitettavaksi lämmöneristeillä.

Oikaisu voidaan tehdä yleensä rappauslaasteilla tai erillisillä oikaisulaasteilla ennen lämmöneristeen asennusta. Paksurappaus-eristejärjestelmässä pienialaiset epätasaisuudet voidaan tasoittaa myös pehmeällä lämmöneristeellä.

3.4 Vaurioituneen ulkokuoren poistaminen

Paksurappaus-eristejärjestelmä soveltuu alustan epätasaisuuksien suhteen epätasaisemille alustoille kuin ohutrappaus-eristejärjestelmä. Paksurappaus-eristejärjestelmässä myös rappauskerroksilla voidaan tasata pieniä alustan mittapoikkeamia.

Paksurappaus-eristejärjestelmiä suunniteltaessa tulee ottaa huomioon, että lämmöneristyskerros on purkavissa korjauksissa huomattavasti paksumpi kuin lisälämmöneristyskorjauksissa. Lämmöneristeenä tulee käyttää rappausjärjestelmään kuuluvia tuotteita (jäykät mineraalivillat). Pehmeän ja kovan mineraalivillan yhdistelmää ei voida käyttää muualla kuin alustan mittapoikkeamien tasaamiseen. Tällöin on kuitenkin varmistettava, ettei pehmeän eristeen painuessa kasaan koko rappauskerros pääse painumaan liaksi.

Pehmeä mineraalivilla tulee painaa alustaan tiiviisti kiinni. Rappausjärjestelmän kiinnitysheilat eivät tähän tarkoitukseen välttämättä sovellu, vaan kiinnitykseen voidaan käyttää lisäksi erillisiä villakiinnikkeitä, joilla painetaan pehmeä villa alustaan kiinni riittävän tiiviisti. Kiinnityshelojen kanssa varmistetaan rappauksen ja rappausverkon kiinnipysyvyys.

Kiinnikkeiden ankkurointipituudet

Paksurappaus-eristejärjestelmissä ei mekaanisten kiinnikkeiden lisäksi käytetä muuta kiinnitystapaa, joten kiinnikkeiden riittävän ankkuroitumisen vuoksi tulee myös ankkurointisyvyyden olla riittävä. Kiinnikkeiden määrää on syytä lisätä, jos epäillään, että kiinnikkeiden ankkurointisyvyydestä ei saada riittävää tai jos vanha sisäkuori on hyvin epätasainen. Kiinnikemäärän lisääminen pienentää yhdelle kiinnikkeelle kohdistuvaa voimaa, jolloin kiinnikkeen ankkurointikapasiteettitarve on pienempi ja siten myös tarvittava poraussyvyys on pienempi. Kiinnikkeiden määrää voidaan lisätä väliseinien ja -pohjien kohdilla.

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 paksurappaus-eristejärjestelmälle ja näin varmistaa korjatun rakenteen toimivuus.

Rakennesuunnittelijan tulee tarkastella erikseen vaipan ilmatiiviys. 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 aikana.

4 VANHAN SEINÄN LISÄKIINNITYS

4.1 Yleistä

Peittävät korjaukset lisäävät usein vanhan ulkoseinän kiinnikkeille kohdistuvia kuormia. Lisäkiinnitystarvetta tulee tarkastella, kun kiinnitysvarmuus todetaan tutkimusten perusteella korjaustapaan nähden riittämättömäksi tai mikäli käytössä olevan kiinnitysjärjestelmän toiminnassa on syytä epäillä puutteita. 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 peittävät korjaukset paitsi lisäävät pystysuuntaisia kuormituksia myös siirtävät rakenteen painopistettä ulospäin.

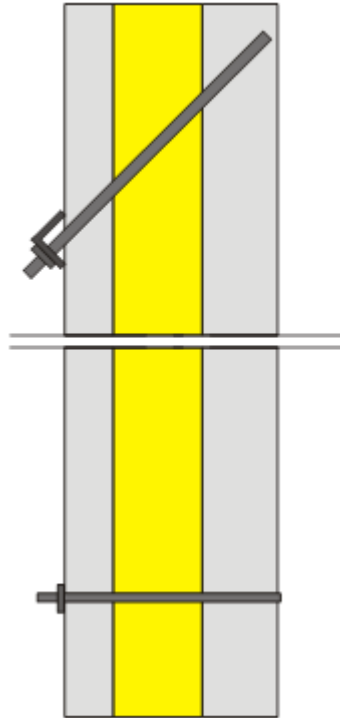
4.2 Betonijulkisivun lisäkiinnitys

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. Peittävän korjauksen 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 korrosio saattaa huonoissa olosuhteissa edetä myös peittävän korjauksen jälkeen, mikä on huomioitava erityisesti pistemäisien ja korrosioalttiiden 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-merkinnän) 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 LÄMMÖNERISTYS

5.1 Lämmöneristetuotteet

5.1.1 Yleistä

Eristevalinnalla voidaan vaikuttaa lähinnä seuraaviin tekijöihin:

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

Lämmöneristeiden tulee soveltua paksurappauksen alustaksi ja valittuun paksurappaus-eristejärjestelmään. Kaikissa paksurappaus-eristejärjestelmissä suoraan rappauksen alla käytetyt tuotteet ovat levymäistä mineraalivillaa. Tämän kerroksen ja alusrakenteen välissä voidaan käyttää lisänä myös valittuun rappausjärjestelmään kuuluvia solumuovipohjaisia lämmöneristeitä. Käytettävää lämmöneristetuotetta ei voida valita vapaasti, vaan se kuuluu olennaisena osana kohteeseen valittavaan paksurappaus-eristejärjestelmään. Järjestelmätoimittajan tulee antaa ohjeet lämmöneristetuotteen valinnasta.

Lämmöneristeet välittävät rappauksen omapainosta sekä tuulesta aiheutuneen puristuskomponentin alusrakenteeseen, joten eristeiltä vaaditaan riittävää puristuslujuutta sekä jäykkyyttä.

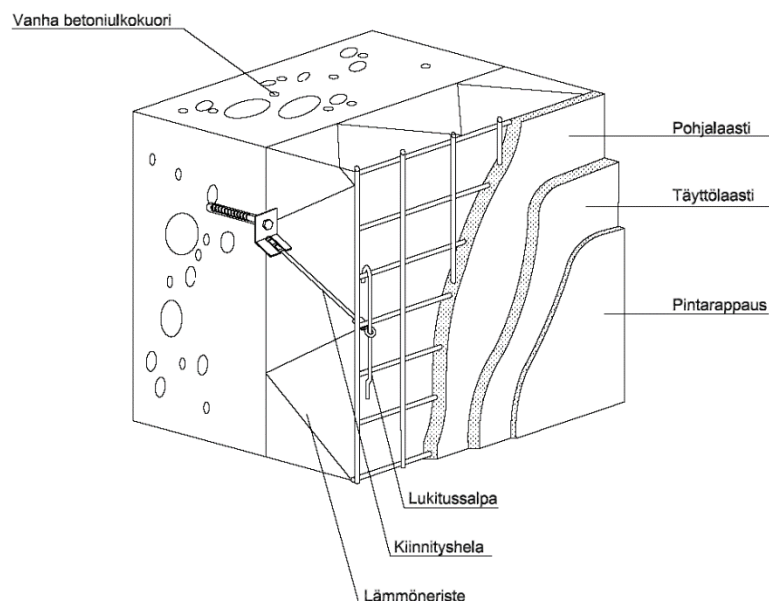
Lämmöneristeiden kaikessa kuljetuksessa ja varastoinnissa tulee huolehtia sateelta sekä maaperästä tulevalta kosteudelta suojaamisesta. Märkiä tai vaurioituneita eristeitä ei saa asentaa seinärakenteeseen.

