

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Talonrakennustekniikka  
Arja Pekkala

Opinnäytetyö

**Palvelutalo Linnaistenhovin  
julkisivujen ja parvekkeiden kuntotutkimus**

Työn valvoja  
Työn teettäjä  
Tampere 5/2009

DI Pekka Väisälä  
Insinööritoimisto Conditio Oy, DI Alpo Eskola

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma, Talonrakennustekniikka

Pekkala, Arja  
Palvelutalo Linnaistenhovin julkisivujen ja parvekkeiden kuntotutkimus

76 sivua

5/2009

Työn ohjaaja

DI Pekka Väisälä

Työn teettävä

Insinööritoimisto Conditio Oy, valvojana DI Alpo Eskola

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön aiheena oli Lohjalla sijaitsevan 1974 rakennetun Palvelutalo Linnaistenhovin julkisivujen ja parvekkeiden kuntotutkimus. Kuntotutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakenteiden tämänhetkinen kunto ja määrittää kohteelle sopivimmat, taloudellisesti mahdolliset korjaustoimenpiteet.

Työn teoriaosuudessa kerrotaan ensin lyhyesti kerrostalorakentamisesta 1970-luvulla ja betonirakenteisen rakennuksen tyypillisimmistä vaurioitumistavoista ja keinoista tutkia niitä. Näiden jälkeen työssä keskitytään kuntotutkimuskohteen rakenteisiin ja havaittuihin vaurioihin, joiden pohjalta analysoidaan suositeltuja korjausvaihtoehtoja ja syitä siihen, miksi suositeltu korjaustapa on paras tälle kohteelle. Teoriaosuuden liitteenä on kuntotutkimusraportti ja liittyvät tutkimustulokset, kuten ohuthietutkimusten ja mikrobi-tutkimusten tulokset.

Kuntotutkimuksesta selvisi, että Linnaistenhovin pesubetoninen julkisivu on monilta alueilta rapautunut ja julkisivueristeissä on mikrobikasvustoa. Parvekkeet ovat melko hyvässä kunnossa, mutta erityisesti parvekelaattojen alapintojen teräkset ovat tutkimusten perusteella vaarassa ruostua, vaikka silmämääräisesti vaurioita ei vielä ole nähtävissä muualla kuin laattojen etureunoissa.

Tutkimustulosten perusteella on suositeltavaa, että korjaustoimenpiteisiin ryhdyttäisiin viimeistään viiden vuoden sisällä tutkimuksesta.

---

Avainsanat kuntotutkimus, parveke, julkisivu, karbonatisoituminen

TAMK University of Applied Sciences  
Department of Construction Engineering, Housebuilding

Pekkala, Arja

Research of facades and balconies of Carehome Linnaistenhovi

76 pages

May 2009

Thesis Supervisor

Pekka Väisälä, Lecturer

Co-operating Company

Engineering Office Conditio, Alpo Eskola

---

## **ABSTRACT**

The subject of the thesis was condition inspection of Care home Linnaistenhovi located in Lohja. Main purpose of this research was to find out the condition of concrete façade and balconies, and define the best and the most economical way repairing the building.

At first the theoretical part goes briefly through the history of building block of flats in the 1970s, and the most common damages and the ways to investigate them in concrete structures. Then the work concentrates analyzing Linnaistenhovi's recommended repairing alternatives based on the detected flaws.

In the research was find out that the façades made of washed concrete are dilapidated in large areas. Also microbes where detected in the thermal insulation. The balconies are otherwise in reasonable condition, but the reinforcement of the balcony roofs might be in danger to corrode, even though the corrosion hasn't yet come visible.

The investigations indicate that repairing of Linnaistenhovi should be started within five years of the condition inspection.

---

Keywords

facade, balcony, condition inspection, carbonation

## **Esipuhe**

Etsiessäni opinnäytetyön aihetta, tärkein tavoite oli saada kokemusta jostain, mitä tulen myös työelämässä tekemään. Kiitänkin lämpimästi Insinööritoimisto Condition henkilökuntaa ja Palvelutalo Linnaistenhovia mahdollisuudesta toteuttaa tämä mielenkiintoinen ja käytännönläheinen opinnäytetyö.

Tampereella 24.4.2009

Arja Pekkala

## Sisällysluettelo

1	Johdanto .....	6
2	Tyypillisiä ongelmia elementtirakenteissa .....	7
3	Kuntotutkimuksien tarkoitus .....	8
4	Vaurioitumistavat ja niiden tutkiminen .....	9
4.1	Kosteusrasitus .....	9
4.1.1	Saumat .....	9
4.1.2	Mikrobit .....	10
4.2	Betonin rapautuminen .....	10
4.2.1	Pakkasrapautuminen .....	11
4.2.2	Ettringiittireaktio .....	11
4.2.3	Alkalirunkoainereaktio .....	12
4.2.4	Rapautumisen tutkiminen .....	12
4.3	Betoniterästen ruostuminen .....	13
4.3.1	Karbonatisoituminen .....	13
4.3.2	Kloridit .....	14
5	Kuntotutkimuksen kohde .....	15
5.1	Lähtötiedot .....	15
5.2	Kohteen rakenteet .....	15
5.2.1	Julkisivut ja sokkelit .....	15
5.2.2	Parvekkeet .....	15
5.2.3	Muut rakenteet .....	16
5.3	Havaitut vauriot rakenteissa .....	16
5.3.1	Julkisivut ja sokkelit .....	16
5.3.2	Parvekkeet .....	18
5.3.3	Muut rakenneosat .....	18
5.4	Kuntotutkimuksessa ehdotetut korjaustoimenpiteet .....	19
5.4.1	Julkisivujen uudelleenverhoilu .....	19
5.4.2	Julkisivujen peruskorjaus .....	20
5.4.3	Julkisivujen ”loppuunajaminen” ja uusiminen .....	20
5.4.4	Parvekkeiden peruskorjaus .....	21
5.4.5	Parvekkeiden kunnostus .....	21
5.5	Linnaistenhoville suositeltu korjauskokonaisuus .....	22
5.5.1	Julkisivut ja sokkelit .....	22
5.5.2	Parvekkeet .....	23
5.5.3	Muut rakenneosat .....	23
6	Loppusanat .....	25
	Lähteet .....	26
	Liite 1: Julkisivujen ja parvekkeiden kuntotutkimus, Palvelutalo Linnaistenhovi .....	27

# 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aiheena on Lohjalla sijaitsevan Palvelutalo Linnaistenhovin rakennuksen julkisivujen ja parvekkeiden kuntotutkimus. 1970-luvulla rakennetulle palvelutalolle on aiemmin suoritettu vain kunnossapitotoimenpiteitä, joten nyt katsottiin otolliseksi ajaksi suorittaa rakennukselle kuntotutkimus korjaustarpeiden selvittämiseksi. Linnaistenhovin rakennus on ajalleen tyypillinen pesubetonipintainen sandwich-elementtitalo, joka on rakennettu iäkkäiden ihmisten kodiksi.

Tutkintotyön tavoitteena oli oppia tekemään tyypillinen kuntotutkimus ja analysoimaan rakenteiden kuntoa kerättyjen tietojen avulla. Yleisimpien vaurioilmiöiden oppiminen ja ymmärtäminen työn kautta oli sekin tärkeää.

Työssä käydään läpi 1970-luvun betonilementtikerrostalojen rakentamisesta ja tyypillisimmistä ongelmista. Lopussa käsitellään Linnaistenhovin kuntotutkimuksen tuloksia sekä perustellaan siinä suositeltuja korjausehdotuksia.

## 2 Tyypillisiä ongelmia elementtirakenteissa

Kuntotutkimuksia tehtäessä ja korjaustarpeen arvioinnissa myös rakentamisen historian tietämys on tarpeen, jotta ymmärtäisi miksi, ja kuinka jokin rakenne on tehty tietyllä tavalla. Kuten autoissa, myös rakennuksissa eri aikakausilta on tiettyjä tyyppivikoja, joiden tietäminen ja tunnistaminen auttaa varsinkin aloittelevaa kuntotutkijaa työssään.

Kerrostalojen rakentaminen betonielementeistä joko osa- tai täyselementtitekniikalla kehittyi ja yleistyi 1960 - 70-luvuilla. Tuona aikakautena Suomessa rakennettiin suurin määrä kerrostaloja suhteessa muihin asuinrakennuksiin. Betonirakenteisten elementtien valmistusta koskevia sääntöjä ei kuitenkaan oltu kehitetty kovin pitkälle, ja suuren asuntotarpeen vuoksi rakennuksia tuotettiin nopeasti, minkä takia aikakauden kerrostalossa on paljon korjattavaa. (Mäkiö ym. 1994)

Tyypillisimpiä ongelmia, joita 70- luvulla rakennetussa elementtikerrostalossa voi olla, ovat mm (Eskola, keskustelut 2008 - 2009):

- lämmöneristeet ohuita verrattuna nykyvaatimuksiin
- valutekniikasta johtuen eristepaksuus vaihtelee julkisivuelementeissä
- parvekepielien saumat ovat kovia ja päästävät vettä lävitseen
- betoni on harvoin pakkasenkestävää
- sandwich-elementtien kuoret eristeessä kiinni, jolloin eristetilaan päässyt kosteus kuivuu hitaasti
- julkisivuelementtien terästys ei ole ruostumatonta ja peitepaksuudet ovat usein liian pieniä
- betoni saattaa sisältää raudoituksia vaurioittavia klorideja
- pinnoitteet tai saumat saattavat sisältää myrkyllisiä aineita

### 3 Kuntotutkimuksien tarkoitus

Kuntotutkimuksen päätarkoitus on selvittää rakennuksen rakenteiden, useimmiten julkisivujen ja parvekeiden kunto, jotta käyttäjät saisivat tarkkaa tietoa rakennuksensa korjaustarpeesta. Tutkimus auttaa selvittämään, milloin on viisain ajankohta kullekin korjaus- tai kunnossapitotoimenpiteelle ja onko jokin rakenne on korjattava välittömästi, jotta käyttäjille tai rakennukselle ei pääsisi tapahtumaan liiallista vauriota.

Kerättävät tiedot ovat tilaajilleen erittäin tärkeitä, sillä tutkimuksen avulla korjaamiseen käytettäville varoille saadaan mahdollisimman suuri hyöty. Usein jo silmämääräisellä rakenteiden ja piirustusten tarkastelulla sekä rakennuksen iän perusteella voidaan määrittellä todennäköisimmät vauriot ja korjaustarpeet rakennukselle. Mutta tarkkoja tuloksia varsinkin betonirakenteiden kunnosta voidaan saavuttaa vain tutkimalla pintaa syvemältä.

Kuntotutkimuksessa pyritään selvittämään rakennuksen korjaustarve mittalaitteiden ja näytteiden avulla, kun taas kuntoarvioissa nimensä mukaisesti arvioidaan rakennusta kokonaisvaltaisesti ilman näytteenottoa. Usein kuntotutkimus tehdään myös kuntoarviossa ehdotettuna syventävänä jatkotutkimuksena ( Bet.julkisivujen...2002, 8).



## **4 Vaurioitumistavat ja niiden tutkiminen**

### **4.1 Kosteusrasitus**

Vesi kaikissa olomuodoissaan on erittäin vaikeasti hallittava elementti rakennetussa ympäristössä. Vesi viistosateena pääsee vaikuttamaan rakennuksen julkisivuun ja laittaa liitosten tiiveyden koetukselle. Kova tuuli saa veden useissa muodoissaan tunkeutumaan yllättäviin paikkoihin. Kuiva puuterilumi päästessään rakennuksen yläpohjaan voi tuoda suuriakin kosteusmääriä rakennuksen lämmöneristeisiin. Jäättyessään vesi aiheuttaa ongelmia tilavuuden kasvullaan sekä rakennusmateriaalien sisällä että rakennuksen perustuksille maan routimisen vuoksi.

#### **4.1.1 Saumat**

Julkisivuelementtien saumauksilla on tärkeä tehtävä estää kosteuden pääsy elementtien välistä eristeisiin. Kosteus eristeissä aiheuttaa sekä vaaran mikrobikasvustojen esiintymiselle, että alentaa eristeen lämmöneristyskykyä.

Saumausten tulee olla elastisia ja tiiviisti kiinni elementtien reunoissa, jotta kosteus ei pääsisi elementtien liitoksista lämmöneristeisiin tai parvekkeiden rakenteisiin. Saumojen käyttöikä on noin 15 - 20 vuotta, jonka jälkeen saumat tulisi viimeistään uusia (Eskola 2008 - 2009).

Saumojen kuntoa tutkittaessa pitäisi tulevaa korjaushanketta ajatellen tutkia myös sisältävätkö elementtien saumat myrkyllisiä lyijyä tai PCB-yhdisteitä, joita käytettiin aiemmin parantamaan saumausaineiden ominaisuuksia. Suomessa PCB-yhdisteitä käytettiin vuoteen 1979 asti, ja lyijyä vuoteen 1989 (Bet.julkisivujen...2002, 45). Tieto on tärkeää siksi, että saumojen uusittaessa myrkyjä sisältävät vanhat saumat osataan lajitella ongelmajätteisiin tavallisen sekajätteen sijaan.

### **4.1.2 Mikrobit**

Rakenteeseen joutuneen kosteuden aiheuttamat mikrobivauriot ovat hyvin yleisiä terveyteen vaikuttavia ongelmia Suomen rakennuskannassa. Mikrobit voivat aiheuttaa ihmisille monia erilaisia hengitystieongelmia, sekä muita yleisterveyteen vaikuttavia haittoja.

Betonisandwich-elementeissä mikrobien esiintyminen on melko harvinaista, mutta mahdollista. Jos sandwich-elementeissä havaitaan mikrobikasvustoja, ei rakenteiden purkaminen ole välttämätöntä. On kuitenkin varmistettava ettei mikrobeista aiheudu haittaa rakennuksen käyttäjille, joten rakenteet on tiivistettävä mahdollisten ilmavuotojen estämiseksi. (Haukijärvi 2005, s. 11)

## **4.2 Betonin rapautuminen**

Betonin tärkein ominaisuus on lujuus. Rapautuminen vaikuttaa betonin lujuuteen alentavasti. Se on yksi merkittävimmistä ja yleisimmistä betonin vaurioitumistavoista. Rapautumista voi tapahtua kolmen erilaisen turmeltumistavan kautta joko erikseen tai niiden yhteisvaikutuksena. Rapautuminen johtuu turmeltumistavasta riippuen betonin sisälle syntyvästä paineesta, joka rikkoo betonia vähitellen yhä enemmän vuosien kuluessa (kuviot 1). Pidemmälle edettyään rapautumisen voi havaita rakennuksen mm. julkisivuelementtien kaareutumisena ja elementtisaumojen kokoonpuristumisena, sekä betonipinnan halkeiluna (Eskola 2008-2009).



Kuvio 1: Rapautunutta pesubetonia

#### 4.2.1 Pakkasrapautuminen

Pakkasen aiheuttama betonin rapautuminen on yleisin kolmesta rapautumistavasta. Ilmiö johtuu betonin huokosissa olevan veden jääytymisestä. Jos betonia ei valmistusvaiheessa ole lisähuokoistettu, on hyvin todennäköistä, että betoni kosteusrasituksen alaisena rapautuu, koska jäätyneen veden tilavuus on suurempi kuin nestemäisen. Vasta 1970-luvun puolenvälin jälkeen yleistyi betonin lisähuokoistus, jonka avulla jäätyvä vesi pääsee laajenemaan suojahuokosiin rikkomatta betonia. Pakkaskestävyyteen vaikuttavat monet tekijät, kuten betonin kosteusrasitustaso ja tiiviys.

(Bet.julkisivujen...2002, 27-29)

Jos betoni ei ole pakkasenkestävää, rakenteiden pintakäsittelyllä on suuri merkitys rakenteen pakkasrapautumiseen. Oikeanlaisella, tiiviillä ja riittävän usein huolletulla pinnoitteella voidaan suojella betonia tehokkaasti rapautumiselta.

#### 4.2.2 Ettringiittireaktio

Tässä betonin rapautumisen muodossa betonin huokosiin kiteytyy sementtikivessä tapahtuvan kemiallisen reaktion vuoksi ettringiittiä. Ettringiitti pienentää suojahuokosten tilavuutta ja näin ollen voi aiheuttaa rapautumista tai pakkasrapautumista, kun jäätyvällä vedellä ei ole enää tilaa laajentua suojahuokosiin. Syynä reaktioon on useimmiten betonin voimakas lämpökäsittely kovettumisen aikana. (Bet.julkisivujen...2002, 31)

### 4.2.3 Alkalirunkoainereaktio

Suomessa harvinaisempi rapautumismuoto, jossa betonissa olevassa kiviaineksessa tapahtuu paisumisreaktio. Mahdollinen rapautuminen syntyy, jos runkoaineena käytetyn kiviaineksen mineraalit eivät kestä alkalista sementtikiveä, ja jos betonin kosteuspitoisuus on korkea. (Bet.julkisivujen...2002, 32)

### 4.2.4 Rapautumisen tutkiminen

Betonin rapautumisen selvittämiseksi on olemassa useita käyttökelpoisia ja edullisiakin keinoja. Tutkimusta suoritettaessa voidaan jo paikan päällä todeta rapautuminen silmämääräisesti tai vasaroimalla, jos vaurioituminen on erittäin pitkälle edennyt. Kuntotutkimuksessa voidaan käyttää myös kimmovasaraa, jolla tutkitaan betonin puristuslujuutta. Kimmovasaraa käytettäessä betonin puristuslujuus saadaan selville ilman näytekappaleita, mutta laitteen tulokset ovat vain suuntaa-antavia. Jos tutkittava betoni näyttää pintapuolisesti hyväkuntoiselta eikä kimmovasaran käyttö ole mahdollista tai järkevää, betonista otetaan näytteitä (kuvio 2). (Bet.julkisivujen...2002, 119)



Kuvio 2: Numeroituja näytelieriöitä

Näytteiden avulla rapautuman tutkimiseen on olemassa neljä yleistynyttä tutkimusmenetelmää, joista edullisempia keinoja ovat betonin puristus- tai vetolujuuden tutkiminen.

Kalliimpia, mutta tuloksiltaan tarkempia tietoja betonin tilasta saadaan laboratoriossa teetettävillä ohut- ja pintahietutkimuksilla, joissa näytteiden ominaisuuksia tutkitaan mikroskoopin avulla. Etuna näissä tutkimusmenetelmissä on se, että yhdestä näytteestä saa tietoa rapautumisasteen lisäksi tiedon mm. rapautumistavasta, betonin koostumuksesta, karbonatisoitumisesta jne.

### **4.3 Betoniterästen ruostuminen**

Betoni on emäksistä ainetta, ja siitä syystä betoniteräokset ovat suojattuja korroosiolta niin kauan kun niiden betonipeite pysyy ehjänä ja alkalisena. Kun betonin antama suoja jostain syystä loppuu, terästen ruostuminen mahdollistuu. Ruostuessaan teräksen pinta-ala kasvaa aiheuttaen painetta ympäröivään betoniin. Korroosion edetessä laajentunut teräs aiheuttaa betonin halkeilua ja pahimmassa tapauksessa jopa kappaleiden irtoamista.

#### **4.3.1 Karbonatisoituminen**

Betonin karbonatisoituminen tarkoittaa betonin neutralisoitumista, mikä johtuu ilmassa olevan hiilidioksidin vaikutuksesta betoniin. Kun betonin teräksiä suojaava alkalisuus loppuu, terästen korroosio voi alkaa, jos olosuhteet muutoin ovat sopivat.

Karbonatisoituminen tapahtuu betonissa vähitellen, ulottuen ajan myötä yhä syvemmälle. Karbonatisoitumisnopeus hidastuu mitä syvemmälle betoniin neutralisoituminen ulottuu. Nopeuteen vaikuttavat myös mm. betonin pinnoitteet, halkeamat ja betonin kosteuspitoisuus. Jos betoni on jatkuvasti kosteudelle alttiina esimerkiksi parvekelaatan yläpinnassa, karbonatisoitumisvyöhyke etenee huomattavasti hitaammin kuin laatan alapinnassa, koska betonin huokosissa oleva vesi estää hiilidioksidin pääsyn betoniin. (Bet.julkisivujen...2002, 21 - 22)

##### **4.3.1.1 Karbinatisoitumisen tutkiminen**

Betonin neutralisoituminen tutkitaan betonista otettujen näyteliieriöiden avulla. Karbonatisoitumista ei voida tutkia ilman pinnan rikkomista. Kentällä karbonatisoitumisraja voidaan havaita välittömästi porauksen jälkeen kastellusta näytteestä alueena, joka erot-

tuu hieman vaaleampana vyöhykkeenä alkalisesta betonista. Kuvion 2 näytteissä näkyy himmeänä merkatut karbonatisoitumisrajat.

