

Opinnäytetyö (YAMK)

Tekniikka

Rakentamisen koulutusohjelma

2016

Tuuli Ranki

BETONISTEN JULKISIVU- RAKENTEIDEN LISÄ- JA SEURANTAKUNTOTUTKIMUKSET

OPINNÄYTETYÖ (YAMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakentamisen koulutusohjelma

Toukokuu 2016 | 88 sivua + liitteet 59 sivua

Ohjaaja DI Maarit Järvinen

Tuuli Ranki

BETONISTEN JULKISIVURAKENTEIDEN LISÄ- JA SEURANTAKUNTOTUTKIMUKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy:lle selkeä, yhtenäinen ohjeistus lisä- ja seurantakuntotutkimuksien teosta. Opinnäytetyössä Mehtolle luotiin prosessikuvaukset, yhtenäiset ohjekortit sekä malliraporttipohja lisä- ja seurantakuntotutkimuksien teosta. Lisäksi luotiin lyhyt ohjeistus tilaajille lisä- ja seurantakuntotutkimuksista.

Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksena ja haastattelututkimuksena. Lisäksi tehtiin case-tarkastelu viidelle eri kohteelle. Tarkasteluun valittiin neljä Mehton kuntotutkimuskohdetta, joihin oli tehty Mehton toimesta sekä peruskuntotutkimus että sen jälkeen lisä- tai seurantakuntotutkimuksia. Lisäksi tarkasteltu tehtiin yhdestä kuvitteellisesta kohteesta, jossa tarkasteltiin ns. ”elinkaarimallin” mukaista kuntotutkimusta.

Tarkastelluissa case-esimerkeissä tilaajan saamat hyödyt lisä- ja seurantakuntotutkimuksista voidaan jakaa karkeasti kahteen kategoriaan: kustannushyötyihin ja käyttöturvallisuuteen liittyviin hyötyihin. Kaikissa tarkastelluissa case-esimerkeissä tilaaja sai kustannushyötyä lisä- tai seurantakuntotutkimuksen tekemisestä. Lisäksi kolmessa tapauksessa tilaaja sai myös lisää tietoa kohteen käyttöturvallisuudesta.

Jatkossa Mehton lisä- ja seurantakuntotutkimukset pystytään tekemään yhtenäisen selkeän ohjeistuksen perusteella. Tämä auttaa vakioimaan kuntotutkimusraporttien muotoa ja varmistamaan kuntotutkimuksien tasalaatuisuutta, tutkijasta riippumatta. Lisäksi jatkossa pystytään vielä nykyistä paremmin huomioimaan se, minkälaisia tietoja tilaajat kokevat tarvitsevänsä lisä- ja seurantakuntotutkimuksilta.

ASIASANAT:

Kuntotutkimus, lisäkuntotutkimus, seurantakuntotutkimus, betonirakenteiden vaurioituminen

MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme in Construction

May 2016 | 88 pages + appendices 59 pages

Instructor Maarit Järvinen M. Sc.

Tuuli Ranki

ADDITIONAL AND MONITORING CONDITION INVESTIGATIONS OF CONCRETE FACADES AND BALCONIES

The aim of this Master's thesis was to create clear and coherent guidelines for additional and monitoring condition investigations. Process descriptions and homogeneous instruction cards as well as model reports for additional and monitoring condition investigations were created for the client company of this work, Engineering Office Lauri Mehto Oy (later called Mehto). In addition, a short guide about additional and monitoring condition investigations for Mehto's clients was also written.

The work was carried out by literature review and in interviews. A closer case -review was conducted on five different condition investigation cases. Four condition investigation cases were selected from the condition investigations Mehto had conducted. These condition investigation cases included a basic condition investigation and additional or monitoring condition investigation(s) carried out by Mehto. A fifth case -review was carried out on a hypothetical case which concerned condition investigations carried out using a life-cycle model.

In the case examples the benefits to the client can be roughly divided into two categories: cost -benefits and safety -benefits. In all four real case examples the client received a cost -benefit from ordering the additional or monitoring condition investigation. In three of the cases the client also received information about the safety of the building under scrutiny.

In the future Mehto's additional and monitoring condition investigations will be compiled with coherent and clear guidelines. This will help to standardize the format of the condition investigation reports and ensure the coherence of condition investigations, regardless of the investigator. In the future Mehto will be able to consider the client's needs for additional and monitoring condition investigation reports.

KEYWORDS:

condition investigation, condition survey, additional condition investigation, monitoring condition investigation, deterioration of concrete structures

SISÄLTÖ

| | |
|---|-----------|
| 1 JOHDANTO | 8 |
| 1.1 Tausta | 8 |
| 1.2 Tavoitteet | 9 |
| 1.3 Menetelmät | 10 |
| 2 KUNTOTUTKIMUKSET RAKENNUKSEN ELINKAAREN AIKANA | 11 |
| 2.1 Rakennuksen elinkaari | 11 |
| 2.2 Yleistä kuntotutkimuksista | 12 |
| 2.3 Kuntotutkimusohjeiden historia Suomessa | 13 |
| 2.4 Lisä- ja seurantakuntotutkimukset | 13 |
| 3 MEHTON KUNTOTUTKIMUKSET | 15 |
| 3.1 Historia | 15 |
| 3.2 Kuntotutkimusraporttien kehitys | 17 |
| 3.3 Kuntotutkimusprosessi | 20 |
| 4 CASE-ESIMERKIT | 22 |
| 4.1 Yleistä | 22 |
| 4.2 Case 1: Seurantakuntotutkimus 1 | 22 |
| 4.2.1 Kohde | 22 |
| 4.2.2 Lähtötiedot, historia | 23 |
| 4.2.3 Peruskuntotutkimus | 23 |
| 4.2.4 Seurantakuntotutkimus 1 | 25 |
| 4.2.5 Seurantakuntotutkimus 2 | 28 |
| 4.2.6 Johtopäätökset | 33 |
| 4.3 Case 2: Seurantakuntotutkimus 2 | 34 |
| 4.3.1 Kohde | 34 |
| 4.3.2 Lähtötiedot, historia | 35 |
| 4.3.3 Peruskuntotutkimus | 35 |
| 4.3.4 Silmämääräinen arvio | 38 |
| 4.3.5 Seurantakuntotutkimus 1 | 38 |
| 4.3.6 Seurantakuntotutkimus 2 | 42 |
| 4.3.7 Johtopäätökset | 46 |
| 4.4 Case 3: Lisäkuntotutkimus 1 | 47 |

| | |
|---|-----------|
| 4.4.1 Kohde | 47 |
| 4.4.2 Lähtötiedot, historia | 48 |
| 4.4.3 Peruskuntotutkimus | 48 |
| 4.4.4 Lisäkuntotutkimus | 52 |
| 4.4.5 Aikaisempien tutkimusten hyväksikäyttö / vertailu | 54 |
| 4.4.6 Johtopäätökset | 54 |
| 4.5 Case 4: Lisäkuntotutkimus 2 | 55 |
| 4.5.1 Kohde | 55 |
| 4.5.2 Lähtötiedot, historia | 56 |
| 4.5.3 Perustutkimus | 57 |
| 4.5.4 Lisäkuntotutkimus | 59 |
| 4.5.5 Johtopäätökset | 61 |
| 4.6 Case 5: Mallicase, kuntotutkimukset rakennuksen elinkaaren aikana | 61 |
| 4.6.1 Kohde | 61 |
| 4.6.2 Lähtötiedot, historia | 62 |
| 4.6.3 Ensimmäinen (suppea) kuntotutkimus | 63 |
| 4.6.4 Ensimmäinen peruskuntotutkimus | 63 |
| 4.6.5 Kohteen tutkimukset tulevaisuudessa | 64 |
| 4.6.6 Aikaisempien tutkimusten hyväksikäyttö / vertailu | 64 |
| 4.6.7 Johtopäätökset | 65 |
| 5 SEURANTAKUNTOTUTKIMUKSET | 66 |
| 5.1 Yleistä | 66 |
| 5.2 Seurantakuntotutkimusprosessi | 67 |
| 5.2.1 Tarjous | 69 |
| 5.2.2 Lähtötiedot | 69 |
| 5.2.3 Kenttätutkimukset | 71 |
| 5.2.4 Laboratoriokokeet ja mittaukset | 72 |
| 5.2.5 Raportointi ja johtopäätökset | 74 |
| 5.3 Hyödyt kiinteistöjen omistajille | 75 |
| 6 LISÄKUNTOTUTKIMUKSET | 76 |
| 6.1 Yleistä | 76 |
| 6.2 Lisäkuntotutkimusprosessi | 77 |
| 6.2.1 Tarjous | 79 |
| 6.2.2 Lähtötiedot | 80 |

| | |
|---|-----------|
| 6.2.3 Kenttätutkimukset | 80 |
| 6.2.4 Laboratoriokokeet | 82 |
| 6.2.5 Raportointi ja johtopäätökset | 82 |
| 6.3 Hyödyt kiinteistöjen omistajille | 83 |
| 7 JOHTOPÄÄTÖKSET | 84 |
| 7.1 Yleisesti lisä- ja seurantakuntotutkimuksista | 84 |
| 7.2 Mehton lisä- ja seurantakuntotutkimukset | 84 |
| 7.3 Mahdollisuudet jatkotutkimuksille | 85 |
| 8 YHTEENVETO | 86 |
| LÄHTEET | 87 |

LIITTEET

- Liite 1. Lisä- ja seurantakuntotutkimuksien tilaajan ohje
 Liite 2. Ohjekortit lisä- ja seurantakuntotutkimuksista
 Liite 3. Malliraportti seurantakuntotutkimuksesta ohjetekstein

KUVAT

| | |
|--|----|
| Kuva 1: "Vanhan rakenteen käyttöikä voidaan lisätä merkittävästi, kun kuntotutkimus ja sen perusteella tehtävät vaurioita hidastavat toimet tehdään rakennukseen, jossa vaurioitumista ei vielä ole silmämääräisesti havaittavissa" (Suomen Betoniyhdistys ry, 2014) | 11 |
| Kuva 2: Kuntotutkija mittaamassa terästen peitepaksuuksia nostokorista käsin. | 12 |
| Kuva 3: Parvekepieliseinän vaurioitumisen eteneminen kuntotutkimuksien välillä (Ranki;ym., 2015). | 14 |
| Kuva 4: Imatran Voiman Betonilaboratorion vanha mainos 1990- luvulta.(Leppäniemi, 1996) | 16 |
| Kuva 5: Esimerkki vuonna 1993 laaditun kuntotutkimusraportin valokuvaliitteestä.(Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy) | 19 |
| Kuva 6: Vanhan kuntotutkimusraportin julkisivukaaviot, joihin on merkitty myös peitepaksuusmittauksien tulokset.(Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy) | 19 |
| Kuva 7: Kuntotutkimuksen vaiheet. (Suomen Betoniyhdistys ry, 2014) | 20 |
| Kuva 8: Yleiskuva kohteen toisen talon julkisivusta. | 23 |
| Kuva 9: Kohteen julkisivuelementissä esiintynyttä vähäistä maalipinnoitteen irtoilua vuoden 2008 kuntotutkimuksessa. | 26 |
| Kuva 10: Rakennusten välinen puukatos vuoden 2008 kenttätutkimuksissa. | 27 |
| Kuva 11: Porrashuoneen kohdan vanerilevyjen vaurioita vuoden 2014 kuntotutkimuksessa. | 29 |

| | |
|---|----|
| Kuva 12: Ote vuoden 2014 kuntotutkimuksen valokuvaliitteestä. | 31 |
| Kuva 13: Rakennusten välinen puukatos vuoden 2014 kuntotutkimuksessa. | 32 |
| Kuva 14: Yleiskuva kohteen toisesta rakennuksesta. | 34 |
| Kuva 15: Kohteen peruskuntotutkimuksen yhteydessä tehtyjen sandiwch-elementtien peitepaksuusmittausten tulokset taulukoituna. | 36 |
| Kuva 16: Vaurioitunut pesubetonielementti vuoden 1998 kuntotutkimuksessa. | 37 |
| Kuva 17: Kuvassa 10 esitetty elementti vuoden 2006 kuntotutkimuksessa. | 40 |
| Kuva 18: Kuvissa 16 ja 17 näkyvä elementti vuoden 2013 kuntotutkimuksessa. | 43 |
| Kuva 19: Parvekkeen maantasokerroksen pieliseinän vaurioita vuoden 2013 kuntotutkimuksissa. | 45 |
| Kuva 20: Yleiskuva kohteen yhden talon julkisivusta ja parvekkeista. | 48 |
| Kuva 21: Kohteen peruskuntotutkimuksen yhteydessä tehdyn tiililaattapintaisen sandwich-elementin pieliterästen peitepaksuusjakauma. | 50 |
| Kuva 22: Peruskuntotutkimuksessa ja lisätutkimuksessa näytteissä ja julkisivuissa havaittuja vaurioita. | 53 |
| Kuva 23: Yleiskuva kohteen yhdestä parvekelinjasta. | 56 |
| Kuva 24: Perustutkimuksessa pieliseinissä havaittuja vaurioita. | 58 |
| Kuva 25: Lisätutkimuksesta laadittu suppea valokuvaraportti. | 60 |
| Kuva 26: Mikroskooppivalokuva erään todellisen kohteen valkobetonisesta ohuthienäytteestä. Näytteessä ei ole lisähuokostusta ja lisäksi kuva-alassa näkyy pintaa vastaan kohtisuora, runkoainesrakeita rikkova (kuormitusperäinen) halkeama. (Betonialan Ohuthiekeskus FCM) | 62 |
| Kuva 27: Osakopio erään seurantakuntotutkimusraportin valokuvaliitteestä. (Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy) | 67 |
| Kuva 28: Erään vuoden 1995 kuntotutkimuskohteen laboratoriokokeiden tuloksia. (Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy) | 70 |
| Kuva 29: Erään vuoden 2015 kuntotutkimuksen laboratoriokokeiden (silmämääräinen tarkastelu) tuloksia. (Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy) | 74 |
| Kuva 30: Esimerkki normaalista poikkeavasta kuntotutkimusmenetelmästä. Lämpökamerakuva erään kuntotutkimuskohteen parvekeovesta. | 76 |
| Kuva 31: Esimerkki lisäkuntotutkimuksessa tehtävästä tutkimuksesta. Valokuva erään kohteen betonisen kattoterassirakenteen rakenneavauksesta. | 79 |
| Kuva 32: Ilmativiysmittauslaitteistoa kohteella. (Niemelä, 2010) | 81 |

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

| | |
|-------|---|
| BY42 | Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013 (Suomen Betoniyhdistys ry, 2013) |
| MEHTO | Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy |
| TTY | Tampereen teknillinen yliopisto |
| TTKK | Tampereen teknillinen korkeakoulu (nykyään Tampereen teknillinen yliopisto) |

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Betonin käyttö julkisivujen ja parvekkeiden rakennusmateriaalina on yleistynyt voimakkaasti 1960-luvun jälkeen (Pentti). Tällä hetkellä Suomessa on lähes miljoona betonirakenteista parvekettä (Vainio, 2005). 1960-luvun jälkeen on rakennettu noin 44 miljoonaa neliometriä erilaisia betonielementtijulkisivuja (Vainio, 2005).

Suomen rakennuskannan korjausvelka on tällä hetkellä noin 2500 milj. euroa (RIL, 2015). Putkistosaneeraukset, julkisivukorjaukset ja parvekeremontit ovat nykypäivää yhä useamman suomalaisen elämässä rakennuskantamme vanhentuessa. Korjausrakentaminen on koko ajan kasvava liiketoiminnan ala. (Tilastokeskus, 2015)

Onnistunut, oikein toteutettu ja korkeatasoinen korjausrakentaminen ja kiinteistönpito pidentävät kiinteistön elinkaarta ja säästävät rahaa sekä ympäristöä. Erilaiset kuntoarviot ja kuntotutkimukset ovat kiinteistönomistajan perustyökaluja teknisesti ja taloudellisesti kannattavaan kiinteistönpitoon. (Lahdensivu;ym., 2007)

Tällä hetkellä betonirakenteiden kuntotutkimuksia käsittelevien julkaisujen pääpaino on ensimmäistä kertaa tehtävissä kuntotutkimuksissa, ns. laajoissa peruskuntotutkimuksissa (Suomen Betoniyhdistys ry, 2013). Erilaisten lisäkuntotutkimuksien ja seurantakuntotutkimuksien tekemistä ei ole julkaisuissa käsitelty erikseen.

Mehto on 1970- ja 1980-luvuilta alkaen ollut aktiivisesti mukana kehittämässä betonirakenteiden korjaussuunnittelu- ja kuntotutkimustoimintaa. TTY:n ja Mehton yhteistyö on ollut läheistä. Yrityksen entinen toimitusjohtaja, professori Lauri Mehto on ohjannut useita satoja diplomitoita ja monet diplomityöt ja väitöskirjat ovat tulleet kommentoivaksi yritykseen.

Betonisten julkisivu- ja parvekerakenteiden kuntotutkimuksia on tehty nykyisiä ohjeita mukailevin, rakenteita rikkovin menetelmin karkeasti noin 90-luvun alusta asti (Heimala;ym., 1993). Mehton ensimmäiset, nykyohjeiden edeltäjien mukaan tehdyt kuntotutkimukset ovat vuodelta 1993 (Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy).

1.2 Tavoitteet

Useita kertoja kuntotutkittujen kohteiden määrä kasvaa koko ajan. Kuntotutkimuksia tehdään yhä enemmän kohteisiin, joihin on tehty jo yksi tai useampia kuntotutkimuksia. Mahdollisesti kohteisiin on kuntotutkimuksien välissä tehty korjauksia ja kuntoarvioita.

Tällaisten erilaisten lisä- ja seurantakuntotutkimusten tekemisestä ei tällä hetkellä ole erillistä ohjejulkaisua.

TTY:n Rakennustekniikan laitoksella, elinkaaritekniikan tutkimusryhmässä, on tehty useita tutkimuksia, joissa on käsitelty laajemmin betonijulkisivujen ja –parvekkeiden korjattavuuden ja vaurioitumisen ennustamista (Tampereen Teknillinen Yliopisto, 2015). Mm. Jukka Lahdensivu: Durability properties and actual deterioration of Finnish concrete facades and balconies (Lahdensivu, 2012). Näissä tutkimuksissa on sivuttu lisä- ja seurantakuntotutkimuksia ja tutkimuksien aineistossa on käytetty erilaisten lisä- ja seurantakuntotutkimuksien aineistoa hyväksi. Tutkimuksissa ei ole kuitenkaan suoraan ohjeistettu esimerkiksi lisä- tai seurantakuntotutkimuksien tekemistä tai niihin sopivia näytemääriä.

Tämän työn tavoitteena oli kehittää Mehton käyttöön ohjeistus lisä- ja seurantakuntotutkimusten tekemisestä. Ohjeissa käsitellään lisä- ja seurantakuntotutkimusprosessia, aina tarjousvaiheesta loppuraportointiin. Tämän opinnäytetyön yhteydessä luotiin Mehton sisäiseen käyttöön malliraportti seurantakuntotutkimusraportista sekä ohjekortit lisä- ja seurantakuntotutkimuksien tekemistä varten.

Lisäksi tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia lyhyt, suurimmille Mehton asiakkaille ja tilaajille jaettava ”Lisä- ja seurantakuntotutkimuksien tilaajaohje”. Tämän ohjeen tarkoituksena on avata tilaajille lisäkuntotutkimusprosessia sekä sitä, milloin on tarpeen tehdä lisä- tai seurantakuntotutkimuksia. Tilaajan ohje mukailee rakenteeltaan olemassa olevaa Betonijulkisivun ja parvekkeiden kuntotutkimuksen tilaajan ohjetta (Suomen Betoniyhdistys ry, 2014), mutta tässä tilaajaohjeessa on keskitytty ainoastaan lisä- ja seurantakuntotutkimuksiin. Tavoite on, että ohje voidaan jakaa esimerkiksi Mehton asiakkaille joko lisäkuntotutkimuksen tilaamisen yhteydessä tai jo etukäteen, kun isot kiinteistönomistajat harkitsevat lisäkuntotutkimusten tilaamista.

1.3 Menetelmät

Opinnäytetyö suoritettiin kirjallisuuskatsauksena ja haastattelututkimuksena sekä suorittamalla case-tarkasteluja Mehton laatimiin erilaisiin lisä- ja seurantakuntotutkimusraportteihin.

Kirjallisuuskatsauksessa perehdyttiin erilaisiin suomalaisiin ja ulkomaalaisiin betonirakenteiden kunnan tutkimista, vaurioitumista ja rakennustapoja käsitteleviin julkaisuihin.

Haastattelututkimuksessa haastateltiin yksittäisiä Mehton asiakkaita. Lisäksi haastateltiin Mehton kuntotutkijoita ja kuntotutkimusraporttien tarkastajia. Erityisesti haastateltiin henkilöitä, jotka jo 1990-luvun puolella tekivät kuntotutkimuksia Mehtolla.

Case-tarkastelu tehtiin viidelle eri kohteelle. Tarkasteluun valittiin neljä Mehton kuntotutkimuskohdetta, joihin oli tehty Mehton toimesta sekä peruskuntotutkimus että sen jälkeen lisä- tai seurantakuntotutkimuksia. Lisäksi tarkasteltu tehtiin yhdestä kuvitteellisesta kohteesta, jossa tarkasteltiin ns. ”elinkaarimallin” mukaista kuntotutkimusta. Näiden case- tarkastelujen perusteella arvioitiin parhaita menetelmiä ja prosesseja lisä- ja seurantakuntotutkimuksiin.

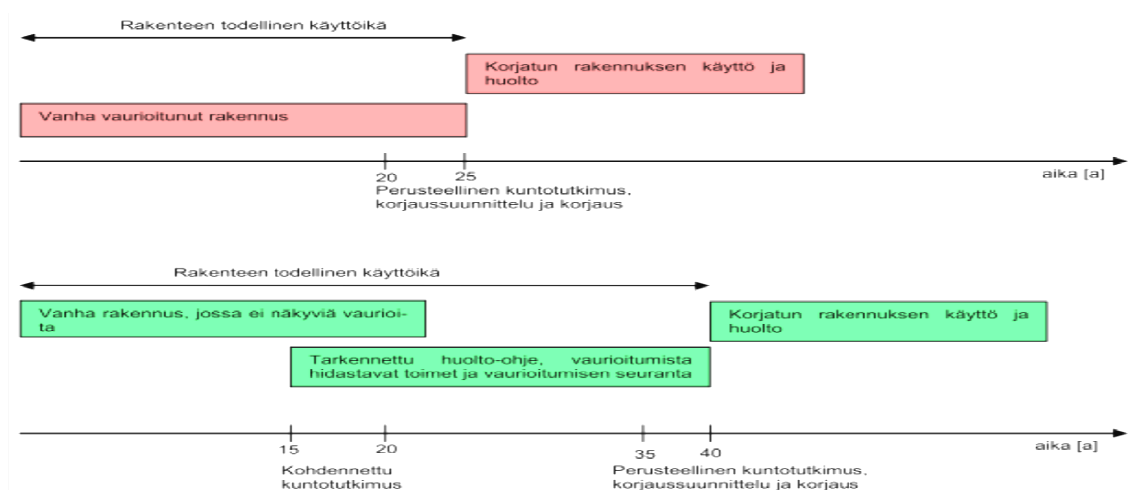
2 KUNTOTUTKIMUKSET RAKENNUKSEN ELINKAAREN AIKANA

2.1 Rakennuksen elinkaari

Rakennusten korjausten ja kunnossapidon pitkäaikainen suunnittelu sekä säännöllisesti tehtävät kuntotutkimukset ja kuntoarviot ovat tärkeässä osassa taloudellisessa, pitkäaikaisessa kiinteistönpidossa. Oikein tehdyt kuntoarviot ja kuntotutkimukset ovat pohjietoina päätöksenteolle korjaustavoista ja korjausten aikataulusta. Oikein ajoitetuilla ja oikeilla tavoilla tehdyillä korjauksilla on mahdollista pidentää rakennusten elinkaarta. (Suomen Betoniyhdistys ry, 2002)

Korjaustarpeen ja rakenteiden tämänhetkisen kunnan tietäminen mahdollistaa korjauksiin varautumisen pitkällä aikavälillä, niin teknisesti kuin taloudellisestikin. Tällöin eri korjaushankkeiden aiheuttama taloudellinen rasitus pysyy jatkuvasti hyväksyttävällä tasolla. (Suomen Betoniyhdistys ry, 2002)

Säännöllisesti tehtävät kuntotutkimukset ja niitä tarvittaessa täydentävät erilaiset lisätutkimukset mahdollistavat suunnitelmallisen ja kannattavan kiinteistönpidon, kuvassa 1 esitetyllä tavalla.



Kuva 1: "Vanhan rakenteen käyttöikä voidaan lisätä merkittävästi, kun kuntotutkimus ja sen perusteella tehtävät vaurioita hidastavat toimet tehdään rakennukseen, jossa vaurioitumista ei vielä ole silmämääräisesti havaittavissa" (Suomen Betoniyhdistys ry, 2014)

2.2 Yleistä kuntotutkimuksista

”Kuntotutkimuksessa selvitetään rakennuksen jonkin osan tai järjestelmän kunto ja korjaustarve. Kuntotutkimus antaa tiedon tutkitun osan vaurioista, niiden syistä, laajuudesta ja vaikutuksista sekä tulevaisuudessa odotettavissa olevista vaurioista. Kuntotutkimuksessa avataan rakenteita ja otetaan näytteitä tutkittavaksi piilossa olevien vaurioiden löytämiseksi ja rakenteen todellisen kunnan selvittämiseksi.” (Suomen Betoniyhdistys ry, 2002). Kuntotutkimuksessa käytetään useita erilaisia tutkimusmenetelmiä, kuten kuvassa 2 tehtävää terästen peitepaksuusmittausta.



