



Julkisivuyhdistys r.y.



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Talonrakennustekniikka



JUKO - OHJEISTOKANSIO JULKISIVUKORJAUSHANKKEEN LÄPIVIEMISEKSI

KORJAUSTAPAKUVAUKSET

Betonijulkisivut Verhouskorjaukset eristerappauksella / kolmikerrosrappaus - suunnitteluohjeet päivitetty 9/2005

*DI Matti Haukijärvi
Tampereen teknillinen yliopisto,
Talonrakennustekniikka*

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 ohjeistokansio on toistaiseksi koekäytössä. Havaituista virheistä ja puutteista pyydetään ilmoittamaan Julkisivuyhdistykselle (email. info@julkisivuyhdistys.fi).

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN TUOTTEISTUS

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / verhoukorkorjaus eristerappauksella / Kolmikerrosrappaus

YHTEENVETO

Tässä luvussa käsitellään betonijulkisivun verhoukorkorjausta eristerappauksella. Rappaus-tyyppinä on kolmikerrosrappaus.

Ohjeissa on käsitelty

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

JUKO OHJEISTOKANSIO

A RAKENNUKSEN YLLÄPITO	B 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 käyttö- ja huolto-ohje	B3 Korjaustarpeen selvittäminen ja kuntotutkimukset			
	B4 Korjaustavan valinta			
	B5 Rahoitus-tarkastelut			
	B6 Viranomais-ohjaus julkisivukorjaushankkeessa			

KORJAUSTAPAKUVAUKSET

Yleiskuvaukset
Suunnitteluohjeet

ELIKAARIKUSTANNUSLASKENTAOHJELMA JUKO.xls

Investointikustannukset
Elinkaarikustannusten vertailu

Sisällysluettelo

1	SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT.....	5
1.1	SÄÄRASITUKSET.....	5
1.2	RAKENTEEN KUORMITUKSET.....	5
1.2.1	<i>Omapaino</i>	5
1.2.2	<i>Tuuli</i>	6
1.2.3	<i>Iskukuorma</i>	7
1.3	KOSTEUSTEKNISEN TOIMIVUUDEN VARMISTAMINEN.....	7
1.4	LÄMPÖTEKNISEN TOIMIVUUDEN VARMISTAMINEN.....	7
1.4.1	<i>Lämpötekkinen toimivuus</i>	7
1.5	PALOMÄÄRÄYSTEN HUOMIOON OTTAMINEN.....	8
1.6	MUUT.....	8
1.6.1	<i>Terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet</i>	8
2	TYÖNAIKAINEN SUOJAUS JA MATERIAALIEN VARASTOINTI.....	9
2.1	OLOSUHTEIDEN HALLINTA.....	9
2.2	TALVIRAKENTAMINEN.....	9
2.3	MATERIAALIEN VARASTOINTI.....	9
3	VANHAN BETONIPINNAN ESIKÄSITTELY.....	10
3.1	BETONIPINNAN PUHDISTUS.....	10
3.2	BETONIN VAURIOIDEN PAIKKAAMINEN.....	10
3.3	ALUSTAN TASAISUUS.....	10
4	VANHAN SEINÄN LISÄKIINNITYS.....	11
4.1	YLEISTÄ.....	11
4.2	BETONIJULKISIVUN LISÄKIINNITYS.....	11
5	LÄMMÖNERISTYS.....	13
5.1	LÄMMÖNERISTETUOTTEET.....	13
5.1.1	<i>Yleistä</i>	13
5.1.2	<i>Lämmöneristekerroksen paksuus</i>	14
6	KOLMIKERROSRAPPAUS.....	15
6.1	YLEISTÄ.....	15
6.2	LÄMMÖNERISTEIDEN KIINNITYS.....	15
6.2.1	<i>Kiinnikkeet</i>	15
6.2.2	<i>Kiinnikkeiden määrä ja sijoitus</i>	16
6.3	RAPPAUSVERKON ASENNUS.....	16
6.4	PELLITYKSET.....	17
6.5	RAPPAUSLAASTIT.....	18
6.5.1	<i>Yleistä</i>	18
6.5.2	<i>Pohjarappaus</i>	18
6.5.3	<i>Täyttörappaus</i>	18
6.5.4	<i>Pintarappaus</i>	18
6.5.5	<i>Laastien valmistus</i>	19
6.5.6	<i>Olosuhteet</i>	19
6.5.7	<i>Jälkihoito</i>	20
6.6	PINNAN TEKEMINEN.....	21
6.6.1	<i>Mallityöt</i>	21
6.6.2	<i>Pintatyypit ja työtekniikat</i>	21
6.6.3	<i>Olosuhteiden vaikutus pinnoituksen ulkonäköön</i>	21

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN TUOTTEISTUS

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / verhoukorkorjaus eristerappauksella / Kolmikerrosrappaus

6.7	LIIKUNTASAUMAT	22
6.7.1	<i>Sijoitus</i>	22
6.7.2	<i>Rakenteet</i>	22
7	LIITOSKOHDAT	23
7.1.1	<i>Ikkunaliitokset</i>	23
7.1.2	<i>Räystäsrakenteet</i>	24
7.1.3	<i>Ulkoseinän varusteet</i>	24

1 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

1.1 Säärasitukset

Ulkoseinässä merkittävimmät säärasitukset ovat

- kosteus
- pakkanen
- lämpötilojen vaihtelu
- UV-säteily

Rappaustyössä käytettävien materiaalien on oltava säänkestäviä.

Säärasitusten, erityisesti kosteusrasituksen sekä lämpötilan vaihtelujen vaikutusta voidaan pienentää oleellisesti oikealla detaljisuunnittelulla sekä materiaalivalinnoilla.

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

Pakkanen rasittaa erityisesti huokoisia rakenteita, jotka ovat alttiina kosteusrasituksille. Jäätymässään vesi laajenee, mikä voi aiheuttaa rakenteen rapautumista. Pakkasrasitus on korkeimmillaan rannikolla, jossa rakenteet altistuvat voimakkaalle viistosaderasitukselle, ja jossa jäätymis-sulamissykliin 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 liikuntasauvojen määrällä ja sijoittelulla.

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

1.2 Rakenteen kuormitukset

1.2.1 Omapaino

Eristerappausrakenteen omapaino riippuu lähinnä rappauskerroksen paksuudesta. Ohut-rappauksissa omapaino on varsin pieni, kolmikerrosrappauksissa omapaino on jo merkittävämpi.

Rakenteen omapainon tarkka lukuarvo riippuu lämmöneristeen ja rappauskerroksen paksuudesta. Taulukossa 1 on esitetty likimääräiset omapainot eri eristerappaustyypeille. Lämmöneristetyypillä ei ole merkitystä kuormituksia ajatellen.