Laboratoriossa karbonatisoitumista tutkitaan mm. fenoliftaleiinin, eli erään pH-indikaattorin avulla. Emäksisessä betonissa fenoliftaleiini värjäytyy aniliininpunaiseksi, kun taas karbonatisoituneessa betonissa värjäytymistä ei tapahdu. Pelkällä karbonatisoitumissyvyyden tutkimisella ei voida päätellä rakenteiden kuntoa, vaan saatuja tietoja tulee verrata betoniterästen syvyyteen tilanteen selvittämiseksi. Terästen sijainti tutkitaan peitepaksuusmittarilla. Jos teräkset sijaitsevat syvemmillä kuin keskimääräinen karbonatisoitumisraja, voidaan olettaa että betoniteräkset ovat vielä suojattuna korroosiolta. Tämä ei kuitenkaan sulje pois betonin halkeamisesta aiheutuvaa korroosioriskiä.

#### **4.3.2 Kloridit**

Vaikka betoni ei olisikaan karbonatisoitunut raudoitusterästen alueelta, korroosio voi alkaa, jos betoni sisältää riittävästi klorideja. Klorideja käytettiin betonissa lisäaineena kovettumisprosessin nopeuttamiseen. Kloridit saattavat päästä vaikuttamaan betoniin myös ulkoisten lähteiden vuoksi, kuten tuulen kuljettaman meriveden takia. Kloridipitoisuus selvittää tutkittavan betonin jauhetusta näytteestä yleisimmin laboratoriossa titrauksella. ( Bet.julkisivujen...2002, 97)

## **5 Kuntotutkimuksen kohde**

### **5.1 Lähtötiedot**

Lohjalla sijaitsevan Palvelutalo Linnaistenhovin viisikerroksinen tasakattoinen kerrostalo on valmistunut vuonna 1974. Lämmitysjärjestelmä on vaihdettu öljystä kaukolämpöön n. 20 vuotta sitten (Laurila 2008).

Lähtötietoja kuntotutkimusta varten saatiin muutamista löytyneistä asiakirjoista, sekä Linnaistenhovin pitkäaikaiselta huoltomieheltä. Linnaistenhovin kunnossapidosta on huolehdittu hyvin, mutta suurempia remontteja sen 35 vuotisen historiansa aikana ei ole ollut.

### **5.2 Kohteen rakenteet**

#### **5.2.1 Julkisivut ja sokkelit**

Palvelutalo Linnaistenhovin julkisivut ja sokkelit ovat sandwich-tyyppisiä pesubetonipintaisia elementtejä. Elementtialaa on yhteensä n. 1000 m<sup>2</sup>. Julkisivujen pesty kivaines on väritykseltään valkoista ja sokkeleiden pinnat ovat ruskeasta kiviaineksesta. Elementtien k-arvo on rakennusselostuksen mukaan (liite 1) n. 0,35W/m<sup>2</sup>K, ja keskimääräinen eristepaksuus ulkoseinissä on 90 mm. Julkisivuelementtien saumat on uusittu viimeisen 10 vuoden aikana, mutta tarkkaa ajankohtaa ei kuitenkaan ole tiedossa, koska Linnaistenhovin remontteja ei ole kirjattu ylös.

#### **5.2.2 Parvekkeet**

Parvekkeita kohteessa on yhteensä 16 kpl, joista puolet on huoneistoparvekkeita ja loput tuuletusparvekkeita. Parvekelaatat ovat betonielementtejä, ja metalliset kaiteet on kiinnitetty pieliin pulttikiinnityksellä ja laattaan hitsiliitoksella. Huoneistoparvekkeiden laatat tukeutuvat kokonaan rakennuksen runkoon, ja tuuletusparvekkeet tukeutuvat sekä runkoon että pieliseiniin. Pielielementtien väliset saumat ovat kovia laastisaumoja.

Parvekkeiden vedenpoisto on hoidettu kallistusten avulla suoraan laatan reunan yli. Laattojen alapinnassa on tippaura estämässä veden pääsyn syvemmälle laattojen alapintaa pitkin. Parvekelattiat on pinnoitettu uudelleen epoksipohjaisella massalla kymmenen vuoden aikana. Erillistä vedeneristettä laatoissa ei ole, vaan laatat ovat yksiosaisia elementtilaattoja, joiden ainoana vedeneristeenä on epoksipinnoite.

### **5.2.3 Muut rakenteet**

Linnaistenhovi on aiemmin lämmitetty öljyllä, mutta jossain vaiheessa rakennus liitettiin kaukolämpöverkkoon ja rakennuksen savupiippu tuli tarpeettomaksi. Piipun sisäkuori on tiilimuurattu ja ulkokuori on tehty betonielementeistä. Elementtien saumat ovat laastisaumoja.

Suurin osa ikkunoista ja huoneistoparvekkeiden ovet on uusittu kesällä 2008. Pohjoissivun huoneistoikkunat ja porrashuoneen suuri teräsrunkoinen ikkuna ovat alkuperäisiä.

## **5.3 Havaitut vauriot rakenteissa**

### **5.3.1 Julkisivut ja sokkelit**

#### **5.3.1.1 Betonin rapautuminen**

Rakennuksesta otettujen julkisivunäytteiden ja vasaroinnin perusteella havaittiin, että julkisivujen betoni ei ole pakkasen kestävä ja se on osittain jo hyvin pahasti rapautunut. Myös elementtien kaareutuminen ja saumojen kokoon puristuminen erityisesti rakennuksen länsisivulla viittaavat betonin rapautumavaurioihin (Liite 1, kuvat 2 ja 4). Parhaiten sään vaikutuksilta suojassa ollut pohjoissivu ei vaikuta olevan yhtä pahoin rapautunut kuin muut julkisivut.

Betonin rapautuminen ei tutkimusten perusteella uhkaa kuorien kiinnityksiä, mutta haurastunut betoni asettaa rakennuksen kasvavan kosteusriskin alaiseksi. Elementtisaumat ovat vielä elastisia ja kykenisivät suojaamaan eristeitä kosteudelta, mutta haurastuneen



ja halkeilleen betonin kautta pääsee eristetilaan kosteutta, jolloin saumojen kunnolla ei juurikaan ole merkitystä.

### **5.3.1.2 Raudoitteiden ruostuminen**

Peitepaksuus- ja karbonatisoitumismittausten perusteella terästen peitepaksuudet julkisivuelementtien keskellä ovat yleensä riittävät, eivätkä raudoitukset ole vielä ruostumisvaarassa, kunhan niiden lähistöllä ei ole halkeamia. Elementtien päädyissä ja aukkojen reunoilla on havaittavissa ruostuneiden terästen aiheuttamia halkeamia, ja koska karbonatisoituminen pääsee etenemään jopa kolmesta suunnasta, on korroosioriski suuri elementtien keskiosiin verrattuna. Julkisivunäytteistä löydettyissä teräksissä oli vähintään alkavaa ruostumista jokaisessa.

Peitepaksuusmittausten perusteella sokkelielementtien terästys sijaitsee lähellä eristetilaa. Koska betoni vaikuttaa karbonatisoituneen eristetilan puolelta teräsrajan ylitse, on todennäköistä, että suurin osa sokkeleiden teräksistä on ruostumassa. Myös näytteestä löytynyt erittäin ruostunut teräs tukee mittaustuloksia.

### **5.3.1.3 Muut vauriot**

Lämmöneristeistä tehtyjen mikrobitutkimusten perusteella rakennuksessa on kosteusvaurioista johtuvaa mikrobikasvustoa. Suurimpia mikrobiarvoja havaittiin Linnaistenhovin pohjois- ja länsisivujen alaosista, lähellä sokkelin ja julkisivun rajaa.

(Liite 1)

### **5.3.2 Parvekkeet**

Tuuletusparvekkeiden kunto on hieman huonompi kuin huoneistoparvekkeiden mm. siksi, että huoneistoparvekkeet ovat täysin runkolinjan sisäpuolella ja ne altistuvat pienemmille rasituksille kuin osittain ulkonevat tuuletusparvekkeet.

#### **5.3.2.1 Betonin rapautuminen**

Laattojen päällipintoja on suojannut hyväkuntoinen ja uudehko epoksipohjainen pinnoite, mutta alapintojen etureunat ovat suuren kosteusrasituksen alaisina ja monilla parvekkeilla vaurioituneet (Liite 1, kuva 12). Tuuletusparvekkeen pieliä kovien saumojen vuoksi on mahdollista, että kosteus pääsee kulkeutumaan myös tuuletusparvekkeiden laattojen ja pieliä väliin aiheuttaen betonin rapautumista. Koska parvekkeiden betoni ei ole laboratoriotutkimusten mukaan pakkasenkestävää, on todennäköistä, että vaurioita ilmenee jo muutaman vuoden sisällä, ellei huoltotoimenpiteisiin ryhdytä.

#### **5.3.2.2 Raudotteiden ruostuminen**

Parvekkeilla nähtävissä olevia ruostuneita teräksiä on lähinnä parvekekattojen etureunoissa tippauran ja etureunan välissä. Myös tuuletusparvekkeiden pieliseinien päädyissä ja laatan ja pielen rajapinnoissa on havaittavissa terästen aiheuttamia halkeamia ja ruostuneita teräksiä. Mittaustulosten perusteella laattojen alapintojen teräksistä suurin osa on vaarassa ruostua.

#### **5.3.2.3 Muut vauriot**

Parvekkeiden pinnoitteista otetuista näytteistä selvisi se, että ainakin parvekekattojen ja pieliseinien maalit sisältävät asbestia.

### **5.3.3 Muut rakenneosat**

Savupiipun elementeissä on havaittavissa runsaasti halkeamia ja ruostealumia. Elementtien kovista saumoista noin puolet on irronnut, ja vesi pääsee ehjistä pinnoitteista huolimatta vaikuttamaan rakenteisiin.

Pohjoissivun ikkunoiden toimivuutta ei tarkasteltu, mutta ulkonöltään niiden puuosat ja vesipellit vaatisivat huoltomaalausta. Ongelmia vesitiiveyden kanssa ei ole havaittu.

## **5.4 Kuntotutkimuksessa ehdotetut korjaustoimenpiteet**

Kuntoselostuksen jälkeen kuntotutkimusraportissa ehdotetaan muutamia eri korjausvaihtoehtoja jokaiselle rakennosalle. Ehdotuksille annetaan suuntaa-antava kustannusarvio, ja vaihtoehtojen esittelyn jälkeen kootaan suositeltu korjauspaketti perusteluneen.

Seuraavaksi käydään läpi Linnaistenhoville sopivimmat korjausvaihtoehdot julkisivujen ja parvekkeiden suhteen. Muiden rakenteiden suositellut korjaustoimenpiteet käsitellään korjauspaketin yhteydessä.

### **5.4.1 Julkisivujen uudelleenverhoilu**

Linnaistenhovin pesubetonijulkisivut ovat rapautuneet, ja siksi kosteutta pääsee lämmöneristeisiin mm. pakkasrapautuman vuoksi heikentyneen pesubetonin kautta. Elementtien ulkokuorien kiinnitykset eivät kuitenkaan ole vaarassa pettää, joten tärkein tavoite kunnostustoimenpiteille on julkisivujen kosteusrasitustason alentaminen ja betonivaurioiden etenemisen estäminen. Julkisivujen uudelleenverhoilulla estettäisiin kosteuden ja hiilidioksidin pääsy vanhoihin rakenteisiin, ja vähintäänkin hidastettaisiin huomattavasti terästen ruostumista. Korjaustoimenpiteisiin ryhdyttäessä seinien lisälämmöneristäminen on kannattavaa, koska uudelleenverhoilun työn hintaan ja saavutettavaan hyötyyn verrattuna materiaalien lisäkustannukset eivät ole merkittäviä.

Julkisivujen verhoilupinnaksi annettiin kaksi vaihtoehtoa: joko julkisivujen levytys tai ohutrappaus. Koska kumpikin vaihtoehto antaa suojan vanhalle rakenteelle ja ero on lähinnä lopputuloksen ulkonäössä, raportissa ei annettu suositusta siitä, kumpi vaihtoehdoista olisi parempi.

Eristeistä löytyneiden kohonneiden mikrobiarvojen takia sisäpuoliset rakenteet tulisi tiivistää, etteivät mikrobit pääsisi ilmapuotojen mukana sisäilmaan. Myös korvausilman kulku rakennukseen tulisi tarkistaa.

#### **5.4.2 Julkisivujen peruskorjaus**

Edullisin vaihtoehto julkisivujen korjaukselle olisi pesubetonipintojen laastitasoitus ja maalaus. Suurin osa julkisivuista on kuitenkin jo niin pahoin rapautunutta, että peruskorjauksella ei luultavasti saavutettaisi kovin pitkää käyttöikää. Pohjoiselle julkisivulle vaihtoehto olisi sopiva, sillä pesubetonin kunto on suojaisen sijaintinsa vuoksi parempi kuin muualla.

Tässäkin vaihtoehdossa rakenteet tiivistettäisiin sisäpuolelta, jotta mikrobit eivät pääsisi sisäilmaan.

#### **5.4.3 Julkisivujen ”loppuunajaminen” ja uusiminen**

Paras vaihtoehto erityisesti rakennuksen terveellisyyden ja energiatehokkuuden kannalta olisi poistaa elementtien ulkokuori ja eristeet ja asentaa tilalle uudet nykyvaatimustason mukaiset rakenteet. Tässä vaihtoehdossa korjaustoimenpiteitä voitaisiin siirtää 5 tai jopa 10 vuotta, jonka aikana Linnaistenhovi voisi kerätä rahaa urakkaa varten. Julkisivujen loppuun kuluttamisen aikana kosteusvauriot todennäköisesti kasvaisivat, kun julkisivujen vauriot laajenevat ja pahenevat, joten sisätilojen ilmatiiviydestä pitäisi huolehtia nopeasti, ettei mikrobikasvustoista aiheutuisi terveystahaittoja rakennuksen käyttäjille.

Vaihtoehtoa puoltaa se, että rakenteiden uusimisella mikrobikasvustot saataisiin poistettua varmasti. Uuden julkisivun käyttöikä olisi vähintään 50 vuotta, jonka aikana vaadittaisiin vain pieniä huoltotoimenpiteitä, jotka riippuvat valituista pintamateriaaleista. Ongelmana betonikuorien poistamisessa ovat kesällä 2008 uusitut ikkunat, joiden kiinnitykset saattavat vaarantua ulkokuorta poistettaessa.

Julkisivujen uusiminen kokonaan on mahdollisesti paras, mutta myös kallein vaihtoehto, kun mukaan kustannuksiin lisätään juuri uusitut ikkunat, joiden säilymistä ei voida taata. Vaikka pitkällä aikavälillä uusiminen olisi edullisinta, lähes pelkästään avustusra-

hoituksen varassa toimivan Linnaistenhovin olisi vaikea saada tarvittavaa rahamäärää kerättyä näin arvokkaaseen kertakustannukseen.

#### **5.4.4 Parvekkeiden peruskorjaus**

Peruskorjaus tarkoittaa parvekkeiden mittavaa kunnostamista, jossa kaikki betonipinnat hiekkapuhalletaan, tasoitetaan ja pinnoitetaan uudelleen ja parvekepielien pesubetonipinnat tehdään samankaltaisiksi uuden julkisivupinnan kanssa. Pielien kovat saumat muutetaan elastisiksi. Parvekekattojen teräkset piikataan esiin n. 20 mm:n syvyyteen asti, mutta terästen huoltotarvetta tarkennetaan vielä koepiikkausten avulla ylimääräisten kustannusten estämiseksi. Kaikki parvekekaiteet uusitaan ulkonäön nykyaikaistamisen takia. Kaikki parvekkeiden vaneripinnat uusitaan. Seuraavan kerran parvekkeita pitää huoltaa noin 20 vuoden kuluttua peruskorjauksessa, jolloin todennäköisesti täytyy vain huoltomaalata pinnat.

#### **5.4.5 Parvekkeiden kunnostus**

Kustannuksiltaan huokeammassa kunnostustyyppisessä korjauksessa parvekkeiden betoniosille tehdään kevyempiä korjauksia kuin peruskorjauksessa ja työ voidaan mahdollisesti toteuttaa nosturin avulla ilman telineitä. Betonipintojen irtonainen maali poistetaan korkeapainepesulla, tehdään betonipaikkaukset ja maalataan pinnat uudelleen. Pielien kovat saumat muutetaan elastisiksi. Parvekelattiat hiotaan puhtaaksi ja vesieristetään. Kaiteet säilytetään, mutta ne maalataan uudelleen. Parvekkeiden muut vaneriosat huoltomaalataan ja huoneistoparvekkeiden väliseinät uusitaan.

Kunnostuksen käyttöiäksi saadaan noin 10 - 15 vuotta, jonka jälkeen parvekkeille pitäisi tehdä peruskorjaus.

## 5.5 Linnaistenhoville suositeltu korjauskokonaisuus

### 5.5.1 Julkisivut ja sokkelit

Julkisivujen kunnostukseen suositeltiin kahta korjausehdotusta yhdistettynä, koska julkisivut eivät ole vaurioituneet kaikkialta samantasoisesti. Sokkeleiden korjaukset tehdään samalla tavalla kuin julkisivujen, koska sekä rakenteet että vauriot ovat samanlaiset.

Julkisivujen, poislukien pohjoissivu, korjaustoimenpiteeksi suositeltiin lisälämmöneristystä ja uudelleenverhousta. Suositelluissa toimenpiteissä pyrittiin miettimään sitä, mikä olisi kustannustehokkain keino huoltaa rakennus laadukkaasti, ja siksi yhden julkisivun muista erilainen korjaustapa nousi houkuttelevaksi vaihtoehdoksi. Julkisivujen loppuun käyttämistä ei suositeltu, koska kustannukset nousisivat liian korkeiksi, varsinkin jos jo uusitut ikkunat jouduttaisiin myös irrottamaan.

Pohjoissivulle sopivin vaihtoehto on tehdä peruskorjaus, jossa laastikorjauksella pidennetään julkisivun ikää ja saatetaan se ulkonäöltään yhtenäiseksi muiden sivujen kanssa. Peruskorjaus mahdollistaa vanhojen ikkunoiden säilyttämisen, jolloin ikkunat vain kunnostetaan. Pohjoissivun ikkunoiden ja julkisivujen perusteellisempi korjaus on mahdollista ajoittaa muiden julkisivujen huoltomaalauksen yhteyteen, jolloin hyödytään urakoiden yhtäaikaisesta suorittamisesta. Luultavasti tuolloin on saavutettu myös vanhojen ikkunoiden käyttöikä.

Mikrobihavaintojen takia sisätilojen tiivistys olisi suositeltavaa, mutta koska mikrobien vaikutuksista sisätiloihin ei ole täyttä varmuutta, voitaisiin vaikutuksia sisäilman laatuun seurata ennen tiivistystoimia asiantuntijan jatkotutkimuksilla. Myös ilmanvaihdon toimivuuden tarkastus ja parannus auttaisivat ehkäisemään korvausilman tuloa rakennuksen sisäpuolelle rakenteiden kautta.

### 5.5.2 Parvekkeet

Parvekkeidenkin korjaussuositukset jaettiin kahteen osaan. Huoneistoparvekkeille suositellaan kevyempää kunnostusvaihtoehtoa ja parvekelasitusta, jolloin parvekkeiden kosteusrasitukset saadaan lähes kokonaan poistettua. Parvekelasituksen avulla parvekkeiden puurakenteisten taustaseinien huoltomaalaus riittää, kun ilman lasitusta seinien lämmöneristystä ja tiiveyttä tulisi tutkia lisää ja todennäköisesti parantaa.

Tuuletusparvekkeiden kunto on hieman huonompi kuin huoneistoparvekkeiden mm. siksi, että huoneistoparvekkeet ovat täysin runkolinjan sisäpuolella ja ne altistuvat pienemmille rasituksille kuin osittain ulkonevat tuuletusparvekkeet. Tuuletusparvekkeet jätetään lasittamatta, joten niille tulisi tehdä perusteellisempi korjaus suurempien rasitusten vuoksi. Tuuletusparvekkeiden taustaseinät ovat pesubetonielementtejä ja käyttöerilaista kuin huoneistoparvekkeilla, joten lasitus ei toisi vastaavanlaista hyötyä. Käyttäjien tarpeet pyrittiin ottamaan huomioon, sillä lasitus saattaisi vaikeuttaa iäkkäiden ihmisten toimimista tuuletusparvekkeilla, kun voimia ei ole niin paljon, tekninen osaaminen ei kaikilla ole enää entisensä ja käyttäjien pituus on keskimääräistä pienempi. Kustannusten minimointi on myös eräs syy, minkä takia korjausehdotuksissa toimenpiteiden tarvetta arvioitiin erittäin tarkasti.

