

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU  
Rakennustekniikka / korjausrakentaminen ja restaurointi

Ossi Kavaja

ELEMENTTITALON JULKISIVUJEN KORJAUSTOIMENPITEIDEN  
TEHTÄVÄSUUNNITTELU

Opinnäytetyö 2011

## TIIVISTELMÄ

## KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

## Rakennustekniikan koulutusohjelma

Kavaja, Ossi	Elementtitalon julkisivujen korjaustoimenpiteiden tehtäväsuunnittelu
Opinnäytetyö	40 sivua
Työn ohjaajat	lehtori Sirpa Laakso yliopettaja Tarmo Kontro
Toimeksiantaja	Peab Oy
Maaliskuu 2011	
Avainsanat	tehtäväsuunnitelma, julkisivujen betonikorjaus, eristerappaus

Insinööriyön tavoitteena oli tuottaa Peab Oy:lle tehtäväsuunnitelmakortisto, jossa olisi käsiteltynä julkisivukorjauksen keskeisiä ja työmaasta riippumattomia tehtäväkokonaisuuksia. Kortisto tehtiin Vantaan Myyrmäessä käynnistyneeseen korjauskohteeseen, mutta tarkoituksena oli luoda käytännöllinen ja helposti muokattavissa olevia kortisto. Kortit tehtiin mahdollisimman yleispätevään muotoon, jotta niiden käyttö ei rajoittuisi vain esimerkkikohteeseen, vaan niitä voitaisiin helposti soveltaa tulevaisuudessa muihinkin hankkeisiin.

Työmaan hallinnan helpottamiseksi luotujen tehtäväsuunnitelmien tarkoitus on auttaa pääurakoitsijaa sekä tilaajaa tarkkailemaan työn edistymistä hyvän toteutustavan sekä laaditun aikataulun mukaan. Tehtäväsuunnitelmiin valittiin keskeisiä korjaustyövaiheita sokkelien ja parvekerakenteiden korjaamisesta sekä pesubetonipintaisten nauhaelementtien eristerappauksesta. Tehtäväsuunnitelmakortisto laadittiin Excel-muotoon.

Insinööriyön kirjallisessa osassa käsitellään 1960- ja 1970-luvuilla valmistettujen kerrostalojen pesubetonipintaisten julkisivuelementtien eristerappausta, julkisivuissa esiintyvien betonirakenteiden vaurioita ja niiden aiheuttajia sekä korjaustoimenpiteitä. Insinööriyössä keskitytään julkisivujen korjaustöiden tekniseen suorittamiseen.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

KAVAJA, OSSI

Precast Concrete Building Facades Of Corrective  
Measures to the Project Design

Bachelor's Thesis

40 pages

Supervisor

Sirpa Laakso, Senior Lecturer

Tarmo Kontro, Principal Lecturer

Commissioned by

Peab Oy

February 2011

Keywords

measure to the design, recovering of concrete facade  
structures, insulation plastering

The objective of the present thesis was to define measures to design the redecoration of the precast concrete facades. The purpose was to research which stages are the most significant and the most commonly used in facade renovation projects. Essential details of significant stages were defined and compiled up into an Excel-based file, in which default values of schedule, budget, quality requirements, and occupational safety matters are listed. The files were created using as an example renovation project in Myyrmäki in Vantaa and developed such a universal form that it would be easy to use them projects similar to the example construction site. The example site was consisted of two buildings built in the late 1960's.

The purpose of the measures designed was to ease the administration at the site and to help the main contractor and client to monitor progress of renovation project.

The stages that were chosen into this thesis included renovation of the concrete plinth, balcony and the surface of precast facade structures as well as working stages of insulation plastering. This thesis concentrates on the implementation of technical renovation of precast concrete facade renovation.

TIIVISTELMÄ

ABSTRAKTI

SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	1
2. TAUSTATIEDOT .....	2
<b>2.1 Lähiöiden sarjatuotanto</b> .....	<b>2</b>
<b>2.2 Arava-ohjelma</b> .....	<b>3</b>
<b>2.3 Betonielementtien kehitys</b> .....	<b>4</b>
3. TEHTÄVÄSUUNNITTELU .....	4
<b>3.1 Tehtäväsuunnitelman laatiminen ja sisältö</b> .....	<b>6</b>
<b>3.2 Esimerkkikohteen tehtäväsuunnittelu</b> .....	<b>7</b>
4. ELEMENTTIKERROSTALOJEN TOISTUVAT ONGELMAT JA TYYPILLISET VAURIOT .....	8
<b>4.1 Pakkasrapautuminen</b> .....	<b>9</b>
<b>4.2 Betonin karbonatisoituminen ja terästen korroosio</b> .....	<b>10</b>
<b>4.3 Ettringiitin aiheuttamat vauriot</b> .....	<b>10</b>
<b>4.4 Parvekerakenteiden ongelmat</b> .....	<b>11</b>
<b>4.5 Betonin kosteusvauriot</b> .....	<b>11</b>
<b>4.6 Kiinnikkeiden heikkeneminen</b> .....	<b>11</b>
5. TOIMENPITEIDEN ALOITTAMINEN .....	12
<b>5.1 Hankkeen käynnistäminen</b> .....	<b>12</b>
<b>5.2 Työn aloittaminen</b> .....	<b>13</b>
6. SOKKELIEN KUNNOSTUSTYÖT .....	14
<b>6.1 Sokkelin betonipintojen painepesu</b> .....	<b>14</b>
<b>6.2 Sokkelien kunnostuksen mallityö</b> .....	<b>15</b>
<b>6.3 Vetolujuuden ja tartuntalujuuden mittaaminen</b> .....	<b>16</b>
<b>6.4 Betonin poisto</b> .....	<b>17</b>
<b>6.5 Raudoituksen kunnostus</b> .....	<b>18</b>
<b>6.6 Paikkaus- ja tasoitustyöt</b> .....	<b>18</b>
6.6.1 Alustan puhtauden toteaminen .....	18
6.6.2 Olosuhteet ja olosuhteiden tarkkailu .....	19
6.6.3 Käytettävät materiaalit .....	20
6.6.4 Laastin levitys .....	20
6.6.4.1 Tartuntalaasti .....	20
6.6.4.2 Paikkauslaasti .....	21
<b>6.7 Sokkelien pinnoitus</b> .....	<b>22</b>
6.7.1 Pintakäsittelyn valmistelu .....	22
6.7.2 Pinnoituksen pohjustustyöt .....	22
6.7.3 Pinnoitus ja jälkihoito .....	22
6.7.4 Olosuhteet .....	23
6.7.5 Paikkaustöiden työturvallisuus .....	23
<b>6.8 Päätäjulkisivujen sokkelien levennys</b> .....	<b>23</b>
6.8.1 Sokkelien vesihiekkapuhallus .....	24
6.8.2 Sokkelien leventäminen .....	24

6.8.3 Sokkelipintojen hionta ja painepesu .....	24
<b>7. PARVEKKEIDEN KUNNOSTUSTYÖT .....</b>	<b>25</b>
7.1 Parvekerakenteiden vesi-hiekkapuhallus.....	25
7.2 Terästen suojapeitemittaukset ja betonin karbonatisoitumissyvyyden määrittäminen .	26
7.3 Terästen esiinpiikkaus ja raudoituksen puhdistaminen.....	26
7.4 Paikkaus- ja tasoitetyöt.....	27
7.5 Parvekkeiden kunnostuksen mallityö .....	27
7.6 Parvekkeen ulosheittoputken asennus .....	27
7.7 Huoneistoparvekkeiden kaiteiden purkaminen ja uudelleenvalaminen.....	27
<b>8. JULKISIVUN NAUHAELEMENTTIEN KUNNOSTUSTYÖT .....</b>	<b>28</b>
8.1 Ulkokuoren varmuuskiinnitys.....	28
8.2 Pesubetonipinnan terästen kunnostustyöt.....	29
8.2.1 Vaurioituneiden terästen paikallistaminen .....	29
8.2.2 Elementin ulkokuoren ja lämpöeristeen purku .....	30
8.2.3 Alustan tasaus .....	30
8.2.4 Villakerroksen tasaus julkisivupinnan tasoon .....	30
8.2.5 Alustan oikaisu.....	31
8.3 Eristelevyjen kiinnitys .....	31
8.4 Rappaustyöt.....	33
8.4.1 Käytetyt materiaalit.....	34
8.4.2 Pinnan puhdistus ja esikostutus .....	34
8.4.3 Mallityö.....	34
8.4.4 Rappaustyöt.....	34
8.4.5 Olosuhteet.....	35
8.4.6 Rapatun pinnan liikuntasaumamat.....	35
8.4.7 Rappauksen jälkihoito .....	35
8.4.8 Olosuhteiden vaikutus jälkihoitoon.....	36
8.4.9 Työturvallisuus rappauksissa.....	36
<b>YHTEENVETO .....</b>	<b>37</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>39</b>

## 1. JOHDANTO

Tämän insinööriyön tavoitteena oli tuottaa Peab Oy:lle työmaan tehtävähallinnan helpottamiseksi tehtäväsuunnitelmia keskeisistä työvaiheista julkisivukorjaustyömaalla. Tehtäväsuunnitelmat rajattiin käsittelemään keskeisiä betonikorjaukseen sekä eristerappaustoihin liittyviä työvaiheita.

Työn tarkoituksena oli luoda työmaalle toimintakykyisiä ja käytännöllisiä Excel-pohjaisia tehtäväsuunnitelmia julkisivukunnostuksen laadukkaan lopputuloksen työkaluksi.

Välilehtien laajuus pyrittiin rajaamaan siten, että jokaisen tarkasteltavan työvaiheen keskeiset asiat saataisiin mahtumaan yhdelle A4-arkille, jotta turhilta sivujen kääntämisiltä ja sen aiheuttamilta mahdollisilta erehdyksiltä työmaalla välttyttäisiin.

Peab Oy:llä oli tarve uudistaa tehtäväsuunnitelmakortistoaan, sillä käytössä oli vain yleinen pohja, johon hankkeen työvaiheiden tehtäväsuunnitelmat täytettiin hankekohtaisesti. Tarkoitus oli muokata ja tuottaa uusia tehtäväsuunnitelmia tärkeistä työvaiheista, jotka toistuvat työmaalta toiselle. Tavoitteena oli muokata tehtäväsuunnitelmista sellaisia, että ne sisältävät keskeisten työvaiheiden työsuoritukset, urakkarajat, aikataulut sekä työ-  
turvallisuusasiat mahdollisimman yleispätevinä, jotta soveltaminen muille työmaille olisi mahdollisimman vaivatonta.

Peab Oy:lle tekemäni tehtäväsuunnitelmat ovat sekä tilaajan että pääurakoitsijan työkalu tarkkailla korjaushankkeen työmenetelmien ja keskeisten työvaiheiden laatuksiteerejä sekä hahmottaa ne riskit, jotka toistuvat julkisivukorjaustyömailla kohteesta riippumatta. Keskeisiä asioita työmaan tehtäväsuunnitelmissa ovat riskien tunnistaminen ja varautuminen mahdollisesti toteutuviin riskeihin.

Tehtäväsuunnitelmat ovat Peab Oy:n omaisuutta, ja tämä insinööriyön kirjallinen osa käsittelee hankkeeseen liittyvien korjaustoimenpiteiden teknistä toteuttamista.

Työssä käsitellään 1960- ja 1970-luvuilla rakennettujen kerrostalojen betonipintaisten julkisivujen tyypillisiä vaurioita ja niihin johtaneita syitä sekä julkisivuille yleensä tehtäviä betonikorjaustoimenpiteitä ja eristerappausta.

Työn alussa käydään läpi tyypillisiä vaurioita, jotka ovat vaikuttaneet pesubetonipintaisten julkisivuelementtien ongelmien laajaan esiintymiseen. Insinööriyön pääasiallinen sisältö on rajattu käsittelemään toistuvia vaurioita ja korjaus-tarpeita sekä korjaustöiden teknistä suorittamista.

Insinööriyössä käydään läpi sokkelien ja parvekerakenteiden betonikorjaustoimenpiteitä sekä pesubetonipintaisten nauhaelementtien kunnostustoimenpiteitä eristerappauksen alustaksi ja varsinaista rappaustyötä. Työssä kiinnitetään huomioita töiden laadukkaaseen suorittamiseen sekä teknisesti että turvallisesti.

