



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Elina Peltari

PARVEKKEIDEN KUNTOTUTKIMUS

Tekniikka- ja liikenne
2011

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Elina Pelttari
Opinnäytetyön nimi	Parvekkeiden kuntotutkimus
Vuosi	2011
Kieli	suomi
Sivumäärä	40
Ohjaaja	Heikki Liimatainen

Opinnäytetyön tavoite on selvittää As Oy Levoninkatu 12 parvekelaattojen kunto ja niiden hyödyntämismahdollisuus tulevassa julkisivuremontissa. Tutkimusmenetelmänä käytetään silmämääräisiä havaintoja sekä poranäytteille tehtäviä laboratoriokeita. Tavoitteena on saada tietoa raudoitteiden tilasta, karbonatisoitumisesta ja betonin rapautuneisuudesta.

Opinnäytetyö sisältää kuvauksia betonirakenteiden vaurioitumistavoista ja niiden tutkimusmenetelmistä, tietoa kuntotutkimusprosessista ja myös parvekkeiden korjausmenetelmiä on käyty läpi.

Kohteessa havaittiin jo silmämääräisen tarkastelun jälkeen parvekkeiden olevan huonokuntoisia. Parvekkeista otettiin viisi poranäytettä, joista tutkittiin karbonatisoitumissyvyys, vetolujuus, puristuslujuus sekä kloridipitoisuus. Kokeiden perusteella karbonatisoituminen on edennyt keskimäärin laatan yläpinnassa hitaasti ja alapinnassa poikkeuksellisen nopeasti. Lujuuskokeissa betoni ilmeni heikoksi. Betoni sisälsi myös kloridia. Raudoitteiden peitepaksuuksia ei tutkittu erikseen vaan raudoitteiden syvyyksiä arvioitiin ainoastaan poranäytteisiin tulleista raudoitteista. Raudoitteiden syvyydet osuivat enimmäkseen karbonatisoituneelle vyöhykkeelle ja laatoissa oli havaittavissa esiin tulleita raudoitteita.

Koska parvekelaattojen vauriot osoittautuvat pitkälle edenneiksi, ei parvekelaattoja suositella säilytettävän. Vaurioiden syntyä on edesauttanut todennäköisesti se että betoni on ollut alun perin laadultaan ja lujuudeltaan heikkoa ja parvekkeiden huoltoa ja vaurioiden ennaltaehkäisyä on laiminlyöty.

ABSTRACT

Author	Elina Pelttari
Title	Balcony Condition Study
Year	2011
Language	Finnish
Pages	40
Name of Supervisor	Heikki Liimatainen

The purpose of the thesis was to investigate the condition of apartment building balconies. The client who is placing the order in this work wanted to know if the balconies can be reclaimed or torn down after the renovation. The goal was to find out information on the condition of the reinforcements, carbonatisation and to investigate to what extent the moisture has damaged the structures.

The research project report contains descriptions of the ways the concrete structures have damaged, with their respective methods of study, information on condition research process as well as methods of rebuilding.

The condition of the balconies was first examined by observing the visible damage throughout from the ground level. The next step in investigations was to take five drilled samples from the concrete in the balconies. The state of the concrete and reinforcements was inspected from the samples in the laboratory. The tests made in laboratory included carbonatisation, compression strength and tensile strength test. Based on the tests, the carbonatisation had advanced, as a consequence of the penetration of carbon dioxide to the concrete and reduced pH of the concrete structure due to it. Experimentation included also concentration of chloride in concrete. Even quick visual experimentation proved that balconies were dilapidated.

Based on the laboratory tests it become apparent that the concrete has become weak, carbonation on the balcony plates had advanced rapidly. Added to that, the concrete contained chloride. Because of the previous tests it is recommended that the balconies should be demolished.

Keywords Balcony, condition study, carbonation, decay

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Yleistä.....	7
1.2	Tutkimuksen kohde.....	7
1.3	Tavoitteet ja rajaukset.....	7
1.4	Menetelmät.....	8
2	PARVEKERAKENTEET JA HISTORIA.....	9
3	VAURIOT JA VAURIOTYYPPIEN TUTKIMINEN.....	10
3.1	Kosteusrasitukset.....	11
3.1.1	Yleistä parvekkeiden kosteusrasituksesta.....	11
3.1.2	Kosteusteknisten puutteiden tutkiminen.....	11
3.2	Raudoitteiden korroosio.....	11
3.2.1	Betonin karbonatisoituminen.....	12
3.2.2	Kloridit.....	13
3.2.3	Korroosion vaikutus parvekerakenteissa.....	14
3.2.4	Raudoitteiden korroosion tutkiminen.....	14
3.3	Betonin rapautuminen.....	17
3.3.1	Pakkasrapautuminen.....	17
3.3.2	Ettringiittireaktio.....	17
3.3.3	Alkalirunkoainereaktio.....	18
3.3.4	Rapautumisen vaikutukset parvekerakenteissa.....	18
3.3.5	Betonin rapautumisen tutkiminen.....	19
3.4	Kiinnitysten heikkeneminen ja tutkiminen.....	21
3.5	Pintakäsittelyjen turmeltuminen ja vaurioiden tutkiminen.....	22
3.6	Betonin muodonmuutokset ja halkeilu parvekkeissa.....	23
3.7	Muut korjaukseen vaikuttavat tekijät.....	24
3.7.1	Terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet.....	24
3.7.2	Aiemmat korjaukset.....	25
3.7.3	Muiden korjaukseen vaikuttavien tekijöiden tutkiminen.....	25

4	PARVEKKEIDEN KORJAUSTAPOJEN JAOTTELU	27
4.1	Parvekkeiden säilyttävä korjaaminen	27
4.2	Verhouskorjaus	30
4.3	Parvekkeen osittain purkavat korjaukset	31
4.4	Parvekkeiden uusiminen	31
5	KUNTOTUTKIMUKSEN SUUNNITTELEMINEN.....	33
5.1	Kuntotutkimuksen vaiheet	33
5.2	Kuntotutkimuksen sisällön määrittelemine.....	33
5.3	Tutkimukset kentällä.....	34
5.4	Otannan suunnittelu	35
6	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	36
6.1	Esiselvitysvaihe.....	36
6.2	Näytteiden otto.....	36
6.3	Laboratoriokokeet	37
7	YHTEENVETO	39
	LÄHTEET	40

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1.	Yleiskuva parvekkeista	s.8
Kuva 2.	Korroosion aiheuttamia vauriotyyppejä.	s.12
Kuva 3.	Fenoliftaleiinin värjäämiä poranäytteitä	s.16
Kuva 4.	Parvekelaatan alapinnan rapistunut maalipinta	s.23
Kuva 5.	Perusteellisen pinnoitus- ja paikkauskorjauksen vaiheita	s.29
Kuva 6.	Parvekejärjestelmä	s.32
Kuva 7.	Parvekelaatan yläpinta	s.37
Kuva 8.	Kloridipitoisuuskokeessa käytetty mittalaite ja näytteet	s.38
Taulukko 1.	Eri tutkimusmenetelmien käyttökelpoisuus arvioitaessa rapautumistilannetta.	s.20
Taulukko 2.	Vetolujuusarvojen tulkinta tavanomaisen julkisivubetonin tapauksessa	s.21

1 JOHDANTO

1.1 Yleistä

Suomessa on runsaasti 1950-1970-luvuilla rakennettua kerrostalokantaa. Nämä rakennukset ovat ikänsä puolesta peruskorjattavassa iässä. Opinnäytetyön aihe on siis ajankohtainen koska nämä peruskorjaukset työllistävät rakennusalan eri osajajia. Tilastokeskuksen mukaan tammi-kesäkuussa 2010 rakentamisen työtunnit jakautuivatkin tasan uudis- ja korjausrakentamisen kesken.

Opinnäytetyö on kuntotutkimuksen kautta ajankohtainen myös siksi, että heinäkuussa 2010 voimaantullut asunto-osakeyhtiölaki velvoittaa osakeyhtiön hallitusta esittämään yhtiökokouksessa kunnossapitotarpeet seuraavan viiden vuoden aikana. Tämä lisännee osakeyhtiöiden teettämien kuntoarvioiden määrää.

1.2 Tutkimuksen kohde

Opinnäytetyön kohteena on Vaasan Palosaarella sijaitsevan kerrostalon parvekkeet. Rakennus on 4-kerroksinen ja tyypillinen 1950-luvun loppupuolen kerrostalo. Kohteeseen on tulossa julkisivuremontti, johon kuuluu parvekkeiden nykyi-kaistaminen laajentamalla ja lasittamalla. Nykyiset parvekkeet ovat epäkäytännölliset pienen koon vuoksi ja suojattomat ilman lasitusta tuulisessa ympäristössä. Kunnoltaan parvekkeet ovat huonokuntoisia. Taloyhtiössä on 12 huoneistoa, joista jokaisessa on parveke. Rakenteeltaan parvekkeet ovat ulokeparvekkeita.

1.3 Tavoitteet ja rajaukset

Työn tavoitteena oli selvittää parvekkeista parvekelaatan kunto ja sen hyödyntämismahdollisuus. Koska parvekkeita on tarkoitus laajentaa, ei työssä perehdytty kaiteiden kuntoon lainkaan.



Kuva 1. Kohteen parvekkeista osa on suojaisempia ja isompia (vasemmalla) ja osa on pienempiä ja avoimempia (taustalla oikealla).

1.4 Menetelmät

Sain taustatietoja kohteesta tarkastelemalla vanhoja piirustuksia ja käymällä kohteessa kahdesti. Tutustuin myös Betoniyhdistyksen kirjallisuuteen betonijulkisivuista ja niiden vaurioista. Lisäksi tutustuin Julkisivuyhdistyksen materiaaliin parvekeremonteista ja kuntotutkimuksista.

