

Opinnäytetyö (AMK)

Insinööri (AMK), rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

2025

Annika Intonen

1970-luvun asuinkerrostalon betonielementtjulkisivukorjaus

TURKU AMK 
TURKU UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK), rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

2025 | 42 sivua, 1 liite

Annika Intonen

1970-luvun asuinkerrostalon betonielementtijulkisivukorjaus

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan Harjavallassa sijaitsevan vuonna 1975 valmistuneen asuinkerrostalon tulevaa julkisivukorjaushanketta. Työn tavoitteena on selvittää, mitä erilaisia korjausvaihtoehtoja hankkeelle on ja mikä vaihtoehto on kannattavin. Kohteelle tehdyn kuntotutkimuksen avulla saadaan tietoa julkisivujen vaurioista ja ehdotuksia liittyen korjaustapaan.

Opinnäytetyössä perehdyttiin alan kirjallisuuden ja julkaisujen avulla betonisandwich-elementteihin, betonijulkisivun rasitukseen ja vaurioihin sekä betonijulkisivujen yleisimpiin korjaustapoihin. Case-kohteen korjaustavan valintaa ja kannattavuutta tutkittiin haastatteleamalla sekä kohteen isännöitsijää että julkisivukorjaushankkeen valvojaa, jotta saatiin niin isännöinnin kuin rakennusteknisiä näkökulmia aiheeseen.

Aihe on rakennusalalla merkittävä, sillä ilmastonmuutoksesta johtuvat rankkasateet ja voimakkaat tuulet altistavat yhä enemmän rakennusten julkisivuja kosteusrasitukselle, jolloin vaurioita pääsee helpommin syntymään. Korjaustapoja löytyy niin kevyistä raskaisiin, joten soveltuvin korjaustapa tulee tutkia jokaiselle kohteelle erikseen. Tämän opinnäytetyön case-kohteelle soveltuivat parhaiten kevyet pinta- ja paikkauskorjaukset, sillä kohde sijaitsee muuttotappiokunnassa, jossa ei olisi kannattavaa tehdä korjausta kaikkein perusteellisimmin.

Asiasanat:

betonirakenteiden vaurioituminen, betonisandwich-elementti, julkisivukorjaus, kuntotutkimus

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Construction and Civil Engineering

2025 | 42 pages, 1 appendix page

Annika Intonen

Concrete element facade repair of a 1970s apartment building

In this thesis, an upcoming facade repair project of an apartment building, completed in 1975 and located in Harjavalta, is examined. The aim is to identify different repair options and determine which one would be the most cost-effective. A condition investigation of the building is used to gather information about facade deteriorations and to provide suggestions regarding suitable repair methods.

Sandwich elements, typical stresses and damage affecting concrete facades, as well as common repair methods, are explored through relevant literature and publications. The selection and cost-effectiveness of the renovation method for the case building are analyzed through interviews with the building's property manager and the renovation supervisor.

The topic is considered significant in the construction industry, as heavy rainfall and strong winds caused by climate change increasingly expose facades to moisture, making deterioration more likely. Repair methods range from light to extensive solutions, and the most appropriate method should be assessed individually for each building. In the case of this thesis, light surface and patch repairs were found to be the most suitable, as the building is located in a municipality experiencing population decline, making more extensive repairs unprofitable.

Keywords:

deterioration of concrete structures, sandwich element, facade repair, condition investigation

Sisältö

1 Johdanto	6
2 Betonisandwich-julkisivut	8
2.1 Betonisandwich-elementti	8
2.2 Betonisandwich-elementti vuosien varrella	9
2.3 Betonisandwich-elementin pintamateriaalit	10
3 Betonijulkisivun rasitukset ja vauriot	11
3.1 Kosteusrasitus	11
3.1.1 Kosteusrasitus betoniulkoseinissä	12
3.1.2 Kosteusrasitus parvekkeissa	12
3.2 Raudoitteiden korroosio	13
3.2.1 Karbonatisoituminen	14
3.2.2 Kloridit	15
3.3 Betonin rapautuminen	15
3.3.1 Pakkasrapautuminen	16
3.3.2 Ettringiittireaktio	17
3.3.3 Alkalikiviainesreaktio	18
3.4 Betonin muodonmuutokset ja halkeilu	19
4 Yleiset korjaustavat	20
4.1 Paikkaus- ja pinnoituskorjaukset	20
4.1.1 Saumauskorjaus	21
4.1.2 Huoltomaalaus	22
4.1.3 Suojaava pinnoitus	22
4.1.4 Perusteellinen paikkaus- ja pinnoituskorjaus	23
4.2 Peittävät korjaukset	24
4.3 Purkaminen ja uudelleenrakentaminen	27
4.4 Erikoismenetelmät	28
5 Case-kohde ja sen julkisivukorjaus	30
5.1 Kuntotutkimus ja sen tulokset	31

5.2 Korjausvaihtoehdot	34
5.3 Valittu korjaustapa ja sen kannattavuus	35
6 Yhteenveto	38
Lähteet	40

Liitteet

Liite 1. Haastattelukysymykset

Kuvat

Kuva 1. Betonisandwich-elementtien rakenteita.	10
Kuva 2. Korroosion aiheuttamia vaurioita.	13
Kuva 3. Pakkasrapautumisesta johtuvaa elementtien kaareutumista.	17
Kuva 4. Paikkaus- ja pinnoituskorjauksia betonijulkisivussa.	21
Kuva 5. Perusteellisen paikkaus- ja pinnoituskorjauksen vaiheita.	24
Kuva 6. Peittävän korjauksen verhousvaihtoehtoja.	25
Kuva 7. Yleiskuva kohteesta.	30
Kuva 8. Julkisivun kaakkoispäädyn pellitykset.	31
Kuva 9. Rakennuksen lounaissivulta poratut näytteet.	32
Kuva 10. Rakennuksen kaakkois- ja luoteispäädyistä poratut näytteet.	33
Kuva 11. Elementti vääntynyt rapautumisen seurauksena.	34

1 Johdanto

Rakennusten julkisivut ja niiden betonirakenteet ovat alttiita useille erilaisille vaurioille. Betoni vaurioituu pääosin kahdesta eri syystä; pakkasrapautumisen tai betonirakenteissa olevien terästen ruostumisen seurauksena. Myös ilmastonmuutoksesta aiheutuvat rankkasateet ja voimakkaat tuulet edistävät vaurioiden syntymistä, sillä nämä niin sanotut viistosateet altistavat julkisivut todella suurelle kosteusrasitukselle. (Julkisivukonsultointi n.d.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella 1970-luvulla valmistuneen asuinkerrostalon julkisivun mahdollisia korjausvaihtoehtoja ja sille soveltuvinta korjaustapaa. Kohde sijaitsee Harjavallassa ja sen julkisivu koostuu sen ajan tyyppillisen kerrostaloarkkitehtuurin tapaan betonisandwich-elementeistä. Näistä osa on alkanut vuosien saatossa vääntymään rapautumisen seurauksena ja nyt kohteelle tehdyn kuntotutkimuksen perusteella lähitulevaisuudessa taloyhtiöllä on edessään julkisivukorjaus. Koska kohde sijoittuu muuttotappiokunnalle ja tontti on vuokratontti, tuo se mukanaan omanlaisia haasteita verrattuna esimerkiksi asukasluvultaan suurempien kaupunkien julkisivukorjaushankkeisiin.

Betonin vauriot ja niiden korjaaminen julkisivuissa tulevat ajankohtaisiksi isolle joukolla rakennuksia, sillä eniten korjaustarvetta tulee olemaan 1960–1970-luvuilla rakennetuissa betonielementtirakennuksissa. Näitä julkisivuja on rakennettu peräti kaiken kaikkiaan noin 44 miljoonaa neliometriä. (Lahdensivu 2010, 7.)

Työn teoreettisessa osuudessa perehdytään betonisandwich-julkisivuihin, betonijulkisivujen rasitukseen ja vaurioihin sekä niiden korjaustapoihin. Tämän jälkeen tutustutaan tarkemmin case-kohteeseen ja sille tehtyyn kuntotutkimukseen sekä pohditaan valittua korjaustapaa, siihen päätymistä ja sen kannattavuutta muun muassa henkilöhaastatteluiden avulla.

Työn teoria pohjautuu alan kirjallisuuteen ja julkaisuihin julkisivukorjauksista ja korjaustavoista. Teoriaosuus ja todellinen julkisivukorjauskohde

muuttotappiokunnassa antavat tietoa muille samassa tilanteessa oleville taloyhtiöille, sillä kaupungistumisen myötä tällaisia taloyhtiöitä Suomessa tulee olemaan yhä enenevässä määrin.

Opinnäytetyö on tehty toimeksiantona Isännöintikeskus Sydän-Satakunta Oy:lle. Isännöintikeskus tarjoaa isännöintialan palveluita vankalla kokemuksella. Se työllistää kaksi isännöitsijää sekä kaksi kiinteistösihteeriä/kirjanpitäjää. Yritys toimii Satakunnan alueella, pääosin Harjavallassa, jossa myös sen toimipiste sijaitsee.

2 Betonisandwich-julkisivut

Rakennuksen julkisivu koostuu rakennuksen ulkoseinäpinnoista, ikkunoista, ovista, parvekkeista, katoksista sekä erilaisista julkisivuissa olevista varusteista ja valaistuksista. Eri alueilla on erilaisia rakennusmääräyksiä ja asemakaavoja, joissa on säädelty julkisivua koskevista seikoista esimerkiksi siitä, minkälaisia muotoja tai värejä julkisivussa tulisi olla. Julkisivumateriaalina betoni ja siitä valmistetut elementtirakenteet ovat olleet käytössä useiden vuosikymmenten ajan. Betonielementtijulkisivuista rakentaminen on edullista ja nopeaa, betoni puolestaan rakenteena on helppohoitoinen ja pitkäaikainen. Erilaisia betonielementtijulkisivun toteutustapoja ovat muun muassa sandwich-elementit, kuorielementit sekä tehdasrapatut elementit. (Elementtisuunnittelu 2023a.)

Ajanjaksoa 1960-luvulta 1970-luvun puoliväliin asti pidetään lähiöiden sarjatuotannon ajanjaksona; vuonna 1974 saavutettiin Suomen ennätys, jolloin uusia kerrostalohuoneistoja valmistui jopa 46 200 kappaletta. Pää tavoitteena 1970-luvun kerrostalorakentamisessa oli määrällisten tavoitteiden täytyminen. Asuntohallitus oli vuonna 1972 antanut ohjeen, jossa pyrittiin rakennusten ja niiden osien kannalta mahdollisimman pitkälle vietyyn teolliseen sarjatuotantoon eikä esimerkiksi kerrostaloissa saanut olla tarpeettomia mutkia tai ulokkeita. (Neuvonen & Hieta-Wilkman 2015, 13.) Yleisin ulkoseinärakenne suomalaisessa kerrostalorakentamisessa tänä ajanjaksona oli betonisandwich-rakenteinen elementti (Neuvonen 2006, 150).

