

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Kiinteistön hoito, korjaus ja restaurointi

2015

Mikko Harju

BETONIJULKISIVUN KUNTOTUTKIMUS

– As.oy Riutoja



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka | Kiinteistön hoito, kunnossapito ja restaurointi

2015 | 36 + 7 sivua

Ohjaaja: Maarit Järvinen

Mikko Harju

BETONIJULKISIVUN KUNTOTUTKIMUS

Tämän työn tavoitteena oli tuottaa Runosmäen Lämpö Oy:n tilaama kuntotutkimus As.oy Riutojasta. Kuntotutkimuksen tulosten perusteella talonyhtiö tekee päätöksiä julkisivun korjausajankohdasta ja korjaustavoista. Taloyhtiöön kuuluu 14 taloa, joista seitsemästä otettiin näytteitä. Talot ovat rakenteeltaan samankaltaisia sandwich-elementtitaloja.

Työ aloitettiin kirjallisuustutkimuksella, jossa perehdyttiin betonijulkisivujenvauriomekanismeihin, kuntotutkimusmenetelmiin ja korjaustapoihin. Kohteen lämpökamerakuvaus ja silmämääräinen tarkastelu suoritettiin vuoden 2015 helmikuussa. Silmämääräisten havaintojen pohjalta valittiin parhaiten koko talonyhtiötä kuvaavat talot, ja itse näytteidenotto tapahtui nostokorista käsin vuoden 2015 huhtikuussa.

Erityisesti rakennusten ruutuelementeissä havaittiin olevan ongelmia. Vähäisestä näytteiden määrästä johtuen kaikkien rakenneosien kuntoa ei voida vielä tarkkaan määrittää, ja tutkimukset tulevatkin jatkumaan myöhemmin kesällä.

ASIASANAT:

Kuntotutkimus, korjausrakentaminen, julkisivut, betonirakenteet, betonielementit, korrosio

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Real Estate Management, Renovation and Restoration

2015 | 36 + 7 pages

Instructor: Maarit Järvinen

Mikko Harju

CONDITION INVESTIGATION OF A CONCRETE FACADE

The aim of the thesis was to make a condition investigation of a concrete facade of an old housing cooperative, named as As.oy Riutoja. With results of the investigations, ordered by Runosmäen Lämpö Oy, the housing cooperative will make the decisions of the refurbishment methods and the time scheduling. The housing cooperative Riutoja consist of 14 buildings and the investigation samples were taken from seven of them. The houses are structurally similar and built with sandwich-elements.

At first, a theoretical study of different damaging mechanisms of concrete facades, condition investigation methods and refurbishment procedures was made. Thermal imaging and visual inspections were done in February 2015. The investigation samples taken from the houses, were selected on the visual basis representing the whole housing cooperative. Samples were taken with the help of a crane in April 2015.

Especially non-bearing exterior panels of the buildings are in poor condition. The condition of all structures cannot be determined accurately due to the limited number of samples and the investigation procedure needs to be continued later this summer.

KEYWORDS:

Building condition analysis, renovation, facades, concrete structures, concrete elements, corrosion

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 KUNTOTUTKIMUS	7
2.1 Tutkimukseen johtavat syyt	7
2.2 Tutkimusten määritelmät	8
2.3 Kuntotutkimuksen sisältö	9
2.4 Kuntotutkimuksen esiselvitysvaihe	10
3 SEINÄN RAKENNE	11
3.1 Sandwich-rakenteinen julkisivu	11
3.2 Historia	11
3.3 Normit	12
4 BETONIJULKISIVUJEN VAURIOT	14
4.1 Raudoitteiden korroosio	15
4.2 Betonin rapautuminen	16
4.3 Mikrobit	17
5 JULKISIVUN KUNTOTUTKIMUSMENETELMÄT	18
5.1 Silmämääräiset havainnot	18
5.2 Korroosion tutkiminen	19
5.3 Raudoitteiden peitepaksuuksien kartoittaminen	19
5.4 Karbonatisoitumissyvyyden mittaaminen	20
5.5 Kloridipitoisuuden määrittäminen	20
5.6 Betonin rapautumisen tutkiminen	21
5.7 Vasarointi ja silmämääräinen tarkastelu	21
5.8 Mikrorakennetutkimus	22
5.9 Suojahuokossuteen määrittäminen	22
5.10 Vetokoe	23
5.11 Haitalliset aineet	23
5.11.1 Asbesti	24
5.11.2 Mikrobit	24
5.11.3 Saumaussmassojen PCB- ja lyijy-yhdisteet	24
5.12 Muut tutkimusmenetelmät	25

5.12.1 Puristuslujuus	25
5.12.2 Kosteusmittaus	25
5.12.3 Täyhystys	25
5.12.4 Lämpökuvaus	26
6 KORJAUSMENETELMÄT	27
6.1 Vanhan ulkokuoren paikkaus tai pinnoitus	27
6.2 Vanhan ulkokuoren uudelleenverhous	28
6.3 Vanhan ulkokuoren purkaminen ja korvaaminen uudella verhouksella	28
6.4 Rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä	29
6.4.1 Rakennusosakohtaiset vaatimukset	29
6.4.2 Energiakulutusvaatimukset luokittain	30
6.4.3 E-lukuvaatimus rakennusluokittain	30
7 AS OY RIUTOJA	31
7.1 Lähtötiedot	31
7.2 Silmämääräiset havainnot ja lämpökuvaus	32
7.3 Näytteidenotto	32
7.4 Tutkimustulokset	33
7.5 Päätelmät	34
8 YHTEENVETO	35
LÄHTEET	36

LIITTEET

- Liite 1. Esimerkkikuvia vauriokohdista
Liite 2. Ohuthietutkimuksen tutkimusraportti

KUVAT

Kuva 1. Säärasituksessa olevien betonirakenteiden normeja ja ohjeita eri vuosilta.	12
Kuva 2. Korroosion aiheuttamia vauriotyyppejä.	15
Kuva 3. As.oy Riutojan asemakuva.	31

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä perehdytään betonijulkisivujen kuntotutkimukseen. Työn tarkoituksena oli tehdä kiinteistön isännöinti ja huoltoyhtiö Runosmäen Lämpö Oy:n tilaama kuntotutkimus asunto-osakeyhtiö Riutojalle. Talonyhtiössä ei ole ennen suoritettu mitään paikkauksia ja maalauksia isompia korjauksia, ja rakenteet ovatkin alkuperäisessä 1970-luvun alun ulkoasussa. Tarkoitus oli selvittää rakenteiden kunto myöhemmin seuraavaa julkisivuremontin hankesuunnittelua varten.

Työn alussa käydään läpi kuntotutkimuksen vaiheita, vauriotyyppejä sekä korjausvaihtoehtoja. Työn lopussa on esitetty kohteesta otettujen näytteiden tuloksia, niistä tehtyjä päätelmiä rakenteen kunnosta sekä esimerkkikuvia havaituista rakennevaurioista.

2 KUNTOTUTKIMUS

2.1 Tutkimukseen johtavat syyt

Säännöllinen kiinteistön kunnan seuranta kuuluu kiinteistön ylläpitoon. Kiinteistön kunnan selvittämiseksi on olemassa erilaisia tutkimusmenetelmiä, joilla hankitaan tietoa kiinteistön sen hetkisestä kunnosta ja tulevaisuudessa mahdollisesti tulevista korjaustarpeista. (Ympäristö 2015.)

Kuntoarviolla voidaan hankia tietoa kiinteistön kunnossapitoa ja korjaustoimenpiteitä varten. Isommat korjaustoimenpiteet tarvitsevat lisäksi kuntotutkimusta vaurioiden syntyperän ja sopivan korjaustavan selvittämistä varten. Tutkimuksista saatuja tietoja käytetään korjaussuunnitelmien lähtötietona. (Ympäristö 2015.)

Rakennusten säännöllisellä seurannalla ja huollolla on tarkoitus pitää ne mahdollisimman kauan taloudellisesti kannattavassa kunnossa ja käyttökelpoisina. Rakenteissa esiintyvät vauriot ja niiden mahdollinen eteneminen tulevaisuudessa vaikuttavat betonisten julkisivujen ja parvekkeiden korjaustarpeeseen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 151.) Ajoissa tehdyllä tutkimuksella ja suojaus-, huolto- tai korjaustoimenpiteillä on mahdollista hidastaa vaurioiden etenemistä. Jos taas näkyviä vaurioita on jo havaittavissa, ei kevyempiä korjaustoimenpiteitä yleensä voida enää käyttää. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 6.)

On arvioitu, että ensimmäinen kuntotutkimus tulisi suorittaa noin 15–20 vuotta rakennuksen valmistumisen jälkeen, ja seuraavat kuntotutkimukset kannattaisi tehdä noin 10 vuotta edellisen tutkimuksen jälkeen (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 6).

Pelkästään silmämääräisen tarkastelun perusteella tehtyjen korjausten onnistumiseen ja kestävyYTEEN liittyy suuria riskejä. On mahdollista, että vaurion syy jää selvittämättä. Näin voi käydä esimerkiksi jos korjataan parvekkeen alapintaa, vaikka syynä vauriolle on yläpinnan vuotava vedeneristys. Korjattukin parveke saattaa pettää, jos vaurioituneet kiinnitykset on unohdettu tarkistaa. Rakennetta

saatetaan ylikorjata, koska maalipinta näyttää huonolta. Kaikkien vaurioiden saatetaan olettaa olevan nähtävissä, jolloin todelliset korjauskustannukset ovatkin oletettua isommat, tai paikataan vain näkyvät vauriot, vaikka pinnan alla vaurioita syntyy koko ajan lisää. Korjauksen kestoikä saattaa jäädä tavoiteltua lyhyemmäksi, jos esimerkiksi pakkasrapautunutta betonia on menty korjaamaan vain laastipaikkauksilla ja maalaamalla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 151.)

2.2 Tutkimusten määritelmät

Kuntotutkimuksella on tarkoitus selvittää jokin rakennuksen yksittäisen osa-alueen kunto (esim. julkisivu). Kuntotutkimus on eräänlainen kuntoarvion jatkotutkimus, jota käytetään, kun pelkkä silmämääräinen tarkastelu ei riitä selvittämään tutkittavan kohteen kuntoa riittävän tarkkaan. (Taloyhtiö 2015.) Tällöin tarvitaan erilaisia mittauksia, näytteiden ottoa ja laboratoriotutkimuksia. Tutkimuksessa pyritään selvittämään kohteen nykyinen kunto, vaurioiden syy ja eteneminen jatkossa sekä löytämään soveltuva korjaustoimenpide ja mahdollisesti estämään vaurioiden eteneminen haitallisen pitkälle. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 8.)