Alustan käsittely

Vanhan julkisivun eli lämmöneristeiden kiinnitysalustan tulee olla ehjä, tiivis sekä riittävän suora ja luja.

Lämmöneristeiden tulee olla tiiviisti kiinni alustassaan, joten alustassa ei saa olla liian suuria epätasaisuuksia, kuten valu- tai laastipurseita tai koloja. Yli 10 mm:n epätasaisuudet poistetaan piikkaamalla (purseet) tai paikkaamalla (kolot) tarkoitukseen soveltuvalla laastilla.

Lämmöneristeen ulkopinta muodostaa alustan julkisivurappaukselle, joten pinnan on oltava riittävän suora, jotta rappauspinnan suoruusvaatimukset voidaan saavuttaa. Tarvittaessa yli 10 mm syvyiset ja pinta-alaltaan 0,5–1 m² suuruiset alueet oikaistaan tarkoitukseen soveltuvalla laastilla.



Kuva 4 Esimerkki lämmöneristeen kiinnitykseen käytettävästä järjestelmästä.

5.1.2 Lämmöneristekerroksen paksuus

Lämmöneristekerroksen paksuutta kasvattamalla saadaan parannettua seinärakenteen U-arvoa (ks. taulukko 4). Yleensä lisälämmöneristeen paksuus on luokkaa 50 – 100 mm.

Taulukko 4 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/m²K. Lisälämmöneristeen lämmönjohtavuuden arvona on käytetty 0,037 W/m²K (lähde: by57 Eriste- ja levyrappaus 2016).

Vanha rakenne		Korjattu rakenne		
Lämmöneristyk- sen paksuus [mm]	U-arvo [W/m ² K]	Lisälämmöneristyk- sen paksuus [mm]	U-arvo [W/m ² 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 4 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 %.

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Peittävä korjaus paksurappaus-eristejärjestelmällä

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

6 PAKSURAPPAUS-ERISTEJÄRJESTELMÄ

6.1 Yleistä

Paksurappaus koostuu tyypillisesti kolmesta eri rappauserroksesta: pohjarappauksesta, täyttörappauksesta ja pintarappauksesta. Rappauserroksia on käsitelty jäljempänä.

Pintakerros voidaan joko ruiskuttaa ja/tai pinnoittaa halutun pintastruktuurin ja/tai ulkonäön saavuttamiseksi. Tyypillisimmät pintakerrokset ovat kalkkimaali, kalkkisementtimaali ja/tai -laasti, silikonihartsimaalit/-pinnoitteet sekä silikaattimaali.

Monikerrosrappauksen alimmassa rappauserroksessa (lämmöneristeen ulkopinnassa) on metalliverkko, joka on kiinnitetty lisälämmöneristeen läpi menevin kiinnikkein vanhaan ulkokuoreen.

6.2 Lämmöneristeiden kiinnitys

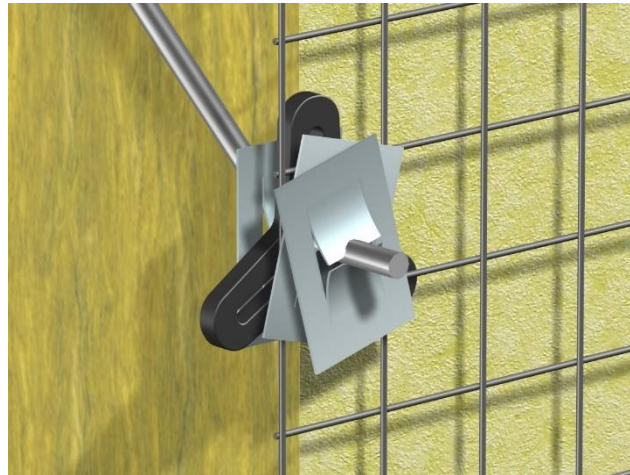
Kaikissa paksurappaus-eristejärjestelmissä rappaus kiinnitetään aina mekaanisesti alusrakenteeseen. Samalla kiinnikkeellä kiinnitetään yleensä myös lämmöneristeet.

Kiinnikkeinä käytetään aina valittuun paksurappaus-eristejärjestelmään kuuluvia metallisia, yleensä ruostumattomasta teräksestä valmistettuja kiinnikkeitä. Kiinnikkeet koostuvat ankkurointiosasta, ankkurointiosaan kiinnittyvästä haasta/helasta sekä lukitussalvasta tai lukituslevyistä. Ankkurointiosa valitaan kiinnitysalustan mukaan. Betoni-, betoniharkko- ja tiilirunkoisissa rakennuksissa ankkurointi voidaan tehdä nailontulpalla ja ruuvilla sekä kiila- tai lyöntiankkureilla tai nauloilla. Kevytsora- ja kevytbetoniharkkorakenteisiin on olemassa omia näille materiaaleille tarkoitettuja kiinnikkeitä.

Kiinnikkeitä käytetään normaalisti noin 3 - 6 kpl/m² riippuen rappauserjestelmästä, kiinniketyypistä ja alustan lujuudesta. Kiinnikkeiden väli saa olla enintään 400 - 600 mm.

Kiinnikkeiden määrä on tarkistettava aina tapauskohtaisesti. Kiinnikkeiden vähimmäismäärä määräytyy kiinnikkeen ankkurointilujuuden sekä kiinnikkeiden kuormituksen perusteella. Rakennesuunnittelija mitoittaa kiinnikemäärän niin, että ne kestävät rappausten omapainon sekä tuulikuorman eikä rappausten painumisesta aiheudu ongelmia.

Kiinnikkeiden mitoituksessa on otettava huomioon, että rappausten paino ei jakaudu kiinnikkeille tasan. Tämä johtuu mm. kiinnikkeiden vaihtelevasta kulmasta, lämmöneristekerroksen puristusjäykkyyden vaihteluista ja rappauserroksen tasonsuuntaisista lämpö- ja kosteusliikkeistä. Kylmänä vuodenaikana rappauskentän sivumitta pienenee, jolloin koko rappauskenttä kannatetaan yläosansa kiinnikkeistä. Lämpimänä aikana taas kentän sivumitta on pidempi, jolloin rappauskentän pystykuormat tulevat alaosansa kiinnikkeiden varaan. Tästä syystä kiinnikkeille on syytä sisällyttää riittävän suuri varmuus, jotta muutamien kiinnikkeiden pettäminen ei aiheuta vetoketjumurtoa.

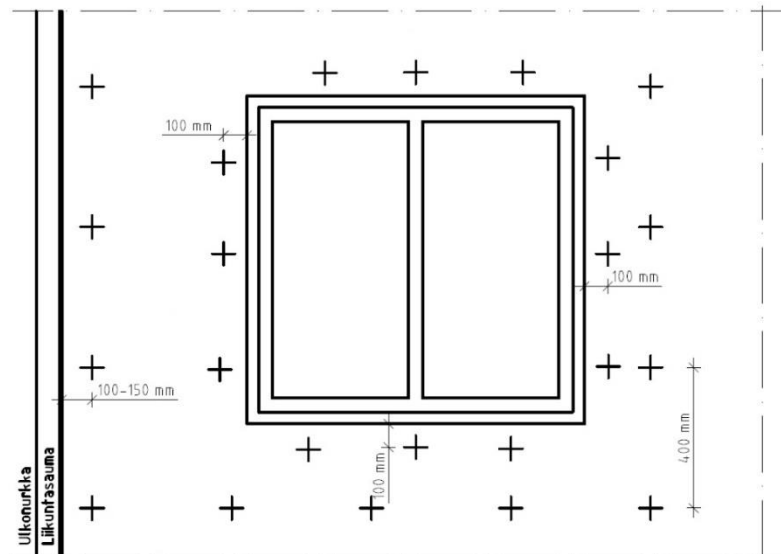


Kuva 5. Esimerkki paksurappaus-eristejärjestelmässä käytettävästä rappausverkon kiinnikkeestä. Samassa kiinnikkeessä olevalla metalliprikalla painetaan lämmöneristeet alusrakennetta vasten ja välikkeellä varmistetaan rappausverkon oikea sijainti (kuva Saint-Gobain Weber Oy).