Silmämääräisten havainnointien jälkeen tutkimuksia jatkettiin poraamalla parvekkeista viisi poranäytettä. Näytteille tehtiin laboratoriossa karbonatisoitumis-, veto-, puristus- ja kloridipitoisuuskokeet. Näytteillä oli tarkoitus selvittää parvekkeiden betonilaatan ja laatussa olevien terästen kunto.

Laboratoriokokeista saatujen tietojen ja havaintojen perusteella laadin raportin parvekkeiden kunnosta.

2 PARVEKERAKENTEET JA HISTORIA

Yksittäisiä parvekkeita sijoitettiin toisinaan julkisivusommitelman korosteeksi 1800-luvun ja 1900-luvun alun taloissa. Huoneistoihin liittyvät parvekkeet olivat harvinaisia. Tuuletusparveke on saattanut olla jo 1800-luvun lopun talossa pihan puolella, mutta ei jokaisessa kerroksessa. 1920-1940-luvulla tuuletusparvekkeet yleistyivät, kun porrashuoneiden lepotasojen yhteyteen rakennettiin usein tuuletusparveke. Parvekkeille oli tyypillistä puolipyöreät päädyt. Myös ranskalaiset parvekkeet ovat tuon ajan kerrostaloille tyypillisiä. Huoneistokohtaiset parvekkeet yleistyivät vasta 1940-luvulla. Parvekkeet olivat nykypäivän parvekkeisiin verrattuna pienen kokonsa vuoksi epäkäytännöllisiä. Aluksi parvekkeet olivat ulokeparvekkeita, mutta myöhemmin myös suojaisempia sisäänvedettyjä parvekkeita. Vielä 1960-1975-luvulla yksiöt ja kaksiot jäivät ilman parvekettä koska Arava-ohjeet kielsivät parvekkeiden rakentamisen yksiöihin vuoteen 1968 asti. Vuodesta 1977 vaadittiin Arava-ohjeissa kaikkiin asuntoihin parveke tai piha-alueeseen liittyvä terassi. Myös parvekkeiden koko kasvoi. Parvekkeiden vähimmäispinta-ala kasvoi ja lisäksi parvekkeiden käytettävyyttä paransi 1990-luvulla uudistuotannossa yleistynyt lasitus. (Rakennustieto 2006: 28, 62, 103, 172, 222.)

Huoneisto parvekkeiden yleistyessä parvekerakenne oli useimmiten rata- ja kiskokannatettu teräsbetoninen ulokelaatta, jonka päälle tehtiin erillinen vedeneristyskerros ja pintalaatta. Kaiteet olivat pyörö- tai lattaterästä, betonia tai kaiteen teräsrunko verhoiltiin poimupellillä, asbestisementtilevyllä tai laudoilla. Teräspinna-kaiteet oli alun perin verhoiltu markiisikankailla. 1960-luvun lopulla yleisimmäksi parveketyypiksi vakiintui kantaviin pieliseiniin perustuva betonielementtirakenne parveketorni. Alkaen 1970-luvun puolivälistä parvekkeiden kannatukseen ja sijoitukseen kehiteltiin aiempaa vaihtelevampia ratkaisuja. Kantaviin pieliseiniin yhdistettiin usein pilarit ja toisinaan koko parveke ripustettiin teräksisten vetotankojen varaan. (Rakennustieto 2006: 103, 222.)

3 VAURIOT JA VAURIOTYYPPIEN TUTKIMINEN

Säälle ja muulle rasitukselle alttiissa betonirakenteissa tapahtuvat muutokset heikentävät rakenteiden ominaisuuksia. Julkisivuihin ja parvekkeisiin vaikuttavia rasitustekijöitä ovat säästä ja ympäristöstä tulevat rasitukset, erilaiset haitalliset aineet (esim. kloridit ja ilman hiilidioksidi). Rasitustekijöiden ankaruus vaihtelee riippuen mm. rakennuksen muodosta, korkeudesta, sijainnista, ympäristöstä ja ilmansuunnista. Aluksi haitat ovat lähinnä ulkonäöllisiä, mutta betonijulkisivujen vaurioituminen saattaa vaikuttaa myös turvallisuuteen.

Suomessa merkittävimmät turmeltumisilmiöt betonijulkisivuissa ovat:

- betonin pakkasrapautuminen
- raudotteiden korroosio betonin karbonatisoitumisen tai kloridirasituksen seurauksena.

Muita merkittäviä turmeltumisilmiöitä ovat:

- kosteustekniset toimivuuspuutteet
- kiinnitysten, kannatusten ja sidontojen vauriot
- pintatarvikkeiden vauriot
- pintakäsittelyjen vauriot
- halkeilu ja muodonmuutokset

Korjaustarpeeseen ja soveltuviin korjausmenetelmiin vaikuttavat myös aiemmin tehdyt korjaukset sekä erilaiset ympäristölle ja terveydelle vaaralliset aineet rakenteissa. (Suomen Betoniyhdistys 2002: 17.)

3.1 Kosteusrasitukset

3.1.1 Yleistä parvekkeiden kosteusrasituksesta

Lasittamattoman parvekkeen laatan yläpinta altistuu usein pitkiä aikoja vesisateelle ja talvella lumelle sekä jäälle. Parvekkeiden pystypinnat pielet ja kaiteet ovat alttiina viistosateelle. Näiden lisäksi kosteusrasitusta lisää paikallisesti laatan vedenpoiston ja yksityiskohtien puutteet joita usein ovat veden pääsy laastisaumoihin tai virheellisesti toteutetut pellitykset. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002: 18.)

Ulkoseinissä lämpövirta kuivattaa seinärakennetta, mutta parvekerakenne on yleensä kokonaan kylmä, jolloin vesi imeytyy kapillaarisesti ja haihtuu kuivempina aikoina. Pintakäsittelymateriaali ja sen kunto vaikuttaa sekä veden imeytymiseen että haihtumiseen. Eri rakenneosien liitosten kosteusteknisessä toimivuudessa voi olla puutteita. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002: 18.)

3.1.2 Kosteusteknisten puutteiden tutkiminen

Kosteusteknisiä puutteita ja vikoja tutkitaan ainoastaan silmämääräisesti. Erityistapauksissa voidaan käyttää kosteusmittauksia. Havaintoja tehdään rakenteen eri osista nykyisen toimivuuden ja parannusmahdollisuuksien näkökulmasta. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002: 75.)

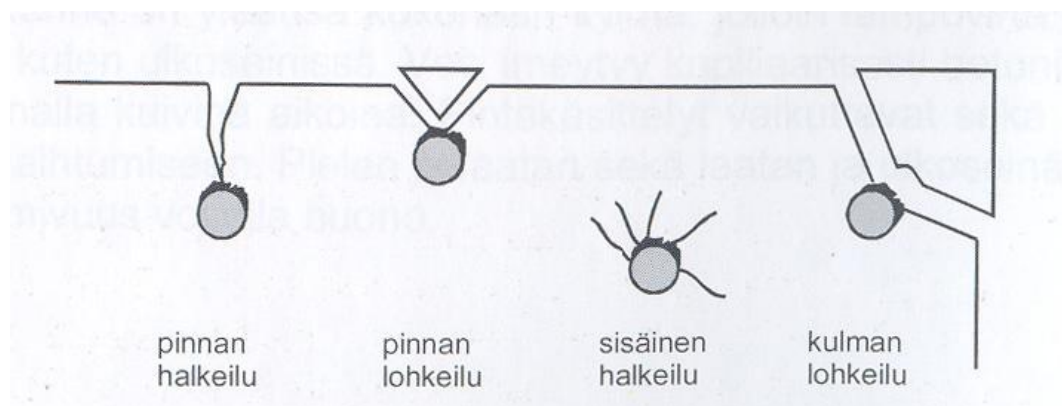
3.2 Raudoitteiden korroosio

”Teräksen korroosiolla tarkoitetaan sen kemiallisia reaktioita ympäristönsä kanssa siten, että teräs tai sen ympäristö vaurioituu. Normaalisti betoni pystyy suojaamaan teräksen korroosiolta, mutta suoja ei ole pysyvä. Tärkeimmät betoniterästen korroosiota aiheuttavat tekijät ovat karbonatisoituminen ja kloridit. Karbonatisoitumiseksi kutsutaan kemiallisia reaktioita, joissa ilman hiilidioksidi reagoi sementtikiven alkalisten hydroksidien kanssa, jolloin betoni neutraloituu. Tällöin menetetään betonin teräksiä suojaava ominaisuus. Karbonatisoituminen etenee betonin pinnasta alkaen syvemmälle rakenteeseen etenemisnopeuden jatkuvasti hidastuessa.” (Julkisivuyhdistys r.y. 1997: 21.)

Korroosion käynnistymisvaiheella tarkoitetaan aikaa, jonka kuluessa betonin karbonatisoitumissyvyys saavuttaa teräkset. Käynnistymisvaiheen pituuteen vaikuttavat lähinnä kosteusrasituksen määrä, betonin laatu ja suojabetonin paksuus. Aktiivisella korroosiolla tarkoitetaan aikaa, joka alkaa korroosion käynnistymisvai-

heesta ja päättyy kunnes rakenne vaurioituu niin, että se on käyttökelvoton tai korjattava. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 19.)

Korroosiosta seuraa raudoitteiden poikkileikkausalan pienenemistä ja tämä heikentää rakenteen kantavuutta. Korroosiotuotteet tarvitsevat alkuperäistä tilavuutta suuremman tilan, jolloin korroosion vaikutukset yleensä näkyvät ensin raudoitteita peittävän betonikerroksen halkeamina ja lohkeamisena. Joskus korrosio voi aiheuttaa sisäistä halkeilua, jolloin korrosio ei ole havaittavissa päällepäin. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 19.)



Kuva 2. Korroosion aiheuttamia vauriotyyppejä. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 20.)

