



# **OHUTRAPPAAUS-ERISTEJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖ UUDISRAKENTAMISESSA**

Olli-Pekka Salomaa

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2011  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennustuotannon  
suuntautumisvaihtoehto  
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennustuotannon suuntautumisvaihtoehto

SALOMAA, OLLI-PEKKA: Ohutrappaus-eristejärjestelmän käyttö uudisrakentamisessa

Opinnäytetyö 48 s., liitteet 2 s.  
Huhtikuu 2011

---

Opinnäytetyön tilaaja SRV Keski-Suomi oli kiinnostunut ohutrappaus-eristejärjestelmän käytöstä uudisrakentamisessa. Opinnäytteessä keskityttiin ohutrappauksen työmenetelmiin sekä rakenteelliseen ja fysikaaliseen toimintaan. Lisäksi tavoitteena oli selvittää eri rappaustuotteiden toimittajia ja tuotteiden välisiä eroja. Tietoja kerättiin alan kirjallisuudesta, julkaisuista ja materiaalien valmistajilta.

Työssä pyrittiin löytämään myös mahdollisia ongelmia tai puutteita, joita ohuterappauksessa, työn ohjauksessa tai lopputuloksessa oli ilmennyt. Näiden löytämiseksi työssä käsiteltiin kahta työmaata, joissa oli käytetty ohutrappaus-eristejärjestelmää. Esimerkkityömaiden tietojen saamiseen käytettiin lähinnä haastatteluja ja sähköpostikyselyitä.

Haastatteluiden, lähdekirjallisuuden ja omien kokemusten pohjalta työn liitteeksi laadittiin yleisohje työmaalle. Ohjeeseen kerättiin erityistä huomiota vaativia kohtia työmaalta. Kohdat liittyivät työmaajärjestelyihin, rappauksien suorittamiseen ja valvontaan.

## ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Engineering  
Construction Management

SALOMAA, OLLI-PEKKA: The Use of Heat-Insulating Rendering in New Construction

Bachelor's thesis 48 pages, appendices 2 pages  
April 2011

---

The commissioner of this thesis, SRV Keski-Suomi, asked for information on the use of thermal insulation system with thin coat rendering in new construction production. In this thesis the focus is on the working practice of thin coat rendering as well as structural and physical functions. One aim was to find out the differences between different manufacturers and rendering products.

Subsequently one aim was to find out all the possible problems that came up with rendering work, supervision of the work or the final result. To find out these problems this thesis deals with two construction sites that uses thin coat rendering. The information of these construction sites was received by interviews and questionnaires.

On the basis of the resources was made a general guide for construction sites. This guide includes matters that require a special attention such as building site arrangement, rendering work and supervisory.

---

Key words: Thin coat rendering, external thermal insulation, new building

## ALKUSANAT

Haluaisin kiittää SRV Keski-Suomea tästä mielenkiintoisesta ja varsin ajankoh-  
taisesta aiheesta. Erityiskiitokset aluejohtaja Timo Kaupille, jolta sain hyviä  
vinkkejä työn tekemiseen.

Kiitokset myös Raimo Koreasalolle, joka toimi työssäni ohjaavana opettajana.

Lisäksi haluan kiittää kaikkia niitä, jotka jaksoivat vastata kyselyihini, haastatte-  
luihini ja sähköposteihini.

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
1.1	Työn tausta.....	7
1.2	Työn tavoitteet.....	7
1.3	Työn rajaus.....	8
2	OHUTRAPPAUSJÄRJESTELMÄN RAKENTEELLISET KUORMITUKSET ...	9
2.1	Tuuli .....	9
2.2	Rakenteen omapaino .....	9
2.3	Mekaaniset rasitukset.....	9
2.4	Säärasitukset.....	10
2.4.1	Kosteus.....	10
2.4.2	Lämpötilan vaihtelut .....	10
2.4.3	Pakkasrasitukset.....	10
2.4.3	UV-säteily .....	11
3	OHUTRAPPAUSJÄRJESTELMÄN FYSIKAALINEN TOIMINTA .....	12
3.1	Kosteustekninen toiminta .....	12
3.2	Liitokset .....	12
3.3	Rappauksen halkeilu .....	15
3.4	Lämpötekninen toiminta .....	15
3.5	Ääneneristävyys .....	15
3.6	Palomääräykset.....	15
3.7	Tuotehyväksynät .....	16
4	RAPPAUSLAASTIT JA PINNOITTEET .....	17
4.1	Yleistä.....	17
4.2	Ohuteristerappauksessa käytettävät laastit .....	17
4.3	Ohuteristerappauksessa käytettävät pinnoitteet.....	18
4.4	Muut rappauslaastit .....	18
4.4.1	Kalkkilaastit.....	18
4.4.2	Kalkkisementtilaastit .....	19
5	ERISTEET .....	20
5.1	Yleistä.....	20
5.2	Mineraalivilla.....	20
5.3	EPS .....	21
6	MUUT RAPPAUSTARVIKKEET .....	22
6.1	Rappausverkko .....	22
6.2	Kiinnikkeet .....	22
6.3	Kulmien ja aukkojen vahvistukset.....	22
7	TYÖMENETELMÄT .....	23
7.1	Työt betonielementtitehtaalla.....	23
7.2	Elementtien asennus.....	23
7.3	Työmaajärjestelyt .....	24
7.4	Valmistelevat työt .....	24
7.5	Rappauustyö .....	25
7.5.1	Verkotuslaastin levitys ja verkotus .....	25
7.5.2	Pinnoitus .....	27
7.6	Lopettavat työt.....	27
7.7	Sääolosuhteiden huomioiminen .....	28
7.8	Valmiin rappauksen laatuvaatimukset .....	29
8	OHUTRAPPAUSRATKAISUT.....	30
8.1	Saint-Gobain Weber .....	30

8.1.1 SerpoMin .....	30
8.1.2 SerpoTherm .....	32
8.2 Alsecco/Narmapinnoitus Oy .....	32
8.2.1 PreWIS I .....	32
8.2.2 PreWIS II .....	33
8.3 Fescon.....	34
8.3.1 Fescoterm-ohutlaastirappaus .....	34
8.4 Sto Finexter .....	35
8.4.1 StoTherm Mineral .....	35
8.4.2 StoTherm Classic.....	36
8.4.3 StoTherm Vario.....	37
8.5 Paksurappaus-eristejärjestelmä .....	38
9 ESIMERKKIKOhteet .....	39
9.1 Jokivarren ryhmäkodit .....	39
9.1.1 Kohteen yleistiedot.....	39
9.1.2 Suunnittelun lähtökohdat .....	40
9.1.3 Valmistelevat työt ja työmaajärjestelyt .....	40
9.1.4 Rappaustyöt.....	42
9.1.5 Rappaustyön laatu .....	43
9.2 As Oy Tourulan Valimo.....	43
9.2.1 Kohteen yleistiedot.....	43
9.2.2 Suunnittelun lähtökohdat .....	43
9.2.3 Valmistelevat työt.....	44
9.2.4 Rappaustyöt.....	44
10 POHDINTA .....	46
LÄHTEET .....	47
LIITTEET .....	49
Liite 1: Yleisohje työmaalle	

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Suomessa on käytetty todella pitkään perinteistä kolmikerrosrappausta julkisivun pinnoituksessa. Kolmikerrosrappauksen hyvät käyttökokemukset ja kyky antaa julkisivulle erilaisia muotoja, koristeita ja värejä nostivat sen suosiota. Betonielementtien käyttö julkisivuissa kuitenkin vähensi perinteisen rappauksen käyttöä julkisivuissa.

Eristerappaukset ovat olleet suosittuja muualla Euroopassa; kuten Saksassa ja Ruotsissa; jo pitkään. Suomeenkin ne saapuivat jo vuosikymmeniä sitten, mutta vasta viime vuosina niiden käyttö on lisääntynyt merkittävästi. Eristerappauksia on käytetty erityisesti korjausrakentamisessa julkisivukorjausten yhteydessä tapahtuvassa ulkoseinien lisälämmöneristämässä.

Viime vuosina eristerappaus on lisääntynyt merkittävästi myös uudisrakentamisessa. Erityisesti ohuteristerappaukset ovat nostaneet suosiotaan. Eristerappauksilla saadaan aikaan saumatonta julkisivua, joka tuntuu olevan arkkitehtien suosiossa tänä päivänä.

Nykypäivän eristerappaukset ovat valmistajien kehittämiä ja testaamia kokonaisia järjestelmiä. Järjestelmään sisältyy yleensä käytettävät lämmöneristeet, rappauslaastit ja muut rappaustarvikkeet. Jokaisessa järjestelmässään on omat erityispiirteensä esimerkiksi laastien koostumuksissa ja työmenetelmissä.

## 1.2 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on kerätä kattava selvitys ohutrappaus-eristejärjestelmän käyttöön liittyvistä asioista kuten rakenteellisesta ja fysikaalisesta toiminnasta, työmenetelmistä sekä eri eristerappausjärjestelmistä. Esi-merkkityömaiden kautta yritetään löytää työmenetelmissä ja työnohjauksessa olevat mahdolliset puutteet ja niiden korjaaminen.

### 1.3 Työn rajaus

Ohutrappauksella tarkoitetaan yleensä ohuita 5–10 mm:ä paksuja rappauksia, jotka usein tehdään kahdessa vaiheessa. Työ käsittelee nimenomaan ohutrappauksia. Siinä ei käsitellä paksumpia kolmikerrosrappauksia.

Ohutrappaus-eristejärjestelmää toteutetaan uudisrakentamisessa kahdella tavalla: asentamalla eristeet työmaalla tai betonielementtitehtaalla. Tässä työssä keskitytään elementtitehtailla valmiiksi eristettyjen elementtien ohutrappaukseen. Työssä keskitytään uudisrakentamiseen, joten korjausrakentamista ei juurikaan käsitellä.



## 2 OHUTRAPPAUSJÄRJESTELMÄN RAKENTEELLISET KUORMITUKSET

### 2.1 Tuuli

Rappauksen ja eristeiden kiinnitys mitoitetaan tuulen paineelle ja tuulen imulle. Tuulen imuvaikutus riippuu rakennuksen koosta, korkeudesta ja muodosta. Tuulen imuvaikutus on suurinta rakennuksen yläosissa ja nurkissa. Imu yrittää vetää eristettä ja rappausta irti seinästä, kun taas paine painaa rappausta sisäänpäin. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 25.)

### 2.2 Rakenteen omapaino

Rakenteen omapaino muodostuu eristeen ja rappauskerroksen painosta. Lämmöneristeen paino määräytyy käytetyn eristeen materiaalista ja paksuudesta. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 27.) Esimerkiksi EPS-eriste painaa 15–20 kg/m<sup>3</sup>, kun taas lamellivilla painaa noin 60–80 kg/m<sup>3</sup>. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 38.) EPS:n ja lamellivillan lämmönjohtavuudet ovat yleensä hyvin lähellä toisiaan, joten EPS-eristeellä saadaan toteutettua huomattavasti kevyempiä rakenteita.

### 2.3 Mekaaniset rasitukset

Ohutrappaus-eristejärjestelmä on heikko kestämiin esimerkiksi iskuista tai törmäyksistä johtuvia kuormia. Iskunkestävyys on avainasemassa erityisesti rakennuksen alaosissa ja esimerkiksi parvekkeiden taustoissa, joissa on suositeltavaa lujittaa rappausta jollakin tapaa tai vaihtaa verhoilumateriaali kokonaan. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2005, 104.) Eri lujittamistapoja kuvataan tarkemmin luvussa 7.5.1.

## 2.4 Säärasitukset

### 2.4.1 Kosteus

Kosteus on tavalla tai toisella mukana aiheuttamassa lähes jokaista turmeltumisolmiötä rappauksessa.

Kosteuden aiheuttamia vaurioita ovat muun muassa seuraavat ilmiöt:

- rapautuminen
- pinnoitteiden tartunnan heikkeneminen
- metalliosien korroosio
- orgaanisissa materiaaleissa tartunnan heikentyminen.

(Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 28.)