Säästöjä toisistaan poikkeavilla korjaustavoilla saadaan mm. sillä, että telineasennuksia ei tarvita kuin tuuletusparvekkeilla, huoneistoparvekkeiden betoniosien perusteellista korjausta voidaan siirtää pitkälle lasituksen avulla ja sillä, että lasitusten avulla huoneistoparvekkeiden taustaseiniä ei tarvitse tiivistää tai lisälämmöneristää kun tuulen vaikutukset saadaan estettyä.

### 5.5.3 Muut rakenneosat

Savupiipun kohtaloksi kuntotutkimusraportissa suositeltiin eristerappausta samoin kuin julkisivuille, koska piipun käyttötärpeestä tulevaisuudessa ei ollut varmaa tietoa. Raportin palautuksen yhteydessä kuitenkin selvitettiin, ettei piipulla tule olemaan enää käyttöä, joten mielekkäin ratkaisu on piipun purkaminen.

Purun kustannuksista kyettiin antamaan vain suurpiirteinen arvio, koska piipun rakentavasta ja materiaaleista ei ole tietoa. Kustannukset voivat nousta erittäin korkeiksi, jos purkamisen yhteydessä löydetään ongelmajätteitä tai jos sen vuoksi joudutaan rakentamaan jotain rakennuksen osia uudestaan (Eskola 2008 - 2009). Purkua ja mahdollista seinien uudelleen rakentamista ei todennäköisesti voida liittää osaksi kokonaisurakkaa, vaan se joudutaan tekemään tunti- tai yksikköhintatyönä työn sisällön epävarmuuden vuoksi, jolloin työkustannukset voivat kasvaa hyvinkin suuriksi.



## 6 Loppusanat

Kuntotutkimuskohteen korjaussuosituksia mietittäessä pyrittiin löytämään tasapaino säästämisen ja perusteellisen korjauksen väliltä. Vaikka pelkästään yhden julkisivun tai parvekkeiden toisistaan eroavat korjaustavat eivät yksin tuo huomattavaa säästöä, pienistä asioista saa koottua suuremman kokonaisuuden, joka toivottavasti olisi vielä mahdollista Linnaistenhovin hallituksen toteuttaa.

Opinnäytetyön aiheena kuntotutkimus oli mielenkiintoinen ja erittäin opettava. Työtä tehdessäni opin paljon asioita, mitä tulen tarvitsemaan myös työelämässä, mutta huomasin myös kuinka paljon on vielä opittavaa. Rakenteiden kunnon ja korjaustarpeiden arvioiminen vaatii kokemuksen antamaa ammattitaitoa, ja sen ammattitaidon hankkiminen vaatii vielä paljon työtä.

## Lähteet

*Betonijulkisivun kuntotutkimus 2002 BY 42 2002. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.*

*Eskola, Alpo, korjaussuunnittelija. Keskustelut 2008 – 2009. Insinööritoimisto Conditio Oy.*

*Haukijärvi, Matti 2005. Betonijulkisivut, verhokorjaus kuorielementeillä- suunnitteluohjeet. Tampere: VTT. [online] [viitattu 14.4.2009]. [http://www.tut.fi/units/rka/rtek/tutkimus/juko/JUKO\\_pdf\\_web/Korjaustavat/Betonijulkisivut/Suunnittelu\\_betoni\\_kuorielementit.pdf](http://www.tut.fi/units/rka/rtek/tutkimus/juko/JUKO_pdf_web/Korjaustavat/Betonijulkisivut/Suunnittelu_betoni_kuorielementit.pdf))*

*Laurila, Maria, Palvelukodin johtaja. Keskustelu 2008. Palvelutalo Linnaistenhovi.*

*Mäkiö, Erkki; Malinen, Maarit; Vikström, Kari; Mäenpää, Risto; Saarenpää, Jukka; Tähti, Esko 1994. Kerrostalot 1960-1975. Helsinki: Rakennustieto Oy*

# Liite 1:

## JULKISIVUJEN JA PARVEKKEIDEN KUNTOTUTKIMUS



**Palvelutalo Linnaistenhovi  
Tehtaankatu 22  
08100 LOHJA**

**Laatija:  
Insinööritoimisto Conditio Oy  
Ratavallintie 2  
00720 HELSINKI  
puh. (09) 2238 220**

**28.1.2009**

## SISÄLLYSLUETTELO

<b>1. SELVITYSTYÖN LÄHTÖTIEDOT .....</b>	<b>2</b>
1.1 KIINTEISTÖN PERUSTIEDOT .....	2
1.2 KUNTOTUTKIMUKSEN YLEISTIEDOT.....	2
1.3 JULKISIVUJEN RAKENNE .....	2
1.4 PARVEKKEIDEN RAKENNE.....	2
1.5 KORJAUSHISTORIA.....	3
1.6 LYHYESTI BETONIN VAURIOITUMISESTA .....	3
<b>2. SELVITYSTYÖN TULOKSET .....</b>	<b>4</b>
2.1 JULKISIVUT .....	4
2.1.1 Piirustuksista saadut tiedot.....	4
2.1.2 Julkisivuilla otetut betoninäytteet .....	4
2.1.3 Julkisivusaumaukset ja julkisivun vesitiiviys / kosteusrasitustaso .....	5
2.1.4 Pakkasvauriot ja betonin pakkasenkestävyys.....	7
2.1.5 Raudoitusterästen ruostuminen .....	8
2.2 JULKISIVUJEN MUUT OSAT .....	8
2.2.1 Lämmöneristeet.....	8
2.2.2 Sokkelit.....	9
2.2.3 Savupiippu .....	9
2.2.4 Ikkunat .....	10
2.2.5 Parvekeikkunat- ovet, parveketaustaseinät.....	11
2.2.6 Kellarin ilmanvaihtoputket .....	11
2.3 PARVEKKEET .....	11
2.3.1 Parvekelaatat.....	11
2.3.2 Pieliseinät .....	15
2.3.3 Metallikaiteet .....	17
<b>3. JOHTOPÄÄTÖKSET.....</b>	<b>18</b>
3.1 JULKISIVUT .....	18
3.2 PARVEKKEET .....	18
<b>4. KORJausehdotukset .....</b>	<b>20</b>
4.1 YLEISTÄ.....	20
4.2 JULKISIVUT .....	20
4.3 SAVUPIIPPU.....	21
4.4 IKKUNAT.....	21
4.5 PARVEKKEET .....	21
4.6 SOKKELIT .....	22
<b>5. KORJausehdotusten yhteenveto ja aikataulu .....</b>	<b>23</b>
LIITTEET:	
1. Kustannusarviolaskelmat	1 s.
2. Ohuthietutkimustulokset	6 s.
3. Ohuthietutkimuksen mikrorakennekuvat	2 s.
4. Pintahietutkimustulokset	3 s.
5. Kloridipitoisuustulokset	1 s.
6. Asbestianalyysi	1 s.
7. Pcb- ja lyijymääritys	1 s.
8. Mikrobitutkimustulosten 1.osa	4 s.
9. Mikrobitutkimustulosten 2.osa	5 s.
10. Arvio korroosioriskitilassa olevien betoniterästen määrästä	2 s.

# 1. SELVITYSTYÖN LÄHTÖTIEDOT

## 1.1 Kiinteistön perustiedot

Yhtiön nimi:	Palvelutalo Linnaistenhovi
Kiinteistön osoite:	Tehtaankatu 22 08100 LOHJA
Rakennusvuosi:	1974
Rakennuksia:	1 kpl
Kerroksia:	5 kerrosta
Parvekkeita:	Huoneistoparvekkeita 8 kpl, tuuletusparvekkeita 8 kpl
Julkisivuala:	n. 940 m <sup>2</sup> (betonielementtiala)
Isännöitsijä:	Ei isännöitsijää Palvelutalon johtaja: Maria Laurila Tehtaankatu 22, 08100 LOHJA, puh. 044 533 1679

## 1.2 Kuntotutkimuksen yleistiedot

Selvitystyön laajuus:	Julkisivujen ja parvekkeiden kuntotutkimus
Tutkimuksen tilaaja:	Maria Laurila
Tutkimuksen suorittajat:	Rak.ins. opiskelija Arja Pekkala, DI Alpo Eskola Insinööritoimisto Conditio Oy
Suorituspäivä:	21.08.2008
Käytetty nostolaite:	18 m henkilönostin (Denka)
Tehdyt kokeet:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porausnäytteiden ottaminen yht. 18 kpl</li> <li>• Terästen peitepaksuusmittauksia, yht. n. 600 kpl</li> <li>• Betonin karbonatisoitumissyvyyden määrittämiä, yht. 18 kpl</li> <li>• Ohuthietutkimuksia 6 kpl</li> <li>• Pintahietutkimuksia 2 kpl</li> <li>• Kloridipitoisuuden määrittämiä 4 kpl</li> <li>• Betonin vetolujuusmittauksia 6 kpl</li> <li>• Asbestitutkimuksia 2 kpl</li> <li>• Sauman lyijy-/pcb-tutkimuksia 1 kpl</li> <li>• Eristeen mikrobianalyysijä 2+ 6 kpl</li> <li>• Ulkokuoren ja pieliseiniä rapautumavaurioiden arviointia vasaroinnilla</li> </ul>
Lähtötietoasiakirjat:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pohjapiirustukset</li> <li>• Rakennusselostus</li> </ul>

## 1.3 Julkisivujen rakenne

Rakennuksen ulkoseinät ovat sandwich-tyyppisiä, pesubetonipintaisia ruutuelementtejä. Elementtien väliset saumat on saumattu elastisella saumaussmassalla.

Rakennusselostuksen mukaan julkisivuelementtien K-arvo on n. 0,35 W/m<sup>2</sup>K.

## 1.4 Parvekkeiden rakenne

Kohteessa on teräsbetonirakenteisia parvekkeita yhteensä 16 kpl. Näistä 8 kpl on osittain runkolinjan sisäpuolella olevia tuuletusparvekkeita, ja toiset 8 ovat huoneistoparvekkeita. Kaikkien parvekkeiden kaiteet ovat teräsrakenteisia. Kaiteiden kiinnitys on hoidettu sivuistaan pulttikiinnityksellä pieliseiniin ja alaosassa kaiteen runko on hitsattu parvekelaatassa oleviin tartuntateräksiin.

Elementtiparvekelaatoille tyypillisesti kaikkien parvekkeiden laatat ovat yksiosaisia ja vedeneristeenä toimii epoksipohjainen laatan pintaan levitetty massa. Vedenpoisto on hoidettu kallistusten avulla kaiteiden alapuolelta ilman erillisiä poistouria tai -putkia. Parvekkelaattojen alapuolella on tippanokka, jonka tarkoituksena on estää veden kulkeutuminen laatan alapintaa pitkin.

#### Tuuletusparvekkeet

Tuuletusparvekkeet sijaitsevat rakennuksen itä- ja länsipäädyissä. Tuuletusparvekkeiden toinen pieli on ns. lämmin pieliseinä ja toinen pieli taas pielielementeistä koostuva kantava rakenne. Parvekkelaatat on kannatettu ratakiskojen avulla välipohjasta. Tuuletusparvekkeiden taustaseinät ovat pesubetonipintaisia, kuten rakennuksen julkisivuelementit.

#### Huoneistoparvekkeet

Eteläsivulla sijaitsevat huoneistoparvekkeet ovat runkolinjan sisäpuolisia ja tukeutuvat välipohjiin ratakiskojen välityksellä. Taustaseinät ja kahden parvekkeen erottavat seinät ovat vaneripintaisia.

### **1.5 Korjaushistoria**

Rakennuksesta ei ollut saatavilla tarkkaa korjaushistoriaa. Rakennuksessa vuosia työskennelleen huoltomiehen mukaan elementtien saumat on uusittu viimeisen kymmenen vuoden sisällä.

Ikkunoiden vaihto uusiin puu-alumiini-ikkunoihin, lukuun ottamatta pohjoisjulkisivun ikkunoita, tapahtui juuri ennen kuntotutkimuksen suorittamista kesällä 2008. Eteläsivulla olevien huoneistoparvekkeiden parvekeovet vaihdettiin samanaikaisesti. Parvekkeiden lattiat on pinnoitettu ainakin kertaalleen rakennuksen historian aikana. Muutoin rakennus on alkuperäisessä kunnossaan.

### **1.6 Lyhyesti betonin vaurioitumisesta**

Betoni karbonatisoituu pinnalta päin syvemmälle ajan myötä ilman hiilidioksidin vaikutuksesta. Karbonatisoituessaan betoni menettää alkalisuuttaan, mikä mahdollistaa betoniterästen ruostumisen. Teräkset ruostuvat, kun betoni on karbonatisoitunut niiden ympäriltä ja betoni on kostea. Ruostuminen laajentaa teräksiä ja laajeneminen lohkaisee betonin. Mikäli betonirakenteiden kloridipitoisuus ylittää 0,05 paino-% (betonin painosta) on teräksillä korroosioriski, vaikka ne sijaitsisivat karbonatisoitumattomassa betonissa.

Toinen betonia yleisesti vaurioittava mekanismi on pakkasrapautuminen. Mikäli betonimassasta puuttuu suojahuokoset, saattaa betonissa oleva vesi jäätyessään murtaa betonin. Murtuminen ja rapautuminen johtuu siitä, että veden tilavuus kasvaa jäätyessä ja syntyy laajenemispainetta, jota betoni ei kestä. Vaurioilmiö on erittäin tyypillinen pesubetonijulkisivuille, koska rakenteen kosteusrasitus on pintakäsittelyn puuttumisen takia korkea.

## 2. SELVITYSTYÖN TULOKSET

### 2.1 Julkisivut

#### 2.1.1 Piirustuksista saadut tiedot

Betonin lujuusluokkaa ei ole mainittu rakennusselostuksessa, mutta ajalle tyypillinen arvo on K20 tai K25. Kantavan julkisivuelementin paksuus on 290mm (150mm betonia+90mm mineraalivillaeristettä+50mm betonia ulkokuoressa) ja kevyen julkisivuelementin 210mm (70mm betonia+90mm eristettä+50mm pesubetonia ulkokuoressa). Rakennusselostuksen mukaan julkisivuelementtien K-arvo on n. 0,35 W/m<sup>2</sup>K.

#### 2.1.2 Julkisivuilta otetut betoninäytteet

	SIJAINTI	KARBON. SYVYYS		PITUUS (mm)	MUUTA
		Ulkopinta (mm)	Sisäpinta /(mm)		
LH3	julkisivuelementti, huonon näköinen pesubetonipinta, itäpääty, 2. ylin elementti	5-14 ka 8	0-5 ka 1	57	ulkopinnan läheisyydessä siellä täällä pieniä karb. alueita
LH4	julkisivuelementti, pesubetonipinta, itäpääty, 2. ylin elementti	5-20 ka 12	0-8 ka 3	59	näytteen keskiosissakin joitain karb.kohtia
LH5	julkisivuelementti, pesubetoni, eteläsivun 2. ylin elementti, oikean puoleisen nurkan vieressä	4-12 ka 5	-	31	näytteessä joitain hiushalkeamia jotka merkattu tuoreena, katkesi porattaessa
LH6	julkisivuelementti, pesubetoni, eteläsivun 3. ylin elementti, oikean puoleisen nurkan vieressä	3-12 ka 8	1-18 ka 6	63	Vetolujuuskoe
LH7	julkisivuelementti, pesubetoni, eteläsivun oik.puoleisen parvekelinjan viereinen 2. ylin elementti	7-17 ka 13	0-5 ka 2	61	siellä täällä pieniä karb. alueita mm. ilmahuokosten ympärillä <b>Ohuthie- +kloriditutkimus</b>
LH9a	julkisivuelementti, pesubetoni, eteläsivun oik.puoleisen parvekelinjan viereinen 3. ylin elementti	-	-	-	murentui porattaessa
LH 15	julkisivuelementti, pesubetoni, länsipääty, 2.ylin elementti, alaosa	8-15 ka 11	1-10 ka 2	60	joitain paloja irronnut näytteestä, joten mitat n. arvioita <b>Pintahietutkimus</b>
LH 16	julkisivuelementti, pesubetoni, länsipääty, 3.ylin elementti, yläosa	6-16 ka 11	0-3 ka 1	56	Vetolujuuskoe
LH 17	julkisivuelementti, pesubetoni, länsipääty, alin elementti, kellarirappujen oik.puoli	12-35 ka 22	0-4 ka 1	57	Pesubet. pinnassa betonin määrä ei ole tasainen-> kiveä näkyvissä hyvin paljon <b>Ohuthietutkimus</b>

Taulukko 1 Julkisivuelementtien karbonatisoitumistulokset sekä näytteiden mitat

Betoninäytteitä otettiin itä-, etelä- ja länsisivuilta, mutta ei pohjoissivuilta lähinnä nosturin ulottuvuusrajotteiden vuoksi. Pohjoissuunnan julkisivu on myöskin eniten säältä suojattu, joten toiset rasituksille alttiimmat julkisivut antavat riittävän kuvan syntyneiden vaurioiden laajuudesta. Näytteitä ei otettu niistä kohdista joiden vaurioituminen oli varmuudella havaittavissa jo silmämääräisesti, esimerkiksi pitkälle edenneen rapautuman vuoksi, vaan näkyvien kohtien vierestä vaurion laajuuden selvittämiseksi.

### **2.1.3 Julkisivusaumaukset ja julkisivun vesitiiviys / kosteusrasitustaso**

#### Rasitustaso

Rakennus sijaitsee ns. normaalirasituksen alueella kaupunkiympäristössä. Julkisivua suojaa osittain lähialueen puusto. Rasitetuimmat julkisivut ovat etelä- ja länsisivu. Pohjoissivulla maa laskee kohti rakennusta kuljettaen pintavesiä rakennuksen kannalta epäedullisesti. Tästä saattaa aiheutua lisäkosteusrasitusta rakennuksen perustuksiin ellei salaojitus toimi toivotulla tavalla. Kuntotutkimuksessa ei tarkistettu salaojituksen toimivuutta.

Julkisivujen pesubetonin kosteusrasitustasoon vaikuttavat mm. pinnan muodot, halkeamat sekä elementtisaumojen kunto.

#### Rakenteiden kunto

Pesubetonipinnan pesusyvyyks vaihtelee julkisivuelementeissä ympäri rakennusta, mikä aiheuttaa reilusti normaalia suuremman kosteusrasituksen pinnan syvempiin kohtiin. Ilmeisesti elementtien valmistusvaiheessa pesubetonipinnan muodostamiseen tarvittava hidastin on vaikuttanut betoniin haluttua syvemmälle ja epätasaisesti. Erityisesti itäpäädyssä elementtien valkoista kiviainesta irtollee alustastaan.

Julkisivuelementtien reunoissa oli joitain erittäin pahasti pakkasrapautuneita kohtia, joista jo kevyellä iskulla irtosi kappaleita (Kuva 1). Lievempää rapautumaa oli silmin havaittavissa ympäri rakennusta.

Rapautuessaan betonin tilavuus laajenee, jonka seurauksena julkisivuelementti voi kaareutua tai "turvota" reunoistaan. Erityisesti länsipäädyn elementtien päädyistä kaareutuminen on helposti havaittavissa (Kuva 2). Turpoamisen huomaa myös kokoonpuristuneista saumoista ja elementtien nurkkien toisistaan eroavista pintojen korkeuksista, mitä löytyi kohtalaisesti ympäri rakennusta.





Kuva 1 Pakkasrapautumaa



Kuva 2 Päätyelementtien kaareutuminen

Itäpäädyn julkisivuelementeissä oli havaittavissa ruostuneita betoniteräksiä, jotka laajentuessaan ovat aiheuttaneet halkeamia betoniin ja niin ikään ovat syynä joidenkin betonikappaleiden helppoon irtoamiseen pakkasrapautumisen lisäksi. Myös joissain elementtien ikkunoiden pielissä on oletettavasti terästen ruostumisesta johtuvaa halkeilua (Kuva 3). Räystäällä ei ole myrskypeltejä, joten veden pääsy eristetilaan on mahdollista.

#### Elementtisaumat

Julkisivujen uudelleensaumauksen ajankohdasta ei ole tiedossa tarkkaa ajankohtaa, mutta huoltomiehen mukaan saumat on uusittu viimeisen kymmenen vuoden sisällä. Rakennus on valmistunut vuonna 1974 jolloin saumausmassoissa käytettiin vielä pcb/lyijy-yhdisteitä massan ominaisuuksien parantamiseksi. Uusituissa samoissa ei tutkimusten mukaan ole myrkyllisiä aineita, mutta näytteiden joukkoon oli sekoittunut jämiä alkuperäisestä saumausmassasta, jonka lyijypitoisuusarvo ylitti sallitun rajan. (liite 7)

Elementtisaumat ovat pääasiallisesti tyydyttävässä kunnossa. Saumojen pinnat ovat lievästi kovettuneet ja havaittavissa on pintahalkeilua, mutta syvemmillä saumausmassa on joustavaa ja pääasiallisesti hyvin kiinnittynyt elementtien reunoihin. Joillain alueilla saumaus ei enää toimi täysin toivotulla tavalla, koska julkisivuelementtien muutokset ovat puristaneet saumoja kasaan (Kuva 4). Myös joissain huonokuntoisimmissa paikoissa saumaus ei enää kykene suojaamaan rakennetta, sillä kosteus pääsee rakenteisiin rapautumisen johdosta suoraan elementtien betonin kautta.