Kuntoarvio on kiinteistön rakenteiden ja teknisten laitteiden aistinvaraista tutkimista. Kuntoarviolla saadaan vain suuntaa antava arvio rakenteiden kunnosta, koska vaurioiden laajuutta ei saada selvitettyä kokonaan silmämääräisten havaintojen pohjalta, ja arvio perustuukin vain näkyvissä oleviin vaurioihin. Vaurio voi sen sijaan olla jo laajalle edennyt ennen kuin siitä on havaittavissa mitään merkkejä. Korjauksia suunniteltaessa kuntoarvion tueksi tarvitaankin yleensä aina kuntotutkimus. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 8.) Kiinteistön kunnossapidon pitkän tähtäimen suunnitelma (PTS) voidaan tehdä kuntoarvion pohjalta. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 5.)

Kuntotutkimuksilla on tarkoitus selvittää kaikkien vauriotapojen tilanne, myös rakenteissa piilevät vauriot, sekä saada selville niiden eteneminen tulevaisuudessa. Sen takia kuntotutkijan tulee tuntea tutkittava rakenne sekä niissä esiintyvät vauriotavat ja ongelmakohdat. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 9.)

Rakenteen kunto määrittää sen korjaustarpeen, ja kuntotutkimuksen tulokset esitetäänkin yleensä tarpeellisten korjaustapojen muodossa. Kuntotutkijan tulee tuntea erilaiset korjausvaihtoehdot sekä tietää, mikä korjausvaihtoehto sopii millekin rakenteelle ja miten eri korjausvaihtoehdot vaikuttavat vaurioiden syntymiseen sekä etenemiseen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 9.)

2.3 Kuntotutkimuksen sisältö

Kuntotutkimuksessa on tarkoitus käydä läpi kaikki vauriotavat, jotka saattavat aiheuttaa korjaustarvetta. Tärkeimpinä selvitettävänä asioina on rakenneosien kantavuus, kiinnitysten kunto parvekkeissa ja julkisivuissa, betoniterästen ruostuminen, odotettavissa oleva korroosiovaurioiden kehittyminen ja eteneminen, rakenteiden kosteustekninen toimivuus sekä rakenteissa olevat vaaralliset aineet. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 155.)

Rakennuksessa olevia kaikkia rakenne- ja elementtityyppejä on tarkasteltava erikseen. Elementeissä voi olla erilaisia pintakäsittelyjä, sekä rakennuksen päädyt ja pitkät sivut ovat yleensä eri rakennetyyppejä. Yhden elementtityypin tutkiminen ei riitä kuvaamaan koko julkisivua. Erilaisissa elementeissä vauriot etenevät eri tavalla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 155.)

Kuntotutkimukselle ei ole olemassa mitään vakiosisältöä, vaan se räätälöidään aina kohteen mukaan. Joka kohteessa on erilaisia ongelmia, jotka vaativat toisistaan poikkeavia tutkimusmenetelmiä. Kohteen rakenne ja elementtityypit vaikuttavat eniten kuntotutkimuksen sisältöön. Kohteissa, joissa on näkyvissä paljon vaurioita, voidaan vaurioiden laajuus ja korjaustarve selvittää vähäisemmällä tutkimuksilla. Kun vaurioita ei voida havaita silmämääräisesti, täytyy vauriotilanne todeta tarkemmilla tutkimuksilla. Huonokuntoisen kohteen tutkimus onkin yleensä kevyempi ja kustannuksiltaan alhaisempi kuin hyväkuntoiselta vaikuttavan kohteen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 155–156.)

2.4 Kuntotutkimuksen esiselvitysvaihe

Kuntotutkimusta suunniteltaessa on tärkeää kerätä riittävästi lähtötietoja tutkittavasta kohteesta. Apuna voi käyttää esimerkiksi suunnitteluasiakirjoja, rakennepiirustuksia ja silmämääräisiä havaintoja kohteesta. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 66–67.)

Julkisivu-, rakenne- ja elementtipiirustusten avulla voidaan muodostaa käsitys kohteen rakennetyypeistä, rakenteiden staattisesta toiminnasta ja rakenteisiin mahdollisesti liittyvistä ongelmista ja toimivuuspuutteista. Asiakirjojen avulla pyritään arvioimaan rakennusosien vaurioalttiutta, johon vaikuttavat esimerkiksi tutkittavien rakenteiden rakennetyypit, rakenneyksityiskohdat, materiaalit ja pintavaihtoehdot sekä rakennusosien rasitustaso. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 66–67.)

Rakenteita ei välttämättä ole toteutettu täysin suunnitelmien mukaan, joten suunnitteluasiakirjoihin olisi hyvä suhtautua kriittisesti ja niiden paikkansapitävyyttä muiden selvitysten ja havaintojen perusteella tulisi arvioida (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 67).

Kohteen silmämääräinen tarkastelu suoritetaan yleensä maanpinnalta käyttäen apuna kameraa ja kiikareita. Tarkastuksessa pyritään arvioimaan kohteen rasitusoloja sekä rasituksen jakautumista eri julkisivuille ja rakenteille tutkimusten kohdentamista varten. Lisäksi pyritään arvioimaan näkyvien vaurioiden merkitystä ja laajuutta. Kohdetta tarkastellessa suunnitellaan käytännön toteuttamiseen liittyviä haasteita, kuten kulkumahdollisuuksia. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 67.)

Tutkimuksen kohteena olevan kiinteistön parissa työskenneillä henkilöillä, kuten isännöitsijällä tai hallituksen jäsenillä, on yleensä hyödyllistä tietoa kiinteistöstä, sen ongelmista ja jo tehdyistä korjauksista (RT 18-11131, 7).

3 SEINÄN RAKENNE

3.1 Sandwich-rakenteinen julkisivu

Sandwich-elementti valmistetaan yleensä yhdessä prosessissa valmiiksi julkisivuelementiksi, mutta kuoret voidaan myös valmistaa erikseen ja koota sen jälkeen yhdeksi elementiksi tehtaalla. Betonisten ulko- ja sisäelementtien välissä on tuuletusurilla varustettua eristevillaa. Kuoret liitetään toisiinsa sideraudoitteilla. Julkisivupintaan voidaan kiinnittää erilaisia julkisivumateriaaleja tai betonipinta voidaan käsitellä monella eri tavalla. (RT 82-10766, 4.)

Vieläkin käytössä oleva sandwich-elementti otettiin käyttöön 1960-luvulla, ja 1970-luvulle asti se oli asuinkerrostaloissa vallitseva ulkoseinä rakenne (Rakennusperintö 2015).

3.2 Historia

1940- ja 50-lukujen vaihteessa betoniteollisuutta alettiin kehittämään elementtitekniikan avulla. Materiaalina betoni sopi funktionaalisen ja ihannoidun teollisen rakentamisen materiaaliksi. (Elementtisuunnittelu 2015a.)

1960–70-luvun kaupunkilaistuminen ja lähiörakentaminen loivat suuren kysynnän kerrostalorakentamiselle, ja kerrostaloja piti saada tehtyä nopealla aikataululla. Tähän kysyntään pystyi elementtiteollisuus vastaamaan. (Elementtisuunnittelu 2015a.)

Asuinrakentamista varten kehitettiin vuosina 1968–1970 avoin BES-järjestelmä, joka standartisoi betonielementit ja liitosdetaljit. Seininä käytettiin kantavia pääty- ja väliseiniä sekä ei kantavia sandwich-ulkokuoria. Esijännitetyt ontelo- ja kotelo-laatat otettiin käyttöön. Parvekkeet olivat itsekantavia rakenteita. (Elementtisuunnittelu 2015a.)

Kova 1970-luvun rakennustahti ei olisi onnistunut ilman BES-järjestelmää. Edulliseen rakentamiseen ja kovaan rakennustahtiin tähänneessä tuotannossa talojen ulkonäköön ei kiinnitetty kovin paljoa huomiota, minkä takia talot ovat yleensä laatikkomaisia. (Elementtisuunnittelu 2015a.)

Aiemmin tietous betonin kestävyteen vaikuttavista tekijöistä oli vähäistä ja kokemukset lyhytaikaisia, mutta 1970-luvun puolivälissä betoniteknologia alkoi kehittyä. Silloin otettiin käyttöön betoninlisäaineita, kuten hidastimia, notkistimia ja kiihdyttimiä sekä opittiin tekemään lisäaineilla pakkasenkestävää betonia. (Elementtisuunnittelu 2015a.)

3.3 Normit

Vuonna 1963 julkaistiin ensimmäiset betonisten rakennuselementtien valmistusta sekä käyttöä koskevat ohjeet. Vuonna 1965 tuli uudet betonielementtinormit, sitä ennen oli noudatettu vuoden 1954 betoninormeja. 1970-luvulla rakennusalan teknisten määräysten ja ohjeiden hoito keskitettiin sisäasiainministeriölle. Vuonna 1976 astui voimaan Suomen rakentamismääräyskokoelma, joka kumosi kaikki siihen asti voimassa olleet normit. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 12.) Kuvassa 1 on esitetty betoninormien kehitystä vuosien mittaan.