### 2.4.2 Lämpötilan vaihtelut

Lämpötilojen vaihtelu aiheuttaa lämpöliikkeitä rakenteessa. Lämpöliikkeistä johtuen saattaa rappauspinnassa ilmetä halkeamia tai rappauskerroksen ja eristeen välinen tartunta voi heiketä. Lämpöliikkeet on otettava huomioon erityisesti rakenteiden liitoskohdissa. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2005, 46.)

### 2.4.3 Pakkasrasitukset

Pakkasrasituksen suuruuteen vaikuttaa lämpötilan muutokset, rakenteen kosteuspuiteisuus, laastien huokosrakenne ja lujuus. Suurimmillaan pakkasrasitus on rannikkoalueella, jossa on paljon viistosateita sekä jäätymis-sulamissyklejä. Jäätyessään huokosissa oleva vesi laajenee ja voi aiheuttaa rapautumista. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2005, 45.)

### 2.4.3 UV-säteily

UV-säteily vaikuttaa erityisesti orgaanisiin materiaaleihin. Esimerkiksi polymeeriä sisältävien pinnoitteiden värit haalistuvat ja rakenne heikkenee. Säteily vanhentaa myös suojaamatonta eristeen pintaa ja voi näin heikentää eristeen ja laastin välistä tartuntaa. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 28.)

### 3 OHUTRAPPAUSJÄRJESTELMÄN FYSIKAALINEN TOIMINTA

#### 3.1 Kosteustekninen toiminta

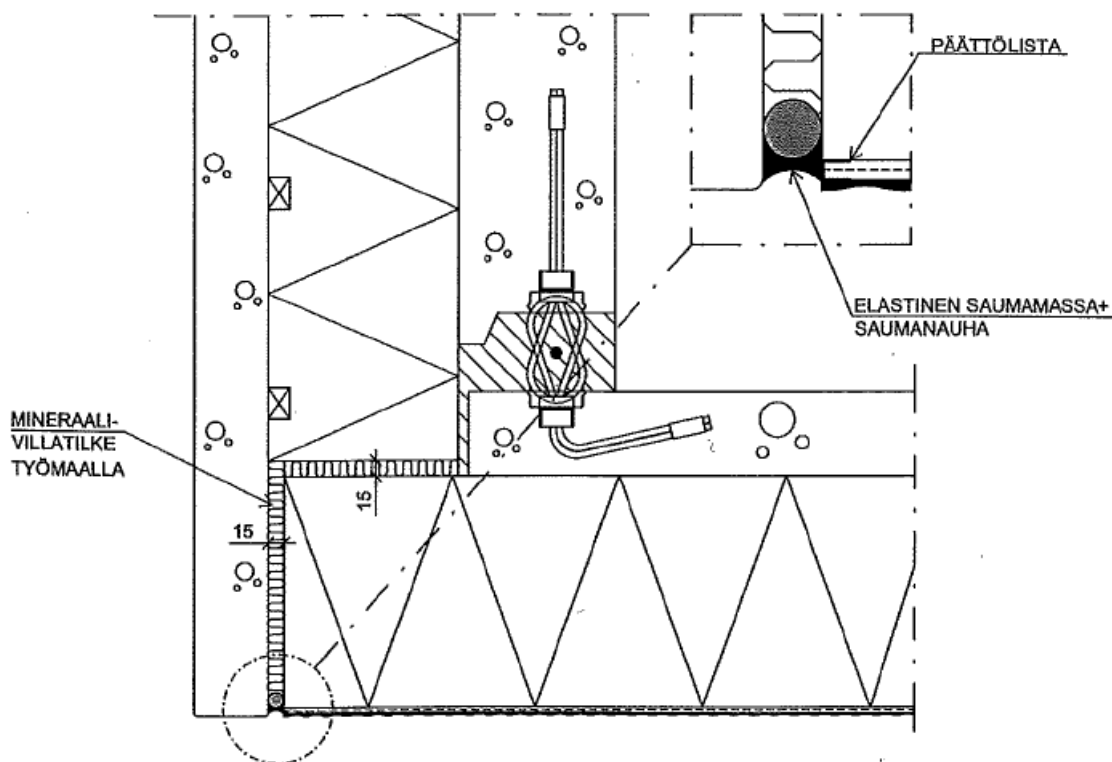
Mahdollinen rakenteen sisään päässeeseen veteen on päästävä myös pois rakenteesta. Eristerapattu julkisivu ei ole tuulettuva rakenne, joten kosteuden poistumisen varmistamiseksi eristeen ja rappauskerroksen täytyy olla riittävän vesihöyrynläpäiseviä. Mineraalivillaeristeet ovat paremmin vesihöyryä läpäisevää kuin solumuovieristeet, mutta solumuovieristeet eivät ime niin paljon vettä kuin mineraalivilla. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 30–31.)

Kosteuden kulkeutuminen rakenteen sisään estetään käyttämällä työnaikaisia sääsuojauksia sekä hallitsemalla rappauksen halkeamat, varmistamalla liitoskohtien tiiveys ja valitsemalla oikeat pinnoitteet. Halkeilua pyritään hallitsemaan rappausverkolla. Viistosateella ohutrappauksen pintaan muodostuu vesikalvo, jolloin rakenteen sisään voi epätiivien saumojen ja halkeamien kautta päästä vettä. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 29–30.)

#### 3.2 Liitokset

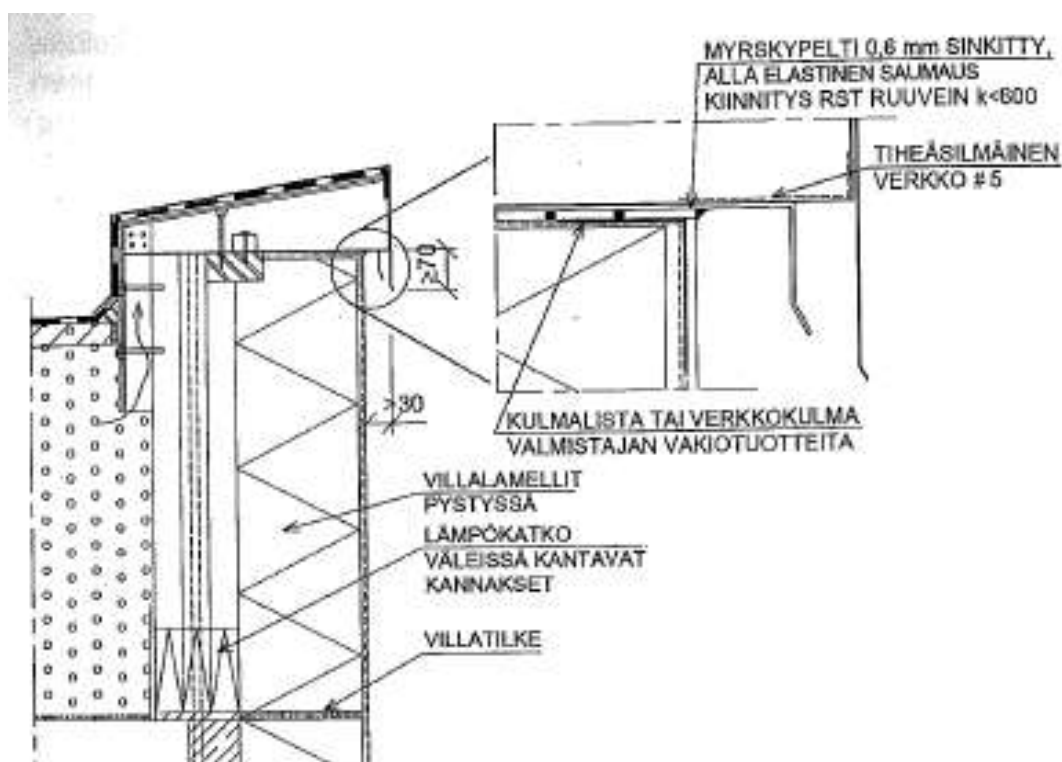
Rappauksen liitoskohdat muihin rakennusosiin täytyy aina suunnitella ja toteuttaa huolellisesti. Liitosten toimivuus takaa rappausrakenteen oikean toiminnan. Muuten hyvä rappaus voidaan pilata huonolla liitosten suunnittelulla ja toteutuksella.

Liitoskohdat suunnitellaan tiiviiksi niin, ettei vettä pääse rakenteen sisään. Eri materiaalien liitokset tehdään liike-erot salliviksi kuvan 1 mukaisella tavalla. Sauman pinta tiivistetään elastisella saumaussmassalla tai paisuvalla saumanauhalla. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 57.)



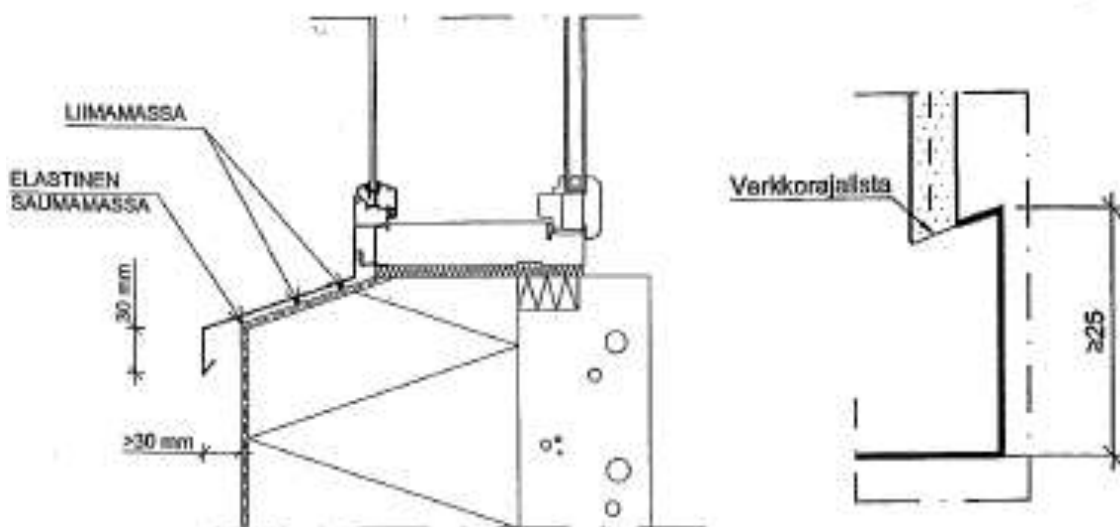
KUVA 1. Eri materiaalien liitoskohta (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 57.)

Seinän yläosissa räystäслиitos tehdään niin, ettei vesi pääse kulkeutumaan tuulen vaikutuksesta rakenteen sisään. Lämmöneristeen yläpinnan suojaksi asennetaan myrskypelti kuvan 2 osoittamalla tavalla. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 60.)



KUVA 2. Räystäspellitukset (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 60.)

Ikkunoiden vesipeltien kallistukset täytyy olla riittävät, vähintään 1:3. Pellin reunan on oltava vähintään 30 mm:n etäisyydellä valmiista seinäpinnasta, ettei vesi pääse valumaan pellistä suoraan seinäpintaan. Pellit asennetaan paikoilleen ennen rappautusta. Kuvassa 3 on esitetty vesipeltien asennuksen periaatteet. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 62.) Myös varusteiden; kuten syöksytorvien ja tikkaiden; kiinnitykset kallistetaan pois päin rakenteesta. Näin estetään veden valuminen rakenteen sisään. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 64.)



KUVA 3. Vesipeltien asennusperiaate (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 62.)

### 3.3 Rappauksen halkeilu

Rappauksessa esiintyvä halkeilu johtuu yleensä laastin kutistumasta sekä lämpö- ja kosteusliikkeistä. Halkeilua voidaan rajoittaa rappausverkoilla ja liikuntasaumoilla. Rappausverkon käytössä tärkeää on sen sijoittaminen oikein, jolloin se sijoittuu verkotuslaastikerroksessa uloimman kolmanneksen syvyydelle. Ohuteristerappauksessa liikuntasaumoja tarvitaan yleensä vain rakenteellisten liikuntasaumojen kohdilla. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 31.)