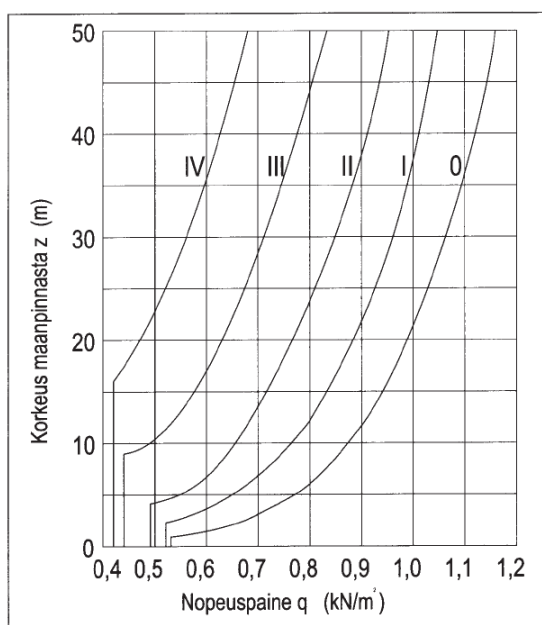
Taulukko 1 Rappausten omapainoja

Rappausrakenne	Omapaino
ohutrappaus	0,15 ... 0,2 kN/m ²
kolmikerrosrappaus	0,5 ... 0,6 kN/m ²

1.2.2 Tuuli

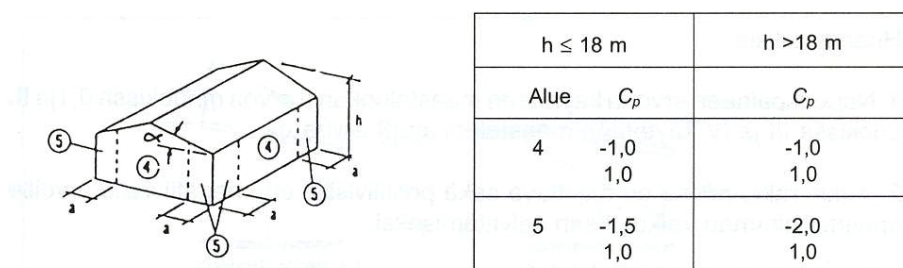
Tuulikuorman suuruus riippuu rakennuksen korkeudesta, muodosta sekä sen sijainnista. Rappausten osalla tuulikuormasta on otettava huomioon erityisesti tuulen imuvaikutus, joka on suurimmillaan rakennuksen nurkissa.

Tuulenpaineen mitoitusarvot määritetään Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaan.



Kuva 1 Tuulen nopeuspaine eri maastoluokissa (Lähde: Suomen rakentamismääräyskokoelman osa B1 Rakenteiden varmuus ja kuormitukset)

Rappauskerroksen ja lämmöneristeiden kiinnitys on mitoitettava kestävä tuulen imu. Tuulen imu on suurinta rakennuksen nurkissa sekä yläreunoissa. Tuulen imuvaikutukselle saadaan arvot rakennuksen koon ja muodon perusteella kuvan 2 perusteella.



Kuva 2 Tuulenpaineen muotokertoimet (Lähde : RIL144-2002 Rakenteiden kuormitusohjeet , s. 41 kuva 4.232a seinien painekertoimet C_p)

1.2.3 Iskukuorma

Eristerappauksen iskukuorman kestävyyttä voidaan pitää suhteellisen heikkona. Varsinkin, jos rappauskerros on ohut, se ei pysty ottamaan vastaan voimakkaista iskukuormista aiheutuvaa rasiitusta. Paksu kolmikerrosrappaus kestää kuitenkin iskukuormia jonkin verran.

Iskukuorman kestävyyttä voidaan parantaa edelleen käyttämällä jäykempää lämmöneristettä tai valitsemalla iskuille alttiille seinänosille muun tyyppinen verhous (esim. tiilimuuraus, erilaiset levy- tai kasettiverhoukset).

Iskunkestävyyttä on tarkasteltava erityisesti rakennuksen alaosissa, kulkuväylien yhteydessä olevilla seinäosilla.

1.3 Kosteusteknisen toimivuuden varmistaminen

Eristerapatut julkisivut ovat toiminnaltaan ns. tuulettumattomia rakenteita.

Niiden toimivuuden varmistamiseksi on rakenteeseen päästävän kosteusmäärän oltava mahdollisimman vähäinen sekä toisaalta kosteuden kuivumisen on oltava mahdollista. Kuivumisen mahdollistamiseksi on rappauskerroksen oltava riittävän läpäisevä.

Kosteusteknisen toimivuuden varmistamiseksi on suunnittelussa huomiota kiinnitettävä seuraaviin tekijöihin

- estetään kosteuden kulkeutuminen rakenteisiin
 - o liitoskohtien toimivuus
 - pellitysten sijoittaminen, kallistukset ja ulottumat sekä liittyminen rappauspintaan
 - tiivistykset ja saumat
 - o halkeilun hallinta
 - liikuntasaumojen määrä ja sijoittelu
 - rappauskerrosten paksuudet, lujuudet ja lujuussuhteet
 - o pinnoitetyypin valinta
 - riittävän tiivis ottaen huomioon kosteuden kuivumismahdollisuudet
 - tarvittaessa vettä hylkivä ominaisuus (riippuu pinnoitetyypistä)
- mahdollistetaan rakenteen kuivuminen
 - o pinnoitetyypin valinta
 - vesihöyryä läpäisevä pinnoite
 - o rappauskerroksen tiivis
 - rappauskerrosten läpäisevyys
 - o lämmöneristeen vesihöyrynläpäisevyys

1.4 Lämpötekniikan toimivuuden varmistaminen

1.4.1 Lämpötekniikan toimivuus

Eristerappaukseen kuuluu olennaisena osana lisälämmöneristyskerros.

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

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

Soveltuva lämmöneristekerroksen paksuus määritetään tapauskohtaisesti. Lämmöneristekerroksen paksuuden valintaa on käsitelty tarkemmin luvussa 5 Lämmöneristys.

1.5 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 lämmöneristettä. Mikäli käytetään tätä luokitusta huonompaa eristettä, on palon leviäminen eristykseen, palosastosta toiseen ja rakennuksesta toiseen estettävä. Palomääräysten soveltamisesta käytäntöön mm. soveltuvien suojauskeinojen osalta päättää aina paikalliset paloviranomaiset.

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

1.6 Muut

1.6.1 Terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet

Tyypillisimmät betonijulkisivuissa olevat terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet ovat pinnoitteiden asbesti ja saumaussmassojen PCB- ja lyijy-yhdisteet. Lisäksi lämmöneristeissä saattaa harvinaisissa tapauksissa esiintyä mikrobikasvustoa.