Säärasituksessa olevien betonirakenteiden normeja ja ohjeita eri vuosilta		
<p>Vuoden 1954 normit (VnP)</p> <ul style="list-style-type: none"> • lujuus vähintään K20 (20MPa) • betonipeite 20 mm 	<p>Vuoden 1980 normit (RakMK B4)</p> <ul style="list-style-type: none"> • lujuus \geq K25 • suojahuokossuhde yleensä \geq 0,2 • vesitiivisyysvaatimus betonille suunnittelijan harkinnan mukaan • betonipeite \geq 25 mm (15 mm) • ansaiden diagonaalit ja vertikaalit ruostumatonta terästä 	<p>by 32 Betonirakenteiden säilyvysohjeet 1992</p> <ul style="list-style-type: none"> • lujuus \geq K35...K45 • suojahuokossuhde \geq 0,17 • betonipeite \geq 25...35 mm • vesitiivisyysvaatimus • lujuus ja betonipeite toisistaan riippuvaisia • ansaiden ulkokuoreen tuleva paare ruostumaton
<p>Vuoden 1965 normit (VnP)</p> <ul style="list-style-type: none"> • lujuus vähintään K25 • ansaiden diagonaalit ja vertikaalit ruostumatonta terästä • betonipeite \geq 20 mm 	<p>by 32 Betonirakenteiden säilyvysohjeet 1989</p> <ul style="list-style-type: none"> • lujuus \geq 30 • suojahuokossuhde \geq 0,2 • betonipeite \geq 25 mm • vesitiivisyysvaatimus 	<p>RTT Valmisosarakentaminen, betonijulkisivut 1995</p> <ul style="list-style-type: none"> • kaksi normaali luokkaa, yksi erikoisluokka • lujuus K35...K45 • suojahuokossuhde 0,17...0,20 • betonipeite 20...25 mm • ruostumaton teräs vaihtoehtoisena raudoituksena ulkokuoreessa
<p>Vuoden 1965 normien selitykset (RIL A48)</p> <ul style="list-style-type: none"> • julkisivuissa usein syytä käyttää lisähuokostusta pakkasenkestävyyden takia <p>by 9 Betonin säilyvyys 1976</p> <ul style="list-style-type: none"> • lujuus \geq K25 • suojahuokossuhde \geq 0,15 (\geq 0,20) 		<p>by 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 1996</p>

Kuva 1. Säärasituksessa olevien betonirakenteiden normeja ja ohjeita eri vuosilta (RT 82-10604).

Vuonna 2001 julkaistuissa betoninormeissa lujuusluokkavaatimukseksi esitetään K40. Lujuusluokkaa voidaan mahdollisesti alentaa raudoitteiden betonipeitettä lisäämällä. Vuoden 2000 betoninormeissa vaikeiden olosuhteiden ympäristöluokassa Y1 betoninpeitepaksuuden perusarvo on 35 mm ja suojahuokossuhteeksi on määritetty 0,25. Tavanomaisten olosuhteiden Y2 betonin peitepaksuus on 25 mm ja suojahuokossuhde 0,20. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 12–13.)

4 BETONIJULKISIVUJEN VAURIOT

Ulkoisille rasituksille alttiissa betonirakenteissa tapahtuvat muutokset heikentävät rakenteiden ominaisuuksia. Esimerkiksi auringon säteily, lämmön vaihtelut, kosteus, ilman hiilidioksidi, tuuli sekä pakkasen aiheuttavat julkisivuille rasitusta. Rasitusten haitallisuuteen vaikuttaa esimerkiksi rakennuksen koko, sijainti, muoto, ympärillä olevat toiset rakennukset, maaston muodot sekä mahdollinen ympärillä oleva kasvillisuus tai metsä. Haitat ovat aluksi ulkonäöllisiä, mutta vauriot voivat kasvaa haitallisiksi. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 18.)

Saderasituksen voimakkuuteen vaikuttaa rakennuksen muodot sekä rakennuksen yksityiskohdat, kuten räystäät ja katokset. Viistosateen aiheuttama rasitus on suurempi korkeammissa rakennuksissa. Leveät räystäät auttavat suojaamaan seinän yläosia. (Elementtisuunnittelu 2015b.)

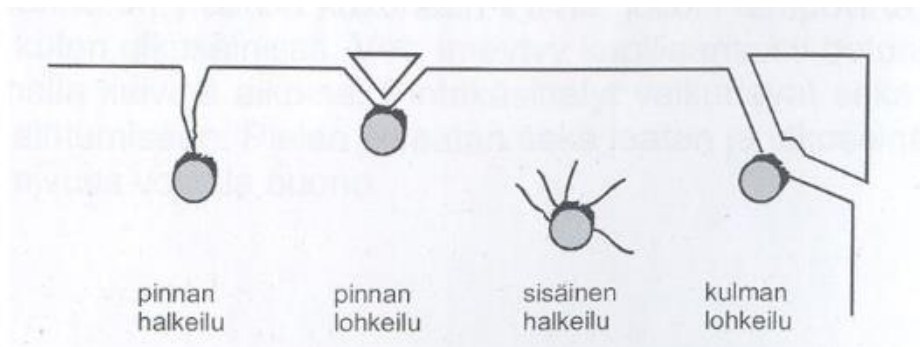
Vesi- ja räntäsateet sekä tuulen suunta sateen aikana vaikuttavat suuresti julkisivujen saamaan saderasitustasoon. Rannikkoalueilla vetenä ja räntänä tulevan sateen määrä on korkeampi kuin sisämaassa, ja tuulen nopeus sateen aikana on noin 4 m/s kovempi rannikkoalueilla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 19.)

Tietyissä ilmansuunnissa olevat julkisivut saavat suuremman saderasituksen. Suomessa tuulensuunta on varsin keskittynyt sateiden aikana, tästä johtuen sateet tulevat koko maassa kaakko-länsisuunnassa. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 19.)

Lämpölaajenemisesta ja kutistumisesta aiheutuva rasitus voi synnyttää pinnan halkeilua ja murtumia. Materiaalien erilaiset lämpölaajenemisominaisuudet saattavat aiheuttaa pintamateriaalien irtoamisia. Erityisesti etelä- ja länsijulkisivut ovat alttiina suuremmille vuorokauden sisäisille lämpötilan vaihteluille. (RT 82-10603, 2.)

4.1 Raudoitteiden korroosio

Normaalisti betonissa olevat raudoitteet ovat hyvin suojassa korroosiolta, koska betonin korkea alkalisuus muodostaa teräksen pinnalle ohuen oksidikalvon, joka estää sähkökemiallisen korroosion. Lisäksi paksu ja tiivis betonikerros estää raudoitteille haitallisten aineiden, kuten happojen ja kloridien pääsyn raudoitukseen asti. Betonin karbonatisoituminen ja betonissa olevat kloridit vaikuttavat korroosion alkamiseen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 20.) Ruosteella on terästä suurempi tilavuus, joka betonissa ollessaan saa aikaan betonia hajottavan paineen. (RT 82-10604, 5.) Kuvassa 2 on havainnollistettu erilaisia ruostuvan teräksen aiheuttamia vaurioita.



Kuva 2. Korroosion aiheuttamia vauriotyyppejä (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 20).

Ongelma-alueita raudoitteiden korroosion kannalta ovat tyypillisesti elementtien pieli- ja reunateräkset, joiden peitepaksuudet ovat yleensä puutteellisia ja karbonatisoituminen voi edetä kolmelta pinnalta. Parvekkeissa ongelmana ovat ohuet kaiderakenteet ja pieliteräkset, joissa raudoitteiden peitepaksuudet voivat olla riittämättömiä. Esteettisten haittojen lisäksi lohkeavat betonipalaset voivat aiheuttaa vaaratilanteita. Parvekelaattojen alapintojen terästen peitepaksuudet ovat yleensä vähäisiä ja ongelmia voi seurata, jos parvekkeen vedenpoisto ei toimi kunnolla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 27–28.)

Betonin karbonatisoituminen on betonin neutraloitumisreaktioita, joiden vaikutuksesta betonin huokosveden pH-arvo alenee. Hiilidioksidin tunkeutuminen betoniin käynnistää reaktiot. Karbonatisoitumisen etenemisnopeuteen vaikuttaa betonin rakenne (huokoisuus, halkeamat yms.), ympäröivän ilman hiilidioksidipitoisuus sekä karbonatisoituvan aineen määrä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 22.)

Betonirauδοitteiden korroosio voi käynnistyä karbonatisoitumattomassakin betonissa, mikäli kloridipitoisuuden kynnysarvo betonissa ylittyy. Klorideja voi päästä betoniin betoninkiihdyttimestä sekä talvisuolauksen tai tuulen tuoman meriveden mukana. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 25.)

4.2 Betonin rapautuminen

Suomen olosuhteissa pakkasrapautuminen on merkittävin rapautumisen aiheuttaja. Pakkasrasitus aiheutuu betonin huokosverkostossa olevan veden laajenemisesta jäätyessään. Betonissa tulisi olla ilmahuokoisia, joita veden kapillaarivoima ei täytä ja joihin vesi voi tunkeutua laajetessaan. Pakkasenkestävää betonia saa vain lisähuokostusainetta käyttämällä. Julkisivuissa lisähuokostusta on käytetty systemaattisesti vasta 1970-luvun puolivälin jälkeen. Lisähuokostuksen ohella myös betonin tiiviys vaikuttaa betonin pakkasenkestävyyteen. Pakkasvaurioituminen näkyy betonin säröilynä, joka taas heikentää betonin lujuutta ja nopeuttaa veden imeytymistä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 29–32.)

Pakkasrapautumisen lisäksi ettringiittireaktio tai alkalirunkoainereaktio voivat aiheuttaa rapautumisvauriota. Ettringiittireaktio on sementtikivessä tapahtuva sulfaattimineraalien kemiallinen reaktio, jonka seurauksena ettringiittimineraali kiteytyy suojahuokosten seinämille pienentäen niiden tilavuutta. Tällöin betonin pakkasenkestävyys heikkenee ja se on alttiimpi pakkasrapautumiselle, mutta myös reaktiotuotteiden voimakas tilavuuden kasvu saattaa aiheuttaa säröjä betoniin. Alkalirunkoainereaktiossa taas betonin kiviaineksessa tapahtuva paisumisreaktio voi rapauttaa betonia. Alkalirunkoainesreaktio voi syntyä, mikäli sementti sisältää runsaasti alkaleja (Na, K), kiviaineksessa on heikosti alkalisuutta

kestäviä mineraaleja ja betonin kosteus on riittävän korkea. Suomessa ilmiö on harvinainen, sillä suomalaiset tiiviit syväkivilajit ovat kemiallisesti kestäviä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 33–35.)

Rapautuminen huonontaa raudoitteen tartuntaa heikentämällä betonin veto- ja puristuslujuutta. Tämä saattaa aiheuttaa ongelmia elementtien ankkuroinnissa. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 32, 39.)

4.3 Mikrobit

Julkisivun poikkeuksellisen kovasta kosteusrasituksesta johtuen betonielementtien eristetilaan voi ilmestyä homekasvustoa. Homesieniä voi esiintyä lämmöneristeen ulkopinnassa, josta niiden itiöt voivat kulkeutua rakenteen läpi sisätiloihin rakenteessa olevien ilmapuotojen mukana. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 44.)

