



Julkisivuyhdistys r.y.



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Talonrakennustekniikka



JUKO - OHJEISTOKANSIO JULKISIVUKORJAUSHANKKEEN LÄPIVIEMISEKSI

KORJAUSTAPAKUVAUKSET

Betonijulkisivut Verhousskorjaukset eristerappauksella / ohutrappaus - 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 / Eristerappaus / Ohutrappaus

YHTEENVETO

Tässä luvussa käsitellään betonijulkisivun verhoukcorjausta eristerappauksella. Rappaus-tyyppinä on ohutrappaus.

Ohjeissa on käsitelty

- suunnittelun lähtökohdat
- korjauksen valmistelevat työt
- varsinainen eristerappaustyö

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

ELIKAARIKUSTANNUSLASKENTA-OHJELMA 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>Lämpötekniinen 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	OHUTRAPPAUS.....	13
5.1	YLEISTÄ.....	13
5.1.1	<i>Rakenne</i>	13
5.1.2	<i>Mallityöt</i>	14
5.1.3	<i>Materiaali- ja tuotevalinnat</i>	14
5.2	SOKKELILISTAN ASENNUS.....	14
5.3	LÄMMÖNERISTYS.....	15
5.3.1	<i>Yleistä</i>	15
5.3.2	<i>Materiaalivalinta</i>	15
5.3.3	<i>Lämmöneristekerroksen paksuus</i>	15
5.3.4	<i>Lämmöneristeen kiinnitys</i>	16
	Yleistä.....	16
	Kiinnitys liimalaastilla.....	16
	Mekaaniset kiinnikkeet.....	16
5.4	POHJARAPPAUS JA VERKOTUS.....	17
5.4.1	<i>Laastien valmistus</i>	17
5.4.2	<i>Pohjalaastin ja rappausverkkojen asennus</i>	17
5.4.3	<i>Olosuhteet ja laadunvarmistus</i>	18
5.4.4	<i>Jälkihoito</i>	18
5.5	PINNOITUS.....	18
5.5.1	<i>Yleistä</i>	18
5.5.2	<i>Pintatyytit</i>	18
5.5.3	<i>Pinnoittaminen</i>	19
5.6	LIIKUNTASAUMAT.....	19

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN TUOTTEISTUS

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Eristerappaus / Ohutrappaus

5.6.1	<i>Liikuntasauvojen tarve</i>	19
5.6.2	<i>Rakenteet</i>	19
6	LIITOSKOHDAT	21
6.1	IKKUNALIITOKSET	21
6.2	RÄYSTÄSRAKENTEET	22
6.3	ULKOSEINÄN VARUSTEET	23

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 rasiustekijöistä 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-sulamissykliä lukumäärä on suuri.

Lämpötilan vaihtelut aiheuttavat rakenteeseen mekaanista rasiustusta lämpöliikkeiden muodossa. Rappauspinnat ovat yleensä suuria, yhtenäisiä pintoja, jolloin lämpöliikkeiden aiheuttama mekaaninen rasiustus voi vaurioittaa rappauspintaa joko rappauskerroksen halkeilun seurauksena (tason suuntaiset lämpöliikkeet) tai rappauskerroksen ja lämmöneristeen tartunnan heikkenemisen seurauksena (rappauskerroksen ja lämmöneristeen erisuuriset lämpöliikkeet). Lämpötilojen vaihtelujen aiheuttamat liikkeet on otettava huomioon detaljisuunnittelussa, erityisesti liikuntasaumojen 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. Ohutrappauksissa 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.