3.2.1 Betonin karbonatisoituminen

Karbonatisoitumisella tarkoitetaan betonin neutraloitumisreaktiota. Betonissa olevan huokosveden pH-arvo alenee reaktion aiheuttajan; hiilidioksidin tunkeutuessa betoniin. Karbonatisoituminen hidastuu sen edetessä yhä syvemmälle rakenteeseen koska hiilidioksidin pääsy karbonatisoitumisvyöhykkeelle vaikeutuu. Näin ollen karbonatisoituminen voi tiiviissä betonissa ulkorakenteessa miltei pysähtyä. Betonin pH-arvo karbonatisoituneella vyöhykkeellä on noin 8,5. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 21.)

Karbonatisoitumisnopeuteen vaikuttavat betonin huokosrakenne ja kosteuspitoisuus. Halkeamat nopeuttavat karbonatisoitumista paikallisesti, koska hiilidioksidi pääsee tunkeutumaan niiden kautta. Lujemmassa (tiiviissä) betonissa karbonatisoituminen etenee hitaammin kuin heikossa betonissa. Betonin jälkihoidolla on myös

merkitystä, koska karbonatisoituminen alkaa pinnalta. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 21.)

Sadevesi hidastaa karbonatisoitumista, koska huokosverkoston täytyessä vedellä hiilidioksidin tunkeutuminen vaikeutuu. Tästä syystä parvekelaattojen yläpinnoissa betonin karbonatisoituminen on tavallisesti hidasta. Toisaalta karbonatisoituminen pääsee tapahtumaan ainoastaan veliliuoksessa, jolloin kuivissakin olosuhteissa (alle 30 % RH) karbonatisoituminen pysähtyy. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 21.)

Karbonatisoitumisen etenemistä kuvataan usein ns. neliöjuurimallilla,

$$x=k\sqrt{t} \quad (1)$$

missä x on karbonatisoitumissyvyys millimetreinä, k on karbonatisoitumiskerroin [$\text{mm}/\sqrt{\text{a}}$] ja t on aika vuosissa. Julkisivuelementin karbonatisoitumiskerroin k on tyypillisesti 1,5-3,5mm (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 22.)

Rakenteiden pinnoitteet ja pintatarvikkeet vaikuttavat karbonatisoitumisnopeutta pienentävästi, koska pinnoitteet usein vähentävät kosteusrasitusta ja hiilidioksidin tunkeutumista. Esimerkiksi keraamisilla laatoilla päällystetyt julkisivupinnat karbonatisoituvat hyvin hitaasti, koska laatat muodostavat tiiviin ja suojaavan pinnan. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 21-22.)

3.2.2 Kloridit

Toisinaan betonissa on käytetty kiihdyttävänä lisäaineena kalsiumkloridia (CaCl_2). Korkea kloridipitoisuus voi käynnistää raudotteiden korroosion, vaikka betoni ei ole karbonatisoitunut. Pitoisuuden kynnyksarvona pidetään noin 0,03...0,07 painoprosenttia kloridipitoisuutta betonin painosta. Kloridipitoisuus voidaan ilmoittaa myös painoprosenttina sementin painosta. Klorideja voi päästä betoniin jäänsulatussuoloista ja rannikkoseudulla tuulen mukana merivedestä. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 23-24.)

Kloridikorroosio tapahtuu tavalliseen korroosioon verrattuna pistemäisesti ja voimakkaasti, etenkin silloin, kun kloridi pääsee betoniin ulkoisena rasituksena.

Eroavaisuuksia on myös olosuhteissa, jossa korroosiota voi tapahtua, koska kloridikorrosio voi edetä alemmassa kosteuspitoisuudessa ja lämpötilassa. Kloridikorrosio eroaa tavallisesta korroosiosta siinäkin, että se voi edetä pitkälle ennen kuin vaurioitumisen merkkejä on nähtävissä päällepäin. Tämä johtuu kloridikorroosiossa syntyvistä korroosiotuotteista. Ne ovat liukoisempia betonin huokosveteen kuin karbonatisoitumisesta johtuvassa korroosiossa. Lisäksi karbonatisoituminen vapauttaa sementtikiveen sitoutunutta kloridia betonin huokosveteen ja näin kiihdyttää kloridikorroosiota. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 24.)

3.2.3 Korroosion vaikutus parvekerakenteissa

Korroosio-ongelmat näkyvät ensimmäisenä paikoissa, joissa raudotteiden peitepaksuudet ovat ohuimmat. Parvekkeissa tällaisia osia ovat kaiteet ja pielet. Korroosion vaikutukset ovat näissä rakenneosissa enemmän ulkonäköön vaikuttavia, mutta betonista lohkeilevat palaset voivat olla turvallisuus riski. Hoikissa pilareissa terästen korrosio voi heikentää kantavuutta lähinnä betonin lohkeilun seurauksena. Vaikka parvekelaattojen alapinnat karbonatisoituvat nopeasti, on korroosion sijaan hidasta koska kosteusrasitus on yleensä vähäistä. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 26.)

Korroosiota syntyy yleensä nopeimmin sinne, missä vedeneristys tai poisto on puutteellinen. Tällaisia ovat esim. parvekkeiden kosteutta keräävät liitoskohdat. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 26.)

3.2.4 Raudotteiden korroosion tutkiminen

Raudotteiden korroosiota tutkittaessa on selvittävä rakenteesta monia korroosion kanssa yhteydessä olevia seikkoja. Korroosiotilannetta ja sen merkitystä arvioitaessa on selvittävä ainakin seuraavat asiat:

- korroosiovaurioiden laajuus
- näkyvien vaurioiden laajeneminen tulevaisuudessa
- korroosion syy (betonin karbonatisoituminen ja/tai kloridien vaikutus)
- korroosion ja sen etenemisen vaikutus rakenteen kantavuuteen tai turvallisuuteen

- korroosioaurioiden sijainti erityisesti kantavuuden suhteen riskialttiissa tapauksissa

(Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 69.)

Korroosiotilannetta voi arvioida alustavasti suunnitteluasiakirjojen perusteella tarkastamalla betonin laadun (lujuusluokka), elementtien valusuunnan, peitepaksuuden, raudoituksen tyypin ja iän. Silmämääräisessä tarkastuksessa saadaan lisätietoja kartoittamalla näkyvien korroosioaurioiden määrä ja sijainti, raudoitteiden peitepaksuudet korroosioauriokohdissa ja tarkastamalla rakenteen kosteustekninen toimivuus raudoitteiden korroosionopeuden arvioimiseksi. Raudoitteiden korroosioriski selviää vain kenttä- ja laboratoriotutkimuksilla, joihin kuuluu karbonatisoitumissyvyyden kartoitus, kloridipitoisuuden määrittäminen, raudoitteiden peitepaksuusmittaukset ja näytteissä olevien raudoitteiden korroosiotilan tarkastelu. Lisäksi voidaan ottaa näytteitä tai piikata auki eri syvyyksillä olevia raudoitteita ja tarkastamalla niiden kunto. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 69-70.)

Kenttä ja laboratoriotutkimuksiin kuuluu betonin karbonatisoitumissyvyyden kartoittaminen. Koetta varten betonista porataan poralieriö, joka käsitellään pH-indikaattoriliuoksella. Ennen käsittelyä koekappale on pestävä huolellisesti hienosta porausjätteestä. Karbonatisoitumissyvyys voi vaihdella paljon jo yhdessä näytteessä. Näytteestä mitataan keskimääräinen syvyys. Kun halutaan tarkastella korroosiotilassa olevien raudoitteiden määrää julkisivussa, voidaan vähimmäismääränä pitää 6 rinnakkaista näytettä rakenne- ja pintatyyppejä kohden. Porauskohdat valitaan siten, että ne edustavat keskimääräistä saderasitusta. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 91-93.)



Kuva 3. Fenoliftaleiinin värjäämiä poranäytteitä.

Peitepaksuusmittauksilla selvitetään raudoitteiden keskimääräinen syvyys. Mittaukset voidaan tehdä rakennetta rikkomatta peitepaksuusmittarilla. Vertaamalla keskimääräistä karbonatisoitumissyvyyttä peitepaksuusmittauksista saatuihin tuloksiin voidaan päätellä raudoitteiden korroosioriskiä tulevaisuudessa. Peitepaksuuksien kartoittaminen tehdään satunnaisotantana. Peitepaksuusmittauksia tulee olla runsaasti kaikista rakenne- ja raudoitetyypistä. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 94-95.)

Kloridipitoisuusmääritys on tärkeä, koska jo pienikin kloridimäärä kiihdyttää raudoitteiden korroosiota. Rakenteen päällepäin betonin kloridipitoisuutta ei voi arvioida silmämääräisesti, vaan pitoisuus pitäisi aina määrittää ainakin pistokoetyyppisesti. Sen sijaan rakenteita avatessa voidaan havaita silmämääräisesti kloridikorroosiota. Kloridipitoisuus mitataan jauhenäytteestä, joka otetaan yleensä poraamalla poravasarella reikä betoniin ja keräämällä syntynyt jauhe. Jos halutaan selvittää, onko kloridi ollut betonin valmistusaineena vai tullut ympäristöstä, voidaan pitoisuus tarkistaa rakenteen pinnalta ja syvemmältä rakenteesta. Useimmiten tämä tehdään meren lähellä olevan rakennuksen rakenteille. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 96.)

3.3 Betonin rapautuminen

Suomen ilmastossa betonijulkisivuissa ja parvekkeissa pakkasrapautuminen on yksi merkittävimmistä rapautumisilmiöistä. Rapautumisilmiöitä on erilaisia mutta silmämääräisesti ne eivät olennaisesti eroa toisistaan ja kaikkien yhdistävänä tekijänä on niiden vaatima korkea kosteusrasitus. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 27.)

