



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Eristerappauksen toteutus ja laadunvarmistus uudisrakentamisessa

Hermann Kivelä

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2017
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennustuotanto



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka
Tuotantotekniikka

Kivelä Hermanni
Eristerappauksen toteutus ja laadunvarmistus uudisrakentamisessa

Opinnäytetyö, 63 sivua joista liitteitä 2 sivua
Huhtikuu 2017

Eristerappaus on yleistynyt tapa toteuttaa julkisivu kerrostaloihin. Uudet modernit asemakaavat vaativat usein rakennusten julkisivuihin yhtenäiset elementtisaumattomat julkisivut. Tähän haasteeseen eristerappaus on sopiva ratkaisu. Rakennustyömaalla suoraan eristeen päälle toteutettu yhtenäinen rappauspinta vastaa asemakaavassa määrättyihin vaatimuksiin. Työn tilaajana ja ohjaajana toimii rakennusyhtiö YIT, joka haluaa standardisoida ja periyttää tietoa eristerappauksen työvaiheesta työnjohdolle.

Tämän opinnäytetyön aiheena on eristerappauksen laadunvarmistus työmaalla työnjohdon näkökulmasta. Työ käsittelee eristerappauksen teknisiä ominaisuuksia ja esittää rappausten toteuttamiseen käytettyjä detaljeja. Suurimpana tavoitteena on informoida ja helpottaa työnjohdon tehtäviä ja laadunvarmistusta ennen työvaihetta, sen aikana ja sen jälkeen. Työssä on haastateltu YIT:n työnjohdon henkilöitä, joilla on kokemusta eristerappauksen toteutuksesta työmaillaan. Työssä keskitytään myös työmailla esiintyneisiin ongelmiin ja niiden välttämiseen ennakolta.

Haastattelujen ja lähteiden avulla koottu opinnäytetyö tarjoaa tarvittavan informaation rappaustyön toteutukseen. Aineisto toimii työvaiheen ennakosuunnittelussa ja se pyrkii välittämään työnjohdon kokemuksia eteenpäin.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Construction Engineering
Building production

Kivelä Hermanni
Implementation of the thin coat plastering in new buildings

Bachelor's thesis 63 pages, appendices 2 pages
April 2017

Thin coat plastering is becoming more common way to build facades for new buildings. New town plans often require buildings to have convergent facades. For this purpose thin coat plastering is a suitable solution. The client and director of this Thesis work is construction company YIT. Company wants to standardize design phase of the thin coat plastering work.

The subject of this thesis is thin coat plastering quality management made by site manager at the building site. The work deals with the technical features of the thin coat plastering and shows details used in the implementation of the plastering. The main aim is to inform and facilitate the work management tasks and quality management before, during and after the plastering work. The work is based on interviews made at building site. The work also focuses on the problems encountered in construction sites and is trying to find solution for problems which can be faced in future.

The result of the thesis is information package to implement thin coat plastering work at the building site.

Key words: thin coat plastering, quality management, new buildings

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	SUUNNITTELUPERUSTEET	10
	2.1 Ohutrappaus-eristejärjestelmä	10
	2.2 Tuulikuorma	11
	2.3 Rakenteen omapaino	11
	2.4 Mekaaninen rasitus	11
	2.4.1 Mekaanisen törmäyskuorman ennakointi	11
	2.4.2 Isku- ja törmäyskuorman huomiointi.....	12
	2.5 Säärasitukset	13
	2.5.1 Kosteus.....	13
	2.5.2 Pakkanen	13
	2.5.3 Lämpötilan vaihtelut	13
	2.5.4 UV-säteily	14
	2.6 Lämpötekkinen toimivuus	14
3	ERISTERAPPAUSJÄRJESTELMÄN TOIMIVUUS	15
	3.1 Kosteustekkinen toimivuus	15
	3.2 Liitokset.....	17
	3.2.1 Liikuntasauha.....	18
	3.2.2 Julkisivumateriaalien liitos	19
	3.2.3 Sokkeliliitos	20
	3.2.4 1.kerroksen ulkokuoren ja 2.kerroksen rappauksen sauma	21
	3.2.5 Ikkunaliitos	22
	3.2.6 Räystääliitos	25
4	RAPPAUSMATERIAALIT	26
	4.1 Rappauslaastit	26
	4.1.1 Eristerappauksessa käytetyt laastit.....	26
	4.1.2 Sementtilaastin ominaisuudet.....	26
	4.1.3 Laastien lisäaineet ja kuidut	27
	4.2 Eristeet.....	28
	4.3 Rappausverkko ja kiinnikkeet	28
	4.4 Weber SerpoMin-rappausjärjestelmä	29
	4.5 STO StoTherm Mineral	31
5	RAPPAUKSEN TOTEUTUS	32
	5.1 Elementtien valmistus ja asennus.....	32
	5.2 Työmaajärjestelyt	33
	5.3 Valmistelevat työt.....	33

5.3.1	Resurssit.....	33
5.3.2	Rappaustyön edellytykset	34
5.4	Työturvallisuus	34
5.6	Eristekerroksen tasaisuus ja kiinnitys.....	35
5.7	Kohteiden suojaus	36
5.8	Rappaustyö.....	37
5.8.1	Laastin valmistus	37
5.8.2	Rappausverkon asennus ja verkotuslaastin levittäminen.....	37
5.8.3	Verkotuslaastin levitys.....	38
5.8.4	Jälkihoito.....	38
5.8.6	Rappaustyön olosuhteet	39
5.9	Pinnoitus	41
5.9.1	Pinnoitustavat.....	41
5.9.2	Roiskepinta	41
5.9.3	Hierretty pinta	42
5.9.4	Maalattu pinta	42
5.10	Lopettavat työt.....	42
6	LAADUNVARMISTUS	43
6.1	Laadun merkitys	43
6.2	Laadun määrittäminen	43
6.3	Laatuvaatimukset.....	44
6.4	Laadunvarmistustoimenpiteet	44
6.4.1	Sopimuksen läpikäyminen	45
6.4.2	Riskit ja potentiaaliset ongelmat.....	45
6.4.3	Aloituspalaveri.....	45
6.4.4	Tarkastuskortti	46
6.5	Laadun mittaus.....	46
6.6	Konkreettiset ongelmat työmailla	46
7	RAPPAUSTYÖKOHDE.....	49
7.1	Niemenrannan Fuugan yleistiedot.....	49
7.2	Valmistelevat työt ja työmaajärjestelyt.....	50
7.3	Kohteen rappaus	50
7.4	Lopettavat työt	51
7.5	Rappauksen laatu	51
8	RAPPAUKSEN KUNNOSSAPITO.....	53
8.1	Tarkkailu ja huolto.....	53
8.2	Julkisivun vaurioituminen.....	53
8.3	Rappauksen korjaaminen	53
8.3.1	Pinnoituskorjaus.....	54

8.3.2 Paikkaus- ja pinnoituskorjaus	54
8.3.3 Rappauksen purkaminen ja uusiminen	54
8.4 YIT:n vuosikorjaukset	55
9 JOHTOPÄÄTÖKSET	56
9.1 Eristerappaus yleisesti.....	56
9.2 Eristerappauksen laadunvarmistus työmailla.....	56
9.3 Eristerappaus rakennusurakoitsijan näkökulmasta	58
9.4 Eristerappaus kylminä vuodenaikoina	58
9.5 Eristerappaus loppukäyttäjän näkökulmasta.....	59
9.6 Työn käyttäminen	59
LÄHTEET	60
LIITTEET	62
YIT Rappaustyön laadun seuratakortti	62

ERITYISSANASTO

Rappausverkko

Rappauksen lujittamiseen ja vetorasitusten hallitsemiseen käytetty muovipinnoitettu lasikuituverkko. Alkalin kestävä verkko asennetaan verkotuslaastin yhteydessä.

Rappauskiinnikkeet

Lämmöneristeiden kiinnityksen varmistamiseksi asennettavat materiaalivalmistajan omat tarkoitukseen suunnitellut kiinnikkeet. Kiinnikkeet asennetaan rappustyön alussa ennen rappausverkon asennusta.

Rappauskulman vahvike

Julkisivussa olevan kulman vahvistamiseen käytetty muovipinnoitettu lasikuituverkon pala. Vahviketta tarvitaan kulman vahvistamiseen paikallisten vetojännitysten stabilisointiseksi.

Rappauksen alareunalista

Muovinen tai muovipinnoitettu lista, jolla saadaan tehtyä viimeistelty ja siisti alareuna rappaukselle. Reunalista muodostaa tippanokan rappauksen alaosaan.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Eristerappauksella tarkoitetaan lämmöneristeen päälle tehtävää rappausta. Eristerappauksessa levitetään laastikerros suoraan rappaukseen soveltuvan lämmöneristeen, joko solumuovin, EPS-eristeen tai mineraalivillan päälle. Eristerappaukseen soveltuvat materiaalit ovat eri valmistajien kehittämiä kokonaisuuksia, jotka on testattu eristerappaukseen soveltuviksi. Eri järjestelmiin on kehitetty omat lämmöneristeet, rappauslaastit ja rappaus-tarvikkeet.

Eristerappauksen käyttö on ollut yleistä Euroopassa toisen maailmansodan jälkeen. Suomessa sen historia ulottuu kuitenkin vain 1970-luvulle. Tuolloin järjestelmän käyttö ei kuitenkaan ollut vielä suosittua. 2000-luvulle tultaessa niiden suosio on lähtenyt tasaiseen kasvuun. Järjestelmää on alettu käyttää niin korjaus- kuin uudisrakentamisessakin.

Korjausrakentamisessa järjestelmää on käytetty julkisivukorjausten yhteydessä tehdyn ulkoseinien lisälämmöneristysten päälle. Uudiskohteissa eristerappaus on yleistynyt arkitekhtien ja kaavoittajien halusta luoda rakennuksille saumaton ja yhtenäinen rapattu julkisivu.

1.2 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tarkoituksena on kerätä laajasti tietoa eristerappauksen käytöstä ja toteutuksesta. Tutkimuskohteena ovat rappauksen työmenetelmät, rakenteellinen ja fysikaalinen toiminta, työnohjaus, huolto ja korjaus. Erityisen tärkeä tavoite on selvittää, minkälainen prosessi eristerappaus on työnjohdolle ja miten työnjohdon työtaakkaa voisi helpottaa. Lisäksi tavoitteena on muodostaa standardit YIT:n eristerappauksen laadunvarmistukseen. Opinnäytetyö perustuu työmailta saatuun informaatioon työnohjauksessa havaituista ongelmista ja kehitysehdotuksista. Nykyään on yleistä, että aliurakoitsijat hoitavat eristerappauksen toteutuksen, joten opinnäytetyössä huomioidaan myös aliurakoitsijoiden osuus eristerappauksen laadunvarmistuksessa.

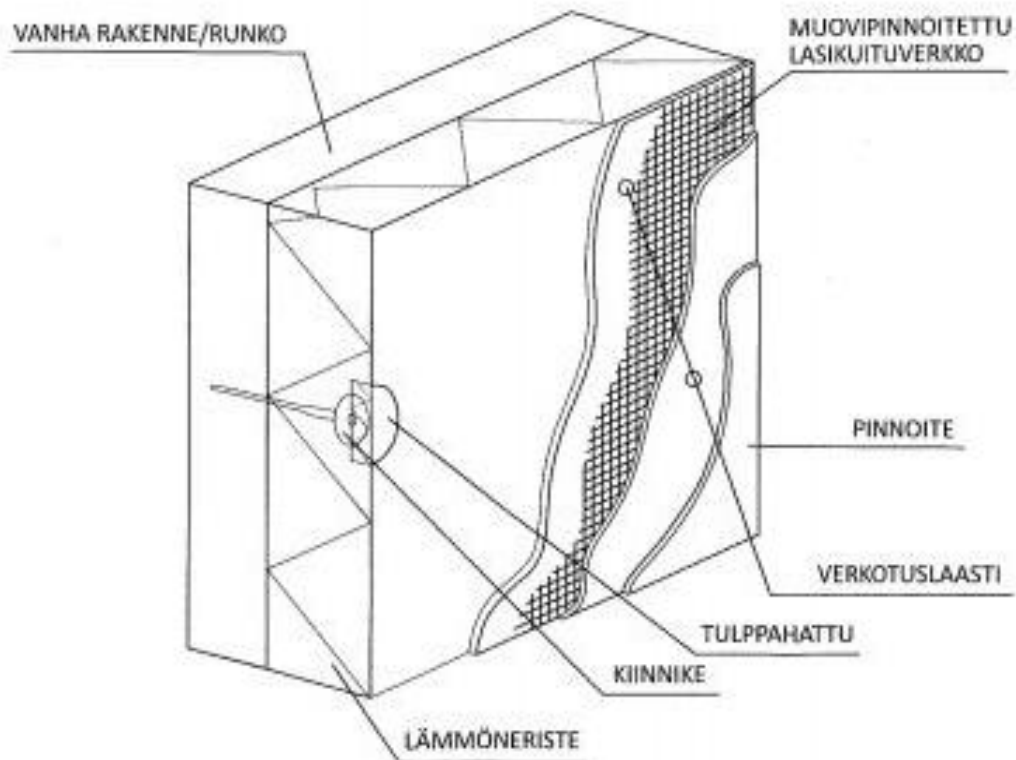
1.3 Työn rajaus

Työssä keskitytään YIT:n uudisrakentamisen eristerappauksen laadunvarmistukseen. Työssä tarkastellut kohteet sijaitsevat Tampereella. Yleisesti Eristerappaus-järjestelmää voidaan käyttää uudisrakentamisessa kahdella tapaa. Se joko tehdään asentamalla eristeet työmaalla tai betonielementtitehtaalla. Tässä opinnäytetyössä keskitytään eristerappauksen toteuttamiseen suoraan elementtitehtaalla asennetun eristeen päälle. Korjausrakentamisessa käytettäviä eristerappauksia ei käsitellä.

2 SUUNNITTELUPERUSTEET

2.1 Ohutrappaus-eristejärjestelmä

Ohutrappaus-eristejärjestelmässä rappaus tehdään suoraan lämmöneristeen päälle. Rappaus muodostaa eristeen päälle yhtenäisen rappauslaastilla eristeeseen kiinnitetyn kovan ja sitkeän pinnan, joka on lujitettu rappausverkolla. Rappauksen paksuus on noin 5-10mm paksu. Järjestelmän eristeet kiinnitetään liimalaastilla tai kiinnikkein kantavaan rakenteeseen. Eristeisiin liimatun rappauksen liikkeet määräytyvät kantavan rakenteen ja eristeiden liikkeiden mukaan, joten järjestelmässä liikuntasaumot ja rappauksen hallittujen liikkeiden suunnittelu on erittäin oleellista. (Eristerappauskirja by 57 2016, 10.)



Kuva 1 Ohutrappaus-eristejärjestelmän rakenne (Eristerappauskirja by57,11)

2.2 Tuulikuorma

Rappaukseen vaikuttavan tuulikuorman suuruus määritetään eurokoodin EN 1991-1-4 mukaan. Tuulikuorman suuruuteen vaikuttavat rakennuksen korkeus, muoto ja sen sijainti. Rappaus tulee mitoittaa sekä paineelle että tuulen imuvaikutukselle, joka on suurinta rakennuksen nurkissa ja yläreunoissa. Imuvaikutus vetää rappausta irti seinästä (huomioidaan kiinnikkeiden mitoituksessa) ja puristus painaa rappausta seinää kohti (lämmöneristeen puristuskestävyys). (Eristerappuskirja by57 2016, 20.)

2.3 Rakenteen omapaino

Eristerappausrakenteen omapaino koostuu lämmöneristeen ja rappauserroksen painosta. Lämmöneristeen paino riippuu käytetystä materiaalista ja sen paksuudesta. Esimerkiksi yleisesti käytetyn lamellivillan tiheys on 60-80 kg/m³ ja EPS-eristeen tiheys 15-20 kg/m³. Ohutrappaus-eristejärjestelmän omapaino on yleisesti noin 0,15 – 0,2 kN/m². (Eristerappuskirja by57 2016, 29-30.)

EPS-eristeellä saadaan toteutettua kevyempiä rakenteita, sillä sen tiheys on pienempi ja eristepaksuus sama kuin lamellivillalla. Rappausjärjestelmä vaatii aina mekaaniset kiinnikkeet, joiden asentaminen saattaa olla hankalaa matalien aukkojen yläpuolelle (Julkisivuyhdistys suunnitteluohje.)

2.4 Mekaaninen rasitus

Eristerappauksiin aiheutuu rakennuksen käyttövaiheessa mekaanista rasitusta, esimerkiksi erilaisia iskuja ja törmäyksiä. Tämän vuoksi mekaaniselle rasitukselle alttiit seinät tai seinäosat on suojattava esimerkiksi erilaisilla kaiteilla ja istutuksilla. Rakennuksen eri seinäpinnoille on määritelty vaadittavat rappauksen iskunkestävyydet rappauksen käyttöluokan mukaisesti. (Eristerappuskirja by57 2016. 22.)

2.4.1 Mekaanisen törmäyskuorman ennakointi

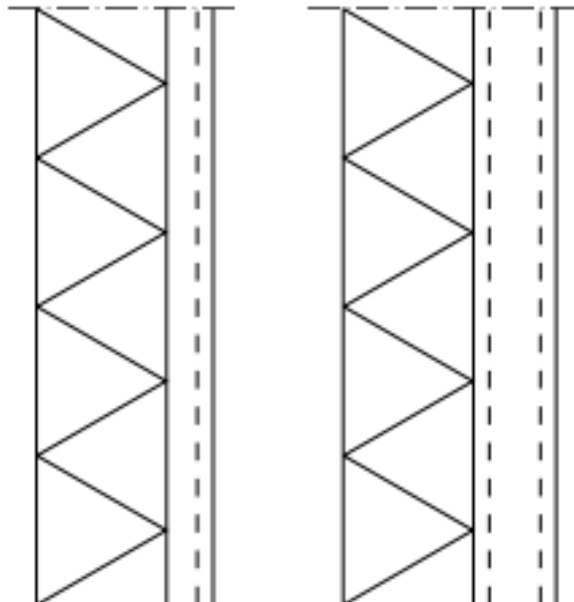
Ongelmakohtia ovat usein parvekkeiden taustat. Usein parvekkeiden taustat ovat betoni-pintaisia. Parvekepieliin on helppo tehdä rappauksen liittymä niin, ettei se näy. (Eristerappuskirja by57 2016, 30.)

2.4.2 Isku- ja törmäyskuorman huomiointi

Eristerappaus on rakenteellisesti huono kestävä iskuista ja törmäyksistä aiheutuvia ra-situksia. Siksi iskuihin on varauduttava suunnittelussa ja rakennusvaiheessa, jotta rap-pauksen käyttöikä olisi mahdollisimman pitkä. Ongelmia voidaan ehkäistä käyttämällä kaksinkertaista rappausverkkoa. Tätä työmenetelmää käytettäessä toinen verkko asenne-taan lähelle eristeen pintaa ja toinen ulkopinnan läheisyyteen. Iskukuormien ehkäisyyn voidaan käyttää myös polymeerilaasteja ja panssariverkkoa, joiden ansiosta rappauspin-nasta tulee joustavampi. (Eristerappuskirja by57 2016, 30.)