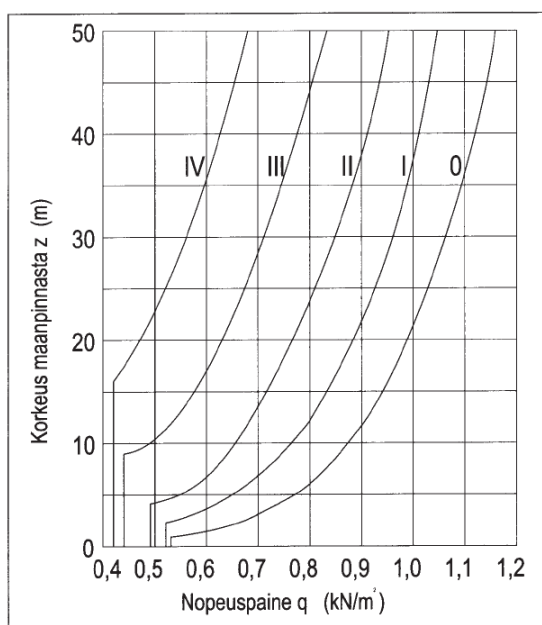
Taulukko 1 Rappausten omapainoja

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

1.2.2 Tuuli

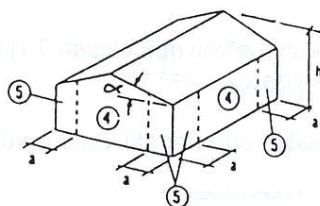
Tuulikuorman suuruus riippuu rakennuksen korkeudesta, muodosta sekä sen sijainnista. Rappausten osalla tuulikuormasta on otettava huomioon erityisesti tuulen imuvaikutus, joka on suurimmillaan rakennuksen nurkissa.

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 kestäämään tuulen imu. Tuulen imu on suurinta rakennuksen nurkissa sekä yläreunoissa. Tuulen imuvaikutukselle saadaan arvot rakennuksen koon ja muodon perusteella kuvan 2 perusteella.



	$h \leq 18 \text{ m}$	$h > 18 \text{ m}$
Alue	C_p	C_p
4	-1,0 1,0	-1,0 1,0
5	-1,5 1,0	-2,0 1,0

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, kun käytetään ohutrappausjärjestelmiä.

Iskukuorman kestävyyttä voidaan parantaa jonkin verran käyttämällä jäykempää lämmöneristettä, kaksinkertaista verkotusta tai paksumpaa tai joustavampaa laastia. Lisäksi voidaan valita iskuille alttiille seinäosille muun tyyppinen verhous (esim. tiilimuraus, 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 saumaukset
 - o halkeilun hallinta
 - rappauskerrosten paksuudet, lujuudet ja lujuussuhteet
 - työtekniikat (olosuhteet, jälkihoito)
 - o ohutrappauskerroksen ominaisuudet
 - alustan suojaaminen kastumiselta
 - riittävän tiivis ottaen huomioon kosteuden kuivumismahdollisuudet
 - vettä hylkivä ominaisuus
- mahdollistetaan rakenteen kuivuminen
 - o rappauskerroksen ja mahdollisen pinnoitteen tiivisyys
 - 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.

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, palo-osastosta 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 saumausmassojen 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 lisäkiinnitykseen liittyvät poraukset.

Saumausmassojen PCB- ja lyijy-yhdisteet. Saumausmassojen sisältämien PCB- ja lyijy-yhdisteiden osalta pääperiaatteena voidaan pitää sitä, että niitä sisältävät saumausmassat 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

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.

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

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

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

3.2 Betonin vaurioiden paikkaaminen

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

Laaja-alaiset korroosiovauriot on kuitenkin paikattava ennen lämmöneristeen kiinnitystä, mikäli lämmöneristeen kiinnityksessä käytetään liimalaasteja. Laaja-alaiset vauriot heikentävät liimauskiinnitystä.

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

Mikäli rakenteessa on laajoja pakkasrapautumavaurioita, tulee tarkastella koko ohutrappausjärjestelmän soveltuvuutta. Ohutrappauksessa rakenne kiinnitetään ulkokuoreen liimalaasteilla ja pitkälle edennyt pakkasrapautuminen alentaa kiinnitysvarmuutta oleellisesti.

3.3 Alustan tasaisuus

Ohutrappaustekniikalla toteutettavalla eristerappauksella ei voida tasata alustan suuria epätasaisuuksia.

Alustan tasaisuusvaatimukset on päätettävä tapauskohtaisesti. Vanha julkisivupinta oikaistaan tarvittaessa erillisillä oikaisulaasteilla tai rappauslaasteilla.

Tasoituksen jälkeen alustan epätasaisuuksia voidaan korjata edelleen lämmöneristeiden ulkopintaa hiomalla (mineraalivilla, EPS) tai leikkaamalla kuumalankaleikkurilla (EPS). Oikaisun jälkeen lämmöneristelevyjien ulkopinta on puhdistettava kaikesta irtonaisesta eristepölystä.

Rappausalustan tasaisuusvaatimuksena voidaan soveltaa uudistuotannon tasaisuusvaatimusta (luokka 3: +/- 7 mm).

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.

