



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
VASA YRKESHÖGSKOLA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Joonas Uljas

**RAPATUN JULKISIVUN KUNTOTUT-  
KIMUS JA KORJAUSEHDOTUKSET**

**As oy Kasarminkatu 21**

Tekniikka ja liikenne  
2014

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Joona Uljas
Opinnäytetyön nimi	As oy Kasarminkatu 21 julkisivun kuntotutkimus sekä korjausehdotukset
Vuosi	2014
Kieli	suomi
Sivumäärä	55 + 14 liitettä
Ohjaaja	Heikki Paananen

---

Opinnäytetyöni aihe oli tehdä rapatun julkisivun kuntotutkimus korjaussuunnitelua varten. Tutkimuksen kohde, As Oy Kasarminkatu 21, on asuinkerrostalo, joka on rakennettu vuonna 1934 ja julkisivua on korjattu vuonna 2003. Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia rakenteen kunto, vauriot ja vaurioiden aiheuttajat sekä selvittää rakenteelle parhaat korjaustavat.

Toteutin kuntotutkimuksen silmämääräisesti tarkastelemalla, ainetta rikkomattomilla menetelmillä sekä tarvittavissa osin ainetta rikkovilla menetelmillä. Kopokartoituksella pyrin selvittämään alustastaan irtonaisen rappauksen määrää sekä rappauksen kovuutta.

Tutkimusteni perusteella suurimmiksi vaurioiden aiheuttajiksi ilmenivät liittyvien rakenteiden, kuten katon, rännien ja pellitysten huono kunto sekä väärillä menetelmillä toteutettu edellinen julkisivukorjaus.

Tutkimusten perusteella määrittelin korjausehdotukseksi eristerappauksen tai uusimiskorjauksen. Julkisivuremontin yhteydessä huomiota tulee kiinnittää myös liittyvien rakenteiden kuntoon.

---

Avainsanat                      kuntotutkimus, julkisivu, vauriot, korjausehdotus

## ABSTRACT

Author	Joona Uljas
Title	As Oy Kasarminkatu 25 condition survey of façade and repair proposals
Year	2014
Language	Finnish
Pages	55 + 14 Appendices
Name of Supervisor	Heikki Paananen

---

The topic of my thesis was do plastered façade of condition survey and repair proposal. Investigated in the building is built in 1934 and its façade is renovated by 2003. The target of the research was explore condition of the structure, damages, causes of the damages and explore the best repair methods of structure.

My methods on condition survey were visual examination, non-destructive- and destructive methods. The hardness of the plaster and amount of loose plaster I tried to find by knock mapping.

For the most causes of damages were roofs, gutters and metal sheets dis repair and false methods of the façade renovation.

Based of the condition survey I defined with repair proposals the insulating plastering or the renewal repairing. Façade of the renovation should pay attention to with structural condition.

---

Keywords                      Condition survey, facade, damage, repair proposal

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	9
2	KUNTOTUTKIMUS YLEISESTI.....	11
	2.1 Kuntotutkimuksen vaiheet .....	12
	2.2 Kuntotutkimuksen toteutus .....	14
3	TURMELTUMIS MEKANISMIT.....	16
	3.1 Betonirakenteiden vauriotyyppit.....	16
	3.1.1 Kutistuminen.....	16
	3.1.2 Viruma.....	16
	3.1.3 Halkeilu.....	17
	3.1.4 Karbonatisoituminen ja raudoitteiden korroosio.....	17
	3.1.5 Pakkasvauriot .....	18
	3.1.6 Suunnitteluvirheet .....	19
	3.1.7 Valmistusvirheet .....	20
	3.2 Vaurioituneen betonirakenteen korjaaminen .....	20
	3.2.1 Korjauspintojen käsittely .....	21
	3.2.2 Korjausmenetelmät betonirakenteille.....	22
	3.3 Muurattujen rakenteiden vauriotyyppit.....	24
	3.3.1 Poltetun tiilen vauriot.....	24
	3.3.2 Muuraus- ja rappauslaastin vauriot .....	25
	3.3.3 Raudoitteiden ja muuraussiteiden vauriot.....	25
	3.3.4 Halkeilu muuratussa rakenteessa .....	26
	3.4 Muurattujen rakenteiden vaurioiden ehkäisy ja korjaaminen.....	26
	3.5 Rapattujen rakenteiden vauriotyyppit .....	27
	3.5.1 Kosteusvauriot .....	27
	3.5.2 Suunnittelu- ja työvirheet.....	28
	3.6 Rappausvaurioiden ehkäisy ja korjaus.....	28
	3.6.1 Paikkarappaus .....	29
	3.6.2 Uusintarappaus .....	29

3.6.3	Rapatun seinän huoltomaalaus.....	30
3.7	Puurakenteiden vauriotyypit .....	31
3.7.1	Kosteusvauriot .....	31
3.7.2	Työ- ja suunnitteluvirheet .....	32
3.8	Korjaus- ja huoltomenetelmät puurakenteille.....	32
3.9	Teräsrakenteiden vauriotyypit .....	33
3.9.1	Korroosio metallirakenteissa.....	34
3.9.2	Teräsrakenteen vaurioiden ehkäisy ja korjaus .....	34
4	AS OY KASARMINKATU 21 .....	36
4.1	Kiinteistön perustiedot .....	36
4.2	Kiinteistössä tehdyt korjaukset .....	36
5	JULKISIVUN KUNTOTUTKIMUS .....	37
5.1	Pohjatietojen selvitys .....	37
5.2	Aistinvarainen menetelmä .....	38
5.3	Kopo-kartoitus .....	39
5.4	Ainetta rikkovat menetelmät.....	40
6	JULKISIVUNRAPPAUKSEN KORJAUSTARVETTA AIHEUTTAVAT TEKIJÄT.....	41
6.1	Julkisivurappauksen vauriot.....	41
6.2	Kosteustekninen toimivuus.....	41
6.3	Liittyvien rakenteiden kunto .....	42
7	VAIHTOEHTOISET KORJAUSTAVAT JULKISIVULLE .....	44
7.1	Paikkaus- ja pinnoituskorjaus .....	44
7.2	Rappauspinnan uusimiskorjaus.....	45
7.3	Peittävä korjaus .....	46
7.4	Rappausalustan korjaus.....	48
7.5	Liittyvien rakennusosien korjaus .....	49
8	YHTEENVETO JA KORJausehdotukset.....	50
8.1	Tutkimustulosten yhteenveto .....	50
8.2	Korjausehdotukset julkisivurappaukselle .....	51
8.2.1	Eristerappaus .....	52
8.2.2	Uusimiskorjaus.....	52

8.2.3	Liittyvien rakenteiden korjaus.....	53
9	PÄÄTELMÄT.....	54
	LÄHTEET.....	55
	LIITTEET	

**KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO**

**Kuvio 1.** As Oy Kasarminkatu 21 s. 32

**LIITTEET****LIITE 1.** Kuntotutkimusraportti, As Oy Kasarminkatu 21



## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni tavoite on tutkia As oy Kasarminkatu 21:n julkisivurappauksen nykyinen kunto, selvittää seinän rakenteet ja tarvittavat korjaustarpeet sekä laatia korjausehdotukset.

Kuntotutkimuksen tilaaja on isännöitsijätoimisto Buma-Team Oy, joka toimii kiinteistön isännöitsijänä. Isännöitsijänä Buma-Team Oy vastaa kiinteistön kunnosta ja sen tarpeenmukaisesta korjauksesta ja ylläpidosta.

Rakennusten julkisivut ovat silmämääräisesti arvioiden huonossa kunnossa ja julkisivuremontti on tarpeenmukaista toteuttaa lähi vuosina. Opinnäytetyöni tavoite on selvittää julkisivuremontin tarpeet, kiireellisyys sekä sen laajuus. Lisäksi tutkimuksen tavoitteena on selvittää mahdolliset syyt nykyisen pinnan vaurioihin sekä selvittää vaurioiden eteneminen runkorakenteissa, jotta vauriot voidaan poistaa julkisivun korjauksessa.

Kuntotutkimus toteutettiin keväällä 2014. Tutkimuksessa selvitettiin julkisivun nykyiset vauriot, niiden laajuus ja vakavuus. Pintarappaus tutkittiin silmämääräisesti. Rakennusten runkoa ja rappauksen tartuntaa tutkittiin satunnaisella otannalla rakennuksen eri seiniltä. Pintaa irrotettiin mekaanisesti, jolloin saatiin pohja ja runkorakenteet näkyviin, jolloin voitiin arvioida niiden kunto.

Tutkimuksesta saatujen tulosten perusteella julkisivun maalipinta ja rappaus olivat suurelta osin huonossa kunnossa. Maalipinta oli hilseilnyt ja rappaus monin paikoin irti alustastaan. Suurimpana syynä tähän oli liian tiivis maalipinta ja sen seurauksena rappaukseen aiheutuneet kosteusrasitukset. Vaikka rappaus- ja maalipinnat olivat paikoitellen hyvinkin huonossa kunnossa, oli runkorakenteena toimiva massiivitiilimuuri hyväkuntoinen ja siten vahva pohja uudelle julkisivupinnalle.

Korjausehdotuksina rakennusten julkisivuille ehdotin peittävänä korjauksena eristerappaus tai uudestaan tehtävää kaksi- tai kolmikerrosrappaus. Eristerappauksen etuna on lisälämmöneristys sekä purkutyön minimointi. Eristerappauksen mahdollisena esteenä voivat olla arkkitehtuuriset ulkonäön muutokset sekä van-

han rakennuksen suojelusäädökset. Uusimiskorjausmenetelmää puoltaa purkutyön jälkeen nähtävä kokonaiskuva alustan mahdollisista vaurioista.

## 2 KUNTOTUTKIMUS YLEISESTI

Kuntotutkimus tarkoittaa tietyn rakennekokonaisuuden tai rakennusosan korjaussuunnittelun perustaksi tehtävää selvitystä. Kuntotutkimusta voidaankin pitää kuntoarvion jatkotoimenpiteenä. Kuntoarvion tulee kuulua kiinteistön normaaliin kunnossapitoon, jolloin kuntotutkimuksen tarve lähtee tehdystä kuntoarviosta, jonka perusteella on tehty alustava päätös jonkin osan saneerauksesta. Koko kiinteistöön kohdistuva kuntoarvio on liian suuripiirteinen ja yksipuolinen pinta-arvio korjaussuunnittelua silmälläpitäen. /1/

Kuntotutkimus tehdään, koska korjauksen kohteeksi valittu rakenne tai rakennusosa sekä siihen suunniteltu korjaustoimenpide voi olla kuntoarvion perusteella tehtynä täysin väärä, tai siihen arvioitu korjausperuste on väärä. Erilaisten tutkimusmenetelmien avulla pystytään selvittämään rakenteessa käytetyt materiaalit, rakenteiden kunto ja tekninen toimivuus, niihin kohdistuvat rasitukset sekä niiden vaatima korjaustapa. Kuntotutkimuksen vaiheet voidaan jakaa neljään pääalueeseen. Kuntotutkimuksen vaiheita ovat kohteen asiakirjoihin tutustuminen, kohteen aistinvarainen tutkiminen ja kenttätutkimukset sekä mahdollisten näytteiden ja näytepalojen otto ja niiden laboratoriotutkimukset. Tutkimusraportin koonti tehdään eri tutkimusmenetelmillä saatujen tulosten perusteella. Kohteen korjaussuunnittelu onnistuu helpommin hyvin tehdyn kuntotutkimuksen perusteella. Korjausten tarkka kohdentaminen ja määrälaskenta ovat tällöin helpompia toteuttaa. /1; 6/

Menetelmät ja toimintatavat vaihtelevat huomattavissa määrin, riippuen siitä, minkälainen on kuntotutkimuksen kohde. Esimerkiksi LVI-putkistojen ja julkisivujen kuntotutkimusmenetelmät poikkeavat toisistaan suuresti. Kuhunkin tutkimuskohteeseen oikein valituilla menetelmillä voidaan selvittää olevat ja tulevat rakenteelliset vauriot sekä niiden aiheuttajat, laajuus ja vaikutukset. Perusteellisen tutkimuksen avulla saadaan selville myös rakenteiden tai rakennusosien korjaukelpoisuus tai mahdollisuus rakenteen uudistamiseen. /1; 6/

Kuntotutkimuksen onnistumisen kannalta on olennaista suunnittelijan vastuu tutkimuksessa. Tutkimuksen suunnittelijan täytyy olla ammattilainen, jotta hän osaa

valita kunkin kohteen vaatimat tutkimusmenetelmät ja tavat. Tutkimuksen suunnittelijan täytyy osata myös arvioida mahdollisissa näytteenottotapauksissa otannan riittävä laajuus, että näytteiden antamat tulokset olisivat mahdollisimman luotettavia. Erilaisia menetelmiä tutkimuksessa ovat mm. pintaa rikkomattomat menetelmät, mittauslaitteita vaativat menetelmät ja pinnan rikkomista vaativat menetelmät. /2/

## **2.1 Kuntotutkimuksen vaiheet**

Kohteen lähtötietojen keräämisellä ja perustietoihin perehtymällä selvitetään tutkittavan kohteen rakennetyyppejä, käytettyjä materiaaleja sekä aiemmin tehtyjä korjauksia. Suunnitteluasiakirjojen perusteella voidaan myös selvittää erilaisia rakenteille aiheutuvia rasituksia. Kiinteistön rakennusaikakauden mukaan rakenteet vaihtelevat suuresti, kuten esimerkiksi rakennetyypit, räystäiden pituus, pintamateriaalit sekä LVIS-ratkaisut. Kohteen lähtötiedoilla tarkoitetaan erityisesti suunnitteluasiakirjoja, kiinteistön käyttäjien ja huoltohenkilöstön havaintoja sekä tietoja, sekä tuoreinta kuntoarviota. Jos tilaajalla ei ole kaikkia tarpeellisia asiakirjoja, niin lähtötietoja voi etsiä esimerkiksi kohteen suunnittelijalta ja rakennusvalvontavirastosta. Erityisesti vanhoja kiinteistöjä tutkittaessa on tärkeä ottaa huomioon se mahdollisuus, että toteutuksessa ja suunnitelmissa on poikkeamia, jotka eivät ilmene mistään asiakirjoista. Tämän vuoksi tarkemmat tutkimukset ovat usein tarpeellisia. Kiinteistön käyttäjien tiedot ovat erityisen hyödyllisiä vaurioiden syntyajankohtaa sekä vaurioiden etenemisnopeutta määriteltäessä. /1/

Aistinvaraisella tarkastelulla voidaan määrittää kohteen alustava luokittelu. Jos aistinvaraisilla menetelmillä todetaan tutkittava rakenne niin huonokuntoiseksi ja laajaksi, etteivät pienehköt korjaustoimenpiteet ole järkeviä, kannattaa laajempien kenttätutkimusten tarpeellisuutta harkita tarkasti. Vaikka kenttä- ja laboratoriotutkimukset päätettäisiin jättää tekemättä, täytyy tutkittavat rakennusosan rakenteet, materiaalit, ym. korjaussuunnittelun vaatimat tiedot selvittää ennen korjaussuunnittelun aloittamista. Jos taas tutkittavassa osassa on vain vähän aistinvaraisin menetelmin havaittavia vaurioita, saattaa tarkempien tutkimusten puuttuminen jättää tutkijalle väärän tuloksen tutkimuskohteesta. Aiemmin tehdyillä pintaremonteilla

on voitu peittää, mutta silti jättää korjaamatta silmämääräisestikin havaittavia vaurioita. /1; 3/

Aistinvarainen tutkiminen on aina rakenteita rikkomaton menetelmä. Menetelmällä ei päästä vielä kovin pitkälle tutkimuksessa, mutta saadaan silti helposti kattava kokonaiskuva tutkittavasta kohteesta. Aistinvaraisen menetelmän etuna on tutkimusten edullisuus. Alustavat tulokset saadaan ilman kalliita tutkimuksia sekä mitauslaitteistoja. Haittapuolia ovat mahdolliset tutkijan virhearviot ja tarkempien tietojen puute vaurioista. /2/

Kenttätutkimuksiin ryhdytään, kun halutaan selvittää aistinvaraisesti löydettyjen vaurioiden syitä sekä vahinkojen todellista laajuutta. Monesti rakenteen pinnasta löydetty vaurio aiheutuu syvemmillä rakenteessa tapahtuneesta vauriosta. Yleisesti ottaen, edes perusteellisella esiselvityksellä saadut tulokset eivät ole riittävän tarkkoja, vaan vaaditaan kenttätutkimuksia tarkempien havaintojen ja tulosten selvittämiseksi. Kenttätutkimuksiin kuuluu ainetta rikkomattomat menetelmät ja ainetta rikkovat menetelmät. Tutkimuksen resurssit ja budjetti määrittävät tutkimuksen laajuuden ja mahdollisuudet käyttää erilaisia laitteistoja ja menetelmiä. /1/

