

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka, Kiinteistönpitotekniikka

Opinnäytetyö

Kari Lehtola

AS OY ORELINHAAN JULKISIVUJEN JA PARVEKKEIDEN
KUNTOTUTKIMUS

Työn valvoja DI Pekka Väisälä

Työn teettäjä As Oy Orelinhaka, isännöitsijä Päivi Koskinen

Tampere 2008

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

Kiinteistönpitotekniikka

Lehtola Kari As Oy Orelinhaan julkisivujen ja parvekkeiden kuntotutkimus

Tutkintotyö 23 sivua + 46 liitesivua

Työn ohjaaja DI Pekka Väisälä

Työn teettäjä As Oy Orelinhaka, isännöitsijä Päivi Koskinen

Kesäkuu 2008

Hakusana julkisivu, parveke, kuntotutkimus

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Nokialla Orelinkatu 7:ssä sijaitsevan asunto-osakeyhtiön toimeksiannosta kiinteistön julkisivu- ja parvekerakenteiden kuntoa. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää rakenteiden tämän hetkinen kunto ja arvioida vaurioitumistilanteen kehittymistä jatkossa. Kuntotutkimuksen tavoitteena on toimia alustavana selvityksenä asunto-osakeyhtiölle tulevaisuuden korjaussuunnittelussa ja -hankkeessa.

Tutkintotyön teoriaosuudessa käsiteltiin kerrostalorakentamisen historiaa ja kehitystä 1900-luvun alusta lähtien. Seuraavaksi työssä esiteltiin betonijulkisivujen nykyhetken kuntotutkimusmenetelmiä, joilla tämän työn varsinainen kuntotutkimus on toteutettu. Teoriaosuus päättyy kuvaukseen betonirakenteiden yleisimmistä vaurioista.

Kuntotutkimuksessa ilmeni, että julkisivun maalipinta on kohtuullisen hyvässä kunnossa, mutta paikoitellen kulunut eikä se kaikilta osin suojaa rakenteita suunnitellulla tavalla. Julkisivussa näkyvien teräskorroosio- ja rapautumavaurioiden määrä oli vähäinen, mutta laskennallisen ennusteen perusteella vaurioiden määrä tulee kuitenkin tulevaisuudessa lisääntymään (noin 10 vuotta). Parvekerakenteissa oli havaittavissa korroosiovaurioita sekä puutteita kosteusteknisessä toiminnassa. Tutkimusten yhteydessä ei havaittu viitteitä merkittävästä rakenteiden pakkasrapautumasta. Parvekerakenteiden vaurioituminen tulee lähitulevaisuudessa (noin 10 vuotta) kiihtymään. Näin ollen parvekkeiden kosteusrasituksen alentaminen on ensisijaisen tärkeää, jotta vaurioituminen hidastuisi.

Kuntotutkimuksen perusteella julkisivu – ja parvekerakenteet ovat kohtuullisessa kunnossa, suositeltava ajankohta korjauksille on 5-10 vuotta.

TAMK – UNIVERSIM OF APPLIED SCIENCES

Construction Technology

Facility Management

Lehtola Kari Research of concrete façade Orelinhaka

Engineering thesis 23 pages + 46 appendices

Thesis supervisor Pekka Väisälä, MSc

Commissioning Company Housing cooperative Orelinhaka,
Päivi Koskinen, the Housing manager

Juny 2008

Keywords Facade, balcony, research of condition

ABSTRACT

The aim of this engineering study was to investigate the condition of the concrete façade and balcony structures. The object of this investigation was a four-level apartment building and it located in Nokia. The main purpose of the research was to find out possible damages in the concrete facades and balcony structures and also to evaluate the extent and progression of the damages in the future. The research will be used as a help to the housing cooperative when they plan repairing for concrete facades and balconies in the future.

In the theoretical part was told about the history, investigation methods and most common damages of the concrete facades and balcony structures.

In the research part was found out that the paint of the façade was in a quite good condition. Still the paint was peeled off here and there. For that reason the paint doesn't protect the façade as planned anymore. The amount of steel corrosion and dilapidation damages was few, but when counting the prognosis for becoming damages it shows that they will increase in next ten years. In the balcony structures was discovered corrosion damages and failings in the water expulsion-system and these things will cause damages to the balcony structures in the next few years. To slow down the damages it's essential to improve the water expulsion-system.

In conclusion the façade and balcony structures are in reasonable condition and a convenient time for repairing is in the next 5-10 years.

ALKUSANAT

Kiitän asunto-osakeyhtiön hallitusta ja isännöitsijä Päivi Koskista heidän tarjoamastaan mahdollisuudesta toteuttaa tämä mielenkiintoinen ja monitahoinen tutkintotyö. Lisäksi välitän kiitokseni Tampereen ammattikorkeakoulun mittauspalvelun DI Hannu Aarikalle, jolta sain laitteiston käyttöön kenttätutkimuksia varten. Kiitokset myös Tampereen ammattikorkeakoulun lehtori Pekka Väisälälle hyvistä neuvoista ja työn ohjauksesta.

Tampere 6.6.2008

Kari Lehtola

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO.....	5
1 JOHDANTO	6
1.1 Tutkimuksen kohde	6
1.2 Tavoitteet	6
1.3 Tutkimuksen rajaukset.....	7
2 KUNTOTUTKIMUKSEN MÄÄRITELMÄ	7
3 KERROSTALORAKENTAMISEN HISTORIAA	7
3.1 Runkorakenteet.....	8
3.2 Sandwich-elementit	8
3.3 Parvekerakenteet	9
4 YLEISIMMÄT VAURIOT	10
4.1 Kosteusrasitus	10
4.1.1 Julkisivujen kosteusrasitus	10
4.1.2 Parvekkeiden kosteusrasitus.....	11
4.2 Raudoitteiden korroosio.....	11
4.2.1 Betonin karbonatisoituminen	12
4.2.2 Kloridit	12
4.3 Betonin rapautuminen.....	13
4.3.1 Betonin pakkasrapautuminen	13
4.3.2 Ettringiittireaktio.....	14
4.3.3 Alkalirunkoainereaktio.....	14
5 KÄYTETYT TUTKIMUSMENETELMÄT	14
5.1 Raudoitteiden korroosio.....	14
5.1.1 Kenttätutkimusmenetelmät.....	14
5.1.2 Laboratoriotutkimukset.....	16
5.2 Betonin rapautumisen tutkiminen	17
5.2.1 Kenttätutkimukset.....	17
5.2.2 Laboratoriotutkimukset.....	17
5.3 Pintakäsittelyn tutkiminen	19
5.4 Terveydelle ja ympäristölle vaarallisten aineiden ja yhdisteiden tutkiminen	20
5.4.1 Maalin asbestipitoisuuden selvittäminen	20
5.4.2 Saumamassojen PCB- ja lyijypitoisuuden selvittäminen.....	20
5.5 Kannakkeiden ja kiinnitysten turvallisuus	20
6 TUTKIMUSTULOKSISTA	21
6.1 Julkisivut	21
6.2 Parvekkeet.....	21
7 YHTEENVETO.....	22

LIITE

Kuntotutkimusraportti

1. Paikannuskuvat (3 s.)
2. Näytteiden yhteenveto (3 s.)
3. Ohuthieanalyysien tulokset (5 s.)
4. PCB- ja lyijymäärityksen tulokset (1 s.)
5. Pinnoitteen asbestianalyysi (1 s.)
6. Valokuvia kohteesta (3 s.)
7. Kopioita rakenne- ja elementtipiirustuksista (2 s.)

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen kohde

As Oy Orelinhaka käsittää yhden teräsbetonielementeistä rakennetun asuinkerrostalon. Kerrostalo sijaitsee Nokialla. Tontti on taloyhtiön omaisuutta ja kooltaan 4440,00 m². Rakennus on 4-kerroksinen, ja sen valmistumisvuosi on 1974. Asuinkerrostalon kerrosala on 2165,00 m², huoneistoala 1683,00 m² ja tilavuus 7600,00 m³. Asuntoja kiinteistössä on yhteensä 30 kpl. Rakennuksen sisäänkäynnit suuntautuvat pohjoiseen. Kiinteistössä on yhteensä kolme porraskäytävää. Kaikki huoneistoparvekkeet suuntautuvat etelään. Yhteisiä tuuletusparvekkeita ei taloyhtiössä ole. Rakennuksen alimmassa kerroksessa sijaitsevat talon yhteiset tilat kuten sauna, pesutupa, mankeli ja ulk välivarasto. Väestönsuoja sijaitsee ensimmäisessä kerroksessa. Kattotyypinä on tasakatto, jossa ei ole räystäitä. Katon pintamateriaali on bitumihuopa. Päädyissä on umpielementit.

1.2 Tavoitteet

As Oy Orelinhaassa on tullut esiin julkisivuremontin tarve. Tämän kuntotutkimuksen tavoitteena on selvittää As Oy Orelinhaan julkisivujen ja parvekkeiden tila. Tutkimuksella selvitetään betonijulkisivujen ja parvekerakenteiden mahdolliset vauriot sekä niiden laajuus nyt ja tulevaisuudessa. Tulosten perusteella laaditaan vaihtoehtoiset korjausehdotukset. Työn tarkoituksena on selvittää lukijalle miksi ja millaisilla menetelmillä julkisivun kuntotutkimusta tehdään. Työssäni kerron myös julkisivujen ja parvekkeiden kehityksestä sekä historiasta.

1.3 Tutkimuksen rajaukset

Työ rajattiin koskemaan julkisivuelementtejä, saumoja ja parvekerakenteita. Tutkimuksissa otettiin huomioon myös ne rakenteet, jotka vaikuttavat osaltaan tutkittuihin asioihin esim. rikkiäiset vedenpoistojärjestelmät.

2 KUNTOTUTKIMUKSEN MÄÄRITELMÄ /1/

Kuntotutkimuksella tarkoitetaan rakennusosan tai rakennusosakokonaisuuden (esim. julkisivun) kunnan ja toimivuuden sekä korjaustarpeen selvittämistä järjestelmällisesti eri vauriotapojen suhteen. Vauriotapoja voidaan tutkia erilaisilla menetelmillä, joita ovat mm. suunnitelma-asiakirjojen tarkasteleminen, kohteen silmämääräinen tutkiminen, erilaiset kentällä tapahtuvat mittaukset, näytteenotto ja laboratoriotutkimukset. Kuntotutkimuksella voidaan saada selville tutkimushetkellä ilmenevät vauriot ja niiden syyt, laajuus ja vaikutukset. Tämän lisäksi voidaan ennakoida tulevaisuudessa syntyviä vauriota. Tällaisessa tapauksessa oikein ajoitetulla kunnossapito- ja suojaustoimilla voidaan usein estää vaurioiden eteneminen haitallisen pitkälle.

Kuntotutkimusten peruseriaatteena on, että tutkimuksella selvitetään kaikkien potentiaalisten vauriotapojen tilanne ja eteneminen tutkittavassa rakenteessa. Tämän johdosta kuntotutkimuksen tekijän on tunnettava tutkittavat rakenteet ja niissä mahdollisesti esiintyvät vauriotavat ja toimivuuspuutteet.

3 KERROSTALORAKENTAMISEN HISTORIAA /2/

Suomessa 1800-luvun lopulla kerrostaloissa käytettiin oikeastaan vain yhtä runkotyyppiä – massiivista tiilimuurausrunkoa puurakenteisin välipohjin. Vuosisadan vaihteessa rautabetonista alkoi vähitellen tulla välipohjarakenteiden ja jossain määrin myös pystyrakenteiden rakennusmateriaali. Vuosisadan alusta 1940-luvulle asti rakentamisen osa-alueet kehittyivät eri tahtiin. Osatekijöistä jokin (rakenteet, rakennusaineet, kuljetus, työmaatekniikka, arkkitehtuuri) oli yleisen

kehityksen edellä tai jäljessä. Sota seurauksineen kärjisti kehityksen murrokseksi. Murroksen aikana kehittyi aivan uusi runkotyyppi, betoniseinäinen kirjahyllyrunko, josta tuli vuosien 1960–1975 aikana yksi yleisimmistä kerrostalotyypeistä Suomessa.

3.1 Runkorakenteet

Ruutuelementtiseinäisessä osaelementtitalossa, jonka runko on tehty suurmuoteilla, tuli vuosien 1960–75 aikana yleisin kerrostalorakenne. Pyrkimys suurten muottiyksiköiden käyttöön rungon valussa sekä mahdollisimman suuriin sarjoihin elementeissä ohjasi selkeälinjaisiin rakenneratkaisuihin. Yksi syy sen yleisyyteen oli soveltavuus yleiseen urakkalaskentaan: toteutustapa sopi suurelle osalle urakoitsijakuntaa. Näissä kerrostalorakenteissa oli tyypillistä, että huoneistoparveke on rungon ulkopuolella ja parvekkeiden pieliseinät ovat kantavia.

Kuntotutkimukseni kohde As Oy Orelinhaka on hyvä esimerkki 1970-luvulla rakennetusta ruutuelementtiseinäisestä osaelementtitalosta. Tutkimani julkisivuelementit ovat ns. sandwich-elementtejä.

3.2 Sandwich-elementit

Sandwich-elementin rakenteen muodostaa kaksi teräsverkolla ja reunateräksillä raudoitettua betonilevyä, jotka on liitetty toisiinsa levyjen välissä olevan lämmöneristeen läpi menevillä teräsansailloilla. Rakenteeseen kuuluu, että levyt toimivat yhdessä ja ansateräkset vaikuttavat oleellisesti rakenteen jäykkyyteen. Ensimmäisen kerran betonisandwich-elementtejä kokeiltiin Suomessa vuonna 1957, Valurakenne Oy:n toimesta. Pian vuoden 1957 jälkeen sandwich-elementti alkoi yleistyä sekä ulkoseinä- (ei kantava) että päätyelementti (kantava) rakenteena.

Sandwich-elementtien ulkokuoren paksuus on yleisesti 40–60 mm. Sisäkuoren paksuus riippuu siitä onko kyseessä kantava rakenne (150–160 mm) vai ei-kantava (40–60 mm) rakenne.

Betonilevyjen välissä oleva eriste on yleensä 90 mm paksu. Elementtien ulkokuoren yleisin pinnoitus on betoni, joko maalattuna tai maalaamattomana.

Betonin pinta voi olla sileä muottipinta, hierretty, harjattu tai muutoin profiloitu. Ylivoimaisesti yleisin pinnoitus 1960-luvun Suomessa oli harjattu betoni. 1950–60 lukujen suuri muuttoliike ja mittava kerrostalorakentaminen loivat paineita rakentajille, jotka joutuivat turvautumaan elementtimuotoiseen talotuotantoon. Etenkin kasvukeskuksissa kirjahyllyrunko ja sandwich-elementti olivat näkyvässä osassa. Niinpä sandwich-elementistä tuli tämän ajanjakson suomalaisen rakentamisen symboli.