## **2. TAUSTATIEDOT**

### **2.1 Lähiöiden sarjatuotanto**

1960- ja 1970-lukujen kerrostalolähiöt syntyivät osana suomalaisen yhteiskunnan suurta rakennemuutosta. Väestöä alkoi muuttaa maaseudulta keskuksiin töiden perässä. Laajat maaltamuutot edellyttivät kiivasta rakentamista, jotta väestö saataisiin asutettua. Ongelma pyrittiin ratkaisemaan pankkien ja rakennusliikkeiden johdolla toteuttamalla laajoja kerrostalovaltaisia asuinaluekokonaisuuksia kauas vanhoista kaupunkikeskuksista. Lähiöiden sarjatuotanto elementtirakenteista huipentui 1970-luvun alkupuolella, jolloin myös maaltamuutto oli huipussaan. Lähiöihin houkuteltiin asukkaita kauppaamalla tilaa, luonnonläheisyyttä, väljyyttä sekä lapsiystävällisyyttä. (*Elementtikerrostalon uusi elämä – 1990-luvun julkisivukorjauksia Helsingissä 1999, 6.*)

Myöhemmin nauhaelementtisistä julkisivuista alettiin luopua kustannussyistä, sillä ruutu-elementtien asentaminen tuli työmaalla huomattavasti nopeammaksi ja halvemmaksi. Tämän jälkeen siirryttiin pesubetonipintaisiin elementteihin, joita pidettiin vain vähän huoltoa

vaativina julkisivuina. (*Elementtikerrostalon uusi elämä – 1990-luvun julkisivukorjauksia Helsingissä 1999, 6.*)

Kerrostalo tuotannossa painopiste oli määrällisten tavoitteiden täyttymisessä. Tärkeää oli tuottaa asuntoja nopeasti ja kustannuksia minimoimalla, mikä kuitenkin johti lopputuloksen laadun heikkenemiseen. (*Kerrostalot 1880-2000. Arkkitehtuuri, rakennustekniikka, korjaaminen 2006, 9.*)

Vielä 1960-luvulla toteutetut kohdekohtaiset suunnittelut, asuntojen yksilöllisyys ja käsityönä toteutetut yksityiskohtaiset rakennukset tekivät tilaa taloudellisesti toteutetuille asuntokokonaisuuksille: lähiöille, joiden asuinkerrostalojen ulkoasut ja toteutustavat eivät juuri poikenneet toisistaan. Ääritapauksissa talokohtaista rakennus- ja asuntosuunnittelua ei tarvittu ollenkaan, vaan uudet kerrostalot toteutettiin edellisten hankkeiden mallilamelleja yhdistelemällä. (*Kerrostalot 1880 – 2000. Arkkitehtuuri, rakennustekniikka, korjaaminen 2006 9.*)

Tuotannon nopeus oli omaa luokkaansa, sillä suunnitteluun käytettyä aikaa pyrittiin minimoimaan. Valitettavasti kiireellisyydestä, säästötoimista ja materiaalien puutteellisesta tuntemisesta aiheutuneet toteutukset aiheuttavat nykyään laajoja ongelmia, jotka asuinalueesta riippumatta vaativat laajoja korjaustoimenpiteitä. (*Elementtikerrostalon uusi elämä – 1990-luvun julkisivukorjauksia Helsingissä 1999 6.*)

## **2.2 Arava-ohjelma**

Arava-ohjelma tarkoittaa Asuntorakennustuotannon valtuuskunnan järjestelmää, joka järjesti asuntopulan aikoina halpakorkoisia lainoja asuntojen tuotantoon. Arava-ohjeiden mukaan rakennuksissa ja rakenneosissa oli pyrittävä mahdollisimman pitkälle vietyyn teolliseen sarjatuotantoon. Erilaisten rakennusten ja rakennusosien lukumäärää pyrittiin rajoittamaan, jotta ohjelmalla saavutettaisiin mahdollisimman suuret sarjatuotannosta aiheutuvat säästöt ja edut. Rakennuksista pyrittiin tekemään mahdollisimman samanlaisia, jotta toteutustapa ja kustannusten ennustaminen olisi ollut mahdollisimman luotettavaa. Asuntotuotannon avainsanoiksi kehittyivät tehokkuus, teollinen sarjatuotanto, esivalmisteiset rakennusosat, moduulimitoitus ja standardointi.



## 2.3 Betonielementtien kehitys

Betonijulkisivujen ominaisuuksia, kuten kuoripaksuuksia, detaljeja, saumoja sekä tuotteiden mittatarkkuutta on kehitetty ja paranneltu voimakkaasti vuosikymmenten aikana. Rakenteen säilyvyyttä on paranneltu betonitekniikan avulla, nostamalla betonin lujuutta ja käyttämällä enemmän ruostumattomia raudotteita. Kuvassa 1 on kuvattu betonielementtien kehityksen kannalta oleellisia uudistuksia, jotka ovat vaikuttaneet elementtien toimivuuteen sekä kestävyYTEEN. (*Betonijulkisivut 2007, 1.*)

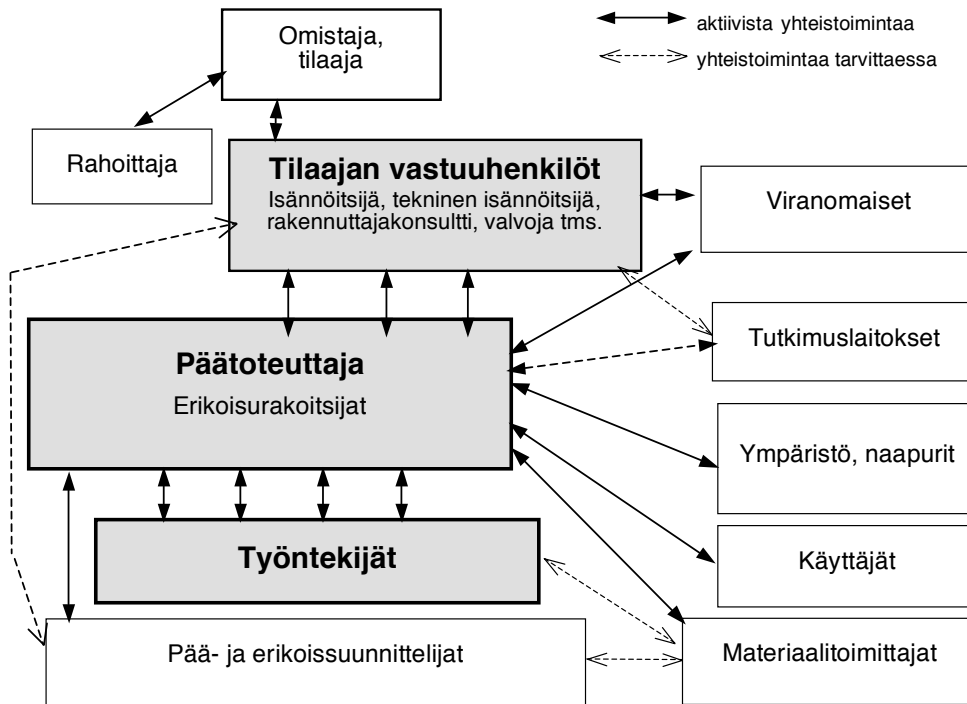
KESTÄVYYS					
1960	1970	1980	1990	2000	2007
					Käyttöikämitoitus 200 v
					Julkisivu 2000- ja by 47 Laatuohjeet
					Betoniset julkisivut -ohje, SBK
					Säilyvyysohjeet, by 32 By 50
					Suojahuokostus Huokosjako
					Ruostumaton ansas Ansaan RST-paarteet, RST ulkokuoriin
					Betonipeite 15 mm 25 mm (-10 mm) 25 mm by 32 Betoninormit 2000 ja 2004
					Kiviaines 25 mm (16 mm) 8 mm (4 mm) 12 mm (8 mm)
					Betonin lujuus K20 K25 K25 – K30, by 9 K45 by 32 K35 – K45
					Ulkokuoren paksuus 50 mm 50 – 85 mm 70 – 85 mm
					Tehdasvalmistus aikaa Luovuttiin lämpökäsittelystä > 60 °C Pastamäärä
1960	1970	1980	1990	2000	2007
					Lämmöneriste 70 mm 90 mm 120 mm 140 mm Uritettu Ristiin uritettu 160 mm
					Eristeen lujuus 2 kN/m <sup>2</sup> 3 kN/m <sup>2</sup> 4 kN/m <sup>2</sup> 5 – 15 kN/m <sup>2</sup>
					BES-julkaisu → moduulimitoitus, tyyppidetaljtit
					by 4 Luokitusohjeet by 13 by 40 by 40/2003
					Toleranssit SBK/RT-kortti Toleranssit RTT/1992 ja RTT/2003
					Eriytetty julkisivu
					Sisäkuorielementti
					Elastisten saumausten laatu järjestelmä
					Tehdasrappaus

## MUU TEKNINEN KEHITYS

Kuva 1. Betonielementtien kehitys (Betonijulkisivut 2007, 1.)

## 3. TEHTÄVÄSUUNNITTELU

Rakennushanke muodostuu aina useiden eri osapuolten yhteistyöstä. Korjaushankkeen osapuolet ovat esitetty kuvassa 2. Saumattoman yhteistyön varmistamiseksi laaditaan työvaiheiden tehtäväsuunnitelmia, joiden tarkoituksena on yhteen sovittaa sekä määrittellä eri osapuolten vastuut sekä tavoiteltu lopputulos. Tehtäväsuunnitelmat asetetaan kaikkien osapuolten nähtäviksi, jotta hankkeen etenemistä aikataulutusta, vastuiden määrittelyä sekä laadullisen lopputuloksen toteutumista voidaan tarkkailla työmaan aikana.



Kuva 2. Korjaushankkeen osapuolet ja osapuolten välinen yhteistyö (Korjaustöiden laatu 2011, 7.)

Tehtäväsuunnitelma on työvaiheen suunnitteluvaiheessa tai ennen aloituskokousta laadittava suunnitelma, jossa kuvataan tehtävän toteutuksen ja työn lopputulokseen liittyvät keskeiset vaatimukset. Tehtäväsuunnitelma on työkalu, jolla pääurakoitsija tekee itselleen selväksi tehtävää koskevat taloudelliset, ajalliset ja laadulliset vaatimukset, riskit ja työn toteutuksen.

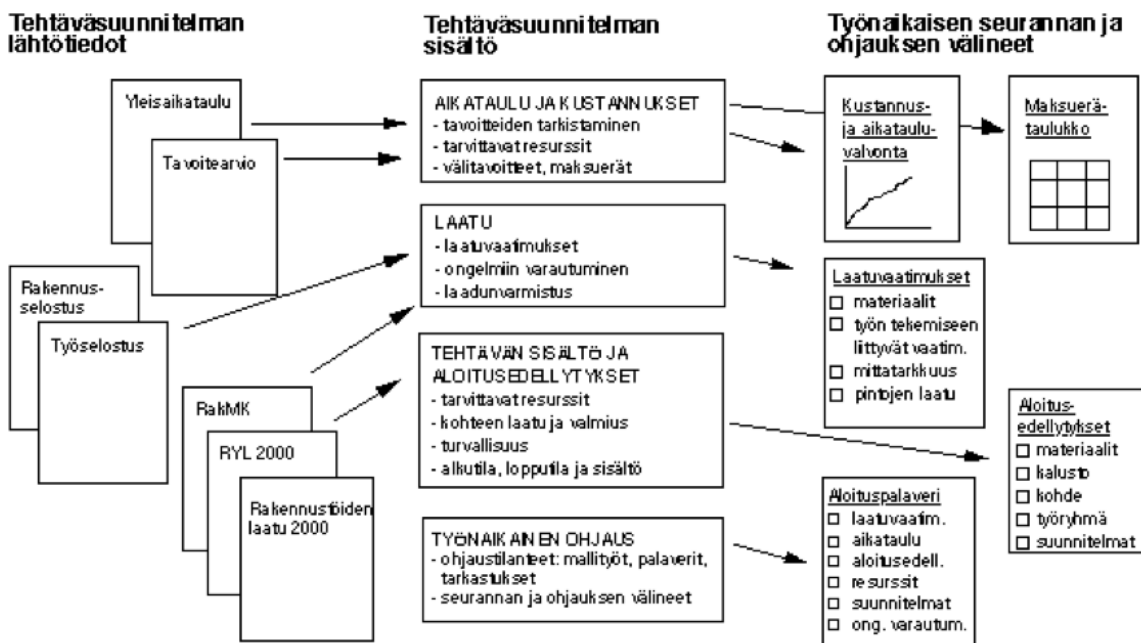
Tehtäväsuunnitelmiin valitaan kriittisiä työvaiheita, jotka vaikuttavat merkittävästi koko hankkeen sujuvaan läpivientiin. Tehtäväsuunnitelmat laaditaan niistä työvaiheista, joissa on erityinen taloudellinen, laadullinen, ajallinen, muihin työvaiheisiin vaikuttava tai työturvallisuuden kannalta todettu riski. Suunnitelman tarkoituksena on varmistaa, että hankkeen osapuolilla on yhteinen käsitys työn sisällöstä ja tavoitteista. Tehtäväsuunnitelmia laaditaan työmaan mukaan 3 – 8 kpl.

### 3.1 Tehtäväsuunnitelman laatiminen ja sisältö

Tehtäväsuunnitelma tulee laatia ennen hankintoja, aliurakkaneuvottelua ja työkauppojen solmimista, kuitenkin ennen tehtävän aloituskokousta. Aloitettaessa tehtäväsuunnitelman tekoa työnjohtaja kerää kohteesta tehtävälle asetetut vaatimukset ja tavoitteet.