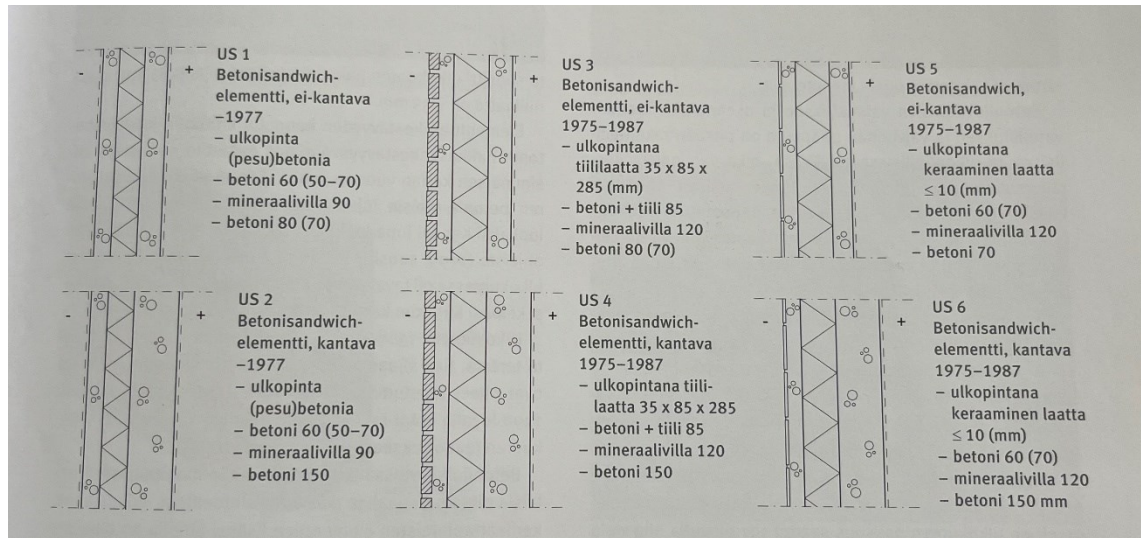
2.1 Betonisandwich-elementti

Betonisandwich-elementti koostuu betonisesta sisä- ja ulkokuoresta, joiden välissä on lämmöneriste. Elementit valmistetaan tehtaalla, jossa sisäolosuhteet takaavat niille laadukkaan lopputuloksen. Jotta rakenne pääsisi tuulettumaan, hoidetaan se lämmöneristeen tuuletusurien tai yhtenäisen tuuletusraon kautta. Sekä sisä- että ulkokuoren paksuus vaihtelevat, esimerkiksi sisäkuoren paksuus on tyypillisesti 80–150 mm:n välillä riippuen siitä, onko elementti

kantava vai ei-kantava. (Betonikeskus ry 2007, 14.) Ulkokuoren paksuus puolestaan vaihtelee raudoitustyyppin sekä pintamateriaalin mukaan tyypillisesti 70–85 mm:n välillä (Elementtisuunnittelu 2023b). Sandwich-elementin ulko- ja sisäkuori kiinnitetään toisiinsa lämmöneristeen läpi metallirakenteisilla ansailla, jotka valmistetaan joko ruostumattomasta teräksestä tai betoniteräksestä (Betonitieto n.d.).

2.2 Betonisandwich-elementti vuosien varrella

Ensimmäisiä sandwich-rakenteita käytettiin jo 1950-luvun lopussa ja niiden käyttö yleisty huomattavasti 1960–1970-luvuilla. Sisä- ja ulkokuoren paksuudet ovat vaihdelleet vuosien aikana sen ajan viranomais määräysten mukaisesti (Neuvonen 2006, 41). Kuvassa 1 on esitetty erilaisia betonisandwich-elementtien rakenteita. Lämmöneristeenä on tuolloin käytetty yleisimmin mineraalivillaa, joko kivi- tai lasivillaa. Eristeen paksuus on vaihdellut 70–140 mm:iin ja jopa yhden elementin kohdalla se on voinut vaihdella huomattavastikin. Eristetilassa ei ole ollut lainkaan tuuletusta. Raudoituksena ulkokuoressa on käytetty verkkoraudoitusta ja elementin reunoilla sekä ikkunoiden pielissä pieliteräksiä. Verkkoraudoituksen lisäksi ulkokuoressa on käytetty sideansaita, muita sideteräksiä ja nostolenkkejä. Ulko- ja sisäkuori on kiinnitetty toisiinsa sideansain. Raudoitukseen on tyypillisesti tuolloin käytetty ruostuvaa teräslaattaa. Vanhemmissa elementeissä on saatettu käyttää myös esimerkiksi erilaisia betonoituja ja bitumoituja betoni- ja muototeräksiä. (Haukijärvi 2005a, 6–7.)



Kuva 1. Betonisandwich-elementtien rakenteita (Neuvonen 2006, 41).

2.3 Betonisandwich-elementin pintamateriaalit

Betonisandwich-elementeissä on käytetty useita erilaisia pintamateriaaleja eri vuosikymmeninä. Harjatut, maalatut ja pesubetonipintaiset julkisivut olivat suosittuja 1970-luvulla. Sen loppupuolella yleisimmäksi pintamateriaaliksi tuli tiililaatta. Näihin aikoihin yleistyi myös keraaminen laatta. 1980–1990-luvuilla valko- ja väribetonipintaiset elementit tulivat suosioon kuitenkin maalattuja tai ohutpinnoitettuja betonipintoja unohtamatta. (Neuvonen 2006, 42.)

Tämän opinnäytetyön julkisivukorjauskohteen pintamateriaalina on käytetty pesubetonia. Siinä sementtiliima pestään betonipinnasta pois paineveden avulla heti elementin muotista purkamisen jälkeen. Pinta voidaan käsitellä pesun jälkeen esimerkiksi happopesulla ja vesihuuhtelulla. Pesubetonille tyypillisen värin saa aikaan pääosin betonin kiviaines. (Siikanen 2009, 155, 158.)

3 Betonijulkisivun rasitukset ja vauriot

Betonijulkisivut ja parvekkeet ovat jatkuvasti alttiina säälle tai muille rasituksille niiden elinkaaren aikana, jolloin niissä tapahtuu erilaisia muutoksia ja tämä aiheuttaa rakenteiden ominaisuuksien heikkenemisen ja lopulta ennenaikaisen vaurion. Vaikka aluksi rasitustekijöiden aiheuttamat muutokset ovat yleensä vain ulkonäöllisiä, saattaa ne lopulta aiheuttaa rakenteissa erilaisia turvallisuusriskejä. Erilaisia rasitustekijöitä ovat muun muassa kosteus, lämpö, auringon säteily, erilaiset haitta-aineet esimerkiksi kloridit ja ilman hiilidioksidi, tuuli ja pakkasrasitus. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 18.) Rasitukset voidaan jakaa vielä sekä ulkoisiin että sisäisiin rasituksiin; ulkoiset rasitukset johtuvat erilaisista säätekijöistä ja ulkoilmasta sekä näiden yhteisvaikutuksista, kun taas sisäiset rasitukset seinärakenteesta ja sisätiloista heijastuvista vaikutuksista (RT 82-10603, 1996, 2).

Suomalaisissa betonirakenteissa, kuten betonijulkisivuissa ja parvekkeissa, merkittävimpinä vaurioilmiöinä voidaan pitää betonin pakkasrapautumista ja raudotteiden korroosiota betonin karbonatisoitumisen tai kloridirasituksen seurauksena. Muita merkittäviä vaurioita ovat kosteustekniset toimivuuspuutteet, kiinnitysten, kannatusten ja sidontojen vauriot, pintatarvikkeiden ja -käsittelyjen vauriot sekä halkeilut ja muodonmuutokset. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 18.)

3.1 Kosteusrasitus

Kosteus eri muodoissaan on merkittävimpiä betonijulkisivuja rasitustekijöitä. Suurimpina kosteuslähteinä voidaan pitää sateita, ulkoilman kosteutta ja pinnoille tiivistyvää ilman kosteutta. Muita kosteuslähteitä ovat esimerkiksi sisäilman kosteus, maaperän kosteus, rakennuksessa käytettävä vesi sekä erilaiset vuotovedet. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 18.)

Julkisivuihin kohdistuu sateita ympäri vuoden aiheuttaen niille rasitusta. Saderasitustaso määräytyykin niin vetenä kuin räntänä tulevan sateen määrän

ja tuulensuunnan mukaan. Koska rannikkoalueella vuotuinen sademäärä on sisämaata korkeampi ja tuulen nopeudet sateen aikana voimakkaampia, julkisivuille kohdistuva viistosateen määrä on merkittävästi suurempi rannikoilla kuin sisämaassa. Viistosateen osuus vuotuisesta sademäärästä on noin 60 % rannikolla, kun taas sisämaassa siinä jäädyään noin 40 %:iin. Myös tuulensuuntien avulla voidaan arvioida julkisivujen rasitustasoa; kaakko-länsi-sektorilla olevat julkisivut ovat rasitetumpia, sillä sateet etenevät Suomessa tässä suunnassa. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 19.)

3.1.1 Kosteusrasitus betoniulkoseinissä

Betoniulkoseinien suurin käytönaikainen kosteuslähde on jo aiemmin mainittu viistosade. Sen vaikutus on huomattava varsinkin seinien yläosissa, räystäättömissä, avoimilla paikoilla sijaitsevissa korkeissa rakennuksissa. Betonin laatu sekä pinnan tyyppi, esimerkiksi millainen on pinnan struktuuri tai mahdollinen pintakäsittely, vaikuttavat siihen, kuinka paljon vettä imeytyy betoniin. Sateen aikana ulkoseinään syntyvä vesikalvo pääsee tunkeutumaan eristetilaan vuotavien saumojen ja toimimattomien liitosdetaljien kautta, jolloin vesi kertyy muun muassa ikkunan päällisiin ja sokkeloihin painovoiman mukaisesti. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 19.)

3.1.2 Kosteusrasitus parvekkeissa

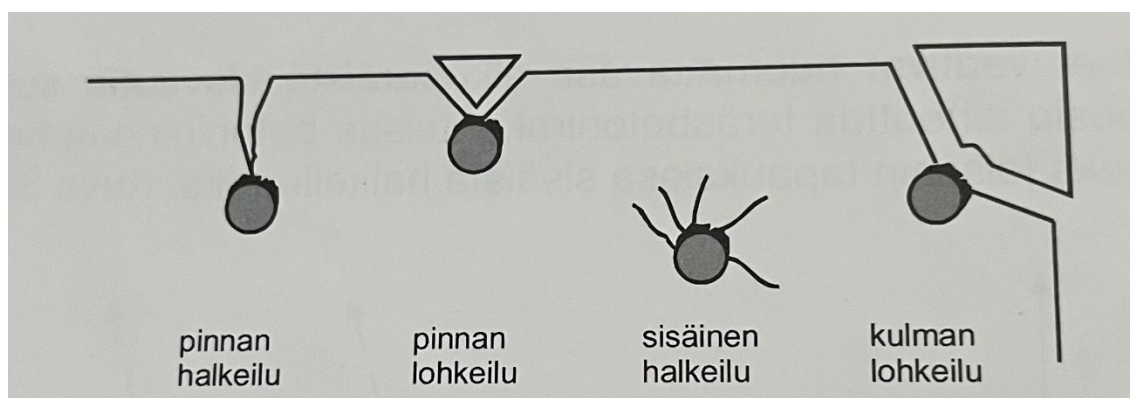
Parvekkeet ovat ulkoseinien tavoin alttiina hyvin suurelle kosteudelle. Parvekelaattojen yläpinnoille kohdistuva sadevesi ja lumi pitävät ne pitkiä aikoja märkinä. Sen sijaan viistosade rasittaa niin parvekkeiden pieliä, kaiteita ja muita ulkoisia pystypintoja. Myös puutteet laattojen vedenpoistossa ja muissa yksityiskohdissa tekee paikallisesti kosteusrasituksesta huomattavan. Parvekkeiden kosteusrasituksen takia olisi tärkeää, että se pääsisi hyvin kuivumaan. Näin ei kuitenkaan tapahdu, sillä rakenne on yleensä kokonaan kylmä, jolloin lämpövirta ei kuivata sitä. Näin ollen vesi imeytyy kapillaarisesti

betoniin ja poistuu lopulta haihtumalla kuivina aikoina, mikä saattaa olla hankalaa Suomen ilmastossa. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 20.)

