



Miika Hirsimäki

## **KERROSTALOYHTIÖN JULKISIVUKORJAUS JA ULKOSEINIEN LISÄERISTÄMINEN**

# **KERROSTALOYHTIÖN JULKISIVUKORJAUS JA ULKOSEINIEN LISÄERISTÄMINEN**

Miika Hirsimäki  
Opinnäytetyö  
Kevät 2013  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma, Talonrakennus

---

Tekijä: Miika Hirsimäki

Opinnäytetyön nimi: Kerrostaloyhtiön julkisivukorjaus ja ulkoseinien lisäeristäminen

Työn ohjaaja: Kauko Tulla

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2013

Sivumäärä: 46 + 74 liitettä

---

Oululaiseen vuosina 1973–1974 rakennettuun kerrostaloyhtiöön oli teetetty vuonna 2011 rakennusten julkisivuihin liittyvä kuntotutkimus. Tutkimuksen mukaan rakennuksen julkisivulla oli teknistä käyttöikää jäljellä 7–8 vuotta, mutta myöhemmin tehtyjen havaintojen mukaan luultavasti vähemmän. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää erilaisia mahdollisia julkisivukorjauksen toteutustapoja. Tavoitteena oli myös selvittää erilaisia lisäeristysratkaisuja, energiatalouden parantamista, alustava kustannusarvio julkisivukorjaukselle ja mahdollisten korjausavustusten saaminen.

Opinnäytetyössä selvitettiin rakennuksille teetetyn pitkäntähtäimen suunnitelman, julkisivun kuntotutkimuksen ja muiden olemassa olevien julkaisujen avulla rakennuksille soveltuvat julkisivukorjausvaihtoehdot ja lisäeristysratkaisut. Alustava julkisivukorjauksen kustannusarvio laskettiin NCC-korjauskalenterilla. Lisäeristysten tuomaa energiansäästöä laskettiin rakenteiden U-arvoja vertaillen. Myös korjauksille myönnettävän korjausavustuksen suuruus laskettiin.

Selvitysten perusteella suositeltavimmat korjausvaihtoehdot ovat uuden ulko-verhouksen rakentaminen vanhan päälle tai vanhan ulko-verhouksen purkaminen ja uuden rakentaminen. Myös ikkunoiden ja parvekeovien vaihtoa suositellaan. Näiden korjausten kustannusarvioksi saatiin noin 1,5 miljoonaa euroa. Korjausavustuksia näihin toimenpiteisiin on mahdollista saada noin 80 000 euroa.

Tämän opinnäytetyön tulosten perusteella kerrostaloyhtiön osakkeenomistajilla on olemassa perustiedot tulevasta julkisivukorjauksesta ja sen laajuudesta. Näiden tietojen pohjalta tulevia päätöksiä on helpompi tehdä, koska tiedetään, mitä ollaan tekemässä ja missä laajuudessa.

---

Asiasanat:

rakentaminen, korjausrakentaminen, julkisivukorjaus

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Civil Engineering, House Building Engineering

---

Author(s): Miika Hirsimäki

Title of thesis: Facade Repair and Increase of Insulation in Block of Flats

Supervisor(s): Kauko Tulla

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2013

Pages: 46 + 74 appendices

---

A housing company of a block of flats located in Oulu ordered a facade survey in summer 2011. The surveys result showed that the facade must be repaired in 7–8 years but maybe even sooner. This thesis was made to find out a few suitable ways to execute facade repair and extra insulation. This thesis was also made to give information of the energy savings, the prize of all facade repairs and the amount of governments support money.

Suitable ways to execute a facade repair and extra insulation were found out by using a facade survey made for a block of flats. Energy savings were calculated by comparing the U-value of the old and the new structure. The costs of repairs were calculated with NCC-korjauslaskuri (a computer program which calculates the costs of repairs) which gives the costs approximately.

After the examinations, it was recommended to take down the old facade and build a new one or leave the old facade where it is and build a new one on top of the old facade. It was also recommended that the old windows and doors should be replaced with new ones. These repairs would cost approximately 1,5 million euros and the government will give 80 000 euros support money for these repairs.

---

Keywords:  
construction, building maintenance, insulation

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 1970-LUVUN KERROSTALO	8
2.1 1970-luvun kerrostalon runkotyypit ja julkisivurakenteet	9
2.2 Betonijulkisivujen ja -parvekkeiden yleisimmät vaurionaiheuttajat	11
2.3 Betonijulkisivujen korjausmenetelmiä	15
2.3.1 Kuntotutkimukset ja muut selvitykset	16
2.3.2 Betonisandwich-elementtien korjausvaihtoehdot	16
2.4 Betonielementtiparvekkeiden korjaus	17
2.5 Puuikkunoiden kunnossapito ja korjaus	18
3 JULKISIVUN LISÄLÄMMÖNERISTÄMINEN	21
3.1 Lisälämmöneristämisen taloudellisuus	22
3.2 Lisälämmöneristämisen periaatteet	23
3.3 Erilaisia lisälämmöneristysvaihtoehtoja	23
3.3.1 Eristerappausjärjestelmät	24
3.3.2 Tuulettuvat levyverhoukset	25
3.3.3 Muuratut julkisivut	26
4 KERROSTALOYHTIÖN JULKISIVUKORJAUS JA ULKOSEINIEN LISÄERISTÄMINEN	27
4.1 Julkisivun tiedot	28
4.2 Julkisivulle tehdyt korjaukset	28
4.3 Julkisivun tämän hetkinen kunto	29
4.4 Julkisivulle suositeltavat korjaukset	31
4.5 Julkisivun lisälämmöneristäminen	33
4.5.1 Eristerappaus	34
4.5.2 Tuulettuva levyverhous	36
4.5.3 Muurattu julkisivu	38
4.6 Julkisivun energiataloudellisuuden parantuminen	40
4.7 Julkisivukorjauksen kustannusarvio	41

4.8 Julkisivukorjauksen takaisinmaksuaika	42
4.9 Energiakorjausavustus ja korjausavustus	42
5 YHTEENVETO	44
LÄHTEET	45
Liite 1 PTS (KAIRITEK)	
Liite 2 KUNTOTUTKIMUS (OSITUM)	
Liite 3 NCC-KORJAUSKALENTERI	

# 1 JOHDANTO

1970-luvulla rakennettujen betonielementtikerrostalojen julkisivujen kunto on heikentynyt viime vuosina siihen pisteeseen, että julkisivuremontit ovat tulleet ajankohtaisiksi. Julkisivujen korjausvaihtoehdot voidaan jakaa kolmeen pääluokkaan, joita ovat paikkaavat korjaukset, peittävät korjaukset ja rakenteen uusiminen. Korjausvaihtoehtojen laajuus, kustannukset ja käyttöikä ovat riippuvaisia toisistaan. Paikkauskorjaus on kustannuksiltaan edullisin korjaustapa mutta tekninen käyttöikä kasvaa vähiten. Rakenteen uusiminen on kallein korjaustapa, mutta sen avulla tekninen käyttöikä voidaan määrittää lähes halutun pituiseksi.

Oululainen, 90 asuntoa käsittävä kerrostaloyhtiö on teettänyt kesällä 2011 julkisivun kuntotutkimuksen, jonka mukaan betonielementtisen julkisivun teknistä käyttöikää on jäljellä korkeintaan 7–8 vuotta. Kesällä 2012 julkisivussa ilmeni lisää ongelmia, joten julkisivuremontti alkaa olla ajankohtainen. Kerrostaloyhtiössä on 3 kerrostaloa, joissa on yhteensä 90 asuntoa. Tämän laajuinen korjaus on kustannuksiltaan melko suuri, joten taloyhtiö halusi selvittää opinnäytetyönä, minkälaisia julkisivukorjauksia on mahdollisuus tehdä.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää kerrostaloyhtiön hallitukselle ja osakkeenomistajille julkisivun erilaiset korjausmahdollisuudet ja niiden laajuudet. Tavoitteena on myös tarkastella julkisivun lisäeristämistä ja sen tuomia energiankulutuksen säästöjä. Taloyhtiön toivomuksesta selvitetään myös suuntaa-antava kustannusarvio julkisivukorjauksesta ja otetaan hieman selvää mahdollisista saatavista korjausavustuksista.

## 2 1970-LUVUN KERROSTALO

1960- ja -70-lukujen kerrostalolähiöt syntyivät maaseudulta kaupunkiin tapahtuneen muuttoliikkeen seurauksena. Suuria kerrostalovaltaisia lähiöitä rakennettiin pankkien ja rakennusliikkeiden johdolla teollisin menetelmin useiden kilometrien päähän kaupunkien keskustoista. Erityisen vilkasta kerrostalorakentaminen oli 1970-luvun alkupuolella ja vuonna 1974 saavutettiin kaikkien aikojen ennätys kerrostalorakentamisessa, jolloin valmistui 46 200 uutta kerrostaloasuntoa. (Neuvonen 2006, 142.)

Sodan jälkeinen Helsinki kasvoi voimakkaasti, jonka seurauksena pääkaupungin sekä muiden kasvavien taajamien asuntopulaan vastattiin aloittamalla valtion asuntolainoitus eli niin sanottu aravalainoitus. Arava tulee nimestä Asuntorakennustuotannon valtuuskunta, joka oli siihen aikaan valtion lainoja myöntävä virasto. Nykyisin valtion tukemia asuntoja kutsutaan ARA- asunnoiksi ja asuntorakentamiseen saatavia tukia myöntää Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA. (Miljoonas valtion tuella tuotettu asunto rakenteille. 2012.)

Kerrostalotuotannossa pyrittiin Arava-ohjeiden mukaan mahdollisimman pitkälle vietyyn teolliseen sarjatuotantoon. Tuotannon päätavoitteet olivat tehokkuus, teollinen sarjatuotanto, esivalmisteiset rakennusosat, moduulimitoitus ja standardointi. 1970-luvulle tultaessa kohdekohtainen suunnittelu ja käsitöinä toteutetut yksityiskohtaiset suunnitelmat olivat väistyneet. Äärimmäisissä tapauksissa talokohtaisia suunnittelijoita ei tarvittu lainkaan, vaan valmiita mallilamelleja yhdistelemällä saatiin aikaan riittävä määrä asuntoja. Elementtitehtaan insinööri tuli talon suunnittelija ja jopa arkkitehti. (Neuvonen 2006, 143.)

1960-luvun alussa lähiöt sijoitettiin vielä avoimesti maastonmuotojen mukaan edullisiin ilmansuuntiin, mutta vuosikymmenen loppua kohden lähiöiden talot sijoitettiin suorakaiteen muotoisiin ryhmiin ruutukaavamaisesti ja rakennuste-hokkuutta painotettiin entistä enemmän. Kaavoittajien ihanteeksi tuli tiivis ja tehokas kompaktikaupunki, jossa rakennukset, katuverkko ja eri toiminnot sijoitettiin systemaattiseen suorakulmaiseen koordinaatistoon. Kaavojen rakennustai-



teelliset ja sosiaaliset päämäärät vähenivät ja jäivät jopa kokonaan pois. (Neuvonen 2006, 144.)

## **2.1 1970-luvun kerrostalon runkotyypit ja julkisivurakenteet**

Julkisivu on nimensä mukaisesti rakennuksen julkinen osa, joka kertoo katselijalleen oleellista tietoa rakennuksen käyttötarkoituksesta, iästä, rakennustekniikasta ja rakennusmateriaaleista. Julkisivun kunto paljastaa myös omistajien ja käyttäjien suhtautumisen rakennuksen kunnon ylläpitoon. Rakennusten julkisivuista on pidettävä huolta ja niiden ylläpitoon tulisi suhtautua aina vakavasti. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 7.)

Julkisivun korjaus on useissa tapauksissa kiinteistön merkittävimpiin kuuluva korjaushanke. Ulkoseinärakenteiden ja parvekkeiden vaurioitumiseen ja korjaustekniikoihin liittyy monimutkaisia asioita, jotka vaativat korjaussuunnittelijalta todellista ammattitaitoa. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 5.)

Julkisivujen toiminnallinen tehtävä on erottaa tilat ulkoilmasta ja suojata tiloja sään vaikutuksilta eli sateelta ja tuulelta. Useimmiten julkisivu toimii myös lämmöneristeenä. Julkisivujen passiivinen tehtävä on antaa rakennukselle luonne ja kertoa sen sisällöstä, merkityksestä ja käyttötarkoituksesta. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 8.)

Julkisivukorjausten syynä ovat lähes aina tekniset vauriot. Näitä ovat yleensä betonilaatuun ja raudoitukseen liittyvät ongelmat, haalistuneet ja hilseilleet maalipinnat, kosteusvauriot tai lämpötekniset ongelmat. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 14.)

1960-luvulla betoni syrjäytti tiilen käytetyimpänä kantavana rakenteena kerrostaloissa. Yleisimmäksi runkotyypiksi tuli kirjahyllyrunko, jonka kantavina pystyrakenteina toimivat paikalla valetut tai elementeistä tehdyt betoniseinät. Kirjahyllyrungosta esiintyy erilaisia muunnelmia, jotka eroavat toisistaan välipohja- ja ulkoseinärakenteiltaan. 1970-luvulle tultaessa yleisimmäksi runkoratkaisuksi tuli paikalla rakentamista ja elementtirakentamista yhdistelevä osaelementtirakenne kirjahyllyrunko. Kantavat väliseinät ja välipohjat toteutettiin paikalla valetuna ja julkisivut toteutettiin yleensä elementtirakenteisina ei-kantavina. Yleisin

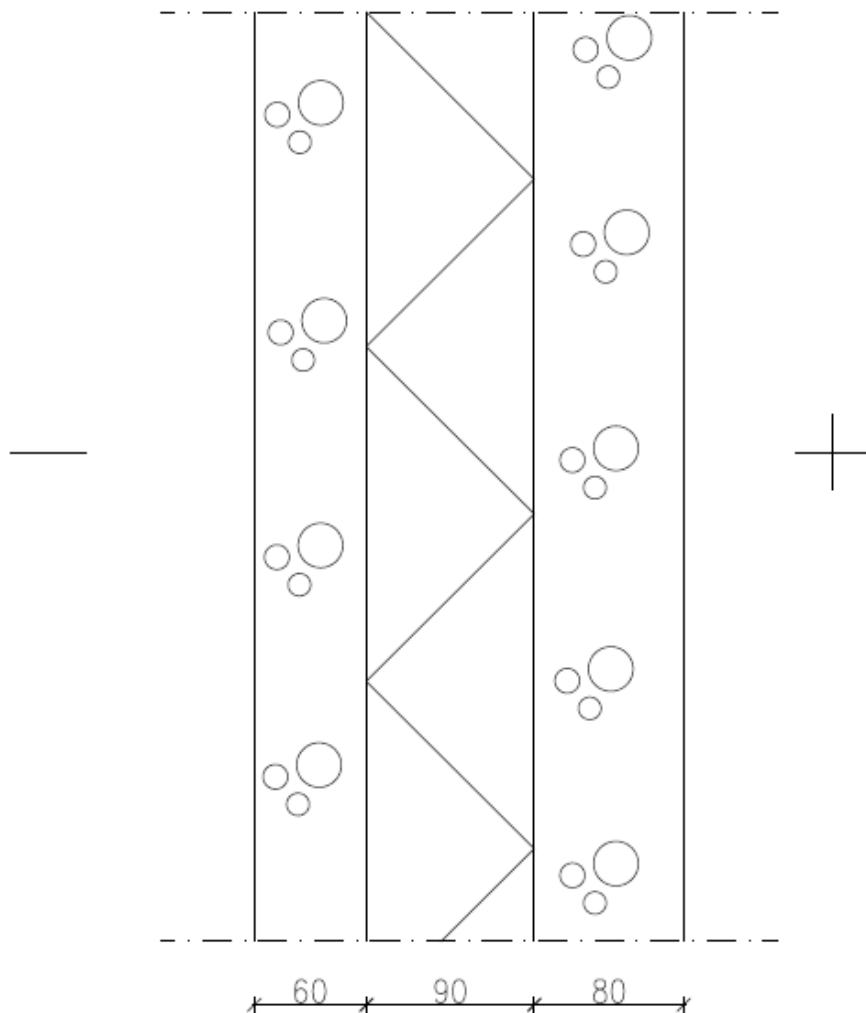
käytetty ulkoseinärakenne niin kantavissa kuin kevyissä seinissä oli betonirakenteinen sandwich-elementti. Muita käytettyjä kantavia ulkoseinärakenteita olivat betonirakenteinen kevytbetoniverhottu ulkoseinä, betonirakenteinen tiiliverhottu ulkoseinä, betonirakenteinen kuorielementtiseinä. Ei-kantavia seinärakenteita olivat betonirakenteinen sandwich-elementti, kevytbetonirakenteinen seinä ja betonirakenteinen tiiliverhottu seinä. Parvekkeen taustaseinänä käytettiin yleensä puurunkoista elementtiseinää, jossa ulkoverhouksena voitiin käyttää erilaisia levytuotteita. (Neuvonen 2006, 148.)

1970-luvulla yksiöt ja kaksiot jäivät yleensä ilman parveketta, koska arava ohjeet kielsivät sen vuoteen 1968 asti. Tästä eteenpäin oli sallittua sijoittaa yksi parveke asuntoa kohden. 1960-luvulla suosittiin rataakiskojen varaan valettuja ulokeparvekkeita. 1960-luvun lopulla kantaviin pieliseiniin tukeutuva betonielementtirakenteinen parveke valtasi jalansijaa markkinoilla ja tuli yleisimmin käytetyksi parveketyypiksi 1970-luvulla. (Neuvonen 2006, 173.)

### **1970-luvun betonisandwich-elementti**

Sandwich-elementti on yleensä betonielementtitehtaalla samassa tuotantoprosessissa valmistettu julkisivuelementti. Sisä- ja ulkokuori liitetään toisiinsa sideraudoitteihin, jotka siirtävät ulkokuoren painon sisäkuorelle. Kuorten välissä on lämmöneriste, joka on useimmiten lasi- tai mineraalivillaa. Valmiissa elementtiseinässä ovat tuuletusputket tai -kotelot saumoissa. Julkisivun pintamateriaalina voidaan käyttää erilaisia betonipinnoitteita, tiililaattoja, keraamisia laattoja, luonnonkiveä tai muita valuun kiinnittyviä materiaaleja. Elementin sisäkuori on kantavissa rakenteissa noin 150–160 mm ja ei-kantavissa 80 mm. Kuorten välissä olevaa lämmöneristettä on yleensä noin 80–90 mm. Elementin ulkokuoren paksuus on noin 50–60 mm (kuva 1). (Neuvonen 2006, 158; RT 82–10766, 4.)

- Rakenne ulkoa sisään
- Betoni 60mm
  - Eriste 90mm
  - Betoni 80mm



*KUVA 1. 1970-luvun betonisandwich-elementin rakenne*

## **2.2 Betonijulkisivujen ja -parvekkeiden yleisimmät vaurionaiheuttajat**

Julkisivu ja rakennuksen muut ulkovaipan rakenteet ovat alttiina ilmastorasituksille. Rakenteiden ja rakennusmateriaalien ominaisuuksien heikkenemistä ilmastorasituksien vaikutuksesta kutsutaan turmeltumiseksi. Julkisivujen turmeltumisen vaikutukset ovat yleensä esteettisiä, mutta pitkälle edennyt vaurioituminen saattaa aiheuttaa vakavampiakin ongelmia, kuten turvallisuusriskin. Vaka-

vien seurausten välttämiseksi on tärkeää, että rakenteiden kuntoa seurataan ja korjaustoimenpiteet käynnistetään riittävän ajoissa. Suurimmat korjaustarpeet aiheutuvat yleensä betonin karbonatisoitumisesta, raudoitteiden korroosiosta, kloridien tunkeutumisesta betoniin, betonin pakkasrapautumisesta, sandwich-elementtien ulkokuoren kiinnityksen vaurioista sekä elementtien saumojen ja yksityiskohtien huonosta toimivuudesta. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 19–21.)

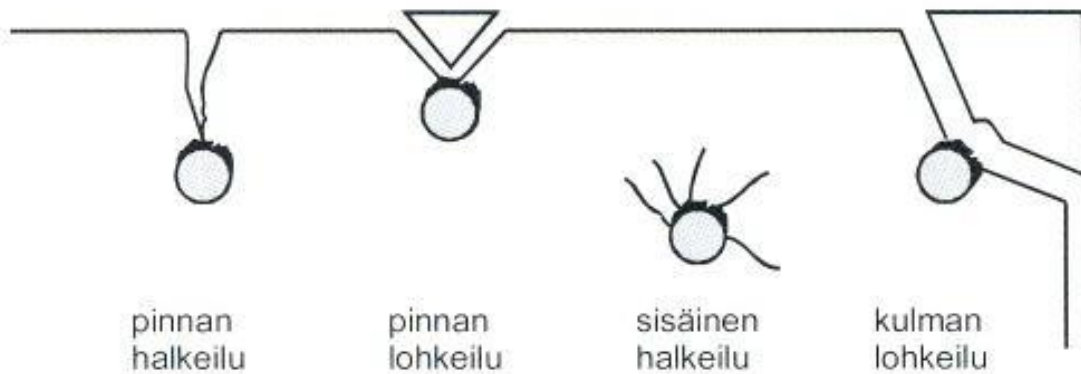
### **Raudoitteiden korrosio**

Teräkselle on ominaista, että se ruostuu kosteissa olosuhteissa. Korroosiolle välttämättömiä aineita ovat vesi ja happi, ja sitä nopeuttavat muun muassa kloridit. Teräksen käyttökelpoisuus teräsbetonirakenteissa perustuu betonin fysikaalisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin, jotka estävät ruostumisen. Betonin raudoitusta suojaava kemiallinen vaikutus johtuu betonin emäksisyydestä, joka muodostaa terästen pinnalle suojaavan oksidikalvon. Betoni antaa raudoitukselle myös fysikaalisen suojan niin, että korroosiolle välttämättömien tai sitä edistävien aineiden pääsy raudoitukseen hidastuu. Ruostuessaan rauta pyrkii muuttamaan luonnossa esiintyviksi yhdisteikseen, joita ovat muun muassa oksidit ja hydroksidit. (Betonitekniiikan oppikirja 2004 by 201. 2005, 97.)

Betonin tiiveydellä on olennainen vaikutus sen kykyyn suojata raudoitteita korroosiolta. Betonipeitteen paksuus tulee olla riittävän suuri, jotta se suojaa raudoitteita. Ympäristön vallitsevat olosuhteet ja betonin laatu vaikuttavat vaadittavaan betonipeitteen paksuuteen. Betonipeitteessä olevat halkeamat pienentävät betonin tiiveyttä oleellisesti ja aiheuttavat täten raudoitteiden korroosiot. Raudoituksen korrosio voi alkaa vain silloin, jos ympäröivässä betonissa tapahtuu muutoksia, jotka poistavat betonin antaman kemiallisen tai fysikaalisen suojan. Fysikaalisia ilmiöitä ovat betonin rapautuminen ja halkeilu. Kemiallinen suoja häviää, kun betoni ilman hiilidioksidin vaikutuksesta karbonatisoituu. Karbonatisoitumisessa betonin pH-arvo laskee ja raudoitusta suojaava oksidikalvo tuhoutuu. Sama ilmiö tapahtuu myös kloridien tunkeutuessa raudoitusta suojaavaan betoniin. (Betonitekniiikan oppikirja 2004 by 201. 2005, 97–98.)

Raudoituksen ruostuessa syntyvät korroosiotuotteet vaativat noin nelinkertaisen tilavuuden verrattuna raudoituksen alkuperäiseen tilavuuteen. Tämän vuoksi

betoniin syntyy halkeamia ja sisäisiä säröjä tai betonipeite voi lohjeta kokonaan pois (kuva 2). Betonin pinta voi myös värjäytyä korroosiotuotteiden vaikutuksesta. Näkyvien korroosiovaurioiden ilmetessä korroosio on edennyt jo pitkälle ja rakenteen korjaustoimenpiteet tulee aloittaa pikimmiten. (Betoniteknikan oppikirja 2004 by 201. 2005, 103.)



*KUVA 2. Teräskorroosion aiheuttamia vauriotyyppejä (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2002 by 42. 2002, 152)*

### **Betonin karbonatisoituminen**

Karbonatisoituminen tarkoittaa betonin neutraloitumisreaktiota, jonka seurauksena betonin huokosveden pH-arvo alenee. Reaktio aiheutuu ilman sisältämän hiilidioksidin tunkeutumisesta betoniin. Karbonatisoituminen etenee rintamana betonin pinnasta alkaen. Kemialliset reaktiot tapahtuvat vyöhykkeessä, johon tulee betonin sisältä hydroksideja ja ulkopuolelta hiilidioksidia. Betonin pH-arvo on karbonatisoituneella alueella noin 8,5. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2002 by 42. 2002, 21.)