Käyttöluokka	Toteamistapa	Rappaukseen syntynyt vaurio
I Alimman kerroksen katujulkisivut tai muut koviille ihmisten aiheuttamille iskuille altistuvat alueet.	10 joulen iskukoe	Pintaan ei saa muodostua vaurioita
II Seinäalueet, jotka voivat altistua potkuille tai tavaroiden heittäilylle, mutta eivät ole suoraan kadun vieressä.	10 joulen iskukoe	Näkyvät halkeamat mahdollisia, ei läpileikkautumista
III Eivät todennäköisesti tule altistumaan ihmisten aiheuttamille iskuille tai tavaroiden heittäilylle.	3 joulen iskukoe	Näkyvät halkeamat mahdollisia, ei läpileikkautumista
X Ei soveltuvaa käyttökohdetta.	3 joulen iskukoe	Läpileikkautuminen

Kuva 2 iskulujuuskokeen luokittelu (Julkisivuyhdistys suunnitteluohje)



Kuva 3 tavanomainen perusverkotus ja parannetun iskunkestävyyden kaksinkertainen verkotus (Eristerappuskirja by57 2016, 30)

2.5 Säärasitukset

Suomen olosuhteissa rakennuksen ulkoseiniin kohdistuu monta säästä ja vuodenaajoista aiheutuvaa rasitusta. Tämän vuoksi käytettyjen materiaalien ja rakenneratkaisujen tulee hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi olla hyvin säänkestäviä. (Eristerappuskirja by57 2016, 22.)

2.5.1 Kosteus

Kosteus on yksi oleellisin rappauksen käyttöikään vaikuttava rasitus. Se on mukana kaikissa merkittävässä turmeltumisilmiöissä. Kosteus aiheuttaa eri olomuodoissaan rapautumista, metallien korroosiota ja tartunnan heikkenemistä. Se voi myös heikentää orgaanisten laastien ja liimojen tarttumisominaisuuksia. (Eristerappuskirja by57 2016, 22.)

2.5.2 Pakkanen

Yhdessä kosteuden kanssa pakkanen aiheuttaa huokoisissa rakenteissa pakkasrapautumista. Rakenteen huokosissa oleva vesi jäätyessään laajenee ja aiheuttaa rakenteen rapautumista. Rasituksen suuruuteen vaikuttavat lämpötilan muutokset, rakenteen kosteuspiitoisuus, laastien huokosrakenne ja lujuus. Pakkasrapauma on suurinta alueilla, joissa on tuulista ja kosteaa, esimerkiksi vesistöjen läheisyydessä sijaitsevilla alueilla. Suomen sääolosuhteissa rakenteet altistuvat kovalle viistosateelle, joka yhdessä jäätymis-sulamissykliä kanssa aiheuttaa kovaa pakkasrapautumista. (Eristerappuskirja by57 2016, 23.)

2.5.3 Lämpötilan vaihtelut

Lämpötilan vaihtelut aiheuttavat rakenteeseen mekaanista liikettä fysikaalisen lämpölaajenemisen takia. Rappauspinnat ovat yleensä suuria koko seinäalueen kokoisia kokonaisuuksia, joissa on paljon pinta-alaa, joka lämpölaajenee. Mekaaninen rasitus voi aiheuttaa rappauksen halkeilua, mikä johtuu tason suuntaisista lämpöliikkeistä. Se aiheuttaa myös rappauskerroksen ja eristeen erisuuntaista liikettä, joka johtaa niiden tartunnan heikkeneemiseen. Erityisesti tummasävyisten rappauksien lämpöliikkeiden hallinta on otettava huomioon rappauksen suunniteltaessa. Rappauspinnan liiallisen lämpötilan nousun vuoksi rappausväreinä tulisi käyttää värejä, joiden heijastusarvo on alle 20% (Eristerappauskirja

by57 2016, 23.) Lämpöliikkeiden takia detaljien suunnittelussa ja työsuorituksessa on kiinnitettävä erityistä huomiota rakenteen liikuntasaumoihin.

2.5.4 UV-säteily

UV-säteily aiheuttaa rappauksessa väripigmentin haalenemista. Säteily myös kovettaa ja heikentää rappauksen saumamassojen muodonmuutoskykyä, jolloin saumamassa voi halkeilla ajan myötä. Työvaiheessa UV-säteily vanhentaa ja heikentää eristeen suojaamattomaa pintaa ja heikentää eristeen ja laastin välistä tartuntaa. (Eristerappuskirja by57 2016, 23.)

2.6 Lämpötekkinen toimivuus

Uudisrakentamisessa seinärakenteelle on asetettu rakentamismääräyksissä vähimmäisarvot ulkoseinän lämmönläpäisykertoimelle. Vuoden 2010 rakentamismääräyksistä asti voimassa ollut U-arvo on $0,17\text{W/m}^2\text{K}$. Tämän arvon saavuttamiseksi Weberin rappausjärjestelmässä käytetään 230mm mineraalivillaa. (Weber tuotteet.)

3 ERISTERAPPAUSJÄRJESTELMÄN TOIMIVUUS

3.1 Kosteustekninen toimivuus

Ulkoseinän kosteusteknisessä tarkastelussa alusrakenteen, lämmöneristeen ja rappauksen tulee muodostaa keskenään toimiva kokonaisuus. Rakenteessa ei ole tuuletusväliä, minkä takia kuivuminen tapahtuu diffuusiolla rakennekerrosten läpi. Tämän takia rakenteeseen pääsevän veden määrä tulee minimoida heti toteutusvaiheesta lähtien. Rakenteen kuivuminen ulospäin tulee olla mahdollisimman nopeaa, joten rakenteen vesihöyrynläpäisevyys tulee olla riittävän suuri. Materiaalivalinnoilla voidaan vaikuttaa rakenteen vesihöyrynläpäisevyyteen. Eristeistä mineraalivillat ovat helpommin vesihöyryä läpäiseviä kuin solumuovieristeet, mutta mineraalivillat imevät kastuessaan enemmän vettä kuin solumuovieristeet. Seinärakenteessa vesi pääsee kuitenkin painovoimaisesti kulkeutumaan alaspäin, joten rakennusvaiheessa kosteutta saanut mineraalivilla kuivuu myös painovoimaisesti alaspäin. (Eristerappuskirja by57 2016, 23-25.)

Rappauksen toteutuksen suunnittelussa tulee varautua kosteustekniseen toimivuuteen. Suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota:

- työnaikaiseen kosteuden hallintaan
- rappauksen halkeilun hallintaan
- liitoskohtien tiiviyteen
- pinnoitteen valintaan

Rakenteen kuivumisen varmistamisessa pitää huomioida seuraavat asiat:

- työnaikainen sääsuojaus
- vesihöyryä läpäisevät laastit ja pinnoitteet
- vesihöyryä läpäisevät lämmöneristeet (Eristerappuskirja by57 2016, 23-25.)

3.1.2 Halkeilun hallinta

Halkeilun hallinnalla pyritään minimoimaan rappauksessa esiintyviä halkeamia. Halkeilun hallinta on rappauksen elinkaaren kannalta merkittävin tekijä. Se on myös rakenteen kosteusteknisen toimivuuden tae.

Halkeilun rajoittaminen vähentää viistosateella rappauksen pintaan satavan veden pääsyä rappauksen alle, jossa se vaurioittaa laastitartuntaa. Halkeamia voi syntyä rappaukseen esimerkiksi laastin kutistumisesta, lämpö- ja kosteusliikkeistä sekä eristeiden hallitsemattomasta liikkeestä. Herkästi vaurioituvia kohtia ovat erityisesti julkisivun aukkojen nurkat, joihin on pakko asentaa lisäverkotus. Halkeilua hallitaan laastiverkolla, liikunta- saumojen määrällä ja sijainnilla sekä rappauskerroksen määrällä. (Eristerappuskirja by57 2016 23-25.)

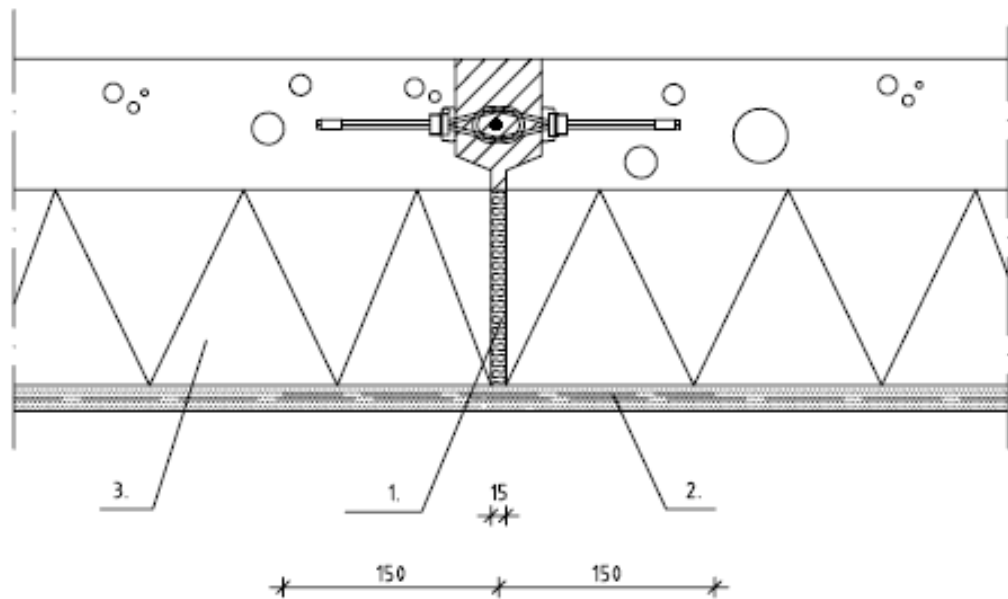
Ohutrappausjärjestelmässä rappauksen liikkuminen eristeen suhteen estetään kiinnittämällä eristeet tiukasti kantaviin rakenteisiin sitä varten kehitetyillä kiinnikkeillä. Jos eristeiden kiinnitys ei ole riittävä, eristeisiin kohdistuu ennakoimattomia liikkeitä, jotka voivat aiheuttavat rappaukseen halkeaman. (Eristerappuskirja by57 2016, 25.) Liikkeiden estämiseksi eristeiden kiinnitys tulee toteuttaa rakennesuunnitelmien mukaan.

Halkeilun kannalta on oleellista, ettei rappauskerroksen laastin vetolujuus ylitä verkon vetolujuutta. Laastikerroksen vetolujuuden ollessa liian korkea tai kerrospaksuuden ollessa liian suuri rappausverkko ei pysty siirtämään rappauskentän vetovoimia halkeamien yli. Tällöin vetorasitukset voivat nousta yksittäisen pienen halkeaman kohdalla niin suureksi, että rappausverkko repeää. Tällöin rappaukseen syntyy entistä leveämpi halkeama. Ongelman estämiseksi laastikerroksen tulee olla tasaisen paksu koko julkisivun alalla. (Eristerappuskirja by57 2016, 25.)

Rappauksen halkeilun voi huomata rakennuksesta vesisateen aikana ja sen jälkeen, sillä rappaus kastuu ja kuivuu eri lailla halkeamien kohdilta. Vuosien kuluessa halkeamiin voi myös muodostua epäpuhtauksia ja likaa. Helpoiten halkeamat voidaan erottaa vaaleista ja tasaisista julkisivupinnoista. (Rappauskirja 2005, 132.)

3.2 Liitokset

Rappausrakenne liitetään toiseen julkisivumateriaaliin aina materiaalien liikkeiden sallivalla liitoksella. Detaljit on suunniteltu tapauskohtaisesti seinärakenteiden ja materiaalien ominaisuudet huomioon ottaen. Suunnittelussa oleellisinta on halkeilun ja materiaalien liikkeiden hallinta. Liitosdetaljien onnistuminen on olennaista rappauksen halkeilun ja vedenpitävyyden kannalta. Liitosten toimivuus ja hyvä toteuttaminen takaavat rappauspinnan pitkän käyttöiän



1. Mineraalivillatilke
2. Lisäverkko weber Lasikuituverkko, leveys 300 mm
-kiinnitys weber.vetonit 410 Ohutrappauslaasti
3. Kaksikerrosrappaus, ks. DET 1

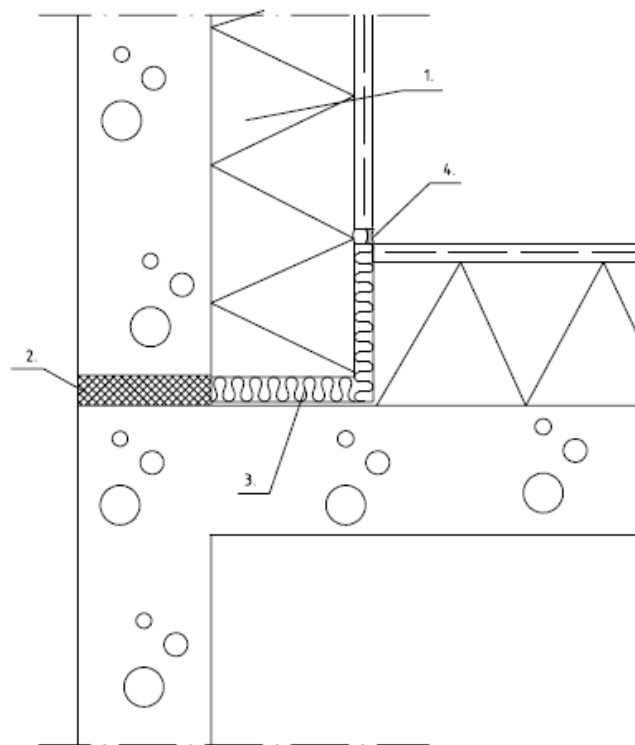
Huomioitavaa: betonielementit, betonielementtien liitokset ja rakenteelliset liikuntasaumot rakennesuunnittelijan suunnitelmien mukaan

Kuva 4 Elementtien pystysaumot (A-Insinöörit, detaljikuvat)

3.2.1 Liikuntasauma

Yleensä eristerappausjulkisivu vaatii liikuntasaumoja vain julkisivumateriaalien liitoksissa ja rungon liikuntasaumojen kohdalla. Rungon liikuntasaumat tehdään pääosin eristejärjestelmiin kehitetyllä liikuntasaumaprofiililla. Profiili asennetaan aukkojen ja kulmien vahvikkeiden asennuksen yhteydessä. Liikuntasauma liittyy järjestelmään reunoistaan, jotka painetaan verkotuslaastikerrokseen. (Eristerappuskirja by57 2016, 44.)

Toinen tapa toteuttaa liikuntasauma on jälkisahaus. Sahaus tehdään koko rappauskerroksen läpi ja se tehdään verkotuslaastin kovetuttua ennen pinnoitusta. Tämä tapa ei kuitenkaan ole yleinen, koska sen tiivistäminen sadeveden pitäväksi on käytännössä vaikeaa. Sillä saumasmassalle jäävä tartuntapinta rappauskerrokseen jää usein liian kapeaksi. Liikuntasauma tehdään kuvan 5 mukaan. (Eristerappuskirja by57 2016, 45.)

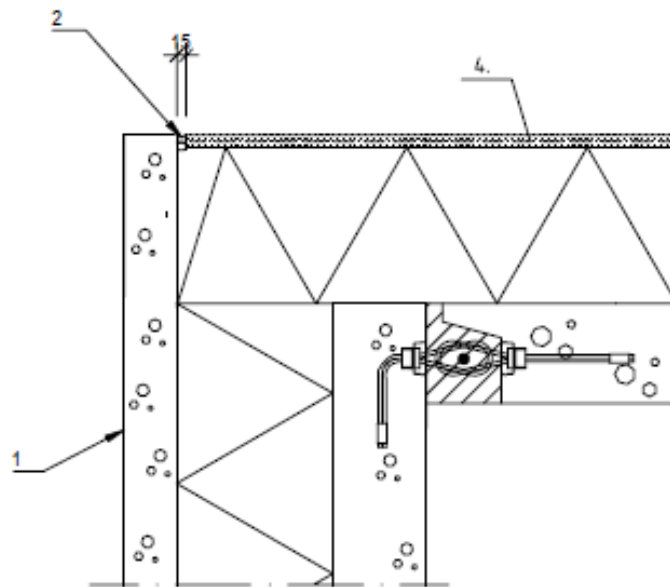


1. Rakenne ja kerrokset ks. DET 1 ja DET 2
2. Rakenteellinen liikuntasauma
3. Mineraalivillatilke
4. Rappauksen liikuntasauma
- weber Tiivistenauha tai
- alusnauha + elastinen saumamassa, esim. Sika Hyflex 260 tai Illbruck FS500

Kuva 5 Rungon liikuntasauma (A-Insinöörit, detaljikuvat)

3.2.2 Julkisivumateriaalien liitos

Rappauksen reunasta lähellä liitosta tehdään siisti ja tasainen reuna päättölistan avulla. Päättölistat asennetaan aukko- ja kulmalistojen vahvikkeiden kanssa samaan aikaan. Päättölistan reunat painetaan verkotuslaastikerrokseen ja varmistetaan tartunta. Päättölista muodostaa tulevan tartuntapinnan liitoksen tiivistävälle saumausmassalle. Erityistä huomiota on kiinnitettävä liitoksen massalle tulevan sauman riittävään leveyteen, jotta saumausmassa mahtuu elämään lämpöliikkeidensä mukaan eikä riko rappauspintaa. Saumausmassalle tulevan sauman leveys täytyy selvittää materiaalivalmistajalta laadun takaamiseksi. (Eristerappuskirja by57 2016, 45-46.)