Kuva 2: Kuntotutkija mittaamassa terästen peitepaksuuksia nostokorista käsin.

Kuntotutkimus voidaan tehdä myös lähes mille tahansa rakennusosalle, jonka kunto halutaan selvittää tarkemmin. Betonirakenteiden kuntotutkimukset tehdään yleensä julkisivuille, parvekkeille tai muille säärasituksella alttiina oleville rakenteille.

2.3 Kuntotutkimusohjeiden historia Suomessa

Vuonna 1991 Jussi Mattila teki diplomityön kiviainesjulkisivujen tutkimus- ja dokumentointimenetelmistä (Mattila, 1991). Työssä käsiteltiin erilaisia ainetta rikkovia ja rikkomattomia julkisivujen tutkimusmenetelmiä.

Vuonna 1993 ilmestyi kirja ”Julkisivututkimus” (Heimala;ym., 1993). Tutkimuksen tarkoituksena oli ”tarkentaa näkemystä vanhemman rakennuskannan betonijulkisivujen ja parvekkeiden kunnosta ja korjaustarpeista”.

Vuonna 1997 ilmestyi ensimmäinen BY42 - Betonijulkisivun kuntotutkimusohje. Ohjeen päivitetty versiot ilmestyivät 2002 ja 2013. Betonijulkisivujen ja parvekkeiden kuntotutkimuksista laadittiin ensimmäinen luonnos tilaajaan ohjeesta vuoden 1997 BY42-kirjaan. Ensimmäinen tilaajan ohje valmistui vuonna 2012. Ohjeen päivitetty versio ilmestyi vuonna 2014. (Suomen Betoniyhdistys ry, 1997) (Suomen Betoniyhdistys ry, 2002)(Suomen Betoniyhdistys ry, 2013) (Suomen Betoniyhdistys ry, 2014)

2.4 Lisä- ja seurantakuntotutkimukset

Betonirakenteisille julkisivuille ja parvekkeille tehtävää ensimmäistä kuntotutkimusta kutsutaan yleisesti peruskuntotutkimukseksi. Rakennuksen vaipan betonirakenteille voidaan tehdä myös useita erilaisia lisä- ja seurantakuntotutkimuksia sen jälkeen, kun rakenteille on jo kerran tehty peruskuntotutkimus. (Kokko, 2016), (Leppäniemi, 2015), (Tiihonen, 2015), (Valtonen, 2015)

Tyypillisimpiä betonirakenteille tehtäviä lisä- ja seurantatutkimuksia ovat säännöllisin väliajoin tehtävät seurantakuntotutkimukset sekä lisäkuntotutkimukset tietyn rakennusosan kunnan selvittämiseksi tarkemmin. Epätyypillisempiä betonirakenteille tehtäviä lisäkuntotutkimuksia ovat elinkaarimallin mukaiset kuntotutkimukset sekä peruskuntotutkimuksen uusiminen kokonaisuudessaan. (Kokko, 2016), (Leppäniemi, 2015), (Tiihonen, 2015), (Valtonen, 2015)

Suomen Betoniyhdistyksen (Suomen Betoniyhdistys ry, 2013) mukaan kuntotutkimukset voidaan myös rajata koskemaan vain jotain tiettyä rakennusosaa tai ongelmaa. Tällaisia erikoistutkimukset tulevat kysymykseen ”esimerkiksi kun aiemman kuntotutkimuksen pohjalta tarvitaan lisää tietoa jonkin tietyn osan kunnosta tai tahdotaan seurata jonkin osan kuntoa muita osia tiheämmin.”



Kuva 3: Parvekepieliseinän vaurioitumisen eteneminen kuntotutkimuksien välillä (Ranki;ym., 2015).

3 MEHTON KUNTOTUTKIMUKSET

3.1 Historia

Mehtolla kuntotutkimuksia on Leppäniemen, Linnan ja Valtosen mukaan alettu tehdä 1990-luvun alussa. 1980-luvun lopussa kehiteltiin kuntotutkimusmenetelmiä TTKK:ssa. Tätä kehitystyötä ja betonin karbonatisoitumisen tutkimista teki mm. Pekka Kokko (Kokko, 2016). Mehton ensimmäiset, nykyohjeiden edeltäjien mukaan tehdyt kuntotutkimukset ovat vuodelta 1993 (Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy).

Ensimmäiset kuntotutkimukset toteutettiin yhdessä TTKK:n kanssa. Tutkimuksissa käytettiin osittain TTKK:n mittaus- ja näytteenottokalustoa. Kuntotutkimusten määrän lisääntyessä hankittiin Mehtolle oma kuntotutkimuskalusto 1990-luvun alussa. Kalustoa on täydennetty ja uusittu tekniikan uusiutuessa. 1990-luvun alun jälkeen kuntotutkimukset on tehty pääosin omalla kalustolla.

Vuoteen 2000 asti kuntotutkimusten betoninäytteiden laboratoriokeet teetettiin pääosin TTKK:n talonrakennustekniikan laboratoriossa. Vuonna 2000 perustettiin Mehton oma betonilaboratorio Tampereen toimipisteeseen. Mehton omassa betonilaboratoriossa tehdään seuraavia betoninäytteiden tutkimuksia:

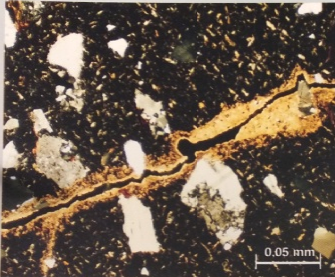
- silmämääräinen tarkastelu (ml. karbonatisoitumissyvyyydet)
- vetolujuuskokeet
- suojuhuokoskokeet ja kapillaari-imukokeet
- betonijauhenäytteiden kloridipitoisuuden määrittäminen

Betoninäytteiden ohuthietutkimukset teetettiin Imatran Voiman (myöhemmin Fortum Power and Heat Oy) tai VTT Rakennustekniikan laboratorioissa vuoteen 2001 asti. IVOLAB:in (Imatran Voiman laboratorio) vanhassa 1990-luvun alusta olevassa esitteessä (kuva 4) näkyy, mitä tutkimuksia IVOLAB:ista on voinut tilata. Vuodesta 2001 eteenpäin on kuntotutkimusten yhteydessä tehtävät ohuthietutkimukset teetetty Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy:ssä, jossa Mehto on perustajaosakkaana. Mehto on myös pyrkinyt kouluttamaan omasta henkilökunnastaan yhden henkilön ohuthietutkimuksia varten.

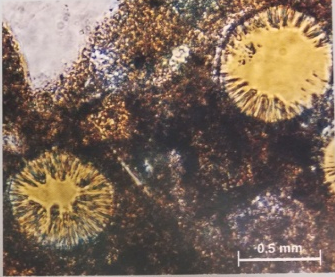
IVOLAB

BETONIN OHUTHIETUTKIMUKSET

Mieluummin asiantunteva kuntotutkimus kuin silmämääräinen kuntoarvio.



Seinämistään karbonisoitunut mikrohalkeama betonissa. 40X



Ettringiittitäyteisyyttä betonin suojuhuokosissa. 320X

Betonin mikrorakenteen tutkiminen ohuthieestä on avainasemassa, kun selvitetään vanhojen betonirakenteiden kuntoa ja vaurioita. Sama pätee uusien rakenteiden tuotekehittelyyn ja laadunvarmistukseen. Silmämäärin ehjältä näyttävässä betonissa piilevien mikrotason vaurioiden havaitseminen ajoissa vähentää ratkaisevasti rakenteiden kunnossapito- ja korjauskustannuksia.

Porausnäytteestä valmistetun 0,025 mm:n paksuisen betonileikkeen - ohuthieen - polarisaatiomikroskooppinen analysointi paljastaa betonin:

- * karbonatisoitumissyvyyden
- * huokosrakenteen (pakkasenkestävyyden)
- * huokostilojen täyteisyyden (mm. ettringiitti)
- * halkeamatyyppit (vaurioitumissyyn)
- * sideaineominaisuuksia (hydratoitumisen, seosaineet, tartunnan kiviainekseen)
- * runkoaineominaisuuksia (mm. mineraalikoostumuksen, alkalireaktiot)
- * mahdollisten pinnoitteiden rakenneominaisuuksia

- asioita, joiden tuntemus on edellytyksenä oikealaatuisten korjaustoimenpiteiden valinnalle ja riittävän käyttöiän varmistamiselle.

IVOLAB
Rajatorpantie 8, Vantaa, 01019 IVO
puh. (90) 856 11, fax (90) 563 2225
Kuntotutkimukset: Aki Meuronen (90) 8561 4652
Aki Schadewitz (90) 8561 4664
Ohuthieanalytiikka: Arto Koskiahde (90) 8561 4651

g40 - 544 5831
IVO
YHTIÖT

Kuva 4: Imatran Voiman Betonilaboratorion vanha mainos 1990- luvulta. (Leppäniemi, 1996)

Vuonna 1997 otettiin käyttöön silloisen BY42- ohjeen mukainen ”Laatusuunnitelma: Teräsbetonirakenteiden kuntotutkimus”. Vuonna 2001 valmistui Mehton oma ohje ”Kuntotutkimusten laadunvarmistus” (Tiihonen, 2001). Ohjeessa on käyty läpi kuntotutkimusprosessi. Lisäksi julkaisu ohjeistaa laboratoriokokeiden tekemisen Mehton omassa laboratoriossa. 2000- ja 2010- lukujen aikana kuntotutkimusraportit ovat kehittyneet mm. uusien Mehton sisäisten ohjetekstejä sisältävien raporttimallipohjien avulla.

3.2 Kuntotutkimusraporttien kehitys

Tätä opinnäytetyötä varten käytiin läpi noin 50 kappaletta vanhoja Mehton kuntotutkimusraportteja. Vanhimmat käytössä olleet raportit olivat vuodelta 1993 ja uusimmat vuoden 2015 syksyltä.

Mehton kuntotutkimusraporteissa on pyritty noudattamaan aina sen hetkisiä, voimassa olevia ohjeita betonirakenteiden kuntotutkimuksista. Lisäksi raporttien kirjoituksessa on pyritty huomioimaan muu yrityksen käytössä oleva tieto betonirakenteiden vaurioitumisesta.

Vanhoissa, 1990-luvun alkupuolelta olevissa raporteissa tämä on tarkoittanut sitä, että raporteissa on pyritty huomioimaan TTKK:n tekemät tutkimukset mm. betonirakenteiden karbonatisoitumisesta. Uudemmissa, 2000-luvun raporteissa on pyritty huomioimaan uudet kuntotutkimuksista tehdyt tutkimukset.

Koska kuntotutkimusraporttien mallit ovat seuranneet BY42- ohjeiden kehitystä, on raporttien malli ja sisältö muuttunut ja täydentynyt, ohjeiden muuttuessa. Vanhoissa 1990-luvun kuntotutkimusraporteissa raportin rakenne eroaa melko paljon nykyisestä raporttimallista. Lisäksi muutoksia on tullut mm. siihen, miten arvioidaan betonirakenteen vauriokehitystä.

Eroavaisuuksia Mehton vanhojen 1990-luvun kuntotutkimusraporttien ja uusien, 2010-luvun kuntotutkimusraporttien välillä:

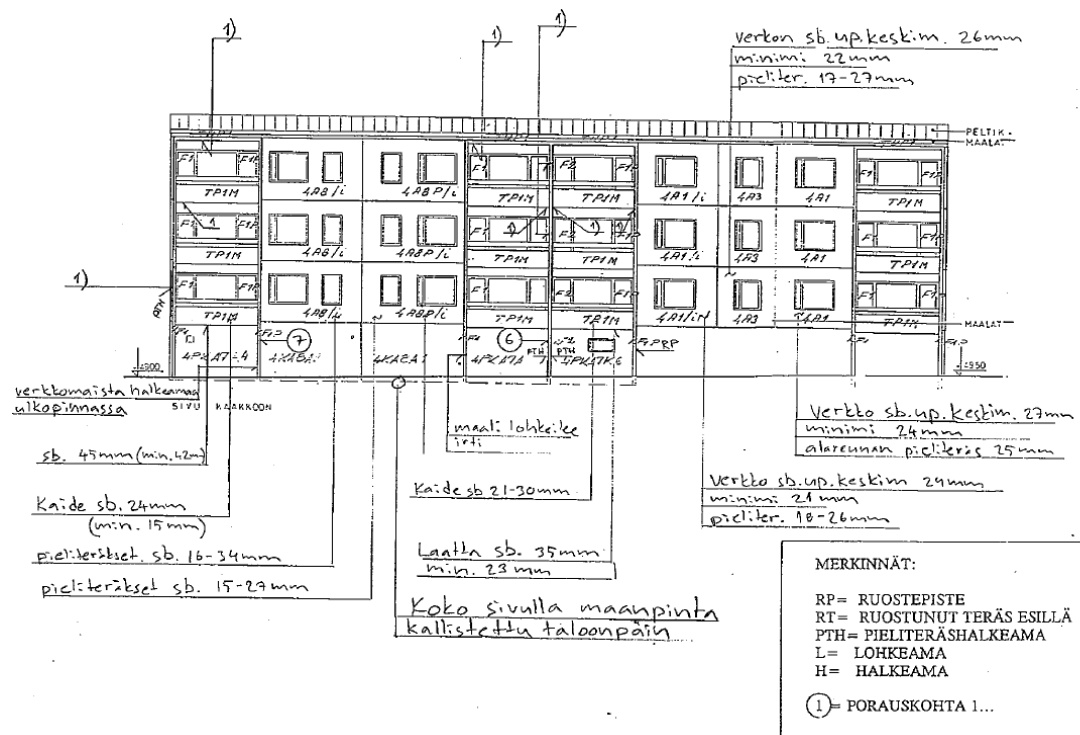
- Vanhoissa tutkimuksissa rakenteen tulevaa vauriokehitystä on arvioitu arvioimalla aikaa, jonka kuluessa karbonatisoituminen saavuttaa tietyn määrän teräksiä nk. ”teoreettinen jäljellä oleva käyttöikä”. Lisäksi rakenteen tulevaa vaurioitumista on arvioitu huomattavasti tiukemmin kuin uusissa raporteissa. Ts. jos betoni ei ole ollut pakkasenkestävää kosteusrasituksessa, on raportissa heti arvioitu, että rapautumisvaurioita odotettavissa.
- Uusissa tutkimuksissa rakenteen tulevaa vauriokehitystä on arvioitu laajemmilla mittareilla ja keskitytty huomattavasti enemmän siihen, kuinka paljon vaurioita on havaittu tähän mennessä. Ts. vaikka betoni ei olisi pakkasenkestävää, mutta siinä ei havaita merkittäviä vaurioita ja rakennus on ollut paikallaan jo 20 vuotta, ei ole odotettavaa, että yhtäkkiä vaurioitumista tapahtuisi suuria määriä.
- 1990-luvulla ei ole otettu mineraalivillanäytteitä mikrobimäärityksiä varten. 2000-luvulla on otettu mineraalivillanäytteitä lähes kaikissa kohteissa. 2010 jäl-

keen on mineraalivillanäytteiden ottoa kohteissa vähennetty ja näytteitä pyritään ottamaan vain erikoistapauksissa.

- Otsikoinnissa on tapahtunut muutoksia ja otsikointia on selkeytetty uudempiin raportteihin. Uusia väliotsikoita / erikseen raportissa tarkasteltavia asioita ovat mm. kosteus- ja lämpötekniinen toimivuus, elementtisaumat, pinnoitteet ja pintatarvikkeet.
- Ikkunoiden ja vesikaton silmämääräinen arviointi ("Muut rakenteet") on lisätty 2000-luvulla tehtyihin kuntotutkimusraportteihin. Vanhemmissa raporteissa muiden rakenteiden kunnan arviointi vaihtelee raportista riippuen.
- Siirtyminen filmikameralla kuvauksesta digitaalisella kameralla kuvaukseen 2000-luvun vaihteessa. Tämän siirtymisen myötä lisääntyi kuntotutkimuksen kenttätutkimuksien yhteydessä otettu valokuvamäärä huomattavasti. Filmikamera-aikana yhden kuntotutkimuksen aikana otettiin noin 24-48 valokuvaa. Nykyään kuntotutkimusten yhteydessä valokuvamäärä kenttätutkimuksissa on vakiintunut noin 100-300 kuvaan.
- Siirtyminen osittain manuaalisesta raporttien tekemisestä kokonaan digitaalisen raporttien tekemiseen. Vanhojen raporttien materiaali on osittain saatavilla ainoastaan paperiversioina. Kuvissa 5 ja 6 on esitetty vanhojen kuntotutkimusraporttien, käsin tehtyjä liitesivuja.
- Vetokokeiden tekotapa laboratoriokokeissa: 1990-luvun alun raporteissa betoninäytteille on tehty halkaisuvetolujuuskokeet, 1990-luvun puolella välissä on alettu vetokokeet tehdä aksiaalisenä vetona. Halkaisuvetolujuuskokeiden ja aksiaalisten vetokokeiden tulokset eivät ole keskenään vertailukelpoisia, sillä erityisesti pakkasrapautuman aiheuttama, pinnan suuntainen halkeilu heikentää näytteen aksiaalista vetolujuutta enemmän kuin halkaisuvetolujuutta.



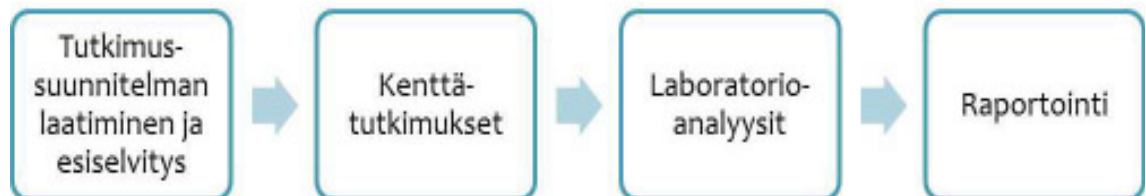
Kuva 5: Esimerkki vuonna 1993 laaditun kuntotutkimusraportin valokuva-liitteestä. (Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy)



Kuva 6: Vanhan kuntotutkimusraportin julkisivukaaviot, joihin on merkitty myös peitepaksuusmittauksien tulokset. (Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy)

3.3 Kuntotutkimusprosessi

Mehton kuntotutkimusprosessi noudattaa BY42:ssa (Suomen Betoniyhdistys ry, 2013) ja Betonijulkisivun ja parvekkeiden kuntotutkimuksen tilaajan ohjeen kuvassa (kuva 7) (Suomen Betoniyhdistys ry, 2014) esitettyjä kuntotutkimuksen vaiheita.



Kuva 7: Kuntotutkimuksen vaiheet. (Suomen Betoniyhdistys ry, 2014)

Mehton kuntotutkimusprosessi etenee tyypillisesti seuraavan listauksen mukaisesti. Listaus on laadittu Mehton oman julkaisun ”Kuntotutkimusten laadunvarmistus”(Tiihonen, 2001) ohjeiden mukaan sekä Leppäniemen, Tiihosen, Valtoisen sekä omien kommenttieni perusteella.

Kuntotutkimusprosessi – peruskuntotutkimus

1. Tarjous
 - a. By42-tilaajan ohje 2014 mukaisesti
2. Tutkimussuunnitelma
 - a. lähtötiedot (vanhat piirustukset, korjaushistoria)
 - b. tutkittavat asiat (yhteys isännöitsijään ja tilaajaan, mahdolliset riskipaikojen, jo tiedossa olevien ongelmien selvitys)
 - c. silmämääräinen katselmus kohteella
 - d. näytemäärä ja mahdolliset tutkimuksen rajaukset (julkisivut, joille ei päästä nostokorista yms tutkimusta rajoittavat tekijät)
3. Kenttätutkimukset
 - a. henkilönostimen tilaus ja tiedotus kuntotutkimuksesta isännöitsijälle / taloyhtiölle / kohteen käyttäjille
 - b. kaluston pakkaus kenttätutkimuspäivää varten (samalla kaluston tarkastus)
 - c. kenttätutkimukset
 - d. näytelähteet laboratoriotutkimuksiin ja näytteiden lähetys laboratorioon
 - e. kaluston purku ja puhdistus

4. Laboratoriokokeet

- a. "Kuntotutkimusten laadunvarmistus" (Tiihonen, 2001) mukaan
- b. BY42 ohjeita noudattaen, tehdään myös betoninäytteiden suojahuokoskokeet

5. Raportointi

- a. Mehton malliraporttipohjaan (valitaan parhaiten kohteeseen sopiva malliraporttipohja)
- b. By42 ja muita ohjeita noudattaen
- c. raportin tarkastus (kokenut kuntotutkija / FISE-pätevyys)
- d. raportin hyväksynnän jälkeen raportin lähetys sovitussa muodossa tilaajalle

4 CASE-ESIMERKIT

4.1 Yleistä

Seuraavassa on käsitelty tarkemmin viisi erilaista case-esimerkkiä kohteista, joihin on tehty kuntotutkimuksia useita kertoja. Näiden case-esimerkkien perusteella on myöhemmin opinnäytetyössä arvioitu lisä- ja seurantakuntotutkimuksien prosesseja sekä tarkasteltu eroavaisuuksia uusien ja vanhojen Mehton kuntotutkimuksien välillä.

Case-esimerkkikohteiden valinta on suoritettu siten, että case-esimerkkeihin on saatu kohteita, jotka edustavat erityyppisiä lisä- ja seurantakuntotutkimuksia. Kaksi case-esimerkkiä seurantakuntotutkimuksista ja kaksi lisäkuntotutkimuksista on laadittu Mehton kuntotutkimusraporttien perusteella.

Case-esimerkki kuntotutkimuksista koko rakennuksen elinkaaren aikana on koottu yhdistelemällä useampia Mehton kuntotutkimuksia. Case-esimerkin tavoitteena on antaa malliesimerkki siitä, miten kuntotutkimuksia voidaan käyttää hyväksi rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa.

4.2 Case 1: Seurantakuntotutkimus 1

(Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy)

4.2.1 Kohde

Kuntotutkimuksen kohteena olivat kahden länsisuomalaisessa rannikkokaupungissa sijaitsevan asuinkerrostalon (yksi taloyhtiö) julkisivut ja parvekkeet. Talot on rakennettu vuonna 1981. Kohteen taloissa on 3 kerrosta.

Kohteen julkisivut ovat pääosin maalattupintaisia sandwich-elementtejä. Porrashuoneiden ja ullakko-osan kohdalla julkisivuverhouksena on profiilipelti. Sokkelit on valettu paikalla.

Rakennusten parvekkeet ovat rakennuksen rungosta ulkonevia, kantavin pieliseinin tuettuja betonielementtiparvekkeita. Parvekelaatat tukeutuvat alemman pieliseinin yläpäähän muodostettuun hyllyyn. Kaidelevyt on valettu parvekelaattojen kanssa yhteen.



Kuva 8: Yleiskuva kohteen toisen talon julkisivusta.

4.2.2 Lähtötiedot, historia

Kohteen aikaisemmista (ennen vuoden 1999 peruskuntotutkimusta tehdyistä) korjauksista ei ollut käytössä tietoja. Peruskuntotutkimuksen jälkeen kohteen julkisivut ja parvekkeet on kunnostettu vuonna 2000.

4.2.3 Peruskuntotutkimus

Kohteeseen on tehty peruskuntotutkimus vuonna 1999.

Tutkimus on tehty noudattaen tutkimuksen tekohetkellä voimassa ollutta ohjetta BY42 – Betonijulkisivun kuntotutkimus, 1997.

Tutkimuksessa on otettu 25 kpl betoninäyteliერიöitä. Lisäksi otettiin neljä betonijauhe-näytettä kloridipitoisuuden määrittämistä varten.

Terästen suojabetonipaksuuksia on mitattu pistokokein peitepaksuusmittarilla Profometer 3. Betoninäytteiden silmämääräinen tarkastelu, karbonatisoitumissyvyyden määrittäminen, vetolujuudet ja suojahuokossuhteiden määrittäminen on tehty TTKK:n Talonrakennustekniikan laboratoriossa. Viidelle betoninäytteelle on tehty ohuthieanalyysi Fortum Power and Heat Oy:n laboratoriossa.

Tutkimuksen yhteydessä ei ole ollut käytössä kohteen rakennepiirustuksia.

Julkisivut

Kuntotutkimuksessa on todettu, että terästen korroosio ei ole ongelma julkisivuissa vuosikymmeniä. Parissa kohtaa ulkokuoren viisteessä havaittiin esiin ruostunut pielite-räs.

Ulkokuorinäytteiden vetolujuus oli hyvä. Pääosassa betoninäytteitä kapillaari-meityspitoisuus oli normaalia suurempi ja lisäksi ulkokuorinäytteiden betoni ei ollut pakkasenkestävää kosteusrasituksessa. Kenttätutkimuksissa sokkeleissa todettiin useissa kohdoin voimakasta rapautumaa. Muuten julkisivuissa ei havaittu pakkasrapautumaa kenttä- ja laboratoriotutkimuksissa. Tutkimuksessa ei ole arvioitu mahdollista pakkasrapautumisen etenemistä.

Julkisivujen maalipinnoite on paikoin kulunut tai hilseillyt / irtoillut. Elementtien välisissä kittisaumoissa esiintyy halkeilua.