Asbesti. Pinnoitteiden asbesti on otettava huomioon pölyävissä työvaiheissa. Yleissääntönä on, että pölyävät työvaiheet on tehtävä asbestityönä. Eristerappauskorjauksissa pölyäviä työvaiheita voivat olla lähinnä ennen tasoitustyötä tehtävä ulkokuoren pesu sekä ulkokuoren lisäksi kiinnitykseen liittyvät poraukset.

Saumaussmassojen PCB- ja lyijy-yhdisteet. Saumaussmassojen sisältämien PCB- ja lyijy-yhdisteiden osalta pääperiaatteena voidaan pitää sitä, että niitä sisältävät saumaussmassat poistetaan mahdollisimmat tehokkaasti. Poiston yhteydessä ei kuitenkaan ole tarpeen hioa elementtien reunoja, vaan poisto voidaan tehdä esim. porakoneella. Tavoitteena on, että rakenteeseen ei jää enää merkittäviä määriä ko. yhdisteitä.

Mikrobit. Mikrobin esiintyminen betonisandwich-elementeissä on todettu varsin harvinaiseksi, kuitenkin niiden esiintyminen on mahdollista. Mikrobin esiintymisen vuoksi ei ole välttämätöntä ryhtyä purkavaan korjaukseen. Mikäli todettuja mikrobikasvustoja ei lähdetä poistamaan (purkava korjaus), on niiden haitat sisäilmaan pienennettävä estämällä ilma- vuodot rakenteen läpi ulkoilmasta sisäilmaan. Tämä edellyttää ulkoseinässä olevien epätiiviyiskohtien (saumat, ovi – ja ikkunaliitokset jne.) tiivistämistä sekä sisä- että ulkopuolelta sekä hallitun korvausilmareitistön rakentamista esim. raitisilmaventtiilien tai ikkunarakenteeseen rakennettavien tuloilmaventtiilien avulla.

2 TYÖNAIKAINEN SUOJAUS JA MATERIAALIEN VARASTOINTI

2.1 Olosuhteiden hallinta

Eristerappaukstyö suositellaan tehtäväksi aina sääsuojatuilta telineiltä.

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

Rappaukstyö 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 kuivatuotteita 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

Kolmikerrosrappauksessa 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

Kokonaan lämmöneristeen alle jääviä korroosioauriokohtia ei ole tarpeen paikata laasti- paikkaukselle. Korroosioauriot jäävät korjauksen jälkeen olosuhteisiin, joissa korroosio ei käytännössä etene. Sen sijaan jos korroosioauriot sijaitsevat esim. ikkunan pielissä, joihin ei lämmöneristettä asenneta, on korroosioauriot paikattava laastipaikkauksella.

Vähäiset pakkasrapautuneet alueet eivät niin ikään vaadi erikoistoimia, jos ne jäävät kokonaan lämmöneristeen alle. Pakkasrapautumisessa on kuitenkin varmistettava rakenteen kiinnitysmahdollisuudet.

3.3 Alustan tasaisuus

Lämmöneristeen päälle tehtävällä rappauksella ei voida tasata alustan merkittäviä epätasaisuuksia.

Alustan tasaisuusvaatimukset on päätettävä tapauskohtaisesti. Vanha julkisivupinta oikaistaan tarvittaessa erillisillä oikaisulaasteilla tai lämmöneristeellä. Valmiin rappauspinnan tasaisuusvaatimuksena voidaan soveltaa uudistuotannon tasaisuusvaatimusta (luokka 3: +/- 7 mm).

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

Tasoituksen jälkeen alustan epätasaisuuksia voidaan korjata edelleen lämmöneristeiden ulkopintaa hiomalla.

4 VANHAN SEINÄN LISÄKIINNITYS

4.1 Yleistä

Vanhan seinärakenteen lisäkiinnitystarvetta tulee tarkastella aina erikseen. Lisäkiinnitys on tehtävä, jos vanhan seinärakenteen kiinnitys on heikentynyt. Eristerappaus lisää vanhan ulkokuoren kuormitusta.

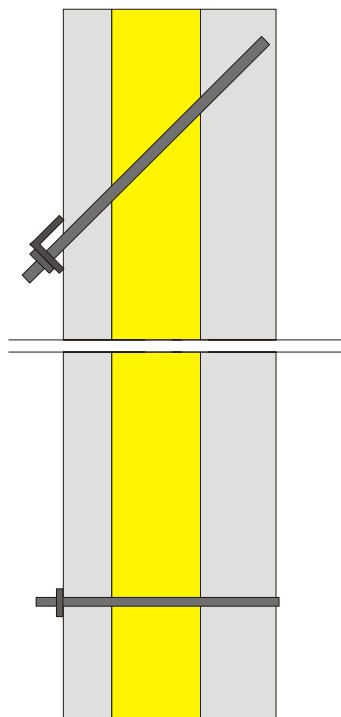
Lisäkiinnitystarvetta pohdittaessa on syytä ottaa huomioon vanhan rakenteen kiinnitystapa.

Yleisimmin käytetyn ruostumattomasta teräksestä tehdyn ansaskiinnityksen varmuus on moninkertainen, eikä näissä tapauksissa lisäkiinnitys ole yleensä tarpeen. Poikkeuksena on pitkälle edennyt pakkasrapautuminen, joka estää ulkokuoreen tehtävät kiinnityspulttukset.

Jos ulkokuoren kiinnitys on tehty ruostuvasta teräksestä (esim. tavallinen harjateräs tai pyörötanko, teräskiskot), on kiinnitystarvetta pohdittava erikseen. Korroosio saattaa huonoissa olosuhteissa edetä myös verhouksen jälkeen, joten näissä tapauksissa lisäkiinnitystä voidaan pitää aina suositeltavana vaihtoehtona.

4.2 Betonijulkisivun lisäkiinnitys

Betonisten ulkokuorien lisäkiinnitys tehdään ulkokuoren läpi sisäkuoreen. Kiinnikkeinä käytetään kiila-, lyönti- tai kemiallisia ankkureita, jotka asennetaan kuvan 3 periaatteen mukaisesti (ankkurit elementin yläosaan 45° kulmaan ja alareunaan kohtisuoraan). Vinoon asennettavan ankkurin asennuksessa voidaan käyttää apuna kulmarautaa.



Kuva 3 Periaatekuva vanhan ulkokuoren lisäkiinnityksestä

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN TUOTTEISTUS

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / verhoukorkorjaus eristerappauksella / Kolmikerrosrappaus

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.

Käytettävillä kiinnikkeillä tulee olla voimassa oleva tuotehyväksyntä (esim. BY:n varmennettu käyttöseloste). Lisäkiinnikkeinä tulee käyttää ruostumattomasta (AISI 304) tai happonkestävästä (AISI 316) teräksestä valmistettuja tuotteita.

