



BETONIJULKISIVUN KORJAUSMENETELMÄT

Markus Kangasniemi

Opinnäytetyö

Toukokuu 2012

Rakennustekniikka, YAMK-tutkinto

Tampereen ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu

Rakentamisen koulutusohjelma

Ylempi ammattikorkeakoulututkinto

KANGASNIEMI, MARKUS

Betonijulkisivun korjausmenetelmät

Opinnäytetyö 83 s, liitteet 2 s.

Toukokuu 2012

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, mitkä eri betonijulkisivun korjausmenetelmät soveltuvat tarkasteltavaan kohteeseen. Tarkasteltava kohde on kerrostalo, jossa on neljä kerrosta. Menetelmän valintaan vaikuttavia tekijöitä käsiteltiin myös. Tarkempaan tarkasteluun valittiin menetelmät, jotka soveltuivat parhaiten tarkasteltavaan kohteeseen. Valituista menetelmistä selvitettiin, kuinka ne toteutetaan käytännössä oikein ja onko toteutukselle jotain rajoituksia. Tämän tyyppinen rajoitus voi olla esimerkiksi liian kaareva lähtöpinta. Työn toteutuksessa käytettiin apuna alan kirjallisuutta ja haastateltiin alan ammattilaisia.

Korjausmenetelmäksi tarkasteltavaan kohteeseen valittiin paikkaus ja pinnoitus 1.kerroksen seiniin. Paksurappaus-eristejärjestelmä toteutetaan 2.- 4. kerroksen seiniin. Parvekkeiden pieli- ja kaide-elementteihin tehdään levyrappaus. Työn onnistumisen kannalta kaikissa menetelmissä tärkeää ovat oikeat olosuhteet. Valmistelevat työt eivät tosin vaadi samoja olosuhteita kuin muut työvaiheet. Paikkaus-, pinnoitus-, ja rappaustyöt ovat olosuhteiden osalta tarkkoja. Lämpötilan tulee olla yli + 5 astetta. Työ tulee suorittaa auringon perässä. Kova tuuli aiheuttaa myös pinnan halkeilua. Ilmankosteuden tulee olla materiaalitoimittajan ohjeiden mukainen. Alustan kosteus tulee olla sopiva. Työn lopputulokseen vaikuttaa siis moni asia. Tärkeää on tietää, mitä kaikkea pitää ottaa huomioon. Näistä asioista on kerrottu työssä tarkemmin.

Betonijulkisivun korjaaminen vaatii ammattitaitoa tilaajalta, kuntotutkijalta, suunnittelijalta ja urakoitsijalta.

Asiasanat: korjausmenetelmät, paikkaus, rappaus, pinnoitus, jälkihoito

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences

Construction Engineering

Master´s Degree

KANGASNIEMI, MARKUS

Concrete facades repairing methods

Developing assignment 83 pages, appendices 2 pages

May 2012

The meaning of developing assignment was to find out which different concrete facades repairing methods are the best on reviewed object. The choosing of methods is also treated. On a better view were chosen which were most suitable for the object. From the chosen methods were resolved how they are implemented right in practice and does implements have some limits. This kind of limits can be e.g. too curved output surface. In the work implementation were used literature of the field and interviews from professionals.

The repairing method for the reviewed object was to patch and plating for the first floor walls. For the 2. - 4. Floor walls were made by Thick insulation Rendering System. Balconies jamb- and railing elements were made with light plaster. For the work success it is that there are right weather conditions to do the work. Preparing works doesn't need so good weather conditions than other work phases. Temperature must be over +5 Celsius degrees. Work has to be made after sun. High wind causes also surface cracking. Humidity must be in accordance with what material supplier recommends. Also the humidity of chassis must be right. So many things influences for the result of the work. Also important to know is the things that you need to take into consideration. These things are told better in the work.

Repairing of the concrete facades requires professionalism from the subscriber, the condition researcher, the designer and the contractor

Keywords: repairing methods, patching, facing, plating, aftercare

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO.....	6
2 TARKASTELTAVA KOHDE.....	7
3 KUNTOTUTKIMUS JA PÄÄTÖKSENTEKO.....	10
3.1 Kuntotutkimuksen ja kuntoarvion ero.....	10
3.2 Kuntotutkimuksen tilaaminen.....	10
3.3 Tarkasteltavan julkisivun kuntotutkimus.....	12
3.4 Päätöksentekoon vaikuttavat tekijät.....	14
4 KORJAUSMENETELMÄT.....	15
5 PAIKKAUKSET JA PINNOITTAMINEN.....	16
5.1 Paikkaukset.....	16
5.1.1 Paikkauksesta ja pinnoituksesta lyhyesti.....	16
5.1.2 Valmistelevat työt ja olosuhteet.....	16
5.1.3 Työvaiheet ja jälkihoito.....	18
5.1.4 Laadunvarmistus ja yleisimmät virheet.....	24
5.2 Pinnoittaminen.....	25
5.2.1 Olosuhteet, työvaiheet ja kalusto.....	25
5.2.2 Laadunvarmistus.....	29
5.3 Edellytykset menetelmän soveltuvuudelle tarkasteltavaan kohteeseen.....	30
6 VERHOUSKORJAUKSET.....	32
6.1 Menetelmästä lyhyesti.....	32
6.2 Tarkasteltavan kohteen verhoukorkorjaus.....	33
6.3 Paksurappaus-eristejärjestelmä.....	33
6.3.1 Toimintaperiaate.....	33
6.3.2 Valmistelevat työt.....	34
6.3.3 Rappausvaiheen olosuhteet ja jälkihoito.....	41
6.3.4 Rappauksen työvaiheet.....	43
6.3.5 Pintakäsittely.....	46
6.3.6 Laadunvarmistus.....	49
6.3.7 Liikuntasaumat ja liitokset.....	50
6.3.8 Viimeistelytyöt.....	54
6.3.9 Edellytykset menetelmän soveltuvuudelle tarkasteltavaan kohteeseen.....	56
6.4 Tuulettuvat levyrappaukset.....	58
6.4.1 Toimintaperiaate.....	58
6.4.2 Rankarakenne.....	59
6.4.3 Levyjen varastointi, asennus ja saumojen käsittely.....	60
6.4.4 Rappauksen olosuhteet, jälkihoito ja laadunvarmistus.....	62

6.4.5 Rappauksen työvaiheet.....	63
6.4.6 Liitokset, liikuntasaumat ja varusteiden kiinnitys.....	65
6.4.7 Edellytykset menetelmän soveltuvuudelle tarkasteltavaan kohteeseen.....	67
7 TEHDYT HAASTATTELUT.....	69
7.1 Haastatteluiden tarkoitus.....	69
7.2 Maalaus- ja kunnostusliikkeen Maunuaho Oy:n toimitusjohtajan Tapio Maunuahon haastattelu.....	69
7.3 Maalausliike Pekkarinen Oy:n työnjohtajan Sami Pekkarisen haastattelu.....	71
7.4 Controlteam Oy:n suunnittelija Hannu Kiukkosen haastattelu.....	72
7.5 VTS Kiinteistöpalvelu Oy:n rakennuttajainsinööri Jaakko Lehtisen haastattelu.....	73
8 YHTEENVETO.....	75
LÄHTEET.....	77
LIITTEET.....	79

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli betonijulkisivun korjausmenetelmät. Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää millä, eri menetelmillä työssä tarkasteltava betoni-julkisivu on mahdollista korjata ja kuinka työ käytännössä toteutetaan oikein. Työssä selvitettiin myös, kuinka eri menetelmät toteutetaan laadukkaasti, tehokkaasti ja mahdollisimman asukasystävällisesti. Myös selvitettiin menetelmien mahdollisia rajoituksia, joita voivat olla esimerkiksi rakennuksen korkeus tai lähtöpintana oleva materiaali.

Tavoitteena oli saada koottua työhön perustiedot esimerkkikohteeseen soveltuvista eri korjausmenetelmistä ja olennaisimmat asiat niiden käytännön toteutuksesta. Työsuunnitteluun, laadunvarmistukseen ja työsaavutuksiin eri menetelmille tultiin myös kiinnittämään huomiota. Nämä tiedot ovat tarpeen, kun hoidetaan työmaa- tai vastaavanmestarin tehtävää työmaalla, jossa tehdään julkisivukorjausta. Opinnäytetyö käsitteli korjausmenetelmiä sellaiseen seinärakennetyyppiin, joka on ollut yleisesti Suomessa käytössä jo useita vuosikymmeniä. Tätä betoni sandwichrakennetta on kerrostalojen ulkoseinärakenteena eri puolella Suomea. Kiinnostus opinnäytetyön aiheeseen tuli työelämän haasteiden kautta. Usein peruskorjauskohteissa myös julkisivut kuuluvat työhön mukaan. Toki kohteessa ei aina ole betonisandwichrakennetta, mutta samoja työmenetelmiä voidaan aina harkita. Opinnäytetyössä ei kiinnitetä huomiota telineisiin. Työn pääpaino on oikein tehdyssä ja laadukkaassa lopputuotteessa.

Työn tekemiseen käytettiin apuna alan julkaisuja, omia kokemuksia ja haasteltiin alan ammattilaisia.

2 TARKASTELTAVA KOHDE

Opinnäytetyössä tarkasteltua kohdetta ei ole toteutettu käytännössä. Kohteen lähtötiedot valittiin satunnaisesti eri kohteista, ja osa lähtötiedoista oli työn tekijän itse määrittämiä. Asia ei ole ongelma, koska tarkoitus oli selvittää mitä eri menetelmiä on ja kuinka ne toteutetaan oikein. Seurantakohteesta tarkkailtiin työsuunnittelua, työvaiheita, työsaavutuksia ja laadunvarmistusmenetelmiä.

Tarkasteltavana kohteena oli vuonna 1968 rakennettu betonisandwich-elementeillä toteutettu julkisivu. Kohteeseen oli tehty kuntotutkimus, jonka tuloksista kerrotaan luvussa 3. Kohteen julkisivu on kuvassa 1. Elementit ovat 1. kerroksessa maalipintaisia. Kerrokset 2.–4. ovat ulkopinnaltaan pesubetonia. Parvekkeiden piiliseinä- ja kaide-elementit ovat sileäpintaisia pinnoitettuja betonielementtejä. Asuinhuoneistoja on kerroksissa 2. – 4. 1. kerroksessa on autotalleja, varastotiloja, saunaosasto ja tekniset tilat.

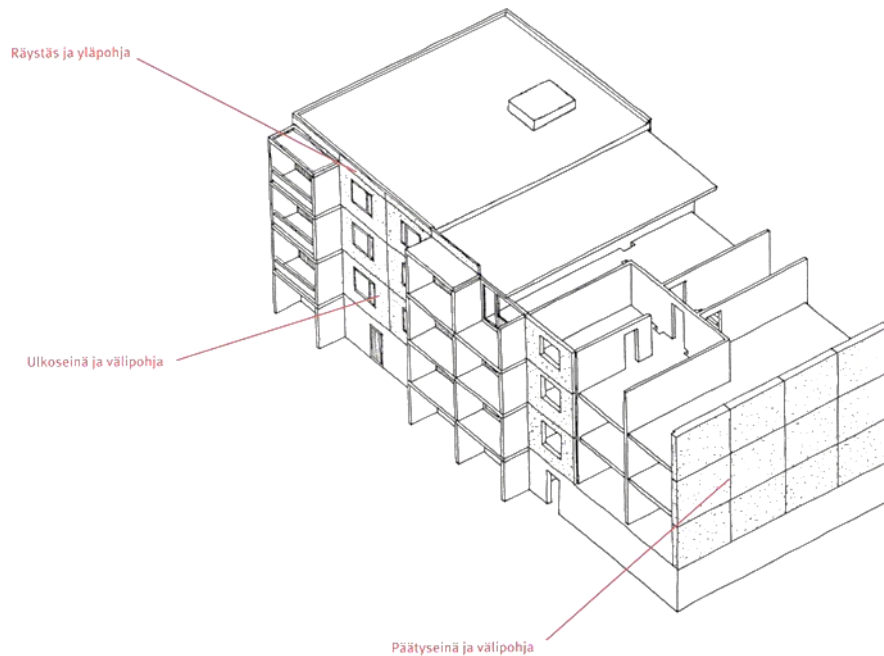


Julkisivumateriaalit
 1 Maalattu betoni
 2 Pesubetoni
 3 Kolminkertainen
 huopakate + singeli

Kuva 1. Julkisivukuva kohteesta (Neuvonen 2006, 199)

Rakennuksen runko on tyypiltään kirjahyllyrunko. Tässä runkoratkaisussa kantavia rakenteita ovat betoniset väliseinät ja umpinaiset päätyseinät. (Neuvonen

2006, 148) Kuvassa 2. on esitetty rakennuksen runko. Parvekelaatat tukeutuvat kantaviin pieliseiniin.



Kuva 2. Rakennuksen runko. (Neuvonen 2006, 200)

Pitkien sivujen seinien betonisandwich-elementtien rakenne on :

- betoni 50 mm (ulkokuori)
- mineraalivilla 90 mm
- betoni 80 mm (sisäkuori)
- 220 mm

(Neuvonen 2006, 151)

Betoninen ulkokuori on ansailla kiinni sisäkuoressa kuvan 3 mukaisesti.



Kuva 3. Pitkien sivujen seinärakenne (Neuvonen 2006, 165)

Kantavissa päätyseinäelementeissä sisäkuoren paksuus on 150 - 160 mm. Rakennus on muuten sama. (Neuvonen 2006, 151)

3 KUNTOTUTKIMUS JA PÄÄTÖKSENTEKO

3.1 Kuntotutkimuksen ja kuntoarvion ero

Tarkasteltavasta kohteesta oli tehty kuntotutkimus. Se antaa tarkat lähtötiedot kohteesta ja auttaa suunnittelijoita valitsemaan sopivan korjausmenetelmän. Kuntoarviota ja kuntotutkimusta ei tule keskenään sekoittaa. ”Kuntoarviolla tarkoitetaan lähinnä silmämääräiseen tarkastukseen perustuvaa suuntaa-antavaa arviota rakenteen kunnosta ja korjaustarpeesta.” (Suomen betoniyhdistys r.y 2002, 14)

Kuntotutkimus on perusteellisempi, ja siinä otetaan rakenteesta koekappaleita.

Kuntotutkimuksella tarkoitetaan rakennusosan tai rakennusosakokonaisuuden (esim. julkisivun) kunnan ja toimivuuden sekä korjaustarpeen selvittämistä systemaattisesti eri vauriotapojen suhteen käyttäen erilaisia tutkimusmenetelmiä, joita ovat mm. suunnitelma-asiakirjojen tarkasteleminen, kohteen silmämääräinen tarkasteleminen, erilaiset kentällä tapahtuvat mittaukset ja tutkimukset sekä näytteenotto ja laboratoriotutkimukset. (Suomen betoniyhdistys r.y 2002, 14)

3.2 Kuntotutkimuksen tilaaminen

Kuntotutkimusta tilattaessa on syytä tehdä tutkimussuunnitelma. Sen perusteella tehdään sopimus, jossa määritellään muun muassa poranäytteiden lukumäärä, poranäytteistä tehtävät tutkimukset. Kuntotutkimusta tekevältä yritykseltä on myös järkevää tilata korjausmenetelmäehdotus. Täytyy toki muistaa, että hyvin tehty kuntotutkimus on edellytys hyvälle ja oikein suoritetulle korjaukselle. Väärillä perusteilla tehty kohteeseen sopimaton korjaus tulee kalliiksi.

Kuntotutkimuksessa tutkittavia asioita ovat ainakin seuraavat: raudoitteiden korrosio, betonin rapautuminen, kiinnitykset, kannatukset, terveydelle tai ympäristölle haitalliset aineet, kosteustekniset seikat, pintatarvikkeet, pintakäsittelyt, halkeilu ja muodonmuutokset (Mattila 2010, 12).

Tarkasteltavasta kohteesta on ulkokuoren kiinnitys tarpeen tutkia, koska talo on rakennettu vuonna 1968 ja ansaat ovat mahdollisesti alkaneet ruostua. ” Sandwich-elementin ulkokuoren kiinnitys voi vaarantua pääasiassa kolmella tavalla:

1. Ulkokuoren pakkasrapautuminen heikentää ansaiden tai muiden kiinnikkeiden tartuntaa.
2. Ansaiden betonipeitesyvyys ja tiivistyminen ulkokuoreen ovat jääneet puutteelliseksi, ja ruostuvasta teräksestä tehdyn ansaspaarten korrosio voi aktivoitua eristeen puolelta tapahtuvan karbonatisoitumisen johdosta.
3. Ruostuvasta teräksestä tehtyjen ansaiden ja muiden kiinnikkeiden korrosio eristetilän ankarissa olosuhteissa saattaa heikentää joko itse kiinnikettä tai kiinnikkeen tartuntaa ulkokuoreen. Ruostuvasta materiaalista valmistettujen kiinnikkeiden korroosiosuojaus mm. betonoimalla, bitumoimalla tai sementtivelliin kastamalla on osoittautunut epävarmaksi.”(Suomen betoniyhdistys r.y. 2002, 36)

Kuntotutkimuksen avulla saadaan lähtötiedot kohteesta. Timanttiporauskapalleiden perusteella saadaan selville, kuinka syväälle karbonatisoituminen on seinässä edennyt. Kuntotutkimuksessa pystytään myös selvittämään raudoitteen sijainti ja syvyys.

Korjaustöitä yleisesti suunniteltaessa ja tehtäessä on muistettava, että ei korjata pelkästään vauriota vaan poistetaan myös vaurion aiheuttaja. Esimerkiksi ala-

kattolevyjen kastuttua ei pelkästään vaihdeta levyjä vaan selvitetään ja korjataan myös vuodon aiheuttaja.