Karbonatisoitumisen etenemisnopeus riippuu kolmesta tekijästä, jotka ovat betonin diffuusiovastus hiilidioksidin tunkeutumisesta vastaan, ympäröivän ilman hiilidioksidipitoisuus ja karbonatisoituvan aineen määrä. Halkeamat lisäävät hiilidioksidin tukeutumista paikallisesti ja näin ollen nopeuttavat betonin karbonatisoitumista. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2002 by 42. 2002, 21.)

Karbonatisoitumisen edetessä syvemmälle betoniin hiilidioksidin pääsy karbonatisoitumisvyöhykkeelle vaikeutuu. Tästä johtuen karbonatisoitumisnopeus

hidastuu jatkuvasti ja voi tiiviissä betonissa ulkorakenteessa lähes pysähtyä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2002 by 42. 2002, 21.)

Betonin kosteuspitoisuus vaikuttaa karbonatisoitumiseen siten, että huokosverkoston täyttyessä vedellä hiilidioksidin tunkeutuminen betoniin vaikeutuu. Toisaalta hyvin kuivissa olosuhteissa betonin karbonatisoituminen pysähtyy, koska reaktio tarvitsee vesiliuosta toimiakseen. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2002 by 42. 2002, 21.)

Karbonatisoituvan aineen, lähinnä kalsiumhydroksidin, määrän kasvu betonissa hidastaa karbonatisoitumista. Kalsiumhydroksidin ja kalsiumsilikaattihydraatin määrään vaikuttavat sideaineen määrä ja laatu sekä betonin hydratoitumisaste. Kun sementtimäärä ja hydratoitumisaste kasvavat, karbonatisoituminopeus pienenee. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2002 by 42. 2002, 22.)

### **Kloridien tunkeutuminen betoniin**

Kloridit voivat aiheuttaa raudotteiden ruostumista myös karbonatisoitumattomassa betonissa. Klorideja tunkeutuu betoniin yleisimmin merivedestä tai suolauksen seurauksena. Klorideja käytettiin aiemmin lisäaineina betonin valmistuksessa, joten sitä voi olla betonissa itsessään. Betonin tiiveydellä on suuri merkitys kloridien tunkeutumisenopeuteen betoniin. Betonissa olevaan kloridipitoisuuteen ei muodostu selkeää rajapintaa, vaan se pienenee tasaisesti betonin pinnasta syvemmälle mentäessä. Kloridipitoisuuden kriittinen raja-arvo on noin 0,05–0,12 % betonin painosta. (Betonitekniikan oppikirja 2004 by 201. 2005, 99.)

### **Betonin pakkasrapautuminen**

Betoniin syntyy pakkasrasitusta, kun huokosverkostoon päässyt vesi laajenee jäätyessään ja synnyttää painetta. Pakkasrasituksen laatuun ja vaurioiden syntymiseen vaikuttaa ulkoisen kosteusrasituksen lisäksi erityisesti betonin huokosrakenne. Betoniin saadaan muodostumaan tiheä ilmakuplasysteemi huokoistavilla lisäaineilla. Veden jäätymislaajeneman aiheuttama paine purkautuu ilmakupliin. Myös betonin tiiveys suojaa pakkasrasituksilta, koska tiivis betoni imee sade- ja maavesissä hitaammin ja vähemmän vettä. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 22–23.)

Lisähuokoistusaineita otettiin käyttöön säännöllisesti vasta vuonna 1976, jolloin Suomen Betoniyhdistyksen säilyvyysohjeet julkaistiin. Pakkasvaurioiden synty-miseen vaikuttavat myös ympäröivät olosuhteet. Rannikkoseudulla rapautumi-nen on nopeampaa kuin sisämaassa voimakkaampien viistosateiden ja ti-heämmän jäätymis- ja sulamisrasituksen takia. Ulkoseinissä betonin rasitus-tasoon vaikuttavat erityisesti elementtisaumojen vesitiiveys, räystäiden ja mui-den pellitysten kunto ja toimivuus. Parvekkeissa rasitustasoon vaikuttavat ve-deneristys ja -poisto. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 22–23.)

### **Muita vaurionaiheuttajia**

Sandwich-elementin ulkokuoren kiinnityksen vahingoittuminen voi johtua ulko-kuoren pakkasrapautumisesta, kiinniketerästen korroosiosta tai asennusvirheis-tä. Kiinnitysten tyyppi ja niiden kunto tulee selvittää asianmukaisessa kuntotut-kimuksessa. Julkisivuissa tyypillisiä ongelmia ovat muun muassa räystääspelli-tysten, parveke- ja ikkunaliitosten, perusmuuriliitosten sekä saumarakenteiden heikko vedenpitävyys ja toisaalta myös puutteellinen vedenpoisto ja tuuletus. Muita teknisiä ongelmia ovat esimerkiksi klinkkerilaattojen irtoilu, betonielement-tien kaareilu ja eri syistä johtuva halkeilu, puutteellinen lämmöneristys, eristet-i-lassa tapahtuva homekasvu ja maalipintojen vaurioituminen. (Julkisivujen korja-usopas. 1997, 22–23.)

## **2.3 Betonijulkisivujen korjausmenetelmiä**

1960–1970 lukujen kiivaan rakentamisen aikana keskityttiin tehokkaaseen tuo-tantoon, mikä johti rakentamisen laadun heikkenemiseen. Tänä aikana valmis-tetuissa betonielementeissä voi olla monenlaisia teknisiä heikkouksia, jotka joh-tuvat kustannusten minimoinnista, rakennusteknisestä tietämättömyydestä, oh-jeiden ja määräysten puutteesta sekä työvirheistä. Myöhemmin tehdyn kehitys-työn tuloksena betonielementtien laatu on parantunut huomattavasti ja nykyajan betonijulkisivuille voidaan ennustaa huomattavasti pidempää käyttöikää. (Neu-vonen 2006, 168.)

Julkisivujen korjaustavat vaihtelevat arvokkaiden rakennusten säilyttävästä kor-jauksesta aina julkisivujen täydelliseen uudelleenmuokkaukseen. Elementtitalo-jen julkisivukorjauksissa ei pitäisi tyytyä vain välttämättömiin teknisiin korjauk-

siin, vaan korjausten tavoitteet tulisi asettaa korkeammalle, jotta elinympäristön laatu paranisi ja kiinteistön taloudellinen arvo kasvaisi. (Neuvonen 2006, 168.)

### **2.3.1 Kuntotutkimukset ja muut selvitykset**

Korjaushankkeista ei pidä tehdä päätöksiä pelkkien silmämääräisten havaintojen perusteella, vaan riittävät tiedot päätöksenteon pohjaksi saadaan asianmukaisilla kuntotutkimuksilla, joissa hyödynnetään rakenteista otettuja näytteitä, joita analysoidaan laboratoriotutkimuksilla. Kohteessa on myös suositeltavaa suorittaa kosteusmittauksia ja lämpökameratutkimuksia. Kuntotutkimuksessa varmistetaan myös, vastaavatko toteutetut rakenteet suunnitelmia. Kuntotutkimuksessa voi ilmetä myös huonosti toimivia rakenteita, jotka eivät vielä ole aiheuttaneet vaurioita, mutta voivat niitä tulevaisuudessa aiheuttaa. (Neuvonen 2006, 168.)

Kuntotutkimuksessa suoritettavia tutkimuksia ovat raudoitteiden korroosion tutkimukset, betonin pakkasenkestävyys ja rapautuminen, kiinnitysten, kannustusten ja sidontojen vauriot, rakenteiden kosteustekninen toimivuus, pintatarvikkeiden vauriot, pintakäsittelyjen vauriot, betonin halkeilu ja muodonmuutokset, asbestikartoitus, PCB-yhdisteiden ja lyijypitoisuuksien tutkiminen, mikrobitutkimukset ja energiakatselmus. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2002 by 42. 2002, 69–82.)

### **2.3.2 Betonisandwich-elementtien korjausvaihtoehdot**

Rakennusteknisessä mielessä betonisandwich-elementtien korjausvaihtoehdot jaotellaan kolmeen pääryhmään, mutta eri kohteissa korjaustapoja voidaan myös yhdistellä. Pääryhmät ovat vanhan ulkokuoren paikkaus ja pinnoitus, vanhan ulkokuoren verhous uudella rakenteella ja vanhan ulkokuoren purkaminen ja uusiminen. (Neuvonen 2006, 169.)

Vanhan ulkokuoren paikkaus ja pinnoitus eivät sovellu pitkälle vaurioituneisiin rakenteisiin. Paikkaus ja pinnoitus ovat kevyitä rakennustapoja, joilla saadaan säilytettyä julkisivun ominaispiirteet alhaisin kustannuksin. Rakennustaiteellisesti arvokkaissa kohteissa paikkaus ja pinnoitus ovat suositeltuja korjaustoimenpiteitä, jos ne ovat teknisesti mahdollisia eikä muuhun korjaukseen ole pakotta-



vaa tarvetta. Korjatun rakenteen käyttöikä jää kuitenkin lyhyemmäksi kuin muita korjaustoimenpiteitä käytettäessä. (Neuvonen 2006, 169.)

Vanhan ulkokuoren verhous uudella rakenteella sopii pitkälle vaurioituneisiin rakenteisiin, mutta on raskaampi korjaustapa ja investointikustannukset ovat suuremmat. Tässä tapauksessa vanha vaurioitunut ulkokuori jää uuden pintarakenteen alle, jolloin vanhan rakenteen vaurioituminen hidastuu tai pysähtyy kokonaan. Tämän tyyppiseen korjaukseen sisältyy useimmiten myös energiataloutta parantava lisälämmöneristys. Uusi ulkoverhous ja seinän paksuutta kasvattava lisälämmöneristys saattavat muuttaa rakennuksen ulkonäköä huomattavasti. Seinän paksuuden kasvamisen takia ikkunoita on yleensä siirrettävä lähemmäs uutta julkisivupintaa, jotta ne eivät jää häiritsevän syvälle seinän sisään. (Neuvonen 2006, 169.)

Vanhan ulkokuoren purkaminen ja uusiminen on raskain korjaustapa ja sillä on suurin investointikustannus. Vanha vaurioitunut ulkokuori ja lämmöneristekerros poistetaan kokonaan ja korvataan uudella. Tällainen korjaustapa on harvemmin käytetty, mutta välttämätön pahoin vaurioituneissa rakenteissa. Vanhan ulkokuoren poistaminen antaa kuitenkin hyvin laajat mahdollisuudet uusiin rakenneratkaisuihin. (Neuvonen 2006, 169.)

## **2.4 Betonielementtiparvekkeiden korjaus**

Betoniparvekkeiden korjaustarpeen määrittää betonin kunto ja yleisimmät vaurionaiheuttajat ovat pakkanen ja korroosio. Vauriot etenevät rakenteen sisällä siten, että niitä ei voi aluksi havaita. Kun vauriot ovat havaittavissa, on korjaustarve jo olemassa. Näkyviä vaurioita ovat muun muassa raudotteiden ruostuminen, pakkasrapautumisesta aiheutuvat lohkeamat ja maalipinnan hilseily. (Parvekekorjaukset. 2011.)

Parvekkeisiin kohdistuva ympäristörasitus on suuri, joten parvekerakenteiden säilyttävässä korjauksessa lähes ainoita vaihtoehtoja ovat pintojen perusteellinen puhdistus esimerkiksi hiekkapuhaltamalla ja uudelleen maalaamalla. Jos vauriot parvekkeissa ovat edenneet pitkälle, säilyttävä korjaus ei ole teknisesti ja taloudellisesti järkevää. Tällöin ainoa järkevä ratkaisu on parvekkeiden uusiminen. Uudet parvekkeet voidaan tehdä vanhoja linjoja mukailleen tai ne voidaan

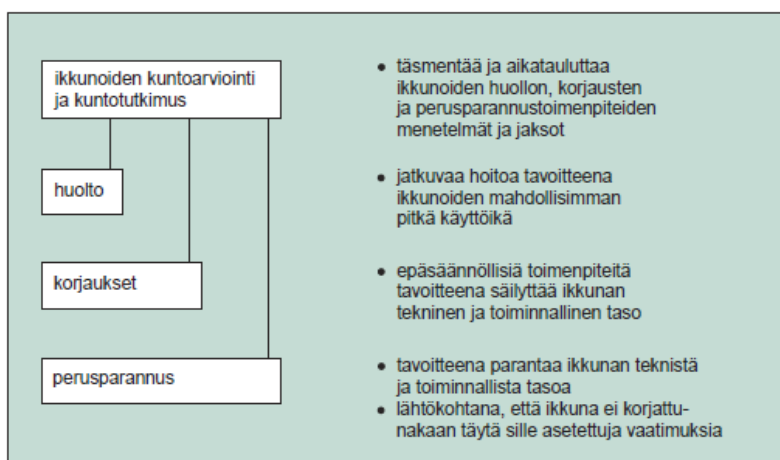
rakentaa esimerkiksi aiempaa suuremmiksi. Uusilla parvekkeilla voidaan myös vaikuttaa rakennuksen arkkitehtuuriin. (Parvekekorjaukset. 2011.)

Säilyttävän korjauksen yhteydessä parvekkeita voidaan myös varustella uudelleen. Jos esimerkiksi kaiteiden vauriot ovat pitkälle edenneitä, voidaan ne vaihtaa uusiin. Kaiteiden uusimisessa voidaan käyttää esimerkiksi alumiinirakenteisia kaiteita, jotka voidaan verhoilla levy- tai lasirakenteilla. (Parvekekorjaukset. 2011.)

## 2.5 Puuikkunoiden kunnossapito ja korjaus

Puuikkunat ovat olleet vallitseva ikkunatyyppe 1990-luvun puoliväliin saakka. 1970-luvulla ikkunat valmistettiin pääosin valikoimattomasta puutavarasta. Karmien ja puitteiden osat liimattiin kokoon useista puukappaleista ja käsiteltiin tummalla puunsuoja-aineella. Puitteissa käytettiin eristyslaseja ja alumiinirakenteita, ja lasitus tehtiin jo tehtaalla. Ikkunat olivat yleisimmin sisäänaukeavia kaksi- tai kolmipuitteisia. (RT 41–10726, 2.)

Ikkunoiden kunto on hyvä tarkastaa säännöllisesti. Vuosittaisilla tarkastuksilla ja oikea-aikaisilla huolto- ja kunnossapitotoimenpiteillä alkavat vauriot saadaan pysähtymään ja ikkunoiden käyttöikä pidentymään (kuva 3). Säännölliset huoltotoimenpiteet yhdessä oikein suunniteltujen ikkunan rakenneratkaisujen kanssa takaavat ikkunoiden säilymisen hyvinä rakennuksen käyttöiän ajan. (RT 41–10726, 3.)



KUVA 3. Ikkunoiden kunnossapidon tavoitteet (RT 41–10726, 3)

Ikkunoiden vaurioiden pääsyynä ovat yleensä auringon lämpö- ja UV-säteily. Auringon vaikutuksesta kittaukset ja tiivisteet haurastuvat ja vaurioituvat, pintakäsittely ja puu halkeilevat, halkeamiin kertyy vettä, ja koska halkeamissa ei ole pintakäsittelyä ne ovat alttiita lahoamiselle. Ulko- ja sisäilmasta tuleva kosteus on myös vaurionaiheuttaja, joka aiheuttaa puuosien lahoamista. Puuosien lahoaminen estetään ikkunan pintakäsittelyllä ja säännöllisellä huollolla. (RT 41–10726, 6.)

Erilaisia ikkunoiden vaurioita ovat puuosien pintakäsittelyn vauriot, puuosien lahovauriot, puuosien halkeilu ja puuosien muodonmuutokset. Lasituksissa ilmeneviä vaurioita ovat lasipinnan tummuminen, uloimman lasin alaosan harmaantuminen sekä aluskittausten vanhenemisesta ja lasituslistojen löystymisestä aiheutuva lasin heliseminen. Muita ikkunoiden vaurioita ovat helojen korrosio ja niiden rikkoutuminen, tiivisteiden vauriot ja metalliosien vauriot. (RT 41–10726, 7–9.)

Ikkunoiden vaurioiden korjaustoimenpiteitä ovat maalauskorjaukset, puuosien peruskorjaukset, lasitusten korjaukset, helojen korjaukset, tiivisteiden korjaukset, vesipeltien korjaukset ja saumojen korjaukset. Jos ikkunoissa ilmenevät vauriot ovat edenneet niin pitkälle, ettei korjauksia voi tehdä, ikkunat voidaan uusida kokonaan tai osittain. Ikkunoiden osittaiset uusimiset voivat koskea esimerkiksi lasitusten vaihtoa, puitteiden vaihtoa, helojen vaihtoa ja tiivisteiden vaihtoa. (RT 41–10726, 10–13.)

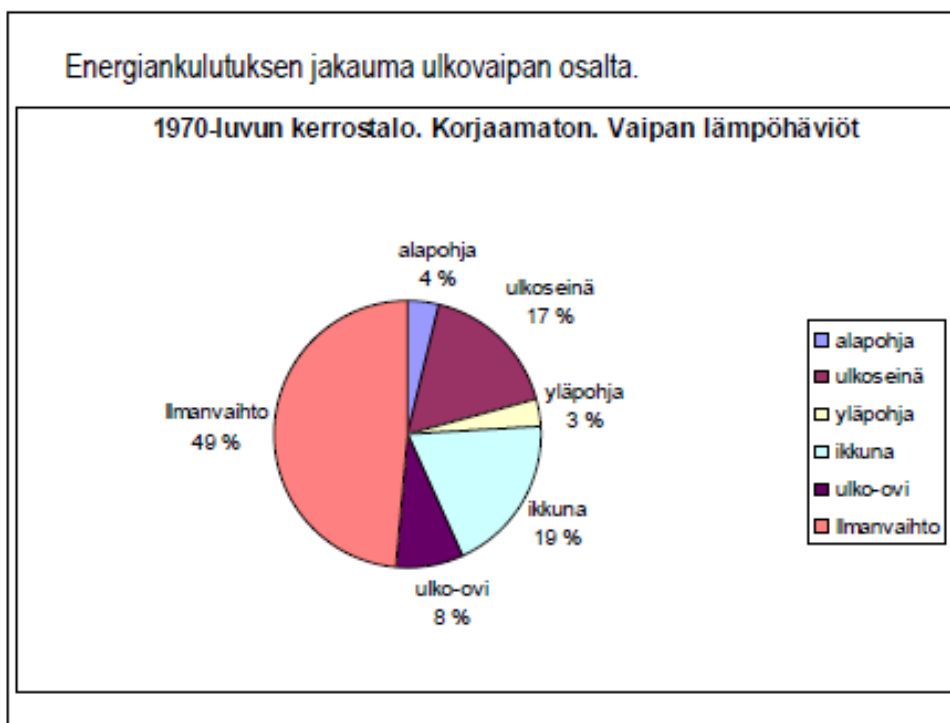
Ikkunoille voidaan suorittaa myös perusparannus, jonka tavoitteena on parantaa ikkunoiden teknistä ja toiminnallista tasoa. Perusparantamisen toimenpiteitä ovat lasityypin vaihtaminen esimerkiksi yksinkertaisesta lasista eristyslasiksi, selektiivilasiksi tai auringonsuojalasiksi. Myös puitteen lisääminen tai vaihtaminen uuteen luetaan ikkunan perusparantamiseksi. (RT 41–10726, 14.)

Jos rakennuksen ikkunat, tai osa ikkunoista, ovat huonokuntoisia ja huolellisesti tehdyn kuntoarvion jälkeen voidaan todeta, etteivät ikkunat korjattuinaakaan täytää niille asetettuja vaatimuksia, ikkunoiden uusiminen voi olla kannattavaa. Ikkunat voidaan uusida joko siten, että vanha ikkuna karmeineen poistetaan ja uusi

ikkuna asennetaan tilalle tai siten, että vanha karmi ohennetaan veistämällä ja uusi karmi asennetaan tämän päälle. (RT 41–10726, 15.)

### 3 JULKISIVUN LISÄLÄMMÖNERISTÄMINEN

Rakennusten julkisivujen lisälämmöneristämisen hyödyllisyyttä voidaan perustella energiatalouden parantamisella, julkisivujen korjaustarpeella tai asumisviihtyvyyden parantamisella. Rakennuksen energiataloutta voidaan parantaa pienentämällä ulkovaipan lämpöhäviötä suuremmalla eristekerroksella. Nykyisillä energianhinnoilla lisälämmöneristäminen on järkevää ja perusteltua ennen vuotta 1975 rakennetuissa taloissa. Lisälämmöneristämisen hyöty riippuu myös sen ohessa tehtävistä muista toimenpiteistä, joita ovat esimerkiksi rakennuksen lämmitysjärjestelmän säätäminen vastaamaan uutta tilannetta sekä ilmanvaihdon toimivuuden varmistaminen. Ilmanvaihto on suurin yksittäinen lämmönkuluukseen vaikuttava tekijä (kuva 4). (Julkisivujen korjausopas. 1997, 82–83.)



KUVA 4. 1970-luvun kerrostalon lämpöhäviöjakauma (Tulla 2011)

Lisälämmöneristäminen on usein järkevää tehdä julkisivujen kunnostuksen yhteydessä. Ulkopuolisen lisälämmöneristykseen on olemassa useita erilaisia järjestelmiä, joita ovat esimerkiksi rapatut lämmöneristykset, teräskaseiteilla tai teräsohutlevyillä verhotut eristykset, kivi- tai kivi- ja teräsohutlevyillä verhotut eristykset, kivi- tai kivi-

elementeillä verhotut eristykset sekä tiiliverhottu lämmöneristys. Ulkopuolinen lisälämmöneristäminen parantaa olemassa olevan rakenteen toimivuutta, ja esimerkiksi 1960- ja -70-lukujen betonielementtjulkisivujen lisälämmöneristämisestä on saatu hyviä kokemuksia. Lisälämmöneristämisen jälkeen alkuperäinen rakenne pysyy kuivana, jolloin esimerkiksi betoniterästen korroosio saadaan hallintaan ja vanhan julkisivupinnan vaurioituminen pysähtyy. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 83–84.)

Lisälämmöneristeen paksuuden valinta on usein arkkitehtuurin ja energiatalouden kompromissi. Jos ikkunoita ei vaihdeta lisälämmöneristämisen yhteydessä, ne saattavat jäädä häiritsevän syvälle seinän sisään. Täten ikkunoiden kunnostamista tai vaihtoa uusiin suositellaan harkittavaksi lisälämmöneristämisen yhteydessä. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 84.)

Lisälämmöneristämisestä saatava täysi hyöty on mahdollista saavuttaa vain siten, että erilaiset liitosdetaljit on suunniteltu ja toteutettu huolellisesti. Erityistä huomiota tulee kiinnittää ikkunoiden ja parvekkeiden detaljeihin, joiden lisäeristäminen on haasteellinen tehtävä. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 86.)

### **3.1 Lisälämmöneristämisen taloudellisuus**

Julkisivujen lisälämmöneristämisen kustannukset vaihtelevat rakennuskohtaisesti lisäeristysvaihtoehdoista ja asennustavoista riippuen. Lisälämmöneristämisen kustannukset laskevat, jos se tehdään muun julkisivuremontin yhteydessä. Julkisivujen lisälämmöneristämällä saavutettava säästö rakennuksen lämmityskustannuksissa on noin 10 %. Lisälämmöneristämisen kannattavuutta voidaan arvioida siten, että verrataan lisäeristämisestä syntyviä kustannuksia lämmitysenergiassa säästettäviin kustannuksiin. Näitä vertailemalla saadaan laskettua investointien takaisinmaksuaika. Lisälämmöneristämisen yhteydessä suositellaan tehtäväksi myös LVI-järjestelmien toimivuutta parantavia toimenpiteitä, jolloin lämmityskustannuksissa säästetään enemmän. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 87–88.)