### 3.4 Lämpötekkinen toiminta

Uudisrakentamisessa ohutrappaus-eristerakenne muodostaa yleensä koko seinän lämmöneristyksen, joten sen on täytettävä voimassa olevat lämmöneristysmääräykset. Tämän hetkiset lämmöneristysvaatimukset ulkoseinälle ovat  $U = 0,17W / m^2K$ . Esimerkiksi Paroc FAL 1 -lamellivillaa käytettäessä tämä tarkoittaa, että 100 mm:n teräsbetonikuorella ja ohutrappauksella ilman kiinnikkeitä tehty rakenne vaatii noin 230 mm lämmöneristettä. (Paroc Oy Ab 2009.)

### 3.5 Ääneneristävyys

Suomen Rakentamismääräyskokoelmassa ei ole annettu raja-arvoja rakennuksen vaipparakenteiden ääneneristävyydelle. Asema- tai rakennuskaavoissa voi sen sijaan olla vaatimuksia vaipan ilmaääneneristävyydelle erityisesti mahdollisen liikennemelun vaikutusalueella. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 33.)

### 3.6 Palomääräykset

Palomääräykset voivat vaikuttaa eristerappausjärjestelmän valintaan. Yleisesti mineraalivillaa käytettäessä P1-paloluokassa vaadittavat luokan B-s1, d0 vaatimukset täyttyvät. Eli tarvikkeiden osallistuminen paloon on hyvin rajoitettu, savuntuotto on erittäin vähäistä ja palavia pisaroita tai osia ei esiinny. EPS-eristeelläkin voidaan saavuttaa tämä luokka muutamien erityisehdoin, joista ker-

rotaan tarkemmin luvussa 5.3. P2-luokassa ei ole erityisvaatimuksia, jos runko on luokkaa R30. P3-luokassa ei ole erityisvaatimuksia. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 39.)

### 3.7 Tuotehyväksynät

Eristerappausjärjestelmiä testataan kokonaisuutena ja tiettyjen ominaisuuksien osalta materiaaliikohtaisesti. Ohutrappaus-eristejärjestelmille voidaan hakea CE-merkintää ETA hyväksynnän kautta. Taulukossa 1 on koottu CE-merkintää varten järjestelmistä testattavia ominaisuuksia. Suomen olosuhteisiin kehitettyjä järjestelmiä tulee testata pakkasenkestävyydeltään lisäksi muun muassa säärasituskokein. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 20–22)

TAULUKKO 1. CE-merkinnän tuote- ja materiaaliominaisuudet (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011.)

Ohutrappaus-eristejärjestelmän osa ja ominaisuus	Selitys
<b>Rappausjärjestelmä</b> palo-ominaisuudet vedenimukyky vedenpitävyys pakkasenkestävyys iskunkestävyys vesihöyryn läpäisevyys tartuntalujuudet eri kerrosten välillä kiinnikkeiden kestävyys tuulikuorman kestävyys lämmönjohtavuus	Pakkasenkestävyyttä arvioidaan rappausjärjestelmän vedenimuominaisuuksien perusteella ja tarvittaessa erillisillä pakkasenkestokokeilla. Tämä ei kuitenkaan ole riittävä Suomen ilmastossa, ks. tiukemmat vaatimukset kohta 1.4.1 <i>Laastien pakkasenkestävyyden testaus</i> .
<b>Rappauslaastit / pinnoitteet</b>	Rappauslaastit ja pinnoitteet testataan osana rappausjärjestelmää (mm. vedenimuominaisuudet sekä pakkasenkestävyys)
<b>Lämmöneriste</b> palo-ominaisuudet vedenimukyky vesihöyrynläpäisevyys vetolujuus leikkauslujuus lämmönjohtavuus	
<b>Rappausverkko</b> repeytymislujuus alkalinkestävyys	Alkalinkestävyys testataan lasikuituverkkojen osalta
<b>Kiinnikkeet</b> ankkurointikapasiteetti	



## 4 RAPPAUSLAASTIT JA PINNOITTEET

### 4.1 Yleistä

Rappauslaastit koostuvat sideaineesta, runkoaineesta ja lisäaineista. Sideaineiden mukaan laastit jaotellaan kolmeen osaan: kalkki-, kalkkisementti- ja sementtilaasteihin. Suurin osa laastin tilavuudesta on runkoainetta, joka on yleensä luonnonhiekkaa. (Suomen Betoniyhdistys r.y, 2005, 23–27.) Pinnoitteina rappauksessa käytetään pigmenteillä värjättyjä laasteja sekä erilaisia maaleja. Lisäksi pinnoitteeseen voi kuulua siihen soveltuva pohjustuskäsittely. (Suomen Betoniyhdistys r.y, 2005, 33.)

### 4.2 Ohuteristerappauksessa käytettävät laastit

Ohuteristerappauksiin käytetään yleensä polymeerimodifioituja ja kuiduilla vahvistettuja sementtilaasteja. Sementtilaasteissa sideaineena on sementti ja muurassementti. Se kovettuu sideaineen reagoidessa veden kanssa eli hydrataation avulla. (Suomen Betoniyhdistys r.y, 2005, 26.)

Polymeerimodifioiduissa sementtilaasteissa polymeeri toimii sideaineena sementin lisäksi. Polymeereillä saavutetaan laastin parempi tartunta. Lisäksi polymeerit antavat laastille tiiveyttä ja vaikuttavat sen työstettävyyteen. (Suomen Betoniyhdistys r.y, 2005, 27.)

Kuidut vaikuttavat plastisen vaiheen halkeiluun rajoittavasti ja niillä parannetaan kovettuneen laastin vetolujuutta. Rappauslaasteissa käytettävät kuidut ovat yleensä muovikuituja. (Suomen Betoniyhdistys r.y, 2005, 27.)

Sementtilaastin kovettumisen varmistamiseksi on tärkeää, että sillä on ensimmäisinä vuorokausina riittävästi vettä. Sementtilaasteilla kutistuminen on suurempaa kuin kalkkipitoisilla laasteilla. Kutistuminen on suurempaa paljon hienojakoista kiviainesta sisältävillä laasteilla, jotka pääsevät kuivumaan nopeasti.

Kuivumista voidaan hidastaa jälkihoidolla ja kastelulla. Erilaisilla lisäaineilla ja kuiduilla voidaan parantaa sementtilaastin ominaisuuksia kuten:

- pakkasenkestävyyttä
- työstettävyyttä
- vedenpidätyskykyä
- tartuntaominaisuuksia. (Suomen Betoniyhdistys r.y, 2005, 26.)

#### 4.3 Ohuteristerappauksessa käytettävät pinnoitteet

Pinnoitteet ovat yleensä silikonihartsipohjaisia ja vettähylyviä, mutta vesihöyryä läpäiseviä tuotteita. Käytössä on myös silikaattipinnoitteita ja polymeerimodifioituja sementtilaasteja, jotka on usein värjätty pigmenteillä halutun väriseksi. Pinnoitteen alle voidaan tehdä pohjustus yleensä pinnoitteen värisellä pohjusteella tai maalilla. (Suomen Betoniyhdistys r.y, 2011, 16.)

#### 4.4 Muut rappauslaastit

##### 4.4.1 Kalkkilaastit

Kalkkilaasti koostuu sammutetusta kalkista, runkoaineesta ja vedestä. Kalkkilaastit jaotellaan kahteen osaan: ilmakalkkeihin ja hydraulisiin kalkkeihin. Ilmakalkkia saadaan, kun puhdasta kalsiitti-, dolomiittista kalsiitti- tai dolomiittikiveä poltetaan. Ilmakalkki kovettuu reagoimalla ilman hiilidioksidin kanssa eli se kovettuu karbonatisoitumalla. Hydraulinen kalkki muodostaa lujuutta veden vaikutuksesta. Hydrauliset kalkkilaastit voidaan rinnastaa vähän sementtiä sisältäviin kalkkisementtilaasteihin, sillä ne kovettuvat periaatteellisesti saman lailla. (Suomen Betoniyhdistys r.y, 2005, 23–25.)

Kalkkilaasteja käytetään lähinnä perinteisissä koville alustoille tehtävissä kolmi-kerrosrappauksissa ja niiden korjauksissa.

#### 4.4.2 Kalkkisementtilaastit

Kalkkisementtilaasteissa käytetään sideaineina ilmakalkkia ja sementtiä. Sementti kovettuu hydrataation avulla laastin kovettumisprosessin alkuvaiheessa. Sementin kovettumisen ansiosta laasti alkaa muodostaa lujutta hyvin varhaisessa vaiheessa. Veden poistuttua laastista alkaa kalkin kuivumiskovettuminen ja edelleen karbonatisoituminen. Kalkkisementtilaastin ominaisuudet riippuvat paljon siitä, missä suhteessa kalkkia ja sementtiä laastissa on. (Suomen Betoniyhdistys r.y, 2005, 25–26.)

Kalkkisementtilaasteja käytetään yleisesti koville alustoille tehtävissä kaksi- ja kolmikerrosrappauksissa sekä -eristerappauksissa. Kuitenkin Sto tarjoaa kalkkisementtilaasteja EPS -eristeen päälle tehtävään ohutrappaukseen.

## 5 ERISTEET

### 5.1 Yleistä

Ohuteristerappauksiin yleisesti käytettäviä lämmöneristeitä ovat solumuovilevyt eli EPS ja mineraalivilla. Mineraalivilla rappausalustana voi olla lamellituote tai mineraalivillalevy. Uudisrakentamisessa rappausalustana oleva eriste muodostaa koko ulkoseinän lämmöneristykseen, joten sen on täytettävä voimassa olevat lämmöneristevaatimukset. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2005, 99–100.)

Rakennuslehden artikkelin mukaan vuonna 2008 vähintään 70 prosenttia kaikista Suomen ohutrappauksista tehtiin kivivillan päälle ja 30 prosenttia EPSin päälle. Korjausrakentamisen ohutrappauksissa EPSin osuus oli hieman suurempi. (Tompuri 2008.) EPS-eristettä käytetään palomääräysten takia enemmän pientalorakentamisessa, mikä vaikuttaa prosenttiosuuksiin merkittävästi.

### 5.2 Mineraalivilla

Rappausalustoina käytetään niitä varten kehitettyjä villalaatuja. Villatyypit voidaan jakaa kahteen ryhmään: levymäisiin tuotteisiin ja lamellivilloihin. Ohutrappaukseen soveltuvat kovemmat ja raskaammat tuotteet kuin esimerkiksi kolmi-kerrosrappaukseen. Lamellivilla on kivivillaa, jossa kuidut ovat kohtisuorassa julkisivuun nähden. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2005, 99–100.)

Lamellieriste kiinnitetään betoniin valukiinnityksellä betonielementin valmistuksen yhteydessä. Lamellivillaa käytettäessä mekaanisia kiinnikkeitä ei välttämättä tarvita. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2005, 100.)

Elementtiteollisuudessa lamellivillaa käytetään enemmän kuin villalevyjä. Rappausjärjestelmissä käytetään vain eristeitä, jotka ovat testattuja sekä valmistajan järjestelmään hyväksymiä.

### 5.3 EPS

EPS- eristeiden kiinnitys betoniseen sisäkuoreen syntyy sementtiliimalla, kun betoni valetaan eristeiden päälle. Teräs- tai muovikiinnikkeillä tehtävät lisäkiinnitykset määritellään erikseen suunnitelma-asiakirjoissa. (Betoniteollisuus ry 2010.)

Rappauksen aluslevynä käytettävät EPS-eristeet valmistetaan vaikeasti syttyvänä S-laatuna. S-laadun eristeiden käyttö lisää eristeiden käytönaikaista paloturvallisuutta. RakMk E1:n mukaan P1-luokan ja 3–4-kerroksisen P2-luokan rakennusten ulkoseinissä on käytettävä vähintään B-s1, d0 -luokan tarvikkeita. Lämmöneriste voi olla tätä heikompa, jos se on suojattu ja sijoitettu siten, että palon leviäminen eristeeseen sekä palo-osastosta ja rakennuksesta toiseen on estetty. Ohutrappausta ei pidetä riittävänä suojana eristeelle. EPS-eristeen käyttö julkisivussa kannattaa tarkistaa paikallisilta paloviranomaisilta. (Betoniteollisuus ry 2010.)