Kuntotutkimuksessa julkisivuille on ehdotettu tässä vaiheessa vain kevyitä, kosteusrasitusta alentavia toimenpiteitä. Näitä ovat paikallisten korroosiovaurioiden laastipaikkaukset ja elementtisaumojen uusiminen.

Parvekkeet

Kuntotutkimuksen perusteella pieliseinissä esiintyy terästen korroosiosta johtuvaa betonin halkeilua ja lohkeilua. Pieliseinien etuosissa havaittiin myös pakkasrapautumaa. Pieliseinien betonia ei voida pitää pakkasenkestävänä kosteusrasituksessa.

Parvekelaattojen ja -kaiteiden betonia ei voida luokitella pakkasenkestäväksi kosteusrasituksessa. Parvekelaatoissa on odotettavissa lähivuosina vain paikallisia, vähäisiä

korroosiovaurioita. Parvekekaiteissa havaittiin yksittäisiä korroosio- ja pakkasrapautumisvaurioita.

Kuntotutkimuksessa parvekkeisiin on ehdotettu perusteellista kunnostusta. Pieliseinien etureunojen korjaukset edellyttävät laajoja lamellivaluja, joten myös parvekkeiden uusimista suositellaan harkittavaksi.

Muut rakenteet

Muiden vaipparakenteiden (vesikatto, ikkunat) kunto on kerrottu lyhyesti raportissa. Raporttitekstissä muiden rakenteiden kunto on käsitelty noin yhden kappaleen mittaisilla teksteillä, joissa on kerrottu rakenteista tehdyt silmämääräiset havainnot.

Vesikate on hyväkuntoinen. Joidenkin parvekkeiden katoilla makaa vesi.

Raportin perusteella ikkunoiden maalipinnoite on pääosin hyvässä kunnossa.

4.2.4 Seurantakuntotutkimus 1

Kohteeseen on tehty seurantakuntotutkimus vuonna 2008.

Tutkimus on tehty noudattaen tutkimuksen tekohetkellä voimassa ollutta ohjetta BY42 – Betonijulkisivun kuntotutkimus, 2002.

Tutkimuksessa on otettu 16 kpl betoninäytelieriöitä. Lisäksi otettiin kolme betonijauhe-, kolme mineraalivilla-, kolme saumausmassa- ja kolme maalinäytettä. Terästen suoja-betonipaksuuksia on mitattu peitepaksuusmittarilla Profometer 5.

Betoninäytteiden silmämääräinen tarkastelu, karbonatisoitumissyvyyden määrittäminen, vetolujuudet ja suojahuokossuhteiden määrittäminen on tehty Mehton omassa laboratoriossa. Kolmelle betoninäytteelle tehtiin ohuthieanalyysi Betonialan Ohuthiekeskus FCM:n laboratoriossa. Mineraalivillanäytteiden mikrobikasvuston tutkimukset tehtiin Suomen Sisäilmaston Mittauspalvelu Oy:n laboratoriossa. Saumausmassanäytteiden liijypitoisuuden määrittäminen tehtiin Envitop Oy:n laboratoriossa. Maalinäytteiden asbestipitoisuuden määrittäminen tehtiin Työterveyslaitoksen aerosolilaboratoriossa.

Tutkimuksen yhteydessä ei ole ollut käytössä kohteen rakennepiirustuksia. Tutkimuksessa oli käytössä edellinen kohteeseen tehty kuntotutkimus.

Julkisivut

Seurantakuntotutkimuksen perusteella kohteen julkisivuissa ei ollut lähitulevaisuudessa odotettavissa merkittäviä korroosiovaurioita. Seurantakuntotutkimuksessa julkisivuissa havaittiin jonkin verran pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita. Vauriot eivät kuitenkaan olleet olennaisesti edenneet vuoden 1999 jälkeen. Lähivuosina julkisivuissa oli odotettavissa yksittäisiä, paikallisia pakkasrapautumisvaurioita.

Seurantakuntotutkimuksessa suositeltiin, että julkisivuihin tehdyn kunnostuksen käyttöikä hyödynnetään vielä noin 5-7 vuotta kevyiden kunnostusten avulla. Lisäksi suositeltiin, että noin viiden vuoden kuluttua selvitetään julkisivurakenteiden rapautumistilanne ja päätetään tarkemmin ko. rakenteisiin soveltuva korjausvaihtoehto.



Kuva 9: Kohteen julkisivuelementissä esiintynyttä vähäistä maalipinnoitteen irtoilua vuoden 2008 kuntotutkimuksessa.

Parvekkeet

Seurantakuntotutkimuksessa kohteen pieliseinien etureunoissa havaittiin yksittäisiä terästen korroosiosta johtuvia halkeamia ja lohkeamia. Lähivuosina pieliseinien etureunoissa oli odotettavissa jonkin verran korroosiovaurioiden lisääntymistä, koska edellisessä korjauksessa tehdyt laastipaikkaukset ovat osin melko heikkolaatuisia. Muuten

parvekkeissa ei ollut odotettavissa merkittäviä korroosiovaurioita. Lähivuosina muutamissa pieliseinissä oli odotettavissa paikallista pakkasrapautumaa. Muuten parvekerakenteissa ei ole odotettavissa merkittäviä pakkasrapautumisvaurioita.

Seurantakuntotutkimuksessa suositeltiin että parvekkeisiin tehdyn kunnostuksen käyttökäytä hyödynnetään vielä noin 5-7 vuotta kevyiden kunnostusten avulla. Lisäksi suositeltiin, että noin viiden vuoden kuluttua selvitetään parvekerakenteiden rapautumistilanne ja päätetään tarkemmin ko. rakenteisiin soveltuva korjausvaihtoehto.

Muut rakenteet

Muiden vaipparakenteiden (vesikatto, ikkunat) kunto on kerrottu lyhyesti raportissa. Raporttitekstissä muiden rakenteiden kunto on käsitelty noin kahden kappaleen mittaisilla teksteillä, joissa on kerrottu rakenteista tehdyt silmämääräiset havainnot.

Vesikate on hyväkuntoinen. Joidenkin parvekkeiden katoilla makaa vesi. Rakennusten välissä on puukatos, jossa esiintyy pitkälle edennyttä lahoa.

Raportin perusteella ikkunoiden maalipinnoite on pääosin hyvässä kunnossa.



Kuva 10: Rakennusten välinen puukatos vuoden 2008 kenttätutkimuksissa.

Aikaisempien tutkimusten hyväksikäyttö / vertailu

Vuonna 1999 tehtyä kuntotutkimusta on käytetty suppeasti hyväksi johtopäätöksissä. Johtopäätöksissä on tehty vertailua vanhoihin havaintoihin, sekä huomioitu se, että peruskuntotutkimuksen jälkeen, ennen seurantakuntotutkimusta, on tehty korjauksia.

Betoninäytteille on seurantakuntotutkimuksessa tehty samat laboratoriokokeet kuin peruskuntotutkimuksessa. Peruskuntotutkimuksen laboratoriokokeita tai peitepaksuusmittauksia ei ole mainittu tai käytetty hyväksi seurantakuntotutkimusraportissa.

4.2.5 Seurantakuntotutkimus 2

Kohteeseen on tehty seuraava seurantakuntotutkimus vuonna 2014.

Tutkimus on tehty noudattaen tutkimuksen tekohetkellä voimassa ollutta ohjetta BY42 – Betonijulkisivun kuntotutkimus, 2013.

Tutkimuksessa on otettu 12 kpl betoninäyteliiriöitä. Tutkimuksen yhteydessä ei tehty peitepaksuusmittauksia.

Betoninäytteiden silmämääräinen tarkastelu, karbonatisoitumissyvyyden määrittäminen, vetolujuudet ja suojahuokossuhteiden määrittäminen on tehty Mehton laboratoriossa. Kolmelle betoninäytteelle tehtiin ohuthieanalyysi Betonialan Ohuthiekeskus FCM:n laboratoriossa.

Tutkimuksen yhteydessä ei ole ollut käytössä kohteen rakennepiirustuksia. Tutkimuksessa oli käytössä edelliset kohteeseen tehdyt kuntotutkimukset.

Julkisivut

Seurantakuntotutkimuksessa julkisivuissa ei havaittu teräskorroosion aiheuttamia vaurioita. Aikaisempien kuntotutkimusten ja tämän kuntotutkimuksen yhteydessä tehtyjen laboratoriokokeiden ja peitepaksuusmittausten perusteella teräskorroosio ei ole lähivuosina ongelma julkisivuelementeissä.

Kenttätutkimuksissa havaittiin yksittäisissä julkisivuelementeissä mahdollisesti rapautumaan viittaavia pehmeitä kohtia. Vauriot eivät ole olennaisesti edenneet edellisen kuntotutkimuksen jälkeen. Julkisivuelementeissä ei havaittu laaja-alaista / merkittävää pakkasrapautumaa, eikä sitä ole odotettavissa lähivuosinakaan. Sokkeleissa todettiin

kenttätutkimuksissa muutamissa kohdin rapautumaan viittaavia pehmeitä kohtia. Sokkeleiden normaalia suuremman kosteusrasituksen ja puutteellisen pakkasenkestävyyden takia sokkeleiden pakkasrapautumavaurioiden lisääntyminen on todennäköistä.

Julkisivujen betonirakenteisilla alueilla kosteustekninen toimivuus on tällä hetkellä kohdalainen. Julkisivujen kosteusteknistä toimivuutta heikentävät elementtisaumojen paikallinen halkeilu, vesikaton räystäältä puuttuva vastapelti sekä seinien vierustoilta puuttuvat sepelikaistat. Julkisivujen maalipinnoitteet ovat pääosin kunnossa. Porrashuoneiden julkisivuissa vaneri- ja profiilipeltiverhoiluilla alueilla todettiin vanerilevyjen käyritymistä ja levyjen välisten liitosten aukeamista, minkä vuoksi porrashuoneiden julkisivujen kosteustekninen toimivuus on heikko.

Koska julkisivujen vaurioituminen ei ole edennyt merkittävästi edellisen kuntotutkimuksen jälkeen, suositeltiin seurantakuntotutkimuksessa, että julkisivuille tehdään tässä vaiheessa vain kevyitä, kosteusrasitusta alentavia toimenpiteitä (mm. elementtisaumojen uusiminen, vastapellin lisääminen räystäälle, profiilipeltiverhoiltujen alueiden korjaukset). Lisäksi suositeltiin, että noin 7-10 vuoden kuluttua selvitetään julkisivurakenteiden vaurioitumistilanne uudestaan ja päätetään jatkotoimenpiteistä.



Kuva 11: Porrashuoneen kohdan vanerilevyjen vaurioita vuoden 2014 kuntotutkimuksessa.

Parvekkeet

Seurantakuntotutkimuksessa pieliseinissä havaittiin yksittäisiä terästen korroosion aiheuttamia vaurioita. Vauriot ovat paikoin laajentuneet / lisääntyneet edellisen kuntotutkimuksen jälkeen. Aikaisempien kuntotutkimusten ja tämän kuntotutkimuksen yhteydessä tehtyjen laboratoriokokeiden ja peitepaksuusmittausten perusteella teräskorroosio ei ole lähivuosina merkittävä ongelma parvekelaatoissa tai –kaiteissa. Pieliseinien reunoilla on odotettavissa nykyisten vaurioiden laajenemista sekä yksittäisiä uusia vaurioita.

Muutamassa pieliseinässä havaittiin pakkasrapautumasta johtuvaa halkeilua tai siihen viittaavia pehmeämpiä kohtia betonissa. Osin vaurioituminen on laajentunut vuoden 2008 kuntotutkimuksen jälkeen. Parvekelaatoissa ja –kaiteissa ei havaittu kenttätutkimuksissa pakkasrapautumaa. Laboratoriokokeiden perusteella parvekerakenteiden betonia ei voida luokitella pakkasenkestäväksi kosteusrasituksessa. Lähivuosina pieliseinissä on odotettavissa pakkasrapautuman lisääntymistä. Parvekelaatoissa ja –kaiteissa ei lähivuosina ole odotettavissa merkittävää pakkasrapautumaa.

Parvekkeiden kosteustekninen toimivuus on kohtalainen.

Parvekerakenteissa, erityisesti pieliseinissä, vaurioituminen on edennyt edellisen kuntotutkimuksen jälkeen. Seurantakuntotutkimuksessa suositeltiin parvekkeisiin perusteellista kunnostusta noin 2-3 vuoden kuluessa. Mikäli korjauksia siirretään pidemmälle, pieliseinien pakkasrapautuminen voi edetä siinä määrin, että parvekkeiden korjaaminen ei ole enää teknisesti järkevää vaan ne joudutaan uusimaan. Ennen parvekekorjauksia ylimpien pieliseinien rapautumistilannetta tulee seurata säännöllisesti ja mahdolliset irtoavat betonin kappaleet pudottaa hallitusti alas.



Kuvat 9 ja 10: Vasemmalla talon 1 itäpäädyn ylin pieliseinä vuonna 2008. Oikealla sama pieliseinä vuonna 2014. Pakkasrapautuminen on edennyt pieliseinän etupinnassa, lisäten betonin halkeilua ja irtoilua.

Kuva 12: Ote vuoden 2014 kuntotutkimuksen valokuvavaliitteesta.

Muut rakenteet

Muiden vaipparakenteiden (vesikatto, ikkunat) kunto on esitetty lyhyesti raportissa. Raporttitekstissä muiden rakenteiden kunto on käsitelty noin kahden kappaleen mittaisilla teksteillä, joissa on kerrottu rakenteista tehdyt silmämääräiset havainnot.

Vesikatteessa ei havaittu merkittäviä vaurioita. Rakennusten sisäänkäyntikatosten sammalkasvusto on lisääntynyt edellisen kuntotutkimuksen jälkeen. Rakennusten välinen puukatos on uusittu edellisen kuntotutkimuksen jälkeen.

Raportin perusteella ikkunoiden ulkopuolen puuosissa esiintyy jonkin verran pintahalkeilua ja haristumista. Joidenkin ikkunoiden ulkopuitteen alakappaleessa havaittiin lahoa. Tutkimuksessa on suositeltu, että ikkunoiden kunto tutkitaan tarkemmin sisäkautta tehtävin avauksin.



Kuva 13: Rakennusten välinen puukatos vuoden 2014 kuntotutkimuksessa.

Aikaisempien tutkimusten hyväksikäyttö / vertailu

Uusin seurantakuntotutkimusraportti noudattaa malliltaan tämän opinnäytetyön yhteydessä laadittua malliraporttia seurantakuntotutkimuksia varten.

Lisänä edellisiin tähän kohteeseen tehtyihin tutkimuksiin oli tässä tutkimuksessa kiinnitetty julkisivujen osalta aiempaa enemmän huomiota myös julkisivujen pieniin, levyverhoiltuihin alueisiin. Alueet on mainittu raportissa tarkemmin siksi, että levyverhoilluilla alueilla havaittiin enemmän vaurioita kuin aiemmissä tutkimuksissa.

Silmämääräisten havaintojen välillä ei ole ristiriitaisuutta edellisiin raportteihin verrattuna. Raportin johtopäätöksissä on tehty vertailu edellisiin tutkimuksiin.

Tutkimuksessa on selvitetty myös betoninäytteiden huokoisuusarvot. Johtopäätöksissä on viitattu myös aiempien kuntotutkimusten laboratoriokokeiden tuloksiin. Aiemman tutkimuksen tuloksista on raportissa erikseen mainittu peitepaksuusjakaumat.

4.2.6 Johtopäätökset

Tämän kohteen kohdalla on havaittavissa hyvin kuntotutkimusraportoinnin kehittyminen 1990-luvulta 2000-luvulle.

Ensimmäinen seurantakuntotutkimus on toteutettu samantyyppisillä näytemäärillä, millä yleensä tutkimuksen tekoaikaan toteutettiin peruskuntotutkimus. Jälkimmäisen seurantakuntotutkimuksen näytemäärä on sillä tasolla, mikä on nykyään normaali näytemäärä Mehton tekemissä seurantakuntotutkimuksissa.

Kummassakin seurantakuntotutkimuksessa on kiinnitetty huomiota jo ensimmäisen kuntotutkimuksen yhteydessä havaittuihin vaurioihin. Seurantakuntotutkimuksissa on myös arvioitu tehtyjen korjausten käyttöikä.

Ensimmäisen seurantakuntotutkimuksen perusteella saatiin tarkennettua tietoa kohteen oletettavissa olevista korjauksista. Lisäksi saatiin tietoa edellisen korjauksen onnistumisen laadusta, mm. tieto siitä, että ko. kohteella on parvekkeiden osalta kunnostus onnistunut osittain normaalia heikkolaatuisemmin, joten parvekkeiden kunnostuksen käyttöikä voidaan arvioida olevan normaalia lyhyempi.

Vanhan peruskuntotutkimuksen perusteella ei tilaaja olisi enää voinut arvioida kohteen tulevaa vaurioitumista ja korjaustarvetta vuonna 2000 tehtyjen korjauksien jälkeen. Seurantakuntotutkimukset tarjosivat tilaajalle ajantasaista tietoa kohteen vaurioitumisesta ja korjauksien onnistumisesta.

Alkuperäiseen peruskuntotutkimusraportin ja ensimmäisen seurantakuntotutkimusraportin korjaussuosituksia saatiin julkisivujen osalta siirrettyä eteenpäin, kun julkisivujen vaurioitumista seurattiin säännöllisesti. Tilaaja saa kustannushyötyä siitä, että korjaukset pystytään suorittamaan myöhemmin, kuin mitä peruskuntotutkimuksessa alun perin oli arvioitu.

4.3 Case 2: Seurantakuntotutkimus 2

(Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy)

4.3.1 Kohde

Kuntotutkimuksen kohteena olivat kahden keskisuomalaisessa kaupungissa sijaitsevan asuinkerrostalon julkisivut ja parvekkeet. Talot on rakennettu vuonna 1976. Toisessa kohteen taloista 5 kerrosta ja kellarikerros, toisessa taloista on 3 kerrosta ja kellarikerros.



Kuva 14: Yleiskuva kohteen toisesta rakennuksesta.

Rakennusten asuinkerrosten julkisivut ovat pesubetonipintaisia sandwich-elementtejä. Maantasokerroksen elementit ovat sileäpintaisia, maalattuja sandwich-elementtejä. Väestönsuojien kohdalla maantasokerroksen seinä on paikalla valettu maalattupintainen teräsbetoniseinä.

Kohteessa on rakennuksen rungosta ulkonevat betonielementtiparvekkeet. Parveke-
laatat tukeutuvat omilla perustuksillaan oleviin pieliseiniin. Parvekekaiteet ovat teräs-
runkoisia ja profiilipeltiverhoiltuja. Parvekerakenteet ovat maalattuja.

4.3.2 Lähtötiedot, historia

Ennen ensimmäisen perustutkimuksen tekemistä kohteen kellarikerroksen ulkoseinät
ja parvekkeet on maalattu kesällä 1997.

4.3.3 Peruskuntotutkimus

Kohteeseen on tehty ensimmäinen perustutkimus vuonna 1998.

Tutkimus on tehty noudattaen tutkimuksen tekohetkellä voimassa ollutta ohjetta BY42
– Betonijulkisivun kuntotutkimus, 1997.

Tutkimuksessa on otettu 14 kpl betoninäytelieriöitä. Parvekkeista otettiin normaalia
vähemmän näytteitä, koska ne oli juuri kunnostettu (Leppäniemi, 2015). 1990-luvulla
tehdyissä tutkimuksissa oli tyypillistä, että jos ennen peruskuntotutkimusta oli juuri tehty
kunnostus, ei näytteitä otettu yhtä paljon kuin normaalissa peruskuntotutkimuksessa
(Leppäniemi, 2015).

Terästen suojabetonipaksuuksia on mitattu pistokokein peitepaksuusmittarilla Profome-
ter 3. Betoninäytteiden silmämääräinen tarkastelu, karbonatisoitumissyvyyden määri-
tys, vetolujuudet ja suojahuokossuhteiden määrittäminen on tehty TTKK:n Talonrakennus-
tekniikan laboratoriossa. Kolmelle betoninäytteelle on tehty ohuthieanalyysi VTT:n ra-
kennustekniikan laboratoriossa. Sandwich-elementtien ulkokuorista otettiin kaksi beto-
nijauhenäytettä kloridipitoisuuden määrittämistä varten. Pieliseinistä otettiin yksi betoni-
jauhenäyte kloridipitoisuuden määrittämistä varten.

Tutkimuksen yhteydessä ei ole ollut käytössä kohteen rakennepiirustuksia.

Liite 5 (1/3)

| KOHDE: | SW # | SW PIELITER. |
|--------|------|--------------|
| | 5 | 5 |
| | 6 | 6 |
| | 7 | 7 |
| | 8 | 8 |
| | 9 | 9 |
| | 10 | 10 |
| | 11 | 11 |
| | 12 | 12 |
| | 13 | 13 |
| | 14 | 14 |
| | 15 | 15 |
| | 16 | 16 |
| | 17 | 17 |
| | 18 | 18 |
| | 19 | 19 |
| | 20 | 20 |
| | 21 | 21 |
| | 22 | 22 |
| | 23 | 23 |
| | 24 | 24 |
| | 25 | 25 |
| | 26 | 26 |
| | 27 | 27 |
| | 28 | 28 |
| | 29 | 29 |
| | 30 | 30 |
| | 31 | 31 |
| | 32 | 32 |
| | 33 | 33 |
| | 34 | 34 |
| | 35 | 35 |
| | 36 | 36 |
| | 37 | 37 |
| | 38 | 38 |
| | 39 | 39 |
| | 40 | 40 |
| | 41 | 41 |
| | 42 | 42 |
| | 43 | 43 |
| | 44 | 44 |
| | 45 | 45 |
| | 46 | 46 |
| | 47 | 47 |
| | 48 | 48 |

Handwritten notes on the table:

- Rows 15 and 16: karb 15,3 mm
- Row 20: $k = 3,26 \text{ mm} / \sqrt{a}$
- Row 22: $a \approx 50 \text{ vuotta}$
- Row 25: $a > 50 \text{ vuotta}$
- Row 28: 25%
- Row 31: $ka = 28356 / 913 = 31,1 \text{ mm}$
- Row 34: 25%
- Row 38: $ka = 10279 / 265 = 38,8 \text{ mm}$

Kuva 15: Kohteen peruskuntotutkimuksen yhteydessä tehtyjen sandwich-elementtien peitepaksuusmittausten tulokset taulukoituna.

Julkisivut

Kuntotutkimuksen perusteella kohteen pesubetonipintaisissa julkisivuissa terästen korrosio ei ole merkittävä ongelma. Kellarikerroksen elementeissä tulee korrosiovaurioita esiintymään melko paljon jo lähivuosina. Otettujen kloridipitoisuusnäytteiden perusteella kloridit eivät kiihdytä terästen korroosiota.

Ulkokuorien betoni ei ole pakkasenkestävää kosteusrasituksessa. Julkisivuissa havaittiin melko paljon pakkasrapautumaa. Talon B kaakonpuoleisesta päädyistä irtosi vasa-roitaessa laajoilta alueilta ulkokuorien pesubetonikerrosta. Ulkokuorien käyttöiän kannalta pakkasrapautuma tulee olemaan merkittävin ongelma lähivuosina.

Julkisivujen saumat eivät ole kaikilta osin vesitiiviitä.

Julkisivuihin ehdotetaan tehtäväksi ajoissa peittävää korjausta, jolloin vanhat ulkokuoret voidaan jättää varmistuspultattuina uuden ulkoverhouksen alle.



Kuva 16: Vaurioitunut pesubetonielementti vuoden 1998 kuntotutkimuksessa.

Parvekkeet

Kuntotutkimuksen perusteella parvekkeiden pieliseinissä tulee esiintymään runsaasti korroosioaurioita jo lähivuosina. Pieliseinissä ei havaittu pakkasrapautumaa.

Parvekelaattojen ”teoreettinen käyttöikä” on peitepaksuusmittausten perusteella vajaat 20 vuotta. Parvekelaatoissa ei havaittu pakkasrapautumaa.

Parvekkeisiin ehdotetaan nykyisen korjauksen hyödyntämistä vielä noin 5 vuotta, jonka jälkeen parvekkeille on tehtävä perusteellinen kunnostus.

Muut rakenteet

Tässä tutkimuksessa on käsitelty muutamalla lauseella vesikatto (lumikerroksen peittäjä, ei voitu tutkia) ja räystäspellitykset (paikoin heikosti kiinni). Muiden vaipparakenteiden (esimerkiksi ikkunat, parvekeovet) kuntoa ei ole käsitelty raportissa.

4.3.4 Silmämääräinen arvio

Kohteeseen on tehty suppea silmämääräinen arvio vuonna 2000. Silmämääräisessä arvioissa kohteen julkisivujen ja parvekkeiden kunto on arvioitu asteikolla 1-4 (1-hyvä, 2-tyydyttävä, 3-välttävä, 4-heikko).

Silmämääräisen arvion perusteella julkisivujen kuntoluokka on osin 4. Parvekkeiden kuntoluokka on 2-3.

Silmämääräisen arvion tekstihuomioissa mainitaan, että julkisivuissa esiintyy etenkin ulkokuorien nurkissa ja reunoilla paikoin pakkasrapautumaa. Erityisesti talon B päätyelementtien ulkokuorista pesubetonikerros on irronnut laajoilta alueilta. Talon B päätyelementistä mahdollisesti putoilevat pesubetonikappaleet muodostavat merkittävät turvallisuusriskin. Parvekepielissä on havaittu jonkin verran korroosiovaurioita.

4.3.5 Seurantakuntotutkimus 1

Kohteeseen on tehty seurantakuntotutkimus vuonna 2006.