3.3 Tarkasteltavan kohteen kuntotutkimus

Tarkasteltavasta kohteesta eli betonisandwich-elementeistä on tehty kuntotutkimus, jossa otettiin poranäytteitä 10 kpl. Niistä tehtiin ohuthietutkimukset ja vetolujuuskokeet. Nämä kaikki otettiin betonisandwich-elementeistä. Lisäksi selvitettiin raudoitteen sijainti mittaamalla. Kohteessa ovat vauriot jo silmin havaittavissa, joten suhteellisen kevyt tutkimus oli täysin riittävä.

Tarkasteltavana olevasta teoreettisesta kohteesta kuntotutkimus antoi seuraavia tietoja:

Betonielementit 2.–4. krs:

- pakkasrapautuminen voimakasta, paikoitellen pesubetonikerros irti taustabetonista
- vaurioita kaikissa elementeissä
- elementit kaareutuneita
- ikkunapielissä rapautumaa
- elementtien reunoissa ja kulmissa rapautuman aiheuttamaa betonin murenemista
- raudoituksen betonipeitteet pääosin 12 - 35 mm
- betonin karbonatisoituminen 9,5 - 27,5 mm
- raudoituksen korroosiosta aiheutuneita vaurioita esiintyy 15 mm:n syvyydellä
- betonin vetolujuus selvästi alentunut, vetolujuus 0,2 - 0,9 N/mm²
- klorideja ei ole haitallisessa määrin
- elementtien välillä hammastusta paikoin 5 mm

- elementtien saumat uusittu 1993 ja niiden kunto pääosin hyvä, pakkasra-pautuminen aiheuttanut paikoin vaurioita
- elementtien ansasraudoitteet tehty ruostumattomasta teräksestä
- mikrobikasvustoa ei havaittu. (Korhonen 2010, 2)

Betonielementit 1.krs:

- pinnoite paikoin irti
- raudoituksen betonipeite 15 - 35 mm
- betonin karbonatisoituminen 9,5 - 25 mm
- raudoituksen korroosiosta aiheutuneita vaurioita 15 mm syvyydessä
- betonin vetolujuus 1-1,5 N/mm²
- korroosiovaurioiden johdosta raudoitteita on tullut esiin noin 4 % seinä pinta-alasta.

Parvekkeiden pieliseinä- ja kaide-elementit:

- raudoituksen betonipeitteet 15 - 30 mm
- betonin karbonatisoituminen 9,5 - 20 mm
- raudoituksen korroosiosta aiheutuneita vaurioita 15 mm:n syvyydessä
- korroosiovaurioiden johdosta raudoitteita on tullut esiin 10 % seinä pinta-alasta.
- pinnoite paikoin irti
- betonin vetolujuus 1 - 1,5 N/mm² .

3.4 Päätöksen tekoon vaikuttavat tekijät

Korjausmenetelmää valittaessa on syytä vertailla eri menetelmien toimivuutta pitkällä aikajaksolla. Päätöksen teossa on syytä huomioida korjauskustannusten lisäksi myös korjauksien toimivuus pitkällä aikajaksolla. Internetistä löytyy osoitteesta yithankeoptimointi.fi ohjelma, jonka avulla voi arvioida taloyhtiön remonttien suuruusluokkia ja niiden vaikutuksia asumiskustannuksiin. NCC:llä on samanlainen ohjelma, jonka nimi on "Korjauskalenteri".

Kaavamääräykset ja tehdyt suojelupäätökset voivat asettaa rajoituksia julkisivulle tehtäville korjauksille. Ne voivat jo itsessään määrätä korjausmenetelmän. Yleisesti ottaen päätöksen menetelmien välillä tekee kiinteistön omistaja. Tärkeää on myös muistaa, että kerrostaloille tehtävät ulkonäköä muuttavat korjaukset ovat aina luvanvaraisia. (Haukijärvi,M.)

4 KORJAUSMENETELMÄT

Seuraavaksi työssä tarkastellaan eri korjausmenetelmien toteutukseen oleellisesti liittyviä asioita ja eri korjausmenetelmien soveltuvuutta tarkasteltavaan kohteeseen. Tarkasteltaviksi korjausmenetelmiksi on valittu:

- paikkaukset ja pinnoittaminen
- verhoukset

Käytännössä suunnittelija ehdottaa kuntotutkimusraportissa eri menetelmiä. Lopullisen päätöksen tekee kuitenkin aina tilaaja.

Tämän opinnäytetyön seuraavissa luvuissa on tarkoitus löytää menetelmien työsuorituksen onnistumisen kannalta tärkeimmät asiat. Menetelmä käydään läpi työvaiheittain. Näin pystytään toivottavasti välttämään virheitä itse työn suorittamisessa.

5 PAIKKAUKSET JA PINNOITTAMINEN

5.1 Paikkaukset

5.1.1 Paikkauksesta ja pinnoituksesta lyhyesti

Paikkaaminen ja pinnoittaminen on kevyin korjaustapa ja siksi sillä on alhaisin investointikustannus. Korjaustapaa ei kuitenkaan suositella pitkälle vaurioituneisiin rakenteisiin ja käyttöikä tällä menetelmällä korjatulla rakenteella on usein lyhyempi kuin toisilla korjaustavoilla. (Neuvonen 2006, 169.)

Lopputulokset pelkällä paikkaamisella voi tosin muodostua ”tilkkutäkiltä” näyttävältä. Tästä johtuen tässä luvussa käsitellään molemmat työvaiheet: sekä paikkaaminen että pinnoittaminen. Tosin vaikka koko seinä lopuksi pinnoitetaan ”yli” paikatuksi kohdat voivat silti erottua. Lähtökohtaisesti aina tehdään pienelle alueelle mallityö, jolla varmistetaan, että kaikki osapuolet ovat tyytyväisiä lopputulokseen. Jos paikattavat alueet ovat suuret, kustannukset kasvavat eikä menetelmä ole järkevä toteuttaa.

5.1.2 Valmistelevat työt ja olosuhteet

Suunnittelijan laatimassa korjaussuunnitelmassa on esitetty valmistelevat työt. Suunnitelma-asiakirjoista selviävät myös alueet, joilta rakenteita korjataan. Eri mielisyyksien välttämiseksi paikattavien terästen syvyudet tulisi olla asiakirjoissa määritelty. Määrien ja korjattavien alueiden on oltava kaikille osapuolille selvät ennen töiden aloittamista. Tarvittaessa korjattavat alueet merkitään työmaalla ja tiedot siirretään suunnitelma-asiakirjoihin.

Paikkaamaan päästään, kun vaurioitunut betoni on poistettu ja paikattu alue on puhdistettu. Vaurioiden laajuudesta riippuen kannattaa harkita koko seinäpinnan puhdistamista. Betonin poisto ja alueen puhdistus voidaan tehdä seuraavilla menetelmillä (Taulukko 1.):

Taulukko 1. Betonin puhdistus ja poistomenetelmät (Suomen Betoniyhdistys ry 2007, 26)

Menetelmä	Betonin poistaminen	Betonipinnan puhdistaminen	Raudoituksen puhdistaminen	Irtoaineksen poistaminen	Vaikutussyvyys [mm]
Mekaaninen piikkaus	x				
Vesipiikkaus	x	x	x		> 5
Murtaminen	x				> 200
Jyrsintä käsin	x	x			1 - 3
Jyrsintä koneellisesti	x	x			3 - 8
Hiominen		x			1 - 3
Leikkaaminen	x				
Vesihiekkapuhallus	(x)	x	x		0 - 5
Korkeapainepesu		x		x	
Vesihiekkapesu	(x)	x			0 - 1
Suurpainepesu	x	x	x		0 - 5
Sinkopuhdistus	(x)	x			0 - 3
Imurointi				x	
Paineilmapuhallus				x	
(x) poistaa pinnasta vain rapautunutta betonia					

Asbestia sisältävät pinnoitteet on poistettava asbestityönä. (Suomen betoniyhdistys 2007, 75)

Valmistelevista töistä syntyvän pölyn leviäminen asuintiloihin on estettävä. Suojaukset on tehtävä esimerkiksi säilytettäviin ikkunoihin. Suojaukset voidaan tehdä esimerkiksi kovalevyn ja teipin avulla. Asukkaiden tiedottamista ja heidän turvallisia kulkureittejä ei saa unohtaa. Valmistelevisissä töissä ei saa vahingoittaa säilytettäviä rakenteita. Seuraavaa työvaihetta on syytä ajatella jo tässä vaiheessa.

Olosuhteiden työpisteessä on myös täytettävä tietyt vaatimukset. Kun käytetään pakkaselle arkoja korjausmateriaaleja on työpisteeseen saatava ilman lämpötilaksi +5 - + 25 C ja alustan lämpötilaksi +5 - + 20 C. Ilmansuhteellinen kosteus työpisteessä on oltava 40 - 95 %. Pakkaselle ja kuivuudelle arkoja korjausmateriaaleja ovat mm. sementtipohjaiset aineet. Alustan on myös oltava kosteudeltaan pintakuiva tai korkeintaan mattakostea. Tärkeää on myös suojata paikattava alue suoralta auringon paisteelta ja yli 2 m/s puhaltavalta tuulelta. Suojaus on tehtävä työnsuorituksen ja jälkihoidon kestoajaksi. Korjaussuunnitelmassa suunnittelija määrittelee suojaustarpeen. Ilman suojattuja telineitä työ on suunniteltava siten, että herkimmät työvaiheet tehdään ” auringon perässä”. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2007, 40)

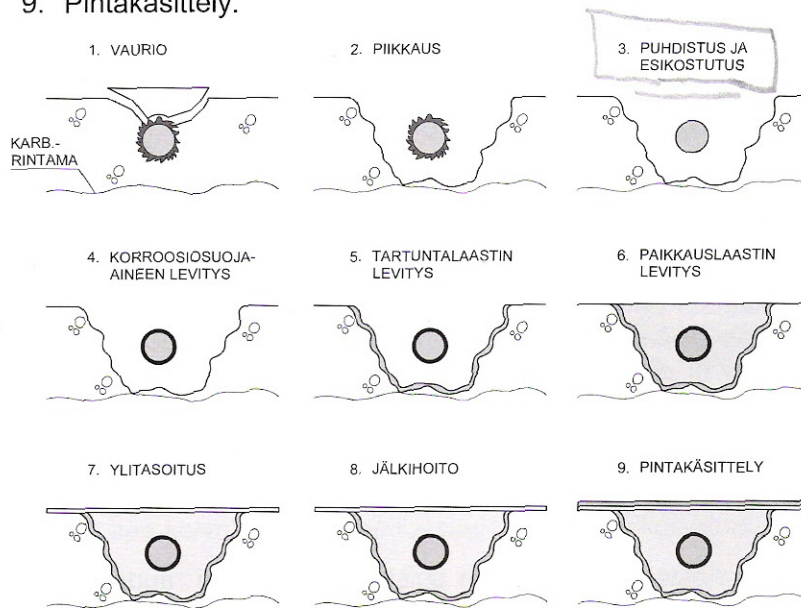
5.1.3 Työvaiheet ja jälkihoito

Työ suoritetaan korjaussuunnitelmassa annettujen ohjeiden mukaisesti. Korjaussuunnitelmasta ja muista suunnitelma-asiakirjoista löytyy myös tieto mitä toimenpiteitä tehdään ja minne.

Periaatteessa työ suoritetaan kuvassa 4. esitetyllä tavalla.

Laastipaikkaus käsittää yleensä seuraavat työvaiheet:

1. Vauriokohtien paikallistaminen
2. Betonin poistaminen vauriokohdista
3. Raudotteiden ja betonin puhdistus ja betonin esikostutus
4. Korroosiosuoja-aineen levitys
5. Tartuntalaastin levitys (tarvittaessa)
6. Paikkauslaastin levitys ja jälkihoito
7. Pinnan ylitasoitus (tarvittaessa)
8. Jälkihoito
9. Pintakäsittely.



Kuva 4. Laastipaikkauksen työvaiheet (Suomen Betoniyhdistys ry 2007, 41)

Vanhan betonin poistossa on huomioitava, että pelkkä mekaaninen piikkaus ei ole riittävä. Piikkaus saattaa jättää irtoavia kappaleita ja halkeamia alustaan. Piikatun alueen puhtaus voidaan todeta tarvittaessa paineilmalla puhaltamalla. Teräkset on puhdistettava vähintään luokkaan Sa2 tai St 2. Paikkauksen alkaessa alustan on oltava "mattakostea". (Rautanen 2010, 2)

Eräässä kohteessa oli raudotteiden esiin piikkaamiselle nyrkkisääntönä, että sormen piti mahtua sen taakse. Tämä mahdollisti raudotteen puhdistumisen ja korroosiosuoja-aineen onnistuneen levityksen. Sama yleissääntö on esitetty myös Suomen Betoniyhdistyksen julkaisussa by 41 sivulla 43.

Teräksiä otetaan esiin vähintään 100 mm vaurioituneen kohdan ohitse (Suomen Betoniyhdistys 2007, 43).

Ruostuneen raudoitteen poistaminen on myös joissain tapauksissa mahdollista. Tämä ei ole sallittua ilman korjaussuunnittelijan hyväksyntää, koska raudoitteen poistamisella voi olla vaikutusta esim. rakenteen kantavuuteen.

Betonipinnan lopulliseen puhdistamiseen käytetään korkeapainepesua, vesihiekkapuhallusta tai vesipiikkausta. Vähimmäisvaatimuksena on korkeapainepesu.(Suomen Betoniyhdistys 2007, 44.)

Työn etenemisen aikana tulevista mahdollisista ongelmista tai eroavaisuuksista korjaussuunnitelmaan otetaan yhteyttä kohteen vastaavaan mestariin, valvojaan ja korjaussuunnitelman laatijaan.

Paikkaustyöt voidaan aloittaa, kun ensiksi on poistettu irtonainen betoniaines, raudoitteet on puhdistettu ruosteesta, olosuhteet ovat oikeat, paikkausalusta on puhdas ja ”mattakostea”. Tästä työ jatkuu terästen suojauksella. Teräkset suojataan kauttaaltaan korroosiosuojalaastilla materiaalitoimittajan ohjeiden mukaisesti. Huomioitavaa on, että yleensä käytetään sementtipohjaisia laasteja. Teräspinnoille tarkoitettuja korroosiosuojamaaleja (esim. Ferrex) ei saa käyttää. Laastipaikkauksissa, joissa tulee suuret peitepaksuudet, ei ole syytä käyttää erillisiä korroosiosuojalaasteja. Tässä tilanteessa raudoitteet on joka tapauksessa puhdistettava luokkaan Sa2.(Suomen betoniyhdistys 2007, 45.)

Ennen paikkaustöiden aloitusta työmaalla on mahdollista suorittaa työvaihekatselemus. Katselmuksessa todetaan, onko työkohde valmis seuraavaan työvaiheeseen.

Korjaustuotteita käytettäessä on noudatettava valmistajan ohjeita. Ohjeita annetaan tuotteiden varastoinnista, käytettävistä seossuhteista, sekoitustavasta, työstämisestä, käyttöajasta, jälkihoitotavasta ja jälkihoitoajasta. (Suomen Betoniyhdistys by 41, 42.)

Paikkausaineena käytetään korjaussuunnitelmassa määrättyjä tuotteita. Hyvä perussääntö on syytä kaikkien kuitenkin tietää. ” Paikkauslaastin lujuusluokan tulee olla yleensä paikattavan betonin lujuutta alhaisempi ja raekoon paikkojen kokoon nähden mahdollisimman suuri. (Suomen Betoniyhdistys by 41, 42)”

Tartuntalaastin levityksen tavoitteena on saada hyvä tartuntapinta seuraaville kerroksille. Levitys voidaan tehdä ruiskuttamalla tai harjaamalla. Alustan on oltava esikostutettu. Jälkihoidossa ja kovettumisajoissa noudatetaan materiaali-toimittajan ohjeita. (Suomen betoniyhdistys 2007, 46)

Ennen paikkauslaastin levitystä on aikaisempien kerrosten oltava siinä määrin kovettuneet, että ne eivät vaurioidu. Paikkauslaastia levitettäessä on noudatettava laastille annettuja kerrospaksuuksia. Halkeilun ja pinnan kuopalle menemisen estämiseksi on syytä tehdä maksimipaksuutta ohuempia kertatäyttöjä. Laastin valinta raekooltaan mahdollisimman suureksi estää myös kyseisiä ilmiöitä. Raekoko ei saa olla kolmasosaa paksumpi kuin paikattava kolo. Paikkauslaastin tulee saada hyvä kontakti alustaan ja tästä johtuen levitys tehdään sulomalla tai ruiskuttamalla. Ruiskutuksessa laasti on notkeaa, ja tästä johtuen käytetään ohuita kertatäyttöjä. Levityksessä pinta leikataan haluttuun tasoon ja annetaan kuivua. Lopullinen taso ja sileys saavutetaan seuraavaksi selostettavilla työvaiheilla. (Suomen betoniyhdistys 2007, 47)

Raportin laatijan omien kokemusten perusteella eri työvaiheiden välillä tulee huolehtia siitä että ennen seuraavaa kerrosta on lähtöpinta mattakostea. Laasti-

kerrokset eivät saa myöskään kuivua liian nopeasti. Tarvittaessa niitä on jälkihoitettava.

Ylitasoitus voidaan alkaa kun yli 5 mm:n syvyiset kolot on paikattu. Ylitasoitusta käytetään; kun

- alusta on syöplynyt epätasaiseksi hiekkapuhallettaessa tai siihen on avautunut rakkuloita
- rakenteissa on ympäristöön haitallisesti erottuvia laastipaikkauksia
- pinnan huokoisuus on niin epätasalaatuinen, että pinnoite jää todennäköisesti kirjavaksi tai
- pinta on alun perin niin karkea, että siihen ei saada riittävän yhtenäistä pinnoitekalvoa.