Kuva 3 Ikkunan pielen halkeilua



Kuva 4 Puristunut elementin sauma

### 2.1.4 Pakkasvauriot ja betonin pakkasenkestävyys

1970-luvulla normien asettamat vaatimukset julkisivubetonin ominaisuuksille eroavat nykypäivän asetuksista, minkä vuoksi betoni on usein huonokuntoista iäkkäämmissä rakennuksissa. Betoni, jota ei ole lisähuokostettu eikä pinnoitettu, pakkasrapautuu herkästi Suomen ilmastossa.

#### Laboratoriotutkimukset

Poratuista betoninäytteistä tehtiin 6 kpl ohuthie- (LH1, LH2, LH7, LH9b, LH12, LH17) ja 2 kpl pintahietutkimuksia (LH15 ja LH18). Tutkimuselostukset ovat liitteinä 2 ja 4. Tehdyt mikroskooppitutkimukset osoittivat, että

- Julkisivujen betoni ei ole pakkasenkestävää; eli betonissa ei ole huokostusta tai huokostus on puutteellinen.
- Näytteissä LH 7, LH15, LH 17 sekä LH 18 havaittu orastavaa tai kohtalaista pakkasrapautumaa, sekä joissain em. kappaleissa havaittu betonia suojaavien huokosten täyttävää ettringiittiä.

Kahdelle julkisivusta otetulle näytteelle (LH 6, LH16) suoritettiin betonin vetolujuuskoe, jonka avulla voidaan myös arvioida betonin rapautuneisuutta. Kokeen tuloksen ylittäessä raja-arvon  $1,5\text{MN/m}^2$ , ei näytteessä todennäköisesti ole rapautumavaurioita. Länsipäädystä otettu näyte (LH 16) saavutti juuri vaaditun rajan  $1,5\text{MN/m}^2$ , mutta eteläsivulta otetun näytteen betonin vetolujuus jäi  $0,9\text{MN/m}^2$ :in. Tulokset vastaavat ohut- ja pintahietutkimusten tuloksia siitä, että julkisivujen betoni on vaurioitunut pakkasrapautumisen takia.

#### Yhteenveto

Julkisivuelementtien pakkasrapautuminen vaikuttaa suuresti tehtäessä päätöksiä rakennuksen kunnossapidon ja korjaustarpeen suhteen. Sekä näytteiden laboratoriotuloksista, että silmämääräisesti tutkimalla voidaan havaita, että julkisivubetonin pakkasrapautuminen on vähintäänkin orastavaa koko rakennuksen alueella. Vaipan betoni on rapautunut jo siinä määrin, että ulkokuoren suojaaminen uudelleenverhouksella on otettava harkintaan lähivuosien aikana, jotta välttyttäisiin vielä rankemmilta toimenpiteiltä kuten ulkokuorien purkamiselta. Pelkoa kuorien kiinnitysten pettämisestä ei todennäköisesti ole, vaan kunnostustarve liittyy kosteusteknisiin ongelmiin, jotka pahenevat rapautumisen myötä.

Parhaiten säältä suojatut kohdat, erityisesti parvekkeiden sisäpuoliset pesubetonielementit ja mahdollisesti pohjoisjulkisivun elementit, eivät vaadi niin raskaita toimenpiteitä kuin muut alueet.

### 2.1.5 Raudoitusterästen ruostuminen

Betoniterästen ruostumisen alkamiseen, etenemisnopeuteen ja ympäröivän betonin vaurioitumiseen vaikuttavat monet eri tekijät, kuten betonin kosteuden määrä ja tiiveys, terästen etäisyys ja sijainti elementin pinnoista sekä terästen koko.

Hyväkuntoinen betoni antaa teräkselle alkalisen ympäristön, ja näin ollen estää raudoitusten ruostumisen. Betonin ollessa kosketuksissa ilman kanssa, ilman hiilidioksidi vaikuttaa betoniin aiheuttamalla betonin karbonatisoimisen, jolloin betonin suojaava vaikutus poistuu.

#### Mittaus- ja laboratoriotutkimustulokset

Rakennuksen jokaisesta rakenneosasta (pieliseinä, julkisivu, parvekelaatta, sokkeli) yhdellä näytteellä tutkitut kloridipitoisuusarvot eivät ylittäneet 0,01 p-% kloridipitoisuutta (kriittisenä pidetty raja 0,05 p-%). (Liite 5)

Betonin suojapeitepaksuus pesubetonielementeissä on mittaustulosten perusteella riittävä suojaamaan teräksiä. Karbonatisoitunut betoni ei ulottunut tutkituilla alueella teräksiin asti, eli betonin alkalisuus ehkäisee terästen ruostumista vielä niiltä osin missä betonissa ei ole halkeamia (Liite 11).

#### Yhteenveto

Julkisivuelementeissä keskellä olevat teräkset eivät ainakaan betonin karbonatisoitumisesta johtuen ole vaarassa ruostua. Elementtien reunoilla/päädyissä korroosioriski on paikoin suurempi, koska karbonatisoituminen tapahtuu jopa kolmesta suunnasta. Betonin suojatessa pääosaa teräksistä korroosion alkamiselta (lukuunottamatta halkeamista johtuvaa korroosiota), elementtien ulkopinnan puolella karbonatisoitumisen hidastaminen/estäminen mahdollistaa ulkokuoren säilyttämisen osana rakennuksen rakenteita.

## 2.2 Julkisivujen muut osat

### 2.2.1 Lämmöneristeet

Sandwich-elementtien lämmöneristekerros on sekä rakennusselostuksen, että havaintojen perusteella n. 90mm, joka nyky määräykseen verrattuna on melko vähän. Tämä puoltaa julkisivujen lisälämmöneristämistä, jolloin rakennuksen lämmönläpäisyarvoa saataisiin lähemmäksi nykysuosituksia.

Rakennuksen lämmöneristeistä otetuista näytteistä tutkittiin mikrobivaurioita. Itse kuntotutkimuksessa otetun kahden näytteen perusteella päädyttiin jatkotutkimuksiin (6 kpl lisänäytteitä), jotka vahvistivat mikrobikasvustojen olemassaolon julkisivujen eristetilassa. (Liitteet 8 ja 9).

Suurimmat mikrobiarvot (runsaasti/ erittäin runsaasti) löytyivät rakennuksen länsipäädystä ja pohjoissivun lännenpuoleiselta reunalta.

Tutkimustuloksissa mikrobikasvustojen runsauden määrittelyyn käytetään asteikkoa, jossa + merkitsee vähäistä, ++ kohtalaista, +++ runsasta ja ++++ erittäin runsasta kasvustoa.

Sandwich-elementeissä eristeet ovat molemmilta puoliltaan kiinni betonissa, eikä rakenteessa ole varsinaista tuuletusrakoa joka auttaisi kuivattamaan eristeitä. Kun vesi vielä pääsee eristeisiin rapautuneen betonin kautta, kosteutta pääsee rakenteeseen enemmän kuin sitä ehtii haihtua. Rakenteissa ei siis välttämättä tarvitse olla edes varsinaista kosteusvauriota, vaikka mikrobikasvustoa esiintyykin.

Viittaukset mikrobikasvustoon eristetilassa puoltavat julkisivujen uudelleenverhousta, jolloin ilmavirtausten kulku sisätiloihin estettäisiin ulkopuolelta. Oleellisin keino haitallisten ilmavirtausten estämiseksi on kuitenkin huolehtia rakenteiden tiiveydestä sisäpuolelta seinien ja lattioiden rajassa sekä ikkunoiden liitoksissa, ja huolehtia ilmanvaihdon toimivuudesta.

Mikrobikasvustot sandwich-tyyppisten elementtien eristetilassa ovat ongelmallisia silloin, jos rakennuksen sisäkuori ei ole tiivis. Tällöin mikrobien tuottamat terveydelle haitalliset yhdisteet saattavat päästä sisäilmaan sisäkuoren ilmapuotojen vuoksi.

### 2.2.2 Sokkelit

	SIJAINTI	KARBON. SYVYYS		PITUUS (mm)	MUUTA
		Ulkopinta (mm)	Sisäpinta /(mm)		
LH 18	sokkeli, harm.ruskea pesubetonin, länsipääty	ka 14	ka 13	47	sisäpuolella erittäin ruostunut 4mm teräs <b>Pintahie- ja kloriditutkimus</b>

Taulukko 3. Sokkeleiden karbonatisoitumistulokset sekä näytteiden mitat

Sokkelit ovat ruskeanharmaita pesubetonipintaisia sandwich-elementtejä, jotka toimivat rakennuksen kellaritilojen seininä. Sokkeleissa eristepaksuus on rakennusselostukseen mukaan n.50-70mm. Sokkelin korkeus maanpinnasta vaihteli 0,2 metristä n. 1,5 metriin.

Sokkelielementistä otettiin yksi näytelieriö, jolle tehtiin pintahietutkimus sekä kloriditutkimus (Liitteet 4 ja 5). Laboratoriotutkimuksen mukaan betonin pakkasrapautuminen on kohtalaista ja betoni ei ole pakkasenkestävää.

Karbonatisoituminen on edennyt näytteen mukaan sekä ulko- että sisäpuolella, kummaltakin keskimäärin 14mm. Betonin peitepaksuusmittausten perusteella kuoren terästys sijaitsee pääosin eristetilan puolella karbonatisoituneella alueella.

Koska sokkelielementtien karbonatisoituminen on edennyt jo huomattavan pitkälle, raudoitukset ovat korroosiovaarassa ja betonin pakkasrapautuminen on kohtalaista, tulisi uudelleenverhousta tai laastitasoitusta harkita myös sokkeleiden kohdalla.

### 2.2.3 Savupiippu

	SIJAINTI	KARBON. SYVYYS		PITUUS (mm)	MUUTA
		Ulkopinta (mm)	Sisäpinta /(mm)		
LH 11	savupiippu, länsipääty, 3. ylin elementti yläosa	16-31 ka 24	0-19 ka 12	122	Vetolujuuskoe
LH 12	savupiippu, länsipääty, 2. ylin elementti alaosa, katkaistu	15-23 ka 21	-	47	<b>Ohutkloriditutkimus</b>

Taulukko 4. Savupiipun karbonatisoitumistulokset sekä näytteiden mitat

Savupiipun rakenne on kaksiosainen: sisäpuoli on tiilimuurattu ja ulkopuoli on betonielementeistä koostuva. Elementtien saumat ovat kovia saumoja. Savupiippua ei enää käytetä. Piipun julkisivuelementeissä oli havaittavissa kohtalaisesti korroosiovaurioita ja ruostevalumia (Kuva 5). Useissa kohdissa ruostunut teräs on aiheuttanut elementtien betonissa jo irtoilleita betonikappaleita sekä jatkuvasti kasvavia halkeamia. Elementtien saumat ovat useissa kohdissa irti alustastaan tai jo tippuneet pois (Kuva 6).



Kuva 5 Ruostevalumaa piipun vasemmalla puolella



Kuva 6 Piipun elementtien sauma

Näytteestä tehtyjen laboratoriotutkimusten mukaan piipun elementtien betoni ei ole pakkasenkestävää, mutta pakkasrapautumaakaan ei ole. Elementin maalipinta on suojannut betonia kosteudelta, joten rapautuminen ei vielä ole alkanut. On todennäköistä, että elementtisaumojen huonon kunnon vuoksi rapautuminen voi alkaa lähivuosina.

Piipun betonista selvitettiin karbonatisoitumissyvyyyksiä, mutta peitepaksuuksia ei mitattu.

#### 2.2.4 Ikkunat

Huoneistoikkunat on uusittu rakennuksen kolmelta julkisivulta kesällä 2008 juuri ennen kuntotutkimusta suorittamista. Pohjoissivun ikkunat ovat alkuperäisessä kunnossa. Uusitut ikkunat ovat kaksipuitteisia 3-lasisia sisääpäinaukeavia MSE-ikkunoita. Ikkunoiden vaihtamisen yhteydessä myös vesipellit on uusittu. Jatkossa käsitellään vain alkuperäisten ikkunoiden kuntoa.



Kuva 7 Pohjoissivun alkuperäinen ikkuna

Pohjoissivun ikkunoiden vesipeltejä ja ikkunoiden puuosia ei ilmeisesti ole huoltomaalattu ainakaan kymmenen vuoden sisällä. Maalipinnat ovat kuluneet ja vesipellit eroavat väriltään uusituista (Kuva 7). Lasikittausten kuntoa, käyttöomivuutta eikä ikkunoiden kosteuteknistä toimintaa tutkittu tässä yhteydessä. Koska alkuperäiset ikkunat sijaitsevat rakennuksen suojausimmalla sivulla, ikkunoiden käyttöikää voitaisiin puuosien ja muun ulkonäön kannalta pidentää huoltomaalauksella vielä joitain vuosia. Jos kuitenkin päädytään julkisivun uudelleen verhoukseen, voitaisiin harkita myös viimeisten alkuperäisten ikkunoiden vaihtoa.

Huoneistoikkunoiden lisäksi rakennuksen pohjoissivulla on suuri teräsrunkoinen porrashuoneen ikkuna kaksikerroksisella umpilasituksella. Myöskään tämän ikkunan tiiveyden tutkiminen ei kuulu- nut tutkimusohjelmaan, kuitenkin pintapuolisella tutkimisella ikkunassa ei vaikuttanut olevan pahoja vesivuotoja tai rungon ruostevaurioita.

### 2.2.5 Parvekeikkunat- ovet, parveketaustaseinät

Huoneistoparvekkeiden ovet, ikkunat ja pellitykset on uusittu samanaikaisesti muiden ikkunoiden kanssa. Ovet ovat yksilehtisiä ulospäin aukeavia lasiaukollisia ovia. Taustaseinät ovat vaneripintaisia ja hyvässä kunnossa, mutta ulkonäöltään ne vaatisivat vähintäänkin huoltomaalausta tai uusien levyjen asentamista ulkonäön uudistamisen takia. Väliseinien kiinnitykset vaikuttavat hyvin kosteutta vastaan suojatuilta. Taustaseinien lämmöneristävyys/ ilmatiiveys tulisi tarkistaa tarvittaessa lämpökameran ja pintalämpömittausten avulla mahdollisten korjaustarpeiden selvittämiseksi varsinkin, jos parvekkeet jätetään avonaisiksi.

Tuuletusparvekkeiden ovet ovat yksilehtisiä ulospäin aukeavia, lasiaukollisia puuvia, ja ne on alkuperäisessä kunnossaan. Ovien maalipinta on kohtuullisessa kunnossa. Parvekeovien toimivuutta ei tarkasteltu. Tuuletusparvekkeiden taustaseinät ovat pesubetonia ja ne ovat ikkunattomia. Ovien yläpuoli on muusta alueesta poiketen vaneripintainen. Kuten huoneistoparvekkeissa, myös tuuletusparvekkeiden vanerit on pinnoitettava uudelleen tai uusittava.



Kuva 8 Huoneistoparvekkeen taustaseinän vaneri



Kuva 9 Huoneistoparvekkeiden väliseinä

### 2.2.6 Kellarin ilmanvaihtoputket

Putkien toimivuutta ei tutkittu. Mahdollisen julkisivuremontin yhteydessä tulisi myös tuuletusputket kunnostaa poistamalla ruoste ja vanha maali, ja maalaamalla ne uudestaan.

## 2.3 Parvekkeet

### 2.3.1 Parvekelaatat

#### 2.3.1.1 Rakenne

Parvekelaatat ovat yksikerroksisia laattaelementtejä, eli vedeneristys on hoidettu laatan pinnassa olevan pinnoitteen avulla. Sekä huoneisto- että tuuletusparvekkeiden laattojen paksuus on keskimäärin 125mm.

Parvekkeissa ei ole lasituksia, sadevedet valuvat pois parvekkeilta laatan kallistusten avulla vapaasti parvekelaatan reunan yli. Laattojen alapinnoissa on ns. tippaura, joka estää vesien kulkeutumisen syvemmälle pitkin laatan alapintaa.

## 2.3.1.2 Otetut näytteet

	SIJAINTI	KARBON. SYVYYS		PITUUS (mm)	MUUTA
		Ulkopinta (mm)	Sisäpinta (mm)		
LH2	parvekelaatta, itäpääty, 3.krs	6-11 ka 8	26-33 ka 31	124	<b>Ohuthietutkimus</b>
LH9b	parvekelaatta, eteläsivun oik.puoleinen parvekelinja, 4.krs	6-15 ka 9	29-36 ka 32	126	alapinnassa puolittain karb.alueella oleva teräs ruosteessa ala- pinnastaan <b>Kloridi- Ohuthie- ja Asbesti- tutkimus alapinnan maalista</b>
LH 10	parvekelaatta, eteläsivun vas.puoleinen parvekelinja, 3.krs	6-9 ka 7	31-36 ka 32	128	alapuolen 12mm teräk- set karb.alueella ja reilusti pintaruostuneet
LH 14	parvekelaatta, länsipääty	6-8 ka 6	27-34 30	123	Alapinnan 8mm:n rau- doitus karb. puolella ja jo pintaruosteessa. Yläpinnasta parin mm:n syvyydessä pinnan mukainen halkeama

Taulukko 5. Parvekelaattojen karbonatisoitumistulokset sekä näytteiden mitat

## 2.3.1.3 Rakenteen kosteusrasitustaso: pinnoitteet ja vedenpoisto

Parvekelaattojen osalta on kosteusrasitustasolla erittäin suuri merkitys betonin vaurioiden etenemiseen. Vedeneristyksen puuttuminen ja vedenpoiston toimimattomuus mahdollistavat betonin pakkasvauriot, mikäli betoni ei ole vesitiivistä ja pakkasenkestävää ja toiseksi kosteus mahdollistaa betoniterästen korroosion.

Parvekelaattojen on säilyäkseen siis oltava joko pakkasenkestäviä, tai ne on suojattava vesieristyskerroksella, ettei vesi pääse imeytymään laattaan ja jäätyessään vaurioittamaan rakennetta.

Silmämääräiset havainnot

Sekä huoneisto- että tuuletusparvekkeiden laatat ovat silmämääräisesti arvioituna hyvässä kunnossa yläpuolelta. Laattojen pinnoitteet on uusittu ainakin kertaalleen rakennuksen historian aikana ja pinnoitteet, oletettavasti epoksipohjaiset, ovat tiiviit ja erittäin hyvässä kunnossa (Kuva 10). Ainoastaan parvekkeiden ovien etuosissa pinnoite oli paikoin kulunut parvekeovien kulun vuoksi. Laattojen etureunan maalipinnoite (Kuva 11) vaikuttaa vielä hyväkuntoiselta, mutta koska valumavedet kuljetetaan lattioiden pois reunan yli, on maalipinnalla hyvin suuri kosteusrasitustaso.

Koska parvekkeiden vedenpoisto hoidetaan kallistusten avulla ilman vedenpoistoputkia, on parvekelaattojen valumavedet aiheuttaneet laattojen alapintoihin vaurioita, kuten likaantumista ja kulumista (Kuva 12 ja 13). Laattojen alapinnassa oleva tippaura on estänyt veden ja pahempien vaurioiden etenemisen syvemmälle pitkin laatan alapintaa.



Kuva 10 Parvekelaattojen pinnoite



Kuva 11 Parvekelaatan etureunan pinnoite



Kuva 12 Vaurioitunut parvekekaton reuna



Kuva 13 Parvekekaton reunan tummumista

Parvekelaattojen alapinnan maalista otettiin näyte asbestimittauksia varten ja tulos osoittautui positiiviseksi. Jos maalipinta tullaan poistamaan uuden pinnoitteen alta, on työ suoritettava asbestityönä. Jos maalipintoja uusittaessa päädyttäisiin vanhan pinnoitteen päälle maalaamiseen, on tutkittava vanhan maalikerroksen tartunta betoniin.

Silmämääräisesti arvioituna parvekkeiden maali on muutoin kiinni alustassaan paitsi kattojen ulkoreunoilla ja kylmien pieliä vieressä.

Tällöin katto tulisi vähintäänkin pestä korkeapainepesurilla jotta hilseilleet pinnoitteet saadaan poistettua.

Parvekelaattojen kolmella sivulla on elementin valun yhteydessä toteutettu jalkalista, joka estää veden valumisen parvekkeiden tausta- ja pieliseiniin. Jalkalistat on päällystetty samalla epoksiyhjäisellä vedeneristepinnoitteella kuin muukin osa laatasta, ja listojen kunto on erittäin hyvä.