3.3 Parvekerakenteet

Parvekekaiteet ja -laatat olivat porrassyökyjen jälkeen ensimmäisiä elementtirakenteita Suomessa. 1960-luvun alussa parvekelaatat tehtiin yleisesti paikallaanvaluna. Suuri muutos tapahtui kuitenkin 1960-luvun aikana, jolloin parvekerakenteita ryhdyttiin tekemään elementeistä. Erilaisten laatta- ja kaide-elementtien ohella käytettiin myös kulmamuotoisia yhteenraudoitettuja laatta-kaide-elementtejä. Ensimmäinen tällainen elementti valmistettiin vuonna 1961. 1960-luvun lopussa yleisimmäksi parvekerakenteeksi muodostui rungon ulkopuolinen parveketorni. Rakennuksen rungosta ulkoneva elementtiparveke on yleensä tuettu kantavien pieliseinien välityksellä perustuksiin. Laatat on tavallisesti sidottu teräksien ja lenkkien avulla pieliseiniin ja muihin rakenteisiin. Elementtirakenteinen parveke muodostuu yleensä yhtenäisestä laatta-kaide-elementistä.

4 YLEISIMMÄT VAURIOT /1,5/

Seuraavassa osiossa esittelen betonijulkisivujen ja parvekkeiden yleisimpiä vaurioita ja merkittävimpiä turmeltumisilmiöitä. Lähteinä on Betonijulkisivun kuntotutkimus By 42 sekä Betonijulkisivun korjaus sementtilaasteilla.

Suomen oloissa julkisivuihin ja parvekkeisiin eniten vaikuttavia rasiustekijöitä ovat mm. säteily, lämpö, kosteus, erilaiset haitalliset aineet (esim. kloridit ja ilman hiilidioksidi), tuuli sekä pakkasrasitus. Rasituksen määrä vaihtelee suuresti riippuen rakennuksen sijainnista, ympäristöstä, korkeudesta, ilmansuunnasta ja rakennuksen yksityiskohdista. Aluksi haitat ovat lähinnä rakennuksen ulkonäköön vaikuttavia, mutta betonijulkisivujen vaurioituminen saattaa aiheuttaa myös turvallisuusriskejä.

4.1 Kosteusrasitus

Suurin yksittäinen rakenteiden rasiustekijä on kosteus. Sitä esiintyy lähes kaikissa merkittävässä turmeltumisilmiöissä. Tärkeimpiä kosteuden lähteitä ovat sade, ulkoilman kosteus sekä pinnoille tiivistyvä ilman kosteus. Myös sisäilman kosteus, maaperän kosteus eri muodoissaan ja erilaiset vuotovedet vaikuttavat oleellisesti rakenteiden kosteusrasitukseen.

4.1.1 Julkisivujen kosteusrasitus

Julkisivujen suurin kosteuslähde on viistosade, jonka vaikutus on erityisen suuri seinien yläosissa sekä korkeissa ja avoimilla paikoilla sijaitsevilla räystäättömissä ja rakennuksissa. Myös erilaiset vuodot, maaperän kosteus ja pintavedet lisäävät julkisivun kosteusrasitusta. Betonin laatu ja huokoisuus määrittelevät betoniin imeytyvän veden määrän. Sateella julkisivun pintaan syntyy vesikalvo, joka pääsee tunkeutumaan elementtien eristetilaan joko vuotavien saumojen tai toimimattomien liitosdetaljien kautta. Päästyään rakenteiden sisään vesi kulkeutuu painovoimaisesti alaspäin ja kerääntyy ikkunan päällisiin ja sokkeleihin. Elementtien pintamateriaali

vaikuttaa oleellisesti rakenteen kuivumiseen. Sandwich-elementit kuivuvat hitaasti, koska niiden eristeissä ei ole käytetty tuuletusuria. Tuuletusurat ovat yleisesti käytössä vain klinkkeripintaisissa elementeissä. Kuivuminen tapahtuu haihtumalla ulkopinnasta, jota läpi kulkeva lämpövirta hieman tehostaa.

4.1.2 Parvekkeiden kosteusrasitus

Parvekkeiden suurin kosteusrasitus on parvekelaattojen yläpinnoissa. Ne ovat alttiina sadevedelle ja lumelle. Lumi voi olla rakenteiden päällä pitkiäkin aikoja, jolloin kosteusrasitus on jatkuvaa. Muut parvekerakenteet ovat alttiita viistosateelle sekä virheellisesti rakennetuille vedenpoistojärjestelmille. Parvekerakenne on yleensä kokonaan kylmä, jolloin lämpövirta ei kuivata rakennetta kuten ulkoseinissä. Vesi imeytyy betoniin ja poistuu haihtumalla kuivina aikoina. Parvekkeiden pintakäsittely vaikuttaa myös rakenteen kuivumiseen.

4.2 Raudoitteiden korroosio

Betonissa sijaitsevat raudoitteet ovat yleensä hyvin korroosiolta suojattuina. Betonin korkean alkalisuuden johdosta teräksen pintaan muodostuu ohut oksidikalvo, joka estää teräksen sähkökemiallisen korroosion. Happojen ja kloridien pääsyn kosketuksiin terästen kanssa estää riittävän paksu ja tiivis betonikerros. Klorideja on käytetty 1960-luvulla nopeuttamaan betonin kovettumista. On kaksi syytä, joiden takia teräksen passiivisuus voidaan menettää: Betonin karbonatisoituminen ja se, että kloridit sijaitsevat raudoitusta ympäröivässä betonissa. Korroosion käynnistyttyä teräksen pinnasta alkaa liueta materiaalia, joka samalla pienentää raudoitteen poikkileikkausta ja heikentää rakenteen kantavuutta. Korroosion seurauksena syntyneen ruosteen tilavuus on moninkertainen teräksen tilavuuteen verrattuna. Tämä aiheuttaa teräsbetonirakenteissa betonipinnan halkeilua ja lohkeilua.

4.2.1 Betonin karbonatisoituminen

Betonin karbonatisoituminen tarkoittaa betonin neutraloitumisreaktiota, jonka seurauksena betonin huokosveden pH-arvo alenee. Reaktio syntyy, kun ilman sisältämä hiilidioksidi pääsee tunkeutumaan betoniin. Karbonatisoituminen alkaa vähitellen betonin pinnasta ja etenee hidastuvaa tahtia syvempään rakenteeseen. Samalla betonin pH-arvo putoaa normaaliarvosta 13–14 likimain arvoon 8,5. Karbonatisoitumisen etenemisnopeus riippuu pääasiassa joko betonin ja sen pinnan tiiviydestä, ympäröivän hiilidioksidin määrästä tai karbonatisoituvan aineen määrästä.

Betonin huokoisuus ja kosteuspitoisuus vaikuttavat siihen, miten nopeasti hiilidioksidi pääsee tunkeutumaan betoniin. Halkeamat betonissa helpottavat suuresti hiilidioksidin tunkeutumista rakenteen sisäosiin. Vesi-sementtisuhteen alentuessa ja samalla betonin lujuuden kasvaessa betonin tiiviyys lisääntyy voimakkaasti. Karbonatisoituminen alkaa aina betonin pinnasta, joten huolellisella jälkihoidolla voidaan pidentää betonin vastustuskykyä hiilidioksidia vastaan.

4.2.2 Kloridit

Betonissa oleva riittävä kloridimäärä voi käynnistää betoniraudotteiden korroosion sellaisessakin betonissa, joka ei ole karbonatisoitunut. Riittävänä kloridimääränä voidaan pitää 0,03–0,07 p-% kloridipitoisuutta betonin painosta. On mahdollista, että julkisivu- ja parveke-elementeissä on käytetty betonin kiihdyttävänä lisäaineena kalsiumkloridia. Lisäksi klorideja voi päästä betoniin muista lähteistä. Tyypillisimpiä lähteitä ovat jäänsulatussuolat ja rannikkoseuduilla tuulen kuljettamasta merivedestä peräisin olevat suolat. Kloridikorroosiolle on tyypillistä, että raudotteiden korroosio tapahtuu pistemäisesti ja voimakkaasti.

4.3 Betonin rapautuminen

Yleisimmät betonin rapautumiseen vaikuttavat tekijät ovat: Pakkasrapautuminen, ettringiittireaktio tai alkalirunkoainereaktio.

4.3.1 Betonin pakkasrapautuminen

Pakkasrasitus syntyy, kun betonin huokosverkostoon syntyy painetta veden jäätymislaajenemisen johdosta. Jääkiteen tilavuus kasvaa lämpötilan noustessa ja täten aiheuttaa betonille pakkasrapautumista. Vesi laajenee jäätyessään n. 9 tilavuusprosenttia.

Betonissa on oltava ilmahuokosia, joihin laajentuva vesi voi tunkeutua, muuten jäätymislaajenevan paine vaurioittaa betonia. Nämä ns. suojahuokokset vähentävät betonin halkeilua ja lohkeilua. Suojahuokosten keskinäinen välimatka tulee olla riittävän pieni. Pakkaskestävyyden kannalta riittävän pienet välimatkat saadaan ainoastaan lisähuokoistusainetta käyttämällä.

Julkisivujen betonissa ei ole yleisesti käytetty lisähuokoistusta ennen 1970-luvun puoliväliä. Huokoistamattomat betonirakenteet ovat kuitenkin kestäneet pakkasrasituksia riittävän lujan ja tiiviin betonin ansiosta. Lisäksi riittävän alhainen kosteusrasitus on lisännyt betonirakenteiden kestävyyttä.

Pakkasrapautuminen ilmenee betonissa säröilynä. Säröt heikentävät betonin lujuutta ja nopeuttavat veden imeytymistä. Rasituksen jatkuessa betoni rapautuu. Pakkasrapautunut betoni näkyy rakenteen pinnan halkeamina, elementtien kaareutumisena ja betonin lohkeiluna. Rapautuminen heikentää betonin vetolujuutta, puristuslujuutta ja raudoituksen tartuntaan.

4.3.2 Ettringiittireaktio

Ettringiittireaktio tarkoittaa kovettuneessa betonissa tapahtuvaa sulfaattimineraalien kemiallista reaktiota. Oleellisena osana reaktioon liittyy voimakas tilavuudenkasvu. Syntyvä ettringiittimineraali kiteytyy ilmatäyteisten huokoisten seinämille, jolloin suojuhuokoisten tilavuus pienenee ja betonin pakkasenkestävyys heikkenee. Reaktion edellytyksenä on runsas kosteusrasitus. Ettringiittireaktion aiheuttama rapautuminen muistuttaa ulkoasultaan tavanomaista pakkasrapautumaa.

4.3.3 Alkalirunkoainereaktio

Alkalirunkoainereaktio on betonin kiviaineksessa tapahtuva sementtikiven alkalisuudesta aiheutuva paisumisreaktio, joka voi rapauttaa betonia.

Alkalikiviainesreaktio on mahdollinen, jos seuraavat edellytykset ovat kaikki olemassa rakenteessa:

- 1) sementti sisältää runsaasti alkaleja (Na, K)
- 2) kiviaineksessa on heikosti alkalisuutta kestäviä mineraaleja
- 3) betonin kosteuspitoisuus on riittävän korkea

Alkalikiviainesreaktio on kuitenkin Suomessa harvinainen ilmiö.

5 KÄYTETYT TUTKIMUSMENETELMÄT /1/

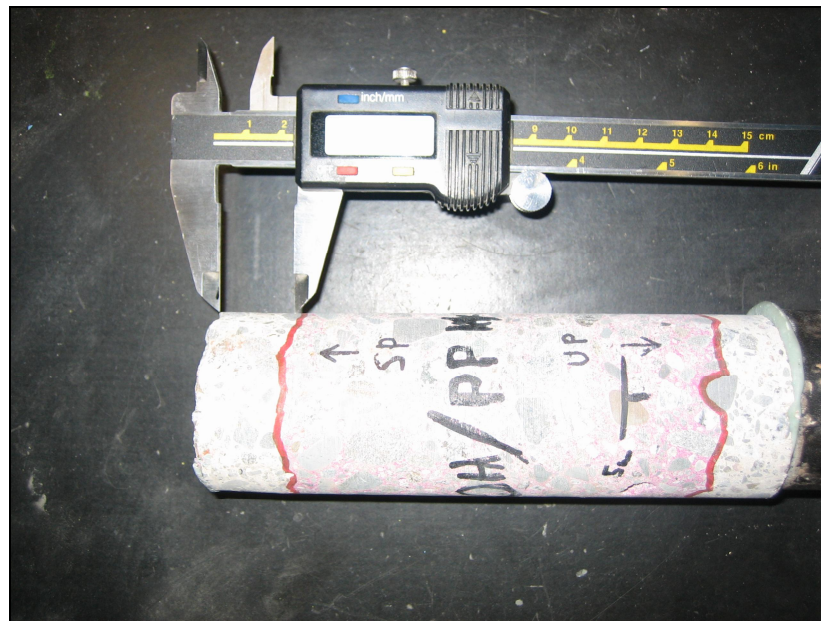
5.1 Raudoitteiden korrosio

5.1.1 Kenttätutkimusmenetelmät

Betonin karbonatisoitumissyvyyden mittaaminen

Betonin karbonatisoitumissyvyyttä mittaamalla pyritään selvittämään, miten syvälle betonin neutraloituminen on edennyt ja näin ollen menettänyt raudoitteita korroosiolta suojaavan ominaisuutensa. Karbonatisoitumissyvyys mitataan ns. PH-indikaattorilla, joka erottaa neutraloituneen (n. PH 8) neutraloitumattomasta betonista. Karbonatisoitumissyvyys mitataan yleensä poralieriön pinnalta suhteellisen nopeasti poraamisen jälkeen. Tuore poralieriö puhdistetaan huolellisesti

kaikesta liasta. Puhdistuksen jälkeen pinta käsitellään indikaattoriliuoksella (fenoliftaleiini) esim. ruiskuttamalla tai kostutetulla tupolla ”töpöttämällä”. Karbonatisoitumaton betoni värjäytyy punaiseksi, mutta karbonisoituneessa betonissa värimuutosta ei ole havaittavissa. Karbonisoitumissyvyys mitataan poranäytteestä yleensä työntömitalla (Kuva 1). Karbonisoituminen voi vaihdella näytteen kohdalla suurestikin, joten on tärkeää selvittää keskimääräinen karbonisoitumissyvyys.



Kuva 1 Karbonisoitumissyvyyden mittaaminen

Raidoitteiden peitepaksuuksien mittaaminen

Raidoitteiden peitepaksuuksia mittaamalla pyritään selvittämään, kuinka suuri osa raidoiteista on riskialttiilla vyöhykkeellä karbonisoitumisesta johtuvan korroosion suhteen. Tämä tutkimus antaa mahdollisuuden arvioida tulevaisuudessa odotettavien korroosiovaurioiden määrän.

Raidoitteiden peitepaksuuksia voidaan mitata helposti rakennetta rikkomatta peitepaksuusmittarilla (Kuva 2). Peitepaksuus mittarin toiminta perustuu sähkömagneettiseen induktioon, jonka avulla voidaan havaita tavanomaiset magneettiset raidoitteet. Oikeiden mittausarvojen saaminen edellyttää tietämystä

mitattavan teräksen halkaisijasta. Halkaisijat saadaan yleensä helposti selville elementti- tai muista piirustuksista.



Kuva 2 Peitepaksuusmittari

Peitepaksuudet mitataan tekemällä satunnaisotanta ja kirjaamalla kaikki yksittäiset mittausravot muistiin. Näin saadaan käsitys siitä, kuinka suuri osa raudoitteista on korroosiovaarassa tällä hetkellä ja tulevaisuudessa. Peitepaksuusmittauksia tulee tehdä runsaasti kustakin rakennetyypistä. Suositeltava mittausmäärä on 100–200 kpl / rakenneosaa.