Lisälämmöneristämisestä johtuvaa energiatalouden parantamista ei tule arvioida pelkästään investointien takaisinmaksuaikojen perusteella. Hyvin tehty energiatalouden parantaminen parantaa myös sisäilman laatua, ja myös alkuperäi-

sen seinärakenteen toimivuus paranee ja vaurioherkkyys pienenee. Näiden tekijöiden vaikutus heijastuu myös kiinteistön arvoon ja käyttöikänsä. Energian hinnan oletetaan tulevaisuudessa nousevan, joten rakennuksen lisälämmöneristystä suositellaan harkittavaksi muun julkisivuremontin yhteydessä, vaikka se ei tällä hetkellä vaikuttaisikaan järkevältä säästötoimenpiteeltä energiatalouden kannalta. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 88.)

### **3.2 Lisälämmöneristämisen periaatteet**

Rakennuksen muoto ja sijainti tulee huomioida lisälämmöneristettä valittaessa. Avoimella ja tuulisella paikalla sijaitsevalle korkealle rakennukselle suositeltavin rakenneratkaisu on tuuletettu lisäeristysrakenne. Jos kuitenkin halutaan valita rapattu lisäeristys, sen soveltuvuus sateelle alttiiseen paikkaan on varmistettava. Eri menetelmille on myös olemassa erilaiset tekniset vaatimukset, joita ovat esimerkiksi runkorakenteiden lisärasitukset ja rakenteen kuivumisen varmistaminen. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 85.)

#### **Rakenteen kuivumisen varmistaminen**

Ulkopuolinen lisälämmöneristäminen kohottaa vanhan rakenteen lämpötiloja, jolloin rakenteessa oleva kosteus pääsee kuivumaan paremmin. Lämmityskaudella rakenteiden lämpötilaerot aiheuttavat sen, että kosteus pyrkii kuivumaan ulospäin rakenteesta. Kuivumisen varmistamiseksi ulkoverhouksen on oltava vesihöyryä läpäisevä tai tuuletettu. Julkisivun vesihöyrynläpäisevyys koskee lähinnä rapattuja julkisivuja ja erilaisten kuorirakenteiden toimivuuden varmistaminen vaatii rakenteen tuuletuksen. Tuulettuvilla rakenteilla on erityisen tärkeää, että erilaiset detaljirakenteet on toteutettu kunnollisesti, jotta sadevesi ei pääse tunkeutumaan tuuletettavaan tilaan. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 86.)

### **3.3 Erilaisia lisälämmöneristysvaihtoehtoja**

Kun julkisivun uudelleenverhousta ja lisälämmöneristystä harkitaan, tulee selvittää ovatko ulkoseinän vanha ulkokuori ja lämmöneristys sellaisessa kunnossa, että uusi ulkoverhous voidaan tehdä niiden päälle. Lisäksi on syytä myös selvittää korjausratkaisun tekninen ja taloudellinen käyttöikä sekä elinkaarikustannukset. Elinkaarikustannuksiin vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa kestävyys, huollettavuus, korjattavuus ja vaihdettavuus. Rakennesuunnittelijan tulee

varmistaa sekä uuden että vanhan rakenteen kiinnitys runkoon. Yhdistetyn rakenteen täytyy olla myös paloteknisesti toimiva. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 89.)

Vanha ulkokuori suositellaan purettavaksi vain silloin, jos se on vaurioitunut niin pahoin, ettei se ole soveltuva uuden ulkokuoren alustaksi tai ulkoseinän rakennepaksuutta ei voida kasvattaa rakenteellisista tai ulkonäköön liittyvistä syistä. Jos vanhassa ulkokuoressa tai eristekerroksessa on terveydelle haitallisia aineita tai eliöitä, myös se on purettava. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 89–90.)

### **3.3.1 Eristerappausjärjestelmät**

Lämmöneristekerroksen päälle tehtävistä rappauksista käytetään nimitystä eristerappaus. Siinä laastikerrokset levitetään rappausjärjestelmään soveltuvan lämmöneristeen pintaan. Soveltuvia lämmöneristemateriaaleja ovat joko mineraalivillat tai erilaiset solumuovit. Eristerappausjärjestelmät ovat eri materiaalivalmistajien kehittämiä tuotekokonaisuuksia, joissa tuotteet ovat valittu toisiinsa yhteensopiviksi. Eristerappausten suosio on kasvanut 2000-luvulla erityisesti betonielementtitalojen julkisivukorjauksissa. (Eriste- ja levyrappaus 2011 by 57. 2011, 11.)

#### **Ohutrappaus-eristejärjestelmä**

Ohutrappaus- eristejärjestelmässä lämmöneristekerros kiinnitetään alustaansa liimalaastilla sekä tarvittaessa mekaanisin kiinnikkein. Lämmöneristeen ulkopintaan tehtävä rappauskerros koostuu muovipinnoitetusta lasikuituverkolla lujitettusta levystä, verkotuslaastista ja pinnoitteesta. Rappauskerros on suhteellisen taipuisa, sitkeä ja saumaton. Ohutrappauksen paksuus on tyypillisesti 5–10 mm. Ohutrappaus-eristejärjestelmiin tulee liikuntasauvoja vain rakennuksen rungossa olevien liikuntasauvojen kohdille. (Eriste- ja levyrappaus 2011 by 57. 2011, 13.)

#### **Paksurappaus-eristejärjestelmä**

Paksurappaus-eristejärjestelmässä rappauskerros on metallisella rappausverkolla lujitettu 20–25 mm paksu jäykkä levy, joka kiinnitetään mekaanisin kiinnikkein alusrakenteeseen lämmöneristeen läpi. Rappaus pääsee liikkumaan tasonsa suunnassa vapaasti, joten lämpö- ja kosteusliikkeet pääsevät tapahtu-



maan. Tämän vuoksi paksueristerappaukseen tarvitaan liikuntasauvoja sekä vaaka- että pystysuunnassa 12–15 metrin välein. Rappauskerrokseen tehdään myös liikuntasaumot rakennuksen rungon liikuntasauvojen kohdille. (Eriste- ja levyrappaus 2011 by 57. 2011, 17.)

Paksurappaus koostuu yleensä kolmesta eri laastikerroksesta, joita ovat pohjarappaus, täyttörappaus ja pintarappaus. Pohjarappaus on alin rappauskerros, jonka tehtävä on peittää eristekerros ja muodostaa alusta täyttörappaukselle. Täyttörappaus on keskimäinen rappauskerros, jonka avulla tasataan epätasaisuudet. Rappausverkko jätetään täyttörappauskerroksen sisään. Pintarappauskerros on paksurappauksen uloin kerros, jolla saadaan rappaukseen lopullinen ulkonäkö tai sopiva alusta pinnan jatkokäsittelylle. Pintarappauskerros on usein värillinen ja laastin kiviaineksen karkeus valitaan halutun pintatyypin mukaan. (Eriste- ja levyrappaus 2011 by 57. 2011, 18–19.)

### **3.3.2 Tuulettuvat levyverhoukset**

Tuulettuvilla levyverhouksilla tarkoitetaan teknistä ratkaisua, jossa lisäeristeen ja uuden julkisivupinnan väliin jaa tuuletusrako. Tuuletusraon tarkoituksena on poistaa seinän läpi tuleva kosteus ja estää sadeveden tunkeutuminen syvemmälle seinärakenteeseen. Tuuletusraon ansiosta vanhan seinärakenteen epätasaisuudet saadaan myös piilotettua helposti ja näin ollen saadaan aikaan uusi suora seinäpinta. Uuden pintarakenteen ja tuuletusraon ansiosta saadaan myös vanhan pintarakenteen kosteusolosuhteet parantumaan ja vauriot hidastumaan tai jopa kokonaan pysähtymään. Tuulettuvaa levyverhousta käytettäessä on otatettava huomioon, että rakennuksen alkuperäinen ulkonäkö tulee useimmiten muuttumaan. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 93–95.)

### **Metalliverhoukset**

Metalliverhoukset voidaan jakaa kahteen pääryhmään, joita ovat sileät kasetit ja paneelit sekä profiloidut levyt. Valmistusmateriaali on yleensä korroosiosuojattu ja maalaamalla pinnoitettu teräsohutlevy. Maalaamalla pinnoitetut metalliverhoukset ovat helposti puhdistettavia pinnoitetta vaurioittamatta. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 95.)

### **Rapatut levyverhoukset**

Tuulettuvat levyrappaukset tehdään siten, että rappauskerros levitetään rappausalustana toimivan levyn päälle. Levyjen taakse jätetään tuuletusrako ja levyjen tulee olla säänkestäviä ja kosteus- sekä lämpötilamuodonmuutosten tulee olla tarpeeksi vähäisiä. Levyrappauksilla voidaan saada aikaiseksi myös kaarevia muotojen levyjen taivutusominaisuuksien mahdollisuuksien mukaan. Tyypillisiä käyttökohteita levyrappauksille ovat kerrostalot ja toimistorakennukset. (Eriste- ja levyrappaus 2011 by 57. 2011, 153.)

### **3.3.3 Muuratut julkisivut**

Uuden julkisivun ulkoverhoukseksi voidaan valita myös tiilimuuraus. Rakennuksen vanha ulkokuori voidaan purkaa tai jättää paikoilleen. Lisäeristäminen on suositeltua kummassakin vaihtoehdossa ja lisäeristeen ja kuorimuurin väliin on jätettävä tuuletusväli. Tiilimuuraus kannatetaan yleensä betonikonsolilla, joka tulee vanhan sokkelin päälle. Jos kuitenkin perustamissyvyys on matala, voidaan uusi sokkeli rakentaa myös vanhan anturan päälle. Nämä asiat ovat rakennesuunnittelijan päätettävissä. (Julkisivujen korjausopas. 1997, 92.)

## 4 KERROSTALOYHTIÖN JULKISIVUKORJAUS JA ULKOSEINIEN LISÄERISTÄMINEN

Kohde käsittää kolme julkisivultaan lähes identtistä asuinkerrostaloa, jotka on rakennettu vuosina 1973 ja 1974 (kuva 5). Taloissa on neljä asuinkerrosta ja kellarikerros, joissa sijaitsevat saunatilat, tekniset tilat ja varastotilaa. Jokaisessa talossa on kaksi rappukäytävää, joissa jokaisessa on oma hissi. Asuntoja kaikissa taloissa on yhteensä 90 kpl ja niiden pinta-ala on yhteensä 5 445 m<sup>2</sup>. Rakennusten yhteenlaskettu tilavuus on noin 22 950 m<sup>3</sup>. Jokaisella asunnolla on oma parveke.

Kerrostalo-yhtiö on teettänyt pitkän tähtäimen suunnitelman vuonna 2003 ja sitä on päivitetty vuonna 2010 (liite 1). PTS:n suosituksen mukaan julkisivun ja parvekkeiden kunnosta on teetetty kuntotutkimus (liite 2) vuoden 2011 kesällä.



*KUVA 5. Kerrostalo-yhtiön julkisivu*

#### **4.1 Julkisivun tiedot**

Ulkoseinät ovat pesubetonipintaiset sandwich-elementtiseinät. Rakennuksen päädyissä on ruutuelementit ja pitkillä sivuilla nauhaelementit. Rakennuksen päädyissä on kantavat elementit, joiden sisäkuoren paksuus on 150 mm. Rakennuksen pitkillä sivuilla elementtien sisäkuoren paksuus on 80 mm. Elementin ulkokuoren paksuus on noin 52 mm ja eristepaksuus vain noin 72 mm. Sandwich-elementtien yhteenlaskettu pinta-ala kaikissa kolmessa talossa on noin 2 920 m<sup>2</sup>.

Rakennuksissa parvekkeita on yhteensä 90 kpl. Ne kaikki ovat lasitettuja. Parvekkeiden pinta-ala on kaikissa kolmessa talossa yhteensä noin 1 050 m<sup>2</sup>. Parvekkeet ovat pieliseiniin, maahan ja rakennuksen runkoon tukeutuvat elementti-parvekkeet, jotka on pintakäsitelty maalaamalla. Parvekelaatan paksuus on noin 150 mm ja reunakorotusta laatan sivuilla ja takareunalla on noin 30–50 mm. Parvekkeen pieliseinien paksuus on noin 160 mm ja niiden sokkelit ovat paikallavaletut. Parvekekaide on pesubetonipintainen teräsbetonielementti, jonka sisäpuoli on maalattu. Kaiteen käsijohde on neliöprofiiliputkea. Parvekkeen taustaseinä on sandwich-elementti, jonka harjattu pinta on maalattu. Parvekkeen ovet ovat kaksilehtiset sisään-ulos aukeavat puuovet.

Rakennuksen sokkeli on paikallavalettu ja maalattu. Sokkelin paksuus on noin 90 mm ja eristepaksuus noin 40 mm. Sokkelin pinta-ala on kaikissa kolmessa talossa yhteensä 300 m<sup>2</sup>.

Rakennuksen ikkunat ovat alkuperäiset kaksilasiset kaksipuitteiset sisäänpäin aukeavat puuikkunat, eli MS-ikkunat, jotka on pintakäsitelty maalaamalla. Ikkunoiden pinta-ala kaikissa kolmessa talossa yhteensä on noin 1 185 m<sup>2</sup>.

#### **4.2 Julkisivulle tehdyt korjaukset**

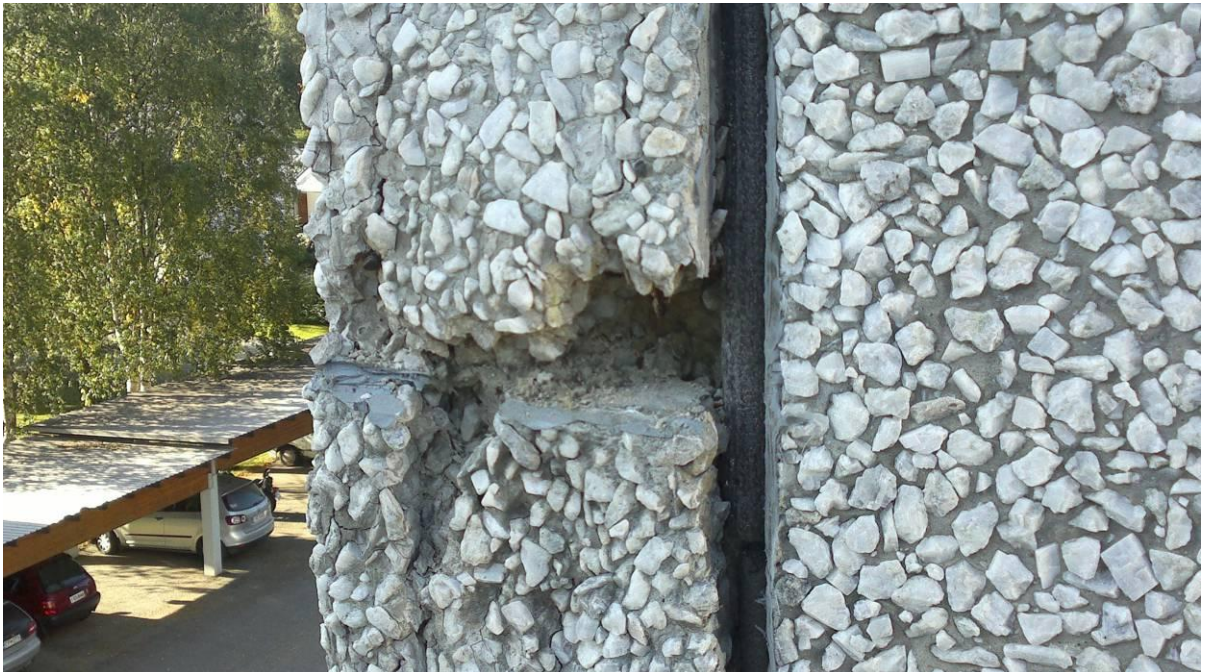
Julkisivulle tehtyjä korjauksia on tiedossa 1980-luvun lopulta alkaen, jolloin elementtien saumaukset on uusittu. Vuonna 1988 uusittiin talon E-F vesikate. Vuonna 1994 on tehty parvekeremontti, mutta laajuudesta ei ole tietoa. Silmämääräisten havaintojen perusteella kyseessä on ollut ainoastaan pintaremontti. Vuonna 1995 on uusittu talon A-B vesikate. Vuonna 1997 pohjoispuolen jul-

kisivujen ikkunoiden ulkoiset osat on uusittu. Vuonna 2006 parvekelasituksia on lisätty mitä ilmeisimmin kaikkiin parvekkeisiin, joissa lasituksia ei ole ollut. Vuonna 2008 uusittiin talon C-D vesikate.

### 4.3 Julkisivun tämän hetkinen kunto

Vuonna 2011 tehdyn kuntotutkimuksen mukaan ulkoseinien sandwich-elementtien ulkokuoren betoni on lähes jokaisessa näytteenottokohdassa välttävissä kunnossa. Elementtien pesubetonipinnoite on paikoitellen rapistunut pois, joten kosteus pääsee tunkeutumaan betoniin. Elementtien reunat ja nurkat ovat kärsineet teräskorroosiosta, joka aiheuttaa halkeilua betonissa. Päätyseinien elementit ovat silmin nähden käyristyneet. Elementtien saumaukset ovat halkeilleet ja elementtien tuuletusputket ovat liian lyhyitä tai puuttuvat jopa kokonaan. Kuntotutkimuksen mukaan julkisivuelementtien betoni ei ole pakkasenkestävää ja siinä on havaittavissa paikoitellen pakkasrapautumaa.

Syksyllä 2012 havaittiin pahoja halkeamia ja reikiä päätyelementeissä (kuva 6). Näistä halkeamista johtuen kosteus on päässyt tunkeutumaan rakenteen sisään ja muutamissa asunnoissa aina sisäpinnoille saakka. Betoni on näissä kohdissa erittäin haurasta. Halkeamiin ja reikiin tehtiin laastipaikkaukset tällä erää.



KUVA 6. Sandwich-elementin vaurio



Vuonna 2011 tehdyn kuntotutkimuksen mukaan parvekelaattojen yläpinnat ovat kohtuullisen hyvässä kunnossa. Parvekelaattojen alapinnoilla havaittiin pinnoitteen hilseilyä laatan ja pieliseinän liitoksissa, joka aiheutuu kosteusrasituksesta. Pieliseinien ylä- ja alareunoissa havaittiin paikoin rapautumaa ja maalit hilseilevät paikoin ulkopinnoista (kuva 7). Pesubetonipintaisissa parvekekaiteissa on runsaasti teräskorroosion aiheuttamia vaurioita. Parvekkeen ovet ovat hyvässä kunnossa.



*KUVA 7. Parvekkeen pieliseinän maalin hilseilyä*

Vuonna 2011 tehdyn kuntotutkimuksen mukaan sokkeleiden pinnassa havaittiin monin paikoin maalin hilseilyä ja betonin pintarapautumaa (kuva 8). Rakennuksen nurkissa sokkelissa on havaittavissa pystyhalkeamia valusaumoissa.



*KUVA 8. Sokkelin pintarapautumaa ja maalin hilseilyä*

Pohjoisen puoleisen julkisivun ikkunat, ulkopuitteet ja listat ovat kohtuullisen hyvässä kunnossa. Etelänpuolen julkisivun ikkunoiden ulkopuitteissa on havaittavissa maalin hilseilyä ja kulumista. Ikkunapeltien kaadot ovat liian loivat.

#### **4.4 Julkisivulle suositeltavat korjaukset**

Kuntotutkimuksen mukaan julkisivuelementeillä on teknistä käyttöikää jäljellä 6–7 vuotta, mutta kesällä 2012 tehtyjen reikähavaintojen perusteella luultavasti vähemmän. Mahdollisia korjausvaihtoehtoja ovat paikkauskorjaukset, peittävä korjaus tai sandwich-elementin ulkokuoren uusiminen. Paikkauskorjauksilla voidaan antaa hieman lisää aikaa rakenteille, mutta suositeltavimpia vaihtoehtoja olisi peittävä korjaus, jossa uusi ulkoverhous rakennetaan nykyisen päälle, tai jopa sandwich-elementin ulkokuoren ja lämmöneristekerrosten purkaminen ja

uuden eristyskerroksen ja ulkoverhouksen asentaminen. Investointikustannuksiltaan nämä vaihtoehdot ovat kalliimpia kuin paikkauskorjaukset, mutta rakennuksen tekninen käyttöikä kasvaa huomattavasti pidemmäksi (taulukko 1). Uusi ja paksumpi lämmöneristyskerros vähentää myös lämmitysenergian tarvetta.

*TAULUKKO 1. Ulkoseinän korjausvaihtoehtojen vertailu*

Korjausmuoto	Korjauksen laajuus	Investointikustannus	Tekninen käyttöikä
<b>Paikkauskorjaus</b>	Pieni	Pieni	Lyhyt
<b>Peittävä korjaus</b>	Melko laaja	Keskisuuri	Keskipitkä
<b>Ulkokuoren uusiminen</b>	Laaja	Suuri	Pitkä

Parvekelaattojen ja pieliseinien osalta suositellaan säilyttävää korjaustapaa, jossa laatat ja pieliseinät hiekkapuhalletaan, paikkauskorjataan ja pinnoitetaan uudelleen. Parvekekaiteet suositellaan purettaviksi korroosioaurioiden ja hauraan betonin takia. Tilalle asennetaan uudet kaiteet, joiden materiaali voidaan valita halutunlaiseksi. Nykyisin käytetyimpiä materiaaleja ovat lasi, alumiini ja betoni. Rakennuksen ilmettä saadaan myös muutettua modernimpaan suuntaan erilaisia materiaaleja yhdistelemällä (kuva 9).



*KUVA 9. Esimerkki korjatusta parvekejulkisivusta (Julkisivut esimerkikiratkaisuja. 2012)*

Sokkeli suositellaan hiekkapuhallettavaksi, paikkauskorjattavaksi ja uudelleen pinnoitettavaksi. Myös patolevyjen asennusta suositellaan kapillaarisen vedensiirtymisen estämiseksi. Salaojat on huuhdeltu vuonna 2007 ja todettu toimivik-



si. Jos sokkelin viereistä maata kaivetaan auki, ja sokkeliin asennetaan patolevyt, on suositeltavaa uusia salaojitukset samassa yhteydessä.

Ikkunat ovat osittain huonokuntoiset, joten ne suositellaan korjattaviksi tai uusittaviksi. Jos ikkunat korjataan, niihin suositellaan tehtäväksi laaja peruskorjauskorjaus, jossa kunnostetaan karmit, helat, tiivisteet, vioittuneet lasit ja liian loivat ikkunoiden pellitykset. Myös ikkunan lisäläsitusta suositellaan harkittavaksi. Jos uuteen julkisivuun asennetaan lisälämmöneristyskerros, ikkunat suositellaan uusittaviksi samalla kerralla, jotta niitä saadaan siirrettyä lähemmäs uuden seinän ulkopintaa. Näin ollen myös liian loivat ikkunoiden pellitykset saadaan korjattua ja uusien ikkunoiden myötä energiatehokkuus paranee.

Uusien ikkunoiden asennus on myös suositeltavaa, jos uusi lisälämmöneristyskerros asennetaan. Jos vanhat ikkunat jätetään paikalle ja rakennetta tiivistetään, saattaa korvausilman saamisessa ilmetä ongelmia. Uusien ikkunoiden asennuksella saadaan turvattua korvausilman saanti siten, että ikkunoissa on korvausilmaventtiilit.

#### **4.5 Julkisivun lisälämmöneristäminen**

Rakennuksen ulkoseiniin on tehty aikojen saatossa ainoastaan paikkaavia korjauksia. Rakennuksen julkisivu on heikohkossa kunnossa ja siihen on suunnitella julkisivuremontti. Lisälämmöneristäminen suositellaan tehtäväksi julkisivuremontin yhteydessä. Ulkoseinien lämmöneristekerroksen paksuus on vain noin 70 mm, joka on todella vähän. Täten on järkevää ja perusteltua suositella rakennuksien ulkoseinien osalta lisälämmöneristämistä.