Tarvittavat tiedot saadaan:

- kohteen riskikartoituksesta ja analyysistä
- yleisaikataulusta
- rakennusvaiheaikataulusta
- tavoitearviosta
- kohteen urakka-asiakirjoista



Kuva 3. Tehtäväsuunnitelman laatiminen (Mittaviiva 2011, 8.)

Tavoitteiden ja vaatimusten ollessa selvillä tulee tehtäväsuunnitelman tekijän määrittellä toimenpiteet, joilla ne saavutetaan. Tehtäväsuunnitelmiin kerätään tehtävien laatuvaatimukset, aikataulu- ja kustannustavoitteet, resurssien arviointi, potentiaalisten ongelmien havainnointi, aloitusedellytysten varmistaminen sekä tehtävien suoritusten tarkistuslistat.

Tehtäväsuunnittelun tuloksena työmaalla on kortisto, jossa keskeiset työvaiheet on määritelty kauttaaltaan siten, että kustannustavoite, työn laadullisen lopputuloksen määritelmä, laadunvarmistustoimenpiteet sekä työvaihetta koskevat ajalliset reunaehdot ovat helposti luettavissa.

### 3.2 Esimerkkikohteen tehtäväsuunnittelu

Insinööriyöni käsittelee julkisivukorjausta kahdessa Vantaan Myyrmäessä sijaitsevassa asuinkerrostalossa, jotka on rakennettu asutopulan aikana 1970-luvun alkupuolella. Julkisivut ovat pesubetonipintaisia nauhaelementtejä, joissa ajan mittaan on esiintynyt rakenteelle tyypillisiä vaurioita, kuten betonin rapautumista ja karbonatisoitumista sekä siitä johtuvaa terästen korroosiota. (*Esimerkkikohteen rakennustyöselitys 2011, 4.*)



Kuva 4. Esimerkkikohteen työmaa

Kunnostaviin toimenpiteisiin on päätetty ryhtyä betonivaurioiden vuoksi, mutta myös energiatehokkuuden parantamiseksi.

Julkisivuissa, sokkeleissa sekä parvekerakenteissa tehtäviä tyypillisiä toimenpiteitä ovat piikkaus, terästen puhdistaminen sekä paikkaus- ja pinnoitustyöt. Betoni- ja teräsvaurioiden korjausten jälkeen julkisivu verhoillaan 80 mm:n vahvuisella Thermisol EPS Platina Rappa-lisälämmöneristeellä, jonka päälle suoritetaan julkisivun ohutrappaus. (*Esimerkkikohteen rakennustyöselitys 2011, 4.*)

Esimerkkikohteessa tehtäväsuunnitelmia laadittiin seitsemästä työvaiheesta, joiden katsottiin olevan keskeisessä osassa. Esimerkkikohteeseen tehdyt tehtäväsuunnitelmat menevät työmaalla käyttöön sellaisenaan.

Tehtäväsuunnitelmat laadittiin seuraavista työvaiheista:

- tiilipintaisten päätyjulkisivujen purkutyöt
- päätyjulkisivujen uudelleen muuraus
- nauhaelementtien eristerappaus
- betonipintojen vesi-hiekkapuhallus
- parvekekaiteiden purku
- parvekerakenteiden kunnostustyöt
- sokkelien kunnostustyöt

#### **4. ELEMENTTIKERROSTALOJEN TOISTUVAT ONGELMAT JA TYYPILLISET VAURIOT**

Materiaalien käyttäytymisestä laajoina teollisesti toteutettuina kokonaisuuksina ei ole kokemuksia, vaan oletukset perustuivat lähinnä arvioihin betonin lähes ikuisesta kestävydestä. Arviot ilmastorasituksille alttiista betonirakenteista ovat vuosien saatossa kuitenkin osoittautuneet ylioptimistisiksi. (*Elementtikerrostalon uusi elämä – 1990-luvun julkisivukorjauksia Helsingissä 1999, 6.*)

Vasta muutaman kymmenen vuoden ikäiset betonirakenteet alkavat olla paikoittain erittäin huonossa kunnossa. Toistuvia vaurioita ovat betonin rapautuminen ja lohkeilu sekä näistä seuranneet raudoitusten näkyviin tuleminen ja ruostuminen sekä elementtien kaareutuminen. (*Elementtikerrostalon uusi elämä – 1990-luvun julkisivukorjauksia Helsingissä 1999, 6.*)

Hyvin toteutettuna ja hoidettuna betonirakenne toimiikin lähes oletetulla tavalla ja voi säilyä hyväkuntoisena useita vuosikymmeniä. Valitettavasti kuitenkin pesubetonipintaisten julkisivujen vaurioita esiintyy kaikkialla maassa. Aikoinaan tehdyt virheet ovat aiheutuneet erityisesti huonosta työn laadusta, puutteellisesta huollosta sekä säänkestävyyden hallitsemattomuudesta. (*Elementtikerrostalon uusi elämä – 1990-luvun julkisivukorjauksia Helsingissä 1999, 6.*)

Julkisivukorjauksessa samat vauriot toistuvat hankkeesta toiseen työmaasta riippumatta. Käytännössä suurimpiin riskeihin kuitenkin pystytään varautumaan ja sopimaan etukäteen, kuinka toimitaan, jos ongelmia ilmaantuu.

#### **4.1 Pakkasrapautuminen**

Tavallisin syy betonin rapautumiseen ja lohkeiluun on pakkasrapautuminen. Betonin kapillaarihuokokset täyttyvät vedellä betonin kastuessa, ja ilman lämpötilan pudotessa alle nollan celsius-asteen vesi alkaa jäätyä ja laajeta. Jäätyessään Betonissa oleva vesi laajenee ja rapauttaa betonin tiivistä rakennetta. Betonin pakkasenkestävyyteen vaikuttavat erityisesti sen lujuus, vesi-sementtisuhde ja suojahuokostus. Betonin suojahuokostuksella mahdollistetaan veden laajeneminen onttoihin huokosiin, jolloin veden ei tarvitse laajetessaan rikkoa tiivistä betonia. Suojahuokoistamisella betonin pakkasen kestävyys paranee huomattavasti. (*Elementtikerrostalon uusi elämä – 1990-luvun julkisivukorjauksia Helsingissä 1999, 6.*)

## 4.2 Betonin karbonatisoituminen ja terästen korroosio

Kun betoni karbonatisoituu, se käynnistää terästen ruostumisreaktion, joka on pakkasrapautumisen lisäksi yleisimpiä betonirakenteiden vaurioita. Betonin emäksisyys suojaa raudotteita ruostumiselta. Emäksisyys laimenee betonissa vapaana olevan kalsiumhydroksidin muuttuessa kalsiumkarbonaatiksi ilmassa olevan hiilidioksidin vaikutuksesta. Karbonatisoituminen alkaa betonin ulkopinnalta ja etenee vähitellen kohti rakenteen sisäosia, jossa raudotus sijaitsee. Karbonatisoituminen on väistämätön vaihe betonin elinkaareissa, mutta sen etenemisen nopeuteen voidaan vaikuttaa monin tavoin. Pinnan eheydellä, huollolla sekä suojahuokoistamisella voidaan hidastaa karbonatisoitumisen etenemistä. Pinnan karheuden vuoksi pesubetonielementit karbonatisoituvat suhteellisen herkästi. (*Elementtikerrostalon uusi elämä – 1990-luvun julkisivukorjauksia Helsingissä 1999, 6; Betonitekniikan oppikirja 2004, 3.*)

Ajan hengen mukaiset rakentamistavat ja kiireelliset aikataulut ovat kasvattaneet karbonatisoitumisen riskejä. Esimerkiksi joskus teräkset on asennettu huolimattomasti elementtiin, jolloin tarvittavaa suojapeitepaksuutta ei ole saavutettu. (*Elementtikerrostalon uusi elämä- 1990-luvun julkisivukorjauksia Helsingissä 1999, 6.*) Terästen korroosiota aiheutuu, kun betonin karbonatisoitumissyvyys ylittää raudotteiden syvyydelle tai kun raudotteita suojaavan betonipeitteen paksuus ei ole riittävä (*Betonitekniikan oppikirja 2004, 3*).

## 4.3 Ettringiitin aiheuttamat vauriot

Erityisesti 1960- ja 1970-luvuilla toteutetuissa rakenteissa tyypillinen vaurio on lämpökäsittelyn aiheuttama kemiallinen rapautuminen. Elementtitehtaissa betonin kovettumista pyrittiin nopeuttamaan massan kuumentamisella, jotta valumuotit saatiin vapautettua nopeammin uudelleenkäyttöön. Lämpökäsittelyn vuoksi elementteihin muodostui tavallista enemmän ettringiittiä eli ainetta, joka sitoo runsaasti kidevettä. Ettringiitti paisuu kideveden sitoutuessa siihen ja murentaa betonia. Ettringiitti lisää betonin rapautumariskiä täyttämällä ja tukkimalla pakkasenkestävyyden kannalta oleellisia suojahuokosia, mikä puolestaan

edistää betonin pakkasrapautumista. (*Elementtikerrostalon uusi elämä – 1990-luvun julkisivukorjauksia Helsingissä 1999, 6; Betonijulkisivut 2007, 1.*)

#### **4.4 Parvekerakenteiden ongelmat**

Parvekkeet vaurioituvat usein muuta julkisivua nopeammin. Tavanomaisten betonivaurioiden lisäksi parvekkeiden rakenne ja yksityiskohdat altistavat ne monille virheille. Parvekkeiden vedeltä suojassa olevat alapinnat karbonatisoituvat nopeasti, kun taas yläpinnalla vesi jää helposti liian pienten kallistusten vuoksi lammikoiksi ja imeytyy betoniin. Näin tapahtuu varsinkin, jos parvekkeiden vedeneristys tai veden poisjohtoputki on toteutettu puutteellisesti. (*Elementtikerrostalon uusi elämä – 1990-luvun julkisivukorjauksia Helsingissä 1999, 6.*)

#### **4.5 Betonin kosteusvauriot**

Kosteuden aiheuttamat vauriot julkisivuissa johtuvat lähinnä puutteellisesta veden poisjohtamisesta, esimerkiksi räystäiden, ikkunapeltien tai syöksytorvien yhteydessä. Sokkelien kosteusvaurioihin voivat vaikuttaa esimerkiksi puutteellinen salaojitus tai maanpinnan kallistukset rakennusta kohti. Monissa kohteissa myös julkisivuelementtien huonokuntoiset saumat kuljettavat suuren kosteusmäärän rakenteisiin.

#### **4.6 Kiinnikkeiden heikkeneminen**

Mikäli ulkokuori ei toimi tavoitellulla tavalla ja kosteutta pääsee kuoren sisään, elementin ulkokuorta kannattelevat kiinnikkeet ovat ruostumisvaarassa. Ennen 1960-luvun loppua kiinnikkeet tehtiin harvoin ruostumattomasta teräksestä. (*Elementtikerrostalon uusi elämä – 1990-luvun julkisivukorjauksia Helsingissä 1999, 6.*)



## 5. TOIMENPITEIDEN ALOITTAMINEN

Betonijulkisivun suunniteltu käyttöikä on 50 – 100 vuotta. Kunnossapitovälinä pidetään noin 20 – 25 vuotta. Tästä voidaan päätellä, että 1970-luvulla rakennettujen kerrostalojen korjaustoimenpiteet ovat ajankohtaisia viimeistään nyt. Kun vielä otetaan huomioon sen aikaiset rakennusmenetelmät ja betonituotteiden kehitys sekä ajan hengen mukaiset säästötavoitteet, voidaan olettaa, että jo nyt ollaan pahasti jäljessä korjaustöiden aloittamisesta valtakunnallisesti. (*Betonijulkisivut 2007, 1; BY41, 2.*)

Taulukko 1. Betonijulkisivun huolto- ja kunnossapitovälit (Betonijulkisivut 2007, 1.)

Tuote	Käyttöikä	Huoltoväli	Kunnossapitoväli
Betonijulkisivu/ normaali raudoitus, parveke-elementit	50 vuotta	5 vuotta, tarkastus 10 vuotta, kuntoarvio, mahdollinen paine-pesu vedellä ja suoja- ainekäsittely, puu- ja metalliosien maalaukset	15 vuotta, mahdollinen uusintamaalaus 20...25 vuotta, elastisen saumauksen uusiminen, laattapinnan osittainen korjaus, rapatun pinnan paikkaus
Betonijulkisivu/ ruostumaton raudoitus	75...200 vuotta	5 vuotta, tarkastus 10 vuotta, kuntoarvio 50 vuotta, kuntotutkimus	25 vuotta, saumojen kumitiivisteiden uusiminen
Ikkunat	40...50 vuotta	1 vuosi, tarkastus, puhdistus 10 vuotta, puupintojen pintakäsittely	15...25 vuotta, erityislasi vaihtaminen
Pellitykset, kourut, syöksytorvet	25...30 vuotta	2 vuotta, tarkastus	15 vuotta, osittainen uusiminen
Elementtien saumaukset, julkisivun pinnoitteet	20...25 vuotta	1...2 vuotta, tarkastus	10...15 vuotta, saumojen osittainen uusiminen

### 5.1 Hankkeen käynnistäminen

Hankkeen käynnistämiseen voi olla useita syitä. Puutteellinen lämmöneristys sekä vanhat ikkunat voivat aiheuttaa vedontunnetta sisätiloihin, joka puolestaan vähentää asumismukavuutta. Tavoitteena voi olla myös energiatehokkuuden parantaminen tai rakennuksen ulkoasun kohentaminen.