Aiemman tutkimuksen perusteella seurantakuntotutkimuksessa keskityttiin julkisivujen osalta erityisesti pakkasrapautumistilanteen arviointiin. Parvekkeille tehtiin tässä yhteydessä normaali peruskuntotutkimus.

Tutkimus on tehty noudattaen tutkimuksen tekohetkellä voimassa ollutta ohjetta BY42 – Betonijulkisivun kuntotutkimus, 2002.

Tutkimuksessa on otettu 18 kpl betoninäytelieriöitä ja 6 kpl betonijauhenäytteitä. Terästen suojabetonipaksuuksia on mitattu peitepaksuusmittarilla Profometer 5. Tutkimuksessa terästen suojabetonipaksuuksia mitattiin vain parvekkeista, sillä julkisivuelementtien osalta terästen suojabetonipaksuuksista saatiin riittävät tiedot vuoden 1998 raportista. Julkisivujen lämmöneristeistä otettiin neljä mineraalivillanäytettä.

Betoninäytteiden silmämääräinen tarkastelu, karbonatisoitumissyvyyden määrittäminen, vetolujuudet ja suojahuokossuhteiden määrittäminen on tehty Mehton omissa laboratorioissa. Kolmelle betoninäytteelle tehtiin ohuthieanalyysi Betonialan Ohuthiekeskus FCM:n laboratorioissa. Mineraalivillanäytteiden mikrobikasvuston tutkimukset tehtiin Suomen Sisäilmaston Mittauspalvelu Oy:n laboratorioissa.

Tutkimuksen yhteydessä ei ole ollut käytössä kohteen rakennepiirustuksia. Tutkimuksessa oli käytössä edellinen kohteeseen tehty kuntotutkimus.

Julkisivut

Kuntotutkimuksen perusteella terästen korroosio ei ole julkisivuissa merkittävä ongelma lähitulevaisuudessa. Tässä tutkimuksessa raporttiin on kirjattu, että ”maantasakerroksen julkisivuelementeissä ei havaittu näkyviä korroosiovaurioita”. Edellisessä tutkimuksessa kellarikerroksen julkisivuelementeissä on kuitenkin havaittu vaurioita.

Ulkokuorien betoni ei ole pakkasenkestävää kosteusrasituksessa. Jo edellisessä tutkimuksessa sandwich-elementtien ulkokuorissa havaittiin melko paljon rapautumaa, lähinnä elementtien kulmissa ja reunoilla. Seurantakuntotutkimuksen perusteella rapautumisen aste on hieman pahentunut ja rapautuminen on levinnyt hieman laajemmalle alueella verrattuna vuoden 1998 tilanteeseen.

Tämä tutkimuksen mukaan elementtisaumat ovat yleisesti hyväkuntoisia, eikä niissä havaittu vaurioita tai puutteita tarkastetuilla alueilla. Edellisen tutkimuksen mukaan ”julkisivujen saumat eivät ole kaikilta osin vesitiiviitä”. Julkisivuista otettujen lämmöneristeenäytteiden mikrobimäärät olivat normaaleja.

Julkisivuihin ehdotetaan peittävää korjausta, lukuun ottamatta talon B kaakkoispäätä, jossa ulkokuori on purettava ja uusittava. Julkisivujen korjaukset olisi tehtävä viimeistään 3-5 vuoden kuluessa, jotta pakkasrapautuminen ei ehdi edetä niin pitkälle, että peittävä korjaus ei enää ole mahdollista. Jo ennen varsinaisia korjauksia on betonikapaleiden putoaminen estettävä talon B kaakkoispäädystä tai ihmisten liikkuminen estettävä sen välittömässä läheisyydessä.



Kuva 17: Kuvassa 10 esitetty elementti vuoden 2006 kuntotutkimuksessa.

Parvekkeet

Kuntotutkimuksen perusteella parvekkeiden pieliseinissä teräskorroosio on ongelma. Lähitulevaisuudessa näkyvien korroosiovaurioiden voidaan odottaa lisääntyvän parvekepielissä merkittävästi, erityisesti parvekepielien etureunoissa, mikäli rakenteisiin kohdistuu kosteusrasitusta. Kosteusrasitusta lisäävät pinnoitevaurioiden lisäksi myös rakenteiden pinnoilla esiintyneet avoimet valuhuokokset.

Parvekelaatoissa ei havaittu korroosiovaurioita. Parvekelaatoissa terästen korroosio ei tule olemaan lähivuosina ongelma.

Maantasokerroksen pieliseinissä havaittiin pintarapautumaa. Ylemmissä parvekepielissä havaittiin silmämääräisessä tarkastelussa ainoastaan yhdessä sisäpinnassa pintarapautumaa. Muita merkkejä pakkasrapautumasta ei parvekerakenteissa havaittu silmämääräisessä tarkastelussa, vasaroinnissa eikä näytteiden laboratorikokeissa. Pakkasrapautuminen on tällä hetkellä ongelma lähinnä maantasokerroksen parvekepieliseinissä. On erityisen tärkeää, että parvekkeiden kosteusrasitus pidetään alhaisena, jotta vaurioituminen ei jatkossa pääsisi etenemään.

Parvekelaattojen pinnoitteiden suojaava vaikutus on vielä pääosin riittävä. Maantasokerroksen parvekepieliseissä maalipinnat olivat hilseilleet laajoilta alueilta, eikä pinnoitteilla ole enää juuri lainkaan suojaavaa vaikutusta. Parvekekaiteiden maalipinnoitteet olivat irtoilleet sinkitystä pinnasta melko yleisesti.

Parvekkeisiin ehdotetaan perusteellista kunnostusta 3-5 vuoden kuluessa.

Muut rakenteet

Muiden vaipparakenteiden (vesikatto, ikkunat) kunto on kerrottu lyhyesti raportissa. Raporttitekstissä muiden rakenteiden kunto on käsitelty noin yhden kappaleen mittaisilla teksteillä, joissa on kerrottu rakenteista tehdyt silmämääräiset havainnot.

Raportin perusteella ikkunat ovat yleisilmeeltään melko hyvässä kunnossa.

Vesikatossa ei pääpiirteittäin nostolava-autosta tehdyn tarkastuksen perusteella havaittu vaurioita.

Tutkimuksessa on otettu kantaa siihen, että ikkunoiden korjaustarve täytyy selvittää tarkemmin ja ikkunakorjaukset on kannattavaa tehdä samassa yhteydessä julkisivukorjausten kanssa.

Aikaisempien tutkimuksien hyväksikäyttö / vertailu

Paikallisesti silmämääräisissä havainnoissa ristiriitaisuutta. Tutkimuksien välissä ei tietojen mukaan ole tehty korjauksia, mutta silti vanhassa tutkimuksessa on havaittu jotain vaurioita, joita uudemmassa tutkimuksessa ei ole havaittu.

Raportin johtopäätöksistä puuttuu osin vertailu edellisen tutkimuksen havaittuun vauriomäärään ja arvio siitä, kuinka paljon vauriot ovat edenneet edellisestä tutkimuksesta. Tämä havainnointi puuttuu erityisesti parvekkeiden kohdalta.

Aiemman tutkimuksen laboratoriokokeiden tuloksista on raportissa erikseen mainittu peitepaksuusjakaumat ja huokoisuusarvot. Raportissa on käytetty uudestaan hyväksi ne betonin ominaisuuksia kuvaavat arvot, joiden ei pitäisi vuosien kuluessa muuttua.

4.3.6 Seurantakuntotutkimus 2

Kohteeseen on tehty seuraava seurantakuntotutkimus vuonna 2013.

Kohteessa alkoi korjaussuunnittelu syksyllä 2013 ja tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tarkistaa, ovatko aiemmin ehdotetut korjaustavat edelleen soveltuvia.

Tutkimus on tehty noudattaen tutkimuksen tekoheikellä voimassa ollutta ohjetta BY42 – Betonijulkisivun kuntotutkimus, 2002.

Tutkimuksessa on otettu 16 kpl betoninäyteliäriöitä. Lisäksi on otettu neljä saumausmassa- ja neljä maalinäytettä tarkempia laboratoriotutkimuksia varten. Tutkimuksen yhteydessä ei tehty peitepaksuusmittauksia. Tutkimusraportissa on käytetty hyväksi edellisten kuntotutkimusten yhteydessä tehtyjä peitepaksuusmittauksia.

Betoninäytteiden tarkempi silmämääräinen tarkastelu, karbonatisoitumissyvyyksien ja vetolujuuksien määrittäminen tehtiin Mehton laboratoriossa. Betoninäytteiden ohuthietutkimukset tehtiin Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy:n betonilaboratoriossa. Saumausmassanäytteiden PCB-pitoisuuksien määrittäminen ja maalinäytteiden asbestiselvitys tehtiin Eurofins Scientific Finland Oy:n laboratoriossa.

Tutkimuksen yhteydessä ei ole ollut käytössä kohteen rakennepiirustuksia. Tutkimuksessa oli käytössä kaksi edellistä kohteeseen tehtyä kuntotutkimusta.

Julkisivut

Kuntotutkimuksen perusteella terästen korrosio ei ole julkisivuelementeissä ongelma, eikä määräävä tekijä tämän kohteen korjaustarvetta ajatellen. Näkyvät vauriot eivät ole lisääntyneet merkittävästi edellisen tutkimuksen ajankohtaan verrattuna.

Nyt tehdyn seurantatutkimuksen perusteella pakkasrapautuminen on edennyt kaikilla pesubetonipintaisilla julkisivuilla jonkin verran. Erittäin alkuvaiheessa olevaa pakkasrapautumista esiintyy ohuthietutkimusten perusteella yleisesti. Vaikka pakkasrapautuminen on edennyt julkisivuissa edelliseen tutkimusajankohtaan nähden, niin voidaan kuitenkin todeta, että pakkasrapautumisen lisääntyminen on ollut jopa yllättävän vähäistä. Maantasokerroksen elementeissä ei kenttätutkimuksissa havaittu pakkasrapautumiseen viittaavia vaurioita.

Tämän tutkimuksen mukaan elementtisaumat ovat yleisesti hyväkuntoiset.

Seurantatutkimuksen perusteella aiemmassa tutkimuksessa ehdotetut korjaustavat ovat edelleen soveltuvia ja molempien talojen pitkille julkisivuille ehdotetaan peittävää korjausta ja talon EG (edellisessä tutkimuksessa kutsuttu talo B) päätyjulkisivuille uusimista. Talon AD (edellisessä tutkimuksessa kutsuttu talo A) päätyjulkisivujen korjaustapa määräytynee arkkitehtonisista syistä talon EG päätyjä vastaavaksi.



Kuva 18: Kuvissa 16 ja 17 näkyvä elementti vuoden 2013 kuntotutkimuksessa.

Parvekkeet

Kuntotutkimuksen perusteella terästen korroosio on merkittävä ongelma pieliseinien etureunoissa. Jatkossa on odotettavissa vaurioiden etenemistä, mikä ilmenee betonin lohkeiluna terästen kohdalta.

Parvekelaattojen kohdalla terästen korroosio ei ole ongelma tällä hetkellä, eikä lähitulevaisuudessa.

Asuinkerrosten pieliseinissä ja laatoissa ei esiinny merkittävää pakkasrapautumista. Koska betoni ei kuitenkaan ole pakkasenkestävää ja edellisessä tutkimuksessa on ohuthietutkimuksissa todettu alkavaa pakkasrapautumista, on riski pakkasrapautumi-

sen syntymiseen ja todetun rapautumisen laajenemiseen olemassa voimakkaimmin kosteusrasitetuilla alueilla.

Maantasokerrosten pieliseinissä esiintyi yleisesti maalin hilseilyä, pintarapautumaa ja kalkkihärmettä sekä etureunoissa jonkin verran myös pidemmälle edenneeseen pakkasrapautumiseen viittaavaa betonin halkeilua.

Edellisessä tutkimuksessa maantasokerrosten elementtien pintarapautuma oli tulkittu pakkasrapautumiseksi. Myös yhden näytteen huono vetolujuus oli tulkittu pakkasrapautumiseksi. Edellisen tutkimuksen maantasokerroksen pieliseinästä otetussa ohuthienäytteessä ei ollut todettu pakkasrapautumaa.

Nyt tehtyjen lisätutkimusten perusteella voidaan arvioida, että pintarapautuma ja heikko vetolujuus eivät välttämättä ainakaan kaikilta osin johdu varsinaisesta pakkasrapautumisesta vaan voivat liittyä betonin muuten huonoon laatuun, kuten vedenerottumishuokosten aiheuttamaan heikkouteen. Etureunoissa ym. voimakkaimmin kosteusrasitetuilla osilla betonin halkeilu johtunee kuitenkin pakkasrapautumisesta.

Parvekkeiden kosteustekninen toimivuus on maantasokerroksen pieliseiniä lukuun ottamatta kohtalainen. Maantasokerroksen pieliseinien pinnoite- ja pintarapautumavaurioita sekä kalkkihärmettä esiintyy myös ns. sateelta suojatuissa välipielissä, mikä viittaa siihen, että pieliseiniin kohdistuu kosteusrasitusta alhaalta päin.

Parvekkeiden maalipinnoitteet ovat kohtalaisen hyvässä kunnossa rakenteiden suojaavuutta ajatellen lukuun ottamatta maantasokerroksen pieliseiniä.

Parvekkeiden teräskateet tullaan uusimaan parvekekorjauksen yhteydessä, eikä niiden kuntoa sen vuoksi tarkasteltu tässä tutkimuksessa.

Parvekkeisiin ehdotetaan perusteellista kunnostusta 2 vuoden kuluessa sekä parvekkeiden uusimista.



Kuva 19: Parvekkeen maantasokerroksen pieliseinän vaurioita vuoden 2013 kuntotutkimuksissa.

Muut rakenteet

Muiden rakenteiden (vesikatto) kunto on kerrottu lyhyesti raportissa. Raporttitekstissä muiden rakenteiden kunto on käsitelty noin yhden kappaleen mittaisilla teksteillä, joissa on kerrottu rakenteista tehdyt silmämääräiset havainnot.

Tämän tutkimuksen yhteydessä ikkunoita ei tarkasteltu, sillä ikkunat tullaan uusimaan tulevan julkisivukorjauksen yhteydessä.

Vesikaton kermit ovat kohtalaisessa kunnossa.

Aikaisempien tutkimuksien hyväksikäyttö / vertailu

Tässä raportissa silmämääräisten havaintojen välillä ei ole ristiriitaisuutta edelliseen raporttiin verrattuna. Jo silmämääräisissä havainnoissa on tehty vertailu edelliseen kuntotutkimukseen ja verrattu vaurioiden määrää ja etenemistä edelliseen raporttiin nähden.

Raportin johtopäätöksissä on tehty vertailu edellisiin tutkimuksiin.

Tässä tutkimuksessa ei selvitetty betoninäytteiden huokoisuusarvoja, koska jo aiemmassa tutkimuksessa julkisivuissa ja parvekerakenteissa käytetty betoni on todettu pakkasenkestämättömäksi. Aiempien tutkimusten huokoisuusarvoja ei ole tässä raportissa mainittu erikseen.

Aiemman tutkimuksen tuloksista on raportissa erikseen mainittu peitepaksuusjakamat.

4.3.7 Johtopäätökset

Tämän kohteen kohdalla on havaittavissa hyvin kuntotutkimusraportoinnin kehittyminen 1990-luvulta 2000-luvulle.

Ensimmäinen seurantakuntotutkimus on toteutettu samanlaisilla näytemäärillä, millä yleensä toteutetaan peruskuntotutkimus. Tiihosen (Tiihonen, 2015) mukaan näytemäärän valintaan on vaikuttanut ensimmäisen peruskuntotutkimuksen nykyisiä näytemääräsuosituksia pienempi näytemäärä.

Jälkimmäisen seurantakuntotutkimuksen näytemäärä on sillä tasolla, mikä on normaali näytemäärä Mehton tekemissä seurantakuntotutkimuksissa.

Kummassakin seurantakuntotutkimuksessa on kiinnitetty huomiota jo ensimmäisen kuntotutkimuksen yhteydessä havaittuun julkisivujen pakkasrapautumiseen ja sen etenemiseen. Myös muiden vaurioiden osalta on kiinnitetyt huomiota aiemmin havaittuihin vaurioihin ja niiden etenemiseen.

Ensimmäisessä seurantakuntotutkimuksessa on yksittäisiä havaintoja, jotka ovat ristiriidassa peruskuntotutkimuksen havaintojen kanssa. Jo peruskuntotutkimuksessa on havaittu jossain rakennusosassa yksittäisiä vaurioita, mutta ensimmäisessä seurantakuntotutkimuksessa samassa rakennusosassa ei ole havaittu vaurioita. Tämä herättää

kysymyksen siitä, että onko kohteessa tehty kunnostustoimenpiteitä peruskuntotutkimuksen jälkeen, vai onko kyseessä ollut niin yksittäiset vauriot, ettei niitä ole havaittu ensimmäisessä seurantakuntotutkimuksessa.

Jälkimmäisessä seurantakuntotutkimuksessa seurantakuntotutkimusprosessi on pohdittu Mehtossa pidemmälle ja vastaavanlaisia ristiriitaisuuksia ensimmäiseen seurantakuntotutkimusraporttiin ei esiinny.

Ensimmäisen seurantakuntotutkimuksen hyöty tilaajalle oli se, että erityisesti julkisivujen pakkasrapautumisen vaurioitumisnopeudesta saatiin tietoa. Kuntotutkimusraportin tulosten jälkeen saatiin tieto, että kohteelle tehtäviä raskaita korjauksia voidaan siirtää vielä muutamia vuosia eteenpäin, sillä julkisivujen pakkasrapautuminen on edennyt oletettua hitaammin.

Jälkimmäisessä seurantakuntotutkimuksessa saatiin lisää tietoa vaurioitumisen etenemisestä ja siitä, koska korjaukset tulee tehdä. Lisäksi varmistuttiin kohteelle soveltuvista korjaustavoista.

Alkuperäisen peruskuntotutkimusraportin korjaussuosituksia saatiin lykättyä eteenpäin, kun julkisivujen vaurioitumista seurattiin säännöllisesti. Tilaaja sai kustannushyötyä siitä, että korjaukset pystyttiin suorittamaan suunniteltua myöhemmin.

4.4 Case 3: Lisäkuntotutkimus 1

(Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy)

4.4.1 Kohde

Kuntotutkimuksen kohteena olivat kuuden länsisuomalaisessa rannikkokaupungissa sijaitsevan asuinkerrostalon (yksi taloyhtiö) julkisivut ja parvekkeet. Talot on rakennettu vuonna 1993. Kohteen taloissa on 3-5 kerrosta sekä kellarikerros.

Rakennuksien julkisivut ovat pääosin tiililaattapintaisia ja osin valkobetonisia sandwich-elementtejä. Sokkelit ovat betonipintaisia kuorielementtejä. Kohteessa on rakennuksien rungosta ulkonevat, kantavien pieliseinien (osin aukollisia) ja pilareiden välityksellä perustuksilleen tuetut betonielementtiparvekkeet.



Kuva 20: Yleiskuva kohteen yhden talon julkisivusta ja parvekkeista.

4.4.2 Lähtötiedot, historia

Ensimmäisen perustutkimuksen tekohetkellä (2011) oli kohteella käynnissä sokkelien vierusrakenteiden uusiminen.

4.4.3 Peruskuntotutkimus

Kohteelle tehtiin ensimmäinen valmistumisen jälkeinen peruskuntotutkimus vuonna 2011.

Tutkimus on tehty noudattaen tutkimuksen tekohetkellä voimassa ollutta ohjetta BY42 – Betonijulkisivun kuntotutkimus, 2002.

Peruskuntotutkimus rajattiin siten, että se tehtiin yhdelle korkealle ja yhdelle matalalle talot. Rakennukset, joille kuntotutkimus tehtiin, valittiin sillä perusteella, että ne edustivat mahdollisimman kattavasti kohteen rakennusten erilaisia rakenteita ja rasituksille altistumista (ilmansuunnat yms...).

Tutkimuksessa julkisivu- ja parvekerakenteista porattiin Ø50 mm:n timanttilieriöporalla yhteensä 37 betoninäytettä. Lisäksi otettiin neljä betonijauhe- ja neljä mineraalivillanäytettä tarkempia laboratoriotutkimuksia varten.

Eri rakenneosista mitattiin pistokokein terästen suojabetonipaksuuksia Profometer 5 - peitepaksuusmittarilla. Betoninäytteiden tarkempi silmämääräinen tarkastelu, karbonatisoitumissyvyyksien, huokoisuusarvojen ja vetolujuuksien sekä betonijauhenäytteiden kloridipitoisuuksien määrittäminen tehtiin Mehton laboratoriossa. Betoninäytteiden ohuthietutkimukset tehtiin Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy:n betonilaboratoriossa. Mineraalivillanäytteiden mikrobikasvun selvitys tehtiin Suomen Sisäilmaston Mittauspalvelu Oy:n laboratoriossa.

Ennen ensimmäistä peruskuntotutkimuksen suorittamista selvitettiin mm. kohteen rakennetyypit, niiden raudoitteet yms. käytettävissä olleiden alkuperäisten suunnitteluasiakirjojen (sis. mm. ARK- ja RAK-piirustukset) avulla.

Julkisivut

Peruskuntotutkimuksessa julkisivuelementeissä havaittiin muutamia esiin ruostuneita teräksiä ja teräskorroosion aiheuttamia halkeamia. Tiililaattapintaisissa elementeissä melko paljon teräksiä oli lähellä tiililaattojen taustapintaa, karbonatisoituneen betonin alueella. Peruskuntotutkimuksen perusteella lähivuosina tiililaattapintaisissa elementeissä terästen korrosio etenee pääosin piilossa tiililaattojen takana. Vaurioituminen on kiihtyvää ja näkyvien vaurioiden syntyessä on vaurioituminen edennyt jo melko pitkälle.

Peruskuntotutkimuksessa havaittiin, että lähes kaikissa tiililaattapintaisissa näytelieriöissä tiililaatan (tai sen takana olevan saumaussmassan) ja taustabetonin välinen tartunta oli heikko. Kenttätutkimuksien yhteydessä havaittiin toisen tutkittavan talon lounaispäädyssä yläosissa useampia, alustastaan irti olevia tiililaattoja, joiden kohdalla oli putoamisriski.

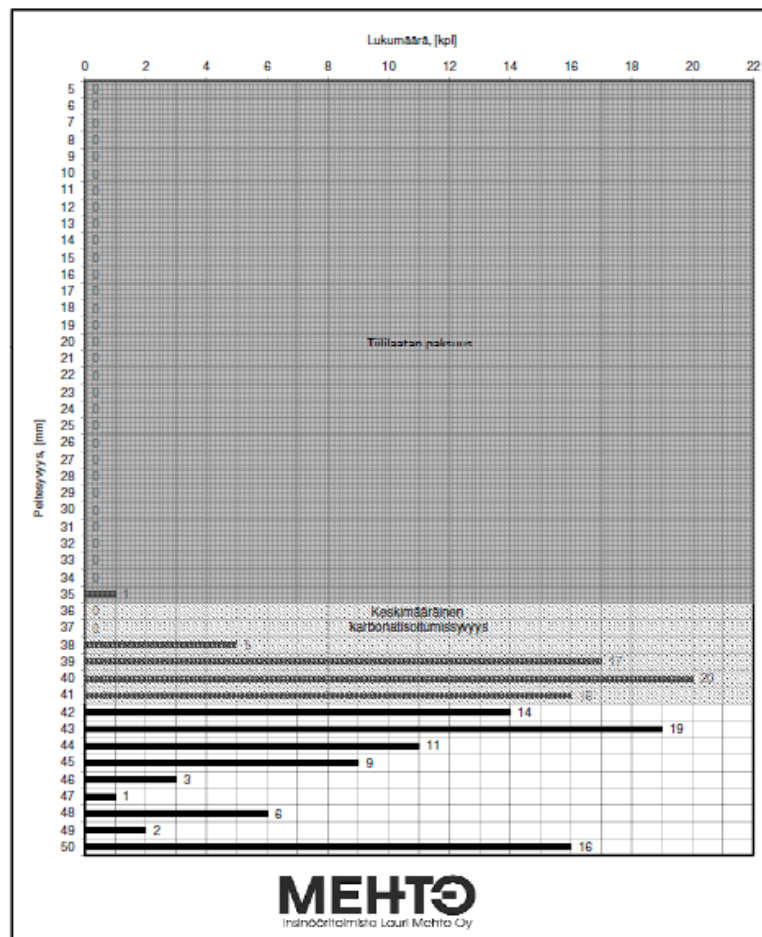
Rakennuksien tiililaattapintaisten julkisivuelementtien kosteustekninen toimivuus on melko heikko. Tiililaatoissa on paljon kosteus- ja valumajälkiä. Tiililaatoissa on pys-

tysuuntaiset reiät, joita pitkin rakenteeseen päässyt vesi pääsee valumaan tiililaattojen sisällä alaspäin. Elementtisaumojen saumausmassa on asennettu paikoin liian syvälle ja osin elementtien vaakasaumojen kohdalle elementtien yläreunoihin muodostuu vettä keräävät ”hyllyt”. Rakennuksien seinärakenteeseen voi päästä vettä myös paikallisesti vaurioituneiden elementtisaumojen kautta. Myös yhdessä lämmöneristenäytteessä havaittu vähäisissä määrin poikkeava mikrobikasvusto viittaa seinärakenteen paikalliseen, normaalia suurempaan kosteusrasitukseen.