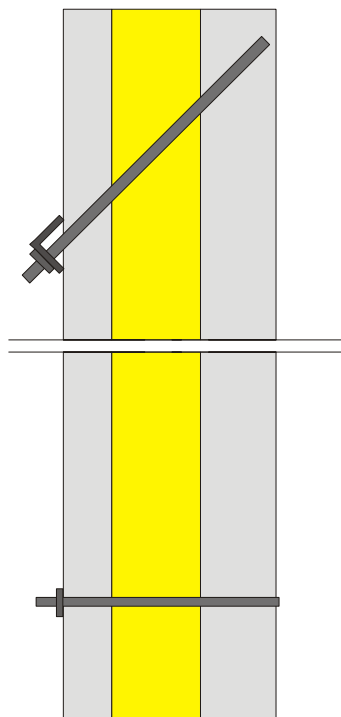
Lisäkiinnitystarvetta pohdittaessa on syytä ottaa huomioon vanhan rakenteen kiinnitystapa.

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 / Eristerappaus / Ohutrappaus

Kiinnikkeet mitoitetaan koko ulkokuoren painolle (vetolujuus ja leikkauslujuus).

Kiinnikkeet asennetaan siten, että niiden käyttöohjeiden mukainen asennussyvyys täyttyy. Huomattavaa on, että varsinkin kantamattomissa seinissä (esim.. ruutuelementteinä) 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 OHUTRAPPAUS

5.1 Yleistä

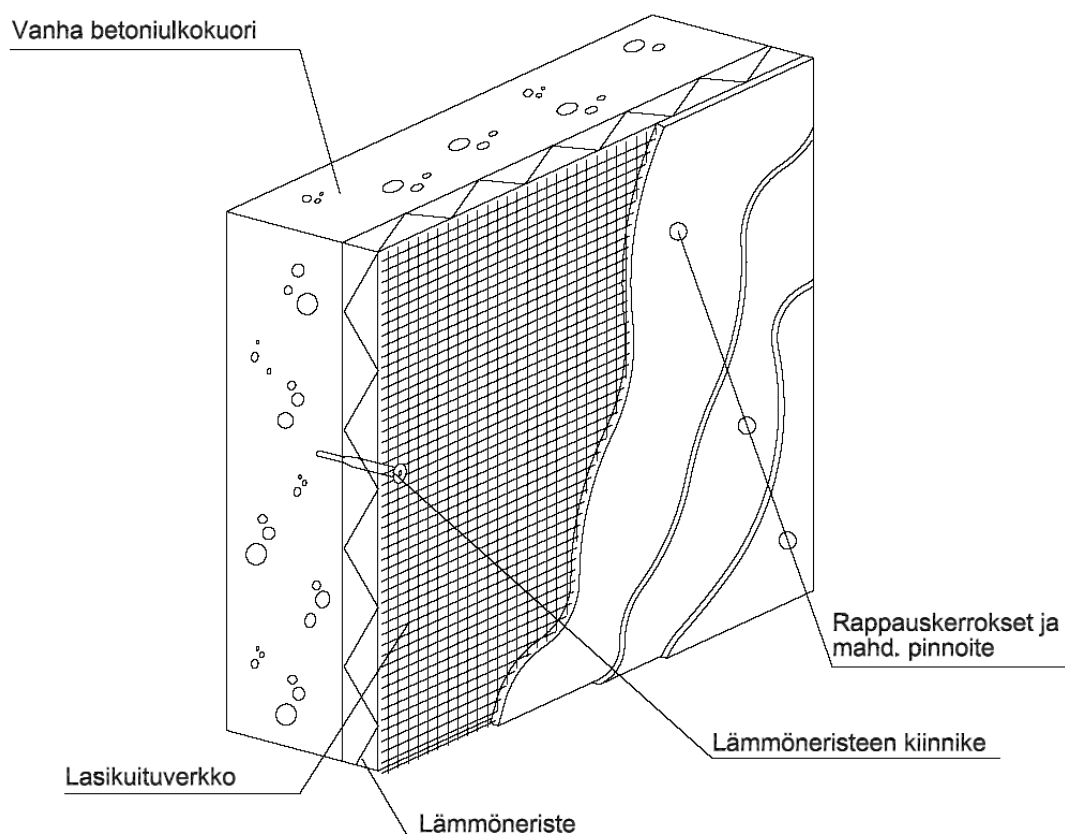
5.1.1 Rakenne

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

Pintakerros voidaan joko ruiskuttaa värillisillä pintarappauslaastilla tai vaihtoehtoisesti ulommainen pinta voidaan maalata. Ruiskutettavia pintalaasteja on eri karkeuksista, mikä antaa mahdollisuuden rappauksen ulkonäön vaihteluun. Maalattava rappaus yleensä hierretään.