Suunnitelmissa esitetään lisäksi kiinnikkeiden määrä ja sijoittaminen aukkojen pielissä, rakennuksen nurkissa, liikuntasaumojen kohdalla sekä sokkeliliittymässä. Seuraavassa taulukossa on annettu ohjeellisia lukuarvoja kiinnikkeiden vähimmäismäärälle, etäisyydelle reunasta sekä kiinnikkeiden väliset enimmäisvälit. Arvot on tarkastettava aina tuotevalmistajan ohjeista.

Taulukko 5 Ohjeellisia kiinnikkeiden lukumääriä. Arvot on tarkistettava aina rappaussjärjestelmäkohtaisesti. Myös aukon koko ja eristepaksuus vaikuttavat kiinnikemääriin.

	Kiinnikkeiden minimilukumäärä [kpl/m]	Kiinnikkeiden enimmäisetäisyys reunasta	Kiinnikkeiden enimmäisväli pysty- ja vaakasuunnassa
Aukkojen pielet	3	100 mm	600 mm
Ulkonurkat	3	100–150 mm	600 mm
Liikuntasaumamat	3	100–150 mm	600 mm
Sokkeli	3	100 mm	600 mm



Kuva 6 Rappauskiinnikkeiden asennuseriaate aukkojen pielissä sekä liikuntasauman vieressä ja rappauksen alareunassa.

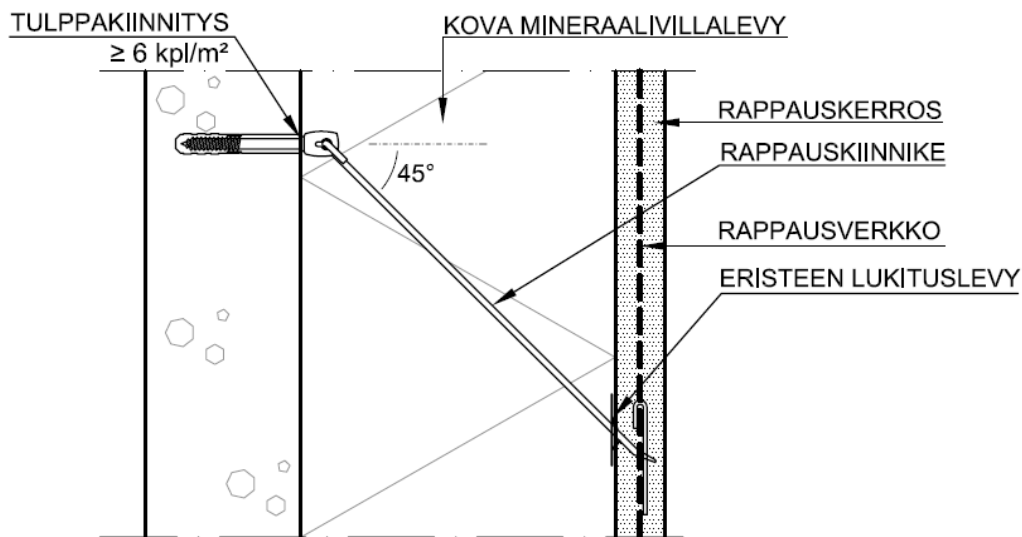
6.3 Lämmöneristeiden asentaminen

Mineraalivillalevyt työnnetään rappauskiinnikkeiden läpi tiiviisti alustaa vasten. Lämmöneristeiden sekä rungon väliin ei saa jäädä tyhjää tilaa.

Mineraalivillalevyt asennetaan tiiviisti toisiaan sekä aukon pieliä vasten. Eristelevyjen saumakohdat limitetään siten, että seinään ei synny ns. neljän eristelevyn risteyskohtaa. Vähimmäislimititys on 100 mm. Aukkojen nurkissa pyritään välttämään lämmöneristeiden saumoja. Rakennuksen nurkissa lämmöneristeet asennetaan ristilimitykseen.

Levymaisillä tuotteilla lämmöneristys voidaan tehdä kahdesta eri kerroksesta, jolloin molemmissa lämmöneristekerroksissa noudatetaan samoja limitysperiaatteita. Myös eristekerrosten lämmöneristeiden väliset saumat limitetään. Kahdesta levykerroksesta tehdyssä lämmöneristyksessä rappauksen laskeutumisriski on kuitenkin suurempi kuin yhtenäisellä paksulla eristeellä tehdyssä lämmöneristyksessä, sillä pystysuuntainen liike pääsee helposti tapahtumaan lämmöneristekerrosten välissä pienemmän kitkan johdosta.

Eristekerrosten asentamisen jälkeen kiinnityshela taivutetaan alaspäin noin 45 ° kulmaan vaakatasosta, ks. *kuva 7*. Kiinnikkeiden kulma on otettava huomioon mitoituksessa. Alaspäin taivutuksen jälkeen eristeet lukitaan paikoilleen lukituslevyllä.



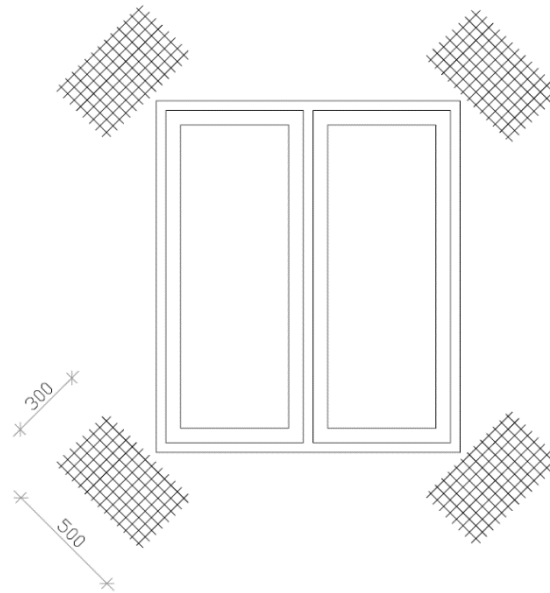
Kuva 7 Periaatekuva paksurappaus-eristejärjestelmän kiinnityksestä alusrakenteeseen.

6.4 Rappausverkon asennus

Rappausverkko kiinnitetään lämmöneristeiden päälle sen kiinnikkeisiin järjestelmään kuuluvilla kiinnikkeillä. Rappausverkon avulla varmistetaan rappauksen kiinnipysyminen sekä hallitaan rappauskerroksen halkeilua.

Paksurappaus-eristejärjestelmissä käytetään kuumasinkittyä pistehitsattua teräsverkkoa, jonka lankojen vahvuus on yleensä n. 1 mm. Verkon silmäkoko on luokkaa 20 mm. Rappausverkon tulee sijaita noin puolivälin paikkeilla rappauksen paksuudesta täyttörappauksen ulkopinnasta mitattuna. Rappauksen halkeilun hallinnan kannalta on eduksi, jos verkko sijaitsee rappauskerroksen ulko-osassa, noin kolmasosan syvyydellä ulkopinnasta lukien. Rappausverkon oikea sijainti varmistetaan rappauskiinnikkeissä olevien välikkeiden avulla. Verkko asennetaan kauttaaltaan rapattavalle julkisivulle niin, että se limitetään vähintään 100 mm. Limityksen kohdalla verkot kiinnitetään toisiinsa sinkilöillä.