Aloitteen korjaushankkeen käynnistämiseksi voivat tehdä esimerkiksi taloyhtiön asukkaat, joiden tulee viedä asia yhtiökokoukseen käsiteltäväksi. Mikäli yhtiökokouksessa äänestetään

toimenpiteisiin ryhtymisen puolesta, tulee taloyhtiön järjestää julkisivun kuntotutkimukset ulkopuolisella kuntokartoittajalla, joka antaa arvion julkisivun korjaustarpeesta sekä suosituksen toteuttamisen aloittamisajankohdasta. Kuntokartoituksella selvitetään rakenteen kunto sekä käytetyt materiaalit. Korjaustavan valintaan vaikuttavat lukuisat tekijät, kuten vaurioaste, rakenteiden ja kulkuväylien suojaustarve, käytetyt materiaalit, tavoiteltu ulkonäkö, kustannusrajoitukset, työtekniinen toteutettavuus ja rakenteiden rakennusfysikaalinen toiminta. Korjaustapaa ei ole mahdollista määrittellä täysin tarkasti ennen kuin työt on aloitettu ja rakenteiden sisään on päästy kurkistamaan. Vasta silloin selviää korjattavan kohteen todellinen nykytila ja vaurioiden laajuus. *(BY41, 2.)*

## 5.2 Työn aloittaminen

Korjaushanke eroaa uudisrakennushankkeesta siinä, että rakennusta käytetään työmaana. On tärkeää, että taloyhtiön asukkaat ovat perillä työn sisällöstä ja aikataulusta ja tietoisia mahdollisista käyttö- tai kulkurajoitteista taloyhtiön alueella.

Työmaan aluesuunnitelma luo pohjan työmaa-alueen turvalliselle käytölle. Aluesuunnitelmaan merkitään työmaa-alueen erottava suoja-aita, jätelavojen ja vastaanotettujen materiaalien sijainnit sekä turvalliset kulkuväylät raskaalle liikenteelle ja jalankulkijoille. *(Korjaustöiden laatu 2011, 7.)*

Julkisivukorjaukset toteutetaan telineiltä tai nostimilta. Tavaroiden putoamisen sekä rakennusjätteen ja pölyn ulkopuolelle leviämisen ehkäisemiseksi julkisivun korjausta varten pystytetyt telineet suojahuputetaan. Pölyn kulkeutuminen sisätiloihin estetään suojaamalla ikkunat, parvekeovet, tuuletusaukot ja -luukut sekä muut mahdolliset aukot tiiviisti työmenetelmien mukaan vähintäänkin muovilla ja teipillä. Raskaissa toimenpiteissä rakenteet tulee suojata esim. kovalevyin. *(Korjaustöiden laatu 2011, 7.)*

Mallitöiden tarkoituksena on varmistaa käytettävien tuotteiden ja työmenetelmien soveltuvuus toteutettavaan kohteeseen. Mallityössä määritellään korjauksen lopullinen ulkonäkö, kuten pinnan struktuuri ja väri. Lisäksi mallityöllä varmistetaan tilaajan, suunnittelijan ja urakoitsijan välinen yhteisymmärrys halutusta lopputuloksesta. *(Korjaustöiden laatu 2011, 7.)*

Mallityöt tehdään ennen varsinaisen työn aloittamista ja sellaiseen kohtaan varsinaista rakennetta, että mahdollinen epäonnistuminen aiheuttaa mahdollisimman vähän haittaa. Työvaihe toteutetaan riittävän laajana siten, että mallityö sisältää kaikki työvaiheet ja lopullinen työsuoritus vastaa haluttua lopputulosta. Mallityön tulee olla hyväksytty ennen töiden aloittamista. *(BY41, 2.)*

## **6. SOKKELIEN KUNNOSTUSTYÖT**

Esimerkkikohteessa betonirakenteiden kunnostus käsittää kohteen kaikkien betonirakenteiden kunnostustoimenpiteet, joita tehdään kaikille sokkelipinnoille, pesubetonipintaisille nauhaelementeille sekä parvekerakenteille.

Betonirakenteiden teräsvaurioiden kunnostuksen pääasiallinen tarkoitus on pyrkiä puhdistamaan ja ruostesuojakäsittämään vaurioituneet teräkset sekä poistaa huonokuntoinen betonikerros, jotta karbonatisoituminen saadaan pysäytettyä. Mikäli teräkset ovat ruostuneet niin syväälle, että puhdistaminen koituisi liian työlääksi, voidaan harkita vaurioituneiden terästen poistamista sekä korvaamista uusilla teräksillä.

Betonirakenteita ei ole suositeltavaa korjata liian raskaalla menetelmällä, sillä yksinkertaisilla korjaustoimenpiteillä saavutetaan yleensä täysin tyydyttävä lopputulos. Tavoitteena onkin löytää tiettyihin korjaustoimenpiteisiin tyydyttävät ratkaisut, joilla saavutetaan laadultaan suunnitelmien mukainen lopputulos. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys 2011, 4.)*

### **6.1 Sokkelin betonipintojen painepesu**

Sokkelien kunnostus alkaa sokkelien painepesulla. Painepesun pääasiallisena tarkoituksena on poistaa vanha maalikerros ja vaurioituneen betonin pintakerros sekä aikaansaada luja, karhennettu tartunta-alusta betonikorjauksen pohjaksi. Painepesun jälkeen sokkeleissa keskitytään näkyvien teräsvaurioiden korjaamiseen. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4)*

Laastipaikkauksen käyttöön kannalta on keskeistä, että rapautunut tai muuten vaurioitunut raudoitteita ympäröivä karbonatisoitunut tai kloridipitoinen betoni poistetaan ja että korroosiovaarassa olevat teräkset paljastetaan riittävän laajalti. Painepesulla poistetaan betonipinnalta pöly, lika sekä irtoaines. Vesi suunnataan 150 – 200 barin paineella puhdistettavaan pintaan. *(Ratu F31-0359. 2010, 13.)*

Pesu toteutetaan alhaalta ylöspäin, jolloin vältetään likaisen veden sekä painepesussa irronneen betonilietteen imeytyminen betonin pintakerrokseen. Pinnan puhtaus varmistetaan vielä huuhtelemalla sokkelit ylhäältä alaspäin, jottei irtoainesta jäisi betonipintaan. Painepesulla voidaan poistaa ohut pintabetonikerros noin 0 – 5 mm. Painepesun yhteydessä tulee varmistaa, ettei käytetty vesi pääse kulkeutumaan elementtisaumoihin tai lämmöneristykseen. *(Ratu F31-0359. 2010, 13.)*

Painepesulla poistetaan myös tartuntaa heikentäviä suoloja pinnoitettavilta betonipinnoilta ennen varsinaista pinnoitusta.

Työntekijä tulee olla perehdytetty kohteeseen ja käytettäviin menetelmiin sekä materiaaleihin. Työntekijällä tulee olla tarvittavat pätevyudet sekä toimenpiteisiin sopivat suojavarusteet. Suihkumenetelmällä puhdistettaessa käytetään suojakypärää, kuulon- ja hengityksen suojaimeja sekä suojavaatteita ja käsineitä. *(Ratu 1185-S. 1998, 16.)*

## **6.2 Sokkelien kunnostuksen mallityö**

Mallityö toteutetaan painepesun jälkeen. Sokkeleista paikallistetaan kohta, jossa esiintyy terästen korroosiota. Teräksen ympäriltä poistetaan riittävä määrä betonia, jotta puhdistus ja paikkaustyöt onnistuisivat mahdollisimman vaivatta. Raudoitteiden puhdistamisen jälkeen teräkset käsitellään ruosteensuoja-aineella, jonka jälkeen piikattu aukko paikataan tuotevalmistajan ohjeiden mukaisesti ja paikkaukset pinnoitetaan, kuten lopullinen työsuoritus. Työnsuoritukseen liittyvät myös laadunvarmistustoimet, kuten alustan puhtauden ja vetolujuuden sekä kosteustilan ja tartuntalujuuden toteamiset. Tehtävät mallityöt esitetään joko suunnitelma-asiakirjoissa tai laatusuunnitelmassa. *(BY41, 2.)*

Lopullista työsuoritusta ei saa aloittaa ennen tilaajan hyväksyntää mallityön suorituksesta. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys 2011, 4.)*

### 6.3 Vetolujuuden ja tartuntalujuuden mittaaminen

Vetolujuuskokeilla mitataan alustan kelpoisuutta korjauskäsittelyjen alustaksi. Tartuntalujuuskokeilla mitataan erilaisten pintakerrosten, kuten maalipinnoitteiden, paikkaus- ja ylitasoituslaastien yms. tartuntaa betonialustaan. Veto- ja tartuntalujuuskokeet suoritetaan sekä mallityön että lopullisten työvaiheiden yhteydessä. Pintakäsittelyjen tartuntalujuusvaatimusta ei tule koskaan määritellä suuremmaksi kuin alustan vetolujuusvaatimus. *(BY41, 2.)*

Korjaustyön laadunvalvontakokeet suorittaa ulkopuolinen, puolueeton betonikorjauksen asiantuntija.

Tartuntalujuuden toteamisajasta päätettäessä tulee ottaa huomioon vallitsevat olosuhteet, kuten lämpötila ja kosteus. Alustalta vaadittava lujuusarvo ja vetokokeiden määrä esitetään korjaussuunnitelmassa. Yleisesti alustalta vaaditun vetolujuusarvon tulee ylittää  $1,5 \text{ N/mm}^2$  ja paikkauksen arvon  $1,0 \text{ N/mm}^2$ . Alustalta edellytettävä vetolujuuden tulee täyttää vähintään korjaustuotteiden tartunnalle asetettu lujuusvaatimus. *(BY41, 2.)* Tartuntavetokokeita tehdään sokkeleista kuusi kappaletta. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys 2011, 4.)*

Vetokokeet toteutetaan liimaamalla vetokappaleet esikäsiteltyyn kuivaan ja puhdistamattomaan betonipintaan. Vetokappaleiden halkaisijan tulee olla vähintään kolme kertaa betonin maksimiraekoon suuruinen, kuitenkin vähintään 50 mm. *(BY41, 2; Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*

Tartuntalujuuskokeista laaditaan pöytäkirja, johon merkitään

- koestuskohdat ja -ajat
- koestusiät
- saadut tulokset
- murtotavat ja -kohdat.

Tartuntavetolujuuskokeiden keskiarvon tulee täyttää sopimusasiakirjoissa esitetty vaatimus. Yksittäiset arvot saavat alittaa vaatimuksen enintään 25 %. Jos tämä arvo alittuu, tehdään samalta alueelta kaksi lisäkoetta. Mikäli nämä tulokset täyttävät vaatimukset, voidaan alittava

osuus jättää huomioimatta keskiarvoa laskettaessa. Mikäli vaatimukset eivät täyty, puutteellinen alue rajataan, syy arvojen alittumiseen selvitetään ja vaurio korjataan. *(BY41, 2; Korjaustöiden laatu 2011, 7.)*

Alustan tartuntavetolujuusvaatimus määritellään kuntotutkimuksen pohjalta.

## 6.4 Betonin poisto

Esimerkkikohteen sokkeleissa korjataan vain näkyvät vauriot ja suurimmat halkeamat, eikä suojapeitemittausta tarvitse suorittaa, sillä riskialttiit kohdat pystytään paikallistamaan silmämääräisesti. Vaikka myöhemmin esiintyisi korroosiota, ovat korjaustoimet melko pienimuotoisia.