3.2 Raudoitteiden korroosio

Betonissa olevat raudoitteet ovat normaalisti korroosiolta eli ruostumiselta suojattuja. Betonin korkean alkalisuuden eli emäksisyyden ansiosta muodostuu terästen pinnalle ohut oksidikalvo, joka estää sen, että teräksissä ei tapahtu ei-toivottua sähkökemiallista korroosiota. Tämä on niin kutsuttua teräksen passivoitumista. Joskus kuitenkin saattaa käydä niin, että teräksen passiivisuus häviää ja korroosio käynnistyy. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 20–21.)

Pääasiassa korroosion alkaminen johtuu kahden tekijän vaikutuksesta; betonin karbonatisoitumisesta tai raudoitusta ympäröivän betonin klorideista. Kun korroosio on lopulta päässyt etenemään, tuo se rakenteelle ongelmia; raudoituksen pinnasta alkaa liueta materiaalia, mikä taas johtaa raudoitteiden poikkileikkausalan pienenemiseen ja näin heikentää rakenteen kantavuutta. Korroosion vaikutukset nähdään betonipinnan halkeiluna ja lohkeiluna, sillä korroosiotuotteet vaativat alkuperäistä tilavuutta suuremman tilan. Sisäinen halkeilu saattaa myös olla mahdollista. Kuvassa 2 on esitetty teräsbetonirakenteen erilaisia vauriotyyppejä, joissa on havaittavissa korroosion vaikutus. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 20–21.)



Kuva 2. Korroosion aiheuttamia vaurioita (Suomen Betoniyhdistys 2013, 22).

Korroosion syntymisen ehkäisemiseksi on keinoja, joilla raudotteita voidaan suojata. Tärkeää on hyvälaatuinen, paksu ja tiivis betonipeite, jolloin raudotteilla on hyvä suoja korroosiolta. Teräsbetonirakenteissa onkin käytetty juuri tätä tapaa raudotteiden korroosiosuojana, mutta paksuudet ovat lopulta osoittautuneet usein liian puutteellisiksi. Muina korroosiosuojakeinoina on käyttää rakenteessa esimerkiksi sinkittyjä, ruostumattomia tai epoksinnoitettuja raudotteita. Yhtenä keinona ovat myös pinnoitteet; niiden avulla estetään veden, hiilidioksidin tai kloridien tunkeutuminen rakenteen sisälle. Pinnoitteet tosin vaativat huolto- ja uusintakäsittelyjä, jotta ne toimisivat niin kuin pitäisi. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 21.)

3.2.1 Karbonatisoituminen

Betonin karbonatisoitumisella tarkoitetaan betonin neutraloitumisreaktioita, jonka tuloksena siinä olevan huokosveden pH-arvo alenee. Reaktiot syntyvät, kun ilman hiilidioksidi CO_2 pääsee tunkeutumaan betoniin. Karbonatisoituminen etenee hiljalleen rintamana betonin pinnasta aina syvemmälle betoniin. Kemialliset reaktiot puolestaan tapahtuvat vyöhykkeessä, jossa betonin pH-arvo laskee lopulta jopa arvoon 8,5, kun se tavallisesti on välillä 13–14. Emäksisyyden laskiessa oksidikalvo ei enää suojaa raudoitusta, ja niin se alkaa ruostumaan. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 22.)

Karbonatisoitumisen etenemisen nopeus betonissa riippuu yleensä kolmesta eri tekijästä; betonin diffuusiovastuksesta hiilidioksidin tunkeutumista vastaan, ympäröivän ilman hiilidioksidipitoisuudesta ja karbonatisoituvan aineen määrästä. Siihen, miten nopeasti puolestaan hiilidioksidi tunkeutuu betoniin, vaikuttavat betonin huokosrakenne sekä kosteuspitoisuus. Jo valmiit halkeamat betonissa lisäävät paikallisesti hiilidioksidin pääsyä betonirakenteeseen. Kun karbonatisoituminen on päässyt tarpeeksi syvälle betoniin ja aiheuttanut muutoksia betonirakenteessa, vaikeutuu hiilidioksidin pääsy karbonatisoitumisvyöhykkeeseen. Tämän takia karbonatisoituminen hidastuu ja voi jopa tiiviissä betonissa melkein pysähtyä. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 22–23.)

3.2.2 Kloridit

Betonissa esiintyy klorideita, jotka päätyvät betoniin ulkoisista lähteistä, kuten esimerkiksi maantiesuolasta ja rannikkoseuduilla tuulen kuljettamasta merivedestä. Niitä on voinut myös kulkeutua betonin sekaan jo sen valmistusvaiheessa, sillä kalsiumkloridia käytetään betonivalussa kiihdyttimenä nopeuttamaan betonin sitoutumista ja kovettumista. (Labroc n.d.) Jo riittävän korkean kloridipitoisuuden ylittyessä voi betonirauδοitteissa alkaa korroosio, vaikka betoni ei olisikaan karbonatisoitunut. Tämä kynnysarvo on noin 0,03...0,07 p-% kloridipitoisuutta betonin painosta. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 25.)

Kloridin aiheuttaman korroosion voi tunnistaa siitä, että raudotteiden korroosio tapahtuu pistemäisesti ja erittäin voimakkaana, etenkin silloin, kun kloridit ovat tunkeutuneet kovettuneeseen betoniin. Kloridikorroosiota ei välttämättä heti huomata ja se onkin voinut edetä jo pitkälle, kun ensimmäisiä vaurioita alkaa havaitsemaan. Tämä johtuu siitä, että syntyvät korroosiotuotteet ovat liukoisempia betonin huokosveteen kuin karbonatisoitumisesta aiheutuvassa korroosiossa. Kloridikorroosiossa on myös tyypillistä se, että se voi tapahtua normaalia alemmassa kosteuspitoisuudessa ja lämpötilassa. Betonissa jo aikaisemmin alkanut karbonatisoituminen kiihdyttää entisestään kloridikorroosiota, koska karbonatisoituminen vapauttaa betonin huokosveteen sementtikiveen sitoutunutta kloridia. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 25.)

3.3 Betonin rapautuminen

Yksi betonin yleisimmistä vauriomekanismeista on betonin rapautuminen. Betonin huokoisuus ja hauraus ovat ominaisuuksia, jotka tekevät siitä herkän kosteusrasitukselle. Sen lisäksi vielä lämpötilanvaihtelut, etenkin Suomen talviaikana, jäädyttävät kosteita betonirakenteita edestakaisin jatkuvasti, ja näin rapautumiselle saadaan sille erittäin suotuisat olosuhteet. (Suvanen 2024.)

Turmeltumisilmiöitä on yleisesti ottaen kolmea erilaista, joiden vaikutuksesta betoni voi rapautua; pakkasrapautuminen, ettringiittireaktio ja alkalikiviainesreaktio. Suomen sääolosuhteissa pakkasrapautuminen on selvästi edellä mainituista yleisin rapautumisilmiö. Rapautumisilmiöitä ja sen syytä on hyvin hankala tunnistaa silmämääräisesti, koska näkyvät vauriot ovat usein melko samankaltaisia. Kuitenkin kaikkien kolmen ilmiön taustalla on niiden vaatima korkea kosteusrasitus. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 29.)

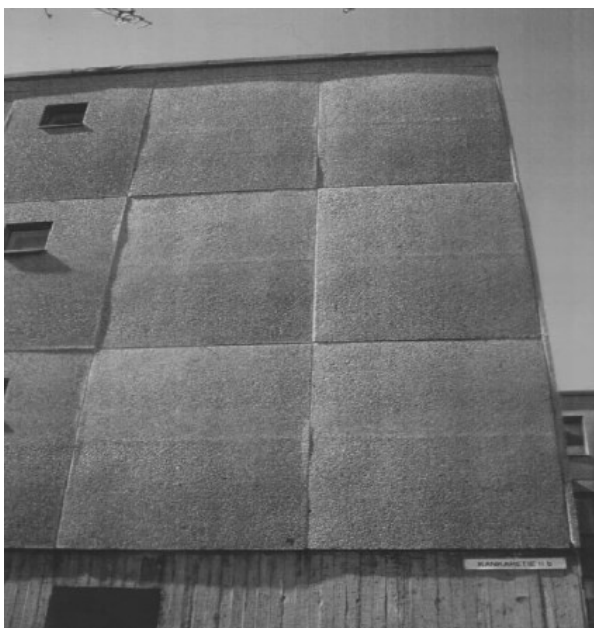
3.3.1 Pakkasrapautuminen

Pakkasrapautuminen on yksi merkittävimmistä betonirakenteita vaurioittavista tekijöistä. Siinä betonin huokosverkostossa oleva vesi jäätyy ja tämä jäätymislaajenema synnyttää painetta. Painetta kasvattaa edelleen jääkiteen tilavuuden kasvu, kun lämpötila taas nousee. Huokosverkostossa oleva vapaa vesi laajenee jäätyessään noin 9 tilavuusprosenttia. Kaikki vesi verkostossa ei kuitenkaan jäädy yhtä aikaa lämpötilan laskiessa veden jäätympisteeseen alapuolelle, vaan huokosveden jäätympiste alenee huokossäteen pienetessä. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 30.)

Jotta jäätymislaajeneman synnyttämä paine ei aiheuttaisi betoniin vaurioita ja pääsisi purkautumaan oikeanlaisesti, on betonissa oltava ilmahuokosia. Näitä niin kutsuttuja suojahuokosia on oltava tasaisesti jakautuneena betonissa. Se saadaan aikaan ainoastaan lisähuokostusainetta käyttämällä. Ilma- eli suojahuokokset ovat betonissa oleviin kapillaarihuokosiin verrattuna suurempia ja ne pysyvät ilmatäytteisinä, vaikka betoni olisikin kosketuksissa veden kanssa kauankin. Suojahuokokset ovat halkaisijaltaan noin 0,15–0,30 mm. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 30.)

Ennen 1970-luvun puoliväliä valmistuneissa rakennuksissa ja niiden julkisivuissa sekä parvekkeissa ei lisähuokostusta ole säännönmukaisesti käytetty. Myös ennen 1980-luvun valmistuneissa betonijulkisivuissa ja parvekkeissa on suojahuokostus puutteellinen. Etenkin pesubetonissa huokostus on yleisesti epäonnistunut. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 30.)