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

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



Kuva 4 Ohutrappauksen periaate

5.1.2 Mallityöt

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

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

Mallityöksi tehdään min. 2 x 2 m² kokoinen alue valmista rappauspintaa niillä menetelmillä ja välineistöllä kuin urakkasopimuksessa on sovittu käytettäväksi.

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

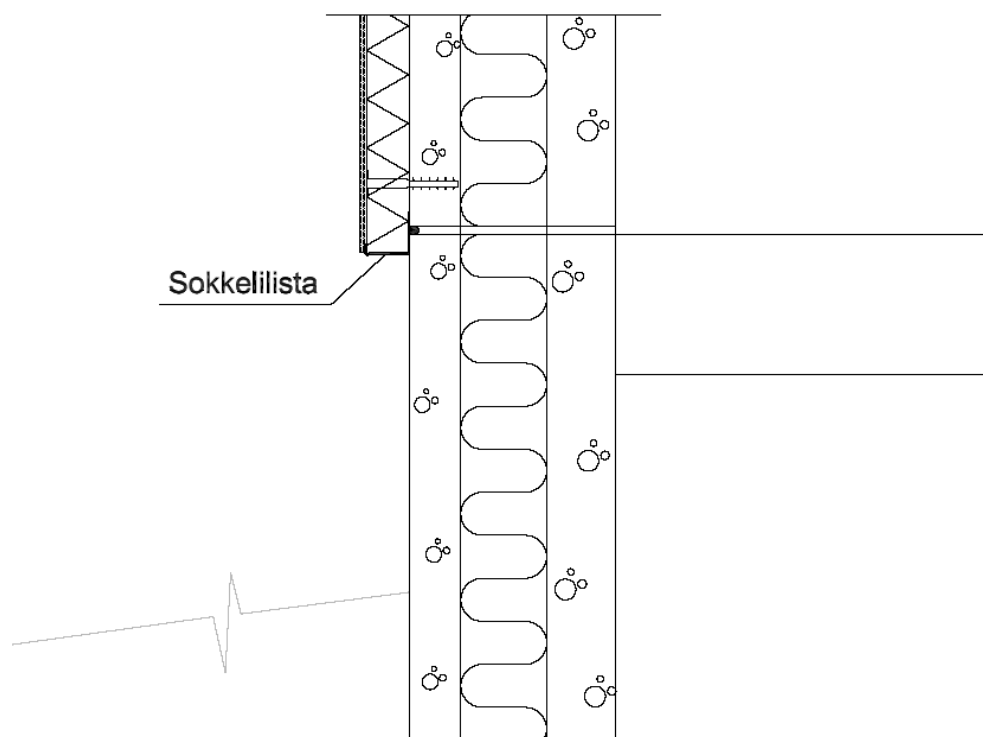
5.1.3 Materiaali- ja tuotevalinnat

Ohutrappauksiin kuuluvat materiaalit ja tuotteet sekä niiden ominaisuudet riippuvat valitusta ohutrappausjärjestelmästä. Tiettyyn järjestelmään tulee käyttää vain ja ainoastaan järjestelmänhaltijan määrittelemiä tuotteita.

5.2 Sokkelilistan asennus

Ulkoseinän alareunaan kiinnitetään ohutrappausjärjestelmään kuuluva sokkelilista. Sokkelilistan tulee olla varustettu tippanokalla.

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



Kuva 5 Sokkelilista

5.3 Lämmöneristys

5.3.1 Yleistä

Eristevalinnalla voidaan vaikuttaa lähinnä seuraaviin tekijöihin:

- lämmöneristävytyteen
- vesihöyryn läpäisevyyteen
- palo-ominaisuuksiin
- rappauksen iskunkestävyyteen

5.3.2 Materiaalivalinta

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

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

5.3.3 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. Vanhan lämmöneristeiden lämmönjohtavuuden arvona on laskelmassa käytetty 0,04 W/m²K. Lisälämmöneristeenä on käytetty mineraalivillaa.

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

5.3.4 Lämmöneristeen kiinnitys

Yleistä

Lämmöneristeiden kiinnitystapa riippuu valittavasta ohutrappausjärjestelmästä.

Lämmöneristeet kiinnitetään alustaan liimalaasteilla ja tarvittaessa myös mekaanisilla kiinnikkeillä.