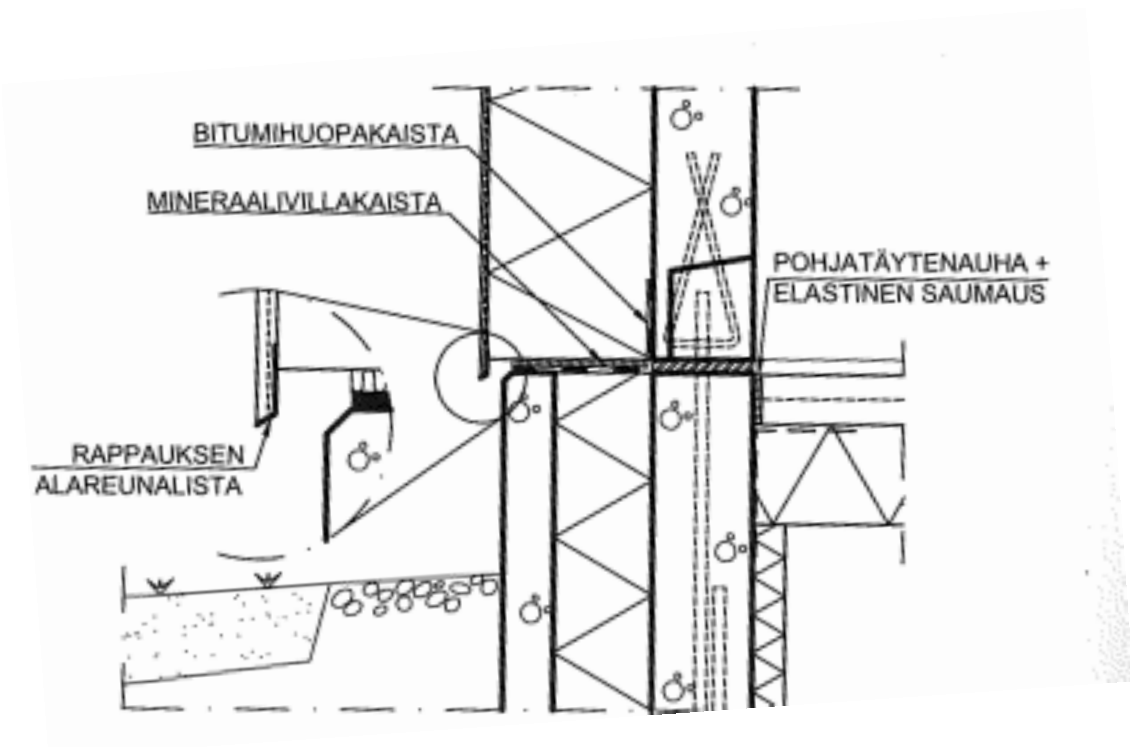
1. Elementin ulkokuori
2. Weber tiivistenauha tai alusnauha + elastinen saumamassa, esim. Sika Hyflex 260 tai Illbruck FS500
3. weber-Kulma- tai weber-Kulmarulla
4. Kaksikerrosrappaus, ks. DET 1

Huomioitavaa: betonielementit, betonielementtien liitokset ja rakenteelliset liikuntasaumot rakennesuunnittelijan suunnitelmien mukaan

Kuva 6 Eri julkisivumateriaalien liitos (A-Insinöörit, detaljikuvat)

3.2.3 Sokkeliliitos

Rappauspinnoitetun julkisivun on oltava vähintään sokkelin pintaa 10-15 mm ulompana, koska rappausjärjestelmä voi ajan kuluessa painua seinään päin. Rappauksen painumavarailla varmistetaan, että rapattu julkisivupinta ja sokkeli eivät painu yhteen. Eristeen ja sokkelin liitos tiivistetään seinän eristettä 20mm lyhyemmällä mineraalivillakaistaleella. Näin rappauksen alalistan tippanokan ja eristeen välille ei synny vedelle mahdollisuutta kulkeutua eristeeseen. Alareunaan asennetaan vahvikkeiden asennuksen yhteydessä alareunalista, joka muodostaa suoran ja siistin alareunan rappaukselle. Alareunalistan tulee ylettyä vähintään 15mm sokkelin ulkopuolelle. (Eristerappauskirja by57 2016, 45-46.)

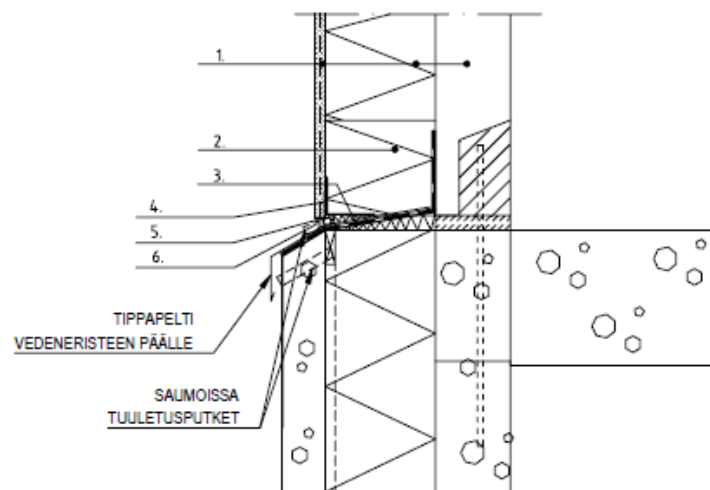


Kuva 7 Sokkeliliitos (Eristerappauskirja by 2016, 46)

3.2.4 1.kerroksen ulkokuoren ja 2.kerroksen rappauksen sauma

Sandwich-elementin ja rapatun villaelementin yhtymäkohdan kosteusteknisen toimivuuden kannalta on tärkeää, että mineraalivillan painovoimaisesta kuivumisesta alaspäin juohtuva vesi ohjataan rakenteesta pois. Se onnistuu bitumihuopakaistalla, joka asennetaan kantavasta rakenteesta ulospäin kallistavaksi. Veden ulos johtamisessa tärkeää on tippapellin asentaminen sandwich-elementin ulkokuoren yli. (Eristerappauskirja by 57 2016, 47; Urvanta 2017.)

Detaljissa on ollut työmailla ongelmia. Suunnitelmissa olevan bitumihuopakaistan ja elementtisaumauksessa käytettävän primerin yhteensopivuus on todettu huonoksi. Elementtisaumasprimeri syövyttää bitumihuopakaistaa ja nestemäinen bitumi pyrkii valumaan sandwich-elementin ulkokuoren päälle. Tämän takia tulisi käyttää peltiä veden johtamisessa rakenteesta ulos. (Urvanta 2017.)



- 1.Kerrokset ks. Järjestelmäkuvaus
- 2.Varaus 200 mm elementin eristyksessä (tehtaalla)
 - bitumikermin asennuksen jälkeen varaukseen liimataan vastaava lamellieristys työmaalla
- 3.Itseliimautuva bitumihuopakaista
 - kallistus mineraalivillakiilalla tms.
- 4.weber Kulma tai weber Kulmarulla
- 5.weber 3794 Aloitusprofiili
- 6.weber Tiivistenauha tai alusnauha + elastinen saumamassa

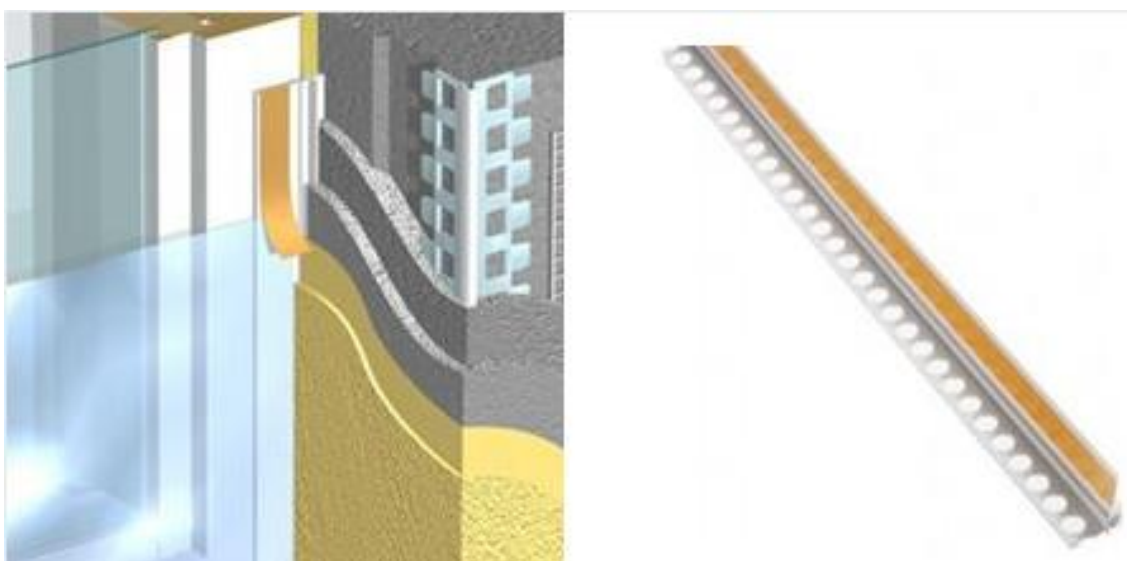
Huomioitavaa : sokkelit, seinäelementit ja elementtiliitokset rakennesuunnittelijan suunnitelmien mukaan

Kuva 8 1.kerroksen sandwich-elementin ja 2.kerroksen rappauselementin liito (A-insinöörit, detaljikuvat)

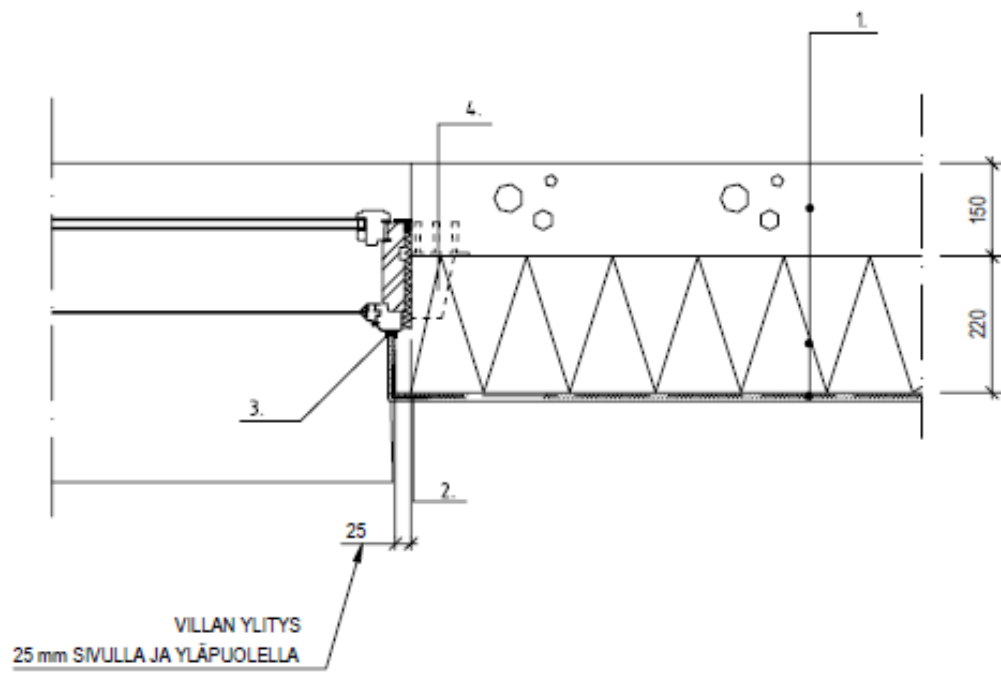
3.2.5 Ikkunaliitos

Ikkunaliitoksessa tärkeintä on huomioida kosteuden liikkeet rappauksen pinnassa ja estää kosteutta pääsemästä rakenteen sisään. Erityisesti pitää huomioida ikkunan pielen ja karmin liitoskohta, jotta vesi ei pääse tuulen paineen avulla kulkeutumaan verkotuslaastin tai rakenteen sisään. Rappauksen liitokset tiivistetään rappauksen ikkunanrajaus- ja suojausprofiililla, jota vasten rappaus tehdään. (Eristerappauskirja By 57 2016, 48.)

Ikkunan vesipeltien kaltevuuden pitää olla vähintään 20 ° kulmassa. Etureunan etäisyyden tulee olla rappauksen pinnasta vähintään 30mm, jotta vesipeltiä pitkin valuva vesi ei suoraan valuisi pellin alapuoliselle rappaukselle. Tämä ehkäisee rappauksen pinnan vaurioitumisen. Ikkunapellityksen lämmöneristeen puoleisien reunojen ulkoreuna asennetaan tasan lämmöneristeen kanssa. Ikkunan pielen alaosaan asennetaan rappauksen alalista, jossa on tippanokka. Näin varmistetaan, ettei vesi kulkeudu rakenteen sisään ikkunan pielen alaosista. (Eristerappauskirja By 2016, 49.)



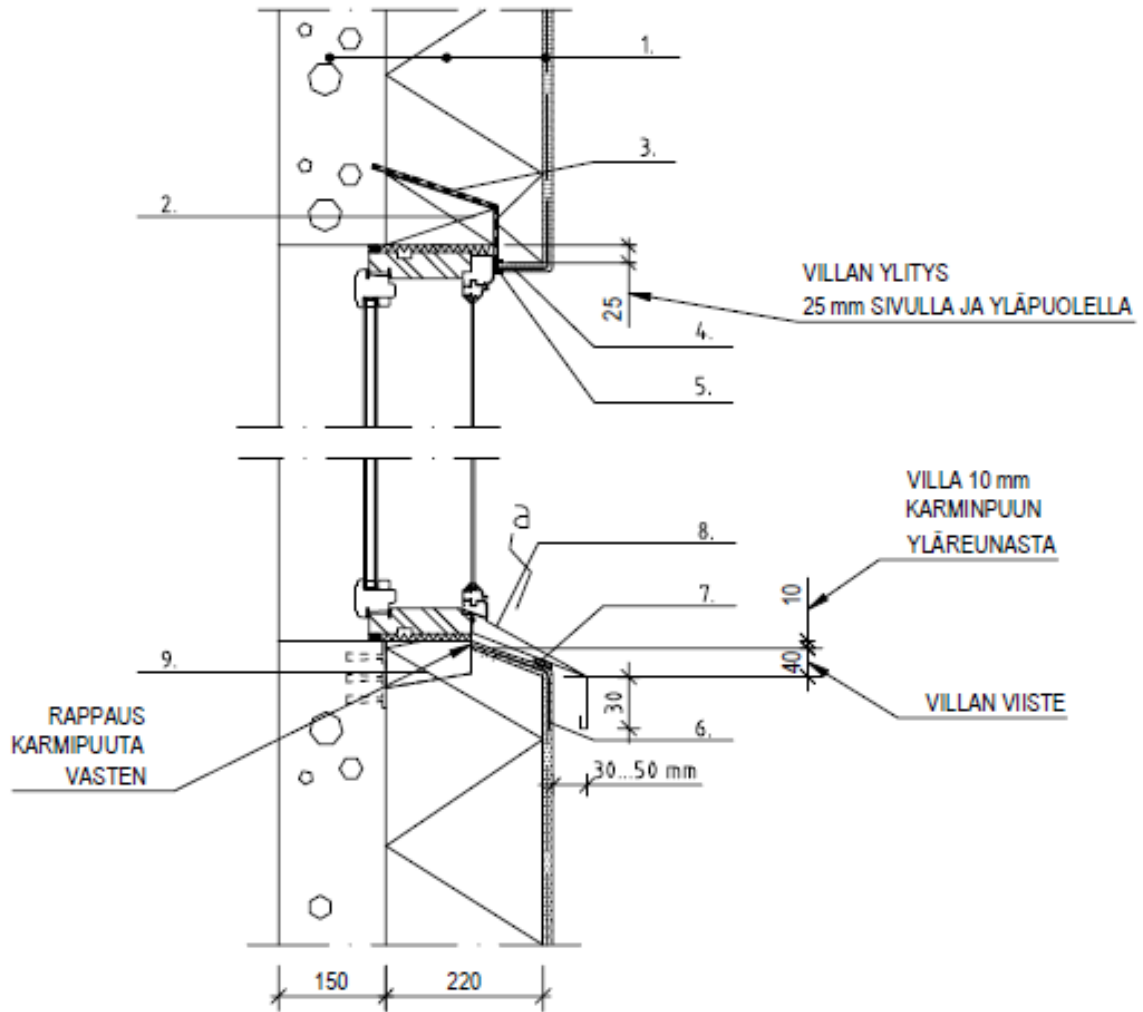
Kuva 9 Rappausprofiili, jolla tiivistetään ikkunan liitos. Rappausprofiili asennetaan karmin ja eristeen väliin ja rappaus työstetään sitä vasten. Profiili varmistaa siistin ja vesitiiviin liitoksen karmin ja rappauksen välille. (Weber julkisivu, tuotteet 2017)



1. Kerrokset ks. Järjestelmäkuvaus
2. weber Kulma (rappauksen kulmavahvike)
3. weber 3721 Ikkunaprofiili V
4. Karmikulma tai puinen apukarmi (paineekyllästetty)

Huomioitavaa: aukon pielissä eriste vietävä ikkunan karmin päälle

Kuva 10 ikkunaliitos (A-insinöörit, detaljikuvat)



1. Kerrokset, ks. Järjestelmäkuvaus
2. Apukarmi (paineekyllästetty)
3. Itseliimautuva bitumihiuopa
-upotetaan betonivaluun
4. weber Kulma (rappauksen kulmavahvike)
5. weber 3721 ikkunaprofiili V
-liimataan ikkunan karmiin
6. weber Kulmarulla (taivutettava rappauksen kulmavahvike)
7. weber Tiivistenauha
8. Vesipelti, ks. RT 80-10632
- kaltevuus vähintään 1 : 2,5
- välituenta > 1,5 m aukoissa
- vesipellin alusta verkotetaan ja rapataan
ennen pellin asennusta
9. Karmikulma tai puinen apukarmi (paineekyllästetty)

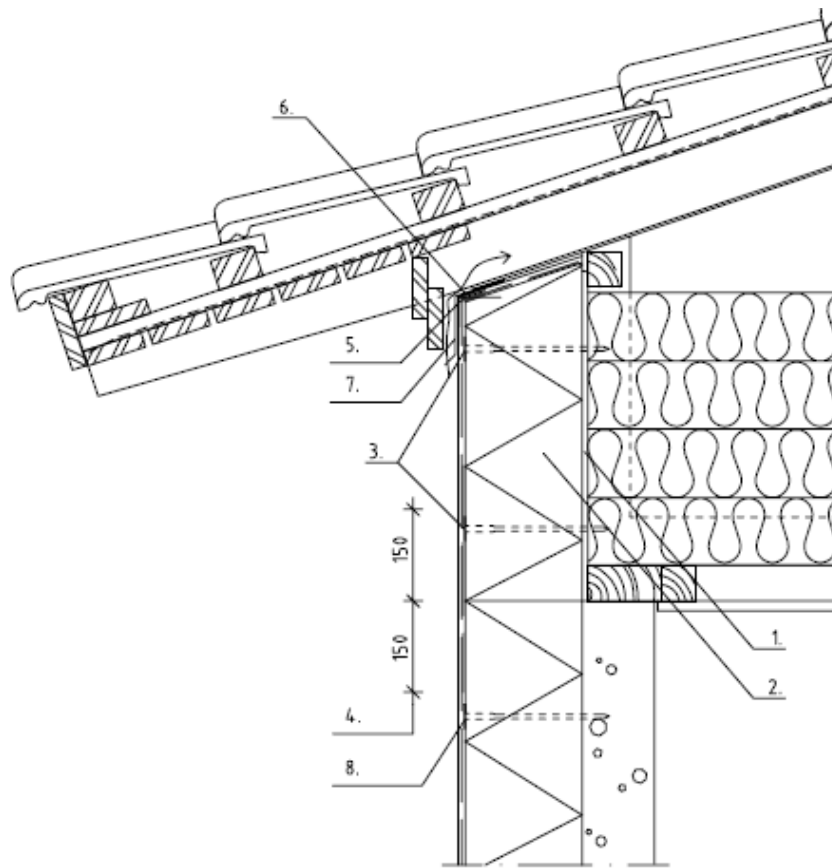
Leikkaus a - a ks. DET 11

Huomioitavaa: aukon yläreunassa eriste viетävä ikkunan karmin päälle

Kuva 12 ikkunaliitos (A-insinöörit, detaljikuvat)

3.2.6 Räystäliitos

Tuuli aiheuttaa räystään luona alipaineen puhaltaessaan rappausta pitkin ylöspäin ja räystään kohdatessaan sen suunnan muuttuessa seinästä ulospäin. Näin seinän yläosaan syntyy rappausta ja eristettä seinästä pois päin vetävää imua. Tuulen ja imun takia vesi voi kulkeutua poikkeuksellisesti myös ylöspäin. Tuulen aiheuttamiin olosuhteisiin tulee kiinnittää erityistä huomiota rappauksen liittymisessä räystäääseen. Eristeiden mekaanisia kiinnikkeitä tulee olla enemmän kuin muilla seinän osilla, jotta vältytään lämmöneristeiden irtoamisilta kantavasta rungosta. Sateella rappauksen pinta ei juuri ime vettä, joten sen pintaa muodostuu vesikalvo. Veden kulkeutumista ylöspäin ehkäistään detaljissa esitetyn myrskypellin avulla. (Eristerappauskirja by 57 2016, 46-47.)