Pakkasvaurioituminen aiheuttaa betoniin säröjä, jotka heikentävät betonin lujuutta ja nopeuttavat veden imeytymistä. Kun pakkasrasitus on tarpeeksi pitkäjaksoista, betonin rapautuminen alkaa. Pitkälle edenneen pakkasrapautumisen voi havaita esimerkiksi pinnan halkeamina, elementtien kaareutumisina (kuva 3) ja lopuksi betonin lohkeiluna. Vasta alkuvaiheessa olevaa pakkasrapautumista pystytään havaitsemaan vain tarkoin tutkimuksin eikä sitä esimerkiksi pysty havaitsemaan paljain silmin tai rakennetta hajottamalla. Korjauskustannukset nousevatkin yleensä korkeiksi, sillä vauriot havaitaan yleensä vasta sitten, kun rapautuminen on jo edennyt pitkälle. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 32.)



Kuva 3. Pakkasrapautumisesta johtuvaa elementtien kaareutumista (Pyy 2025).

3.3.2 Ettringiittireaktio

Ettringiittireaktio tarkoittaa kovettuneessa sementtikivessä tapahtuvaa sulfaattimineraalien kemiallista reaktiota, jonka seurauksena tapahtuu reaktiotuotteiden voimakas tilavuudenkasvu. Kiteytyneen kiinteän ettringiitin tilavuus voi kasvaa jopa 130–140 % lähtöaineiden tilavuuteen verrattuna.

Itsessään ettringiittimineraalia löytyy harvoin luonnosta, mutta betonissa sitä on luonnostaan, sillä se on merkittävä Portlandsementin hydrataatiotuote. Betonin liian runsas lämpökäsittely sen kovettumisen aikana on syynä ettringiittireaktion syntyyn, sillä lämpökäsittely aiheuttaa häiriöitä sementin kovettumisreaktiossa. Ettringiittireaktiota tavataankin hyvin yleisesti elementeissä, joita on lämpökäsitelty voimakkaasti ja jotka joutuvat suureen kosteusrasitukseen. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 33.)

Kiteytyvä kiinteä ettringiittimineraali kiteytyy betonissa olevien suojahuokosten seinämille, joka aiheuttaa suojahuokosten tilavuuden pienenemisen. Tämä puolestaan johtaa betonin pakkasenkestävyyden heikkenemiseen. Reaktion aiheuttama rapautuminen muistuttaa pakkasrapautumaa. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 34.)

3.3.3 Alkalikiviainesreaktio

Alkalikiviainesreaktio on yksi rapautumisilmiöistä, jossa betonin kiviaineksessa tapahtuu sementtikiven alkalisuudesta johtuva paisumisreaktio.

Alkalikiviainesreaktio voidaan jakaa kiviaineksen mukaan kolmeen eri reaktioon; alkali-piidioksidi-, alkali-silikaatti- ja alkali-karbonaattireaktioon. Kyseinen reaktio ei rakenteessa tapahdu ilman, että seuraavat asiat toteutuvat; sementti sisältää paljon alkaleja kuten natriumia ja kaliumia, kiviaineksessa on huonosti alkalisuutta kestäviä mineraaleja ja betonin kosteuspitoisuus on tarpeeksi korkea. Suomessa reaktio ei olekaan kovin yleinen ilmiö, sillä suomalaiset tiiviit syväkivilajit ovat yleisesti hyvin kemiallisesti kestäviä. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 35.)

Betonirakenteessa, jossa esiintyy alkalikiviainesreaktiota, voidaan havaita pinnan kosteudesta johtuvaa laikukkuutta, epäsäännöllistä verkkohalkeilua, paisumista sekä halkeamista tulevaa geelimäistä reaktiotuotetta. Kyseiset vauriot muistuttavat hyvin pitkälti pakkasrasituksen aiheuttamaa halkeilua. Ero kuitenkin on halkeilun rakenteessa, joka pakkasvauriossa on runsainta betonisen ulkopinnan lähellä heiketen syvemmälle mentäessä, kun taas

alkalikiviainesreaktiossa halkeilua tavataan betonissa vasta syvemmällä rakenteessa, mikä aiheuttaa tasaisemman halkeiluverkoston koko betoniin. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 35.)

3.4 Betonin muodonmuutokset ja halkeilu

Betonirakenteen halkeamista voivat aiheuttaa useat eri tekijät. Aiheuttajina saattavat olla esimerkiksi plastisen ja kovettumisvaiheen kutistumat, kovettuneen betonin kuivumiskutistuma ja kutistumaerot, ulkoinen kuormitus, lämpötilamuutokset, tukien siirtymät, pakkasrapautuminen sekä korroosiosta johtuva sisäinen paine. Halkeamista aiheutuu tietysti myös erilaista haittaa esimerkiksi rakenteellista, mutta myös esteettistä. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 46.)

Tyypillisimpiä vauriosta syntyviä betonin muodonmuutoksia ovat elementtien kaareutumiset ulkoseinissä. Kaareutuminen aiheutuu levyn paksuussuuntaisista muodonmuutoseuroista. Se tapahtuu vähemmän kutistuvan tai paisuvan pinnan suuntaan ja siihen vaikuttavat myös elementtien koot ja kiinnitystavat. Sandwich-elementeissä ansaat rajoittavat jonkin verran kaareutumista, jolloin elementtiin syntyy jännityksiä. Jos elementin paisuminen on seurausta betonin pakkasrapautumisesta, voi elementti kaareutua eri suuntiin rapautumisen sijainnista riippuen. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 46.)

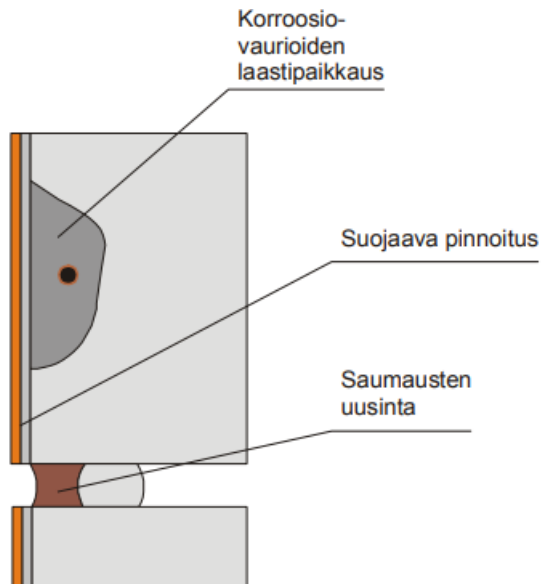
4 Yleiset korjaustavat

Rakennusteknisesti tarkastellen betonisandwich-elementtien korjaustavat voidaan jakaa kolmeen eri pääryhmään; kevyisiin paikkaus- ja pinnoituskorjauksiin, peittäviin korjauksiin sekä rakenteen uusimiseen. Samassa korjauskohteessa voidaan monesti hyödyntää useampaa korjaustapaa yhdessä. (Neuvonen 2006, 169.)

Ennen kuin päästään valitsemaan betonijulkisivun korjaustapaa, on kohteelle yleensä tehty kuntotutkimus, jonka avulla saadaan kokonaiskuva kohteen rakenteiden kunnosta. Tämän jälkeen pystytään miettimään, mitkä korjaustavat ovat kohteelle teknisesti mahdollisia sekä taloudellisesti järkeviä. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 50.)

4.1 Paikkaus- ja pinnoituskorjaukset

Paikkaus- ja pinnoituskorjaukset ovat kevyitä niin sanottuja säilyttäviä korjaustapoja, joissa vanhojen rakenteiden ominaisuuksille eikä toimintatavalle tehdä isompia muutoksia. Tällaisissa korjauksissa korjatun rakenteen käyttöikä on usein lyhyempi kuin muita korjaustapoja käytettäessä eivätkä ne yleensä sovi rakenteille, jotka ovat jo pitkälle vaurioituneita (Neuvonen 2006, 169). Paikkaus- ja pinnoituskorjausten käyttöikä on 10–25 vuotta (Suomen Betoniyhdistys 2013, 60). Betonijulkisivun paikkaus- ja pinnoituskorjauksia voivat olla esimerkiksi saumauskorjaukset, huoltomaalaukset, suojaavat pinnoitukset sekä perusteelliset paikkaus- ja pinnoituskorjaukset (kuva 4). Eri korjausratkaisuissa pyritään hidastamaan vaurioiden etenemistä kosteusrasitusta alentamalla. (Haukijärvi 2005b, 3.)



Kuva 4. Paikkaus- ja pinnoituskorjauksia betonijulkisivussa (Haukijärvi 2005b, 3).

4.1.1 Saumauskorjaus

Saumauskorjauksella tarkoitetaan julkisivuelementtien välisten saumojen korjaamista tai uusintaa. Käytännössä on kuitenkin suositeltavaa, että saumauskorjaukset uusitaan aina kokonaan, kauttaaltaan. Elastisella saumaussmassalla tiivistetty sauma on julkisivujen tyypillisin saumarakenne, mutta myös paisuvat saumanauhat ja profiilinauhat ovat mahdollisia. (Haukijärvi 2005b, 5.)

Yleensä saumauskorjaus on osana muissa paikkaus- ja pinnoituskorjauksissa, mutta myös pelkkiä saumauskorjauksia voidaan tehdä, etenkin esimerkiksi pesubetoni- ja tiililaattapintaisten ulkoseinien kevyissä huoltokorjauksissa. Kun saumauskorjauksia tehdään, tulee samalla ottaa huomioon mahdolliset polyklooratut bifenyylit (PCB-) ja lyijy-yhdisteet, joita vanhat saumaussmassat saattavat sisältää. Myöskin pinnoitteiden asbestin mahdollisuus pitää selvittää. (Haukijärvi 2005b, 5.)

4.1.2 Huoltomaalaus

Huoltomaalaus on kevyt maalauskorjaustoimenpide, jossa vanhaan rakenteeseen maalataan uusi maalikerros vanhan maalin päälle eikä vanhaa pinnoitetta poisteta. Saumauskorjauksen tavoin, voidaan huoltomaalauksen yhteydessä tehdä myös muita kevyitä korjauksia, kuten esimerkiksi saumojen uusimisia tai näkyvien korroosiovaurioiden laastipaikkauksia. Korjaustapa sopii parhaiten huoltotyyppiseen korjaamiseen julkisivuille, joiden kunto on vielä hyvä. (Haukijärvi 2005b, 9.)

Huoltomaalauksen avulla julkisivusta saadaan esteettisesti parempi, kun vanha maalipinta uusitaan. Sillä saadaan myös julkisivurakenteelle lisää käyttöikää. Päällemaalaukseen liittyy aina kuitenkin erilaisia epävarmuustekijöitä; julkisivujen vauriot saattavat olla piilossa rakenteessa, sillä vain jo pitkälle edenneet vauriot voidaan havaita silmin ilman tutkimuksia. Huoltomaalaukseen ryhtyessä on varmistettava muun muassa maalin yhteensopivuus ja tartuntaominaisuudet sekä vanhan maalin mahdollinen asbestipitoisuus. Julkisivun huoltomaalaus voidaan yleensä tehdä vain kerran tai maksimissaan kaksi kertaa. (Haukijärvi 2005b, 9.)