Vaurioitunut, lohkeileva betoni piikataan pois ehjään pintaan asti. Piikkaustyöt tehdään varovasti ja kevyillä työkaluilla, ettei rakenteisiin synny tarpeettomia lisävaurioita tai halkeamia. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*

Näkyvien raudoitteiden ympäriltä poistetaan betonia niin paljon, että raudoitukset voidaan puhdistaa sekä korroosionsuojata ja kolot täyttää mahdollisimman vaivattomasti. Betonia poistetaan terästangon ympäriltä raudoitteen halkaisijan verran, kuitenkin vähintään 15 mm. Nyrkkisääntönä pidetään, että raudoitteen taakse tulee mahtua sormi. *(BY41, 2; Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*

Halkeamat ja paikattavat kohdat tulee avata työmenetelmin v-roilon muotoon ehjään pintaan asti, jotta paikkausmassa saavuttaisi mahdollisimman hyvän tarttuvuuden. *(BY41, 3.)* Betonirakenteiden paikkaaminen ja pinnoittaminen edellyttävät, että betonin pinta on puhdas irtoaineksista, sementtiliimasta, vanhasta pinnoitteesta, rasvasta ja muusta liasta. Betonipinnan tulee olla karhea ja kiviaineksen näkyvissä. *(Korjaustöiden laatu 2011, 7; Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*

Työntekijä tulee olla perehdytetty kohteeseen ja käytettäviin menetelmiin sekä materiaaleihin. Työntekijällä tulee olla pätevyys betonin purkutöihin. Käytettäessä

piikkauskonetta betonin poistoon työntekijän tulee käyttää suojakypärää sekä kuulon-, hengityksen- ja kasvojensuojaimia. *(Ratu 1185-S. 1998, 16.)*

## **6.5 Raudoituksen kunnostus**

Esiin piikatut raudoitteet pyritään ensisijaisesti puhdistamaan ja ruostesuoja-käsittämään. Mikäli korroosio on pitkälle edennyt, katkaistaan teräkset voimapihdeillä tai kulmahiomakoneella ruostumattomalta alueelta. Rakenteeseen jäävät päät suojataan korroosionestolaasteilla ja -pinnoitteilla. Pituussuunnassa raudoitusta poistetaan ruostumattomalle alueelle, sokkelipinnoissa kuitenkin yleensä vähintään 100 mm. *(BY41, 2; Ratu F31-0359. 2010, 13.)*

Työntekijä tulee olla perehdytetty kohteeseen ja käytettäviin menetelmiin sekä materiaaleihin. Käytettäessä kulmahiomakonetta raudoitusten katkaisuun työntekijän tulee käyttää suojakypärää, kuulon- hengityksen- ja kasvojensuojaimia sekä työntekijällä tulee lisäksi olla voimassa oleva tulityölupa. *( Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*

## **6.6 Paikkaus- ja tasoitustyöt**

Paikkaustöissä paikataan halkeamat sekä raudoituksen paljastamisesta syntyneet aukot. Sokkelien paikkaukset suoritetaan hyväksytyillä korjauslaasteilla laastin toimittajan ohjeiden mukaisesti. *( Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*

### **6.6.1 Alustan puhtauden toteaminen**

Ennen laastipaikkausten aloittamista on varmistettava, että alusta on puhdas ja sopiva tarttuma-alustaksi. Alusta puhdistetaan korkeapainepesulla. Alustan puhtaus voidaan todeta esim. mustalla puuvillakankaalla pyyhkimällä tai paineilmalla puhaltamalla. Puhtauden toteamisen tarve, toteutustapa ja kokeiden lukumäärä kirjataan korjaussuunnitelmaan. *(BY41, 2.)*

Ennen varsinaiseen korjaustoimenpiteeseen ryhtymistä on betonipinnat esikäsiteltävä siten, että pinnat ovat puhtaita sekä lujuudeltaan, karkeusasteeltaan ja kosteustilaltaan sopivia käytettäville korjaustuotteille. Alustassa ei saa olla irtonaista ja heikosti kiinnittynyttä aineita. Alustan tulee olla sopivan kostea, jottei paikkausmateriaalin tarttuvuus jäisi puutteelliseksi. *(BY41, 2.)*

Paikattavat pinnat kostutetaan huolellisesti vuorokautta ennen paikkausta. Kastelu uusitaan noin kahta tuntia ennen töiden aloittamista. Paikattavien pintojen esikostutuksella varmistetaan, ettei paikkauslaasteissa käytetty vesi imeytyisi liikaa kuivaan alustaan aiheuttaen paikkausten kovettumisen kannalta tärkeän veden imeytymistä alustaan. *(BY41, 2.)* Paikkaukseen ryhdyttäessä tulee paikattavan pinnan olla mattakostea, ts. tumma. Betonin pinta ei saa kuitenkaan tuntua kostealta. Kastelu toteutetaan suihkuttamalla vettä kostutettavalle pinnalle. *(BY41, 2.)* Kostutuskertojen määrä riippuu ilman lämpötilasta ja kosteudesta, rakenteen kosteudesta sekä tuulen kuivattavasta vaikutuksesta *(Ratu F31-0359. 2010, 13).*

Esikostutusta ei tarvita, jos pinta on valmiiksi märkä esim. painepesun jäljiltä. Kostutuksen yhteydessä on varmistettava, ettei haitallista kosteutta pääse kulkeutumaan elementtisaumoihin tai lämmöneristeisiin. *(Korjaustöiden laatu 2011, 7.)*

### **6.6.2 Olosuhteet ja olosuhteiden tarkkailu**

Ennen paikkaustöiden aloittamista on varmistettava, että työskentelyolosuhteet vastaavat suunnitteluasiakirjojen ja tuotevalmistajien vaatimuksia. Ulkoilman sekä alustan lämpötilan tulisi olla yli 5 °C, mutta kuitenkin ilman alle 25 °C sekä alustan alle 20° C. *(BY41, 2.)* Olosuhteiden valvomista varten urakoitsijalla tulee olla telineillä lämpömittarit ja ilman suhteellisen kosteuden mittarit. Yleisesti ulkolämpötilan, materiaalien sekä alustan lämpötilan tulisi olla yli 5 °C ja työskentelyä kuumassa tai suorassa auringonpaisteessa sekä vesisateessa tulisi välttää. Korkea lämpötila aiheuttaa paikkausten liian nopean kuivumisen, joka puolestaan voi aiheuttaa halkeilua. Vesisade vaikuttaa paikkausten kovettumiseen hidastavasti ja oikeanlaisen paikkauksen aikaansaaminen hankaloituu. Vallitsevat olosuhteet paikkaustöiden aikana tulee merkitä betonointipöytäkirjaan. *(BY41, 2.)*



### 6.6.3 Käytettävät materiaalit

Urakoitsija vastaanottaa paikkaus- ja pinnoitusmateriaalit ja varastoi ne asianmukaisella tavalla. Paikkausmateriaalit tulee varastoida aluesuunnitelmassa määritellylle paikalle siten, että ne on suojattu sateelta ja varastoitu irti maasta. Käytettävän veden tulee olla puhdasta. Sokkelien betonipinnat pinnoitetaan rakennustyöselityksen mukaisilla betonikorjaustuotesarjaan kuuluvilla suojapinnoitteilla. (*Ratu F31-0359. 2010, 13.*)

Väritys toteutetaan arkkitehtisuunnitelman ja väriyssuunnitelman mukaisesti.

Maalit ja pinnoitteet ovat joko vesiohenteisia valmistuotteita tai ne valmistetaan työmaalla sekoittamalla kuivatuote puhtaaseen veteen tuotevalmistajan antamien seossuhteiden mukaisesti. Useita eriä tehtäessä on huolehdittava, että sekoitussuhde veden ja kuivatuotteen välillä sekä mittaustapa säilyy samana valmistuserien välillä, jotta lopputuloksesta saadaan mahdollisimman yhdenmukainen. (*Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.*)

### 6.6.4 Laastin levitys

Laastikerros muodostuu useista erilaisten aineiden yhdistelmästä, joita ovat tartuntalaasti, korroosionsuoja-aine, paikkauslaasti sekä mahdollinen tasoituslaasti tai pinnoite. Yhteensopivuuden takaamiseksi on suositeltavaa käyttää materiaaleja samasta tuotepiheestä. (*BY41, 2; Esimerkkikohteen rakennustyöselitys 2011, 4; Korjaustöiden laatu 2011, 7.*)

#### 6.6.4.1 Tartuntalaasti

Ennen varsinaista paikkausta paikattaviin pintoihin hierotaan huolellisesti tartuntalaastikerros. Tartuntalaastikerroksen käytön tavoitteena on saada korjatulle pinnalle aikaan hyvin tarttuvuutta omaava kerros, johon varsinainen korjaustuote tarttuu hyvin. Paikkaus tehdään tartuntalaastin päälle märkää märälle -periaatteella. Paikattavan alustan tulee olla niin kostea, ettei se ime korjauslaastin kovettumisen kannalta välttämätöntä vettä. (*BY41, 2; Korjaustöiden laatu 2011, 7.*)

Tartuntalaasti levitetään valmistajan ohjeiden mukaisesti. Yleensä laasti levitetään jäykällä harjalla, telalla tai ruiskulla kostutetulle betonipinnalle. *(Ratu F31-0359. 2010, 13.)*

Suuremmat täytöt tehdään kahdessa tai kolmessa kerroksessa laastivalmistajan ohjeen maksimikerrospaksuuden mukaan. Ensimmäisen laastikerroksen tehtävä on oikaista puhdistettu ja paikattu betonipinta. Ensimmäinen laastikerros levitetään yleensä kumi- tai teräslastalla, harjalla tai ruiskulla. Peräkkäiset tasoituskerrokset tehdään märkää märälle -periaatteella tuotevalmistajan kerrospaksuuksia ja kuivumisaikoja noudattaen. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*

#### **6.6.4.2 Paikkauslaasti**

Paikattavat kohdat täytetään paikkauslaastilla. Korroosionsuojalaastin tulee tässä vaiheessa olla riittävän kovettunutta, ettei se vaurioidu paikkauslaastia levitettäessä. *(BY41, 2.)*

Matalat kolot voidaan täyttää kerralla ja syvemmät kerroksittain materiaalitoimittajan ohjeiden mukaisesti. Halkeamisen ehkäisemiseksi suositellaan välttämään maksimipaksuuden käyttämistä, yleensä suositeltu maksimipaksuus on 15 mm. *(BY41, 2.)* Paikkauslaastin lujuusluokan tulee yleensä olla paikattavan betonin lujuutta alhaisempi ja raekoon paikkojen kokoon nähden mahdollisimman suuri. *(BY41, 2; Korjaustöiden laatu 2011, 7.)*

Toinen tasoituskerros levitetään lastalla tai ruiskuttamalla kostealle laastipinnalle. Laastipinta jätetään joko ruiskupinnalle tai se voidaan tasoittaa suunnitelma-asiakirjojen mallin mukaiseksi. Pinnan viimeistelyä ei kuitenkaan saa aloittaa ennen sideaineen sitoutumisen alkamista, jottei laastin tarttuvuus häiriintyisi. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*

Tarvittaessa suuret paikkaukset muotitetaan, raudoitetaan ja valetaan erillisten suunnitelmien mukaan.

## 6.7 Sokkelien pinnoitus

### 6.7.1 Pintakäsittelyn valmistelu

Laastitasoitetuilta pinnoilta poistetaan irtoaines ja pöly vesihuuhtelulla tai kevyellä painepesulla. Veden kulkeutuminen avoimiin elementtisaumoihin ja sitä kautta eristeisiin tulee estää. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*

### 6.7.2 Pinnoituksen pohjustusyöt

Pinnat pohjustetaan tuotevalmistajan korjausjärjestelmään kuuluvalla pohjustusaineella tai ohennetulla pinnoitteella. Pohjustusaine levitetään telalla, siveltimellä tai harjalla yhteen kertaan tavallisesti kuivalle betonipinnalle. Pohjustusaineen kuivumislämpötila riippuu ilman lämpötilasta sekä kosteudesta. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*

### 6.7.3 Pinnoitus ja jälkihoito

Pinnoite levitetään pohjusteen päälle joko harjalla, telalla tai ruiskulla yleensä kahteen tai useampaan kertaan riittävän pinnoitevahvuuden aikaansaamiseksi. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 5; Ratu F31-0359. 2010, 13.)*

Tasoitepinnan jälkihoito aloitetaan, kun laastin pinta on sitoutunut ja väri alkanut vaalentua. Paikkausten ja ylitasoitusten jälkihoito tehdään taulukon 2 jälkihoitoaikoja noudattaen. Tasoitepinnan jälkihoito toteutetaan vesisumutuksella ja vesitiiviillä peitteellä tuotevalmistajan ohjeiden mukaisesti. Jälkihoitoaikaan vaikuttavat vallitsevat ulkoilman olosuhteet, kuten ilman lämpötila ja kosteus. Jälkihoidon kesto on vähintään kaksi vuorokautta. *(Ratu F31-0359. 2010, 13; Korjaustöiden laatu 2011, 7.)*

Taulukko 2. Paikkaustöiden jälkihoitoaikoja (BY41 2007, 2.)

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

#### 6.7.4 Olosuhteet

Jälkihoitoa toteutettaessa maali- ja pinnoitepinnat suojataan suoralta auringonpaisteelta, tuulelta ja sateelta sekä kostutetaan halkeilun estämiseksi vesisumutuksella tuotevalmistajan ohjeiden mukaisesti. Mikäli sääolot vaativat, suojataan paikkaukset huputtamalla esim. kevytpeitteellä tai muovikalvolla. *(Korjaustöiden laatu 2011, 7.)*

Suotuisien olosuhteiden rajat on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Paikkaustöiden olosuhteet (BY41 2007, 2.)