Ainetta rikkomattomia menetelmiä ovat mm. kosteusmittaukset pintamittarilla, infrapunakuvaus, viemärikuvaus, lämpökamerakuvaus sekä kaikki muu mittaus- ja tutkimustyö, jossa ei tehdä rakenteeseen jälkiä. Pintamittausmenetelmillä saadut tulokset vaihtelevat ja niiden tulkinta on haastavaa. Ainetta rikkomattomat menetelmät antavat kuitenkin osviittaa tarkempien tutkimusten suunnitteluun. /2; 7/

Ainetta rikkovilla eli rakenteen pintaa rikkovilla menetelmillä päästään rakenteeseen syvemmälle. Pintaa rikottaessa saadaan otettua näytteitä ja näytepaloja sekä pintamateriaaleista että runkomateriaaleista. Pintaa rikkovalla menetelmällä päästään myös mittaamaan rakenteiden kosteutta pintaa syvemmältä ja tarkemmilla mittauslaitteilla. Näytteitä voidaan ottaa esimerkiksi sisäilmasta, betonirakenteista, puurakenteista, pintamateriaaleista tai muista mahdollisesti vaurioituneista rakenteista. Otettuja näytteitä voidaan analysoida laboratorio-olosuhteissa monella eri tavalla ja hyvinkin tarkasti. Näytteiden otanta tulisi olla tarpeeksi laajaa, jotta saadut tulokset edustaisivat mahdollisimman kattavasti koko rakennusta. /2/

## 2.2 Kuntotutkimuksen toteutus

Kiinteistöjen huoltotoimenpiteisiin ja korjaustarpeiden kartoitukseen kuuluu noin viiden vuoden välein tehtävä kokonaisvaltainen kuntoarvio. Kuntoarvion perusteella voidaan sanoa, tarvitaanko johonkin osa-alueelle arviota täydentävää kuntotutkimusta. Kun arvioidaan rakennuksen kuntoa ja siinä ilmenee vaurioita, voidaan tarpeen niin vaatiessa tehdä vaurioituneelle rakennusosalle kuntotutkimus. Kuntotutkimuksen tarkoitus on tutkia rakenteen kuntoa ja toimivuutta sekä vaurioiden laajuutta, laatua, syitä ja etenemistä. Kuntotutkimuksen sisältö suunnitellaan tutkimuksen tarpeen ja käytettävissä olevien varojen mukaisesti, mutta kuitenkin niin, että lähtökohtana ei ole tietyt menetelmät, vaan lähtökohtana on tutkittava kohde. Kohteen laadun ja tutkimuksen etenemisen mukaan otetaan tutkimukseen mukaan tarvittavia menetelmiä kustannusten rajaamassa laajuudessa. Kuntotutkimuksen tavoitteena on saada käsitys kiinteistön kunnosta ja korjausten kiireellisyydestä sekä saada lähtötietoja korjaussuunnitteluun. /2/

Tutkimus aloitetaan perehtymällä suunnitelmiin ja asiakirjoihin, jonka jälkeen tehdään tutkimuksia aistinvaraisin menetelmin. Aistinvaraiset menetelmätkin voivat hiukan poiketa toisistaan, riippuen tutkittavasta rakennuksesta. Aistinvaraisten tutkimusten perusteella valitaan tutkittavaan kohteeseen parhaiten soveltuvat ja tarpeen mukaiset tutkimusmenetelmät. Tarkempia tutkimuksia, kuten näytteenottoja laboratorioskokeita varten tehdessä, on huomioitava näytteen ottojen ja tarkastelun riittävästä laajuudesta, jotta saadaan mahdollisimman kattavia tuloksia. Tulokset esitetään kuntotutkimusraportissa. Tuloksiin kirjataan nykyisen kunnan lisäksi ainakin arvio vaurioiden etenemisnopeudesta ja syistä, jotta saadaan kattava pohja vaurioiden korjausta suunniteltaessa. Tutkimustulokset voivat vaihdella paljonkin riippuen tutkimuksen suunnittelijan ja tekijän ammattitaidosta sekä tarkastelun laajuudesta. Siksi kuntotutkimus ei yksin riitä korjaussuunnitteluksi. /2/

Tutkimusten kohdentaminen on harkittava huolellisesti, sillä tietojen saaminen perustuu pitkälti otantaan, joka on kohdennettava mahdollisimman hyvin. Kaikki vauriot eivät löydy helposti ja todelliset vauriot voivat olla jotain aivan muuta, mitä aistinvaraisen tarkastelun perusteella odotetaan. Tutkimusmenetelmät vali-

taan kohteeseen sopivaksi, käyttäen aluksi halpoja menetelmiä ja siirtymällä tarpeen vaatiessa kalliimpiin menetelmiin. Kalliit ja hienot tutkimusmenetelmät ja laboratoriokokeet eivät takaa kattavaa lopputulosta, vaan paras tulos saadaan silloin, kun tutkija perehtyy tarkasti tutkittavaan kohteeseen ja sen rakenneratkaisuihin. Tutkimusta tulee siis lähteä tekemään ongelmakeskeisesti eikä menetelmäkeskeisesti. /2/

Kuntotutkimuksen lopputulos on raportti, johon kirjataan kohteen yleistiedot, tutkittava rakenne, turmeltumismekanismit sekä kohteeseen tehdyt tutkimukset, havainnot sekä tulokset. Julkisivu- ja pohjapiirustuksiin merkitään näytteenottopaidat. Lopuksi raporttiin kirjataan tutkimuksen analysointi, johtopäätökset korjaustarpeista, korjaustarpeiden kiireellisyys sekä korjausehdotukset. Raportista täytyy löytyä myös yhteenveto, josta löytyy rakennusten kunto ja korjaustarve lyhyesti ja ytimekkäästi kaikille ymmärrettävällä tekstillä. /2/

### 3 TURMELTUMISMEKANISMIT

#### 3.1 Betonirakenteiden vauriotyypit

Betonirakenteille tyypillisimpiä turmeltumismekanismeja ovat erilaiset halkeilut, korroosio, pakkasrapautuminen ja betonin karbonatisoituminen. Kyseiset vauriot ovat yleensä seurausta suunnitteluvirheistä, valmistusvirheistä, säärasituksista tai rakenteiden ylikuormittumisesta. /2/

##### 3.1.1 Kutistuminen

Betonirakenteen kutistumista on sekä varhaiskutistuminen, että kovettuneen betonin kutistuminen. Varhaiskutistuminen on seurausta betonivalun huonosta jälkihoidosta, jolloin kosteus pääsee haihtumaan valusta liian nopeasti. Kovettunut betoni voi kutistua sekä kuivumiskutistumana että karbonatisoitumiskutistumana. Kutistumisista merkittävin, kuivumiskutistuminen, syntyy, kun vesi poistuu betonin geelihuokosista. Kutistuman suuruus riippuu betonin koostumuksesta ja sen säilytysolosuhteista. Kutistuma on yleensä suuruusluokkaa 0,3 — 0,6 %. Vähemmän merkityksellinen, mutta huomioon otettava karbonatisoitumiskutistuminen syntyy hiilidioksidin kemiallisesta reaktiosta betonirakenteessa olevan sementtikiven kanssa. /2/

Kutistuman suuruuteen vaikuttavat tekijät ovat runkoaineen määrä sekä betonin sisältämän veden määrä. Runkoaineen tilavuuden lisääminen pienentää kutistumaa, kun taas vedentarpeen lisääminen kasvattaa kutistumaa. Betonirakenteen altistuessa jatkuvalla kosteudella, jää kutistuma pienemmäksi kuin kuivissa olosuhteissa. /2/

##### 3.1.2 Viruma

Virumasta voidaan puhua muodonmuutoksena, joka syntyy sekä pitkäaikaisen kuormituksen vaikutuksesta, että kimmoisesta muodonmuutoksesta. Kimmoinen muodonmuutos palautuu heti kuormituksen poistuessa, mutta virumasta osa palautuu ajansaatossa ja osa jää pysyväksi muodonmuutokseksi. Viruman suuruuteen vaikuttavia tekijöitä ovat betonin ikä ja säilytysolosuhteet, rakenteen mitta-



suhteet ja jännityksen suhde lujuteen, runkoaineen määrä ja laatu sekä lämpötila.  
/2/

Paksuissa rakenteissa viruma on pienempi kuin ohuissa, koska paksuissa rakenteissa kuivuminen ja veden haihtuminen rakenteesta ei tapahdu yhtä nopeasti kuin ohuissa. Jännitustason ja lämpötilan nosto sekä huono jälkihoito lisäävät virumaa. Virumaa voidaan pienentää kasvattamalla runkoaineen määrää, sekä lisäämällä raudoitusta. /2/

### **3.1.3 Halkeilu**

Betonirakenne halkeaa, kun vetojännitys kasvaa suuremmaksi kuin vetolujuus. Vetojännityksiä ja niiden kasvamista voivat aiheuttaa monet eri syyt. Syy voi olla esimerkiksi tuen painuma tai plastinen kutistuma, kun vesi poistuu betonista nopeasti ja betoni kuivuu. Muita syitä halkeiluun voivat olla hydrataation aiheuttama kutistuma tai lämpötilan nousun jälkeen tapahtuva jäähtyminen, betonin kuivumiskutistumat, ulkoiset kuormitukset, tukien siirtymiset, lämpötilan muutokset, pakkasrapautuminen sekä raudoitteen korroosion aiheuttama sisäinen paine. Koska betonin murtovenymä on hyvin pieni, johtaa estetty kutistuminen halkeiluun.  
/2/

Halkeiluriskiä voidaan vähentää liikuntasaumoilla sekä hyvällä jälkihoidolla, jotta rakenteen vetolujuus kehittyisi ennen sen kuivumista. Halkeiluriskiä lisäävät rakenteen tuet ja kiinnikkeet, koska ne estävät rakenteen vapaata muodonmuutosta.  
/2/

### **3.1.4 Karbonatisoituminen ja raudoitteiden korroosio**

Normaalisti raudoitteet ovat suojabetonin ympäröimänä hyvin korroosiolta suojassa. Koska huokosveden alkalisuus on hyvin korkea ( $\text{pH} > 12,5$ ), se muodostaa teräksen pinnalle korroosion estävän oksidikalvon, jolloin teräs passivoituu. Myös suojabetoni estää korrosoivien aineiden pääsyn teräksiin. /2; 3/

Raudoitteiden korroosio aiheutuu betonin karbonatisoitumisesta sekä kloridien tunkeutumisesta terästä ympäröivään betoniin. Näiden tekijöiden vaikutuksesta teräs alkaa ruostua. /2; 3/

Passiivinen korroosio tarkoittaa sitä aikaa, jonka kuluessa suojabetoni menettää raudoitusten suojauskyvyn. Tämän vaiheen pituuteen vaikuttavat lähinnä ympäristö- ja ilmasto-olosuhteet, betonin laatu sekä suojabetonin paksuus. Aktiivinen korroosio tarkoittaa aikaa korroosion alkamisesta siihen hetkeen, kun rakenteen korjaus aloitetaan, tai sen kelpoisuus on menetetty. /2; 3/

Karbonatisoituminen eli neutralisoitumisreaktio aiheutuu ilman sisältämän hiilidioksidin tunkeutumisesta betoniin. Tämän seurauksesta huokosveden pH-arvo laskee, joka taas altistaa raudoitteet korroosiolle. Karbonatisoituminen etenee pinnasta alkaen hitaasti, koska betoni on erittäin tiivistä ja sen huokokset monesti osin veden täyttämiä. Lisäksi karbonatisoitumisen aiheuttaja eli ilman hiilidioksidipitoisuus on melko alhainen (0,033—0,1 % tilavuudesta). Etenemisnopeus riippuu enimmäkseen betonin diffuusiovastuksesta hiilidioksidin tunkeutumisesta vastaan, ilman hiilidioksidipitoisuudesta sekä karbonatisoituvan aineksen määrästä. /2/

Karbonatisoitumista voidaan tutkitusti hidastaa hyvällä ja huolellisella jälkihoidolla ja rakenteen pintakäsittelyllä tai pintamateriaaleilla, jotka estävät hiilidioksidin diffuusioita. Yksi hyväksi karbonatisoitumista hidastavaksi julkisivupinnaksi on todettu keraamiset laatat. Myös betonin kosteuspitoisuus vaikuttaa karbonatisoitumisen etenemiseen. Esimerkiksi sadevesi hidastaa tapahtumaa tehokkaasti, koska huokosverkoston täytyessä vedellä, hiilidioksidin tunkeutuminen vähenee. Toisaalta myös erittäin kuivissa olosuhteissa, suhteellisen kosteuden ollessa alle 30 %, tapahtuma pysähtyy täysin, koska karbonatisoitumisreaktio tapahtuu vesiliuoksessa. /2; 3/

### **3.1.5 Pakkasvauriot**

Pakkasrasitukset aiheutuvat esimerkiksi viistosateen tai lumen sulamisveden jäätyessä betonirakenteen huokosverkostossa. Talviaikana lämpötilan laskeminen jäätympisteen alapuolelle voi olla toisinaan hyvin nopeaa, kun samaan aikaan

rakenteen kuivuminen on erittäin hidasta, johtuen mm. alhaisesta lämpötilasta ja korkeasta suhteellisesta kosteudesta. Vesi laajenee jäätyessään noin 9 tilavuusprosenttia ja aiheuttaa tällöin rakenteeseen hydraulista painetta. Jotta jäätyneen veden aiheuttama paine ei aiheuttaisi betonirakenteen murtumisia, on betonissa oltava riittävästi huokosia, jotka ottavat vastaan veden jäätymislaajenemisen aiheuttaman tilavuuden kasvun. Lisäksi huokosten koko ja välimatka täytyy olla sopiva, eivätkä ne saa muodostaa verkostoa, jotta hydraulinen paine sekä sen aiheuttamat murtumat saadaan estettyä. Riittävän tiheä ja oikeankokoinen huokostus saadaan käyttämällä betonissa lisähuokostusainetta. Oikean huokostamisen lisäksi pakkasenkestävyyteen merkittävästi vaikuttaa betonin vesisementtisuhde. Vesisementtisuhteen ylittäessä 0,7, betoniin jää aina yhtenäinen kapillaarihuokosverkosto, joka mahdollistaa jäätyvän veden imeytymisen betoniin ja siten pakkasrapautumisen. Alhainen vesisementtisuhde madaltaa vedenimukykyä ja siten myös jäätyvän veden määrää. /2; 3/

Vaurioituminen ilmenee säröilyinä, joka vaikuttaa lujuuteen sekä vedenimeytymiseen, jolloin rasitusten jatkuessa tuloksena on rakenteen rapautuminen. /2/

### **3.1.6 Suunnitteluvirheet**

Yleisiä suunnitteluvirheitä erityisesti vanhoissa rakennuksissa ovat virheellisesti mitoitettut perustukset, sekä ali- tai ylimitoitettut raudoitukset. Tällöin muodonmuutoksia sekä pakkovoimia ei ole otettu riittävästi huomioon. Lisäksi etenkin liian tiheäksi suunniteltua raudoitusta ei ole ollut mahdollista betonoida kunnollisesti. Myöskään raudoitteiden sijoittelu ei välttämättä ole aina kohdallaan, jolloin etenkin suojabetonipeitteet saattavat olla hyvinkin ohuita. Tällöin karbonatisoituminen ja korroosio pääsee iskemään nopeasti rakenteisiin. Etenkin vanhoissa rakennuksissa ei välttämättä ole asetettu rakennuksen käyttöikätaivoitteita. Suunnitteluvirheitä on monesti myös kuormien laskemisessa. Kaikkia kuormia ei ehkä ole otettu huomioon, tai rakennuksen käyttötarkoitus on muuttunut, eikä tällöin ole tehty tarpeellisia suunnitelmatarkastuksia. Pienistä virheistä saattaa aiheutua ainoastaan ulkonäölle haitallisia vaurioita ja vaikutuksia, mutta pahimmillaan virheet saattavat aiheuttaa koko rakennuksen käyttöä estäviä vaurioita. /2/

Rakenteiden ylikuormittuminen saattaa johtua puutteellisesta suunnittelusta. Esimerkiksi onnettomuuskuormia, tulipaloja ja törmäyksiä ei ole välttämättä osattu ottaa huomioon suunniteltaessa. Ylikuormittuminen voi olla seurausta rakennuksen käyttötarkoituksen, olosuhteiden tai ympäristön muutoksista. Ylikuormittuminen aiheuttaa rakenteelle taipumista sekä halkeilua, mutta pahimmillaan voi aiheuttaa myös rakennuksen sortumisen. /2/