5.1.2 Laboratoriotutkimukset

Betonin kloridipitoisuuden määrittäminen

Betonissa olevat kloridit voivat jo hyvin pieninä pitoisuuksina aiheuttaa raudoitteiden korroosiota. Raudoitteiden korroosion kannalta kriittisenä kloridipitoisuutena pidetään 0,03–0,07 paino-% betonin painosta. Todellisuudessa kuitenkin hyvin pienikin määrä klorideja voi aloittaa korroosion riippuen betonin tiivyydestä. Tämän lisäksi betonin karbonatisoituminen vapauttaa klorideja ja kiihdyttää kloridikorroosiota.

Betonin kloridipitoisuus mitataan jauhenäytteestä, joka otetaan poraamalla iskuporakoneella reikä betoniin ja keräämällä syntynyt jauhe talteen.

Kloridipitoisuus määritetään titraamalla. Määrittäminen edellyttää jauhenäytettä, joka on maksimirakokooltaan alle 0,1 mm ja jonka sisältämän sementin määrä on vähintään kaksi grammaa. Kloridipitoisuus määritetään sertifikaatti SFS-5451:n mukaan.

5.2 Betonin rapautumisen tutkiminen

5.2.1 Kenttätutkimukset

Rakenteiden tarkempi silmämääräinen tarkastelu on tärkeässä osassa, kun selvitetään julkisivujen pakkasrapautumiseen viittaavia merkkejä, kuten elementtien kaareutumista, halkeilua, kalkkivalumia tai julkisivusaumojen kokoonpuristumista.

5.2.2 Laboratoriotutkimukset

Betonin rapautumista voidaan tutkia seuraavilla laboratoriotutkimuksilla:

- 1) Betonin mikrorakennetutkimus (ohut- tai pintahietutkimus)
- 2) Vetokoe (betonin vetolujuuden määrittäminen)

Laboratoriotutkimukset tehdään kenttätutkimuksissa poratuista poralieriöistä.

Betonin mikrorakennetutkimus (hietutkimus)

Betonin rapautuminen tarkoittaa, että betoniin syntyy säröjä ja halkeamia. Betonin rapautumisen tutkimisen tavallisin menetelmä on mikrorakennetutkimus. Siinä todetaan betonin rapautumistilanne mikroskoopin avulla. Rapautumistilanne varmennetaan yleensä hietutkimuksella. Betonin mikrorakennetutkimus tehdään laboratoriossa ohut- tai pintahieestä. Hienäytteen mikroskooppitarkastelussa saadaan erittäin tarkkaa tietoa betonin laadusta ja kunnosta.

Mikrorakennetutkimuksella selvitetään yleensä seuraavia asioita:

- 1) Betonin pakkasenkestävyys
- 2) Syntyneet säröt ja halkeamat
- 3) Huokoisten täyteisyys

- 4) Mahdolliset haitalliset reaktiot (ettringiitti, alkalirunkoaine)
- 5) Karbonatisoitumissyvyys

Mikrorakennetutkimuksilla saadaan selville betonin suojahuokossuhde, eli onko betoni pakkasenkestävää. Mikrorakennetutkimuksia tekevät niihin erikoistuneet laboratoriot. On myös mahdollista, että tutkimukset tehdään vain pinta- tai ohuthieestä. Tässä tutkimuksessa käytettiin vain ohuthietutkimusta.

Vetokoe /1/

Rapautuneessa betonissa on halkeamia, jotka alentavat betonin vetolujuutta. Tämän vuoksi betonin rapautumista tutkitaan vetokokeella. Vetokoe tehdään kenttätutkimuksissa poratuista poralieriöistä (Kuva 3), jotka vedetään laboratoriossa. Vetokokeen tuloksia tulkittaessa käytetään seuraavia arvoja.

Vetolujuus	todennäköinen rapautumistilanne
0 MPa	näytteessä on pitkälle edennyttä rapautumaa
0,5 MPa	näytteessä on jonkinasteista rapautumaa
1,5 MPa tai yli	näytteessä ei ole merkittävää rapautumaa



Kuva 3 Vetokoe

Täytyy ottaa myös huomioon, että alhainen vetolujuus voi johtua muustakin syystä kuin betonin rapautumisesta. Tällaisia syitä ovat mm. käytetyn runkoaineen laatu, betonin alhainen lujuustaso ja betonissa olevat kuormitukset. Tämän vuoksi vetokokeiden alhaisten tulosten syy on tarvittaessa varmistettava hietutkimuksin. Rapautumistilannetta voidaan myös analysoida tarkastelemalla lieriön murtotapaa. Murron tapahtuessa suorassa linjassa voidaan todeta betonin olevan rapautumaton. Vetokokeita tulee käyttää muita menetelmiä täydentävinä tutkimuksina. Vetokokeet soveltuvat hyvin rapautuman laajuuden tutkimiseen.

5.3 Pintakäsittelyn tutkiminen /3/

Pintakäsittelyn tutkiminen tapahtuu pääosin silmämääräisesti. Tutkimisen pääkohdat ovat pinnan halkeilu ja hilseily. Pinnoitteen vaurioita voidaan käyttää viitteenä muiden vaurioiden olemassaolosta. Pitää kuitenkin muistaa, että

pinnoitteen vauriot voivat johtua paikallisesta korkeasta kosteusrasituksesta, kuten esimerkiksi rikkinäisestä ikkunapelistä. Välttämättä pinnoitteen vaurio ei ole yhteydessä muihin vaurioihin.

5.4 Terveydelle ja ympäristölle vaarallisten aineiden ja yhdisteiden tutkiminen

5.4.1 Maalin asbestipitoisuuden selvittäminen

Korjausvaihtoehtoja ajatellen tulee aina selvittää maalipinnan asbestipitoisuus. Vanhan maalipinnan poistossa irtoaa maalia, ja mikäli maalipinta sisältää asbestia, korjaustyö on suoritettava asbestityönä. Ei ole syytä lähteä arvioimaan, sisältääkö maali asbestia vai ei, sillä täysi varmuus asbestin olemassaolosta saadaan vain laboratoriotutkimuksella. Laboratoriossa pinnoitenäyte tutkitaan elektronimikroskoopilla, jolla mahdollinen asbestipitoisuus varmistetaan.

5.4.2 Saumamassojen PCB- ja lyijypitoisuuden selvittäminen

Saumamassojen PCB- ja lyijypitoisuudet on selvitettävä aina, kun korjauksia tehdään lähellä rakennetta, jossa on mahdollisesti käytetty PCB:tä tai lyijyä sisältävää saumausmassaa. Saumamassojen PCB- ja lyijypitoisuuden määrittäminen tehdään ympäristöministeriön toimenpidesuosituksissa annettujen ohjeiden mukaisesti. /1/

5.5 Kannakkeiden ja kiinnitysten turvallisuus

Tutkittavien rakenteiden kiinnitysten, kannatusten ja sidontojen kunnan selvittäminen on yksi kuntotutkimuksen tärkeimpiä osia. Vaurioituaan kiinnikkeet, kannakkeet ja sidonnat voivat aiheuttaa turvallisuusriskin. Rakenteellisten osien kunnan selvittäminen edellyttää aina, että kuntotutkija ymmärtää eri rakennetyyppien rakenteellisen toiminnan periaatteet ja lujuusmitoituksen. Kuntotutkimuksessa voidaan selvittää kiinnikkeiden vaurioitumista mm. Porarei'istä normaalin näytteenoton yhteydessä tai erillisillä

rakenneavauksilla. Rakenneavauksilla voidaan todeta kiinnikkeiden tyyppi ja arvioida silmämääräisesti niiden kunto.

6 TUTKIMUSTULOKSISTA

6.1 Julkisivut

Julkisivujen vaurioituminen on käynnistynyt, mutta on vielä suhteellisen vähäistä. Julkisivuelementtien tapauksessa keskeisenä ongelmana voidaan pitää maalipinnan kulumisen ja vaurioiden aiheuttamaa korkeaa kosteusrasitusta, joka nopeuttaa raudoitekorroosion etenemistä.

Julkisivuelementtien betoni ei ole tehtyjen tutkimusten perusteella pakkasenkestävää. Merkittäviä pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita ei kuitenkaan havaittu.

Julkisivuelementeissä ei ole havaittavissa selviä korroosiovaurioita. Korroosiovauriot tulevat kuitenkin lisääntymään lähitulevaisuudessa.

Kohteen julkisivuelementtien eteläpuolen saumauksista löytyi raja-arvot ylittävä määrä lyijyä, joten purkutyöt suoritetaan työterveysviranomaisten määräyksen mukaisesti. Pohjoispuolelta ei lyijypitoisuutta löydetty. Kuitenkin korjauksissa kaikkia saumamassoja on käsiteltävä ja hävitettävä ongelmajätteenä.

6.2 Parvekkeet

Parvekerakenteiden teknistä toimivuutta tarkastellessa voidaan merkittävimpana ongelmana pitää parvekekaiteiden sisäpintojen ja parvekelaatan yläpinnan korroosiovaurioita. Myös maalipintojen kulumisen ja korkea kosteusrasitus ovat ongelmia. Rakenteet altistuvat merkittävän suurelle kosteusrasitukselle puutteellisen vedenpoistojärjestelmän vuoksi. Tämä mahdollistaa sekä korroosiovauriot että rapautuman.

Parvekerakenteiden vaurioituminen on jo käynnistynyt ja tulee lähitulevaisuudessa (noin 10 vuotta) lisääntymään korjaamattomassa rakenteessa merkittävästi.

Tällä hetkellä parvekerakenteissa havaittavissa olevien korroosiovaurioiden lisäksi myös rapautuma on mahdollista, sillä parvekerakenteiden betoni ei ole lisähuokostettua. Lisäksi karbonatisoitumisrintama saavuttaa tulevaisuudessa (noin 10 vuotta) merkittävän osan parvekelaattojen ja piilien raudoitteista ja näin ollen mahdollistaa vaurioitumisprosessin nopean etenemisen rakenteissa.

7 YHTEENVETO

Julkisivujen ensisijaisena korjaustoimenpiteenä voidaan pitää kosteusrasituksen alentamista ja näin ollen vaurioitumisen hidastamista. Korjausehdotus on liitteenä olevassa kuntotutkimusraportissa. Julkisivukorjaus tulisi tehdä 5...10 vuoden kuluessa. Näin rakenteiden vaurioitumien ei ehdi muodostumaan korjausta estäväksi.

Parvekkeiden ensisijaisena korjaustoimenpiteenä voidaan pitää kosteusrasituksen alentamista ja nykyisten vaurioiden korjaamista. Parvekkeisiin kohdistuvaa kosteusrasitustasoa voidaan lisäksi suositella alennettavan lasittamalla loputkin parvekkeet jo lasitettujen tapaan. Korjausehdotus on liitteenä olevassa kuntotutkimusraportissa. Korjaukset on suositeltavaa tehdä 5-10 vuoden kuluessa.

Opinnäytetyöni aihe oli erittäin mielenkiintoinen. Työn aikana sain todella paljon lisätietoa betonisten julkisivuvaurioiden tutkimusmenetelmistä, betonissa esiintyvistä eri vauriotyypeistä ja niiden etenemisestä eri rakenteissa. Työni oli haastava tehtävien laboratoriotutkimusten ja kenttätutkimusten johdosta. Julkisivuvaurioiden tunnistaminen silmämääräisesti vaatii myös alan erikoisosaamista, jotta vauriot havaittuaan tietää, mihin toimenpiteisiin tulee ryhtyä ja millä aikataululla. Tekemäni kuntotutkimus as Oy Orelinhaasta vastaa sisällöltään ja raportoinniltaan Betoniyhdistyksen by 42 mukaisia kuntotutkimukselle asetettuja vaatimuksia.

LÄHDELUETTELO

- /1/ Betonijulkisivun kuntotutkimus – By 42, Suomen Betonitieto Oy, Helsinki 2002
- /2/ Kerrostalot 1960–1975, Rakennustieto Oy, Helsinki 1994
- /3/ Betonirakenteiden pinnat / Luokitusohjeet, Suomen Betonitieto Oy Helsinki 2003
- /4/ Betonirakenteiden korjausohjeet – By 41, Suomen Betonitieto Oy, Helsinki 2007
- /5/ Betonijulkisivujen korjaus sementtilaasteilla, Rakennustieto Oy, Helsinki 1993

LIITE

KUNTOTUTKIMUSRAPORTTI



AS OY ORELINHAKA

NOKIA

JULKISIVUJEN JA PARVEKKEIDEN

KUNTOTUTKIMUS 14.5.2008

KARI LEHTOLA

SISÄLLYSLUETTELO

1	YLEISTÄ.....	3
1.1	Kuntotutkimuksen tilaaja	3
1.2	Kohteen tunnistetiedot ja yleiskuvaus	3
1.3	Kuntotutkimuksen sisältö.....	4
1.4	Tutkimuksen rajaus ja luotettavuus	5
1.5	Kohteen rakennusaikaiset määräykset.....	6
2	TUTKIMUSTULOKSET	7
2.1	Julkisivuelementit.....	7
2.1.1	Julkisivuelementtien rakenne	7
2.1.2	Betonin halkeilu, tiivistyminen ja muut vauriot	8
2.1.3	Raudoitteiden korroosio	8
2.1.4	Betonin pakkasrapautuminen	11
2.1.5	Saummat ja muodonmuutokset	12
2.1.6	Kosteustekninen toiminta	12
2.1.7	Pinnoitteet.....	12
2.2	Parvekkeet.....	13
2.2.1	Parvekkeiden rakenne	13
2.2.2	Betonin tiivistyminen, halkeilu ja muut vauriot	14
2.2.3	Raudoitteiden korroosio	14
2.2.4	Betonin pakkasrapautuminen	17
2.2.5	Vedenpoisto ja kosteustekninen toiminta.....	18
2.2.6	Pinnoitteet.....	18
3	YHTEENVETO JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET.....	19
3.1	Julkisivuelementit.....	19
3.2	Parvekerakenteet	20

LIITTEET

1. Julkisivupiirustukset ja näytteiden otto paikat
2. Näytteiden yhteenveto
3. Betoninäytteiden ohuthietutkimusten tulokset
4. Saumamassanäytteiden PCB- ja lyijypitoisuuksien tulokset
5. Maalinäytteiden asbestitutkimuksen tulokset
6. Valokuvia vauriokohdista
7. Kopioita rakenne- ja elementtipiirustuksista

1 YLEISTÄ

1.1 Kuntotutkimuksen tilaaja

As Oy Orelinhaka

Isännöitsijä

Päivi Koskinen

Yrittäjänkatu 11, 2. Krs

37100 NOKIA

1.2 Kohteen tunnistetiedot ja yleiskuvaus

Tutkimuksen kohde:	As Oy Orelinhaka
Tunniste tiedot:	Kaup. osa 33
	Tontti 2
Osoite:	Orelinkatu 7
	37120 Nokia

As Oy Orelinhaka käsittää yhden teräsbetonielementeistä rakennetun asuinkerrostalon. Kerrostalo sijaitsee Nokialla. Tontti on taloyhtiön omaisuutta ja kooltaan 4440,00m². Rakennus on 4-kerroksinen ja valmistumisvuosi on 1974. Asuinkerrostalon kerrosala on 2165,00m², huoneistoala 1683,00m² ja tilavuus 7600,00m³. Asuntoja kiinteistössä on yhteensä 30 kpl. Rakennuksen sisäänkäynnit suuntautuvat pohjoiseen. Kiinteistössä on yhteensä kolme porraskäytävää. Kaikki huoneistoparvekkeet suuntautuvat etelään. Yhteisiä tuuletusparvekkeita ei taloyhtiössä ole. Rakennuksen alimmassa kerroksessa sijaitsee taloyhteiset tilat kuten sauna, pesutupa, mankeli, ja ulkovaeline-varasto. Väestönsuoja sijaitsee myös ensimmäisessä kerroksessa. Kattotyypinä on tasakatto, jossa ei ole räystäitä. Katon pintamateriaali on bitumihuopa. Päädyissä on umpielementit.