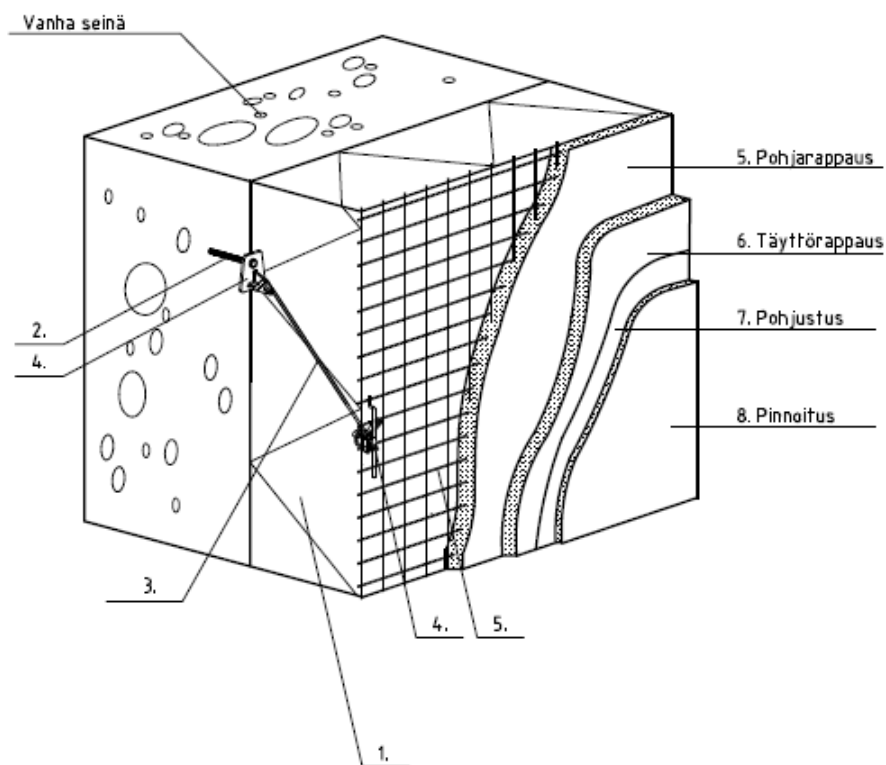
Toteutustapoja on useita: esimerkiksi eristerappaus, tuulettuva levyverhous ja tiilimuuraus tai näiden yhdistelmät. Eri pintoja yhdistelemällä saadaan vaihtuvuutta rakennuksen ulkonäköön, mutta liiallisuuksia on kuitenkin pyrittävä välttämään. Luvuissa 4.5.1–4.5.3 esitellään erilaisia lisäeristysratkaisuja ja pohditaan niiden hyviä ja huonoja puolia.

### 4.5.1 Eristerappaus

Eristerappaus (kuva 10) voidaan toteuttaa paksurappauksena tai ohutrappauksena. Rapattu julkisivu on tuulettumaton, joten sen kuivumismahdollisuuksiin täytyy kiinnittää suurta huomiota. Tuulisilla paikoilla eristerappauksen soveltuvuutta täytyy myös harkita tarkkaan. Lämmöneristekerroksen paksuus voidaan valita halutun paksuiseksi.

Rakennuksen julkisivun pinnoitemateriaali on tällä hetkellä pääosin pesubetoni. Eristerapatulla julkisivulla rakennuksen ilme saadaan pysymään lähes samanalaisena tai sitä voidaan myös muuttaa esimerkiksi värien avulla.

Oululaisen vuosina 1973–1974 rakennetun kerrostaloyhtiön tapauksessa eristerappaus on varteenotettava vaihtoehto. Julkisivukorjauksen suositeltavin tapa on poistaa sandwich-elementin vanha ulkokuori ja lämmöneriste, joten eristerappaus vanhan sisäkuoren päälle on hyvä vaihtoehto. Jos rakennuksen vanhaa ulkokuorta ei poisteta, eristerappausta tuskin voidaan käyttää, koska nykyisen sandwich-elementin ansasteräkset ovat niin huonossa kunnossa, että ne tuskin kestävät eristerappauksen tuomaa painoa. Paikan ajoittaisen tuulisuuden vuoksi tuulettumattoman eristerappauksen sopivuudesta tähän kyseiseen kohteeseen täytyy tehdä riittävät lisäselvitykset.



1. Mineraalivillalevy, esim.
  - Isover FS 5, FS 5+
  - Paroc FAS 1
  - Rockwool Facade 1
2. weber Ruuvisarja alustan mukaan
3. weber Kiinnityshaka MERK tai weber Kiinnityshaka EE
4. weber MERK Kiinnikepaketti (kuvassa), kun eristepaksuus 50-160 mm tai weber EE Kiinnikepaketti, kun eristepaksuus >160 mm
5. weber Teräsverkko
6. weber.vetonit 414 Unirender
7. weber.vetonit 414 Unirender
8. weber.vetonit SilcoMaali
9. weber.vetonit SilcoPinoite

Huomioitavaa : laastikerrosten yhteenlaskettu paksuus on 20...30 mm.

Piirustukset ovat ohjeellisia. Piirustusten soveltuvuudesta rakennuskohteeseen vastaa suunnittelija.

F31 08 01

01.02.2012

Korvaa 01.12.2010

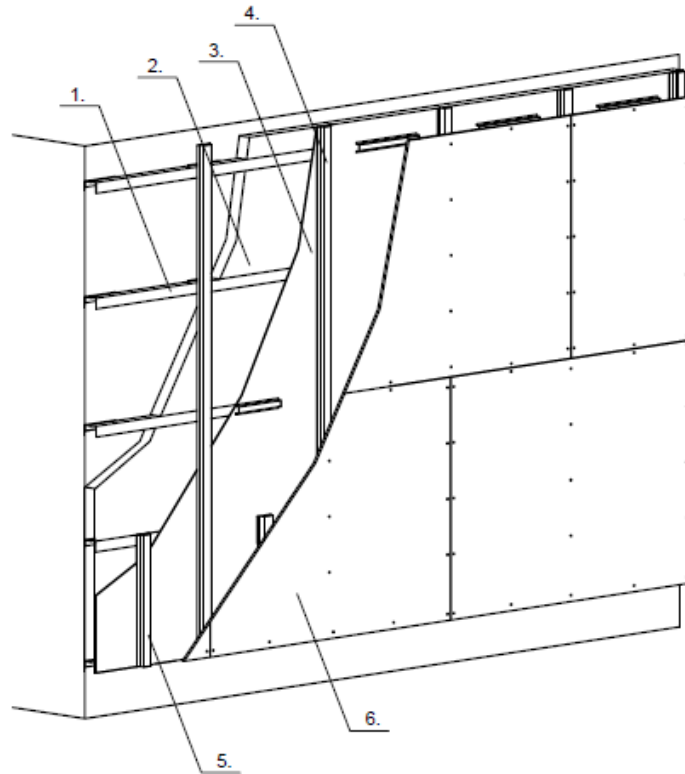
KUVA 10. Esimerkki MonoRoc-eristerappauksesta (Monoroc-eristerappaus, rakennetyypit ja –yksityiskohdat korjausrakentaminen. 2012)

#### **4.5.2 Tuulettuva levyverhous**

Tuulettuvissa levyverhouksissa (kuva 11) eristekerroksen ja julkisivupinnan väliin jää tuuletusrako. Tästä johtuen tämä vaihtoehto sopii hyvin tuulisillekin paikoille, mutta liitokset ja saumat on tehtävä huolellisesti, jotta mahdollisia vuotokohtia ei pääse syntymään.

Tuulettuva levyverhous voidaan toteuttaa useilla eri levy- ja pintamateriaaleilla. Metalliverhous on hyvä vaihtoehto, jos rakennuksen ilmettä halutaan muuttaa radikaalisti modernimmaksi. Rapattu levyverhous on hyvä vaihtoehto, jos rakennuksen ilme halutaan säilyttää lähes nykyistä vastaavana.

Oululaisen 90 asuntoa sisältävän kerrostaloyhtiön tapauksessa tuulettuva levyverhous on myös suositeltava vaihtoehto, jos rakennuksen sandwich-elementin ulkokuori puretaan. Paikan ajoittaisen tuulisuuden vuoksi tuulettuvan ulkoverhouksen valinta on myös perusteltua.



1. Säädettävä vaakaranka
2. Lämmöneriste
3. Kosteudenkestävä tuulensuojalevy esim. GTS 9 tai GHU 13
4. Pystyranka Hattuprofiili H2070/1,25
5. Ala-yläreunan tukipala
6. Bluclad-julkisivulevy 10 mm

Piirustukset ovat ohjeellisia. Piirustusten soveltuvuudesta rakennuskohteeseen vastaa suunnittelija.

F310912

28.01.2011

Korvaa 25.10.2010

KUVA 11. Esimerkki SerpoVent-Levyrappauksesta (SerpoVent Levyrappaus rakenneyksityiskohdat. 2012)

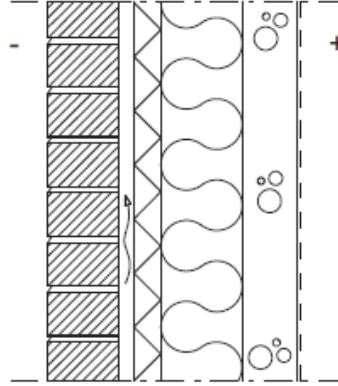
### 4.5.3 Muurattu julkisivu

Muuratun julkisivun (kuva 12) parhaana puolena on sen monikäyttöisyys. Muuraus voidaan tehdä siten, että vanhaa verhousta ei tarvitse purkaa tai se voidaan tehdä myös puretun pinnan paikalle. Muuraus voidaan tehdä tiilimuurauksena tai esimerkiksi erilaisilla kevytharkoilla. Muuraukselle voi kuitenkin joutua tekemään oman perustuksen.

Oululaisen vuosina 1973–1974 rakennetun kerrostaloyhtiön tapauksessa muurauskin on varteenotettava vaihtoehto, mutta muurauksen päälle täytyy luultavasti tehdä rappauskerros, jotta julkisivun ulkoasu ei muutu radikaalisti. Kuten jo mainittiin, rakennus sijaitsee ajoittain tuulisella paikalla, joten muuraus tuulettavana rakenteena sopii hyvin tälle paikalle.

Rakennuskohde	Teräsbetoniseinä Mineraalivillaaeriste Tiiliverhous	RT US 402
Suunnittelija		US

Mittakaava 1:10



Rakennekerrokset:	≥ 85 mm	<b>Ulkoverhous</b> rakennusluokituksen mukaan, säänkestävä tiilimuuraus ja saumat, laasti M100/500, muuraussiteet ruostumatonta terästä, vähintään 4 kpl/m <sup>2</sup>
	≥ 30 mm	<b>Tuuletusväli</b>
	≥ 50 mm	<b>Tuulensuoja</b> , mineraalivilla, $\lambda_{Design}=0,031$ W/mK
	150 mm	<b>Lämmöneriste</b> , mineraalivilla, $\lambda_{Design}=0,032$ W/mK, kiinnitys mekaanisesti alustaansa, syöpyttömiä kiinnikkeitä vähintään 4 kpl/m <sup>2</sup>
	≥ 100 mm	<b>Kantava rakenne</b> rakennesuunnitelman mukaan, teräsbetoni, pinta by 40 mukaan
		<b>Seinäpinta ja pintakäsittely</b> huoneselosteen mukaan

**Ohjeet:** Julkisivumuuraus kiinnitetään lämpö- ja kosteusliikkeet sallivilla kiinnikkeillä / muuraussiteillä. Julkisivumuurauksen liikuntasaumot ja kutistumisteräksät rakennesuunnitelman mukaan.

Julkisivutilien paksuus vähintään 130 mm yli 10 m korkeissa yhtenäisissä muurauksissa. Viiltosateelle alttiissa paikoissa ja räystäättömissä rakennuksissa suositellaan käytettäväksi vähintään 130 mm paksua tiliä.

Julkisivumuurauksen taustan tuuletus liittymädetaljen tai rakennesuunnitelmien mukaan. Tuuletusväliin tai eristetilaan joutunut vesi johdetaan ulos rakenteesta liittymädetaljen mukaisesti.

Sisäkuoren paksuus kantavana vähintään 150 mm.

Tuulensuoja- ja lämmöneristelevyt asennetaan saumat limittäin. Tuulensuojalevy saumataan tiiviisti tuotehyväksyntäpäätöksen mukaisesti.

Ks. myös taulukko 1.

Ominaisuudet:	Sisäkuoren paloluokka EI 90, kun sisäkuori ei-kantava REI 90, kun sisäkuoren paksuus 150 mm
	Lämmönläpäisykerroin $U = 0,17$ W/m <sup>2</sup> K Muuraussiteiden ja lämmöneristeen kiinnikkeiden kylmäsiltaikutukseksi on laskelmassa arvioitu 0,014 W/m <sup>2</sup> K.

KUVA 12. Esimerkki muuratusta julkisivusta (RT 82-11006. 2010, 5)

## 4.6 Julkisivun energiataloudellisuuden parantuminen

Lämmönläpäisykerroin eli U-arvo kuvaa rakenteen lämmönläpäisykykyä. Mitä pienempi U-arvo on, sitä vähemmän lämpöä siirtyy lämpimämmästä tilasta kylmempään.

Ulkoseinien osalta rakennuksen U-arvot laskettiin Dof-Lämpö-ohjelmaa käyttäen. Ohjelmistoon syötetään halutut rakenteet ja rakennepaksuudet ja se laskee näillä tiedoilla rakenteen U-arvon, lämpö- ja kosteuskäyrät ja kondensaatiomäärät. (Dof-Lämpö. 2012.)

### Ulkoseinät

Vanhan ulkoseinän rakenne oli sisältä ulos katsottuna seuraavanlainen: betoninen sisäkuori (80 mm), eristekerros (70 mm) ja betoninen ulkokuori (50 mm). Tämän rakenteen U-arvoksi muodostuu 0,566 W/m<sup>2</sup>K. Vertailuksi otetaan seuraavanlainen uusi paksurappauksena toteutettu rakenne: betoninen sisäkuori (80 mm), Paroc FAS1 -eristekerros (200 mm) ja sementtikalkkipohjainen kolmi-kerrosrappaus (25 mm). Tämän rakenteen U-arvoksi muodostuu 0,177 W/m<sup>2</sup>K.

TAULUKKO 2. Vanhan ja uuden ulkoseinärakenteen vertailu

	Runko	Eriste	Ulkokuori	U-arvo
<b>Vanha rakenne</b>	80 mm betoni	70 mm villa	50 mm betoni	0,566 W/m <sup>2</sup> K
<b>Uusi rakenne</b>	80 mm betoni	200 mm Paroc FAS1	25 mm rappaus	0,177 W/m <sup>2</sup> K

Taulukossa 2 esitettyjen laskelmien perusteella uuden julkisivurakenteen lämmöneristävyys on lähes 70 % parempi kuin vanhan julkisivurakenteen. Seinien läpi ulkoilmaan siirtyy noin 15 % kaikesta sisäilman lämmöstä, joten uudella seinärakenteella lämpöä siirtyy kaikesta sisäilman lämmöstä noin 10 % vähemmän kuin vanhalla seinärakenteella. Tämä tarkoittaa sitä, että vuositasolla saavutetaan noin 10 %:n säästö rakennuksen lämmityskustannuksissa.

Taloyhtiön lämmitysenergian normitettu kulutus vuonna 2009 oli 56,8 kWh/rm<sup>3</sup>. Uudella seinärakenteella voitaisiin päästä noin 51,18 kWh/rm<sup>3</sup> kulutukseen. Kaukolämmön keskihinta vuoden 2011 alussa on ollut 6,3 senttiä kilowattitunnilla. Korjatuilla ulkoseinillä säästetään tällä kilowattituntihinnalla noin 8 200 € vuodessa.



## **Ikkunat**

Ikkunoiden vaihto vaikuttaa myös lämmitysenergian kulutukseen. Nykyisten ikkunoiden U-arvo on oletettavasti noin 2,5–3, kun taas uusien ikkunoiden U-arvo on yleisesti noin 1. Koska ikkunoiden kautta ulkoilmaan siirtyy noin 20 % kaikesta lämmöstä, ikkunoiden vaihdolla pystytään saavuttamaan noin 10 %:n säästö lämmityskustannuksissa. Ikkunoiden vaihdolla saavutettava lämmityskustannusten säästö on samaa suuruusluokkaa kuin ulkoseinillä saavutettava lämmityskustannusten säästö eli noin 8 200 € vuodessa.

## **Parvekeovet**

Parvekkeiden ovien vaihto vaikuttaa myös lämmitysenergian kulutukseen. Ulko-ovien kautta ulkoilmaan siirtyy noin 8 % kaikesta lämmöstä. Parvekeovet ovat alkuperäisessä kunnossa. 1970-luvun tyyppilliset ulko-ovet ovat eristämättömiä ja niiden U-arvo on noin 2. Uusien ovien U-arvot ovat nykyään minimissään 1, joten uusien parvekeovien U-arvoa voidaan parantaa noin 50 %. Täten parvekeovien vaihdolla päästään noin 4 %:n säästöön vuosittaisissa lämmityskustannuksissa. Säästö on noin 3 200 € vuodessa.

## **4.7 Julkisivukorjauksen kustannusarvio**

Taloyhtiön toivomuksena oli, että lasketaan julkisivukorjaukselle suuntaa-antava kustannusarvio. Kustannusarvio laskettiin NCC-korjauskalenteriohjelmalla (NCC-korjauskalenteri. 2012), joka on tarkoitettu taloyhtiöille korjauskustannusten suuruusluokan laskemiseen. Kustannusarviossa ilmenevät hinnat ovat voimakkaasti pyöristettyjä ja vain suuntaa antavia.

Tässä kohteessa julkisivukorjauksen kokonaiskustannukseksi korjauskalenterillä laskettuna (liite 3) saatiin yhteensä noin 1,5 miljoonaa euroa. Tämä hinta sisältää julkisivun betonielementtien ulkokuoren korjauksen, parvekkeiden korjauksen, ikkunoiden vaihdon, parvekkeiden ovien vaihdon ja ulko-ovien vaihdon. Hinta huoneistoneliometriä kohden on noin 275 euroa.

Korjauskalenterissa ei ole huomioitu sokkelin korjausta, joka lisää kustannuksia 2010 vuonna tehdyn pitkäntähtäimen suunnitelman mukaan noin 6 000 euroa. Korjauskalenteri ei myöskään välttämättä huomioi korjauksessa tarvittavien ra-

kennustelineiden aiheuttamia kuluja, joten tästäkin syystä kulut saattavat nousta hieman.

#### **4.8 Julkisivukorjauksen takaisinmaksuaika**

Julkisivukorjauksen takaisinmaksuaikaa arvioidaan vertaamalla korjauskustannuksia ja lämmitysenergian kulutuksessa saatavia säästöjä. Takaisinmaksuaikaa on järkevintä arvioida rakennusosa kerrallaan, koska kokonaisurakka sisältää myös parvekekorjauksen ja muita korjauksia, jotka eivät vaikuta energiatehokkuuteen.

Ulkoseinien korjauksen ja lisälämmöneristämisen hinnaksi saadaan NCC-korjauskalenterin mukaan 500 000 € ja vuosittainen säästö kaukolämpökuluissa on 8 200 €. Ulkoseinien korjaaminen ja lisälämmöneristäminen maksaa itsensä takaisin siis 60 vuodessa.

Ikkunoiden vaihdon hinnaksi NCC-korjauskalenterin mukaan tulee 450 000 € ja vuosittainen säästö kaukolämpökuluissa on 8 200 €. Ikkunoiden uusiminen maksaa itsensä takaisin siis 55 vuodessa.

Parveke- ja ulko-ovien vaihdon hinnaksi NCC-korjauskalenterin mukaan tulee yhteensä 58 000 € ja vuosittainen säästö kaukolämpökuluissa on 3 200 €. Parvekeovien ja ulko-ovien uusiminen maksaa itsensä takaisin siis noin 18 vuodessa.

Ulkoseinien ja ikkunoiden osalta takaisinmaksuajat kuulostavat kohtuuttoman pitkiltä, mutta on syytä muistaa, että niitä korjataan myös muista syistä kuin vain säästötarkoituksessa. Myös lämmitysenergian hinta tulee nousemaan tulevaisuudessa, joten lämmityskustannuksissa tulevat säästöt ovat silloin suurempia. Parveke- ja ulko-ovien osalta takaisinmaksuaika on kohtuullinen, koska ovien tavoitteellinen käyttöikä on 30–50 vuotta.

#### **4.9 Energiakorjausavustus ja korjausavustus**

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus Ara myöntää vuosittain yhteistyössä kuntien kanssa avustuksia korjausrakentamiseen ja energiakorjausrakentamiseen. Julkisivun lisäeristäminen ja ikkunoiden vaihtaminen energiataloudellisesti

parempiin ovat energiataloutta parantavia korjaushankkeita, jolloin energia-avustusta on mahdollista saada. Energia-avustusten myöntämisohteet julkaitaan joka vuosi tammi-helmikuussa ja avustusten hakuaika päättyy huhtikuun alkupuolella. Vuonna 2012 hakuaika päättyi 11.4.2012. Avustukset myönnetään aikaisintaan kesäkuussa. (Korjaus-, energia- ja terveyshaitta-avustukset. 2012.)

Avustuksia on mahdollista saada ulkoseinien lisäeristämisen osalta 15 €/seinä-m<sup>2</sup>, mutta kuitenkin enintään 15 % kokonaiskustannuksista. Avustusten saamiseksi ulkoseiniä tulee lisäeristää vähintään 100 mm:n paksuisella mineraalivillalla tai vastaavan eristystason omaavalla muulla eristemateriaalilla. Ikkunoiden osalta avustuksia on mahdollista saada 20 €/ikkuna-m<sup>2</sup>, mutta kuitenkin enintään 15 % kokonaiskustannuksista. Avustusten saamiseksi ikkunat täytyy uusia U-arvoltaan enintään 1 W/m<sup>2</sup>K ikkunoiksi. Ikkunoiden ja ulkoseinien energiakorjausavustusten saamiseksi täytyy myös suorittaa ilmanvaihdon perussäätö, lämmitysjärjestelmän perussäätö ja tarvittaessa patteri- ja linjasäätöventtiilien perussäätö. (Energia-avustushakemus. 2012.)

Tässä kohteessa ulkoseinien pinta-ala on noin 2 920 m<sup>2</sup> ja ikkunoiden pinta-ala on noin 1 185 m<sup>2</sup>. Vuoden 2012 myöntämisperusteiden mukaan energia-avustuksia voi saada ulkoseinien osalta noin 45 000 € ja ikkunoiden osalta noin 25 000 €.

## 5 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää eräälle kerrostaloyhtiölle erilaisia mahdollisia korjaustapoja julkisivukorjauksiin ja esittää yhtä tapaa toteutettavaksi. Lähtökohtana näille selvityksille toimivat vuonna 2010 tehty pitkäntähtäimen suunnitelma ja vuonna 2011 tehty julkisivujen kuntotutkimus.

Julkisivujen tämänhetkisen kunnon perusteella suositeltavin vaihtoehto on purkaa vanhan betonisandwich-elementin ulkokuori ja sen alla oleva eristekerros kokonaan pois. Tämän jälkeen betonisandwich-elementin sisäkuoren päälle tehdään uusi paksumpi lämmöneristekerros ja siihen päälle esimerkiksi tuulettuva rapattu levyverhous tai tuulettumaton eristerappaus. Rappauspinnalla saadaan rakennuksen ulkonäkö pysymään lähes nykyistä vastaavana.

Betonielementtiparvekkeet suositellaan hiekkapuhallettavaksi ja paikkauskorjattavaksi. Elementtien saumat tulee myös uusida. Parvekkeen betonielementtikaide puretaan ja tilalle asennetaan uusi kaide, jonka materiaaleina voivat toimia esimerkiksi teräs, lasi, alumiini tai betoni.

Ikkunat ja parvekeovet suositellaan myös vaihdettaviksi julkisivukorjauksen yhteydessä, koska ne saattavat jäädä häiritsevän sisälle uuteen rakenteeseen. Myös ikkunoiden liian loivat pellitykset saadaan samalla uusittua. Uusien ikkunoiden ja ovien avulla saadaan myös rakennuksen lämmitysenergian kulutusta pienemmäksi.

Sokkeli suositellaan paikkauskorjattavaksi. Myös patolevyn asennusta ja salaojien korjausta suositellaan, jos sokkelin viereistä maata kaivetaan auki.

Näillä julkisivukorjauksilla rakennusten julkisivu saadaan korjattua nykyaikaiseen kuntoon ja julkisivun teknistä käyttöikää saadaan jatkettua vähintään 20 vuotta. Myös rakennuksen lämmitysenergiankulutusta saadaan vähennettyä energiataloutta parantavilla korjauksilla jopa 20 prosenttia. Suuntaa antava hinta-arvio näille korjauksille on noin 1,5 miljoonaa euroa. Korjausavustuksia näihin korjauksiin on mahdollista saada noin 80 000 euroa.

## LÄHTEET

Betonijulkisivun kuntotutkimus 2002 by 42. 2002. Suomen Betoniyhdistys r.y. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Betonitekniikan oppikirja 2004 by 201. 2005. Suomen Betoniyhdistys r.y. Jyväskylä: Suomen Betonitieto Oy.