(Suomen betoniyhdistys 2007, 47)

Tasointuö tehdään alustasta riippuen 1 - 3 kertaan. Työ suoritetaan isommilla alueilla ruiskuttamalla ja pienemmilla alueilla teräslastalla levittämällä. (Suomen betoniyhdistys 2007, 48)

Erityisesti kovalla tuulella, auringon paistaessa suoraan kohteeseen ja alhaisella ilman kosteudella on syytä jälkihoitaa työtä. Jälkihoito voi olla tarpeen joka työvaiheessa. "Kovettumisolosuhteiden ylläpitämiseksi sementtipohjaisilla korjaustuotteilla tehtyjä paikkoja ja kerroksia on jälkihoitettava, eli varmistettava eri keinoin, että materiaali pysyy kosteana riittävän pitkän ajan." (Suomen betoniyhdistys 2007, 38)

Jälkihoito voidaan toteuttaa

- toistuvalla kastelulla sumuttamalla
- peittämällä kohde muovilla
- levittämällä jälkihoitoaine
- muottien purkua viivästyttämällä.

(Suomen betoniyhdistys 2007, 38)

Muovilla suojaaminen on suositeltavin jälkihoitomenetelmä. Liian varhainen kas-
telu saattaa vahingoittaa pintaa ja pidentää kuivumisaikaa. Jälkihoitoaineen
huono puoli on, että se joudutaan mahdollisesti poistamaan ennen seuraavaa
työvaihetta. (Suomen betoniyhdistys 2007, 39)

Raportin laatijan kokemusten perusteella ensimmäiset tunnit työvaiheen valmis-
tumisen jälkeen ovat kriittisimmät. Harmaat alueet ovat merkki kuivumisesta ja
ne saattavat aiheuttaa halkeamia kyseisiin kohtiin. Sama ilmiö on betonilattioita
tehtäessä. Työvaihe tulisi ajoittaa mahdollisimman optimaaliseen ajankohtaan,
vaikka, aina se ei ole kuitenkaan mahdollista. Tällöin on varauduttava jälkihoito-
toimiin. Vesi sumutus on hyvä menetelmä. Tuulen kuivattava vaikutus on puo-
lestaan estettävä jo ennen työvaiheen aloitusta. Yleisesti ottaen olosuhteiden
on oltava jo ennen alkamista sellaiset, että työvaiheella on mahdollisuus onnis-
tua. Vuodenajalla on suuri merkitys.

Työkohteen telineisiin asennettavat suojapeitteet ovat jälkihoidon kannalta jär-
kevä ratkaisu. Kauttaaltaan telineillä olevat suojapeitteet poistavat tuulen ja au-
ringonsäteilyn aiheuttaman kuivattavan vaikutuksen.

Jälkihoidossa on huomioitava, että sen aika pitenee lämpötilan ollessa yli 20 C.
Polymeerimodifioitu sementtilaasti tarvitsee myös jälkihoitoa, mikä käy ilmi tau-
lukosta 2.

Taulukko 2. Ohjeelliset jälkihoitoajat (Suomen betoniyhdistys 2007, 38)

Taulukko 3.7 Erityyppisten sementtipohjaisten korjaustuotteiden ohjeelliset jälkihoitoajat.

	Olosuhteet	
	Lämpötila 5...20 °C	Lämpötila yli 20 °C
Puhdas sementtilaasti tai betoni	7 vrk	14 vrk
Polymeerimodifioitu sementtilaasti	3 vrk	6 vrk

38

Kohteen lämpötila ei saa laskea alle +5 asteen, ennen kuin laastit ovat saavuttaneet riittävän lujuuden.

5.1.4 Laadunvarmistus ja yleisimmät virheet

Korjaussuunnitelmaan on kirjattu työvaiheet, joista tehdään laadunvarmistuskokeet. Niitä ovat esimerkiksi vetolujuuskokeet, tartuntalujuuskokeet, sekoitusvesimäärän mittaaminen, tuotteiden kalvon- tai kerrospaksuuksien määrittäminen, kutistuman mittaaminen ja pakkasenkestävyyden toteaminen. Vetolujuuskokeella todennetaan alustan tila olla lähtöpintana korjauskäsittelylle. Korjauskäsittelyn tartunta alustaan todennetaan tartuntalujuuskokeella. (Suomen betoniyhdistys r.y 2007, 99)

Taulukossa 3. on esitetty ohjeelliset raja-arvot pintakäsittelyille.

Taulukko 3. Ohjeelliset raja-arvot. (Suomen Betoniyhdistys 2007, 99)

Betonipinta, vetolujuus	Lujuusvaatimus [MPa]	
Laastipaikattava tai valukorjattava betonipinta	1,0	
Ruiskubetonoitava betonipinta	1,5	
Tavanomaisilla pinnoitteilla käsiteltävä pinta	1,0	
Paksukalvoisilla ja lujilla pinnoitteilla käsiteltävä pinta	1,5	
Tavanomainen vedeneristysalusta	0,7	
Vedeneristeen alusta ajoneuvoliikennöidyllä pinnalla	1,0	
Jäykkien paksujen vedeneristysmassojen alusta	1,5	
Korjausmateriaali, tartuntalujuus	Koestusikä	
	7 d	28 d
Valubetonit ja paikkauslaastit	0,7	1,0
Ruiskubetoni	1,0	1,5
Tasoituslaastit	0,7	1,0
Pinnoitteet	0,7	1,0

Seuraavassa on listattu tärkeimmät laastipaikkausten laatuun vaikuttavat tekijät, jotka suunnittelijan tulisi yksilöidä suunnitelma-asiakirjoissa:

- kriteerit vaurioituneiden kohtien määrittelemiseksi
- käytettävät betonin poistomenetelmät
- käytettävät pintojen puhdistusmenetelmät ja puhtausasteet
- vaatimukset raudoitteiden poistamiselle
- esikostutustarpeen määrittely ja kosteustilan toteamistapa
- käytettävät korjaustuotteet ja niiden käsittely
- vaatimukset työolosuhteille
- vaatimukset mallitöistä
- paikkausten tartuntalujuusvaatimus ja toteamistapa
- jälkihoitovaatimukset. (Suomen betoniyhdistys 2007, 48)

Urakoitsijan tehtävät ovat esitetty luvussa 4.2.2.

Työsuorituksesta ja työolosuhteista johtuvat yleisimmät virheet ovat esitetty kuvassa 5.

EPÄONNISTUNEEN LAASTIPAIKKAUKSEN YLEISIMPIÄ SYITÄ

Syy	Seuraus
1. puutteellinen alustan puhdistus	1. heikko tartunta
2. alustan esikostutusta ei tehdä	2. heikko tartunta
3. tartuntalaastikerros jätetty pois	3. heikko tartunta
4. laasti liian vetelää	4. heikko lujuus, halkeilua
5. täyttökerrokset liian paksuja	5. halkeilua
6. tuore laasti jäänytynyt	6. heikko tartunta ja lujuus
7. jälkihoito puutteellinen	7. heikko lujuus, halkeilua
8. alustabetoni liian heikkoa	8. heikko kokonaislujuus
9. tuoretta laastipaikkaa muokattu	9. heikko tartunta
10. liian lämpimät/tuuliset olosuhteet	10. heikko lujuus, halkeilua

17

Kuva 5. Yleisimmät virheet (Soila 2010, 17)

5.2 Pinnoittaminen

5.2.1 Olosuhteet, työvaiheet ja kalusto

Korjaussuunnitelmassa suunnittelija on ilmoittanut, millä elementti pinnoitetaan. Ennen pinnoittamisen aloittamista on varmistettava, että alusta on pinnoitettavassa kunnossa. Pinnoitettavan alustan tulee olla puhdas, luja, halkeilematon, tasalaatuinen, ulkonäköllisesti karheudeltaan lopullista tasoa, ei liian huokoinen

eikä liian kostea. Alustan kosteustaso riippuu käytettävästä pinnoitetyypistä. (Suomen betoniyhdistys 2007, 75)

Olosuhteiden on oltava materiaalitoimittajan vaatimusten mukaiset. Yksi erityistä huomiota vaativa ilmiö on pinnoitteen mahdollinen kupliminen.

Kuplimiselle arat pintakäsittelytyöt tulee ajoittaa sellaiseen ajankohtaan, käytännössä yleensä iltapäivään, jolloin rakenteen lämpötila ei merkittävästi kohoa muutamaan tuntiin tuotteen levityksen jälkeen. Tällöin rakenteen lämmitessä tapahtuva pinnan huokosissa olevan kosteuden poistuminen ei pääse aiheuttamaan pinnoitteen kuplimista. (Suomen betoniyhdistys 2007, 77)

Mallityöllä varmistetaan, että tuleva lopputulos on haluttua tasoa. Työmaalla pidetään mallityökatselmus ennen työvaiheen varsinaista aloitusta. Lähtökohtaisesti pinnoittaminen pyritään tekemään betonipinnalle, josta on poistettu vanhat pintakäsittelyaineet. Vanhat kerrokset muodostavat aina riskin uuden pinnoitteen tartumiselle. Vanhan pinnoitteen jäädessä alle on lähtöpinnan lujuus ja aineiden yhteensopivuus varmistettava. Lähtöpinnan lujuus voidaan mitata esimerkiksi vetokokeen avulla. Käytäntönä on yleensä puhdistaa lähtöpinta korkeapainepesulla, vesihiekkapesulla tai hiekkapuhaltamalla. (Suomen betoniyhdistys 2007, 75)

Pinnoitustyypistä riippuen alustan tulee olla joko kuiva tai kostea. Alustan on oltava kuiva kun käytetään orgaanisia pintakäsittelyaineita ja silikaattimaalia. Kostea sen on oltava silloin, kun käytetään epäorgaanisia tuotteita. Näin saavutetaan kovettumiselle sopivat olosuhteet. (Suomen betoniyhdistys 2007, 75)

Ennen töiden aloittamista voidaan tarvittaessa olla yhteydessä materiaalitoimittajaan. Monella materiaalitoimittajalla on tekninen tuki. Elementin pinnoittaminen alkaa pohjustuksesta. Pohjustus tehdään tartunnan parantamiseksi ja se tasaa pinnoitusalueen imua. Vaikutusta voi olla myös pintakäsittely-yhdistelmän vedenhylkivyyteen. Työn suorituksessa noudatetaan valmistajan ohjeita. (Suomen betoniyhdistys 2007, 75)

Varsinainen pinnoitus tehdään materiaalitoimittajan ohjeiden mukaisesti. Työssä noudatetaan korjaussuunnitelmassa työkohteelle mahdollisesti esitettyjä erityisohjeita. Työ tulee suorittaa siten, että ei muodostu epäkäytännöllisiä työsaumoja. Pinnoite levitetään esimerkiksi sivelemällä, harjaamalla, telaamalla, ruiskuttamalla tai lastalla levittämällä. Tavoitteena on saavuttaa tasainen ja kalvopaksuudeltaan suunnitelmien mukainen pinnoite. Sopiva levitystapa haetaan mallityötä suoritettaessa. (Suomen betoniyhdistys 2007, 77)

Mallityövaiheessa voidaan tehdä mallit eri levitystavoille. Mallityöstä on järkevää suorittaa tartuntalujuuskoe sekä kalvopaksuuden mittaus. Näin varmistetaan, että lopputulos on asianmukainen heti työvaiheen alkaessa.

Kohteen suunnitelma-asiakirjoissa tulisi olla esitetty seuraavat laatuun vaikuttavat tekijät:

- vanhan pinnoitteen poistotapa ja alustan puhtausvaatimus
- muut pinnoitusalueen laatuvaatimukset (kosteus, tasaisuus, jne.)
- vaatimukset vauriokohtien korjaamiselle
- käytettävät pinnoitustuotteet ja niiden käsittely
- levitystavat ja -kerrat
- vaatimukset työolosuhteille
- vaatimukset kalvonpaksuuksille
- tartuntalujuusvaatimukset ja toteamistapa
- jälkihoitovaatimukset.

(Suomen betoniyhdistys 2007, 78)

5.2.2 Laadunvarmistus

Laadunvarmistuksen tavoitteena on varmistaa halutun lopputuloksen toteutuminen. Laastipaikkaus ja pinnoitus sisältää monia eri työvaiheita, jotka jäävät loppullisen rakenteen alle. Tästä syystä eri työvaiheet on syytä tarkastaa ennen seuraavan aloitusta. Hyvä tapa on tehdä mallit työvaiheista ja hyväksyttää ne. Näin varmistetaan, että työ suoritetaan heti työmaan alkaessa tavalla, joka asiakirjoissa on ilmaistu.

Korjaussuunnitelmassa on esitetty laatuun vaikuttavat tekijät ja ohjeistettu, miten vaatimuksen toteutuminen käytännössä todetaan. Työmaan etenemisen kannalta on epäedullista, jos käytetään laatuvaatimuksia, joiden toteutumisesta saadaan tieto vasta pitkän ajan kuluttua. (Suomen betoniyhdistys 2007, 94)

Urakoitsijan tulee toteuttaa työ sopimusasiakirjojen ja materiaalityöntekijän ohjeiden mukaisesti. Urakoitsijan on myös seurattava toteutuvaa laatua sopimusasiakirjojen mukaisesti ja kirjattava korjaustyön laadun osalta oleelliset asiat. Lisäksi urakoitsijan tehtäviin kuuluu muun muassa:

- työnjohto, työsuoritusten ohjaus ja valvonta
- korjattavissa rakenteissa ilmenevistä poikkeavuuksista ilmoittaminen
- ilmoitusvelvollisuus siitä, jos havaitaan, että jokin työsuorituksen toteuttaminen suunnitellulla tavalla ei johda toivotun lopputuloksen syntymiseen
- sopimusasiakirjojen mukaisten mallitöiden tekeminen ja tarkastusten ja katselmusten järjestäminen
- peittyvien suoritusten vaatimustenmukaisuuden osoittaminen
- osoitettujen laadunvalvontakokeiden järjestäminen, tulosten dokumentointi ja toimittaminen rakennuttajalle
- otettujen näytteiden säilyttäminen vähintään sopimusasiakirjojen edellyttämällä tavalla

- materiaalien käyttöön ja työmenetelmiin liittyvien työturvallisuusseikkojen järjestäminen asianmukaisesti
- betonikorjaustyön pöytäkirjassa (BY 405, liite 2) esitettyjen asioiden kirjaaminen

(Suomen betoniyhdistys 2007, 96)

Laadukas lopputulos saavutetaan kun tunnetaan materiaali ja sen ominaisuudet sekä ymmärretään miksi pintakäsittely tehdään. Toteutusvaiheen tärkeitä tekijöitä ovat onnistunut esikäsitteily ja sopivat työolosuhteet (RH%,C). Laadunvarmistustoimenpiteinä voidaan käyttää kuivakalvonpaksuuden mittausta, tartuntalujuuden mittausta, alustan kosteusmittausta ja materiaalimenekin seuraamista. (Parviainen 2010.)

5.3 Edellytykset menetelmän soveltuvuudelle tarkasteltavaan kohteeseen

Taulukossa 4. on tämän opinnäytetyön tekijä itse arvioinut ”paikkaus ja pinnoitus” -menetelmän soveltuvuutta tarkasteltavaan kohteen 2. - 4. kerroksen ulkoseinärakenteelle. Perustelut ovat taulukon alapuolella.

Taulukko 4. Menetelmän soveltuvuus

Vaurio		
pakkasrapautuminen on voimakasta, paikoitellen pesubetonikerros on irti taustabetonista	-1.	
vaurioita kaikissa elementeissä	-2.	
elementit kaareutuneita	-3.	
ikkunapielissä rapautumaa	-	
elementin reunoissa ja kulmissa rapautuman aiheuttamaa betonin murenemistä	-	
raudoituksen betonipeitteet pääosin 12-35 mm		+
betonin karbonatisoituminen välillä 9,5 – 27,5 mm		+
raudoituksen korroosiosta aiheutuneita vaurioita esiintyy		+4.

15 mm syvyydessä		
betonin vetolujuus selvästi alentunut, vetolujuus 0,2-0,9 N/mm ²	-5.	
klorideja ei ole haitallisessa määrin		+
elementtien välillä hammastusta paikoin 5 mm	-	
elementtien saumat uusittu 1993 ja niiden kunto on pääosin hyvä, pakkasrapautuminen on aiheuttanut paikoin vaurioita		
elementtien ansasraudoitteet ovat tehty ruostumattomasta teräksestä		+

1. vaurioiden ollessa laajat menetelmä ei ole kustannustehokas
2. menetelmä ei ole kustannustehokas: peittävä korjaus olisi parempi
3. menetelmä ei poista elementtien kaarevuutta: peittävä korjaus parempi vaihtoehto
4. vaurioiden laajuudesta riippuen menetelmä soveltuu
5. betonin vetolujuus ei ole riittävä, pinnoitteesta riippuen sen pitäisi olla 0,7 - 1,5 N/mm² (Suomen Betoniyhdistys 2007, 99)

Tämän työn tekijän mielestä tarkasteltavan kohteen 1. kerroksen maalatuille betonipinnoille, parvekkeiden pieliseinä- ja kaide-elementeille menetelmä soveltuu. Ylemmät kerrokset on korjattava jollain toisella menetelmällä.

6 VERHOUSKORJAUKSET

6.1 Menetelmästä lyhyesti

Verhouskorjausta käytetään tilanteessa, jossa seinärakenteen vauriot ovat niin laajat, että niiden korjaaminen ”paikkaus ja pinnoitus” -menetelmällä ei ole enää taloudellisesti järkevää.

Vanhan ulkokuoren jättäminen verhouskorjauksen alle on mahdollista. Vaurioiden laatu ja laajuus ovat ratkaisevia asioita. Taloudellisista syistä on suositeltavaa jättää vanha ulkokuori verhouskorjauksen alle. Näin jää yksi työvaihe pois. Sandwich-rakenteesta ulkokuoren poistaminen on työlästä. Ulkokuoren poiston jälkeen joudutaan tavallisesti myös lämmöneristys uusimaan. (Kaivonen 1994, 308)

Verhouskorjaukset voidaan toteuttaa seuraavilla menetelmillä:

- metallilevyverhoukset
- muovipohjaiset verhouslevyt
- puuverhous
- betoni-, mosaiikkibetoni- ja luonnonkivilaatat
- rappaus villan päälle (eristerappaus)
- ohutrappaus solumuovin päälle
- muurattu tiiliverhous
- täysikokoiset betoniset kuorielementit.