1. Jäykkä säänkestävä levy
2. Lamellieriste, esim. ISOVER FL tai Paroc FAL 1
-liimataan levyyn weber.vetonit 410 Ohutrappauslaastilla
3. weber STR JT3 Kiinnike + SBL 140 Peitelevy + STR Tulppa
-kiinnitys puurunkoon rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan
4. Lisäverkko weber Lasikuituverkko # 6 mm, leveys 300 mm
5. weber Kulmarulla (taivutettava kulmavahvike)
6. weber Tiivistenauha myrskypellin ja rappauksen välissä
7. Myrskypeltti, ks. RT80-10632
8. weber H1 eco Kiinnike + SBL 140 Peitelevy + STR Tulppa
-tarvittaessa eristetoimittajan ja rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan

Kuva 13 räystäliitos (A-insinöörit, detaljikuvat)

4 RAPPAAUSMATERIAALIT

4.1 Rappauslaastit

Eristerappauksissa käytetään epäorgaanisia ja orgaanisia laasteja tai niiden yhdisteitä. Ohutrappauskerros on yleisesti kaksikerroksinen ja koostuu verkotuslaastikerroksesta ja päälle näkyvästä pinnoituskerroksesta. (Eristerappauskirja by57 2016, 11) Rappauslaastit voidaan jakaa sideaineen laadun mukaan kolmeen päätyyppiin, jotka ovat kalkki-, kalkkimentti- ja sementtilaasti. Sementtilaastit saattavat sisältää myös polymeerejä, minkä vuoksi niitä voidaan kutsua myös polymeerimodifioituiksi laasteiksi. (Rappauskirja by46 2005, 23.)

4.1.1 Eristerappauksessa käytetyt laastit

Sementtilaasti on yleisin eristerappauksessa käytetty laasti. Se koostuu sideaineena toimivasta sementistä, yleensä luonnonhiekaista koostuvasta runkoaineesta ja vedestä. Niihin on myös lisätty paljon lisäaineita. Julkisivuihin tarkoitetuista rappauslaasteista suurin osa on polymeerimodifioituja. (Rappauskirja by46 2005, 23.)

4.1.2 Sementtilaastin ominaisuudet

Rappaukseen tarkoitetun sementtilaastin tärkeitä ominaisuuksia ovat mm:

- pakkasenkestävyys
- työstettävyys
- tartuntaominaisuudet
- vedenpidätyskyky
- pieni kutistuvuus

Sementtilaastit tarvitsevat ensimmäisten 24 tunnin aikana kovettumiseen paljon vettä, jotta sementin hydrataatio etenee suunnitellusti. Tämä asettaa kuitenkin haasteita kutistuman hallinnalle, sillä suuri veden määrä ja hienorakeinen massa lisäävät sementin kutistumia. Kutistuminen voi aiheuttaa halkeilua, mikä ei ole toivottua, joten laastin teossa tulee kiinnittää erityistä huomiota oikeaan vesi-sementti-suhteeseen. Myös oikealla jälkihoidolla voidaan ehkäistä kutistumien syntymistä. (Rappauskirja by46 2006, 6.)

4.1.3 Laastien lisäaineet ja kuidut

Lisäaineiden avulla voidaan parantaa sementtilaastin ominaisuuksia rappaustyöhön paremmin soveltuviksi. Tärkeimmät lisäaineiden tuomat ominaisuudet ovat säänkestävyys, lujuusominaisuudet ja työstettävyys. Kun laastiin lisätään monia lisäaineita, on tärkeää varmistua lisäaineiden yhteensopivuudesta ennen työhön ryhtymistä. (Rappauskirja by46 2005, 26-27.)

Huokostimen tehtävänä on varmistaa rappauksen pakkaskestävyys. Huokostimen ansiosta sementin pintaa syntyy pieniä suojuhuokosia, joissa rakenteeseen tunkeutunut vesi mahtuu jäätymään eikä aiheuta mikrohalkeamia rappauksen pintaan. Huokostimien käyttö vähentää myös betonin vedentarvetta. Lisäksi massaan syntyneet ilmakuplat parantavat massan koossapysyvyyttä sekä työstettävyttä. Ilmapitoisuus laastissa tulee kuitenkin pysyä materiaalin valmistajan ohjeiden rajoissa. (Finnsementti.)

Hidastimilla voidaan pidentää sementin työstettävyysaikaa. Työstettävyysaikaa voidaan pidentää yleisesti yhdestä tunnista kymmeneen tunteihin saakka. Liiallinen hidastinten käyttö kuitenkin heikentää lujuuden kehitystä ensimmäisinä päivinä ja sementin plastisen halkeilun vaara kasvaa. Plastisen halkeilun esiintymistä voidaan jälkepäin ehkäistä hyvällä jälkihoidolla minimoimalla sementistä haihtuvan veden määrä. (Rappauskirja by46 2005, 26-27.)

Sementtikuiduilla voidaan hallita plastisen kutistuman suuruutta ja parantaa rappauksen vetolujuuden kestävyttä. Rappauslaasteihin lisätyt kuidut ovat yleensä pieniä muovisia kuituja. Hydrofobisilla lisäaineilla voidaan vähentää laastin vedenimua. Laastin kestävyden kannalta on oleellista käyttää vettä hylkivää laastia. Lisäaineilla voidaan katkaista veden kapillaarinen kulkeutuminen rappauksen sisälle. (Rappauskirja by46 2005, 27.)

Pigmenttien avulla voidaan muodostaa värillistä laastia. Laastin runkoaineena voidaan myös käyttää halutun värisiä mineraaleja. Pigmenttien haittapuolena on, että ne lisäävät laastin vedentarvetta ja kutistumaa. Eriväristen pigmenttien hinnoissa on suuria eroja. Erot voivat nostaa tiettyjen rappausvärien kustannuksia huomattavasti. (Rappauskirja by46 2005, 27.)

4.2 Eristeet

Mineraalivillana käytetään usein levymäistä villaa tai niin sanottua lamellivillaa. Ohutrappauksessa käytettävällä mineraalivillalla on lujuusvaatimuksia. Villan pitää olla riittävän lujaa puristus-, veto- ja leikkauslujuudeltaan, jotta se pystyy välittämään rappaukseen tulevia kuormituksia kantavaan rakenteeseen. Eristeiden kiinnityksessä pitää huolehtia eristeen puhtaudesta. Epäpuhtaudet eristeen pinnalla heikentävät sementtilaastitartuntaa. Ennen ensimmäistä sementtikerrosta mineraalivillat pitää puhdistaa epäpuhtauksista. (Eristerappauskirja by57 2016, 12.)

4.3 Rappausverkko ja kiinnikkeet

Rappauksen lujittamiseen käytetään muovipinnoitettua lasikuituverkkoa. Sen tehtäviä ovat rappauksen lujittaminen, halkeiluriskin vähentäminen ja iskunkestävyyden parantaminen. Verkon on kestävä korroosiota ja laastin alkalisuutta. Iskunkestävyyden parantamiseksi voidaan käyttää panssariverkkoa. Eristekiinnikkeiden tehtävä on varmistaa lämmöneristeiden kiinnitys mekaanisesti. Kiinnikkeet porataan lämmöneristeiden läpi kantavaan runkoon saakka. Materiaalin valmistajilla on omia kiinnikkeitä. (Eristerappauskirja by57 2016, 13.)

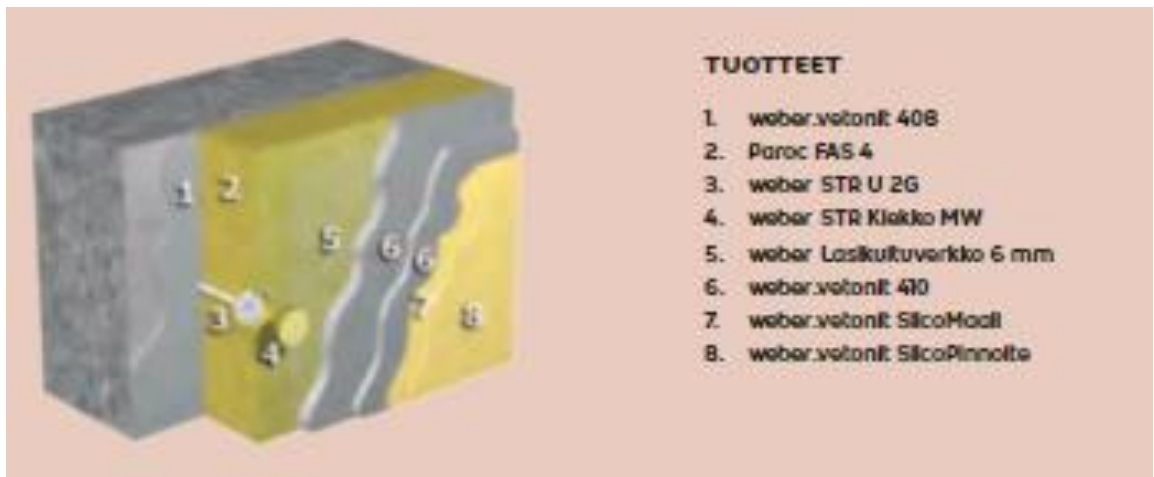


Kuva 14 Rappausjärjestelmä kiinnike (Weber tuotteet)

4.4 Weber SerpoMin-rappausjärjestelmä

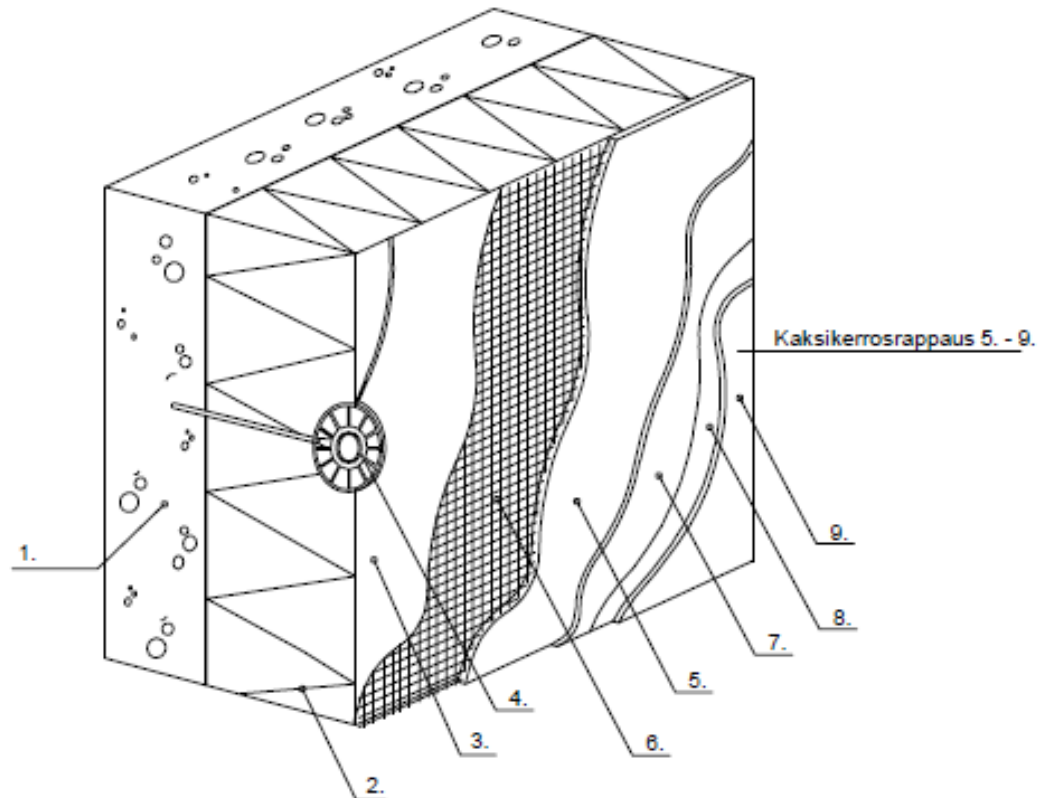
Weberin SerpoMin-eristerappausjärjestelmä on kaksikerrosrappaus, joka on lujitettu muovipinnoitetulla lasikuituverkolla. Järjestelmää on käytetty Suomessa jo 20 vuoden ajan. Rappauksen laasteina käytetään kuitupitoisia polymeerimodifioituja sementtilaasteja. Pinnoitteena käytetään vettähylykiviä, tasavärisiä ja silikonihartsisia pinnoitteita. Lämmöneristeenä järjestelmässä käytetään mineraalivillaa. Eristeen päälle tehdään jo elementtitehtaalla sääsuojaus järjestelmään kuuluvalla Dispersio-vesiseoskäsittelyllä. Pohjustus tehdään järjestelmässä pinnoituksen värisellä maalikerroksella. Pinnoitus tehdään Weber Vetonit Silco -maalilla, jossa on yli 200 väri vaihtoehtoa. (Weber opas 2016, 43.)

Rappausjärjestelmän etuja ovat pieni vedenimu ja vettähylyvä ominaisuus, jonka vuoksi rakenne pysyy kuivana. Järjestelmä läpäisee hyvin vesihöyryä, joten rakenne hengittää ja kuivuu helposti. Rappauksen rakenne on kevyt, joten se ei aiheuta alustalle rasituksia. Toteutusvaiheessa SerpoMin-järjestelmässä pitää kiinnittää huomiota työsaumoihin. Järjestelmällä on vaikea tehdä näkymättömiä työsaumoja, joten yksittäiset pinnat tulisi pinnoittaa yhtäjaksoisesti. Lisäksi sekoitus- ja työolosuhteet pitää vakioida yhtenäisen pinnan saamiseksi. (Weber opas 2016, 43.)



Kuva 15 Weber SerpoMin-eristejärjestelmä (Weber opas 2016, 439)

JÄRJESTELMÄ: WEBER SerpoMIN PreFab
 DETALJIT WEBERIN MUKAISIA.
 TARKENNETTU KOHDEKOHTAISESTI.



Asennus elementtitehtaallaelementtitehtaalla

1. Betonielementti
2. Hyväksytty lamellieristys, esim. ISOVER FL tai Paroc FAL 1
- kiinnitettynä betoniin sen valun yhteydessä
3. weber.vefonit 410 E Elementtilaasti (sääsuojalaasti)
4. Tarvittaessa weber HI eco Kiinnike + SBL 140 Peitelevy + STR Tulppa
- rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan

Asennus työmaalla työmaalla

5. weber.vefonit 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.vefonit 410 Ohutrappauslaasti (tasoituslaasti), keskimäärin 2...3 mm
8. weber.vefonit SilcoMaali (pohjuste)
9. weber.vefonit SilcoPinnoite

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

Kuva 16 Detaljikuva Weberin SerpoMin-järjestelmästä (A-insinöörit, detaljikuvat)

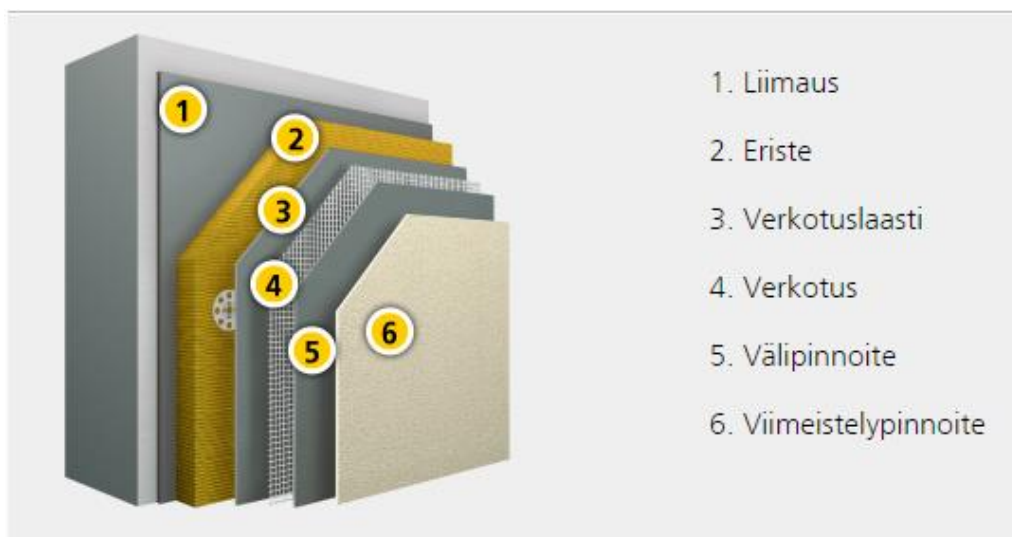
4.5 STO StoTherm Mineral

STO on merkittävä rappausmateriaalien valmistaja. Sen eristerappausjärjestelmä StoTherm Mineral on suoraan kivivillan päälle tehtävä eristerappaus. Järjestelmä on teknisesti hyvin samanlainen kuin Weberin tuote. Hyviä puolia STO:n järjestelmässä on, että se kestää hyvin mikro-organismeja, kuten leviä ja homesieniä erityisesti maalatuilla pinnoilla. (Sto.fi)

STO:n uudet, mielenkiintoiset Fast Technology -tuotteet on tarkoitettu rappauslaastien nopeaan kuivumiseen ja alhaisessa lämpötilassa työstettävyyteen. STO lupaa, että laastit ja pinnoitteet kuivuvat nopeasti uuden sideaineen ansiosta. Laasteja voidaan työstää yli 1° asteen lämpötiloissa ja myös korkeissa ilmankosteuksissa. Kohteen etuja ovat:

- helppo työn suunnittelu, kun sääolosuhteet eivät ole niin tarkkoja.
- erittäin lyhyen sitoutumis- ja kuivumisajan ansiosta pian käsiteltävissä edelleen
- aikainen kalvonmuodostus ja kosteudenkestävyys
- voidaan käyttää jo +1°C lämpötilassa ilmankosteudesta riippumatta
- voidaan jatkokäsitellä 24 – 48 tunnin kuluttua lämpötilasta ja materiaalin paksuudesta riippuen
- erinomainen veden sitoutuminen uuden sideaineteknologian ansiosta. (Sto.fi)

Työkohteissa etenkin yli +1°C lämpötiloissa mahdollinen työskentely on kiinnostavaa, koska se toisi joustoa ja varmuutta sääolosuhteille. Rappaustyötä voitaisiin aikatauluttaa enemmän kylmille kuukausille ja sääsuojaukseen käytetyt varat voitaisiin säästää.