Dof-Lämpö. 2012. D.O.F. tech Oy. Saatavissa: <http://www.dof.fi/www/index.php?lang=fin&page=proglampo>. Hakupäivä 22.11.2012.

Energia-avustushakemus. 2012. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. Saatavissa: <http://www.ara.fi/download.asp?contentid=25335&lan=fi>. Hakupäivä 27.11.2012.

Eriste- ja levyrappaus 2011 by 57. 2011. Suomen Betoniyhdistys r.y. Helsinki: BY-Kustannus Oy.

Julkisivujen korjausopas. 1997. Julkisivuyhdistys r.y. Hyvinkää: Suomen Media-Kamari Oy.

Julkisivut esimerkkiratkaisuja. 2012. Lumon Oy. Saatavissa: <http://www.lumon.fi/sisalto-suunnittelu-parvekejulkisivutoteutetut/korjausrakentaminen-kohde-9-esimerkkiratkaisuja-parvekejulkisivut-suunnittelu-lumon>. Hakupäivä 15.10.2012.

Korjaus-, energia- ja terveyshaitta-avustukset . 2012. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. Saatavissa: <http://www.ara.fi/default.asp?node=1089&lan=fi>. Hakupäivä 22.11.2012.

Miljoonas valtion tuella tuotettu asunto rakenteille. 2012. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. Saatavissa: <http://www.ara.fi/default.asp?contentid=15288&lan=fi>. Hakupäivä 26.11.2012

Monoroc-eristerappaus, rakennetyypit ja –yksityiskohdat korjausrakentaminen. 2012. Saint-Gobain Weber Oy Ab. Saatavissa: <http://www.e-weber.fi/rapatut-julkisivut/asiantunteva-suunnittelu/rakennetyypit-ja-detaljit/monoroc-eristerappaus-rakenneyksityiskohdat-korjausrakentaminen.html>. Hakupäivä 20.11.2012.

NCC-korjauskalenteri. 2012. NCC. Saatavissa: [http://www.ncc.fi/rakentamispalvelut/korjauspalvelut/taloyhtioiden\\_korjauskalenteri/fi\\_FI/taloyhtioiden\\_korjauskalenteri](http://www.ncc.fi/rakentamispalvelut/korjauspalvelut/taloyhtioiden_korjauskalenteri/fi_FI/taloyhtioiden_korjauskalenteri). Hakupäivä 22.11.2012.

Neuvonen, Petri 2006. Kerrostalot 1880–2000. Tampere: Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustekniikan keskus –säätiö ja Rakennustieto Oy.

Parvekekorjaukset. 2011. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.korjaustieto.fi/taloyhtiot/korjaushankkeet/julkisivut-ja-parvekkeet/parvekekorjaukset.html>. Hakupäivä 18.9.2012.

RT 41–10726. 2000. Puuikkunat. Rakennustieto Oy.

RT 82–10766. 2002. Betoniset julkisivurakenteet. Rakennustieto Oy.

RT 82–11006. 2010. Ulkoseinärakenteita. Rakennustieto Oy.

SerpoVent Levyrappaus rakenneyksityiskohdat. 2012. Saint-Gobain Weber Oy Ab. Saatavissa: <http://www.e-weber.fi/rapatut-julkisivut/asiantunteva-suunnittelu/rakennetyypit-ja-detaljit/serpovent-levyrappaus-rakenneyksityiskohdat.html>. Hakupäivä 23.11.2012.

Tulla, Kauko 2011. T522506 Korjausrakentamisen perusteet 6 op. Opintojakson oppimateriaali keväällä 2011. Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.

Talotutkimus **Kairitek Oy**

As Oy  
kuja 1, Oulu  
Kunnossapitosuunnitelman päivitys vuosille 2011 - 2020



Talotutkimus **Kairitek Oy**

29.11.2010

Talotutkimus **Kairitek Oy**

**Asunto Oy**  
päivitys

**kuja 1, Oulu, kunnossapitosuunnitelman**

SISÄLLYSLUETTELO

1. Lähtötiedot.....	2
2. Yleistä .....	3
2.1 Kunnossapitosuunnitelman laadinta .....	3
2.2 Tehdyt korjaukset .....	3
3. Rakennustekniikka.....	4
3.1 Piha-alue ja sade/sulamisvesien ohjaus.....	4
3.2 Kellarin seinät ja sokkeli.....	4
3.3 Alapohja.....	5
3.4 Ulkoseinät.....	5
3.5 Parvekkeet.....	6
3.6 Ikkunat.....	6
3.7 Ovet .....	7
3.8 Vesikatto ja yläohjarakenteet.....	7
3.9 Yhteiset tilat.....	7
3.10 Huoneistot.....	9
4. Pintakosteuden mittaukset.....	9
5. LVIS-järjestelmät .....	9
5.1 Lämmitysjärjestelmä.....	9
5.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät.....	10
5.3 Uima-allastila ja -laitteet.....	11
5.4 Ilmanvaihtojärjestelmät.....	11
5.5 Sähköjärjestelmät.....	11
6. Kulutustiedot .....	11
7. Autokatosrakennus .....	12
8. PTS-ehdotus ja kustannusarvio.....	12
Kustannusarvio.....	13 ja 14

<i>Osoite</i>	<i>Puhelin</i>	<i>Telekopio</i>	<i>email</i>
Kauppurienkatu 31 B 90100 OULU	040 5220 442	08 - 81 50 440	kari.pakkila@kairitek.com www.kairitek.com



2

kuja 1, Oulu

Tarkastusselostus 29.11.2010

**Asunto Oy  
päivitys****kuja 1, Oulu, kunnossapitosuunnitelman****1. Lähtötiedot**

Tilaaja	Asunto Oy Isännöitsijätoimisto Reim Oulu Oy, Isännöitsijä Pekka Nikula Hallituskatu 29 A, 90100 Oulu
Kiinteistö	Kerrostalot      kuja 1, 90230 Oulu  Asunto-osakeyhtiöön kuuluu kolme asuinkerrostaloa Talo A-B, Talo C-D ja Talo E-F.  Rakennuksissa on neljä asuinkerrosta ja kellarikerros, jossa on saunatilat, tekniset tilat ja varastotilaa. Talon 1 A-B kellarissa on uima-allas. Jokaisessa talossa on kaksi hissiä.
Laajuustiedot	Huoneistoja on yhteensä 90 kappaletta. Huoneistojen pinta-ala on yhteensä 5445 m <sup>2</sup> . Rakennusten tilavuus on 3 x 7650 m <sup>3</sup> = 22 950 m <sup>3</sup>  Rakennukset sijaitsevat omalla 12 178 m <sup>2</sup> tontilla.
Rakennusajankohta	v. 1973 - 1974
Katselmuksen ajankohta	marraskuu 2010
Käytetyt asiakirjat	Isännöitsijätodistus Asunto Oy      kuntoarvio ja tekninen PTS, v. 2003, Talotutkimus Kairitek Oy, 18 s. + liitteet 31 s. + valokuvat 5 s.
Tarkastusmenettely	Rakennuksissa on tehty katselmuksat ja pintakosteuden mittauksia Doser ESKO-mittalaitteella. Laitte määrittää keskiarvokosteuden kiviperaisissa materiaaleissa (mittari asennolla B) 2 – 3 cm:n ja puuperäisissä materiaaleissa (mittari asennolla A) noin 5 cm:n syvyyteen. Isännöitsijää ja kiinteistöhuoltajaa on haastateltu.
Tarkastuksen tekijät	Kari Päckilä ja Eeva-Liisa Hekkala LVI-järjestelmien tarkastuksen teki LVI-tekniikko Jouko Taskinen.

## 2. Yleistä

### 2.1 Kunnossapitosuunnitelma laadinta

Tämä kunnossapitosuunnitelma vuosille 2011 – 2020 on vuonna 2003 tehdyn teknisen PTS:n päivitys.

Vuoden 2003 raportissa on esitetty perustiedot rakenteista ja järjestelmistä sekä tuolloin arvioidut korjaustarpeet vuosille 2004 – 2016. Liitteenä on mm. pohjapiirustuksia ja muita alkuperäisiä suunnitelmia.

Päivitystä varten on selvitetty vuoden 2003 jälkeen tehdyt korjaukset isännöitsijää ja kiinteistöhuoltohenkilökuntaa haastatteleamalla.

Raporttiin on kirjattu havainnot rakennustekniikan ja LVIS-tekniikan osalta, pintakosteusmittausten tuloksia, kulutustiedot kolmelta edelliseltä vuodelta ja PTS-ehdotus.

PTS-ehdotus seuraavalle kymmenvuotiskaudelle ja kustannusarvio ovat raportin lopussa olevassa taulukossa. Taulukossa kymmenvuotiskausi on jaettu kolmeen jaksoon korjausten kiireellisyyden ja suositeltavan korjausajankohdan mukaan. Heti tehtävät lisätökimukset ja korjaukset ovat taulukon alussa.

### 2.2 Tehdyt korjaukset

Rakennukset ovat noin 36 – 37 vuotta vanhoja.

Suurimmat korjaukset ovat olleet lämmönjakokeskuksen, patteriventtiilien ja säätöventtiilien uusiminen vuonna 2003 ja 2004 sekä talon C-D vesikatteen uusiminen vuonna 2008. Talon E-F vesikate uusitaan keväällä 2011.

#### Rakennustekniikka

Elementtien saumat on uusittu 1980-luvun lopulla.

Parvekkeet on remontoitu vuonna 1994.

Parvekelasituksia on lisätty vuonna 2006.

Joen puoleisten ikkunoiden ulkopuoliset osat on kunnostettu vuonna 1997.

Lukotukset on uusittu.

Talon A-B vesikate on uusittu vuonna 1995.

Talon C-D vesikate on uusittu vuonna 2008.

Talon E-F vesikate on uusittu vuonna 1988.

Porraskäytävät on maalattu vuonna 2000.

Pääsisäänkäyntien ulkotasojen pinnoite on uusittu vuoden 2003 jälkeen.

Autokatosten palkit on maalattu vuonna 2001.

#### LVIS-järjestelmät

Kylmävesiputket on uusittu pintaan asennetuiksi 1980-luvun puolivälissä.

Lämmönvaihtimet on uusittu vuonna 2003.

Patteritermostaatit ja linjasäätöventtiilit on uusittu ja lämmitysjärjestelmä tasapainotettu vuonna 2004.

### 3. Rakennustekniikka

Tehdyt korjaukset ja seuraavalle kymmenvuotiskaudelle esitetyt korjaustarpeet on kirjattu seuraavassa rakennusosittain.

#### 3.1 Piha-alue ja sade/sulamisvesien ohjaus

Asfaltissa on halkeilua ja painumia. Takapihan puolella osa kulkuteistä on pinnoittamatta. Talon E-F F-päädyn pihalla sadevesikaivo on maanpintaa ylempänä.

##### Korjaustarve

- Syöksytorvien alta vesien ohjaus hallitusti kauemmas rakennuksesta.
- Piha-alueen kunnostusta ja asfaltoinnin korjausta/uusimista suunnittelukauden lopulla.
- Kahdella jätehuoltoalueella tyhjennettäville jäteastioiden aitausten rakentaminen.



Jätteiden keräysalue



Salaojakaivo ja tuliputket

#### 3.2 Kellarin seinät ja sokkeli

Kellarikerroksen seinien yläosa muodostaa näkyvän perusmuurin. Pinnassa on rapautumaa ja maalin hilseilyä, joita on todettu jo vuonna 2003. Rakennekuvissa ei ole esitetty betonimuurin ulkopuolista kosteuseristystä. Patolevyjen asentaminen kellarin seinien maata vasten olevaan osaan on suositeltavaa. Ilman toimivaa kosteuseristystä maakesteus imeytyy betoniin ja pinnoitteen huoltoon ja korjauksiin on varauduttava.

Salaojat on huuhdeltu noin viisi vuotta sitten. Ongelmia ei ole ollut. F-päädyn nurkalla salaojakaivossa vesi oli noin 1,2 m maanpintaa alempana. Salaojat uusitaan, jos perustuksen vedeneristäminen katsotaan tarpeelliseksi.



Näkyvä sokkeliosa



Sokkeliosan vaurioita

**Korjaustarve**

- Näkyvän sokkelin osan paikkauskorjausta, pinnan huolellinen puhdistus ja maalaus epäorgaanisella maalilla.

**3.3 Alapohja**

Kellarin maanvarainen lattia on suunnitelmin mukaan lämpöeristetty.

**3.4 Ulkoseinät**

Sandwich-betonielementti-ulkoseinissä on lohkeamia ja pinnassa olevia ruostuneita betoniteräksiä. Paikoin elementin kivipinnoite on rapautunut ja ikkunoiden väleissä olevat pellitykset ja räystääpellitykset ovat värjänneet pintoja. Sadevettä on päässyt elementtien sisään mm. D-päädystä. Aikaisemmin on todettu vesijalkia myös ulkoseinien sisäpuolella ikkunoiden alapuolella.

Elementtien saumat on uusittu 1980-luvun lopulla. Saumoissa on alkavaa halkeilua.

Ulkoseinät on korjattava. Korjauksen suunnittelua varten on tehtävä kuntotutkimus heti.



Sandwich-betonielementtien ruostuneita teräksiä.



Kivirouhe on irronnut.



Betonipinnan rapautumista.



Betonielementin lohkeama.

**Lisätutkimustarve**

- Ulkoseinien betonielementtien kuntotutkimus.

**Korjaustarve**

- Sandwich-betonielementtien korjaus ja saumausten uusiminen kuntotutkimusten ja suunnitelmien mukaisesti. Ikkunoiden väleissä olevien pellitettyjen osien verhouksen ja lämmöneristeen uusiminen.



### 3.5 Parvekkeet

Parvekkeiden etulevy-elementeissä on lohkeamia ja ruostuneita betoniteräksiä. Teräskateissa on ruostetta. Parvekkeet on remontoitu vuonna 1994.

Parvekelasituksia on lisätty vuonna 2006. Kaikki parvekkeet on lasitettu.

Parvekkeet on korjattava. Korjauksen suunnittelua varten on tehtävä kuntotutkimus heti.



Parvekkeiden vaurioita.



Betonin lohkeama.



#### Lisätutkimustarve

- Parvekkeiden kuntotutkimus.

#### Korjaustarve

- Parvekkeiden korjaus kuntotutkimusten ja suunnitelman mukaisesti.
- Katosten rakentaminen kellarin sisäänkäyntien kohdalle.

### 3.6 Ikkunat

Joen puoleisten ikkunoiden ulkopuoliset osat on kunnostettu vuonna 1997.

Vuonna 2003 tarkastetuista 18 asunnosta neljässä todettiin vesijälkiä sisäpuolella makuuhuoneen ikkunan alapuolella. Ikkunan karmin ja seinän väli oli hatara. Nyt vesivuotoja ei kiinteistöhuollon mukaan ole ollut.

#### Korjaustarve

- Porraskäytävän kattoikkunoiden alla olevien muovilevyjen kiinnityksen parantaminen.
- Takapihan puoleisten ikkunoiden ja rungon välin tiiveyden parantaminen ja ikkunoiden uusintamaalaus tai ikkunoiden uusiminen kolmilasiksi.
- Etupihan puoleisten ikkunoiden kunnostus.

### 3.7 Ulko-ovet, parveke-ovet ja huoneistojen ovet

#### Korjaustarve

- Pääsisäänkäyntien ovien ja viereisten ulkoseiniä uusintamaalaus.
- Paneloitujen ulko-ovien kunnostus ja uusintamaalaus.
- Parvekeovien kunnostus tai uusiminen.

### 3.8 Vesikatto ja yläpohja

Talon A-B vesikate on uusittu vuonna 1995.

Talon C-D vesikate on uusittu vuonna 2008.

Talon E-F vesikate on viimeksi uusittu vuonna 1988. Kate uusitaan keväällä 2011.

Talon A-B kumibitumikate on noin 15 vuotta vanha. Siinä on joitakin pöimuja.

Teräsosissa on ruostetta. Katteen kuntoa on seurattava.



Talon A-B vesikatto



Katteessa on pöimuja.



Läpivientejä on paljon.



#### Korjaustarve

- Talon A-B vesikatteen uusiminen kauden loppupuolella.

### 3.9 Yhteiset tilat

Pääosin yhteisten tilojen pinnoitteet ovat alkuperäisiä. Kellarin tiloissa on maalauskorjaustarvetta ja alkuperäisten lattiapinnoitteiden uusimistarvetta.

*Porraskäytävät* on maalattu vuonna 2000.

*Talon E-F saunan* panelointi ja lauteet sekä pesuhuoneen katon panelointi on uusittu vuoden 2003 jälkeen. Muuten saunaosastojen pinnoitteet ja vesieristykset lienevät alkuperäisiä.

Pintakosteusmittauksen mukaan talon A-B uima-allasosaston molemmissa pesuhuoneissa suihkunurkkauksissa todettiin kohonneita pintakosteuden arvoja. Talojen C-D ja E-F suihkuseinän ja lattian pintakosteudet olivat osittain koholla.



Talosauna



Pesuhuone



Uima-allasosasto on talossa A-B.

Talon A-B kellarissa olevan kylmähuoneen katossa molemmissa päädyissä on mustaa mikrobikasvustoa ja ilmeisesti kondensoituvan kosteuden aiheuttamia jälkiä. Kosteusvaurioiden syy on selvitettävä ja poistettava. Myös talon E-F kylmiön katossa on mikrobikasvustoa vastaavissa kohdissa.



Talon A-B kylmähuoneen vaurio



Kattolevyn pintakosteus on koholla.

Kellaritiloissa lastulevyrakenteiset vaurioituneet putkikotelot uusitaan tilojen korjausten yhteydessä.

#### Korjaustarve

- Talojen A-B ja E-F kylmiön levykaton vaurioituneiden levyjen poistaminen ja katon vaurioiden syyn korjaus.
- A-portaan sisääntuloaulan vinyylilaattojen uusiminen.
- Kellarikerrosten porrashuoneiden lattiapinnoitteiden uusiminen.

- Kylmiöiden lattian pinnoitteen uusiminen.
- Pyörävarastojen ja kellarin käytävien uusintamaalaus.
- Talosaunaosastojen perusteellinen korjaaminen. Kastuneiden kivirakenteiden kuivatus ja desinfiointi. Talon A-B uima-allashuoneen saunaosastojen korjaus on kiiirellisin.
- Uima-allashuoneen korjaus on ajankohtainen.
- Pesutupien ja niihin liittyvien tilojen kunnostus.

### 3.10 Huoneistot

Pesutilojen uusimisen yhteydessä lattioihin ja seiniin asennetaan nykyaikaiset vesieristykset.

Astianpesukoneiden alle muovisten suojakaukaloiden asentaminen on suositeltavaa. Kylmälaitteiden alusta ja tausta on syytä muuroida vuosittain.

## 4. Pintakosteuden mittaukset

Pintakosteudet mitattiin talosaunaosastoissa. Kohonneita pintakosteuden arvoja todettiin suihkunurkkauksissa.

*Taulukko 1. Yhteisten tilojen pintakosteusmittausten tulokset.*

Rakenne	Keskiarvokosteus	Huomautus
<b>Talon A-B talosaunaosasto ja uima-allas</b>		
Etupihan puoleisen saunan lattia	2,5 p-% (B3)	Kuiva
Pesuhuoneen lattia	4 – 8 p-% (B3)	Kohonnut
Suihkunukan saunan vastaisen seinän 4 alinta riviä	19 – 20 p-% (B2)	Mäikä
Suihkuseinän alin laattarivi	12 p-% (B2)	Mäikä
<b>Joen puoleisen saunan lattia</b>	3 – 4 p-% (B3)	Kuiva
Pesuhuoneen lattia	3 – 5 p-% (B3)	Kuiva
Suihkunukan saunan vastaisen seinän alaosa	7 – 20 p-% (B2)	Mäikä
Suihkuseinän alareuna	5 – 6 p-% (B)	Kohonnut
<b>Talon C-D talosaunaosasto</b>		
Saunan lattia	3,4 – 4,0 p-% (B3)	Kuiva
Pesuhuoneen lattia	1,9 – 3,5 p-% (B3)	Kuiva
Suihkuseinän alareuna	3,9 – 5,8 p-% (B2)	Koholla
<b>Talon E-F talosaunaosasto</b>		
Saunan lattia	4,7 – 5,1 p-% (B3)	Kuiva
Pesuhuoneen lattia	4,5 – 6,0 p-% (B3)	Hieman koholla
Suihkuseinän alareuna	3,2 – 5,1 p-% (B2)	Koholla

## 5. LVIS-järjestelmät

### 5.1 Lämmitysjärjestelmä

Lämmönjakokeskus Cetetherm on uusittu vuonna 2003. Tehot ovat 485 kW ja 415 kW. Varoventtiileistä vesi tippuu lattialle. Järjestelmää ohjaa Ouman EH203-säätölaite.



Patteritermostaatit ja linjasäätöventtiilit on uusittu ja lämmitysjärjestelmä tasapainotettu vuonna 2004.

Kellaritiloissa lattiaan asennetut pian 40 vuotta vanhat putket on syytä uusiapintaan asennetuiksi.

#### Korjaustarve

- Kellarissa lattialaatan alla olevien lämmitysputkistojen uusiminen pintaan asennetuiksi.
- Kellarissa lattialämmitysten uusiminen tilojen korjauksen yhteydessä.
- Talojen välissä olevien lämpökanaalien ja putkistojen uusiminen vesijohtojen uusimisen yhteydessä.

#### 5.2 Vesi- ja viemärilaitteet

Osa käyttövesiputkista on pian 40 vuotta vanhoja. Niiden uusiminen pintaan asennetuiksi on ajankohtaista.



Osa käyttövesiputkista on alkuperäisiä



Perusvesikaivo



Viemärit ovat muoviputkea

#### Korjaustarve

- Lämminvesijohtojen kuntotutkimus on tehtävä pikaisesti.
- Käyttövesiputkien uusiminen kuntotutkimuksen tulosten mukaisesti, jossa yhteydessä uusitaan myös vesijohtokalusteet. Uusimiseen on varauduttava tällä suunnittelukaudella.
- Perusvesipumppujen uusiminen taloihin 1 ja 2. Pumppaamot tulisi varustaa veden pinnan ylärajan hälytyksellä.

### 5.3 Uima-allastila ja -laitteet

Uima-allastilassa ja sen yhteydessä olevissa pesutiloissa on paljon käyttäjiä.

#### Lisätutkimustarve

- Allastilan rakenteiden kunto ja korjausten kiireellisyys on tutkittava erikseen.

#### Korjaustarve

- Uima-allasveden puhdistussäätölaitteiston uusiminen.

### 5.4 Ilmanvaihto

Ilmanvaihtohormit on puhdistettu noin 10 vuotta sitten. Hallittuja korvausilma-aukkoja ei ole. Korvausilma tulee vuotoilmana mm. ikkunarakojen kautta. Jos ikkunat uusitaan, ne valitaan tuloilmaikkunoiksi.

#### Korjaustarve

- Huoneistojen ilmanvaihtoveinttilien puhdistus.
- Ilmanvaihtohormien puhdistus ja ilmanvaihdon säätö.
- Uima-allashuoneen ilmanvaihdon tehostaminen.

### 5.5 Sähköjärjestelmät

Keskuksien yhteydessä tulee olla tarvittavat käyttöjärjestelmät. Sähköjärjestelmät tulisi saattaa ajan tasalle tehtyjen muutosten osalta. Keskuksien merkinnät tulisi tarkistaa, kunnostaa ja tehdä tarvittavat lisäykset.

Saunaosastojen uusimisen yhteydessä sähköasennuksia uusitaan.

#### Korjaustarve

- Keskuksista puuttuvien kosketussuojien asentaminen.
- Antennijärjestelmän uusiminen.

## 6. Kulutustiedot

Kiinteistön toteutuneiden lämpöenergian, sähköenergian ja veden kulutustiedot vuosilta 2007 – 2009 ovat seuraavissa taulukoissa.

Taulukko 2. Lämpöenergian kulutus vuosina 2007 – 2009.

	Vuosi 2007	Vuosi 2008	Vuosi 2009
Normitettu kulutus, kWh/m <sup>2</sup> a	57,6	60,3	56,8

Lämpöenergian kulutus on ollut ikäluokkaansa verrattuna tavanomaista alhaisempaa.

Taulukko 3. Kiinteistönsähkön kulutus vuosina 2007 - 2009.