VTT on antanut lausunnon koskien EPS-eristettyjä ohutrappattuja julkisivuja. Lausunnon mukaan 3–8-kerroksiset P1-luokan rakennukset voidaan tehdä EPS-ohutrappausrakenteella, jos ikkunan yläreunaan asennetaan mineraalivil-lakaistat tai kahden kerroksen välein toistuva palokatko. Lisäksi eristeen pak-suus saa olla korkeintaan 300 mm. Alle kolmekerroksiset P1-luokan rakennuk-set, P2-luokan rakennukset ja P3-luokan rakennukset voidaan tehdä ilman mi-neraalivil-lakaistoja tai palokatkoja. (Mikkola 2010.)

## 6 MUUT RAPPAASTARVIKKEET

Ohutrappauksessa käytettävät tarvikkeet vaihtelevat materiaalien valmistajien mukaan jonkun verran. Yleisesti ohutrappauksessa käytettäviä tarvikkeita ovat rappausverkko, kiinnikkeet ja kulmien sekä aukkojen vahvikkeet.

### 6.1 Rappausverkko

Rappausverkkona ohuteristerappauksissa käytetään muovipinnoitettuja tai alkaalisuojattuja lasikuituverkkoja. Verkon on kestettävä korroosiota ja laastin alkalisuutta. Lisäksi sen on oltava muodonmuutosominaisuuksiltaan ja lujuudeltaan riittävä. (Rakennustieto Oy 2010, 309.)

### 6.2 Kiinnikkeet

Betonelementtitehtailla valmiiksi eristettyjen ohutrappauselementtien kiinnitys tapahtuu yleensä valun yhteydessä betonin omalla tartunnalla. Jos käytetään lamellivillaa, voidaan kiinnikkeet jättää usein kokonaan pois rakenteesta. Kiinnikkeiden määrä ja materiaali määritetään suunnitteluasiakirjoissa. Kiinnikkeiden määrään vaikuttaa muun muassa eristepaksuus ja rakennuksen korkeus. Kiinnikkeiden määrä ja sijoittelu voi vaihdella eri materiaalitoimittajien välillä. (Suomen Rakennustieto Oy 2010, 309.)

### 6.3 Kulmien ja aukkojen vahvistukset

Kaikki ulko- ja sisäkulmat sekä aukkojen nurkat on syytä vahvistaa kulmavahvikkeilla. Smyygien vahvistamiseen käytetään yleensä niitä varten valmistettuja profiileja. (Rakennustieto Oy 2010, 309.)

## 7 TYÖMENETELMÄT

### 7.1 Työt betonielementtitehtaalla

Elementtitehtaalla tehdään ohutrappaus-eristejärjestelmän alusrakenteena toimivan betonisen sisäkuoren valu, eristeen kiinnitys ja eristeen sääsuojaus tai pohjarappaus verkkoineen. Eristeen kiinnittämiseen on pääasiassa kaksi vaihtoehtoa: ladotaan lamellivilla muotin pohjalle ja valetaan betoni sen päälle tai ladotaan villa betonin päälle välittömästi valun jälkeen. Eriste kiinnittyy betonin tartunnan avulla. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 64–65.)

Eristeen sääsuojaus tehdään yleensä järjestelmään sopivalla verkotuslaastilla. Sääsuojauksen pääasiallisena tarkoituksena on suojata eristettä uv-säteilyn aiheuttamilta vaurioilta. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 65.) Tehtaalla voidaan tehdä myös pohjarappaus ja sen verkotus järjestelmään sopivalla verkotuslaastilla. Pohjarappaus ja verkko asennetaan yleensä muotin pohjalle ennen betonikuoren valua.

### 7.2 Elementtien asennus

Elementtien asennus ei juuri eroa periaatteeltaan muista betonisten julkisivuelementtien asennuksesta. Ohutrappauksen paksuus on niin pieni, ettei sillä voida oikoa mahdollisia elementtien hammastuksia. Tämän takia asennuksen aikana on huolehdittava siitä, että elementtien ulkopinnat ovat tasossa ja mahdolliset oikaisut tehdään sisäpinnoille. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 65.)

Villaeristeen kohdalle elementtien saumaan asennetaan villakaista ennen kuin seuraava elementti nostetaan sen päälle. Saumoihin voidaan sulloa villakaistaleet tai ne voidaan tiivistää järjestelmään sopivalla polyuretaanivaahdolla myös elementtien asennuksen jälkeen. EPS-eristettyjä sisäkuorielementtejä käytettäessä eristeiden saumat tiivistetään polyuretaanivaahdolla. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 66–67.)

### 7.3 Työmaajärjestelyt

Materiaalit on varastoitava työmaalla säältä suojattuna. Näin varmistetaan materiaalien pysyminen käyttökelpoisina. Erityisesti kuivalaastien kastuminen on estettävä varastoimalla ne riittävästi irti maasta ja suojaan sateelta. Ne voidaan varastoida esimerkiksi kuormalavan päälle, tasaiselle alustalle ja peittää kevytpeittein. Myös kuljetuksen aikainen kastuminen on estettävä. Joitakin materiaaleja kuten maaleja ei saa päästää jäätymään, joten niille on varattava lämmintä varastotilaa tarvittaessa. Materiaalien vastaanoton yhteydessä on aina tarkistettava niiden kunto. (Suomen Betoniyhdistys 2005, 111–113.)

### 7.4 Valmistelevat työt

Kiinteitä telineitä ei välttämättä tarvitse rakentaa työmaalle, sillä julkisivuelementit ovat valmiiksi eristettyjä. Erityisesti sääsuojatuista telineistä on kuitenkin paljon apua laadukkaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Rappauustyö voidaan tehdä telineiden sijaan käyttäen erilaisia henkilönostimia tai mastolavaa. Työn etenemisen kannalta paras vaihtoehto on mastolava. Sitä käytettäessä saadaan tehtyä jopa koko seinän rappaus siirtämättä konetta. Mastolavaa käytettäessä ongelmaksi voi erityisesti korkeammissa rakennuksissa muodostua mastolavan ankkurointi seinään. Jos ankkurointi tehdään betonirunkoon, joudutaan betonin ulkopinnassa oleva eriste rikkomaan. Mastolavan mallista riippuen, sitä voidaan kuitenkin käyttää jopa 15:n metrin korkeuteen vapaasti seisovana (Ramirent Finland Oy 2002).

Henkilönostimia käytettäessä tulee varmistaa seinän vierellä olevan tilan riittävyys, maaperän kantavuus ja maanpinnan tasaisuus. Näiden tehtävien laiminlyönnistä voi seurata nostimen kaatumisvaara. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2005, 114.)

Ikkunoiden vesipellit asennetaan paikoilleen ruuvikiinnityksellä karmin alaosaan ja liimaamalla vesipenkkiin. Rappauustyön aikana mahdollisesti vahingoittuvat tai likaantuvat rakennusosat tulee suojata ennen rappaustyön aloittamista (Rakennustieto 2010, 310). Suojaukseen voidaan käyttää esimerkiksi rakennusmuovia



ja teippiä. Ikkunoiden suojauksen yhteydessä ikkunoiden pieliin asennetaan usein rappausjärjestelmään kuuluvat ikkunalistat. Sementtilaastin pH on yli 12, joten esimerkiksi ikkunaan jäädessään laasti syövyttää lasipintaa (Rakennustieto 2010, 310).

Suojattavia pintoja lasipintojen lisäksi ovat muun muassa seuraavat kohteet:

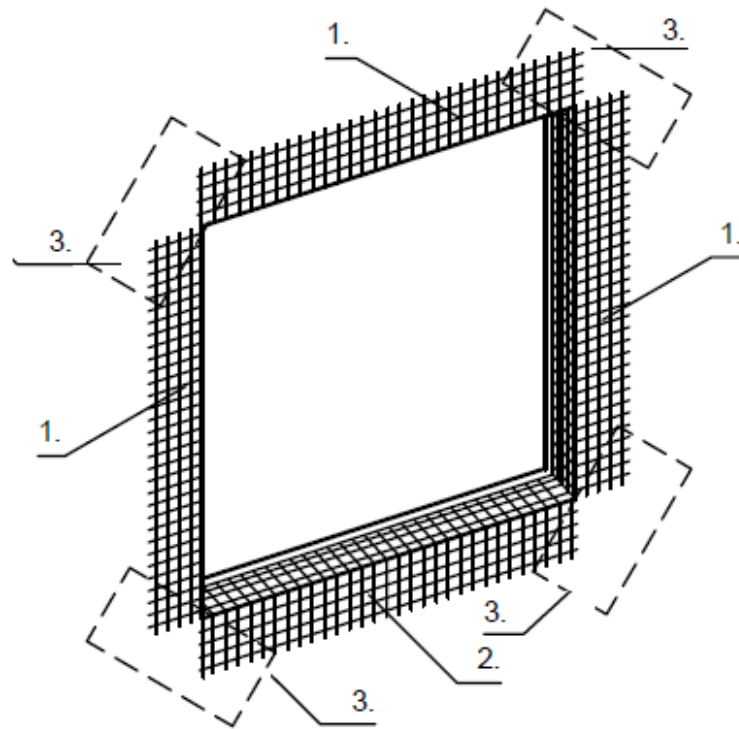
- puupinnat
- betonipinnat
- kivipinnat
- metallipinnat. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2005, 115)

## 7.5 Rappaus työ

### 7.5.1 Verkotuslaastin levitys ja verkotus

Ennen pohjarappausa nurkkiin ja aukkojen kulmiin asennetaan vahvikeverkot kuvan 4 osoittamalla tavalla. Vahvikeverkot upotetaan ohueen verkotuslaastikerrokseen. Vahvikeverkkojen asennuksen yhteydessä asennetaan myös alareuna- ja päättölistat. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 49.) Edellä mainittujen lisäksi elementtien saumojen päälle asennetaan vahvikeverkko verkotuslaastilla.

Verkotuslaasti levitetään yleensä yhdessä tai kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa verkotuslaastia levitetään joko rappausruiskulla tai käsin teräslastalla yleensä noin 3–5 mm:n kerros. Märkään verkotuslaastiin painetaan lastan avulla kiinni rappausverkko, joka limitetään vähintään 100 mm:ä. Yleensä muutaman tunnin kuluttua ensimmäisen laastikerroksen levittämisen jälkeen voidaan levittää toinen ohuempi laastikerros, jonka tarkoituksena on suoristaa pohja pinnoitusta varten. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 50.)



1. weber Kulma ( rappauksen kulmavahvike)
2. weber Kulmarulla ( taivutettava kulmavahvike)
3. weber Lasikuituverkko-palat, vähintään 400 x 250 mm<sup>2</sup>

KUVA 4. Lisäverkotus (Saint-Gobain Weber 2011, muokattu.)

Iskunkestävyyttä vaativiin kohtiin; kuten seinän alaosiin; voidaan asentaa kak-sinkertainen lasikuituverkko. Tällöin verkot asennetaan kahdessa vaiheessa päällekkäin verkotuslaastiin. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 51.) Toinen vaihtoehto on käyttää muovipinnoitetun tai alkalisuojatun lasikuituverkon sijaan muovipinnoitettua erikoislasikuituverkkoa, josta käytetään myös nimitystä pans-sariverkko. Lisäksi ainakin Alsecco tarjoaa iskunkestävämpää hiilikuitupitoista laastia mekaanisten rasitusten alueelle, kuten parveketaustoihin ja seinän ala-osiin (Narmapinnoitus Oy 2007).

Verkotuslaastipintoja pidetään yleensä kosteana 1–3 vuorokautta, ettei pinta pääse kuivumaan liian nopeasti. Erityisesti kuivissa, kuumissa ja tuulisissa olo-suhteissa pintoja kannattaa kastella esimerkiksi vesisumutuksella. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 53.)

### 7.5.2 Pinnoitus

Pinnoitus voidaan tehdä yleensä 1-3 vuorokautta pohja-/verkotusrappauksen tekemisestä, riippuen olosuhteista. Pinnoitus pohjustetaan yleensä järjestelmään sopivalla ja pinnoitteen värisellä pohjusteella. Sävyerojen välttämiseksi pinnoitus kannattaa tehdä esimerkiksi yhdelle seinustalle kokonaan saman päivän aikana. Pinnoituksen tekemiseen käytetään yleensä joko rappausruiskua tai teräslastaa halutun pintakuvioinnin mukaan. Pintavaihtoehtoja on muun muassa roiskepinta, hierretty pinta, piirtopinta ja maalattava pinta. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 16.) Yleisimmät pintavaihtoehdot on nähtävissä kuvassa 5.