5 JULKISIVUN KUNTOTUTKIMUSMENETELMÄT

Kenttätutkimukset tehdään yleensä henkilönostimesta käsin. On hyvä tehdä kenttätutkimukset yhteistyössä tilaajan kanssa esimerkiksi kulkuväylien vapaana pitämiseksi sekä kulun järjestämiseksi huoneistoihin sekä parvekkeille. Silmämääräisten havaintojen lisäksi paikan päällä porataan betoninäytteitä laboratoriotutkimuksia varten. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 8.)

5.1 Silmämääräiset havainnot

Kuntotutkimuksen yhteydessä käydään tarkasti läpi ja dokumentoidaan pinnat, jotka ovat alttiina säärasitukselle, sillä kosteudella on suuri vaikutus useimpien vauriomekanismien käynnistymiseen ja etenemisnopeuteen. Erityistä huomiota kiinnitetään rakenteisiin ja kerroksiin, joiden tehtävänä on hallita kosteuden kulkua, kuten elementtien väliset saumat, rakenteiden tuulettavuuteen ja eristetilojen vedenpoistoon liittyvät rakenteet, pellitykset, räystäät, maalaus- ja pinnoituskäsittelyt, parvekkeiden vedenpoistoon liittyvät järjestelyt sekä parvekelasitukset. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 34–35.)

Kosteus- ja lämpötilanmuutokset vaurioittavat myös julkisivun pintakäsittelyä. Lisäksi aurinko aiheuttaa maalipinnan haurastumista ja halkeilemista. Myös julkisivuun tai parvekerakenteisiin aiemmin suoritettut virheelliset korjaukset ovat saattaneet kiihdyttää vaurioitumista. Mahdollisesti on valittu väärä materiaaleja tai työtapoja, tai edellisestä korjauskerrasta on kulunut liian pitkä aika. Pintakäsittelyn kunto tarkastetaan lähinnä kartoittaen halkeilua ja hilseilyä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 39–40, 108.)

Betonirakenteessa saattaa olla halkeamia, jotka ovat seurausta kuivumiskutistumasta, rakenteen ulkoisesta kuormituksesta, tukien siirtymistä, lämpötilan muutoksista, pakkasrapautumasta tai raudoitteen korroosion aiheuttamasta sisäisestä paineesta. Julkisivuelementteihin saattaa syntyä halkeamia jo valmistuk-

sen ja asennuksen aikana. Silmämääräisten havaintojen lisäksi halkeamien liikkuvuutta voidaan tarvittaessa selvittää kipsisilloilla tai työntömitalla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 41, 110.)

5.2 Korroosion tutkiminen

Soveltuvan korjaustavan valitsemiseksi korroosiovaurioiden olemassaolon lisäksi on selvitettävä vaurioiden laajuus ja näkyvien vaurioiden laajeneminen tulevaisuudessa sekä pyrittävä arvioimaan korroosiovaurioiden vaikutusta rakenteen toimintaan. Raudoitteen korroosiotilanteen arvioimiseksi on tarkasteltava vaurioiden laajuutta, näkyvien vaurioiden etenemistä tulevaisuudessa, korroosion syy, korroosion ja sen etenemisen vaikutus rakenteen kantavuuteen tai turvallisuuteen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 69.)

Raudoitteiden korroosiotilannetta pystytään alustavasti arvioimaan tarkastelemalla suunnitteluasiakirjoista esimerkiksi betonin laatua, raudoituksen peitepaksuutta sekä elementtien valusuuntaa, joka vaikuttaa monesti raudoitteiden sijaintiin. Myös rakenteen ikä vaikuttaa oletettuun karbonatisoitumissyvyyteen sekä karbonatisoitumisen etenemisnopeuteen jatkossa. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 69–70.)

5.3 Raudoitteiden peitepaksuuksien kartoittaminen

Raudoitteiden peitepaksuuksia mittaamalla selvitetään, kuinka syvällä raudoite on suhteessa betonin karbonatisoitumiseen. Näin saadaan selville, kuinka iso osa raudoitteesta on korroosioriskialueella ja miten raudoitteen korroosioitumisen voidaan odottaa etenevän tulevaisuudessa. Peitepaksuuksia pystytään mittaamaan pintaa rikkomatta sähkömagneettiseen induktioon perustuvalla peitepaksuusmittarilla. Raudoitteiden peitepaksuuksia kartoitetaan muiden tutkimuksien ohessa ottamalla tutkittavilta pinnoilta peitepaksuusmittauksia. Jokaisesta rakenne- ja elementtityypistä otetaan erikseen runsaasti peitepaksuusmittauksia. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 100–101.)

5.4 Karbonatisoitumissyvyyden mittaaminen

Neutraloituneessa eli karbonisoituneessa betonissa raudotteet ovat ruostumisvaarassa. PH-indikaattorilla saadaan mitattua karbonisoitumissyvyyttä. Karbonisoituneen betonin pH on noin 8, kun taas karbonisoitumattoman betonin noin 13–14. Mittausta varten betonista porataan näyteliiriö, jonka värjäämiseen käytetään fenoliftaleiiniliuosta. Fenoliftaleiiniliuos värjää karbonisoitumattoman betonin punaiseksi, minkä jälkeen karbonisoitumissyvyys voidaan mitata työntömitalla. Seinän läpi asti poratusta näytteestä voidaan mitata karbonisoitumissyvyys myös seinän takapuolelta. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 97–99.)

Karbonisoitumissyvyys saattaa vaihdella paljon näytteen matkalla, ja yleensä pyritäänkin arvioimaan keskimääräinen karbonisoitumissyvyys. Karbonisoitumissyvyyksissä saattaa olla suuria eroja samanlaisten elementtien kesken sekä jopa yksittäisen elementin alueella. Eri rakennetyyppienkin kesken karbonisoitumissyvytykset vaihtelevat, minkä takia näytteitä on otettava riittävästi. Sandwich-elementeissä mittaukset kannattaa kohdistaa tasaisesti elementtien reuna- ja keskialueille. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 99–100.)

5.5 Kloridipitoisuuden määrittäminen

Pienetkin määrät klorideja alkalisessa betonissa voivat aiheuttaa korroosiota. Kloridikorroosiotapauksissa joudutaan usein valitsemaan raskas korjaus, minkä takia kloridipitoisuus on aina syytä tutkia. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 102.)

Kloridipitoisuus mitataan laboratoriossa poraamalla saadusta jauhenäytteestä. Meren lähellä olevasta kohteesta joudutaan erittelemään eri syvyyksistä otetut näytteet kloridien alkuperän selvittämiseksi. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 102.)

5.6 Betonin rapautumisen tutkiminen

Rapautumista tutkittaessa tarkastellaan, onko betoni pakkasenkestävää ja onko siinä pakkasrapautumaa. Mikäli betonin pakkasenkestävyys todetaan puutteelliseksi, yritetään selvittää, mikä on rapautumisen aste, laajuus, sijainti, syy sekä mitkä ovat sen vaikutukset turvallisuuteen ja kantavuuteen sekä miten se etenee tulevaisuudessa. Rapautumistilannetta arvioidessa voidaan suunnitteluasiakirjojen avulla selvittää betonin laatua (lujuus, tiiviys, lisähuokostus) ja rakenteen kosteusteknistä toimivuutta (kosteusrasitus, kuivumismahdollisuudet, lämpövirta rakenteen läpi) sekä tarkastella silmämääräisesti, paljonko kohteessa on pitkälle edenneitä rapautumisvaurioita sekä missä ne sijaitsevat, näkyykö rapautumaan viittaavia merkkejä, sekä arvioida rakenteen pakkasrasitustaso (pinnoitteen kuntoa, pintatarvikkeiden, saumojen, pellityksien ja tuuletuksen toimivuutta). (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 71.)

5.7 Vasarointi ja silmämääräinen tarkastelu

Julkisivu saattaa näyttää hyväkuntoiselta, mutta yksittäiset elementit voivat olla hyvin pitkälle rapautuneita. Jotta nämä rapautuneet elementit löydettäisiin, tulisi ainakin julkisivun ja parvekkeiden kosteusrasitukselle altteimmat osat kartoittaa vasaroimalla betonipintaa raskaalla vasaralla. Rapautuneissa betonipinnoissa koputusääni on tavallista matalampi ja vasara kimpoaa pinnasta normaalia vaikeammin. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 104.)

Vasaroinnin yhteydessä on hyvä käydä huolellisesti läpi, onko pinnoilla pakkasrapautumiseen viittaavia merkkejä, kuten elementtien kaareutumista, halkeilua, kalkkihärmevalumia tai julkisivujen saumojen kokoonpuristumista (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 105).

5.8 Mikrorakennetutkimus

Pakkasrapautumisen mahdollisuutta ja betonin pakkasenkestävyyttä eli lisähuokostuksen olemassaoloa voidaan tutkia mikrorakennetutkimuksella. Näytteet mikrorakennetutkimusta (hietutkimusta) varten otetaan timanttiporaamalla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 106–107.)

Mikroskoopin avulla laboratoriossa selvitetään betonin lisähuokostuksen olemassaolo, säröt, halkeamat ja niiden suuntautuneisuus (joista voidaan päätellä halkeilun todennäköinen syy ja rapautumisen aste), sekä lisäksi ohuthietutkimuksessa voidaan tutkia huokoisten täytteisyys ja mahdolliset haitalliset reaktiot, kuten ettringiitti ja alkalirunkoaine. Tarvittaessa voidaan selvittää myös betonin yleinen laatu, karbonatisoitumissyvyys, pintakäsittelyjen ja -tarvikkeiden tartunnan kunto sekä mahdollisen maalin asbestipitoisuus. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 107.)

Vaikka betonipinnoilla ei ole näkyvässä rapautumaa, voidaan hietutkimuksella varmistaa rapautumisen puuttuminen ottamalla näytteitä julkisivun rasitetuimilta alueilta. Kun rapautumaa on silmin havaittavissa, hietutkimuksia tehdään harkinnan mukaan, selkeimmissä tapauksissa ei välttämättä ollenkaan. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 109.)