	Vuosi 2007	Vuosi 2008	Vuosi 2009
Kiinteistönsähkön kulutus, kWh	89594	84658	85240
Kulutus, kWh/m <sup>2</sup> a	3,89	3,69	3,71

**Kiinteistösähkön kulutus** on ollut keskimääräistä alhaisempaa.

*Taulukko 4. Vedenkulutus vuosina 2007 – 2009.*

	Vuosi 2007	Vuosi 2008	Vuosi 2009
Vedenkulutus, vesi- m <sup>3</sup> /a	6605	6040	5982
Kulutus, l/hlö/vrk	143	128	129

Vedenkulutus on ollut keskimääräistä hieman alhaisempaa.

#### 7. Autokatosrakennus

Autokatosten palkit on maalattu vuonna 2001.

##### Korjaustarve

- Teräspilarien huoltomaalaus.

#### 8. PTS-ehdotus ja kustannusarvio

Kiinteistön PTS-ehdotus ja kustannusarvio on esitetty seuraavilla sivuilla olevassa taulukossa. Korjaustoimenpiteet on esitetty tehtäväksi vuosina 2011 - 2020.

Suunnittelujaksolle tulee rakennuksen iän ja havaintojen perusteella monia suuria korjauksia, kuten ulkoseinäelementtien ja parvekkeiden korjaus sekä käyttövesiputkien uusiminen.

Eo. korjausten tarve ja laajuus sekä korjauksen ajankohta tarkentuu heti tehtäväksi esitettyjen kuntotutkimusten perusteella. Lopulliset kustannukset määräytyvät suunnitelmien pohjalta tehtyjen tarjousten perusteella. PTS-ehdotuksessa on esitetty kustannukset ja toimenpiteiden kiireellisyysjärjestys.

**Kokonaiskustannusarvio** on noin 2,0 milj. euroa eli 371 euroa/ht-m<sup>2</sup>, sis. alv.

Ensimmäiseen jaksoon vuosille 2011 – 2013 on esitetty mm. käyttövesiputkien uusiminen ja talon A-B saunaosaston uusiminen.

Vuosille 2014 – 2016 on esitetty mm. ulkoseinien ja parvekkeiden korjaus

Suunnittelukauden lopulle on esitetty mm. talon A-B vesikatteen uusiminen, talojen C-D ja E-F saunaosastojen uusiminen sekä sisäpintojen korjausta.

Talotutkimus Kairitek Oy

Oulussa 29.11.2010

*Kari Pääkkilä*

Dipl.ins. Kari Pääkkilä

5

TEKNINEN PTS								
Kiinteistön nimi	Asunto Oy						Laatija	Kairitek Oy
Osoite	suja 1, Oulu						Päiväys	29.11.2010
Rakennusten lukumäärä	3							
Kerrosten lukumäärä	4+k		Suunnittelukausi, v	10				
Huoneistojen huoneistoala	5445		Suunnitelman aloitusvuosi	2011	Korjausvastike suunnittelu-			
Huoneistojen lukumäärä, kpl	90		Suunnittelujakso, v	10	kaudella			
Rakennustilavuus, m <sup>3</sup>	22950		Kustannustaso		3,1 euroa/huoneistom <sup>2</sup> ,kk			
Rakennusvuosi	1973 - 1974							
		MÄÄRÄ	KUST	Ajoitus	2011	2014	2017	YHT
	yks		euro/yks	v	-2013	-2016	-2020	
<b>TOIMENPIDEOHJELMA</b>								
<b>Heti tehtävät tutkimukset</b>								
Sandwich-elementtien kuntotutkimus ja suunnittelu	erä	3	5000	2011	15000	0	0	15000
Parvekkeiden kuntotutkimus ja suunnittelu	erä	3	3000	2011	9000	0	0	9000
Käyttövesiputkien kuntotutkimus	erä	1	2000	2011	2000	0	0	2000
Uima-allashuoneen rakenteiden kuntotutkimus	erä	1	5000	2011	5000	0	0	5000
<b>Heti tehtävät korjaukset</b>								
F-päädyn pihalla olevan sadevesikaivon ritilöosan								
asentaminen oikeaan korkoon	erä	1	500	2011	500	0	0	500
Porrashuoneiden kattoikkunoiden alla olevien								
muovilevyjen kiinnityksen korjaus	erä	1	500	2011	500	0	0	500
Talojen A-B ja E-F kylmiöiden kattojen vaurioiden								
syyn selvitys ja korjaus	erä	1	4000	2011	4000	0	0	4000
<b>Rakennuksen ulkopuoliset korjaustyöt</b>								
Syöksytörröiden alta vesien ohjaus kauemmas	kpl	15	200	2011	3000	0	0	3000
Piha-alueen kunnostus ja asfaltointi korj/uusim	erä	1	20000	2017	0	0	20000	20000
Jätekatosten rakentaminen	erä	1	5000	2017	0	0	5000	5000
<b>Rakennustekniikka</b>								
Näkyvän sokkelin osan ja kellarin portaikkojen								
korjaus ja maalaus	m <sup>2</sup>	300	20	2014	0	6000	0	6000
Katosten rakentaminen kellarin portaisiin	erä	5	2000	2014	0	10000	0	10000
Ulkoseinien korjaus, suuntaa antava arvio	erä	1	300000	2014	0	300000	0	300000
Parvekkeiden korjaus, suuntaa antava arvio	kpl	90	2000	2014	0	180000	0	180000
Takapihan puoleisten ikkunoiden kunnostus	m <sup>2</sup>	615	200	2014	0	123000	0	123000
Etupihan puoleisten ikkunoiden kunnostus	m <sup>2</sup>	570	100	2014	0	57000	0	57000
Pääsisäänkäyntien ovien ja seinien maalaus	erä	6	500	2014	0	3000	0	3000
Paneeloitujen ulko-ovien maalaus	kpl	7	200	2014	0	1400	0	1400
Parvekkeiden ovien kunnostus/uusiminen	kpl	90	200	2014	0	18000	0	18000
Talon A-B vesikatteen uusiminen	m <sup>2</sup>	660	60	2017	0	0	39600	39600
A-portaan sisääntuloaulan vinyylilaattojen uusim	m <sup>2</sup>	25	50	2017	0	0	1250	1250
Kellareissa porrashuoneiden lattiat pinn uusiminen	m <sup>2</sup>	85	30	2017	0	0	2550	2550
Kylmiöiden lattioiden maalaus	m <sup>2</sup>	95	20	2017	0	0	1900	1900
Pyörävarastojen ja kellarin käytävien maalaus	hu-m <sup>2</sup>	270	20	2017	0	0	5400	5400
Kellarin varastotilojen maalaus	hu-m <sup>2</sup>	760	10	2017	0	0	7600	7600
Käytävien pintojen maalaus/uusiminen	hu-m <sup>2</sup>	560	15	2017	0	0	8400	8400
Talon A-B saunaosastojen uusiminen								
saunat	hu-m <sup>2</sup>	9	500	2011	4500	0	0	4500
pesuhuoneet	hu-m <sup>2</sup>	15	750	2011	11250	0	0	11250
pukuhuoneet	hu-m <sup>2</sup>	14	100	2011	1400	0	0	1400
WC:t	hu-m <sup>2</sup>	3,5	750	2011	2625	0	0	2625





TUTKIMUS- JA ANALYYSIPALVELUT



Asunto OY Oulu  
Julkisivu- ja parvekerakenteiden kuntotutkimus 30.8.2011



Raporttitunnus 1135411  
Jaakko Luukkonen, insinööri



TUTKIMUS- JA ANALYYSIPALVELUT

Asunto Oy Oulu  
TUTKIMUSSELOSTUS 30.8.2011



## TIIVISTELMÄ

Asunto Oy julkisivu- ja parvekerakenteiden kuntotutkimus. Tutkimuksen tilaajana oli REIM Oulu Oy ja yhteyshenkilönä Pekka Nikula.

Rakenteiden kuntotutkimukset suoritettiin toukokuussa 2011. Tällä tutkimuksella pyrittiin selvittämään tutkimuksen kohteena olevien rakenteiden nykykunto ja antamaan riittävät lähtötiedot korjaustoimenpiteitä varten.

Rakennuksen julkisivuissa on pesubetonipintaiset elementit. Asuinparvekkeet ovat elementtirakenteiset.

Kiinteistön julkisivujen yleiskunto on välttävä. Pesubetonipintaiset elementit ovat paikoin pinnoistaan harvoja, joten kosteus pääsee tunkeutumaan syvemmälle betoniin. Elementtien reunoissa ja nurkissa havaittiin teräskorroosion aiheuttamia halkeamia. Päätuseinillä havaittiin elementtien käyristymisiä. Julkisivuelementtien saumat ovat halkeilleet ja tuuletusputket ovat liian lyhyet tai tippuneet. Seinäelementtien lämmöneristävyyden heikko, eristepaksuus on keskimäärin 72 mm.

Paikalla valetuissa sokkeleissa havaittiin monin paikoin maalin hilseilyä ja pintarapautumaa.



Parvekelaattojen yläpinnan pinnoitteet ovat pääosin hyväkuntoiset. Parvekelaattojen alapinnoilla havaittiin vaurioina lähinnä pinnoitteen hilseilyä pieliteinien ja laatan liitoksesta merkinä kosteusrasituksesta. Pieliseinien ylä- ja alareunoissa havaittiin paikoin rapautumaa. Pieliseinien maalit hilseilivät paikoin ulkopinnoista. Pesubetonisissa kaiteissa on runsaasti teräskorroosion aiheuttamia vaurioita.

Parvekelaattojen alapintojen osalta 15 % teräksistä on karbonatisoituneessa betonissa / korroosiovyöhykkeessä. Laattojen alapinnoilla havaittiin kuitenkin suhteellisen vähän teräskorroosion aiheuttamia vaurioita. Parvekelaattojen betonit sisältävät klorideja yli kynnyksarvon taloissa I ja II.

Ohuthietutkimuksen huokosrakennearvion perusteella elementtien betonit eivät ole pakkasenkestäviä. Julkisivujen pesubetonikerroksessa ohuthienäytteissä havaittiin orastavaa pakkasrapautumaa. Julkisivunäytteiden huokostäytteet (ettringiitti) heikentävät osin pakkasenkestoa julkisivurakenteissa.

Vetolujuuskokeiden perusteella julkisivuissa voi olla lievää rapautumaa.

Julkisivuelementeillä on teknistä käyttöikää jäljellä noin 7-8 vuotta, jonka jälkeen korjaustoimenpiteenä lisälämmöneristys ja uusi julkisivuverhouk. Parvekerakenteiden osalta paikkaus ja pinnoitus työt tulee tehdä 2 vuoden kuluessa johtuen laattojen kloridipitoisuuksista. Parvekekorjausten yhteydessä parvekeikkunat, -ovet voi uusita. Sokkelipinnat korjataan julkisivuremontin yhteydessä.

Ositum Oy 	
Jaakko Luukkonen projektipäällikkö, insinööri-AMK jaakko.luukkonen@ositum.fi	Hannu Heikkilä tutkimuspäällikkö, insinööri hannu.heikkila@ositum.fi

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612

Asunto Oy , Oulu  
TUTKIMUSSELOSTUS 30.8.2011



## TIIVISTELMÄ

### SISÄLLYSLUETTELO

1.	TUTKIMUKSEN KOHDE JA LÄHTÖTIEDOT .....	1
1.1	KOHTEN OMINAISTIEDOT .....	1
1.2	TUTKITUT RAKENTEET, JULKISIVU- JA PARVEKERAKENTEET, PARVEKEOVET JA -IKKUNAT .....	2
1.3	LAHTÖTIEDOT .....	2
2.	TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TEHTÄVÄ .....	3
3.	SUORITETUT TUTKIMUKSET .....	4
3.1	KENTTÄTUTKIMUKSET, NÄYTTEENOTTO JA MITTAUKSET .....	4
3.2	LABORATORIOTUTKIMUKSET .....	4
4.	TUTKIMUSTULOKSET JA RAKENTEIDEN YLEISARVIOINTI .....	5
4.1	YLEISTARKASTUS .....	5
4.1.1	<i>Julkisivun betonirakenteet</i> .....	5
4.1.2	<i>Muut julkisivurakenteet</i> .....	7
4.2	RAUDOITTEIDEN KORROOSIORISKIT .....	8
4.2.1	<i>Betonipeitteen paksuus ja karbonatisoitumisyyvyys</i> .....	8
4.2.2	<i>Betonin kloridipitoisuus</i> .....	10
4.3	BETONIN PAKKASENKESTO JA RAPAUTUNEISUUS, OHUTHIETUTKIMUS .....	11
4.4	VETOKOKEET .....	13
4.5	HAITTA-AINEANALYYSIT .....	15
5.	YHTEENVETO .....	16
5.1	TURVALLISUUSNÄKÖKOHDAT JA KIIREELLISET TOIMENPITEET .....	16
5.2	RAKENTEIDEN KUNTO .....	16
5.3	TOIMENPIDESUOSITUKSET .....	18

### LIITTEET

- LIITE 1. Valokuvat (4 s.)  
 LIITE 2. Näytehuettelo, karbonatisoitumisyyvydet, näytekartat ja betonipeitekaaviot (5 s.)  
 LIITE 3. Tutkimusselostus, ohuthietutkimus sekä mikrorakennekuvat (15+ liitteenä 1 s.)  
 LIITE 4. Tutkimusselostus, betonin vetolujuus (2 s.)  
 LIITE 5. Tutkimusselostus, kloridianalyysi (1 s.)  
 LIITE 6. Tutkimusselostus, asbestianalyysi (1 s.)  
 LIITE 7. Tutkimusselostus, PCB (1 s.)  
 LIITE 8. Lyijyanalyysi (1 s.)

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612



Asunto Oy Oulu  
TUTKIMUSSELOSTUS 30.8.2011



1(18)

## 1. TUTKIMUKSEN KOHDE JA LÄHTÖTIEDOT

### 1.1 Kohteen ominaistiedot

Tutkimuksen kohteena oli Asunto Oy julkisivu- ja parvekerakenteet



Kuva 1. Ilmakuva kohteesta

Taulukko 1. Kohteen perustiedot

Kohde	Asunto Oy
Osoite	kuja 1, 90230 OULU
Käyttötarkoitus	Asuinkiinteistö
Suunnitteluvuosi	-
Rakennusvuosi	1973- 1974
Rakennuksia	3
Kerroksia	4
Tilaaaja / yhteyshenkilö	REIM Oulu Oy Juha Merilä

## 1.2 Tutkitut rakenteet, julkisivu- ja parvekerakenteet, parvekeovet ja -ikkunat

### Julkisivurakenteet

Talojen julkisivuilla on pesubetonipintaiset sandwich-elementit. Elementin ulko-kuoren vahvuus keskimäärin on 52 mm ja eristevahvuus on vain 72 mm.

Paikalla valetut sokkelit on maalipintaiset. Sokkelin vahvuus keskimäärin on 90 mm, ja eristevahvuus 40 mm.

Ikkunoiden väissä on peltiverhoilu.

### Parvekerakenteet

Elementtirakenteiset asuinparvekkeet (90 kpl) tukeutuvat pieliseinin maahan ja rakennuksen runkoon. Parvekelaatan vahvuus on noin 146 mm. Reunakorotusta laatan sivuilla ja takareunalla on noin 30- 50 mm.

Pohjakerroksen pieliseinät ovat elementtirakenteiset. Maalipintaisten pieliseinien vahvuus on noin 160 mm, pieliseinien sokkelit ovat paikalla valetut.

Kaiteet ovat pesubetonipintaisia teräsbetonielementtejä. Käsijohde on neliöprofiili-putkea.

Huoneiston ja parvekkeen välisenä seinänä on sandwichelementti, jonka harjattu pinta on maalattu.

## 1.3 Lähtötiedot

Käytössämme ei ollut asiakirjoja kohteesta.

Asunto Oy Oulu  
TUTKIMUSSELOSTUS 30.8.2011



3(18)

## 2. TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TEHTÄVÄ

Kuntotutkimuksen tarkoituksena oli selvittää:

- julkisivurakenteiden ja elementtisaumausten kunto yleisesti
- betonirakenteiden kunto
  - julkisivuelementit
  - sokkelit
  - parvekkeet
  - pieliseinät
  - parvekkaiteet
- parvekkeiden taustaseinien kunto
- parvekeovien ja ikkunoiden kunto
- korjausvaihtoehdot/ ylläpitotoimenpiteet
- korjausten kiireellisyys / aikataulu

Kuntotutkimuksen maastotyöt tehtiin 24.–25.05.2011. Tarkastukset ja mittaukset suorittivat insinööri-AMK Jaakko Luukkonen ja diplomi-insinööri Janne Lepistö Ositum Oy:stä. Vastuullisena tutkijana toimi insinööri- AMK Jaakko Luukkonen ja raportin tarkasti insinööri Hannu Heikkilä.

### 3. SUORITETUT TUTKIMUKSET

#### 3.1 Kenttätutkimukset, näytteenotto ja mittaukset

Yleistarkastus, jossa kartoitettiin julkisivu- ja parvekerakenteissa havaitut vauriot silmämääräisesti. Vauriot valokuvattiin ja ne on esitetty liitteessä 1. Lisäksi tehtiin seuraavat mittaukset ja näytteenotot:

- Näytteidenottoja (28 kpl)
- Saumanäytteet (3 kpl)
- Raudoituksen betonipeitteen paksuus (840 kpl)

Näytteenotto suoritettiin timanttiporaamalla Ø 50 mm:n näyteliieriötä. Betonipeitteet mitattiin Profometer 5+ -betonipeitemittarilla. Näytteenottopisteet on esitetty liitteessä 2.

#### 3.2 Laboratoriotutkimukset

Kaikki tutkimukset suoritettiin soveltuvien standardien mukaan Ositum Oy:n betonilaboratoriossa Espoossa seuraavasti:

- Betonin karbonatisoituminen (28 kpl)
- Ohuthietutkimus (14 kpl)
- Betonin vetolujuus (14 kpl)
- Betonin kloridipitoisuus (5 kpl)
- Materiaalien asbestipitoisuus (3 kpl)
- Saumamassojen PCB- ja lyijypitoisuus (3 kpl)

Ohuthiestä suoritettavassa mikrorakennetutkimuksessa selvitettiin:

- betonin pakkasenkestävyys
- syntyneet säröt ja halkeamat sekä niiden suuntautuneisuus, josta voidaan päätellä rapautumisen aste ja todennäköinen syy
- huokosten täyhteisyys / haitalliset reaktiot (ettringiitti, alkalirunkoaaine)
- betonin karbonatisoitumissyvyys

Vetokokeet suoritettiin standardin SFS 5445 mukaisesti laboratoriossa. Betonin vetolujuutta tutkimalla saadaan selville betonin rapautumisaste. Rapautumisen johdosta betoniin syntyy halkeamia, jotka heikentävät betonin vetolujuutta.

Karbonatisoitumissyvyys tutkittiin näytekappaleiden leikkauspinnalta suihkuttamalla fenoliftaleiinia betonipinnoille sekä ohuthietutkimuksen yhteydessä.

Betonin kloridipitoisuus määritettiin kuivaporalla otetusta porajauheesta laboratoriossa standardin SFS 5451 mukaisesti. Pitoisuudet on ilmoitettu painoprosenteina betonin painosta.



## 4. TUTKIMUSTULOKSET JA RAKENTEIDEN YLEISARVIOINTI

### 4.1 Yleistarkastus

Tarkastettavina rakenteina olivat julkisivut, sokkelit, parvekkeet.

Näytteenottokohdat ja vauriohavainnot on merkitty liitteen 2 piirustuksiin. Lisäksi havaintoja on esitetty valokuvin liitteessä 1.

#### 4.1.1 Julkisivun betonirakenteet

##### Julkisivuelementit

Pesubetonipintaiset elementit olivat paikoin pinnoistaan harvoja, joten kosteus pääsee tunkeutumaan syvemmälle betoniin (kuva 1). Ikkunavälissä olevien peltiverhoilujen alapuolella on elementtipinnoilla tummentumia (kuva 2). Muutamien elementtien pinnoilla on halkeamia, jotka on täytetty elastisella massalla (kuva 3). Elementtien pinnoissa on ohuita <0,1 mm leveitä halkeamia (kuva 4). Teräskorroosion aiheuttamia halkeamia ja betonin rapautumaa havaittiin paikoin elementtien reunoilla pieliterästen kohdalla (kuva 5). Elementtien raudoituksien sijainti vaihtelee ulkopinnasta sisäpintaan (kuvat 6,7). Päätyseinien elementeissä on havaittavissa käyritymistä (kuva 8).

Tuuletusputket ovat irronneet tai ovat liian lyhyet (kuva 9). Julkisivuelementtien saumoissa on pintahalkeilua (kuva 10).

Elementtien ulkokuoren vahvuus oli keskimäärin 52 mm. Eristevahvuus oli keskimäärin 72 mm. Näytekohtaisesti tulokset on esitetty liitteessä 2.

##### Sokkelit

Paikalla valetuissa maalipintaisissa sokkeleissa havaittiin runsaasti pintarapautumaa (kuva 11). Rakennuksien nurkissa on sokkelissa pystyhalkeamat valusaumoissa (kuva 12). Rapautumat ja kalkkihärme johtunevat kosteuden kapillaarisesta noususta.

#### Parvekelaatat

Parvekkeita on yhteensä 90 kpl, kaikki parvekkeet ovat lasitettuja.

Parvekelaattojen yläpinnan pinnoitteet vaihtelevat maalista laattoihin. Laattojen yläpintojen maalipinnoitteet ovat paikoin hilseilleet (kuva 13). Parvekelaattojen vedenohjaus on hoidettu kallistuksin etureunalle kolmelle vedenpoistoputkelle. Liian lyhyitä vedenpoistoputkia on jatkettu vesijohtoputkilla, putkien sisällä on pykältävä sauma mikä edesauttaa putkien tukkeutumista (kuva 14). Kynnystä parvekkeoven edessä on noin 50 mm.

Parvekelaattojen alapinnoilla havaittiin vaurioina lähinnä pinnoitteen hilseilyä pieliseinän ja laatan liitoksesta merkinä kosteusrasituksesta (kuva 15). Laattojen alapinnoissa on liian pinnassa olevia ruosteisiakin teräksiä, vauriot eivät vielä ole kaikilta osin näkyvissä pinnalla (kuva 16).

#### Parvekepielet

Pieliseinien etureunoissa on havaittavissa teräskorroosion aiheuttamia halkeamia (kuva 17). Pieliseinien ja laattojen saumat eivät ole elastisia, joten pieliseinien yläosissa on havaittavissa pinnoitteen hilseilyä ja betonin rapautumaa johtuen laatan ja pieliseinän sauman kautta kulkeutuvasta kosteudesta (kuva 18).

#### Parvekekaiteet

Teräsbetonisten kaiteiden ulkopinnat ovat pesubetonipintaiset ja sisäpinnat ovat maalatut. Kaiteissa on havaittavissa runsaasti vanhoja korjausjälkiä (kuva 19). Pinnat ovat monin paikoin harventuneita (kuva 20). Pieliterästen aiheuttamia korrosiovaurioita on runsaasti (kuva 21, 22).

Asunto Oy Oulu  
TUTKIMUSSELOSTUS 30.8.2011



7(18)

#### 4.1.2 Muut julkisivurakenteet

##### Ikkunat

Rakennuksien ikkunat ovat alkuperäiset kaksilasiset sisään aukeavat maalatut puu-ikkunat (kuva 23). Ulkopuitteissa ja listoissa ei havaittu vaurioita, maalipinnat näyttivät olevan kunnossa. Ikkunapeltien kaadot ovat liian loivat (kuva 24).

##### Parvekeovet

Parvekeovet ovat kaksilehtiset sisään-ulos aukeavat puuovet. Ovilehdissä ja listoissa ei havaittu vaurioita, maalipinnat näyttivät olevan kunnossa.