PEITEPAKSUUSJAKAUMA

Liite 5
3 / 37

| | | | |
|---|--|-----------|--|
| Kohde: | [REDACTED] | | |
| Rakenne: | Tiililaattapintaiset sw-ruutu-elementit, pieliteräkset | | |
| Terästen peitesyvyydet: | Keskiarvo: | 43 [mm] | |
| | Maksimi: | 58 [mm] | |
| | Mittauksia: | 140 [kpl] | |
| Betonin karb.syvyydet: | Keskimääräinen: | 41 [mm] | karb. syvyys 6 mm + tiililaatta 35 mm |
| | Maksimi: | 57 [mm] | karb. syvyys 22 mm + tiililaatta 35 mm |
| Teräksiä karbonatisoituneen betonin alueella: | 42 [%] | | |



Kuva 21: Kohteen peruskuntotutkimuksen yhteydessä tehdyn tiililaattapintaisen sandwich-elementin pieliterästen peitepaksuusjakauma.

Peruskuntotutkimuksen perusteella ei voitu kattavasti arvioida kaikkien rakennuksien tiililaattapintaisten alueiden kuntoa, korjaustarvetta ja turvallisuusriskejä. Peruskuntotutkimuksessa ehdotettiin kaikkien rakennusten tiililaattapintaisten alueiden kunnan selvittämistä. Lisäksi ehdotettiin jo tutkituista taloista tiettyjä tiililaattapintaisia julkisivuelementtien alueita verkotettavaksi, jotta minimoidaan tiililaattojen putoamisesta aiheutuvat turvallisuusriskit.

Muuten julkisivu- ja parvekerakenteissa havaittiin peruskuntotutkimuksen yhteydessä ainoastaan kohteen ikäluokalle tyypillisiä vaurioita, joiden korjaussuositukset voitiin tarpeeksi luotettavasti antaa kaikille taloille kahden tutkitun talon perusteella.

Parvekkeet

Kuntotutkimuksen perusteella pieliseinissä ja parvekepilareissa havaittiin muutamia teräskorroosion aiheuttamia halkeamia, lähinnä kellarikerroksen kohdalla olevissa elementeissä. Joidenkin parvekekaiteiden päissä havaittiin esiin ruostuneita verkkoterästen päitä. Silmämääräisten havaintojen, peitepaksuusmittausten ja betonin karbonatisoitumistilanteen perusteella parvekerakenteissa ei lähivuosina ole odotettavissa merkittäviä uusia korrosiovaurioita.

Laboratoriotutkimuksien perusteella pieliseinien ja parvekepilarien betonin voidaan arvioida olevan pakkasenkestävää kosteusrasituksessa. Parvekelaattojen betonia ei voida luokitella täysin pakkasenkestäväksi kosteusrasituksessa. Kenttätutkimuksissa ja laboratoriokokeissa parvekerakenteissa ei havaittu pakkasrapautumaa, eikä sitä ole odotettavissa lähivuosinakaan. Pidemmällä aikavälillä parvekelaatoissa voi olla odotettavissa paikallista rapautumaa, jos betoni pääsee kastumaan.

Kellarikerroksen pieliseinien ja pilarien alaosissa on jonkin verran maasta kapillaarisesti nousseen kosteuden aiheuttamaa pinnoitteen irtoilua. Pääosin maalipinnoitteet ovat kunnossa rakenteiden suojaavuutta ajatellen. Parvekekaiteiden metallikäsihoiteen maalipinnoite on irtoillut monin paikoin. Parvekkeiden lattiapinnoitteet eivät kaikilta osin suojaa parvekelaattoja kosteusrasitukselta. Pieliseinien aukkojen vaakasuorat alareunat toimivat vettä keräävänä hyllynä. Pielielementtien välisten kittisaumojen paikallinen halkeilu mahdollistaa veden imeytymisen saumojen kautta rakenteisiin. Parvekelattioiden kallistukset vedenpoistoreikää kohti ovat monin paikoin puutteelliset.

Parvekkeisiin ehdotetaan kevyttä kunnostusta julkisivukorjausten yhteydessä.

Muut rakenteet

Muiden rakenteiden (vesikatto, ikkunat) kunto on kerrottu lyhyesti raportissa. Raportti-tekstissä muiden rakenteiden kunto on käsitelty noin yhden kappaleen mittaisilla teksteillä, joissa on kerrottu rakenteista tehdyt silmämääräiset havainnot.

Ikkunoiden kunto on havaintojen perusteella hyvä. Betonitiilikatteen kunto on kohtalainen / hyvä.

4.4.4 Lisäkuntotutkimus

Kohteelle on tehty lisäkuntotutkimus vuonna 2012.

Peruskuntotutkimuksen suosituksesta poiketen, tilasi tilaaja lisätutkimuksen ainoastaan kohteen aikaisemmin tutkimattomien rakennusten päädyille. Tilaaja perusteli päätöstä sillä, että kaikki edellisessä tutkimuksessa havaitut turvallisuusriskien paikat sijaitsivat rakennuksien päädyissä. Lisäksi rakennuksien päädyt sijaitsivat ilmansuunnallisesti rasi-tetuimmilla suunnilla ja kohteen muista taloista edellisen kuntotutkimuksen yhteydessä tehdyt silmämääräiset havainnot tukivat päätelmää, että turvallisuusriskien alueet olisivat pääosin / kokonaan päädyissä.

Tutkimus on tehty noudattaen tutkimuksen teko-hetkellä voimassa ollutta ohjetta BY42 – Betonijulkisivun kuntotutkimus, 2002.

Tutkimuksessa päädyistä porattiin yhteensä 20 betoninäytettä.

Eri rakenneosista mitattiin pistokokein terästen suojabetonipaksuuksia Profometer 5 - peitepaksuusmittarilla. Betoninäytteiden tarkempi silmämääräinen tarkastelu, karbonatisoitumissyvyyksien, huokoisuusarvojen ja vetolujuuksien sekä betonijauhenäytteiden kloridipitoisuuksien määrittäminen tehtiin Mehton laboratoriossa. Betoninäytteiden ohuthietutkimukset tehtiin Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy:n betonilaboratoriossa.

Tutkimuksessa oli käytössä kohteeseen tehty peruskuntotutkimus sekä piirustukset, jotka olivat käytössä peruskuntotutkimuksessa.

Julkisivut

Lisäkuntotutkimuksessa myös kaikkien aiemmin tutkimattomien talojen päädyissä havaittiin samankaltaisia vaurioita ja vaurioitumista kuin jo peruskuntotutkimuksessa tutki-

tuissa taloissa. Myös lisätutkimuksen yhteydessä tehtyjen peitepaksuusmittausten perusteella tiililaattapintaisten elementtien ulkokuorissa terästen peitepaksuudet olivat puutteellisia. Lisäkuntotutkimuksen perusteella kaikkien aiemmin tutkimattomien talojen päätyjen julkisivujen vauriot ja odotettava vauriokehitys olivat samankaltaisia kuin jo peruskuntotutkimuksessa tutkituissa kahdessa talossa.



Kuva 22: Peruskuntotutkimuksessa ja lisätutkimuksessa näytteissä ja julkisivuissa havaittuja vaurioita.

Lisäkuntotutkimuksessa päätyjen tiililaattapintaisten elementeistä poratuista näytteistä kaksi kolmasosaa oli katkennut jostain kohtaa näytettä. Näytteitä oli katkennut tiililaattojen reikien kohdalta, tiililaatan tartunnasta taustabetoniin, taustabetonista läheltä tiililaatan taustapintaa sekä myös syvemmältä taustabetonista. Kenttätutkimuksien yhteydessä tiililaattapintaisten alueilla havaittiin paljon kosteusjälkiä. Lisäksi muutamista tiililaatoista oli irtoillut kappaleita.

Yleisemmin vaurioita havaittiin säärasitetummissa lounais-, etelä- ja länsipäädyissä. Tiililaattojen reikiin pääsee vettä, joka jäätyessään irrottaa tiililaattojen pintakerroksen. Tiililaattojen heikko tartunta taustabetoniin mahdollistaa veden liikkumisen tiililaatan ja taustabetonin välissä. Jäätyessään vesi voi irrottaa myös kokonaisia tiililaattoja. Myös teräskorroosio voi aiheuttaa tiililaattojen irtoilua.

Lisäkuntotutkimuksen perusteella pystyttiin kaikkien talojen päädyistä määrittelemään ne alueet, jotka pitäisi verkottaa, jotta tiililaattojen pintojen mahdollinen putoaminen ei aiheuta turvallisuusriskiä.

Lisäkuntotutkimuksen jälkeen kohteen päädyille ehdotettiin peittävää korjausta tai päätyjen tiililaattapintaisten ulkokuorien purkua ja uuden ulkoverhouksen rakentamista noin 1-3 vuoden kuluessa. Kohteen pitkille sivuille ehdotettiin kunnan säännöllistä seuraamista noin viiden vuoden välein tehtävillä kuntotutkimuksilla.

4.4.5 Aikaisempien tutkimusten hyväksikäyttö / vertailu

Koska vuonna 2011 tehty peruskuntotutkimus oli tehty eri rakennuksille kuin nyt tehty jatkotutkimus, ei laboratoriokokeiden tuloksia tai muita kenttätutkimuksien tuloksia käytetty vertailumielessä vertailemaan vaurioiden etenemistä.

Vuonna 2011 tehtyä peruskuntotutkimusta käytettiin hyväksi

- peitepaksuusjakaumat (vertailu talojen välillä -> samankaltaisia kaikissa)
- vaurioiden esiintyminen julkisivuittain (vertailu talojen välillä -> eniten vaurioituneet julkisivut)
- silmämääräiset havainnot betoninäytteistä (vertailu talojen ja tutkimusten välillä -> samankaltaiset havainnot, noin 2/3 tiililaatoista kontakti alustaan heikko)

4.4.6 Johtopäätökset

Tämän kohteen tapauksessa lisäkuntotutkimus tietyn rakennusosan tarkemman kunnan selvittämiseksi voisi ehkä paremminkin olla ”lisäkuntotutkimus tarpeeksi laajan otannan saamiseksi”. Lisäkuntotutkimuksen tekotavat eivät olennaisesti eronneet peruskuntotutkimuksen tekotavoista.

Peruskuntotutkimuksella saatiin riittävä tieto kohteen parvekkeiden kunnosta ja korjaustarpeesta. Lisäksi peruskuntotutkimuksen perusteella tilaaja sai selville kohteen julkisivujen turvallisuusriskit ja pystyi tilaamaan oikeanlaisen, tarpeeksi suppeaksi rajatun lisäkuntotutkimuksen.

Lisäkuntotutkimuksen yhteydessä tarkentuivat kohteessa havaittujen vaurioiden syyt ja perustutkimuksessa tutkimattomien rakennusten päätyjen turvallisuusriskit. Lisäkuntotutkimuksen perusteella pystyttiin kaikkien talojen päädyistä määrittelemään ne alueet, jotka pitäisi verkottaa, jotta tiililaattojen pintojen mahdollinen putoaminen ei aiheuta turvallisuusriskiä.

Lisäkuntotutkimuksesta saatu hyöty tilaajalle oli, että tilaaja sai riittävän kattavan tiedon kohteen turvallisuusriskeistä. Lisäksi tilaaja sai varmistuksen siitä, että peruskuntotutkimuksessa havaitut ongelmat koskevat kohteen kaikkia taloja.

Lisätutkimus ei vaikuttanut perustutkimuksessa suositeltuun korjaustapaan. Perustutkimuksen ja lisätutkimuksen yhteisellä näytemäärällä sekä tutkittavien julkisivujen määrällä saatiin kuitenkin riittävän laaja otanta. Laaja otanta mahdollisti vain perustutkimusta luotettavamman korjausehdotuksen tekemisen tapauksessa, jossa melko uudelle rakennukselle päädyttiin suosittelemaan osin todella raskaita korjaustoimenpiteitä.

4.5 Case 4: Lisäkuntotutkimus 2

(Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy)

4.5.1 Kohde

Kuntotutkimuksen kohteena olivat 1+7- kerroksisen länsisuomalaisessa kaupungissa sijaitsevan asuinkerrostalon huoneistoparvekkeet. Kohde on valmistunut vuonna 1963. Talon lounaissivulla on ulokkeelliset huoneistoparvekkeet, jotka on kannatettu rakennuksen rungosta rataakiskojen ja muototeräspalkkien (parvekelaatat) sekä vetoterästen (pieliseinät) avulla. Parvekelaatat ovat teräsbetonielementtejä ja parvekkeiden pieliseinät (väliseinät) paikalla valettuja teräsbetoniseiniä. Parvekkeiden vedenpoisto tapahtuu hallitsemattomasti parvekelaattojen etureunan yli. Parveketorneissa ei ole kattoa.

Parvekkeissa on teräsrunkoiset kaiteet, jotka on hitsattu kiinni laatan otsapinnassa oleviin terästappeihin. Kaidelevytyksenä on muovipinnoitettu poimulevy, joka on kiinnitetty kiinni kaiderunkoon.



Kuva 23: Yleiskuva kohteen yhdestä parvekelinjasta.

4.5.2 Lähtötiedot, historia

Kuntotutkimuksessa oli käytössä isännöitsijältä saadut julkisivu- ja leikkauspiirustus sekä joitain kaupunginarkistosta löytyneitä rakennepiirustuksia.

Parvekkeiden aikaisemmista korjauksista ei ollut käytössä tietoa.

4.5.3 Perustutkimus

Kohteeseen on tehty parvekkeiden peruskuntotutkimus vuonna 2008.

Tutkimus on tehty noudattaen tutkimuksen tekohetkellä voimassa ollutta ohjetta BY42 – Betonijulkisivun kuntotutkimus, 2002.

Tutkimuksessa on otettu parvekerakenteista 10 kpl betoninäyteliäriöitä ja 3 kpl betoni-jauhenäytteitä. Terästen suojabetonipaksuuksia on mitattu peitepaksuusmittarilla Profometer 5.

Betoninäytteiden silmämääräinen tarkastelu, karbonatisoitumissyvyyden määrittäminen, vetolujuudet ja suojahuokossuhteiden määrittäminen on tehty Mehton omissa laboratorioissa. Kolmelle betoninäytteelle on tehty ohuthieanalyysi Betonialan Ohuthiekeskus FCM:n laboratorioissa.

Parvekkeet

Kuntotutkimuksen perusteella lähes kaikkien pieliteinien etureunoissa esiintyy terästen korroosiosta johtuvia halkeamia ja/tai lohkeamia. Myös muutamien parvekelaattojen alapinnoissa suojabetoni on lohkeillut rataaksojen kohdalta ja muutenkin parvekelaattoissa havaittiin joitakin esiin ruostuneita teräksiä. Lähivuosina on odotettavissa, että korroosiovauriot vielä jonkin verran lisääntyvät etenkin pieliteinien etureunoissa sekä laattojen päissä ja etunurkissa. Rataaksojen kohdalta saattaa jatkossakin irtoilla isoja betonikappaleita.

Suurimmassa osassa betoninäytteitä havaittiin laboratoriokokeissa pakkasrapautumaa. Muutamien pieliteinien etureunoissa esiintyy pitkälle edennyttä pakkasrapautumaa. Betonirakenteita vasaroitaessa muutamien parvekelaattojen etunurkissa ja yksittäisten pieliteinien takaosissa todettiin rapautumaan viittaavia normaalia pehmeämpiä kohtia. Lähivuosina on odotettavissa, että pakkasrapautumisvauriot lisääntyvät ja laajenevat etenkin pieliteinien etureunoissa ja ylemmissä pieliteinissä sekä parvekelaattojen etuosissa.



Kuva 24: Perustutkimuksessa pieliseinissä havaittuja vaurioita.

Parvekkeiden hallitsematon vedenpoisto ja parvekekattojen puuttuminen lisäävät parvekerakenteiden kosteusrasitusta. Pakkasrapautuminen on kiihtyvää, sillä rapautumisen aiheuttama halkeilu nopeuttaa entisestään veden imeytymistä, laboratoriokokeiden mukaan osin normaalia kapillaarisempaan betoniin.

Pieliseinissä ja parvekelaatoissa esiintyy yleisesti maalipinnoitteen irtoilua. Paikoin pinnoitteiden irtoilukohdissa näkyy myös suolahärmettä, mikä viittaa kosteuden kulkeutumiseen rakenteessa.

Parvekekaiteiden teräsrungoissa esiintyy hieman maalin irtoilua/ruostetta. Laattojen otsapinnoissa olevat kaiteiden kiinnitystapit ovat jonkin verran ruostuneet. Pääosaa parvekekaiteista ei ole kiinnitetty lainkaan taustaseiniin.

Parvekkeisiin voidaan tehdä perusteellinen kunnostus, mutta korjaukset ovat erittäin raskaita ja tulevat kalliiksi. Lisäksi korjausten käyttöikä on melko lyhyt. Korjauksiin on ryhdyttävä mahdollisimman pikaisesti.

Vetotankojen kunto on selvitettävä ennen korjauspäätösten tekoa.

Perustutkimuksessa suositeltiin, että korjauspäätösten tueksi kohteeseen tehdään hankesuunnitelma, jossa yhdeksi vaihtoehdoksi otetaan myös vanhojen parvekkeiden purku ja uusien parvekkeiden rakentaminen.

Muut rakenteet

Muiden parvekkeisiin liittyvien rakenteiden tai rakennuksen ulkovaipan rakenteiden kuntoa ei ole käsitelty tässä raportissa.

4.5.4 Lisäkuntotutkimus

Kohteen pieliseinien vetotankojen kuntoa selvitettiin yhteen pieliseinään tehdyllä rakenneavauksella alkuvuodesta 2009. Rakenneavauksen suoritti ulkopuolinen rakennusurakoitsija.

Mehton kuntotutkija ohjeisti rakenneavauksen suorittavaa urakoitsijaa ennen rakenneavauksen tekoa. Ohjeistuksessa käytiin läpi mm. se, mitä tietoja rakenneavauksesta halutaan ja mihin kohtaan rakenneavaus tehdään. Lisäksi selvitettiin parvekkeiden kannatustapa sekä se, mitä rakenteita (vetoteräksset) ei saa vahingoittaa. (Leppäniemi, 2015)

Lisäkuntotutkimuksesta ei laadittu erillistä kuntotutkimusraporttia perinteiseen ”Mehton mallin” kuntotutkimusraporttipohjaan. Lisätutkimuksen raportointi toteutettiin valokuvan avulla. Yhden sivun mittaiseen valokuvaraporttiin oli kirjattu valokuvan päälle rakenneavauksen yhteydessä tehdyt havainnot. Valokuvaraportti toimitettiin tilaajalle sähköpostitse ja sähköpostin saatesanoihin oli koottu tärkeimmät havainnot rakenneavauksesta.

Yhdessä rakenneavauksessa pieliseinän vetoteräksissä ei havaittu korroosioaurioita ja teräs oli ruosteeton. Teräksen suojabetonipaksuudet olivat riittävät.

Asunto Oy

Rakenneavaus asunnon 52 (1.krs) parvekkeen vetotangon kohdalta 25.2.2009



Kuva 25: Lisätutkimuksesta laadittu suppea valokuvaraportti.

Aikaisempien tutkimuksien hyväksikäyttö / vertailu

Lisätutkimusraportti on erittäin suppea, eikä siinä ole viitattu aikaisempaan peruskuntotutkimusraporttiin.

4.5.5 Johtopäätökset

Tämän kohde eroaa muista case-esimerkkeinä olleista kohteista siinä, että tässä kohteessa jatkotutkimuksista laadittu raportti oli erittäin suppea.

Tässä kohteessa suppea jatkotutkimusraportointi oli tilaajan puolelta toivottu asia tutkimuskustannusten säästämiseksi. Suppea tutkimusraportointi vaikuttaa tähän kohteeseen riittävältä. Olennaista tehdyssä lisätutkimuksessa oli rakenneavauksen avulla selvittää pieliseinän vetoterästen kunto. Tässä kohteessa tehty rakenneavaus ja siitä laadittu raportti palvelivat tarkoitustaan.

Tilaajan saama hyöty lisäkuntotutkimuksesta oli se, että tilaaja sai varmuuden parvekerakenteiden kunnosta. Tätä kautta tilaaja pystyi paremmin arvioimaan tulevan korjauksen kustannukset.

4.6 Case 5: Mallicase, kuntotutkimukset rakennuksen elinkaaren aikana

(Ranki;ym., 2015)

4.6.1 Kohde

Tämän mallicasen kuntotutkimuksen kohteena on kuvitteellinen kohde, jonka perusteella käydään läpi ideaalitalanne (Valtonen, 2015) siitä, miten kuntotutkimuksia ja työaikaista laadunvalvontaa käytetään hyväksi rakennuksen elinkaaren pidentämiseksi.

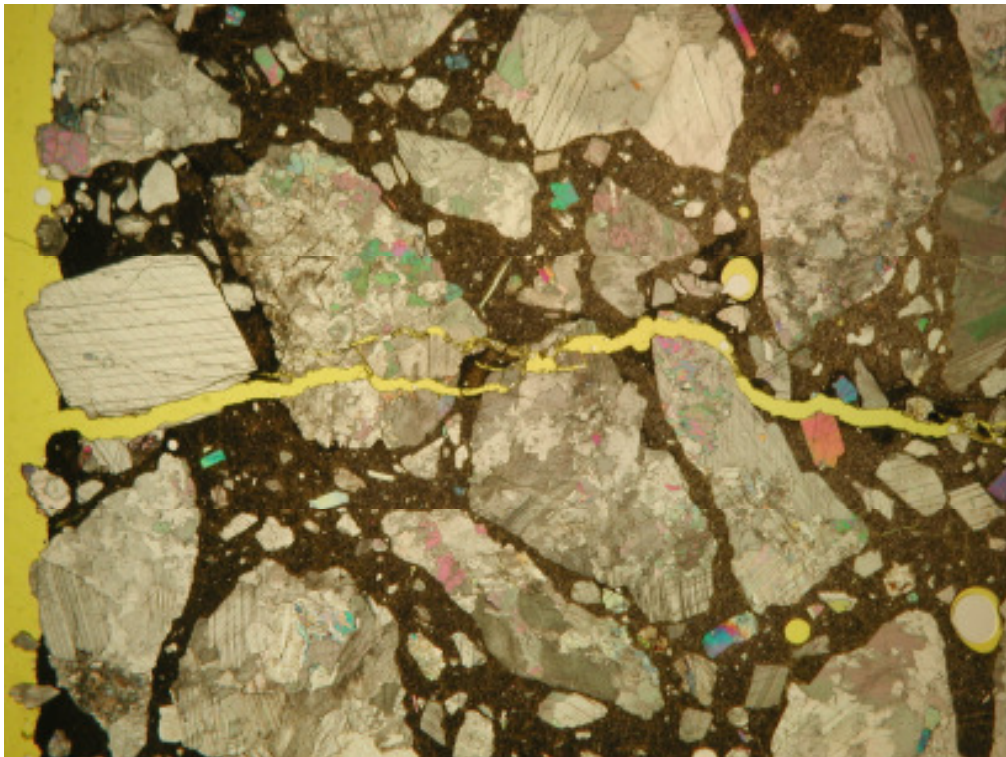
Kuntotutkimuksen kohteena olivat kuvitteellisen, vuonna 1992 rakennetun asuinkerrostalon julkisivut ja parvekkeet. Kohteen talossa 7 kerrosta.

Rakennuksien julkisivut ovat osin tiililaattapintaisia ja osin valkobetonisia sandwich-elementtejä. Valkobetoniset alueet on hienopesty. Sokkelit ovat betonipintaisia kuorielementtejä.

Kohteessa on rakennuksien rungosta ulkonevat, monimuotoiset, kantavien pieliseinien välityksellä perustuksilleen tuetut parvekkeet. Pieliseinät ja parvekelaatat ovat maalattuja betonielementtejä. Parvekekaiteissa on teräsrunko sekä kaidelevytyksenä reikäpeltilevy. Kaiteiden metalliosat on sinkitty ja maalattu. Kaiteet on kiinnitetty parvekelaattojen etupintaan sekä pieliseiniin ja rakennuksen sw-elementtien ulkokuoriin.

4.6.2 Lähtötiedot, historia

Kohteen valmistumisen yhteydessä, vuonna 1992, on kaikista elementtityypeistä otettu yksittäisiä betoninäytteitä. Betoninäytteille on tehty ohuthietutkimus. Ohuthietutkimuksen yhteydessä on havaittu, että julkisivujen valkobetonisten alueiden betoni ei ole kaikilta osin pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.



Kuva 26: Mikroskooppivalokuva erään todellisen kohteen valkobetonisesta ohuthienäytteestä. Näytteessä ei ole lisähuokostusta ja lisäksi kuva-alassa näkyy pintaa vastaan kohtisuora, runkoainesrakeita rikkova (kuormitusperäinen) halkeama. (Betonialan Ohuthiekeskus FCM)

4.6.3 Ensimmäinen (suppea) kuntotutkimus

Työnaikaisen laadunvalvonnan tuloksien perusteella suositellaan ensimmäistä (suppeaa) kuntotutkimusta julkisivuille noin 5 vuoden kuluttua kohteen valmistumisesta. Tutkimus suoritetaan vuonna 1998. Tutkimuksen yhteydessä julkisivuissa havaitaan paikallista, verkkomaista kuivumiskutistuman aiheuttamaa halkeilua mm. ikkunoiden nurkissa. Lisäksi havaitaan paikallisesti ongelmia kohteen kosteusteknisessä toimivuudessa.