5 LÄMMÖNERISTYS

5.1 Lämmöneristetuotteet

5.1.1 Yleistä

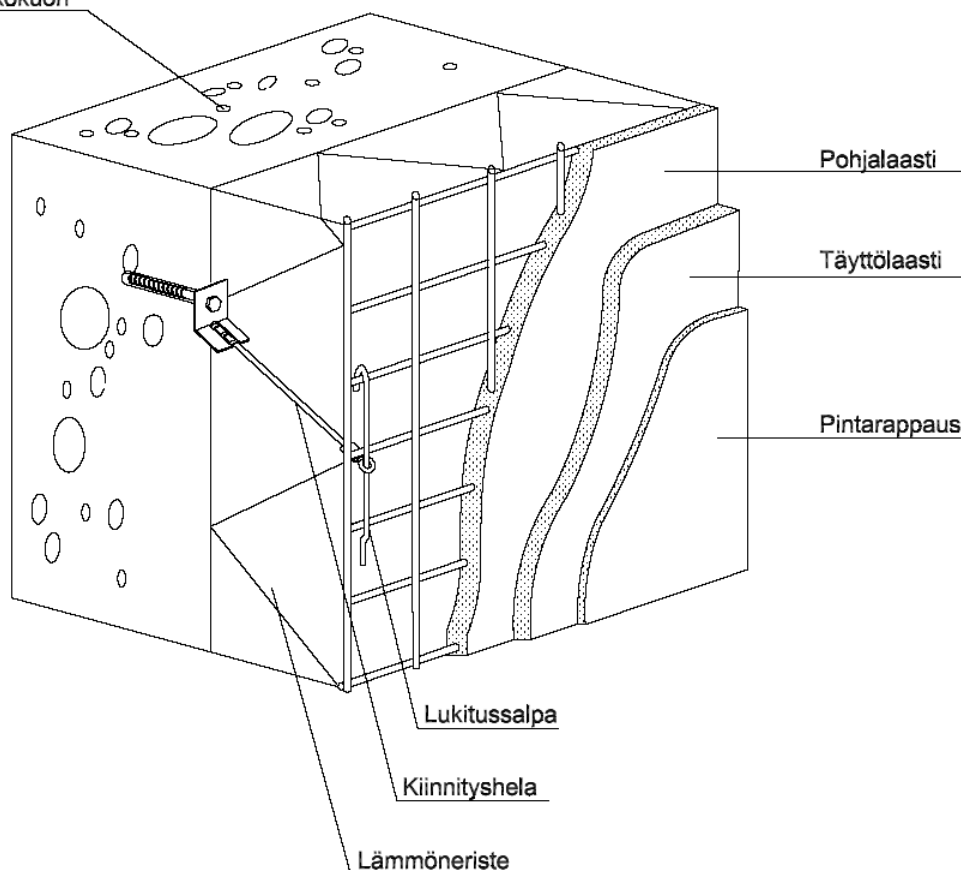
Eristevalinnalla voidaan vaikuttaa lähinnä seuraaviin tekijöihin:

- lämmöneristävyys
- vesihöyryn läpäisevyys
- palo-ominaisuksiin
- rappauksen iskunkestävyyteen

Kolmikerrosrappauksen alla voidaan käyttää mineraalivilloja, joko kivi- tai lasivillaa. Eristeinä voidaan käyttää ohutrappaukseen verrattuna selkeästi pehmeämmän puristuslujuuden omaavia tuotteita, sillä rappauskerros on paksumpi ja siten jonkin verran ohutrappaukseen verrattuna iskunkestävämpää.

Lämmöneristelevyt kiinnitetään kolmikerrosrappauksessa mekaanisesti. Mekaanisina kiinnikkeinä käytetään erikoiskiinnikkeitä, jotka valitaan käytettävän järjestelmän mukaan.

Vanha betoniulkokuori



Kuva 4 Esimerkki lämmöneristeen kiinnitykseen käytettävästä järjestelmästä.

5.1.2 Lämmöneristekerroksen paksuus

Lämmöneristekerroksen paksuutta kasvattamalla saadaan parannettua seinärakenteen U-arvoa (ks. taulukko 2). Yleensä lisälämmöneristeen paksuus on luokkaa 50 – 70 mm.

Taulukko 2 Esimerkkejä ulkoseinärakenteen U-arvosta lisälämmöneristykseen jälkeen. Laskelmat on laadittu rakenteille, joissa vanhan betonisandwich-rakenteen sisäkuoren paksuudeksi on oletettu 80 mm ja ulkokuoren 60 mm. Lämmöneristeiden lämmönjohtavuuden arvona on laskelmissa käytetty 0,04 W/m²K.

Vanha rakenne		Uusi rakenne		
Lämmöneristykseen paksuus [mm]	U-arvo [W/m ² K]	Lisälämmöneristykseen paksuus [mm]	U-arvo [W/m ² K]	U-arvon kasvu
80	0,44	50	0,27	39 %
		70	0,24	45 %
100	0,36	50	0,24	33 %
		70	0,21	42 %
140	0,26	50	0,19	27 %
		70	0,17	35 %

Taulukossa 2 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.

6 KOLMIKERROSRAPPAUS

6.1 Yleistä

Kolmikerrosrappaus koostuu kolmesta eri rappauskerroksesta: pohjarappauksesta, täyttö-rappauksesta ja pintarappauksesta. Rappauskerroksia on käsitelty jäljempänä.

Pintakerros voidaan joko ruiskuttaa värillisillä pintarappauslaastilla tai vaihtoehtoisesti ulommainen pinta voidaan maalata. Ruiskutettavia pintalaasteja on eri karkeuksista, mikä antaa mahdollisuuden rappauksen ulkonäön vaihteluun. Pinnoitettava rappaus yleensä tasoitetaan sokalla. Tyypillisimmät pinnoitteet ovat kalkki-, kalkkisementti- sekä silikaatti-maalit.

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

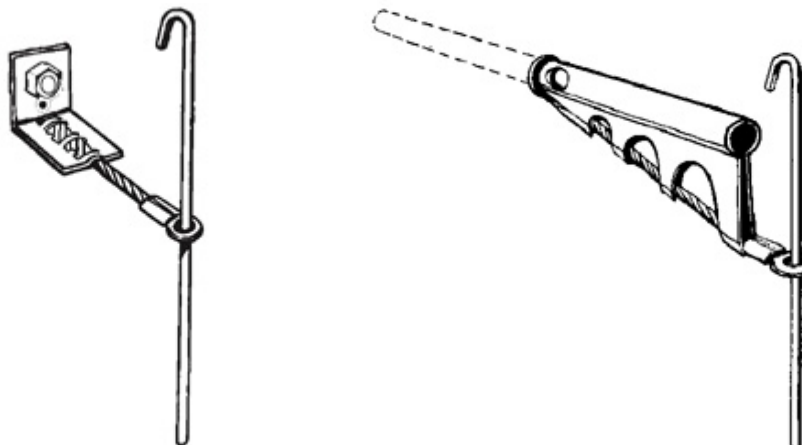
6.2 Lämmöneristeiden kiinnitys

6.2.1 Kiinnikkeet

Lämmöneristeet kiinnitetään aina mekaanisesti vanhaan julkisivupintaan.