## 4.2 Raudoitteiden korroosioriskit

Raudoitteiden korroosionopeuteen karbonatisoituneessa ja/tai kloridipitoisessa betonissa vaikuttavat pääasiassa seuraavat tekijät:

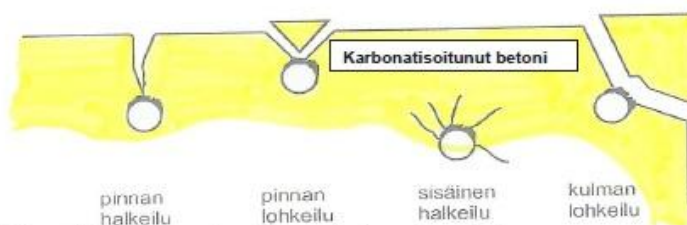
- kosteuspitoisuus RH 65-70 % teräskorroosio alkaa , RH 80-85 % korroosionopeus kasvaa merkittävästi
- rakenteen lämpötila
- betonin kloridipitoisuus
- betonin sähköiset ominaisuudet
- betonin tiiveys
- raudoitusten suojabetonipeitteiden paksuudet
- teräksen laatu

### 4.2.1 Betonipeitteen paksuus ja karbonatisoitumissyvyys

Karbonatisoitumiseksi sanotaan betonin neutraloitumisreaktioita, jotka aiheutuvat ilman sisältämän hiilidioksidin CO<sub>2</sub> tunkeutumisesta betoniin, ja joiden seurauksena betonin huokosveden pH-arvo alenee likimain arvoon 8,5. Karbonatisoituminen etenee vähitellen rintamana betonin pinnasta alkaen. Karbonatisoitumisen saavuttaessa teräksen alkaa teräskorroosio, mikäli edellytykset (mm. riittävä kosteus) korroosiolle ovat olemassa. Teräskorroosion aiheuttamia vaurioita betonissa ovat halkeamat ja lohkeamat (kts. piirros 1).

Karbonatisoitumisnopeuteen vaikuttaa:

1. betonin kosteuspitoisuus
2. betonipinnan diffuusiovastus hiilidioksidin tunkeutumista vastaan
3. ympäröivän ilman hiilidioksidipitoisuus
4. karbonatisoituvan aineen määrä



Piirros 1. Teräskorroosion aiheuttamia betonin vaurioita

Raudoituksen betonipeitteen paksuudet mitattiin pistokokein eri rakenneosista. Betonin karbonatisoitumissyvyys mitattiin pääosin samoista kohdista kuin betonipeitteen paksuudet. Karbonatisoitumismittaus tehtiin tuoreelta halkaisupinnalta tai ohutietutkimuksen yhteydessä.



Taulukko 3. Raudituksen betonipeitteen paksuudet ja betonin karbonatisoitumissyvyydet

Rakenneosa	Betonipeite pääosin min-max/ka [mm]	Betonin karbonatisoi- tumissyvyys [mm]	Teräksistä korroosio- vyöhykkeessä [%]
Julkisivuelementit	ulkopinta 10-56/30 sisäpinta -	up 5-15/8 sp 0-7/1	0 -
Sokkelit	ulkopinta 8-55/33 sisäpinta -	up 2-45/20 sp 2- 16/7	4 -
Parvekelaatat	alapinta 6-55/20	yp 0-7/1 ap 0-25/8	15
Pieliseinät	7-65/33	3-25/8	1

**Julkisivut**

Julkisivuelementtien betonin karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta mitattuna keskimäärin 8 mm:ä. Terästen betonipeitteet ovat keskimäärin 30 mm, joten laskennallisesti teräksiä ei ole korroosiovyöhykkeessä. Joitakin liian pinnassa olevia ruosteisia teräksiä havaittiin.

Pesubetonipinnoilla havaittiin paikoin pieliterästen korroosion aiheuttamia halkeamia.

**Sokkelit**

Sokkeleiden betonin karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta mitattuna keskimäärin 20 mm. Terästen betonipeitteet ovat keskimäärin 33 mm, joten laskennallisesti 4 % teräksistä on korroosiovyöhykkeessä.

**Parvekerakenteet**Parvekelaatat

Parvekelaattojen betonin karbonatisoituminen on edennyt keskimäärin yläpinnassa 1 mm ja alapinnassa 8 mm. Terästen betonipeitteet ovat keskimäärin alapinnassa 20 mm, laskennallisesti 15 % alapinnan teräksistä on korroosiovyöhykkeessä.

Pieliseinät

Pieliseinien betonin karbonatisoituminen on edennyt keskimäärin 8 mm. Terästen betonipeitteet ovat keskimäärin 33 mm, joten laskennallisesti 1 % teräksistä on korroosiovyöhykkeessä.

Betonipeitemittausten tulokset on esitetty rakenneosittain liitteessä 2.

## 4.2.2 Betonin kloridipitoisuus

Näytteiden kloridipitoisuus määritettiin laboratoriossa standardin SFS 5451 mukaisesti. Kokeella selvitetään kloridien aiheuttaman teräskorroosion mahdollisuus. Kloridit lisäävät myös karbonatisoituneen betonin teräskorroosionopeutta.

Betonin/elementtien valmistuksessa on käytetty aikoinaan kiihdyttimenä kalsiumkloridia. Klorideja voi päästä betoniin myös ulkoisista lähteistä esim. jäänsulatusuoloista.

Taulukko 5. Tutkittujen näytteiden kloridipitoisuus

Näyte	Rakenneseosa	Cl <sup>-</sup> (paino -%)
VÄ 1PL	Parvekelaatta	0,10
VÄ 11PL	Parvekelaatta	0,07
VÄ 12PP	Parvekepieli	< 0,01
VÄ 26S	Sokkeli	< 0,01
VÄ 27JS	Julkisivu	< 0,01
VÄ 29PL	Parvekelaatta	< 0,01

Kloridipitoisuuden kriittisenä raja-arvona pidetään 0,03... 0,07 p-%, kun määrittäminen on tehty happoliukoisena betonin painosta. Näytteissä IPL ja 11PL on raja- arvot ylittävät määrät klorideja.

Laattojen alapinnoissa havaittiin jonkin verran teräskorroosio vaurioita mutta ei hälyttävissä määrin. On tärkeää saada vesieristeet ja saumat kuntoon, jottei laattoihin pääsisi imeytymään kosteutta, mikä nopeuttaisi teräskorroosiovaurioiden etenemistä.

## 4.3 Betonin pakkasenkesto ja rapautuneisuus, ohuthietutkimus

Kohteesta otettiin neljätoista poralieriönäytettä ohuthietutkimuksia varten. Näytelieriöistä valmistettiin ohuthieet betonin ulkopintaa vastaan kohtisuorassa suunnassa. Hieen koko on 48 x 23 x 0,03 mm.

Betoniohuthienäytteet tutkittiin MOTIC BA300Pol polarisaatiomikroskoopilla ja tutkimuksessa käytettiin apuna ASTM C 856-04 standardia.

Betoninäytteiden kuntoa on arvioitu asteikolla hyvä, tyydyttävä, välttävä ja heikko. Pakkasrapautumista on kuvattu asteikolla 0-4: 0 = ei rapautumaa, 1 = vähäistä, 2 = orastavaa, 3 = kohtalaista, 4 = voimakasta. Arvion perustana on käytetty ohuthietutkimuksista saatuja tuloksia.



Taulukko 6. Ohuthietutkimusten yhteenveto. Krb = karbonatisoitumisyyvyys (min-max/ keskimääräinen karbonatisoitumisyyvyys), yp = yläpinta, ap = alapinta, up = ulkopinta, sp = sisäpinta, pb = pesubetoni, ab = alusbetoni.

Näyte	Näytteen- ottopaikka	Kunto	Krb [mm]	Pakkasenkesto/ huokostäytteen	Rapautuminen
VA 1PL	Parvekelaatta, IV krs, etelä	Hyvä	yp: 0 ap: 2-12/8	Ei/Ei	0
VA 13PL	Parvekelaatta, III krs, etelä	Hyvä	yp: 0 ap: 3-17/8	Ei/Ei	0
VA 18PL	Parvekelaatta, II krs, etelä	Hyvä	yp: 3 ap: 3-13/6	Ei/Ei	0
VA 20PL	Parvekelaatta, II krs, etelä	Hyvä	yp: 3-7/4 ap: 10-19/16	Ei/Vähän portlandiittia	0
VA 5PP	Parvekepieli, etelä	Hyvä	up: 10-15/10 sp: 3-14/7	Ei/Vähän ettringiittia	0
VA 12PP	Parvekepieli, I krs, pohjoisen	Hyvä	up: 4-18/8 sp: 7-16/10	Ei/Vähän ettringiittia	0
VA 22PP	Parvekepieli, I krs, etelä	Hyvä	up: 10-15/10 sp: 10-18/12	Ei/Ei	0
VA 6JS	Julkisivu, IV krs, länsi	pb: Välttävä ab: Hyvä	up: 3-15/7 sp: 0-1/1	Ei/Etringiittia, osa umpeutunut, vähän portlandiittia	pb: 2 ab: 0
VA 7JS	Julkisivu, III krs, länsi	pb: Tyydyttävä ab: Hyvä	up: 9-15/12 sp: 0-7/0	Ei/Etringiittia	pb: 0 ab: 0
VA 10JS	Julkisivu, II krs, pohjoisen	pb: Hyvä ab: Hyvä	up: 0-15/5 sp: 0	Kyllä/Ei	pb: 0 ab: 0
VA 15JS	Julkisivu, IV krs, länsi	pb: Tyydyttävä ab: Hyvä	up: 4-19/10 sp: 0	Ei/Etringiittia, yksittäisiä umpeutuneita	pb: 0 ab: 0
VA 17JS	Julkisivu, II krs, länsi	pb: Tyydyttävä ab: Hyvä	up: 1-15/7 sp: 0	Ei/Vähän ettringiittia, yksittäisiä umpeutuneita	pb: 0 ab: 0



Asunto Oy . Oulu  
TUTKIMUSSELOSTUS 30.8.2011



12(18)

VA 25SO	Sokkehi, pohjoinen	Hyvä	up: 2-28/10 sp: 5-12/10	Ei/Paikoin ettringiittiä	0
VA 28SO	Sokkehi, pohjoinen	Tyydyttävä	up: 25-45/35 sp: 2-6/4	Ei/Vähän portlandiittiä	0

#### Betonien laatu ja tiiveys

- Betonit ovat tiiviitä ja tasalaatuisia
- Näytteen VÄ 6JS pesubetoni on kunnoltaan välttävää, mutta muutoin betonit ovat kunnoltaan hyviä/tyydyttäviä
- Pesubetonikerrosten VÄ 6JS ja VÄ 17JS yksittäiset runkoaineskappaleet ovat säröilleitä
- Muiden näytteiden runkoaines on hyvälaatuista, ehjää ja rapautumatonta. Näytteiden runko- ja sideainestartumat ovat hyvät ja tiiviit/pääosin tiiviit
- Karbonatisoituminen on edennyt paikoitellen mm. mikrosäröilyä myöten syvemmälle, mutta keskimääräinen karbonatisoituminen on kohtalaista/vähäistä

#### Halkeilu, rapautuneisuus ja pakkaskestävyys

##### Parvekelaatat ja piletit

- Näytteissä 12PP ja 22PP on nähtävissä pintaa vasten kohtisuoraa ja arviolta betonin varhaisessa vaiheessa syntynyttä kuivumiskutistumisperäistä mikrosäröilyä.
- Näytteissä ei ole nähtävissä rapautumiseen viittaavaa mikrosäröilyä/- halkeilua
- Huokosissa esiintyy vähäisiä portlandiitti- ja ettringiittikiteytymiä, kiteytymistä ei ole haittaa betonin kestävyydelle
- Betonit eivät huokosrakenteensa perusteella ole arviolta pakkaskestäviä kosteusrasituksessa.

##### Julkissivut ja sokkelit

- Julkisivujen pesubetoneissa on nähtävissä pintaa vasten kohtisuoraa ja arviolta betonin varhaisessa vaiheessa syntynyttä, kuivumiskutistumisperäistä mikrosäröilyä
- Julkisivun VÄ 6JS pesubetonikerroksessa esiintyy myös arviolta orastavaan rapautumiseen viittaavaa mikrosäröilyä/-halkeilua
- Julkisivunäytteiden huokoset ovat melkein kokonaan täyttyneet haitallisista ettringiittikiteytymistä, kiteytymät voivat heikentää betonien kestävyyttä
- Sokkelinäytteiden huokosissa on vähäisesti portlandiitti- ja ettringiittikiteytymiä, kiteytymistä ei ole haittaa betonin kestävyydelle
- Sokkelibetonit eivät ole rapautuneita
- Betonit eivät huokosrakenteensa perusteella ole arviolta pakkaskestäviä kosteusrasituksessa

#### 4.4 Vetokokeet

Julkisivu- ja parvekerakenteista otettiin poraamalla näytelieriöt halkaisijaltaan 50 mm terällä. Vetokokeet suoritettiin standardin SFS 5445 laboratorio-olosuhteissa.

Vetolujuutta tutkimalla saadaan selville betonin rapautumisaste ja laattojen tartuntalujuus. Rapautumisen johdosta betoniin syntyy halkeamia, jotka heikentävät betonin vetolujuutta. Jos vetolujuus on parempi kuin  $1,5 \text{ MN/m}^2$  rapautuminen on epätodennäköistä.

Taulukko 7. Vetolujuudet

Näyte	Rakenneosa	Vetolujuus N/mm <sup>2</sup>	Murtokohta/- tapa
VÄ2PP	Parvekepieli, etelä IV krs	2,7	Ulkopinnasta 12–25 mm, myötäilee
VÄ3PL	Parvekelaatta, etelä I krs	2,9	Yläpinnasta 60–63 mm, myötäilee
VÄ4PL	Parvekelaatta, etelä IV krs	2,3	Yläpinnasta 1-7 mm, myötäilee
VÄ8JS	Julkisivu, länsi, I krs	2,7	Ulkopinnasta 3- 8 mm, leikkaa
VÄ9JS	Julkisivu, IV krs. Pohjoinen	1,2	Ulkopinnasta 10- 24 mm, leikkaa
VÄ11PL	Parvekelaatta, I krs. etelä	2,5	Yläpinnasta 25 mm, myö- täilee
VÄ14PP	Parvekepieli, III krs. pohjoinen	2,8	Ulkopinnasta 54-66 mm, myötäilee
VÄ16JS	Julkisivu, länsi IV krs	2,5	Ulkopinnasta 5-10 mm, leikkaa
VÄ19PP	Parvekepieli, II krs, etelä	1,7	Ulkopinnasta 15- 30 mm, myötäilee
VÄ21PL	Parvekelaatta, I krs, etelä	2,0	Yläpinnasta 50-55 mm, myötäilee
VÄ23SO	Sokkeli, länsi	2,4	Ulkopinnasta 25-35 mm, myötäilee
VÄ24JS	Julkisivu, I krs, pohjoinen	1,3	Ulkopinnasta 2- 5 mm, leikkaa
VÄ26SO	Sokkeli, länsi	2,3	Ulkopinnasta 3-7 mm, myötäilee
VÄ27JS	Julkisivu, julkisi- vu, I krs, pohjoi- nen	2,8	Ulkopinnasta 2-5 mm, leik- kaa

Asunto Oy . Oulu  
TUTKIMUSSELOSTUS 30.8.2011



14(18)

#### Julkisivut

Julkisivunäytteissä 9JS ja 24 JS vetolujuuskokeiden raja-arvo (1,5 N/mm<sup>2</sup>) alittui, joten betoneissa voi olla lievää rapautumaa. Muissa julkisivunäytteissä ei ollut rapautumaa.

#### Sokkelit

Vetokokeiden perusteella sokkelinäytteissä ei ollut rapautumaa.

#### Parvekkeet

Vetokokeiden perusteella Parvekerakenteiden näytteissä ei ollut rapautumaa.

Nykyisten betonirakenteiden korjausohjeiden (by 41) mukaan tartunta-alustalta vaaditaan vähintään 1,0 MN/m<sup>2</sup> lujuus (poikkeustapauksissa 0,7 MN/m<sup>2</sup>), joten puhdistettuna betonit soveltuvat hyvin korjausalustaksi.

## 4.5 Haitta-aineanalyysit

Asbestit

Parvekepielien ja laattojen pinnoitteista analysoitiin asbestipitoisuus.

Taulukko 8. Materiaalien asbestipitoisuus

Näyte nro	Näytteenottoaikka	Tulos
VÄ 1PL	Parvekelaatta, IV krs., etelä, pinnoite	Ei asbestipitoinen
VÄ 18PL	Parvekelaatta, II krs., etelä, pinnoite	Ei asbestipitoinen
VÄ 22PP	Parvekepieli, I krs., etelä, pinnoite	Ei asbestipitoinen

Pinnoitteet eivät sisällä asbestia.

PCB-pitoisuus

Julkisivututkimuksen yhteydessä otettiin elementtisaumoista 3 kpl näytteitä. Saumamassoista analysoitiin PCB- ja lyijypitoisuus.

Taulukko 9. Saumamassojen PCB- ja lyijypitoisuus

Näyte nro	Näytteenottoaikka	PCB-pitoisuus [mg/kg]	Lyijypitoisuus
1	Talo 1	0	25700
2	Talo 2	0	26600
3	Talo 3	0	25600

Saumamassat eivät sisällä PCB:tä. PCB-analyysi ovat liitteenä.

Lyijypitoisuudet ylittävät ympäristöviranomaisten määrittelemää raja-arvoa (lyijy 1500 mg/kg), jolloin on suositeltavaa käsitellä sauma-aineet ongelmajätteenä. Lyijyanalyysi on liitteenä.



## 5. YHTEENVETO

### 5.1 Turvallisuusnäkökohdat ja kiireelliset toimenpiteet

Talotikkaista puuttuvat kiipeämissuojat.

### 5.2 Rakenteiden kunto

#### Julkisivuelementit

- Julkisivuelementtien yleisilme on välttävä
- Pesubetonipinnat olivat paikoin harvoja/ lajittuneita
- Päätyseinien elementeissä on havaittavissa käyritystä
- Terästen betonipeitteet ovat pesubetonipinnoilla keskimäärin 30 mm ja betonin karbonatisoituminen on edennyt keskimäärin 8 mm
- Pieliterästen korrosio on paikoin lohkaissut / halkaissut betonia
- Julkisivujen saumat ovat paikoin halkeilleet ja tuuletusputket ovat liian lyhyet tai puuttuvat kokonaan
- Elementtisaumat ovat halkeilleet
- Julkisivujen saumamassat ovat lyijy-pitoisia
- Lämpöeristevahvuus oli keskimäärin vain 72 mm
- Ohuthietkimusten mukaan julkisivuelementtien betonit eivät ole huokosrakennearvion mukaan pakkasenkestäviä kosteusrasituksessa
- Ohuthietkimuksen perusteella pesubetonikerroksessa on paikoin orastavaa rapautumaa
- Julkisivunäytteiden alusbetoneissa ei ole pakkasvaurioita
- Betonien huokosten ettringiittikiteytymät heikentävät betonien säilyvyyttä.
- Vetohjuuskokeiden perusteella julkisivujen pesubetonikerroksessa voi olla lievää rapautumaa

#### Sokkelit

- Paikalla valettujen sokkeleiden pinnoilla havaittiin monin paikoin maalin hilseilyä ja pintarapautumaa
- Terästen betonipeitteet ovat keskimäärin 33 mm ja betonin karbonatisoituminen on edennyt keskimäärin 20 mm.
- Laskennallisesti 4 % teräksistä on korrosiovyöhykkeessä
- Ohuthienäytteiden huokosrakennearvion perusteella betonit eivät ole pakkasenkestäviä kosteusrasituksessa
- Huokostäytteenä eivät vielä vaikuta betonien säilyvyyteen
- Ohuthietkimuksen perusteella sokkeleissa ei ole rapautumaa
- Vetohjuuskokeiden perusteella sokkeleissa ei ole rapautumaa

#### Parvekkeet

- Parvekelaahtojen yläpintojen maalipinnoitteet ovat paikoin hilseilleet
- Parvekelaahtojen alapinnoilla havaittiin maalin hilseilyä ja betoni pintarapautumaa lähinnä pieliseinäliitoksissa



- Matalissa taloissa vedenpoisto on hoidettu kallistuksin etureunalle kolmelle vedenpoistoputkelle
- Parvekelaattojen betonin karbonatisoituminen on edennyt keskimäärin yläpinnassa 1 mm ja alapinnassa 8 mm. Terästen betonipeitteet ovat keskimäärin alapinnassa 20 mm, laskennallisesti 15 % alapinnan teräksistä on korroosiovyöhykkeessä
- Teräskorroosion aiheuttamia vaurioita havaittiin jonkin verran
- Ohuthienäytteiden huokosrakennearvion perusteella betonit eivät ole pakkasenkestäviä kosteusrasituksessa, rapautumaa ei havaittu
- Haitallisia huokostäytteitä ei ollut.
- Vetolujuuskokeiden perusteella parvekelaattojen yläpinnan betoneissa ei ole rapautumaa
- I ja II talon parvekelaattojen betonit sisältävät kloridia yli raja- arvonn

#### Pieliseinät

- Pieliseinien yläreunojen maalit hilseilevät
- Pieliseinien ulkopintojen ylä- ja alareunoissa on rapautumia
- Pieliseinien betonien karbonatisoituminen on edennyt keskimäärin 8 mm. Terästen betonipeitteet ovat keskimäärin 33 mm, joten laskennallisesti 1 % teräksistä on korroosiovyöhykkeessä.
- Teräskorroosio on halkaissut betonia pieliseinien reunoilla
- Ohuthienäytteiden huokosrakennearvion perusteella betonit eivät ole pakkasenkestäviä kosteusrasituksessa
- Betoneissa ei ollut haitallisia määriä huokostäytteitä
- Vetolujuuden perusteella betoneissa ei ole rapautumaa

#### Kaiteet

- Kaiteita on monin paikoin korjattu
- Kaiteiden pesubetonipinnat ovat monin paikoin harventuneet
- Kaiteissa on runsaasti teräskorroosion aiheuttamia halkeamia ja lohkeamia

#### Ikkunat

- Alkuperäisten ikkunoiden maalipinnat näyttivät ehyiltä
- Kaksipuutteisten ja lasisten ikkunoiden energiatalous on heikohko
- Ikkunapeltien kallistukset ovat huonot

#### Parvekeovet

- Parvekeovien maalipinnat näyttivät ehyiltä

### 5.3 Toimenpidesuosituksset

#### Julkisivuelementit

Julkisivuelementtien yleiskunto on välttävä. Pieliterästen korroosion aiheuttamia on näkyvissä ja vauriot pahenevat kiihtyvällä vauhdilla. Elementeissä on havaittavissa käyrityksiä. Elementtien lämmöneristys on heikko. Betonien huokostäytteet saattavat heikentää kestävyyttä. Julkisivuelementeillä on teknistä käyttöikää jäljellä noin 7-8 vuotta, jonka jälkeen lämpörapppaus on varteenotettava korjausvaihtoehto.

#### Sokkelit

- Sokkelin betonivaurioiden piikkaus, terästen puhdistus ja suojaus sekä laastipaikkaus, ylitasoitus ja suojapinnoitus 5 vuoden kuluessa
- Korjauksien yhteydessä asennetaan/ uusitaan salaojat ja asennetaan patolevyt

#### Parvekkeet

- Parvekekorjaukset ovat ajankohtaisia 2 vuoden kuluessa

#### Parvekelaatat

I ja II talojen parvekelaattojen betonit sisältävät kloridia yli kynnsarvon. Pahoja vaurioita ei kuitenkaan havaittu ( rakenne on pysynyt kuivana parvekelasitusten avulla), joten laatat ovat korjattavissa, mikäli korjaukset tehdään hyvissä ajoin.

- Parvekelaattojen yläpinnan pinnoitteiden ja rapautumien poisto, kallistuskorjaukset ja uusi vedeneristyspinnoitus
- Ruosteisten ja liian pinnassa olevien terästen esiinpiikkaus, puhdistus, ruostesuojaus, laastipaikkaus ja alapintojen ja laattojen sivujen suojapinnoitus
- Vedenpoistoputkien uusiminen

#### Pieliseinät

- Pieliseinien pinnoitteiden ja rapautumien poisto, ruosteisten ja liian pinnassa olevien terästen esiinpiikkaus, puhdistus, ruostesuojaus, ylitasoitus ja suojapinnoitus
- Pieliseinien ja laatan liittymät saumataan elastisella sauma- aineella

#### Kaiteet

- Laajojen teräskorroosiovaurioiden ja pintojen harventumisen vuoksi kannattavin vaihtoehto on uusia kaiteet

#### Ikkunat

- Parvekeikkunoiden uusiminen Parvekeremontin yhteydessä
- Loput ikkunat uusitaan julkisivuremontin yhteydessä

#### Parvekeovet

- Parvekeovien uusiminen parvekekorjausten yhteydessä

LIITE 1

Asunto Oy  
VALOKUVAT



1(4)



Kuva 1. Elementtipinnoilla on paikoin harventumia



Kuva 4. Elementtipinnoilla on paikoin ohuita halkeamia



Kuva 2. Peltiverhouksien alapuolilla on tummentumaa.