#### 2.3.1.4 Pakkasvauriot, pakkasenkestävyys

Vedenpoistoratkaisusta ( ei tippanokkaa, laatan etureunassa pelkkä maali eikä vedeneristettä ) johtuen on parvekelaatan etureunan kosteusrasitustaso on todella korkea, ja tämän tyyppisissä rakenteissa esiintyy tyypillisesti teräskorroosiota ja pakkasrapautumista juuri laatan etureunassa. Näytteitä ei ollut mahdollista ottaa vaurioituneimmilta kohdilta, joten tutkimuksissa keskityttiin silmämääräisesti hyväkuntoisiin osiin vaurioiden laajuuden määrittämiseksi.

#### Silmämääräiset havainnot

Parvekelattioiden ulkoreunalla ei ole havaittavissa rapautumisen merkkejä. Laatan vedeneriste on hyvin kiinni alustassaan, samoin laattojen etureunassa oleva pinnoite, joten vesi ei ole päässyt vahingoittamaan betonilaattaa. Voidaan olettaa että laatta ei ole yläpuolelta pakkasrapautunut.



### Laboratoriotutkimukset

Ohuthietutkimusten mukaan (Liite 2) parvekelaattojen betoni ei ole pakkasenkestävää. Pakkasrapautumaa tulosten mukaan ei kuitenkaan ole alapinnassa.

### Yhteenveto

Parvekelaatoissa ei ole pakkasrapautumaa silmämääräisen eikä muidenkaan tutkimusten mukaan. Pakkasenkestävää laatan betoni ei ole, mutta vedeneriste on suojannut laatan pintaa kosteudelta. Laatojen etureunalla oleva paksu maalikerros olisi syytä vaihtaa epohksipohjaiseen, jotta betonin kosteusrasitusta saadaan vielä alennettua.

#### 2.3.1.5 Raudoitusterästen ruostuminen

Parvekelaattojen etureunoissa esiintyvät betoniterästen ruostumisen aiheuttamat betonivauriot ovat hyvin tyypillisiä tämän tyyppisessä parvekeratkaisuissa. Parvekelaatassa on erittäin runsas betoniterästys ja laattojen alapinnoissa esiintyvien betonivaurioiden määrä vaikuttaa merkittävästi korjauskustannuksiin.

### Silmämääräiset havainnot

Useilla parvekkeilla tippauran ja laatan reunan välisellä alueella on jo ruostuneita betoniteräksiä näkyvissä (Kuva 12 ja 14), sekä liian pienten peitepaksuuksien että pitkälle edenneen karbonatisoitumisen johdosta. Myös suuri kosteusrasitustaso on päässyt vaikuttamaan teräksiin.. Korroosiovaurioita ei ollut havaittavissa muualla kuin laattojen ulkoreunojen läheisyydessä, kun tarkasteltiin laattoja ulkopuolisesti.

### Mittaus- ja laboratoriotutkimustulokset

Laattojen alapinnat ovat karbonatisoituneet kaikki yli 30mm:n syvyyteen (keskimääriin 31mm). Betonin peitepaksuusmittauksien kautta saatiin tulokseksi, että lähes 70% alapinnan terästyksistä on korroosioriskitilassa, kuitenkin alle 10mm:n syvyydessä on vain noin 1% teräksistä. Kaikki näytteistä havaitut betoniteräkset olivat vähintäänkin pinnastaan ruostuneet. Vaikkei laattojen alapinnassa ollut vielä nähtävillä ruostumisesta aiheutuvia vaurioita, on niitä odotettavissa, jos toimenpiteisiin ei ryhdytä.

Parvekelaatasta otetun näytteen kloridipitoisuus oli alle 0,01 % (< 0,05 %), joten kloridien ei voida olettaa kiihdyttävän terästen korroosiota.



Kuva 14 Ruostunut teräs laatan alapinnassa

### Yhteenveto

Parvekelattioiden kosteudeneriste on suojannut laattaa hyvin vaurioilta, joten lattioiden osalta ongelmia ei lähivuosiinakaan ole odotettavissa.

Laattojen alapinnan terästyksset taas ovat jo suurin osa korroosioriskitilassa, joten terästyksset tulevat lähivuosiin aiheuttamaan vauriota betoniin. Jotta ruostuminen saataisiin pysäytettyä, tulee lähimpänä alapintaa olevat teräkset piikata esiin, kunnostaa ja tämän jälkeen suorittaa betonikorjaukset. Ennen kokonaisvaltaisia korjaustöitä voidaan suorittaa koepiikkauksia vaurioiden laajuuden selvittämiseksi.

## 2.3.2 Pieliseinät

### 2.3.2.1 Havainnot

Parvekkeiden rakennepiirustukset eivät olleet käytettävissä. Pieliseinien paksuus on keskimäärin 153mm. Lämpimän pielen paksuus on yleensä n. 80-100 mm, mutta tarkkaa paksuutta ei tiedetä, koska lämpimän pielen näytteestä saatavat tiedot eivät ole oleellisia kokonaiskäsityksen luomiseksi.

### 2.3.2.2 Otetut näytteet

	SIJAINTI	KARBON. SYVYYS		PITUUS (mm)	MUUTA
		Ulkopinta (mm)	Sisäpinta (mm)		
LH1	parvekepieli, itäpääty, 3.krs, sileä betoni	30-42 ka 35	9-17 ka 14	152	sisäpuolen teräkset karb.alueella ja ruostetta on havaittavissa <b>Kloridi- , Ohuthie- ja Asbestipitoisuus- tutkimus ulkopuolen maalista</b>
LH 13	pieliseinä, länsipääty, syvennöksen puolelta, kohdassa voimakasta kosteusrasitusta	18-30 ka 23	21-28 ka 24	155	

Taulukko 6 Pieliseinien karbonatisoitumistulokset sekä näytteiden mitat

### 2.3.2.3 Rakenteen kosteusrasitustaso ja pinnoitteet

Pieliseinien maalipinnat olivat hyvin kuluneet erityisesti rakennuksen alaosissa itäsivulla. Pinnoissa on myös jonkin verran kosteudesta johtuvaa sammaltumista lähellä pielen reunoja. Paikoitellen pinnoite näyttää huuhtoutuneen kokonaan pois veden vaikutuksesta. Muualla itäsivun parvekkeiden yläosissa ja länsisivun parvekkeissa maalipinnat ovat vielä melko siistit.

Kylmien pieliseinien maalipinnasta ulkopuolelta tehtiin asbestitutkimus, joka osoittautui positiiviseksi. Jos maalipinta tullaan poistamaan uuden pinnoitteen alta, on työ suoritettava asbestityönä. Jos maalipintoja uusittaessa päädyttäisiin vanhan pinnoitteen päälle maalaamiseen, on tutkittava vanhan maalikerroksen tartunta betoniin.

Kylmien pielielementtien saumat ovat ns. kovia saumoja, eli laastisaumoja. Saumojen laasti on huokoisempaa kuin elementtien betoni, joten kosteus pääsee kulkemaan saumojen kautta parvekkeiden sisäpuolelle aiheuttaen lisäkosteusrasitusta sisäpinnoille. Tästä johtuen pielen yläosat ovat huonokuntoisemmat ja pinnoite kuluneempaa kuin muualla. Saumojen muuttaminen elastisiksi saumoiksi vähentäisi kosteusrasitustasoa huomattavasti.

### 2.3.2.4 Pakkasvauriot, pakkasenkestävyys

#### Silmämääräiset havainnot

Parvekepielien etureunat ja laattaliitosten ympärystöt ovat rakenteen kosteusrasitetuimmat kohdat. Pielien rapautumiseen viittaavia merkkejä ei havaittu, kun kuntoa tutkittiin vasaroinnilla.

#### Laboratoriotutkimukset

Ohuthietutkimuksen (LH 1) mukaan parvekepielessä ei havaittu suojahuokosia, jotka parantaisivat betonin pakkasenkestävyysominaisuuksia kosteusrasituksissa. Tutkituissa näytteissä ei kuitenkaan havaittu alkavaa pakkarapautumista. Näytteet on otettu kylmistä pielistä parvekkeiden sisäpuolelta poraamalla seinän keskiosista.

Vetolujuuskoe vahvistaa tulosta siitä, ettei pieliä betoni tutkituilla alueilla ole rapautunut, sillä tutkimustulos 3,5MN/m<sup>2</sup> ylittää reilusti sallitun 1,5MN/m<sup>2</sup>:n rajan.

#### Yhteenveto

Toistaiseksi parvekepielissä pakkasrapautuminen ei ilmeisesti ole vielä aiheuttanut merkittäviä vaurioita. Pakkasenkestävää betoni ei ole ja tämän takia onkin parvekepielien kosteusrasitustasoa alennettava saattamalla maalaukset ja pielisaumaukset kuntoon, jotta pakkasrapautumisvaurioilta vältytään myös tulevaisuudessa.

### 2.3.2.5 Raudoitusterästen ruostuminen

#### Silmämääräiset havainnot

Silmämääräisessä tarkastelussa voitiin todeta, että parvekepielissä on teräskorroosiosta aiheutuneita vaurioita lähinnä vain pieliä etureunoissa ja hieman pieliementtien sisäpuolella alaosissa (Kuva 16). Etureunojen halkeamia havaittavissa erityisesti rakennuksen itäpuolella (Kuva 17).

#### Mittaus- ja laboratoriotutkimustulokset

Betonin karbonatisoitumis- ja peitepaksuustutkimusten mukaan kylmien pieliä teräksistä laskennallisesti arvioituna n.35% on tällä hetkellä korroosioriskitilassa, ja n.14% on alle 10mm:n syvyydessä pinnasta. Itäpäädyn parvekepielestä otetun näytteen teräksessä ja betonissa on korroosion aiheuttamia vaurioita, mikä tukee laskennallisen arvion tuloksia.

Pieliseinistä otetun näytteen kloridipitoisuus oli alle 0,01 % (< 0,05 %), joten kloridien ei voida olettaa kiihdyttävän terästen korroosiota.

#### Yhteenveto

Koska pieliä terästen ruostuminen on jo aiheuttanut betoniin halkeamia, tulisi lähimpänä pintaa olevat teräkset piikata esiin ja korjata. Pielisaumojen kunnostaminen ja pieliä pinnoituksen uusiminen vähentäisi kosteusrasitusta pielillä ja vaikuttaisi myös betoniterästen säilymiseen positiivisesti.



*Kuva 16 Pielen alaosan korroosiovaurioita*



*Kuva 17 Pielen etureunan halkeilua*

### 2.3.3 Metallikaiteet

#### 2.3.3.1 Piirustuksista saadut tiedot

Parvekekaiteiden kiinnityksistä ei ollut saatavilla piirustuksia. Teräsputkista ja profiilipelistä valmistetut kaiteet on kiinnitetty pieliin pulttikiinnityksellä ja parvekelaataan juottamalla metallitanko betoniin.

#### Yhteenveto

Kaiteet ovat tukevasti kiinni parvekkeissa ja kiinnitykset ovat hyväkuntoiset, joten uusimisen tarvetta turvallisuuden vuoksi ei ole. Ulkonäöllisesti kaiteet ovat vanhentuneet, joten mahdollisen julkisivukunnostuksen yhteydessä myös kaiteet olisi hyvä joko maalata uudelleen tai vaihtaa kokonaan uusiin yhtenäisen ilmeen saavuttamiseksi.

### 3. JOHTOPÄÄTÖKSET

#### 3.1 Julkisivut

Rakennuksen pesubetonijulkisivujen pakkasrapautuminen aiheuttaa julkisivujen kunnostustarpeen.

##### Elementit ja saumaus

Julkisivuelementtien betoni ei ole pakkasenkestävää, mikä on edistänyt julkisivujen betonin pakkasrapautumista. Pesubetonipintojen normaalia suuremmat epätasaisuudet ja betonin rapautuminen on entisestään lisännyt rakennuksen kosteusrasitustasoa ja vähentänyt elementtisaumausten tiiveydestä toivottua hyötyä. Koska betonin rapautuminen on edennyt jo pitkälle rakennuksen kolmella sivulla, korjaustoimenpiteitä on harkittava lähivuosien aikana. Julkisivua ei voida suojata enää kevyillä pinnoiteratkaisuilla, paitsi mahdollisesti parempikuntoisella pohjoisjulkisivulla, joten pahempien ja kalliimpien vaurioiden estämiseksi olisi suositeltavaa lisälämmöneristää ainakin muut julkisivut.

Lisälämmöneristys olisi myös yksi keinoista estää mahdolliset ilmavuodot rakennuksen sisään, jolloin mikrobien kulku sisäilmaan vaikeutuisi. Tärkeää olisi myös tiivistää rakennus sisäpuolelta jalkalistojen takaa ja muiden liitosten kohdalta, sekä huolehtia ilmanvaihdon toimivuudesta. Toinen vaihtoehto on uusia sekä lämmöneristeet että ulkokuori kokonaan, jolloin päästäisiin mikrobien aiheuttamasta riskistä kokonaan eroon.

##### Ikkunat ja parvekeseinät

Pohjoisjulkisivun ikkunat ovat uusimatta, joten mahdollisen julkisivuremontin yhteydessä olisi hyvä uusia myös nämä, jos lisälämmöneristys toteutetaan rakennuksen kaikille sivuille. Pohjoissivu on kuitenkin suojaisin julkisivuista, joten ikkunoita ei ole kiireellistä uudistaa ainakaan ilman erillistä ikkunoiden toimivuustarkastelua, jos tällä julkisivulla päädytään kevyempiin kunnostustoimenpiteisiin kuin muilla.

Huoneistoparvekkeiden taustaseinien lämmöneristävyys ja ilmatiiveys tulisi tutkia erikseen esimerkiksi lämpökameralla ennen korjaustason päättämistä. Jos kuitenkin asennettaisiin parvekelasitus kaikille huoneistoparvekkeille, riittäisi taustaseinille pelkkä huoltomaalautus kunnostus tai vanerilevyjen uusiminen.

Tuuletusparvekkeiden ovet ovat alkuperäisiä ja niille riittää tässä vaiheessa huoltomaalaus. Taustaseinät ovat rakenteeltaan kuten muut julkisivut, mutta pienemmän rasituksen alaisia. Vaurioita ei ollut havaittavissa joten niille riittää pelkkä ulkonäön uudistaminen laastitasoituksella ja maalauksella muiden julkisivujen remontin yhteydessä.

#### 3.2 Parvekkeet

##### Betonirakenteiden kunnostuskelpoisuus sekä korjaustarpeet

Rakennuksen parvekkeiden betoniosat ovat tyydyttävässä kunnossa. Metalliset parvekekaiteen ovat hyväkuntoiset ja turvalliset kiinnitykseltään tutkittujen parvekkeiden osalta.

Missään parvekkeiden betoneissa ei ole suojahuokostusta, joten rakenteet eivät ole pakkasenkestäviä. Tutkituilla alueilla betoni ei kuitenkaan ole vielä rapautunut, johtuen luultavasti onnistuneesta suojauksesta pinnoitteiden avulla. Jotta pakkasrapautumista ei syntyisikään, kylmien piilien pinnoitte tulee uusia piakkoin ja kovat saumat tulisi muuttaa elastisiksi jolloin kosteusrasitustasoa saadaan alennettua.

Parvekkeissa ei betonipinnoilla korroosiovaurioita juurikaan ole näkyvissä, lukuunottamatta laattojen alapintojen ulkoreunoja. Betoniteräkset ovat kuitenkin parvekkelaattojen alapuolella ja piellelementeissä osittain karbonatisoituneen betonin alueella. Erityisesti laattojen alapinnoissa teräksistä

suuri osa on riskialueella, ja myös näytteiden kohdalta löytyneet teräkset olivat pinnoistaan ruostuneita.

Vaurioiden jatkumisen estämiseksi parvekkeiden valumavesien pääsy laatan alapintaan tulee estää esim. tippanokalla, ja laattojen etureuna on päällystettävä vedeneristeellä. Alapintojen teräkset n.5-20mm:n syvyyteen asti piikataan esille, suojataan ja tehdään kattoon betonikorjaukset. Myös pieliin teräkset n.10mm:n syvyyteen asti tulisi kunnostaa. Ennen kokonaisvaltaista terästen esiin piikkaamista voitaisiin kuitenkin suorittaa koepiikkauksia vaurioiden ja korjaustarpeen laajuuden selvittämiseksi.

Huoneistoparvekkeet voitaisiin suojata parvekelasituksella, jolloin taustaseinien kunnostustarve pieneneisi ja samoin parvekkeiden kosteusrasitustaso. Tuuletusparvekkeille lasituksen asentaminen ei tuo huoneistoparvekkeiden lasituksen kaltaista hyötyä.

## 4. KORJAUSEHDOTUKSET

### 4.1 Yleistä

Sekä julkisivujen, parvekkeiden että ikkunoiden korjaukseen on esitetty kaksi-kolme erilaista vaihtoehtoa. Korjaustöiden alustavat kustannusarviot on esitetty liitteessä 1.

### 4.2 Julkisivut

Palvelukoti Linnaistenhovin julkisivujen kunnostuksen suositeltavin vaihtoehto on säilyttää alkuperäiset rakenteet, mutta asentaa päälle lisälämmöneristyskerros jonka pintaan tulee rappaus tai levytys, eli uudelleenverhoillaan julkisivu. Lisälämmöneristys vaikuttaa myös rakennuksen lämmitysenergian kulutukseen.

Koska pohjoissivu on hyväkuntoisempi ja suojaisammassa kuin muut julkisivut, on mahdollista suorittaa pohjoissivulle kevyempi kunnostus, kuten laastitasoitus ja maalaus. Riippuen pohjoissivun korjaustavasta päätetään uusitaanko myös viimeiset alkuperäiset ikkunat; jos lisälämmöneristys, on helpointa uusia samalla myös ikkunat, mutta jos laastitasoitus, voitaisiin alkuperäiset ikkunat säilyttää ja vain kunnostaa.

Korjaukset olisi syytä suorittaa viiden vuoden kuluessa, jotta pahenevat vauriot eivät estäisi pintarakenteen säilyttämistä. Betonivaurioiden kasvaessa myös kosteusvaurioiden riski kasvaa.

#### **J1. Julkisivun uudelleenverhoilu (n. 2-5 vuoden kuluessa)**

Ehdotettu korjaustyön sisältö:

- A) Pesubetonijulkisivut uudelleenverhoillaan: lisälämmöneristys EPS-levyllä ja ohutrappaus/
- B) Pesubetonijulkisivut uudelleenverhoillaan: lisälämmöneristys ja julkisivulevytys
- Rakenteiden tiivistys sisäpuolelta
- Ulkokuoren kiinnityspulttaus

**Kustannusarvio: Julkisivujen uudelleenverhoilu n. 178 000€ + sisäpuolen tiivistys n.15 000€**  
*Käyttöikäarvio vähintään 30 vuotta, jonka aikana julkisivun pesu (levyille)/huoltomaalaus (rappaukselle).*

#### **J2. Julkisivun peruskorjaus (n. 2-5 vuoden kuluessa)**

Ehdotettu korjaustyön sisältö:

- Pesubetonipinnat laastitasoitetaan ja maalataan
- Rakenteiden tiivistys sisäpuolelta

**Kustannusarvio: Julkisivujen kunnostus n. 99 000€ + sisäpuolen tiivistys n.15 000€**  
*Käyttöikäarvio 10-15 vuotta, jonka jälkeen suoritettava kohdan J1 kaltainen korjaus.*

#### **J3. Julkisivujen ”loppuun ajaminen” ja uusiminen**

Mikäli julkisivut halutaan ”ajaa selvästi loppuun”, voidaan todennäköisesti melko vähäisin vaurioiden korjauksista siirtää 5- tai jopa 10-vuoden päähän. Tällöin betonirakenteiden vauriot ovat ainakin rasi-tetuimmilla julkisivuilla edenneet todennäköisesti niin pitkälle, että julkisivun ainoana teknisesti perusteltuna korjausratkaisuna on elementtien ulkokuorien ja eristysten poistaminen ja uusien asentaminen tilalle. Tällöin kuitenkin pitää huolehtia kosteusvaurion poistamisesta ja sisäpuolen ilmatii-veydestä lähiaikoina, jotta terveyshaitoilta välttyttäisiin.

Ongelmana tässä ratkaisussa kuitenkin on, että poistettaessa ulkokuorta ja eristeitä, aiemmin uusittujen ikkunoiden kiinnitykset vaarantuvat. Tällöin kustannukset nousevat todennäköisesti arvioitua suuremmiksi.

- Ulkokuoren ja eristyskerroksen poistaminen, uusi lämmöneristys ja ulkoverhous (esim. eristerappaus, levytys, tiilikuorielementti jne.)