Kiinnikkeinä käytetään aina valittuun kolmikerrosrappausjärjestelmään liittyviä kiinnikkeitä. Kiinnikkeet ovat kolmikerrosrappausjärjestelmissä metallisia.

Kiinnikkeet koostuvat ankkurointiosasta, ankkurointiosaan kiinnittyvästä haasta/helasta sekä lukitussalvasta.



Kuva 5 Esimerkkejä kiinnitysosista

Ankkurointiosa valitaan kiinnitysalustan mukaan, betonijulkisivuilla ankkurointi voidaan tehdä nailontulpalla sekä kiila- tai lyöntiankkureilla tai nauloilla.

6.2.2 Kiinnikkeiden määrä ja sijoitus

Kiinnikkeiden määrä on tarkistettava aina tapauskohtaisesti.

Kiinnikkeiden minimimäärä määräytyy kiinnikkeen ankkurointilujuuden sekä kiinnikkeiden kuormituksen perusteella. Suunnittelija mitoittaa kiinnikemäärän niin, että ne kestävät verhouksen omapainon sekä tuulikuorman.

Kiinnikkeitä käytetään normaalisti vähintään 3 - 6 kpl / m² riippuen rappausjärjestelmästä, kiinniketyypistä ja alustan lujuudesta. Kiinnikkeiden väli on enintään 600 mm.

Kiinnikkeiden ankkurointilujuus on aina varmistettava vetokokein, jonka tulosten perusteella määritetään lopullinen kiinnikemäärä ja niiden sijoittaminen.

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

Taulukko 3 Ohjeelliset lukumäärät kiinnikkeiden määrästä. Arvot on tarkastettava aina rappausjärjestelmäkohtaisesti.

	kiinnikkeiden minimilukumäärä	kiinnikkeiden maksimietäisyys reunasta	kiinnikkeiden maksimiväli pysty- ja vaakasuunnassa
ikkunan pielet	3	100 mm	600 mm
ulkonurkat	3	100 – 150 mm	600 mm
liikuntasauamat	3	100 – 150 mm	600 mm
sokkeli	3	150 mm	600 mm

6.3 Rappausverkon asennus

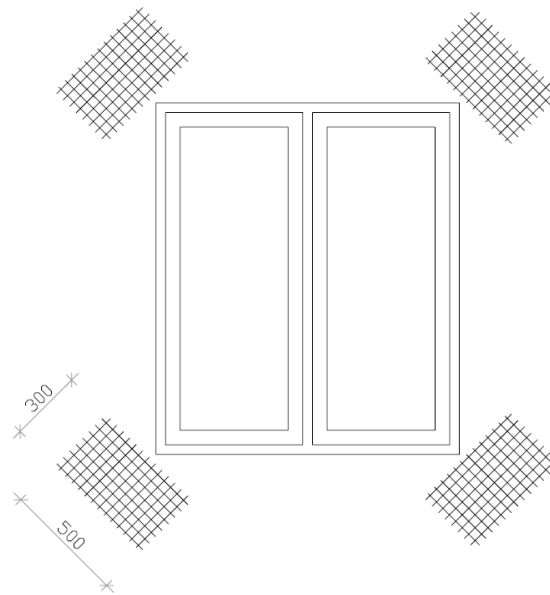
Kolmikerrosrappauksessa käytetään kuumasinkittyä pistehitsattua teräsverkkoa, jonka lankojen vahvuus on yleensä n. 1 mm. Verkon silmäkoko on luokkaa 20 mm.

Verkon avulla hallitaan rappauskerroksen halkeilua sekä varmistetaan rappauksen kiinnitys.

Verkko kiinnitetään lämmöneristeiden kiinnikkeisiin lämmöneristeen kiinnityksen jälkeen.

Verkko asennetaan kauttaaltaan rapattavalle julkisivulle niin, että se limitetään vähintään 100 mm. Limityksen kohdalla verkko voidaan lisäkiinnittää lämmöneristeeseen upotettavilla kuumasinkityillä nautoilla.

Aukkojen nurkissa on käytettävä lisäverkotusta halkeilun estämiseksi.

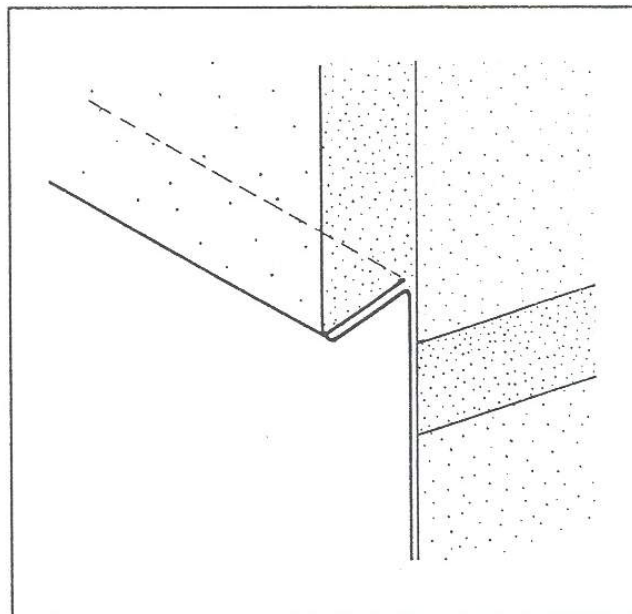


Kuva 6 Aukkojen pielen lisäverkotus

6.4 Pellitykset

Kolmikerrosrappaukseen liittyvät pellitykset asennetaan ennen varsinaista rappaustyötä.

Pellityksissä on suositeltavaa käyttää rappausreunoja. Pellityksiä ei tule sijoittaa rappauksen alle (lämpöliikkeet rikkovat peltien päällä olevan rappauskerroksen) eikä toisaalta myöskään rappauksen päälle (vesi pääsee kulkeutumaan peltien alle rappauksen pintaa pitkin).



Kuva 7 Pellitysten rappausreunus

6.5 Rappauslaastit

6.5.1 Yleistä

Kolmikerrosrappauksessa rappauskerroksia on yleensä kolme, pohja-, täyttö- ja pintarappaus.