3.3.1 Pakkasrapautuminen

”Pakkasrasitus aiheutuu betonin huokosverkostossa olevan veden jäätymislaajeneman synnyttämästä paineesta, jota kasvattaa edelleen jääkiteen tilavuuden kasvu lämpötilan jälleen noustessa. Vapaa vesi laajenee jäätyessään noin 9 tilavuusprosenttia. Kaikki huokosverkostossa oleva vesi ei kuitenkaan jäädy samalla hetkellä lämpötilan laskiessa veden jäätympisteeseen alapuolelle, vaan huokosveden jäätympiste alenee huokossäteiden pienetessä. Jotta jäätymislaajeneman aiheuttama paine ei vaurioittaisi betonia, on betonissa oltava ilmahuokosia, jotka eivät täyty vedellä kapillaarivoimien vaikutuksesta, ja joihin laajeneva vesi voi tunkeutua.” (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 27-28.)

Pakkasenkestävyyttä on parannettu julkisivuissa käyttämällä lisähuokostusta 1970-luvun puolivälin jälkeen. Tätä ennen rakennetut vanhat huokostamattomat julkisivut ovat voineet kestää pakkasrasituksen, mikäli betoni on ollut riittävän lujaa suhteessa kosteusrasitukseen. Pakkaskestävyyteen vaikuttaa myös betonin tiiviys (mitä lujempaa sen tiiviimpää). Tiivis betoni imee itseensä vähemmän ja hitaammin vettä. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 29.)

Pakkasvaurioituminen aiheuttaa betonin säröilyä. Alkuvaiheessa olevaa betonin rapautumista ei voi havaita silmämääräisesti tai vasaroimalla. Pitkälle edenneempi rapautuminen näkyy pinnan halkeamina ja elementtien kaareutumisenä. Lopulta betoni lohkeilee. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 30.)

3.3.2 Ettringiittireaktio

Tavanomaisemman pakkasrapautuman lisäksi on olemassa kaksi muuta rapautumisilmiötä. Rapautumavaurioiden syyt hieman vaihtelevat, vaikkakin ankara kosteusrasitus on rapautumavaurioille tyypillistä. Koska rapautumat muistuttavat ulkoisesti toisiaan, on ne luotettavinta erottaa toisistaan laboratoriokokeiden avulla.

”Ettringiittireaktion on kovettuneessa sementtikivessä tapahtuva sulfaattimineraalien kemiallinen reaktio, johon liittyy reaktiotuotteiden voimakas tilavuuden kasvu. Syntyvä ettringiittimineraali kiteytyy ilmatäytteisten huokosten (suojahuokosten) seinämille, jolloin suojahuokosten tilavuus pienenee ja betonin pakkasen kestävyys heikkenee. Ettringiittireaktio voi siten johtaa rapautumiseen joko pakkasrapautumisen kautta tai jopa siten, että huokosten täyttymisen seurauksena syntyvä paine aiheuttaa säröjä betoniin.” (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 31.)

”Ettringiittireaktion syynä on yleensä betonin liian voimakas lämpökäsittely kovettumisen aikana, mikä aiheuttaa häiriöitä sementin kovettumisreaktioissa. Tämän johdosta ettringiittireaktion mahdollisuus on suurin niissä elementtityypeissä, joita on lämpökäsitelty voimakkaasti ja jotka joutuvat ankaraan kosteusrasitukseen.” (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 31.)

3.3.3 Alkalirunkoainereaktio

Alkalirunkoainereaktio on Suomessa harvinainen, koska tyypillisesti käytettävät suomalaiset kivilajit ovat kemiallisesti hyvin kestäviä.

”Alkalirunkoainereaktio (alkalikiviainereaktio) on betonin kiviaineksessa tapahtuva sementtikiven alkalisuudesta aiheutuva paisumisreaktio, joka voi rapauttaa betonia. Alkalikiviainesreaktio on mahdollinen, jos seuraavat edellytykset ovat kaikki olemassa rakenteessa:

- sementti sisältää runsaasti alkaleja (Na, K)
 - kiviaineksessa on heikosti alkalisuutta kestäviä mineraaleja
 - betonin kosteuspitoisuus on riittävän korkea”
- (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 32.)

”Murskatun kiviaineksen lisääntyvä käyttö voi kasvattaa alkalikiviainesreaktion riskiä, sillä kallioperän mahdolliset vaihtelut ovat homogenisoituneet irtomaalajeissa. Ulkomaisen kiviaineksen käyttö lisää niin ikään alkalirunkoainereaktion riskiä.” (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 32.)

3.3.4 Rapautumisen vaikutukset parvekerakenteissa

Betonin rapautumiselle alttiita rakenneosia on heikkolujuuksisesta betonista (lujuus \leq K25) valmistetut pielet, kaiteet ja paikallavalettujen parvekkeiden laatat. Myös pilarit ovat alttiita rapautumiselle. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 33-34.)

Pielien rapautuminen vaarantaa turvallisuutta lähinnä lohkeilevien palasten vuoksi, mutta pitkälle edetessä rapautuminen heikentää kantavuutta. Pilareissa rapau-

tuminen on vaarallisempaa, koska rapautuminen ulottuu helposti koko poikkileikkaukseen, jolloin rapautuminen heikentää kantavuutta. Kaiteissa rapautuminen voi heikentää kaiteiden kiinnityksen ankkurointia. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 33.)

Elementtirakenteisissa parvekelaatoissa betonin rapautuminen on harvinaisempaa, koska rakenteissa käytetty betoni on yleensä lujempaa. Rapautuminen vaikuttaa lisääntyneen halkeilun kautta myös raudoitteisiin korroosiota kiihdyttävästä. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 34.)

3.3.5 Betonin rapautumisen tutkiminen

Pakkasrapautumista tutkitaan joko tarkistavana tai kartoittavana tutkimuksena. Tarkistavan tutkimuksen tavoitteena on selvittää rapautuman olemassaolo tai sen syy. Kartoittaessa selvitetään rapautuman laajuutta. Suunnitteluasiakirjoista rapautumisriskiä voidaan kartoittaa tarkastamalla betonin laadun ja rakenteen kosteusteknisen toimivuuden. Silmämääräisesti voidaan tarkastella pitkälle edenneiden rapautumavaurioiden määrää ja sijaintia, rapautumiseen viittaavia merkkejä ja arvioida rakenteen pakkasrasitustasoa. Pitkälle edennytä rapautumista voidaan arvioida kentällä vasaroimalla betonipintaa raskaalla vasaralla. Laboratoriossa rapautumaa ja suojahuokossuhdetta voidaan selvittää mikrorakennetutkimuksella (ohut- tai pintahieestä). Rapautumaa voidaan tutkia myös vetokokeella. Pakkaskestävyyttä voi tutkia jäädytys-sulatuskokeella. Tämä on kuitenkin harvoin käytetty menetelmä. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 71-72.)

TUTKIMUS- MENETELMÄ	<i>Silmäm. tarkastelu kohteella</i>	<i>Vasarointi</i>	<i>Poralieriöiden silmäm. tarkastelu</i>	<i>Vetokoe</i>	<i>Mikrorakenne- tutkimus</i>
<i>Todettavissa oleva rapautumisaste</i>	hyvin pitkälle edennyt rapautuminen	pitkälle edennyt rapautuminen	pitkälle edennyt rapautuminen	alkuvaiheessa oleva rapautuminen	hyvin alkuvai- heessa oleva rapautuminen
<i>Edustavuus</i>	laaja	melko laaja	pistemäinen	pistemäinen	pistemäinen
<i>Luotettavuus</i>	huono	kohtalainen	kohtalainen	hyvä	erittäin hyvä
<i>Tarvittava työmäärä</i>	vähäinen	kohtalainen	suuri	suuri	erittäin suuri
<i>Kustannus</i>	erittäin halpa	halpa	halpa (näytteet muuta tutki- muksia varten)	kohtalainen	kallis

Taulukko 1. Eri tutkimusmenetelmien käyttökelpoisuus arvioitaessa rapautumistilannetta. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 73.)

Vasarointi tehdään raskaalla vasaralla. Rapautuneet betonipinnat löytyvät matalamman koputusäänen ja vaimeamman kimpoamisen perusteella. Sileäpintainen betoni antaa tarkemman kuvan rapautumisesta kuin karkeapintainen, koska vasara rikkoo pinnan kohoumia. Ohuthienäyte saadaan timanttiporaamalla näytekappale betonista. Ohuthienäyte valmistetaan hiomalla näytteen ulkopinnasta alkaen koh-tisuuraa näytteen ulkopintaa vasten hyvin ohueksi. Pintanäyte hiotaan vain yhdes-tä suunnasta. Rapautuman aiheuttamat halkeamat alentavat betonin vetolujuutta. Tästä syystä vetokoe kertoo betonin rapautumistilanteen. Vetokoetta varten pora-taan timanttiporalla näytelieriöitä, jotka koestetaan laboratoriossa. Näytelieriöön liimataan kiinnityskappaleet vetokoneeseen kiinnittämistä varten. Näytekappaletta vedetään päistänsä eri suuntiin. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 98,102-103.) Suojahuokossuhteen mittaukseen on eri menetelmiä, jotka perustuvat vedellä kyl-lästettyjen näytteiden punnitsemiseen (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 105).

	Vetolujuus	Murtotapa ja -kohta	Huomautuksia
Pitkälle edennyt räpautumaa	Luokkaa alle 0,5 MPa	- Kiviainesrakeiden pintaa pitkin - Murtopinnalla saattaa esiintyä suolamuodostumia (leveät halkeamat) - Murtokohta usein lähellä pintaa	Tulkinta voi olla ongelmallista, jos - betonin vetolujuus on ollut alun perinkin heikko - kiviaineena käytetty pyöreää luonnonkiviainesta tai muutoin heikkolujuuksista kiviainesta
Jonkinasteista räpautumaa	Luokkaa 1,0 MPa	- Murto kiviainesrakeiden pintaa pitkin - Murto usein lähellä pintaa	- rakenteessa on muita esim. kuivumisesta tai kuormituksesta aiheutuneita halkeamia
Ei räpautumista	Luokkaa 1,5 MPa tai yli	- Murto kiviainesrakeita rikkova - Murtopinta suora ja tasainen	- näytteessä on raudoitusta

Taulukko 2. Vetolujuusarvojen tulkinta tavanomaisen julkisivubetonin tapauksessa. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2007. 21.)