Kohteella aikaisemmin tehtyjä korjauksia ja perusparannuksia ovat mm:

- 1990-luvun alkupuolella elementtien saumamassojen uusiminen
- Ilmastokanavien puhdistus ja säätö v.1999
- Lukkojen uusiminen v.2000
- Porrashuoneiden ja kellaritilojen maalaus v.2003
- Ulko-ovien päällä olevien lippojen, sadevesikourujen ja syöksyjen uusiminen v.2004
- Jätepisteen ja lisääutopaikkojen rakentaminen v.2004
- Kuntoarvio v.2007

1.3 Kuntotutkimuksen sisältö

Suoritetun julkisivujen ja parvekkeiden kuntotutkimukseen liittyvät seuraavat toimenpiteet ja tutkimukset:

- Julkisivujen ja parvekkeiden alkuperäisten rakennesuunnitelmien tarkastelu
- Kohteen silmämääräinen tutkiminen
- Betonin karbonatisoituminen (17 poranäytettä)
- Raudoitteiden peitepaksuuksien mittaaminen (Profemeter 4)
- Betonin kloridipitoisuuden määrittäminen (5 näytettä)
- Betonin halkeilun ja huokoistuksen määrittäminen (Ohuthietutkimus, 4 näytettä)
- Betonin vetolujuus (11 näytettä)
- Elementtisaumojen lyijy- ja PCB- pitoisuuksien määrittäminen (2 näytettä)
- Maalipinnasta asbestitutkimukset (4 näytettä)

Kuntotutkimuksen on suorittanut Tampereen ammattikorkeakoulun opiskelija Kari Lehtola.

Kuntotutkimus on tehty rakennustekniikan opinnäytetyönä. Työn valvojana toimii Tampereen ammattikorkeakoulun lehtori Pekka Väisälä.

1.4 Tutkimuksen rajaus ja luotettavuus

Tässä kuntotutkimuksessa tarkastellaan kohteen julkisivujen ja parvekkeiden betonirakenteiden sekä niihin liittyvien rakenteiden vaurioita.

Tutkimusmenetelmät on suunniteltu siten, että useammalla käytössä olevalla menetelmällä pyritään varmistamaan tulosten perusteella syntyneet johtopäätökset. Rakenteiden toimintaa sekä siinä esiintyviä puutteita on tarkasteltu kenttätutkimusten yhteydessä.

Tässä kuntotutkimuksessa ei käsitellä kohteen muiden rakenteiden tai teknisten järjestelmien kuntoa. Kuntotutkimus sisältää vaihtoehtoisia ehdotuksia korjaustoimenpiteistä, mutta ennen korjaustoimenpiteiden suorittamista on tehtävä varsinainen korjaussuunnittelu, jossa määritellään tarkemmin kohteeseen soveltuvat korjausmenetelmät.

Tutkittavien rakenteiden kunnosta saatiin tutkimuksella varsin hyvä käsitys. Luotettavuuden kannalta puutteina voidaan todeta seuraavaa:

- Näytteiden vähäinen määrä
- Mittauksissa tapahtuneet inhimilliset erehdykset

Mittauksia ja tutkimuksia valvoi pätevä opettaja, joten tuloksia voidaan pitää luotettavina

1.5 Kohteen rakennusaikaiset määräykset

Kohteen rakennusaikaiset (Betoninormit 1971) julkisivubetonirakenteiden säilyvyyteen ja muuhun tekniseen laatuun merkittävästi vaikuttavat, määräykset ja ohjeet ovat olleet seuraavat:

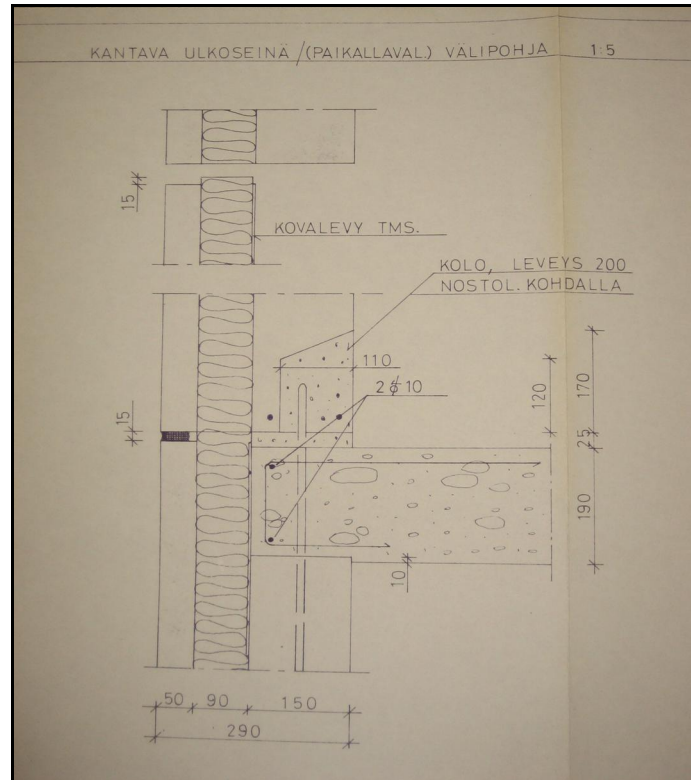
- betonin lujuusluokka K25
- raudoituksen suojabetonipeite harjateräs 20 mm
sileä teräs 15 mm
- betonin sallittu kloridipitoisuus ei vaatimusta
- ulkokuoren paksuus 50 mm
- pesubetonin maksimiraekoko 16 mm
- lämmöneriste paksuus 90 mm
lujuus 2 kN/m²

- lämmöneristeen läpi menevät teräsosat ruostumatonta terästä
- syöpymisvaaralle alttiit kiinnikkeet korroosion kestävästä aineesta
- lämpökäsittelyä korkeissa lämpötiloissa (> 60°C) ei suositella
- betonin pakkasenkestävyyteen vaikuttavan lisähuokostuksen käyttöä suositeltiin, käyttö talonrakennuksen elementtituotannossa oli harvinaista
- moduulimitoitus ja tyyppidetajit BES-julkaisun mukaan
- BY 4 Luokitusohjeet

2 TUTKIMUSTULOKSET

2.1 Julkisivuelementit

2.1.1 Julkisivuelementtien rakenne



Kuva 1 Kantava ulkoseinärakenne

Elementit ovat rakenteeltaan ns. Betonisandwich-elementtejä. Sandwich-rakenteissa ulkokuori tukeutuu eristekerroksen läpäisevien ansaiden tai muiden teräsosien välityksellä sisäkuoreen, joka on kiinnitetty runkoon tai toimii kantavissa seinissä itse kuormia siirtävänä rakenteena

Ulkoseinäelementtien rakennepiirustuksista tehtiin seuraavia havaintoja:

- Ulkokuoren nimellispaksuus 50mm
- Ulkokuoressa käytetty betoni on oletettavasti lujuusluokaltaan K25 (Betoninormit 1971)
- Lämmöneriste 90mm
- Sisäkuoren paksuus 150mm (kantava)
- Sisäkuoren paksuus 70mm (ei kantava)
- Ulkokuoren pinnoitteena on harjattu betoni ja maalaus

Kohteella tehtyjen havaintojen perusteella voidaan todeta seuraavaa:

- Ulkokuoren pinnoitteena on harjattu betoni ja maalaus
- Ulkokuoren paksuus on pitkillä sivuilla (ei kantavissa) keskimäärin 66mm. Vaihtelut 44mm-84mm.
- Ulkokuoren paksuus on päädyissä (kantavissa) keskimäärin 68mm. Vaihtelut 61mm-72mm.
- Lämmöneristeen paksuus pitkillä sivuilla oli keskimäärin 79mm. Vaihtelut 71mm-90mm
- Lämmöneristeen paksuus päädyissä oli keskimäärin 80mm. Vaihtelut 65mm-90mm.

2.1.2 Betonin halkeilu, tiivistyminen ja muut vauriot

Julkisivuelementeistä havaittiin seuraavaa:

- Elementeissä on ikkunoiden reunoista lähteviä pieniä halkeamia (todennäköisesti kutistumisesta johtuvaa).
- Betonin tiivistymien on pääosin hyvää
- Näytteistä tehtyjen ohuthietutkimusten perusteella julkisivuelementtien betonissa ei esiinny merkittävää säröilyä

2.1.3 Raudotteiden korroosio

Pitkän sivun julkisivuelementeissä ei ollut havaittavissa korroosion aiheuttamia vaurioita. Myös päätyjen umpielementit olivat kauttaaltaan hyvässä kunnossa eikä niissä ollut havaittavissa korroosion aiheuttamia vaurioita. Julkisivuelementeistä otetuista näytteistä kävi ilmi että, teräkset eivät olleet karbonatsoituneella alueella.

Betonin karbonatisoituminen

Taulukko 1. Betonin karbonatisoituminen, julkisivut

RAKENNE / NÄYTEMÄÄRÄ		KARBONATISOITUMISSYVYYS	
		KA/VAIHTELUT	MAX.KA/VAIHTELUT
RUUTUELEMENTIT 5KPL	ULKOPINTA	12 / 9 – 19	17 / 12 – 26
	SISÄPINTA	9 / 7 – 10	13 / 9 – 17
UMPIELEMENTIT 3KPL	ULKOPINTA	11 / 8 – 16	16 / 12 – 20
	SISÄPINTA	Sisäpinnat eivät	karbonatisoituneet

Julkisivuista otetuissa näytteissä karbonatisoituminen on edennyt normaalilla nopeudella. Mitään hälyttäviä karbonatisoitumissyvyyskäs ei elementeissä ole havaittavissa.

Raudoitteiden suojapeitepaksuudet

Taulukko 2. Raudoitteiden suojapeitepaksuudet, julkisivut

RAKENNE		PEITEPAKSUUDET	
		YLI 20mm	ALLE 15mm
RUUTUELEMENTIT	VERKKO	92 %	4 %
	REUNATERÄS	98 %	0 %
UMPIELEMENTIT	VERKKO	98 %	0 %
	REUNATERÄS	100 %	0 %

Suojapeitepaksuudet täyttävät pääosin vaadittavat kohteen rakennusaikaiset säädökset. (Betoninormit 1971). Raudoitteiden peitepaksuudet ovat pääosin yli 20 mm. Peitepaksuuksia vertaillen, karbonatisoitumissyvyyteen voidaan todeta, ettei karbonatisoituminen ole tavoittanut raudoitteita haitallisessa määrin.

Betonin kloridipitoisuus

Elementtien kloridipitoisuuksia tutkin kahdella näytteellä. Tulosten perusteella betonissa ei esiinny klorideja. Näytteiden kloridipitoisuus oli 0,00 paino - % betonin painosta. Raudoitteiden korroosion kannalta kriittisenä kloridipitoisuutena voidaan pitää 0,03...0,09 paino - % betonin painosta.

Arvio julkisivuelementtien korroosiotilasta

Julkisivuelementeissä raudoituksen betonipeitteet ovat kohtalaisen hyviä ja täyttävät pääosin rakennusaikaiset määräykset.

Karbonatisoituminen ei ole saavuttanut julkisivuelementtien verkko- tai pieliraudoitteita.

Elementtien betonissa ei ole klorideja haitallisessa määrin.

Lähitulevaisuudessa (noin 10 vuotta) karbonatisoitumisrintama ei pääosalla julkisivupinnoista saavuta raudoitusta.

2.1.4 Betonin pakkasrapautuminen

Julkisivujen elementtipinnoissa ei havaittu merkittäviä pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita eikä pakkasrapautumiseen viittaavaa kaareutumista.

Betonin vetolujuus

Taulukko 3. Betonin vetolujuuksien tulokset, julkisivut

RAKENNE JA NÄYTE		LUJUUS [MPa]	MURTUMINEN
RUUTUELEMENTTI	SW-1	2,1	Teräksen kohdalta
	SW-2	2,6	Teräksen kohdalta
	SW-3	Ei	Vetokoetta
	SW-4	2,4	Ei poikkeuksellinen
	SW-5	2,0	Teräksen kohdalta
UMPIELEMENTTI	SW-6	Ei	Vetokoetta
	SW-7	3,2	Ei poikkeuksellinen
	SW-8	2,7	Ei poikkeuksellinen

Betonin vetolujuudet ovat todella hyviä. Tuloksista voidaan päätellä, että betonissa ei ole tapahtunut pakkasrapautumista. Vetolujuudet täyttävät yleiset vaatimukset ($\geq 1,5\text{MPa}$)

Ohuthietutkimukset

Julkisivuelementtien betonia tutkittiin ohuthietutkimuksella kahden näytteen avulla (OH/SW3 ja OH/SW6). Tutkimusten perusteella voidaan todeta seuraavaa:

- Betoni on tasalaatuista ja tiivistä
- Betoni ei ole lisähuokoistettua, tämän perusteella betonia ei voida pitää pakkasenkestävänä.
- Huokostiloissa ei ole merkittäviä kiteytymiä
- Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia

Arvio julkisivuelementtien pakkasvaurioista

Tehtyjen tutkimusten mukaan julkisivurakenteiden betonissa ei ole havaittavissa pakkasrapautumisen aiheuttamia vauriota. Betonia ei kuitenkaan voida pitää pakkasenkestävänä ja lähitulevaisuudessa on mahdollista, että pakkasrasitetuimmilla kohdilla rakenteisiin syntyy paikallisia vaurioita.

2.1.5 Saumat ja muodonmuutokset

Kohteen elementtien saumamassat on uusittu 1990-luvun alkupuolella. Elementtien saumat ovat paikoitellen haljenneet. Elementtisaumausten PCB- ja lyijypitoisuus määritettiin kahdesta saumanäytteestä, jotka analysoitiin. Tutkimuksissa todettiin saumanäytteen 1 lyijypitoisuuden ylittävän ympäristöviranomaisen määrittelemän raja-arvon (1500 mg/kg). Tämä tulee ottaa huomioon korjausmenetelmiä suunnitellessa. Purkujäte on käsiteltävä ja hävitettävä ongelmajätteenä.

2.1.6 Kosteustekninen toiminta

Rakennuksen ikkunapellitykset ovat kauttaaltaan huonossa kunnossa. Varsinkin talon eteläpuolella. Näin ollen veden pääsy julkisivurakenteisiin on mahdollista.