Aukkojen nurkissa on käytettävä lisäksi 45° kulmaan asennettua lisäverkotusta halkeilun estämiseksi. Lisäverkot kiinnitetään mekaanisesti sinkilöillä rappausverkkoon. Lisäksi rapattavien aukkojen pieliin asennetaan taivutetusta metalliverkosta tehdyt kulmavahvikkeet, jotka kiinnitetään rappausverkkoon sinkilöillä.



Kuva 8 Aukkojen pielen lisäverkotus.

6.5 Pellitykset

Ns. rappausreunalla varustetut pellitykset asennetaan paikoilleen ennen varsinaista rappauustyötä. Pellityksissä on lähtökohtaisesti käytettävä rappausreunoja, jotta voidaan varmistaa rakenteen sadevesitiiviys ja pitkäaikaiskestävyys. Pellityksiä ei tule sijoittaa rappauksen ja lämmöneristeen väliin, koska lämpöliikkeet rikkovat pellin päällä olevan rappauskerroksen eikä toisaalta myöskään rappauksen päälle, koska vesi pääsee kulkeutumaan pellin alle rappauksen pintaa pitkin.



Kuva 9 Esimerkki rappausreunalla toteutetusta ikkunan vesipellistä (kuva: Paroc Oy Ab).

6.6 Rappauslaastit

6.6.1 Yleistä

Paksurappauksessa rappauskerroksia on yleensä kolme: pohja-, täyttö- ja pintarappaus. Laastit ovat tehdasvalmisteisia, mahdollisesti lisäaineistettuja kalkki-sementtilaasteja, joissa

kalkin ja sementin suhteet vaihtelevat rappauskerroksen ja käytettävän järjestelmän mukaan.

6.6.2 Pohjarappaus

Pohjarappauksessa käytetään kalkki-sementtilaasteja, joiden seossuhteet ovat tyypillisesti 20/80/500 - 35/65/500 riippuen käytettävästä tuotteesta ja järjestelmästä. Pohjarappauksen paksuus on tyypillisesti luokkaa 5–10 mm.

Pohjarappaus tehdään ruiskuttamalla niin, että rappausverkko ei peity kokonaan, vaan jää täyttörappauksen sisään. Laastin pinta oikaistaan laudalla. Rappauksen jälkeen laasti on pidettävä kosteana 1–3 vrk riippuen kuivumisolosuhteista. Epäedullisissa olosuhteissa tarvitaan tehostettua kastelua ja sitä on tarvittaessa jatkettava vuorokauden ympäri.

6.6.3 Täyttörappaus

Täyttörappaus tehdään tyypillisesti kalkkisementtilaasteilla, joissa seossuhteet ovat tyypillisesti luokkaa 35/60/500. Täyttörappauksen paksuus on tyypillisesti luokkaa 20–25 mm, riippuen pohjan epätapaisuuksista. Täyttörappauksella voidaan tasoittaa jonkin verran pohjan epätasaisuuksia. Kerralla levitettävän laastikerroksen suositeltava kerrospaksuus on luokkaa 8–12 mm.

Täyttörappaus tehdään yleensä ruiskuttamalla. Rappaus voidaan tehdä yleensä 1–3 vrk:n kuluessa pohjarappauksesta. Pohjarappaus tehdään kosteaan pintaan, tarvittaessa pohjarappaus on kasteltava mattakosteaksi ennen täyttörappausta.

Täyttörappauksen avulla rappauksesta tehdään ulkopinnaltaan tasainen. Täyttörappauksen kerrospaksuus riippuu alustan tasaisuudesta. Rappauskerros tasataan pielipeltien tms. ohjureiden avulla siten, että tavoiteltu tasaisuus(luokka) saavutetaan.

Oikaisun jälkeen pinta tasataan laudalla tai sokalla riittävän karkeaksi tartuntapinnaksi pintarappaukselle. Tasoittamisessa on kuitenkin varottava liiallista työstämistä, joka voisi nostaa tartuntaa heikentävän hienoaineskerroksen rappauksen pintaan.

Rappauksen jälkeen laasti on pidettävä kosteana 1–3 vrk riippuen kuivumisolosuhteista. Tarvittaessa rappauspintaa on kasteltava. Kastelua on tarvittaessa jatkettava vuorokauden ympäri.

Sahaamalla tehtävät liikuntasaumamat tehdään heti täyttörappauksen jälkihoidon päätyttyä 2–3 vuorokauden kuluessa rappauksesta. Liikuntasaumaprofiilia käytettäessä profiilit asennetaan paikoilleen rappausverkon asennuksen yhteydessä.

6.6.4 Pintarappaus

Pintarappaus tehdään tyypillisesti värillisillä kalkkisementtilaasteilla eli jalolaasteilla. Vaihtoehtoisesti pinta voidaan käsitellä silikonihartsipinnoitteella tai maalata kalkki-, kalkkisementti- tai silikaattimaaleilla. Erityisesti kalkkipitoisilla kalkkisementtilaasteilla tehdyn rappauksen maalipinnan vesihöyrynläpäisevyyden on oltava riittävän suuri. Silikonihartsipinnoitteet saattavat heikentää elastisten saumausmassojen tartuntaa rappaukseen. Silikonihartsipinnoitteiden ja elastisten saumausmassojen yhteensopivuudessa on noudatettava valmistajan ohjeistusta. Pintavaihtoehtoja on käsitelty tarkemmin luvussa 6.7.

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Peittävä korjaus paksurappaus-eristejärjestelmällä

Täyttörappauksen on annettava kuivua ennen pintarappauskerroksen levittämistä. Pintarappaus tehdään aikaisintaan 5–7 vuorokauden kuluttua täyttörappauksesta laastintoimittajan ohjeiden mukaisesti.

Pintarappauslaasti levitetään joko käsin tai ruiskuttamalla, yhteen tai kahteen kertaan riippuen valitusta pintatypistä. Paksurappaus-eristejärjestelmän pinta voi olla

- roiskepintainen
- hiertopintainen tai muulla tavoin työstetty
- maalattu.

Rappauksen jälkeen laasti on pidettävä kosteana 1–3 vrk riippuen kuivumisolosuhteista. Tarvittaessa rappauspintaa on kasteltava. Kastelua on tarvittaessa jatkettava vuorokauden ympäri.

6.6.5 Laastien valmistus

Rappauslaastit toimitetaan työmaalle tehdasvalmisteisina kuivatuotteina, joihin lisätään vain vesi. Laastien sekoituksessa on noudatettava valmistajan ohjeita

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

Ohjeiden noudattaminen on tärkeää, jotta voidaan varmistaa mm. laastien huokoisuus (vesihöyrynläpäisevyys) ja pakkasenkestävyys sekä sopivat työstöominaisuudet. Tehdasvalmisteiset kuivatuotteet valmistetaan sertifioitujen laatujärjestelmien mukaisesti, jossa niiden laadunvalvonta on ohjeistettu.

6.6.6 Olosuhteet ja laadunvarmistus

Rappaustyön onnistuminen sekä rapatun rakenteen pitkäaikaiskestävyyteen vaikuttaa oleellisesti rappaustyön aikaiset sekä sen jälkeiset olosuhteet. Olosuhteet vaikuttavat mm.

- alustan kosteuspitoisuuteen
- rappauserrosten kuivumis- ja sitoutumisnopeuteen ja siten
 - o rappauserrosten lujuuteen
 - o vedenimukykyyn (huokoisuuteen)
 - o halkeiluun
 - o värisävyyn.

Rappaustyötä saadaan tehdä vain yli +5 °C lämpötilassa (rakenteen pintalämpötila) sekä sateettomalla säällä. Tuoreet laastipinnat eivät saa jäätymä. Laastien levitystä suorassa auringonpaisteessa tulee välttää. Kuivalla ja tuulisella säällä on kiinnitettävä huomiota rappausten tehokkaaseen kosteana pitämiseen.