(Kaivonen 1994, 310)

6.2 Tarkasteltavan kohteen verhoukorkorjaus

Kaava- ja palomääräysten johdosta tarkasteltavassa kohteessa toteutetaan korjaus eristerappauksella. Samalla kohteen energiankulutus vähenee. Eristerappaus tehdään 2.-4. kerroksen seiniin. Kerroksen 1. seiniin eristerappaus ei tehdä, koska se on iskuille herkkä ja vaurioiden korjaaminen on vaikeaa. Myöskään parvekkeiden pieliseiniin ja kaide-elementteihin ei tehdä eristerappausa. Ne korjataan tuulettuvalla levyrappauksella.

Kohteen eristerappaus toteutetaan paksurappaus-eristejärjestelmällä.

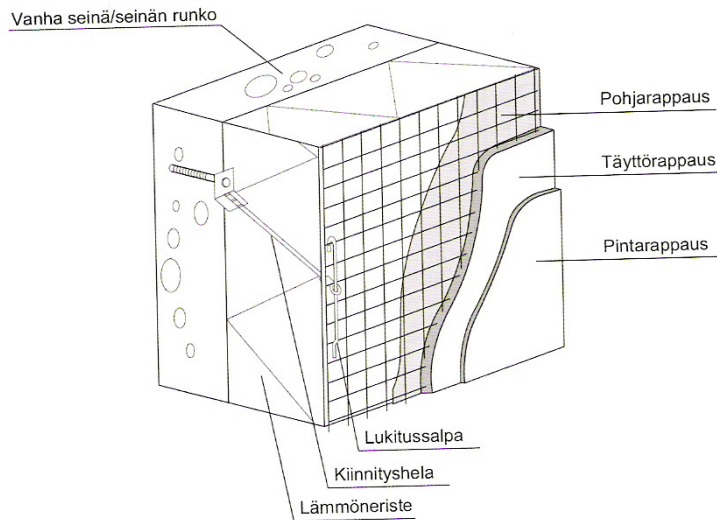
6.3 Paksurappaus-eristejärjestelmä

6.3.1 Toimintaperiaate

Paksurappaus-eristejärjestelmässä on 20 - 25 mm paksu rappauskerros lämmöneristeen päällä. Rappauskerros on lujitettu rappausverkolla. Rappausverkko ja lämmöneristys on kiinnitetty samoilla kiinnikkeillä alusrakenteeseen. Rappauskerros liikkuu lämmöneristeen päällä lämpötila- ja kosteusolosuhteiden muutosten johdosta. Tämän takia rakenteeseen tarvitaan liikuntasauvoja. Niitä tarvitaan lisäksi esimerkiksi rakennuksen rungon liikuntasauaman kohdalle. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 17)

Paksurappaus koostuu yleensä kolmesta eri laastikerroksesta. Ne ovat pohjarrappaus, täyttörappaus ja pintarrappaus. Rappaukset tehdään kalkkisementtilaasteilla. Julkisivuissa käytetään ainoastaan pakkasenkestäviä rappauslaasteja. (Suomen Betoniyhdistys r.y, 18)

Kuvassa 6. on esitetty paksurappaus-eristejärjestelmän rakenne.



Kuva 6. Paksurappaus-eristejärjestelmä. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 18)

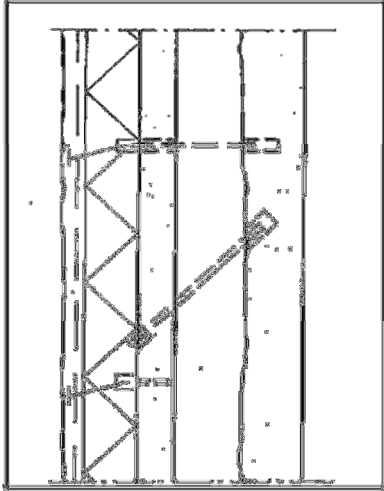
Paksurappauksen ulkopinta koostuu yleensä värillisestä pintarappauslaastista ja valitusta pintakäsittelystä. Pinta voidaan käsitellä kalkki-, kalkkisementti-, siliikaatti- tai silikonihartsimaalilla. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 20)

Paksurappauksen omapaino on eristeet ja rappauserros mukaan luettuna luokkaa $0,6 \text{ kN/m}^2$. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 27)

6.3.2 Valmistelevat työt

Suunnittelijan laatimassa korjaussuunnitelmassa on esitetty valmistelevat työt. Se sisältää mahdollisesti seuraavia asioita.

Ennen eristeiden asennusta on varmistettava, että vanha ulkokuori kestää eristerappauksesta syntyvät kuormitukset. Pakkasrapautuminen on mahdollisesti heikentänyt elementin ja ansaiden välistä tartuntaa. Ulkokuoren pysyvyys voidaan varmistaa kuvassa 7. esitetyllä menetelmällä.



Kuva 7. Esimerkki ulkokuoren ankkuroinnista sisäkuoreen. (RT 10614, 5)

Suunnittelija määrittelee suunnitelma-asiakirjoissa ankkureiden tyypin ja asennus tiheyden.

Yleensä vanha betoninen ulkokuori pultataan varmuuden vuoksi sisäkuoreen. Eristysrappaus työn jälkeen pulttausta ei voida suorittaa purkamatta eristysrappausa. Kiinnitystarvikkeina käytetään yleensä kiila-, lyönti- tai kemiallisia ankkureita. Pulttausta suoritettaessa on huomioitava, että sisäkuoren paksuudessa saattaa olla useiden senttien eroja. Jossakin tapauksissa pulttaus tehdään välipohjien kohdalta. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 108)

Ennen lämmöneristeiden asennusta elementtien välisistä saumoista poistetaan vanhat saumamassat ja avoimeen saumaan sullotaan pehmeää mineraalivillaa. Uretaanivaahdolla varmistetaan sisäkuoren välisten valusaumojen ilmanpitävyys. Vaahdotuksen ja uuden lämmöneristyksen välissä on kuitenkin oltava vähintään 50 mm väli, joka täytetään mineraalivillalla. Tällä tavalla lämmöneristyksistä saadaan yhtenäinen ja vaahdotus estää rakenteen sisäiset ilmavirrat. Valmiissa rakenteessa kuivuminen perustuu diffuusioon. Tämä on syytä huomioida materiaalivalinnoissa. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 142)

Julkisivupinnan puhdistaminen ei ole tarpeen. Paksurappaus-eristejärjestelmää käytettäessä lämmöneristeet ja rappauskerros kiinnitetään mekaanisesti julkisivupintaan. Irti olevat maalipinnoitteet eivät myöskään vaikuta rappauksen kiinnitykseen. Pinnan tulee kuitenkin olla luja ja ehjä, jotta kiinnikkeet tarttuvat alustaan luotettavasti. Pakkasrapautuneet kohdat jäävät uuden verhouksen alle, mutta uuden verhouksen kiinnityksen pitää ulottua lujaan materiaaliin. Korroosioaurioita ei ole tarpeen korjata, koska valmiissa rakenteessa korroosion eteneminen on hidasta. Poikkeuksena ovat ikkunanpielet, joihin ei tule eristettä ja rappautusta. Nämä kohdat paikataan laastipaikkausmenetelmin. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 141)

Julkisivupinnan tasaisuuteen tulee kiinnittää huomiota. Pinnassa olevat yli 5 – 10 mm epätasaisuudet oikaistaan ennen lämmöneristystä rappauslaastilla, oikaisulaastilla tai lämmöneristeellä. Tasaisuusvaatimuksena voidaan soveltaa uudistuotannon vaatimusta +/- 7 mm. Rappauksella ei ole tarkoitus oikaista alustan epätasaisuuksia. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 141)

Ikkuna- ja oviaukkojen reunoille on asennettava tarvittaessa apukarmit. Apukarmin avulla ikkuna tai ovi saadaan asennettua lämmöneristeen kohdalle. Näin ei pääse syntymään kylmäsiltoja. Kuvassa 8. apukarmi on tehty kyllästetystä puusta.



Kuva 8. Ikkunan apukarmi. (Mäki-Matti, 2010)

Rakennukseen ulkoseiniin tulevien varusteiden kiinnitykset on myös tehtävä ennen lämmöneristyksen asennusta. Esimerkiksi talotikkaiden kiinnikkeet on asennettava tukevaan alustaan. Pelkkä eristerappauksen päältä tapahtuva kiinnitys ei ole riittävän tukeva talotikkaille.

Tässä vaiheessa on myös syytä tarkistaa miten eri rakenteiden liitoskohdat toteutetaan. Työjärjestyksessä on huomioitava mahdollisten pellitysten ja huopa-kaistojen asennukset.

Lämmöneristeenä käytetään suunnitelma-asiakirjoissa mainittuja materiaaleja. Lämmöneriste vaikuttaa koko rakenteen toimivuuteen seuraavilla tavoilla:

- vesihöyryn läpäisevyyteen
- lämmöneristävyys
- eristekerroksen paksuuteen ja siten koko rakenteen paksuuteen
- lisäeristyksen aiheuttamaan kuormitukseen
- rappauksen painumiseen
- ääneneristävyys

(Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 143)

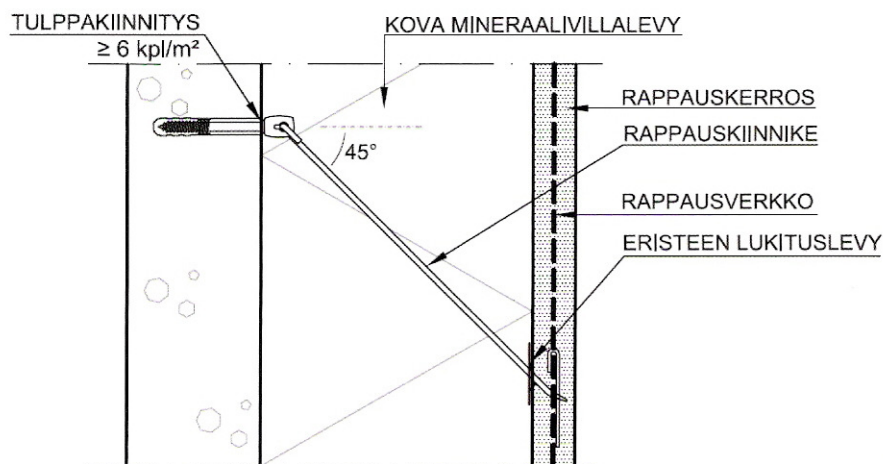
Lämmöneristys on olennainen osa paksurappaus-eristejärjestelmää. Eristeeseen kohdistuu esimerkiksi rappauksen painosta syntyviä voimia ja tuulen aiheuttamia voimia. Eristeen tulee olla riittävän jäykkä ja puristuslujuudeltaan järjestelmään sopiva. Ohjeet lämmöneristystuotteen valinnasta antaa järjestelmätoimittaja. Lämmöneristeet suojataan sateelta ja kosteudelta. Lämmöneristykseen ei saa käyttää eristeitä, jotka ovat märkiä tai muuten vaurioituneet. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 143)

Rappauskerros liikkuu vaaka- ja pystysuunnassa. Liike johtuu lämpötila- ja kosteusolosuhteiden muutoksista. Liikkeen suuruus riippuu lämmöneristeen jäykkyydestä. Rappauskerroksen liike on jäykällä eristeillä vähäisempää kuin peh-

meillä. Liike suuntautuu enemmän alaspäin kuin ylöspäin johtuen rappauksen omasta painosta ja eristeiden virumasta. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 138)

Lämmöneristeet asennetaan suunnitelma-asiakirjoissa annettujen ohjeiden mukaisesti. Suunnitelma-asiakirjoissa on tiedot käytettävistä kiinnikkeistä ja niiden asennustiheydestä.

Käytännössä kaikissa paksurappaus-eristejärjestelmissä rappauksen ja lämmöneristyksen kiinnitys tapahtuu mekaanisesti alusrakenteeseen kuvan 9. mukaisesti. Rappaus- ja lämmöneristyskerros kiinnitetään saman kiinnikkeen avulla alusrakenteeseen. Kiinnikkeet ovat yleensä ruostumatonta terästä. (Suomen Betoniyhdistys r.y, 145)



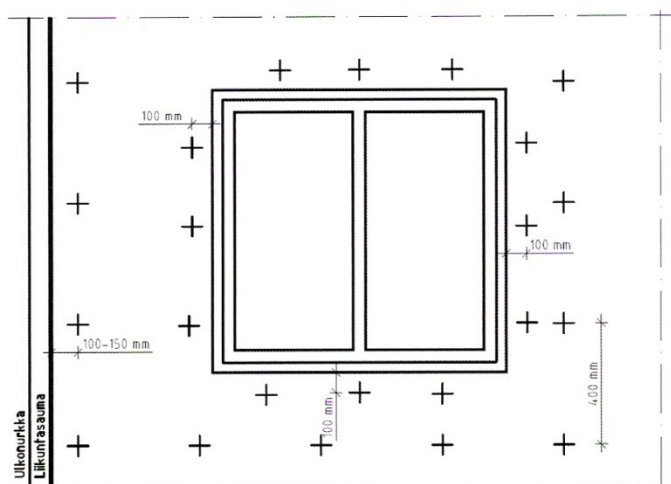
Kuva 9. Periaatekuva paksurappaus-eristejärjestelmästä kiinnityksestä alusrakenteeseen. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 80)

Betonialustaan rappauskiinnikkeet ankkuroidaan käyttämällä nailontulpan ja ruuvin yhdistelmää. Kiinnikkeet voivat olla kuvan 10. tyyppisiä. Mahdollista on myös käyttää nauloja, kiila- tai lyöntiankkureita. Kevytsora- ja kevytbetoniharkkorakenteissa käytetään niille tarkoitettuja kiinnitystarvikkeita. Tarvittaessa kiinnikkeiden ankkurointilujuus tarkistetaan suunnittelijan määräämillä vetokokeilla. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 146)



Kuva 10. Kiinnikkeen ankkurointi osat betonialustalle. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 145)

Kiinnikkeiden määrä on normaalisti 3- 6 kpl/m². Määrä on riippuvainen alustasta, kiinniketyypistä ja käytettävästä paksurappaus-järjestelmästä. Kiinnikkeiden väli on tavallisesti enintään 400 – 600 mm. Ikkuna-aukkojen, nurkkien ja liikunta-saumojen läheisyydessä kiinnikkeet asennetaan enintään 100 - 150 mm etäisyydelle rajapinnasta. Kuvassa 11. esitetyn periaatteen mukaisesti. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 146)



Kuva 11. Kiinnityspisteet alustaan. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 79)

Lämmöneristeiden asennuksen yhteydessä ikkunan vesipellityksille leikataan tarvittavat kaadot.

Lämmöneristeen päälle asennetaan rappausverkko. Rappausverkon tarkoituksena on estää pinnan halkeilu ja varmistaa rappauksen kiinnipysyminen. Verkko asennetaan rappauskerroksen puoliväliin. Halkeilun estämisen kannalta verkon paras sijainti on ulkoapäin lukien ensimmäisessä kolmanneksessa. Kiinnikkeiden välikkeillä varmistetaan verkon oikea sijainti. Verkot limitetään toisiinsa vähintään 100 mm. Aukkojen nurkkiin asennetaan vahvikepalat 45 asteen kulmaan. Vahvikepalat estävät halkeamien syntymisen. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 80)

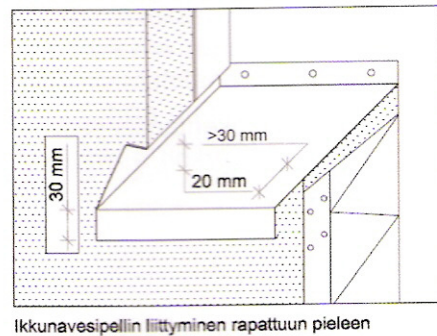
Rappausverkon asennuksen yhteydessä on asennettava myös liikuntasaumaprofiilit. Liikuntasaumaprofiilit asennetaan rappausverkkoon sinkilöillä. Liikuntasäuma voidaan tehdä myös jälkisahauksena. Sahaus suoritetaan koko rappauskerroksen läpi. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 90)

Liikuntasäumoista on kerrottu tarkemmin luvussa 6.3.7.

Rakenteiden välisten liitosten toteutustapa on ratkaistava myös ennen rappaus-

Rappausreunuksella varustetut pellitykset on asennettava ennen rappaus-

Rapatuissa rakenteissa pellitystä ei voida asentaa rappauksen ja villan väliin. Lämpöliikkeiden johdosta pellityksen päällä oleva rappauskerros rikkoontuu. Rappauksen päälle asennettava pellitys ei ole myöskään rakenteellisesti hyvä ratkaisu. Vesi pääsee kulkeutumaan pellityksen ja rappauksen välistä muihin rakenteisiin. Lähtökohtaisesti pellitykset toteutetaan rappausreunuksella. Kuvassa 12. rappausreunuksella tehty vesipelti. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 81)



Kuva 12. Vesipelti rappausreunuksella. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 148)

Ennen rappaustyötä on asennettava mahdollisesti myös muita pellityksiä työjärjestyksestä johtuen. Näitä voivat olla esimerkiksi sokkelilistat. Listat toimivat samalla myös rappauksen ohjureina. Pellitykset on suojattava ennen rappauksen aloitusta.

Liitoksista on tarkemmin luvussa 6.3.7.