5.9 Suojahuokossuhteen määrittäminen

Suojahuokossuhde kuvaa suojahuokosten suhteellista osuutta betonissa eli sitä, kuinka suuri osa betonin kokonaishuokostilavuudesta pysyy ilmatäytteisenä vesisäilytyksessä normaalipaineessa. Tutkimukset tehdään laboratorio-olosuhteissa näytteitä vedellä kyllästäväällä. Suojahuokossuhde kuvaa vain suojahuokosten suhteellista määrää, mutta ei kerro, onko niitä riittävän tiheässä ja ovatko ne oikeita suojahuokosia vai esimerkiksi puutteellisesta tiivistyksestä johtuvia suuria huokosia. Pelkän suojahuokossuhteen perusteella ei voida todeta betonia pakkasenkestäväksi, mutta lisähuokoistuksen puuttuminen saadaan todettua. Suojahuokostutkimuksen tulos täydentää mikrorakennetutkimuksesta saatavaa

kuvaa betonin pakkasenkestävyydestä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 111–112.)

5.10 Vetokoe

Rapautuminen aiheuttaa betoniin mikrohalkeamia, jotka heikentävät betonin vetolujuutta selvästi merkittävämmiin kuin puristuslujuutta. Vetolujuuden määrittämisellä voidaan arvioida betonin rapautuneisuutta, laatua ja korjattavuutta, kuten paikkauslaastien tartuntaa ja uusien pintarakenteiden kiinnittyvyyttä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 109.)

Vetokokeet suoritetaan yleensä laboratoriossa kohteesta poratusta näytelieriöstä. Syntyneiden murtumispintojen avulla voidaan arvioida betonin rapautuneisuutta. Mahdollinen heikko vetolujuus ei välttämättä johdu rapautumisesta, vaan syynä voi olla esimerkiksi betonin alhainen lujuustaso tai betonissa olevat kuorimitukset. Tulosten arvioimista helpottaakin betonista tehdyt hietutkimukset. Vetokokeet lähinnä täydentävät muita tutkimuksia. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 109–111.)

5.11 Haitalliset aineet

Rakenteissa olevat haitalliset aineet vaikuttavat sopivien korjaustapojen valintaan ja aiheuttavat korjaustyöhön lisäkustannuksia. Haitallisten aineiden ja yhdisteiden olemassaolo tutkitaan laboratoriokokein, ja näytteet kokeita varten on luontevaa ottaa kuntotutkimuksen yhteydessä. Mikäli haitallisia aineita löytyy, esitetään kuntotutkimusraportissa niiden vaikutus korjausratkaisujen valintaan sekä suositukset terveyshaittojen poistamiseksi. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 80.)

5.11.1 Asbesti

Mikäli korjausvaihtoehtoihin sisältyy vanhan maalin poistamista tai maalia tulee irtoamaan esimerkiksi painepesun yhteydessä, tulee selvittää sisältääkö maali-pinnoite asbestia. Mikäli maalikerroksia tai maalityyppejä on useita, tulee asbestipitoisuus tutkia kustakin erikseen. Asbestipitoisuus selvitetään laboratoriossa mikroskooppianalyyseillä. Tiettyjen aikakausien rakennukset sisältävät todennäköisemmin asbestipitoisia maaleja. Rakennusasiakirjoista saa apua maalityypin selvittämiseen. Asbestia sisältävän maalin poisto tehdään asbestityönä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 80–81.)

5.11.2 Mikrobit

On melko harvinaista, että sandwich-elementtien eristetilassa on mikrobikasvustoa, mutta ulkoseinän mikrobiologinen kunto on syytä tarkistaa, jos rakenteeseen voidaan olettaa päässeän paljon kosteutta (Pessi ym. 1999, 75). Kasvuston olemassaoloa tai sijaintia ei voi päätellä pelkästään julkisivun kunnon, kosteusrasitustason tai eristemateriaalin ulkonäön perusteella (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 81).

Betonielementtien mikrobikasvusto selvitetään tutkimalla lämmöneristeestä otettuja näytteitä laboratoriossa. Eristenäytteet voidaan ottaa kuntotutkimuksen po-rausten yhteydessä tai erikseen sitä tarkoitusta varten tehdyistä rei'istä. Mikäli ulkoseinän eristetilassa havaitaan mikrobikasvustoa, niin kasvuston vaikutusta asunnon sisäilmaan voidaan tutkia ilmanäytteiden avulla. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 81.)

5.11.3 Saumausmassojen PCB- ja lyijy-yhdisteet

Mikäli korjauksia tehdään lähellä rakennetta, jossa on saatettu käyttää PCB:tä tai lyijyä sisältävää saumausmassaa, tulisi saumausmassan pitoisuudet tutkia. Mah-

dolliset löydöt täytyy ottaa huomioon korjaustyössä ja jätteiden käsittelyssä. Näytteet tulisi ottaa alkuperäisestä saumaussmassasta. PCB- ja lyijypitoisuudet tulisi selvittää vuosina 1958–1979 valmistuneista rakennuksissa. Pelkkä lyijypitoisuus on tutkittava rakennuksista, jotka ovat valmistuneet vuosina 1980–1989. (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 82.)

Myös aikaisemmin korjatuista rakennuksista tulisi ottaa saumanäytteet, koska vanhoja massoja on voinut jäädä uusien alle. Näytteitä tulisi ottaa kaikista tutkitavista rakennuksista vähintään kolmelta sivulta, ja niiden tulisi edustaa jokaista saumaustyyppiä. Näytteitä tulisi myös olla eri ilmansuunnissa olevista julkisivuista. (RT 20-11160, 12.)

5.12 Muut tutkimusmenetelmät

5.12.1 Puristuslujuus

Betonin puristuslujuus kertoo sen laadusta, mutta ei kuitenkaan kuvaa vaurioiden olemassaoloa tai etenemistä (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 120).

5.12.2 Kosteusmittaus

Kosteuden mittaaminen kuntotutkimuksen yhteydessä on kyseenalaista, sillä vaikka kosteus onkin tärkein tekijä useimpien vaurioiden synnyssä, niin rakenteen kosteus on hyvin riippuvainen vuodenajasta ja säästä. Kosteusmittausta ei yleensä käytetä kuntotutkimuksessa. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 120–121.)

5.12.3 Tähystys

Tähystyksellä voidaan tarkastaa rakenteen sisäosia avaamatta rakennetta porareikää enemmän. Tähystäminen onnistuu vain, jos tutkittavan kohdan ympärillä

on tilaa, eikä se ole esimerkiksi villan ympäröimänä. Tähystyksellä voidaan tarkastaa esimerkiksi, onko tietty kiinnitysosa paikallaan vai ei, mutta sen korroosioastetta ei pysty määrittämään tähystämällä. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 121.)

5.12.4 Lämpökuvauus

Lämpökuvauksella kartoitetaan rakenteen pintalämpötiloja, ja sen avulla voidaan esimerkiksi paikallistaa ulkokuoren kiinnityskohtia. Erilaiset alueet näkyvät kuvassa erinvärisinä. Lämpökuvauus sopii hyvin ilmavuotokohtien paikallistamiseen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 121.)

6 KORJAUSMENETELMÄT

Korjaustöillä voidaan pyrkiä korjaamaan vain välttämättömiä vikoja tai parantaa asukasviihtyvyyttä sekä nostaa kiinteistön arvoa. Joskus on tarpeen tehdä vain mahdollisimman kevyitä korjauksia, jos vauriot eivät muuta edellytä tai rakennuksen ulkonäöllä on rakennustaiteellista merkitystä. Toisaalta joskus joudutaan uusimaan koko julkisivu edellisen tultua elinkaarensa päähän tai kun rakennuksen ulkonäköön ollaan valmiita panostamaan enemmän. (Rakennusperintö 2015.)

Julkisivuremontin yhteydessä on mahdollista myös tehdä muita korjauksia tai parannuksia, kuten uusia ikkunat, lisälämmöneristää rakennusta tai mahdollisesti tehdä jopa uusi kerros lisää. On mahdollista, että jonkun osa-alueen korjaamisesta seuraa myös muita siihen liittyviä töitä. Kaikkia korjaustoimenpiteitä ei välttämättä tarvitse tehdä kerralla, vaan niitä voidaan tehdä pidemmällä aikavälillä. (Rakennusperintö 2015.)

Julkisivun korjaus menetelminä ovat vanhan ulkokuoren paikkaukset ja pinnoitukset sekä vanhan ulkoverhouksen uudelleen verhous tai korvaaminen toisella. Toteutukset voivat olla myös kaikkien menetelmien yhdistelmiä. (Rakennusperintö 2015.)

6.1 Vanhan ulkokuoren paikkaus tai pinnoitus

Paikkauskorjaukset ovat yleensä laastipaikkauksia, jotka paikkauksen jälkeen pintakäsittelään. Pintakäsittely voi olla maalaus tai jokin muu suojakäsittely. Paikatut kohdat voidaan pelkästään paikkamaalata, mutta esteettisistä syistä voidaan myös maalata isompia alueita. Suurempia alueita voidaan myös ruiskubetonoida, jolla saadaan kasvatettua raudoitteen suojabetonikerrosta ja estettyä betonin karbonatisoituminen. Lisäksi on olemassa harvemmin käytettyjä kemiallisia ja sähkökemiallisia menetelmiä. (Rakennusperintö 2015.)

Paikkaus- ja pinnoitustöiden yhteydessä voidaan myös tehdä kosteusrasitusta vähentäviä toimenpiteitä, kuten uusia elementtisaumat, kunnostaa räystääs- ja ikkunapellit sekä räystäskourut ja syöksytorvet. (Julkisivuyhdistys ry 2015)

6.2 Vanhan ulkokuoren uudelleenverhous

Uudelleenverhouksessa vanha seinärakenne jätetään uuden alle, jolloin vaurioitunut julkisivu saadaan suojattua ulkoisilta rasituksilta. Uudelleenverhousta käytetään erittäin vaurioituneiden julkisivujen kanssa. Vanhojen elementtien kiinnitysten tulee kuitenkin olla ehjiä. Ratkaisu on korjaustoimenpiteenä raskas ja kustannuksiltaan kallis. Uudelleenverhouksen yhteydessä on mahdollista lisälämmöneristää seinärakennetta. (Rakennusperintö 2015.)

On myös mahdollista verhoilla vain osa seinistä, jos toiset seinät ovat muita selkeästi paremmassa kunnossa (Rakennusperintö 2015).