Tasalaatuisten olosuhteiden varmistamiseksi on suositeltavaa, että rappaustyöt tehdään sääsuojatuilta telineiltä. Talvirakentamisessa rappaustyöt on tehtävä sääsuojatuilta ja lämmitetyiltä telineiltä. Kiinteiltä telineiltä tehtävässä rappaustyössä on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, että rappaustyö on tasalaatuista myös telinetasojen ja -pystyjen kohdilla. Tasalaatuisten lopputuloksen aikaansaamiseksi pintarappaus tulee tehdä työhön soveltuvalta nostimelta.

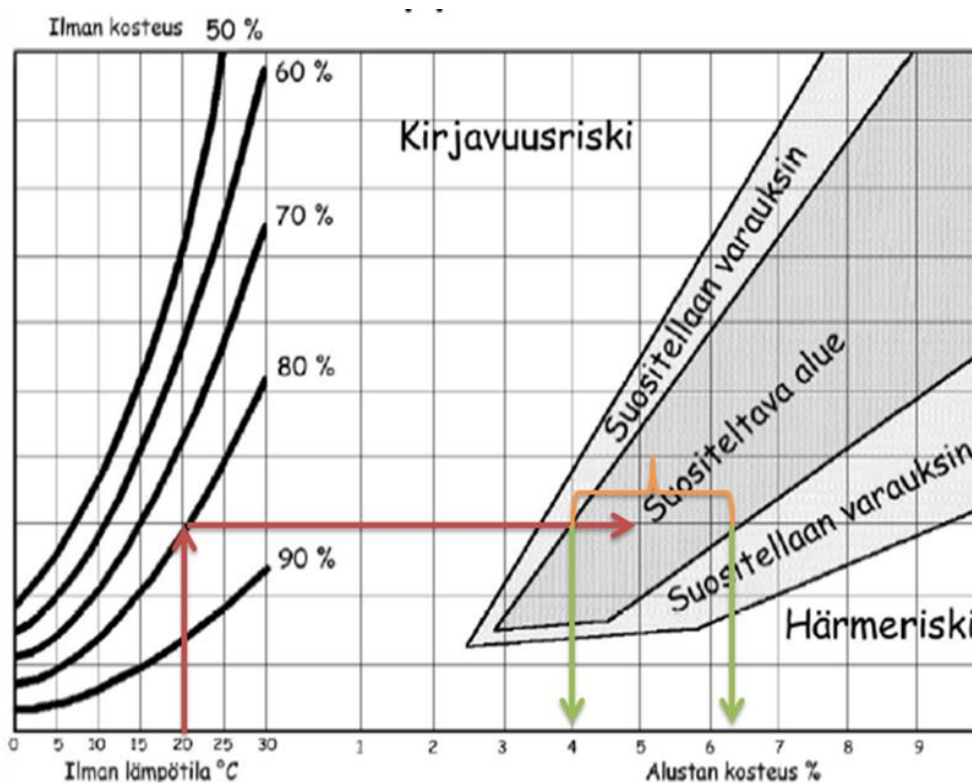
Työskentely- ja jälkihoito-olosuhteita tulee seurata päivittäin rappaustyön aikana, ilman lämpötila sekä muut säätiedot on kirjattava työmaapäiväkirjaan.

Rappaustyössä käytettävien materiaalien tiedot sekä tuote-erät tulee niin ikään kirjata työmaapäiväkirjaan.

Ennen rappaustyön aloittamista on todettava rappausalustan (lämmöneristeiden) suoruus, puhtaus ja eheys. Tarkastuksista tehdään merkinnät työmaapäiväkirjaan.

Rappausverkon tulee sijaita noin puolivälin paikkeilla rappauksen paksuudesta täyttörappauksen ulkopinnasta mitattuna. Rappausverkon sijainnin oikeellisuutta tarkastetaan mitaamalla ennen rappaustyön aloittamista. Mittauksia suoritetaan yksi kymmentä neliometriä kohden. Tarvittaessa verkon sijaintia korjataan esimerkiksi välikkeitä lisäämällä. Rappausverkon sijainti todetaan myös täyttörappauslaastin levityksen jälkeen seuraavana päivänä laastin kovettuttua poraamalla rasiaporalla rappauksen pinnasta halkaisijaltaan 20 mm kiekko, josta verkon sijainti todetaan. Tarkastusten määrä on yksi näyte sataa neliometriä kohden. Samalla todetaan rappauskerrosten paksuus. Laadunalitustapauksissa rakennesuunnittelija laatii tarvittavat korjaus- ja seurantasuunnitelmat.

Suotuisia olosuhteita arvioitaessa käytetään apuna *kuvan 10* rappausavainta. Erityisesti voimakkaat tummat värisävyt edellyttävät erinomaista työnsuoritusta sekä poikkeuksellisen hyviä työolosuhteita, jotta lopputulos ei ole kirjava.



Kuva 10 Rappausavain (Saint-Gobain Weber Oy). Ilman lämpötilan ollessa esimerkiksi +20 °C ja ilman suhteellisen kosteuden 80 %, tulee alustan kosteuspitoisuuden olla välillä 4 - 6,2 % olosuhteiden puolesta parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen pääsemiseksi (lähde: by 57 Eriste- ja levyrappaus 2016).

Lopullisesti maalipintaisissa rappauksissa pintarappaus viimeistellään yleensä hiertämällä ja kovettunut rappauspinta maalataan laastinvalmistajan suosittelemilla maalityypeillä.

6.6.7 Jälkihoito

Pohja- ja täyttörappauslaastien levityksen jälkeen rappauspintoja on pidettävä kosteana pintarappauksen tekemiseen saakka, noin 2–3 vrk:n ajan. Liian nopea kuivuminen saattaa:

- alentaa rappauskerrosten lujuutta
- lisätä rappauskerroksen vedenimukykyä ja heikentää siten rappauksen pitkäaikaiskestävyyttä
- aiheuttaa rappauskerroksen halkeilua

Tarvittaessa pintoja on kasteltava. Laastin ollessa tuoretta kastelu suoritetaan kevyellä vesisumutuksella, sitoutumisen ollessa pidemmällä voidaan vesisuihkun voimakkuutta ja vesimäärää kasvattaa. Tuulisissa, kuumissa ja kuivissa olosuhteissa kastelua on tarpeen vaatiessa jatkettava vuorokauden ympäri.

6.7 Pinnan tekeminen

6.7.1 Mallityöt

Valmiin rappauspinnan laatu ja ulkonäkö (rakeisuus, tasaisuus, väri) määritellään mallityössä, jonka pinta-alan tulee olla vähintään 2 x 2 m². Pintarappauksen struktuuria ja väriä valittaessa mallityön vähimmäispinta-ala on 1 m². Mallityö tehdään selkeästi rajattaviin pintoihin. Valmistaa rappauspintaa verrataan mallityöhön, joka toimii referenssipintana.

6.7.2 Pintatyytit ja työttekniikat

Pintarappauslaasti levitetään ruiskuttamalla tai käsin lyömällä halutusta ulkonäöstä ja rappausjärjestelmästä riippuen. Käytettävistä tuotteista riippuen voi järjestelmään kuulua erilaisia pohjusteita.

Hieno- tai karkearoiskepinta tehdään rappaus/pinnoiteruiskulla. Ruiskutus tehdään kahden kertaan niin, että pinnasta saadaan tasainen. Ruiskutustyössä työsaumat on sijoitettava niin, että ne muodostuvat julkisivujen rajapinnoille. Yhtenäiset alueet on ruiskutettava yhdellä kertaa. Ruiskutuksessa ruiskutussuunnan ja etäisyyden on säilyttävä samana.