Pakkasräpautuman selvittämiseksi suositellaan käytettävän useita tutkimusmenetelmiä rinnakkain. Peruseriaatteena voidaan pitää, että räpautuman olemassa olo tarkistetaan ensin mikrorakennetutkimuksella ja sen jälkeen tutkimusta täydennetään kartoittamalla räpautuman laajuutta muilla menetelmillä. Suositeltavaa on, että tapauksessa, jossa räpautumaa ei ole havaittu silmämääräisesti tai koputtelemalla, tehdä kahdesta kolmeen ohuthietutkimusta rakenteen pakkasrasitetuimmista kohdista. Selvissä räpautumatapauksissa ohuthietutkimusta ei tarvita lainkaan. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 72,103.)

3.4 Kiinnitysten heikkeneminen ja tutkiminen

”Parvekkeiden kannatus- ja sidontaratkaisujen ongelmia voivat olla:
 - ulokeparvekkeissa eristehalkaisun läpi vietyjen kiskojen ja betoniterästen korroosio ulokkeen tuella sekä työvirheistä johtuva laatan yläpinnan raudoitusterästen painuminen, jolloin näiden uloketerästen todellinen tehollinen korkeus on jäänyt suunniteltua pienemmäksi
 - parveketornien vaakasidonta voi olla puutteellinen tai mahdollisesti korroosion heikentämä
 - ripustettujen parvekkeiden kannatusterästen korroosio
 - raudoitteen tartunta voi olla pakkasräpautuman heikentämä
 - kantavien hitsausliitosten korroosio ja työvirheet
 - tukipintojen pieneneminen terästen korroosion aiheuttaman betonin lohkeamisen seurauksena
 - vanhojen parvekkeiden päällevalun tai ruiskubetonoinnin aiheuttama rakenteen painon lisäys.”

(Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 37.)

Kiinnitysten, kannatusten ja sidontojen tutkimisessa ei voida luottaa suunnitteluasiakirjojen antamiin tietoihin. Kenttätutkimuksissa on selvitettävä, että rakenteet on toteutettu suunnitelmien mukaan. Silmämääräisesti voidaan havainnoida kiinnitysten heikkenemiseen viittaavia seikkoja, kuten poikkeavat siirtymät, halkeamat, kallistumat tms. Joskus kiinnitysten heikkenemistä ei voida huomata ennen rakenteen lopullista peittämistä. Kenttätutkimuksissa kiinnitysten kunto voidaan tarkistaa avaamalla rakenne riittävän monesta kohtaa. Avaamisen yhteydessä saadaan selville kiinnitystyyppi ja korroosiovauriot. Koekuormitusta käytetään lähinnä erikoistapauksissa. On huomattava, että kiinnityksiin liittyvän rakenteen kunto vaikuttaa itse kiinnityksen kestävyYTEEN. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 74.)

3.5 Pintakäsittelyjen turmeltuminen ja vaurioiden tutkiminen

Pintakäsittelyt voidaan jakaa niiden paksuuden perusteella rappauksiin, ohutrap-pauksiin, pinnoitteisiin, maaleihin ja impregnointiaineisiin. Rappaus- ja ohutrap-pauksen paksuus on näistä suurin, kun taas impregnointiaineet eivät muodosta lainkaan kalvoa alustan pinnalle. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 39.)

Vaurioiden merkitys on yleensä esteettinen. Oikein valitulla maalilla on kuitenkin kosteusteknisesti suojaava vaikutus silloin, kun se on ehjä. Näin pinnoite hidastaa esimerkiksi raudoitteen korroosiota. Suojavaikutus kuitenkin menetetään maalin alkaessa vaurioitua. Pahimmassa tapauksessa huonokuntoinen pinnoite lisää kosteusrasitusta päästäessään kosteutta imeytymään mutta rakenne kuivuu hitaasti pinnoitteen läpi. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 40-41.)



Kuva 4. Parvekelaatan alapinnan rapistunut maalipinta.

Pinnoitteen kuntoa arvioidaan silmämääräisesti kartoittamalla halkeilua ja hilseilyä. Pinnoitteen vaurioita voidaan käyttää viitteenä rakenteen muista vaurioista. Maalipinnoitteen vauriot voivat johtua kosteusrasituksesta. Vauriokohdat on hyvä tarkastaa esimerkiksi koputtelemalla pakkasrapautuman varalta. On arvioitava myös mahdollisen paikallisen kosteusrasituksen aiheuttajaa. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 108.)

3.6 Betonin muodonmuutokset ja halkeilu parvekkeissa

Betonirakenteen halkeamista aiheuttavat rakenteen kutistumat, ulkoinen kuormitus, tukien siirtymät, lämpötilan muutokset, pakkasrapautuminen ja raudoitteen korroosion aiheuttama sisäinen paine. Parvekerakenteille tyypillistä on että lämpötilan ja kosteuden muutokset aiheuttavat rakenteen liikkumista. Toisaalta parvekkeiden liikettä voivat estää rungosta parvekkeeseen ulottuvat siteet tai kannatuspalkit. Esimerkiksi paikallavalettu pitkä parvekelaatta voi katketa, jos syntyvä vetovoima on tarpeeksi suuri. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 41, 43.)

Halkeilua ja muodonmuutoksia voidaan arvioida ensin silmämääräisesti. Halkeamien liikkuvuutta voidaan tarkastella ns. kipsisilloilla, mallilevyn avulla tai mittaamalla halkeaman eripuolille kiinnitettyjen mittauspisteiden väliä. Halkeamien syvyys saadaan selville poraamalla halkeaman kohdalta näytelieriö ja teettämällä siitä hietutkimus. Halkeamien vaikutusta raudoitukseen voidaan tutkia piikkaamalla raudoite esille halkeaman kohdalta. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 110.)

3.7 Muut korjaukseen vaikuttavat tekijät

3.7.1 Terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet

Asbesti

Asbestilla tarkoitetaan kuitumaisia silikaattimineraaleja. Asbestia on käytetty rakentamisessa sen ominaisuuksien ja halvan hinnan takia. Asbestin käyttö on aloitettu 1920-luvulla, ja käyttö oli huipussaan 1960-70-lukujen vaihteessa. Uudet suomalaiset rakennusmateriaalit eivät enää sisällä asbestia. Asbestia voi olla muun muassa bitumituotteissa ja julkisivumaaleissa. Käsiteltäessä asbestia sisältää materiaali ilmaan leviää hienoa pölyä. Pölyä hengittäessä asbestikuidut kulkeutuvat keuhkoihin ja jäävät sinne. (Valtion ympäristöhallinto. 2007.)

Mikrobit

Rakennuksen homeongelmalla tarkoitetaan yleensä bakteerien ja mikrosienien epänormaalia kasvua rakennusmateriaaleissa. Betonirakenteissa mikrobikasvustot ovat harvinaisia. Tavallisimmin sitä esiintyy eristetilassa. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 44.)

PAH-yhdisteet

”PAH-yhdisteet eli polysykliset aromaattiset hiilivedyt muodostuvat useasta keskenään sidotusta bentseenirenkaasta. PAH-yhdisteiden haittavaikutuksista voidaan mainita niiden syöpää aiheuttava ominaisuus ja voimakas haju. Korjausrakentamisessa PAH-yhdisteitä tavataan lähinnä vanhojen bitumi- ja kivihiihilitervapohjaisten tuotteiden yhteydessä, esim. sokkelien, vesikattojen tai parvekkeiden vedeneristyksissä.” (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 44-45.)

PCB- ja lyijy-yhdisteet

PCB- yhdiste on luokiteltu ihmisillä mahdollisesti syöpää aiheuttavaksi aineeksi ja lyijy aiheuttaa erilaisia hermostollisia sairauksia (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 45). PCB-yhdisteitä on käytetty saumausmassoissa 50-luvun lopulta ainakin vuoteen 1979. Lyijyä vuoteen 1989. (Valtion ympäristöhallinto 2007).

3.7.2 Aiemmat korjaukset

Aiempien korjausten kohdalla tehdyt työtapa- ja materiaalivalintavirheet voivat kiihdyttää rakenteen vaurioitumista. Korjausten kestoikä on yleensä rajallinen ja tämä on otettava huomioon arvioitaessa aiempia korjauksia. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 47.)

3.7.3 Muiden korjaukseen vaikuttavien tekijöiden tutkiminen

Vanhojen rakennusten rakenteet ja rakennusmateriaalit saattavat sisältää terveydelle ja ympäristölle vaarallisia aineita. Aineiden olemassaolo on selvitettävä laboratoriotutkimuksella rakenteesta otetusta näytteestä. Purkutyöt ja rakennusjätteen lajittelu on tehtävä määräysten mukaan.

Aiempiä korjauksia tutkitaan silmämääräisesti arvioiden niiden vaikutusta ja toimivuutta rakenteessa. Tutkimuksen apuna voidaan käyttää aiempia korjaussuunnitelmia ja kuntotutkimuksia. Muutoin rakennetta tutkitaan kuten korjaamatonta rakennetta. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2002. 110-111.)

4 PARVEKKEIDEN KORJAUSTAPOJEN JAOTTELU

Betoniparvekkeiden korjaustavat voidaan jaotella seuraavasti:

- parvekkeiden säilyttäviin korjauksiin
- verhoukorkorjauksiin
- osittain purkaviin korjaukset
- parvekkeiden uusiminen

Kuntotutkimuksen avulla on järkevää määrittää soveltuvin korjaustapa. On tavallista, että esimerkiksi pielille ja laatoille sekä kaiteille tehdään eriasteinen korjaus. Yleensä parvekekorjauksissa käytetään erilaisia korjaustapoja parvekkeen eri rakenteisiin. Kaikkiin korjauksiin on suositeltavaa yhdistää lisäksi parvekkeiden lasitus. Lasitus alentaa tehokkaasti parvekkeen rasisolosuhteita, hidastaa vaurioiden etenemistä ja lisää parvekkeen käyttömukavuutta. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 5-6.)