Kuva 17 Sto-Therm Mineral -eristerappausjärjestelmä

5 RAPPAUKSEN TOTEUTUS

5.1 Elementtien valmistus ja asennus

Rappauksen laadun tekeminen alkaa jo elementtitehtaalla. Tehtaalla elementtiin tiiviisti ja hyvin asennetut lämmöneristeet helpottavat eristeen tasausta työmaalla. Elementtien tekoon on kaksi vaihtoehtoa. Lämmöneristeet joko ladotaan elementtimuotin pohjalle ja valetaan betoninen sisäkuori päälle, tai sisäkuori valetaan ensin ja märkään betoniin asennetaan lämmöneristeet päälle. Lämmöneristeet kiinnittyvät sisäkuoreen betonitartunnalla. Muotista nostamisen jälkeen elementtiin tehdään sääsuojaus. Sääsuojaus tehdään ohuesti levittämällä verkotuslaastia rappauksen materiaalinvalmistajan järjestelmään sopivalla laastilla. Verkotuslaasti suojaa elementtiä UV-säteilyltä ja kosteudelta.

(Eristerappuskirja by57 2016, 51.)

Elementtejä ei suojata mekaanista rasitusta vastaan, joten kuljetuksessa ja asennuksessa tulee välttää lämmöneristeiden vaurioitumista. Ohutrappaus-järjestelmässä ei ole mahdollista oikoa lämmöneristeiden pintaa, vaan pohjan tulee olla mahdollisimman suora. Hammastusta saa olla korkeintaan yksi kolmasosa rappauksen paksuudesta. Käytännössä eristeiden pinnoilla saa siis olla vain 1,5 - 3mm hammastusta. Jos hammastusta on enemmän, se pitää poistaa työmaalla materiaalinvalmistajan ohjeiden mukaisesti. Asennuksessa pitää huomioida lämmöneristeiden pintojen tasaisuus ja elementit eivät saa hammasta keskenään. Vaurioituneen lämmöneristeen ala leikataan pois suoraviivaisesti ja korvataan ehjällä eristeellä. Lämmöneristykseen tulee olla mahdollisimman yhtenäinen, tasainen ja hyvin kiinnitetty myös korjatuilta alueilta. (Suomen Betoniyhdistys ry 2016, 52-53.)

Usein rappausurakoitsija tekee lämmöneristeiden tasoituksen urakkaan sovittuna tuntityönä, joten elementtiasennuksen onnistuminen ja lämmöneristeiden mahdollisimman vähäinen vaurioituminen säästävät rakennusurakoitsijan kustannuksia.

5.2 Työmaajärjestelyt

Ennen rappaustyövaiheen aloitusta työmaalla on mietittävä tilankäyttöä rakennuksen seinien läheisyydessä ja kulkureittejä rakennukseen sisään. Rakennuksen seinien edusta on raivattava tyhjäksi, jotta voidaan aloittaa telineiden asentaminen tai nostokaluston kasaus. Rappauksen vaatimat materiaalit pitää ottaa vastaan ja varastoida asiallisesti. Kuivalaasti on hyvä säilöä kuivaan paikkaan puisten lavojen päälle ja suojata sateelta. Tiettyjä maa-aleja puolestaan säilytetään lämpimässä paikassa, jotteivat ne pääse jäätymään. (Kuusisto 2017.)

5.3 Valmistelevat työt

Vuodenajasta ja lämpötilasta riippuen rappaustyötä varten kootaan joko kiinteät telineet tai rakennustyöhön soveltuva henkilönostin. Kiinteiden telineiden etuna on sääsuojauksen mahdollisuus, joka on välttämätön lämpötilan ollessa alle +5°C. Jos lämpötila on riittävä, tehdään työ yleensä mastolavalta, joka on helpompi ja halvempi koota työmaalle. Mastolavalta saadaan yleensä tehtyä kerralla koko rakennuksen sivu, mikä nopeuttaa työn edistymistä. Suuria henkilönostimia käytettäessä pitää varmistaa seinän vierustojen maaperän kantavuus, tasaisuus ja riittävä tila nostimelle. (Kerola 2017.)

Mastolavan ongelma on ankkurointi rakennuksen seinään. Ankkurointia tehtäessä eristeen kohta on rikottava, jotta ankkurointi ylettyisi kantavaan runkoon asti. Modernit suuret mastolavat kuitenkin helpottavat työtä. Mallista riippuen niitä voidaan kuitenkin käyttää vapaasti seisovana noin 20 metriin asti ja joissain malleissa ankkurointi voidaan tehdä vielä korkeammalta katon tasolle. (Ramirent tuotteet 2016.)

5.3.1 Resurssit

Ratu-kortin F31-0343 mukaan voidaan laskea työryhmien työsaavutuksia. Ohutrappausten verkotuskerrokseen tarvitsee mieluiten kolme työmiestä, joista yksi ruiskuttaa, yksi kampa ja yksi asentaa rappausverkon. Näin tekemällä laatu on tasaisempaa, ja työ nopeampaa. Tämä myös edellyttää, että telineillä on riittävästi tilaa. (rakennustieto.fi.)

5.3.2 Rappaustyön edellytykset

Ennen rappaustyön aloittamista on käytävä läpi työn edellytysten täyttyminen. Työvaiheen edellytykset ovat:

- Valmiit detaljit ja julkisivukuvat työmaalla
- Edeltävät työt on tehty
- Liittyvät työt on suunniteltu ja tekijät ovat tiedossa
- Koneet ja kalusto on tiedossa ja tulossa työmaalle (usein aliurakoitsija hoitaa)
- Aloituspalaveri on pidetty ja tekijät on perehdytetty
- Aikataulutus on tehty
- Työryhmä on selvillä
- Työnjohto on perehtynyt laadunvarmistustoimenpiteisiin
- Sopimukset ovat työnjohdolle selvät
- Materiaalit ovat työmaalla ja oikein säilytettynä
- Olosuhteet ovat oikeat ja niihin on varauduttu
- Työn turvallisuussuunnitelma on tehty
- Aluesuunnitelmassa varattu alue
- Tehtävän logistiikka ja varastointi työn aikana on mietitty
- Jätehuolto on hoidettu (Kerola 2017.)

5.4 Työturvallisuus

Työvaiheen työturvallisuuden varmistamiseksi työnjohdon täytyy tehdä työturvallisuussuunnitelma ja käydä se aloituspalaverissa työntekijöiden kanssa läpi. Rappauksen työturvallisuudessa huomioitavia asioita ovat:

- Korkealla tehtävissä töissä on käytettävä asianmukaisia telineitä ja valjaita
- Vaihtoehtoisen kulun järjestäminen (Rappaustyön ollessa käynnissä ei henkilönostimien ali saa kulkea rakennukseen.)
- Henkilökohtaisten suojainten käyttö
- Työalueen rajaus
- Liittyvien töiden huomiointi, usein peltityöt
- Siisteydestä huolehtiminen

5.6 Eristekerroksen tasaisuus ja kiinnitys

Eristeiden oikea kiinnitys kantavaan rakenteeseen on erityisen tärkeää, jotta vältetään eristeiden hallitsemattomilta liikkeiltä. Työ alkaa jo elementtitehtaalla, jossa katsotaan sopivat limitykset ja se, etteivät eristeet hammasta. Hammastusta saa olla korkeintaan yksi kolmasosa rappauksen paksuudesta. Käytännössä hammastusta eristeiden pinnoilla saa siis olla vain 1,5 - 3mm. Lämmöneristelevyjen väliin ei saa myöskään jäädä rakoja. Raot tulee täyttää mineraalivillasullonnalla, PU-vaaho ei käy. (Eristerappuskirja by57 2016, 37.)

Työmaalla kiinnitetään eristeiden mekaaniset kiinnikkeet, jotta eristeet eivät olisi kiinni kantavassa rakenteessa vain liimalaastin avulla. Näiden mekaanisten kiinnikkeiden päät eivät saa olla eristeiden ulkopinnasta koholla, vaan kiinnikkeiden asentamisessa pitää varmistua, että ne ovat eristeiden tasalla tai hieman niiden sisässä. Näin mekaaniset kiinnikkeet eivät erotu rappauskerroksen läpi. Ennen verkotuslaastin levitystä pitää olla varma eristepinnan suoruudesta. (Eristerappuskirja by57 2016, 38.)



Kuva 18 Mekaaniset kiinnikkeet on asennettu eristeeseen. (Kuusisto 2016)

5.7 Kohteiden suojaus

Rappaustyössä kaikki mahdollisesti likaantuvat pinnat rakennuksen julkisivussa tulee suojata asianmukaisesti esimerkiksi rakennusmuovia käyttäen. Huolellinen suojaus säästää rappaustyön jälkisiivoamista ja vähentää tarvetta vaihtaa likaantuneita materiaaleja. Suojaus tulee tehdä kestäväksi, sillä laasti ruiskutetaan paineella seinään. Erityisesti ikkunoiden suojaus on tehtävä hyvin. Sementtilaastin PH-arvo on yli 12, mikä tarkoittaa, että se on vahva emäs. Jos sementtiä pääsee ikkunan pinnalle, se syövyttää emäksisyytensä takia siihen jäljen, minkä vuoksi lasi on usein vaihdettava. Ikkunoiden suojauksen yhteydessä ikkunanpielet oikaistaan ja niitä voidaan kasvattaa, jos ne ovat vajaat. Tällöin asennetaan myös rappausjärjestelmään kuuluvat ikkunalistat. Julkisivussa olevia suojattavia kohteita ovat muun muassa:

- ikkunapinnat
- puupinnat
- kivi- ja betonipinnat
- metallipinnat (Kuusisto 2017.)



Kuva 19 Julkisivun suojausta rakennemuovilla. (Kuusisto 2016)

5.8 Rappaus työ

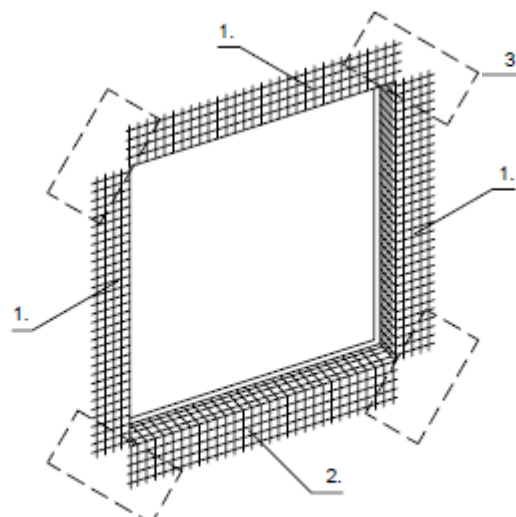
5.8.1 Laastin valmistus

Rappauslaastit toimitetaan työmaalle tehdasvalmisteisesti kuivatuotteina. Työmaalla laasteihin lisätään vain vesi. Laastin sekoituksessa pitää noudattaa materiaalin valmistajan ohjeita, jotta kaikki laastin halutut ominaisuudet säilyvät. Laastin sekoituksessa tulee kiinnittää huomioita:

- vesisementtisuhteeseen
- sekoitusaikoihin
- sekoituskertoihin
- laastin käyttöaikaan (Eristerappuskirja by57 2016, 39.)

5.8.2 Rappausverkon asennus ja verkotuslaastin levittäminen

Rappaus työ aloitetaan asentamalla vahvikkeita elementtisaumoihin, ulkoseinän sisä- ja ulkonurkkiin sekä aukkojen pieliin. Lisäksi aukkojen kulmiin asennetaan vahvikeverkot 45° kulmaan. Julkisivun päihin ja alareunaan asennetaan ala- tai päättölistat paikoilleen. Kaikki vahvisteverkot asennetaan ohueen verkotuslaastikerrokseen. Verkotuslaasti voidaan levittää joko käsin teräslastalla tai rappausruiskulla. Työvaiheessa tulee kiinnittää erityistä huomioita rappauskerroksen paksuuteen. (Kuusisto 2017.)



1. weber Kulma (rappauksen kulmavahvike)
2. weber Kulmarulla (taivutettava kulmavahvike)
3. weber Lasikuituverkko-palat, vähintään 400 x 250 mm²

Kuva 20 Ikkuna-aukon kulmavahvikkeet ja lasikuituverkon palojen asennusohje.
(A-insinöörit detaljikuvat)

5.8.3 Verkotuslaastin levitys

Verkotuslaasti voidaan levittää kerralla tai kahdessa osassa. Laastin levityksen jälkeen se pitää kammata auki 6-10mm laastikammalla. Laastin kampausta muodostaa tartuntapinnan rappausverkolle, johon se painetaan kampausta jälkeen kevyesti kiinni. Laastia täytyy levittää vain pieniä alueita, jotta se ei ehdi nahkottua ennen laastiverkon asentamista. Laastiverkon pitää sijaita noin 1/3 – 1/2 syvyydellä laastikerroksen paksuudesta ulkopinnasta mitattuna, jotta se ehkäisisi laastin halkeilua parhaiten. Verkon sijainti voidaan todeta poraamalla rasiaporalla verkotuslaastin pinnasta pieni näytepala. Jos verkko on liian syvällä, pitää pinnan päälle levittää uusi kerros verkotuslaastia ja asentaa toinen verkko. Rappausverkonlimitykset toisen verkon kanssa pitää olla vähintään 100m. Verkko tulee myös kiinnittää mekaanisin kiinnikkein. (Eristerappauskirja by57 2016, 40-42; Kuusisto 2017.)

Julkisivussa iskunkestävyyttä vaativiin kohtiin voidaan asentaa kaksinkertainen verkko esimerkiksi seinän alaosiin ja parveketaustoihin. Tällöin verkot asennetaan kahdessa osassa ja huolehditaan niiden oikeasta sijoittumisesta verkotuslaastipaksuuden suhteen. Mikäli verkon asennuksen jälkeen pinnalle asennetaan vielä toinen verkotuslaastikerros, pitää sen olla todella ohut. Toisen kerroksen tarkoituksena on suoristaa pohja pinnoitusta varten ja peittää mekaanisten kiinnikkeiden näkyvyys. (Eristerappauskirja by57 2016, 40.)

5.8.4 Jälkihoito

Rappausverkon asennuksen jälkeen rappauspinnan laasti on pidettävä kosteana. Laasti pyrkii kuivumaan nopeasti pinnastaan, jolloin se usein halkeilee. Halkeilun estämiseksi verkotuslaasti pidetään kosteana 1 – 3 vuorokautta materiaalivalmistajan ohjeiden mukaisesti. Huono jälkihoito aiheuttaa halkeilua, alentaa laastin lujuutta ja lisää lastin vedonimukykyä. Nämä ominaisuudet vaikuttavat rappauksen kestävyys. Jälkihoito voidaan toteuttaa vesisumutuksella. Kesällä kuumissa ja tuulisissa olosuhteissa jälkihoidon merkitys kasvaa ja sitä voidaan joutua tekemään vuorokauden ympäri. (Eristerappauskirja by57 2016, 42.)

5.8.6 Rappaustyön olosuhteet

Rappaustyön olosuhteet ovat kriittiset työn laadun kannalta. Työvaihe on sääriippuvainen, mutta tiettyjä olosuhteita voidaan hallita sääsuojauksella. Sääsuojaus tarvitsee kuitenkin telineet, joista muodostuu työvaiheelle usein suuret kustannukset. Kustannustehokkain tapa onkin tehdä rappaus toukokuusta lokakuuhun ulottuvalla ajanjaksolla. Tällöin olosuhteet ovat paremmat ja urakoitsija säästää kustannuksissa. (Kuusisto 2017.)

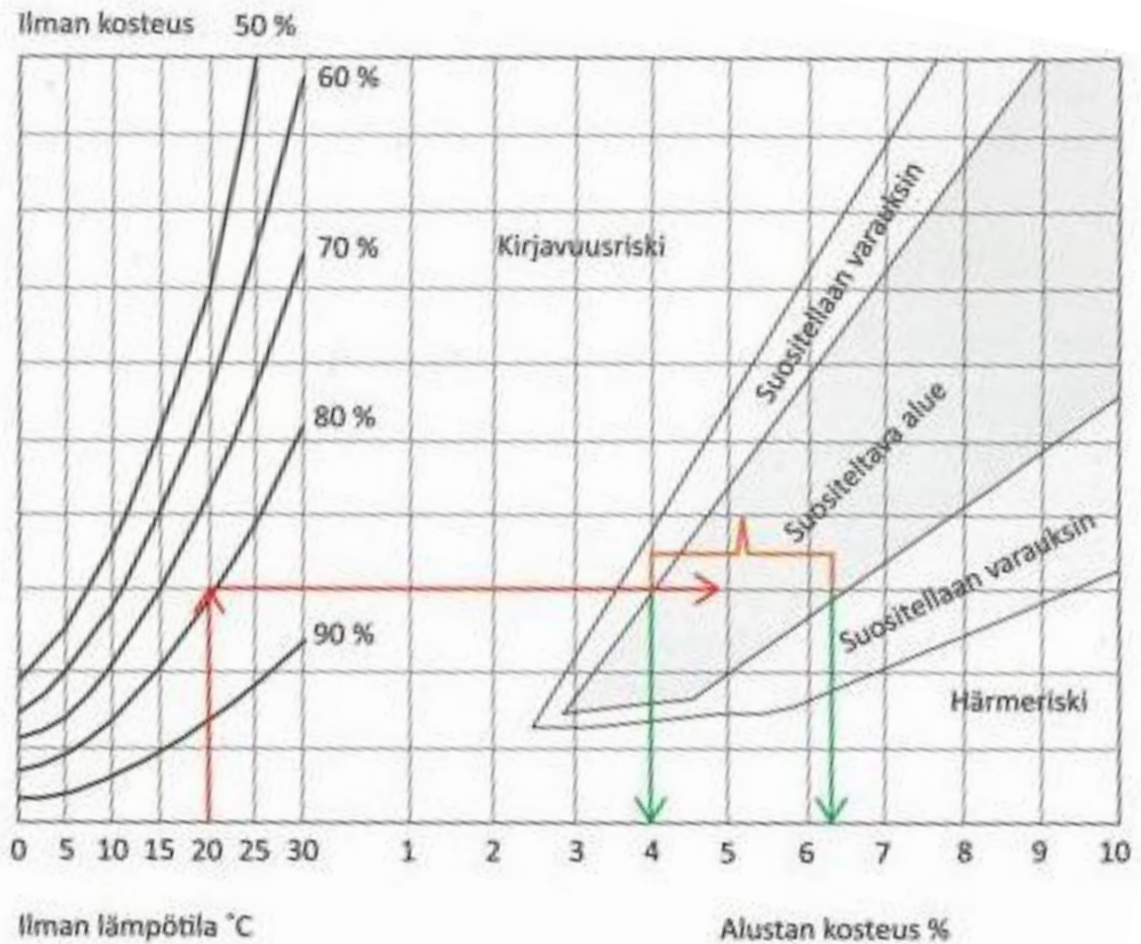
Rappaustyö vaatii oikean lämpötilan onnistuakseen. Kylmin mahdollinen on +5 °C materiaali pinnasta mitattuna eikä lämpötila ei saa laskea yöllä pakkasen puolelle. Alhainen lämpötila hidastaa sementtilaastien lujuudenkehitystä. Korkeassa lämpötilassa ja auringon paisteessa sementtilaastin kuivuminen on liian nopeaa. Laastin pinta kuivuu nopeasti, mikä johtaa halkeiluun ja lujuuden heikkenemiseen. Verkotuslaasti työvaiheen toteutuksen tulisi kiertää työpäivän aikana rakennusta myötä päivään auringon paisteen perässä. Kesän kuumimpina päivinä suorassa auringonpaisteessa työskentelyä tulisi välttää. Jälkihoidon merkitys kasvaa kesäisin lämpimällä säällä. (Rappauskirja by46 2005, 115.)