Laastit ovat tehdasvalmisteisia kuivalaasteja, tyypillisesti kalkki-sementtilaasteja, joissa kalkin ja sementin suhteet vaihtelevat rappauskerroksen ja käytettävän järjestelmän mukaan.

6.5.2 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 10 mm.

Pohjarappaus tehdään ruiskuttamalla niin, että rappausverkko peittyy kokonaan. Laastin pinta oikaistaan laudalla. Rappauksen jälkeen laasti on pidettävä kosteana 1 – 3 vrk riippuen kuivumisolosuhteista. Tarvittaessa rappauspintaa on kasteltava. Kastelua on tarvittaessa jatkettava vuorokauden ympäri.

6.5.3 Täyttörappaus

Täyttörappaus tehdään tyypillisesti kalkkisementtilaasteilla, joissa seossuhteet ovat tyypillisesti luokkaa 35/60/500. Täyttörappauksen paksuus on tyypillisesti luokkaa 5 - 20 mm, riippuen pohjan epätasaisuuksista. Täyttörappauksella voidaan tasoittaa jonkin verran pohjan epätasaisuuksia.

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 sopimuksen mukainen tasaisuus(luokka) saavutetaan.

Oikaisun jälkeen pinta tasataan laudalla tai sokalla. Tasoittamisessa on kuitenkin varottava liiallista työstämistä, joka voisi nostaa sideaineskalvon rappauksen pintaan.

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

Pohjarappauksen jälkeen, ennen pintarappausta, rakenteisiin tehdään liikuntasaumot.

6.5.4 Pintarappaus

Pintarappaus tehdään tyypillisesti värillisillä kalkkisementtilaasteilla eli jalolaasteilla. Vaihtoehtoisesti pinta voidaan pinnoittaa kalkki-, kalkkisementti- tai silikaattimaaleilla. Heikoilla

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN TUOTTEISTUS

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / verhoukorkorjaus eristerappauksella / Kolmikerrosrappaus

kalkkisementtilaasteilla maalipinnan on oltava riittävän läpäisevä. Pintavaihtoehtoja on käsitelty tarkemmin luvussa 6.6.

Pintarappaus tehdään aikaisintaan 5 – 7 vuorokauden kuluttua täyttörappauksesta.

Pintarappaus tehdään ruiskuttamalla, yhteen tai kahteen kertaan riippuen pintatyypistä.

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

6.5.5 Laastien valmistus

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

Ohjeita on noudatettava

- vesimäärien suhteet
- sekoitusaikojen suhteen
- sekoituskertojen suhteen
- laastin käyttöajan suhteen

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

6.5.6 Olosuhteet

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

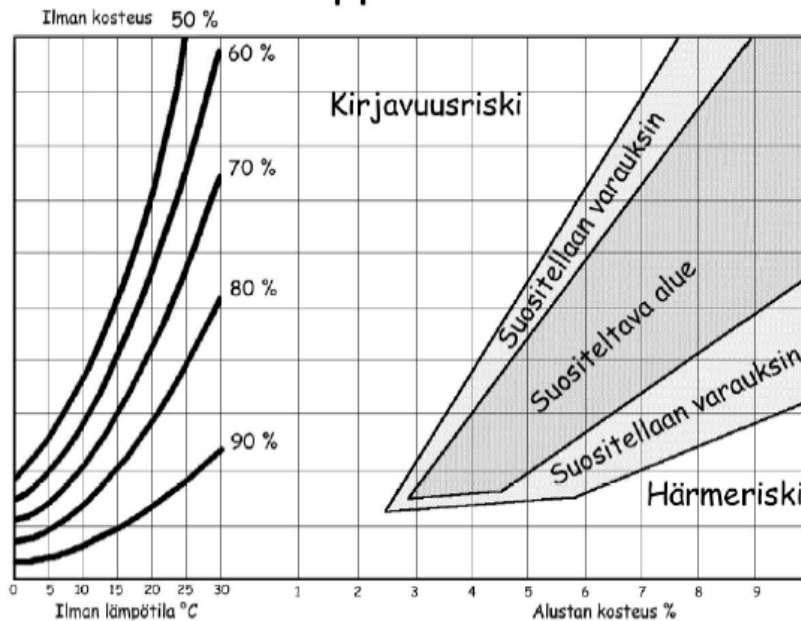
Yleispäteviä ohjeita rappaustyön sallituista olosuhteista ei voida antaa. Yleensä rappaustyö tulee kuitenkin tehdä yli +5 °C lämpötilassa. Rappaustyölle kelpoisten olosuhteiden määrittämiseksi voidaan käyttää ns. rappausavainta.

Olosuhteiden ollessa sellaiset, että rappauserros kuivuu nopeasti (lämpötila korkea, tuulinen sää, suora auringonpaiste jne.) on rappauserroksen jälkihoitoon (kastelu) kiinnitettävä erityinen huomio.

Olosuhteiden hallitsemiseksi on rappaustyö suositeltavaa tehdä aina sääsuojatuilta telineiltä.

Olosuhteiden seuraamiseksi pidetään työmaapäiväkirjaa, johon merkitään mm. rappaustyön aikaiset olosuhteet.

Rappausavain



Kuva 8 Rappausavain

6.5.7 Jälkihoito

Rappauksen jälkeen rappauspintoja on pidettävä kosteana vähintään 1 - 3 vrk:n ajan. Liian nopea kuivuminen aiheuttaa rappauskerroksen halkeilua, joka

- alentaa rappauskerrosten lujuutta
- aiheuttaa vedenimukyvyin vaihtelua ja siten värisävyn epätasaisuutta.

Tarvittaessa pintoja 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.

6.6 Pinnan tekeminen

6.6.1 Mallityöt

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

Mallityöksi tehdään n. 4 m² kokoinen alue valmista rappauspintaa työssä sovituuksi käytettävillä menetelmillä. Mallityö tehdään selkeästi rajattaviin pintoihin.

Valmista rappauspintaa verrataan mallityöhön, joka toimii referenssipintana.

6.6.2 Pintatyypit ja työtekniikat

Kolmikerrosrappauksen pinta voidaan tehdä hieno- tai karkearaiskepintana tai puuhierrettynä.

Hieno- tai karkearaiskepinta tehdään (suppilo)ruiskulla. Ruiskutus tehdään kahteen kertaan niin, että pinnasta saadaan tasainen. Ruiskutustyössä työsaumat on sijoitettava niin, että ne muodostuvat julkisivujen rajapinnoilla. Yhtenäiset alueet on ruiskutettava yhdellä kertaa. Ruiskutuksessa ruiskutus suunnan on säilyttävä samana.

Rappauksen karkeusaste riippuu laastin raekoosta. Hienoraiskepintaisissa rappauksissa raekoko on luokkaa 1 – 2 mm ja karkearaiskepinnassa luokkaa 2 – 5 mm.