4.1 Parvekkeiden säilyttävä korjaaminen

Yleistä

Parvekkeen säilyttävissä korjauksissa parvekkeen ominaisuudet ja ulkonäkö pysyvät ennallaan. Säilyttävät korjaukset voidaan jakaa vielä pinnoitus- ja paikkaus-tyyppeihin korjauksiin sekä valukorjauksiin. Säilyttävien korjauksien suojaustehokkuus perustuu erityisesti kosteusrasitustason alentamiseen. Pinnoitteen uusimisen lisäksi usein parannetaan vedenpoistoa (esim. kaatokorjaukset, vedenpoistojärjestelmän uusiminen) ja erilaisten liitos- ja saumakohtien kosteusteknistä toimivuutta. Pinnoitus- ja paikkauskorjaukset jaetaan huoltomaalauksiin, suojaavan pinnoituksen lisäämiseen sekä perusteelliseen pinnoitus- ja paikkauskorjaukseen. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 7.)

Huoltomaalaus

Huoltomaalauksessa maalaus tehdään suoraan vanhan alustassaan pysyvän pinnoitteen päälle. Varmempi ratkaisu on kuitenkin aina vanhan pinnoitteen poisto ja

uudelleen pinnoitus. Huoltomaalaus on huoltotyyppinen esteettinen korjaus, joka soveltuu lähinnä hyväkuntoisten parvekkeiden korjaamiseen. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 8.)

Suojaava pinnoitus

Suojaavalla pinnoitteella pinnoittamisessa vanha maali poistetaan ja rakenne pinnoitetaan uudelleen. Pinnoittamiseen tulee yhdistää näkyvien korroosiovaurioiden laastipaikkaaminen. Toimenpide soveltuu erityisesti sellaisiin tapauksiin, joissa vaurioita ei ole vielä kuin satunnaisesti, mutta kosteudelta suojaaminen vähentää vaurioitumista huomattavasti. Tyypillisesti korjaus soveltuu tilanteeseen, jossa betonin pakkasrapautuminen sekä korroosiovauriot ovat alkavia ja satunnaisia. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 9.)

Vedeneristeet

Parvekelaatan vedeneristyskäsittely voidaan jättää tekemättä vain silloin, jos parveke lasitetaan. Pelkkä maalipinnoite ei toimi vedeneristeinä. Parvekerakenteissa käytettävät vedeneristeet ovat yleensä:

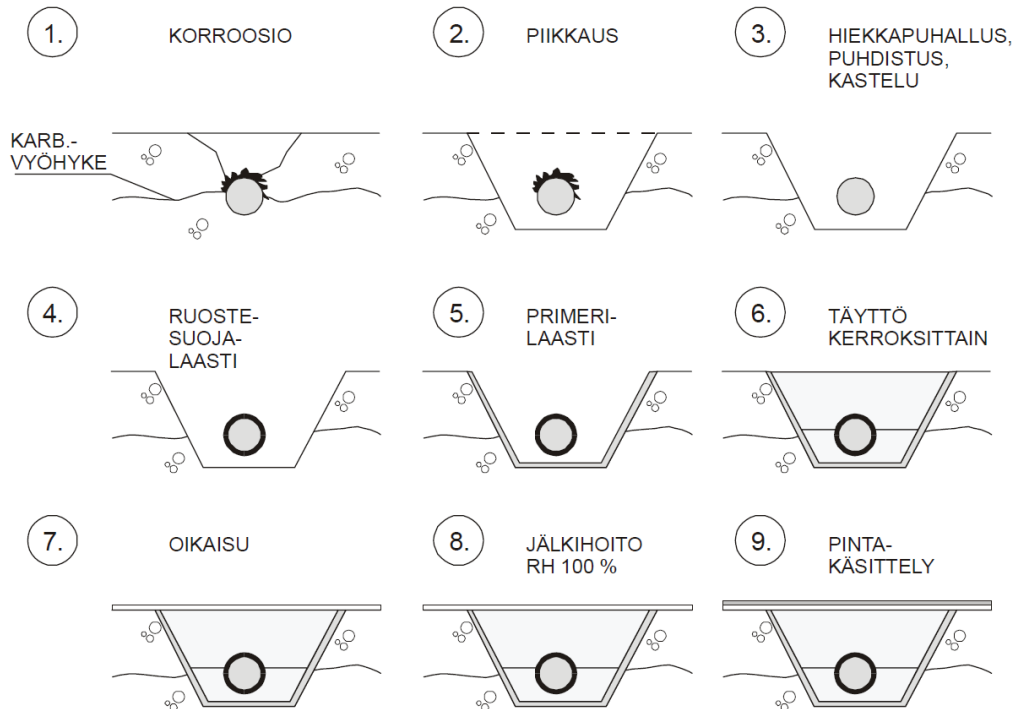
- muovipohjaisia massoja
- elastomeeripohjaisia massoja
- polymeerisementtipohjaisia massoja tai laasteja

Myös muun tyyppisiä vedeneristystuotteita käytetään, esim. erilaisia bitumikermejä, joita käytetään yleensä varsinaisen kantavan laatan ja pintalaatan välissä. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 10.)

Perusteellinen pinnoitus- ja paikkauskorjaus

Pinnoitus- ja paikkauskorjausta käytetään lähinnä korroosiovaurioiden korjaamiseen. Vauriokohdat uusitaan laastipaikkaustekniikalla ja rakenne pinnoitetaan uudelleen. Laastipaikkaamalla voidaan uusia myös pieniä pakkasrapautuneita alueita edellyttäen, että betoni on välittömästi paikattavan alueen vieressä ehjää ja riittä-

vän lujaa. Laajemmat pakkasvaurioituneet alueet voidaan korjata valukorjauksilla. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 12.)



Kuva 5. Perusteellisen pinnoitus- ja paikkauskorjauksen vaiheita (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 12.)

Perusteellinen pinnoitus- ja paikkauskorjaus soveltuu korjaustavaksi silloin kun parvekkeissa on kohtuullisen vähän korroosiovaurioita tai alkavia pienialaisia pakkasrapautumia, vanha rakenne on pääosin ehjä ja riittävän luja, korjaukselta halutaan kohtalaista varmuutta sekä parvekkeiden ulkonäkö halutaan säilyttää. Myös kustannuksilla on käytännössä merkittävä osuus korjaustavan valinnassa, koska paikkaustyön kustannuksia parvekkeissa nostaa paikattavan rakenteen pinta-alan runsaus. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 13.)

Valukorjaukset

Valukorjauksilla tarkoitetaan korjausta paikkaus- ja valutekniikoilla. Laastipaikkausta voidaan tehdä betonista paljastuneille ruostuneille teräksille ja pieniin paikallisiin pakkasrapautumakohtiin. Laajemmissa korroosio- ja pakkasrapautuma-

vaurioissa voidaan käyttää myös ruiskubetonointia. Pakkasrapautumia voidaan korjata myös perinteisellä muottiteknikalla. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 8.)

Valukorjaukset ovat yleensä selkeästi raskaampia korjauksia kuin paikkauskorjaukset. Niiden raskausaste voi kuitenkin vaihdella pienten vaurioituneiden osien valukorjauksista raskaampiin esim. kaatokorjauksiin, ruiskubetonointiin tai pintalaattojen uusimisiin paikallavaluparvekkeissa. Valukorjauksilla voidaan toteuttaa myös parvekkeen laajentaminen alkuperäisistä mitoista. Ennen valukorjausta on korroosiovauriokohdat paikattava laastipaikkaustekniikoin. Valukorjauksia seuraa yleensä vähintään rakenteen pinnoittaminen pinnoitus-paikkauskorjausten periaatteiden mukaisesti. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 15.)

Valukorjausta käytetään, kun vaurioituminen on edennyt niin pitkälle, ettei laastipaikkausmenetelmää voida käyttää, koska valukorjaukset soveltuvat isompien pakkasrapautuneiden kohtien korjaamiseen. Rapautumakohtien tulee olla kuitenkin selkeästi rajautuneita. Kuten paikkauskorjauksessa niin valukorjauksessakin vaurioitunut betoni on poistettava. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 16.)

4.2 Verhouskorjaus

Parvekkeen verhouskorjauksen toiminta perustuu kosteusrasituksen alenemiseen, jonka seurauksena terästen korroosion pakkasrapautumisen eteneminen hidastuu. Uudella pintarakenteella estetään vanhan rakenteen kastuminen sadevedellä. Verhouskorjaukset tehdään erilaisilla julkisivulevyillä, jotka kiinnitetään rankarakenteeseen. Korjauksen toimivuuden kannalta on tärkeää, että rakenne tehdään tuulettuvana rakenteena. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 25-26.)

Verhouskorjauksella voidaan peittää lähinnä kaide- ja pielirakenteiden pakkasrapautumia ja korroosiovaurioita. Yleensä verhous tehdään rakenteen ulkopuolelle, mutta sen voi tehdä myös sisäpuolelle. Verhouskorjaus voidaan tehdä rakenteelle, jossa on jo pitkälle edennyttä rapautumista. Alustan on kuitenkin kestettävä verhouksen kiinnitys ja kannatus. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 26.)