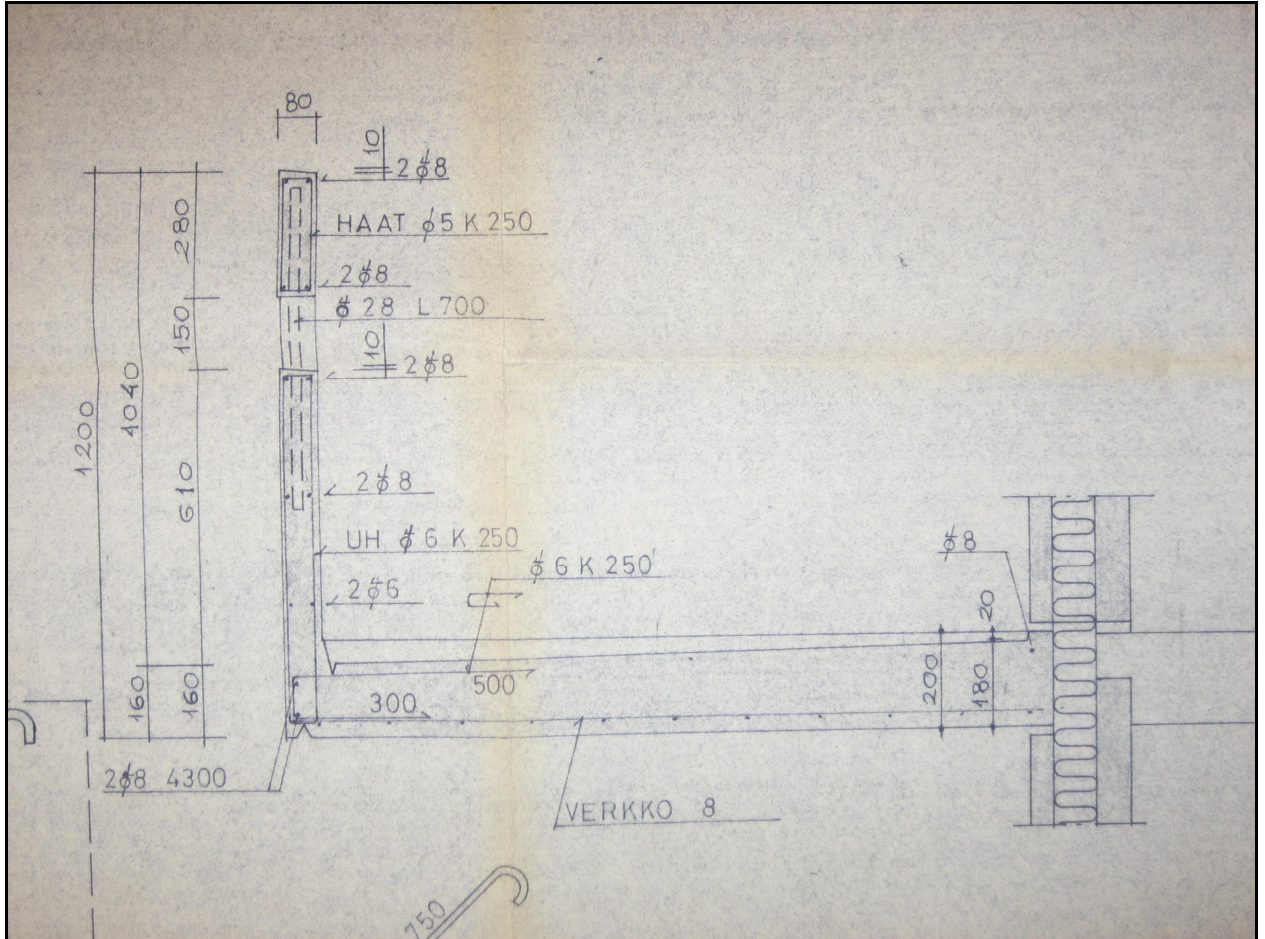
2.1.7 Pinnoitteet

Julkisivuelementtien maalipinnan kunto vaihtelee jonkin, verran mutta yleisesti pinnoitteen kunto on tyydyttävä. Pinnoite on paikoitellen kulunut ja pientä hilseilyä havaittavissa. Näin ollen voidaan todeta, että julkisivupinnoitteen rakenteita suojaava vaikutus on pienentynyt.

Julkisivunäytteistä tehdyn asbestianalyysin perusteella julkisivun maalipinnoitteet eivät sisällä asbestia.

2.2 Parvekkeet

2.2.1 Parvekkeiden rakenne



Kuva 2 Parvekelaatta ja -kaide

Parvekkeet ovat rakennuksen rungosta ulkonevia elementtiparvekkeita, jotka on tuettu kantavien pieliseinien välityksellä perustuksiin. Parvekelaatat on tuettu pieliseiniin. Elementti liitokset on juotettu notkealla betonilla tai sementtilaastilla. Kaide ja laatta ovat samaa elementtiä.

Parvekerakenteiden rakennepiirustuksista tehtiin seuraavia havaintoja:

- Parvekekaide- ja laatta on samaa elementtiä
- Kaiteen nimellispaksuus on 80mm
- Laatan nimellispaksuus on 160mm
- Parvekelaatan alapinnassa on 8mm teräsverkko
- Kaide on sidottu laattaan 6mm teräksin
- Kaide on raudoitettu 8mm teräksin

Kohteella tehtyjen havaintojen perusteella voidaan todeta seuraavaa:

- Parvekkeet ovat ulokeparvekkeita
- Parvekkeiden pielet ovat kantavia
- Vedenpoistona on ulosheittoputki
- Parvekekaide on aukollinen betonilaatta
- Parvekelaatan paksuus näytteistä mitattuna on keskimäärin 165mm
- Parvekekaiteen paksuus näytteistä mitattuna on keskimäärin 81mm.
- Parvekepielen paksuus näytteistä mitattuna on keskimäärin 162mm.

2.2.2 Betonin tiivistyminen, halkeilu ja muut vauriot

Näytteiden tutkimisen jälkeen voidaan todeta betonin tiivistyneen hyvin. Halkeamia ei näytteissä havaittu. Parvekekaiteiden sisäpuolella ja parvekepielien etureunoissa havaittiin halkeilua.

2.2.3 Raudotteiden korroosio

Parvekerakenteissa on havaittavissa raudoituksen korroosion aiheuttamia vaurioita. Vauriot keskittyvät lähinnä parvekekaiteiden sisäpuolelle ja parvekelaattojen yläpinnoille, missä ruostuneita raudotteita on näkyvissä.

Näytteissä ei havaittu raudoitusten kohdalla korroosion aiheuttamia vaurioita.

Betonin karbonatisoituminen

Taulukko 4. Betonin karbonatisoituminen, parvekkeet

RAKENNE / NÄYTEMÄÄRÄ		KARBONATISOITUMISSYVYYS	
		KA / VAIHTELU	MAX / VAIHTELU
PARVEKELAATTA/ 3 KPL	YLÄPINTA	4 / 0 – 6	9 / 0 – 9
	ALAPINTA	7 / 0 – 12	8 / 0 – 13
PARVEKEKAIDE/ 3 KPL	ULKOPINTA	11 / 5 – 14	15 / 7 – 19
	SISÄPINTA	12 / 8 – 19	18 / 12 – 25
PARVEKEPIELI/ 3 KPL	ULKOPINTA	15 / 2 – 25	18 / 3 – 28
	SISÄPINTA	19 / 7 – 25	22 / 10 – 30

Parvekerakenteissa karbonatisoituminen on edennyt tavanomaisella nopeudella. Parvekelaattojen yläpinnoissa betonin karbonatisoituminen on edennyt tyypillisen hitaasti.

Raudoitteiden suojapeitepaksuudet

Taulukko 5. Raudoitteiden suojapeitepaksuudet, parvekkeet

RAKENNE		PEITEPAKSUUDET	
		YLI 20mm	ALLE 15mm
PARVEKELAATTA	YLÄPINTA	TERÄKSET OSIT-	TAIN NÄKYVISSÄ
	ALAPINTA	27 %	24 %
	PIELITERÄKSET	14 %	63 %
PARVEKEKAIDE	ULKOPINTA	52 %	18 %
	SISÄPINTA	TERÄKSET OSIT-	TAIN NÄKYVISSÄ
	REUNATERÄKSET	51 %	13 %
PARVEKEPIELI	ETUREUNA	20 %	33 %

Betonipeitteet ovat pieniä etenkin parvekelaatan pieliteräksien ja parvekekaiteen sisäpinnan terästen osalta. Parvekekaiteen sisäpuoliset teräkset olivat monissa parvekkeissa näkyvissä asti. Myös parvekepielien reunateräksien peitepaksuuksissa oli puutteita.

Betonin kloridipitoisuus

Parvekkeiden kloridipitoisuuksia tutkin kolmella näytteellä. Tulosten perusteella betonissa ei esiinny klorideja. Näytteiden kloridipitoisuus oli 0,00 paino- % betonin painosta. Raudoitteiden korroosion kannalta kriittisenä kloridipitoisuutena voidaan pitää 0,03...0,09 paino- % betonin painosta.

Arvio parvekkeiden korroosiotilasta

Parvekerakenteissa on raudoituksen korroosion aiheuttamia vaurioita. Vauriot keskittyvät lähinnä parvekekaiteiden sisäpuolelle ja parvekelaattojen yläpinnoille, missä ruostuneita raudoitteita on näkyvissä. Myös pieliementtien etureunoissa on nähtävissä korroosion aiheuttamia vaurioita.

Raudoitteiden peitepaksuudet ovat tutkimusten perusteella kohtuullisia.

Karbonatisoituminen ei ole saavuttanut merkittävää määrää huoneistoparvekerakenteiden raudoitteista. Parvekelaattojen alapintojen raudoitteista on tällä hetkellä mahdollisessa korroosiotilassa noin 2 %. Raudoitteiden korroosion suhteen tilanne on heikoin parvekepielien kohdalla. Pielien etureunojen raudoitteista jopa 30 % on tällä hetkellä mahdollisessa korroosiotilassa.

Elementtien betonissa ei ole klorideja haitallisessa määrin.

Lähitulevaisuudessa (noin 10 vuotta) karbonatisoitumisrintama tulee saavuttamaan noin 15 % parvekelaattojen alapintojen raudoitteista. Parvekepielien reunaraudoitteiden osalta vastaava määrä tulee olemaan jopa noin 50 % ja näkyvien vaurioiden määrä huomattavasti kasvamaan.

2.2.4 Betonin pakkasrapautuminen

Taulukko 6. Betonin vetolujuuksien tulokset, parvekkeet

RAKENNE JA NÄYTE		LUJUUS [MPa]	MURTUMINEN
PARVEKELAATTA	PL-9	Ei	Vetokoetta
	PL-10	2,5	Liimauksesta
	PL-11	2,0	Liimauksesta
PARVEKEPIELI	PP-12	2,0	Liimauksesta
	PP-13	1,4	Liimauksesta
	PP-14	2,6	Ei poikkeuksellinen
PARVEKEKAIDE	PK-15	2,5	Ei poikkeuksellinen
	PK-16	1,1	Raudoitteen kohta
	PK-17	1,5	Liimauksesta

Betonin vetolujuudet ovat kohtuullisia. Tuloksista voidaan päätellä, että betonissa ei ole tapahtunut pakkasrapautumaa. Vetolujuudet täyttävät pääosin yleiset vaatimukset. ($\geq 1,5$ MPa)

Ohuthietutkimukset

Parvekelaatan betonista (OH/PL9) tehdyssä ohuthietutkimuksessa todettiin seuraavaa:

- Betoni on tasalaatuista ja tiivistä
- Betoni on tasaisesti hydratoitunut
- Betonissa ei ole suuntautunutta, jatkuvaa mikrorakoilua.
- Betonissa ei ole toimivaa lisähuokostusta ja tämän perustella betonia ei voida pitää pakkasenkestävänä
- Huokostiloissa on yksittäisiä ettringiitti kiteitä.
- Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia

Parvekepielen betonista (OH/PP12) tehdyssä ohuthietutkimuksessa todettiin seuraavaa:

- Betoni on yleisesti tasalaatuista ja tiivistä (runkoainetartunnoissa hieman epätasaisuuksia)
- Betoni on tasaisesti hydratoitunut (ulkopinnassa mahdollisesti hieman epätasaisista)
- Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia

- Runkoaineen pinnoilla on pitkänomaisia huokostiloja sekä mikrorakoilua ja tartunnat ovat niiden yhteydessä paikoin avoimet
- Runkoaineen reunoille on kiteytynyt kohtalaisesti kalsiumhydroksidia ja yksittäisesti ettringiittiä

Arvio parvekkeiden pakkasvaurioista

Parvekelaattojen ja piilien betoni ei ole lisähuokostettua, eikä sitä voida pitää pakkasenkestävänä. Ohuthietutkimuksessa tai vetokokeessa ei havaittu merkittäviä betonin pakkasrapautumiseen viittaavia vaurioita. Parvekepielen (OH/PP12) ulkopinnassa on lähinnä vähäistä pintarapautumista.

Vaurioiden etenemistä voidaan hidastaa merkittävästi pienentämällä rakenteiden kosteusrasitusta.

2.2.5 Vedenpoisto ja kosteustekninen toiminta

Parvekkeilla ei ole erillistä vedeneristystä. Kallistukset on muotoiltu niin, että vesi kulkee laatan etuosaan ja siitä uraa pitkin ulosheittoputken välityksellä pois parvekkeelta. Parvekerakenteissa on havaittavissa kosteuden tunkeutumista rakenteiden läpi. Tämä on havaittavissa parvekkeen laatan alapinnassa maalin irtoiluna. Parvekkeiden vedenpoisto on puutteellinen. Ylimmän kerroksen vedenpoistoputket johtavat veden suoraan alla oleviin parvekerakenteisiin. Kasvustosta päätellen parvekkeet ovat pitkiäkin aikoja kosteana. Myös parvekepielen sisäpuolella on näkyvissä kosteusvaurioita. Osassa parvekkeita on parvekelasitus, joka osaltaan vähentää niiden kosteusrasitusta.

2.2.6 Pinnoitteet

Parvekerakenteissa pinnoitteena on käytetty maalia. Maalipinnat hilseilevät ja ovat suurelta osin kuluneet. Etenkin parvekelaattojen yläpintojen pinnoite on huonossa kunnossa ja kaipaa korjausta.

Parvekkeiden maalipinnat eivät sisällä asbestia.

3 YHTEENVETO JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

3.1 Julkisivuelementit

Julkisivujen vaurioituminen on käynnistynyt, mutta on vielä suhteellisen vähäistä.

Julkisivuelementtien tapauksessa keskeisenä ongelmana voidaan pitää maalipinnan kulumisen ja vaurioiden aiheuttamaa korkeaa kosteusrasitusta, joka nopeuttaa raudoitekorroosion etenemistä.

Julkisivuelementtien betoni ei ole tehtyjen tutkimusten perusteella pakkasenkestävää.

Merkittäviä pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita ei kuitenkaan havaittu.

Julkisivuelementeissä ei ole havaittavissa selviä korroosiovaurioita. Korroosiovauriot tulevat kuitenkin lisääntymään lähitulevaisuudessa.

Kohteen julkisivuelementtien eteläpuolen saumauksista löytyi raja-arvot ylittävä määrä lyijyä, joten purkutyöt suoritetaan työterveysviranomaisten määräyksien mukaisesti. Pohjoispuolelta ei lyijypitoisuutta löydetty. Kuitenkin korjauksissa kaikkia saumamassoja on käsiteltävä ja hävitettävä ongelmajätteenä.