Julkisivuista otetuissa betoninäytteissä ei havaittu pakkasrapautumaa, mutta valkobetonisten alueiden betoni ei tässäkään tutkimuksessa ollut kaikilta osin pakkasenkestävää. Tutkimuksessa ja raportoinnissa kiinnitettiin erityistä huomiota julkisivujen valkobetonisiin alueisiin. Tämän tutkimuksen tekemistä ohjaa voimakkaasti työnaikaisen laadunvalvonnan tulokset.

Tämän tutkimuksen yhteydessä parvekkeita ei tutkita, koska parvekkeissa ei työnaikaisen laadunvalvonnan yhteydessä havaittu riskikohtia.

Korjaussuosituksena ehdotetaan julkisivujen valkobetonisille alueille kevyitä korjauksia, joilla saadaan julkisivujen valkobetonisten alueiden kosteusteknistä toimintaa parannettua. Näitä korjauksia ovat mm. elementtisaumojen paikalliset korjaukset, pellitysdetailjeiden korjaukset ja muutaman haljenneen elementin pään paikkaaminen.

4.6.4 Ensimmäinen peruskuntotutkimus

Kohteelle suositellaan ensimmäistä laajaa peruskuntotutkimusta 10-15 kuluttua kohteen valmistumisesta. Tutkimus suoritetaan vuonna 2007. Tilaaja päätti tilata ensimmäisen laajan perustutkimuksen vasta 15 vuotta kohteen valmistumisen jälkeen, sillä kohteen tekninen isännöitsijä on säännöllisesti tarkastellut kohteen julkisivu- ja parvekerakenteita silmämääräisesti, eikä ole havainnut niissä merkittäviä ongelmia. Myöskään kohteen asukkaat eivät ole raportoineet ongelmista kohteella.

Tämän ensimmäisen laajan peruskuntotutkimuksen yhteydessä kuntotutkija perehtyy aikaisempaan työnaikaiseen laadunvalvontamateriaaliin sekä lisäksi ensimmäisen suppean kuntotutkimuksen tuloksiin ja korjaussuosituksiin.

Edellisen, (suppean) kuntotutkimuksen yhteydessä ehdotetut korjaustoimenpiteet on tehty vuonna 1999.

Julkisivut

Kohteen julkisivuissa ei perustutkimuksessa havaittu merkittävää pakkasrapautumisen etenemistä. Paikallisesti valkobetonisilla alueilla, joilla aikaisemmat kosteusteknistä toimintaa parantavat korjaukset olivat vaurioituneet uudestaan, havaittiin paikallisia pakkasrapautumisvaurioita.

Perustutkimuksen perusteella saatiin tarkennettua tietoa kohteen odotettavissa olevista korjauksista. Lisäksi saatiin tietoa edellisen korjauksen onnistumisen laadusta ja pysyttiin arvioimaan, alentavatko kohteen julkisivujen kosteusteknisen toiminnan korjaukset riittävästi kohteen julkisivujen kosteusrasitustasoa, jotta julkisivujen pakkasrapautumista saadaan hidastettua / se saadaan mahdollisesti estettyä.

Kuntotutkimuksessa päädyttiin ehdottamaan paikallisia vaurioiden korjauksia ja uutta seurantakuntotutkimusta noin 10 vuoden kuluttua.

Parvekkeet

Ensimmäisen peruskuntotutkimuksen perusteella kohteen parvekerakenteissa ei havaittu merkittäviä vaurioita. Kohteen parvekerakenteissa oli yksittäisiä kosteusteknisen toiminnan ongelmia. Kuntotutkimuksessa päädyttiin ehdottamaan kosteusteknisen toiminnan puutteiden korjaamista ja uutta seurantakuntotutkimusta noin 10 vuoden kuluttua.

4.6.5 Kohteen tutkimukset tulevaisuudessa

Kohteelle suositellaan suoritettavaksi jatkossa seurantakuntotutkimuksia case-esimerkkien 1a ja 1b mukaisesti.

4.6.6 Aikaisempien tutkimusten hyväksikäyttö / vertailu

Työnaikaisen laadunvalvonnan tuloksista käytettiin hyväksi ohuthietutkimusten tulokset ja huomioitiin mm. ero rakennusosien pakkasenkestävyyden suhteen.

Ensimmäisestä suppeasta kuntotutkimuksesta käytettiin hyväksi laboratoriokokeiden tulokset.

Aikaisemmat tutkimukset eivät vaikuttaneet ensimmäisen laajan peruskuntotutkimuksen näytemäärään. Aikaisemmat tutkimukset auttoivat kohdentamaan kohteen tutkimuksia vaurioherkille alueille, sekä auttoivat arvioimaan julkisivujen tulevaa vauriokehitystä.

4.6.7 Johtopäätökset

Tämä kohde edustaa mallitapausta siitä, kuinka kohteen alusta asti työnaikainen laadunvalvonta ja aikaisempien kuntotutkimuksien tulokset ohjaavat seuraavia tutkimuksia. Kuntotutkijalla on kootusti ja kattavasti käytössään tiedot kohteen laadunvalvonnasta, laboratoriokokeista, tutkimuksista ja korjauksista.

Tiedot ohjaavat kuntotutkimuksia ja vaikuttavat siihen, missä vaiheessa tutkimuksia tehdään. Tiedot auttavat ajoittamaan korjauksia, niiden laajuutta ja aikatauluja sekä auttavat arvioimaan rakenteiden käyttöikä.

Tässä tapauksessa jo kohteen laadunvalvonnan tiedot ohjasivat tekemään ensimmäisen suppean kuntotutkimuksen melko pian kohteen valmistumisen jälkeen. Suppean kuntotutkimuksen tulokset taas puolestaan ohjasivat tilaaja tekemään kevyitä, kosteusteknistä toimintaa parantavia korjaustoimenpiteitä, jotka eivät olleet kustannuksiltaan kovin suuria. Näiden kevyiden korjausten avulla saatiin julkisivujen kosteusrasitustasoa alennettua aikaisessa vaiheessa ja täten julkisivuille saatiin lisää käyttöikää. Työnaikainen laadunvalvonta ja ensimmäinen suppea kuntotutkimus siirsivät mahdollisesti kohteelle tulevaa julkisivujen laajaa korjausta myöhemmäksi.

Ensimmäinen peruskuntotutkimus auttoi puolestaan arvioimaan aikaisemmin tehtyjen kosteusteknistä toimintaa alentavien korjausten onnistumista. Lisäksi ensimmäisellä peruskuntotutkimuksella saatiin ne hyödyt, mitä normaalistikin saadaan ensimmäisestä perustutkimuksesta: tiedot kohteen vauriokehityksestä sekä tulevasta korjaustarpeesta ja arviot korjausten kustannuksista.

5 SEURANTAKUNTOTUTKIMUKSET

5.1 Yleistä

Seurantakuntotutkimukset ovat kuntotutkimuksia, joilla –nimensä mukaisesti– seurataan rakenteen kuntoa / vaurioitumisen etenemistä.

Betoniyhdistyksen (Suomen Betoniyhdistys ry, 2014) mukaan kuntotutkimuksien päivitykset tehdään noin 10 vuoden välein. Seurantakuntotutkimukset on Mehtolla tehty tyypillisesti noin 7-15 vuotta edellisen tutkimuksen jälkeen. Suositeltavaan seurantakuntotutkimuksen tekoajankohtaan vaikuttavat edellisen kuntotutkimuksen tulokset ja edellisessä tutkimuksessa havaitut vauriot.

Seurantakuntotutkimus on syytä tehdä, jos

- edellisessä kuntotutkimusraportissa suositellaan seurantakuntotutkimusta
- jos edellisen kuntotutkimusraportin jälkeen tehdyt korjaukset ovat tulossa suunnitellun käyttöikänsä päähän
- jos edellisestä kuntotutkimuksesta on 10-15 vuotta, eikä kohteelle ole tehty korjauksia tai lisätutkimuksia

Seurantakuntotutkimuksessa päivitetään rakennusosien vaurioitumistilanne ja korjaus-tarve (korjauksien ajoittaminen). Säännöllisesti tehdyillä seurantakuntotutkimuksilla saadaan ajantasaista tietoa rakennuksen julkisivujen, parvekkeiden ja muiden vaippa-rakenteiden kunnosta.

Aina rakenteiden vaurioituminen ei etene niin nopeasti, kuin mitä peruskuntotutkimuk-sessa on oletettu. Tällöin oikeaan aikaan tehdyillä seurantakuntotutkimuksella saadaan tärkeää tietoa siitä, voidaanko perustutkimuksessa mahdollisesti suositeltuja korjauksia siirtää aiemmin oletettua eteenpäin. Joskus vaurioituminen voi edetä myös oletettua nopeammin, kuten kuvan 27 kuntotutkimuskohteessa.



Kuva 11: Vasemmalla [redacted] itäisivun alimman parvekkeen kaide vuonna 2007. Oikealla sama parvekekaide vuonna 2015. Teräskorroosioauriot ovat lohkaisseet paloja betonista. Pintarapautuma- ja maallipinnoiteauriot ovat laajentuneet. Kaiteen vaakapinnoille on tullut levä-/jäkäläkäsivustoa. Parvekelaatan pinnoiteaurion kohdalta on ruostunut teräs esliin.

Kuva 27: Osakopio erään seurantakuntotutkimusraportin valokuvaliitteestä. (Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy)

Seurantakuntotutkimus on suoritustavoiltaan ja sisällöltään samankaltainen kuin peruskuntotutkimus. Seurantakuntotutkimuksessa keskitytään vaurioitumisen etenemisen arviointiin. Lisäksi seurantakuntotutkimuksessa käytetään hyödyksi edellisen kuntotutkimuksen laboratoriokokeiden ja mittausten tuloksia. Tämän takia seurantakuntotutkimuksen näytemäärä on hieman peruskuntotutkimuksen näytemäärää pienempi.

5.2 Seurantakuntotutkimusprosessi

Seurantakuntotutkimusprosessi etenee Mehtolla tyypillisesti seuraavan listauksen mukaisesti. Listaukseen on merkitty **lihavoidulla kursivilla** ne kohdat, jotka eroavat Mehton peruskuntotutkimusprosessista.

Kuntotutkimusprosessi – seurantakuntotutkimus

1. Tarjous
 - a. By42-tilaajan ohjetta 2014 **soveltaen**
 - b. **näytemäärä seurantakuntotutkimuksen ohjekortin mukaisesti**
2. Tutkimussuunnitelma
 - a. lähtötiedot (vanhat piirustukset, korjaushistoria, **aiemmat kuntotutkimukset**)
 - b. tutkittavat asiat (yhteys isännöitsijään ja tilaajaan, mahdolliset riskipaikkojen, jo tiedossa olevien ongelmien selvitys, **korjaukset edellisen kuntotutkimuksen jälkeen**)
 - c. silmämääräinen katselmuksella
 - d. näytemäärä ja mahdolliset tutkimuksen rajaukset (**vanhat näytteidenottokohdat**)
3. Kenttätutkimukset
 - a. henkilönostimen tilaus ja tiedotus kuntotutkimuksesta isännöitsijälle / taloyhtiölle / kohteen käyttäjille
 - b. kaluston pakkaus kenttätutkimuspäivää varten (samalla kaluston tarkastus)
 - c. kenttätutkimukset (**mahdollisesti kaikkia mittauksia, esimerkiksi peitepaksuusmittauksia ei ole tarve tehdä uudestaan**)
 - d. näytelähetteet laboratoriotutkimuksiin ja näytteiden lähetys laboratorioon (**lähetteisiin maininta seurantakuntotutkimuksesta**)
 - e. kaluston purku ja puhdistus
4. Laboratoriokokeet
 - a. ”Kuntotutkimusten laadunvarmistus” (Tiihonen, 2001) mukaan
 - b. By42 ohjeita **soveltaen, betoninäytteiden suojahuokoskokeet ja kloridien tutkiminen mietittävä tapauskohtaisesti**
5. Raportointi
 - a. Mehdon malliraporttipohjaan (**raportointi seurantakuntotutkimuksen raporttipohjaan, rinnalla kuljetetaan samankaltaisten kohteiden peruskuntotutkimuksen malliraporttipohjia**)
 - b. By42 ja muita ohjeita **soveltaen**
 - c. raportin tarkastus (kokenut kuntotutkija / FISE-pätevyys)
 - d. raportin hyväksynnän jälkeen raportin lähetys sovitussa muodossa tilaajalle

Seuraavissa kappaleissa on käsitelty lyhyesti seurantakuntotutkimusprosessin vaiheet. Prosessin tarkemmat vaiheet ja tarkempia ohjeita tilaajayrityksen henkilökunnalle on kirjattu ohjekorttiin, joka käsittelee seurantatutkimuksia (liite 2).

5.2.1 Tarjous

Mehtolla tarjoukset tehdään By42- tilaajan ohjetta soveltaen. Mehton seurantatutkimuksissa näytemäärä on hieman pienempi kuin By42- tilaajan ohjeen (Suomen Betoniyhdistys ry, 2014) suosittelema näytemäärä perustutkimuksille. Erillistä ohjeistusta seurantatutkimuksien näytemäärästä ei ole käytössä Suomessa.

Näytemäärän valinta on Mehton seurakuntotutkimuskohteissa toteutettu siten, että näytemäärä on noin 70-80 % Betonijulkisivun ja parvekkeiden kuntotutkimuksen tilaajan ohjeen mukaisesta peruskuntotutkimuksen näytemäärästä (Suomen Betoniyhdistys ry, 2014). Mikäli edellinen kuntotutkimus ei ole vastannut laajuudeltaan Betoniyhdistyksen suosituksia, on seurantakuntotutkimuksen näytemääränä pidetty vastaavanlaisen kohteen peruskuntotutkimuksen näytemäärää.

Lisätietoja ja tarkemmat ohjeet näytemäärän valintaan on esitetty liitteissä.

Seurantakuntotutkimuksen hieman normaalia peruskuntotutkimusta pienempi näytemäärä perustuu siihen, että peruskuntotutkimuksessa on jo otettu laaja otanta näytteitä, joiden perusteella betonin muuttumattomat ominaisuudet on saatu haarukoitua.

Näitä muuttumattomia ominaisuuksia ei ole kaikissa tapauksissa tarpeen selvittää seurantakuntotutkimuksessa uudestaan, vaan seurantakuntotutkimuksen näytteenotolla pyritään ensisijaisesti selvittämään vaurioitumisen etenemistä. Seurantakuntotutkimuksen yhteydessä otetut näytteet antavat lisäotantaa jo aiemmin määritettyjen betonin ominaisuuksien määrittämiseen, mikäli seurantakuntotutkimuksen yhteydessä otetuille näytteille tehdään kaikki laboratoriokeet.

5.2.2 Lähtötiedot

Seurantatutkimuksien lähtötietojen keräys tehdään Mehtolla BY42 ohjeita soveltaen. Tutkimuksissa, joihin Mehto on tehnyt myös aiemman / aiemmat kuntotutkimukset,

voidaan seurantatutkimuksien lähtötietoja (esim. rakennetyypit), poimia myös vanhoista kuntotutkimusraporteista.

Mehtolla on noudatettu ja noudatetaan voimassa olevia kuntotutkimusohjeita. Kuntotutkimusohjeiden päivityssä, on myös Mehton raporttiformaatti päivittynyt. Käytettäessä lähtötietona vanhoja raportteja, on huomioitava, että erityisesti 1990-luvulla raporttiformaatti ei ole ollut yhdenmukainen nykyraporttiin verrattuna.

Vanhojen ja uusien raporttien väliltä löytyy mm. seuraavia eroavaisuuksia:

- vanhoissa raporteissa betonijauhenäytteidenotto mainitaan vain raporttitekstin joukossa, uusissa raporteissa se mainitaan jo ”näytteidenotto”- kappaleen alla
- vanhoissa raporteissa johtopäätöksiä ja vauriokehitystä on sekaisin useamman kappaleen alla, uusissa raporteissa kappalejaottelussa on pysytty selkeämmin
- vanhoissa raporteissa julkisivujen ja parvekkeiden kappalejaottelu ei ole yhteneväinen keskenään, uusissa raporteissa kappalejaossa on pysytty selkeämmin
- joissakin vanhoissa raporteissa on betoninäytteille tehty halkaisuvetolujuuskoe, kuten kuvan 28 laboratoriokoeraportista nähdään

| Tampereen teknillinen korkeakoulu Talonrakennustekniikan laitos | | Kohde: valm. vuosi 1975 VANTAA | | Tilaaaja: Ins.tsto Lauri Mehto Oy | | Päivämäärä: 20.1.1995 | | Tutkija: K.Makela | | | | | | | | |
|--|---------------|--|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------|----------------------|-----------|------|------------------------------|---|--|---|--------|----|
| näytteen tunnus | rakennetyyppi | näytteen pituus [mm] (k-katkaisu näyte) | näytteen silmämääräinen tarkastelu | | raudoitteet | | karbonatisoituminen | | | | lujuus halkaisuveto [MPa] | kosteus- pitoisuus näytteiden saapuessa p-% | huokoisuus | | Huom! | |
| | | | raekoko max [mm] | tiivisyys [1...5] | halkaisija [mm] | peritpaksaus [mm] | ulkopinta | | sisäpinta | | | | kapillaari- imeytyyspi- toisuus p-% | suoja- huokos suhde P _i | | |
| 1 | parv.piel | 88, k | 17 | 4 | | | | | | | 1,9 | 4,0 | 6,3 | 0,05 | ohuthe | |
| 11 | sandwich | 92 | 9 | 2 | | | | | | | 1,9 | 6,9 | 8,2 | 0,19 | | |
| 12 | sandwich | 49 | 7 | 2 | 3 | 20 | 18 | 20 | 21 | 4,47 | 3 | 5 | 2,8 | 7,3 | 0,21 | |
| 13 | sandwich | 61 | 7 | 3 | | | | 15 | 17 | 3,35 | 4 | 6 | 2,4 | 7,4 | 0,19 | |
| 14 | sandwich | 53 | 7 | 3 | 3 | 24 | 23 | 11 | 14 | 2,46 | 2 | 3 | 2,4 | 7,0 | 0,18 | *1 |
| 21 | parv.kaide | 85 | 16 | 4 | 6,6 | 31 | 12 | 8 | 11 | 1,79 | 8 | 14 | 2,7 | 6,3 | 0,14 | |

*1) Näytteestä on lohjennut pala ulkopinnasta lähtien (halkeamaa pitkin) syvyydelle n.35 mm:ä. Halkeaman seinämät ovat karbonisoituneet 1-2 mm:ä

Kuva 28: Erään vuoden 1995 kuntotutkimuskohteen laboratoriokokeiden tuloksia. (Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy)

Eroavaisuuksista johtuen on lähtötietomateriaalia haettaessa huomioitava, että vanhat kuntotutkimusraportit täytyy aina lukea kokonaan.

Mehtolla henkilöstön vaihtuvuus on erittäin pientä. Tämän takia Mehtolla on mahdollista ja suositeltavaa pyrkiä siihen, että sama kuntotutkija, joka on tehnyt alkuperäisen peruskuntotutkimuksen ja mahdolliset muut aiemmat kohteen kuntotutkimukset, on mukana myös seurantakuntotutkimuksissa joko kuntotutkimuksen tekijän tai tarkastajan roolissa. Tällöin ”hiljainen tieto” kohteesta säilyy mukana kuntotutkimusraportissa ja siirtyy eteenpäin.

Jos kohteen tutkija vaihdetaan kokonaan, täytyy tarjousvaiheessa huomioida, että uudella tutkijalla menee melko paljon aikaa vanhoihin tutkimuksiin perehtymiseen, varsinkin, jos tutkimuksia on useita.

Vanhojen kuntotutkimusraporttien läpikäynnin ja muun kohteeseen perehtymisen jälkeen kuntotutkija tietää

- mistä rakenteista on otettu aikaisemmin betoninäytteitä
- mistä rakenteista on otettu aikaisemmin kloridipitoisuusnäytteitä
- mistä rakenteista on mitattu aikaisemmin peitepaksuuksia ja onko julkisivujen / parvekkeiden alueita, joista peitepaksuuksia ei ole mitattu
- missä rakenteissa on aiemmin havaittu vaurioita ja kuinka paljon vaurioita on havaittu
- mitä korjauksia kohteeseen on tehty edellisen kuntotutkimuksen jälkeen

5.2.3 Kenttätutkimukset

Seurantakuntotutkimuksen kenttätutkimuksia suoritettaessa on tärkeää, että kuntotutkija huomioi kaikissa tutkimuksissa koko ajan vaurioiden etenemisen suhteessa aikaisempiin tutkimuksiin.

Jos mahdollista, seurantakuntotutkimuksen kenttätutkimuksiin otetaan mukaan kohteen edellisten kuntotutkimusten yhteydessä tehdyt julkisivukaaviot. Ideaalilanteessa käytetään edellisten kuntotutkimusten kenttätutkimusmuistiinpanojen originaalien kopioita.

Näytteidenottokohdat valitaan kohteella siten, että niillä saadaan riittävän laaja-alainen kunto kohteen vaurioitumisen etenemisestä. Näytteidenottoa valitessa on syytä ottaa huomioon seuraavat näkökohdat

- rakenteiden kunto (jos joku rakenne on jo edellisen tutkimuksen yhteydessä todettu niin huonokuntoiseksi, että rakennetta ei voida säilyttää, ei rakenteesta kannata ottaa suurta määrää uusia näytteitä, ellei ole epäilystä edellisen kuntotutkimuksen tuloksien varmuudesta)
- vanhat näytteenottokohdat (jos jossain vanhassa betoninäytteessä on todettu esimerkiksi alkavaa pakkasrapautumaa peruskuntotutkimuksen yhteydessä, voidaan nyt ottaa näyte läheltä vanhaa näytteenottoa, jolloin pystytään seuraamaan pakkasrapautumisen etenemistä)
- satunnaisotanta (tutkimusten tuloksen kannalta ei ole tarkoituksenmukaista ottaa kaikkia tai edes suurinta osaa näytteistä vanhojen näytteenottoa läheisyydestä, vaan otannan laajentamiseksi kannattaa näytteitä ottaa myös alueilta, joissa aiemmissa tutkimuksissa ei ole otettu näytteitä)

5.2.4 Laboratoriokokeet ja mittaukset

Pääosa kuntotutkimusten betoninäytteiden laboratoriokokeista suoritetaan nykyään Mehton omassa betonilaboratoriossa.

Laboratorion kannalta seurantakuntotutkimuksen laboratoriokokeissa on huomioitava perehtyminen aikaisempien kuntotutkimusten laboratoriokokeiden tuloksiin. Tarvittaessa laboratoriokokeiden suorittaja voi konsultoida kohteen kuntotutkijaa, jos kohteen uusien ja vanhojen laboratoriokokeiden välillä on ristiriitaisuuksia (esimerkiksi pinnoitekerrokset näytteissä eivät ole samanlaisia, mutta kohteessa ei ole tiedossa tehtyjä pinnoitekorjauksia tutkimusten välillä).

Kuntotutkijan kannalta laboratoriokokeista tulee huomioida se, että seurantatutkimuksissa voi käyttää hyväksi vanhoja laboratorio- ja mittaustuloksia niiltä osin, kun ominaisuudet eivät ole muuttuvia.

Mm. seuraavat laboratoriokokeet / mittaustulokset voidaan käyttää hyväksi vanhoista raporteista:

- terästen peitepaksuusjakaumat
 - Huomioitava aikaisemman otannan määrä. Jos mittaustuloksia on niin vähän, että määrä ei ole enää riittävä nykyisen BY42 ohjeen mukaan, on suositeltavaa tehdä mittaukset uudestaan samassa laajuudessa kuin ne tehtäisiin perustutkimuksessa.
- suojahuokoskokeiden tulokset
 - Huomioitava otannan määrä. Tarvittaessa suojahuokoskokeet voidaan tehdä myös uusille betoninäytteille, jolloin otannan määrä saadaan suuremmaksi.
- kloridipitoisuusnäytteiden tulokset
 - Huomioitava se, mistä aikaisemmat kloridipitoisuusnäytteet on otettu. Jos kloridipitoisuusnäytteitä ei ole otettu joistain rakennusosista, on ne suositeltavaa ottaa seurantatutkimuksen yhteydessä.

Sellaiset laboratoriokokeet, jotka mittaavat betonin muuttuvia ominaisuuksia on seurantatutkimuksissa syytä tehdä kaikille näytteille.

Tällaisia laboratoriokokeita ovat mm.