4.1.3 Suojaava pinnoitus

Pinnoittamista suojaavalla pinnoitteella voidaan verrata huoltomaalaukstyypin korjaukseen sillä erolla, että ennen uuden pinnoitteen laittamista vanha maali poistetaan kokonaan joko hiekkapuhaltamalla tai muulla vastaavalla tavalla. Poiston jälkeen rakenne pinnoitetaan pinnoitetyypillä, jonka tarkoituksena on parantaa julkisivun kosteusteknistä toimivuutta.

Pinnoittamiseen voidaan myös yhdistää muita erilaisia kevyitä korjauksia, kuten esimerkiksi laastipaikkauksia tai saumojen uusimisia. (Haukijärvi 2005b, 12.)

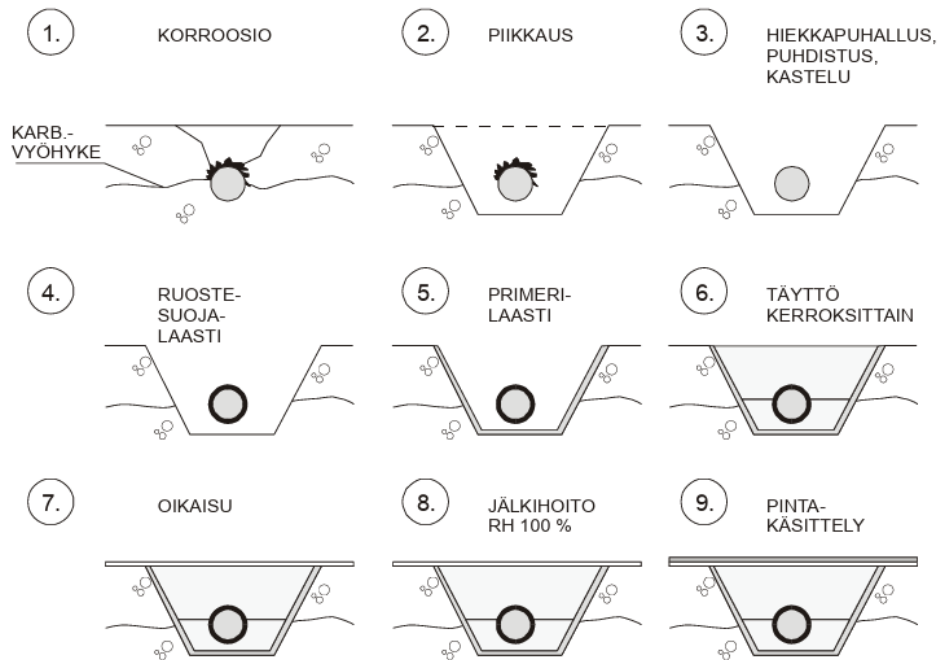
Korjaustapa soveltuu erityisesti sellaisiin julkisivuihin, jotka ovat suhteellisen hyväkuntoisia ja joissa on sillä hetkellä vain satunnaisia vaurioita, mutta

halutaan uusien vaurioiden ehkäisemiseksi suojata julkisivut tehokkaammin kosteudelta. Esimerkiksi suojaavaa pinnoitusta voidaan harkita tapaukseen, jossa korroosiovaurioita on satunnaisesti tai betonin pakkasrapautuminen on vasta alussa. Jotta onnistunut lopputulos voidaan taata, edellyttää se, että karbonatisoituminen ei ole saavuttanut vielä lähellä pintaa olevia teräksiä. Asbesti, jota vanhassa pinnoitteessa mahdollisesti on, täytyy tässäkin tapauksessa ottaa huomioon. (Haukijärvi 2005b, 12.)

4.1.4 Perusteellinen paikkaus- ja pinnoituskorjaus

Perusteellinen paikkaus- ja pinnoituskorjaus on yksi kevyistä korjausmenetelmistä, jossa julkisivun vauriokohtia uusitaan laastipaikkaustekniikoin. Paikkausten jälkeen vanha rakenne pinnoitetaan. Kyseinen korjaustapa eroaa muista kevyistä korjausmenetelmistä: sen lisäksi, että jo näkyvät korroosiovauriot paikataan, uusitaan myös sellaisia kohtia, joissa vaurio ei ole vielä edennyt näkyväksi. (Haukijärvi 2005b, 17.)

Korroosiovauriokohdissa piikataan esiin paikattavat teräkset, puhdistetaan ne ruosteesta ja suojataan ne korroosiosuojalaastilla. Tämän jälkeen paikattuun kohtaan lisätään vielä täyttölaasti. Lopuksi laastipaikat viimeistellään erilaisin menetelmin riippuen julkisivun pintatyypistä, mutta esimerkiksi maalatuissa julkisivuissa koko julkisivu tasoitetaan ja pinnoitetaan uudelleen. Kuvasta 5 havaitaan korjauksen eri vaiheita. Terästen paikkaus ei tapahdu aina samalta syvyydeltä, vaan se riippuu useasta eri tekijästä; terästen vaurioilanteesta, karbonatisoitumis- ja peitepaksuusjakaumasta sekä rasitustasosta. (Haukijärvi 2005b, 17.)



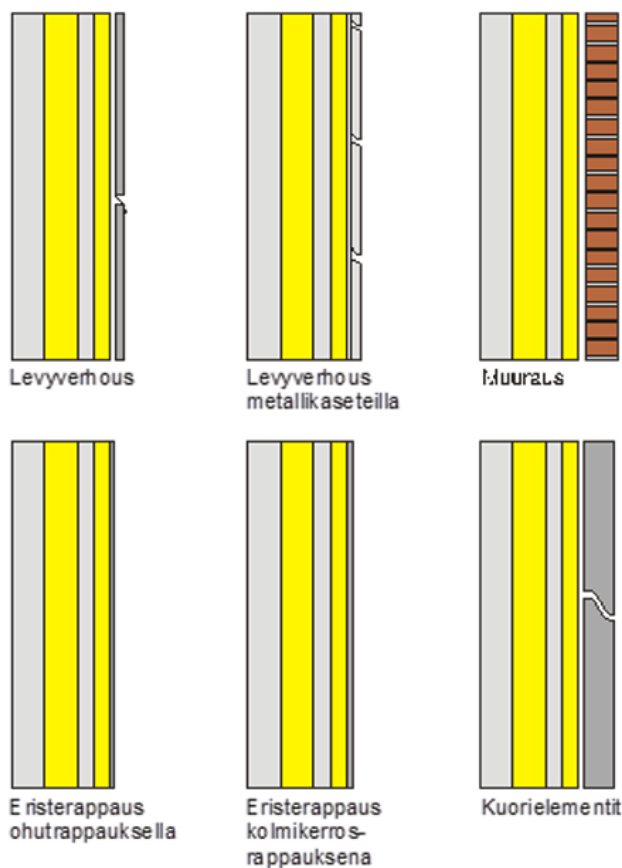
Kuva 5. Perusteellisen paikkaus- ja pinnoituskorjauksen vaiheita (Haukijärvi 2005b, 17).

Perusteellisessa paikkaus- ja pinnoituskorjauksessa käyttöikään saadaan eniten pituutta, kun vertaillaan kevyiden korjausmenetelmien käyttöikä. Tätä korjaustapaa suositellaan kohteelle, jossa tärkeää on säilyttää rakennuksen ulkonäkö, mutta kuitenkin halutaan korjaukselta varmuutta. Edellytyksenä on kuitenkin, että vanha rakenne on ehjä ja riittävän luja, eikä siinä ole kohtuuttomasti korroosiovaurioita eikä pitkälle edenneitä pakkasrapautumavaurioita. (Haukijärvi 2005b, 18.)

4.2 Peittävät korjaukset

Peittävät korjaukset ovat yksi betonielementtijulkisivujen yleisistä korjaustavoista, jossa julkisivun vanha pinta peitetään ja päälle asennetaan kokonaan uusi pintarakenne. Tämä korjaustapa soveltuu sellaisille julkisivuille, jotka ovat jo pitkälle vaurioituneita. Korjauksen yhteydessä vaurioituneita kohtia ei tarvitse poistaa. (Haukijärvi & Lindman 2023a, 3.)

Kun päädytään korjaamaan ulkoseinärakenne peittävän korjauksen tavoin, saadaan rakenne lisälämmöneristettyä. Se sijoitetaan tällöin aina vanhan rakenteen ulkopuolelle. Peittäviä rakenteita, joita betonijulkisivuissa käytetään, ovat eristerappaus, kuorielementit, levyverhous sekä muuraus (kuva 6). Peittävässä korjauksessa vanhaan rakenteeseen tulee lisää painoa, joten tärkeää on varmistaa vanhan ulkokuoren kiinnitysvarmuus, jota vauriot ovat saattaneet ajan myötä heikentää. (Haukijärvi & Lindman 2023a, 3.)



Kuva 6. Peittävän korjauksen verhousvaihtoehtoja (Haukijärvi & Lindman 2023a, 3).

Peittävässä korjauksessa vaurioitunut ulkokuori jää uuden pintarakenteen alle ja olosuhteet, johon ulkokuori jää, ovat sellaiset, etteivät vauriot pääse siinä enää etenemään. Tämä perustuu siihen, että uusi, peittävä rakenne ja lisälämmöneritys saavat aikaan sen, että lämpötila pääsee nousemaan

vanhoissa rakenteissa. Sen ansiosta pakkasrapautuminen pysähtyy, koska rakenne ei pääse enää jäätymään. Rakenne pääsee myös lämpötilan nousun myötä kuivumaan. Kosteusrasitus myös alenee, kun saadaan uusi peittävä kerros vanhaan rakenteeseen, joka estää sadeveden päädyn vanhan rakenteen pinnalle. Tällöin esimerkiksi raudoitteiden korrosio hidastuu huomattavasti. (Haukijärvi & Lindman 2023a, 4.)

Peittävät korjaukset voidaan tehdä joko tuulettuvina tai tuulettumattomina rakenteina. Tuulettuvissa rakenteissa uuden pintarakenteen ja lisälämmöneristeen väliin päässyt kosteus pääsee poistumaan rakenteesta välitilan tuuletuksen avulla, kun taas tuulettumattomissa rakenteissa uusi pintarakenne on yhtenäinen ja saumaton, jolloin vesivuotoja ei tapahdu. Kosteus lisälämmöneristeessä pääsee poistumaan kuivumalla ulkopinnan läpi. Tuulettuvia rakenteita ovat betoniset kuorielementit, levyverhoukset sekä muuraus ja tuulettumattomia rakenteita eristerappaukset. (Haukijärvi & Lindman 2023a, 4–5.)

Eristerappauksessa rappausalustana toimii vanhan ulkokuoren päälle asennettava lämmöneristekerros. Eristerappauksena voidaan käyttää kahdenlaista rappautusta; paksu- tai ohutrappautusta. Paksurappauksessa rappaus koostuu kolmesta eri kerroksesta, kun taas ohutrappauksessa kerroksia on vain kaksi. Sekä paksu- että ohutrappaus soveltuvat erityisesti sellaisiin julkisivuihin, jotka ovat jo pitkälle vaurioituneita, mutta ei kuitenkaan sellaisiin, jotka ovat ankarasti rasitettuja. Tällaisia ovat korkeat rakennukset meren läheisyydessä. Ohutrappautusta ei myöskään suositella sellaisten ulkoseinän osiin, jotka altistuvat voimakkaalle mekaaniselle rasitukselle esimerkiksi erilaisille iskuille. (Haukijärvi & Lindman 2023a, 6–7, 9.)