6.3.3 Rappausvaiheen olosuhteet ja jälkihoito

Olosuhteilla on suuri merkitys rappaustyön onnistumisen kannalta. Huonoissa olosuhteissa vaarana on rappauksen halkeilu, huono tartunta ja valumienn synnyminen. Säätilan tulee olla työlle sopiva työn aikana ja myös jälkihoito ajan. Jälkihoitoajan olosuhteilla on suuri merkitys etenkin sementtipitoisia laasteja käytettäessä. (Suomen Betoniyhdistys 2005, 114)

Rappaustyön ja jälkihoidon aikana olosuhteet eivät saa olla liian kuumat tai liian kylmät. Alle +5 asteen lämpötilassa työtä ei voida suorittaa, koska materiaalien sitoutuminen hidastuu alhaisissa lämpötiloissa. Veden jäätyminen aiheuttaa luonnollisesti myös ongelmia. Korkeissa lämpötiloissa ongelma on veden liian nopea haihtuminen. Tämä aiheuttaa halkeilua ja lujuuden heikkenemistä. Tuuli

haihduttaa vettä myös tehokkaasti. Sateella työtä ei voida suorittaa. (Suomen Betoniyhdistys 2005, 114)

Työn aikana laastia ei saa levittää suorassa auringon paisteessa. Tuore rappaus on myös suojattava suoralta auringon paisteelta. Työ tulee suorittaa auringon perässä eli myötöpäivään. Näin vältetään molemmilta ongelmilta. (Suomen Betoniyhdistys 2005, 114)

Suosittelavaa on suorittaa rappaus työ säältä suojatuilta telineiltä. Näin olosuhteet saadaan pidettyä mahdollisimman tasalaatuisina. Telineiltä työskennellessä on muistettava, että työ pitää pystyä suorittamaan telinetolppien ja -tasojen kohdilta. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 85)

Jälkihoidon tavoitteena on estää rappauspintojen liian nopea kuivuminen. Pohja- ja täyttörappauksen jälkeen pintoja pidetään kosteana 1-3 vrk ajan olosuhteista riippuen. Pintoja pidetään kosteana pintarappauksen tekemiseen asti. Rappauksen kosteana pitäminen on suunniteltava ennen töiden aloittamista. Usein jälkihoito toteutetaan vettä sumuttamalla. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 86)

Ilmankosteuden ja lämpötilojen suhteet noudatetaan tuotevalmistajan ohjeita. Työmaapäiväkirjaan merkitään päivittäin lämpötila ja ilmankosteus. (Suomen Betoniyhdistys 2005, 115)

6.3.4 Rappauksen työvaiheet

Rappaus suoritetaan suunnitelma-asiakirjoissa annetuilla tuotteilla ja annettuja työhohjeita noudattaen. Rappauksesta ja pintakäsittelystä tehdään mallityö ennen työvaiheen aloitusta.

Rappauksen työvaiheet voidaan yleensä jakaa seuraavasti:

- pohjarappaus
- täyttörappaus
- pintarappaus

(Suomen Betoniyhdistys 2011, 82)

Laastipinnan kosteana pitäminen on suunniteltava ennen työn aloittamista. Läh-
tökohtaisesti työ suoritetaan auringon perässä. Ilmansuunnat on myös syytä
huomioida työn suunnittelussa. Nopea kuivuminen aiheuttaa:

- rappauskerroksen lujuuden alentumisen
- halkeilua
- rappauskerroksen vedenimukyvyn lisääntymistä ja näin heikentää pitkäai-
kaiskestävyyttä

(Suomen Betoniyhdistys 2011, 85)

Laastin valmistuksessa on tärkeää noudattaa valmistajan ohjeita, koska näin
varmistuu laastin työstettävyys, huokoisuus ja pakkasen kestävyys ominaisuu-
det toteutuvat. Laastin sekoituksessa syytä on noudattaa annettuja vesimääriä,
sekoitusaikoja ja sekoituskertoja. Työstettävyydestä on usein annettu myös
oma ohjeistus. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 82)

Pohjarappaus tehdään ruiskuttamalla. Rappausverkko jää näkyviin tässä vaiheessa. Kuvan 13. mukaisesti. Kerrospaksuuksissa noudatetaan materiaalivalmistajan ohjeita. Pohjarappauksen paksuus on yleensä 5 – 10 mm. Rappausta pidetään kosteana eli jälki hoidetaan 1 - 3 vrk riippuen olosuhteista. Jälkihoito toteutetaan vettä sumuttamalla. Kuumissa ja tuulisissa olosuhteissa kosteana pitämiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 83)



Kuva 13. Pohjarappaus menossa.

Täyttörappauksen tavoitteena on tehdä rappauksen ulkopinnasta tasainen. Tarvittaessa käytetään ohjureita. Täyttörappaus tehdään yleensä 1-3 vrk kuluttua pohjarappauksesta. Työ suoritetaan kosteaan pintaan. Tarvittaessa pinta kostutetaan mattakosteaksi ennen työn aloittamista. Työ suoritetaan ruiskuttamalla kerrospaksuuksia, jotka materiaalitoimittaja on ohjeistanut. Tyypillisesti kertaleivityksen kerrospaksuus on 8 – 12 mm. Lopuksi pinta työstetään laudalla tai sokalla karkeaksi. Karkeapinta on tartuntapintana pintarappaukselle. Pintaa ei saa työstää liikaa, koska pintaan voi nousta tartuntaa heikentävää hienoaainesta. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 83)

Täyttörappausta pidetään kosteana 1 – 3 vrk olosuhteista riippuen. Jälkihoito toteutetaan vettä sumuttamalla. Liikuntasaumot voidaan tehdä sahaamalla 2 – 3 vrk rappauksesta. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 84)

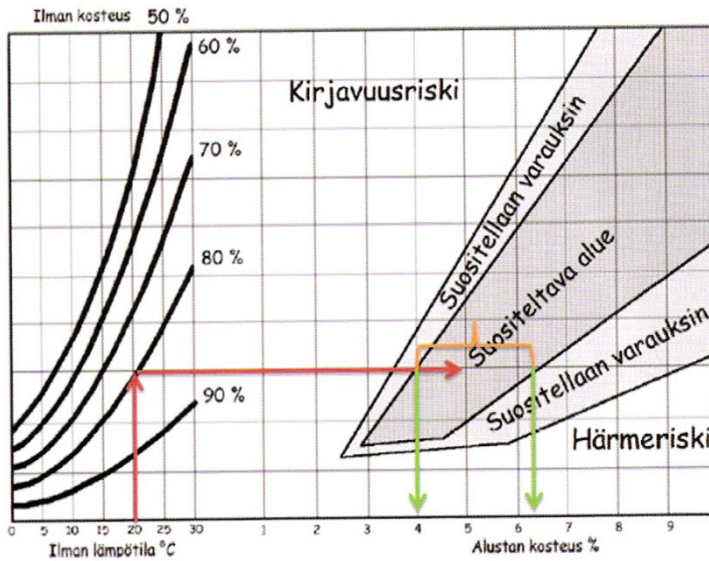
Pintarappaus tehdään aikaisintaan 5 – 7 vuorokauden kuluttua täyttörappauksesta. Materiaalitoimijan ilmoittamaa työvaiheiden aikaväliä on noudatettava. Lähtöpinnan kosteuteen tulee kiinnittää huomiota. Levitys tehdään yksi tai kaksi kertaa pintatyyppistä riippuen. Pintatyyppinä ovat esimerkiksi roiskepinta, hiertopinta ja maalattu pinta. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 86)

Roiskepinta tehdään ruiskuttamalla pinnoite kaksi kertaa. Näin pinnasta saadaan tasainen. Työsaumat on sijoitettava julkisivun rajapinnoille. Iso yhtenäinen alue ruiskutetaan yhtäjaksoisesti. Lopputuloksen tasaisuuden laadun kannalta oleellista on, että ruiskutussuunta ja etäisyys säilyvät samana. Roiskepintaa ei suositella tehtäväksi kiinteiltä telineiltä. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 88)

Hiertopinta tehdään hiertämällä tuore pintalaasti. Lopullisen pinnan laatuun vaikuttaa mm. laastissa käytetyn kiviaineksen raekoko sekä hiertotyö. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 88)

Maalattua pintaa haluttaessa rappauslaasti ruiskutetaan yhden kerran. Ruiskutuksen yhteydessä rappaus hierretään tasaiseksi. Rappauksen kuivumisen jälkeen voidaan maalaus suorittaa. Materiaalitoimittajan antamia kuivumisaikoja tulee noudattaa. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 88)

Pintarappaus suoritetaan yleensä värillisillä kalkkisementtilaasteilla. Laasti levitetään käsin tai ruiskuttamalla. Mineraaliset, tummat tehdasvärjätetyt rappauslaastit ovat vaativia työnsuorituksen ja olosuhteiden kannalta. Lopputulos saattaa olla kirjava, jos kaikkia ei ole kohdallaan. Ilman lämpötila, ilman suhteellinen kosteus ja alustan kosteus ovat ratkaisevia tekijöitä. Kuvassa 14. on käyrä, jossa on esitetty oikeat olosuhteet. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 86)



Kuva 14. Pintarappausten oikeat olosuhteet. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 87)

6.3.5 Pintakäsittely

Pintakäsittely tehdään suunnitelma-asiakirjoissa esitetyillä materiaaleilla ja työmenetelmillä.

Yleisesti rappausten pintakäsittelyt voidaan jakaa seuraavalla tavalla:

- värilliset pintarappauslaastit
- pinnoitteet
 - läpäisevät
 - suojaavat
 - tiiviit

(Suomen Betoniyhdistys 2005, 33)

Värillisillä pintarappauslaasteilla saadaan yleensä hyvälaatuinen ja kestävä lopputulos. Laikkuisuutta saattaa syntyä hierontapatulla pintatyypillä. Ilmiö aiheutuu sementtiliiman muodostumisesta ja epätasaisesta kuivumisesta. Laikukas pinta on viimeisteltävä maalikäsitteilyllä. Värillisellä pintarappauslaastilla tehty pinta voidaan käsitellä samalla pinnoitteella uudelleen tai käyttää läpäiseviä pinnoitteita. (Suomen Betoniyhdistys 2005, 33)

Läpäiseviä pinnoitteita ovat epäorgaaniset kalkki-, kalkkisementti-, sementtipinnoitteet ja silikaattimaalit. Rapatuissa julkisivuissa läpäisevien pinnoitteiden käyttö yleisesti on turvallista ja suositeltavaa. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2005, 34)

Pinnoitetyypin valintaan vaikuttaa aina lähtöpinnan koostumus. Esimerkiksi kalkkimaali soveltuu parhaiten kalkkirappauspinnoille tai vähän sementtiä sisältäville kalkkisementtirappauspinnoille. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2005, 34)

Tämän työn tekijän mielestä kalkkimaalin soveltuvuus kalkkisementtillaastille on selvitettävä tapauskohtaisesti.

Huomioitavaa on myös, että kalkkimaalia käytettäessä maalattava pinta pohjustetaan imeyttämällä siihen runsaasti kalkkivettä. (Suomen Betoniyhdistys 2005, 36)

Kalkkisementtimaalit läpäisevät hyvin vettä ja vesihöyryä. Ne soveltuvat hyvin kalkkisementti- ja sementtirappausten maalaamiseen. Erityisesti on huomioitava, että maalattu pinta tulee suojata sateelta 1-7 vrk lämpötilasta riippumatta. (Suomen Betoniyhdistys 2005, 38)

Silikaattimaalit ovat vettä ja vesihöyryä hyvin läpäiseviä pinnoitteita. Silikaattimaaleja voidaan käyttää kaikkien rappauspintojen maalaamiseen. Sitä käytettäessä ei ole samanlaista härmeriskiä kuin kalkki- ja kalkkisementtipinnoitteilla. Alustaa ei saa kastella ennen käsittelyä. Materiaalitoimittajan ohjeiden mukaan alustaan käytetään mahdollisesti sideaineliuosta. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2005, 39)

Suojaavilla pinnoitteilla on kaksi tärkeää ominaisuutta. Ne estävät veden kulkeutumisen rakenteeseen, mutta sallivat vesihöyryn liikkeen rakenteen läpi. Silikonihartsipinnoitteet ovat tällaisia. (Suomen Betoniyhdistys 2005, 41)

Vesihöyrynvastus on useimmilla silikonihartsipinnoitteilla vastaavaa tasoa kuin silikaattimaaleilla. Ominaisuuden johdosta rappauksen kuivuminen on nopeaa. Toisaalta silikonihartsipinnoitteen vedenimunopeus on alhainen. Rappauksen kastuminen on näin ollen hidasta. Ominaisuudet tulee tarkastaa tuotekohtaisesti valmistajan tuoteselosteesta. (Suomen Betoniyhdistys 2005, 41)

Tiiviitä orgaanisia pinnoitteita ei suositella rappauspinnoille. Näitä ovat esimerkiksi akryyli- tai akrylaattipinnoitteet. Pinnoitteet muodostavat pintaan kalvon, joka estää rappauksen kuivumisen. Ongelmana on rakenteen sisään mahdollisesti imeytynyt vesi. Tiivis pinnoite hidastaa kuivumista ja riskinä on pakkasrautuminen ja pinnoitteen irtoaminen. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2005, 42)

RT- kortti ilmaisee asian seuraavasti. Eristerappauksen pinta käsitellään epäorgaanisella hyvin vesihöyrynläpäisevällä käsittelyaineella tai värillisellä laastilla. Rakenteen suunnittelussa tulee huomioida rakenteen kosteustekninen toimivuus. (RT 82-10614, 5)

6.3.6 Laadunvarmistus

Laadunvarmistus toteutetaan suunnitelma-asiakirjoissa esitetyillä periaatteilla. Se voi sisältää seuraavanlaisia asioita.

Työmaasta pidetään työmaapäiväkirjaa. Työmaapäiväkirjaan merkitään päivittäin ilman lämpötila, ilman suhteellinen kosteus ja muut säätiedot. Rappauksessa käytettävien materiaalien tiedot sekä tuote-erät kirjataan myös. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 85)

Alustan kunto tarkastetaan ennen rappaustöiden aloittamista. Tehty tarkastus kirjataan pidetyksi työmaapäiväkirjaan. Tarkastuksesta itsestään tehdään oma pöytäkirja. Muita mahdollisia tarkastuksia on esimerkiksi rappausverkon sijainnin tarkastus ennen rappausta. Sijainti tarkastetaan yhdestä kohdasta kymmentä neliötä kohden. Rappausverkon sijainti tarkastetaan myös täyttörappauksen jälkeen. Tarkastus tehdään seuraavana päivänä poraamalla halkaisijaltaan 20 mm oleva kiekko. Kiekosta todetaan verkon sijainti ja rappauserrosten paksuus. Tarkastuksia tehdään yksi sataa neliometriä kohden. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 85)

Liitteessä 2 on esimerkki työmaapäiväkirjasta.

Olennainen osa laadunvarmistusta ovat myös katselmukset. Katselmuksesta riippuen niihin osallistuu urakoitsija, valvoja, tilaajan edustaja ja suunnittelija. Työmaalla pidettäviä katselmuksia voi olla esimerkiksi:

- alustakatselmus
- mallityökatselmus
- vastaanottokatselmus

(Suomen Betoniyhdistys 2005, 133)

6.3.7 Liikuntasaumat ja liitokset

Liikuntasaumat ja liitokset toteutetaan suunnitelma-asiakirjoissa annettuja ohjeita noudattaen.

Lämpötila- ja kosteusolosuhteiden vaihteluista johtuen paksurappaus-eristejärjestelmä liikkuu sekä vaaka- että pystysuunnassa. Rappauskerroksen painosta ja eristeiden virumasta johtuen liike suuntautuu enemmän alaspäin kuin ylöspäin. Liikkeet johtuvat myös lämpötilavaihteluiden aiheuttamasta kutistumisesta ja laajentumisesta. Liikkeet ovat suuruusluokaltaan 5 – 15 mm. Tämä on otettava huomioon erilaisissa liitoksissa. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 138)

Liitoksien ja liikuntasaumojen suunnittelussa ja toteutuksessa tulee huomioida edellä mainittu rappauskerroksen liikkuminen. Huomioitava on myös, että liitoksien ja liikuntasaumojen kautta rakenteen sisään ei saa päästä vettä.

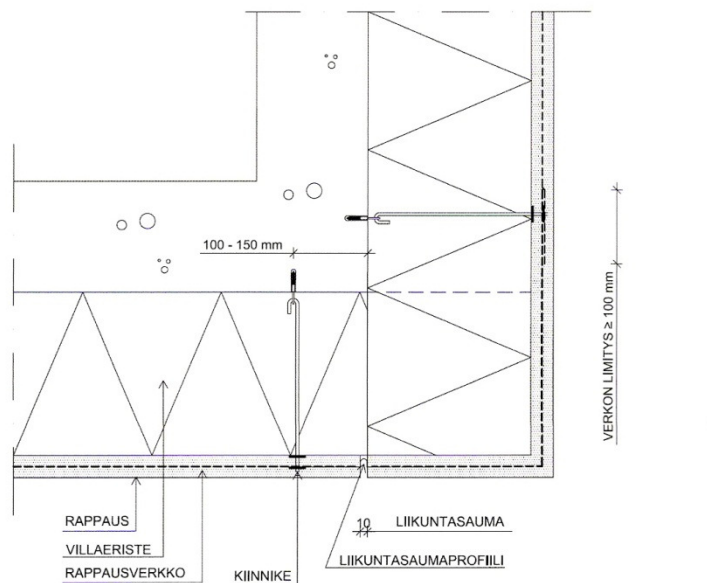
Liikuntasaumat sijoitetaan julkisivussa seuraaviin kohtiin:

- rungon liikuntasaumojen kohdille
- perustustavan muutosten kohdille
- korkean ja matalan seinän liitokseen
- kylmän ja lämpimän rakenteen liitokseen
- seinän paksuuden muutoksen kohdalle
- kerroksittain kannatetun ja perustuksista tuetun seinän liitokseen
- rakennuksen nurkkien läheisyyteen
- rappausalustan vaihtuessa
- suurten aukkojen läheisyyteen

(Suomen Betoniyhdistys 2005, 70)

Liikuntasauvoja tehdään 12 – 15 m välein sekä vaaka- että pystysuunnassa. Vaakasuuntaiset liikuntasaumat toteutetaan usein 3 - 4 kerroksen välein. Väli on riippuvainen rappauskiinnikkeiden määrästä ja ankkurointikapasiteetista. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 90)

Liikuntasauvojen toteutustapa ja sijainti on ilmoitettu suunnitelma-asiakirjoissa. Kuvassa 15. liikuntasauma on rakennuksen nurkassa.