Verhousmateriaaleina voidaan käyttää monenlaisia levy materiaaleja, kuten esimerkiksi betonia, terästä, kiveä tai lasia. Verhous voidaan myös hoitaa tiilillä tai harkoilla. (Rakennusperintö 2015.)

Uudelleenverhous paksuntaa olemassa olevaa seinärakennetta ja muuttaa rakennuksen ulkonäköä. On myös mahdollista, ettei seinän paksuutta voi kasvattaa ja uudelleenverhousta käyttää. (Rakennusperintö 2015.)

6.3 Vanhan ulkokuoren purkaminen ja korvaaminen uudella verhouksella

Vanha ulkokuori on myös mahdollista poistaa kokonaan eristeineen sekä korvata kokonaan uudella. Vanhan ulkokuoren purkaminen ja uudelleen rakentaminen on aina työläs ja kallis operaatio. Uudelleen verhousta käytetään, kun vanhan rakenteen kiinnitykset ovat pahoin vaurioituneet, eikä niitä voida käyttää uuden verhouksen kanssa, tai jos vanhat lämmöneristeet ovat homeessa. Kyseinen toimenpide vaikuttaa rakennuksen ulkonäköön samalla tavalla kuin peittävä verhous. (Rakennusperintö 2015.)

Julkisivun uusimisella on vaikutusta rakennusakustiikkaan. Materiaalien ominaisuuksilla, rakenteiden liitoksilla, ikkunoilla ja kaikilla muilla uusilla ratkaisulla on vaikutusta kokonaisuuteen. Jos alueen kaavoituksessa on esitetty julkisivulle äänitasoerovaatimus, on korjaussuunnitteluvaiheessa syytä konsultoida akustiikka-suunnittelijaa. (Suomen Betoniyhdistys ry 2013, 55.)

6.4 Rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä

Ympäristöministeriön asetuksen mukaan 1.9.2013 lähtien rakennus- tai toimenpideluvan vaativissa vanhojen rakennuksien korjaustöissä on täytynyt pyrkiä parantamaan rakennuksen energiatehokkuutta. Pienemmissä lupaa vaatimattomissa korjaus- tai kunnostustöissä asetusta ei tarvitse huomioida. Mikäli rakennuksen julkisivu on suojeltu, ei siihen tarvitse soveltaa asetusta luvanvaraisissa töissä. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 27.2.2013/4/13.)

Korjaustoimenpiteisiin ryhtyvän tulee esittää lupahakemuksessaan toimenpiteet rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseksi. Korjaustoimenpiteisiin ryhtyvä saa itse päättää keinot joilla vaaditut energiavaatimukset saavutetaan. Useampaa toimenpidettä tehtäessä voidaan jonkin osan parantamatta jättämistä tai vaatimustasoa heikommin toteutettavaa toimenpidettä kompensoida tekemällä jokin toinen osa vaatimustasoa paremmin. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 27.2.2013/4/13.)

Asetuksessa esitetään kolme laskentavaihtoehtoa energiatehokkuuden saavuttamiseksi, joista yhden pitää täytyä.

6.4.1 Rakennusosakohtaiset vaatimukset

Yksittäisille rakennusosille on annettu tavoite arvot, joihin tulee päästä korjattavan kohdan osalta. Seinien ja yläpohjan kohdalla tulee nykyisen rakenteen läm-

mönläpäisyluku eli U-arvo pystyä puolittamaan tai maksimissaan saavuttaa uudisrakentamiselle asetettu arvo. Alapohjan kohdalla energiatehokkuutta tulisi pyrkiä parantamaan mahdollisuuksien mukaan. Ikkunoita ja ovia uusittaessa U-arvon tulee vastata uudisrakentamiselle määrättyjä arvoja. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 27.2.2013/4/13.)

Rakennusosakohtaisessa mallissa tarkastellaan vain korjattavaa rakennusosaa, eli jos rakennuksessa korjataan vain yksi julkisivu, vain sen tulee täyttää vaaditut arvot. Sama koskee esimerkiksi ikkunoita. Jos vain ikkunat uusitaan, vain niiden tulee täyttää vaadittu taso. (Valonia ym. 2013, 10.)

6.4.2 Energiakulutusvaatimukset luokittain

Eri rakennusluokille on määrätty maksimi neliökohtainen energiankulutus, joka tulee laskennoissa saavuttaa. Lupahakemusta varten tulee toimittaa tavoitearvon täyttävä laskelma energiankulutuksesta. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 27.2.2013/4/13.)

6.4.3 E-lukuvaatimus rakennusluokittain

E-luku kuvaa energian kulutuksen lisäksi lämmittämiseen käytettyä energian muotoa kertoimen avulla. Rakennukselle lasketaan ensiksi, mikä sen E-luku on ollut valmistuessaan. Sen jälkeen kerrotaan rakennuskohtaisella kertoimella, josta saadaan uusi tavoiteltu E-luku, joka tulee korjauksen jälkeen saavuttaa. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 27.2.2013/4/13.)

7 AS.OY RIUTOJA

7.1 Lähtötiedot

Asunto-osakeyhtiö Riutoja sisältää 14 erikokoista kolmekerrosista kerrostaloa, jotka ovat valmistuneet vuosina 1970–1972. Rappuja talon yhtiössä on 41 kpl ja huoneistoja 303 kpl, joiden asuntopinta-ala on 22 405,5 m² ja tilavuus 90 525 m³.

Talot ovat pääosin sandwich-elementtisiä. Yhdellä sivustalla on parvekkeet, joiden alapuolella on kuorielementtejä.

Kuvan 3 karttanäkymässä on esitetty tummennettuna As.oy Riutojan kerrostalot. Tutkituista taloista neljä sijaitsee Riutojankadun ja kolme Rauramäentien puolella.



Kuva 3. As.oy Riutojan asemakuva.

7.2 Silmämääräiset havainnot ja lämpökuvaus

Rakennuksissa oli silminnähtävissä havaittavissa esiin tulleita ruostuneita teräksiä erityisesti parvekeseinustan kuorielementeissä, sokkelin nauhaelementissä, ruutuelementtien reunoilla rakennuksen kulmissa sekä parvekkeen kaide-elementeissä. Liitteessä 1 on esitetty esimerkkikuvia vaurioista.

Kuorielementit olivat kaareutuneet, mikä viittaisi pakkasrapautumiseen, tosin paikoitellen hyvin runsas kaareutuminen johtuu mahdollisesti osittain jo tuotannon aikana syntyneistä virheistä. Sokkelin nauhaelementeissä ja erityisesti kuorielementeissä oli havaittavissa pakkasrapautumaan viittaavia kalkkihärmävalumia ja selkeästi rapautunutta betonia.

Maali oli paikoitellen hilseillyt ruutu- ja parveke-elementtien pinnasta.

Ruutuelementeissä näkyi toistuvia kokoelementin korkuisia painaumuksia ja kohoimuksia, jotka ovat syntyneet jo tuotantoprosessin aikana.

Seiniä oli paikkamaalailtu sekä laastipaikattu paikoitellen, mutta osa paikoista oli jo haljennut uudelleen.

Kohteessa tehtiin myös lämpökamerakuvaus helmikuussa, jossa oli tarkoitus paikantaa mahdollisia ulospäin näkymättömiä vauriokohtia. Lämpökamerakuvauksessa ei kuitenkaan löytynyt mitään yllättäviä vauriokohtia. Yleisesti sokkelit näyttivät vuotavan enemmän lämpöä kuin muu seinärakenne.

7.3 Näytteidenotto

Taloyhtiön 14:stä talosta seitsemään oli tilattu kuntotutkimus. Talot tuli itse valita koko taloyhtiön kuntoa mahdollisimman hyvin kuvaaviksi. Näytteiden ottomäärä oli valittu aivan minimimääräksi.

Silmämääräisten havaintojen pohjalta ja talojen tavoitettavuuden perusteella pyrittiin valitsemaan tutkimuksiin eri ilmansuuntiin olevia rakennuksia tasaisesti koko alueelta, jotta tulokset kuvaisivat koko taloyhtiön rakennuskantaa. Näytteitä

otettiin tasaisesti ympäri rakennuksia eri korkeuksilta mahdollisimman kattavan otannan saavuttamiseksi.

Tarkoituksena oli selvittää jokaisen rakenneosan kunto, ja sen mukaan näytteitä yritettiin ottaa. Parvekelinjan alaosan kuorielementeistä yritettiin ottaa neljä kappaletta näytettä, mutta ne hajosivat joka kerta poranterän sisälle. Vertailun vuoksi otettiin pari muuta näytettä kaikista muista porauksista hajosi terän sisälle, jotka jouduttiin poraamaan uudelleen. Analysoitavaksi saakka siis kuorielementeistä ei näytteitä saatu, mutta betonin hyvin heikko kestävyys itsessään kertoo elementtien olevan hyvin huonossa kunnossa. Kuorielementtien voidaan olettaa olevan kauttaaltaan rapautuneet, jota myös silmämääräiset havainnot tukevat. Kuorielementtien näytteiden heikkoutta lisäsi myös silminnähden iso raekoko. Poranterän sisällä olevassa murskassa oli mukana muutama iso usean sentin pituinen kivi.

7.4 Tutkimustulokset

Näytteitä lähetettiin 14 kappaletta ohuthietutkimuksiin WSP-laboratoriopalveluihin. Tutkimusraportti esitetään liitteessä 2, josta selviää tarkemmat tiedot.

Kaikkien näytteiden suojahuokostus oli puutteellista, eikä niitä voida pitää huokosrakenteensa perusteella pakkasenkestävinä. Kolmessa näytteessä oli havaittavissa pakkasrapautumaa. Lisäksi kymmenessä näytteessä havaittiin yksittäisiä etringiittireaktion ja kalsiumhydroksidin tukkimia huokosia.

Neljässä näytteessä havaittiin bikarbonatisoitumista, joka tavallisesta karbonatisoitumisesta poiketen tuhoaa alkuperäisen sideaineen rakennetta tehden siitä hauraan.

Nauha- ja sokkelielementeissä karbonatisoituminen ei ole edennyt kovin pitkälle. Parvekelaattanäytteissä karbonatisoituminen on edennyt vieläkin vähemmän, sen sijaan toisessa parvekekaidenäytteessä karbonatisoituminen on edennyt syvälle. Seitsemästä ruutuelementtinäytteestä viidessä oli teräs ja kaikissa karbonatisoituminen oli edennyt teräksiin asti. Lisäksi yksi näyte oli karbonatisoitunut

läpi asti, ja vaikka näytteessä ei ollut terästä, on karbonatisoituminen elementissä edennyt teräksiin asti. Toisessa näytteessä, jossa ei ollut terästä, oli karbonatisoituminen myös edennyt pitkälle.