- vetolujuudet
- ohuthietutkimukset
- näytteiden silmämääräiset tutkimukset (mm. karbonatisoitumissyvyys), joista kuvassa 30 on esitetty Mehton laboratorion mukainen malli

| Insinööri-toimisto LAURI MEHTO Oy Satanmäkeä 16 33290 Tampere | | MEHTO | | Kohde: [REDACTED] Pöytäkirja | | | | Valm. vuosi 1974 | Pvm. / tarkija 5.5.2015 Joonas Lehtonen | | | | | |
|---|-------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------|-------|----------------------|---|---------------------|---------------|------------|---------------------|-------|
| Näyte | Rakennustyyppi | Näytteen pituus [mm] | Keskikoko mako [mm] | Tiiviste-tyyppi [1...5] | Rauhoitust | | | Karbonaatioittaminen | | | | | | Huom! |
| | | | | | Kalkkai-sija [mm] | pehneisyys [mm] | | ulko-lämpö | | | sisä-yläpinta | | | |
| | | | | | ulko-/alap. | sisä-/yläp. | | keskim. [mm] | maks. [mm] | karb. kerr. [muina] | keskim. [mm] | maks. [mm] | karb. kerr. [muina] | |
| PT 1 | Parvekepieli, etelä, talo D, 4.krs. | 88 | 11 | 4 | 6 | 29 | 32 | 17 | 21 | 2,64 | 19 | 21 | 2,95 | 1) 2) |
| PT 6 | Parvekepieli, länsi, talo B, 3.krs. | 88 | 12 | 5 | 4,4 | - | 9,13 | 8 | 44 | 0,93 | 17 | 29 | 2,94 | 3) |
| PT 9 | Parvekepieli, etelä, talo A, 4.krs. | 70 | 8 | 5 | - | - | - | 14 | 17 | 2,18 | 13 | 19 | 2,02 | 4) |
| PT 2 | Parvekepieli, etelä, talo D, 3.krs. | 92 | 12 | 5 | - | - | - | 16 | 25 | 2,49 | 4 | 15 | 0,82 | 5) |
| PT 5 | Parvekepieli, länsi, talo B 1. krs. | 93 | 13 | 3 | 6,4 | - | 13,27 | 16 | 22 | 2,49 | 2 | 11 | 0,31 | 1) 6) |
| PT 7 | Parvekepieli, etelä, talo A, 2.krs. | 99 | 10 | 4 | 4 | 34 | - | 12 | 18 | 1,87 | 8 | 13 | 1,24 | 1) 7) |

*) näyte karkasi postissa

Pääntiivisteiden ulko- ja sisäpinnat ovat alusti ja molemmat ovat mahdollisesti muovipinta. Ulkopinnassa on tiivisteille lähtötyyppinen maalipinta (kukane alustalla). Ulkopinnan maalipinta koostuu kahdesta osakeroksesta. Näytteen sisäpinnalla on mahdollisesti kahdesta osakeroksesta koostuva lähtötyyppinen maalipinta (kukane alustalla). Maalipinnan tartunta tiivisteeseen ja alustaan olevaan betoniin on silmämääräisesti kunnossa.

Parvekepielien ylä- ja alapinnat ovat alusti ja molemmat ovat mahdollisesti muovipinta. Näytteen yläpinnassa on ohut, vihertävä, hauras ja koulunut parvekepielien alusti. Yläpinnan maalipinta koostuu kahdesta osakeroksesta. Näytteen alapinnassa on muutama osakeroksesta koostuva alusti. Näytteen alapinnassa on valkoinen lähtötyyppinen maalipinta, jonka tartunta alustaan olevaan betoniin on silmämääräisesti kunnossa.

1) tällä / tarkista tuotetta

2) Näytteen vappupinnalla on yksi epätyypillinen muotoinen tiivistehuokos.

3) Näytteen ulkopinnan maalipinnassa on muutama halkauma. Halkauma on kolme jalkaa pitkä välikohdan betonissa. Halkaumat kiertävät runko-osien välillä ja ne on todennäköisesti aiheutunut betonin kuumuuskutsunasta. Halkaumat ulottuvat 10-44 mm:s syvyyteen. Näytteen osat tarkastele karbonaatioittaminen betoniin alustalla ja osat pinnalla tuotetta.

4) Näytteen ulkopinnassa on ohut, valkoinen, orgaaninen maalipinta. Valkoisessa maalipinnassa on harsana näkyväksi joutunut hauras jalka. Maalipinnassa on kapea verkkohalkaus. Näytteen sisäpinnalla on ohut keltaisen mahdollisesti värjä maalipinta. Maalipinnan tartunta tiivisteeseen ja alustaan olevaan betoniin on silmämääräisesti kunnossa.

5) Näytteen yläpinnan parvekepielillä on erittäin koulunut.

6) Näytteen alapinnan maalipinnalla on erittäin alusti ja alapinnassa on jonkin verran osakeroksesta koostuvia pieniä tiivistehuokosia.

7) Näytteen ulkopinta on valkoinen maalipinta. Ulkopinnassa on valkoinen mahdollisesti kahdesta osakeroksesta koostuva lähtötyyppinen maalipinta. Maalipinnassa on muutama pieni reikä. Maalipinnan tartunta alustaan olevaan betoniin on silmämääräisesti kunnossa. Näytteen sisäpinnalla on alusti maalipinta. Sisäpinnassa on mahdollisesti kahdesta osakeroksesta koostuva välikohdan lähtötyyppinen maalipinta. Maalipinnatiedon tartunta tiivisteeseen ja alustaan olevaan betoniin on silmämääräisesti kunnossa.

Kuva 29: Erään vuoden 2015 kuntotutkimuksen laboratoriokokeiden (silmämääräinen tarkastelu) tuloksia. (Insinööri-toimisto Lauri Mehto Oy)

5.2.5 Raportointi ja johtopäätökset

Seurantakuntotutkimukset raportoidaan jatkossa Mehtolla tämän opinnäytetyön yhteydessä luotuun seurantakuntotutkimuksen malliraporttipohjaan (liite 3). Raportoinnissa noudatetaan soveltaen voimassaolevia ohjeita ja määräyksiä betonirakenteiden kuntotutkimuksista.

Raporttia kirjoittaessa ja johtopäätöksiä tehdessä kuntotutkijan on tärkeää muistaa, että kaikki kuntotutkimusten yhteydessä tehdyt havainnot ovat aina pistokoeluentoisia. Vaikka uudessa tutkimuksessa ei esimerkiksi havaittaisi yhtään teräskorroosiovaurioita, mutta edellisessä tutkimuksessa on havaittu korroosiovaurioita, täytyy tutkijan huolella miettiä mistä asia johtuu ja miten hän kirjaa asian raporttiin.

Ensimmäisen seurantakuntotutkimuksen jälkeen on mahdollista arvioida ensimmäistä peruskuntotutkimusta tarkemmin kohteen tulevaa vauriokehitystä. Tämä edellyttää sitä, että tutkijalla on tiedossaan kohteen korjaushistoria myös tutkimusten välillä, jotta tutkija osaa arvioida oikein uusien vaurioiden ilmenemismäärän tutkimusten välissä. Siksi

on tärkeää, että ennen johtopäätösten tekoa tutkija selvittää huolella kohteen korjaushistorian, erityisesti tutkimusten väliseltä ajalta.

5.3 Hyödyt kiinteistöjen omistajille

Tarkastelluissa case-esimerkeissä seurantakuntotutkimuksista oli hyötyä tilaajalle. Tilaajan saamat hyödyt voidaan karkeasti jakaa kahteen kategoriaan: kustannushyödyt ja kohteen käyttöturvallisuuteen liittyvät hyödyt.

Kustannushyötyjä ovat mm:

- julkisivujen tai parvekkeen arvioidun käyttöiän piteneminen, ns. ”lisävuodet” rakenteelle
 - esimerkiksi kohteessa Case 1a saatiin säännöllisillä seurantakuntotutkimuksilla seurattua ja monitoroitua rakenteen kuntoa ja täten lykättyä alun perin suunniteltuja raskaita ja kalliita korjauksia jopa noin 10 vuotta eteenpäin alun perin arvioidusta.
- turhien korjauksien tekemättä jättäminen (esimerkiksi, jos julkisivujen kunto on kauttaaltaan heikko, ei ikkunoita kannata uusina erillisenä toimenpiteenä, koska julkisivut ollaan uusimassa kohta)

Käyttöturvallisuuteen liittyviä hyötyjä ovat mm:

- vaurioitumisen ja turvallisuusriskien tarkka seuranta, mahdollisesti käyttöturvallisuuden kannalta vaaralliset paikat (esimerkiksi kohdat, joista voi pudota betonin kappaleita) saadaan hallitusti kontrolloitua.

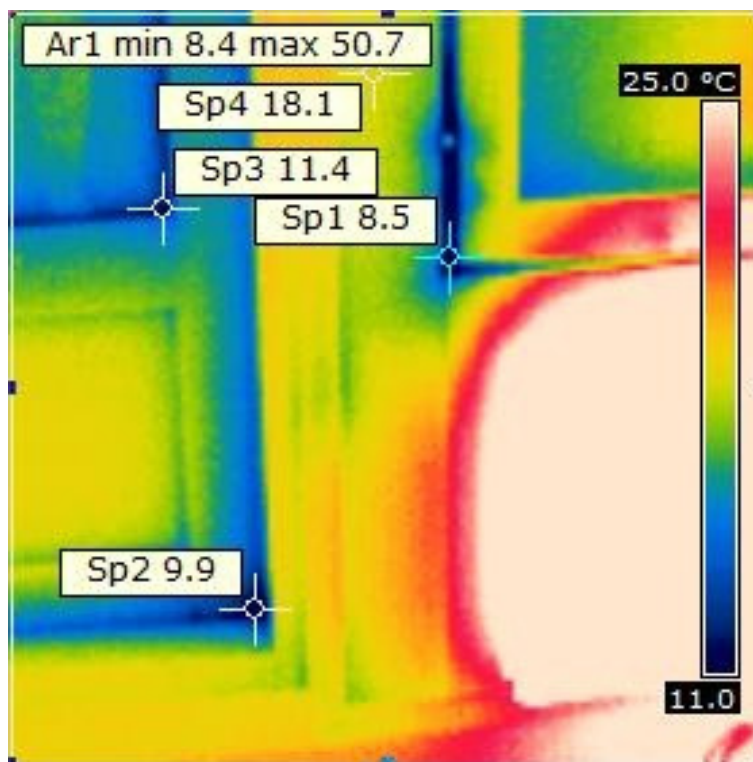
Skogin mukaan (Skog, 2014) erityisen tärkeää isojen kiinteistömäärien omistajille on saada seurantakuntotutkimuksista peruskuntotutkimusta tarkempaa tietoa rakenteen jäljellä olevasta käyttöiästä ja korjausten kustannuksista. Tässä asiassa laaditut seurantakuntotutkimusraportit palvelivat tarkoitustaan hyvin.

6 LISÄKUNTOTUTKIMUKSET

6.1 Yleistä

Lisäkuntotutkimus tehdään tietyn rakennusosan kunnan selvittämiseksi peruskuntotutkimusta tarkemmin. Lisäkuntotutkimus tehdään yleensä silloin, jos edellisessä kuntotutkimuksessa on havaittu tarve selvittää jonkin tietyn rakennusosan kunto tarkemmin. Lisäkuntotutkimus tehdään tyypillisestä melko pian edellisen kuntotutkimuksen jälkeen.

Lisäkuntotutkimuksen kuntotutkimusmenetelmät päätetään tapauskohtaisesti. Tutkimusmenetelmät valitaan siten, että niillä saadaan riittävä varmuus tutkittavan rakennusosan kunnosta. Tutkimusmenetelminä voidaan käyttää myös sellaisia menetelmiä, joita ei käytetä normaalissa peruskuntotutkimuksessa, esimerkiksi lämpökamerakuvasta. Malli lämpökamerakuvasta on esitetty kuvassa 31.



Kuva 30: Esimerkki normaalista poikkeavasta kuntotutkimusmenetelmästä. Lämpökamerakuva erään kuntotutkimuskohteen parvekeovesta.

Tarkentavilla lisätutkimuksilla saadaan normaalia peruskuntotutkimusta tarkempaa tietoa rakennusosan kunnosta. Tarkentavan lisätutkimuksen avulla saadaan suurempi varmuus mahdollisten riskirakenteiden / piilossa olevien rakenteiden kunnosta ja korjaustarpeesta. Usein tarkentavan lisätutkimuksen avulla saadaan myös varmistuttua siitä, muodostaako joku tietty rakennusosa kohteella turvallisuusriskin tai kosteusteknisen riskin.

Tarkentava lisätutkimus on suositeltavaa tehdä pikaisesti sen jälkeen, kun tutkimusta on suositeltu. Jos tarkentavan lisätutkimuksen tekemistä siirretään, saattaa kohteessa ilmetä turvallisuusriskejä (ts. kohteessa olevat piilevät turvallisuusriskit saattavat realisoitua).

Tarkentava lisätutkimus on syytä tehdä, jos

- edellisessä kuntotutkimusraportissa suositellaan tarkentavaa lisätutkimusta
- jos on epäily, että joku yksittäinen rakennusosa saattaa muodostaa turvallisuusriskin ja rakennusosan kuntoa ei saada riittävällä varmuudella selvitettyä peruskuntotutkimuksella

6.2 Lisäkuntotutkimusprosessi

Seurantakuntotutkimusprosessi etenee Mehtolla tyypillisesti seuraavan listauksen mukaisesti. Listaukseen on merkitty **lihavoidulla kursivilla** ne kohdat, jotka eroavat Mehton peruskuntotutkimusprosessista.

Kuntotutkimusprosessi – lisäkuntotutkimus

1. Tarjous
 - a. By42-tilaajan ohjetta 2014 soveltaen
 - b. näytemäärä ja tutkimukset lisäkuntotutkimuksen ohjekortin mukaisesti**
2. Tutkimussuunnitelma
 - a. lähtötiedot (vanhat piirustukset, korjaushistoria, **aiemmat kuntotutkimukset**)
 - b. tutkittavat asiat (yhteys isännöitsijään ja tilaajaan, mahdolliset riskipaikojen, jo tiedossa olevien ongelmien selvitys, **korjaukset ja mahdollisesti ilmenneet vauriot edellisen kuntotutkimuksen jälkeen**)

- c. silmämääräinen katselmus kohteella
 - d. näytemäärä, **rakenneavauskohdat (määrät, sijainti, laajuus)** ja mahdolliset tutkimuksen rajaukset (**vanhat näytteiden ottokohdat**)
 - e. **mahdolliset erikoisemmat tutkimukset (lämpökamerakuvaus, kosteusmittaukset ym...)**
3. Kenttätutkimukset
- a. henkilönostimen / **muun kaluston / rakenneavausurakoitsijan** tilaus ja tiedotus kuntotutkimuksesta isännöitsijälle / taloyhtiölle / kohteen käyttäjille
 - b. kaluston pakkaus kenttätutkimuspäivää varten (samalla kaluston tarkastus)
 - c. kenttätutkimukset **ja mahdollinen rakenneavausten dokumentointi (tehtävät mittaukset ja tutkimukset mietitään kohdekohtaisesti) ja mahdolliset muut tutkimukset**
 - d. näytelähetteet laboratoriotutkimuksiin ja näytteiden lähetys laboratorioon (**lähetteisiin maininta lisäkuntotutkimuksesta**)
 - e. kaluston purku ja puhdistus
4. Laboratoriokokeet
- a. ”Kuntotutkimusten laadunvarmistus” (Tiihonen, 2001) mukaan
 - b. BY42 **ja muita ohjeita soveltaen, tarpeelliset laboratoriotutkimukset mietittävä tapauskohtaisesti**
5. Raportointi
- a. **raportin rakenne kohdekohtaisesti**
 - b. BY42, **kuntotutkimuksien malliraportit** ja muita ohjeita **soveltaen**
 - c. raportin tarkastus (kokenut kuntotutkija / FISE-pätevyys)
 - d. raportin hyväksynnän jälkeen raportin lähetys sovitussa muodossa tilaajalle

Seuraavissa kappaleissa on käsitelty lyhyesti lisäkuntotutkimuksen prosessin vaiheet. Prosessin tarkemmat vaiheet ja tarkempia ohjeita tilaajayrityksen henkilökunnalle on kirjattu ohjekorttiin, joka käsittelee lisäkuntotutkimuksia (liite 2).

6.2.1 Tarjous

Mehtolla tarjoukset tehdään By42- tilaajan ohjetta (Suomen Betoniyhdistys ry, 2014) soveltaen. Lisäkuntotutkimuksissa näytemäärä ja tarvittavat tutkimukset ja näytteet on mietittävä aina tapauskohtaisesti.



Kuva 31: Esimerkki lisäkuntotutkimuksessa tehtävästä tutkimuksesta. Valokuva erään kohteen betonisen kattoterassirakenteen rakenneavauksesta.

Lisäkuntotutkimuksen näytemäärä, otanta ja tehtävät tutkimukset on valittava aina tapauskohtaisesti. Valintaan vaikuttaa tutkittava rakenne, tutkimuksesta halutut tiedot sekä rakenteessa edellisessä kuntotutkimuksessa havaitut vauriot. Mahdolliset tehtävät tutkimukset / rakenneavaukset ja niiden määrään määrittelee kuntotutkija. Kokeneen kuntotutkijan käyttö tällaisessa tilanteessa on erittäin tärkeää. Rakenneavauksien sijainnit tulee määritellä huolell

Tarjousvaiheessa tulee huomioida tarjouskohtaisesti mm. rakenneavaukset ja se, tekeekö kuntotutkija itse rakenneavaukset vai ohjeistaako kuntotutkija rakenneavausten teossa ulkopuolisen urakoitsijan. Tarvittaessa Mehtolla voidaan käyttää ulkopuolisia laboratorioita mm. erilaisten materiaalinäytteiden tutkinnassa ja sisäilmanäytteiden otossa.

6.2.2 Lähtötiedot

Koska lisäkuntotutkimus tehdään yleensä pian edellisen kuntotutkimuksen jälkeen, voidaan pääsääntöisesti olettaa, että edellisessä kuntotutkimusraportissa käytössä olleet tiedot ovat yhä valideja ja käyttökelpoisia.

Lisäkuntotutkimuksessa on tärkeää perehtyä huolella kohteen tietoihin ja vanhaan raporttiin, sekä siihen, miksi lisäkuntotutkimusta on suositeltu. Tarvittaessa täytyy yrittää etsiä lisätietoja tutkittavasta rakennusosasta sellaisista lähteistä, joista lisätietoja ei perustutkimuksen yhteydessä ole etsitty.

Tällaisia erikoisempia lähteitä ovat esimerkiksi

- kaupunginmuseon arkisto
- aikaisempien suunnittelijoiden arkistot
- Arkkitehtuurimuseon arkisto

Kohteesta riippuen Mehtolla lisätietojen etsimisessä voidaan hyödyntää myös arkkitehtien ja rakennuskonservaattorien ammattitaitoa.

Kuten seurantakuntotutkimuksissa, on myös lisäkuntotutkimuksissa suositeltavaa pyrkiä siihen, että sama kuntotutkija, joka on tehnyt kohteen aiemmat kuntotutkimukset, on mukana myös lisäkuntotutkimuksissa, joko kuntotutkimuksen tekijän tai tarkastajan roolissa. Tällöin ”hiljainen tieto” kohteesta säilyy mukana kuntotutkimusraportissa ja siirtyy eteenpäin mahdolliselle seuraavalla tutkijalle.

6.2.3 Kenttätutkimukset

Lisäkuntotutkimuksen kuntotutkimusmenetelmät päätetään tapauskohtaisesti. Tutkimusmenetelmät valitaan siten, että niillä saadaan riittävä varmuus tutkittavan rakennusosan kunnosta sekä muu tarvittava / haluttu tieto tutkittavasta rakennusosasta. Tutkimusmenetelminä voidaan käyttää myös sellaisia menetelmiä, joita ei käytetä normaalissa peruskuntotutkimuksessa.

Tutkimusmenetelmät on valittava kohdekohtaisesti.

Normaalin peruskuntotutkimuksen tutkimusmenetelmien lisäksi Mehtolla tutkimusmenetelminä voidaan käyttää mm.:

- rakenneavauksia
- lämpökamerakuvauksia
- ilmatiiviysmittauksia
- kosteusmittauksia
- maalikalvon paksuusmittauksia
- endoskooppitutkimuksia
- erilaisia materiaali- ja ilmanäytetutkimuksia
- erilaisia laskennallisia tarkasteluja rakenteista
- vaaitusta / painumien seuranta
- kohteella tehtäviä pintavetokokeita
- halkeilun seuranta (kipsisillat)



Kuva 32: Ilmatiiviysmittauslaitteistoa kohteella. (Niemelä, 2010)

6.2.4 Laboratoriokokeet

Laboratoriokokeiden tarve on jokaisessa lisäkuntotutkimuskohteessa arvioitava tapauskohtaisesti. Jos Mehton omaan betonilaboratorioon lähetetään näytteitä, toimitaan niiden kanssa samalla tavalla kuin seurantakuntotutkimusnäytteidenkin kanssa.

Lisäkuntotutkimuksien materiaalinäytteiden tutkinnassa Mehtolla voidaan käyttää myös ulkopuolisia laboratorioita. Voimassaolevista yhteistyökumppaneista ja käytettävistä laboratoriosta löytyy Mehtolta listat, joita päivitetään vuosittain. Ulkopuolisten laboratorioiden valinnassa on pyritty siihen, että laboratoriot käyttävät vain akkreditoituja menetelmiä. Materiaalien ja ilman mikrobianalyysien osalta Mehtolla käytetään vain laboratorioita, joilla on Eviran hyväksyntä.

6.2.5 Raportointi ja johtopäätökset

Lisäkuntotutkimuksien raportoinnissa noudatetaan kohteeseen ja valittuihin tutkimusmenetelmiin soveltuvia ohjeita ja määräyksiä. Lisäkuntotutkimusraportoinnin riittävä laajuus valitaan kohdekohtaisesti. Tilaajan kanssa sovitaan etukäteen haluttu raportin laajuus. Lisäkuntotutkimuksien raportoinnissa voidaan käyttää pohjana jotain Mehton valmiista kuntotutkimuksien malliraporttipohjista, mikäli ne sopivat kohteeseen ja tehtyihin tutkimuksiin.

Lisäkuntotutkimuksen raportoinnissa täytyy miettiä sitä, mitä lisäarvoa raportti tuottaa kohteen tilaajalle. Tarvittaessa vielä lisäkuntotutkimusraportin kirjoittamisen aikana voidaan kohteella käydä (erikseen tilaajan kanssa sovittaessa) tekemässä lisää lisätutkimuksia.

Tavoite on, että lisäkuntotutkimusraportin jälkeen tutkitun rakennusosan kunto ja turvallisuusriskit sekä korjaustavat ovat varmuudella tiedossa. Lisäkuntotutkimusraportissa ei lähtökohtaisesti suositella enää lisätutkimuksia.

6.3 Hyödyt kiinteistöjen omistajille

Tarkastelluissa case-esimerkeissä lisäkuntotutkimuksista oli hyötyä tilaajalle. Tilaajan saamat hyödyt voidaan karkeasti jakaa kahteen kategoriaan: kustannushyödyt ja kohteen käyttöturvallisuuteen liittyvät hyödyt.

Kustannushyötyjä ovat mm:

- tarkempi tieto rakennusosan kunnosta rakenteen korjattavuutta ajatellen, ei tehdä liian raskaita tai kevyitä korjaustoimenpiteitä
- laaja tieto koko kohteen kunnosta ja sitä kautta ”turhien” korjauksien tekemättä jättäminen
- esimerkiksi kohteessa case 2a saatiin lisäkuntotutkimuksella tieto rakennuksen kaikkien päätyjen heikosta kunnosta (tiililaattojen vauriot) ja sitä kautta tietä, että ikkunoita ei kannata uusia, koska julkisivut ollaan uusimassa kohta joka

Käyttöturvallisuuteen liittyviä hyötyjä ovat mm:

- tarkempi tieto rakennusosan kunnosta ja käyttöturvallisuudesta, tieto siitä, tarvitseeko esimerkiksi parvekkeet laittaa käyttökieltoon, koska niiden kannatuksien kunto on heikko
- tarkempi tieto käyttöturvallisuuteen liittyvien vaurioiden laajuudesta (esimerkiksi päätyjen verkotustarve case 2a:ssa).

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1 Yleisesti lisä- ja seurantakuntotutkimuksista

Erilaiset kuntotutkimukset näyttelevät tärkeää osaa koko kiinteistön elinkaaren ajan. Lisä- ja seurantakuntotutkimuksista ei tällä hetkellä ole olemassa laajaa suomenkielistä ohjeistusta. Tätä opinnäytetyötä varten tehdyssä lähdemateriaaliin perehtymisessä ilmeni, että lisä- tai seurantakuntotutkimuksille ei ole edes vakiintunutta nimikäytäntöä. Myös Mehtolla on ollut jossain määrin vaihtelua siinä, mitä nimiä lisä- tai seurantakuntotutkimuksista käytetään.

Tässä opinnäytetyössä käytetyt nimet, lisäkuntotutkimus ja seurantakuntotutkimus, ovat Mehton kuntotutkijoiden ja opinnäytetyön laatijan yhdessä pohtimat nimet erilaisille peruskuntotutkimuksen jälkeen tehtäville kuntotutkimuksille. Tämän opinnäytetyön valmistumisen jälkeen myös Mehtolla käytettävä kuntotutkimustermistö toivottavasti vakiintuu käyttöön nyt käytettyjen nimikkeiden osalta.

Kiinteistökannan vanhentuessa ovat kuntotutkimukset ja korjausrakentaminen koko ajan kasvava liiketoiminnan ala. Kuntotutkimusten määrän lisääntyessä lisääntyy myös niiden kohteiden määrä, joissa tehdään lisä- ja seurantakuntotutkimuksia.

Yhtenäisille, selkeille, koko toimialaa koskeville lisä- ja seurantakuntotutkimusohjeille on olemassa perusteltu tarve.

7.2 Mehton lisä- ja seurantakuntotutkimukset

Tämän opinnäytetyön tekemiselle oli selkeä tarve. Opinnäytetyön yhteydessä luodut ohjekortit ja malliraportit palvelevat jatkossa tärkeänä osana Mehton lisä- ja seurantakuntotutkimusprosesseja. Lisäksi ne yhtenäistävät Mehton raportointikäytäntöjä lisä- ja seurantakuntotutkimusten osalta.