### **3.1.7 Valmistusvirheet**

Valmistusvirheet betonirakenteissa ja niihin liittyvissä rakenteissa sekä rakennusosissa ovat yleisimpiä rakenteen vaurioihin ja korjaustarpeeseen liittyviä syitä. Työnaikaisten virheiden sekä puutteellisen jälkihoidon seurauksena voi rakenteeseen jäädä piileviä virheitä, jotka heikentävät sen kantavuutta ilman näkyviä vaurioita. Kantavuuden kannalta haitallisimpia virheitä ovat terästen väärä sijainti tai liian vähäinen määrä. Terästen sijainnissa oleellisinta on, että suojabetonipeite on tarpeeksi vahva, mutta myös pitkittäisterästen ja hakaraudoituksen oikeellisuus on tärkeä. Myös puutteellinen tiivistys valuvaiheessa sekä jälkihoidon puute ovat merkittäviä virhetekijöitä. Betonimassan valmistuksessa on myös mahdollista tapahtua virheitä, jotka aiheuttavat myöhemmin pitkän ajan kuluessa vaurioita rakenteisiin, etenkin säärasituksille alttiina olevissa rakenteissa. Erityisesti ulkoisten tekijöiden aiheuttamia vaurioita etenkin betonijulkisivuissa voidaan välttää hyvällä jälkihoidolla. /2/

## **3.2 Vaurioituneen betonirakenteen korjaaminen**

Huolellisesti tehdyn tutkimuksen jälkeen, saatujen tulosten perusteella valitaan alustavasti kuhunkin kohteeseen soveltuvin korjausmenetelmä. Sopivin korjausmenetelmä löytyy vaurion laadun, laajuuden ja sijainnin perusteella. Aina korjaustapaa pohdittaessa täytyy pohtia myös korjaustarpeen ajankohtaa. Täytyy miettiä, pitääkö korjaukset tehdä välittömästi, vai voidaanko korjaamista lykkäämällä päästä järkevämpään ja taloudellisempaan lopputulokseen. Korjaustapaan vaikuttavia tekijöitä ovat myös korjattavan rakenteen käyttötarkoitus, sekä sille asetetut vaatimukset. Yleensä korjaustapaan ja laajuuteen vaikuttavat myös käytettävissä oleva aika ja korjaukseen varattu budjetti. Parhaan mahdollisen korjaustuloksen

saavuttamiseksi on oltava tiedossa vaurion aiheuttaja. Muita oleellisia tekijöitä korjauksen onnistumiseen ovat mm. tartuntapinnan oikeanlainen käsittely, olosuhteisiin nähden riittävä suojabetonipaksuus, ammattitaitoinen työvoima sekä ennen kaikkea huolellinen jälkihoito. /2; 3/

### **3.2.1 Korjauspintojen käsittely**

Korjauspinta tulee käsitellä, jotta vanhan ja uuden betonin väliin saataisiin mahdollisimman hyvä tartunta. Pinnan käsittelytapa riippuu vaurion laadusta sekä valitusta korjausmenetelmästä. Parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi pätevät jokaisessa korjausmenetelmässä ja vauriotyypissä yleiset korjausperiaatteet. /2/

Vaurioitunut, haljennut ja irtonainen betoni tulee poistaa huolellisesti korjattavalta alueelta. Poistaminen suoritetaan mekaanisesti, kuitenkin liikaa voimaa käyttämättä. Liian voimakas piikkaus heikentää ympäröivää rakennetta ja siten huonontaa uuden betonin tartuntaa. Lopputuloksena tartuntapintojen tulee olla riittävän karkeat. Mekaanisten karhennusten jälkeen tartuntapinta täytyy puhdistaa huolellisesti, esimerkiksi ilma- tai vesisuihkulla. Myös esiin tulleet raudoitteet täytyy puhdistaa ruosteesta ja epäpuhtauksista. Korrosioituneet teräkset, jotka eivät rakenteen kantavuuden tai lujuuden kannalta ole oleellisia, pyritään poistamaan. Uuden betonipinnan kuivumiskutistumista voidaan pienentää tartuntapintojen kostutuksella ennen betonointia. Vanha betoni imee uudesta betonista vettä ja heikentää siten hydrataation tapahtumista. Vanha pinta tulisi pitää kosteana 1—2 vuorokautta ennen korjausta, mutta kostutus olisi lopetettava silti noin vuorokausi ennen korjauksen aloittamista. Tarvittaessa vanhan betonipinnan tartuntaa voidaan parantaa sivelemällä sementti-hiekkalaastia korjauspinnalle juuri ennen korjausta. Käytävissä on myös muovipohjaisia tartunta-aineita. Oleellisen tärkeä osa-alue korjauksen onnistumisen kannalta on huolellinen jälkihoito. Jälkihoidolla haihtumaan pyrkivä vesi pidetään betonissa niin kauan, kunnes hydrataatio on täysin tapahtunut. /2; 3/

### 3.2.2 Korjausmenetelmät betonirakenteille

Tyypillisimpiä betonirakenteille käytettäviä korjausmenetelmiä ovat kuivasullonta, laastipaikkaus, betonipaikkaus, muovipaikkaus, ruiskubetonointi, injektointi tai injektointibetoni. Lisäksi betonijulkisivuille voidaan tehdä perusteellisempia korjauksia kuten uusia pinnoituksia, levyverhouksia tai eristerappauksia. /2; 3/

Kuivasullontamenetelmä sopii pinta-alaltaan pienien, mutta syvien kolojen korjaukseen. Tartuntapinnat käsitellään laastihieronnalla tai sementtipölytyksellä. Kuivasullonnassa sementtihakalaastin seossuhde on noin 1: 2,5 – 3,5, jolloin laastin vesisementtisuhde on 0,36 – 0,40. Ennen korjausta pinnat kostutetaan. Laasti suljetaan koloihin esimerkiksi puutappia apuna käyttäen, noin 10mm kerroksina. Jälkihoitona paikattuja koloja pidetään kosteana 1 vuorokauden ajan. /2/

Laastipaikkauksessa laastin seossuhde on hyvin samankaltainen kuin kuivasullontamenetelmässä, mutta notkeudeltaan laastin tulee olla plastista. Lisäksi massaan on suotavaa lisätä huokostinainetta siten, että lisähuokosia saataisiin 6 – 10 %. Paremman lopputuloksen saavuttamiseksi ja kutistumisen minimoimiseksi laasti on hyvä tehdä 1 – 2 tuntia ennen paikkauksen aloittamista, jolloin laasti ehtii vetäytyä. Paikattava kolo täytetään 10 – 20mm kerroksina noin puolen tunnin välein, jolloin ylimääräinen vesi ehtii poistua massasta. Levitys suoritetaan paikan keskeltä ulospäin. Tällä toimenpiteellä varmistetaan, ettei tartunta huonone laastia levitettäessä. Suurempia paikkauksia tehdessä, kannattaa käyttää paineilmalla toimivaa ejektoria eli ruiskua laastin heittämisessä. Lopputulos on parempi kuin käsirappauksessa, koska ruiskua käytettäessä laasti tarttuu paremmin ja pinnasta tulee tiiviimpi. Ejektoria apuna käytettäessä pitää laastin olla paljon kuivempaa, sementti-hiekkasuhde noin 1: 4,5 ja vesisementtisuhde 0,4 – 0,5. Ruiskulla voidaan levittää noin 20mm kerroksia puolen tunnin välein. Ejektorin avulla voidaan tehdä seinän paikkauksia, mutta erityisesti katoissa olevien vaurioiden paikkaamisessa se on ehdoton apuväline. Laastipaikkauksella korjattujen paikkojen käyttöikä on noin 10 – 20 vuotta. /2; 3/

Betonipaikkausta käytettäessä betonin laadun määrittää rakenteelle haluttava lujuus. Korjausbetonin lujuus tulisi kuitenkin olla mahdollisimman lähellä paikatta-

van rakenteen lujuutta. Kutistumisen vähentämiseksi tulisi käyttää massaa, jossa vesimäärä on mahdollisimman pieni ja raekoko runkoaineessa mahdollisimman suuri. Tarvittaessa voidaan käyttää notkistimia, jotta massa ei käy liian jäykäksi. Lisäksi tiheästi raudoitettut paikat olisi suositeltava korjata nesteytetyllä betonilla. Avoimia yläosia korjattaessa voidaan kuitenkin käyttää suhteellisen jäykkää massaa. Ennen työn aloitusta annetaan massan seistä 0,5 – 1,5 tuntia. Pienemmissä betonipaikkauksissa kannattaa käyttää kuivasekoitteita. Esimerkiksi juotosbetoni toimii ahtaissa ja raudoitetuissakin koloissa, ja sillä saavutetaan nopeasti suuri lujuus. Myös pakkasbetonilla päästään suureen lujuuteen, vähintään K50. Vaikka pakkasbetonia voidaan käyttää jopa -15 asteen lämpötilassa, täytyy ottaa huomioon, että kovettuminen lähtee käyntiin vasta -5 asteen lämpötilassa.

Muovipaikkauksessa tavallisimmin käytettyjä paikkausaineita ovat epoksi ja akryyli. Alkalisina ne sopivat hyvin yhteen betonin kanssa ja niihin voidaan sekoittaa normaalia betonissa käytettävää kiviainesta, lukuun ottamatta filleriä. Muovia voidaan käyttää myös betonin sideaineena. Epoksipaikkauksen huonona puolena on, että se soveltuu käytettäväksi vain yli +10 asteen lämpötiloissa, kun taas akryyli sietää alhaisempaakin lämpötilaa. Akryyli on myös huomattavasti edullisempi kuin epoksi. Muovipaikkausta käytettäessä, voidaan sopivalla seoksella saavuttaa jopa 35 MPa:n lujuus kahdessa tunnissa. Muovipinnoitteita käytettäessä täytyy alle jäävän betonirakenteen olla täysin kuiva, sillä muovipaikka ei päästä lainkaan rakenteesta haihtuvaa kosteutta läpi. Jos rakenteeseen jää kosteutta, tulee paikka irtoamaan hyvin nopeasti. Myös lämpölaajenemiskerroin on muovilla huomattavasti betonia suurempi, joka täytyy ottaa huomioon erityisesti suurempia alueita tehtäessä. /2/

Ruiskubetonointi tapahtuu osin samalla tavalla kuin laastipaikkaus ejektoria käytettäessä. Ruiskubetonoinnissa laitteet ovat vain suurempi kokoisia. Ruiskubetonointia käytetään erityisesti suurissa ja vaativissa kohteissa, joissa on tarvetta korjaukselle ja vahvennukselle. Menetelmää käyttämällä ei tarvita muotteja ja sillä saadaan hyvä tartuntalujuus, tiiviys, ja erittäin hyvä säänkestävyys. Rakenteita vahvistettaessa voidaan käyttää lisäkapasiteetin perusteella määräytyvää rauditusverkkoa. Ennen betonointia täytyy tartuntapinnat puhdistaa esimerkiksi hiek-

kapuhaltamalla. Betonointi tehdään 20 – 60mm kerroksina ja kerrosten välissä pidetään 5—6 tuntia taukoa, jotta edellinen kerros kovettuu ja jaksaa siten kantaa seuraavan ruiskutettavan kerroksen. Jälkihoitona ruiskubetonipintaa pidetään kosteana 1—2 viikkoa. Kosteutuksen on oltava huomattavan tehokasta. /2; 3/

Injektoinnin tarkoitus on rakenteen vahvistaminen. Betonin injektioinneissa käytetään yleensä kaksikomponenttisia epoksimuoveja tai kemikaaleja. Niiden tunkeutumiskyky on hyvä, eivätkä ne kutistu kovettuessaan. Sementtiliimalla voidaan injektoida 0 – 3 mm raot, mutta alle 1 mm:n raot voidaan injektoida muovilla. Ennen injektointia täytyy korjattava alue paikata pinnasta, ettei injektioaine pääse purkautumaan läpi mistään. Paikattuun pintaan porataan reiät injektioputkille noin 300 – 600 mm:n välein. Reiät täytyy olla riittävän syviä siten, että putki ylittää vahvistettavaan kohtaan asti rakenteessa. Reiät voidaan porata joko kohtisuoraan halkeamia vastaan tai viistottain. Injektioaine pumpataan rakenteeseen reikiin asetettavien putkien kautta. Injektioaineen tunkeutumista rakenteeseen voidaan tehostaa paineilmalla. Ilmaa puhalletaan putkiin, jolloin injektointiaine löytää pienimmätkin huokokset rakenteesta. /2/

### **3.3 Muurattujen rakenteiden vauriotyypit**

Merkittävimmät vauriot muuratuissa rakenteissa ovat tiilen ja laastin pakkasrapautuminen sekä halkeilu ja raudoitteiden korroosio. /2/

#### **3.3.1 Poltetun tiilen vauriot**

Merkittävin poltetun tiilen vaurio on pakkasrapautuminen. Pakkasvaurio syntyy ainoastaan tiilen kosteuspitäisyyden noustessa riittävän suureksi. Pakkasvaurion syntymiseen vaikuttaa siis materiaaliominaisuuden lisäksi ulkoiset tekijät sekä rakenteen ominaisuudet. Tiilen huokosten osuus on yleensä suurin juuri kapillaarisella alueella ja juuri siitä syystä vedenimunoisuus ja kosteuden johtavuus ovat suuria ulkoseinissä. Toisaalta hygroskooppinen tasapainokosteus on alhainen johtuen pienestä ominaispinta-alasta. Erityisesti vanhojen rakennusten muuratuissa rakenteissa tiilen materiaaliominaisuudet vaihtelevat paljon, mikä johtuu suurimmaksi osaksi tiilien epätasaisesta polttolämpötilasta. /2/



Suurimmat syyt pakkasvaurioiden synnylle ovat altistuminen viistosateelle ja maakosketukselle sekä puutteelliset rakenneliitokset ja pellitykset. Vanhojen massiivisten tiiliulkoseinien pakkasrapautuminen tapahtuu lähinnä vuotavien syöksyturvien yms. kohdilla. Tiilen pakkasenkestävyyttä voidaan tutkia jäädytys-sulatus- tai vedenimukokeilla sekä porosimetritutkimuksilla. Luotettavimpaan tulokseen päästään käyttämällä useampaa koetta rinnakkain. /2/

### **3.3.2 Muuraus- ja rappauslaastin vauriot**

Muuraus- ja rappauslaastit voidaan jakaa sideaineen perusteella kolmeen pääryhmään. Laasteja ovat kalkkilaastit, kalkkisementtilaastit sekä sementtilaastit. Kalkkilaasti on vanhoissa massiivisissa tiilirungoissa yleisimmin käytetty muuraus- ja rappauslaasti. Se on sammutetun kalkin, runkoaineen ja veden seos. Kalkkilaasti kovettuu ilman hiilidioksidista eli se on ilmasideaineista eikä se siksi kovetu vedessä. Nykyään käytettävät rappauslaastit ovat pääsääntöisesti kalkkisementtilaasteja. Kalkkisementtilaastissa sideaineena on ilmakalkin lisäksi portlandsementtiä, joka nopeuttaa laastin kovettumista ja parantaa lujuutta sekä säänkestävyyttä. Nykyään käytettävät muurauslaastit ovat pääsääntöisesti sementtilaasteja, niissä sideaineena on sementti. /2/

Laastin tyypillisin turmeltumismekanismi on pakkasrapautuminen. Laastien pakkasenkestävyyttä voidaan parantaa lisähuokostamalla sitä samoin kuin betonia. Erityisesti kuorimuureissa pakkasen aiheuttama rasitus on niin suuri, että lisähuokostus on välttämätön toimenpide. Sopiva ilmamäärä lisähuokostuksessa on noin 12 – 15 %. /2/

### **3.3.3 Raudoitteiden ja muuraussiteiden vauriot**

Seostamattomien terästen korroosiosuoja muuratuissa rakenteissa on melko huono, koska muuratut rakenteet halkeilevat helposti ja muurausvaiheessa teräksiä on vaikea saada kauttaaltaan laastin ympäröimäksi. Tiilen neutraalista pH-arvosta ja laastin suuresta huokoisuudesta johtuen laasti myös karbonatisoituu nopeasti ja menettää teräksiä suojaavan alkalisuutensa nopeasti. Siksi julkisivuissa ja ulko-

kuorissa rauditus tulee tehdä ruostumattomasta tai kuumasinkitystä teräksestä. /2/

Koska seinän eristehalkaisussa ovat korroosio-olosuhteet hyvin ankarat, on muuraussiteet tehtävä ruostumattomasta teräksestä, tai vähintään yhtä kestävästä materiaalista. Suunnittelussa täytyy kiinnittää erityistä huomiota siihen, että rakenteiden kuntoa ei voida seurata eikä korjata muuria purkamatta. Parhaan laadun takaamiseksi tulisi raudoitteina ja muuraussiteinä käyttää samaa metallilaatua, koska korroosio voi nopeutua eri metallien kosketuksesta toisiinsa.