Julkisivujen ensisijaisena korjaustoimenpiteenä voidaan pitää kosteusrasituksen alentamista ja näin ollen vaurioitumisen hidastamista. Korjaus sisältää seuraavat korjaustoimenpiteet:

- Betonipintojen suihkupuhdistus
- Betonipintojen tarvittavat laastipaikkaukset ja yli tasoitus
- Betonipinnan uusintamaalaus
- Elementtisaumausten uusiminen

Julkisivukorjaus tulisi tehdä 5...10 vuoden kuluessa. Näin rakenteiden vaurioitumien ei ehdi muodostumaan korjausta estäväksi.

3.2 Parvekerakenteet

Parvekerakenteiden teknistä toimivuutta tarkastellessa voidaan merkittävimpana ongelmana pitää parvekekaiteiden sisäpintojen ja parvekelaatan yläpinnan korroosiovaurioita. Myös maalipintojen kulumisen ja korkea kosteusrasitus ovat ongelmia. Rakenteet altistuvat merkittävän suurelle kosteusrasitukselle puutteellisen vedenpoistojärjestelmän vuoksi. Tämä mahdollistaa sekä korroosiovauriot että rapautuman.

Parvekerakenteiden vaurioituminen on jo käynnistynyt ja tulee lähitulevaisuudessa (noin 10 vuotta) tulee lisääntymään korjaamattomassa rakenteessa merkittävästi.

Tällä hetkellä parvekerakenteissa havaittavissa olevien korroosiovaurioiden lisäksi myös rapautuma on mahdollista, sillä parvekerakenteiden betoni ei ole lisähuokoistettua. Lisäksi karbonatisoitumisrintama saavuttaa tulevaisuudessa (noin 10 vuotta) merkittävän osan parvekelaattojen ja piilien raudoitteista ja näin ollen mahdollistaa vaurioitumisprosessin nopean etenemisen rakenteissa.

Parvekkeiden ensisijaisena korjaustoimenpiteenä voidaan pitää kosteusrasituksen alentamista ja nykyisten vaurioiden korjaamista. Korjaustoimenpide sisältää seuraavat vaiheet:

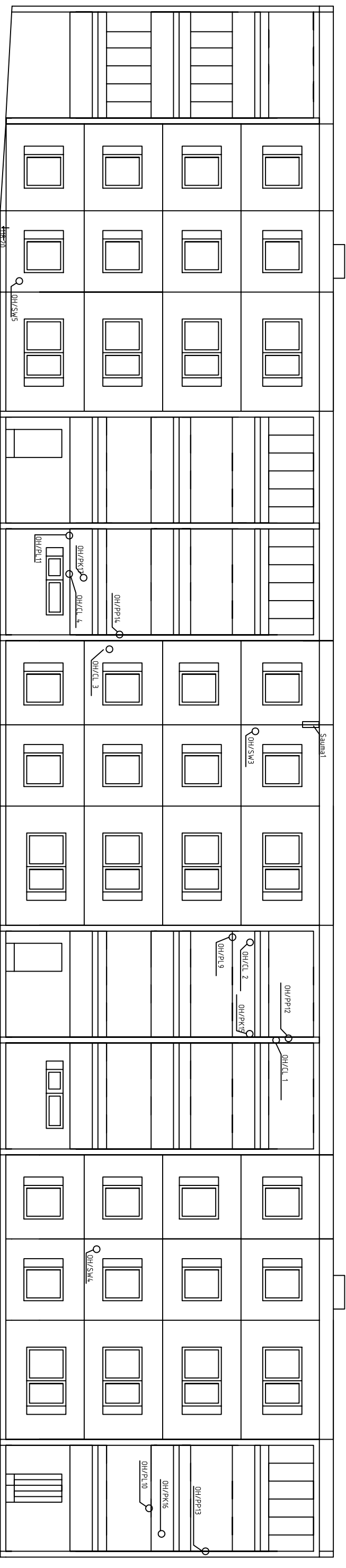
- Betonipintojen suihkupuhdistus
- Betonipintojen tarvittavat laastipaikkaukset ja ylitasoitus
- Kosteustekniseen toimintaan liittyen puutteiden korjaukset
- Betonipintojen maalaus
- Laatan yläpinnan vedeneristys
- Vedenpoiston parantaminen

Parvekkeisiin kohdistuvaa kosteusrasitustasoa voidaan lisäksi suositella alennettavan lasittamalla loputkin parvekkeet jo lasitettujen tapaan.

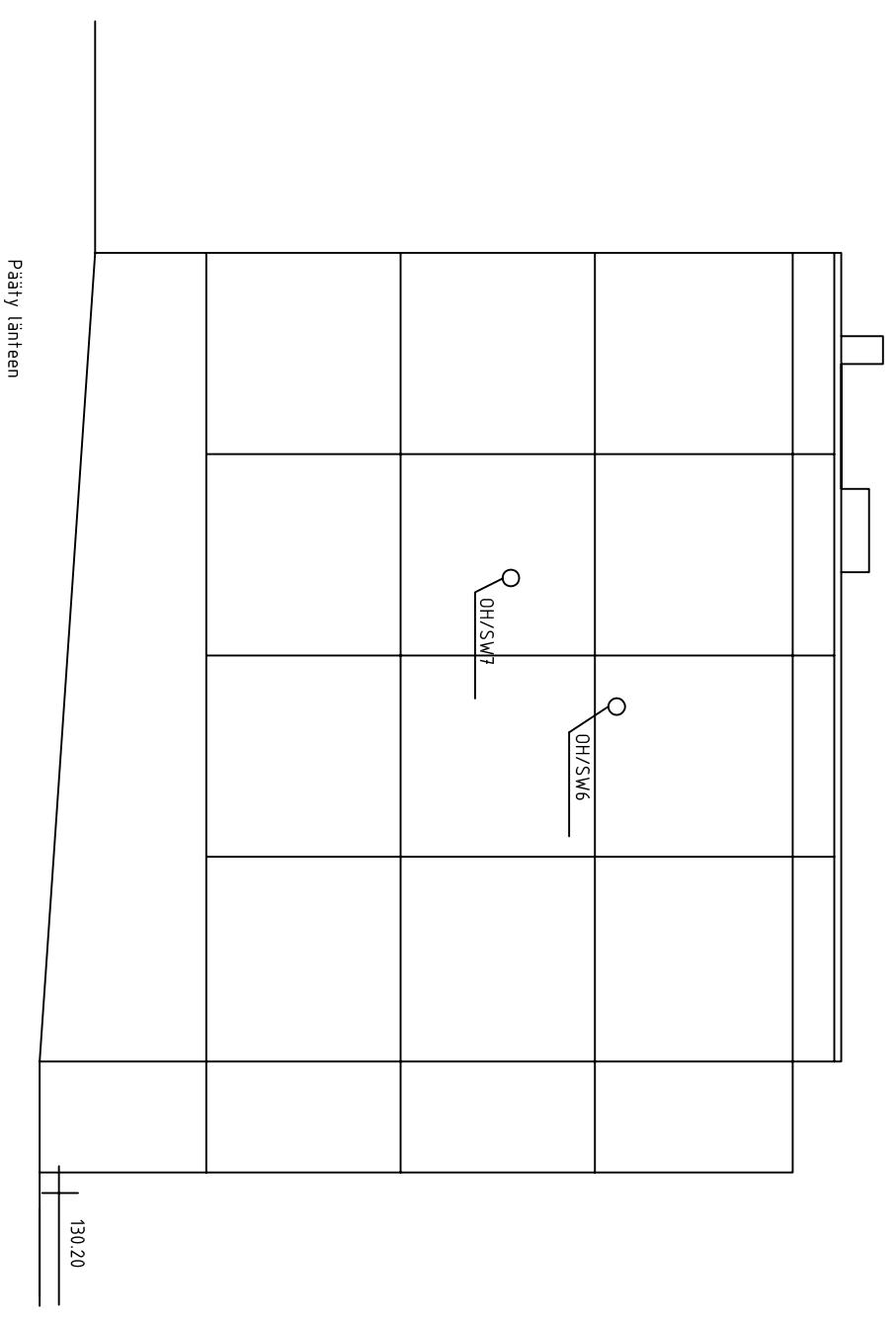
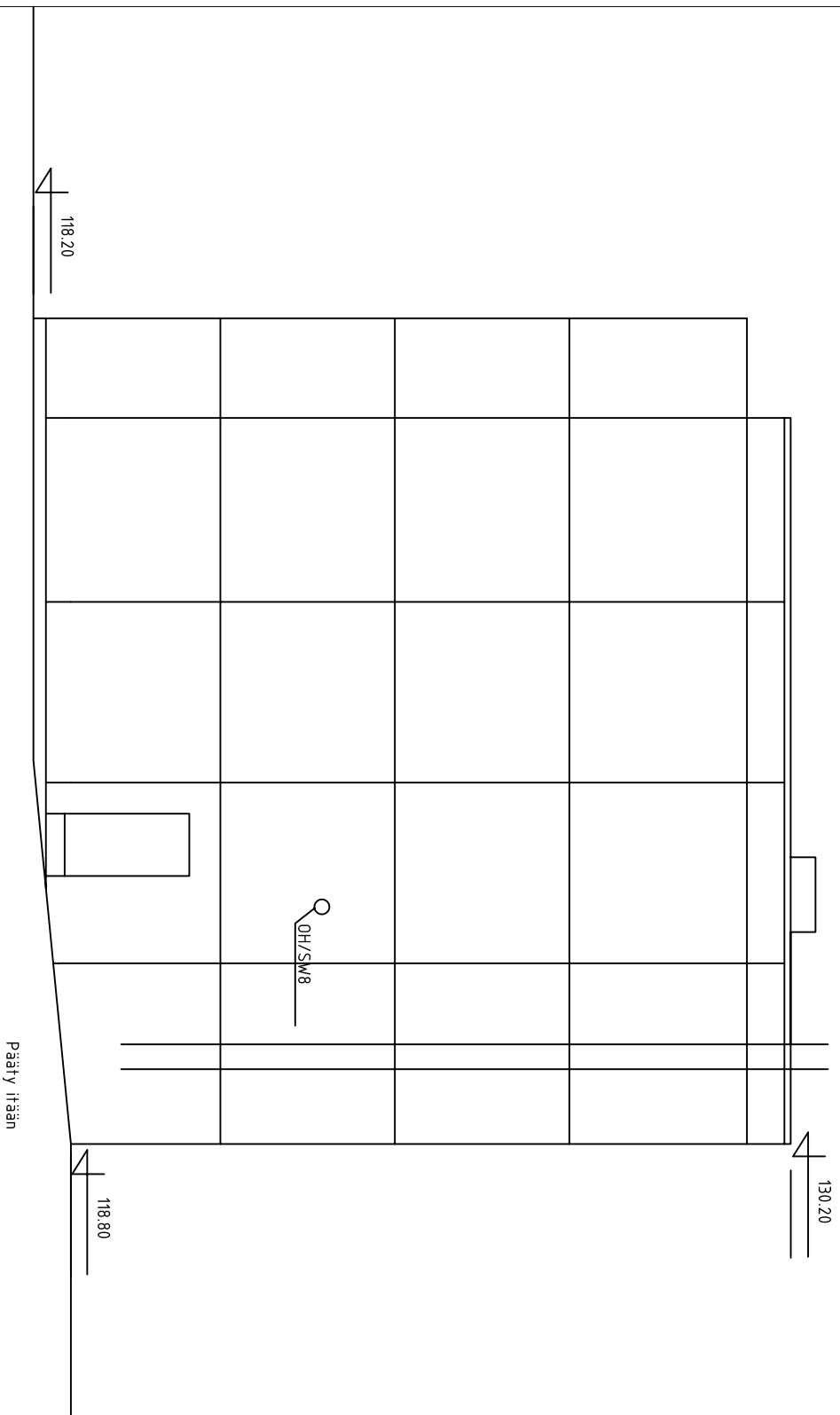
Korjaukset on suositeltavaa tehdä 5-10 vuoden kuluessa.

LIITE 1

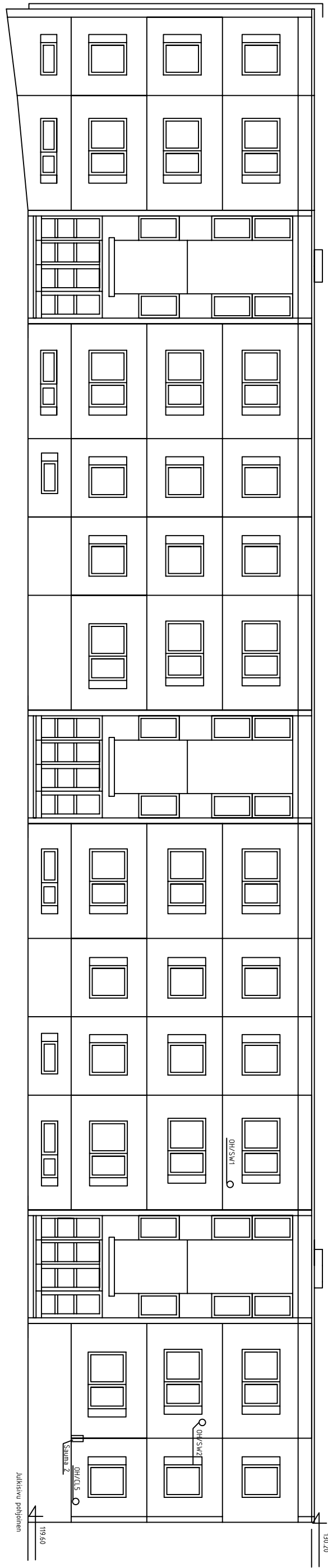
PAIKANNUSKUVAT



Jukksivu etäriä



4
188.80



Julkisivu puoleinen

Sisätila 2
OH/CL/S

OH/S/W1

OH/S/W2

189.60

130.20

LIITE 2

NÄYTTEIDEN YHTEENVETO

Liite 2 Sivu 1/3

Tunnus	Kerros	Ilmansuunta	Rakenne	Tutkimus	Eristepaksuus mm	Pituus mm	Halkaisija mm	Vetolujuus kp MPa		Muuta
OH SW-1	4	Pohjoinen	Pitkä sivu	Karb+Veto	71	84	50	420	2,1	Max.raekoko 13mm. Murto 60mm up
OH SW-2	3	Pohjoinen	Pitkä sivu	Karb+Veto	90	44	50	530	2,6	Max.raekoko 5mm. Murto 25mm up
OH SW-3	4	Etelä	Pitkä sivu	Ohuthie	77	73	50	-	-	
OH SW-4	2	Etelä	Pitkä sivu	Karb+Veto	77	64	50	490	2,4	Max.raekoko 11mm. Murto 31mm
OH SW-5	1	Etelä	Pitkä sivu	Karb+Veto	8,3	65	50	400	2,0	Max.raekoko 9mm. Murto 32 up
OH SW-6	4	Etelä	Pääty	Ohuthie	90	65	50	-	-	
OH SW-7	3	Etelä	Pääty	Karb+Veto	85	72	50	650	3,2	Max.raekoko 12mm. Murto 45mm up
OH SW-8	2	Itä	Pääty	Karb+Veto	65	62	50	550	2,7	Max.raekoko 15mm. Murto 33mm up
OH PL-9	4	Etelä	Parvekelaita	Ohuthie	-	165	50	-	-	
OH PL-10	3	Etelä	Parvekelaita	Karb+Veto	-	166	50	500	2,5	Max.raekoko 11mm. Murto liimauksesta
OH PL-11	2	Etelä	Parvekelaita	Karb+Veto	-	166	50	410	2,0	Max.raekoko 15mm. Murto liimauksesta
OH PP-12	4	Etelä	Parvekepie 	Ohuthie	-	164	50	-	-	
OH PP-13	3	Etelä	Parvekepie 	Karb+Veto	-	162	50	290	1,4	Max.raekoko 11mm. Murto liimauksesta
OH PP-14	2	Etelä	Parvekepie 	Karb+Veto	-	160	50	520	2,6	Max.raekoko 16mm. Murto 93mm up
OH PK-15	4	Etelä	Parvekekai de	Karb+Veto	-	81	50	500	2,5	Max.raekoko 7mm. Murto 50mm up
OH PK-16	3	Etelä	Parvekekai de	Karb+Veto	-	83	50	220	1,1	Max.raekoko 8mm. Murto 75mm up
OH PK-17	2	Etelä	Parvekekai de	Karb+Veto	-	78	50	310	1,5	Max raekoko 12mm. Murto liimauksesta