Olosuhteet	Ilma	Alusta
Lämpötila	+5°C...+25°C	+5°C...+20°C
Kosteus	RH 40...95%	Pintakuiva tai korkeintaan mattakostea

#### 6.7.5 Paikkaustöiden työturvallisuus

Korroosionestolaasteja ja -pinnoitteita käsiteltäessä tulee käyttää suojakypärää, silmiensuojaimia, suojavaatteita ja -käsineitä. Valmistuksen yhteydessä on käytettävä myös hengityssuojaimia. *(Rakennushankkeen työturvallisuus 1994, 10.)*

#### 6.8 Päätyjulkisivujen sokkelien levennys

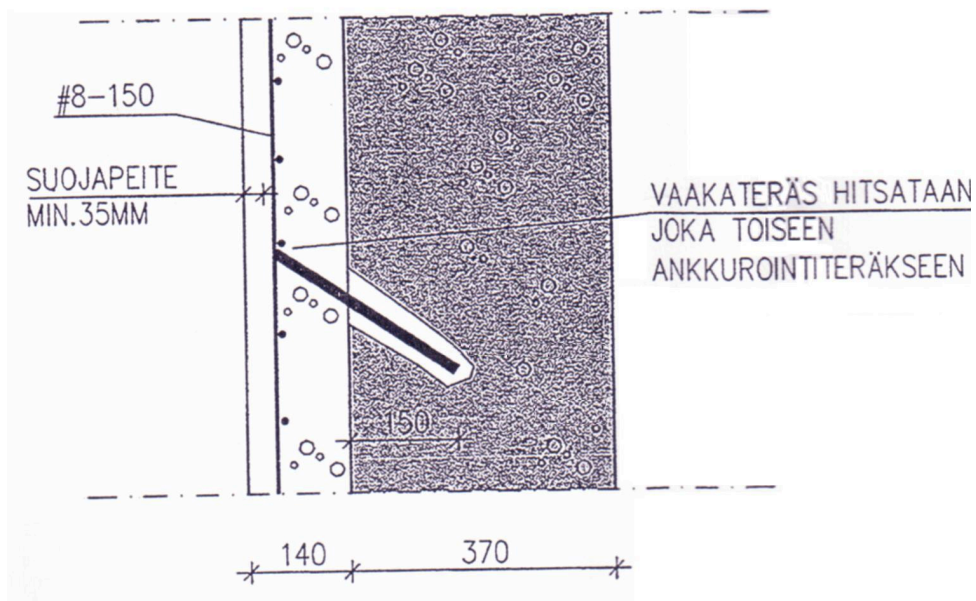
Päätyjulkisivujen tiiliverhoukset puretaan ja muurataan uudestaan siten, että myös lämpöeristeet uusitaan, jolloin seinärakenteen paksuus kasvaa. Seinän paksuuden kasvaessa on tiilimuurausta kannattelevat sokkelit levennettävä.

### 6.8.1 Sokkelien vesihiekkapuhallus

Ennen sokkelien leventämistä nykyisen sokkelipinnan maali on poistettava vesihiekkapuhaltamalla.

### 6.8.2 Sokkelien leventäminen

Uusi sokkeli valetaan suojahuokoistetusta K35-2 -betonista. Vaakaraudoitteena käytetään A500HW-harjaterästä ja uuden betonivalun ankkuriteräksenä käytetään halkaisijaltaan 16 mm:n harjateräksiä. Vaakaraudoitteet hitsataan joka toiseen ankkurointiteräkseen liitepiirustuksen mukaisesti. Sokkelin ja tiilimuurauksen väliin asennetaan kosteuskatko siten, että kermi ylönostetaan 300 mm seinälle. (Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)



Kuva 5. Sokkelin leventäminen, (Esimerkkikohteen rakennepiirustus 2011, 4.)

### 6.8.3 Sokkelipintojen hionta ja painepesu

Valun jälkeen betonipinnat hiotaan tai painepesetään 200 – 300 barin paineella puhtaaksi sementtiliimasta. Muottivarausten kolot paikataan polymeerimodifioidulla korjauslaastilla ja sokkeli ylitasoitetaan ja maalataan kuten muutkin sokkelipinnat. (Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)

## 7. PARVEKKEIDEN KUNNOSTUSTYÖT

Esimerkkikohteessa parvekerakenteet kunnostetaan vuonna 2004 tehdyn kuntotutkimuksen pohjalta. Kuntotutkimuksessa on käynyt ilmi, että riskialttiimmat kohdat sijaitsevat parvekekaiteiden ulkopinnoilla sekä huoneistoparvekkeiden pieliseinien etuosissa. Kuntotutkimuksen perusteella rakenteissa ei esiinny vaarallisia aineita, kuten asbestia.

Parvekerakenteissa kunnostetaan betonikaiteet, parvekkeiden lattiat ja katot sekä pieliseinät.

Parvekkeiden lattioiden kaadot on arvioitu kohtuullisiksi, suuremmiksi kuin 1:100, eikä korjaaviin toimenpiteisiin ole tarpeellista ryhtyä.

Parvekerakenteiden korjaustoimenpiteet keskittyvät rapautuneen betonin poistamiseen ja paikkaamiseen sekä vaurioituneiden terästen puhdistamiseen. Betoniset parvekekaiteet uusitaan ja parvekkeiden ulosheittoputket korvataan uusilla, vastaavilla putkilla.

Ennen töiden aloittamista parvekkeista poistetaan teräksiset suojakaiteet sekä suojataan viereiset ikkunat ja ovet. Parvekkeiden betonirakenteet piikataan auki ja paikataan kuten sokkelien kunnostuksessa. Erona parvekkeiden ja sokkelien kunnostuksessa on, että parvekerakenteissa toteutetaan raudoitteiden peitepaksuuksien mittaaminen suojapeitemittarilla sekä pinnat vesi-hiekkapuhalletaan painepesun sijasta. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*

### 7.1 Parvekerakenteiden vesi-hiekkapuhallus

Edellytyksenä vesi-hiekkapuhalluksen aloittamiselle on, että telineet on suojahuputettu ja viereiset rakenteet sekä elementtisaumat on suojattu asianmukaisella tavalla. Vesi-hiekkapuhalluksessa suihkutetaan veden ja hiekan seos puhdistettavalle pinnalle 10 – 20 MPa:n paineella. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*

Vesi-hiekkapuhalluksella voidaan poistaa ohut betonikerros parvekerakenteiden pinnasta. Puhdistustöiden jälkeen pinnat pestään kevyellä painepesulla, jottei pesuvesien kuljettama lika pääse kovettumaan parvekerakenteiden pintaan. *(Ratu F31-0359. 2010, 13.)*

## 7.2 Terästen suojapeitemittaukset ja betonin karbonatisoitumissyvyyden määrittäminen

Vesi-hiekkapuhalluksen jälkeen mitataan suojapeitepaksuudet suojapeitemittarilla. Betonin karbonatisoitumissyvyys tarkistetaan fenoliftaleiini-indikaattoreilla. Paikat, joissa suojapeitepaksuuden on havaittu olevan alle 10 mm, merkitään väriliidulla rakenteeseen terästen puhdistustöitä varten. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4; Ratu F34-0351. 2009, 14.)*

## 7.3 Terästen esiinpiikkaus ja raudoituksen puhdistaminen

Suojattavat teräkset piikataan esiin kuten sokkelien kunnostuksen yhteydessä. Esimerkkikohteen parvekkeiden ja sokkelien betonikorjaukset tehdään samoilla menetelmillä. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)* Mikäli raudoitteiden ruostumista on tapahtunut vain terästen pinnassa, voidaan niistä saada toimiva raudoitus puhdistamalla ja ruostesuojakäsittelyllä. *(By41, 2.)*

Raudoitukset puhdistetaan yleensä betonipinnan puhdistuksen yhteydessä, tässä tapauksessa mekaanisesti teräsharjaamalla. Mikäli korroosio olisi syvällä teräksissä, jouduttaisiin harkitsemaan vanhojen terästen poistoa ja uusien terästen asennusta.

Puhdistusmenetelmän valintaan vaikuttaa ruostuneiden raudoitteiden määrä. Jos esimerkiksi puhdistettavia teräksiä esiintyisi koko julkisivun alueella, olisi järkevää valita puhdistusmenetelmäksi mekaanisen harjauksen sijasta hiekkapuhallus *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4; Ratu F31-0359. 2010, 13.)*

Puhdistettujen terästen tulee täyttää suunnitelmissa asetetut terästen puhtausvaatimukset *(BY41, 2)*. Raudoituksen korroosionkäsittelyssä käytetään yleensä saman valmistajan korjausjärjestelmään kuuluvia yhteensopivia tuotteita. Työssä tulee noudattaa materiaalin toimittajan antamia ohjeita lämpötila- ja kosteusolosuhteista.

#### **7.4 Paikkaus- ja tasoitetyöt**

Parvekerakenteet paikataan, tasoitetaan sekä pinnoitetaan kuten sokkelien kunnostuksen yhteydessä. Myös jälkihoito toteutetaan vastaavalla tavalla samoissa olosuhdevaatimuksissa. Tartuntavetokokeet, paikkausvetokokeet, työturvallisuus ja muut toimet toteutetaan niin ikään samalla tavalla. *(Ratu F31-0359. 2010, 13; Ratu F34-0351. 2009, 14.)*

#### **7.5 Parvekkeiden kunnostuksen mallityö**

Ennen kuin parvekkeiden kunnostustyöt aloitetaan, urakoitsijan tulee suorittaa hyväksytysti esimerkkiparvekkeen mallityö. Tämä tarkoittaa yhden parvekkeen korjaustoimenpiteitä siinä laajuudessa, missä lopullinen työsuoritus tehdään. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*

#### **7.6 Parvekkeen ulosheittoputken asennus**

Parvekkeen ulosheittoputkea asennettaessa vanhan ulosheittoputken kohdalta timanttikorataan ja vanha ulosheittoputki poistetaan. Uusi putki liimataan timanttikorattuun reikään vanhan putken paikalle. Ulosheittoputken tulee olla ruostumatonta materiaalia, kuten rst-putkea. Ulosheittoputki asennetaan 30 asteen kulmaan. Putken yläpää tiivistetään laatan ja kaiteen betonipintoihin tiivistysmassalla ennen lattioiden pinnoittamista. Pinnoite ulotetaan putken sisäpinnalle. Putken ja kaiteen liittymän ulkoreuna tiivistetään saumamassalla ympäri. *(Ratu F34-0351. 2009, 14.)*

#### **7.7 Huoneistoparvekkeiden kaiteiden purkaminen ja uudelleenvalaminen**

Kaiteet puretaan timanttileikkaamalla terveeseen betoniin asti, tässä tapauksessa n. 50 mm:n korkeudelta laatan yläpinnan tasosta. Säilytettävien kaiteenosien betonikorjaukset tehdään kuten muissa betonirakenteissa. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*



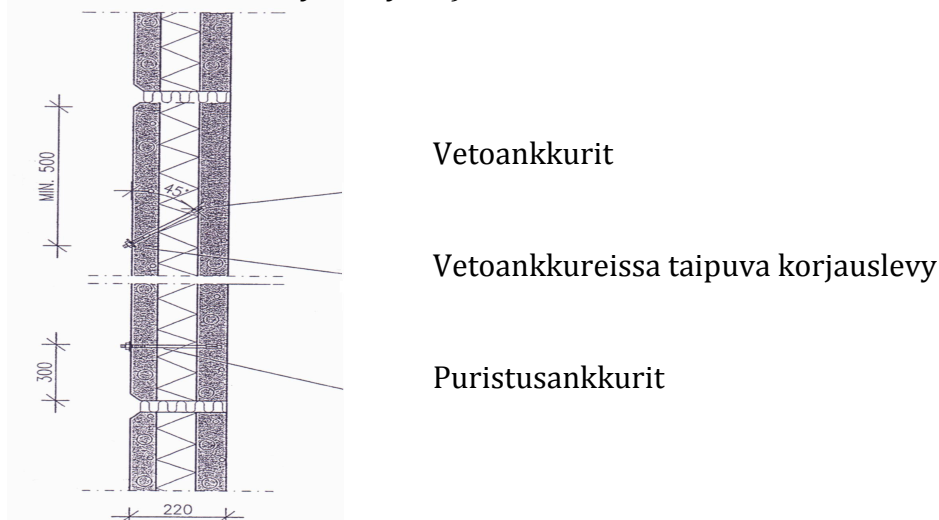
Kaiteiden paikalle valetaan uudet kaiteet, jotka kiinnitetään laatan etureunan uuteen valuun ankkuritapein ja ankkurimassalla. Valukorjaukset jälkihoidetaan 4 – 7 vuorokauden ajan vesikasteluna ja muovihuputuksena ennen muotin purkamista. (*Ratu F34-0376. 2010, 15.*)

## 8. JULKISIVUN NAUHAELEMENTTIEN KUNNOSTUSTYÖT

Eristerappauksen sopivuus vanhaan seinärakenteeseen ja sen rakennusfysikaaliseen toimivuuteen varmistetaan suunnitteluvaiheessa. Rakenteen sisään tai pinnalle ei saa muodostua tiiviitä ja rakenteen kuivumisen estäviä rakennekerroksia. Uuden eristekerroksen sisäpintaan ei saa muodostua kastepistettä.