### **3.3.4 Halkeilu muuratussa rakenteessa**

Muuratun rakenteen muodonmuutokset voidaan jakaa kuormituksesta johtuviin muodonmuutoksiin, siirtymistä johtuviin muodonmuutoksiin sekä lämpötilan ja kosteuspitoisuuden muutoksista johtuviin muodonmuutoksiin. Estetyt muodonmuutokset voivat johtaa pakkovoimien ja jännitysten kautta rakenteen halkeiluun. /2/

Kuorimuurin tukien painumat ja taipumat, eri seinänosien erisuuruiset kuormitukset sekä lämpötilan ja kosteuden muutoksesta aiheutuvat muodonmuutokset saavat aikaan levyn tason suuntaisia siirtymiä pituus- ja korkeussuunnassa. Julkisivunosien siirtymät ja estetyt muodonmuutokset voivat johtaa halkeamiin, esimerkiksi liittymäkohdissa, tai kuorimuurin siirtymiseen tuella. Halkeama syntyy yleensä tiilen ja muurauslaastin tartuntapintaan. Massiivisissa tiilirakenteissa halkeilu on vähäisempää kuin kuorimuureissa. Kalkkikivimuuri halkeaa herkemmin kuin tiilimuuri. /2/

Halkeamat etenevät kantavissa seinissä yleensä portaittain, kun taas holvien ja kaarien halkeamat ovat juohevia. Kaarien halkeamat johtuvat yleensä tukien epätasaisesta painumasta tai kaaren alkuperäisestä väärästä muotoilusta. /2/

## **3.4 Muurattujen rakenteiden vaurioiden ehkäisy ja korjaaminen**

Liikuntasaumojen ja liitosten huolellisella suunnittelulla sekä riittävällä raudituksella ja tukien jäykkyydellä voidaan estää kuorimuurin halkeilua. Halkeillutta

rakennetta voidaan korjata esimerkiksi korvaamalla vanha haurastunut laasti uudella tai tiivistämällä saumoja elastisella massalla. Joskus kantavien rakenteiden isoja halkeiluja voidaan korjata seinän tai pilarin sisään asennettavilla injektointiteräksillä. /2/

Kosteusvaurioiden estämiseksi on estettävä kosteuden kulkeminen rakenteissa ja rakenteisiin. Seinärakenteessa ilmenevä kosteus on monesti peräisin alhaalta päin. Kosteuden imeytyminen perustuksiin on estettävä riittävällä salaojituksella, rakenteiden alapuolisella tuuletuksella sekä vedeneristyksellä. Kosteuden ja sen mukana suolojen nousu perustuksista runkorakenteisiin on mahdollista katkaista myös impregnoinnilla. /2/

Pakkasvaurioiden tai suolojen nousun takia vaurioituneiden tiilien vaihtamisen tarve on yleistä korjausrakentamisessa. Yleensä yksittäisten tiilien irrottaminen tapahtuu joko piikkaamalla tai sahaamalla. Purkutöitä tehdessä täytyy varoa aiheuttamasta kohtuutonta pöly- tai värinähaittaa ympäristölle. Kantavia seiniä korjattaessa täytyy tarpeen vaatiessa käyttää teräsrakenteisia työnaikaisia tukia, joilla kuormat siirretään korjattavalta seinältä perustuksille. /2/

### **3.5 Rapattujen rakenteiden vauriotyypit**

Kuorimuurit ovat alttiimpia rappausvaurioille kuin massiivitiilirakenteet. Kuorimuurin alttius rasitukselle johtuu sen suuremmasta lämpötilavaihtelusta ja pienemmästä kosteudensitomiskyvystä. Vauriot voivat olla erilaisia sekä vakavuudeltaan että laajuudeltaan. Vauriot voivat olla vain pintavaurioita, mutta voivat ulottua täyttörappauksen läpi jopa alustaan saakka. Vauriot ilmenevät maalin ja pintarappauksen hilseilynä, silmin havaittavana värivirheenä, rappauksen irtoamisena tai halkeiluna ja lohkeiluna. Perimmäisiä syitä vaurioille ovat kosteuden liikkuminen rakenteissa, veden jäätyminen ja sulaminen, jännitykset ja muodonmuutokset sekä ilman epäpuhtaudet ja suolojen kiteytyminen. /8; 1/

#### **3.5.1 Kosteusvauriot**

Rapatut pinnat ovat erityisen herkkiä kosteusrasituksille. Kosteuden imeytyminen rakenteisiin voi johtua huonoista julkisivupellityksistä, rikkoutuneista syöksytor-

vista sekä säärasituksista. Kosteuden imeytyminen aiheuttaa talviaikana pakkasrapautumista tai rappauksen paikallista irtoamista. Vanhat pinnoitemateriaalit eivät välttämättä kestä ilmaston lämpenemisen aiheuttamaa talvisateiden satamista vetenä. Myös rannikkoseudulla vaikuttava jäätyminen ja sulamisen kasvava frekvenssi aiheuttaa pakkasrasituksen lisääntymistä. Liian tiivis tai väärin valittu pintakäsittely voi estää kosteuden haihtumisen rakenteesta ja siten aiheuttaa rappauksen rapautumista koko alueella. Rapatussa rakenteessa kulkeva kosteus saattaa liuottaa rappauksesta aineita ja heikentää lujuuutta. Kosteus seinäpinnoilla altistaa seinän myös hyväksi kasvualustaksi jäkälille, sammaleelle ja leville, jotka heikentävät rappausta ja imevät lisää kosteutta rakenteeseen. /1; 8/

### **3.5.2 Suunnittelu- ja työvirheet**

Rapatun rakenteen vauriot voivat syntyä väärin suunnitelluista rakenteista, alustaja pintamateriaalin yhteensopimattomuudesta tai väärästä maalivalinnasta. Vauriot ovat monesti kohteissa, joissa rappaus on tehty alustaa kovemmasta aineesta. Rappauksen tartunta voi pettää väärästä materiaalivalinnasta tai työvirheestä johtuen. Myös huonot työnaikaiset suojaukset tai ennen kaikkea niiden puute altistavat rappauksen liiallisille säärasituksille. Kosteuden pääsy ja jäätyminen rakenteessa jo työn aikana aiheuttaa pakkasrapautumisen alkamisen rakenteessa jo ennen sen valmistumista. /1; 8/

### **3.6 Rappausvaurioiden ehkäisy ja korjaus**

Rapatun pinnan kuntoon vaikuttavat huoltotoimenpiteet, kuten pintojen pesu, korjaus ja paikkamaalaukset, huoltomaalaukset sekä liittyvien rakenteiden ja julkisivun yksityiskohtien huoltaminen ja kunnossapito. Liittyviä rakenteita ja yksityiskohtia ovat mm. vesikourut, pellitykset, ikkunan ja oven liitokset pintarakenteeseen sekä muut julkisivurakenteet. /1; 4; 8/

Tyypillisimpiä korjausmenetelmiä rappaukselle ovat paikkarappaus, uusintarappaus ja maalaus. /8; 4/

### 3.6.1 Paikkarappaus

Paikkarappaus on käytettävissä oleva menetelmä silloin, kun vauriot ovat paikallisia ja pienikokoisia sekä niiden määrä on kohtuullinen. Myös vaurioiden syy täytyy olla poistettavissa tehtäessä paikkarappausta. Eli jos vauriot ovat alustassa asiti, esim. vuotavasta syöksytorvesta johtuen, korjataan paikka pohjia myöten. Paikkakorjausta suunniteltaessa julkisivut on tutkittava melko tarkasti kaikkien paikattavien kohtien löytämiseksi. Erityisesti paikkarappausta tehtäessä täytyy lähtökohtana olla, että korjaukset tehdään vanhoja materiaaleja vastaavilla tuotteilla, mikäli mahdollista. Uusi rappaus ei saa olla alustaansa lujempi. /2; 4/

Paikkarappauksessa korjauskohtia on vaikea saada tehtyä siten, etteivät ne erottuisi ympäristöstään. Paikkarappaus täytyy tehdä aina useammassa kerroksessa, samoin kuin vanha rappaus. Tällä toimenpiteellä saadaan kutistumat ja rappausten rajapintaan helposti tulevat halkeamat minimoitua. Myös rappauskorjauksissa jälkihoito on tärkeää. Paikkarapatusta kohdasta ei saa päästää kosteutta haihtumaan liian nopeasti ja tarvittaessa sitä voidaan lisäkostuttaa parhaan tuloksen saavuttamiseksi. Erityisesti kalkkirappaukset ovat erittäin hitaita kovettumaan, joten niille on varattava siihen aikaa. Siksi kalkkirappauksia ei kannata tehdä myöhään syksyllä, sillä yöpakkaset heikentävät oleellisesti kalkkirapattua pintaa, jos se ei ole täysin kovettunut. /2; 4/

### 3.6.2 Uusintarappaus

Rakennuksen uusintarappaus on korjausvaihtoehto silloin, kun vauriokohtia on enemmän kuin 30 % rakennuksen seinistä tai jos paikkarappauksella ei päästä teknisesti, taloudellisesti tai esteettisesti tyydyttäviin lopputuloksiin. Tällöin uusintarappaus voidaan tehdä koko rakennukseen, tai voidaan valita pahimmin vaurioituneet seinät uusintarappaukseen ja vähemmän vaurioituneet paikkarappaukseen. /2/

Pintarappauksen uusimisessa on ongelmallista se, että täyttörappauksessa voi olla laajaltikin heikentyneitä kohtia, jotka eivät kestä uuden pintarappauksen painoa. Jos vanha kalkkirappaus on orgaanisen maalin alla, ei maalin alta todennäköisesti

löydy riittävän lujaa kerrosta, jota vasten vanha pintarappaus voidaan poistaa. Tällöin parhaiksi vaihtoehtoiksi jää orgaanisen maalikerroksen uusiminen eli huoltomaalaus tai koko rappauskerroksen poistaminen ja uusintarappauksen tekeminen kauttaaltaan. Rappauksen uusimista kokonaan puoltaa usein se, että kaikki julkisivut saadaan tällöin samanarvoisiksi ulkonäöltään ja yhtä kestäviksi, jolloin seuraava korjaustarve siirtyy pitkälle tulevaisuuteen. /2/

Uusintarappausta tehdessä vanha maali- ja rappauspinta poistetaan piikkaamalla tai vesi-hiekkapuhaltamalla alustaa myöten, ettei seinään jää heikkoa laastia. Korkeat ikkuna- ja ovipielistä pitää jättää paikoilleen. Lopuksi alusta pestään puhtaaksi painepesulla. Seinän metalliosat käsitellään ruostesuojalla ja alusmateriaali korjataan siihen soveltuvalla korjausmenetelmällä. Rappauslaastiksi tulee valita alustan lujuutta heikompi laastiyhdistelmä, muuten rappaus tehdään kuten uudisrakentamisessa, huokostettua laastia käyttäen. Uusintarappauksen yhteydessä on myös uusittava tai kunnostettava rakenneosat, kuten sadevesijärjestelmät ja pellitykset sekä kaikki muut liittyvät rakenteet, jotka voivat altistaa seinän jatkuville kosteusrasituksille. /2; 4/

### **3.6.3 Rapatun seinän huoltomaalaus**

Pintarappauksen huoltomaalaus voidaan tehdä, jos itse pintarappaus on hyvässä kunnossa, mutta maalipinta on lohkeillut ja hilseillyt. Tällöin pitää selvittää maalipinnan hilseilyn syyt ennen huoltomaalauksen suunnittelua. Maalin irtoilu voi johtua liian tiiviistä maalista, jolloin kosteus ei pääse haihtumaan pinnoitteen läpi. Syynä voi olla myös liian heikko maali, joka ei suojaa rapattua rakennetta sääolosuhteilta. /2; 4/

Maalaus voidaan tehdä joko vanhan maalikerroksen päälle, jolloin uuden maalin on oltava samanlainen maali, esimerkiksi orgaanisen maalin päälle vain orgaaninen maali. Jos vanha maalipinta on esimerkiksi liian tiivis, täytyy se poistaa ennen uutta maalausta. Huoltomaalaus tulee kysymykseen vain silloin, jos vanha maalipinta saadaan poistettua vahingoittamatta rappauspintaa. Varmin käsittelymuoto vanhalle rappauspinnalle on kuitenkin kalkkimaali tai läpivärjätty pintalaasti. /2; 4/

### 3.7 Puurakenteiden vauriotyypit

Puu on orgaaninen materiaali, jonka ominaisuudet vaihtelevat hyvin paljon riippuen puulajista, tiheydestä, oksaisuudesta sekä vioista ja tarkastelusuunnasta riippuen. Merkittävimmät vauriot aiheutuvat biologisista räsitustekijöistä. Muut vaurioiden aiheuttajat, kuten kosteus, lämpötila, auringonsäteily ja aika sekä räsitukseen vaikuttavat tekijät ovat oleellisia siksi, että ne luovat edellytykset biologiselle turmeltumiselle. Merkittävimmät turmeltumismekanismit ovat lahoamien, sinistymisen ja homehtuminen. /2/

Puurakenteissa tyypillisiä vaurioiden aiheuttajia ovat myös työvirheet. Jotkut työvirheet aiheuttavat myös edellytyksiä biologiselle turmeltumiselle. Tyypillisiä vaurioita ovat työ- ja suunnitteluvirheet ja halkeiluun johtavat ylikuormittumiset. /2/

#### 3.7.1 Kosteusvauriot

Rakenteiden turmeltumiselle pahin vahinkotekijä on vesi ja kosteusongelmat. Kosteus voi olla peräisin rakennuksen sisältä, ulkoa, maasta tai jopa rakennusajalta. Puurakenteen kestävyuden kannalta tärkein asia on kosteuden hallinta rakenteissa. Jatkuva kosteus altistaa rakenteet sinistymiselle, homehtumiselle ja lahoamiselle. Nämä tekijät aiheuttavat ulkonäköpuutteita, rakenteellista heikentymistä sekä sisäilmaongelmia. /2/

Puun hygroskooppinen tasapainokosteus on puulajista riippuen noin 28 — 30 painoprosenttia. Se ylittää lahorajan, joka on noin 20 painoprosenttia suhteellisen kosteuden ollessa suurempi kuin 85 %. Kapillaarisesti puu voi imeä vettä vielä huomattavasti enemmän, erityisen nopeaa imeytyminen on puun päittäispinnasta. Lahoamisen aiheuttaa puussa kasvava lahottajasieni, joka käyttää puuta ravintonaan. Sen itiöt leviävät kaikkialle ilmavirtauksen mukana ja jouduttuaan puun pinnalle, ne voivat itää ja kasvattaa rihmastoja puun sisään. Lahoaminen etenee rihmaston ja sienien kasvun mukaan. Rihmaston kasvuun vaikuttavat ennen kaikkea puun laatu, kosteus ja lämpötila ja hapen määrä. Eniten lahoamisen etenemi-

seen vaikuttaa puulaji. Heikoimpia lahoamiselle ovat kuusi ja männyn pintapuu.  
/2/

### 3.7.2 Työ- ja suunnitteluvirheet

Tyypillisiä vaurioita liittyen suunnitteluun ja toteutukseen ovat väärin paikkoihin tehdyt reiät ja loveukset, joiden seurauksena on kantavuuden alentuminen ja lujuuden heikentyminen. Myös alimitoitettuja liitoksia ja syitä vastaan kohtisuoran puristuksen ylittymistä voidaan pitää suunnitteluvirheinä. Niiden seurauksena rakenteiden muodonmuutokset kasvavat ja riskinä on kantavuuden menetys. Kuormituksen ylittymisestä seuraa suuria muodonmuutoksia liitoksiin. Massiivista puutavaraa käytettäessä se halkeilee helposti kuivuessaan. Jos halkeamat ovat isompia kuin 1/3 palkin leveydestä, se pienentää palkin leikkauskestävyyttä merkittävästi. /2/

Tavallisin vaurio puurakenteissa on kosteusvaurio. Kosteusvaurio voi aiheutua rakennusaikaisesta kosteudesta, jos rakennus on riittämättömästi suojauksesta tai muusta syystä päässyt kastumaan työn aikana, eikä sitä ole kuivatettu riittävästi ennen pintarakenteiden tekoa. Kosteusvauriot aiheuttavat lahoamista, rakenteiden lujuuden laskemista sekä muodonmuutosten kasvua. Mikäli kosteusvaurio on saanut alkunsa jo työvirheiden seurauksena, lyhenee rakennuksen elinkaari merkittävästi. /2/