Tunnus	Betoniteräkset			Karbonatisoitumissyvyys						Karbonatisoitumis-kerroin (keskimäär)		Karbonatisoitumis syvyys keskimäärin x-vuoden kuluttua up/yp			Karbonatisoitumissyvyys keskimäärin x-vuoden kuluttua ap/sp		
	Hal k.	Suojapeit e		up/yp			ap/sp			up/yp	ap/sp	10v.	30v.	50v.	10v.	30v.	50v.
		up/yp	ap/sp	min	max	k a	min	max	k a								
OH SW-1	4	55		4	13	9	ei	ei	ei	1,5	-	10	12	14	-	-	-
OH SW-2	12	23		7	12	10	ei	ei	ei	1,7	-	11	14	16	-	-	-
OH SW-3	4	42		3	16	10	ei	ei	ei	1,7	-	11	14	16	-	-	-
OH SW-4	4	48		4	19	12	3	17	10	2,1	1,7	14	17	19	11	14	16
OH SW-5	4	25		12	26	19	5	9	7	3,2	1,2	21	26	29	8	10	11
OH SW-6	4	43		4	12	8	ei	ei	ei	1,4	-	9	11	13	-	-	-
OH SW-7	4	63		11	20	16	ei	ei	ei	2,8	-	19	22	26	-	-	-
OH SW-8	-	-	-	5	15	10	ei	ei	ei	1,7	-	11	14	16	-	-	-
OH PL-9	-	-	-	ei	ei	ei	ei	ei	ei	-	-	-	-	-	-	-	-
OH PL-10	6	116	44	3	9	6	4	12	8	1,0	1,4	7	8	9	9	11	13
OH PL-11	6	133	23	1	9	5	10	13	12	0,9	1,8	6	7	8	13	14	17
OH PP-12	-	-	-	10	22	16	18	30	24	2,8	4,1	19	22	26	27	33	38
OH PP-13	4	139	17	22	28	25	23	27	25	4,3	4,3	29	34	39	28	34	40
OH PP-14	-	-	-	1	3	2	3	10	7	0,3	1,2	2	2	3	8	10	11
OH PK-15	-	-	-	3	7	5	3	12	8	0,9	1,4	6	7	8	9	11	13
OH PK-16	6	63	10	8	19	14	12	25	19	2,4	3,3	16	19	22	22	26	30
OH PK-17	8	53	14	10	18	14	4	15	10	2,4	1,7	16	19	22	11	14	16

Tunnus	Kerros	Ilmansuunta	Rakenne	Kloridipitoisuus (paino%)
OH CL-1	4	Etelä	Parvekepieli	0,00
OH CL-2	4	Etelä	Parvekekaide	0,00
OH CL-3	2	Etelä	Julkisivu, pitkä	0,00
OH CL-4	2	Etelä	Parvekelaatta	0,00
OH CL-5	1	Pohjoinen	Julkisivu, pääty	0,00

Rakenneosa	Raudoite	≤5mm	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	Yli 35	Yhteensä
Umpielementti	Verkko	0	0	0	3	6	35	63	108	215
	Osuus %	0 %	0 %	0 %	2 %	3 %	16 %	29 %	50 %	100 %
	Pieli	0	0	0	0	7	61	70	103	241
	Osuus %	0 %	0 %	0 %	0 %	3 %	25 %	29 %	43 %	100 %
Ruutuelementti	Verkko	0	4	4	7	25	76	42	45	203
	Osuus %	0 %	2 %	2 %	4 %	12 %	37 %	21 %	22 %	100 %
	Ikkuna	0	15	31	30	30	21	2	1	130
	Pieli	0	0	0	4	9	66	42	94	215
	Osuus %	0 %	4 %	9 %	10 %	11 %	25 %	13 %	28 %	100 %
Parvekelaatta	Verkko ap	0	4	32	74	33	9	0	0	152
	Osuus %	0 %	2 %	21 %	49 %	22 %	6 %	0 %	0 %	100 %
	Pieli	2	7	60	31	7	4	0	0	111
	Osuus %	2 %	6 %	54 %	28 %	6 %	4 %	0 %	0 %	100 %
Parvekepieli	Pieli	7	11	46	70	38	26	9	3	210
	Osuus %	3 %	5 %	22 %	34 %	18 %	12 %	4 %	2 %	100 %
Parvekekaide	Verkko up	0	4	22	45	46	30	0	0	147
	Osuus %	0 %	3 %	15 %	31 %	31 %	20 %	0 %	0 %	100 %
	Pieli	0	4	5	41	26	1	0	0	77
	Osuus %	0 %	5 %	6 %	53 %	35 %	1 %	0 %	0 %	100 %

LIITE 3

OHUTHIEANALYYSIEN TULOKSET

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

21.05.2008

Tampereen ammattikorkeakoulu
Hannu Aarikka
Teiskontie 33
33520 TAMPERE

OHUTHIETUTKIMUS

Yleistiedot näytteistä Tilaaaja on toimittanut kohteesta As Oy Orelinhaka, Nokia neljä betoni-lieriönäytettä ohuthietutkimuksia varten, nrot OH/PL9, OH/PP12, OH/SW3 ja OH/SW6.

Tutkimukset Näyteliieriöistä valmistettiin ohuthieet (paksuus 0,025-0,030 mm) betonin pintaa vastaan kohtisuorassa suunnassa. Hieen koko on 48 x 25 mm.

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

Ohuthietutkimuksessa käytettiin apuna standardia ASTM C856.

Tulokset **Näyte OH/PL9**, laatta, näytteen pituus on noin 165 mm. Ylä- ja alapinnoissa on ohuet pinnoitteet (tartunnat kiinni). Ohuthie on tehty yläpinnasta alkaen.

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

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia.

Sideaine on portlandsementtiä ja hydrataatio on tasaista. Karbonatitumminen on edennyt yläpinnasta 2,0-4,0 mm:iin (keskimäärin 3,0 mm) ja alapinnasta 14,0-19,0 mm:iin (keskimäärin 17,0 mm).

Sideaineen ja runkoainekappaleiden väliset tartunnat ovat tasaiset ja kiinni.

Suuntautunutta, jatkuvaa mikrorakoilua ei ole. Suuntautumattomia, enintään 3,2 mm pitkiä ja alle 0,01 mm leveitä mikrosäröjä on erittäin vähän.

Pyöreitä, 0,02-0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän kuten myös 0,8-10,2 mm:n kokoisia huokosia. Huokosten seinämällä on yksittäisesti ettringiittiä.

Näyte OH/PP12, pieli, näytteen pituus on noin 164 mm. Ulko- ja sisäpinnassa on ohuet pinnoitteet, jotka ovat kiinni betonissa (ulkopinnassa hieman säröillyt). Ohuthie on tehty ulkopinnasta alkaen.

Betoni on yleisesti tasalaatuista ja tiivistä (runkoainetartunnoissa hieman epätasaisuuksia). Runkoaine koostuu pääosin pyörityneistä, 0,02-10,0 mm:n kokoisista liuske-, gneissi- ja graniittikappaleista sekä mineraalirakeista.

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia.

Sideaine on portlandsementtiä, jonka hydrataatio on normaalia (ulkopinnassa mahdollisesti hieman epätasaista). Karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 12,0-20,0 mm:iin (keskimäärin 17,0 mm) ja sisäpinnasta 20,0-28,0 mm:iin (keskimäärin 25,0 mm).

Sideaineen ja runkoainekappaleiden väliset tartunnat ovat pääosin kiinni. Runkoaineen pinnoilla on pitkänomaisia huokostiloja sekä mikrorakoilua ja tartunnat ovat niiden yhteydessä paikoin avoimet (kuva 1). Lisäksi runkoaineen reunoille on kiteytynyt kohtalaisesti kalsiumhydroksidia ja yksittäisesti ettringiittiä.

Ulkopinnasta 24 mm:n syvyyteen on jonkin verran pystysuuntaista ja suuntautumaton mikrorakoilua sekä rakomaisia huokostiloja (usein runkoaineen reunoilla). Noin 1 mm ulkopinnasta on vaakasuuntainen mikrorako (pituus 4,4 mm, leveys 0,02 mm). Muutoin suuntautumattomia, enintään 4,0 mm pitkiä ja alle 0,01 mm leveitä mikrosäröjä on vähän.

Pyöreitä, 0,02-0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän kuten myös 0,8-5,6 mm:n kokoisia huokosia. Huokosiin on kiteytynyt hieman ettringiittiä (yksittäiset alle 0,07 mm:n kokoiset huokokset umpeutuneet).

Näyte OH/SW3, julkisivu, näytteen pituus on noin 72 mm. Ulkopinnassa on 0,02-1,0 mm paksu, vähäisesti säröillyt pinnoite (tartunta kiinni). Teräs ($\varnothing = 3,0$ mm) on 21 mm sisäpinnasta. Ohuthie on tehty ulkopinnasta alkaen.

Betoni on tasalaatuista ja tiivistä (kuva 2). Runkoaine koostuu pääosin pyörityneistä, 0,02-12,0 mm:n kokoisista liuske-, gneissi- ja graniittikappaleista sekä mineraalirakeista.

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia.

Sideaine on portlandsementtiä, jonka hydrataatio on tasainen. Karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 5,0-9,0 mm:iin ollen keskimäärin 7,0 mm ja sisäpinnasta 2,0-11,0 mm:iin, keskimäärin 5,0 mm:iin.

Sideaineen ja runkoainekappaleiden/teräksen väliset tartunnat ovat tiiviit ja kiinni (kuva 2). Teräksessä ei ole ruostetta.

Jatkuvia mikrorakoja ei ole. Enintään 4,4 mm pitkiä ja alle 0,01 mm leveitä mikrosäröjä on erittäin vähän (usein myötäilee runkoainetta).

Pyöreitä, 0,02-0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän kuten myös 0,8-3,5 mm:n kokoisia huokosia. Huokosten seinämillä ei ole merkittäviä kiteytymiä.

Näyte OH/SW6, julkisivu, näytteen pituus on noin 64 mm. Ulkopinnan pinnoite on vähäisesti säröillyt ja kiinni betonissa (paksuus 0,2-0,5 mm). Teräkset ($\varnothing = 3,0$ mm) ovat 13, 15 ja 23 mm:n syvyydellä sisäpinnasta. Ohuthie on tehty ulkopinnasta alkaen.

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

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia.

Sideaine on portlandsementtiä, jonka hydrataatio on tasainen. Karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 4,0-13,0 mm:iin ollen keskimäärin 6,0 mm ja sisäpinnasta 0-2,0 mm:iin, keskimäärin 1,0 mm:iin.

Sideaineen ja runkoainekappaleiden väliset tartunnat ovat tiiviit ja kiinni.

Jatkuvia mikrorakoja ei ole ja suuntautumattomia mikrosäröjä on yksittäisesti (pituus enintään 5,6 mm, leveys alle 0,01 mm).

Pyöreitä, 0,02-0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän kuten myös 0,8-4,0 mm:n kokoisia huokosia. Huokosten seinämillä on pieniä määriä kalsiumhydroksidia.

Tulosten tarkastelu

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

Näyte	Rakenne-osa/ pinta	Kunto	Krb keski-määrin [mm]	Pakkasenkesto/ huokostäytteet	Pakkasrapautuneisuus*
OH/PL9	laatta, yp	hyvä	yp 3 ap 17	Ei/ vähän ettringiittiä	0
OH/PP12	pieli, up	tyydyttävä	up 17 sp 25	Ei/ vähän ettringiittiä	0
OH/SW3	julkisivu, up	hyvä	up 7 sp 5	Ei/ ei	0
OH/SW6	julkisivu, up	hyvä	up 6 sp 1	Ei/ ei	0

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

Näytteet ovat rakenteeltaan tasalaatuisia ja niiden tiivistyneisyys on yleisesti hyvä. Pielessä OH/PP12 on hieman pitkänomaisia huokostiloja sekä runkoainetartunnat ovat paikoin auki. Lisäksi runkoaineen reunoilla on jonkin verran sekundäärisiä kiteytymiä. Ilmeisesti betonissa on ollut vedenerottumista ja huokostilojen kerääntymistä. Pielen OH/PP12 ulkopinnassa on todennäköisesti myös puutteellisen jälkihoidon aiheuttamaa mikrosäröilyä. Muutoin kutistuminen on ollut erittäin vähäistä.

Runkoainekappaleet ovat hyvälaatuista kiviainesta. Sideaineen kovettuminen on normaali. Karbonatisoituminen on pielessä OH/PP12 edennyt suhteellisen syväälle ja betonin raudotteille antama kemiallinen suoja on heikentynyt.

Betonit eivät ole huokosrakenteen perusteella arviolta pakkasenkestäviä. Pakkasvaurioita ei havaittu. Pielen OH/PP12 ulkopinnassa on lähinnä vähäistä pintarapautumista.

Laatan OH/PL9 ja pielen OH/PP12 huokostiloissa/runkoaineen reunoilla on hieman sekundäärisiä kiteytymiä (yksittäisesti haitallista ettringiitti), millä ei arviolta ole vielä merkittävää vaikutusta betonien säilyvyyteen.

Pinnoitteiden kunnot/tartunnat ovat hyvät tai suhteellisen hyvät.