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

Pinnoitettava pinta tehdään ruiskuttamalla pintarappaus yhdellä kertaa. Ruiskutuksen jälkeen pinta tasataan sokalla tai hierontamalla riippuen halutusta pinnan rakenteesta. Tasaamisen jälkeen rakenne maalataan.

Mikäli pinta hierretään, on varottava pinnan liiallista työstämistä.

6.6.3 Olosuhteiden vaikutus pinnoituksen ulkonäköön

Pintarappausten tai pinnoittamisen aikaisilla olosuhteilla on merkitys pinnoituksen onnistumiseen sekä teknisessä että ulkonäöllisessä mielessä.

Pintarappausten yhteydessä tulee huomioida kiinnittää sekä ulkoilman että rappausalustan olosuhteisiin (lämpötila ja kosteus). Väärissä olosuhteissa rappausten pinta voi muodostua kirjavaksi ja tartunta heikentyä (alusta/ulkoilma liian kuiva ja lämmin) tai rappaukseen voi muodostua härmettä (alusta/ulkoilma liian märkä).

Rappausalustan ja ilman kosteuden tulee olla sallituissa rajoissa, jotta pinnoitus onnistuisi myös ulkonäöllisesti. Olosuhteiden määrittämiseen voidaan käyttää ns. rappausavainta (ks. Kuva 8).

6.7 Liikuntasaumamat

6.7.1 Sijoitus

Kolmikerrosrappaus vaatii toimiakseen liikuntasaumojia. Ilman riittävää määrää ja oikein sijoitettuja liikuntasaumojia rappauskerros halkeilee.

Liikuntasaumojia sijoitetaan 15... 20 m välein. Lisäksi liikuntasaumamat sijoitetaan ulkonurkkiin (joka toiseen nurkkaan) sekä kaikkien rakenteellisten liikuntasaumojen kohdalle. Lisäksi rappauspinnan ja vanhan ulkoseinäpinnan sekä ulkoseinässä olevien ulokkeiden väliin tehdään liikuntasauma.

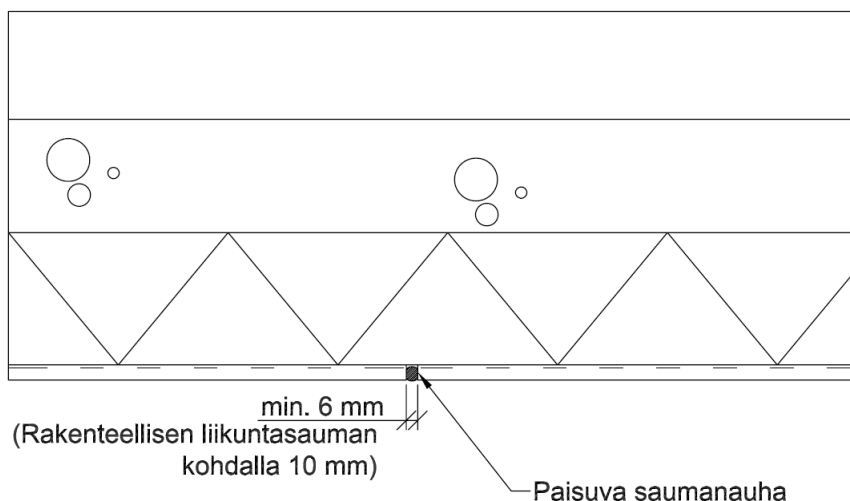
Vaakasuuntaisten liikuntasaumojen tarve tulee harkita tapauskohtaisesti.

6.7.2 Rakenteet

Liikuntasaumamat tehdään rappaukseen sahaamalla täyttörappauksen jälkeen. Sahaus ulotetaan koko rappauskerroksen läpi, kuitenkin vähintään niin, että rappausverkko katkeaa koko liikuntasauaman osalla.

Liikuntasauaman leveys on n. 5 mm riippuen tiivistystavasta.

Liikuntasaumamat tiivistetään joko paisuvalla saumanauhalla tai elastisella saumaussmassalla. Elastista saumaussmassaa käytettäessä on liikuntasauma tehtävä niin leveäksi, että saumaussmassa ei riko rappauskerrosta lämpö- ja kosteusliikkeiden seurauksena. Suositeltava tiivistysvaihtoehto on paisuva saumanauha.



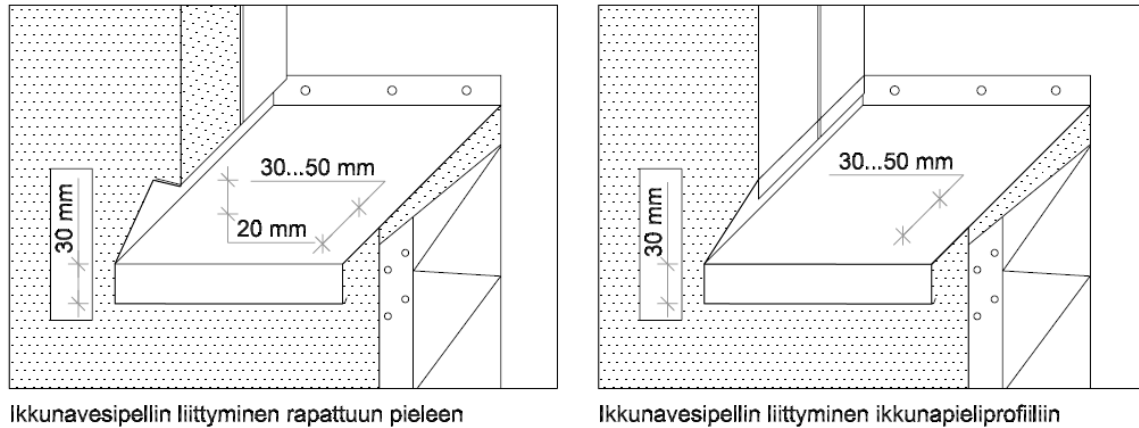
Kuva 9 Kolmikerrosrappauksen liikuntasauमारakenne