### 3.8 Korjaus- ja huoltomenetelmät puurakenteille

Puurakenteiden biologisia turmeltumismekanismeja voidaan ehkäistä käyttämällä rakenteellisia ja kemiallisia suojaustapoja. Rakenteelliset suojaustavat ovat rakentamistapaan kuuluvia tai siihen liittyviä toimenpiteitä, jotka ehkäisevät tai rajoittavat lahoamista ja lahoamisen etenemistä. Rakenteellisilla toimenpiteillä voidaan estää rakenteen kastumista ja varmistaa kuivumista. Esimerkkeinä tästä ovat julkisivupellit ja tuuletusraot. Jos biologista vaurioitumista ei pystytä estämään rakenteellisin menetelmin, voidaan käyttää kemiallista suojausta. Kemiallisia suojausmenetelmiä ovat suoja-aineiden käyttö puutavarassa. Tällaisia suoja-aineita ovat painekyllästys tai muut hyväksytyt suoja-aineet. Kemiallinen suojausaine ei



tee puusta lahoamatonta materiaalia, vaan parantaa sen lahonkestävyyttä. Suojausmenetelmien lisäksi on puutavaran säilytykseen ja käsittelyyn kiinnitettävä erityistä huomiota. Myös silloin on tärkeää estää puun vaurioituminen. Huolto- toimenpiteiden tehtävänä on varmistaa rakenteellisen suojauksen säilyvyys ja jatkuva toimivuus. Edellytyksenä rakenteiden jatkuvaan toimivuuteen on toimiva vesieristys, vesikaton, vesikourujen, syöksytorvien ja putkistojen toimivuus sekä ala- ja yläpohjien riittävä tuuletus. /2/

Rakenteen menetettyä kantavuutensa, usein helpoin tapa on koko vaurioituneen rakenneosan uusiminen. Vaurioitunut puupalkki voidaan joko korvata uudella puupalkilla, tai usein voidaan tilalle vaihtaa teräspalkki. Myös puurakenteinen välipohja voidaan korvata esimerkiksi kantavalla betonilaatalla. Halkeilleet rakenteet voidaan korjata parhaiten naulaamalla ja liimaamalla palkin kylkeen vahvistukset esimerkiksi vanerista. /2/

Lahovaurioiden korjauksessa on tärkeää, että kaikki lahoamaan alkanut materiaali poistetaan, mutta vielä tärkeämpää on poistaa lahoamista aiheuttavat olosuhteet. Lahovaurioiden korjauksessa täytyy ensin poistaa kaikki lahonnut tai lahoamaan alkanut materiaali, joka korvataan uudella. Lahovaurioiden korjauksissa erityistä huomiota suunnittelussa ja työssä tulee kiinnittää uuden ja vanhan rakenteen liitoksiin. Liitos täytyy olla kaikilla tarpeellisilla tavoilla ja tarpeellisiin suuntiin voimia siirtävä. Puristusliitoksissa riittää, että puristuspinnat ovat yhteensopivia. Lisäksi liitosta voidaan vahvistaa kyljistä puukapuloiden avulla. Vetoliitokset tehdään liitettävien osien kylkeen kiinnitettävillä jatkokappaleilla. Jatkokappaleet tulee mitoittaa noin puolitoistakertaiselle voimalle todelliseen vetovoimaan nähden. Taivutusrasitetuissa korjauksissa, esim. palkin päiden korjauksissa, voidaan käyttää palkin taivutusmomenttia tuelle siirtäviä U-teräksiä, jotka kiinnitetään pulstin tai vaarnan avulla. Toinen tapa on kiinnittää vanhan vaurioituneen palkin viereen uusi palkki. /2/

### **3.9 Teräsrakenteiden vauriotyypit**

Teräsrakenteiden vauriot ovat tyypillisesti korroosion aiheuttamia. Muita vaurioita ovat enemmän esteettiset vauriot, kuten esimerkiksi pellitysten kolhut. Jos kolhut

kuitenkin ovat teräviä, saattaa niistä irrota maali, jolloin korroosio pääsee kiinni niihin ja vaurio paikka laajenee.

### **3.9.1 Korroosio metallirakenteissa**

Korroosio on metallien syöymistä kemiallisten ja sähköisten reaktioiden vaikutuksesta. Korroosioilmiö on yleensä seurausta siitä, että eri metalleja valmistettaessa joudutaan sitomaan paljon energiaa, josta luonto sitten pyrkii pääsemään eroon korroosioilmiöiden kautta. Metallit pyrkivät palautumaan luonnollisiksi, pysyviksi yhdisteiksi, kuten oksideiksi. Punaruskea ruosteeksi kutsuttu vaurio on korroosion lopputuote. Jos rakenteen jokin osa on läpiruostunut, on se silloin menettänyt kestävyytensä. /2/

Tavallisia rakennusteräksien korroosioilmiöitä ilmenee erityisesti teräskatteiden ja julkisivupeltien kiinnikekohdissa, karbonatisoituneen betonin raudoiteissa, rakennuksen kaiteissa, teräksisissä ulkorungoissa ja katevarusteissa, ulkoseinien eristehalkaisuissa ja muissa lämmöneristeiden metallikiinnikkeissä sekä kosteissa tiloissa olevissa metallirakenteissa ja putkistoissa. /2/

Pääosa metallirakenteiden vaurioista esiintyy tulipalon seurauksena syntyneinä sekä syöymisvaurioina. Suomalaisessa ilmanalassa sekä erityisesti meren läheisyydessä oleva suojaamaton teräsrakenne syöpyy, eikä kata sille laskettuja alkupeittäisiä suunnitteluvaatimuksia. Syöymisen nopeus riippuu pitkälti ilman epäpuhtauksien määrästä rakenteen olemassaolopaikalla. Maaseudulla, kaupungeissa ja meren läheisyydessä on ilman epäpuhtauksien määrässä huomattavan suuria eroavaisuuksia. Esimerkiksi seinässä tai katossa lähellä kastepistettä olevan teräksen syöpyminen on aivan odotettua. /2/

### **3.9.2 Teräsrakenteen vaurioiden ehkäisy ja korjaus**

Teräsrakenteen yleisin vaurio on korroosio. Korroosiota voidaan estää parhaiten valitsemalla terästuotteet ympäristön, olosuhteiden, rakenteiden ja rakenteen sijainnin mukaan tarpeelliseksi sekä suunnittelemalla rakenteiden ja yksityiskohtien muotoilu korroosioon kiihdyttäviä tekijöitä vähentämällä. Metallirakenteita voidaan myös suojata metallisilla ja orgaanisilla pinnoitteilla sekä katodisella suoja-

uksella. Eri metalleista valmistettujen rakenteiden liittämässä tulee olla tarkkana, sillä tietyt metallit aiheuttavat liitoksissaan galvaanista korroosiota. /2/

Teräsrakenteita korjattaessa tai vahvistettaessa on tarkastettava koko rakenne, sillä esimerkiksi ristikossa yhdenkin sauvan vaurioituminen johtaa täydelliseen sortumaan. Tarkastettavia kohtia ristikoissa ovat sauva- ja palkkipoikkileikkaukset sekä kaikki liitokset. Puu- ja metallirakenteiden kosketuspinnat on tarkastettava ja niittiliitokset on vasaroitava, jotta jokainen irtonainen niitti voidaan uusida. Vaikka syöpynyt rakenne kestääkkin kuormat, on lisävaurioiden syntyminen hyvä estää esimerkiksi korroosionsuojamaalilla. Niittiliitoksia korjattaessa voidaan vaihtoehtoisesti käyttää ruuviliitoksia, jolloin on tärkeä käyttää mahdollisimman korkealuokkaisia ruuveja. Rakenteen vahvistaminen voidaan tehdä samalla tavalla kuin alkuperäinen rakenne on tehty. Korroosiovaurioita korjattaessa täytyy näkyvä korroosion aiheuttama ruoste poistaa mekaanisesti ennen korroosionsuojamaalausta.

/2/

## **4 AS OY KASARMINKATU 21**

### **4.1 Kiinteistön perustiedot**

As oy Kasarminkatu 21 koostuu kahdesta asuinkerrostalosta. Ensimmäinen, 2-kerroksinen A-rakennus on rakennettu vuonna 1934. Vuonna 1936 samalle tontille rakennettiin 4-kerroksinen B-rakennus sekä A-rakennusta korotettiin 4-kerroksiseksi. Rakennuksissa on yhteensä 38 asuntoa, jonka lisäksi A-rakennuksessa on pesutupa, taloyhtiön saunatilat sekä askarteluhuone ja ulkoiluvälinevarasto. Lisäksi talojen kellareissa ja ullakoilla on asuntoihin kuuluvia hääkivarastoja.

### **4.2 Kiinteistössä tehdyt korjaukset**

Kiinteistön julkisivut on pintarapattu ja maalattu vuonna 2003. Remontin yhteydessä vanhaa rakennetta ei ole tutkittu, eikä korjaustapoja suunniteltu. Virheellisten työtapojen tai materiaalivalintojen seurauksena uusittu pintarappaus ja maali ovat jo nyt todella huonossa kunnossa. Vuonna 2003 tehdyllä remontilla on saatu siirrettyä isompaa julkisivuihin kohdistuvaa remonttia, mutta lähitulevaisuudessa on tarve kattavaan remontiin, jota varten tarvitaan kuntotutkimus.

## 5 JULKISIVUN KUNTOTUTKIMUS

Aloitin kuntotutkimuksen tekemisen haastattelemalla kiinteistön isännöitsijää. Isännöitsijältä sain alkutietoa kohteen julkisivujen kunnosta sekä pahimmista näkyvistä vaurioista julkisivuissa. Myös kiinteistöjen asukkaat olivat tiedottaneet isännöitsijää muutamista vaurioista julkisivuissa. Isännöitsijältä saamani tiedon perusteella sain hyvän ennakkokäsityksen julkisivujen kunnosta.

Suoritin kuntotutkimuksen pääasiassa rakenteita rikkomattomin menetelmin, kuten mm. aistinvaraisin menetelmin sekä kopo-kartoituksella. Jokaiseen julkisivuun tein kuitenkin rappauksen läpi muutamia reikiä, selvittääkseni alustan kuntoa.

### 5.1 Pohjatietojen selvitys

Aloittaessani kuntotutkimuksen suunnittelua haastattelin isännöitsijää rakennusten historiasta. Rakennusten piirustuksia oli hyvin vähän saatavilla, johtuen luultavasti rakennusten vanhasta iästä. Isännöitsijän arkistoista sain kerättyä muutaman kuvan ja Vaasan rakennusvalvontavirastosta sain muutamia kuvia. Kuvat olivat melko huonoja, eikä niiden varaan voinut juuri perustaa suunnitelmia.

Rakennussuunnitelmista ei löytynyt tarvitsemaani tietoa rakennusten kantavien rakenteiden osalta. Pohjakuvista selvisi rakennuksen ulkoseinän paksuus suurpiirteisesti, mutta ei käytettyä materiaalia, joten se jäi selvitettäväksi kenttätutkimuksissa.

Haastattelun avulla sain tietoa julkisivuihin tehdyistä korjauksista ja toimenpiteistä. Julkisivuun on tehty jonkinlainen osittainen remontti vuonna 2003. Tarkempaa tietoa remontista en saanut, mutta ilmeisesti se on toteutettu ilman alustan kunnollista tutkimista. Tästä johtuen materiaalivalinnat ovat saattaneet olla virheellisiä, joka on aiheuttanut vaurioita julkisivuissa. Remontissa käytetyistä materiaaleista ei ollut saatavilla materiaalitietoja.

Vuosien aikana vanhat sadevesikourut ja syöksytorvet sekä vauriot vesikatossa ovat vuotaneet vettä julkisivuihin, minkä seurauksena ulkoseiniin on aiheutunut

ylimääräistä kosteusrasitusta. Nämä vauriot ovat selvästi nähtävissä silmämääräisellä tarkastelulla.

## 5.2 Aistinvarainen menetelmä

Aloitin kenttätutkimukset tutkittavassa kohteessa aistinvaraisilla tutkimuksilla. Tarkastelin julkisivuja ensin katutasosta silmämääräisesti, jonka avulla yritin löytää pahimmat vauriokohdat. Julkisivujen vaurioituminen oli kuitenkin silmämääräisesti niin tasaista eri sivuilla, että päädyin tutkimaan julkisivuja lähemmin henkilönostimen avulla. Silmämääräisellä tutkimuksella löysin tietyt riskialttiit paikat vaurioiden syntymisille. Tällaisia olivat esimerkiksi ikkunoiden alareunat ja alakulmat, rakennusten kulmat, syöksytörvien taustat sekä talovarusteiden kiinnityskohdat.

Julkisivujen maalipinta oli suurelta osin halkeillut ja hilseillyt, eikä siten suojannut rapattua pintaa eikä täyttänyt esteettisiä vaatimuksiakaan. Kauempaa katsottaessa seinäpinnat näyttivät hyviltä, mutta lähemmin tarkkailtaessa halkeilua ja hilseilyä löytyy paljon. Parhaiten, mutta ei kuitenkaan täysin, maalipinnan vaurioilta ovat säilyneet pohjoispuolen sivut. Muilla sivuilla maalipinnan vauriot olivat hyvin saman laajuisia.

Maalipinnan vauriot johtuvat todennäköisesti rakenteelle sopimattomasta maalista. Maalipinnan pitäisi läpäistä kosteutta siten, että kosteus pääsee haihtumaan seinän rakenteista. Julkisivun maali vaikuttaa lateksimaalilta. Vanhoihin, usein kalkkirapattuihin julkisivuihin parhaiten sopii kalkkimaali./2; 4/

Moni julkisivun vaurioiden aiheuttajista löytyy rakennuksesta itsestään. Osa ikkunapelleistä on huonokuntoisia ja sadevedet ohjautuvat niiden kautta pintarakenteeseen. Myös vesikatto ja sadevesijärjestelmät ovat uusimisen tarpeessa. Kaikki katoilta tuleva vesi ei kulkeudu sadevesijärjestelmään, vaan valuu erityisesti syöksytörvien suppiloiden juuresta seinille.

### 5.3 Kopo-kartoitus

Kopo-kartoitus tehdään koputtelemalla esimerkiksi vasaralla tai ruuvimeisselillä julkisivun rapattua pintaa. Koputeltaessa kuunnellaan rappauksesta kuuluvaa ääntä. Erilaiset alustat antavat eritaajuista ääntä. Ontto ääni viittaa siihen, että rappaus on alustastaan irti, kun taas heleä ääni kertoo, että rappaus on hyvin kiinni alustassa. Kopo-kartoitusta tehdessä täytyy ottaa huomioon, että myös esimerkiksi putki-kanavat sekä betonipilarit ja eristykset voivat aiheuttaa onttoa ääntä. Vasaralla koputtelemalla voidaan myös selvittää rapautuneet kohdat. Koputtelemalla kartoitetaan vaurioituneet rappauspinnat ja vaurioituneen alueen rajat. /1/

Kopo-kartoitusta tehdessä tulee ottaa huomioon, että lähes jokaisessa rappauksessa löytyy alustastaan irronneita alueita. Tutkijan vastuulle jää arvioida, mitkä alueet ovat vaurioituneita ja mitkä ovat koposta huolimatta tervettä rappautusta. /1/

Selvitin rappauksen tartuntaa kopo-kartoituksella rakennusten kaikilta sivuilta. Osa A-rakennuksesta jäi tutkimatta, koska henkilönostimella ei ollut mahdollista päästä rakennuksen sivulle. Julkisivuissa, etenkin itä-, etelä- ja länsisivuilla oli runsaasti alustastaan irtonaista rappautusta. Tarkemmin tutkiessa osassa paikoista pinta- ja pohjarappauksen välinen tartunta oli pettänyt, kun taas osassa koko rappaus oli irti alustasta.

Julkisivuista löytyi selvästi alueet, jotka olivat hyvin kiinni alustassaan ja alueet, joissa tartunta oli pettänyt. Välipohjien kohdalla rappaus oli pääsääntöisesti hyvin kiinni, mutta muualla ulkoseinissä oli paljon alustastaan irti olevaa rappautusta. Suurin osa ns. koposta oli kuitenkin niin kovaa, että rappaus ei irronnut sitä koputeltaessa.

Kopo-kartoitus antoi kaikkiaan kattavan tiedon rappauksen tartunnasta, koska tässä tutkimusmenetelmässä otanta on lähes sataprosenttinen julkisivujen pinta-alasta.