Kuva 15. Liikuntasauma nurkassa. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 91)

Liikuntasauma voidaan toteuttaa käyttämällä liikuntasaumaprofiilia tai tehdä jälkisahauksena. Liikuntasaumaprofiilina käytetään järjestelmään kuuluvaa tuotetta. Profiili asennetaan rappausverkkoon sinkilöillä ennen rappauksen aloittamista. Jälkisahaus suoritetaan täyttörappauksen ja pintarappauksen välissä. Käytännössä täyttörappauskerroksen kovettumisen jälkeen. Sahaus tehdään koko rappauskerroksen läpi. Sahattu liikuntasauma tiivistetään myöhemmin elastisella saumamassalla tai paisuvalla saumanauhalla. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 90)

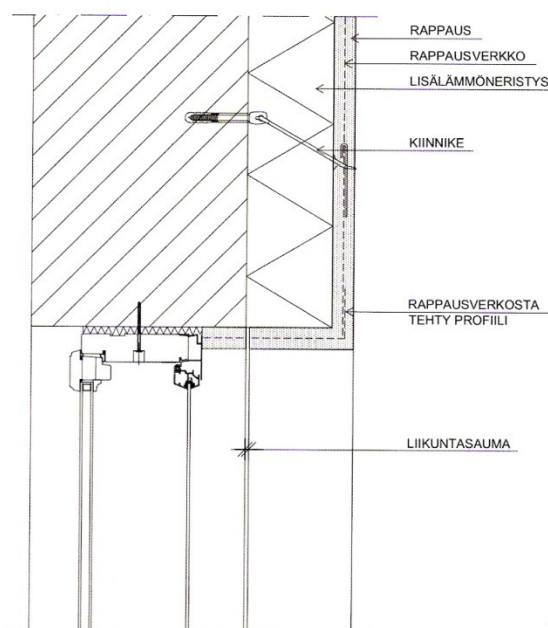
Jälkisahaus tehdään 2 – 3 vrk kuluttua täyttörappauksesta. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 84)

Tärkeitä liitoksia ovat esimerkiksi sokkeliliitos, räystäслиitos ja ikkunaliitos. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 91)

Liitoksien toteutus on suunniteltu jo ennen rappauksen aloittamista. Rappausreunuksella varustetut pellitykset on asennettava ennen rappautta. Samoin pellitykset, joita työjärjestyksen takia ei voida muuten asentaa.

Esimerkiksi ikkunoiden piletet voidaan tehdä rappamalla, pellittämällä tai käyttämällä rappausjärjestelmään kuuluvia aukkopielilistoja. Tärkeää on, että ikkunan ja piletet välisen liitos säilyy vesitiiviinä rakenteiden liikkeistä huolimatta. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 147)

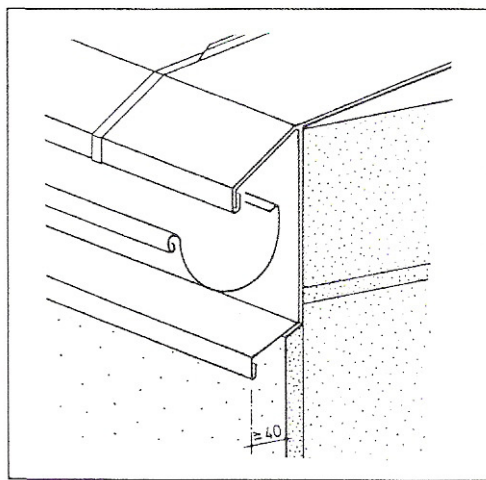
Toteutustavan valintaan vaikuttavat ikkunan sijainti ja vanhojen ikkunapielten kunto. Ikkunan piletet joihin ei tule lämmöneristettä on paikattava laastipaikkaus menetelmin tai listoitettava. Huomioitavaa on myös, että rappausalustan vaihtuessa on tehtävä liikuntasauva. Kuvan 16. mukaisesti.



Kuva 16. Liikuntasauva alustan vaihtuessa. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 149)

Sokkeliliitoksessa rappauksen sisäpinta tulee olla vähintään 10 – 15 mm ulompana kuin sokkeli. Näin rappaus pääsee painumaan vapaasti ilman pakkovoimia. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 92)

Räystääliitoksessa on huomioitava, että seinäpinnalla vesi liikkuu tuulen vaikutuksesta myös ylöspäin. Myrskypelti estää veden kulkeutumisen ylöspäin. Rappauksen ja myrskypellin väli on tiivistettävä. Näin vesi ei kulkeudu rakenteiden väliin. Kuvassa 17. on myrskypelti seinällä, jossa ei ole räystästä. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 92)



Kuva 17. Myrskypelti. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2005, 57)

Pintakäsittelyn jälkeen asennetaan pellitykset, joissa ei ole rappaus reunaa. Saumaukset tehdään myös pintakäsittelyn jälkeen.

6.3.8 Viimeistelytyöt

Pintakäsittelyn jälkeen on pidetty tarkastus, jossa on todettu pintojen kelpoisuus. Tarkastukseen osallistuvat vähintään urakoitsija sekä valvoja. Tämän jälkeen voidaan aloittaa viimeistelytyöt.

Tässä työssä viimeistelytyöillä tarkoitetaan:

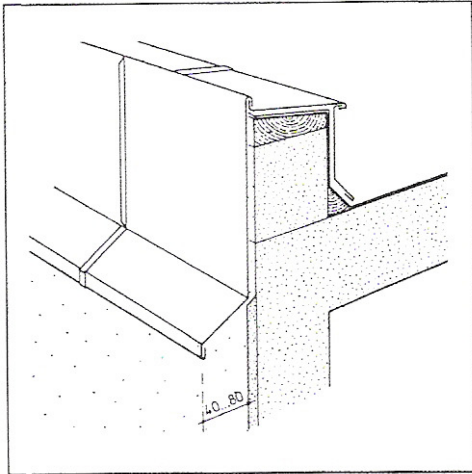
- suojausten poisto
- liikuntasauvojen tiivistysten tekemistä
- pellitysten asentamista
- pintatarvikkeiden kiinnittämistä
- loppusiivousta

Suojaukset poistetaan valmiita pintoja vaurioittamatta. Mahdolliset rappausroiskeet poistetaan esimerkiksi ikkunoista ja ovista. Poistaminen tehdään harjamalla. Vettä voidaan käyttää jossain määrin myös apuna.

Ennen liikuntasauvojen tiivistystä saumat avataan ja puhdistetaan pintakäsittely aineista. Liikuntasauvojen tiivistykset tehdään ensisijaisesti esipuristetulla paisuvalla saumanauhalla. Saumanauha on elastiseen saumamassaan verrattuna luotettavampi menetelmä. Saumamassaa käytettäessä liikuntasauvan viereen saattaa rappauspintaan syntyä halkeamia. Halkeamat johtuvat saumamassan riittämättömästä elastisuudesta ja rappauksen liikkeistä. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2005, 127)

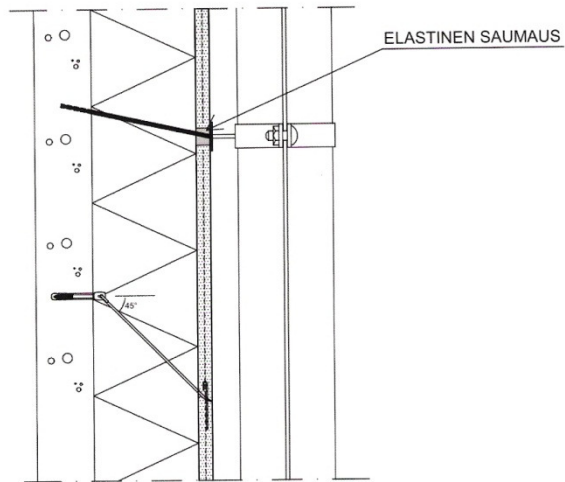
Huomioitava on myös, että silikonihartsipinnoitteet saattavat heikentää elastisen saumamassan tartuntaa rappaukseen. Yhteensopivuudessa on noudatettava valmistajien ohjeita. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 86)

Pintakäsittelyn jälkeen asennetaan pellitykset, joissa ei ole rappausreunaa. Näitä ovat esimerkiksi pääty räystäiden pellitykset ja myrskypellit. Pellitykset on tehtävä mahdollisimman nopeasti. Näin rakenteiden sisään ei pääse vettä. Pellityksissä tulee olla ”tippanokkaa” vähintään 40 mm. Kuvassa 18. on tippanokalla varustettu päätyräystään pellitys.



Kuva 18. Päätyräystään pellitys. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2005, 57)

Pintatarvikkeet kiinnitetään suunnitelma-asiakirjojen ohjeiden mukaisesti. Pintatarvikkeita ovat esimerkiksi talotikkaat ja syöksytorvet. Talotikkaita varten eristekerroksen alle on asennettu tukijalat. Asiasta on tarkemmin luvussa 5.2.1. Periaate pintatarvikkeiden kiinnityksessä on, että kiinnikkeitä pitkin ei saa kulkeutua vettä rakenteen sisään. Kiinnikkeet kallistetaan etureunastaan hieman alaspäin. Näin vettä ei valu seinäpinnalle eikä rakenteen sisään. Seinän ja kiinnikkeen väli tiivistetään elastisella saumamassalla. Syöksytorven kiinnitys on esitetty kuvassa 19.



Kuva 19. Syöksytorven kiinnitys seinään. (Suomen Betoniyhdistys 2011, 56)

Syöksytorvi asennetaan siten, että siinä oleva sauma on seinäpinnasta pois-päin. Näin sauman mahdollinen hajoaminen ei aiheuta kosteusrasitusta seinä-pinnalle.

Rappaus- ja viimeistelytyön aikana maahan pudonneet roiskeet siivotaan ja kul-jetetaan kivijätelavalle.

6.3.9 Edellytykset menetelmän soveltuvuudelle tarkasteltavaan kohteeseen

Alla olevassa taulukossa tämän opinnäytetyön tekijä on itse arvioinut paksurap-paus-eristejärjestelmän soveltuvuutta tarkasteltavaan kohteen 2.-4. kerroksen ulkoseinä rakenteelle. Perustelut ovat taulukon alapuolella.

Taulukko 5. Menetelmän soveltuvuus

Vaurio		
pakkasrapautuminen on voimakasta, paikoitellen pesube-		+1.

tonikerros on irti taustabetonista		
vaurioita kaikissa elementeissä		+2.
elementit ovat kaareutuneita	-3.	
ikkunapielissä rapautumaa	-4.	
elementin reunoissa ja kulmissa rapautuman aiheuttamaa betonin murenemistä	-5.	
raudoituksen betonipeitteet pääosin 12-35 mm		+6.
betonin karbonatisoituminen välillä 9,5 – 27,5 mm		+6.
raudoituksen korroosiosta aiheutuneita vaurioita esiintyy 15 mm syvyydessä		+6.
betonin vetolujuus selvästi alentunut, vetolujuus 0,2-0,9 N/mm ²		+6.
klorideja ei ole haitallisessa määrin		+
elementtien välillä hammastusta paikoin 5 mm	-7.	
elementtien saumat uusittu 1993 ja niiden kunto on pääosin hyvä, pakkasrapautuminen on aiheuttanut paikoin vaurioita		
elementtien ansasraudoitteet ovat tehty ruostumattomasta teräksestä		+8.

1. Menetelmä soveltuu, koska kyseessä on verhoava menetelmä. Kiinnikkeiden ankkuroituminen alustaan on varmistettava tarvittaessa vetokokein.
2. Paksurappaus-eristejärjestelmä toteutetaan joka tapauksessa kaikkiin elementteihin.
3. Alustassa ei saa olla yli 10 mm epätasaisuuksia. Kaarevuudesta johtuvat epätasaisuudet oikaistaan ennen lämmöneristeiden asennusta.
4. Ikkunanpielet on paikattava laastipaikkausmenetelmin tai asennettava peltitoitukset.
5. Rakennuksen nurkka-alueilla kiinnikkeet asennetaan 100 – 150 mm etäisyydelle nurkkapisteestä. Sama periaate on myös aukkojen reunoilla ja liikuntasauvojen kohdissa. Vaurioiden laajuus ratkaisee menetelmän soveltuvuuden.
6. Vauriot eivät ole este menetelmän toteutukselle. Paksurappaus-eristejärjestelmä hidastaa vaurioiden etenemistä, koska elementit eivät enää altistu säärasituksille.

7. Elementtien kaarevuus ja hammastus aiheuttavat haasteita työn laadukkaalle suoritukselle. Yli 10 mm epätasaisuudet oikaistaan ennen lämmöneristeiden asennusta.
8. Ruostumattomasta teräksestä tehdyt ansasraudoitteet ovat ulkokuoren kiinnityksen kannalta olennainen tekijä. Ulkokuoren kiinnitys sisäkuoreen varmistetaan usein lisäänkuroinnilla.

6.4 Tuulettuva levyrappaus

6.4.1 Toimintaperiaate

Menetelmässä rappausalustana on levy. Levyjen on oltava säänkestäviä ja niiden kosteus- ja lämpötilamuodonmuutosten on oltava tarpeeksi pienet. Järjestelmään kuuluu levyjen lisäksi niiden kiinnikkeet ja levyjen saumojen käsittelyratkaisu. Rappaus tehdään työmaalla levyjen päälle ohutrappauksena. Tuuletus tapahtuu levytyksen takana olevan erillisen rankarakenteen avulla. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 153)

Levyiltä vaaditaan lisäksi hyvää alkalinkestoja ja riittävää lujuutta mekaanista rasitusta vastaan. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 159)

Yleensä levyjen raaka-aineena käytetään lasia, kalsiumsilikaattia, kevytsoraa tai kuitusementtiä. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 160)

6.4.2 Rankarakenne

Rakenne toteutetaan suunnitelma-asiakirjoissa annettujen ohjeiden mukaisesti.

Rankarakenne toimii kiinnitysalustana rapattaville levyille ja muodostaa tuuletusvälin levyjen taakse. Vaihtoehtoja rankarakenteen materiaaliksi ovat puu, teräs ja alumiini. Valinnassa on huomioitava järjestelmätoimittajan suositukset. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 157)

Ohutrappauksen alustan tasaisuudelle on asetettu tietyt vaatimukset. Alustana ohutrappaukselle on levy. Levy kiinnitetään rankarakenteeseen, joten sen on myös täytettävä nämä vaatimukset. Vaatimus on, että rankarakenteessa ei saa olla yli 2 mm pykäliä. Rankarakenteessa ei myöskään saa olla yli 2 mm koreroja 2 m matkalla. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 157)

Palomääräykset ja kosteusrasitus voivat rajoittaa puun käyttöä rankarakenteena. Rankarakenteena käytettävän puun on oltava lujuusluokaltaan T18. Levyjen kiinnityksen reunaetäisyyksien johdosta suositellaan käytettäväksi 100 mm leveää rankaa. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 157)

Teräksiset rankarakenteet ovat yleensä L – , Z – tai hattuprofiilia. Alusrakenteeseen profiilit kiinnitetään kulmateräksillä. Profiilin paksuus määräytyy rasitusten mukaan. Leveys suoraan levyjen takana tulisi olla 70 – 100 mm. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 158)

Alumiinista valmistettuja profiileja valittaessa huomiota on kiinnitettävä seuraaviin ominaisuuksiin:

- jäykkyyteen
- rakenteen lämpöliikkeisiin
- liittyviin asennustarvikkeisiin, mm. mittapoikkeamien tasaamismahdollisuuksiin

(Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 158)

Alumiinista valmistettuun rankarakenteeseen kohdistuu vääntö- ja taivutusrasituksia. Alumiiniprofiilin on oltava riittävän jäykkää, jotta se kestää nämä rasitukset. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 158)

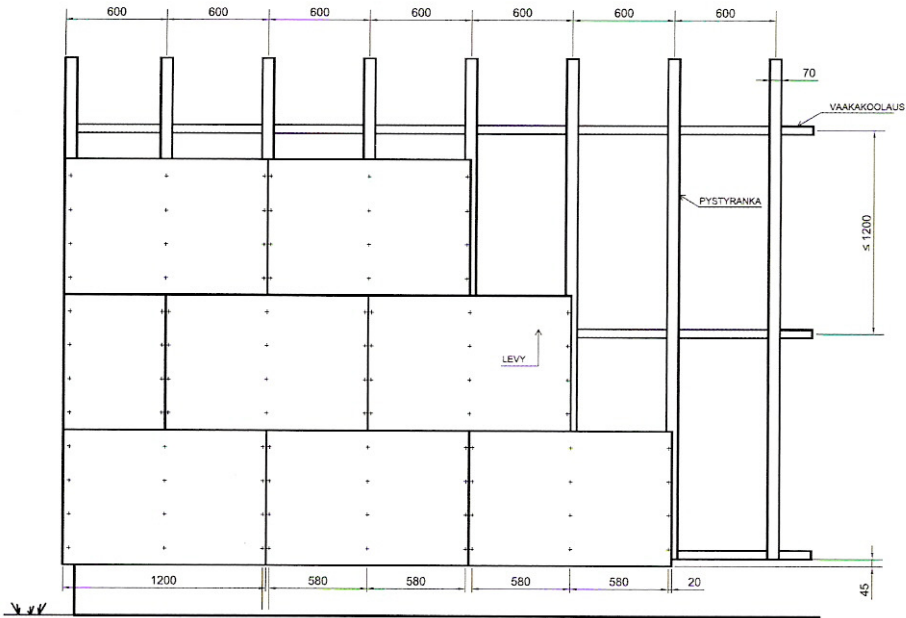
Rankarakenteen kiinnitys tapahtuu kiviainespohjaisiin julkisivuihin kiila- lyönti- tai kemiallisilla ankkureilla. Alumiini ja teräs materiaaleilla rangan ja levyn väliin asennetaan EPDM – kumi. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 159)

6.4.3 Levyjen varastointi, asennus ja saumojen käsittely

Levyjen saapuessa työmaalle ne on suojattava kosteudelta, pölyltä ja lialta. Valmistajan asentamat suojat on tarkoitettu vain kuljetuksen ajaksi. Varastointipaikan on oltava tasainen. Levyjä on säilytettävä olosuhteissa, jotka ovat mahdollisimman lähellä asennuksen jälkeisiä olosuhteita. Näin vältetään lämpö- ja kosteusliikkeitä. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 161)

Asennus ja saumojen käsittely suoritetaan suunnitelma-asiakirjoissa annettujen ohjeiden mukaisesti.