Liiallinen kosteus rappaustyössä heikentää laastin ominaisuuksia. Sementtilaastin tartunta heikkenee, lujuuden kehitys hidastuu ja plastinen kutistuma suurenee. Kosteuserot vaikuttavat myös lopullisen julkisivun värin kirjavuuteen. Materiaalin valmistajilla on omat raja-arvonsa rappaustyön ilmankosteudella ja lämpötiloille. Työnjohdon tulee harkita näitä tarkkaan ja ottaa aikatauluun tarvittaessa säävarauksia. Sääolosuhteet pitää kirjata päivittäin työmaapäiväkirjaan. (Rappauskirja by46 2005, 15; Kerola 2017.)

Talviolosuhteissa telineet ja sääsuojaus ovat välttämättömät. Sääsuojauksien sisällä on pidettävä lämpötila lämmittämällä koko ajan yli +5 °C:ssa. Lämmityksestä ei saa aiheutua liiallisia lämpötilaeroja eikä suuria ilmavirtoja, jotka voivat aiheuttaa sementtilaastiin epätasaista kuivumista ja halkeilua. Lämmityksessä tulee myös huomioida paloturvallisuus polttoainekäyttöisillä lämmittimillä. Telineiltä työskennellessä on hyvä varmistaa myös, että telineosien taustat työstetään hyvin ja lopputulos on yhtenevä. (Julkisivuyhdistys, suunnitteluohje.)

Rappausolosuhteita voidaan arvioida esimerkiksi materiaalin valmistajien Rappausavaintyökalulla. Se huomioi ilman lämpötilan, alustan kosteusprosentin ja ilman kosteuden.

Kuvaajaa lukemalla voidaan varmistua siitä, että olosuhteet ovat rappaustyövaiheelle hyvät. (Eristerappauskirja by57 2016, 68.)



Kuva 21 Rappausavain (Saint Gobain Weber Oy)

Kuvaan on piirretty havainnollistavat nuolet, joiden avulla kuvaa voi tulkita. Esimerkissä ilman lämpötilä on +20 °C ja ilman suhteellinen kosteus on 80%. Alustan kosteuspitöisuuden pitää tässä tapauksessa olla välillä 4 – 6,2%, jotta saavutetaan paras mahdollinen lopputulos.

5.9 Pinnoitus

5.9.1 Pinnoitustavat

Ennen pinnoituksen aloittamista verkotuslaastin on oltava kuiva. Kuivumiseen kuluva aika on noin 1–3 vuorokautta sääolosuhteista riippuen. Rappauksen pinnoitteen tekoon on kolme erilaista tapaa: roiskepintainen, hiertopintainen tai maalattu rappaus. Kaikissa työstötavoissa pinnoite levitetään ruiskuttamalla tai teräslastalla rappauksen halutusta ulkonäöstä ja rappausjärjestelmästä riippuen. Pinnoituksesta tulee aina tehdä mallityö erilliselle alustalle, josta voidaan konkreettisesti nähdä rappauksen struktuuri ja väri. (Eris-terappauskirja by 57 2016, 42-43.)



Kuva 22 Vasen puoli on hierrettyä pintaa ja oikealla on roiskepinta. (Rakentaja.fi)

5.9.2 Roiskepinta

Roiskepinta tehdään ruiskuttamalla rappauspinnoite julkisivuun. Ruiskutus on tehtävä kahteen kertaan, jotta työsaumat saadaan peittoon ja varmistetaan tasalaatuinen lopputulos. Kun ruiskutus-suunta ja -etäisyys pidetään vakiona, saadaan yhteneväinen roiskepinta. Roiskepinnan karkeutta säädellään rappauslaastin raekolla. Raekoko on yleisesti 1 – 3mm.

Roiskepinnan ulkonäköön vaikuttavat ruiskutuskuulma, ruiskutus- etäisyys ja ruiskutus- paine. Rappauspinnan laadunvarmistamiseksi kaikki kolme ominaisuutta on vakioitava jo mallityötä tehdessä. Myös työtasot vaikuttavat roiskepinnan ulkonäköön. Telineiltä

tehtävässä työssä ruiskutuskulman on usein muututtava, jotta telineiden pysty- ja vaakarakenteiden taakse saadaan ruiskutettua pinnoitetta. Tämän välttämiseksi täytyy työntekijän olla ongelmasta tietoinen ja telineitä ei saa sijoittaa aivan julkisivuun kiinni. (Eristerappauskirja by 57 2016, 43-44.)

5.9.3 Hierretty pinta

Hierretty pinta käsitellään hiertämällä pinnoitelaasti kevyesti leikkaavalla muovihiertimellä. Rappauksen ulkonäköön vaikuttavat: rappauslaastin raekoko ja hiertotyön liikkeiden suunnat. (Eristerappauskirja by 57 2016, 44.)

5.9.4 Maalattu pinta

Maalaus tehdään tasatun tai hierretyn rappauspinnan päälle. Oleellista on, että rappauksen pintakerros on varmasti kuivunut ennen maalauksen aloittamista. Maali voidaan levittää julkisivupinnalle telalla tai ruiskuttamalla. (Eristerappauskirja by 57 2016, 44.)

5.10 Lopettavat työt

Suojaukset voidaan poistaa pinnoituksen jälkeen. Mahdolliset roiskeet täytyy kartoittaa ja puhdistaa asianmukaisesti. Julkisivuun tulevat asennukset, kuten syöksytorvet, asennetaan detaljien mukaisesti. Kiinnitykset pitää kallistaa alaspäin, jotta sadevesi ei tunkeudu rakenteen sisään. Kiinnitykset pitää eristää elastisella saumamassalla. Työtelineet voidaan purkaa ja mahdolliset henkilönostimet voidaan toimittaa pois työmaalta. Suojauksessa käytetyt teipit ja muovit kerätään jätelavoille. Jälkihoito tehdään materiaalivalmistajan ohjeiden mukaisesti. (Kuusisto 2017.)

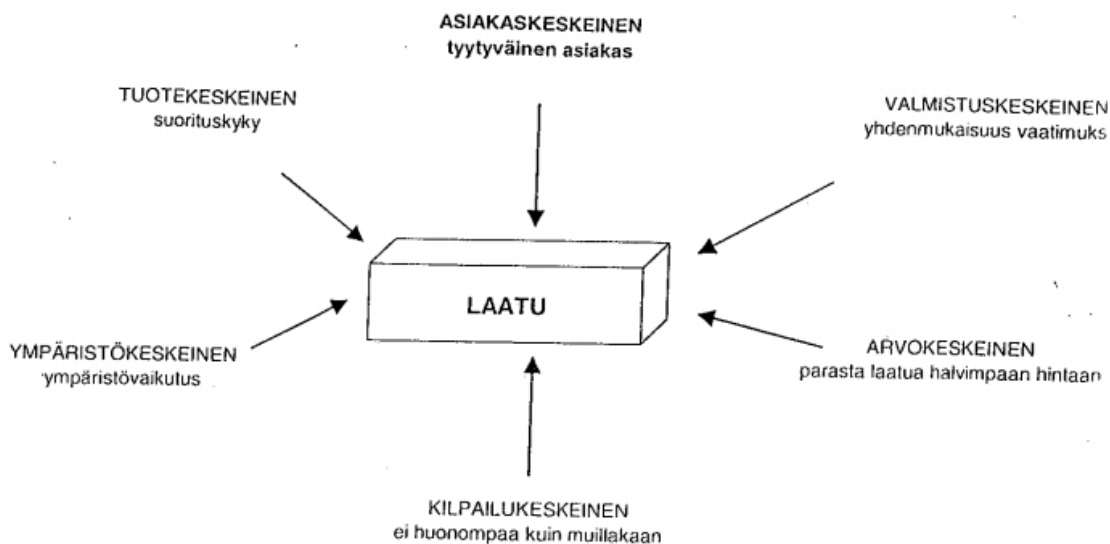
6 LAADUNVARMISTUS

6.1 Laadun merkitys

Rapattu julkisivu muodostaa rakennukseen yhtenäisen ja huolitellun pinnan. Se on rakennuksen näkyvin osa ja se muodostaa usein katsojalle kuvan koko rakennuksen laadusta. Hyvin toteutettu ja virheetön julkisivu on rakennuksen käyntikortti. Rakennuksen julkisivu on kaikkien nähtävillä ja sen virheet ovat myös jokaisen arvosteltavissa. Tämän vuoksi rappauksen laatuun on panostettava.

6.2 Laadun määrittäminen

Rappaustyön laatu on monen tekijän summa. Laatu muodostuu rappauksen ulkonäöstä, käyttäisistä, huollettavuudesta, tasaisuudesta, lujuudesta, yhteneväisyydestä, värin kirjavuudesta, työsaumojen huoltelusta ja mittapoikkeamista. Käytännössä rappauksen laatu voidaan määrittää katsojan odotuksiksi rappauksesta ja rappauksen halutuiksi ominaisuuksiksi. (RunkoRYL 2010.)



Kuva 23 Laadun eri näkökulmat (Laadunvarmistuksen kurssi, Harri Miettinen 2017)

6.3 Laatuvaatimukset

Työvaihetta koskevat olennaiset laatuvaatimukset lopputuotteen kannalta ovat:

- rappaus täyttää sopimusasiakirjoissa esitetyt vaatimukset materiaalien ja työn osalta
- pinnan tasaisuus ja ulkonäkö (poikkeamat alle +/-7mm 2000mm matkalla)
- oikea kerrospaksuus (verkotuslaasti 3-4mm, tasoituslaasti 2-3mm, yhteensä 5-7mm)
- rappauksen kestävyys
- liikuntasauvojen laatu ja oikea sijainti
- näkymättömät työsaumat
- oikeat materiaalit
- oikein toteutetut detaljit (Kerola 2017.)

6.4 Laadunvarmistustoimenpiteet

Laadun tekeminen rappaustyössä lähtee jo aikaisesta vaiheesta ennen rappaustyön aloittamista. Tärkeitä asioita rappaustyön laadun varmistuksessa ovat:

- Aloituspalaverista lähtien aliurakoitsija tiedostaa halutun laadun ja periyttää sen työntekijöilleen.
- Tehtäväsuunnitelma käydään läpi aloituspalaverissa.
- Rappauksen struktuurin mallityö tehdään ja sen laatu ja työtavat standardisoidaan.
- Varmistetaan, että työskentelytelineet ja henkilönostimet ovat asianmukaiset.
- Kohteet suojataan – suojaaminen on halpaa, kun taas korjaus on myöhemmin kallista.
- Sääolosuhteisiin varaudutaan ja niitä tarkkaillaan ennen työtä ja työn aikana.
- Työn aloittamisesta lähtien tehdään hyvää dokumentaatiota ja valvotaan työtä.
- Valokuvien ottaminen työvaiheen aikana.
- Rappauksen teknisten ominaisuuksien tarkkailu työn aikana.
- Virheisiin puututaan mahdollisimman nopeasti.
- Mallityöt tehdään ajallaan ja ne tarkastetaan.
- Osakohteiden luovutukset ja niiden kommentointi.
- Näytepalat otetaan työn jälkeen.
- Aliurakoitsijan työnjohto pyydetään paikalle.
- Koko työn ajan käytetään tarkastuskorttia.
- Työnjohtaja pitää rappauksesta työmaapäiväkirjaa, johon merkitään myös sääolosuhteet.
- Tekijöiden vaihtuessa varmistetaan työn laatu uudestaan.
- Vastaanottokatselmus pidetään ja todetaan laatu. (YIT laatukortti; Kerola 2017.)

6.4.1 Sopimuksen läpikäyminen

Mestareiden on tutustuttava sopimukseen erikseen. Sovitut asiat on hyvä sisäistää ja muistaa. Työnjohdon tulee tietää urakkasisältö tarkasti, esimerkiksi mitä tehdään mahdollisina tuntitöinä. Sopimuksessa aliurakoitsijalle esitetyt vaatimukset on täytettävä asianmukaisesti.

6.4.2 Riskit ja potentiaaliset ongelmat

Riski	Toimenpide
Työvaihe jää aikataulusta.	Aikataulutetaan työvaihe, seurataan ja vaaditaan urakoitsijalta tarpeeksi työryhmiä, YIT hoitaa mestat valmiiksi.
Rappauustyö sotkee.	Hoidetaan suojaus hyvin, suojataan mastolava ja telineet.
Alustan kunto on huono.	Alusta tarkastetaan hyvin, alusta myös korjataan hyvin.
Sääolosuhteet ovat huonot.	Suunnitellaan sääsuojaus, jos ei mahdollista tarvitaan aikatauluun puskuria sateiden varalle.
Työn laatu on huonoa.	Suunnitellaan laadunvarmistustoimenpiteet ja toteutetaan jatkuvaa työnjohdon valvontaa.

(Kerola 2017.)

6.4.3 Aloituspalaveri

Aloituspalaveri on pidettävä, jotta informaatio kulkeutuu aliurakoitsijalle. Palaverissa käydään läpi työvaiheen aikataulu, työjärjestys, työturvallisuus ja laadunvarmistus. Työvaiheen tehtäväsuunnittelu ja mahdolliset riskit on käytävä läpi. (Kerola 2017.)

Laadunvarmistuksen kannalta aloituspalaveri on tärkeä, sillä siinä varmistetaan, että aliurakoitsija ymmärtää työnjohdon vision työn tekemisestä ja laadusta. Erityisen tärkeää on, että aliurakoitsijan työnohtajan lisäksi myös aliurakoitsijan työntekijät osallistuvat aloituspalaveriin. Näin vältetään informaatiokatkoksilta. On tavallista, että aliurakoitsijan työntekijät ovat ulkomaalaisia eivätkä puhu suomea. Silloin on erityisesti huolehdittava siitä, että työntekijöillä on tieto työjärjestyksestä ja työturvallisuudesta. Sujuva tiedonkulku vaikuttaa suoraan työn etenemiseen ja helpottaa kaikkien työvaiheiden edistymistä työmaalla.

6.4.4 Tarkastuskortti

YIT:lla on työnaikaiseen työtehtävän hallintaan ja laadunvarmistukseen valmiita tarkastuskortteja. Tarkastuskortteja pitää täyttää heti alusta alkaen, jolloin niistä saadaan suurin hyöty irti. Tarkastuskortti on työnjohdon apuväline, joka muistuttaa työvaiheen tehtävistä. Kliseinen ”laatu syntyy tekemällä” -virke pitää kyllä paikkansa, mutta myös tarkastamisella ja valvonnalla on tärkeä osa laadukkaaseen lopputulokseen pyrittäessä.

6.5 Laadun mittaus

Laatu voidaan arvioida rappaustyön jälkeen tarkastelemalla rappauksen ominaisuuksia yksitellen. Laadun ominaisuuksia ovat:

- rapatun pinnan tasaisuus (lk3 - ulkopinnat) / seinät +/-7mm/l=2000
- onnistuneet suojaukset – ei pintojen jälkiputsausta
- työkohde siivottu sovitun mukaisesti
- yleisilme / pinnan visuaalinen tasaisuus (väri, rakeisuus)
- pellitykset
- nurkkien/kulmien suoruudet
- liikunta- yms. saumat
- varusteiden kiinnitys (ränniputket, iv-kanavien liittymät yms.) (YIT laatukortti.)

Kokonaista yhden sivun julkisivua tulisi tarkastella maan tasosta siten, että voi hahmottaa kerralla koko sivun. Tarkasteluhetkellä julkisivuun ei saa paistaa aurinko eikä julkisivu saa olla kastunut. Tällaisella tarkasteluhetkellä kokonaisen sivun rappauksen laatua voidaan arvioida silmämääräisesti. Erityisesti huomiota tulee kiinnittää kauempana katsottuna rappauksen värin tasaisuuteen ja laikukkuuteen. Lähempää kohtisuorasti noin 2 metrin etäisyydeltä tulee tarkastella rappauksen pinnan tasaisuuksia ja rappauksen struktuuria. (Uuden asunnon laatu K&T 79a 2013,44.)

6.6 Konkreettiset ongelmat työmailla

Työmailla on kohdattu ongelmia rappaustyövaiheen aikana. Haastattelujen perusteella olen koonnut muutamia ongelmia, joihin on hyvä varautua tulevaisuudessa. Jotkin ongelmat toistuivat monella työmaalla, joten niistä on hyvä saada tietoa ja kartoittaa niitä.

1. Informaatio ei kulje aliurakoitsijan työnjohdon ja aliurakoitsijan työntekijöiden välillä

Aloituspalaverista ja tehtäväsuunnittelusta ei ole mitään hyötyä, jos tieto ei etene oikeille henkilöille. Tiedon kulkeutumista tulee vaatia ja se on hyvä varmistaa työntekijöiltä. Parhaiten se onnistuu, jos työntekijät saadaan aloituspalaveriin ja tiedon kulkeutuminen ja mahdollinen tulkkaus tehdään silloin.