**Kustannusarvio n. 297 000€ + sisäpuolen tiivistys n.15 000€**

*Käyttöikäarvio n. 30- 50 vuotta, huoltotarve valitun julkisivuratkaisun mukaan.*

### **4.3 Savupiippu**

#### SP. 1 Savupiippujen kunnostus

- Pinnat hiekkapuhalletaan
- Pinnassa olevat teräkset piikataan esiin, kunnostetaan ja suoritetaan betonipaikkaukset
- Kovat saumat muutetaan elastisiksi
- Pintojen uudelleenmaalaus

**Kustannusarvio n. 9 500€**

#### SP. 2 Piipun eristerappaus

- Pinnat hiekkapuhalletaan
- Pinnassa olevat teräkset piikataan esiin, kunnostetaan ja suoritetaan betonipaikkaukset
- Kovat saumat muutetaan elastisiksi
- Pintojen uudelleenmaalaus

**Kustannusarvio n. 17 000€**

#### SP. 3 Piipun purkaminen

**Karkea kustannusarvio n. 25 000€-50 000€**

### **4.4 Ikkunat**

#### **IK 1. Pohjoissivun ikkunoiden uusiminen**

Jos julkisivujen korjaustoimenpiteeksi valitaan julkisivujen uudelleenverhoilu (J1)

**Kustannusarvio n. 33 000€**

#### **IK 2. Pohjoissivun ikkunoiden kunnostaminen**

- Ikkunoiden tiivistykset uusitaan
- Puuosien ja vesipeltien pohjatyöt ja uudelleenmaalaus

**Kustannusarvio n. 7 000€**

### **4.5 Parvekkeet**

Parvekkeiden kunto on yleisesti ottaen tyydyttävä. Parvekekorjaus ehdotetaan tehtäväksi 2-5 vuoden sisällä. Tällöin korjaus saadaan tehtyä kohtuullisin kustannuksin ja ennalta ehkäisevä vaikutus on tehokkain.

#### **P1. Parvekkeiden peruskorjaus**

Korjaustyön sisältö pääpiirteissään:

1. Pielien kovat saumat muutetaan elastisiksi



2. Kaikkien parvekkeiden sileävalubetonipintojen irtonainen maali poistetaan hiekkapuhaltamalla (huom! asbestipitoiset pinnoitteet!), tasoitetaan ja maalataan uudelleen
3. Parvekelaattojen alapinnoista etsitään, piikataan näkyviin ja kunnostetaan teräksiä laattojen ulkoreunalta n.20mm:n ja keskialueelta n.5-10mm:n syvyyteen asti, jonka jälkeen betonikorjaukset
4. Parvekepielien teräkset piikataan näkyviin n.10mm:n syvyyteen asti, kunnostetaan ja suoritetaan betonikorjaukset
5. Huoneistoparvekkeiden tausta- ja väliseinien vanerilevyt, ja tuuletusparvekkeiden ovien yläpuoliset vanerilevyt uusitaan
6. Tuuletusparvekkeiden laattoihin asennetaan tippanokat ja lattiat vesieristetään
7. Parvekkeiden pesubetonipinnat saatetaan yhtenäisiksi muun julkisivun kanssa (esim. laastitasoitus ja maalaus)
8. Kaikkien parvekkeiden kaiteet uusitaan

**Alustava kustannusarvio 128 000 €**

**(Työ suoritettava telineiltä. Sis. kaiteiden uusinta n.16 000€. Huoneistoparvekelasitus lisää kustannuksia n.9 600€ )**

*Käyttöikäarvio n. 20 vuotta, jonka jälkeen ajankohtaiseksi tulee parvekkeiden huoltomaalaus.*

**P2. Parvekkeiden kunnostus**

Korjaustyön sisältö pääpiirteissään:

1. Pielien kovat saumat muutetaan elastisiksi
2. Kaikkien parvekkeiden sileävalubetonipintojen irtonainen maali poistetaan korkeapainepesurilla (huom! asbestipitoiset pinnoitteet!), ja pinnoitetaan uudelleen
3. Betonipaikkaukset
4. Betonipintoihin hiertopinnoitus
5. Parvekkeiden lattiat ja laattojen etureunat hiotaan puhtaiksi ja vesieristetään
6. Huoneistoparvekkeiden väliseinät uusitaan
7. Huoneistoparvekkeiden taustaseinät ja tuuletusparvekkeiden ovien yläpuoliset vanerilevyt maalataan uudelleen
8. Kaikkien parvekkeiden kaiteet maalataan uudelleen

**Alustava kustannusarvio 88 000 €**

**(Työ voidaan mahdollisesti suorittaa nostimella, jolloin telineasennuksilta vältyttäisiin. Huoneistoparvekelasitus lisää kustannuksia n.9 600€)**

*Käyttöikäarvio n. 10-15 vuotta, jonka jälkeen parvekkeiden peruskorjaus.*

## **4.6 Sokkelit**

**S1. Sokkeleiden kunnostus**

Korjaustyön sisältö pääpiirteissään:

1. Sokkeleiden pesubetonipinnat laastitasoitetaan ja maalataan

**Alustava kustannusarvio 7 000 €**

**S2. Sokkeleiden uudelleenverhous**

Korjaustyön sisältö pääpiirteissään:

1. Sokkelit uudelleenverhoillaan (esim. kivilaattalevyt)

**Alustava kustannusarvio 14 000 €**

## 5. KORJausehdotusten Yhteenvedo ja aikataulu

Kohteessa annetaan vain yksi korjaustyökokonaisuusehdotus, joka ehdotetaan suoritettavaksi 2-5 vuoden kuluessa. Kohteen julkisivussa tai parvekkeissa ei ole turvallisuusriskeihin viittaavia seikkoja.

Korjausehdotuksena:

- Julkisivun uudelleenverhous (J1) päädyille ja sisäänkäyntisivulle sekä akennuksen tiivistys sisäpuolelta
- Julkisivun peruskorjaus (J2) pohjoissivulle
- Sokkeleiden tasoitus ja maalaus (S1)
- Piipun eristerappaus (SP2)
- Tuuletusparvekkeille peruskorjaus (P1)
- Huoneistoparvekkeille kunnostus (P2)+parvekelasitus
- Rakennuksen tiivistys sisäpuolelta

Kustannusarvio yhteensä 383 500 €, sisältäen lisätyövarauksen (10%) ja rakennuttamiskustannukset (Liite 1).

Helsingissä 15.1.2009

**Insinööritoimisto Conditio Oy**

Ins. opiskelija Arja Pekkala

DI Alpo Eskola

**Kustannusarvio**

Ensisijaisen korjausehdotuksen hinta-arvio:

Rakenneosa	Yksikköhinta €/m <sup>2</sup> tai €/kpl	Määrä m <sup>2</sup> tai kpl	Hinta Yht
Julkisivut (päädyt+etelä)J1	180	600	108 000 €
Julkisivu (pohjoinen) J2	100	390	39 000 €
Sokkelit S1	100	70	7 000 €
Piippu SP2	180	95	17 100 €
Huoneistoparvekkeet P2	5500	8	44 000 €
Tuuletusparvekkeet P1	8000	8	64 000 €
Parvekelasitus huoneisto- parvekkeisiin	1200	8	9 600 €
Sisäpuolen tiivistys			15 000 €
Pohjoissivun ikkunat IK1	330	100	33 000 €
		Rakennetekniset kustannukset yhteensä	297 700 €

Lisäksi:		Hinta Yht
Lisätyövaraus	10 %	29 770 €
Suunnittelu	25 000 €	25 000 €
Valvonta	20 000 €	20 000 €
Lupa-asiat ym.	5 000 €	5 000 €
LVI-Säätötoimenpiteet	10 000 €	10 000 €
	Yht.	387 470 €

Kaikkien korjausehdotusten hinta-arviot:

Rakenneosa	Yksikköhinta €/m <sup>2</sup> tai €/kpl	Määrä m <sup>2</sup> tai kpl	Hinta Yht
J1	180	990	178 200 €
J2	100	990	99 000 €
J3	300	990	297 000 €
SP1	100	95	9 500 €
SP2	180	95	17 100 €
P1	8000	16	128 000 €
P2	5500	16	88 000 €
IK1	330	100	33 000 €
IK2	70	100	7 000 €
S1	100	70	7 000 €
S2	200	70	14 000 €
Sisäpuolen tiivistys			15 000 €
Parvekelasitus huoneisto- parvekkeisiin	1200	8	9 600 €

WSP Finland Oy  
Tutkimus  
Heikkiläntie 7 D  
00210 HELSINKI  
Puh. 0207 864 12  
Fax 0207 864 800

19.09.2008

Insinööritoimisto Conditio Oy  
Jari Rajala  
Ratavallintie 2  
00720 HELSINKI

## OHUTHIETUTKIMUS

**Yleistiedot näytteistä** Tilaaaja on toimittanut kohteesta Linnaistenhovi, Lohja, kuusi lieriönäytettä ohuthietutkimuksia varten, nrot LH1, LH2, LH7, LH9b, LH12 ja LH17.

**Tutkimukset** Näyteliieriöistä valmistettiin ohuthieet (paksuus 0,03 mm) pintaa vastaan kohtisuorassa suunnassa. Hieen koko on 48 x 25 mm.

Näytteiden yleispiirteiden tarkastelu suoritettiin ensin Olympus SZ3060 stereomikroskoopilla, minkä jälkeen ohuthieet tutkittiin Nikon E400 POL polarisaatiomikroskoopilla.

Ohuthietutkimuksessa käytettiin apuna standardia ASTM C856.

**Tulokset** **Näyte LH1**, pieliseinä (länsi), näytteen pituus on 151 mm. Teräs ( $\varnothing = 6,0$  mm) on 23 mm sisäpinnasta. Ulko- ja sisäpinnassa on 0,2-1,0 mm paksut pinnoitteet (tartunnat kiinni). Ohuthie on tehty ulkopinnasta alkaen.

Betoni on suhteellisen tasalaatuista ja tiivistä (ulkopinnassa runkoainetartunnat hieman epätasaiset). Runkoaine koostuu pyörityneistä ja kulmikkaista, 0,02-14,0 mm:n kokoisista liuske-, gneissi-, kvartsiitti- ja graniittikappaleista sekä mineraalirakeista.

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia.

Sideaine on portlandsementtiä, joka on normaalisti hydratoitunut. Karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 30,0-42,0 mm:iin (keskimäärin 35,0 mm) ja sisäpinnasta 9,0-17,0 mm:iin (keskimäärin 14,0 mm).

Palanäytteen ulkopinnassa runkoaineen reunoilla sideaine on paikoin murentunut. Ohuthieessä havaittiin pitkänomaisia huokostiloja

runkoainekappaleiden reunoilla (kuva 1) ja tartunnat ovat jääneet paikoin avoimiksi.

Teräksessä on levymäisiä ruostesyöpyymiä ja paikoin rapautumakuori. Teräksen tartunta betoniin on heikentynyt.

Jatkuvia mikrorakoja ei havaittu. Enintään 2,0 mm pitkiä ja alle 0,01 mm leveitä mikrosäröjä on erittäin vähän.

Pyöreitä, 0,02-0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän ja epäsäännöllisen muotoisia, 0,8-10,6 mm:n kokoisia huokosia kohtalaisesti (paikoin pitkänomaisia ja runkoaineen reunoilla). Huokosten reunoilla on hieman karbonaattia sekä yksittäiset alle 0,08 mm:n kokoiset huokokset ovat umpeutuneet ettringiitillä.

**Näyte LH2**, parvekelaatta (länsi), näytteen pituus on noin 123 mm. Yläpinnassa on 0,2-0,5 mm paksu pinnoite ja 0-0,8 mm paksu tasoite (tartunnat kiinni). Alapinnassa on noin 0,2 mm paksu pinnoite, joka on kiinni alustassa. Ohuthie on tehty alapinnasta alkaen.

Betoni on tasalaatuista ja tiivistä. Runkoaine koostuu pääosin pyörityneistä ja kulmikkaista, 0,02-12,0 mm:n kokoisista gneissi- ja graniittikappaleista sekä mineraalirakeista.

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia ja ehjiä.

Sideaine on portlandsementtiä, joka on tasaisesti hydratoitunut. Karbonatisoituminen on edennyt yläpinnasta 6,0-11,0 mm:iin (keskimäärin 8,0 mm) ja alapinnasta 26,0-33,0 mm:iin, keskimäärin 31,0 mm:iin.

Sideaineen ja runkoainekappaleiden väliset tartunnat ovat tasaiset ja kiinni.

Jatkuvia mikrorakoja tai merkittävää mikrosäröilyä ei havaittu.

Pyöreitä, 0,02-0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän kuten myös 0,8-2,5 mm:n kokoisia huokosia. Huokosten seinämille on kiteytynyt yksittäisesti karbonaattia.

**Näyte LH7**, julkisivuelementti (etelä, pesubetoni), näytteen pituus on noin 61 mm. Teräs ( $\varnothing = 6,0$  mm) on noin 10 mm:n syvyydessä sisäpinnasta. Ohuthie on tehty ulkopinnasta alkaen.

Betoni on tasalaatuista ja tiivistä. Runkoaine koostuu pääosin kulmikkaista, 0,02-14,0 mm:n kokoisista kalkkikivikappaleista sekä mineraalirakeista. Keskkokoista runkoainetta on erittäin vähän.

Runkoaine on mikrorakoilun seurauksena paikoin rikkoutunut.

Sideaine on portlandsementtiä ja hydrataatio on tasainen. Karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 7,0-17,0 mm:iin, keskimäärin 13,0 mm:iin ja sisäpinnasta 0-5,0 mm:iin (keskimäärin 2,0 mm).

Sideaineen ja runkoainekappaleiden väliset tartunnat ovat mikrorakojen yhteydessä paikoin auki ja tartuntoihin on kiteytyneet ettringiittiä.

Teräksessä ei ole ruostesyöpyymiä ja sen tartunta on tiivis.

Jatkuvat, vaakasuuntaiset mikroraoit ovat 21, 32, 37, 41 ja 45 mm ulkopinnasta (leveys alle 0,08 mm)(kuva 2). Lisäksi on kohtalaisesti epäjatkovaa mikrorakoilua ja osa raoista ulottuu ulkopintaan. Mikroraoit ovat haaroittuvia, leikkaavia ja usein umpeutuneet ettringiitillä ja karbonaatilla.

Pyöreitä, 0,02-0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän kuten myös 0,8-6,0 mm:n kokoisia tiivistyshuokosia. Huokosten seinämille on kiteytyneet paikoin kalsiumhydroksidia ja yleisesti ettringiittiä, jotka täyttävät paikoin alle 0,12 mm:n kokoisia huokosia.

**Näyte LH9b**, huoneistoparvekelaatta (etelä), näytteen pituus on noin 126 mm. Yläpinnassa on 0,2-0,3 mm paksu pinnoite ja noin 1,0 mm paksu tasoite sekä alapinnassa noin 0,2 mm paksu pinnoite, joiden tartunnat ovat kiinni. Teräkset ovat 27 mm ( $\varnothing = 8,0$  mm) yläpinnasta ja 29 mm ( $\varnothing = 6,0$  mm) alapinnasta. Ohuthie on tehty alapinnasta alkaen.

Betoni on tasalaatuista ja tiivistä. Runkoaine koostuu pääosin pyörityneistä ja kulmikkaista, 0,02-14,0 mm:n kokoisista gneissi-, amfiboliitti- ja graniittikappaleista sekä mineraalirakeista.

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia ja ehjiä.

Sideaine on portlandsementtiä, joka on tasaisesti hydratoitunut. Karbonatisoituminen on edennyt yläpinnasta 6,0-15,0 mm:iin (keskimäärin 9,0 mm) ja alapinnasta 29,0-36,0 mm:iin, keskimäärin 32,0 mm:iin.

Sideaineen ja runkoainekappaleiden väliset tartunnat ovat yleisesti tasaiset ja kiinni. Huokostilojen yhteydessä yksittäiset tartunnat ovat auki.

Alapinnan teräksessä on kohtalaisesti levymäisiä ruostesyöpyymiä. Terästen tartunnat ovat kiinni. Lisäksi betonissa on ruostunutta sidelankaa.

Alapinnasta 30 mm:n syvyyteen ulottuu pystysuuntainen halkeama (kuva 3), jonka leveys vaihtelee 0,01-0,3 mm:iin. Ruosteiseen sidelankaan

liittyy mikrosäröilyä (pituus enintään 4,5 mm, leveys alle 0,01 mm) ja korroosiotuotteet ovat levinneet sideaineeseen. Muutoin mikrosäröilyä on erittäin vähän.

Pyöreitä, 0,02-0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän ja 0,8-4,2 mm:n kokoisia huokosia suhteellisen vähän (yksittäisesti pitkänomaisia). Huokosissa ei ole merkittäviä kiteytyviä.

**Näyte LH12**, savupiippu (itä), näytteen pituus on noin 47 mm. Poralieriö on irronnut teräksen kohdalta (teräs sijannut noin 43 mm ulkopinnasta, teräs puuttuu näytteestä). Ulkopinnassa on 0,1-0,7 mm paksu pinnoite (tartunta kiinni). Ohuthie on tehty ulkopinnasta alkaen.

Betoni on tasalaatuista ja tiivistä. Runkoaine koostuu pääosin kulmikkaista ja pyörityneistä, 0,02-14,0 mm:n kokoisista graniittikappaleista sekä mineraalirakeista.

Runkoaine on rapautumatonta ja ehjää kiviainesta.

Sideaine on portlandsementtiä ja hydrataatio on tasainen. Karbonatitumisen on edennyt ulkopinnasta 15,0-23,0 mm:iin (keskimäärin 21,0 mm).

Sideaineen ja runkoainekappaleiden väliset tartunnat ovat tasaiset ja kiinni.

Ulkopinnassa on kaksi pystysuuntaista mikrohalkeamaa, jotka ulottuvat enintään 5 mm:n syvyyteen. Jatkuvia mikrorakoja ei ole. Suuntautumattomia, enintään 7,8 mm pitkiä ja alle 0,02 mm leveitä mikrosäröjä on vähän. Säröt myötäilevät runkoainetta ja ovat osittain umpeutuneet karbonaatilla.

Pyöreitä, 0,02-0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän kuten myös 0,8-4,3 mm:n kokoisia huokosia. Huokosten seinämällä ei havaittu merkittäviä kiteytyviä.

**Näyte LH17**, julkisivuelementti (itä, pesubetoni), näytteen pituus on noin 57 mm. Ohuthie on tehty ulkopinnasta alkaen.

Betoni on tasalaatuista ja tiivistä. Runkoaine koostuu pääosin kulmikkaista, 0,02-14,0 mm:n kokoisista kalkkikivikappaleista sekä mineraalirakeista. Keskikokoista runkoainetta on erittäin vähän.

Runkoaine on yleisesti rapautumatonta ja ehjää kiviainesta. Mikrorakoilun/-säröilyn seurauksena yksittäiset runkoainekappaleet ovat lohkeilleet.

Sideaine on portlandsementtiä ja hydrataatio on tasainen. Karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 12,0-35,0 mm:iin, keskimäärin 22,0 mm:iin ja sisäpinnasta 0-4,0 mm:iin (keskimäärin 1,0 mm).

Sideaineen ja runkoainekappaleiden väliset tartunnat ovat yleisesti tasaiset ja kiinni (mikrorakoilun/ -säröilyn yhteydessä yksittäisesti auki).

Vaakasuuntaiset, lähes jatkuvat mikroraot ovat 5, 14, 22, 33 ja 43 mm ulkopinnasta (leveys alle 0,03 mm). Lisäksi on kohtalaisesti pystysuuntaista ja suuntautumaton mikrorakoilua/ -säröilyä (leveys alle 0,01 mm). Mikroraot/ -säröt leikkaavat yksittäisesti runkoainetta, niihin on kiteytynyt pieniä määriä karbonaattia ja ettringiittiä ja sideaine on niiden reunoilta karbonatisoitunut.

Pyöreitä, 0,02-0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän kuten myös 0,8-3,9 mm:n kokoisia tiivistyshuokosia. Huokosten seinämille on kiteytynyt pieniä määriä kalsiumhydroksidia.

#### Tulosten tarkastelu

Näytteiden kuntoa on arvioitu asteikolla hyvä, tyydyttävä, välttävä ja heikko. Arvion perustana on käytetty ohuthietutkimuksista saatuja tuloksia.