KUVA 5. Vasemmalta oikealle: piirtopinta, hierretty pinta ja hienoroiskepinta (Timo Rautanen 2006, muokattu).

### 7.6 Lopettavat työt

Suojaukset poistetaan ja mahdolliset laastiroiskeet puhdistetaan. Julkisivuun liittyvät rakenneosat; kuten talotikkaat ja syöksytorvet; kiinnitetään rakennuksen runkoon. Kiinnikkeet irroitetaan rappauksesta elastisella saumamassalla. Jätteet ja roskat kerätään pois ja toimitetaan jätelavoille. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 64.)

## 7.7 Sääolosuhteiden huomioiminen

Säätilan huomioiminen sekä rappaustyön aikana että sen jälkeen on tärkeää työn onnistumisen kannalta. Erityisesti sementtipitoisilla laasteilla; joita ohutrapauksessa lähinnä käytetään; jälkihoitoajan aikaisilla olosuhteilla on suuri vaikutus laastien plastiseen kutistumahalkeiluun. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2005, 114.)

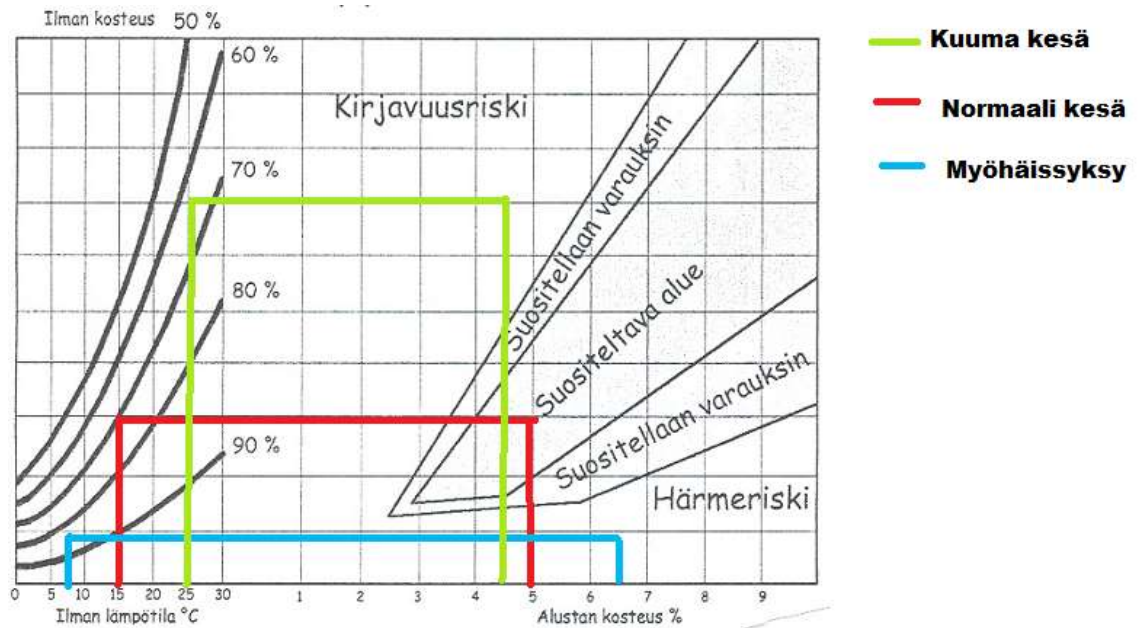
Rappaustyötä ei saa tehdä liian lämpimissä tai liian kylmissä olosuhteissa. Yleisesti alin mahdollinen lämpötila on + 5 °C. Alhainen lämpötila hidastaa materiaalien sitoutumista ja sementtILAASTIEN lujuudenkehitys hidastuu. Korkeissa lämpötiloissa ja suorassa auringonpaisteessa tehtävä työ lisää kosteuden haihtumista, mikä voi aiheuttaa halkeilua ja lujuuden heikkenemistä. Myös tuuli lisää haihtumisnopeutta merkittävästi. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2005, 114.)

Rappaustyöt sijoittuvat usein sellaiseen vuodenaikaan, jolloin on mahdotonta välttää suorassa auringonpaisteessa työskentelyltä ilman aikatauluviivytyksiä. Auringonpaisteen vaikutusta voi kuitenkin vähentää suunnittelemalla työn suoritusjärjestys hyvin. Esimerkiksi rakennuksen eteläsivua ei rapata keskipäivällä, jolloin aurinko paistaa suoraan seinälle.

Kosteus vaikuttaa sementtipohjaisten laastien lujuudenkehitykseen, plastiseen kutistumaan ja tartuntaan. Pinnoitteilla kosteuserot vaikuttavat julkisivun lopullisiin värisävyihin aiheuttaen kirjavuutta.

Erityisesti syksyllä, kun matalissa lämpötiloissa ilman kosteus on korkea, härmärisävy on suuri. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2005, 115.)

Rappausolosuhteita arvioitaessa hyvä työkalu on kuvassa 6 esitetty rappausavain. Rappausavain huomioi ilman suhteellisen kosteuden, ilman lämpötilan sekä rappausalustan kosteuden. Nämä kolme tekijää vaikuttavat merkittävästi rappauksen onnistumiseen.



KUVA 6. Rappausavain (Julkisivuyhdistys ry 2005, muokattu).

### 7.8 Valmiin rappauksen laatuvaatimukset

Työn valmistuttua se tarkistetaan vastaanottokatselmuksessa. Rappauksen on oltava suunnitelmien mukainen ja rappauspinnan on vastattava mallirappauksen ja asiakirjojen vaatimuksiin. Vaatimuksia voi olla ulkonäön, tasaisuuden, lujuuden ja mittapoikkeamien osalta.

Taulukossa 2 on kuvattu pinnan tasaisuuden sallittuja mittapoikkeamia, jotka ovat voimassa + 20 °C:n lämpötilassa. Julkisivun rappaukset luokitellaan luokkaan 3. (Rakennustieto Oy 2010, 309.)

TAULUKKO 2. Eristerappauksen sallitut mittapoikkeamat (Rakennustieto Oy 2010).

	Mittauspituus mm	Suurin sallittu poikkeama mm		
		Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Seinä	2000	±3	±5	±7
Katto	2000	±3	±5	±7
Katto muihin rakennusosiin tai pintoihin rajoituksessa	2000	±2	±3	±5

## 8 OHUTRAPPAUSRATKAISUT

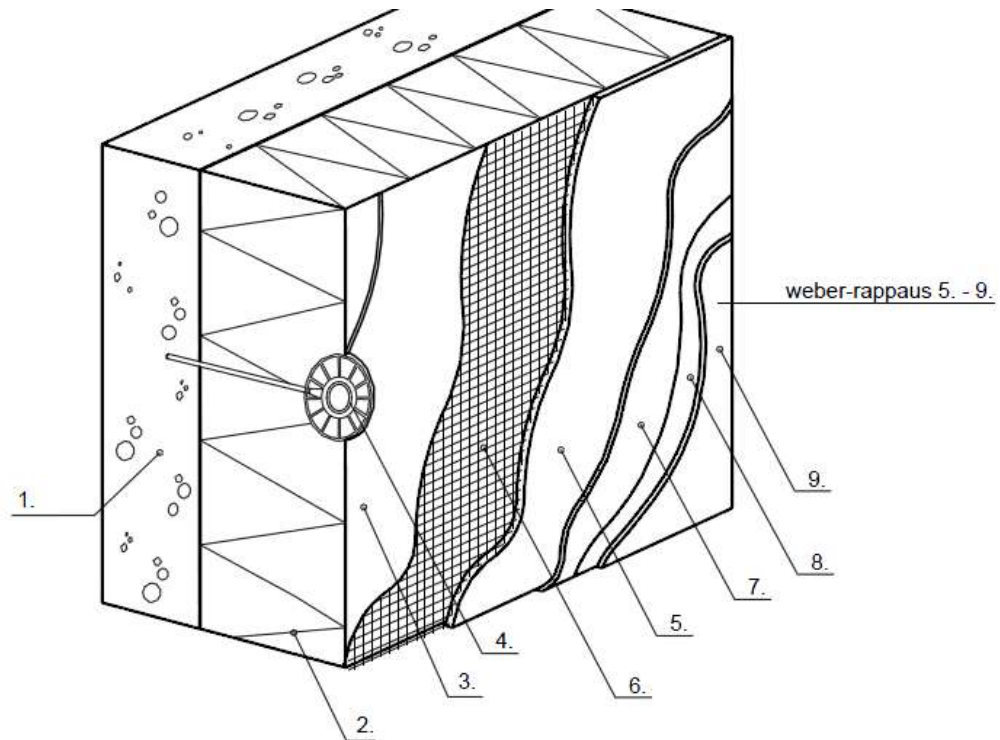
### 8.1 Saint-Gobain Weber

Weber tarjoaa ohuteristerappauksen tekemiseen kaksi eri vaihtoehtoa: mineraalivillan päälle tehtävä SerpoMin ja EPS-eristeen päälle tehtävä SerpoTherm.

#### 8.1.1 SerpoMin

SerpoMin -eristerappaus on muovipinnoitetulla lasikuituverkolla vahvistettu kak-sikerrosrappaus. Itse rappausten laastityyppeinä järjestelmässä käytetään polymeerimodifioituja, kuitupitoisia sementtilaasteja ja pinnoitteina tasavärisiä, vetähylkiviä ja silikonihartsisideaineisia pinnoitteita. Elementtitehtaalla tehtävä sääsuojaus tehdään järjestelmään kuuluvalla tuotteella. Kuvassa 7 on nähtävissä materiaalinimikkeet laasteille ja muille käytettäville materiaaleille. SerpoMin-eristerappauksessa eristeenä käytetään mineraalivillaa. Järjestelmään hyväksytyjä eristeitä ovat ainakin Paroc Fal 1 ja Paroc Fas 4. Pohjustus tehdään pinnoituksen värisellä maalikerroksella. Sekä pinnoituksessa että pinnoituksessa käytetään silikonihartsipohjaisia tuotteita. Saumojen tiivistämiseen käytetään paisuvaa tiivistenauhaa tai Bostik PU 2367 –uretaanisaumaussmassaa. (Saint-Gobain Weber Oy Ab 2010, 36.)

Saint-Gobain Weber Oy:n kehityspäällikön Aila Alakuljun mukaan rappauslaasteja toimitetaan ainakin Lemminkäinen Betonituotteiden Savonlinnan tehtaalle sekä Joutsenon Elementti Oy:lle. (Alakulju 2011.) Kesällä 2010 myös Mikkelin Betoni Oy toimitti SRV:n työmaalle Jyväskylään elementtejä, joissa käytettiin Weberin tuotteita. Näiden lisäksi Laukaan Betonilla on käytössään Weberin tuotteita (Mäkinen 2011).



#### Asennus elementtitehtaalla

1. Betonielementti
2. Hyväksytty lamellieristys, esim. Paroc FAL 1  
-kiinnitettynä betoniin sen valun yhteydessä
3. weber.vetonit 410 E Elementtitaasti ( sääsuojalaasti )
4. weber STR U Kiinnike + SBL 140 Peitelevy + STR Tulppa  
-tarvittaessa eristefoimittajan (ks. Paroc TTY 1279/2003) ja  
rakennesuunnittelijan ohjelden mukaan

#### Asennus työmaalla

5. weber.vetonit 410 Ohutrappauslaasti (verkotuslaasti), keskimäärin 3...4 mm
6. weber Lasikuituverkko (muovipinnoitettu) #6 mm  
- etäisyys sääsuojalaastin pinnasta n. 1/2...2/3 verkotuslaastikerroksen paksuudesta
7. weber.vetonit 410 Ohutrappauslaasti (tasoituslaasti), keskimäärin 2...3 mm
8. weber.vetonit SilcoMaali (pohjuste)
9. weber.vetonit SilcoPinnoite

Huomioitavaa : verkotus- ja tasoituslaastikerrosten yhteenlaskettu paksuus on keskimäärin 5...7 mm

KUVA 7. SerpoMin-eristerappauksen rakenne (Sain-Gobain Weber Oy Ab 2010).