Kiinnitys liimalaastilla

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

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

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

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

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

Mekaaniset kiinnikkeet

Lämmöneristelevyt voidaan kiinnittää myös mekaanisin kiinnikkein.



Kuva 6 Esimerkki lämmöneristeiden kiinnittämiseen käytettävästä mekaanisesta kiinnikkeestä

Kiinnikkeiden määrä määräytyy käytettävän kiinnikkeen ominaisuuksien sekä vanhan betonin lujuuden mukaan. Yleensä kiinnikkeitä käytetään tuotteesta riippuen 4 – 7 kpl/m². Ohutrappausjärjestelmätoimittajan tulee antaa tarkemmat ohjeet kiinnikkeiden sijoittelusta ja määrän laskemisesta.

5.4 Pohjarappaus ja verkotus

5.4.1 Laastien valmistus

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

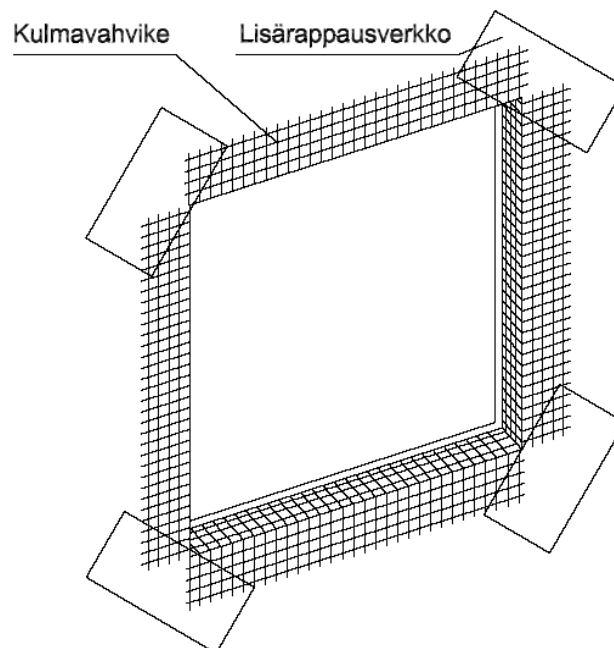
Ohjeita on noudatettava

- vesimäärien suhteen
- sekoitusaikojen suhteen
- sekoituskertojen suhteen
- laastin käyttäjän suhteen

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

5.4.2 Pohjalaastin ja rappausverkkojen asennus

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



Kuva 7 Kulmavahvikkeet ja lisärappausverkot ikkunapielissä

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

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

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

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

5.4.3 Olosuhteet ja laadunvarmistus

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

Suosittelavaa on, että ohutrappaukset tehdään sääsuojatuilta telineitä.

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

Materiaalitiedot sekä tuote-erät tulee niin ikään kirjata työmaapöytäkirjaan.

5.4.4 Jälkihoito

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

- alentaa rappauserosten lujuutta
- lisää rappauseroksen vedenimukykyä ja heikentää siten rappausten pitkäaikaiskestävyyttä

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

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

5.5 Pinnoitus

5.5.1 Yleistä

Pohjarappauksen on annettava kuivua ennen pintakerroksen asentamista.

Pinnoitus voidaan tehdä yleensä aikaisintaan 1 – 3 vuorokauden kuluttua pohjarappauksen tekemisestä.

5.5.2 Pintatyypit

Ohutrappauksen pinta voi olla

- roiskepintainen
- hiertopintainen
- maalattu

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

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

5.5.3 Pinnoittaminen

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

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

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

Roiskepinnoituksen ulkonäköön vaikuttaa myös käytettävä työtapo (ruiskutuskulma, ruiskutusetaisyys sekä ruiskutusaine). Sopiva työtekniikka haetaan yhteistyössä tilaajan kanssa mallityön tekemisen yhteydessä.

Hierrettävä pinta tehdään hiertämällä tuore pinnoite muovihiertimellä.

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

5.6 Liikuntasaumamat

5.6.1 Liikuntasauojen tarve

Ohutrappauksen liikuntasauojen tarve riippuu käytettävästä rappausjärjestelmästä. Liikuntasauojen tarpeesta ja sijoittelusta tulee rappausjärjestelmätoimittajan antaa tarkemmat ohjeet.

Yleensä ohutrappauksissa julkisivuissa ei käytetä liikuntasauvoja kuin rakenteellisten rungon liikuntasauojen kohdilla.