Näyte	Rakenne-osa	Kunto	Krb keski-määrin[mm]	Pakkaskestävyys/huokostäytteet	Pakkasrapautuneisuus*
LH1	parvekepieli, up	tyydyttävä	up 35 sp14	Ei/ yksittäiset umpeutuneet, ettringiitti	0
LH2	parveke-laatta, ap	hyvä	yp 8 ap 31	Ei/ ei	0
LH7	julkisivu, up	välttävä	up 13 sp 2	Ei/ paikoin umpeutuneet, ettringiitti	3
LH9b	parveke-laatta, ap	0-30 mm tyydyttävä, 30-48 mm hyvä	yp 9 ap 32	Ei/ ei	0
LH12	savu-piippu, up	0-5 mm tyydyttävä, 5-47 mm hyvä	up 21	Ei/ ei	0
LH17	julkisivu, up	tyydyttävä	up 22 sp 1	Ei/ ei	2

\* Pakkasrapautuneisuutta on kuvattu asteikolla 0-4: 0 = ei rapautumaa, 1 = vähäistä, 2 = orastavaa, 3 = kohtalaista, 4 = voimakasta.

Betonit ovat tasalaatuisia tai suhteellisen tasalaatuisia ja niiden tiivistyneisyys on yleisesti hyvä. Pielessä LH1 ja hieman laatussa LH9b on ilmeisesti tekoaikeista vedenerottumista tai huokostilojen kerääntymistä, minkä seurauksena runkoainetartunnat ovat jääneet paikoin avoimiksi (voi



heikentää säilyvyyttä). Parvekelaatan LH9b ja savupiipun LH12 halkeamat/ mikrohalkeamat ovat todennäköisesti plastisia. Kuivumiskutistuminen on ollut suhteellisen voimakasta julkisivuissa LH7 ja LH17.

Runkoainekappaleet ovat hyvälaatuista kiviainesta, julkisivussa LH7 hieman pakkasrapautumisessa rikkoutuneet. Sideaineen kovettuminen on normaali. Sideaineen karbonatisoituminen on edennyt suhteellisen syvälle ja se on saavuttanut teräsyvyyden parvekepielessä LH1 ja parvekelaatassa LH9b. Betonin raudoitteille antama kemiallinen suoja on heikentynyt/hävinyt. Näytteiden (LH1, LH9b) teräksissä ja betonissa on korroosion aiheuttamia vaurioita.

Betonit eivät ole huokosrakenteen perusteella pakkasenkestäviä kosteusrasituksessa. Julkisivuissa LH7 ja LH17 on pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita mikä heikentää merkittävästi julkisivun LH7 säilyvyyttä. Muissa näytteissä vaurioita ei havaittu.

Julkisivun LH7 huokostiloissa ja rakosysteemeissä on paikoin runsaasti haitallista ettringiittiä. Betoniin on todennäköisesti kohdistunut voimakasta, myöhempää kosteusrasitusta. Ettringiitti on voinut edistää rapautumista.

Pinnoitteiden ja tasoitteiden tartunnat/ kunnot ovat hyvät.

WSP FINLAND OY



Vesa Kontio  
tutkija, FM



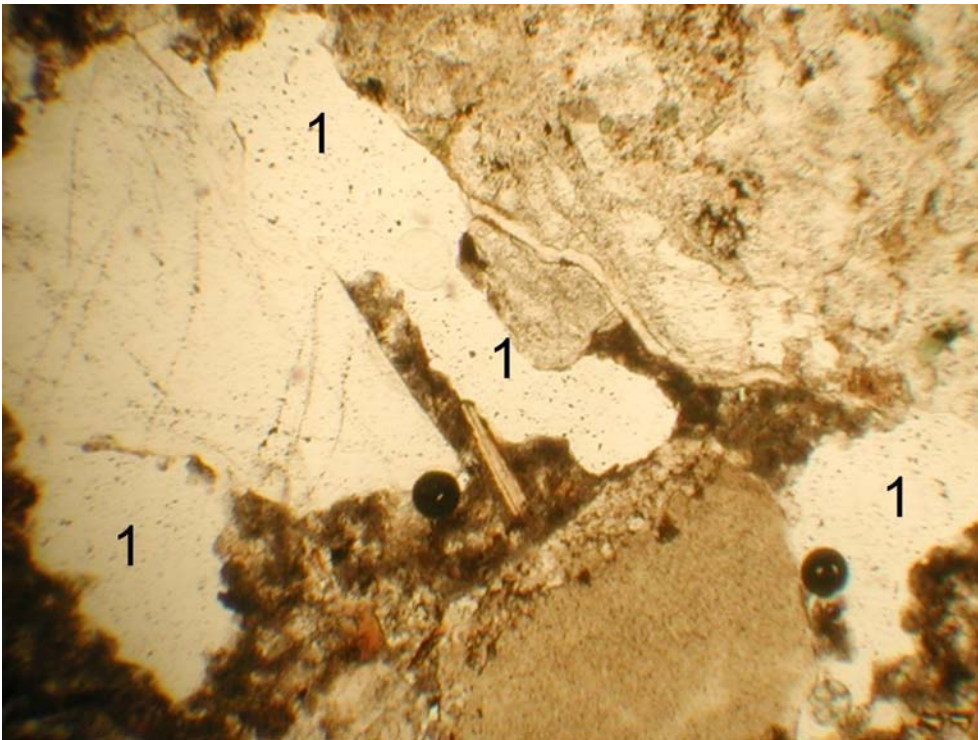
Jussi Myllykangas  
tutkija, FM

Liite 1

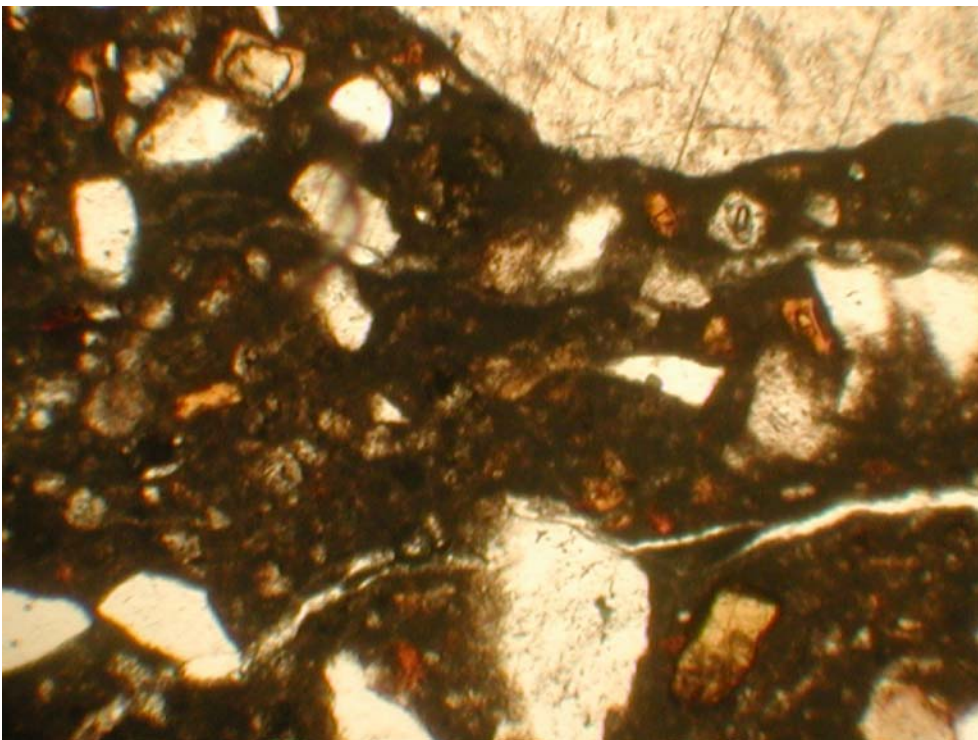
mikrorakennekuvat

Jakelu

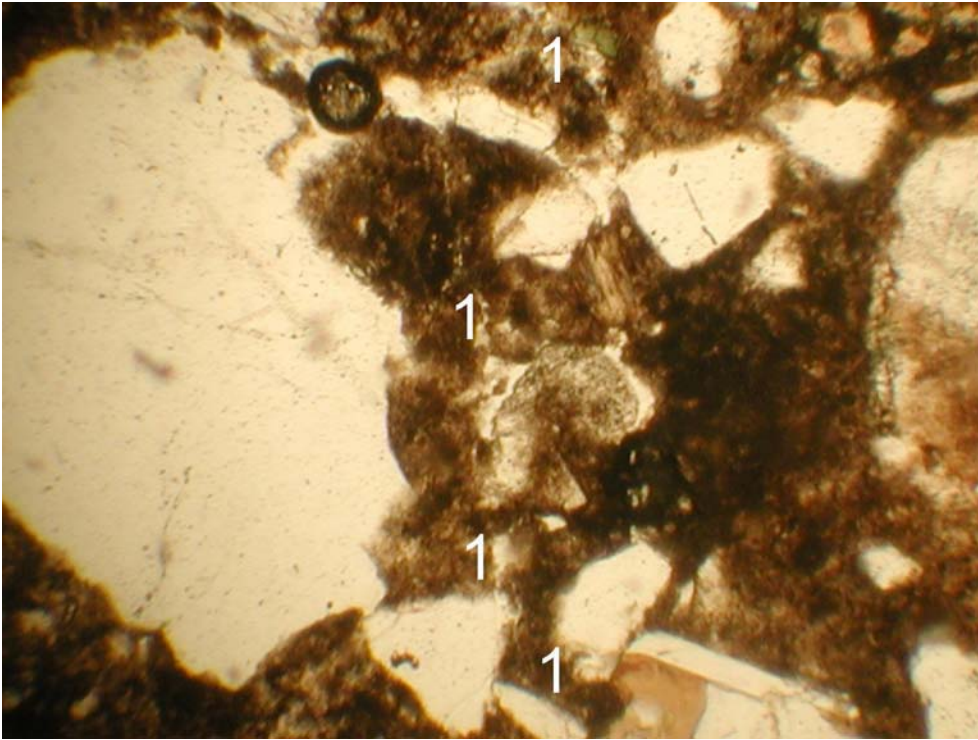
1 kpl tilaaja  
1 kpl WSP Finland Oy, Tutkimus/ arkisto



**Kuva 1 (näyte LH1).** Parvekepielen ulkopinnassa on todennäköisesti tekoaikaisen vedenerottumisen tai/ja huokostilojen kerääntymisen aiheuttamia pitkänomaisia huokostiloja (1) ja runkoainetartunnat ovat jääneet paikoin avoimiksi. Kuvan pidemmän sivun pituus on 1,5 mm.



**Kuva 2 (näyte LH7).** Pakkasvaurioita julkisivussa. Vaakasuuntaiset mikroraoit ovat usein umpeutuneet ettringiitillä ja karbonaatilla. Kuvan pidemmän sivun pituus on 1,3 mm.



**Kuva 3 (näyte LH9b).** Todennäköisesti plastinen halkeama (1) ulottuu laatan alapinnasta 30 mm:n syvyyteen. Kuvan pidemmän sivun pituus on 1,3 mm.

WSP Finland Oy  
Tutkimus  
Heikkiläntie 7 D  
00210 HELSINKI  
Puh. 0207 864 12  
Fax 0207 864 800

19.09.2008

Insinööritoimisto Conditio Oy  
Jari Rajala  
Ratavallintie 2  
00720 HELSINKI

## PINTAHIETUTKIMUS

**Yleistiedot näytteistä** Tilaaaja on toimittanut kohteesta Linnaistenhovi, Lohja, kaksi betonilieriönäytettä pintahietutkimuksia varten, nrot LH15 ja LH18.

**Tutkimukset** Näytelieriöistä valmistettiin pintahieet betonin pintaa vastaan kohtisuorassa suunnassa.

Betoninäytteiden tarkastelu suoritettiin Olympus SZ3060 stereomikroskoopilla.

Pintahietutkimuksessa käytettiin apuna standardia ASTM C856.

**Tulokset** **Näyte LH15**, julkisivuelementti (pesubetoni, itä), näytteen pituus on 54 mm.

Betoni on tasalaatuista ja tiivistä (keskikokoista runkoainetta on erittäin vähän). Runkoaine koostuu pääosin alle 14,0 mm:n kokoisista, kulmikkaista kalkkikivikappaleista.

Runkoainekappaleet ovat hyvälaatuisia.

Sideaine on karbonisoitunut ulkopinnasta 8,0-15,0 mm:iin (keskimäärin 11,0 mm) ja sisäpinnasta se ulottuu 1,0-10,0 mm:iin, keskimäärin 2,0 mm:iin. Mikrorakoja/-säröjä sekä runkoainekappaleiden reunoja myötäillen karbonisoituminen on edennyt rakenteen läpi.

Sideaineen ja runkoainekappaleiden väliset tartunnat ovat mikrorakojen/-säröjen yhteydessä paikoin auki mutta yleisesti tiiviit ja kiinni.

Betonissa on kauttaaltaan vaaka- ja pystysuuntaisia sekä suuntautumattomia mikrorakoja/-säröjä. Niiden leveys on alle 0,05 mm ja ne ovat paikoin umpeutuneet kiteytymillä.

Pyöreitä, alle 0,8 mm:n kokoisia huokosia on vähän kuten myös 0,8-4,7 mm:n kokoisia ilmahuokosia. Huokosten reunoilla on vähäisiä määriä kiteytymiä.

**Näyte LH18**, sokkeli (pesubetoni, itä), näytteen pituus on noin 47 mm. Teräs ( $\varnothing = 4,0$  mm) on näkyvillä sisäpinnassa.

Betoni on tasalaatuista ja tiivistä. Runkoaine koostuu alle 14,0 mm:n kokoisista, pääosin kulmikkaista ja osin pyöristyneistä amfiboliitti-, liuske-, gneissi- ja graniittikappaleista. Keskikokoista runkoainetta on erittäin vähän.

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia.

Sideaine on karbonatisoitunut ulkopinnasta keskimäärin 14,0 mm:iin ja sisäpinnasta keskimäärin 13,0 mm:iin. Runkoaineen reunoja sekä mikrorakoja/-säröjä myötäillen karbonatisoituminen on edennyt rakenteen läpi.

Sideaineen ja runkoainekappaleiden väliset tartunnat ovat yleisesti kiinni (mikrorakojen/ -säröjen yhteydessä yksittäisesti auki).

Teräksessä on paksu rapautumakuori ja betoni on sisäpinnassa, teräksen kohdalta murentunut (teräs noin 3 mm syvyydessä sisäpinnasta).

Vaakasuuntaiset, lähes jatkuvat mikroraot ovat 20 ja 30 mm ulkopinnasta. Pystysuuntaisia ja suuntautumattomia mikrorakoja/ -säröjä on kohtalaisesti. Mikroraot myötäilevät runkoainetta ja niiden leveys on alle 0,05 mm.

Pyöreitä, alle 0,8 mm:n kokoisia huokosia on vähän kuten myös epäsäännöllisen muotoisia, 0,8-4,2 mm:n kokoisia ilmahuokosia. Huokosten seinämillä ei havaittu merkittäviä kiteytymiä.

## Tuloksien tarkastelu

Betoninäytteiden kuntoa on arvioitu asteikolla hyvä, tyydyttävä, välttävä ja heikko. Arvion perustana on käytetty mikroskooppitutkimuksista saatuja tuloksia.

Näyte	Rakenne-osa	Kunto	Krb keski-määrin[mm]	Pakkaskestävyys/ huokostäytteet	Rapautuneisuus*
LH15	julkisivu	välttävä	up 11 sp 2	Ei/ vähän	1
LH18	sokkeli	tyydyttävä	up 14 sp 13	Ei/ ei	1

\* Rapautuneisuutta on kuvattu asteikolla 0-2: 0 =ei/vähäistä rapautumaa, 1 =kohtalaista, 2 =voimakasta.

Betonit ovat tasalaatuisia ja tiiviitä. Todennäköisesti kutistumisen aiheuttamaa mikrorakoilua/ -säröilyä on paljon tai kohtalaisesti, mikä voi heikentää betonien säilyvyyttä.

Sideaineen karbonatisoituminen on saavuttanut teräsyvyyden sokkelin LH18 sisäpinnassa ja paikallisesti karbonatisoituminen on edennyt sokkelin ja julkisivun läpi. Betonin raudotteille antama kemiallinen suoja on heikentynyt/ hävinnyt ja sokkelin teräksessä on voimakasta syöpymistä.

Betonit eivät huokosrakenteen perusteella ole arviolta pakkasenkestäviä. Betoneissa havaittiin vaakasuuntaista mikrorakoilua, mikä voi olla pakkasrapautumisen aiheuttamaa ja rapautuminen on arviolta orastavaa tai kohtalaista.

Huokostiloissa ei havaittu merkittäviä kiteytymiä. Rakoverkostoissa on kiteytymiä, mitkä voivat olla haitallisia.

WSP FINLAND OY



Vesa Kontio  
tutkija, FM



Jussi Myllykangas  
tutkija, FM

## Jakelu

1 kpl tilaaja  
1 kpl WSP Finland Oy, Tutkimus/ arkisto

WSP Finland Oy  
Tutkimus  
Ratakatu 12  
90100 OULU  
Puhelin 0207 864 12  
Fax 0207 864 800

22.09.2008

Insinööritoimisto Conditio Oy  
Jari Rajala  
Ratavallintie 2  
00720 HELSINKI

## KLORIDIPITOISUUDEN MÄÄRITYS

Kohde Linnaistenhovi, Lohja

Menetelmä Näytteiden kokonaiskloridipitoisuus on määritetty standardin SFS 5451 mukaisesti.

### Tulokset

Näyte	Näytteenottoaika	Cl <sup>-</sup> (paino-%)
LH1	pieliseinä, länsi	< 0,01
LH7	julk. elementti, etelä	0,01
LH9b	huoneistoparv. laatta, etelä	< 0,01
LH18	sokkeli, itä	< 0,01

Näytteet ovat porauskappaleita.

Yhteyshenkilö Vesa Kontio p. 0207 864 655.

WSP FINLAND OY  
Tutkimus



Vesa Kontio  
tutkija, FM



Ari Rätty  
laborantti

Jakelu 1 kpl tilaaja  
1 kpl WSP Finland Oy, Tutkimus/ arkisto

WSP Finland Oy  
Tutkimus  
Ratakatu 12  
90100 OULU  
Puhelin 0207 864 12  
Fax 0207 864 800

19.09.2008

Insinööritoimisto Conditio Oy  
Jari Rajala  
Ratavallintie 2  
00720 HELSINKI

## ASBESTIANALYYSI

Kohde	Linnaistenhovi, Lohja.	
Analyysimenetelmä	Analyysi on tehty valomikroskoopilla (merkintä VM) ja pyyhkäisy-elektronimikroskoopilla (merkintä EM).	
Tulokset	LH1. pieliseinä pinnoite, ulkopinta	(EM) Sisältää asbestia, krysotiili.
	LH9b. parvekelaatta pinnoite, alapinta	(EM) Sisältää asbestia, krysotiili.

WSP FINLAND OY  
Tutkimus



Jussi Myllykangas  
tutkija, FM



Vesa Kontio  
tutkija, FM

Jakelu  
1 kpl tilaaja  
1 kpl WSP Finland Oy, Tutkimus/ arkisto



WSP Finland Oy  
Tutkimus  
Ratakatu 12  
90100 OULU  
Puh. 0207 864 12  
Fax 0207 864 800

22.09.2008

Insinööritoimisto Conditio Oy  
Jari Rajala  
Ratavallintie 2  
00720 HELSINKI

## PCB- JA LYIJYMÄÄRITYS

Kohde Linnaistenhovi, Lohja

Menetelmät Saumaussmassasta (1 kpl) määritettiin PCB-pitoisuus Enzyme linked Immunosorbent Assay -menetelmällä (EIA). Lyijypitoisuus määritettiin XRF-tekniikalla.

### Tulokset

Näyte nro	Materiaali/näytteenottoaikka	PCB-pitoisuus [mg/kg]	Lyijy-pitoisuus [mg/kg]
LHsauma	päämassa ulkopinta, pieliseinä, länsi	< 50	40
LHsauma	sauman jäämiä, siniharmaa	< 50	<b>2600</b>

Toimenpiteet Näyte sisältää jäämiä siniharmaasta saumamassasta, jonka lyijypitoisuus ylittää ympäristöviranomaisten määrittelemän raja-arvon (PCB 50 mg/kg, lyijy 1500 mg/kg). Purku suoritetaan työterveysviranomaisten/ paikallisen ympäristökeskuksen antamien ohjeiden mukaisesti. Purkujäte on käsiteltävä ja hävitettävä ongelmajätteenä.