### 8.1.2 SerpoTherm

SerpoTherm -eristerappaus on muovipinnoitetulla lasikuituverkolla lujitettu kakkerosrappaus. Rakenne on kehitetty erityisesti pientaloihin, mutta se käy myös rivi- ja kerrostaloihin. SerpoTherm -järjestelmän rakenne ja käytettävät materiaalit ovat lähes identtiset SerpoMin -järjestelmään nähden. Eristeenä käytettävät solumuovilevyt täytyy olla järjestelmään sopivia. Weberin hyväksymiä eristeitä ovat ainakin seuraavat tuotteet:

- ThermiSol EPS 60 S Seinä
- Thermisol EPS 100 S Seinä
- ThermiSol Platina Rappari. (Saint-Gobain Weber Oy Ab 2010, 37.)

### 8.2 Alsecco/Narmapinnoitus Oy

#### 8.2.1 PreWIS I

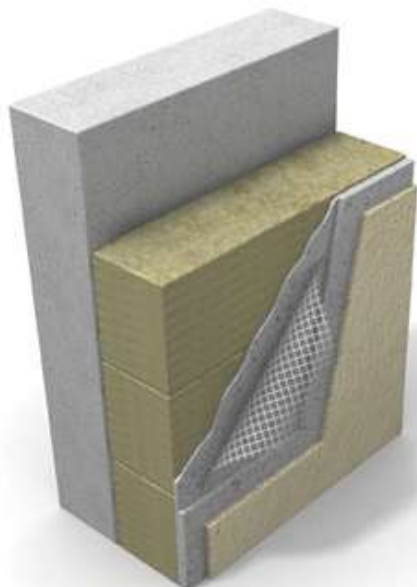
Prefabricated Wall Insulation System eli PreWIS on betonielementtitehtaalla valmistettu seinäelementti, jossa lämmöneristeenä toimiva Paroc Fal 1 kiinnitetään betoniin sen valun yhteydessä. Tarvittaessa kiinnitystä voidaan parantaa entisestään asentamalla mekaaniset kiinnikkeet. Eristeen päälle tehdään sääsuojana toimiva limutus tehtaalla valmiiksi. Kuvassa 8 voi nähdä järjestelmän tehtaalla ja työmaalla toteutettavat työvaiheet. (Narmapinnoitus Oy.)

Työmaalla elementtien saumat tiivistetään villalla tai hyväksytyllä uretaanivaahdolla. Sauman päälle asennetaan muovilla pinnoitettu lasikuituverkko. Verkotuslaastina käytetään yleensä Armatop MP -verkotuslaastia. Muita vaihtoehtoja ovat sementtipohjaiset Armatop A, L tai AKS, jotka ovat tarkoitettu paksumpiin täyttöihin kuten smyygeihin. Lisäksi on keinohartsipohjainen Armatop Quattro ja hiilikuitupohjainen Armatop Carbon, jotka soveltuvat suurempaa iskunkestävyyttä vaativiin paikkoihin kuten seinän alaosiin. (Nikula 2011.)

Pinnoitteina käytetään yleisimmin silikonihartsipohjaisia tuotteita. (Nikula 2011.) Silikonihartsipinnoitteet ovat levä ja homesuojattuja, kestävät mineraalisia laas-



teja paremmin mekaanista rasitusta eivätkä ne vaadi tasoittavaa maalausta. Tuotenimikkeitä ovat Silikonihartsilaasti T ja Silikonihartsilaasti R. (Narmapinnoitus Oy 2007.)



#### Asennus tehtaalla

- betoni/betonelementti
- [PAROC FAL 1](#) lämmöneriste kiinnitettynä betoniin sen valun yhteydessä
- mahdollinen sääsuojaus

#### Asennus työmaalla

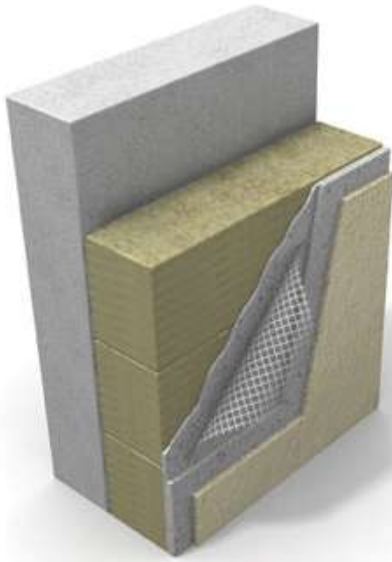
- pohjarappaus + jäykisteenä muovipinnoitettu lasikuituverkko
- pinnoitus

KUVA 8. PreWIS I -ulkoseinäelementin rakenne (Paroc Oy Ab, muokattu).

### 8.2.2 PreWIS II

PreWIS II on edeltäjästään PreWIS I:stä kehitetty versio, jossa elementtitehtaalla eristeen pintaan asennetaan suojalaastikerroksen sijaan verkkojäykistys ja pohjarappaus valmiiksi. (Narmapinnoitus Oy.)

Kuten kuvasta 9 käy ilmi, työmaalle jää tehtäväksi ainoastaan smyygit, saumat ja pinnoitus. Tämä tekniikka vähentää entisestään työmaalla tapahtuvaa rappaus työtä. Koska työmaalla tehtävän rappauskerroksen paksuus pienenee huomattavasti, tämä järjestelmä edellyttää vieläkin suurempaa asennustarkkuutta kuin edeltäjänsä PreWIS I. Rappauslaasteina PreWIS II -järjestelmässä käytetään lähtökohtaisesti samoja tuotteita kuin PreWIS I:ssä (Nikula 2011).



#### Asennus tehtaalla

- betoni/betonielementti
- [PAROC FAL 1](#) lämmöneriste kiinnitettynä betoniin sen valun yhteydessä
- pohjarappaus + jäykisteenä muovipinnoitettu lasikuituverkko, pohjarappaus sekä tasoiterappaus

#### Asennus työmaalla

- pinnoitus ja saumat

KUVA 9. PreWIS II -ulkoseinäelementin rakenne (Paroc Oy Ab, muokattu).

Alseccon laasteja käytetään Keski-Suomen alueella ainakin Lipa-betonin ja Laukaan betonin elementtitehtailla.

## 8.3 Fescon

### 8.3.1 Fescoterm-ohutlaastirappaus

Fescoterm-ohutlaastirappaus on eristeen päälle tehtävä ohutrappaus. Fescoterm-järjestelmä soveltuu käytettäväksi sekä EPS-eristeen että mineraalivillan kanssa. Eriste liimataan sisäkuoreen välittömästi valun jälkeen. Elementtitehtaalla voidaan tehdä pohjarappaus eristeen päälle. Tehtaalla voidaan tehdä lisäksi myös verkotus ja lopullisen pinnoitteen pohjustus, jolloin työmaalle jää tehtäväksi ainoastaan elementtien saumojen ja smyygien rappaus sekä pinnoitus kokonaisuudessaan. (Lehtonen 2011.)

Pohjarappaus tehdään Fescon Verkotuslaastilla. Fescon Verkotuslaasti on polymeerimodifioitu, kuituvahvisteinen ja sementtipohjainen laasti. Rappausverkko asennetaan Verkotuslaastia käyttäen. Rappausverkkona järjestelmässä on alkalisuojattu lasikuituverkko. Pohjustus tehdään yleensä käyttämällä Fescon Sili-

konihartsipohjustetta, mutta se voidaan toteuttaa myös Fescon Suojapinnoitteella. (Fescon Oy 2010.)

Pinnoitusvaihtoehtoja löytyy myös useampia. Pohjustus ja pinnoitus on syytä tehdä saman sävyisillä tuotteilla. Fescon Hiertopinnoite on nestemäinen ja vesiohenteinen pinnoite. Hiertopinnoitetta voidaan käyttää silloin, kun pohjusteena on Fescon Suojapinnoite. Fescon Julkisivupinnoite on käytännössä värillinen ohutrappauslaasti, jonka sideaineena on sementti sekä polymeerit. Julkisivupinnoite toimii sementtipohjaisten rappauslaastien, kuten Fescon Verkotuslaastin kanssa. Fescon Silikonihartsipinnoite käy pinnoitteeksi, kun käytetään Silikonihartsipohjustetta. Silikonihartsipinnoite on Hiertopinnoitteen tavoin nestemäinen ja vesiohennettu pinnoite. (Fescon Oy 2010.)

Fescon kuuluu Luja-yhtiöihin. Fescoterm-järjestelmiä käytetään Lujabetonin elementtitehtailla. Lujabetonin elementtitehtaat ovat Hämeenlinnassa, Siilinjärvellä ja Taavetissa. (Lehtonen 2011.)

#### 8.4 Sto Finexter

Sto tarjoaa kolme erilaista ohuteristerappausratkaisua: StoTherm Mineral, StoTherm Vario ja StoTherm Classic. Ston ohutrappausjärjestelmiä käytetään pääasiassa korjausrakentamisessa, mutta ne soveltuvat myös uudisrakentamiseen. Sto tekee yhteistyötä esimerkiksi VaBe Talojen kanssa. Näihin taloihin pinnoitukseen käytetään StoTherm Classic -järjestelmän mukaisia tuotteita. (Vainio 2011.)

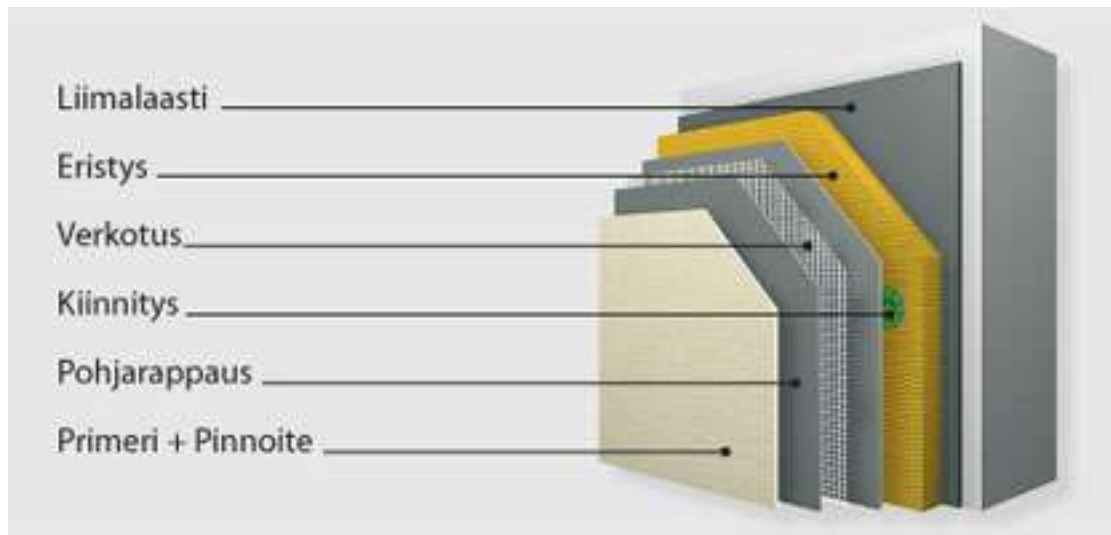
##### 8.4.1 StoTherm Mineral

StoTherm Mineral on palamaton julkisivujärjestelmä. Eristeenä käytetään kivivillaa tai kivivillalamellia. Eristeet täytyy olla Ston järjestelmään hyväksymiä. Verkotukseen käytetään Sto Lasikuituverkko M:ää ja Sto Verkotuslaastia. Pohjustus tehdään StoPrep Miral -tuotteella, joka on pigmentoitu, mineraalideaineinen primeri.

Pinnoitus voidaan tehdä seuraavilla tuotteilla:

- silikonihartsiperustainen Stosilco K
- silikonihartsiperustainen StoSilco R
- julkisivupinnoite StoLotusan K
- julkisivupinnoite StoLotusan MP. (Sto Finexter Oy 2009.)

Kuvassa 10 on nähtävissä järjestelmän rakenne.