#### 5.4 Ainetta rikkovat menetelmät

Ainetta rikkovia menetelmiä käytin selvittääkseni alustan kuntoa sekä kantavien rakenteiden rakennekerroksia ja -materiaaleja. Alustan kuntoa selvitin jokaiseen julkisivuun tekemilläni muutamalla kololla. Raaputin rappausa satunnaisista kohdista mekaanisesti, jolloin samalla näin, onko rappaus rapautunutta vai kestävä. Sain kaikista julkisivuista alustan kannalta hyviä tuloksia. Poltetuista tiilistä muurattu massiivinen tiilimuuri ei ollut rapautunut eikä halkeamia näkynyt. Pinnassa esiintyvät halkeamat ulottuivat vain rappauskerroksiin. Alustan kunnan selvittämiseksi tekemieni kolojen otanta on tosin hyvin pieni rakennuksen julkisivupinta-alaan nähden, joten tulosten kanssa täytyy olla hyvin kriittinen.

Rakennusten kantavia rakenteita selvitin poraamalla iskuporakoneella reikiä muutama eri kohtaan julkisivuissa. Ennen poraamista selvitin seinän kokonaispaksuuden ovi- ja ikkuna-aukoista mittaamalla. Poraamalla sain porausjätteen perusteella selvitettyä kantavan rakenteen materiaalin sekä erilaiset kerrokset ja niiden paksuudet riittävällä tarkkuudella.



## **6 JULKISIVUNRAPPAAKSEN KORJAUSTARVETTA AIHEUTTAVAT TEKIJÄT**

Julkisivurappaukselle korjaustarvetta aiheuttavia tekijöitä ovat rappauksen näkyvät ja näkymättömät vauriot, kosteustekninen toimivuus, lämmöneristys, sekä julkisivuihin liittyvien rakenteiden kunto. Liittyviä rakenteita ovat ikkunat, ovet, talo- ja katevarusteet, julkisivun pelti- ja puu-osat sekä mahdolliset koriste osat. /1/

### **6.1 Julkisivurappauksen vauriot**

Julkisivurappauksen pintavauriot ovat laajuudeltaan isoja, mutta eivät vakavuudeltaan vielä kriittisiä. Näkyviä, pienehköjä maalin ja pintarappauksen halkeilu- ja hilseilyvaurioita on paljon, kaikilla julkisivuilla lähes kauttaaltaan. Silmämääräisesti tarkasteltuna pinta on kuitenkin huonossa kunnossa.

Rappauksessa on kopoja, eli rappaus on suurilta alueilta irti alustastaan. Osassa paikoista tartunta on pettänyt pohja- ja pintarappauksen väliltä, kun taas osassa koko rappaus on irti alustasta. Irtonaista aluetta oli paljon, mutta pohjoisen puoleiset julkisivut olivat säilyneet muita paremmin. Suuri osa irtonaisesta rappauksesta oli vielä niin kovaa, ettei se tipu itsestään alas, mutta noin 10 % irtonaisesta rappauksesta voi tippua seinältä itsestään. Halkeamien ja irtonaisen rappauksen yhteisvaikutuksesta rapautuminen nopeutuu, ja rapautuminen ulottuu helpommin myös alustaan asti.

Pahimmat vauriot julkisivurappauksessa oli ikkunoiden alareunoissa, rakennuksen kulmissa sekä liittyvien rakenteiden liitoksissa. Vauriot olivat lähinnä rapautunutta rappausta sekä ruostuneita kiinnikkeitä. Näillä alueilla rappauksen tartunta oli pääsääntöisesti erittäin huono.

### **6.2 Kosteustekninen toimivuus**

Nykyisen julkisivurappauksen kosteustekninen toimivuus on huono. Todennäköisesti väärä maalipinta päästää ulkoilmasta kosteutta ja sadevesiä imeytymään sei-

nään, mutta estää kuitenkin seinän kuivumisen. Seinän maalipinta on halkeillut ja hilseillyt kosteuden vaikutuksesta. Maalipinnan hilseilyn myötä rappauksen vedenimukyky on kasvanut, ja aiheuttanut siten rapautumista.

Kokonaisuutena seinärakenteessa ei ollut havaittavaa kosteusongelmaa, mutta rappauksen osalta vauriot olivat osin kosteuden aiheuttamia. Kosteus pääsee rappaukseen osin rappauksen imukykyisyyden kautta, osin huonojen pellitysten ja rännien juoksuttamina.

### **6.3 Liittyvien rakenteiden kunto**

Julkisivun liittyvistä rakenteista tutkin vesikattoa, rännejä, ikkunoita, ikkunapeltiä, ovia sekä julkisivuun kiinnitettyjä varusteita kuten talotikkaita.

Vesikatto on silmämääräisesti huonossa kunnossa. Vesikatto on konesauma peltikatto, joka on maalattu tai pinnoitettu vuonna 2003. Pinnoite on irtoillut ja pellit ovat korrosoituneet. Vesikaton uusimista tulee harkita julkisivuremontin yhteydessä, vaikka vesikatto ei olekaan varsinainen syy rappauksen huonoon kuntoon.

Rännikourut ovat ruostuneet ja jopa läpiruostuneita kohtia on erityisesti suppiloiden kohdalla. Vesi valuu räystäitä pitkin julkisivulle, josta aiheutuu kosteusrasituksia julkisivulle. Myös syöksytorvissa on ollut vuotoja, jotka ovat vaurioittaneet julkisivua. Rännit ja syöksytorvet on uusittava julkisivuremontin yhteydessä.

Alkuperäiset puuikkunat ovat erityisesti etelänpuoleisilta sivuilta auringon polttamia ja kosteusrasituksien koettelemia. Ikkunoiden maalipinta on huono, mutta myös puuosat ovat huonokuntoisia. Kaksi lasisten ikkunoiden lämmöneristävyys on heikko. Julkisivuremontin yhteydessä on harkittava ikkunoille tehtävää uusintaa tai huoltotoimenpiteitä.

Ikkunapellit on uusittava julkisivujen uusimisen yhteydessä. Peltien pokkauksen ovat liian matalat, ja tippanokka liian lyhyt, jolloin vesi siirtyy pelleiltä suoraan julkisivuun.

Rakennusten ulko-ovet ovat hyväkuntoiset, eikä niiden kunnossa ole huomautettavaa.

Talotikkaiden, syöksytorvien sekä esimerkiksi seinään kiinnitettävien ulkovalojen kiinnitykset on suunniteltava toimiviksi uuden julkisivurappauksen kanssa.

## 7 VAIHTOEHTOISET KORJAUSTAVAT JULKISIVULLE

Rapatuille julkisivuille korjaustapoja on laaja kirjo. Korjaustavan valinnassa on rakennuksen arkkitehtuurin lisäksi otettava huomioon sekä taloudelliset että tekniset lähtökohdat. Taloudellisia vaatimuksia korjaukselle asettavat eri vaihtoehtojen hankinta ja yksikkökustannus, onnistumisriskit, rakenteen käyttöikä ja seuraavan korjauskerran toimenpiteet ja mahdolliset epävarmuudet laajuus- ja kustannustiedoissa. Teknisiä vaatimuksia korjaustavan valinnalle asettavat rakenteiden vauriotilanne, rasisolosot, alustarakenne, pintakäsittelyt sekä korjausvaihtoehtoihin sisältyvät riskit. Rakenteiden vauriotilanteeseen liittyviä kysymyksiä ovat mm. vauriot, laajuus, aste, syy, eteneminen ja vaikutukset. /4/

Vaurioiden laajuuden ja vaurioitumisasteen mukaan valittavana korjaustapana on pinnoitekorjaus, paikkaus- ja pinnoituskorjaus, rappauspinnan purkaminen ja uusiminen, peittävä korjaus sekä rappausalustasta aiheutuvien vaurioiden korjaus. Pinnoituskorjaukset voidaan edelleen jakaa sekä kevyeen pinnoituskorjaukseen, että suojaavaan pinnoitukseen. /4/

### 7.1 Paikkaus- ja pinnoituskorjaus

Pinnoitekorjauksessa vanha rakenne säilytetään ennallaan, mutta rappauksen vauriot paikkakorjataan. Vaurioituminen pyritään pysäyttämään pinnoitteilla ja kosteusteknisen toiminnan parantamisella. Yleensä rappauspinnan vaurioitumisen syyinä on kosteustekninen toimimattomuus, joka on tärkeä korjata tässä yhteydessä. Suojaavilla pinnoitteilla voidaan vähentää rappauspinnan likaantumisesta aiheutuvia ulkonäköhaittoja sekä vähentää rappaukseen imeytyvää sadevesien määrää. /4/

Erilaiset pinnoitteet vaikuttavat merkittävästi rakenteen kastumiseen sekä kuivumiseen. Pinnoitteiden vedenimu ja -läpäisyominaisuudet vaihtelevat pinnoitetyypin mukaan suuresti. Pinnoitekorjauksessa julkisivurappauksen ominaisuudet eivät muutu oleellisesti lukuun ottamatta uutta suojaavaa pinnoitetta. /4/

Pinnoitekorjaukset jaetaan karkeasti kahteen luokkaan; kevyeen pinnoituskorjaukseen ja suojaavaan pinnoitukseen. /4/

Kevyt pinnoitekorjaus tarkoittaa julkisivujen uudelleen pinnoitusta ilman vanhan pinnoitteen poistoa. Se soveltuu käytettäväksi hyväkuntoisen julkisivun huolto-tyyppiseen korjaukseen. Korjaus on lähinnä ulkonäöllinen pinnan parannus. Uudelleen pinnoituksen toimivuuteen liittyy monia riskejä toimivuuden kannalta. Usein rappauksen vauriot etenevät piilossa ja vain pitkälle edenneet vauriot ovat näkyvissä. Tällöin voidaan virheellisesti julkisivuun tehdä kevyt pinnoitekorjaus ilman vaurioiden poistamista. Tämä aiheuttaa uudelle pinnoitteelle lyhyen toimivuuden. /4/

Suojaavalla pinnoitteella voidaan vähentää lian ja graffitien tarttumista julkisivuun. Suojaava pinnoite on joko helppo puhdistaa tai helppo poistaa ja uusaa. Rappausten kastumista voidaan vähentää maalauskäsittelyillä. Epäorgaanisella maalilla pinnoitettu rappaus voidaan puhdistaa pesemällä ja maalata sen jälkeen suojaavalla pinnoitteella. Suojaavan pinnoitteen tarkoitus on estää sadeveden imeytyminen rakenteeseen, mutta kuitenkin mahdollistaa rakenteen kuivuminen. Suojapinnoitteiden käyttö edellyttää yleensä vanhan orgaanisen maalipinnan poistoa. Suojaavan pinnoitteen käyttö vaatii hyväkuntoisen, pakkasenkestävän ja lujan julkisivun, jolloin käytölle ei todellisuudessa ole teknisiä perusteita. Siten suojaavat pinnoitteet eivät ole varsinaisesti tarpeellisia korjaustapoja. /4/

## **7.2 Rappauspinnan uusimiskorjaus**

Uusimiskorjauksessa rappauspinta puretaan alustaansa asti kokonaan esimerkiksi hiekkapuhaltamalla. Alustan vauriot korjataan sekä vaurioiden aiheuttajat poistetaan kokonaan. Uusi rappaus tehdään alusta asti kokonaan. Myös uusimiskorjauksessa rakenteen kosteustekninen toiminta ja siihen liittyvien puutteiden korjaaminen on avainasemassa uuden julkisivurappauksen toimivuuden ja pitkäikäisyyden kannalta. /4/

Yleisimmin purkavan korjauksen syynä on rappauksen kokonaisvaltainen rapautuminen. Siksi uusimiskorjauksessa on oleellista myös alustan vaurioiden korjaus sekä alustan vaurioiden aiheuttajien poistaminen. Monesti rappauksen kokonaisvaltainen rapautuminen johtuu kosteusteknisestä toimimattomuudesta, jolloin alustan kuivaaminen saattaa olla tarpeellista ennen uuden rappauksen tekoa. Pur-

kavassa korjauksessa joudutaan yleensä purkamaan myös julkisivupellitykset sekä sadevesijärjestelmät. Uusimisen yhteydessä pellitysten ja sadevesikourujen kaltevuutta ja vedenpoisto-ominaisuuksia voidaan parantaa. /4/

Rappauksen kokonaisvaltainen uusiminen soveltuu käytettäväksi silloin, kun vaurioituminen on laajoilla aloilla edennyt niin pitkälle, ettei paikkaaminen ja pinnoitus ole järkevää. Uusintarappaukset tehdään kalkki-, kalkkisementti- ja sementtilaasteilla. Laastien tarkempi koostumus riippuu rappaustyypistä, alustasta sekä julkisivuille kohdistuvista säärasituksista. Uusitut pinnat tulee pinnoittaa pääsääntöisesti epäorgaanisilla pinnoitteilla. /4/

### **7.3 Peittävä korjaus**

Peittävässä korjauksessa vanha vaurioitunut julkisivu peitetään uudella pintarakenteella. Yleensä uuteen pintarakenteeseen sisältyy lisälämmöneristys, joka sijoitetaan myös vanhan rakenteen ulkopuolelle. Peittävän korjauksen edut ovat siinä, ettei vanhoja vaurioituneita rakenteita tarvitse poistaa, mikäli ne ovat kiinni alustassaan. /4/

Peittävän korjauksen toimintaperiaate eroaa oleellisesti kaikista muista korjaustavoista merkittävästi. Peittävässä korjauksessa vaurioitunut julkisivu peitetään uudella pintarakenteella. Rapatuissa julkisivuissa uudeksi pintarakenteeksi tulee yleensä eristerappaus. Eristerappauksella tarkoitetaan julkisivun pintaan kiinnitettäviä lämmöneristyslevyjä, jonka jälkeen pinta rapataan. Eristelevyt voidaan kiinnittää vanhaan rappauspintaan joko liimaamalla tai mekaanisesti seinään porattavilla kiinnikkeillä. Yleensä vaurioituneen rappauksen päälle tehtävässä eristerappauksessa eristelevyt tulee kiinnittää porattavilla kiinnikkeillä, koska liimaaminen rapautuneeseen pintaan on liian riskialtista. Peittävän korjauksen yhteyteen liittyy myös julkisivun kosteusrasitusta pienentävien pellitysten korjaaminen ja vedenpoiston lisääminen ja parantaminen. Pellitysten korjaukset tulevat kysymykseen myös siksi, että seinärakenteen paksuus kasvaa, jolloin myös ikkunapellit ym. jäävät pieniksi. /4/

Eristerappaus tehdään kolmikerros- tai ohutrappauksena. Eristerappausjärjestelmät ovat materiaalivalmistajien kehittämiä, joten järjestelmän materiaalit sopivat yhteen. Suunnittelija valitsee sopivimmaksi katsomansa järjestelmän markkinoilla olevista vaihtoehdoista. Eristerappaukset on kehitetty yhteensopivia alusta-laasti-verkko yhdistelmiä käyttäen siten, että rakenne on kosteusteknisesti toimiva, pak-  
kasenkestävä, halkeamaleveyksiä voidaan rajoittaa ja rakenteen lujuus on riittävä omalle painolle ja tuulen imulle. /4/

Kolmikerrosrappaus koostuu kolmesta rappauskerroksesta sekä rappausverkosta, joiden muodostama jäykkä levy on kiinnitetty mekaanisin kiinnikkein eristeen läpi rakennuksen runkoon. Rappaus liikkuu lähes vapaasti eristeen päällä, joten rappaus määrää itse julkisivun liikkeet. Kolmikerrosrappauksen materiaali- ja rappauskerrokset ovat pohjarappaus, täyttörappaus, pintarappaus, rappausverkko, sokkelipelti, liikuntasaumapelti sekä rappauskulman vahvike. Kuumasinkitty pistehitsattu rappausverkko asennetaan eristeen pintaan ja kiinnitetään vanhaan seinärunkoon. Kolmikerrosrappaus tehdään verkon päälle. Sokkelipelti ja liikuntasaumapelti ovat verhoilun tukemiseen ja liikuntasaumojen tukemiseen käytettäviä peltiprofiileja, jotka kiinnitetään rappausverkkoon. Kulmavahvikkeet ovat muovista, sinkitystä pellistä tai rappausverkosta valmistettuja tarvikkeita, jotka upotetaan rappausten kulmiin tukemaan rakennetta. /4/

Ohutrappaus muodostuu yhdestä tai kahdesta eri laastilla tehtävästä rappauskerroksesta, joka on kauttaaltaan kiinni alustassaan eli eristeessä. Ohutrappauksessa käytettäviä rappauskerroksia ja tarvikkeita ovat pohjarappaus, pintarappaus, rappausverkko, sokkelipelti ja kulmavahvike. Eroavaisuutena kolmikerrosrappaukseen on ohutrappauksessa käytettävä lasikuitupohjainen muovipinnoitettu verkko. Verkko jää pohjarappausten sisälle, muodostaen alustan pintarappaukselle. Julkisivurappausten liikkeet määräytyvät alustan liikkeiden mukaan. /4/