Metallirangan ja levyn väliin asennetaan EPDM- tai neopreeninauha. Nauha toimii irroitus- ja laakerikaistana. Levyjen pinnoista on syytä huomioida, että ulkopinnaksi tarkoitettu puoli tulee ulospäin. Levyjä asennettaessa ei saa muodostua neljän sauman risteystä. Asennus tapahtuu kuvan 20. mukaisesti. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 162)



Kuva 20. Levyjen asennus periaate. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 162)

Levyt asennetaan reunat tiiviisti toisiaan vasten tai väliin jätetään 3 - 5 mm avosauma. Asennustapa riippuu käytettävästä järjestelmästä. Tasoon nähden levyt eivät saa hammastaa. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 162)

Kiinnitys rankaan tapahtuu ruostumattomilla senkkaavilla ruuveilla. Senkkaava ruuvin kanta uppoaa hyvin levyyn. Rappausalustasta tulee näin tasainen. Kiinnityksessä tulee kiinnittää huomiota ruuvien reunaetäisyyksiin. Levyjen päissä reunaetäisyys on yleensä 15 – 20 mm. Levyjen reunat säilyvät näin ehjinä. Levyjen kiinnittäminen tapahtuu joissakin järjestelmissä niittaamalla. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 163)

Levyjen saumat ja ruuvien kannat käsitellään käytettävän järjestelmän ohjeiden mukaisesti. Yleensä avosaumat vahvistetaan laastilla ja erillisellä saumaverkolla yhtenäiseksi pinnaksi. Leikkauspinnat käsitellään tarvittaessa myös. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 164)

6.4.4 Rappauksen olosuhteet, laadunvarmistus ja jälkihoito

Rappaustyön ja jälkihoidon aikana olosuhteiden pitää olla luvun 5.3.3 mukaiset.

Laadunvarmistus toteutetaan luvussa 5.3.6 esitettyjen periaatteiden mukaisesti. Tämän lisäksi ohutrappauksen laadunvarmistukseen kuuluu rappauskerroksen paksuuden ja rappausverkon sijainnin tarkkailu. Rappauskerroksen paksuus tarkastetaan laastikamman avulla tuoreesta laastipinnasta. Laastikamman hampaiden muodostaman kuvion tulee olla kauttaaltaan ehjä ja tasainen ennen verkon levitystä. Hampaiden koko määräytyy järjestelmän mukaan. Rappausverkon oikea sijainti on $1/3$ - $1/2$ syvyydellä verkotuslaastin ulkopinnasta mitattuna. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 52)

Jälkihoito suoritetaan verkotuslaastin levityksen jälkeen sumuttamalla vettä rappauspinnalle. Olosuhteista riippuen jälkihoitoa tehdään 1-3 vrk. Tuulissa, kuumissa ja kuivissa olosuhteissa jälkihoitoa on suoritettava tarvittaessa vuorokauden ympäri. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 53)

6.4.5 Rappauksen työvaiheet

Työ suoritetaan suunnitelma-asiakirjoissa annettuja ohjeita noudattaen.

Rappaus tehdään levyn päälle ohutrappauksena. Paksuutta ohutrappauksella on yleensä 5 – 10 mm. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 13)

Ohutrappauksen työvaiheet voidaan jakaa seuraavalla tavalla:

- verkotuslaastin levitys ja verkotus
- pinnoitus

(Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 165)

Verkotuslaasti sekoitetaan valmistajan ohjeita noudattaen. Ohjeita noudattamalla toteutuu laastin oikea huokoisuus, pakkasenkestävyys ja työstettävyys. Työ aloitetaan asentamalla kulmavahvikkeet, alareuna- ja päättölistat. Listat ja vahvikkeet asennetaan ohueen verkotuslaastikerrokseen. Kuvassa 21. on kulmavahvikkeesta leikattu pala. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2011, 49)



Kuva 21. Kulmavahvikkeen pala. (Mäki-Matti, 2010)

Rappausverkkona käytetään muovipinnoitettua lasikuituverkkoa. Verkko limitetään kulmavahvikkeisiin ja muihin verkkoihin vähintään 100 mm. Verkon asennus tapahtuu verkotuslaastiin, joka on kammattu auki 6 -10 mm laastikammalla. Verkko painetaan kevyesti tuoreen laastikerroksen ulkopintaan. Verkotuksen jälkeen pinta oikaistaan teräslastalla. Seuraavan laastikerroksen tulee olla huomattavan ohut, jotta verkon sijainti säilyy oikeana. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 50) Järjestelmästä riippuen verkon päälle tuleva laastikerros levitetään heti tai aiemman kerroksen kuivuttua.

Verkotuslaastin levityksen jälkeen pintaa jälki hoidetaan aikaisemmin esitettyjen periaatteiden mukaisesti.

Pinnoitus tehdään 1 – 3 vrk kuluttua verkotuslaastin levittämisestä. Pintavaihtoehtoja ovat:

- roiskepinta
- hiertopinta tai muulla tavoin käsitelty pinta
- maalaus

(Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 54)

Roiske- ja hiertopinta tehdään yleensä tehdasvärjätyillä pinnoitteilla. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 54)

Roiskepintaa tehtäessä huomiota on kiinnitettävä työn suoritukseen. Työ suoritetaan rappaus- tai pinnoiteruiskulla. Työsaumat on sijoitettava esimerkiksi rakennuksen nurkkiin. Ruiskutuskulma, -etäisyys ja -paine eivät saa muuttua työn aikana. Teline- ja tolpat ovat tästä syystä usein haitaksi työn suorittamiselle. Ruiskutusta ei suositella tehtäväksi kiinteiltä telineiltä. Väri virheiden välttämiseksi ruiskutus suositellaan tehtäväksi kahteen kertaan. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 54)

Hiertopinta saadaan hiertämällä tuore pintalaasti. Valmiin pinnan ulkonäköön vaikuttaa laastin kiviaineksen koko ja hiertotyö. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 54)

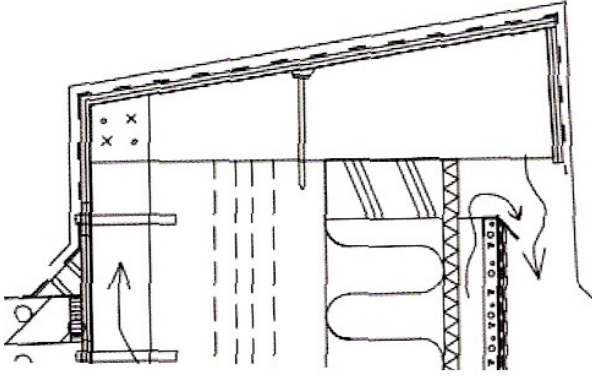
Maalipintaiset ohutrappaukset hierretään pintarappaus vaiheessa ja kovettunut rappauspinta maalataan laastinvalmistajan ohjeiden mukaisesti. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 54)

6.4.6 Liitokset, liikuntasaumamat ja varusteiden kiinnitys

Levyrappauksen rakenteellisen ja kosteusteknisen toiminnan kannalta liitokset ovat ratkaisevassa roolissa. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 165)

Tuulettuvan levyrappauksen liitokset muihin rakenteisiin tehdään aina huomioiden rakenteiden erilaiset liikkeet. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 166)

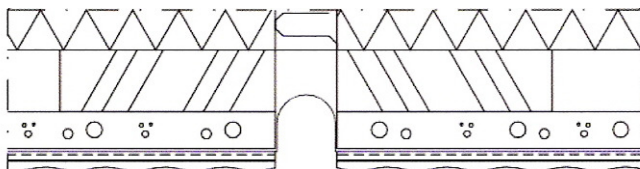
Kosteusteknisesti tärkeitä liitoksia ovat esimerkiksi sokkeliliitos, räystäслиitos, ikkunaliitos ja eri rakenteiden liitokset. Tärkeää on ilmankierron toteutuminen ja toisaalta veden pääseminen rakenteiden sisään on estettävä. Ilmankierron kannalta oleellisia liitoksia ovat sokkeliliitos ja räystäслиitos. Räystäслиitos voidaan toteuttaa kuvassa 22. esitetyllä tavalla. Liitoksessa toteutuvat molemmat asiat. Veden pääsy rakenteen sisään on estetty räystäsrakenteen ja myrskypellin avulla.



Kuva 22. Räystäслиitos. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 170)

Liikuntasaumat pyritään tekemään ainoastaan rakennuksen rungon liikuntasauaman kohdalle ja eri materiaalin liittymiin. Rakennuksen koko, muoto ja materiaalien ominaisuudet ovat ratkaisevia tekijöitä. Yleensä voidaan tehdä 15 m x 15 m aukotonta kenttää. Eri järjestelmien välillä on eroja. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 165)

Rungon liikuntasauma voidaan toteuttaa kuvan 23. mukaisesti. Sauma tehdään liikuntasaumaprofiilia käyttäen. Levyjen reunat on oltava hyvin tuetut. Liikuntasaumaprofiili asennetaan verkotuslaastikerrokseen. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 165)



Kuva 23. Liikuntasaumaprofiili. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 166)

Eri rakenteiden liitoskohdissa levyrappauksen alla oleva rankarakenne asennetaan levyn reunan tasalle. Reunasta saadaan näin tukeva ja samalla rankarakenne toimii tukipintana saumaukselle. Ennen varsinaisen verkotuslaastin levitystä reunaan asennetaan päätelista. Päätelistan avulla reuna on suora ja siisti. Liitospaikka tiivistetään elastisella massalla tai paisuvalla saumanauhalla. Elastista saumamassaa käytettäessä liitos tehdään niin leveäksi, että lämpö- ja kosteusliikkeet eivät riko rappausta. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 167)

Varusteiden kiinnitys tapahtuu levyn alla olevaan koolaukseen. Varusteiden sijainti tulee olla tiedossa ennen levytystä. Kiinnitystarvikkeet kallistetaan etureunasta hieman alaspäin. Näin estetään veden pääsy rakenteen sisään. Rappaus ja kiinnikkeet erotetaan toisistaan elastisella saumamassalla tai paisuvalla saumanauhalla. (Suomen Betoniyhdistys r.y 2011, 172)

6.4.7 Edellytykset menetelmän soveltuvuudelle tarkasteltavaan kohteeseen

Alla olevassa taulukossa tämän opinnäytetyön tekijä on itse arvioinut tuulettuvan levyrappauksen soveltuvuutta tarkasteltavaan kohteeseen parvekkeiden pieli- ja kaide-elementtien korjaamiseen. Perustelut ovat taulukon alapuolella.

Taulukko 6. Menetelmän soveltuvuus

Vaurio		
raudoituksen betonipeitteet ovat 15-30mm		+(1.)
betonin karbonatisoituminen välillä 9,5-20mm		+(1.)
raudoituksen korroosiosta aiheutuneita vaurioita esiintyy 15 mm syvyydessä		+(1.)
raudoitus tullut näkyviin korroosiovaurioiden johdosta. Raudoitus on tullut esiin 10 % seinä pinta-alasta.	-(2.)	+(1.)

pinnoite on paikoin irti		+(3.)
betonin vetolujuus on 1 – 1,5 N/mm ²	-(4.)	+(3.)

1. Menetelmä soveltuu, koska karbonatisoituminen on edennyt jo raudoitukseen asti ja odotettavissa on, että raudoitusta tulee tulevaisuudessa näkyviin lisää. Vauriot jäävät tuulettuvan levyrappauksen taakse.
2. Toisaalta ei ole järkevää valita liian järeää menetelmää. Paikkaus ja pinnoitus menetelmä on myös mahdollinen, koska raudoitus ei ole tullut näkyviin kuin 10 %.
3. Menetelmä soveltuu, koska vauriot jäävät levyrappauksen alle. Betonin hyvä vetolujuus on rankarakenteiden kiinnityksen kannalta hyvä asia.
4. Betonin hyvä vetolujuus mahdollistaa myös pinnoittamisen. Tosin ensin on tehtävä muut työvaiheet.

Tämän työn tekijän mielipide on, että pieli- kaide-elementtien korjaamiseen soveltuu kaksi menetelmää. Menetelmät ovat ”paikkaus ja pinnoitus” ja tuulettuva levyrappaus. Tarjouspyynnön jättäminen molemmista menetelmistä on perusteltua.

7 TEHDYT HAASTATTELUT

7.1 Haastatteluiden tarkoitus

Teorian lisäksi on tärkeää saada myös tietoa menetelmien käytännön toteutuksesta. Haastatteleamalla alan ammattilaisia pyrin selvittämään oleellimmat menetelmien toteutukseen vaikuttavat asiat. Tarkoituksena oli haastatella urakoitsijoita, suunnittelijoita ja työn tilaajan edustajia.

7.2 Maalaus- ja kunnostusliikkeen Maunuaho Oy:n toimitusjohtajan Tapio Maunuahon haastattelu

Maunuaho toteaa, että betonijulkisivun korjaus on mahdollista toteuttaa neljällä eri menetelmällä. Menetelmiksi hän mainitsee paikkauksen ja pinnoittamisen kahdella eri tavalla, lämpörappauksen ja vanhan ulkokuoren purkamisen. (Maunuaho 2010).

Edullisin menetelmä on Maunuahon mukaan menetelmä, jossa seinäpinta puhdistetaan painepesulla. Painepesun jälkeen vaurioituneista kohdista otetaan raudoitteet esille. Seuraavaksi raudoitus suojataan laastilla ja alue paikataan. Lopuksi seinäpinta pinnoitetaan esimerkiksi Teknos Oy:n Siloksan maalilla. Menetelmällä tehty korjaus kestää Maunuahon toteaman mukaan 10–15 vuotta. (Maunuaho 2010).

Kyseinen yritys on tehnyt paikkausta ja pinnoitusta myös hiukan eri menetelmällä. Tässä menetelmässä seinäpinta puhdistetaan hiekkapuhaltamalla. Toinen ero aikaisemmin mainittuun menetelmään on, että seinäpinta ylitasoitetaan laastilla kahteen kertaan. Viimeisenä työvaiheena on seinän pinnoittaminen ak-

rylaattimaalilla. Pinnoittaminen on tehty Tikkurila Oy:n Finngard 500 maalilla. Hiekkapuhallus on Maunuahon mukaan hyvä tapa puhdistaa seinäpinta. Heillä on käytössä vesiverhous puhallusmenetelmä. Suurimmassa osassa heidän kohteissaan seinäpinnat puhdistetaan hiekkapuhaltamalla. Maunuaho määrittelee menetelmällä tehdyn korjauksen kestoajaksi 15–30 vuotta. (Maunuaho 2010).

Maunuahon edustama yritys on tehnyt lämpörappauksia pääsääntöisesti kovan villan päälle. Menetelmän ensimmäinen työvaihe on vanhan tiiviin maalipinnan rikkominen. Rikkominen on tehty poraamalla matalia reikiä seinäpintaan. Villojen kiinnitykseen yritys on käyttänyt rst-kiinnikkeitä. Samaan kiinnikkeeseen he ovat asentaneet myös rappausverkon. Maunuaho korostaa, että rappausverkko ei saa olla kiinni villoituksessa. Tämä johtuu siitä, että tartuntarappaus pitää suorittaa rappausverkon taakse. Rappaukset on tehty Maunuahon mukaan 3-kerrosrappauksina. (Maunuaho 2010).

Ulkokuoren purkamisessa Maunuaho pitää ongelmana villoituksen irtoamista. Uuden villoituksen asennus aiheuttaa lisäkustannuksia. Eräässä heidän kohteessaan villoitus puhallettiin kiinni seinäpintaan. Kohteen seinäpintaan oli asennettu teräsrankakoolaus. Koolauksen päälle asennettiin kohteeseen valmiiksi pinnoitettu levy. Valmiiksi pinnoitetun levyn käyttö oli Maunuahon mielestä hyvä ratkaisu. (Maunuaho 2010).

Työnsuunnitelussa on Maunuahon mukaan huomioitava olosuhteet, detaljit ja työjärjestys. Syksy on paras vuodenaika toteuttaa korjausmenetelmiä. Tällöin ilman suhteellinen kosteus on oikea. Työn onnistumisen kannalta on myös tärkeää, että jokainen työvaihe tehdään huolellisesti. Laadunvarmistuksesta Maunuaho toteaa, että tavarantoimittajat suorittavat vetokokeita 7 vrk:n, 24 vrk:n ja kuukauden kuluttua valmistumisesta. (Maunuaho 2010).

7.3 Maalausliike Pekkarinen Oy:n työnjohtajan Sami Pekkarisen haastattelu

Sami Pekkarisen näkemys on, että betonijulkisivun korjaamiseen on kolme eri menetelmää. Betonijulkisivu voidaan korjata paikkaamalla ja pinnoittamalla, rappaamalla tai toteuttamalla lämpörappaus. (Pekkarinen 2010).

Paikkaus ja pinnoitus-menetelmässä työ aloitetaan vaurioituneiden kohtien raudoitteiden esiin piikkaamisella. Raudoitteet puhdistetaan ja käsitellään suoja-aineella. Vaurioitunut kohta paikataan Tikkurila Oy:n Finnseco kl 30-korjauslaastilla. Seinäpinta pinnoitetaan kokonaan esimerkiksi Tikkurila Oy:n Finnseco polytop-pinnoitelaastilla, jos paikkoja on paljon. Paikkojen määrän ollessa pieni pelkkä maalaus on Pekkarisen mukaan riittävä. Kyseinen yritys on käyttänyt kohteiden maalaamiseen Tikkurila Oy:n Kivisil-julkisivumaalia. Pekkarinen toteaa, että kyseinen menetelmä on heidän kohteissa yleisin. (Pekkarinen 2010).