Levyverhouksessa uusi ulkopinta saadaan tehtyä julkisivulevyillä tai -kaseteilla, jotka asennetaan vanhan ulkokuoren pintaan rakennettavaan rankarakenteeseen. Rankarakenne tehdään joko sinkitystä teräksestä ja alumiisista tai puusta. Sen sijaan levytysvaihtoehtoja on useita erilaisia, kuten esimerkiksi kuitusementtilevyt, komposiittilevyt, metallilevyt, tiililaattapinta-iset levyt, betonilaatat tai luonnonkivilevyt. Levyverhouksen korjausmenetelmänä sopii

muiden peittävien korjauksien tavoin pitkälle vaurioituneisiin julkisivuihin. (Haukijärvi & Lindman 2023a, 16–17.)

Muuraus on yksi peittävän korjauksen korjausmenetelmistä. Siinä vanhaan seinäpintaan asennetaan ensin lisälämmöneristyslevyt, jonka jälkeen uusi tiilimuuri sidotaan muuraussiteillä vanhaan runkoon. Tärkeää on muistaa jättää lämmöneristeen ulkopintaan tuulensuoja, jotta tiilimuurin läpi kulkeutunut vesi pääsee alas ilman, että se imeytyy lämmöneristeisiin. Peittävä korjaus muuraamalla soveltuu tässäkin tapauksessa pitkälle vaurioituneisiin julkisivuihin. (Haukijärvi & Lindman 2023a, 27–28.)

Peittävä korjaus kuorielementeillä eli betonilevyelementeillä on harvoin käytetty korjaustapa. Niitä käytetään kuitenkin kohteisiin, joihin on annettu erityisiä vaatimuksia esimerkiksi ulkonäön säilyttämiselle. Kuorielementit voidaan tukea perustuksista, mutta ne voidaan myös kiinnittää elementteittäin vanhoista rakenteista. Kiinnitys tapahtuu vanhan sisäkuoren kautta, sillä ulkokuoren paksuus on tavallisesti liian ohut huomioiden lujuutta. Kuorielementeillä korjattaessa kasvaa ulkoseinän paksuus, sillä elementtien paksuus on yleensä noin 50–120 mm, jonka lisäksi tuuletusväli ja mahdollinen lisälämmöneristys tuo paksuutta rakenteeseen lisää. Siksi tämä korjaustapa soveltuu hyvin esimerkiksi ikkunattomien päätyseinien verhoukseen tai sellaisiin korjauksiin, joissa ikkunat myös uusitaan. (Haukijärvi & Lindman 2023a, 32–33.)

4.3 Purkaminen ja uudelleenrakentaminen

Rakenteen purkaminen ja uudelleenrakentaminen tarkoittaa nimensä mukaisesti vaurioituneen julkisivun korvaamista täysin uudella rakenteella. Myös pelkkä yksittäinen julkisivun osa on mahdollista korvata uudella. Tällainen korjaustapa on yleensä silloin vaihtoehtona, kun rakenteissa vauriot ovat edenneet jo niin pitkälle, ettei esimerkiksi paikkaaminen tai verhoukorkorjaus ole enää teknisesti eikä taloudellisesti kannattavaa. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 55.)

Vanhan rakenteen purkaminen saattaa tulla esimerkiksi silloin eteen, kun se ei ole enää asianmukainen alusta uudelle rakenteelle tai silloin, kun sen purkaminen on helppoa ja kun uuden rakenteen myötä saadaan julkisivusta huomattavasti parempilaatuinen, turvallinen sekä riskittömämpi edelliseen verrattuna. Joskus myös purkaminen on välttämätöntä, kun vanhan rakenteen päälle verhoillaan uutta rakennetta. Vaikka esimerkiksi levyverhous voidaan tehdä epätasaisemmallekin pinnalle, tarvitsee eristerappaus tasaisen pinnan, jolloin vanhat kaareutuneet ulkokuoret tulee purkaa. Betonisandwich-elementit saattavat myös vaatia purkutarpeen, sillä niiden eristetilaan on voinut kertyä suuri mikrobikasvusto ajan saatossa. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 55.)

Ennen purkamiseen ryhtymistä tulee selvittää ulkoseinien rakenne, rakenteissa käytetyt materiaalit ominaisuuksineen sekä rakenteen vauriotilanne. Ulkokuoret puretaan joko piikkaamalla tai murskaamalla silloin, kun kannatusrakenteina on ansasteräkset tai samankaltaisia kannatusrakenteita. Jos julkisivut ovat kuorielementeistä ja niiden kiinnitys on tehty pistemäisesti rakenteen yläosista, saatetaan ne purkaa kokonaisina. (Haukijärvi & Lindman 2023b, 10.)

4.4 Erikoismenetelmät

Betonijulkisivujen korjauksissa voidaan käyttää erilaisia erikoismenetelmiä estämään rakenteiden vaurioiden syntyä ja niiden etenemistä.

Erikoismenetelmiä ovat esimerkiksi inhibiittorit, ruiskubetonointi, betonin uudelleenalkalointi sekä katodinen suojaus. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 57.)

Inhibiittorit ovat kemiallisia aineita, joita voidaan lisätä betoniin hidastamaan korroosion etenemistä karbonatisoituneessa tai kloridipitoisessa betonissa. Niitä voidaan käyttää joko betoniin imeytettyinä tai korjauslaasteihin sekoitettuina. Erilaiset tutkimustulokset sekä käytännön kokemukset näyttävät, että betoniin imeytettäviä inhibiittoreita ei kuitenkaan suositella. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 57.)

Ruiskubetonointi on betonijulkisivun korjaustapa, jossa betonimassaa ruiskutetaan paineilman avulla rakenteen pinnalle, joka on jo valmiiksi

esikäsitelty. Ruiskubetonoinnin avulla saadaan luja ja tiivis uusi betonikerros, jonka karbonatisoituminen on hidasta. Näin ollen raudoitteiden peitepaksuus lisääntyy ja samalla menetelmä vahvistaa betonirakenteita.

Ruiskubetonoinnissa tulee ottaa huomioon se, että rakenteen omapaino lisääntyy eikä sitä suositella heikoille betonipinnoille. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 58.)

Betonin uudelleenalkalointi tarkoittaa korjausmenetelmää, jossa karbonatisoituneen betonin alkalisuutta kohotetaan uudelleen niin, että raudoitteiden korroosiosuoja palautuu. Uudelleenalkalointia voidaan tehdä kahdella eri tavalla; sähkökemiallisesti tai sementtipohjaista pinnoitetta käyttämällä. Sähkökemiallisessa uudelleenalkaloinnissa imeytetään emäksistä natriumkarbonaattiliuosta betonin huokosverkostoon väliaikaisen, rakenteen ulkopuolella olevan anodijärjestelyn ja heikon sähkövirran keinoin. Käsittely toimii parhaiten raudoitteiden tasolle edenneissä karbonatisoitumistapauksissa, sillä uudelleenalkalointi ei tunkeudu karbonatisoitumattomaan betoniin. Toinen uudelleenalkalointitapa on käsitellä karbonatisoitunut pinta sementtipohjaisella pinnoitteella. Karbonatisoituminen voi pysähtyä kokonaan uuden pintakerroksen ansiosta, mutta myös lisätystä alkalisesta pinnoitteesta ja karbonatisoitumattomasta taustabetonista saattaa alkalisuutta tunkeutua jo karbonatisoituneeseen betoniin. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 58–59.)

Katodisessa suojauksessa betonirakenteeseen asennetaan pysyvästi anodijärjestely, jonka johtama sähkövirta estää tai pysäyttää raudoitteiden korroosion. Tämä korjausmenetelmä soveltuu betonirakenteisiin, jotka kärsivät kloridikorroosion ja joita ei ole mahdollista tai kannattavaa purkaa. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 59.)

5 Case-kohde ja sen julkisivukorjaus

Opinnäytetyön tutkimuksen kohteena on Harjavallassa sijaitseva asuinkerrostalo, joka on valmistunut vuonna 1975. Asuinkerrostalossa on kolmen asuinkerroksen lisäksi maantasolla oleva pohjakerros, jossa sijaitsee muun muassa yhteisiä tiloja, kuten sauna ja erilaisia varastotiloja. Julkisivut ovat pääosin pesubetonipintaisia betonisandwich-elementtejä (kuva 7). Parvekkeet ovat betonirakenteisia, joista kaikki 27 parvekettä sijaitsevat asuinkerrostalon lounaissivulla. Vain osa niistä on lasitettuja. Rakennuksen katemateriaalina on bitumikermi ja parvekelinjoissa rivisaumakate.



Kuva 7. Yleiskuva kohteesta.

Kohteessa on vuosien aikana tehty useampia julkisivujen kannalta olennaisia korjaustoimenpiteitä:

- rakennuksen bitumikermin uusiminen 2007
- ikkunoiden ja parvekeovien uusiminen 2009
- parvekelinjojen kattojen uusiminen 2020
- elementtien saumojen uusiminen 2022

Lisäksi rakennuksen julkisivun kaakkoispäädyn vaakasaumoihin on asennettu pellitykset vuonna 1999, kun on havaittu elementtien kaareutumista (kuva 8).



Kuva 8. Julkisivun kaakkoispäädyn pellitykset.

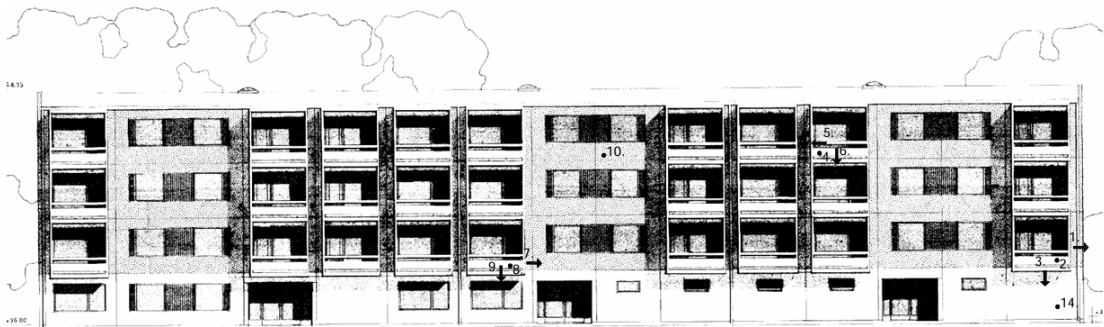
5.1 Kuntotutkimus ja sen tulokset

Kuntotutkimus on selvitys rakennusosan tai rakennusosakokonaisuuden kunnosta ja toimivuudesta sekä mahdollisen korjaustarpeen selvittämisestä. Sillä saadaan selville tutkimushetkellä olemassa olevat vauriot, niiden syyt,

laajuudet sekä vaikutukset. Tutkimusmenetelmiä ovat esimerkiksi silmämääräiset tarkastelut, erilaiset mittaukset sekä näytteenotto ja laboratoriotutkimukset. (Suomen Betoniyhdistys 2013, 8.)