WSP FINLAND OY



Vesa Kontio
tutkija, fil.yo



Jussi Myllykangas
tutkija, FM

Liite

WSP Finland Oy
Tutkimus

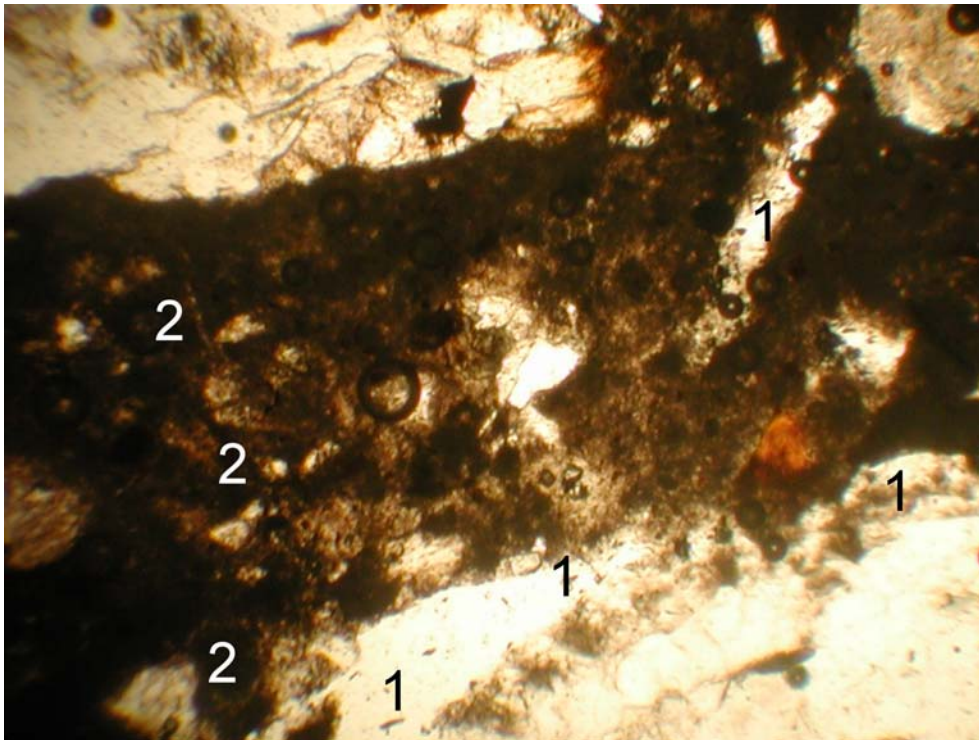
Heikkiläntie 7 D
00210 HELSINKI
Puhelin 0207 864 11

mikrorakennekuvat

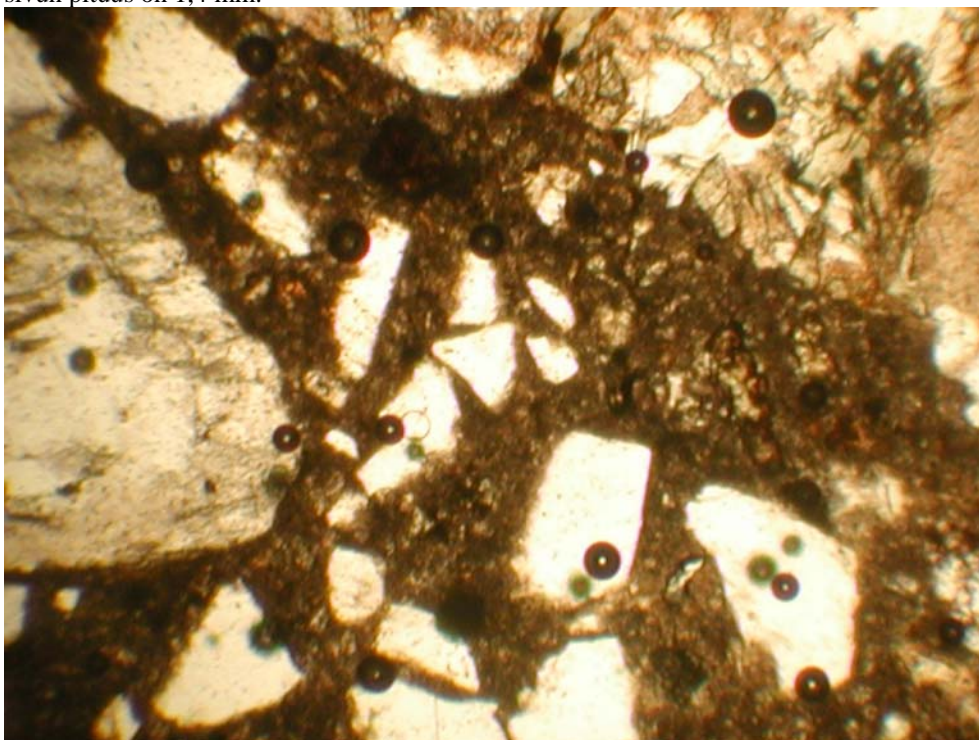
Ratakatu 12
90100 OULU
Puhelin 0207 864 12

Sipolantie 3
96100 ROVANIEMI
Puhelin 0207 864 12

Y-tunnus 0875416-5
www.wspgroup.fi



Kuva 1 (näyte OH/PP12). Parvekepielessä rakoainetartunnat ovat todennäköisesti betonin valmistusvaiheessa jääneet huokostilojen (1) yhteydessä paikoin avoimiksi. Lisäksi ulkopinnassa on hieman kutistumisen aiheuttamaa säröilyä (2). Kuvan pidemmän sivun pituus on 1,4 mm.



Kuva 2 (näyte OH/SW3). Julkisivun betoni on tasalaatuista ja runkoaineen tartunnat sideaineeseen terävät ja kiinni. Kuvan pidemmän sivun pituus on 1,3 mm.

LIITE 4

PCB- JA LYIJYMÄÄRITYKSEN TULOKSET

WSP Finland Oy
Tutkimus
Heikkiläntie 7 D
00210 HELSINKI
Puhelin 0207 864 11
Fax 0207 864 800

19.05.2008

Tampereen Ammattikorkeakoulu
Hannu Aarikka
Teiskontie 33
33520 TAMPERE

PCB- ja LYIJYANALYYSI

Kohde As Oy Orelinhaka

Menetelmät Saumaussmassoista (2 kpl) määritettiin PCB-pitoisuus Enzyme linked Immunosorbent Assay -menetelmällä (EIA). Lyijypitoisuus määritettiin XRF-tekniikalla.

Tulokset

Näyte nro	Materiaali/näytteenottoaika	PCB-pitoisuus [mg/kg]	Lyijy-pitoisuus [mg/kg]
1.	sauma 1	Alle 50	18900
2.	sauma 2	Alle 50	Alle 50

Toimenpiteet Näytteen Sauma 1 (harmaa osa) 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. Näytteen Sauma 2 massa ei sisällä lyijyä tai PCB:tä.

WSP FINLAND OY
Tutkimus

Tomi Tolppi
laboratoriopäällikkö, FM

Ari Rätty
laborantti

LIITE 5

PINNOITTEEN ASBESTIANALYYSI

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

19.05.2008

Tampereen ammattikorkeakoulu
Hannu Aarikka
Teiskontie 33
33520 TAMPERE

ASBESTIANALYYSI

Kohde As Oy Orelinhaka

Analyysimenetelmät Analyysit on tehty valomikroskoopilla (merkintä VM) ja pyyhkäisy-elektronimikroskoopilla (merkintä EM).

Tulokset

3. PL 9, YP maali	(EM) Ei sisällä asbestia.
4. PP 12, UP maali	(EM) Ei sisällä asbestia.
5. SW 6, UP maali	(EM) Ei sisällä asbestia.
6. MA 18, maali	(EM) Ei sisällä asbestia.

WSP FINLAND OY
Tutkimus

Tomi Tolppi
laboratoriopäällikkö, FM

Jussi Myllykangas
tutkija, FM

Jakelu

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

LIITE 6

VALOKUVIA KOHTEESTA



Kuva 1 Kosteusvaurio parvekelaatan alapinnassa



Kuva 2 Haljennut sauma



Kuva 3 Lyijyä sisältävä saumamassa



Kuva 4 Teräskorroosioaurio



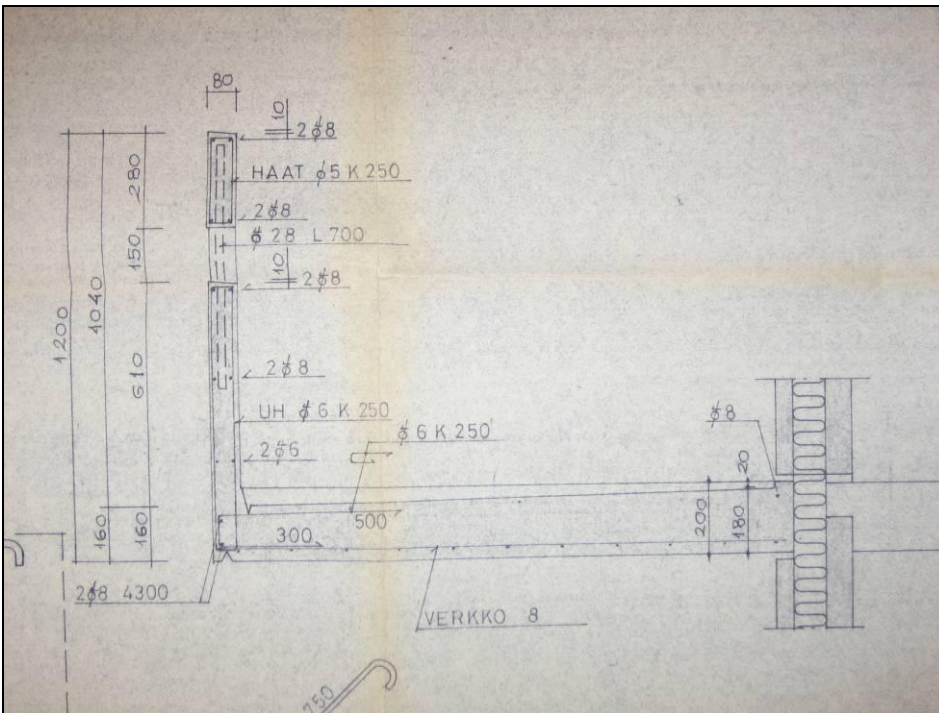
Kuva 5 Teräskorroosioaurio parvekekaiteen sisäpinnassa



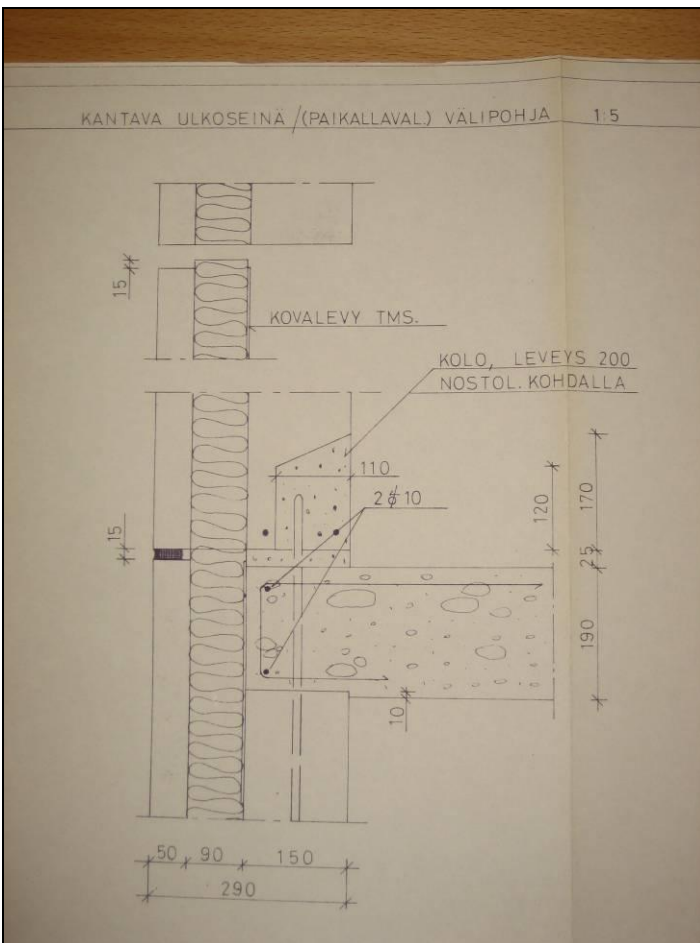
Kuva 6 Teräskorroosioaurio parvekekaiteessa

LIITE 7

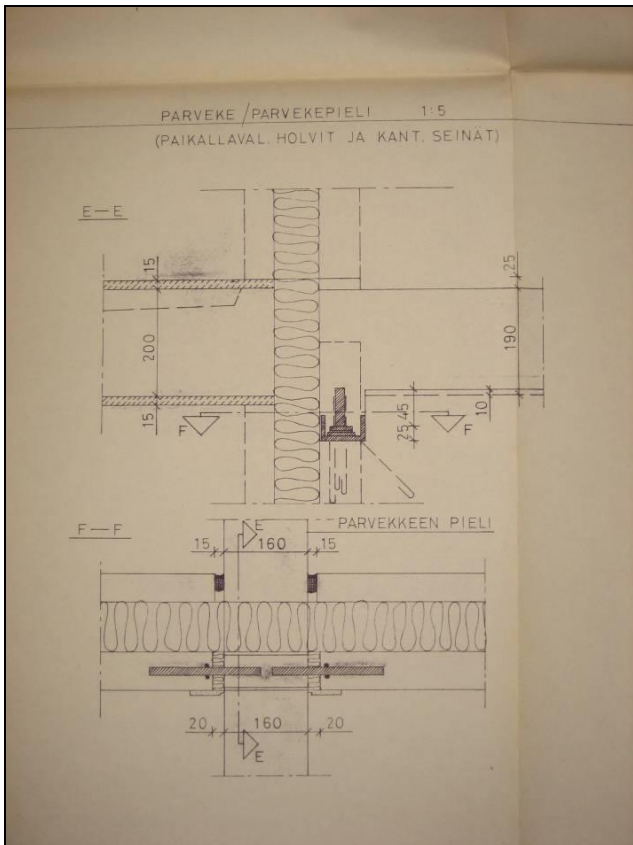
KOPIOITA RAKENNE- JA ELEMENTTIPIIRUSTUKSISTA



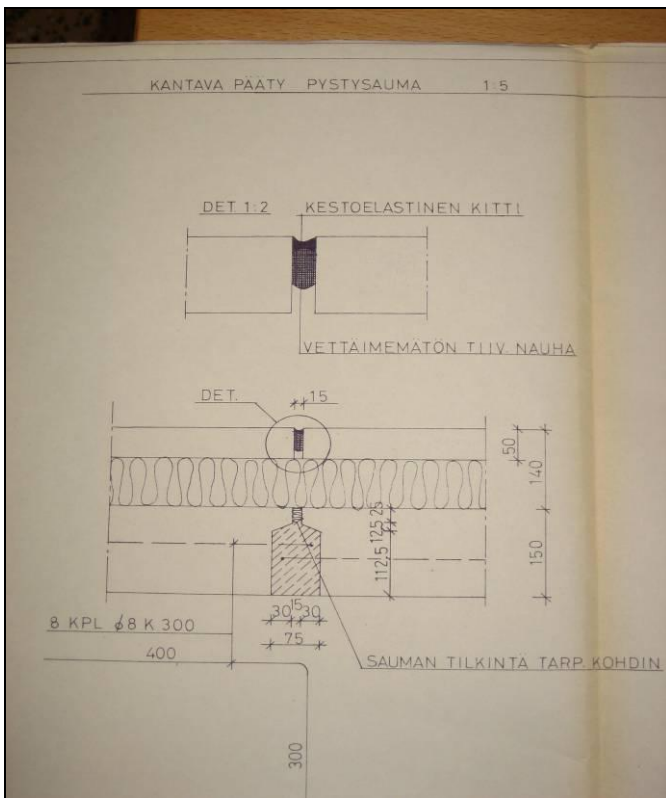
Kuva 1 Parvekelaatta- ja kaide-elementti



Kuva 2 Kantava ulkoseinäelementti



Kuva 3 Parveke/Parvekepieli



Kuva 4 Kantava pääty/pystysauma