Eristerappauksen eristemateriaalina voidaan käyttää mineraalivillaa tai EPS-levyjä. Käytettävällä lämmöneristeellä on eri merkityksiä, kuten mm. varsinainen lämmöneristys, ääneneristys, paloeristys, kuormitusten välittäminen rakennuksen runkoon sekä rappausten ja rungon välinen laakerointi. /4/

Eristerappaus soveltuu käytettäväksi sellaisille julkisivuille, joissa on huono lämmöneristys ja joissa julkisivupinta on melko sileä. Jos alustassa on epätasaisuuksia paikallisten lohkeilujen takia, ne rapataan ennen eristeiden asennusta. Koristeellisten julkisivujen korjauksissa eristerappaus ei ole yleensä mahdollinen vaihtoehto, koska lämmöneristeiden kiinnittäminen seinään tiiviisti ei onnistu. Myös arkkitehtuuriset esteet ulkonäön muutosten vuoksi sekä rakennusten suojelukysymykset ovat yleensä eristerappausta vastaan. /4/

#### **7.4 Rappausalustan korjaus**

Rappausalustan korjaus tarkoittaa alustasta aiheutuvien vaurioiden korjaamista ja alustan liikkeistä aiheutuvien vaurioiden syntymisen estämistä. Alustan korjaamisen jälkeen rappauspinnat korjataan tarvittavalta laajuudeltaan ja niihin valitaan sopivin korjaustapa. /4/

Rappausalustan liikkeet voidaan jakaa lämpö- ja kosteusliikkeisiin sekä rakenteen painumiin ja taipumiin. Materiaalien lämpö- ja kosteusliikkeitä ja halkeamia syntyy, mikäli liikuntasauvoja ei ole riittävästi tai niiden sijoittelu ei ole oikeanlaista. Liikuntasauvojen puutteesta syntyvät halkeamat ovat yleensä kapeita pystysuuntaisia halkeamia. Myös rappausalustan muutokset sekä lämpimän ja kylmän seinän saumat voivat aiheuttaa halkeamia. Rakenteelliset halkeamat ovat yleensä seurausta rakennuksen rungon ja rappausalustan liikkeistä. Halkeamia syntyy esimerkiksi perustusten painuman, palkkien taipumisen tai liikuntasauvojen vähyyden vuoksi. /4/

Rakenteellisten halkeamien syntyyn voidaan vaikuttaa rakenteiden suunnittelulla ja huolellisella työllä. Erityistä huomiota on kiinnitettävä muurattujen rakenteiden perustuksiin, sillä muuratut rakenteet ovat hauraita painumille, eivätkä kestä painumista aiheutuvia pakkovoimia. Myös aukonylityspalkkien painumien tulee olla mahdollisimman pieniä, jotta seinärakenteisiin ei syntyisi halkeamia. /4/

Julkisivukorjauksessa vaurioitumisen-aiheuttajat tulee poistaa. Tämä vaatii erityisesti rakenteellisten korjausten kohdalla erityistuntemusta korjaussuunnitteluun. Rakenteellisten vaurioiden korjaaminen on aina tapauskohtaista. /4/



## 7.5 Liittyvien rakennusosien korjaus

Kaikissa julkisivurappauskorjauksissa tulee ottaa huomioon myös liittyvien rakennusosien korjaus- tai huoltotoimenpiteet. Merkittävimpiä liittyviä rakennusosia ovat ikkunat, parvekkeet sekä räystäät. Lisäksi tapauskohtaisesti rakennuksien julkisivuissa voi olla muitakin liittyviä rakennusosia. Liittyvien rakennusosien korjaukset aiheuttavat korjauksia myös rappaukseen rakennusosien liitoksien kohdilla. Korjaussuunnittelussa tuleekin kiinnittää huomiota liittyvien rakennusosien korjaukseen siten, että niiden korjaaminen on mahdollista vaurioittamatta rappautusta. Rakennuksen julkisivuun liittyviä ja rajoittuvia rakennusosia tulee tarkastella sellaisena kokonaisuutena, että niiden tarvittavat korjaukset voidaan jaksottaa jouhevasti. /4/

## 8 YHTEENVETO JA KORJAUSEHDOTUKSET

Tutkimustulosten yhteenvedon perusteella ehdotan julkisivuille mielestäni parhaita korjaustapoja. Kuntotutkimuksen toteutuksessa ja korjaustapojen valinnassa olen ottanut huomioon myös tilaajan esittämiä toiveita ja tarpeita. Näitä yhdistelemällä sekä tutkimustuloksia analysoimalla olen päätenyt seuraaviin menelmiin.

### 8.1 Tutkimustulosten yhteenvedo

Julkisivun kuntotutkimus on tutkimuslaajuudeltaan melko suppea, koska lähdin tutkimaan kohdetta tarvekeskeisesti, enkä nähnyt tarvetta laajemmille tutkimuksille. Sain mielestäni riittävän kattavan tutkimustuloksen käyttämälläni menetelmillä. Myös kuntotutkimukseen annettu budjetti antoi raamit tutkimuksen suunnittelulle.

Julkisivujen kuntotutkimuksen tuloksena julkisivurappaus on pääsääntöisesti huonossa kunnossa. Julkisivujen maalipinta ei rapautuneena ja hilseilleenä täytä tehtäväänsä. Maalipinta ei ole ulkonäöllisesti hyvän näköinen, eikä se suojaa ulkoseinän rakenteita säärasituksilta. Rappauskerros imee kosteutta hyvin, mutta kuivuu huonosti. Huonon maalipinnan seurauksena rappauskerrokset ovat alkaneet rapautua ja rappauksen tartunta on osin pettänyt.

Julkisivurappaus itsessään ei välttämättä vielä vaadi aivan välitöntä korjausta, mutta mitä pidemmälle korjausta siirretään, sitä syvemmälle mahdollistetaan vaurioiden eteneminen. Tämän hetkiset vauriot ulottuvat tutkimuksen perusteella pohjarappauksen ja alustan rajapintaan, mutta eivät alustaan asti. Mahdollisimman pian tehtävällä julkisivun korjauksella pysäytetään vaurioiden eteneminen, korjataan vaurioiden aiheuttajat ja säästetään siten korjauskustannuksissa.

Rappauksen tartunnan pettämisen seurauksena rappaus on laajaltikin irti alustasta, mutta rappauksen kovuudesta johtuen, julkisivussa ei vielä ole havaittavissa irtoavia ja putoavia rappauksia, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Välittömässä

korjaustarpeessa ovatkin ne kohdat, joissa rappaus irtoaa itsestään. Täydellinen julkisivuremontti olisi kuitenkin tarpeen tehdä seuraavan kahden vuoden kuluessa.

Liittyvien rakenneosien huono kunto on osasyynä rappauksen huonoon kuntoon. Siksi on ensiarvoisen tärkeää huoltaa liittyvät rakenneosat välittömästi, sekä uusia ne tulevan julkisivuremontin yhteydessä.

Tutkimustulokset ovat mielestäni melko luotettavia. Vaikka erilaisia tutkimusmenetelmiä oli käytössä vähän, pystyin silti kohdistamaan tutkimukset melko kattavasti tutkittavaa kohdetta ajatellen. Laajan otannan perusteella voin tehdä luotettavat päätelmät rakenteen todellisesta kunnosta. Vanhassa rappauksessa käytettyjä laasteja ja maalia en ole tutkinut. Materiaalitutkimusten poisjättäminen johtuu sekä tutkimuksen pienestä budjetista että korjaustapojen kannalta tietojen tarpeettomuudesta. Kopo-kartoituksen otanta on lähes sataprosenttinen seinäpinta-alasta. Puutteelliselle tutkimukselle jäi A-rakennuksen pohjoissivu. Pohjoissivut olivat kuitenkin tutkimusten perusteella parhaiten säilyneet julkisivut.

Puutteena tutkimuksessa on kosteusmittausten puuttuminen. Niiden tarpeellisuutta tuleekin pohtia korjaussuunnittelun yhteydessä. Kosteusmittausten suorittaminen olisi suotavaa erityisesti sokkelin ja ulkoseinän liitoksessa sekä mahdollisesti pahimpien vaurioiden kohdalla.

## **8.2 Korjausehdotukset julkisivurappaukselle**

Johtuen julkisivurappauksen huonosta kunnosta sekä puutteellisista tiedoista rappauslaastin ja pintamaalin materiaaleista, tulee rappauskorjauksen olla hyvin perusteellinen. Koska rappauksen alusta on hyväkuntoinen, ehdotan ensisijaiseksi korjaustavaksi julkisivulle eristerappausta. Mikäli rakennusvalvontavirasto tai museovirasto ei vanhan rakennuksen suojelullisesta tai liiallisesta ulkonäön muutoksesta johtuen anna lupaa eristerappauksen tekemiselle, tulisi kysymykseen uusimiskorjaus.

### **8.2.1 Eristerappaus**

Eristerappaus olisi korjaustapana kohteeseen sopiva, koska siinä tapauksessa vanhaa vaurioitunutta rappauskerrosta ei tarvitse purkaa eristeen alta. Rakennusten runko eli rappausalusta on hyväkuntoinen ja kestää siten lämmöneristelevyjen kiinnityksen seinään. Eristekerroksen päälle voidaan tällöin tehdä uusi julkisivurappaus vaatimuksiin parhaiten soveltuvilla materiaaleilla. Peittävässä korjauksessa ei uusia rappauslaasteja tarvitse valita vanhan rakenteen mukaan, vaan voidaan käyttää uusia ja paremmin säänkestäviä pinnoitteita tai maaleja.

Korjaussuunnitelmassa voidaan tarkemmin määrittää lisälämmöneristeen paksuudeksi 50mm tai 100mm, tarvittavan hyötysuhteen saavuttamiseksi. Todennäköisesti kohteeseen tehtävän eristerappauksen lisälämmöneristeen on oltava 100mm vahvuinen, jotta siitä saadaan kustannustehokas vaihtoehto. Lämmöneristeen materiaaliksi voidaan valita mineraalivilla tai EPS-levy. Lämmöneristeen materiaaleilla lämmöneristävyys on lähes sama, mutta eroavaisuuksia ilmenee lähinnä ääneneneristävyudessa, paloeristävyudessa sekä rappauksen toteutustavoissa. Erilaisia eristerappausmenetelmiä on kutakuinkin yhtä paljon, kuin markkinoilla olevia valmistajia rappausmenetelmille. Näistä korjaussuunnitelman tekijä voi valita parhaaksi katsomansa vaihtoehdon.

### **8.2.2 Uusimiskorjaus**

Mikäli julkisivukorjausta ei toteuteta eristerappauksena, niin toisena vaihtoehtona korjaukselle on mielestäni uusimiskorjaus. Uusimiskorjauksessa tulee kaikki vanha rappaus purkaa ja poistaa. Rappauksen purku hoituu kätevimmin hiekkapuhaltamalla. Uusi rappaus tulisi tehdä kaksi- tai kolmikerrosrappauksena ja materiaaleina tulee käyttää kalkki- tai kalkkisementtimaaleja.

Uusimiskorjauksen etuna on se, että tällöin alustan kunto saadaan selville kauttaaltaan, ja mahdollisia paikallisia piilossa olleita vaurioita päästään korjaamaan. Rajoittavina tekijöinä uusimiskorjausta tehdessä on materiaalien valinta. Materiaalien täytyy soveltua vanhalle rappausalustalle tartunnan sekä kosteusteknisen

toimivuuden kannalta. Uuden rappauksen alle ei saa jättää yhtään vanhaa rappauslaastia, koska silloin uuden rappauslaastin pitäisi olla samaa laastia.

### **8.2.3 Liittyvien rakenteiden korjaus**

Julkisivurappausta korjattaessa tulee myös liittyvät rakenneosat korjata tai uusia. Eristerappauksen yhteydessä seinäpaksuus kasvaa, jolloin mm. pellitykset jäävät pieniksi. Pellitysten uusimisille on tarve myös uusimiskorjauksen yhteydessä, sillä nykyiset pellitykset eivät ole toimivia.

Julkisivuremontin yhteydessä on hyvä suunnitella myös ikkunaremonttia, koska kohteen alkuperäisten ikkunoiden kunto ja lämpöarvo on huono. Erityisesti eristerappaukseen päädyttäessä, olisi samaan aikaan hyödyllistä tehdä ikkunaremontti, jolloin lisäeristyksestä saatava hyötyarvo olisi todellinen. Yhdistettäessä julkisivu- ja ikkunaremontti, olisi myös kerralla toteutettu korjaus sekä laadullisesti, että kustannusten kannalta kannattavin ja mielestäni ainoa oikea vaihtoehto. Tällöin ikkuna-aukkojen ja julkisivurappauksen liitoskohdat ja pellitykset saataisiin kerralla valmiiksi.

Koska vesikaton kunto vaikuttaa myös remontoitavan julkisivun kuntoon, tulee vesikattoon tehdä ainakin riittävä huolto- ja korjaustyö. Riittävällä korjaustyöllä tarkoitan sitä, että vesikatto ei vuoda ja räystäät ja vesikourut syöksytorvineen korjataan toimiviksi. Näillä toimenpiteillä voidaan varmistaa uuden julkisivun pitkä elinkaari. Myös vesikatolle on tehtävä oma korjaussuunnitelma aikatauluineen, koska sekin alkaa olla elinkaarensa päässä.

## 9 PÄÄTELMÄT

Opinnäytetyöni tavoitteena oli tehdä kuntotutkimus As Oy Kasarminkatu 21:n rakennusten julkisivuista korjaussuunnitelmaa varten. Aihe oli itselleni mielenkiintoinen, sillä on hyvin todennäköistä että tulevaisuudessa tulen toimimaan korjausrakentamisen parissa. Korjausrakentamisen tarve kasvaa jatkuvasti tulevaisuudessa. Tutkimus perustuu silmämääräisen arvioinnin pohjalta tehtyyn suunnitelmaan sekä kenttätutkimusten edetessä tarpeenmukaisiksi tulleisiin tutkimusmenetelmiin.

Tutkimuksen tekeminen ei ollut ns. läpihuutojuttu, vaan aiheutti paljon miettimistä ja pohtimista. Kuntotutkimusten tekeminen vaatiikin varmasti rutiinia tutkimusmenetelmien valintaan sekä kokemusta kuntotutkimuksista tulosten analysointiin. Ensimmäisen kuntotutkimuksen tekeminen oli haastavaa, koska saamilleni tuloksille ei ollut vertailupohjaa.

Tutkimustulosteni perusteella kohteelle on erittäin tarpeellista tehdä julkisivuremontti lähitulevaisuudessa. Tulosten valossa sekä tilaajan toiveita kunnioittaen laadin parhaaksi näkemäni korjausehdotukset. Toivon että tutkimuksesta on apua myös tilaajalle korjaussuunnitelman tukena.

Itselleni opinnäytetyön ja kuntotutkimuksen tekeminen oli mielenkiintoinen projekti. Tutkimuksen teoriaa tehdessä auttoi, että saatavilla oli paljon alan kirjallisuutta. Opinnäytetyön myötä tuli paljon uutta oppia aiheesta.

## LÄHTEET

- /1/ Suomen Betoniyhdistys r.y.1998.Rapatun julkisivun kuntotutkimus BY44.Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy.
- /2/ Kaivonen, J-A. 2006. Rakennusten korjaustekniikka ja talous. Rakennustieto Oy.
- /3/ Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. Betonijulkisivun kuntotutkimus BY42. Gummerus Kirjapaino Oy.
- /4/ Suomen Betoniyhdistys r.y. 2005. Rappauskirja BY46. Nykypaino Oy, Helsinki.
- /5/ Pientalon teräsrakenteet. 2000. Rakennustieto Oy. RT-Net palvelu. RT 82-10659. Viitattu 22.2.2011. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/11006.html.stx>
- /6/ Taloyhtiot.net internet-verkkosivu. [viitattu 25.2.2014] saatavilla osoitteessa <URL:<http://www.taloyhtio.net/korjausjaremontointi/kuntotutkimus/>>
- /7/ Inspecta.com internet-verkkosivu. [viitattu 27.2.2014] saatavilla osoitteessa <URL:<http://tkk-legacy.aalto.fi/Yksikot/Talo/opetus/rkt/2007/luennot/>>
- /8/ RT-kortisto 82-10612. 1996. Rapatut julkisivut. Rakennusteollisuus Oy:n.