7.5 Päätelmät

Suojahuokoistuksen puutteesta johtuen julkisivuissa on odotettavissa pakkasrapautuman lisääntymistä, jota jo nyt on osassa näytteissä. Rapautuma ja bikarbonatisoituminen heikentävät molemmat erityisesti ruutuelementtien kestävyyttä, joissa lähinnä molempia havaittiin. Jokaisessa ruutuelementtinäytteessä karbonatisoituminen on edennyt terästen kannalta haitallisen pitkälle. Betonia heikentävistä tekijöistä ja karbonatisoitumissyvyydestä johtuen kevyet korjaustoimenpiteet eivät tule enää kyseeseen ruutuelementtien kohdalla, vaan niissä tul- laan tarvitsemaan joko seinärakenteen peittävää tai purkavaa korjausta.

Kuorielementit ovat myös niin heikossa kunnossa, ettei niitä voida kuin peittää tai purkaa ja korvata toisilla.

Parvekekaide näytteissä ei ollut rapautumaa, mutta karbonatisoituminen oli edennyt kohtuullisen pitkälle joko sisä- tai ulkopuolelta. Parvekkeita havannoimalla pystyi huomaamaan, että muutamissa parvekekaiteissa oli kehäteräs halkaissut koko kaide-elementin ympäriinsä. Näiden näytteiden perusteella ei pysty yleistämään kaikkien kaide-elementtien kuntoa, mutta joissain elementeissä on nähtävissä selkeitä ongelmia. Tarkempaa kuntoselvitystä varten tullaan tarvitsemaan lisää näytteitä.

Parvekelaatat vaikuttaisivat olevan kunnossa. Nauha- ja sokkelielementtinäytteissä oli ainoastaan yhdessä rapautumaa, muuten ne vaikuttaisivat olevan kunnossa.

8 YHTEENVETO

Tässä työssä tehtiin kirjallisuustutkielma, jossa perehdyttiin betonijulkisivujen vaurioihin, niiden tutkimiseen sekä niiden korjausvaihtoehtoihin. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä kuntotutkimus As.oy Riutojalle. Tutkimuksen avulla talon yhtiö päättää tulevista julkisivuremonteista ja niiden ajankohdista. Talonyhtiöön kuuluu yhteensä 14 1970-luvulla valmistunutta betonielementtistä kerrostaloa.

Näytteiden vähäisestä määrästä ja näytteiden kunnon suuresta vaihtelusta johtuen kohteessa tullaan ottamaan vielä lisänäytteitä erityisesti karbonatisoitumis-syvyyksien selvittämiseksi eri rakenneosien välillä. Tällä hetkellä vaikuttaisi suurimpien ongelmien olevan ruutu- ja kuorielementtien kohdalla, joille kevyemmät korjausvaihtoehdot eivät enää ole mahdollisia. Näiden tulosten pohjalta kohteelle ei voida vielä antaa kattavaa kuntoarviota kaikkien rakenneosien osalta.

Rakennusten nurkista ja parvekekaide-elementeistä lohkeilevat betonipalaset saattavat aiheuttaa vaaratilanteita, joten korjaustoimenpiteisiin tulisi ainakin näiden osalta ryhtyä lähiaikoina.

LÄHTEET

Elementtisuunnittelu 2015a. Elementtirakentamisen historia. Viitattu 29.1.2015 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen/elementtirakentamisen-historia>.

Elementtisuunnittelu 2015b. Lämpö- ja kosteustekniikka. Viitattu 1.2.2015 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/lampo-ja-kosteustekniikka>.

Julkisivuyhdistys ry 2015. Julkisivujen korjausopas. Viitattu 25.1.2015 <http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkari2/images/stories/File/JulkkariOpas/julksivuopas.pdf>.

Pessi, A.-M.; Suonketo, J.; Pentti, M. & Rantio-Lehtimäki, A. 1999. Betonielementtijulkisivujen mikrobiologinen toimivuus. Julkaisu 101, Talonrakennustekniikka. Tampere: TTKK, Rakennustekniikan osasto.

Rakennusperintö 2015. Betonijulkisivujen kuntotutkimus, korjaustavat ja niiden vaikutus rakennuksen arkkitehtuuriin. Viitattu 29.1.2015 http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/Korjaus_artikkelit/fi_FI/Betonijulkisivujen_kuntotutkimus/.

RT 18-11131. 2013. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Kuntoarvioijan ohje. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 20-11160. 2014. Haitta-ainetutkimus. Rakennustuotteet ja rakenteet.

RT 82-10603. 1996. Julkisivun korjaustarpeen arviointi.

RT 82-10604. 1996. Betonijulkisivut. Korjausrakentaminen.

RT 82-10766. 2002. Betoniset julkisivurakenteet.

Suomen Betoniyhdistys ry 2002. BY 42 Betonijulkisivujen kuntotutkimus 2002. Helsinki: Gummerus Kirjapaino OY.

Suomen Betoniyhdistys ry 2013. BY 42 Betonijulkisivujen kuntotutkimus 2013. Vantaa: Multiprint OY.

Suomen betoniyhdistys ry 2014. Tilaajan ohje. Betonijulkisivun ja parvekkeiden kuntotutkimus. Helsinki.

Taloyhtiö 2015. Kuntotutkimus. Viitattu 15.2.2015 <http://www.taloyhtio.net/korjausjaremontointi/kuntotutkimus/>.

Valonia, Turun kaupunki, Kiinteistöliitto Varsinais-Suomi & Kiinteistösäätiö 2013. Taloyhtiön korjausrakentamisen energiaopas. Turku: Valonia.

Ympäristö 2015. Kuntoarvio ja -tutkimukset. Viitattu 22.1.2015 http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Kiinteiston_yllapito_ja_korjaaminen/Kuntoarvio_ja_tutkimukset.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 27.2.2013/4/13.

Esimerkkikuvia vauriokohdista

Parvekkeen kaide-elementin yläreuna on pahasti lohjennut, kuten myös alaosa on lähtenyt halkeamaan. Kuvassa näkyy myös kaide-elementistä otettu näytekohta.



Kuvassa nauhaelementin pintavaurioita sekä näytteenotto kohta.



Kuorielementin esiin ruostuneita teräksi sekä rapautumiseen viittaavaa kalkkihärmettä.



Voimakkaasti kaareutunut kuorielementti.



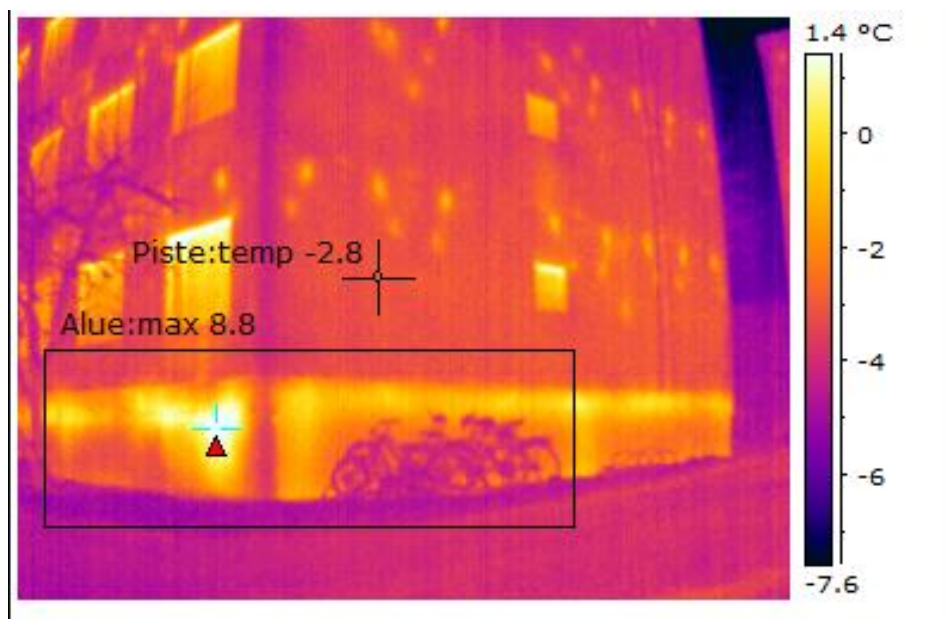
Ruutu- sekä nauhaelementtien reunat ovat lohjenneet koko elementin korkeudelta, myös viereisessä ruutuelementissä on alareuna lohjennut.



Varjot paljastavat päädyn ruutuelementtien valmistuksen aikana syntyneitä painaumuksia.



Esimerkki lämpökamerakuvasta, josta erottaa nauhaelementin ja sokkelin vuotavan muita enemmän lämpöä.



Sama kohta kuvattuna kuin ylemmässä lämpökamerakuvassa.





Taulukko 1. Tulosityhteenvedo. Näytemateriaalin laatua ja kuntoa on kuvattu arviolla hyvä, tyydyttävä, välttävä tai heikko. Karbonatisoitumissarakkeessa on ohuthieanalyysissä varmistettu tulos. Pakkaskestävyyttä on arvioitu huokosrakenteen perusteella vertaamalla tunnettuun näytteeseen, jonka huokosjako on 0,30. Rapautuneisuutta kuvattu arviolla ei rapautumaa, orastavaa, vähäistä, kohtalaista tai voimakasta. Arvioiden perustana on käytetty ohuthieanalyysistä saatuja tuloksia.