2. Työntekijät eivät puhu suomea tai englantia, eikä työnjohto käy paikalla

Tämä voidaan ehkäistä, kun vaaditaan, että aliurakoitsijan työnjohto on aloituspalaverissa paikalla. Kieliongelmia helpottaa se, että työnjohto käy työmaalla. Sopimuksessa voidaan myös vaatia, että paikalla on aina yksi englantia tai suomea puhuva henkilö.

3. Rappausstyössä käytettävät henkilönostimet eivät mahdu työmaan omalle tontille.

Työnjohdon on sovittava aikaisessa vaiheessa mahdollisten viereisten työmaiden johdon kanssa tilavarauksista nostokalustolle rappaus työn ajaksi. Jos tilantarvetta on kaupunginmaalla, täytyy se vuokrata kaupungilta työmaa-alueeksi.

4. Rappauskiinnikkeiden asennuksessa porataan elementin kantavan sisäkuoren läpi sisätiloihin asti.

Aloituspalaverissa ja työvaiheeseen ryhdyttäessä työntekijöille on perehdytettävä rappausjärjestelmästä tarvittavat tiedot. Aliurakoitsijan työnjohto on myös vastuussa työntekijöiden osaamisesta.

5 Rappausverkon määrien ja sijainnin tarkistaminen on vaikeaa.

Rappausverkon sijaintia voidaan tarkastella työn aikana. Työntekijöille täytyy perehdyttää rappausverkon sijainnin tärkeys työnlaadussa. Näytepalojen ottaminen on myös mahdollista. Rappausverkon sijainti voidaan myöhemmin todentaa katsomalla asennuksen työvaiheista otettuja valokuvia.

6 Rappaus työhön vaadittavia detaljeja ei ole, kun työ tehdään.

Hyvissä ajoin ennen työvaiheen aloitusta, viimeistään aloituspalaverissa, työnjohdon on tarkastettava, että detaljit työn toteuttamiseen ovat työmaalla. Jos niitä ei ole, rakennesuunnittelijaa on painostettava lähettämään detaljit määräaikaan mennessä, jotta työ saadaa suunnitellusti tehtyä.

Yksi kohde jouduttiin jälkikäteen korjaamaan vuosikorjauksessa Tampereella, koska työmaa-aikana ei ollut olemassa detaljeja ikkunanliitoksesta. Asiaan ei työmaavaiheessa kiinnitetty huomioita, vaikka siitä aiheutui jälkeenpäin kalliit kustannukset.

7 Suojaukset ovat riittämättömät katolla ja IV-konehuoneen seinissä.

Suojauksia tehdessä tulee muistaa, että rappauslaasti levitetään usein kovalla paineella. Ennakkoon suojaamalla vältetään hidas ja vaikea roiskeiden putsaminen. Kaikki mahdollisesti roiskeita saavat pinnat tulee suojata, mukaan lukien IV-konehuoneiden seinät.

7 RAPPAUSTYÖKOHDDE

7.1 Niemenrannan Fuugan yleistiedot

Niemenrannan Fuuga on YIT:n rakentama vuokratalokohde Tampereen Niemenrannassa osoitteessa Raaminkatu 14. Rakennusaika oli huhtikuusta 2015 elokuuhun 2016. Kohde on osa Niemenrannan suurkorttelia, jota vielä rakennetaan opinnäytetyön kirjoittamisen aikana.

Kohde on 7-kerroksinen pistetalo, jonka runkona on korttelin sisäpihalle päin sandwich-elementtejä ja tien puolella lamellivillaeristeisiä elementtejä. Kohde luovutettiin Lähi-Tapiolalle vuokrakohteeksi. Niemenrannan rakennustapaohjeessa vaadittiin rapattua pintaa kadulle päin. Rappaus toteutettiin kohteeseen 2016 huhti-toukokuussa.



Kuva 24 Niemenrannan Fuuga (Kivelä 2017)

7.2 Valmistelevat työt ja työmaajärjestelyt

Rappauksen suunnittelu aloitettiin aikaisessa vaiheessa. Aloituspalaveri pidettiin ja siellä olivat läsnä urakoitsijan ja aliurakoitsijan työnjohto. Kadun puoleinen sivu tyhjennettiin kokonaan ja tasoitettiin nostolaitteita varten. Etelän puoleisella päädyllä oli vain vähän tilaa työskennellä, joten henkilönostimelle varattiin tilaa viereisen työmaan puolelta. Pohjoispäädyssä oli tilaa työskennellä autokannelle johtavalta rampilta. Työn alettua kulku rakennukseen järjestettiin takaovesta ja työalueelle kulku estettiin. (Kuusisto 2017.)

7.3 Kohteen rappaus

Rappaustyöhön ryhdyttiin kahdella kahden miehen työryhmällä huhtikuun alussa. Työt aloitettiin tarkastamalla ja oikaisemalla rapattava eristepinta. Muutamien elementtien lämmöneristeiden kulmat olivat vajaat ja niitä jouduttiin oikomaan. Tämän jälkeen suojattiin ikkunat ja ensimmäisen kerroksen sandwich-elementit. Suojaus tehtiin rakennusmuovilla, joka kiinnitettiin teipillä. Suojaukseen tehtiin huolellisesti. Toinen työryhmä aloitti tämän jälkeen vahvikelistojen, elementtisaumalistojen ja alareunalistojen asennukset toiselle puolikkaalle kadun puoleista seinää. Myös ikkunanpielien sivut tasattiin ja kasvatettiin ikkunan karmiin asti verkotuslaastilla. (Kuusisto 2017.)

Vahvikkeiden asennuksen jälkeen aloitettiin verkotuslaastin levitys ja rappausverkon asennus. Rappausverkon läpi asennettiin mekaaniset kiinnikkeet pitämään lämmöneristeet ja rappausverkko varmasti paikoillaan. Kiinnikkeiden asennuksen jälkeen niiden päälle levitettiin ohut kerros verkotuslaastia, jolla tasattiin pinta kiinnikkeiden kohdalta pinnoitusta varten. Tämä työvaihe toistettiin jokaiselle rapattavalle sivulle. (Kuusisto 2017.)

Pinnoitus aloitettiin eteläpäädyssä levittämällä pinnoituskerros. Talo kierrettiin vastapäivään tekemällä pinnoitus ja hierto koko rapattavalle alalle. Maalaus aloitettiin myös eteläpäädyssä, kun oltiin varmistuttu pinnan kuivuudesta. Maalaus tehtiin useassa osassa ja kahdella värillä. Ensin maalattiin valkoiset osat ja sen jälkeen viimeisteltiin itäsivun ruskeat pinnat. Rappaustyövaiheen aikataulussa oli hieman ylimääräisiä työpäiviä huonojen sääolosuhteiden varalle. Työvaiheen aikana säät olivat onneksi suosiollisia ja työt tehtiin aikataulua nopeammin. (Kuusisto 2017.)



Kuva 25 Elementtisaumojen vahvistamista (Kuusisto 2017)

7.4 Lopettavat työt

Rappaustyön jälkeen suojaukset poistettiin ja toimitettiin jätelavalle. Rakennuksen tienpuoleiset kulkuesteet poistettiin ja talon kadun puoleinen sisäänkäynti avattiin uudelleen käyttöön. YIT hoiti pihan siivoamisen työvaiheen jäljiltä. Aliurakoitsija toimitti takuuaineistot työnjohdolle. (Kuusisto 2017.)

Suojaus onnistui fuugassa hyvin, sillä roiskeita ja korjaustarpeita oli vähän. Roiskeita jouduttiin poistamaan talon katolta ja IV-konehuoneen seinästä, jonka suojaus ei ollut riittävä. Roiskeet tarkastettiin ja kuvattiin, jonka jälkeen ne putsattiin asianmukaisesti.

7.5 Rappauksen laatu

Työnjohto oli perehtynyt hyvin ennen työvaihetta eristerappausjärjestelmän ominaisuuksiin, joten järjestelmän vaatimukset olivat selvillä. Rappauksen laatua valvottiin tarkastuskortin ja jatkuvan valvonnan avulla. Rappaustyön työnjohtaja dokumentoi työvaiheen

ottamalla paljon kuvia toteutuksesta. Kuvat havainnollistavat jälkikäteen hyvin rappaus-työn työvaiheet. Kuvista on myös helppo arvioida laadullisia ominaisuuksia, kuten rappausverkon limityksiä ja kulmavahvikkeiden paikkoja.

Rappauksen laatu todettiin työn lopussa ja urakka otettiin vastaan. Laatu todettiin rappauskortin ominaisuusvaatimusten avulla ja silmämääräisesti tarkastellen. Rappauksen laatuun oltiin tyytyväisiä. Yksi työsauma jäi hieman näkymään talon itäisivulla keskellä rakennusta 7. kerroksen kohdalla. Maasta tarkasteltuna sitä ei kuitenkaan juuri huomaa, jos työsaumaa ei osaa erikseen etsiä.



Kuva 26 Itäisivun pinnoitus (Kuusisto 2017)

8 RAPPAUKSEN KUNNOSSAPITO

Rakennuksen elinkaaren aikana rappauksen kunto alkaa heikentyä. Heikkenemisen nopeuteen vaikuttavat rappauustyön laatu, toteutuksen aikaiset sääolosuhteet ja materiaalien ominaisuudet. Korjaukset tulisi toteuttaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta vahinko ei kertaannu. Jos eristerappaukseen tulee mekaaninen isku työmaan aikana, se täytyy korjata heti. Iskujen aiheuttamista pinnan halkeamista tai rikkoutumisista pääsee kulkeutumaan vettä rappauksen verkotuslaastikerrokseen. Kosteus aiheuttaa verkotuslaastin lujuuden heikkenemistä, mikä on suoraan yhteydessä rappauksen käyttöikään ja rappauspinnan värin yhteneväisyyteen.

8.1 Tarkkailu ja huolto

Rapattujen julkisivujen huoltoväli on yleensä 20 – 60 vuotta riippuen paljon rappaukseen kohdistuvista rasituksista ja rappaustyyppistä (Weber huolto ja kunnossapito). Työvirheistä ja rappauspintaan kohdistuvista ongelmista johtuen korjauksiin voidaan joutua jo paljon aiemminkin. Siksi rappauspintoja on hyvä tarkkailla tietyn välein. Tarkkailulle hyvä ajankohta on kevät, kun talven mahdolliset vauriot ovat vielä pienet. Tällöin mahdolliset mekaaniset vauriot korjataan heti niiden synnyttyä. Tarkkailun ja huollon apuna toimii huoltokirja, johon voidaan merkata tehdyt huollot ja hallita huoltotoimenpiteiden aikataulutusta.

8.2 Julkisivun vaurioituminen

Vesi ja kosteus voivat lyhentää rappauksen elinkaarta. Jatkuvat veden valumat ja vuodot julkisivun pintaan voivat aiheuttaa rappauksen tummumista ja vaurioitumista. Veden kulkeutumisen kannalta ratkaisevia kohtia ovat esim. ikkunapellitykset, räystäät, syöksytorvet, vesikatto ja kaikki liitosdetaljit. (Weber huolto ja kunnossapito.)

8.3 Rappauksen korjaaminen

Eristerappauksen korjaaminen voidaan jaotella pinnoituskorjauksiin, paikkaus- ja pinnoituskorjauksiin ja rappauspinnan purkamiseen ja uusimiseen. Korjausmenetelmä valitaan korjattavan vaurion laajuuden ja suuruuden mukaan. (Rappauskirja by 46 2005, 108.)

8.3.1 Pinnoituskorjaus

Vaurio pyritään pysäyttämään käyttämällä erilaisia pinnoitteita ja parantamalla rakenteen kosteusteknistä toimivuutta. Pinnoituksessa vanha rakenne jää ennalleen. Pinnoituskorjausmenetelmä sopii pääosin hyvin säilyneiden rappauspintojen korjaamiseen. Menetelmä on enemmänkin huoltotoimenpide ja sillä voidaan hieman parantaa rapattavan pinnan ulkonäköä. Ennen toimenpidettä on varmistuttava materiaalin pinnoitettavuudesta ja tartuntaominaisuuksista. (Rappauskirja by 2005, 88.)

8.3.2 Paikkaus- ja pinnoituskorjaus

Korjausmenetelmässä vaurioituneet alueet kartoitetaan ja rappaus uusitaan näiltä alueilta kokonaan. Rappausta voidaan myös paikata vähemmän vaurioituneilta kohdilta. Paikatut alueet pyritään häivyttämään rajaamalla pinnoitus sopiviin saumakohtiin julkisivussa. (Rappauskirja by 46 2005, 90.)

Yleisesti vaurioiden syy tässä korjausmenetelmässä on rappauksen huono kosteustekninen toimivuus tai mekaaninen vaurio. Erityisesti eristerappauksen mekaaniset vauriot ovat mahdollisia työmaa-aikana ja kohteen luovutuksen jälkeen. Korjaustapa soveltuu pinnoille, jotka ovat vaurioituneet pahasti, mutta vain paikallisesti. (Rappauskirja by 46 2005, 91.)

8.3.3 Rappauksen purkaminen ja uusiminen

Korjausmenetelmää käytetään, kun rappauksen pinnan vauriot ovat laajoja ja pinnoituskorjaus ei ole enää mahdollista. Syy korjaukseen voi olla myös rappauksen verkotuksen tai lämmöneristekiinnikkeiden virheiden tai työvirheiden aiheuttamat vauriot. Vauriot voivat olla verkotuslaastissa tai muuten rappauksen pinnan alla. Tällöin rappaus pitää usein purkaa lämmöneristeisiin asti ja toteuttaa uudestaan. (Rappauskirja by 46 2005, 92.)

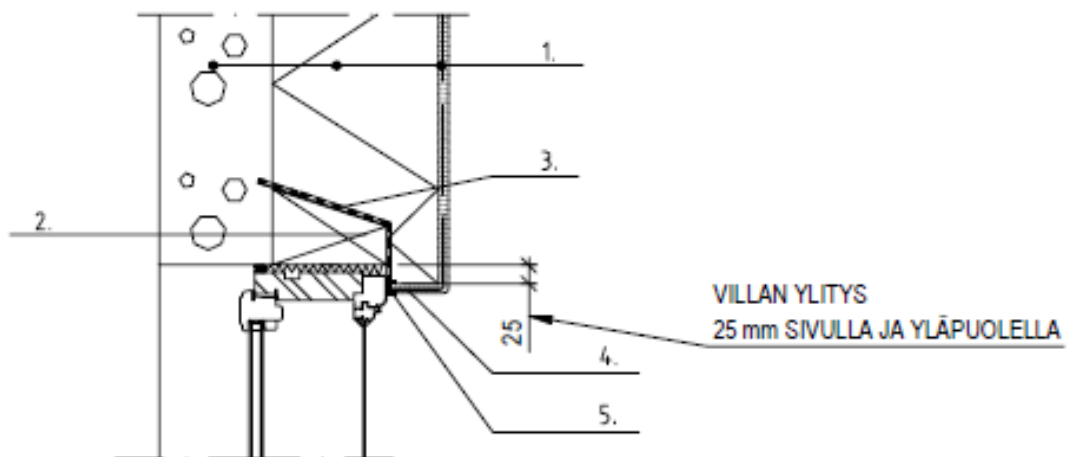
8.4 YIT:n vuosikorjaukset

2010-luvulla Tampereen alueella on korjattu vuosikorjauksena yhtä kohdetta Tampereen Tammellassa. Kohteessa havaittiin käyttöönoton jälkeen, että alimman kerroksen liiketilojen ikkunoiden yläpuolelta vuotaa vesi sisään. Vuosikorjauksessa tapausta tutkittiin ja havaittiin, että eristerappauksen alareunalista puuttui ja liittyminen alapuoliseen rakenteeseen oli toteutettu väärin. Työmaalla ei ollut detaljeja asiasta, joten toteutuksen suunnittelu jäi työmaalle. (Seppänen 2017.)

Rappauksen alareunaan ei oltu asennettu tippanokallista päätelistää, sekä karmin ja lämmöneristeen liittymä oli kitattu. Tämä johti siihen, että rappausta pitkin alaspäin valunut vesi pääsi tunkeutumaan saumauskittin läpi karmin yläpuolelta alakerroksen liiketiloihin sisään. Ongelmana oli, että saumauskitti oli samalla tasolla rappauksen kanssa.

Kohteen korjauksessa jouduttiin purkamaan ikkunoiden päältä noin 50mm rappausta ja lämmöneristettä. Kantavasta rungosta asti asennettiin pelti, joka kaatoi ulospäin. Pelti tuli hieman rappauksen pinnasta ulospäin, jotta varmistuttiin, ettei vesi pääse rakenteen sisään. Ongelma olisi voitu välttää työmaalla, jos olisi vaadittu detaljit ikkunan liitoksesta.

Jotta vastaavilta vältytään jatkossa, tulee työnjohdon aloittaa työvaiheen suunnittelu ajoissa ja huomioida työvaiheen edellytykset. Työnjohdon pitää hankkia tarvittavat tiedot itselleen ja välittää tieto työntekijöilleen. On huolehdittava uusien työntekijöiden perehdytyksestä. Rappausjärjestelmän ominaisuuksiin tulee tutustua, jotta työnjohto voi toteuttaa päivittäistä työn valvontaa.



Kuva 27 Esimerkki rappauksen liittymisestä ikkunaan. (A-insinöörit detaljikuvat)

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

9.1 Eristerappaus yleisesti

Eristerappausjärjestelmä on vielä nuori, mutta yleistynyt tapa tehdä rakennuksen julkisivu. Useissa kaupunkien asemakaavoissa halutaan toteuttaa uusien rakennusten julkisivut rappattuina. Tämä vaatimus lisää oleellisesti eristerappausjärjestelmän käyttöä. Eristerappausjärjestelmiä ja niiden valmistajia on useita. Järjestelmien peruseräotteissa ei ole juurikaan eroja. Materiaalivalmistajat keuhvat kukin tahoillaan omien rappaustuotteiden laatua ja säänkestävyyttä. Käytännössä jokainen järjestelmä on tutkittu ja säätestattu, joten eroavaisuudet niiden käytännön kestävydessä ovat pieniä.

Eristerappausjärjestelmän kestävydestä ja käyttöiästä ei ole vielä pitkän aikavälin tietoa. Jos eristerappaus on toteutettu asianmukaisesti, sen todellisen käyttöiän pitäisi olla yli 30 vuotta. Rappauksen kestävyden kannalta oleellisin asia on julkisivun vesitiiviydestä huolehtiminen. Tämä tarkoittaa, että työmaalta lähtien rappauksen sisään ei pääse vettä työnaikana eikä rappaus halkeile. Julkisivun pellitysten ja saumojen kunnosta tulee pitää hyvää huolta. Mahdolliset korjaukset täytyy tehdä mahdollisimman, jotta välttyään suuremmilta korjauksilta. Pitkäikäisen tiedon puutteen takia eristerappaukseen liittyy vielä ennakkoluuloja ja pelkoja järjestelmän kestävydestä.