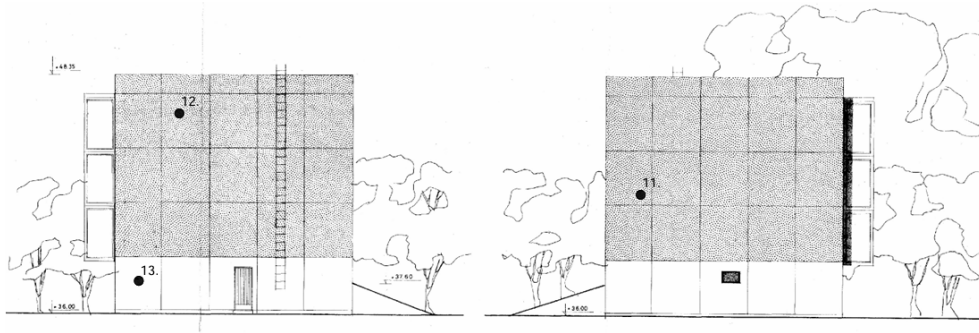
Julkisivukonsultointi JK Oy suoritti kohteessa kuntotutkimuksen 27.5.2024. Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää julkisivu- ja parvekerakenteiden sekä betonin kunto. Tässä opinnäytetyössä keskitytään ainoastaan julkisivuihin sekä niiden kuntoon ja korjaustapaan.

Rakennuksen kaikki julkisivut tarkastettiin silmämääräisesti. Nostolava-auton avulla tehtiin vasarointikokeita ja betonin peitepaksuusmittauksia. Lisäksi julkisivu- ja sokkelielementeistä porattiin poralieriönäytteitä laboratoriotutkimuksia varten. Kuvassa 9 esitetään rakennuksen lounaissivulta poratut näytteet. (Julkisivukonsultointi 2024.)



Kuva 9. Rakennuksen lounaissivulta poratut näytteet (Julkisivukonsultointi 2024).

Poralieriönäytteitä otettiin myös rakennuksen kaakkois- ja luoteispäädyistä. Näitä otettiin kolme kappaletta. Kuvassa 10 esitetään kyseiset näytteet.



Kuva 10. Rakennuksen kaakkois- ja luoteispäädyistä poratut näytteet (Julkisivukonsultointi 2024).

Julkisivuista poratuista näytteistä havaittiin, että elementtien rakenne on seuraavanlainen ulkoapäin tarkasteltuna:

- pesubetoni 60–85 mm
- eriste 90–110 mm
- sisäkuori

Silmämääräisesti havaittiin, että julkisivuissa muun muassa elementtien reunoilla ja ikkunasyvennyksien sivu- ja yläreunoissa on jonkin verran ruostuneiden terästen aiheuttamia halkeamia. Vasarointikokeiden perusteella elementit ovat pääasiassa hyvässä kunnossa, mutta kaakkoispäädyn elementeissä on rapautumisesta johtuvaa vääntymistä (kuva 11). (Julkisivukonsultointi 2024.)



Kuva 11. Elementti vääntynyt rapautumisen seurauksena (Julkisivukonsultointi 2024).

Laboratoriotulosten perusteella sandwich-elementtien vauriot ovat vielä maltillisella tasolla, mutta kaakkoispäädystä otetusta näytteestä voidaan havaita pakkasrapautumiselle tyypillistä pinnansuuntaista halkeilua ja muodonmuutoksia. Rakennuksen lounaissivulla on myös merkkejä betonin vaurioitumisesta. Karbonatisoituminen on näytteissä keskimäärin vähäistä tai keskimäärin kohtalaista. Osassa näytteitä voidaan havaita, että suojahuokostus on puutteellinen ja sen takia betoni ei ole pakkasenkestävää kosteusrasituksessa. (Julkisivukonsultointi 2024.)

5.2 Korjausvaihtoehdot

Kuntotutkimuksessa annetaan erilaisia korjausvaihtoehtoja kohteen julkisivulle. Kaakkoispäädyn sandwich-elementtien korjaus kevyillä korjausmenetelmillä ei ole kustannustehokasta niiden muodonmuutosten ja jo aikaisemmin tehtyjen korjaustoimenpiteiden takia. Sitä suositellaan kokonaan purettavaksi ja uusittavaksi. Muut julkisivut voidaan korjata vielä kevyillä korjausmenetelmillä;

näkyvien vaurioiden piikkaus ja paikkaus sekä elementtien ylimaalaus. Myös peittävä rakeneratkaisu julkisivujen sandwich-elementtien päälle on yhtenä korjausvaihtoehtona sekä kokonaan ulkokuoren uusiva rakeneratkaisu.

(Julkisivukonsultointi 2024.)

5.3 Valittu korjaustapa ja sen kannattavuus

Taloyhtiö on tehnyt päätöksen betonielementtijulkisivun korjaustavasta.

Julkisivun maali- ja pesubetonipinnat pestään kauttaaltaan kuumapainepesulla, jonka jälkeen irtonaiset pinnoitteet sekä vaurioitunut betoni poistetaan. Tämän jälkeen tehdään tarvittavat betonipaikkaukset ja raudoitukset.

Pesubetonielementit käsitellään impregnointiaineella ja sokkeli maalataan.

Rakennuksen vesikourut ja syöksytorvet uusitaan. (Sarako 2025.)

Impregnoitinkäsittelyn avulla betonipinnan huokosrakenteeseen muodostuu vettä hylkivä pinta, jonka ansiosta se suojaa julkisivua ympäristön eri rasituksilta (Tikkurila n.d.).

Tarkasteltaessa valittua korjaustapaa ja siihen päätymistä päätettiin asiaa tutkia henkilöhaastatteluiden avulla. Tutkimusta varten haastateltiin kahta alan asiantuntijaa; isännöitsijää, joka on toiminut 12 vuotta kyseisessä taloyhtiössä isännöitsijänä sekä tulevan julkisivukorjauksen valvojana toimivaa rakennusinsinööriä.

Isännöitsijää haastateltaessa selvisi, että kohteen julkisivukorjausta on pohdittu jo pitkään, mutta mitään suurempia korjauksia ei olla aikaisemmin tehty. Monet korjaukset olisi kuitenkin pitänyt tehdä jo 10–20 vuotta sitten, jolloin suuremmilta korjauksilta olisi mahdollisesti vältytty. Koska kohde sijaitsee sekä muuttotappiokunnassa että vuokratontilla, haluttiin tämän kautta pohtia, onko valittu korjaustapa kannattava ja miten se saattaisi erota suurempien kaupunkien korjaustapaan verrattuna.

Isännöitsijän mukaan korjaamista hankaloittaa varsinkin asuntojen pieni hintataso ja se, että asuinkerrostalossa saattaa olla monta asuntoa samanaikaisesti tyhjillään. Sijainti vuokratontilla saattaa hankaloittaa tilannetta,

sillä pankki ei anna lainaa, kuin vain vuokra-ajalle, joka tälläkin tontilla päättyy noin kymmenen vuoden kuluttua. Toisaalta korjausta helpottaa se, että tähän asti pankkien antamien lainojen kanssa ei ole ollut ongelmia taloyhtiöiden hyvien taloudellisten tilanteiden vuoksi.

Isännöitsijän mielestä valittu korjaustapa on kannattava muuttotappiokunnassa, toisin sanoen se on järkivaihtoehto. Tällä korjaustavalla korjatesa saadaan elinkaarta lisättyä ja asumiskunto pysymään samanlaisena. Hän arveleekin, että tämänkaltainen minimikorjaus yleistyy. Taloyhtiön osakkaat ovat olleet valittuun korjaustapaan tyytyväisiä, sillä ilman korjausta edessä saattaisi olla niin sanottu taloyhtiön saattohoito. Isännöitsijänkään mielestä ei Harjavallassa olisi kannattavaa ajaa taloyhtiötä alas.

Valvojan haastattelussa perehdyttiin enemmän rakennusteknisiin seikkoihin liittyen julkisivukorjaukseen, valittuun korjaustapaan ja sen kannattavuuteen. Aluksi haastattelussa selvitettiin, miten huolto- ja kunnossatoimenpiteiden vähäisyys on voinut vaikuttaa nykyisen julkisivun kuntoon. Valvojan mukaan olisi osittain voinut välttyä tämänkaltaiselta korjaamiselta, jos vuosien aikana olisi jo tehty kevyempiä pinnoituskorjauksia, sillä nyt ei olisi tarvinnut korjata betoniteräksiä. Pesubetonipintainen betonielementtijulkisivu on kuitenkin säännöllistä huoltoa vaativa julkisivu. Enemmänkin olisi vaurioita voinut syntyä, mutta asuinkerrostalon rakentamisaikana on rakentaminen ollut laadullista ja esimerkiksi lasitetut parvekkeet ovat omalta osaltaan auttaneet pitämään kosteusrasitusta pienempänä.

Valvojan mukaan myös kaakkoispäätyyn asennetut pellitykset ovat toimineet halutulla tavalla eli kosteusrasitus on tässäkin tapauksessa pienentynyt saumojen kohdalla. Valvojan mielestä valittu korjaustapa ei taloudellisesti ole paras mahdollinen, sillä jos tekisi laajemmat korjaukset, saataisiin lisää käyttöikävuosia ja korjaus maksaisi silloin vähemmän suhteessa saatuihin käyttöikävuosiin. Valvoja arvelee, että käyttöikävuosia saadaan lisää 10–15 vuotta ennen seuraavia toimenpiteitä. Ekologisuus on korjaustavassa myös huomioitu, sillä pintojen pesuaineet ovat biohajoavia ja jos olisi valittu

raskaampi korjaustapa, olisi esimerkiksi hiekkapuhalluksen myötä tullut korjauksesta enemmän jätettä ja saasteita.

Haastattelussa selvisi, että kaakkoispäädyn osalta elementin purkaminen ja uudelleenrakentaminen on tulevaisuuden korjaushanke ja nyt vain seurataan vauriota ja mihin ne kehittyvät. Jos kohde olisi suuremmassa kaupungissa, olisi julkisivukorjaus tehty laajemmin esimerkiksi peittäväällä korjauksella. Näin olisi saatu lisää käyttöikää 20–25 vuotta ja lisäksi arvoa nostettua. Nyt, kun maalataan vanhan pinnoitteen päälle, on tartunta aina epävarmaa, joten valvoja suositteliekin säännöllistä tarkastamista ja seuraamista niin rakennustöiden aikana ja jälkeenkin. Lisäksi kuntotutkimus on aina vain rajallinen otanta, jolloin yllätyksiäkin saattaa tulla vastaan korjauksen edetessä. Valvojan mielestä olisi tärkeää, että samassa tilanteessa olevat taloyhtiöt niin muuttotappiokunnissa kuin muuallakin, mieltisivät rakennuksen elinkaarta ja suunnittelisivat säännöllisesti ja systemaattisesti rakennusten korjauksia, jolloin pystyttäisiin tekemään korjauksia vaiheittain eikä kaikki tapahtuisi kerralla. Lähtötietojen hankinta, kuntotutkimus ja -arvio ovat kaiken pohja, korosti valvoja.

6 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella 1970-luvulla valmistuneen asuinkerrostalon mahdollisia korjausvaihtoehtoja sekä sille soveltuvinta korjaustapaa. Kohteeseen oli tehty kuntotutkimus, koska haluttiin selvittää julkisivun, asuinparvekkeiden ja betonin kunto. Sen avulla selvisi, että julkisivussa on vaurioita, kuten pakkasrapautumisesta johtuvaa elementtien kaareutumista ja halkemia, jotka vaativat erilaisia korjaustoimenpiteitä.