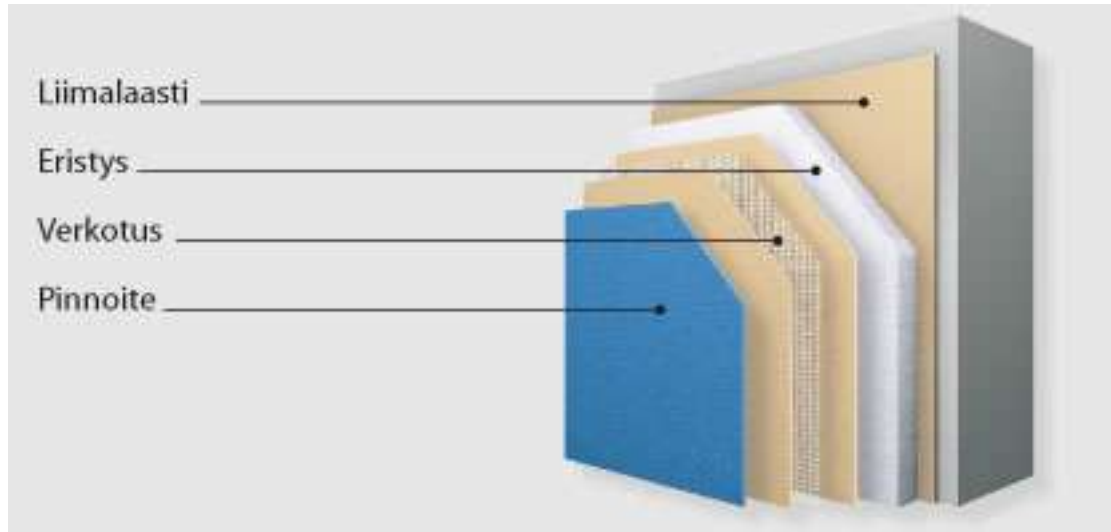


KUVA 10. StoTherm Mineral -järjestelmän rakenne (Sto Finexter Oy 2009).

#### 8.4.2 StoTherm Classic

StoTherm Classic on sementitön järjestelmä julkisivun eristerappaukseen. Järjestelmän iskunkestävyys on Ston www-sivujen mukaan 10 kertaa parempi kuin sementtipohjaisissa järjestelmissä. Järjestelmässä ei tarvitse käyttää pohjustetta pinnoituksen alla. (Sto Finexter Oy 2009.)

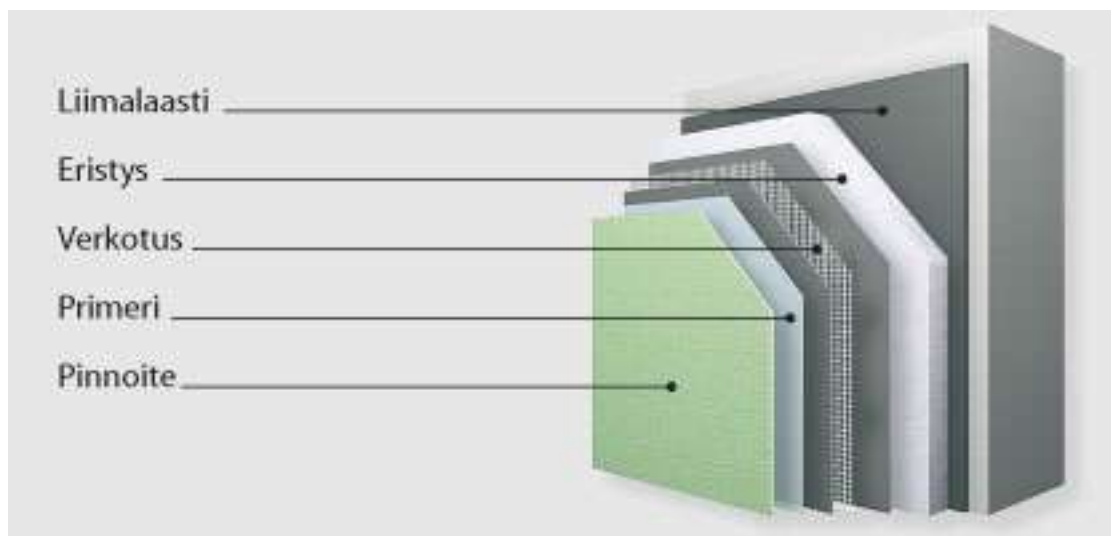
Kuvassa 11 on nähtävissä StoTherm Classic -järjestelmän rakenne. Eristeen liimaukseen käytetään StoLevell Classic -laastia. Laasti on akrylaattiperustainen. Sitä käytetään myös verkotuslaastina tässä järjestelmässä. Eristeenä käytetään palonsuojakäsiteltyä EPS-eristettä, kuten Thermisolin EPS 60 Seinä. Verkkojärjestelmässä on Sto Lasikuituverkko M, joka on alkalisuojattu. Pinnoitus voidaan tehdä samoilla tuotteilla kuin StoTherm Mineral -järjestelmässä. (Sto Finexter Oy 2009.)



KUVA 11. StoTherm Classic -järjestelmän rakenne (Sto Finexter Oy 2009).

#### 8.4.3 StoTherm Vario

StoTherm Vario -järjestelmä on melko pitkälti samanlainen kuin Classic, mutta kuten kuvasta 12 nähdään, muutamia erojakin löytyy. Erot löytyvät lähinnä verkotuslaastin ja primerin kohdalta. Verkotukseen käytetään Sto Verkotuslaastia, joka vaatii pohjustuksen pinnoitteelle. Pohjustus tehdään StoPrep Miral -laastilla. Pinnoitteina voidaan käyttää samoja tuotteita kuin muissa StoTherm-järjestelmissä. (Sto Finexter Oy 2009.)



KUVA 12. StoTherm Vario -järjestelmän rakenne (Sto Finexter Oy 2009).

## 8.5 Paksurappaus-eristejärjestelmä

Ohutrappausten lisäksi eristerappaamiseen voidaan käyttää niin sanottua paksurappausta. Se on yleensä 20 - 25 mm paksu ja kiinnitetään alustaansa mekaanisin kiinnikkein. Paksurappauksessa käytetään kalkkisementtilaasteja ja rappaus tehdään yleensä kolmessa eri kerroksessa, joita ovat pohjarappaus, täyttörappaus ja pintarappaus. Rappauksessa käytettävät eristeet ovat yleensä levymäisiä mineraalivillatuotteita. Eristeet voidaan kiinnittää joko työmaalla tai tehtaalla käyttäen ruostumattomasta teräksestä valmistettuja kiinnikkeitä. Elementtitehtaalla eristeen pintaan valetaan yleensä noin 20 mm:n paksuinen pohjarappaus vahvikeverkkoinen. Vahvikeverkkoina järjestelmässä käytetään kuumasinkittyjä teräsverkkoja. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 17–19.)

Tunnettuja paksurappausjärjestelmiä ovat muun muassa:

- Lujabetonin Luja-rappausjärjestelmä
- Parman PARMARappaus
- Jaloran Jaloterm-rappaus
- Weberin SerpoRoc- ja MonoRoc-järjestelmät.

## 9 ESIMERKKIKOhteet

### 9.1 Jokivarren ryhmäkodit

#### 9.1.1 Kohteen yleistiedot

Jokivarren ryhmäkodit ovat SRV Keski-Suomen vuosina 2009–2011 toteutettu kohde. Myös raportin kirjoittaja työskenteli kyseisellä työmaalla kesän ja syksyn 2010. Kohde sijaitsee Jyväskylän Kuokkalanpellolla osoitteessa Tahvosentie 26. Kohteeseen kuuluu kaksi 5-kerroksista kerrostaloa. Ryhmäkodit toimivat valmistumisen jälkeen vanhusten palvelutalona.

Talot ovat täyselementtitaloja, joissa runkorakenteena ovat kantavat seinä-laattajärjestelmä. Ulkoseinät koostuvat kantavasta 150 mm:n tai ei-kantavasta 100 mm:n betonikuoresta, lamellivillaeristyksestä ja sääsuojarappauksesta. Kellarikerroksen maanpainesseinät ovat betonisia sandwich-elementtejä. Kuvasta 13 on nähtävissä, että osa julkisivusta on tehty lasiseinin ja pellityksin.



KUVA 13. Jokivarren ryhmäkodit, vaihe 1.

### 9.1.2 Suunnittelun lähtökohdat

Alueelle on kaavoitettu kerrostaloja käärmeelementeiksi jonoksi. Kaavassa määrätään kerrostalot kivipintaisiksi. Sandwich-elementit ei kuitenkaan kelvannut kaupunkikuvatoimikunnalle, joten päädyttiin saumattomaan rapattuun julkisivuun. (Kautto 2011.)

Ulkovärisuunnitelmassa rappaus määriteltiin valkoiseksi Maxit Oy:n; joka on nykyään Saint-Gobain Weber; tuotteiden värikartan mukaan. Myös rappausurakoitsijalla oli hyviä kokemuksia Maxit Oy:n tuotteista, joita hän myös suositteli käytettäväksi. Maxit tuoteperheen kattava tarjonta sekä positiiviset käyttökokeemukset varmistivat SerpoMin-järjestelmän valinnan.

### 9.1.3 Valmistelevat työt ja työmaajärjestelyt

Seinän vierukset tyhjennettiin hyvissä ajoin ennen rappaustöiden aloittamista. Seinän vierustoille tehtiin murskeesta tasainen peti rappauskalustoa varten.

Rappauslaastit ja muut rappauksen tarvikkeet varastoitettiin työmaalle lavojen päälle ja ne peitettiin kevytpeitteillä. Ohutrappauselementit saapuivat työmaalle asennusta edeltävän viikon lopulla ja ne välivarastoitettiin kampapukkeihin. Kuorimat purettiin ja elementit asennettiin käyttäen torninosturia. Elementtejä pyrittiin käsittelemään varoen, mutta täysin kolhuitta ei selvitty. Kuvasta 14 voidaan nähdä julkisivuelementin laastipaikkauksia.

Ennen varsinaisten rappaustöiden aloittamista ikkunat suojattiin rakennusmuovilla ja teipillä kuvassa 15 esitetyllä tavalla. Samalla kiinnitettiin ikkunan karmeihin ikkunaprofiilit. Lisäksi suojattiin ennen rappaustyötä asennetut sokkelipellit. Valaisimille ja katkaisimille ei oltu asennettu taustalevyjä elementtitehtaalla, joten ne jouduttiin tekemään muovisista väliskeleistä ja puusta.





KUVA 14. Julkisivun laastipaikkauksia.



KUVA 15. Ikkunoiden suojaus ja ikkunaprofiilit.

#### 9.1.4 Rappaustyöt

Rappaustyöt ajoittuivat viikolta 23 lokakuuhun. Ensin rapattiin isompi talo vaihe 2 kokonaan, jonka jälkeen siirryttiin vaihe 1:een. (Pekkarinen 2011.) Rappaustyö suoritettiin lähinnä kahdella kahden miehen työryhmällä. Työt tehtiin pääasiassa saksinostimelta, mutta korinostintakin käytettiin välillä.

Rappaustyöt tehtiin toimittajan ohjeita noudattaen. Verkotuslaasti levitettiin kahdessa kerroksessa. Kuvan 16 mukaisen tasaisen verkotuslaastikerroksen päälle levitettiin pohjustuksena toimiva maalikerros sekä pinnoitus.



KUVA 16. Valmis verkotuslaastikerros.

Pienimuotoisia vaikeuksia työlle asetti todella lämmin heinäkuu. Urakoitsija teki töitä myös illalla ja työjärjestys pyrittiin miettimään auringon liikkeiden mukaan. Myös muutaman päivän sateet jouduttivat työtä, mutta melko vähällä odottelulla selvittiin. Työt saatiin valmiiksi juuri ennen lokakuun pakkasia.

### 9.1.5 Rappaustyön laatu

Ennen rappaustyön aloitusta pidettiin urakan mallikatselmus, jossa oli paikalla työmaajohdon ja rappausrakoitsijan lisäksi valvoja sekä arkkitehti. Sekä valvoja että arkkitehti hyväksyivät mallityön. (Pekkarinen 2011.)