Rappauksen karkeusaste riippuu laastin raekoosta. Hienoroiskepintaisissa rappauksissa raekoko on luokkaa 1–2 mm ja karkearoiskepinnassa luokkaa 2–5 mm. Roiskepinnassa ulkonäköön vaikuttaa myös käytettävä työtapa (ruiskutuskuulma, ruiskutusetaisyys sekä ruiskutusaine). Sopiva työttekniikka haetaan yhteistyössä tilaajan kanssa mallityön tekemisen yhteydessä. Roiskepintaista pintarappausa ei ole suositeltavaa tehdä kiinteiltä telineiltä, vaan esimerkiksi nostokorista.

Hierrettävä pinta tehdään hierontamalla tuore pintalaasti esim. leikkaavalla hierontimellä. Lopulliseen pintastruktuuriin vaikuttavat mm. käytetyn laastin kiviaineksen raekoko sekä hieronta.

Maalattava pinta tehdään ruiskuttamalla pintarappaus yhdellä kertaa. Ruiskutuksen jälkeen pinta hierretään tasaiseksi. Hierretyn pintakerroksen kuivuttua rappaus maalataan. Maalin levitys tehdään joko ruiskuttamalla, telaamalla tai kalkkihakkurilla maalittyypin mukaan.

7 LIITOSKOHDAT

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

7.1 Liikuntasaumat

Paksurappaus vaatii toimiakseen liikuntasauvoja. Ilman riittävää määrää ja oikein sijoitettuja liikuntasauvoja rappauserros halkeilee laastin kutistuman ja rappauseroksen lämpöliikkeiden seurauksena.

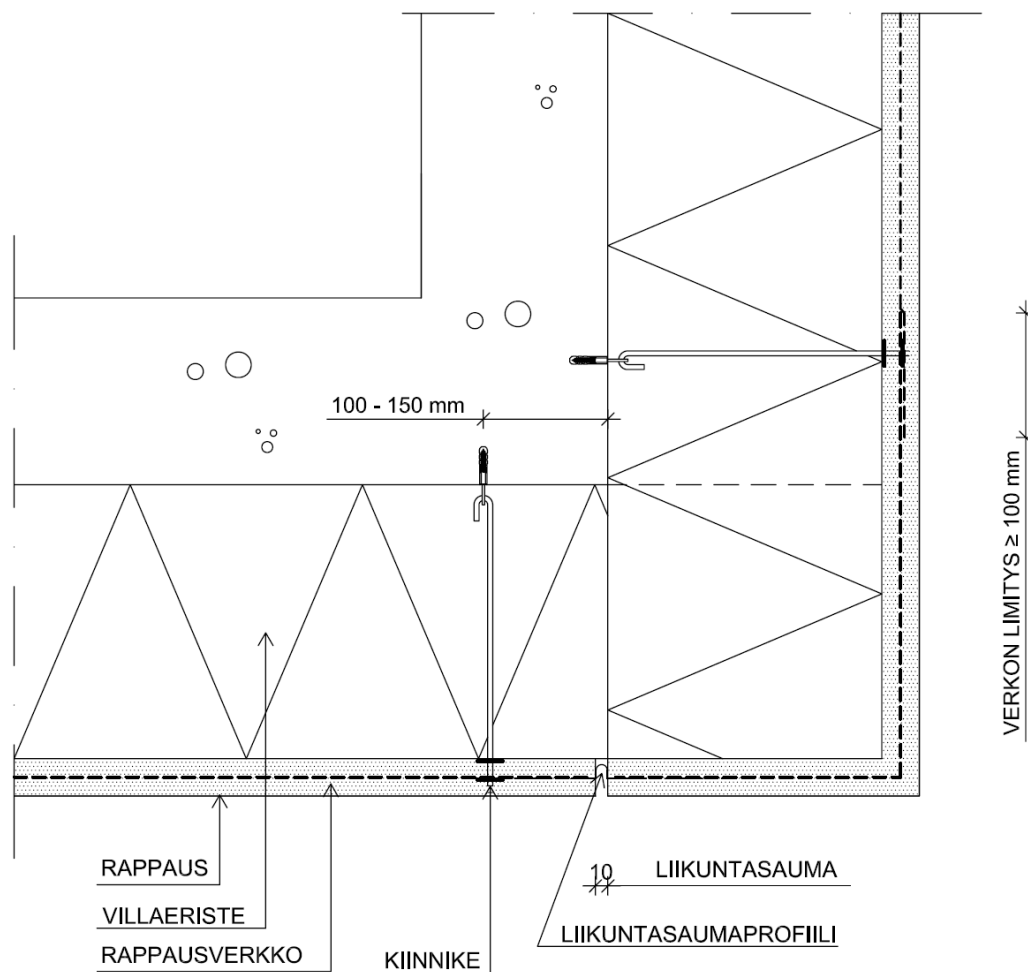
Liikuntasauvoja sijoitetaan sekä vaaka- että pystysuunnassa 12–15 m välein. Lisäksi liikuntasauvat sijoitetaan ulkonurkkiin, aukollisen seinäpinnan liittyessä umpinaiseen seinään sekä rakennuksen rungosta tulevien ulokkeiden ympärille sekä kaikkien rakenteellisten liikuntasauvojen kohdalle.

Vaakasuuntaisten liikuntasauvojen tarve tulee harkita tapauskohtaisesti. Rappauseroksen paino ei jakaudu kiinnikkeille tasan, joten vaakasuuntainen liikuntasauva tarvitaan tyypillisesti 3 - 4 kerroksen välein rappauseroksen ankkurointikapasiteetista (alustan lujuus) ja lukumäärästä riippuen.

Liikuntasaumaprofiili. Paksurappaus-eristejärjestelmään kuuluva liikuntasaumaprofiili kiinnitetään sinkilöillä rappauserkseen. Liikuntasaumaprofiilin muodonmuutoskyvyn tulee olla riittävä liikuntasaumassa esiintyviin liikkeisiin nähden. Liikuntasaumaprofiiliin on kestävä jatkuva säärasitusta.

Jälkisahaus. Sahaamalla tehtävät liikuntasauvat ulotetaan koko rappauseroksen läpi. Sahaus suoritetaan täyttökerroksen kovettua ennen pintarappaamista. Jälkisahauksena tehtävät liikuntasauvat tiivistetään joko paisuvalla saumanauhalla tai elastisella saumamassalla.

Liikuntasaumaprofiililla tehtävän liikuntasauvan leveys on n. 5–8 mm. Muulla tavoin tiivistetyn leveyden tulee olla vähintään luokkaa 10–15 mm, jotta tiivistäminen on mahdollista toteuttaa. Rakenteen liikuntasauvan kohdalle tehtävän sauman mitoituksessa on kuitenkin aina otettava huomioon rakennuksen rungon ja siten rappauseroksen liikuntasaumassa tapahtuva kokonaisliike.



Kuva 11 Rappauksen liikuntasäuma rakennuksen nurkassa.

Eri julkisivumateriaalien liitos

Paksurappaus-eristejärjestelmä liitetään aina liike-erot sallivalla liitoksella toiseen julkisivumateriaaliin tai rakennusosaan. Rappauksen ja kantavan rakenteen, kuten parvekkeen pienen tai seinärakenteen vaihtuessa toiseksi liikuntasäuman leveyden tulee olla vähintään 10 mm. Säuman tiivistämisessä tulee ensisijaisesti käyttää esipuristettua paisuvaa säumanauhaa ja toissijaisesti elastista säumausta.

Elastista säumausmassaa käytettäessä on liitos tehtävä niin leveäksi, että säumausmassaan julkisivun lämpö- ja kosteusliikkeiden seurauksena muodostuvat jännitykset eivät riko rappautta. Säumausmassan tartunta rappaukseen on varmistettava valmistajan ohjeiden mukaan.