Valmistelevat työt ovat rappausmenetelmässä samat kuin aikaisemmin mainitussa menetelmässä. Tartuntarappaus tehdään paikkaamisen jälkeen. Lasikuituvahkeverkko asennetaan täyttörappauksen yhteydessä. Lopuksi suoritetaan pintarappaus. Pekkarinen suosittelee harkitsemaan ohutrappauksen tekemistä kohteissa, joissa alusta on riittävän suora. Hiekkapuhallus ei myöskään aina ole välttämättä järkevä ratkaisu. Paikallisesti irti olevan materiaalin poistaminen saattaa olla joskus parempi vaihtoehto. (Pekkarinen 2010).

Lämpörappauskohteissa työn suoritus aloitetaan liimalaastin levittämällä. Liimalaasti levitetään ulkokuoren ja villan väliin. Sen tarkoitus on estää villan kupruilu. Villat kiinnitetään rst-kiinnikkeillä seinärakenteeseen. Varsinainen rappaaminen aloitetaan pohjalaastin levittämällä. Pohjalaastin päälle tulee verko-

tuslaasti, johon asennetaan vahvikeverkko. Lopuksi ruiskutetaan värillinen pintalaasti kahteen kertaan. Ruiskutus suoritetaan märkää märälle periaatteella. (Pekkarinen 2010).

Työnsuunnittelussa on Pekkarisen mukaan huomioitava sääilmiöt kuten auringon kiertosuunta. Työ tulee suorittaa varjon puolella. Sadekuuroihin voidaan varautua puolestaan esimerkiksi jatkamalla räystäällä. Työn etenemisen suunnittelussa on puolestaan kiinnitettävä huomiota valmisteleviin töihin. Näitä ovat esimerkiksi villoitus ja ohjuren asennukset. Yleisimpiä virheitä Pekkarisen mukaan ovat liian suuret kerrospaksuudet, alustan huono kastelu, huono jälkihoito ja materiaalien virheellinen varastointi. (Pekkarinen 2010).

7.4 Controlteam Oy:n suunnittelija Hannu Kiukkosen haastattelu

Hannu Kiukkonen pitää betonijulkisivun korjaamiseen järkevänä vaihtoehtona seitsemää seuraavaa eri menetelmää:

1. ei korjata ollenkaan eli käytetään loppuun
2. ulkokuoren purku ja uusi verhous
3. impregnointi
4. korroosioaurioiden esiin piikkaus, korroosiosuojaus ja laastipaikkaus
5. kuumavesipesu ja maalaus (silikonihartsimaali)
6. vesihiekkapuhallus, ylitasoitus ja maalaus
7. ulkokuoren pulttaus, lisäeristys ja rappaus tai levyverhous

(Kiukkonen 2011)

Työmaan toteutuksessa Kiukkonen pitää erityisen tärkeänä olosuhteiden hallintaa. Tärkeää on hyvissä ajoin varautua esimerkiksi sadekuuroihin. Muita tärkeitä asioita kohteen läpiviemisen kannalta ovat työmaapalaverit, työmaavalvonta, työturvallisuus, tarvittavien mittauksen suorittaminen ja tiedottaminen asukkaille. Työmaavalvonnassa Kiukkonen ohjeistaa kiinnittämään huomiota erityisesti paikkauksiin, alustan suoruuteen, alustan kosteuspitoisuuteen, materiaalien va-

rastointiin ja rakenteiden liitoskohtiin. Liitoskohdissa Kiukkonen korostaa saumojen, pellitysten ja räystäiden asianmukaista toteutusta. (Kiukkonen 2011).

Urakoitsijoiden asenteessa on Kiukkosen mukaan parannettavaa. Hän on usein kohdannut kielteistä asennetta uusia menetelmiä kohtaan. Asia olisi helposti muuttaa, sillä materiaalivalmistajat ovat usein halukkaita järjestämään työmaalla koulutusta. (Kiukkonen 2011).

Tilaaaja puolen ongelmana on Kiukkosen mukaan se, että kuntotutkimuksen merkitystä vähätellään. Kiukkonen esitti vertauksen, että kuntotutkimuskustannukset saattavat olla kohteessa 10 000 €. Kun korjausurakan summa saattaa olla samassa kohteessa 400 000 €. Hyvin tehty kuntotutkimus on siis halpa ”vakuutus” korjauksen onnistumiselle. (Kiukkonen 2011).

7.5 VTS Kiinteistöpalvelu Oy:n rakennuttajainsinööri Jaakko Lehtisen haastattelu

Betonijulkisivun korjaamiselle Lehtinen esittää kaksi eri vaihtoehtoa. Hänen esittämät vaihtoehdot ovat ”paikkaus ja pinnoitus” tai peittävä korjaus. Peittävät korjaukset ovat toteutettu heidän kohteissa pääsääntöisesti lämpörappaus periaatteella. Pelkkää kolmikerrosrappausa Lehtinen ei pidä järkevänä menetelmänä. (Lehtinen 2011).

Lehtinen toteaa, että päätös vaihtoehtojen välillä tehdään kuntotutkimuksen ja kustannustason perusteella. Yleensä julkisivukorjaus tehdään kiinteistön suurempien peruskorjauksien yhteydessä. Julkisivut korjataan yleensä vastaavaan tasoon kuin muut kiinteistön tilat. (Lehtinen 2011).

Työnsuunnittelusta Lehtinen mainitsee, että heidän kannalta oleellisinta on asukkaiden turvallisuus. Turvallisuuden takia työmaa-alue pyritään rajaamaan aidalla, jos se on mahdollista. Asukkaiden kannalta muita tärkeitä asioita ovat

tiedottaminen ja pölyn leviämisen estäminen. Laajemmissa kiinteistön korjauksissa asukkaat muuttavat toiseen kiinteistöön töiden ajaksi. (Lehtinen 2011).

Laadunvarmistus menetelmistä Lehtisen edustaman yrityksen kohteissa käytössä ovat tartuntavetokokeet. Kokeiden lukumäärä on määritelty suunnitelmassa. Yleensä kokeita otetaan ulkokuoren pulttauksista, villakiinnikkeistä, alustasta, paikoista ja tasoitekerroksesta. Tartuntavetokokeita tärkeämpänä Lehtinen pitää oikeita työtapoja sekä materiaalien käsittelyä. Yrityksen rakennuttamissa kohteissa käytössä on betonikorjaustyön päiväkirja. Päiväkirjaan kirjataan muun muassa olosuhteet. Olosuhteiden seuranta on Lehtisen mukaan osa laadunvarmistusta. Lehtinen suosittelee olosuhteiden seurantaan automaattisesti tallentavia loggereita. Mallitöitä laadunvarmistus menetelmänä ei toki saa unohtaa. Lehtinen muistuttaa, että ne on tehtävä oikeaan aikaan ja riittävässä laajuudessa. (Lehtinen 2011).

Takuutöiden osuus on Lehtisen mukaan ollut pieni. Lähinnä takuutöissä on ollut ongelmana pinnoitteiden lievää hilseilyä. (Lehtinen 2011).

Lopuksi Lehtinen toteaa, että töiden suorittamista talvityönä tulisi selvittää enemmän. Näin pystyttäisiin tasaamaan työkuormaa lyhyeltä kesäkaudelta. (Lehtinen 2011).

8 YHTEENVETO

Hyvin onnistuneen betonijulkisivun korjauksen edellytyksenä on lähtötilanteen perusteellinen kartoitus, oikea korjausmenetelmä ja laadukas työn suoritus. Lopputulos ei ole asianmukainen, jos näistä tekijöistä yksi ei toteudu. Perusajatuksena on, että ensin selvitetään ja sen jälkeen toimitaan.

Periaatteessa kohteen korjausprosessi etenee seuraavalla tavalla. Kuntotutkimus antaa kohteen lähtötilanteesta tiedot, joiden perusteella eri korjausmenetelmien soveltuvuutta kohteeseen ryhdytään selvittämään. Suunnittelija laatii kohteesta korjaussuunnitelman. Tilaajaa valitsee korjausmenetelmän ja hyväksyy korjaussuunnitelman. Urakoitsija toteuttaa korjaukset suunnitelmien mukaisesti.

Toteutusvaiheessa on toki kaikkien osapuolten myös tehtävä yhteistyötä. Työmaakokoukset ja mallityökatselmukset ovat tärkeä osa yhteistyötä. Toisaalta pinnoitemateriaalivalintojen osalta olisi järkevää kuunnella urakoitsijan mielipidettä jo suunnitteluvaiheessa. Heillä on kuitenkin käytännön kokemusta materiaalien käyttäytymisestä.

Tarkasteltavassa kohteessa päädyttiin seuraaviin ratkaisuihin. 1.kerroksen seinät paikataan ja pinnoitetaan. 2.-4.kerroksen seinien vanha ulkokuori pultataan kiinni sisäkuoreen ja päälle tehdään paksurappaus-eristejärjestelmä. Parvekkeiden pieli- ja kaide-elementit korjataan tuulettuvan levyrappauksen periaatteen mukaisesti.

Aikataulujen osalta työn tekijän mielestä paras vaihtoehto olisi suorittaa valmistelevat työt keväällä siten, että viimeistelytyöt päästäisiin suorittamaan alkusyksystä ilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan ollessa suotuisat.

Työmaan johtamiseen tämän työn tekeminen on antanut paljon. Työn tekeminen on opettanut, kuinka betonijulkisivun korjaaminen etenee työvaiheittain. Työnjohtamisen kannalta tärkeää on ennakointi. Pitää tietää, mitkä ovat vaatimukset, että seuraava työvaihe voidaan aloittaa. Tällainen on esimerkiksi alustan epätasaisuus. Tärkeää on myös tietää perusteet, miksi joku asia tehdään. Toisaalta hyvä on myös tietää, mikä työvaiheessa voi mennä väärin. Näin osaa kiinnittää huomiota oikeisiin asioihin ja valvoa, että kaikki menee oikein.

Haastatteluista saaduissa tiedoissa ei ole suuria eroavaisuuksia teoriaosuuden tietoihin. Urakoitsijat käyttivät vielä termiä ”lämpörappaus”. Lämpörappauksesta käytetään nykyään nimitystä paksurappaus-eristejärjestelmä. Huomioitavaa on myös, että toinen urakoitsijoista piti 3- kerrosrappausa mahdollisena menetelmänä ja toinen taas ei. Tilaaja puolen edustaja ei pitänyt 3-kerrosrappausa hyvänä vaihtoehtona. Lisäksi hän suositteli tallentavien mittalaitteiden käyttöä. Haastatteluista saadut tiedot tukevat hyvin teoriaosuutta.

LÄHTEET

Haukijärvi, M. 9/2005a. Betonijulkisivut, Verhouskorjaukset eristerappauksella/ohutrappaus. Luettu 2.2.2012.

http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari/juko/JUKO_pdf_web/Korjaustavat/Betonijulkisivut/Suunnittelu_betoni_ohutrappaus.pdf

Haukijärvi, M. 9/2005b. Korjaustapakuvaukset, Betonijulkisivut Verhouskorjaukset yleiskuvaus. Luettu 2.2.2012.

http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari/juko/JUKO_pdf_web/Korjaustavat/Betonijulkisivut/Betonijulkisivut_korjaustavat_verhouskorjaukset.pdf

Haukijärvi, M. 9/2005c. Korjaustavan valinta. Luettu 10.1.2012.

<http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari/juko/korjaushanke.html>

Kaivonen, J. 1994. Rakennusten korjaustekniikka ja talous. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Kiukkonen, H. Controlteam Oy:n suunnittelija. 2010. Haastattelu 7.4.2011. Haastattelija Markus Kangasniemi

Korhonen, P. 2010. Korjaussuunnitelman laatiminen. Malli kuntotutkimus raportista. Luento. Betonirakenteiden korjaus kurssi 18.-19.1.2010. Meripuisto. Espoo.

Lehtinen, J. VTS Kiinteistöpalvelu Oy:n rakennuttajainsinööri. 2011. Haastattelu 17.4.2011. Haastattelija Markus Kangasniemi

Mattila, J. toimitusjohtaja Suomen betoniyhdistys r.y. 2010. Ulkobetonirakenteet ja niiden vauriotavat. Luento. Betonirakenteiden korjaus kurssi 18.1.2010. Meripuisto. Espoo.

Maunuaho, T. Maalaus- ja kunnostusliike Maunuaho Oy:n toimitusjohtaja. 2010. Haastattelu 5.10.2010. Haastattelija Markus Kangasniemi

Neuvonen, P. 2006. Kerrostalot 1880-2000. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Parviainen, P. ins. tsto. Mikko Vahanen Oy. 2010 Pinnoitukset. Luento. Betonirakenteiden korjaus kurssi 8.2.2010. Meripuisto. Espoo.

Pekkarinen, S. Maalausliike Pekkarinen Oy:n työnjohtaja. 2010. Haastattelu 30.8.2010. Haastattelija Markus Kangasniemi

Pentti, M. professori. Tampereen teknillinen yliopisto. 2010. Betonirakenteiden korjaus. Luento. Betonirakenteiden korjaus kurssi 18.1.2010. Meripuisto. Espoo.

Rautanen, T. Maxit Oy.2010. Laastipaikkauskorjaukset. Luento. Betonirakenteiden korjaus kurssi 19.1.2010. Meripuisto. Espoo.

RT KORTTI RT 82-10614

Soila, J. NHK Rakennus Oy. 2010 Laastipaikkausten ja valukorjausten tekeminen. Luento. Betonirakenteiden korjaus kurssi 8.2.2010. Meripuisto. Espoo.

Suomen Betoniyhdistys r.y. Betonijulkisivun kuntotutkimus 2002 BY 42. Helsinki: Suomen betonitieto Oy.

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

Suomen Betoniyhdistys r.y. Betonirakenteiden korjausohjeet 2007 BY 41. Helsinki: Suomen betonitieto Oy.

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

LIITE 1

RAKENNUSTIETO BY 405

1(1)

BETONIKORJAUSTYÖN PÖYTÄKIRJA

by

1. TYÖMAA		TYÖNJOHTAJA		VALVOJA		PÄIVÄYS	
Betoniportku 6		M. Mylläri		T. Tarkka		20.5.95	

2. OLO-SUHTEET	ILMAN LÄMPÖTILA °C	SUHTEELINEN KOSTEUS %	TUULEN NOPEUS m/s	MUUT OLOSUHTEET Aurinkoisia (A), Puolipilvistä (PP), Pilvistä (P), Tiheä (T), Sadetta (S)	3. ALUSTA ENNEN KÄSITTELYÄ		
					LÄMPÖTILA °C	KLO	
					1) Parv. seinät	10	7.00
					2) Seinä linja 3-4	11	7.00
KLO 08.00	+12	75	1	PP			
KLO 12.00	+14	60	1	PP			
KLO 16.00	+16	45	0	A			

4. PÄIVITTÄINEN TYÖSAAVUTUS				
TYÖVAIHE	RAKENNE	KORJATTU ALUE	LAAJUUS	MENETELMÄ
1) Suojapinnoitus	Parv. seinät	linja 1-2	300m ²	harj. + telaus
2) Tasoituslaasti	Seinä	- " - 3-4	260m ²	ruiskutus
Piikkkaus	- " -	- " - 5-6	300jm	käsin
Raud. suojaus	- " -	- " - 7-8	240jm	Kortix

5. PINTOJEN ESIKASTELU			6. JÄLKIHITO		
RAKENNE	ALOITETTU	KASTELUVÄLI	ALOITETTU	LOPETETTU	MENETELMÄ
Seinä linja 2-3	17.5 klo 8	4h	19.5		Kastelu + muovi

7. TYÖNAIKAINEN VAURIOKARTOITUS			
RAKENNE	SIJAINTI	TUTKIMUSMENETELMÄ	TULOKSET
Seinä	linja 9-10	Peitemittari	ka = 12mm (liite)

8. TYÖNAIKAISTEN LAADUNVARMISTUSKOKEIDEN TULOKSET			
TYÖVAIHE	RAKENNE / SIJAINTI	LAADUNVARMISTUSKOE	TULOKSET
Tasoituslaasti	Seinä linja 0-1	Tartuntaveto	1,5 ; 1,2 ; 1,6
- " -	- " - 1-2	Vrsi-kuiva-ainr.	0,09

PÄIVÄYS JA ALLEKIRJOITUKSET	TYÖNJOHTAJA	VALVOJA	HUOMAUTUKSIA
20.5.1995	M. Mylläri	T. Tarkka	Piikkkaus linja 5-6 keskeytyi

Vain täytetty lomakkeen kopiointiin sallittu. Alkuperäinen lomake on painettu -uskealla painoväriä.

LIITE 2

Työkohte: _____
 Urakoitsija: _____
 Valvoja: _____

Sääolot	Lämpötila	Säätila				Lämpötila	Säätila				
	klo 7:00	°C	<input type="checkbox"/>	Kova tuuli	<input type="checkbox"/>	Aurinkoinen	klo 12:00	°C	<input type="checkbox"/>	Kova tuuli	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	Lumisade	<input type="checkbox"/>	Pilvipouta			<input type="checkbox"/>	Lumisade	<input type="checkbox"/>	Pilvipouta
		<input type="checkbox"/>	Vesisade					<input type="checkbox"/>	Vesisade		
	Työmaan vahvuus					Työmaan vahvuus					
	Työt keskeytettiin klo					Työt keskeytettiin klo					
Työvaiheet	Aloitettut työt					Päättyneet työt					
	Käynnissä olevat työt					Sijainti					
Lisä- ja muutostyöt											
Materiaali-toimitukset	Tuote	Väri	Valm.nro	Tilattu	Saapunut						
Ohjeet ja määräykset											
Huomautukset											
Häiriöt sekä siirtyneet työvaiheet (esim. poikkeukselliset sääolosuhteet)											
Pidetyt tarkastukset ja kokoukset											
Allekirjotukset	Päiväys, vastaava työnjohtaja					Päiväys, valvoja					