### 8.1 Ulkokuoren varmuuskiinnitys

Insinööriyön esimerkkikohteen työmaalla ulkokuori kiinnitetään varmuuskiinnityksellä ennen kuin varsinaiset kunnostustyöt aloitetaan. Jokaista ulkokuoren neliometriä varten kiinnitetään neljä varmistuskiinnikettä. Alareunan kiinnikkeet ovat vaakaan asennettavia puristuskiinnikkeitä ja yläreunan kiinnikkeet viistoon asennettavia vetokiinnikkeitä. Kiinnikkeiden tulee olla ruostumattomia kiila-ankkureita. Kiinnikkeiden toimivuus tarkistetaan urakkaan sisältyvillä vetokokeilla, joita tehdään kymmenen kappaletta eri puolilta julkisivua. Elementtien varmuuskiinnityksen vetolujuusvaatimus on 6 kN/ankkuri. (*Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.*)



Kuva 6. Elementtien varmuuskiinnitys (Esimerkkikohteen rakennepiirustus, 4.)

## 8.2 Pesubetonipinnan terästen kunnostustyöt

Tyypillisesti 1970-luvun pesubetonipintaisissa julkisivuissa esiintyy karbonatisoitumista, jonka vuoksi raudotteet ovat päässeet vaurioitumaan. Esimerkiksi pinnoitetuissa betonipinnoissa yhtenäinen rakenne vähentää veden kulkeutumista syvälle rakenteeseen, kun taas pesubetonipinnan karkeus ja epätasaisuus aiheuttavat veden ja sen mukana kulkeutuvien epäpuhtauksien siirtymisen tavanomaista helpommin raudotteiden syvyydelle.

*(Elementtikerrostalon uusi elämä – 1990-luvun julkisivukorjauksia Helsingissä 1999, 6.)*

Eristerappauksen suurimmat ongelmat liittyvät rakenteen kosteustekniseen toimintaan. Uusi rappauskerros ja eristelevyt suojaavat ulkoapain tulevalta viistosateelta riittävästi, mutta estävät sisäkuoren mineraalivillaa huomattavasti huonommin vesihöyryä läpäisevänä eristeenä sisältäpäin tulevan kosteuden poistumista ulkoseinärakenteesta. Eristerappauksen maalaus tulee siksi toteuttaa hyvin vesihöyrynläpäisevällä maalilla. *(Elementtikerrostalon uusi elämä – 1990-luvun julkisivukorjauksia Helsingissä 1999, 6.)*

Pesubetonipintaisen eristerappauksen alustan kunnostustyöt ovat erityisen tärkeitä, sillä vanha julkisivu verhoillaan uudella kerroksella ja vanhan julkisivun vauriot peittyvät. Puutteelliset betoni- sekä teräskorjaukset saattavat jopa pahentaa vaurioita näkyvän kerroksen alla, eikä niitä päästä havaitsemaan, ennen kuin voi jo olla liian myöhäistä. *(Elementtikerrostalon uusi elämä – 1990-luvun julkisivukorjauksia Helsingissä 1999, 6.)*

### 8.2.1 Vaurioituneiden terästen paikallistaminen

Teräkset suojapeitimitataan ja betonin karbonatisoitumissyvyys määritetään. Paikat, joissa suojapeitepaksuuden havaitaan olevan alle 10 mm, merkitään väriliidulla rakenteeseen terästen puhdistustöitä varten. *(BY41, 2; Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*

### 8.2.2 Elementin ulkokuoren ja lämpöeristeen purku

Vaurioituneet kohdat rajataan timanttilaikalla suorareunaiseksi siten, että vaurioitunutta terästä on paljastettu pituussuunnassa ruostumattomalle alueelle asti, yleensä vähintään 300 mm. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*

### 8.2.3 Alustan tasaus

Vaurioituneen betonin poistossa syntyneiden kolojen pohjat tasataan konerappauslaastilla n. 30 mm:n vahvuudelta. Poistettu mineraalivillaeriste korvataan uudella, kovalla mineraalivillalla. Uusi eriste kiinnitetään tasattuun alustaan eristerappausjärjestelmän mukaisella liimالاastilla. Uuden eristeen paksuus on vanhan ulkokuoren eristettä noin 10 mm paksumpi. Liittymät ja ansaiden kohdat tiivistetään uretaanivaahdolla. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4; Ratu F31-0343. 2009, 12.)*

### 8.2.4 Villakerroksen tasaus julkisivupinnan tasoon

Villakerros tasataan muun julkisivupinnan tasoon konerappauslaastilla ja sinkityllä vahvikeverkolla siten, että paikatut kohdat sijaitsevat samassa tasossa pesubetonipintaisen julkisivun kanssa. Laastipinnan tulee kuivua noin kaksi vuorokautta ennen pinnoituksen tekemistä.

Rapattu alue pinnoitetaan ohutrappausjärjestelmän mukaisella verkotuslaastilla ja alkalisuojatulla vahvikeverkolla siten, että vahvikeverkko ulottuu noin 50 cm laastipaikkauksen reunoista pesubetonipinnalle ulottaen. Tällä tavoin varmistetaan eristeen ja paikkauksen kiinnipysyvyys. *(Ratu F31-0343 2009, 12.)*

Mineraalivillan kiinnitys varmistetaan yli 1 m<sup>2</sup>:n laajuisissa vauriokorjauksissa liimالاastin lisäksi mekaanisella kiinnityksellä alustaan *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*

### 8.2.5 Alustan oikaisu

Ennen eristeiden asentamista tulee elementtien saumojen alueet ja julkisivun suuret ja laajat tasaisuuspoikkeamat tasoittaa. Koska esimerkkikohteessa julkisivumateriaalina on pesubetonipintainen elementti, alusta tulee oikaista kauttaaltaan eristeiden kiinnipysyvyyden varmistamiseksi. Lämpöeristeen alusta tulee oikaista siten, että kiinnitettävät mineraalivillalevyt voidaan liimata oikaistuun pintaan. Alustan oikaisu kiinnitysalustaksi tehdään konerappauslaastilla, enintään 20 mm kerroksittain. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4; Ratu F31-0343. 2009, 12.)*

### 8.3 Eristelevyjen kiinnitys

Ohutrappauksen alustana käytetään 80 mm vahvuista lämpöeristettä. Eristeen paloluokka on D, E, ja lämmönjohtavuus  $\lambda=0,031$  W/mK.

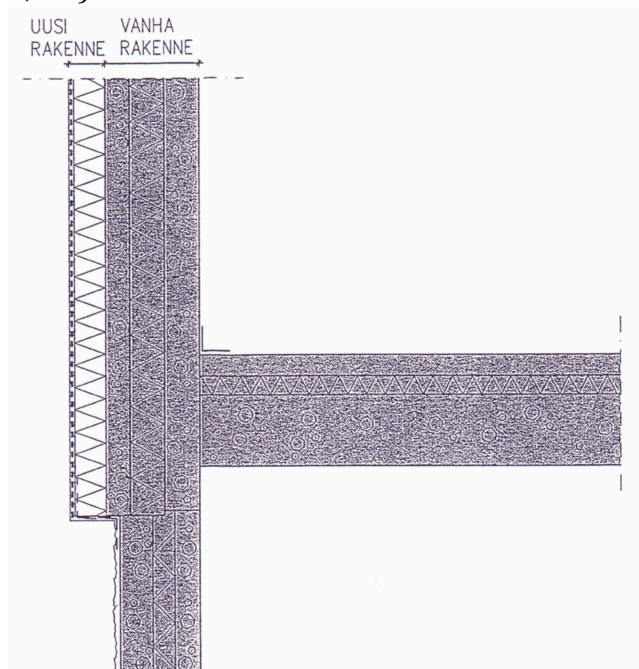
Levyt asennetaan koko eristerapattavan julkisivun alueelle siten, että saumakohdat on asennettu limittäin. Levysaumojen asennusta elementtisaumojen kohdille tulisi välttää. Eristelevyt kiinnitetään tasatulle pesubetonipintaiselle julkisivulle liimalaastilla sekä mekaanisin kiinnikkein, 4 kpl/m<sup>2</sup>. Liimalaastin levityksessä käytetään karkeahampaista levityslastaa. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)* Mekaanisten kiinnikkeiden tulee täyttää ympäristöluokan M 3 mukaiset materiaalivaatimukset. Lämmöneristeen tulee olla tiivistä kiinni alustassa, jotta rakenteen sisään ei pääse muodostumaan ilmavirtauksia mahdollistavia kanavia. *(Korjaustöiden laatu 2011, 7.)* Eristekiinnikkeiden tulee pituudeltaan olla vähintään 150 mm ja niiden vetolujuusvaatimus on 0,5 kN/ kiinnike. Eristeiden kiinnikkeistä tehdään koevetoja kymmenen kappaletta. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*

Rapattavaan kerrokseen asennetaan suunnitelmien ja eristerappausjärjestelmän valmistajan ohjeiden mukaisesti verkko jakamaan julkisivun muodonmuutoksista ja lämpölaajenemisesta aiheutuvaa liikettä sekä estämään rappauksen kuivumisesta aiheutuvaa halkeilua *(Korjaustöiden laatu 2011, 7; Ratu F31-0343. 2009, 12.)*

Eristelevyjen päälle levitetään verkotuslaastilla tasoitekerros, johon painetaan alkalin kestävä lasikuituinen vahvikeverkko. Verkot limitetään valmistajan ohjeiden mukaisesti, yleensä kuitenkin vähintään 100 mm. (Ratu F31-0343. 2009, 12.) Kulmaverkot limitetään kuten muutkin verkot. (Elementtikerrostalon uusi elämä – 1990-luvun julkisivukorjauksia Helsingissä 1999, 6.)

Ohutrappauksessa käytetään kaksinkertaista verkotusta. Siinä alemman alkalisuojatun vahvikeverkon päälle asennetaan verkotuslaastikerros, jonka päälle asennetaan toinen vastaava vahvikeverkko verkkojen saumat limittäen. Tuplaverkotusta ei ole tarpeellista käyttää ikkunanauhojen päiden pienissä betonilevyissä, joihin asennetaan liikuntasaumot. (Ratu F31-0343. 2009, 12.)

Rappauksen alareunaan asennetaan kulmaverkko, joka limitetään sokkelin yläreunaan asennettavan kulmaverkon kanssa. Alusta tasataan laastilla. Alareunan rappaustyön suorittamisessa suositellaan käytettävän erikoislaasteja. Muut smyygit verkotetaan kulmaverkolla ja rapataan, yläsmyygien kallistukset tulee viettää ulospäin. (Ratu F31-0343 2009, 12.)



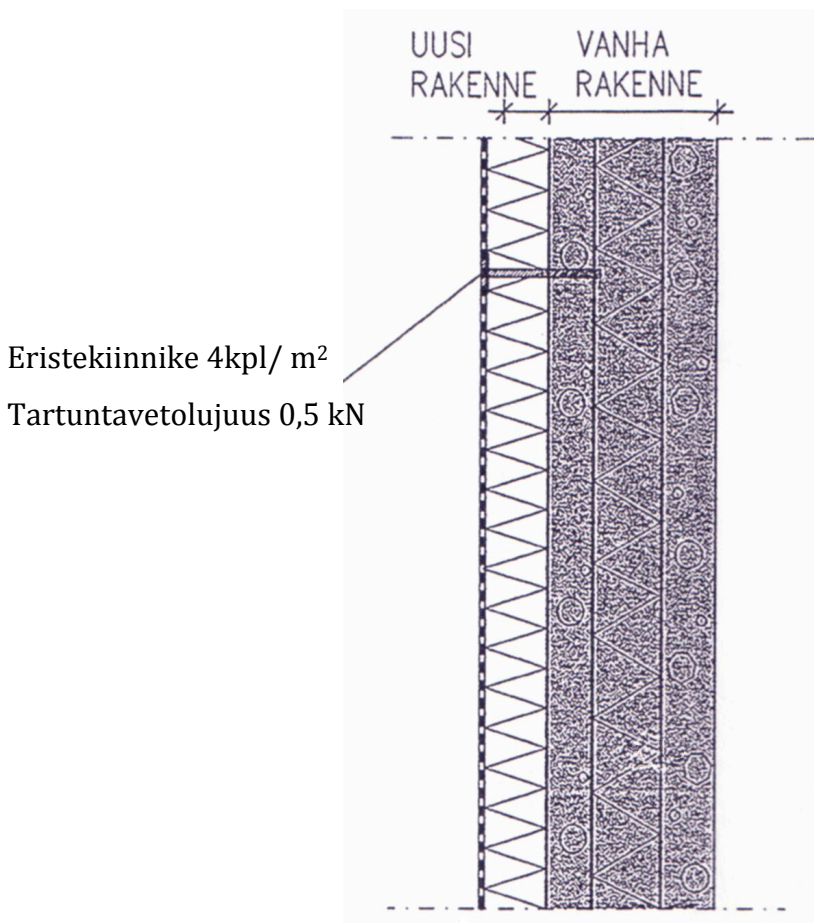
Kuva 7. Rappauksen alareunan ja sokkelin liittymäkohta (Esimerkkikohteen rakennepiirustus, 4.)