4.3 Parvekkeen osittain purkavat korjaukset

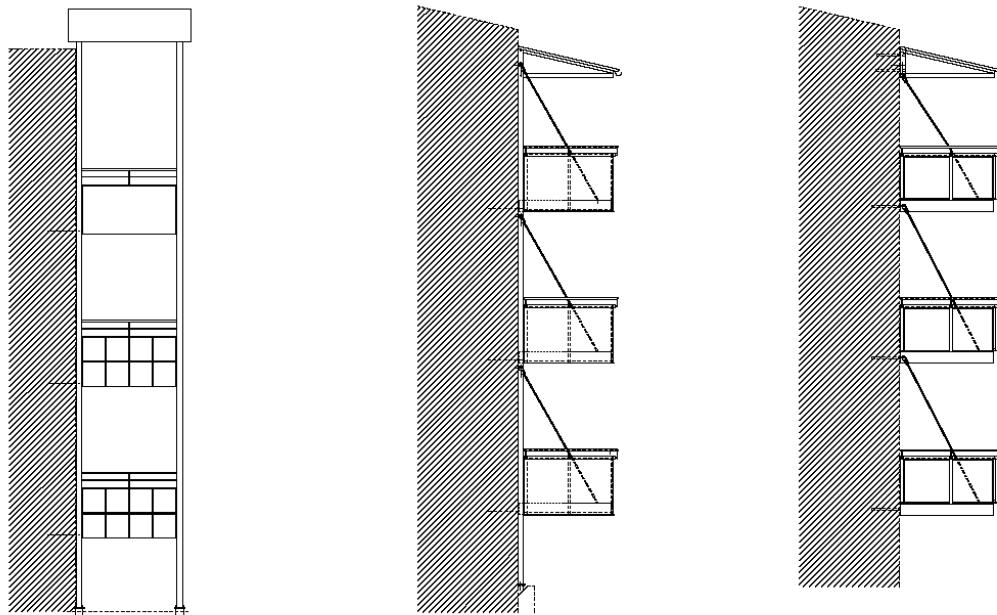
Parvekerakenteista voidaan purkaa ja uusia kaidarakenteet ja kantavista rakenteista lähinnä pilarit. Parvekelaattaa ei voi uusia ilman, että parvekkeen muitakin osia puretaan. Osittain purkava korjaus tehdään silloin, kun säilyttävä korjaaminen ei ole mahdollista tai järkevää joko taloudellisesti tai teknisesti. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 31.)

Kaiteiden uusiminen on mahdollista kun uudelle kaiteelle on tarpeeksi luja kiinnitysalue. Uusittaessa kaiteita on otettava huomioon koko rakenteen toiminta, koska kaide voi olla osa kantavaa tai jäykistävää rakennetta. Esimerkiksi jäykistävän betonikaiteen purku voi aiheuttaa laatan taipumaa ja alapintaan halkeilua. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 31.)

Muita rakenneosia purettaessa, kunto tulee olla sellainen, että säilyttävä korjaus ei ole mahdollista. Kantavien rakenteiden uusiminen koskee lähinnä pilareita. Pienen etureunojen korjaamisessa valukorjaukset ovat tavallisimpia mutta joissain tapauksissa ne voidaan uusia uudella kantavalla rakenteella. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 31-32.)

4.4 Parvekkeiden uusiminen

Parvekkeita uusittaessa kaikki vanhat rakenteet puretaan ja tilalle rakennetaan uudet. Uudelleen rakentaessa on enemmän mahdollisuuksia muuttaa ulkonäköä ja parvekejärjestelmä voi olla eri, mitä puretuissa parvekkeissa. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 37.)



Kuva 6. Parvekejärjestelmä voi olla itsekantava ns. parveketorni, osittain itsekantava tai ripustettu. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 37.)

Parvekkeiden uusiminen on järkevää silloin, kun säilyttävä korjaaminen ei ole teknisesti tai taloudellisesti mahdollista. Yleensä rakenteet ovat pahoin pakkasrautuneet ja korrosio on edennyt pitkälle. Uuden parvekerakenteen soveltuvuutta suunniteltaessa on huomioitava vanhojen parvekkeiden rakennetyyppi. Yleensä voidaan käyttää samanlaista parvekerakennetyyppiä. Jos vanhoja kantavia rakenteita on tarkoitus käyttää hyväksi, on niiden kunto ja kantavuus varmistettava. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005. 37-38.)

5 KUNTOTUTKIMUKSEN SUUNNITTELEMINEN

5.1 Kuntotutkimuksen vaiheet

Kuntotutkimus koostuu eri vaiheista, jotka ovat osittain päällekkäisiä. Esiselvitysvaiheessa kohteesta pyritään saamaan yleiskäsitys, jonka perusteella voidaan laatia työsuunnitelma. Tarkastelemalla suunnitteluasiakirjoja ja tekemällä kohteessa silmämääräinen tarkastus pyritään arvioimaan kohteen rakennetyyppien vaurioalttiutta, näkyvien vaurioiden määrää ja sijaintia sekä kohteen rasiustasoa. (Suomen Betoniyhdistys 2002: 60-61.)

Esiselvitysvaihetta ja tutkimuksen tilaamista seuraa varsinaiset tutkimukset, joihin sisältyy kenttätutkimuksia sekä näytteenottoa. Tulosten valmistuttua tehdään havaintojen ja tulosten arviointi. Näiden perusteella valmistellaan johtopäätökset ja tutkimuksen raportti. Tulkintoja havainnoista ja tutkimusten tuloksista on tehtävä koko kuntotutkimuksen ajan, jotta tutkimuksen sisältöä voi muuttaa tarpeen vaatiessa. Kuntotutkimuksen perusteella ei suoriteta korjaustyötä, vaan korjaustyötä varten laaditaan tarkka korjaussuunnitelma. (Suomen Betoniyhdistys 2002: 61, 68.)

5.2 Kuntotutkimuksen sisällön määrittäminen

Kuntotutkimuksen sisällön määrittäminen on tärkeä vaihe kuntotutkimuksessa. Tutkimuksen tavoitteiden on ohjattava sisällön määrittelyä. Sisältö määrittyy tarkemmin, kun huomioidaan resurssit ja kohteen ominaisuudet. Yleensä kuntotutkimuksen tarkoitus on selvittää rakenteiden korjaustarve ja turvallisuus. Kuntotutkimuksen lähtökohtana ei saa pitää tiettyä korjausmenetelmää. Korjausmenetelmät tulee valita kuntotutkimuksen tulosten perusteella. (Suomen Betoniyhdistys 2002: 61-62.)

Kuntotutkimuksessa on pyrittävä hyödyntämään tietolähteitä mahdollisimman laajasti. Useiden lähteiden käyttö helpottaa tulosten arviointia ja parantaa johtopäätösten luotettavuutta. Kohteessa olevia vauriotapoja ja toimivuuspuutteita on myös arvioitava eri kannoilta kuten turvallisuuden ja terveellisuuden, korjausme-

netelmän valinnan ja vaurioiden etenemisen ja muiden kuten ulkonäön. (Suomen Betoniyhdistys 2002: 63-64.)

Useammasta rakennuksesta koostuvassa kohteessa rakennukset on yleensä tutkittava erillisin otoksin. Mikäli kohteesta tutkitaan vain yksi rakennus täydellä näytämäärällä, on tutkijalla oltava riittävä varmuus siitä, että muut rakennukset ovat kunnoltaan ja olosuhteiltaan yhteneviä tutkittavan rakennuksen kanssa. Jo yhteen rakennukseen keskittyvässä kuntotutkimuksessa on pyrittävä analysointiin elementti- ja rakennekohtaisesti. Esimerkiksi parvekkeissa pyritään saamaan kokonaiskuva pieli-, laatta- ja kaide-elementeistä. (Suomen Betoniyhdistys 2002: 65-66.)

Kuntotutkijan on keskusteltava tilaajan kanssa tutkimuksen odotuksista viimeistään silloin, kun silmämääräinen katselmus ja asiakirjoihin tutustuminen on suoritettu. Tilaajan odotukset eivät kuitenkaan saa liikaa ohjata tutkimuksen sisältöä. Resurssit on kohdennettava harkitusti ja ensisijaisesti tärkeimpien asioiden tutkimiseen. Jokainen tutkimusvaihe suoritetaan mahdollisimman taloudellisesti. (Suomen Betoniyhdistys 2002: 68.)

5.3 Tutkimukset kentällä

Silmämääräinen katselmus suoritetaan maan pinnalta kiikareita tai kameraa apuna käyttäen. Silmämääräisessä tarkastuksessa ei yleensä käytetä tutkimuslaitteistoa tai oteta näytteitä. Tarkoituksena on arvioida rasitusoloja, rasituksen jakautumista ja vaurioita. (Suomen Betoniyhdistys 2002: 67.)

Varsinaiset tutkimukset suoritetaan joko nostokorista tai esimerkiksi parvekkeet huoneistojen kautta parvekkeilta. Kaikki kuntotutkimuksessa käytettävät laitteet on kalibroitava huolellisesti ja riittävän usein (Suomen Betoniyhdistys 2002: 91). Tilaajan velvollisuutena on huolehdittava verkkovirran saanti (220 V/16A) sekä tarvittaessa vettä, järjestettävä autojen pysäköinti niin, että nostokoriautolla pääsy haluttuihin paikkoihin on mahdollista sekä tiedotettava asukkaita ja muita kiinteistön käyttäjiä. Asuntoihin pääsystä on aina sovittava erikseen. Tilaajan on hyväk-

syttävä näytteenotoista ja rakenneavauksista jäävät vähäiset jäljet. (Julkisivuyhdistys r.y. 2005: 9.)

5.4 Otannan suunnittelu

Otantatutkimuksella tarkoitetaan tutkimusta, jossa esimerkiksi rakennekokonaisuutta koskevat päätelmät tehdään satunnaisesti valitun pienen otosmäärän antamien tietojen perusteella. Otantatutkimukseen liittyvää epävarmuutta voidaan pienentää käyttämällä hyviä ja tarkkoja havainnointitapoja, valitsemalla mittauskohdat satunnaisesti ja edustavasti ja ottamalla otoksia riittävän suurella otosmäärällä. Osa havainnoista on sellaisia, jossa jo pieni otosmäärä riittää antamaan luotettavan tiedon, esimerkiksi betonin lisäaineena käytetty kloridi. Toisaalta esimerkiksi rapautumista voidaan havainnoida useammalla rinnakkaisella menetelmällä luotettavasti, vaikka eri menetelmien otokset eivät ole suuria. (Suomen Betoniyhdistys 2002: 83.)