9.2 Eristerappauksen laadunvarmistus työmailla

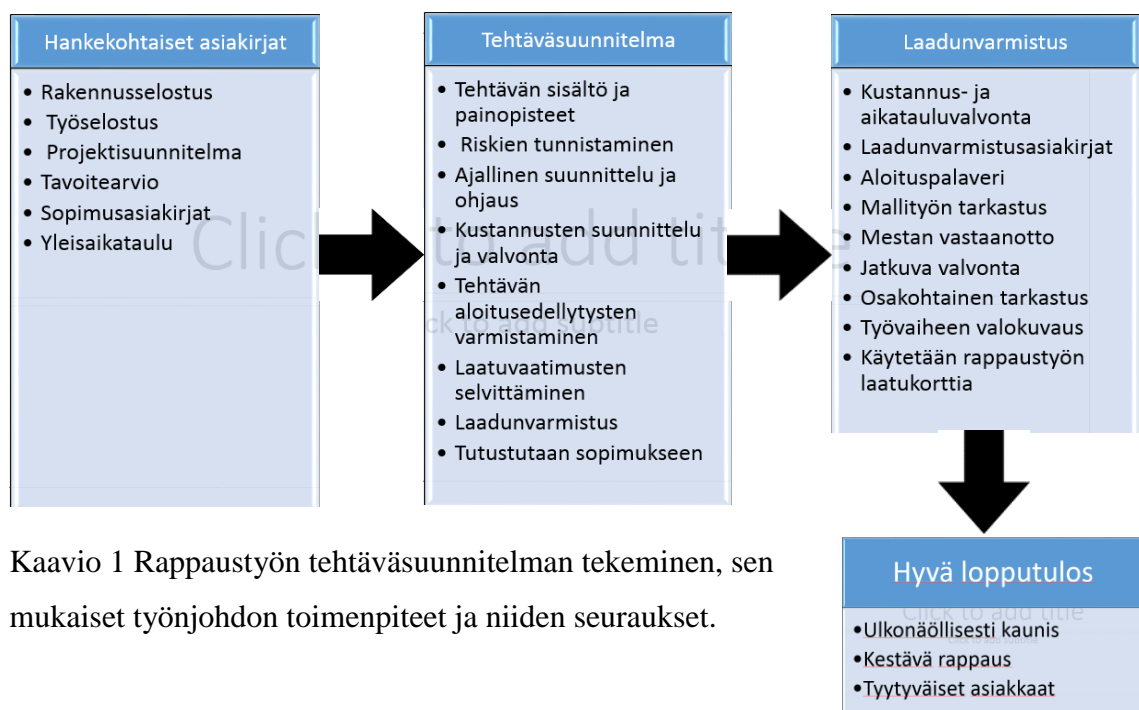
Rappauksen laadunvarmistus työmaalla onnistuu hyvin, jos työnjohto on perehtynyt rappausjärjestelmän teknisiin ominaisuuksiin ja laadunvarmistustoimenpiteitä noudatetaan. Työnjohtoon tulee tietää rappausjärjestelmään kuuluvat työvaiheet ja tarvittaessa huomauttaa työn laadusta aliurakoitsijalle tai työntekijälle. Erityisen oleellista työvaiheen laadunvarmistuksessa ovat seuraavat asiat:

- työnjohto tietää rappausjärjestelmän ominaisuudet ja vaatimukset
- työvaihetta valvotaan jatkuvasti
- virheet korjataan aikaisessa vaiheessa
- työvaihetta valokuvataan
- rappaustyön laatukorttia käytetään ja merkitään tehdyt työt
- mallityö on tehty ja työmenetelmät on standardisoitu.

Työmaakohtainen valvonta tulee kohdistaa niihin rappaustyön ominaisuuksiin, joissa kokemuksen mukaan tehdään eniten virheitä, tai joiden erikoisvaatimukset vaativat tarkempaa valvontaa. Tässä opinnäytetyössä kohdassa 6.6 on esitelty työmailla kohdattuja ongelmia. Suurin ongelma työmailla haastatteluiden mukaan oli rappausten liitoksien detaljien puute.

Rappaustyön kohdalla valvontamenetelmiin kuuluvat suunnitelmien tarkastaminen sekä niiden läpikäynti urakoitsijan kanssa, kokeet ja mittaukset, mallityöt, tarkastukset ja dokumentointi. Työnaikaisilla laadunvarmistuskokeilla selvitetään, vastaako työmaalla toteutuva laatu teknisiltä ja visuaalisilta ominaisuuksilta työselityksessä annettuja rappausjärjestelmän laatuksiteerejä. Teoriassa järjestelmä on toimiva, jos sen toteutus on hyvä ja tehty oikeissa olosuhteissa. Kun työmaalla onnistutaan, on rappausten käyttöikä varmasti luvattun pituinen.

Parhaat työkalut julkisivun ulkonäön laadunvarmistuksen havainnointiin ovat työnjohdon silmät. Rappauspinnan yhteneväisyyteen vaikutetaan paljon usein jo ennen rappaustyötä. Jälkikäteen selvät virheet korjataan, mutta huippulaadun tavoittelussa laadullinen varmistus tehdään ennen työtä. Rappaustyön työtavat tulee standardisoida mahdollisimman hyvin, jotta laatu olisi tasaista. Sääolosuhteilla on suuri vaikutus, myös ulkonäölliseen laatuun. Kostealle pinnalle rapattaessa väri vaihteluilta ei voida välttyä, joten sadetta ja pinnan kuivuutta on työmaalla tarkasteltava. Tarvittaessa voidaan mitata kosteus eristeen tai verkotuslaastin pinnasta, jotta ollaan varmoja tarvittavista materiaalin kuivuudesta.



Kaavio 1 Rappaustyön tehtäväsuunnitelman tekeminen, sen mukaiset työnjohdon toimenpiteet ja niiden seuraukset.

9.3 Eristerappaus rakennusurakoitsijan näkökulmasta

Rakennusurakoitsija arvioi eristerappausjärjestelmän toteutusta kustannusten ja kestävyiden kannalta. Arvioinnin kohteena on myös rappauksen toteutuksen ajankohta, sillä vuodenaika määrittelee pitkälti rappauksen lopullisen hinnan. Aliurakoitsijan valinta on tärkeä osa työvaiheen laatua. Hyvä ja kokenut aliurakoitsija helpottaa työnjohdon taakkaa ja tekee usein hyvää laatua. Tämän takia rakennusurakoitsijan tulee kilpailuttaa ja vertailla aliurakoitsijat tarkoin.

Rappauksen kestävyys on oleellinen asia työmaan aikana ja sen jälkeen vuosikorjauskustannusten kannalta. Työvirheiden ja iskujen korjaus voi tulla kalliiksi, koska korjattavat pinta-alat ovat usein suuremmat kuin vain vaurioitunut kohta. Vuosikorjauksessa suurena miinuksena on myös rakennusurakoitsijan maine, sillä korjaustyöt näkyvät aina korjauksen aikana julkisille tiloille ja kadulle. Työmaan muut työvaiheet voivat kolhia rappausta ja aiheuttaa lisäkorjauksia. Esimerkiksi julkisivuun kiinnitettävien pellitysten ja syöksyturvien asennuksessa voidaan helposti henkilönostimilla kolhia rappauksen pintaa. Rappauustyö tosin tehdään usein rakennustyömaan loppuvaiheessa.

9.4 Eristerappaus kylminä vuodenaikoina

Eristerappauksen toteuttaminen on riippuvainen lämpötiloista ja sääolosuhteista, minkä vuoksi sen toteuttaminen huonojen sääolosuhteiden vallitessa maksaa paljon. Rappauksen työvaiheen suunnitelmat on hyvä olla selvillä aikaisessa vaiheessa, kun halutaan säästää kustannuksia. Kun lämpötila on alle +5 °C, rappaus joudutaan toteuttamaan telineiltä ja tekemään sääsuojaus. Telineiden kokoaminen ja purkaminen on hidasta ja kallista rakennusurakoitsijalle. Lisäksi seinää joudutaan lämmittämään, mikä tapahtuu yleensä kaasulämmittimillä. Jos ulkolämpötila on pakkasen puolella, aiheutuu kaasusta suuri kustannuserä. Sääsuojaus ei sinänsä juurikaan eristä lämpöä, joten lämpöenergia karkaa sääsuojauksen läpi ulkoilmaan. Jos rappauustyö aikataulutetaan touko-lokakuulle, voidaan säästää huomattavasti kustannuksia. Työssä tehtiin myös rappaustyön kustannuslaskelmat useasta YIT:n Tampereen työmaakohteesta.

Lisäksi telineiltä on vaikeampi työskennellä ja telineiden vaaka- ja pystyrakenteet ovat tiellä rappaustyössä. Aikataulullisesti sääsuojaus kuitenkin tuo huomattavaa varmuutta, jos työvaiheella on kiire, sillä sääsuojauksen alla itse rappaustyölle ei aiheudu aikataulullisia keskeytyksiä, kuten kesällä sateiden aikaan. Sääsuojauksen ansiosta myös kosteusvaihtelut verkotuslaastin pinnassa ovat pienempiä, joten julkisivun väri vaihtelun riski on pienempi sääsuojauksen alla tehtynä. Aikataulutuksessa tulee myös huomioida telineiden kasauksen ja purkamisen ajankohdat ja suunnitella kulku rakennukseen.

Materiaalivalmistaja STO tarjoaa nykyään yhtiön Fast Technology -konseptiin perustuvia rappauslaasteja, joita voidaan työstää, jos lämpötila on yli 1°C. Lämpötilan kuitenkin tulee pysyä yölläkin yli plus 1°C-asteen. Uudet materiaalit voivat pidentää rappaustyön sääsuojaamatonta sesonkia kevään ja syksyn puolelta. Kohteen rappaustyön aikataulutuksessa voitaisiin ottaa huomioon uudet materiaalit ja miettiä, pystyttäisiinkö niitä hyödyntämään. Kustannussäästöt ovat merkittävät, kun sääsuojausta ei tarvitse toteuttaa.

9.5 Eristerappaus loppukäyttäjän näkökulmasta

Loppukäyttäjän näkökulmasta eristerappaus luo rakennukseen arvokkaan ja yhtenäisen julkisivun. Rapattupintainen rakennus luo modernin ja laadukkaan kuvan rakennuksesta. Tämä voi houkuttaa ostajia ja nostaa asuntojen hintoja rakennuksessa.

Teknisesti ajateltuna eristerappaus on loppukäyttäjälle riski. Se voi vaurioitua helpommin kuin perinteinen betoninen julkisivuelementin pinta. Sitä voidaan joutua korjaamaan mekaanisten iskujen takia ja huoltamaan pienten vaurioiden takia. Epävarmuuksien vuoksi eristerappaus voi olla taloyhtiöille ja asukkaille kalliimpi ylläpitää ja lyhyemmän käyttöiän vuoksi korjaustarve tulee aiemmin vastaan kuin perinteisellä betonisella elementti-julkisivulla. Julkisivujen korjaustarve ajan kuluessa voi vaikuttaa asuntojen hintaan, jos uusi omistaja joutuu heti maksamaan julkisivuremontin kustannukset.

9.6 Työn käyttäminen

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä tietoa eristerappauksen toteutuksesta ja sen haasteista. Työ soveltuu työmaille työnjohdon tiedoksi ja avuksi eristerappauksen toteuttamisessa. Työn lähteinä käytettiin YIT:n henkilökuntaa ja alan kirjallisuutta.

LÄHTEET

Finnsementti: Huokostimet katsottu: 5.3.2017.

<http://www.finnsementti.fi/tuotteet/parmix-lisaaineet/huokostimet>

Weber tuotteet: katsottu 5.3.2017

<https://www.e-weber.fi/julkisivut/tuotteet/eristerappausratkaisut/serpomin-eristerappaus.html>

Ramirent Scanclimber SC5000 2016 katsottu 15.3.2017

http://tuotteet.ramirent.fi/sites/tuotteet.ramirent/files/product_attachments/Scanclimber%20SC5000%204.%20Pystytys%20ja%20purku%20%28osa%201%29.pdf

Rakennustieto RunkoRYL 2010 katsottu 17.3.2017

http://www.rakennustieto.fi/runkoryl/lausuntomateriaali_10_37_44/RunkoRYL1011_Rappaus_RTS10_43.pdf

Ratu ulkoseinän eristerappaus katsottu 15.4.2017

https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5ecztM8oF/5efAKPpb/Files/CurrentFile/Ratunayte_F310187.pdf

Julkisivuyhdistys rappaustyön suunnitteluohje katsottu 10.3.2017

http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari2/juko/JUKO_pdf_web/Korjaustavat/Rapatt%20julkisivut/Suunnitteluohjeet_rapattu_paikkaus_pinnoitus.pdf

Weber opas katsottu 2.4.2017

<https://www.e-weber.fi/palvelut/esitteet-ja-ohjeet/weber-opas.html>

Sto.fi Tuotteet katsottu 23.4.2017

http://www.sto.fi/fi/tuotteet_jarjestelmat/julkisivut/julkisivujarjestelmat/stotherm-mineral.html

Weber huolto ja kunnossapito katsottu 22.4.2017

<http://shop.e-weber.fi/kronodocs/45164.pdf>

Kirjat

Eriste- ja levyrappauskirja BY 57 2016 Suomen betoniyhdistys ry
Kustantaja: BY-KoulutusOy Julkaistu: 2016

Rappauskirja BY 46 2005 Suomen betoniyhdistys ry
Kustantaja: Suomen Rakennusmedia Oy Julkaistu: 2005

Rakennustieto Oy 2010 RunkoRYL. Helsinki: Rakennustieto Oy
Julkaisijat: Rakennustieto Julkaistu :2010

Uuden asunnon laatu rakennustekniikka K&T 79a Rakennusteollisuus RT 2016
Julkaisijat: Rakennusteollisuus RT ry Kustantaja: Suomen Rakennusmedia Oy

Haastattelut:

Sanna Kerola YIT Kaleva Kvartsi haastattelu 22.2.2017 ja sähköpostit

Harri T Kuusisto YIT Hervanta Tutkija haastattelut 3.3.2017 ja 13.4.2017

Pasi Urvanta YIT Hervanta Tutkija haastattelut 3.3.2017 ja 13.4.2017

Jussi Malo YIT Hervanta haastattelu 13.4.2017

Antti Koskelainen STO tekninen neuvonta puhelimitse 12.4.2017

Uula Seppänen YIT vuosikorjaus haastattelu 20.4.2017

LIITTEET

YIT Rappaustyön laadun seurantakortti

TYÖMAAN NIMI:	YIT RAKENNUS OY
TYÖNUMERO:	JULKISIVUN RAPPAUS
TARKASTUS PÄIVÄMÄÄRÄ:	LAADUN SEURANTAKORTTI
ALIURAKKA FIRMAN NIMI:	päivitetty 30.11.2015 /yk
URAKOITSIJAN TYÖNJOHTAJA:	
URAKOITSIJAN TYÖNTEKIJÄT:	RAPATTU ALA:
YIT TYÖNJOHTAJAN NIMI:	(ilmansuunta, sivu, yms.)
TARKASTUKSEEN OSALLISTUNEET:	RunkoRyl 2010/101 Rappaus, RT33-10386
	Rakennustöidenlaatu 2014/101 Rappaus

Tämä tarkastuskortti käsittelee kivirungon kaksikerrosrappaus SerpoMin (PreFab) - eristerappausmenetelmällä (Weber Saint-Gobain) www.e-weber.fi

TYÖVAIHE	nro	TOIMENPIDE	KUITTAUKSET		
			OK	KORJ.	HUOM. / SELITE
RAPPAUSTYÖ		lämpötila - rappauksen ja jälkihoito aikana - min +5C			
		rappaus suojattu sateelta ja suoralta auringonpaisteelta			
		tutustuttu "Rappaustyö menetelmäkorttiin" ja tarvittavat toimenpiteet sovitettu			
		varmistettu - aloitusvaiheen toimenpiteet tehty sovitusti ennen varsinaista rappaus			
		nurkka- ja kulmavahvikkeiden limitys min 100 mm varsinaisen verkon kanssa			
		ikkunoiden ja muun ympäristön riittävä suojaus tehty (huomioi - laasti ruiskutetaan paineella)			
		kerrosrappaus			
		1. verotuslaasti 3-4mm			
		2. verkon asennus			
		3. tasoituslaasti 2-3mm			
		4. pohjuste maalaus			
		5. pinnoitus			
		näyepalojen otto (min 2 kpl / rakennuksen sivu)			
		rakennepaksuudet oikeat			
		verkon oikea sijainti rakenteessa			
		mallipinta hyväksyttäminen			
		valmiin rappauksen vastaanotto lohkoittain / sivuittain			
		lohko 1			
		lohko 2			
		lohko 3			
	lohko 4				

RAPPAUSTYÖN JÄLKEEN	valmiin työn vastaanotto lohkoittain / sivuittain		
	lohko 1		
	rapatun pinnan tasaisuus (lk3 - ulkopinnat) / seinät +/-7mm/l=2000		
	onnistuneet suojaukset - ei pintojen jälkiputsausta		
	työkohde siivottu sovitun mukaisesti		
	yleisilme / pinnan visuaalinen tasaisuus väri, rakeisuus)		
	pellitykset		
	nurkkien/kulmien suoruudet		
	liikunta- yms . saumat		
	varusteiden kiinnitys (ränniputket, iv kanavien liittymät yms.)		
	lohko 2		
	rapatun pinnan tasaisuus (lk3 - ulkopinnat) / seinät +/-7mm/l=2000		
	onnistuneet suojaukset - ei pintojen jälkiputsausta		
	työkohde siivottu sovitun mukaisesti		
	yleisilme / pinnan visuaalinen tasaisuus väri, rakeisuus)		
	pellitykset		
	nurkkien/kulmien suoruudet		
	liikunta- yms . saumat		
	varusteiden kiinnitys (ränniputket, iv kanavien liittymät yms.)		
	lohko 3		
	rapatun pinnan tasaisuus (lk3 - ulkopinnat) / seinät +/-7mm/l=2000		
	onnistuneet suojaukset - ei pintojen jälkiputsausta		
	työkohde siivottu sovitun mukaisesti		
	yleisilme / pinnan visuaalinen tasaisuus väri, rakeisuus)		
	pellitykset		
	nurkkien/kulmien suoruudet		
	liikunta- yms . saumat		
	varusteiden kiinnitys (ränniputket, iv kanavien liittymät yms.)		
	lohko 4		
	rapatun pinnan tasaisuus (lk3 - ulkopinnat) / seinät +/-7mm/l=2000		
	onnistuneet suojaukset - ei pintojen jälkiputsausta		
	työkohde siivottu sovitun mukaisesti		
	yleisilme / pinnan visuaalinen tasaisuus väri, rakeisuus)		
	pellitykset		
	nurkkien/kulmien suoruudet		
	liikunta- yms . saumat		
	varusteiden kiinnitys (ränniputket, iv kanavien liittymät yms.)		