5.6.2 Rakenteet

Liikuntasaumamat tehdään ohutrappaukseen sahaamalla. Sahaus ulotetaan koko rappauskerroksen läpi

Liikuntasauoman leveys on n. 5 mm riippuen tiivistystavasta. Rakenteen liikuntasauoman kohdalle tehtävässä saumassa on kuitenkin otettava huomioon saumassa tapahtuva kokonaisliike.

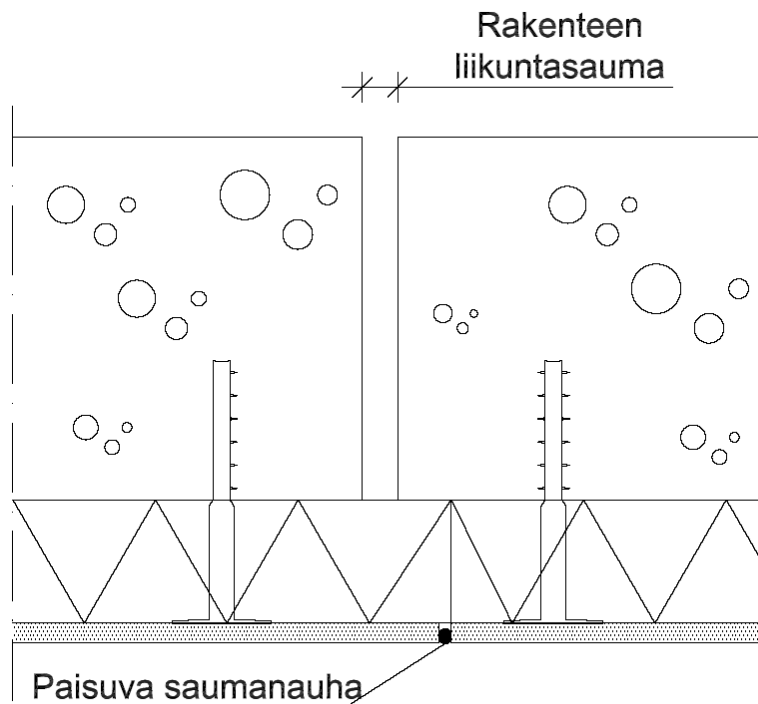
Liikuntasaumamat tiivistetään joko paisuvalla saumanauhalla tai elastisella saumaussmassalla. Elastista saumaussmassaa käytettäessä on liikuntasauoma tehtävä niin leveäksi, että

JUKO – JULKISIVUKORJAUSTEN TUOTTEISTUS

Suunnitteluohjeet

Betonijulkisivut / Eristerappaus / Ohutrappaus

saumasmassa ei riko rappausta lämpö- ja kosteusliikkeiden seurauksena. Suositeltava tiivistysvaihtoehto on paisuva saumanauha.