Aina otannalla ei voida kattaa koko rakennekokonaisuutta. Tässä tapauksessa otanta on rajattava niin, että se vastaa koko rakennekokonaisuutta. Esimerkiksi julkisivuissa otannan on oltava vaihtelevasti eri korkeuksilta eikä keskittyä vain alimpiin tai ylimpiin osiin. Käytettävät mittaustavat, otosten koot ja mitattavat suuret on aina valittava erikseen jokaiselle kohteelle huomioiden rakennuksen koko, rakenteen ominaisuudet, vauriotilanne ja tuloksilta vaadittava tarkkuus. (Suomen Betoniyhdistys 2002: 84.)

6 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Esiselvitysvaihe

Kohteen vanhojen piirustusten perusteella selvisi parvekelaattojen kannatusmenetelmä ja se, että kaiteet eivät ole osa kantavaa rakennetta. Parvekerakenne osoittautui tyyppilliseksi ulokeparvekeratkaisuksi, joka oli tavallinen ennen 1960-luvulla yleistyneitä elementtiratkaisuja.

Kävin kohteessa kaksi kertaa tekemässä silmämääräisiä havaintoja ja valokuvauksissa parvekkeita. Rakennusympäristö osoittautui tuuliseksi ja suojaattomaksi. Parvekkeissa toistuivat samankaltaiset vauriot maalipinnan hilseilystä laatan alapinnan rapautumiseen. Laatan etureunoissa oli havaittavissa sammalkasvustoa, lohkeamia ja halkeamia, jotka olivat usein yhteydessä kaiteiden kiinnitykseen. Parvekkeiden vedenpoisto tapahtui kallistuksen avulla laatan etureunan yli. Pääpiirteittäin näytti, että kahden ylimmän kerroksen parvekkeet olisivat paremmassa kunnossa kuin kaksi alinta.

6.2 Näytteiden otto

Ensimmäisen näytteenotto suunnitelman laadin niin, että näytteitä olisi otettu kuusi kappaletta, joista kolme kahdesta alimmasta kerroksesta ja kolme ylimmästä kerroksesta. Näin olisi voinut saada lisätietoa parvekkeiden vaurioiden erojen syistä kerrosten välillä. Käytännön syistä näytteenottosuunnitelma muutettiin niin, että kuusi näytettä otettaisiin kahdesta alimmasta kerroksesta.

Tässä vaiheessa asukkaita tiedotettiin tulevasta näytteiden porauksesta. Lopulta saimme parvekelaatoista viisi poranäytettä kuuden sijaan, koska asuntoihin pääsy ei onnistunut toivotulla tavalla. Näytteiden oton yhteydessä tarkastettiin laattojen yläpinta silmämääräisesti. Kaikissa tarkastetuissa maalipinta oli kulunut ja laatas- sa oli halkeamia lyhyemmän suunnan halki. Näytteet merkattiin tunnuksella ja pakattiin mahdollisimman tiiviisti muovipusseihin, jotta ne olisivat ilman kanssa mahdollisimman vähän tekemisissä.

6.3 Laboratoriokokeet

Ensimmäinen näytteille suoritettu laboratoriokoe oli karbonatisoitumissyvyyden määrittäminen. Näytteet pestiin vedellä, jotta niihin ei jäisi porauksesta jäänyttä pölyä. Pesun jälkeen näytteitä kuivattiin lämpökaapissa. Pintakuiviin näytteisiin suihkuttettiin fenoliftaleiiniliuos. Liuos värjää heti karbonatisoitumattoman betonin punaisella. Näytteiden annettiin kuitenkin kuivua kunnolla ennen mittaamista, jotta värjäytymä olisi helpompi erottaa. Jokaisesta poranäytteestä kirjoitettiin näytekoh- taiset tiedot ylös ja valokuvattiin mahdollista myöhempää käyttöä varten.



Kuva 7. Parvekelaatan yläpintaa ja juuri poratun näytteen kolo.

Karbonatisoitumissyvyyssmittauksien jälkeen näytteille suoritettiin vetokokeita ja puristuslujuuskoe. Tarkka kokeiden määrä määräytyi vasta näytteiden ottojen jälkeen, koska ennen näytteiden ottoa ei voinut tietää kuinka monta näytettä säilyy ehjänä. Ennen kokeiden suorittamista poranäytteistä leikattiin 100mm korkeat osat. Vetokoestettavat näytteet liimattiin kaksikomponenttiliimalla metallipalasiin joista näyte voitiin kiinnittää laitteeseen. Vetokokeita tehtiin kolme, joista kahdesta saatiin tulos. Puristuskokeita tehtiin yksi. Vetokokeessa näytettä vedettiin päis-

tänsä erisuuntiin. Laite oli yhdistetty tietokoneeseen, josta saatiin voima, jolla kappale halkesi. Puristuskokeessa näyte puristettiin hydraulipuristimella rikki.

Veto- ja puristuskokeiden jälkeen poranäytteistä voitiin ottaa materiaalia, jota voitiin käyttää kloridipitoisuuskokeessa. Irti saadut palaset jauhettiin hienoksi kloridipitoisuustestiä varten. Kloridipitoisuus määritettiin RCT-elektrodimenetelmällä.



Kuva 8. Kloridipitoisuuskokeessa käytetty mittalaite ja näytteet.

7 YHTEENVETO

Tehtävänäni oli selvittää kerrostalon parvekkeiden kunto ja niiden säilyttämismahdollisuus. Silmämääräisten havaintojen perusteella parvekkeet olivat huonokuntoiset ja niiden hyödyntäminen osoittautui mahdottomaksi tulevassa parvekkeiden laajennuksessa. Parvekkeista otettiin muutama poranäyte silmämääräisten havaintojen tueksi. Myös laboratoriokokeet osoittivat parvekelaatoissa käytetyn betonin huonolaatuiseksi. Lisäksi betoni sisälsi kloridia, jonka alkuperästä ei ole täyttä varmuutta.

Näytteiden saanti parvekkeista osoittautui käytännössä mutkikkaaksi ja asuntoihin pääsy ei ollut yksinkertaista. Nostokorin käyttö olisi helpottanut parvekkeille pääsyä jonkin verran mutta veden- ja sähkön saanti olisi ollut hankala järjestää. Nyt näytteet saatiin kahdesta alimmasta kerroksesta, mikä ei yleisesti ole suositeltavaa vaan näytteet pitäisi hajauttaa eri ilmansuuntiin ja kerroksiin, jotta ne antaisivat kuvan kaikkien parvekkeiden tilanteesta. Raudoitteiden peitepaksuuksia ei tarkasteltu lainkaan peitepaksuusmittarilla. Peitepaksuusmittaukset yleensä yhdistetään karbonatisoitumistutkimuksiin, jotta voidaan arvioida raudoitteiden korroosiotilannetta nyt ja tulevaisuudessa. Tässä kuntotutkimuksessa raudoitteiden peitepaksuista saatiin suuntaa antava käsitys poranäytteisiin sisältyneistä raudoitteista. Kuntotutkimuksessa jäi avoimeksi eristetilän läpi menevän vetoteräksen kunto.

Vetolujuuskokeiden mukaan parvekelaatoissa oleva betoni on lujuudeltaan niin heikkoa, että se ei sovellu edes heikkolujuuksisten korjaustuotteiden alustaksi. Tästä syystä korjausvaihtoehtoista ainoaksi käyttökelpoiseksi jää vanhojen rakenteiden purku. Parvekkeissa ei havaittu aiempien korjausten jälkiä, joten on selvää, että ne ovat ikänsä perusteella valmiit purettaviksi.

LÄHTEET

Rakennustieto (2006). Kerrostalot 1880-2000. Helsinki: Rakennustieto Oy. 288.

Suomen Betoniyhdistys r.y. (2002). Betonijulkisivun kuntotutkimus 2002 BY 42. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy. 178.

Suomen Betoniyhdistys r.y. (2007). Betonirakenteiden korjausohjeet BY 41. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy. 110.

Julkisivu yhdistys r.y. (1997) Julkisivujen korjausopas. [viitattu 28.3.2011] Saatavilla osoitteessa: <http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari/images/stories/File/JulkkariOpas/julkisivuopas2_s14-42.pdf 28.3.2011>.

Valtion ympäristöhallinto (2007). [Viitattu 31.3.2011] Saatavilla osoitteessa: <<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=4128&lan=fi> >.

Valtion ympäristöhallinto (2007). [Viitattu 31.3.2011] Saatavilla osoitteessa: <<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=39584&lan=fi> >.

Julkisivuyhdistys r.y. Tampereen teknillinen yliopisto, VTT (2005). JUKO-Ohjeistokansio julkisivukorjaushankkeen läpiviemiseksi, korjaustapakuvaukset, betoniparvekkeet -yleiskuvaukset. Julkisivuyhdistys r.y. [viitattu 31.3.2011]. Saatavilla osoitteessa: <http://www.tut.fi/units/rak/rtek/tutkimus/juko/JUKO_pdf_web/Korjaustavat/Parvekkeet/Parvekkeet_Korjaustavat.pdf>.

Julkisivuyhdistys r.y. Tampereen teknillinen yliopisto, VTT (2005). Korjaustarpeen selvittäminen ja kuntotutkimukset. Julkisivuyhdistys r.y. [viitattu 6.4.2011]. Saatavilla osoitteessa: <http://www.tut.fi/units/rak/rtek/tutkimus/juko/JUKO_pdf_web/Korjaushanke>.