WSP FINLAND OY  
Tutkimus

  
Vesa Kontio  
tutkija, FM

  
Jussi Myllykangas  
tutkija, FM

Jakelu 1 kpl tilaaja  
1 kpl WSP Finland Oy, Tutkimus / arkisto

---

## ANALYYSIRAPORTTI, suoraviljely

---

**Tilaaaja:** Arja Pekkala / Conditio Oy  
Ratavallintie 2, 00720 Helsinki  
**Laskutus:** sama  
**Raportin toim.os.:** arja.pekkala@ce.tamk.fi  
**Raportin sisältö:** materiaalinäytteitä 2 kpl

---

### Näytetiedot:

**Kohde:** Linnaistenhovi  
**Näytteenottaja:** Arja Pekkala  
**Näytteenotto pvm:** 21.8.2008

### Näytteet:

Näyte 1.	LH 1 / julkisivuelementin mv-eriste (mineraalivilla)	<i>lab.tunniste</i> b874
Näyte 2.	LH 2 / julkisivuelementin mv-eriste (mineraalivilla)	b875

**Näytteiden saapumispvm. laboratorioon:** 27.8.2008

---

### Analyysi:

**Menetelmä:** **suoraviljely**; viljelyyn perustuva suku/lajitason tunnistus, suuntaa antava määräärvio, viljely suoraan maljoille ilman laimennusta  
**Viljelypvm:** 27.8.2008 /VR  
**Kasvatusalustat:** tryptoni-hiivauute-glukoosiagar (THG); bakteerit, aktinomykeetit mallasuuteagar (MEA); mesofiiliset hiiva- ja homesienet, basidiomykeetit 18%-dikloraani-glyseroliagar (DG-18); kserofiiliset sienet  
**Kasvatusolosuhteet:** inkubointilämpötila 25° C, inkubointiaika 7 vrk (kokonaisbakteeri- ja sienikoloniamäärien arviointi), sienien määrittäminen 7-14 vrk, aktinomykeettien tyyppitys 10-14 vrk  
**Analysoijat:** Sirkku Häkkinen, Anna-Mari Pessi / Turun yliopisto, Aerobiologian yksikkö

---

### Laboratorion huomioita:

Näyttemateriaalia oli toimitettu hyvin vähän. Tästä syystä näytteen 2. tulokset perustuvat viljelytulokseen yhdellä maljalla maljatyyppejä kohden ilman rinnakkaisia toistoja.

## TULOKSET

### Näyte 1. LH 1 / julkisivuelementin mv-eriste (mineraalivilla) b874

<b>THG</b>	<b>Bakteerit:</b>		<b>Yht.</b>	<b>++</b>
	aktinomykeetit *	-		
	muut bakteerit	++		
<b>MEA</b>	<b>Mesofiiliset sienet:</b>		<b>Yht.</b>	<b>+</b>
	Homesienet			
	<i>Acremonium</i> *	+		
	<i>Cladosporium</i>	+		
	Muut ryhmät:			
	steriili rihma	(+)		
<b>DG-18</b>	<b>Kserofiiliset sienet:</b>		<b>Yht.</b>	<b>+</b>
	Homesienet			
	<i>Acremonium</i> *	+		
	<i>Cladosporium</i>	+		
	Muut ryhmät			
	steriili rihma	(+)		

### Näyte 2. LH 2 / julkisivuelementin mv-eriste (mineraalivilla) b875

<b>THG</b>	<b>Bakteerit:</b>		<b>Yht.</b>	<b>+</b>
	aktinomykeetit *	+		
	muut bakteerit	+		
<b>MEA</b>	<b>Mesofiiliset sienet:</b>		<b>Yht.</b>	<b>++</b>
	Homesienet			
	Muut ryhmät:			
	steriili rihma	++		
<b>DG-18</b>	<b>Kserofiiliset sienet:</b>		<b>Yht.</b>	<b>+++</b>
	Homesienet			
	<i>Aspergillus versicolor</i> *	+		
	<i>Botrytis</i>	+		
	<i>Penicillium</i>	+		
	Muut ryhmät			
	steriili rihma	+++		

*Kosteusvaurioindikoivat ryhmät merkitty \**

## LAUSUNTO

Käytetty menetelmä ei sovelle Asumisterveysohjeessa (Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1) esitettyjä ohjeita, vaan analyysissä on käytetty mikrobikasvun runsauden mukaista asteikkoa (- ei kasvua, (+) yksittäinen pesäke, + vähän, ++ kohtalaisesti, +++ runsaasti, ++++ erittäin runsaasti, Y ylikasvu). Asteikko on vain suuntaa antava.

Rakennusmateriaaleihin, jotka ovat kosketuksissa maaperän tai ulkoilman kanssa, kuten alapohjarakenteet ja lämmöneristeet, ei voida soveltaa tässä raportissa käytettyjä tulkintaperiaatteita, varsinkin jos niiden kautta ei tapahdu ilmavuotoja sisätiloihin.

### **Näyte 1. LH 1 / julkisivuelementin mv-eriste (mineraalivilla)** *b874*

Näytteen viljelytulokset eivät viittaa aktiiviseen mikrobikasvustoon tutkitussa materiaalissa.

Näytteessä esiintyi pieniä määriä kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa. Näytteessä ei esiintynyt aktinomykettejä. Bakterialustalla esiintynyt runsas fungisidiresistenttien sienten kasvu on saattanut heikentää aktinomykeettien kasvua ja/tai havaittavuutta.

### **Näyte 2. LH 2 / julkisivuelementin mv-eriste (mineraalivilla)** *b875*

Näytteessä esiintynyt runsas sienten kasvu viittaa aktiiviseen mikrobikasvustoon tutkitussa materiaalissa. Näytteessä tavattiin kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa.

Näytteessä esiintyi lisäksi pieniä määriä kosteusvaurioon viittaavia aktinomykettejä.

## **Tulosten johdosta huomioitavaa**

Raporttiin sisältyvän näytteen perusteella rakennuksessa on mikrobikasvusto.

Rakennuksessa esiintyvistä mikrobikasvustosta voi kulkeutua sisäilmaan ilmavirtausten ja ilmanvaihdon mukana mikrobeja (esimerkiksi itiöitä ja niiden osasia) sekä niiden hajoamis- ja aineenvaihduntatuotteita, joille sisätiloissa oleskelevat voivat altistua. Ellei mikrobikasvustoa ole poistettu, se voi olla terveydelle haitallista vielä senkin jälkeen, kun rakennusmateriaali on kuivunut tai kuivatettu. Tämän vuoksi kosteusvaurio on välittömästi korjattava ja vaurioon johtaneet syyt poistettava.

Altistumisesta saattaa aiheutua silmien, ihon ja hengitysteiden ärsytysoireita, yöyskää tai erilaisia yleisoireita, esimerkiksi lämpöilyä. Oireet yleensä lievenevät tai katoavat, kun altistus keskeytyy tai lakkaa. Altistuksen seurauksena voi esiintyä myös toistuvia hengitystieinfektioita tai kehittyä pitkäaikaissairaus, esimerkiksi astma. Altistuksen on havaittu lisäävän poskiontelo- ja keuhkoputkentulehduksen riskiä.

(Asumisterveysohje, Sosiaali- ja Terveysministeriön oppaita 2003:1)

Turussa 9.9.2008

---

Anna-Mari Pessi  
FK, tutkija  
Aerobiologian yksikkö, TY

---

Satu Saaranen  
FL, tutkimusassistentti  
Aerobiologian yksikkö, TY

## ANALYYSIRAPORTTI

**Tilaja:** Conditio Oy,  
Ratavallintie 2, 00720 Helsinki  
**Laskutus:** sama,  
**Raportin toim.os.:** alpo.eskola@conditio.fi; arja.pekkala@conditio.fi  
**Raportin sisältö:** materiaalinäytteitä 6 kpl

### Näytetiedot:

**Kohde:** Palvelutalo Linnaistenhovi, Lohja  
**Näytteenottaja:** Alpo Eskola, Conditio Oy  
**Näytteenottopvm:** 12.11.2008

### Näytteet:

		<i>lab.tunniste</i>
Näyte 1.	Sis.k.sivu, keskialue (mineraalivilla)	c197
Näyte 2.	Sis.k.sivu, reuna-alue (mineraalivilla)	c198
Näyte 3.	Pääty, reuna-alue (mineraalivilla)	c199
Näyte 4.	Pääty, keskialue (mineraalivilla)	c200
Näyte 5.	Takasivu, reuna-alue (mineraalivilla)	c201
Näyte 6.	Takasivu, keskialue (mineraalivilla)	c202

**Näytteiden saapumisvpm. laboratorioon:** 13.11.2008

### Analyyssi:

**Menetelmä:** **suoraviljely;** viljelyyn perustuva suku/lajitason tunnistus, suuntaa antava määräraarvio, viljely suoraan maljoille ilman laimennusta  
**Viljelypvm:** 13.11.2008 /SH  
**Kasvatusalustat:** tryptoni-hiivauute-glukoosiagar (THG); bakteerit, aktinomykeetit mallasuuteagar (MEA); mesofiiliset hiiva- ja homesienet, basidiomykeetit 18%-dikloraani-glyseroliagar (DG-18); kserofiiliset sienet  
**Kasvatusolosuhteet:** inkubointilämpötila 25° C, inkubointiaika 7 vrk (kokonaisbakteeri- ja sienikoloniamäärien arviointi), sienien määrittäminen 7-14 vrk, aktinomykeettien tyypitys 10-14 vrk  
**Analysoijat:** Sirkku Häkkinen, Anna-Mari Pessi / Turun yliopisto, Aerobiologian yksikkö

## TULOKSET

### Näyte 1. Sis.k.sivu, keskialue (mineraalivilla)

*c197*

<b>THG</b>	<b>Bakteerit:</b>	<b>Yht.</b>	<b>+</b>
	aktinomykeetit *	-	
	muut bakteerit	+	
<b>MEA</b>	<b>Mesofiiliset sienet:</b>	<b>Yht.</b>	<b>-</b>
	ei kasvua		
<b>DG-18</b>	<b>Kserofiiliset sienet:</b>	<b>Yht.</b>	<b>-</b>
	ei kasvua		

*Kosteusvaurioindikoivat ryhmät merkitty \**

**Näyte 2. Sis.k.sivu, reuna-alue (mineraalivilla)**

c198

<b>THG</b>	<b>Bakteerit:</b> aktinomykeetit * muut bakteerit	- ++	<b>Yht.</b>	++
<b>MEA</b>	<b>Mesofiiliset sienet:</b> ei kasvua		<b>Yht.</b>	-
<b>DG-18</b>	<b>Kserofiiliset sienet:</b> ei kasvua		<b>Yht.</b>	-

**Näyte 3. Pääty, reuna-alue (mineraalivilla)**

c199

<b>THG</b>	<b>Bakteerit:</b> aktinomykeetit * muut bakteerit	++++ -	<b>Yht.</b>	++++
<b>MEA</b>	<b>Mesofiiliset sienet:</b> ei kasvua		<b>Yht.</b>	-
<b>DG-18</b>	<b>Kserofiiliset sienet:</b> ei kasvua		<b>Yht.</b>	-

**Näyte 4. Pääty, keskialue (mineraalivilla)**

c200

<b>THG</b>	<b>Bakteerit:</b> aktinomykeetit * muut bakteerit	+++ +	<b>Yht.</b>	+++
<b>MEA</b>	<b>Mesofiiliset sienet:</b> ei kasvua		<b>Yht.</b>	-
<b>DG-18</b>	<b>Kserofiiliset sienet:</b> Homesienet <i>Cladosporium</i>	  (+)	<b>Yht.</b>	(+)

*Kosteusvaurioindikoivat ryhmät merkitty \**

**Näyte 5. Takasivu, reuna-alue (mineraalivilla)**

c201

<b>THG</b>	<b>Bakteerit:</b>		<b>Yht.</b>	<b>++++</b>
	aktinomykeetit *	++++		
	muut bakteerit	+		
<b>MEA</b>	<b>Mesofiiliset sienet:</b>		<b>Yht.</b>	<b>+</b>
	Homesienet			
	<i>Aureobasidium*</i>	(+)		
	<i>Cladosporium</i>	(+)		
	<i>Penicillium</i>	(+)		
<b>DG-18</b>	<b>Kserofiiliset sienet:</b>		<b>Yht.</b>	<b>++</b>
	Homesienet			
	<i>Cladosporium</i>	+		
	<i>Penicillium</i>	(+)		

**Näyte 6. Takasivu, keskialue (mineraalivilla)**

c202

<b>THG</b>	<b>Bakteerit:</b>		<b>Yht.</b>	<b>+</b>
	aktinomykeetit *	+		
	muut bakteerit	+		
<b>MEA</b>	<b>Mesofiiliset sienet:</b>		<b>Yht.</b>	<b>(+)</b>
	Hiivasienet	(+)		
<b>DG-18</b>	<b>Kserofiiliset sienet:</b>		<b>Yht.</b>	<b>+</b>
	Homesienet			
	<i>Aspergillus ryhmä Restricti*</i>	+		
	<i>Cladosporium</i>	+		

*Kosteusvaurioindikoivat ryhmät merkitty \**

**LAUSUNTO**

Käytetty menetelmä ei sovelleta Asumisterveysohjeessa (Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1) esitettyjä ohjeita, vaan analyysissä on käytetty mikrobikasvun runsauden mukaista asteikkoa (- ei kasvua, (+) yksittäinen pesäke, + vähän, ++ kohtalaisesti, +++ runsaasti, ++++ erittäin runsaasti, Y ylikasvu). Asteikko on vain suuntaa antava.

Rakennusmateriaaleihin, jotka ovat kosketuksissa maaperän tai ulkoilman kanssa, kuten alapohjarakenteet ja lämmöneristeet, ei voida soveltaa tässä raportissa käytettyjä tulkintaperiaatteita, varsinkin jos niiden kautta ei tapahdu ilmavuotoja sisätiloihin.



**Näyte 1. Sis.k.sivu, keskialue (mineraalivilla)** *c197*

Näytteen viljelytulokset eivät viittaa aktiiviseen mikrobikasvustoon tutkitussa materiaalissa.

Näytteessä ei esiintynyt aktinomykeetti- eikä sienikasvua.

**Näyte 2. Sis.k.sivu, reuna-alue (mineraalivilla)** *c198*

Näytteen viljelytulokset eivät viittaa aktiiviseen mikrobikasvustoon tutkitussa materiaalissa.

Näytteessä ei esiintynyt aktinomykeetti- eikä sienikasvua.

**Näyte 3. Päätty, reuna-alue (mineraalivilla)** *c199*

Näytteessä esiintynyt erittäin runsas aktinomykeettien kasvu viittaa aktiiviseen mikrobikasvustoon tutkitussa materiaalissa.

Kosteusvaurioon viittaavat aktinomykeetit saattavat tuottaa toksisia yhdisteitä rakennusmateriaaleilla.

Näytteessä ei esiintynyt sienikasvua.

**Näyte 4. Päätty, keskialue (mineraalivilla)** *c200*

Näytteessä esiintynyt runsas aktinomykeettien kasvu viittaa aktiiviseen mikrobikasvustoon tutkitussa materiaalissa.

Kosteusvaurioon viittaavat aktinomykeetit saattavat tuottaa toksisia yhdisteitä rakennusmateriaaleilla.

**Näyte 5. Takasivu, reuna-alue (mineraalivilla)** *c201*

Näytteessä esiintynyt erittäin runsas aktinomykeettien kasvu viittaa aktiiviseen mikrobikasvustoon tutkitussa materiaalissa.

Kosteusvaurioon viittaavat aktinomykeetit saattavat tuottaa toksisia yhdisteitä rakennusmateriaaleilla.

**Näyte 6. Takasivu, keskialue (mineraalivilla)**

c202

Näytteen viljelytulokset eivät viittaa aktiiviseen mikrobikasvustoon tutkitussa materiaalissa.

Näytteessä esiintyi pieniä määriä kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa sekä pieniä määriä kosteusvaurioon viittaavia aktinomykeettejä.

**Tulosten johdosta huomioitavaa**

Raporttiin sisältyvien näytteiden perusteella rakennuksessa on mikrobikasvusto.

Rakennuksessa esiintyvistä mikrobikasvustosta voi kulkeutua sisäilmaan ilmapvirtausten ja ilmanvaihdon mukana mikrobeja (esimerkiksi itiöitä ja niiden osasia) sekä niiden hajoamis- ja aineenvaihduntatuotteita, joille sisätiloissa oleskelevat voivat altistua. Ellei mikrobikasvustoa ole poistettu, se voi olla terveydelle haitallista vielä senkin jälkeen, kun rakennusmateriaali on kuivunut tai kuivatettu. Tämän vuoksi kosteusvaurio on välittömästi korjattava ja vaurioon johtaneet syyt poistettava.

Altistumisesta saattaa aiheutua silmien, ihon ja hengitysteiden ärsytysoireita, yöyskää tai erilaisia yleisoireita, esimerkiksi lämpöilyä. Oireet yleensä lievenevät tai katoavat, kun altistus keskeytyy tai lakkaa. Altistuksen seurauksena voi esiintyä myös toistuvia hengitystieinfektioita tai kehittyä pitkäaikaissairaus, esimerkiksi astma. Altistuksen on havaittu lisäävän poskiontelo- ja keuhkoputkentulehduksen riskiä.

(Asumisterveysohje, Sosiaali- ja Terveysministeriön oppaita 2003:1)

Turussa 25.11.2008

---

Anna-Mari Pessi  
FK, tutkija  
Aerobiologian yksikkö, TY

---

Sirkku Häkklä  
FM, tutkimusassistentti  
Aerobiologian yksikkö, TY

Palvelutalo  
 Kohde: Linnaistenhovi  
 Laatija: AP  
 Pvm: 14.10.2008

<b>sokkeli,pesubetoni</b>						
	Terästen peite- paksuus	%	Karbonati- soitumis- syvyys	%	Karbonati- soitumis- syvyys suurempi	Korroosio
1-5 mm	0	0,0 %		0,0 %	100 %	0,0 %
6-10 mm	0	0,0 %		0,0 %	100 %	0,0 %
11-15 mm	0	0,0 %	2	100,0 %	0 %	0,0 %
16-20 mm	0	0,0 %		0,0 %	0 %	0,0 %
21-25 mm	2	1,9 %		0,0 %	0 %	0,0 %
26- mm	105	98,1 %		0,0 %	0 %	0,0 %
	<u>107</u>		<u>2</u>			<u>0,0 %</u>

<b>julkisivu,pesubetoni</b>						
	Terästen peite- paksuus	%	Karbonati- soitumis- syvyys	%	Karbonati- soitumis- syvyys suurempi	Korroosio
1-5 mm	0	0,0 %	7	46,7 %	53 %	0,0 %
6-10 mm	0	0,0 %	3	20,0 %	33 %	0,0 %
11-15 mm	0	0,0 %	4	26,7 %	7 %	0,0 %
16-20 mm	0	0,0 %		0,0 %	7 %	0,0 %
21-25 mm	1	0,6 %	1	6,7 %	0 %	0,0 %
26- mm	173	99,4 %		0,0 %	0 %	0,0 %
	<u>174</u>		<u>15</u>			<u>0,0 %</u>

<b>Pieliseinä</b>						
	Terästen peite- paksuus	%	Karbonati- soitumis- syvyys	%	Karbonati- soitumis- syvyys suurempi	Korroosio
1-5 mm	0	0,0 %		0,0 %	100 %	0,0 %
6-10 mm	4	13,8 %		0,0 %	100 %	13,8 %
11-15 mm	0	0,0 %	1	25,0 %	75 %	0,0 %
16-20 mm	2	6,9 %		0,0 %	75 %	5,2 %
21-25 mm	5	17,2 %	2	50,0 %	25 %	8,6 %
26- mm	18	62,1 %	1	25,0 %	0 %	7,8 %
	<u>29</u>		<u>4</u>			<u>35,3 %</u>

<b>Parvekekatto</b>						
	Terästen peite- paksuus	%	Karbonati- soitumis- syvyys	%	Karbonati- soitumis- syvyys suurempi	Korroosio
1-5 mm	0	0,0 %		0,0 %	100 %	0,0 %
6-10 mm	1	1,0 %		0,0 %	100 %	1,0 %
11-15 mm	1	1,0 %		0,0 %	100 %	1,0 %
16-20 mm	16	15,8 %		0,0 %	100 %	15,8 %
21-25 mm	22	21,8 %		0,0 %	100 %	21,8 %
26- mm	61	60,4 %	4	100,0 %	0 %	30,2 %
	<u>101</u>		<u>4</u>			<u>69,8 %</u>

**Parvekelattia**

	Terästen peite- paksuus	%	Karbonati- soitumis- syvyys	%	Karbonati- soitumis- syvyys suurempi	Korroosio
1-5 mm	0	0,0 %	0	0,0 %	100 %	0,0 %
6-10 mm	0	0,0 %	4	100,0 %	0 %	0,0 %
11-15 mm	4	13,8 %		0,0 %	0 %	0,0 %
16-20 mm	6	20,7 %		0,0 %	0 %	0,0 %
21-25 mm	7	24,1 %		0,0 %	0 %	0,0 %
26- mm	12	41,4 %		0,0 %	0 %	0,0 %
	<u>29</u>		<u>4</u>			<u>0,0 %</u>