Itse rappaustyössä ei suurempia laadullisia virheitä esiintynyt. Toisaalta virheet voivat tulla esiin vasta myöhemmällä ajankohdalla. Rakennuksien julkisivu on arkkitehti Ari Kauton mukaan saanut kiitosta ja hän on myös itse tyytyväinen sen ulkonäköön (Kautto 2011). Julkisivun rappaustyötä ei ole vielä luovutettu, joten mitään ongelmia tai korjauksia ei ole havaittu. (Pekkarinen 2011.)

## 9.2 As Oy Tourulan Valimo

### 9.2.1 Kohteen yleistiedot

NCC Rakennus Oy rakensi Jyväskylään Tourulan alueelle yhteensä neljä ohutrapattua asuinkerrostaloa. Talot ovat viisikerroksisia täyselementtitaloja. Tarkemmin tarkastellaan As Oy Tourulan Valimon työmaata, joka sijaitsee osoitteessa Tourulantie 10. Ulkoseinärakenteena toimii PreWIS I, joten elementit toimitettiin työmaalle valmiiksi eristettyinä ja sääsuojarapattuina.

### 9.2.2 Suunnittelun lähtökohdat

Voimassa olevan asemakaavan mukaan rakennuksien julkisivun piti olla rapattua pintaa. Paikallamuurauksen hinnan nousu ja saatavuuden heikkeneminen yhdessä kustannus- sekä aikataulusäästöjen kanssa edesauttoivat ohutrappausten käyttöä. Lisäksi NCC halusi olla mukana kehittämässä ja kokeilemassa uutta tekniikkaa, jota ei oltu Jyväskylässä käytetty. Yhteistyökumppanina toimi Narmapinnoitus Oy, joten kohteessa käytettiin Alsecco-rappaustuotteita. (Liimainen 2011.)

### 9.2.3 Valmistelevat työt

Ohutrappauselementit asennettiin paikoilleen ulkopintojen mukaan. Näin saatiin minimoitua ulkopinnoille tehtävät laastitäytöt. Sokkelipellit ja ikkunat suojattiin ennen rappaustöiden aloittamista. Ikkunan suojauksen yhteydessä asennettiin rappausjärjestelmään kuuluvat ikkunalistat. Myös muoviset lähtölistat asennettiin paikoilleen. Elementtien saumat täytettiin Alseccon hyväksymällä uretaanivaahdolla. Ulkopintojen suoruus tarkastettiin ja epätasaisuudet täytettiin laastilla ennen rappaustyön aloittamista. (Liimatainen 2011.)

### 9.2.4 Rappaustyöt

Rappaustyöt tehtiin mastolavalta ja korinostimesta. Työt alkoivat smyygien täytöillä ja elementtisaumojen verkottamisella. Smyygien täyttöjen paksuudet saattoivat joissain ikkunoissa kasvaa melko suureksi, mikä hidasti työtä. Ikkunauukkojen kulmiin asennettiin jänniteverkot verkotuslaastilla. Varsinainen pohjarappaus suoritettiin Armatop MP -verkotuslaastilla. Seinän alaosiin käytettiin kuitenkin Armatop Quattro -laastia, jos sokkelin korkeus oli alle 300 maanpinnasta. Armatop Quattrolla on parempi iskunkestävyys kuin muihin osiin käytetyillä verkotuslaasteilla, joten sitä käytettiin myös parvekkeen taustoihin. (Liimatainen 2011.)

Pohjarappauksen pinta hiottiin ennen primerointia. Primerinä käytettiin pinnoitteen väristä pohjustetta. Pinnoitteina käytettiin silikonihartsipohjaisia tuotteita, mikä aiheutti ongelmia saumausmassojen kanssa. Polyuretaanipohjaisia kittejä ei saa käyttää silikonihartsipohjaisten pinnoitteiden kanssa. On siis käytettävä MS-polymeerimassaa tai silikonipohjaisia saumamassoja, joille saumausyhdistys ei anna takuuta. Saumausmassan tyyppiä ei ollut määritelty myöskään suunnitelmissa. (Liimatainen 2011.)

### 9.2.5 Rakenteelliset ongelmat

Ongelmia työssä saumausmassan lisäksi aiheutti lähinnä rakennesuunnitelmien puutteellisuus. Esimerkiksi peltipintaisten erkkereiden ja rappauksen liittymäkohdat jouduttiin ratkomaan työmaalla. Myös seinille tulevien ylösnostojen; kuten katosten; detaljit jättivät liikaa soveltamisen varaa. Työmaalla oli käytössä Alseccon omat detaljit, mutta rakennesuunnittelijan kantaa niihin olisi kaivattu. Myös räystäiden myrskypellit oli jätetty rakennesuunnitelmissa piirtämättä. (Liimatainen 2011.) Myrskypeltien poisjättäminen voi mahdollistaa sadeveden tunkeutumisen rakenteiden sisään tuulen nostaessa vettä ylöspäin.

## 10 POHDINTA

Ohutrappaus-eristejärjestelmä on vielä melko nuori rakennetyyppi eikä siitä ole vielä juurikaan pitkän ajan käyttökokemuksia Suomessa. Ehkä juuri rakenteen uutuuden takia keskusteluissa urakoitsijoiden ja suunnittelijoiden kanssa ohuterappaukseen suhtauduttiin vielä melko varovaisesti. Keskusteluista kävi ilmi, että esimerkiksi kolmikerrosrappausta pidetään perinteisempänä ja tätä kautta myös varmempana ratkaisuna.

Tulevaisuus näyttää varmasti, että miten toimiva rakenne ohutrappaus-eristejärjestelmä on. Teoriassa rakenne toimii kyllä, kunhan itse toteutus suoritetaan valmistajien ohjeiden mukaan. Laadukkaan lopputuloksen saavuttamiseksi rappaustyön aikaisiin sääolosuhteisiin täytyy kiinnittää erityisen paljon huomiota. Lisäksi erityisesti liitoskohtien suunnittelu ja toteutus tuntuu olevan ehkä se tämän järjestelmän ”akilleen kantapää”, jos sellaista edes on. Hyvä ja yksityiskohtainen suunnittelu ja valvottu toteutus takaavat laadukkaan ja kestäväen lopputuloksen. Myös järjestelmän jatkuva kehittäminen tuo varmasti uusia tuotteita ja ratkaisuja ongelmakohtiin.

## LÄHTEET

Alakulju, A. 2011. Weber Saint-Gobain. Kehityspäällikkö. Sähköpostiviesti. Tulostettu 5.4.2011.

Betoniteollisuus Ry. 2010. Betonielementtirakentamisen ohje. Luettu 31.3.2011. <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/julkisivujarjestelmat/rapatut-julkisivut>

Fescon Oy. 2010. Fescoterm Ohutlaastirappaus suunnitteluohje. Tulostettu 1.4.2011. <http://www.fescon.fi/tyoohjeet>

Kautto, A. 2011. Arkkitehtitoimisto LPV Oy. Puhelinkeskustelu 20.4.2011.

Liimatainen, K. 2011. Työpäällikkö. NCC Rakennus Oy. Haastattelu 27.4.2011.

Lehtonen, O. 2011. Fescon Oy. Puhelinkeskustelu. 1.4.2011.

Mikkola, E. 2010. VTT -lausunto EPS -seinäeristeen paloteknisestä käyttäytymisestä ohutrapatussa julkisivurakenteessa. Helsinki.

Mäkinen, K. 2011. Laukaan Betoni Oy. Sähköpostiviesti. Tulostettu 13.4.2011.

Narmapinnoitus Oy. 2007. Alsecco pinnoitteita. Tulostettu 20.3.2011. <http://www.alsecco.net/>

Narmapinnoitus Oy. Luettu 13.3.2011. <http://www.alsecco.net/>

Nikula, M. 2011. Narmapinnoitus Oy. Sähköpostiviesti. Tulostettu 15.3.2011.

Paroc Oy Ab. 2009. U-arvo-liite. Tulostettu 7.4.2011. <http://www.paroc.com>

Pekkarinen, K. 2011. Työmaapäällikkö. SRV Keski-Suomi. Puhelinkeskustelu. 26.4.2011.

Rakennustieto Oy. 2010. RunkoRYL 2010. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ramirent Finland Oy. 2002. Mastolavan pystytys ja purku. Tulostettu 14.4.2011. [http://ramirent.edita.fi/download/file/2523/SC4000FIN\\_04\\_PYSTYTYS\\_JA\\_PURKU.pdf](http://ramirent.edita.fi/download/file/2523/SC4000FIN_04_PYSTYTYS_JA_PURKU.pdf)

Saint-Gobain Weber. 2010. Weber opas 2010-2011. Helsinki.

Sto Finexter Oy. 2009. StoTherm Eristerappaus. Järjestelmäkuvaus. Tulostettu 5.4.2011. [http://stofi.fi/39397\\_FI-pdf-StoTherm\\_Eristerappausseloste.pdf](http://stofi.fi/39397_FI-pdf-StoTherm_Eristerappausseloste.pdf)

Suomen Betoniyhdistys r.y.. 2005. by 46 Rappauskirja 2005. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Suomen Betoniyhdistys r.y.. 2011. by 57 Eriste- ja levyrappaus 2011. Helsinki: BY-kustannus Oy.

Tompuri, V. 2008. Eristerappaukset valtaavat alaa julkisivukorjauksissa. Luettu 26.4.2011. <http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/talous/12382.html>

Vainio, M. 2011. Sto Finexer Oy. Sähköpostiviesti. Tulostettu 21.3.2011.



## LIITTEET

## LIITE 1: 1 (2)

<b>Yleisohje työmaalle</b>	
<b>Työvaihe</b>	<b>Huomioitavaa</b>
<b>Materiaalien vastaanotto ja varastointi</b>	
Elementtien kunnon tarkastus ja välivarastointi	Siirroissa noudatettava varovaisuutta, sillä eristepinta rikkoontuu helposti
Kuivalaastien varastointi säältä suojattuna ja irti maasta	Esim. lavan päälle ja pressulla peitto tai sisätiloihin
Maalien jäätyminen estettävä.	Varastointi tarvittaessa lämmitettyihin tiloihin
<b>Elementtien asennus</b>	
Elementit asennetaan ulkopintojen mukaan	
Eristeen kohdalle asennetaan villakaista	Villakaista 5mm paksumpaa ja 20mm kapeampaa kuin elementin sauma
<b>Valmistelevat työt</b>	
<b>Varmista, että tarvittavat suunnitelmat on saatavilla</b>	
Mallityö	Vaadittava laatutaso
Urakan aloituspalaveri	
Seinän vierustat tyhjäksi	
Käytettävälle nostokalustolle riittävän kantava ja tasainen maapohja	Tarvittaessa täytöt murskeella. Huomiotava riittävän ajoissa ennen rappaustyön alkamista
Eristepinnan kolhujen paikkaus	Mahdollisimman aikaisessa vaiheessa
Ikkunoiden vesipeltien ja sokkelipeltien asennus	Liitosdetaljien läpikäynti ennen työtä
Likaantuvien rakennusosien ja pintojen suojaus esim. lasi ja metallipinnat	Esim. rakennusmuovi ja teippi
Elementtien saumojen täyttö eristeellä	Toimittajan hyväksymällä materiaalilla, mineraalivilla tai uretaanivaahdo
Ulkopintojen linjaus ja mahdolliset oikaisut	

(jatkuu)

<b>Rappaustyö</b>	
Elementtisaumojen, nurkkien ja aukkojen pielen verkotus	Rappausjärjestelmään kuuluvilla tuotteilla
Smyygien täytöt	
Verkotuslaastin levitys ja verkotus	Toimittajan ohjeiden mukaan, järjestelmään kuuluvilla tuotteilla. Sääolosuhteiden huomioiminen
Toinen verkotuslaastikerros	Tarvittaessa
Pohjustuskäsittely	Toimittajan ohjeiden mukaan
Pinnoitus	Toimittajan ohjeiden mukaan. Sääolosuhteiden huomioiminen
Liittyvät rakennusosat	Liitosdetaljit, kittauksen sopivuus käytävään järjestelmään
<b>Viimeistelytyöt</b>	
Suojauksien poisto	
Pintojen puhdistus	
Jätteiden ja roskien siivominen ja lajittelu	