7 LIITOSKOHDAT

7.1.1 Ikkunaliitokset

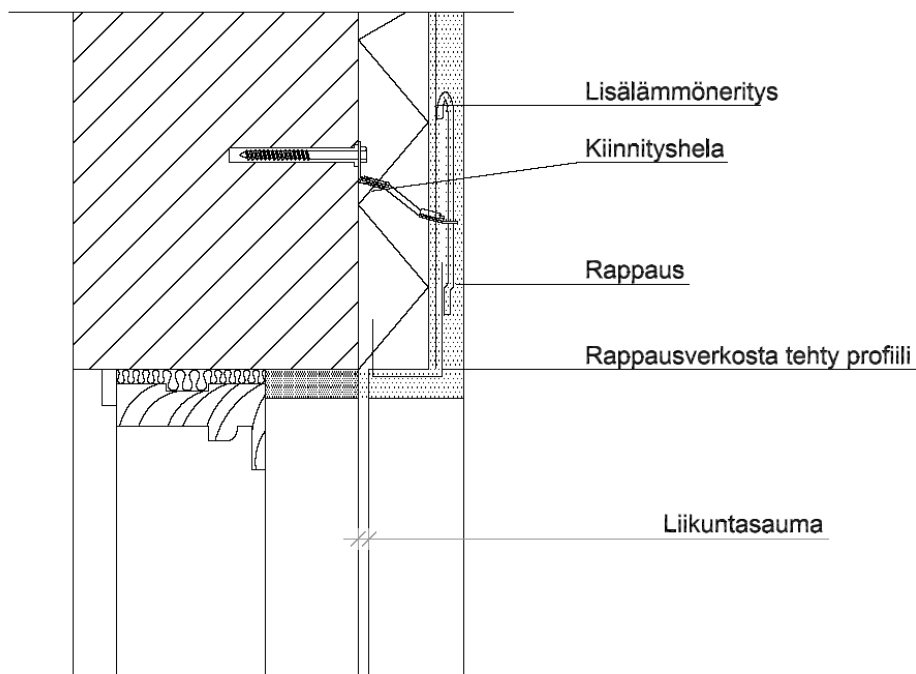
Ikkunoiden pielet voidaan tehdä rappaamalla tai pellittämällä.

Ikkunan vesipeltien kaltevuuden tulee olla vähintään 1:3 (n. 20 ° kulmassa). Etureunan etäisyyden tulee olla rappauksen pinnasta vähintään 40 mm.



Kuva 10 Periaatekuva ikkunan vesipellituksesta

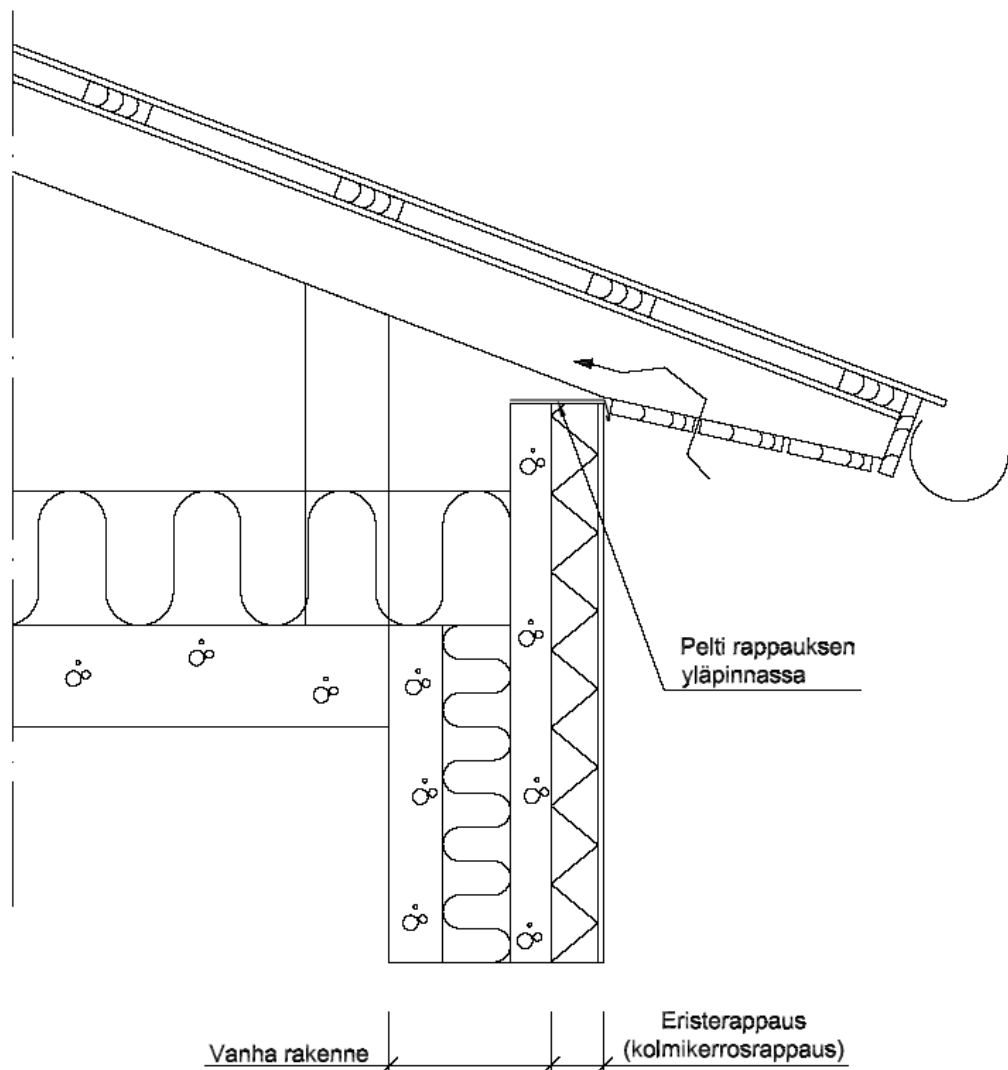
Mikäli ikkunapielet rapataan, tulee vanhan rakenteen pinnalle tulevan rappauskerroksen ja eristeen pinnalle tulevan rappauskerroksen välille jättää liikuntasäama.



Kuva 11 Ikkunapielen toteutus rappaamalla

7.1.2 Rästäs rakenteet

Julkisivukorjauksissa tulisi suosia ulkonevia räystäsrakenteita, sillä ne alentavat julkisivurakenteiden kosteusrasitusta oleellisesti. Rästysälle on suositeltavaa asentaa pelti eristerappauksen yläpintaan.



Kuva 12 Rästäs rakenne ulkonevalla räystäällä toteutettuna

Räystäättömissä rakenteissa räystäspelti on varustettava ulospäin taivutettavalla reunalla, jonka tulee ulottua n. 40 – 80 mm päähän rapatusta seinäpinnasta. Jos räystäättömään rakennukseen asennetaan sadevesikouru, on seinä varustettava suojaPELLITYKSELLÄ.

7.1.3 Ulkoseinän varusteet

Ulkoseinän varusteet (räystäskourut, syöksytorvet, tikkaat, valaisimet jne.) tulee kiinnittää niin, ettei vesi kulkeudu niiden kiinnikkeitä pitkin rakenteeseen. Kiinnikkeet asennetaan hieman etureunastaan alaspäin kallistettuina.

Kiinnikkeistä ei saa aiheutua pakkovoimia ulkoseinä rakenteelle.