LIITE



AS OY KASARMINKATU 21  
JULKISIVUN  
KUNTOTUTKIMUSRAPORTTI





LIITE

**SISÄLLYS**

1	YLEISTÄ .....	2
1.1	Kohteen tiedot.....	2
1.2	Tilaaaja .....	2
1.3	Kuntotutkimuksen tekijä.....	2
1.4	Tutkimuksen ajankohta.....	2
1.5	Kohde.....	2
1.6	Tutkimuksen tavoite ja laajuus .....	3
2	TUTKIMUSMENETELMÄT .....	3
2.1	Tutkimussuunnitelma.....	3
2.2	Aistinvarainen tarkastelu .....	3
2.3	Ainetta rikkomattomat menetelmät.....	3
2.4	Ainetta rikkovat menetelmät.....	4
3	TUTKIMUSTULOKSET .....	4
3.1	A-Rakennus.....	4
3.1.1	Julkisivu etelään .....	4
3.1.2	Julkisivu länteen.....	5
3.1.3	Julkisivu itään .....	5
3.1.4	Julkisivu pohjoiseen .....	5
3.2	B-Rakennus.....	5
3.2.1	Julkisivu etelään .....	5
3.2.2	Julkisivu länteen.....	5
3.2.3	Julkisivu pohjoiseen .....	6
3.3	Päätelmät.....	6
3.4	Kuvia vaurioista julkisivuissa .....	7
	9	
4	KORJAUSEHDOTUKSET .....	9
4.1	Eristerappaus.....	9
4.2	Uusimiskorjaus .....	10
4.3	Liittyvien rakenteiden korjaus .....	11

**LIITTEET**

## **10 YLEISTÄ**

### **10.1 Kohteen tiedot**

Kohde	As Oy Kasarminkatu 21
Kaupunki	Vaasa ( 905 )
Kaupunginosa	Keskusta ( 8 )
Kortteli	3
Tontti	21
Rakennusvuosi	1934 ja 1936

### **10.2 Tilaaja**

BUMA-Team oy / Isännöitsijä Janne Ala  
Rantalinna, Rantakatu  
65100 Vaasa

### **10.3 Kuntotutkimuksen tekijä**

Joonas Uljas  
Maasälväntie 8 A37  
00710 Helsinki

### **10.4 Tutkimuksen ajankohta**

Tutkimussuunnitelma sekä kenttätutkimukset on suoritettu keväällä 2014

### **10.5 Kohde**

Kuntotutkimuksen kohteena on 1934 rakennetun ja 1936 laajennetun taloyhtiön rapatut julkisivut. Talon kantavana rakenteena ovat massiivitiilimuurit jotka on

pinnoitettu rappaamalla. Taloyhtiöön kuuluu kaksi asuinkerrostaloa, joihin on tehty vuosien saatossa monenlaista remonttia ja tästä johtuen tutkimuksen yksi tavoitteista on selvittää alkuperäiset runkorakenteet. Viimeisin julkisivuja koskeva pintaremontti on tehty vuonna 2003.

### **10.6 Tutkimuksen tavoite ja laajuus**

Kuntotutkimuksen tavoitteena on tutkia runkorakenne, rappausvauriot, vaurioiden aiheuttajat ja siten saada pohja korjaussuunnittelulle. Tutkimuksen pääpaino kohdistui rappausvaurioiden sekä niiden syiden selvittämiseen.

Kuntotutkimus kattaa rapattujen julkisivujen tutkimuksen korjaussuunnittelun perustaksi sekä korjausehdotukset.

## **11 TUTKIMUSMENETELMÄT**

### **11.1 Tutkimussuunnitelma**

Kuntotutkimus suunnitelma tehtiin asiakirjojen sekä saatujen lähtötietojen perusteella. Kuntotutkimuksessa on kuitenkin edetty pääsääntöisesti kohteen tarpeiden mukaan, eikä menetelmä keskeisesti.

### **11.2 Aistinvarainen tarkastelu**

Aistinvaraisella tarkastelulla pyrin selvittämään vaurioiden laajuutta ja vaurioiden vakavuus astetta. Tarkastelun avulla saamieni tulosten perusteella harkitsin tarvittavia kenttätutkimusmenetelmiä.

### **11.3 Ainetta rikkomattomat menetelmät**

Tavoitteenani oli suorittaa tutkimus mahdollisimman kattavasti ainetta rikkomattomilla menetelmillä. Menetelmänä nämä ovat edullisia ja osoittautuivat tässä tapauksessa suurimmassa osassa riittäväksi.

Molempien rakennusten julkisivut, pois lukien A-rakennuksen pohjoissivu, on tutkittu kauttaaltaan Kopo-kartoituksella. Kopo-kartoitus antoi kattavan kuvan rappauspinnan kovuudesta sekä tartunnasta.

#### **11.4 Ainetta rikkovat menetelmät**

Ainetta rikkovia menetelmiä käytin selvittääkseni alustan kuntoa sekä rakennusten runkorakennetta. Irrotin rappauksesta muutamia näytepaloja analysoidakseni rappauslaastia ja sen kovuutta sekä nähdäkseni pintaa syvemmälle. Porasin molempien rakennusten ulkoseinään halkaisijaltaan 8 mm reiän ulkoseinän rakennekerrosten selvittämiseksi. Reikä ei ylety rakenteen läpi sisäpintaan asti.

## **12 TUTKIMUSTULOKSET**

Tarkastellessa rakennuksia kauempaa silmämääräisesti, rappauspinta ei vaikuta erityisen huonolta. Lähemmällä tarkastelulla kuitenkin maalipinta osoittautui erittäin paljon hilseileväksi ja halkeilua oli paljon. Myös sekä irtoavaa, että irronnutta maalipintaa oli paljon.

### **12.1 A-Rakennus**

Kosteustekninen toimimattomuus aiheuttanut vaurioita. Syitä tälle ovat mm todennäköisesti vääränlainen maali julkisivuissa sekä katolta seinälle päässyt vesi.

Vauriot eivät ylety pääsääntöisesti alustaan asti, vaan tiilipinta on hyväkuntoinen.

#### **12.1.1 Julkisivu etelään**

Maalipinta huonossa kunnossa kauttaaltaan, hilseilee, halkeamia sekä irronnutta maalia. Kopo-kartoituksen perusteella rappaus on isoilta alueilta irti alustasta. Osassa paikoista pintarappaus on irti pohjarappauksesta. Rappaus silti melko kovaa, eikä vielä irtoa itsekseen. Pahimmat vauriot ilmenivät ikkunoiden ympärillä. Ikkunapuitteet auringon polttamia ja huonossa maalissa, alapuut ovat lahot. Ikkuna pellitykset huonossa kunnossa ja niitä pitkin valuva vesi juosee rappauspinnalle.

### **12.1.2 Julkisivu länteen**

Maalipinta huonossa kunnossa kauttaaltaan, hilseilee, halkeamia sekä irronnutta maalia. Rappaus irti alustastaan monin paikoin, sekä syöksytorven läheisyydessä rappauspinta on haurasta. Länsisivun seinä on tutkittu vain etelänpäästä.

### **12.1.3 Julkisivu itään**

Maalipinta huonossa kunnossa kauttaaltaan, hilseilee, halkeamia sekä irronnutta maalia. Nurkat erittäin hauraat ja rapautuneet, irtoavaa rappausta kulmassa ja kulman läheisyydessä.

### **12.1.4 Julkisivu pohjoiseen**

Pääsääntöisesti tutkimatta, mutta parvekkeilta tutkitut alueet ovat kohtuullisessa kunnossa. Pieniä vaurioita maalipinnassa. Parhaiten säilynyt seinä.

## **12.2B-Rakennus**

Ongelmat samanlaisia kuin A-rakennuksessa. Kosteuden aiheuttamaa maalin irtoamista. Maali ei ”hengitä” eikä rappaukseen imeytynyt kosteus pääse kuivumaan riittävän nopeasti.

### **12.2.1 Julkisivu etelään**

Maalipinta huonossa kunnossa kauttaaltaan, hilseilee, halkeamia sekä irronnutta maalia. Kopo-kartoitus tekemättä eteläsivulle, mutta muualla havaittu vaurioiden laajuus antaa viitettä myös eteläsivulla oleviin vaurioihin. Ikkunapuitteet huonossa kunnossa ja alapuut lahot. Ikkunapellit ovat huonot ja juoksuttavat vettä rappauspinnalle aiheuttaen rapautumia sekä pintavaurioita.

### **12.2.2 Julkisivu länteen**

Maalipinta huonossa kunnossa kauttaaltaan, hilseilee, halkeamia sekä irronnutta maalia. Isoja alueita irti alustastaan ja syöksytorven tausta rapautunut eli rappaus pehmeää ja irtoavaa.. Ikkunapellit ovat huonot ja juoksuttavat vettä rappauspinnalle.

nalle aiheuttaen rapautumia sekä pintavaurioita. Seinään kiinnitettyjen varusteiden juuret rapautuneet ja halkeilleet, rappaus voi irrota näiltä alueilta itsekseen.

### **12.2.3 Julkisivu pohjoiseen**

Maalipinta huonossa kunnossa kauttaaltaan, hilseilee, halkeamia sekä irronnutta maalia. Rappaus kiinni alustassaan, eikä isompia näkyviä vaurioita rappauspinnassa. Seinään kiinnitettyjen varusteiden juuret ovat rapautuneet ja halkeilleet. Kokonaisuudessaan parhaiten säilynyt julkisivu.

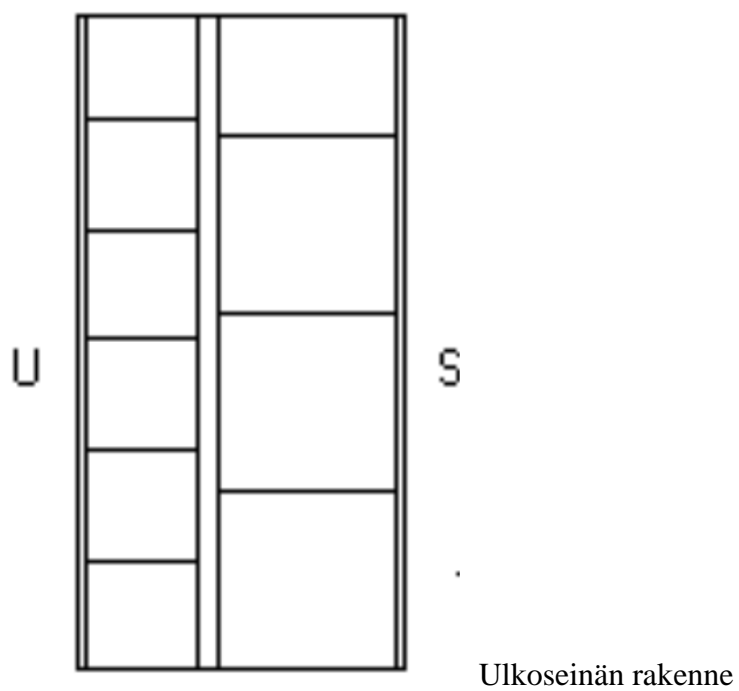
### **12.3 Päätelmät**

Kuntotutkimuksen perusteella maalipinnan vauriot ovat peräisin edellisen korjauksen yhteydessä tehdyn väärän materiaalivalinnan ja kovien sääräsitusten yhteysvaikutuksesta. Liittyvien rakenteiden, kuten vesikaton, rännien sekä ikkunapeltien huono kunto on edesauttanut vaurioiden syntymistä ja rappauspinnan nopeaa vaurioitumista.

Rappauspinnan irtoaminen alustastaan voi olla pitkällä aikavälillä tapahtuneen rapautumisen seurausta sekä mahdollisesti vääristä työskentelytavoista aiheutunutta vauriota. Myös maalipinnan kosteustekninen toimimattomuus on aiheuttanut rappauskerroksille rapautumista. Rappaukseen imeytynyt kosteus ei ole päässyt maalipinnan läpi kuivumaan ja on talviaikaan jäänyt rappauksen sisällä, mikä on aiheuttanut rapautumista ja tartunnan pettämistä.

### **12.4 Seinärakenne**

Kantavat seinät ovat paksut massiivitiilimuurit. A-rakennuksen seinäpaksuus on noin 610mm ja B-rakennuksen seinäpaksuus noin 470mm. Materiaalit ulko sisäänpäin ovat: Rappaus 20mm, Poltettu tiili 160-250mm, ilmarako 10-30mm, Poltettutiili 230-320mm, tasoitus + maalaus 20mm.



### 12.5 Kuvia vaurioista julkisivuissa



Maalipinnan lohkeilua ja halkeilua.





Rakennusten kulmat ja syöksytorien taustat ovat halkeilleet ja rapautuneet.



Seinien maalipinta on kauttaaltaan kupruileva ja irtonainen.

## **13 KORJAUSEHDOTUKSET**

### **13.1 Eristerappaus**

Eristerappaus olisi korjaustapana kohteeseen sopiva, koska siinä tapauksessa vanhaa vaurioitunutta rappauskerrosta ei tarvitse purkaa eristeen alta. Rakennusten

runko eli rappausalusta on hyväkuntoinen ja kestää siten lämmöneristelevyjen kiinnityksen seinään. Eristekerroksen päälle voidaan tällöin tehdä uusi julkisivurappaus vaatimuksiin parhaiten soveltuvilla materiaaleilla. Peittävässä korjauksessa ei uusia rappauslaasteja tarvitse valita vanhan rakenteen mukaan, vaan voidaan käyttää uusia ja paremmin säänkestäviä pinnoitteita tai maaleja.

Korjaussuunnitelmassa voidaan tarkemmin määrittää lisälämmöneristeen paksuudeksi 50mm tai 100mm, tarvittavan hyötysuhteen saavuttamiseksi. Todennäköisesti kohteeseen tehtävän eristerappauksen on oltava 100mm vahvuinen, jotta siitä saadaan kustannustehokas vaihtoehto. Lämmöneristeen materiaaliksi voidaan valita mineraalivilla tai EPS-levy. Lämmöneristeen materiaaleilla lämmöneristävyys on lähes sama, mutta eroavaisuuksia ilmenee lähinnä ääneneristävyudessa, paloeristävyudessa sekä rappauksen toteutustavoissa. Erilaisia eristerappausmenetelmiä on kutakuinkin yhtä paljon, kuin markkinoilla olevia valmistajia rappausmenetelmille. Näistä korjaussuunnitelman tekijä voi valita parhaaksi katsomansa vaihtoehdon.

### **13.2 Uusimiskorjaus**

Mikäli julkisivukorjausta ei toteuteta eristerappauksena, niin toisena vaihtoehtona korjaukselle on mielestäni uusimiskorjaus. Uusimiskorjauksessa tulee kaikki vanha rappaus purkaa ja poistaa. Rappauksen purku hoituu kätevimmin hiekkapuhaltamalla. Uusi rappaus tulisi tehdä kaksi- tai kolmikerrosrappauksena ja materiaaleina tulee käyttää kalkki- tai kalkkisementtimaaleja.

Uusimiskorjauksen etuna on se, että tällöin alustan kunto saadaan selville kauttaaltaan, ja mahdollisia paikallisia piilossa olleita vaurioita päästään korjaamaan. Rajoittavina tekijöinä uusimiskorjausta tehdessä on materiaalien valinta. Materiaalit täytyy soveltaa vanhalle rappausalustalle tartunnan sekä kosteusteknisen toimivuuden kannalta. Uuden rappauksen alle ei saa jättää yhtään vanhaa rappauslaastia, koska silloin uuden rappauslaastin pitäisi olla samaa laastia.

### **13.3 Liittyvien rakenteiden korjaus**

Julkisivurappausta korjattaessa tulee myös liittyvät rakenneosat korjata tai uusia. Eristerappauksen yhteydessä seinäpaksuus kasvaa, jolloin mm. pellitykset jäävät pieniksi. Pellitysten uusimisille on tarve myös uusimiskorjauksen yhteydessä, sillä nykyiset pellitykset eivät ole toimivia.

Julkisivuremontin yhteydessä on hyvä suunnitella myös ikkunaremonttia, koska kohteen alkuperäisten ikkunoiden kunto ja lämpöarvo on huono. Erityisesti eristerappaukseen päädyttäessä, olisi samaan aikaan hyödyllistä tehdä ikkunaremontti, jolloin lisäeristyksestä saatava hyötyarvo olisi todellinen. Yhdistettäessä julkisivu- ja ikkunaremontti, olisi myös kerralla toteutettu korjaus sekä laadullisesti, että kustannusten kannalta kannattavin ja mielestäni ainoa oikea vaihtoehto. Tällöin ikkuna-aukkojen ja julkisivurappauksen liitoskohdat ja pellitykset saataisiin kerralla valmiiksi.

Koska vesikaton kunto vaikuttaa myös remontoitavan julkisivun kuntoon, tulee vesikattoon tehdä ainakin riittävä huolto- ja korjaustyö. Riittävällä korjaustyöllä tarkoitan sitä, että vesikatto ei vuoda ja räystäät ja vesikourut syöksytorvineen korjataan toimiviksi. Näillä toimenpiteillä voidaan varmistaa uuden julkisivun pitkä elinkaari. Myös vesikatolle on tehtävä oma korjaussuunnitelma aikatauluineen, koska sekin alkaa olla elinkaarensa päässä.