## 8.4 Rappaustyöt

Ennen töiden aloittamista on viereiset rakenteet, kuten ikkunat ja ovet suojattava, jotta rappaustöissä syntyneiltä roiskeilta vältyttäisiin (*Korjaustöiden laatu 2011, 7*).

Ennen rappaustöiden aloittamista tulee rappausalustan olla riittävän kovettunut. Rappausalustan lujuuden tulee olla suurempi kuin rappauslaastin, jotta kuivumiskutistuman aiheuttamilta halkeiluilta vältyttäisiin. (*Ratu F31-0343. 2009, 12.*)

Rappausalustan tulee olla riittävän tasainen, jotta ulkonäöstä saataisiin tavoitellun mukainen, mutta kuitenkin niin karhea, että mekaaninen tartunta olisi mahdollisimman hyvä (*Ratu F31-0343. 2009, 12.*)



Kuva 8. Eristelevyjen kiinnitys sandwich-elementtiin (Esimerkkikohteen rakennepiirustus, 4.)

#### **8.4.1 Käytetyt materiaalit**

Rappaustöissä käytettävät materiaalit tulee olla Suomessa testatun ohutrappausjärjestelmän mukaisia. Käytettävän ohutrappausjärjestelmän tyyppi on hyväksyttävä tilaajalla ennen töiden aloittamista. Urakoitsija on vastuussa käyttämiensä tuotteiden laadusta ja on tarvittaessa velvollinen esittämään tuotteiden tutkimuselosteet. *(Ratu F31-0343. 2009, 12.)*

Materiaalit tulee varastoida aluesuunnitelman osoittamiin paikkoihin siten, että materiaalit ovat irti maasta sekä suojassa sateelta *(Korjaustöiden laatu 2011, 7).*

#### **8.4.2 Pinnan puhdistus ja esikostutus**

Ennen rappaustöiden aloittamista tulee alusta puhdistaa irtonaisesta aineesta sekä suoloista, sillä epäpuhtaudet pienentävät alustan imua ja saattavat häiritä tartunnan kehittymistä. Esimerkkikohteessa alusta puhdistetaan kevyellä pesulla, noin kahta tuntia ennen töiden aloittamista. Pintojen pesulla suoritetaan samalla myös alustan esikostutus, jottei kovettumisen kannalta tärkeä vesi imeydy liiaksi alustaan. *(Ratu F31-0343. 2009, 12.)*

#### **8.4.3 Mallityö**

Rappauksen mallityö toteutetaan pienelle alueelle, esimerkiksi parvekkeiden väliselle kaistalle, siten että mallityö on toteutettu kuten lopullinen työsuoritus, käsittäen kaikki vaiheet alustan tasauksesta valmiiseen rappauspintaan ja jälkihoitoon. Mallityö tulee hyväksyttävä tilaajalla ennen lopullista työsuoritusta. *(Esimerkkikohteen rakennustyöselitys, 4.)*

#### **8.4.4 Rappaustyöt**

Rappaustyöt suoritetaan ohutrappausjärjestelmän mukaisilla rappaus tuotteilla, tuotevalmistajan kerrospaksuuksia noudattaen. Ohutrappaus suoritetaan yhdellä laastilla, suoraan rapattavalle pinnalle levitettävänä pintarappauksena. Vaikka ohutrappaus tehdään

yhdellä laastilla, se levitetään usein kahdessa osassa tartunnan varmistamiseksi. Rappauskerroksen paksuus on 2 – 3 mm. (*Ratu F31-0343. 2009, 12.*)

Taulukko 4. Rapatun pinnan tasaisuus ja mittatarkkuusluokitus (Runko RYL 2000, 17.)

#### **Rapatun pinnan tasaisuus (RunkoRYL,)**

mittauspituus	luokka 3
Seinä 2000 mm	±7 mm
Mittatarkkuusvaatimukset ovat voimassa +20 °C:n lämpötilassa.	

#### **Mittatarkkuusluokitus (RunkoRYL)**

Luokka 3	Ulkopinnat ja rakennusosat, joille ei aseteta suuria vaatimuksia.
----------	---

#### **8.4.5 Olosuhteet**

Rappaustyötä ei tule tehdä suorassa auringonpaisteessa ja voimakkaassa tuulessa, eikä alle 5 asteen eikä yli 20 asteen lämpötiloissa (*Runko RYL 2000, 17.*)

#### **8.4.6 Rapatun pinnan liikuntasaumamat**

Eristekerrokseen ja rappaukseen tehdään liikuntasaumamat elementtien liikuntasaumojen kohdille. Ohutrappauksessa liikuntasaumojen paksuuden tulee olla vähintään 5 mm. Liikuntasaumamat tiivistetään elastisella saumaussmassalla. (*Korjaustöiden laatu 2011, 7.*)

#### **8.4.7 Rappauksen jälkihoito**

Rapatut pinnat on kasteltava niin kevyellä vesisumutuksella, että vesi ei pääse valumaan. Rappauksen vesisumutusta tehdään vähintään 1 – 3 vuorokautta rappaustöiden päätyttyä. Näin estetään rappauksen liian nopea kuivuminen ja siitä johtuva haitallinen kutistumahalkeilu. Olosuhteet vaikuttavat jälkihoidon toteuttamiseen siten, että hyvin lämpimällä ilmalla rappausta tulee kastella enemmän kuin ns. normaaleissa olosuhteissa. (*Finnsementti 2011, 5; Ratu F31-0343. 2009, 12.*)



#### 8.4.8 Olosuhteiden vaikutus jälkihoitoon

Rappauspinta kuivuu eri nopeudella kuivissa ja kosteissa olosuhteissa. Kuivumisaikaan vaikuttaa vallitsevat ilman suhteellinen kosteus sekä lämpötila. Lämpötilan voidaan olettaa vaikuttavan kovettumisaikaan seuraavasti

- + 20 astetta: tuore rappauspinta suojataan vesisateelta ja voimakkaalta auringon paisteelta yhden vuorokauden ajan.
- +10 astetta: tuore rappauspinta suojataan vesisateelta 3 vuorokauden ajan.
- +5 astetta: tuore rappauspinta suojataan vesisateelta 7 vuorokauden ajan.

(BY41, 2.)

#### 8.4.9 Työturvallisuus rappautöissä

Työntekijät perehdytetään kohteeseen ja käytettyihin materiaaleihin. Työntekijällä tulee olla tarvittavat pätevyudet, kuten työturvallisuuskortti, sekä oikeanlaiset suojarusteet. Rappautöissä työntekijän tulee käyttää suojalaseja ja kuulonsuojaimia massan ruiskutuksessa ja hiontatöissä. Massan valmistuksen yhteydessä tulee käyttää hengityksensuojainta. Työmaalla työskennellessä tulee aina käyttää suojakypärää sekä turvakengkiä. (*Rakennushankkeen työturvallisuus 1994, 10.*)

## YHTEENVETO

Insinööriyössä käsiteltävät korjaustoimenpiteet pohjautuvat menetelmiin, joita esimerkkikohteessa käytetään. Korjaustöiden tekniset suoritukset ovat esimerkkejä toimenpiteistä, joita esimerkkikohteen kaltaisissa 1960- ja 1970-lukujen aikana rakennetuissa taloissa julkisivukorjaustöiden aikana tavanomaisesti tehdään ja mitä on huomioitava ennen varsinaisten toimenpiteiden aloittamista.

Esimerkkikohteessa toteutetut korjausmenetelmät takaavat rakennuksen ulkokuoren toimivuuden. Lähtökohtaisesti betonivauriot sokkeleissa sekä parvekerakenteissa ovat yleensä melko helposti korjattavissa. Betonirakenteiden kunnostustyöt esimerkkikohteessa ovat niin sanottuja keveitä toimenpiteitä, eli vaurion aiheuttaja poistetaan ja korjaustöiden jäljet paikataan. Korjaustoimilla ei siis edes pyritä kymmenien vuosien kunnostusväliin, vaan tavoitteena on pysäyttää vaurio, kuten karbonatisoitumisen eteneminen. Erityisen tärkeää tämän kohteen korjaustöissä on keskittyä verhoiltavan pesubetonipinnan korjaustöihin, jotta eristerapattavan pinnan alla vauriot eivät pääse muhimaan ja siten pahentumaan. Eristerappaukseen liittyvä lisälämmöneristäminen siirtää rakenteen kastepistettä kauemmas raudoitteista, mikä parantaa julkisivun oletusikää. Vertailuna eristerappauksen toimivuudesta voidaan sanoa, että mikäli julkisivussa korjataan betonivauriot, kuten tässäkin kohteessa, mutta eristerappauksen sijasta suoritetaan pelkkä hengittävä rappaus, on näiden oletusiässä suuri vaihtelevuus. Pelkällä rappauslaastilla verhoiltavan pinnan huolto- tai kunnostusväli on noin 5 – 12 vuotta, kun taas lämpörappauksella voidaan saavuttaa jopa 30 vuoden käyttöikä. Toimivuuteen vaikuttavat luonnollisesti myös rakennuksen vaipan toimivuus sekä toimiva vesien poisjohtaminen.

Korjaustöiden työselitysten sekä yleisaikataulun pohjalta luotiin tehtäväsuunnitelmakortisto, joka tarjoaa hyvin hahmotetun sekä ennakoidun lähtökohdan onnistuneen korjaushankkeen läpiviemiseksi.

Korjaustoimenpiteiden tehtäväsuunnittelu käsittää korjaushankkeen kannalta keskeisten toimenpiteiden yksityiskohtien määrittämisen. Tehtäväsuunnittelu auttaa pääurakoitsijaa

saavuttamaan teknisesti ja visuaalisesti laadukkaan lopputuloksen sekä valvomaan suunnitelmien ja määräysten täyttymistä.

Tehtäväsuunnitelmalla määritellään yksittäisessä työvaiheessa huomioitavia toimenpiteitä, riskien havainnointia, kustannuksia, aikataulutusta sekä urakkarajoja, jotka vaikuttavat tavoiteltuun lopputulokseen. Huolellisesti laadittuna työvaiheen tehtäväsuunnitelma antaa yksityiskohtaisen selvityksen tehtävän sisällöstä, toteutustavasta sekä tavoitellusta lopputuloksesta. Tarkoituksena oli keskittyä työvaiheiden laajoihin kokonaisuuksiin ja muodostaa tiedostopohja, johon tulevien hankkeiden mahdolliset hankekohtaisesti huomioitavat asiat ovat helposti täytettävissä.

Lopputuloksena esimerkkikohteen julkisivukorjaustyömaalle luotiin seitsemästä keskeisestä työvaiheesta tehtäväsuunnitelmakortisto, johon on täytetty hanketta koskevat toimenpiteet.

Laatimani julkisivukorjaustoimenpiteiden tehtäväsuunnitelmat on todettu käyttökelpoisiksi ja ne on otettu käyttöön esimerkkikohteen työmaalla.

## LÄHTEET

1. Betonijulkisivut 2007. Betonikeskus ry.
2. Betonirakenteiden korjausohjeet 2007, BY41. Suomen betoniyhdistys ry.
3. Betonitekniikan oppikirja 2004. Suomen Betoniyhdistys ry.
4. Esimerkkikohteen rakennustyöselitykset ja rakennepiirustukset 2011.
5. Finnsementti 2011. Saatavissa: [www.finnsementti.fi/sementit/parmu\\_jalkihoito.htm](http://www.finnsementti.fi/sementit/parmu_jalkihoito.htm) (viitattu 28.2.2011).
6. Hannula, P. & Salonen, M. 1999. Elementtikerrostalon uusi elämä – 1990-luvun julkisivukorjauksia Helsingissä. Helsingin kaupunki, rakennusvalvontavirasto.
7. Korjaustöiden laatu 2011. Rakennustieto Oy.
8. Mittaviiva 2011. Saatavissa: [www.mittaviiva.fi/C700tehtavasunnitelma/kuva4.html](http://www.mittaviiva.fi/C700tehtavas suunnitelma/kuva4.html) (viitattu 28.2.2011).
9. Neuvonen, P. 2006. Kerrostalot 1880 – 2000 Arkkitehtuuri, rakennustekniikka, korjaaminen. Rakennustieto Oy.
10. Rakennushankkeen työturvallisuus 1994. Rakennustieto Oy.
11. Ratu F31-0192. Betoniulkoseinän korjaus, menekit 2000. Rakennustieto Oy.
12. Ratu F31-0343. Ulkoseinän eristerappaus 2009. Rakennustieto Oy.
13. Ratu F31-0359. Betoniulkoseinän korjaus 2010. Rakennustieto Oy.

14. Ratu F34-0351. Parvekkeen korjaus, betoniset parvekkeet 2009. Rakennustieto Oy.
15. Ratu F34-0376. Betonielementtiparvekkeiden purku ja uusiminen 2010.  
Rakennustieto Oy.
16. Ratu 1185-S. Purkutöiden turvallisuus 1998. Rakennustieto Oy.
17. Runko RYL 2000. Rakennustieto Oy.