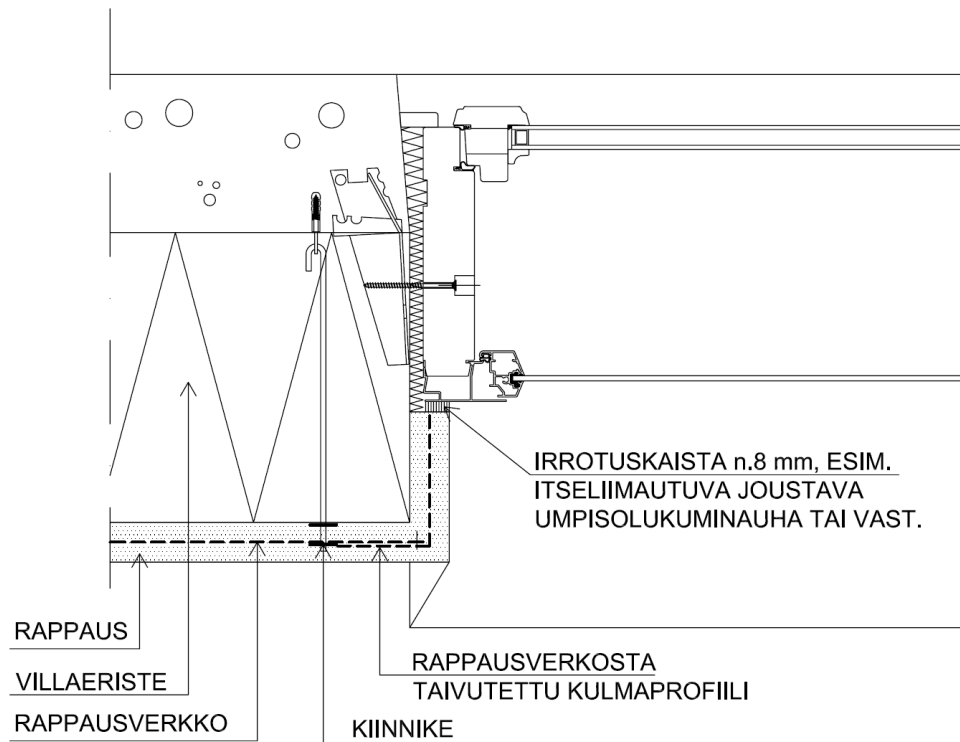
7.2 Ikkunaliitokset

Ikkunoiden pilet voidaan tehdä rappaamalla, pellittämällä tai rappausjärjestelmään kuuluvilla aukonpielilistoilla. Ikkunan ja pienen välin tulee olla tiivis, jotta sadevesi ei pääse tuulen paineen vaikutuksesta rakenteen sisään. Ikkunaliitoksen tulee sallia rappauskerroksen laskeutuminen, joka on luokkaa 5 - 15 mm eristeen jäykkyydestä ja paksuudesta sekä kiinnikkeiden asennuskulmasta riippuen. Liitoksen tulee pysyä myös sadevesitiiviinä tapahtuvasta liikkeestä huolimatta. Pielien rappaaminen tulee suunnitella ja toteuttaa erittäin huolellisesti, jotta uuden rappauksen nurkkakohta ei halkea.

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN OHJEISTOKANSIO

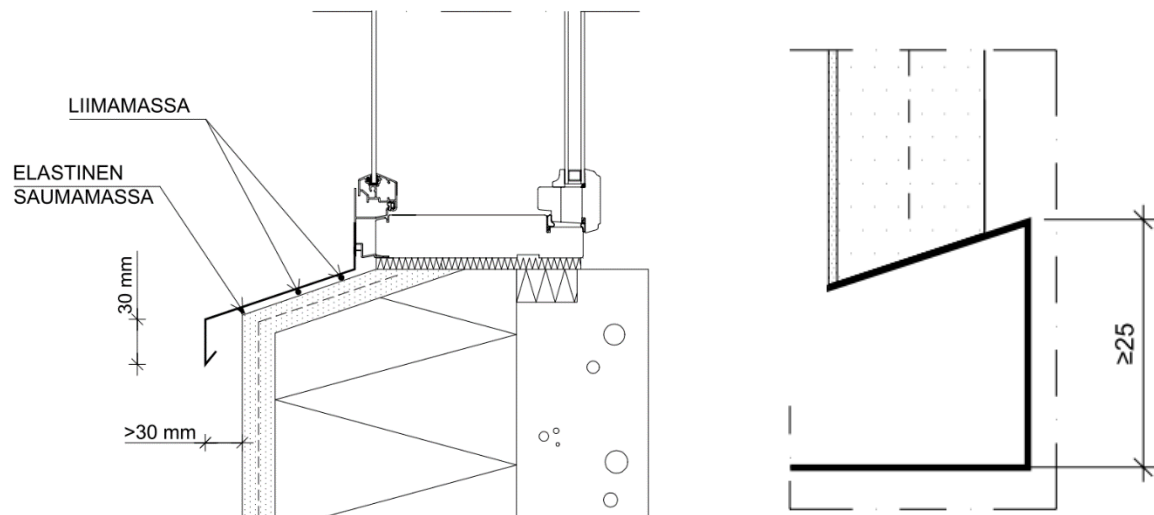
Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Peittävä korjaus paksurappaus-eristejärjestelmällä



Kuva 12 Esimerkki rappauksen liittymisestä ikkunaan.

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



Kuva 13 Ikkunan vesipeltien päihin muotoillaan rappausreunat (oikeanpuoleinen leikkaus) ja pellit asennetaan paikoilleen ennen rappaustyön aloittamista.

Rappauksen ja ikkunan vesipellin sekä vesipeltien pätyjen ja rappauksen välinen liitos tiivistetään elastisella saumamassalla, jolloin pelti ja sauma sulkevat vedenkulkureitin sekä täyttörappauslaastiin että rakenteen sisään.

7.3 Rästäsrakenteet

Rakennuksen räystäällä tulee kiinnittää erityistä huomiota rappauksen kiinnityksen varmistamiseen tuulen imua vastaan sekä veden kulkeutumisen estämiseen rakenteen sisään.

Rappauksen kiinnitys

Tuulen imu aiheuttaa suurimmat rasitukset rappauksen yläreunaan ja rakennuksen nurkkiin. Näissä kohdissa kiinnikkeitä tarvitaan tiheämmin kuin keskellä ja alempana julkisivulla. Rappauksen reunaa ei saa ulottaa kiinni räystääseen, vaan väliin on jätettävä vähintään 10 mm liikuntasauama.

Veden kulkeutumisen estäminen

Mikäli rappauksen pinta on käsitelty sadeveden imeytymistä hidastavalla maalilla, julkisivun pintaan muodostuu sateella nopeasti vesikalvo, jota tuuli voi kuljettaa julkisivun yläosissa myös ylöspäin. Veden kulkeutumista rakenteen sisään voidaan estää pitkillä ulkonevilla räystäällä, jolloin julkisivun yläosan saderasitus alenee oleellisesti sekä tiivistämällä rappauksen yläreuna.

Räystäättömillä pinnoilla rappauksen yläreunaan asennetaan ns. myrskypelti, joka samalla suojaa lämmöneristeiden yläosan. Julkisivun rappaukset tehdään myrskypellin alapintaa vasten. Rappauksen ja myrskypellin välinen nurkka tiivistetään esipuristetulla paisuvalla saumamassalla, jolloin pelti ja sauma sulkevat vedenkulkureitin sekä täyttörappauslaastiin että rakenteen sisään.