Työssä syvennyttiin betonisandwich-elementteihin, betonijulkisivujen rasituksiin ja vaurioihin sekä betonijulkisivujen yleisiin korjaustapoihin kirjallisuuskatsauksen sekä erilaisten julkaisujen kautta. Henkilöhaastattelujen avulla pyrittiin selvittämään, miten valittuun korjaustapaan päädyttiin ja onko se kohteelle kannattavin tapa, kun otetaan huomioon muun muassa sen huolto- ja kunnossapitohistoria sekä sijainti muuttotappiokunnassa. Lisäksi haastatteluissa pyrittiin vertailemaan, mikä olisi ollut toinen mahdollinen korjaustapa, jos kohde sijaitsisi asukasluvultaan suuremmalla paikkakunnalla.

Kerätyn aineiston perusteella voidaan todeta, että tavoitteeseen päästiin. Opinnäytetyön teoriaosuuteen saatiin kattavasti kerättyä tietoa, sillä aiheesta on runsaasti jo olemassa olevaa aineistoa. Toisaalta tämä tiedon runsaus teki omalta osaltaan kirjoitusprosessista hankalaa, sillä tärkeää oli saada työstä ajankohtainen ja napakka tietopaketti, mutta kuitenkin niin, että kaikki oleellinen tulee esiteltyä. Henkilöhaastattelujen avulla saatiin sekä isännöitsijän että valvojan näkökulmista kattavat vastaukset esitettyihin kysymyksiin. Valittu korjaustapa on kannattavin tälle kohteelle, koska sillä saadaan rakennukselle lisää käyttöikä ja asumiskunto pysymään ennallaan eikä ainakaan mennä niin sanotusti huonompaan suuntaan. Kaakkoispäädyn elementtejä on hyvä tarkkailla, sillä niiden purkua lykättiin vielä muutamalla vuodella. Myös peittävämmät korjaukset sekä elementtien purku ja uudelleenrakentaminen olisivat olleet mahdollisia kohteelle toteuttaa, mutta kevyemmät korjaukset ovat tässä tilanteessa kannattavimpia muun muassa kustannusten takia. Ei

kuitenkaan voida koskaan tietää tulevaisuuden ennustetta muuttotappiokunnassa sijaitsevalle taloyhtiölle.

Opinnäytetyön aihe on ajankohtainen, sillä tämänkaltaisia taloyhtiöitä on Suomessa varmasti useita ja varsinkin muuttotappiokunnissa tulevaisuudessa yhä enemmän. Julkisivut joutuvat myös yhä enemmän uudenlaisiin haasteisiin ilmastonmuutoksesta johtuvien rankkasateiden ja voimakkaiden tuulien myötä. Työssä jo aiemmin ilmi tullut kuntotutkimusten tekeminen ja korjausten suunnittelu on näissä tilanteissa todella tärkeää, jotta tuleviin korjauksiin voidaan varautua jo hyvissä ajoin. Erilaiset huolto- ja kunnossatoimenpiteet estävät myös osakseen sitä, että rakennuksen osat eivät menisi liian huonoon kuntoon, koska silloin myös korjauskustannukset nousevat suuriksi.

Tämän opinnäytetyön tekeminen oli mielekäs ja opettavainen matka kohti omaa valmistumista. Tuttu, olemassa oleva kohde ja korjaustavan valinnan tutkiminen toivat aiheeseen lisää mielenkiintoa. Lisäksi opinnäytetyössä haastatteluja antaneet, osaavat ja kokeneet ammattilaiset toivat uutta ja erilaista näkökulmaa myös omaan ajatteluun. Koulussa aiemmin opitut asiat esimerkiksi betonista, sen vaurioista ja korjaushankkeen kulusta auttoivat työn teorian ymmärtämisessä ja ylipäätään koko työn tekemisessä. Opinnäytetyön aihe oli onnistunut, sillä sen lisäksi, että se on ajankohtainen ja useita taloyhtiöitä koskettava, auttoi se myös ymmärtämään, miten erilaista muuttotappiokunnissa korjaaminen voi olla verrattuna suurempien kaupunkien korjaustapoihin.

Lähteet

Betonikeskus ry 2007. Betonijulkisivut. Helsinki: Betonikeskus ry ja Suomen Betonitieto Oy.

Betonitieto n.d. Betonisanasto. Viitattu 19.3.2025.

<https://www.betonitieto.fi/kirjasto-ja-sanasto/betonisanasto.html>

Elementtisuunnittelu 2023a. Julkisivut. Viitattu 11.3.2025.

<https://www.elementtisuunnittelu.fi/julkisivut>

Elementtisuunnittelu 2023b. Sandwich-julkisivut. Viitattu 20.3.2025.

<https://www.elementtisuunnittelu.fi/julkisivut/julkisivujarjestelmat/sandwich-julkisivut>

Haukijärvi, M. 2005a. JUKO – ohjeistokansio julkisivukorjaushankkeen läpiviemiseksi. Hankesuunnittelu. Rakenteet ja korjausmahdollisuudet. Viitattu 17.3.2025. <https://julkisivuyhdistys.fi/wp-content/uploads/2019/01/B2-Rakenteet-ja-korjausmahdollisuudet.pdf>

Haukijärvi, M. 2005b. JUKO – ohjeistokansio julkisivukorjaushankkeen läpiviemiseksi. Korjaustapakuvaukset. Betonijulkisivut. Pinnoitus- ja paikkauskorjaukset – yleiskuvaus. Viitattu 26.4.2025.

<https://julkisivuyhdistys.fi/wp-content/uploads/2019/01/F1-Betonijulkisivut-Korjaustavat-Pinnoitus-ja-paikkaus.pdf>

Haukijärvi, M. & Lindman N. 2023a. JUKO – ohjeistokansio julkisivukorjaushankkeen läpiviemiseksi. Korjaustapakuvaukset. Betonijulkisivut. Peittävät korjaukset – yleiskuvaus. Viitattu 27.4.2025.

https://julkisivuyhdistys.fi/wp-content/uploads/2023/12/F.3_Korjaustapakuvaukset_Betonijulkisivut_Yleiskuvaus_Peittava-korjaus_2023.pdf

Haukijärvi M. & Lindman N. 2023b. JUKO – ohjeistokansio julkisivukorjaushankkeen läpiviemiseksi. Korjaustapakuvaukset. Betonijulkisivut. Ulkokuoren purkaminen ja uuden peittävän rakenteen rakentaminen – suunnitteluohjeet. Viitattu 28.4.2025 https://julkisivuyhdistys.fi/wp-content/uploads/2023/12/F.8_Korjaustapakuvaukset_Betonijulkisivut_Suunnitteluohjeet_Ulkokuoren-purkaminen-ja-uuden-peittavan-rakenteen-rakentaminen_2023.pdf

Julkisivukonsultointi n.d. Betonirakenteet vaurioituvat Suomessa monella tavalla. Viitattu 14.2.2025. <https://julkisivukonsultointi.fi/betonirakenteet-vaurioituvat-suomessa-monella-tavalla>

Julkisivukonsultointi 2024. Julkisivujen ja asuinparvekkeiden kuntotutkimus. Yksityinen asiakirja.

Labroc n.d. Kloridimääritykset. Kovettunut betoni. Viitattu 22.4.2025. <https://labroc.fi/kloridimaaritykset/>

Lahdensivu, J. 2010. Julkisivujen ja parvekkeiden kestävyys muuttuvassa ilmastossa. Helsinki: Ympäristöministeriö. Viitattu 14.2.2025 https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/37980/SY_17_2010.pdf

Neuvonen, P. 2006. Kerrostalot 1880–2000. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy.

Neuvonen, P. & Hieta-Wilkman, S. 2015. Kerrostalot 1975–2000. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustekniikan keskus -säätiö, Museovirasto ja Rakennustieto Oy.

Pyy, H. 2025. Betonirakenteiden kemialliset vauriot. Viitattu 22.4.2025. <https://www.betoniyhdistys.fi/media/kurssit/betonirakenteiden-korjaaminen-ja-tutkiminen/hannu-pyy-betonin-korjauskurssi-2025-kemialliset-vauriot.pdf>

RT 82-10603. 1996. Julkisivun korjaustarpeen arviointi. Korjausrakentaminen. Helsinki: Rakennustieto.

Sarako 2025. Korjaustyöselostus. Julkisivusaneeraus ja parvekkeiden kunnostus. Yksityinen asiakirja.

Siikanen, U. 2009. Rakennusaineoppi. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Suomen Betoniyhdistys 2013. Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013 BY 42. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

Suwanen, S. 2024. Julkisivujen ja parvekkeiden betonirakenteita kurittavat betoniteräskorroosio ja rapautuminen. Sustera. Blogi. Viitattu 22.4.2025. <https://sustera.fi/ajankohtaista/blogi/betonirakenteita-kurittavat-betoniteraskorroosio-ja-rapautuminen-muista-kuntotutkimus-ajoissa/>

Tikkurila n.d. Betonipinnat. Viitattu 5.5.2025.

<https://tikkurila.fi/pro/ratkaisut/julkisivut/betonipinnat>

Haastattelukysymykset

Isännöitsijälle esitetyt haastattelukysymykset:

- Mikä hankaloittaa korjaamista verrattuna suurempien kaupunkien korjauksiin?
- Vaikuttaako kohteen sijainti vuokratontilla jotenkin siihen, miten korjataan?
- Onko valittu korjaustapa mielestäsi kannattavin?
- Miten osakkaat suhtautuvat; haluaisivatko korjata perusteellisemmin?
- Tähdätäänkö korjauksella pelkästään rakennuksen elinkaaren lisäämiseen vai halutaanko nostaa myös arvoa?
- Arveletko, että tämänlainen korjaaminen tulee olemaan yleistä tulevaisuudessa varsinkin muuttotappiokunnissa?
- Kannattaako ylipäättään korjata vai ajaa taloyhtiö hallitusti alas?
- Kuinka tärkeäksi näet muuttotappiokunnassa julkisivujen huolto- ja kunnossapitotoimet? Voitaasiinko näiden avulla välttyä isommilta korjauksilta tulevaisuudessa?

Valvojalle esitetyt haastattelukysymykset:

- Jos huolto- ja kunnossapitotoimenpiteitä olisi tehty enemmän, olisiko tällaiselta korjaukselta voitu välttyä/saatu korjattua pienemmillä toimilla?
- Olisiko voinut syntyä pahempiakin vaurioita?
- Onko kaakkoispäätyyn asennetut pellitykset mahdollisesti estänyt vaurion nopeutumista?
- Onko valittu korjaustapa mielestäsi kannattavin?
- Kuinka paljon käyttöikää saadaan lisää tällä korjauksella?
- Suositteletko jotain huoltotoimenpiteitä, joita olisi kannattavaa tehdä uuden julkisivun ylläpitämiseksi?
- Kuvitellaan, että kohde olisi suuremmassa kaupungissa. Miten siellä olisi todennäköisesti korjattu?
- Mitä neuvoja antaisit samassa tilanteessa oleville muuttotappiokunnissa sijaitseville taloyhtiöille?