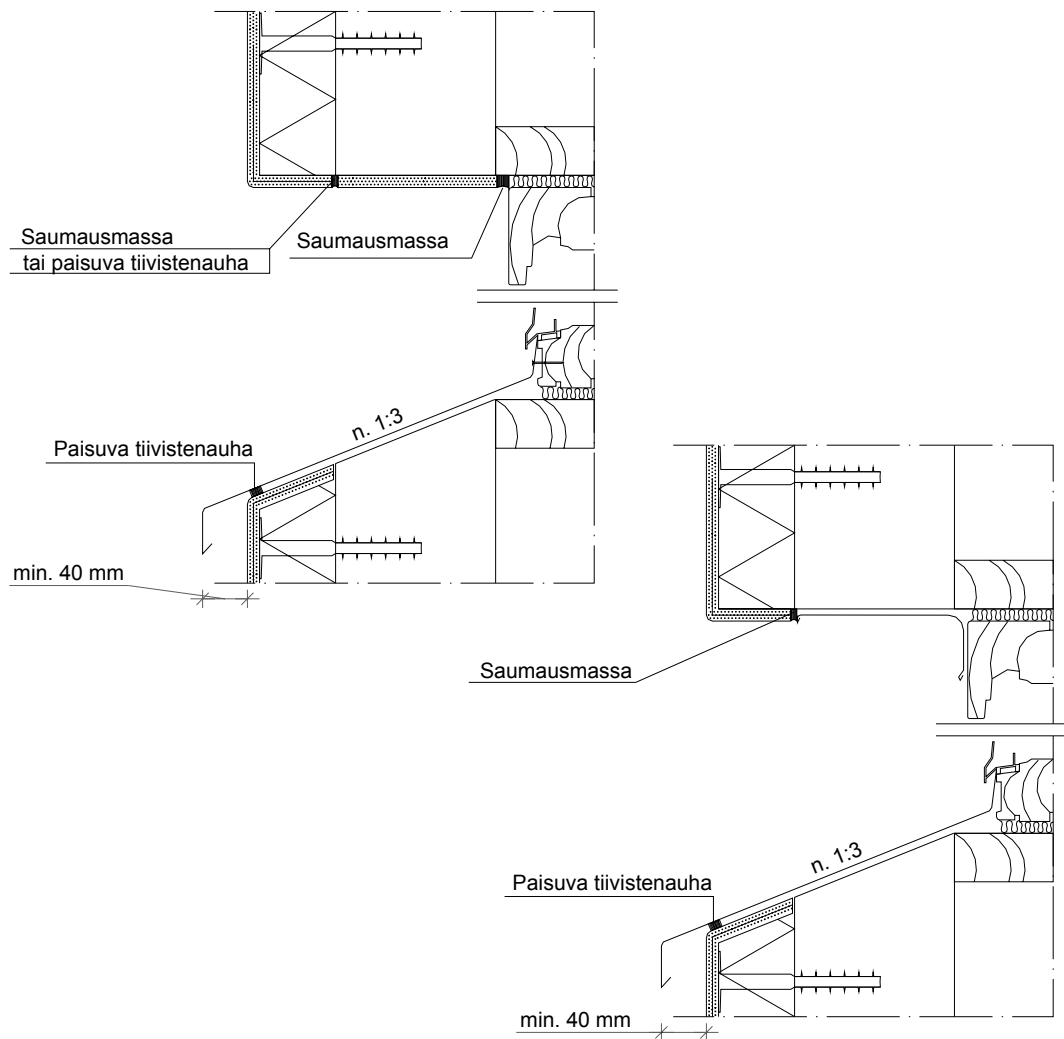
Kuva 8 Periaatekuva liikuntasäumarakenteesta

6 LIITOSKOHDAT

6.1 Ikkunaliitokset

Ikkunoiden pielet voidaan tehdä rappaamalla tai pellittämällä.

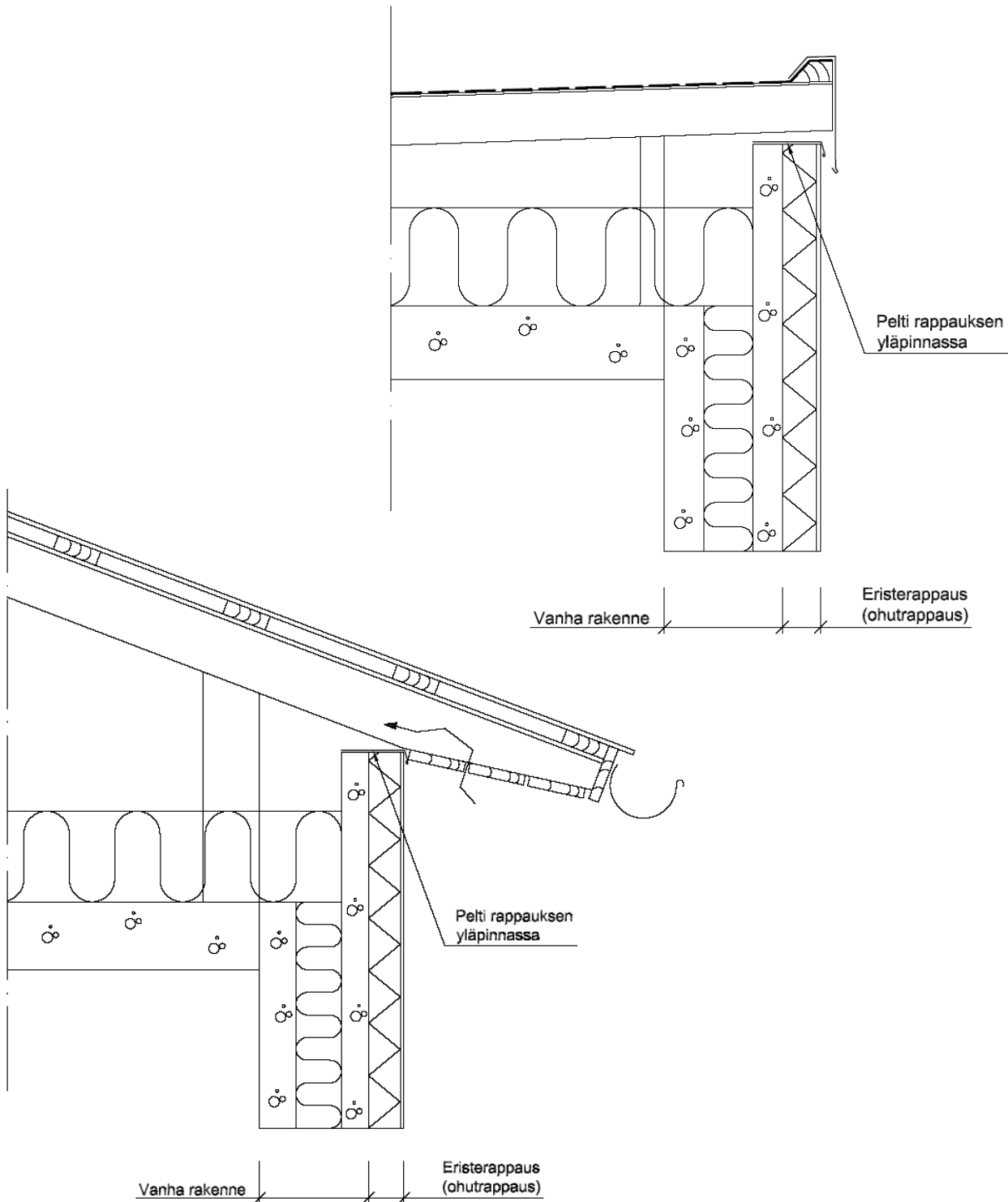
Ikkunan vesipeltien kaltevuuden tulee olla vähintään 1:3 (n. 20 ° kulmassa). Etureunan etäisyyden tulee olla rappauksen pinnasta vähintään 40 mm.