Erityisesti vanhemmissa Mehton tekemissä lisäkuntotutkimusraporteissa on paljon laadullisia ja rakenteellisia vaihteluja. Viime vuosina tehtyjen lisä- ja seurantakuntotutkimusraporttien yleisilme ja sisältö on alkanut yhdenmukaistua. Tähän yhdenmukaistu-

miseen on vaikuttanut se, että kuntotutkimuksien teko ja kuntotutkimusraporttien tarkastus ovat keskittyneet muutamalle henkilölle. Lisäksi viimeisen viidentoista vuoden aikana on Mehton kuntotutkimusprosessit saatu vakiinnutettua. Tämän opinnäytetyön valmistumisen jälkeen saadaan Mehtolla myös lisä- ja seurantakuntotutkimusprosessit sekä lisä- ja seurantakuntotutkimuksien raportointikäytännöt vakioitua.

7.3 Mahdollisuudet jatkotutkimuksille

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa ohjeistusta, malliraportteja ja tietoja Mehton käyttöön. Tämän opinnäytetyön taustamateriaalina on ollut ainoastaan Mehton raportteja ja opinnäytetyö on tehty Mehton käyttöön. Tässä ohjeessa on ensisijaisesti keskitytty käymään läpi kuntotutkimusraporttien kehitys, erilaiset lisäkuntotutkimustyytit ja luomaan yhtenäisen ohjeistus lisä- ja seurantakuntotutkimuksien teosta Mehtolle.

Mahdollisuudet jatkotutkimuksille tämän asian tiimoilta keskittyvät laajempien ja yleisempien lisä- ja seurantakuntotutkimusohjeiden luomiseen.

Laaja yleinen ohje lisä- ja seurantakuntotutkimuksista. Tai vaihtoehtoisesti By42 päivitys siten, että lisä- ja seurantakuntotutkimusten teko saa omat, erilliset ohjeensa. Tavoitteena on, että ohjeessa olisi monipuolisesti huomioitu myös eri kuntotutkimuksia tekevien yritysten edustajien kannat.

Ns. elinkaarimallin mukaiset kuntotutkimukset. Prosessin jatkokehittely ja mahdollinen pilottihanke.

8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Mehtolle selkeä, yhtenäinen ohjeistus lisä- ja seurantakuntotutkimuksien teosta. Tämän opinnäytetyön tiimoilta Mehtolle saatiin luotua prosessikuvaukset, yhtenäiset ohjekortit ja malliraporttipohja lisä- ja seurantakuntotutkimuksien teosta. Lisäksi luotiin lyhyt ohjeistus tilaajille lisä- ja seurantakuntotutkimuksista.

Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksena ja haastattelututkimuksena. Tämän työn tekemisen yhteydessä perehdyttiin noin viiteenkymmeneen Mehton laatimaan vanhaan kuntotutkimusraporttiin. Raporttien joukosta valittiin neljä sellaista kohdetta, joihin oli tehty Mehton toimesta sekä peruskuntotutkimus että sen jälkeen lisä- tai seurantakuntotutkimuksia. Näistä kohteista tehtiin case-tarkastelu, jossa tarkasteltiin kohteelle tehdyt kuntotutkimukset ja lopuksi pohdittiin kohdekohtaisesti tilaajan saamat hyödyt lisä- ja seurantakuntotutkimuksien tekemisestä.

Tarkastelluissa case-esimerkeissä tilaajan saamat hyödyt lisä- ja seurantakuntotutkimuksista voidaan jakaa karkeasti kahteen kategoriaan: kustannushyötyihin ja käyttöturvallisuuteen liittyviin hyötyihin. Kaikissa tarkastelluissa case-esimerkeissä tilaaja sai kustannushyötyä lisä- tai seurantakuntotutkimuksen tekemisestä. Lisäksi kolmessa tapauksessa lisä- ja seurantakuntotutkimukset auttoivat kohteen käyttöturvallisuuden / sen riskien selvittämisessä ja kontrolloimisessa.

Tässä työssä tarkasteltiin myös yhdessä case-esimerkissä ideaalitulannetta siitä, kuinka kuntotutkimuksia voidaan hyödyntää koko rakennuksen elinkaaren ajan. Tämä case-tarkastelu tehtiin kuvitteellisen kohteen perusteella, sillä Mehton kuntotutkimuskohteista ei löytynyt yhtään sellaista kohdetta, jossa kuntotutkimuksia olisi systemaattisesti hyödynnetty koko rakennuksen elinkaaren ajan, rakennuksen elinkaaren alusta lähtien.

Opinnäytetyö palveli alkuperäistä, suunniteltua tarkoitustaan hyvin ja täytti työlle Mehton puolelta asetetut tavoitteet. Jatkossa Mehton lisä- ja seurantakuntotutkimukset pystytään tekemään yhtenäisen selkeän ohjeistuksen perusteella. Tämä auttaa vakioimaan kuntotutkimusraporttien muotoa ja varmistamaan kuntotutkimuksien tasalaatuisuutta, tutkijasta riippumatta. Lisäksi jatkossa pystytään vielä nykyistä paremmin huomioimaan se, minkälaisia tietoja tilaajat kokevat tarvitsevänsä lisä- ja seurantakuntotutkimuksilta.

LÄHTEET

Betonialan Ohuthiekeskus FCM. *Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy:n arkisto. Ohuthieaineisto. Saatavilla rajoitetusti.*

Heimala, Aimo ja Punakallio, Eero. 1993. *Julkisivututkimus - Vuosina 1965-1980 rakennettujen asuinkerrostalojen betonirakenteisten julkisivujen korjaustarve ja -mahdollisuudet.* Helsinki : Asuntohallitus, tutkimus- ja suunnitteluosasto, 1993.

Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy. *Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy:n arkisto. Kuntotutkimusaineisto. Saatavilla rajoitetusti.* Helsinki : Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy.

Kokko, Pekka. 2016. *Kuntotutkimukset. 2016.*

Lahdensivu, J. 2012. *Durability Properties and Actual Deterioration of Finnish Concrete Facades and Balconies.* Tampere : Tampereen teknillinen yliopisto - Tampere University of Technology, 2012.

Lahdensivu, J.;Varjonen, S. ja Weijo, I. 2007. *Anticipation of repair need in concrete facades and balconies.* Lillehammer, Norway : s.n., 2007.

Leppäniemi, Ari. 1996. *Korjausrakentaminen - luentokalvot.* Hämeenlinna : s.n., 1996.

Leppäniemi, Ari. 2015. *Kuntotutkimukset. 2015.*

Mattila, Jussi. 1991. *Kiviainesjulkisivujen tutkimus- ja dokumentointimenetelmät.* Tampere : s.n., 1991.

Niemelä, Petri. 2010. *Valokuva ilmatiiviysmittauksista. 2010.*

Pentti, M. *Julkisivu- ja peruskorjausopas / Betonijulkisivujen vaurioista. s.l. : Suomen Näyttelyrengas.*

Ranki, Tuuli. ja Valtonen, Simo-Pekka. 2015. *VVO:n teknisten päivät 12.2.2015.* Helsinki : s.n., 2015.

RIL. 2015. *Rakennetun omaisuuden tila 2015 - ROTI 2015.* Helsinki : Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL, 2015.

Skog, Vesa, Kiinteistöpäällikkö, TVT Asunnot Oy. 2014. *Seuranta- ja lisäkuntotutkimukset tilaajan näkökulmasta.* 2014.

Suomen Betoniyhdistys ry. 2013. *BY42 - Betonijulkisivun kuntotutkimus.* 2013.

Suomen Betoniyhdistys ry. 1997. *BY42 - Betonijulkisivun kuntotutkimus.* 1997.

Suomen Betoniyhdistys ry. 2002. *BY42 - Betonijulkisivun kuntotutkimus.* 2002.

suomen Betoniyhdistys ry. 2014. *by42 Tilaajan ohje 2014.* [Online] lokakuu 2014. [Viitattu: 15. 10 2015.] <http://www.betoniyhdistys.fi/julkaisut/by42-tilaajan-ohje-2014-ja-2012.html>.

Tampereen Teknillinen Yliopisto. 2015. *Tutkimukset - Tampereen Teknillinen Yliopisto.* [Online] 6. 5 2015. [Viitattu: 15. 10 2015.] <http://www.tut.fi/fi/tietoa-yliopistosta/laitokset/rakennustekniikka/tutkimus/rakennetekniikka/rakenteiden-elinkaaritekniikka/tutkimukset/index.htm>.

Tiihonen, Maarit. 2015. *Kuntotutkimukset.* 2015.

Tiihonen, Maarit. 2001. *Kuntotutkimusten laadunvamistus.* Helsinki : Insinööri-toimi Lauri Mehto Oy, 2001.

Tilastokeskus. 2015. *Tilastokeskus - Tilastokeskuksen PX-Web-tietokannat.* [Online] 2015. [Viitattu: 16. 9 2015.]

Vainio, T., Lehtinen, E., Nuuttila, H. 2005. *Julkisivujen uudis- ja korjausrakentaminen 2000-2010.* Tampere : VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, 2005.

Valtonen, Simo-Pekka. 2015. *Kuntotutkimukset.* 2015.



LISÄ- JA SEURANTAKUNTOTUTKIMUKSIEN
TILAAJAN OHJE
2016

1 ALKUSANAT

Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy on tehnyt betonijulkisivujen ja –parvekkeiden kuntotutkimuksia 1990-luvun alkupuolelta asti. Useita kertoja tutkittujen kohteiden määrä kasvaa koko ajan. Yhä useammin ensimmäisessä peruskuntotutkimuksessa päädytään myös suosittelemaan tilanteen seuraamista ja uuden kuntotutkimuksen tekemistä kohteelle muutamien vuosien kuluttua. Erilaisten lisä- ja seurantakuntotutkimuksien määrä siis kasvaa koko ajan.

Laadukkaat ja hyvin tehdyt kuntotutkimukset sekä lisä- ja seurantakuntotutkimukset tarjoavat kiinteistöjen omistajille ajantasaista, oikeaa ja yksityiskohtaista tietoa rakenteiden korjaustavoista, käyttöi'istä ja korjauksien kustannuksista. Oikein ajoitetuilla lisä- ja seurantakuntotutkimuksilla voidaan rakennuksen julkisivujen ja parvekkeiden elinkaarta pidentää huomattavasti, sen sijaan, että tehtäisiin liian raskaita korjauksia liian aikaisessa vaiheessa.

Betonijulkisivun ja parvekkeiden kuntotutkimus – tilaajan ohje (Suomen Betoniyhdistys ry, 2014) antaa hyvät lähtötiedot kuntotutkimuksista kuntotutkimuksien tilaajille. Ohje keskittyy kuitenkin pääasiassa ensimmäistä kertaa tehtäviin peruskuntotutkimuksiin.

Tämä ohje liittyy Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy:lle tehtyyn opinnäytetyöhön ”Betonisten julkisivurakenteiden lisä- ja seurantakuntotutkimukset”. Tämän ohjeen tarkoituksena on antaa lisää tietoa lisä- ja seurantakuntotutkimuksista kuntotutkimuksien tilaajille. Tämä ohje keskittyy erilaisiin Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy:n tekemiin lisä- ja seurantakuntotutkimuksiin.

2 MITÄ OVAT LISÄ- JA SEURANTAKUNTOTUTKIMUKSET?

Lisä- ja seurantakuntotutkimukset ovat kuntotutkimuksia, joka on tehty ensimmäisen peruskuntotutkimuksen jälkeen. Niiden sisältö määräytyy aina tapauskohtaisesti. Lisä- ja seurantakuntotutkimuksissa selvitetään jonkin rakennusosan kunto sekä korjaustarve ja/tai vauriokehitys edellisen kuntotutkimuksen jälkeen.

Kaikki kuntotutkimukset sisältävät rakenteita rikkovia rakenteiden kunnan tutkimusmenetelmiä. Betonirakenteen todellinen kunto ja siinä tapahtuva vaurioiden eteneminen selviää vain rakenteita rikkovilla tutkimusmenetelmillä. Lisä- ja seurantakuntotutkimustyyppistä riippuen voidaan rakenteiden rikkomista tehdä esimerkiksi näyteporauksien tai rakenneavauksien avulla.



Kuva 1: Kuntotutkimuksen kenttätutkimuksia ja niissä tarvittavaa nostokalustoa.

3 YLEISIMMÄT LISÄ- JA SEURANTAKUNTOTUTKIMUSTYYPIT

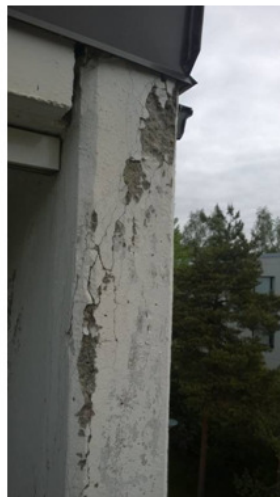
Seurantakuntotutkimus

Seurantakuntotutkimukset tehdään noin 7-15 vuotta edellisen kuntotutkimuksen jälkeen. Seurantakuntotutkimuksessa päivitetään rakennusosien vaurioitumistilanne ja korjaustarve.

Seurantakuntotutkimus on suoritustavoiltaan ja sisällöltään samankaltainen kuin peruskuntotutkimus. Seurantakuntotutkimuksessa keskitytään vaurioitumisen etenemisen arviointiin. Lisäksi seurantakuntotutkimuksessa hyödynnetään edellisen kuntotutkimuksen tuloksia. Tämän takia seurantakuntotutkimuksen näytemäärä on hieman peruskuntotutkimuksen näytemäärää pienempi.



Parvekepieli 2008



Sama parvekepieli 2014



Kuvat 2, 3 ja 4: Parvekepieliseinän vaurioitumisen eteneminen kuntotutkimuksien välillä.

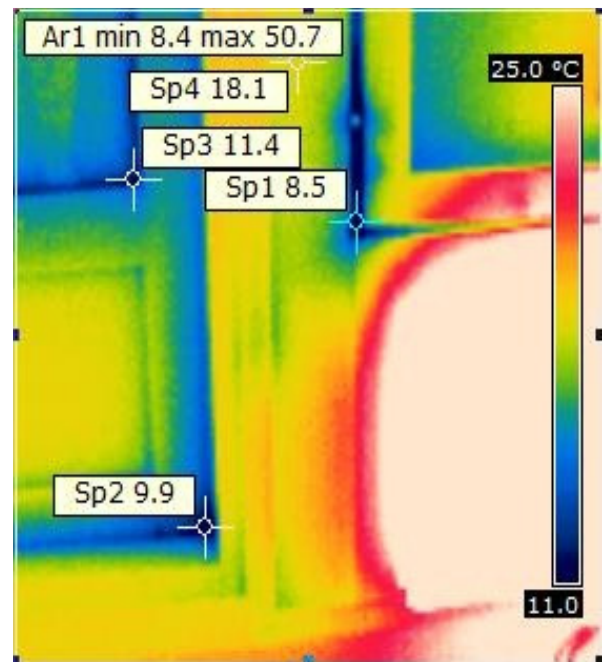
Lisäkuntotutkimus

Lisäkuntotutkimus on peruskuntotutkimuksen jälkeen tehtävä, tarkentava ja tyypillisesti tiettyyn rakennusosaan kohdistuva kuntotutkimus. Lisäkuntotutkimus tehdään yleensä silloin, jos edellisessä kuntotutkimuksessa on havaittu tarve selvittää jonkin tietyn rakennusosan kunto tarkemmin. Lisäkuntotutkimus tehdään tyypillisestä melko pian edellisen kuntotutkimuksen jälkeen.

Lisäkuntotutkimuksen kuntotutkimusmenetelmät päätetään tapauskohtaisesti. Tutkimusmenetelmät valitaan siten, että niillä saadaan riittävä varmuus tutkittavan rakennusosan kunnosta. Tutkimusmenetelminä voidaan käyttää myös sellaisia menetelmiä, joita ei käytetä normaalissa peruskuntotutkimuksessa.

Normaalin peruskuntotutkimuksen tutkimusmenetelmien lisäksi tutkimusmenetelminä voidaan käyttää mm.:

- rakenneavauksia
- lämpökamerakuvauksia
- ilmatiiviyksmittauksia
- kosteusmittauksia
- maalikalvon paksuusmittauksia
- endoskooppitutkimuksia
- erilaisia materiaali- ja ilmanäyte-tutkimuksia
- erilaisia laskennallisia tarkasteluja rakenteista
- vaaitusta / painumien seuranta
- kohteella tehtäviä pintavetokei-ta
- halkeilun seuranta (kipsisillat)



Kuva 5: Lämpökamerakuva parvekeoven kohdalta.

4 LISÄ- JA SEURANTAKUNTOTUTKIMUKSIEN HYÖDYT TILAAJALLE

Tilaajan saamat hyödyt lisä- ja seurantakuntotutkimuksista voidaan karkeasti jakaa kahteen kategoriaan: kustannushyödyt ja kohteen käyttöturvallisuuteen liittyvät hyödyt.

Kustannushyötyjä ovat mm:

- julkisivujen tai parvekkeiden arvioidun käyttöiän piteneminen, ns. ”lisävuodet” rakenteelle
 - esimerkiksi eräässä kohteessa säännöllisillä seurantakuntotutkimuksilla saatiin seurattua ja monitoroitua rakenteen kuntoa ja täten siirrettyä alun perin suunniteltuja raskaita ja kalliita korjauksia jopa noin 10 vuotta eteenpäin alun perin arvioidusta
- laaja tieto koko kohteen kunnosta ja sitä kautta ”turhien” korjauksien tekemättä jättäminen
 - esimerkiksi eräässä usean talon kohteessa saatiin peruskuntotutkimusta tarkentavalla lisäkuntotutkimuksella varmistettua, että kaikkien talojen julkisivujen kunto on heikko. Tällöin tilaajan ei kannattanut ryhtyä suunniteltuun ikkunoiden uusimiseen, koska tiedossa oli, että julkisivut uusitaan pian
- tarkempi tieto rakennusosan kunnosta rakenteen korjattavuutta ajatellen, ei tehdä liian raskaita tai kohteeseen soveltumattomia korjaustoimenpiteitä

Käyttöturvallisuuteen liittyviä hyötyjä ovat mm:

- vaurioitumisen ja turvallisuusriskien tarkka seuranta, mahdollisesti käyttöturvallisuuden kannalta vaaralliset paikat saadaan hallitusti kontrolloitua
 - esimerkiksi eräässä usean talon kohteessa saatiin hallitusti kontrolloitua julkisivujen alueet, joilta voi pudota betonin kappaleita
- tarkempi tieto rakennusosan kunnosta ja käyttöturvallisuudesta
 - esimerkiksi eräässä kohteessa parvekkeet määrättiin käyttökieltoon, koska niiden kannatuksien kunto todettiin heikoksi rakenneavauksien perusteella.

Lisä- ja seurantakuntotutkimuksista saadaan peruskuntotutkimusta tarkempaa tietoa rakenteen jäljellä olevasta käyttöiästä ja korjausten kustannuksista.

5 MIKSI JA MILLOIN TEHDÄ LISÄ- TAI SEURANTAKUNTOTUTKIMUS?

Seurantakuntotutkimus

Säännöllisesti tehdyillä seurantakuntotutkimuksilla saadaan ajantasaista tietoa rakennuksen julkisivujen, parvekkeiden ja muiden vaipparakenteiden kunnosta. Aina rakenteiden vaurioituminen ei etene niin nopeasti, kuin mitä peruskuntotutkimuksessa on oletettu. Tällöin oikeaan aikaan tehdyllä seurantakuntotutkimuksella voidaan saada tärkeää tietoa siitä, voidaanko peruskuntotutkimuksessa mahdollisesti suositeltuja korjauksia siirtää vielä oletettua eteenpäin.



Kuvat 6 ja 7: Pakkasrapautunut pesubetonielementti vuoden 1998 kuntotutkimuksessa (vasemman puoleinen valokuva) ja vuoden 2013 seurantakuntotutkimuksessa (oikeanpuoleinen valokuva). Vaurioituminen ei ole merkittävästi edennyt kuntotutkimuksien välillä.

Betoniyhdistyksen mukaan kuntotutkimuksien päivitykset tehdään noin 10 vuoden välein. Seurantakuntotutkimukset on Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy:ssä tehty tyypillisesti noin 7-15 vuotta edellisen tutkimuksen jälkeen. Suositeltavaan seurantakuntotutkimuksen tekoajankohtaan vaikuttavat edellisen kuntotutkimuksen tulokset ja edellisessä tutkimuksessa havaitut vauriot.

Seurantakuntotutkimus on syytä tehdä, jos

- edellisessä kuntotutkimusraportissa suositellaan seurantakuntotutkimusta
- edellisen kuntotutkimusraportin jälkeen tehdyt korjaukset ovat tulossa suunnitellun käyttöikänsä päähän
- jos edellisestä kuntotutkimuksesta on 10-15 vuotta, eikä kohteelle ole tehty korjauksia tai lisä- tai seurantakuntotutkimuksia

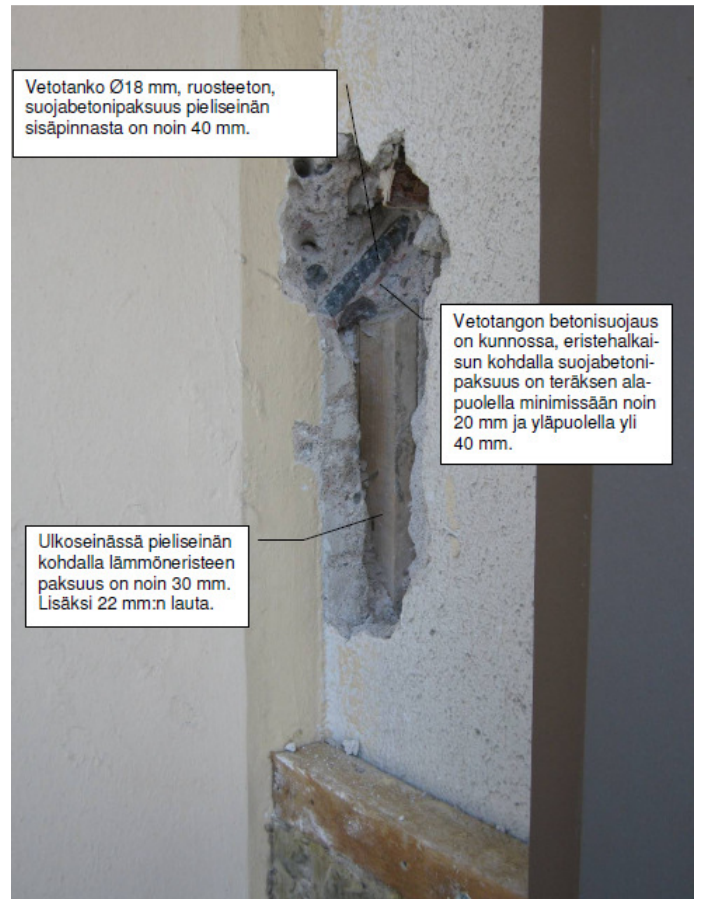
Lisäkuntotutkimus

Lisäkuntotutkimuksilla saadaan normaalia peruskuntotutkimusta tarkempaa tietoa jonkun rakennusosan kunnosta. Lisäkuntotutkimuksen avulla saadaan suurempi varmuus mahdollisten riskirakenteiden / piilossa olevien rakenteiden kunnosta ja korjaustarpeesta. Usein lisäkuntotutkimuksen avulla saadaan myös varmistus siitä, muodostaako joku tietty rakennusosa kohteella turvallisuusriskin tai kosteusteknisen riskin.

Tarkentava lisätutkimus on suositeltavaa tehdä pikaisesti sen jälkeen, kun tutkimusta on suositeltu. Jos tarkentavan lisätutkimuksen tekemistä lykätään, saattaa kohteessa ilmetä turvallisuusriskejä.

Lisäkuntotutkimus on syytä tehdä, jos

- edellisessä kuntotutkimusraportissa suositellaan lisäkuntotutkimusta
- on epäily, että joku yksittäinen rakennusosa saattaa muodostaa turvallisuusriskin



Kuva 8: Pieliseinän sisässä kulkevan vetotangon paljastus piikkaamalla ja vetotangon kunnan dokumentointi.

6 NÄYTEMÄÄRÄ / OTANTA

Seurantakuntotutkimus

Mehton seurantatutkimuksissa näytemäärä on ollut hieman pienempi kuin Betoniyhdistyksen (By42 – tilaajan ohje 2014) suosittelema näytemäärä perustutkimuksille. Erilistä ohjeistusta seurantatutkimuksien näytemäärästä ei ole Suomessa käytössä.

Jos edellinen kuntotutkimus on näytemäärältään ja laajuudeltaan Betoniyhdistyksen suositusten mukainen, on Mehtolla seurakuntotutkimuksien näytemääränä pidetty noin 70 % vastaavanlaisen kohteen peruskuntotutkimuksen näytemäärästä.

Mikäli edellinen kuntotutkimus ei vastaa laajuudeltaan Betoniyhdistyksen suosituksia, on seurantakuntotutkimuksen näytemääränä pidetty vastaavanlaisen kohteen peruskuntotutkimuksen näytemäärää.



Kuva 10: Kuntotutkimuskohteen betoninäytteitä.

Lisäkuntotutkimus

Tarkentavan lisätutkimuksen näytemäärä, otanta ja tehtävät tutkimukset on valittava aina tapauskohtaisesti. Valintaan vaikuttaa tutkittava rakenne, tutkimuksesta halutut tiedot sekä rakenteessa edellisessä kuntotutkimuksessa havaitut vauriot. Mahdolliset tehtävät tutkimukset / rakenneavaukset ja niiden määrän määrittelee kuntotutkija. Kokeneen kuntotutkijan käyttö tällaisessa tilanteessa on erittäin tärkeää.



Kuva 11: Lisäkuntotutkimuksessa tehty rakenneavaus.