Näyte	Rakenneosa/ pinta	Laatu	Kunto	Karbonati- soituminen [ka]	Pakkaskesto/huokostäytteet	Rapautuneisuus
1	Nauhaelementti/ ulkopinta	Tyydyttävä	Hyvä	9 mm	Ei/Ei kiteytymiä	Ei rapautumaa
2	Sokkeli/ ul- kopinta	Tyydyttävä	Tyydyttävä	up: 5 mm sp: 3 mm	Ei/Yksittäin umpeutuneet (ettringiitti)	Ei rapautumaa
3	Ruutuelementti/ ulkopinta	Tyydyttävä	Tyydyttävä	24 mm	Ei/Yksittäin umpeutuneet (ettringiitti)	Ei rapautumaa
4	Ruutuelementti/ ulkopinta	Tyydyttävä	Tyydyttävä	21 mm	Ei/Yksittäin umpeutuneet (ettringiitti, kalsiumhyd- roksidi)	Orastavaa
5	Ruutuelementti/ ulkopinta	Tyydyttävä	Välttävä	27 mm	Ei/Ei kiteytymiä	Kohtalaista
6	Parvekelaatta/ yläpinta	Tyydyttävä	Hyvä	4 mm	Ei/Yksittäin umpeutuneet (ettringiitti)	Ei rapautumaa
7	Ruutuelementti/ ulkopinta	Tyydyttävä	Välttävä	Läpi	Ei/Vähän haitallisia ki- teytymiä (ettringiitti)	Kohtalaista
8	Parvekelaatta/ yläpinta	Tyydyttävä	Tyydyttävä	7 mm	Ei/Paikoin umpeutuneet (ettringiitti)	Ei rapautumaa
9	Parvekekaide/ ul- kopinta	Tyydyttävä	Hyvä	26 mm	Ei/Vähän haitallisia ki- teytymiä (ettringiitti)	Ei rapautumaa
10	Parvekekaide/ ul- kopinta	Tyydyttävä	Hyvä	14 mm	Ei/Vähän haitallisia ki- teytymiä (ettringiitti)	Ei rapautumaa
11	Ruutuelementti/ ulkopinta	Tyydyttävä	Tyydyttävä	11 mm	Ei/Yksittäin umpeutuneet (ettringiitti, kalsiumhyd- roksidi)	Ei rapautumaa
12	Sokkeli/ ul- kopinta	Tyydyttävä	Välttävä	7 mm	Ei/Paikoin umpeutuneet (ettringiitti)	Kohtalaista
13	Parveke ruu- tuelementti/ ul- kopinta	Tyydyttävä	Välttävä	23 mm	Ei/Vähän haitallisia ki- teytymiä (ettringiitti)	Vähäistä
14	Ruutuelementti/ ulkopinta	Tyydyttävä	Välttävä	25 mm	Ei/Vähän haitallisia ki- teytymiä (ettringiitti)	Kohtalaista

Poraliierionäytteet ovat asuinrakennuksen eri betonirakenteista. Betoninäytteet ovat laadultaan tyydyttäviä, mutta näytteiden kunto vaihtelee hyvästä välttävään. Laatua alentavia tekijöitä ovat mm. epätasalaatuinen sideaines, epätäydellistä tiivistymisestä seuranneet tartuntasäröt sekä huokoisuus. Betonin kuntoa alentaa erias- teinen rapautuminen, haitalliset kiteytymät sekä näytteissä 2 ja 3 teräsvyyhdelle edennyt karbonatisoitumi- nen.

Betonien kiviaines koostuu gneissi- ja liuskevaltaisesta sorasta, joka on pääosin ehjää, rapautumatonta ja laadultaan normaalia. Rakenneosien välillä ei kiviaineksen raekokoa lukuun ottamatta havaittu merkittäviä eroja. Ruutuelementtinäytteissä 5 ja 7 hienoimman kiviaineksen ($0 < 0,25$ mm) määrä on arviolta hieman alhainen. Paikoin havaittiin kohtalaisen voimakasta limoniittituumista sekä yksittäin reagoineen kappaleen

säröilyä näytteessä 10 tai kiteytynyttä silikageeliä gneissikappaleen särössä näytteessä 13, mutta kohtiin ei havaittu liittyvän merkittävää sideaineen säröilyä.

Sideaines on karkearakeista portlandsementtiä, jossa on mineraalisena seosaineena masuunikuonaa ja näytteissä 9 ja 13 myös kalkkikivifillieriä. Vesi/sementtisuhte näytteiden välillä vaihtelee, ollen kuitenkin normaalia korkeampi kaikissa näytteissä. Sideaineen tiiviyn vaihtelusta johtuvaa epätasalaatuista nähtiin näytteissä 1, 2, 3, 4, 7, 9, 10, 11, 13 ja 14. Korkeampaan vesi/sementtisuhteeseen liittyvä huokoisuus on saanut aikaan suuremman läpäisevyyden ja tämä onkin huomattavissa syvälle edenneen ja paikoin voimakkaan karbonatisoitumisen yhteydessä. Side- ja kiviaineksen väliset tartunnat ovat pääosin hyvät ja tiiviit, mutta näytteissä 4, 5, 7, 8 ja 14 tartuntoja heikentävät paikoin epätäydellisestä tiivistymisestä seuranneet tartuntasäröt ja/tai näytteissä 5, 12 ja 14 rapautumisesta johtuvat, kiviainesta myötäilevät, säröt. Näytteiden 4, 7, 13 ja 14 tartuntoja heikentävät lisäksi bikarbonatisoitumisesta seurannut huokoinen sideaines. Heikentyneet tartunnat voivat vaikuttaa betonin lujuteen.

Keskimääräinen karbonatisoituminen on vähäistä nauhaelementtinäytteen, parvekelaatta- ja sokkelinäytteiden tutkituilla pinnoilla. Ruutuelementtien ja parvekekaiteiden karbonatisoituminen on näytteitä 10 ja 11 lukuun ottamatta edennyt syvälle. Näyte 7 on karbonatisoitunut läpi rakenteen. Karbonatisoituminen on saavuttanut teräkset näytteiden 2, 3, 5 ja 11 ulkopinnoilla sekä näytteiden 4 ja 5 sisäpinnoilla. Teräskorroosion havaittiin jo alkaneen näytteen 2 ulkopinnalla ja näytteen 5 sisäpinnalla.

Ruutuelementtinäytteissä 4, 7, 13 ja 14 havaittiin tavallisen karbonatisoitumisen lisäksi ns. bikarbonatisoitumista (Kuva 15). Bikarbonatisoituminen, joka toisin kuin tavallinen karbonatisoituminen, tuhoaa sideaineen alkupe räistä rakennetta tehden siitä huokoisen ja hauraan, mikä oli erityisesti huomattavissa ohuthienäytteiden 7 ja 13 valmistuksen aikana. Näytteessä 7 nähtiinkin paikallisesti lyhyttä ja pinnan suuntaista säröilyä, joka arviolta on syntynyt näytteen käsittelyn aikana.

Betonien suojahuokostus on puutteellinen, eivätkä ne huokosrakenteensa perusteella arviolta ole pakkasenkestäviä kosteusrasituksessa. Näytteissä 5, 12 ja 14 on nähtävissä pakkasrapautumiseen viittaavaa säröilyä. Betonien huokosissa on pääosin vain vähäisiä ettringiittikiteytymiä ja paikoin kalsiumhydroksidia, mutta näytteissä 8 ja 12 havaittiin paikoin ettringiittikiteytymistä umpeutuneita huokosia, mikä viittaa arviolta lievään kosteusrasitukseen. Makrotasolla betonien tiivistyminen on hyvää tai keskinkertaista.

Näytteissä 5, 12 ja 14 on nähtävissä arviolta kohtalaiseen rapautumiseen viittaavaa, pinnan myötäistä säröilyä (Kuva 16). Säröilyn luonne viittaa pakkasen aiheuttamaan rapautumiseen. Betonit ovat jäätyneet ja säröissä on jäätyneiden välillä liikkunut kosteus, mistä seurauksena säröissä havaittiin sekundäärisiä ettringiittikiteytymiä. Betoniin syntynyt säröily lisää betonin läpäisevyyttä ja heikentää edelleen sen säilymistä. Näytteessä 13 paikoin nähtävä lyhyt ja epäjatkuva säröily on arviolta kuivumiskutistumisen aiheuttamaa, mutta rapautumista aiheuttajana ei voida täysin pois sulkea.

Muissa näytteissä ei havaittu rapautumiseen viittaavaa säröilyä. Paikoin havaittu vähäinen ja pääosin suuntautumaton säröily on syntynyt betonien varhaisvaiheessa kuivumiskutistumisen seurauksena. Parvekelaattanäytteessä 6 kuivumiskutistumisen seurauksena syntynyt särö ulottuu kohtalaisen syvälle betoniin. Säröily ei arviolta merkittävästi vaikuta betonin lujuteen. Parvekelaattanäytteen 8 ulkopinnalla havaittu säröily on arviolta syntynyt näytteen käsittelyn aikana.

Pinnoite

Kaikilla tutkittavilla pinnoilla on, parvekelaattojen yläpintoja ja sokkelinäytettä 12 lukuun ottamatta, vaalea, teksturoitu ja yksikerroksinen, arviolta silikaattimaali. Maalissa havaittiin mikrokuituja, joita ei ohuthieanalyysissä voitu tunnistaa. Sokkelinäytteessä 12 havaittiin useampi pinnoitekerros, mutta toiseksi alimmainen kerros on koostumukseltaan samankaltainen yllä mainitun silikaattimaalin kanssa. Uloimmat kerrokset ovat värjättyjä, mahdollisesti myös silikaattimaaleja ja pohjimmaisoin kerros on arviolta orgaaninen maali. Parvekelaattojen yläpintojen maalikerrokset ovat koostumukseltaan arviolta orgaanisia maaleja, joiden kerrosten välillä havaittiin rakoilua. Maalipinnoitteen tartunta betoniin on pääosin hyvä ja tiivis, mutta paikoin havaittiin pinnoitteiden irtoilua/hilseilyä.

Analyysin merkittävimmät havainnot ja johtopäätökset:

- näytteissä 5, 12 ja 14 on nähtävissä arviolta kohtalaisen pakkasrapautumisen aiheuttamaa säröilyä
- ruutuelementtinäytteissä 4, 7, 13 ja 14 on nähtävissä voimakkuudeltaan vaihtelevaa bikarbonatisoitumista, joka tekee betonista hauraan
- karbonatisoituminen on saavuttanut terässyvyyden näytteiden 2, 3, 5 ja 11 ulkopinnoilla sekä näytteiden 4 ja 5 sisäpinnoilla, teräskorroosio on käynnistynyt näytteen 2 ulkopinnalla ja näytteen 5 sisäpinnalla

WSP Finland Oy



tekijä:

Miika Värttö tutkija, FM
miika.vartto@wspgroup.fi



tarkastaja:

Jenny Karjalainen yksikön päällikkö, FM