Kuva 9 Periaatekuvat ikkunanpielien rappaustavoista.

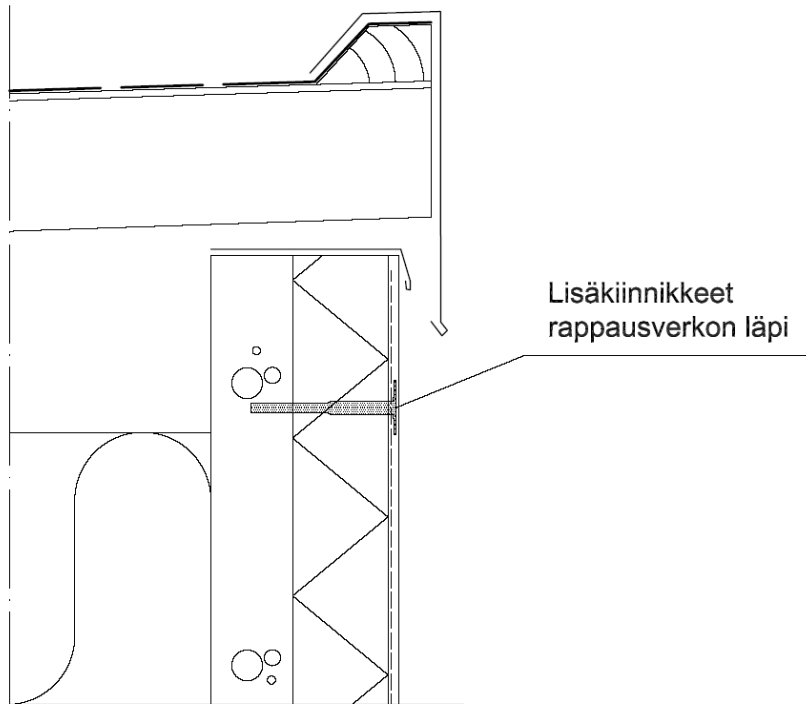
6.2 Räystäärakenteet

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



Kuva 10 Esimerkkikuvia räystäärakenteista

Rakennusten yläosissa on suositeltavaa käyttää verkon läpi asennettavia lisäkiinnikkeitä varmistamaan rakenteen tuulikuorman kestävyys. Huomattavaa on, että pelkästään lämmöneristelevyjen läpi annetut kiinnikkeet eivät vaikuta itse rappauskerroksen kiinnitysvyyteen, ellei kiinnikkeitä asenneta rappausverkon läpi.



Kuva 11 Ohutrappauksen lisäkiinnitys räystäällä

6.3 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.