7.4 Sokkeliliitos

Rappauksen sisäpinnan tulee olla vähintään 10 - 15 mm sokkelipintaa ulompana, jotta rappauksen pitkän ajan kuluessa mahdollisen painumisen johdosta rappauskerros ei ala tukeutua sokkeliin. Rappauskerroksen liikkeiden on voitava tapahtua vapaasti ilman pakkovoimia, jotta rappaus pysyy ehjänä.

Seinän lämmöneristeet asennetaan tiiviisti sokkelin lämmöneristystä vasten. Lämmöneristeiden välinen sauma saadaan yhtenäiseksi ja tiiviiksi sekä epätasaisuudet tasattua käyttämällä sokkelin ja seinän lämmöneristeiden välissä 30 - 50 mm paksuista pehmeää mineraalivillakaistaa.

7.5 Muut liitokset ja saumat

Julkisivulle tulevat ylösnostot

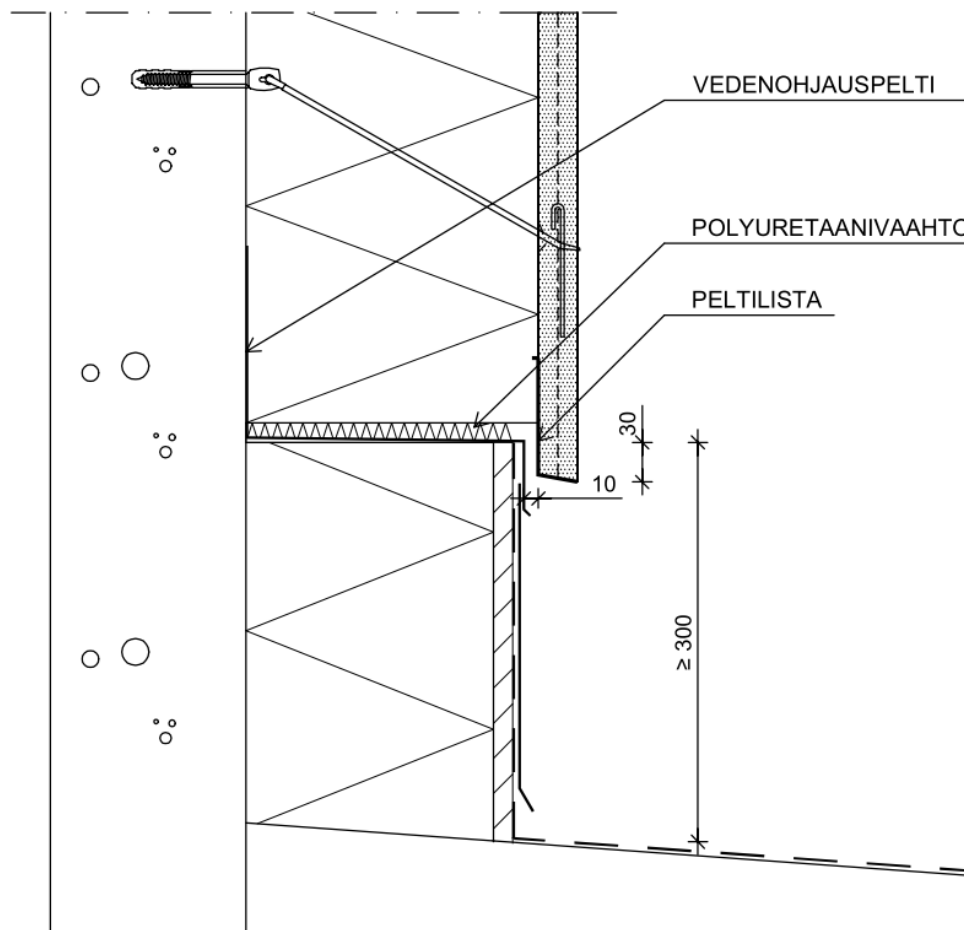
Rakennuksen tasoeroista, ulokkeista ja erilaisista katoksista johtuen eristerapatuille seinille voi olla tarvetta tehdä vesikatteen ylösnostoja.

Esimerkki ylösnoston toteutuksesta on esitetty *kuvassa 14*. Ylösnoston kohdalle alusrakenteeseen kiinnitetään liimalaastilla muovipohjainen lämmöneriste, jonka ulkopintaan upotetaan kosteudenkestävä vaneri tai kuitusementtilevy, joka liimataan kiinni tarkoitukseen soveltuvalla liimalla. Vedeneristeen ylösnosto ja sitä suojaava pellitys kiinnitetään levyyn liimaamalla ja mekaanisesti.

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

Bitumikermieristeillä tehtävässä ylösnostossa tulee käyttää itseliimautuvia kermejä tai erillistä bitumiliimaa, jotta muovipohjainen lämmöneriste ei sula alta pois vedeneristystyötä tehtäessä.

Ylösnosto suojataan pellityksellä, jonka yläreuna ulotetaan noin 30 mm seinärakenteen lämmöneristeen päälle.

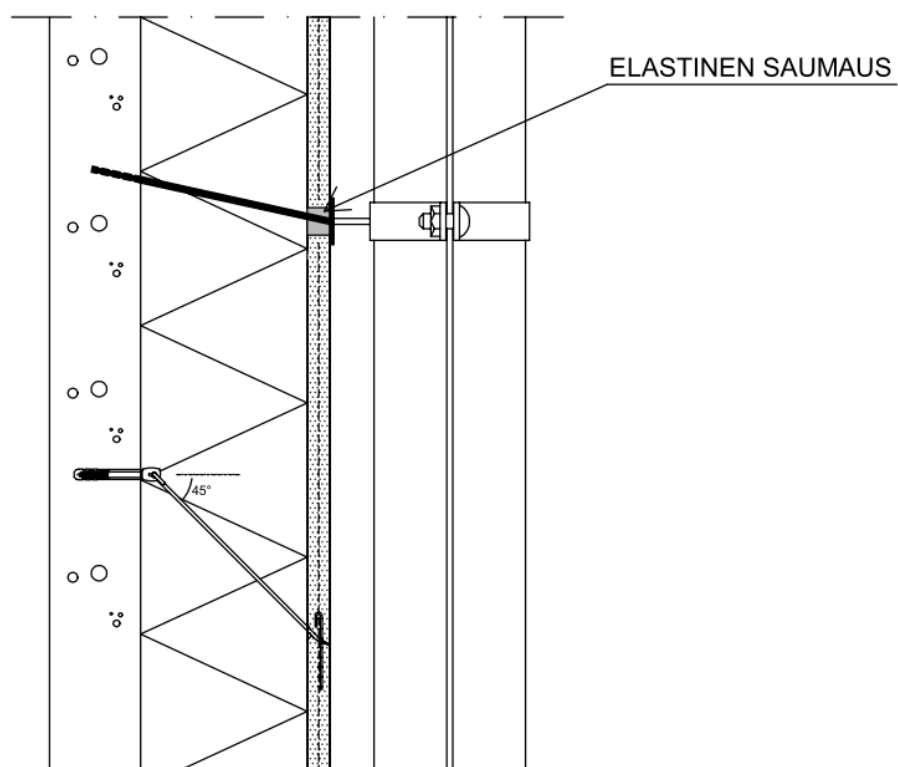


Kuva 14. *Esimerkki vesikatteen kiinnityspeiraate paksurappaus-eristejärjestelmään rakennuksen tasoeron kohdalla.*

Varusteiden kiinnitys

Ulkoseinän varusteet (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 esipuristetulla paisuvalla saumanauhalla.



Kuva 15. *Esimerkki syöksytorven kiinnityksestä paksurappaus-eristejärjestelmän läpi alusrakenteeseen. Kiinnikkeen ja rappauksen väli tiivistetään elastisella saumauksella.*