Kuva 5. Teräskorroosion aiheuttamaa halkeamaa ja rapautumaa



Kuva 3. Vanhoja halkeamia on paikattu elastisella massalla



Kuva 6. Ulkopintaan jäänyt ruosteinen teräs

Ositum Oy  
[www.ositum.fi](http://www.ositum.fi)

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2814

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612



## LIITE 1

Asunto Oy  
VALOKUVAT

2(4)



Kuva 7. Sisäpintaan jäänyt teräs, joka on pintaruosteessa



Kuva 10. Elementtisaumat ovat halkeilleet.



Kuva 8. Päätylelementit ovat käyrystyneet



Kuva 11. Sokkelipinnan rapautumaa



Kuva 9. Tuuletusputki on olemattoman lyhyt



Kuva 12. Rakennuksien murkilla sokkeleiden valusaumoissa on pystyhalkeamia

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2814

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612

LIITE 1

Asunto Oy  
VALOKUVAT



3(4)



Kuva 13. Laattojen pinnoitteet ovat paikoin hilseilleet



Kuva 16. Liian pinnassa oleva ruosteinen teräs



Kuva 14. Liian lyhyttä vedenpoistot putkea on jatkettu



Kuva 17. Pieliteräksen korroosion aiheuttama halkeama



Kuva 15. Maalipinnoitteen hilseilyä parvekelaatan alapinnassa



Kuva 18. Pieliseinän yläosan rapautumaa

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2814

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612



LIITE 1

Asunto Oy .  
VALOKUVAT



4(4)



Kuva 19. Kaiteiden pintoja on paikkailtu



Kuva 20. Kaidepinnoilla on pinnan harventumia



Kuva 21. Kaiteen pieliteräksen korroosion aiheuttamaa lohkeamista



Kuva 22. Teräskorroosion aiheuttamaa helkeamaa



Kuva 23. Alkuperäiset ikkunoiden ja ovien maalipinnat ovat kunnossa



Kuva 24. Ikkunoiden pellitykset ovat liian loivat

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2814

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612

## LIITE 2

As Oy  
Näyteluettelo, näytekartat ja betonipeitteet



1(5)

Tunnus	Näytteenottoaika	Vahvuus betoni (mm)	Karbonisoituminen min-max/ka (mm)	Tutkimus
1PL	Parvekelaatta, IV krs. etelä	152	Yp:0 Ap:0	Ohuthieanalyysi ap, asbestianalyysi, karbonisoituminen
2PP	Parvekepieli, IV krs. etelä	160	Sp:7-23/15 Up:10-15/12	Vetokoe up, karbonisoituminen
3PL	Parvekelaatta, I krs. etelä	4+140	Yp:0-2/0 Ap:7-20/8	Vetokoe yp, karbonisoituminen
4PL	Parvekelaatta, IV krs. etelä	155	Yp:0 Ap:10-13/10	Vetokoe yp, karbonisoituminen
5PP	Parvekepieli, IV krs. etelä	160	Sp:3-14/8 Up:10-15/10	Ohuthieanalyysi sp, karbonisoituminen
6JS	Julkisivu, IV krs. länsi	55	Sp:0-4/1 Up:10	Ohuthieanalyysi karbonisoituminen
7JS	Julkisivu, III krs. länsi	45	Sp:0 Up:9-15/9	Ohuthieanalyysi karbonisoituminen
8JS	Julkisivu, I krs. länsi	50	Sp:3-7/5 Up:10-12/11	Vetokoe karbonisoituminen
9JS	Julkisivu, IV krs. pohjoinen	40	Sp:0 Up:5-15/9	Vetokoe karbonisoituminen
10 JS	Julkisivu II krs, pohjoinen	55	Sp:0 Up:0-10/5	Ohuthieanalyysi karbonisoituminen
11PL	Parvekelaatta I krs. pohjoinen	15+130	Yp:0 Ap:2	Vetokoe yp, karbonisoituminen
12PP	Parvekepieli I krs. pohjoinen	162	Sp:7-15/8 Up:4-18/8	Ohuthieanalyysi sp, kloridipitoisuus, karbonisoituminen
13PL	Parvekelaatta III krs. etelä	15+142	Yp:0 Ap:0-17/2	Ohuthieanalyysi ap, karbonisoituminen
14PP	Parvekepieli II krs. etelä	162	Sp:10-17/12 Up:4-13/7	Vetokoe up, karbonisoituminen
15JS	Julkisivu IV. krs länsi	65	Sp:0 Up:10-13/10	Ohuthieanalyysi karbonisoituminen
16JS	Julkisivu IV. krs länsi	55	Sp:0 Up:6	Vetokoe karbonisoituminen

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2814

Kilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612



## LIITE 2

As Oy  
Näyteluettelo, näytekartat ja betonipeitteet



2(5)

17JS	Julkisivu II krs. länsi	54	Sp:0 Up:0-10/4	Ohuthieanalyysi karbonatisoituminen
18PL	Parvekelaatta II krs. etelä	26-140	Yp:3 Ap:3-10/5	Ohuthieanalyysi ap, asbestianalyysi karbonatisoituminen
19PP	Parvekepieli, II krs. etelä	162	Sp:7-10/10 Up:7-25/12	Vetokoe up, karbonatisoituminen
20PL	Parvekelaatta, II krs. etelä	16-157	Yp:3-7/4 Ap:10-19/16	Ohuthieanalyysi ap, karbonatisoituminen
21PL	Parvekelaatta, I krs. etelä	19+150	Yp:3 Ap:15-25/18	Vetokoe yp, karbonatisoituminen
22PP	Parvekepieli, I krs. etelä	160	Sp:10-18/12 Up:10-15/10	Ohuthieanalyysi sp, asbestipitoisuus, karbonatisoituminen
23SO	Sokkeli, länsi	90	Sp:0-10/3 Up:15-25/20	Vetokoe, karbonatisoituminen
24JS	Julkisivu, I krs. pohjoinen	53	Sp:0 Up:6-14/10	Vetokoe, karbonatisoituminen
25SO	Sokkeli, pohjoinen		Sp: Up:	Ohuthieanalyysi karbonatisoituminen
26SO	Sokkeli, pohjoinen	105	Sp:0 Up:30-35/33	Vetokoe, kloridipitoisuus karbonatisoituminen
27JS	Julkisivu I krs. pohjoinen	48	Sp:0-5/2 Up:5-14/8	Vetokoe, kloridipitoisuus karbonatisoituminen
28SO	Sokkeli, pohjoinen	75	Sp: Up:	Ohuthieanalyysi, karbonatisoituminen
29PL	Parvekelaatta			Kloridi
30 SAUMA				Lyijy/ PCB
31 SAUMA				Lyijy/ PCB
32 SAUMA				Lyijy/ PCB

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2814

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612

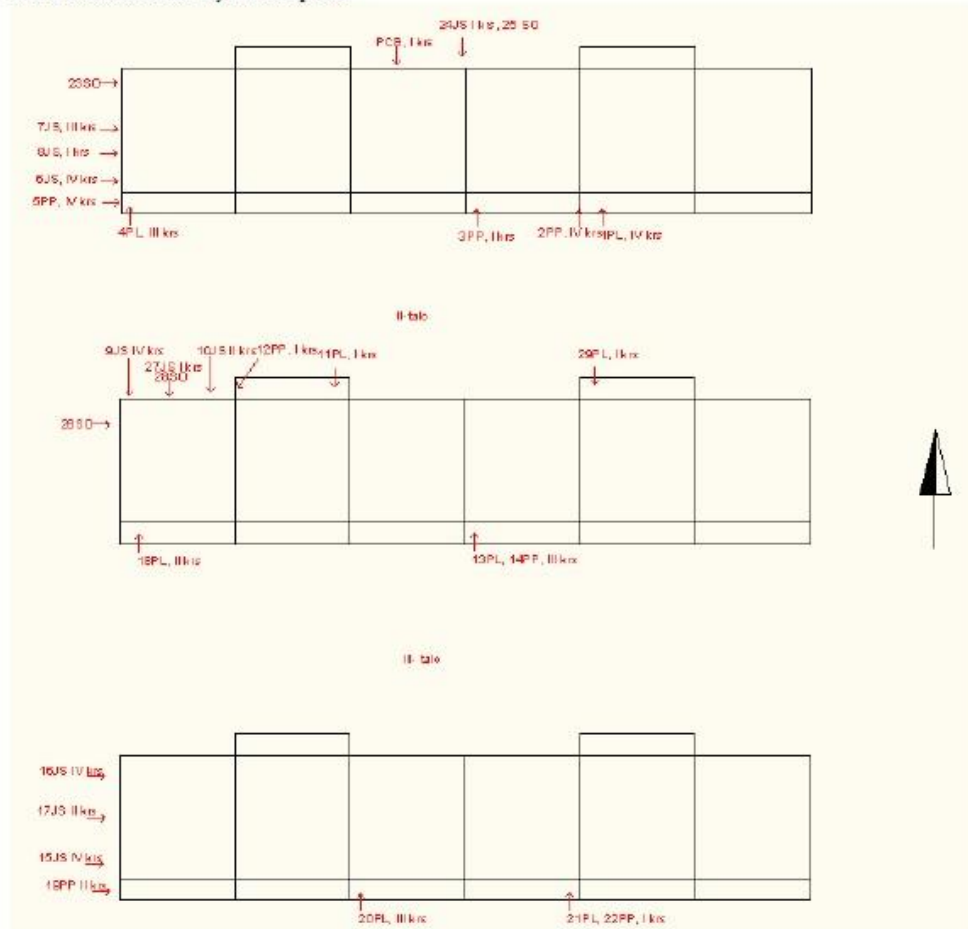
## LIITE 2

As Oy  
Näyteluettelo, näytekartat ja betonipeitteet



3(5)

Kuva 1. Periaatekuva näytteenottoaikat



Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

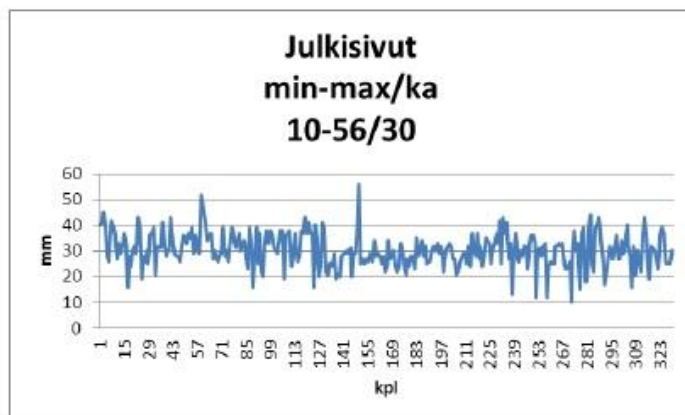
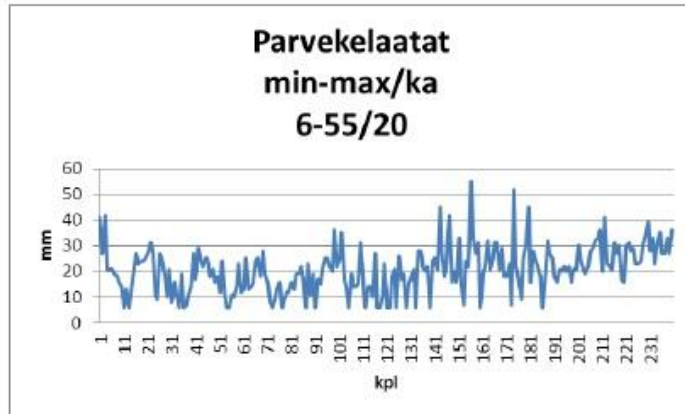
Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612

## LIITE 2

As Oy  
Näyteluettelo, näytekartat ja betonipeitteet



4(5)



Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2814

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

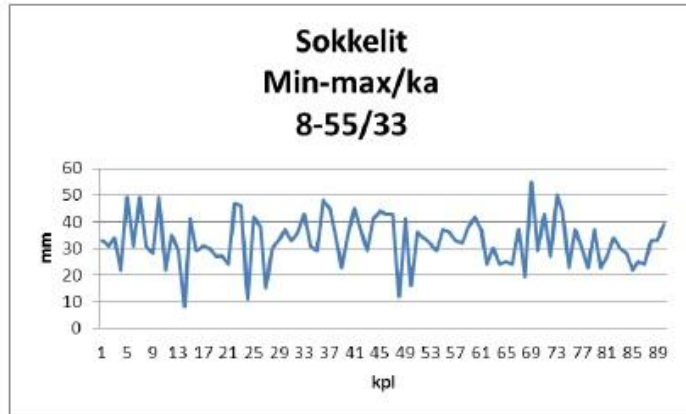
Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612

## LIITE 2

As Oy  
Näyteluettelo, näytekartat ja betonipeitteet



5(5)



LIITE 3

OHUTHIETUTKIMUS



1(15)

Ositum Oy  
 Betonilaboratorio  
 Otakaari 12  
 02150 ESPOO

## OHUTHIETUTKIMUS

Raporttitunnus  
 113 5411

### Yleistiedot

Ositum Oy on ottanut kohteesta As Oy ohuthielaboratoriotutkimuksia varten 14 ( $\varnothing = 50$  mm) betoninäytettä: VÄ 1PL, VÄ 5PP, VÄ 6JS, VÄ 7JS, VÄ 10JS, VÄ 12PP, VÄ13PL, VÄ 15JS, VÄ 17JS, 18PL, VÄ 20PL, VÄ 25SO ja VÄ 28SO. Näytteet on jaettu arvostelueriin taulukon 1 mukaisesti.

Taulukko 1. Näytteiden arvosteluerät

Parvekelaatta	Parvekepieli	Julkisivu	Sokkeli
VÄ 1PL VÄ 13PL VÄ 18PL VÄ 20PL	VÄ 5PP VÄ 12PP VÄ 22PP	VÄ 6JS VÄ 7JS VÄ 10JS VÄ 15JS VÄ 17JS	VÄ 25SO VÄ 28SO

Näytelieriöistä valmistettiin erikoislaboratorion menetelmin ohuthieet näytteiden pintaa vastaan kohtisuorassa suunnassa. Ohuthieiden koko on keskimäärin n. 48 x 23 x 0,03 mm<sup>3</sup>.

Näytteet tutkittiin Motic Stereo Zoom K700P stereomikroskooppilla ja ohuthienäytteet tutkittiin MOTIC BA300Pol polarisaatiomikroskooppilla. Tutkimuksessa käytettiin apuna ASTM C856 standardia.

Ositum Oy  
[www.ositum.fi](http://www.ositum.fi)

Otakaari 12  
 02150 Espoo  
 Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
 33900 Tampere  
 Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
 90250 Oulu  
 Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
 96200 Rovaniemi  
 Puh 010 425 2612

LIITE 3



OHUTHIETUTKIMUS

2(15)

### Ohuthietutkimusten tulosityhteenveto

Ohuthietutkimustulosten perusteella betonien kuntoa sekä niiden kestävyysasteen vaikuttavia tekijöitä on arvioitu tiivistetyssä taulukossa 2. Taulukossa kuntoa on arvioitu asteikolla: hyvä, tyydyttävä, välttävä ja heikko. Pakkasrapautumista on kuvattu asteikolla 0 - 4: 0 = ei rapautumaa, 1 = vähäistä, 2 = orastavaa, 3 = kohtalaista, 4 = voimakasta.

**Taulukko 2.** Ohuthietutkimuksen tulosityhteenveto. Krb = karbonatisoitumisvyvyys (min-max/keskimääräinen karbonatisoitumisvyvyys), yp = yläpinta, ap = alapinta, up = ulkopinta, sp = sisäpinta, pb = pesubetoni, ab = alusbetoni.

Näyte	Näytteen- ottopaikka	Kunto	Krb [mm]	Pakkasenkesto/ huokostäytteet	Rapautu- minen
VÄ 1PL	Parvekelaatta, IV krs, etelä	Hyvä	yp: 0 ap: 2-12/8	Ei/Ei	0
VÄ 13PL	Parvekelaatta, III krs, etelä	Hyvä	yp: 0 ap: 3-17/8	Ei/Ei	0
VÄ 18PL	Parvekelaatta, II krs, etelä	Hyvä	yp: 3 ap: 3-13/6	Ei/Ei	0
VÄ 20PL	Parvekelaatta, II krs, etelä	Hyvä	yp: 3-7/4 ap: 10-19/16	Ei/Vähän portlandiittia	0
VÄ 5PP	Parvekepieli, etelä	Hyvä	up: 10-15/10 sp: 3-14/7	Ei/Vähän ettringiittiä	0
VÄ 12PP	Parvekepieli, I krs, pohjoinen	Hyvä	up: 4-18/8 sp: 7-16/10	Ei/Vähän ettringiittiä	0
VÄ 22PP	Parvekepieli, I krs, etelä	Hyvä	up: 10-15/10 sp: 10-18/12	Ei/Ei	0
VÄ 6JS	Julkisivu, IV krs, länsi	pb: Välttävä ab: Hyvä	up: 3-15/7 sp: 0-1/1	Ei/Ettringiittiä, osa umpeutunut, vähän portlandiittia	pb: 2 ab: 0
VÄ 7JS	Julkisivu, III krs, länsi	pb: Tyydyttävä ab: Hyvä	up: 9-15/12 sp: 0-7/0	Ei/Ettringiittiä	pb: 0 ab: 0
VÄ 10JS	Julkisivu, II krs, pohjoinen	pb: Hyvä ab: Hyvä	up: 0-15/5 sp: 0	Kyllä/Ei	pb: 0 ab: 0
VÄ 15JS	Julkisivu, IV krs, länsi	pb: Tyydyttävä ab: Hyvä	up: 4-19/10 sp: 0	Ei/Ettringiittiä, yksittäisiä umpeutuneita	pb: 0 ab: 0
VÄ 17JS	Julkisivu, II krs, länsi	pb: Tyydyttävä ab: Hyvä	up: 1-15/7 sp: 0	Ei/Vähän ettringiittiä, yksittäisiä umpeutuneita	pb: 0 ab: 0
VÄ 25SO	Sokkeli, pohjoinen	Hyvä	up: 2-28/10 sp: 5-12/10	Ei/Paikoin ettringiittiä	0
VÄ 28SO	Sokkeli, pohjoinen	Tyydyttävä	up: 25-45/35 sp: 2-6/4	Ei/Vähän portlandiittia	0

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612



LIITE 3



OHUTHIETUTKIMUS

3(15)

**Laatu sekä tiiveys**

Betonit ovat tiiviitä ja tasalaatuisia (Kuva 1). Näytteen VÄ 6JS pesubetoni on kunnoiltaan välttävää, mutta muutoin betonit ovat kunnoiltaan hyviä/tyydyttäviä. Pesubetonikerrosten VÄ 6JS ja VÄ 17JS yksittäiset runkoaineskappaleet ovat säröilleitä. Muiden näytteiden runkoaines on hyvälaatuista, ehjää ja rapautumatonta. Näytteiden runko- ja sideainestartunnat ovat hyvät ja tiiviit/pääosin tiiviit.

Karbonatisoituminen on edennyt paikoitellen mm. mikrosäröilyä myöten syvemmälle, mutta keskimääräinen karbonatisoituminen on kohtalaista/vähäistä.

**Halkeilu, rapautuneisuus ja pakkaskestävyys***Parvekelaatat ja -pielet*

Parvekelaatoissa sekä parvekepielissä VÄ 12PP ja VÄ 22PP on nähtävissä pintaa vasten kohtisuoraa ja arviolta betonin varhaisessa vaiheessa kuivumiskutistumisen seurauksena syntyneitä mikrosäröilyä. Näytteissä ei ole nähtävissä rapautumiseen viittaavaa mikrosäröilyä/-halkeilua.

Näytteissä VÄ 20PL ja VÄ 5PP esiintyy suojahuokosia melko runsaasti ja muissa näytteissä vähän/kohtalaisesti. Parvekelaatan VÄ 20PL yksittäisissä huokosissa on nähtävissä portlandiittikiteytymiä ja parvekepielien VÄ 5PP ja VÄ12 PP huokosissa ettringiittikiteytymiä. Yleisesti kiteytymät ovat vähäisiä/melko vähäisiä eivätkä ne arviolta vaikuta merkittävästi betonien kestävyYTEEN.

Betonit eivät huokosrakenteensa perusteella ole arviolta pakkaskestäviä kosteusrasituksessa.

*Julkisivut ja sokkelit*

Julkisivujen pesubetoneissa on nähtävissä pintaa vasten kohtisuoraa ja arviolta betonin varhaisessa vaiheessa syntyneitä, kuivumiskutistumisperäistä mikrosäröilyä. Julkisivun VÄ 6JS pesubetonikerroksessa esiintyy myös arviolta orastavaan rapautumiseen viittaavaa mikrosäröilyä/-halkeilua. Muutoin julkisivu- ja sokkelinäytteissä ei havaittu rapautumiseen viittaavaa mikrosäröilyä/-halkeilua.

Pesubetonissa VÄ 10JS esiintyy suojahuokosia kohtalaisesti ja muissa pesubetoneissa melko vähän tai ei juuri lainkaan (puutteellinen huokostus/ei lisähuokostusta). Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä. Alusbetoneissa ja sokkeleissa suojahuokosten määrä vaihtelee (melko vähän - runsaasti/melko runsaasti). Näytteiden VÄ 10JS ja VÄ 28SO huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä. Muiden näytteiden huokostiloihin on kiteytynyt ettringiittiä ja osa näytteiden VÄ 6JS, VÄ 15JS ja VÄ 17JS huokosista on kokonaan/lähes kokonaan täyttyneitä (Kuva 2). Kokonaan täyttyneiden huokosten kiteytymät voivat paisuessaan heikentää betonien kestävyYTEEN.

Näytteen VÄ 10JS alusbetoni on huokosrakenteensa perusteella arviolta pakkaskestävää kosteusrasituksessa. Muut betonit eivät huokosrakenteensa perusteella ole arviolta pakkaskestäviä kosteusrasituksessa.

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntkatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612



LIITE 3

OHUTHIETUTKIMUS



4(15)

**Näytekohtaiset tutkimustulokset****Parvekelaatta**

**Näyte VÄ 1PL**, parvekelaatta, IV krs, etelä. Näytteen pituus on 150 mm ja näytteessä esiintyy teräs ( $\varnothing = 6,0$  mm) n. 22 mm syvyydellä näytteen alapinnasta alkaen. Näytteessä esiintyy teräsura n. 31 mm syvyydellä näytteen yläpinnasta alkaen. Näytteen ylä- ja alapinnassa esiintyy pinnoitekerros. Ohuthie on valmistettu parvekelaatan alapinnasta alkaen n. 46 mm syvyydelle.

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista (Kuva 1). Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 23$  mm) koostuu pääasiallisesti melko pyörityneistä graniitti- ja amfiboliittikappaleista sekä pienemmistä mineraalirakeista. Runkoaines on ehjää ja rapautumatonta.

Sideaines on portlandsementtiä ja hydrataatio on tasainen. Runko- ja sideaineen tartunnat ovat hyvät ja tiiviit. Sideaines on karbonatisoitunut hieman epätasaisesti ja keskimäärin n. 8,0 mm syvyydelle näytteen alapinnasta alkaen.

Suojahuokosia ( $\varnothing = 0,05 - 0,8$  mm) esiintyy vähän (puutteellinen huokostus). Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Näytteessä ei ole nähtävissä merkittäviä tiivistyshuokosia.

Näytteessä esiintyy vähäistä ja arviolta betonin varhaisessa vaiheessa kuivumiskutistumisen seurauksena syntyneitä mikrosäröilyä. Näytteessä ei ole nähtävissä rapautumiseen viittaavaa mikrosäröilyä/-halkeilua.

Betoni ei huokosrakenteensa perusteella ole arviolta pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.

**Näyte VÄ 13PL**, parvekelaatta, III krs, etelä. Näyte koostuu pintavalusta (n. 15 mm) ja kantavasta laatasta (n. 146 mm). Näytteen ylä- ja alapinnassa esiintyy pinnoitekerros. Näytteessä esiintyy kaksi terästä ( $\varnothing = 6,0$  mm) n. 30 ja 59 mm syvyydellä ja yksi teräs ( $\varnothing = 8,0$  mm) n. 48 mm syvyydellä näytteen yläpinnasta alkaen. Ohuthie on valmistettu parvekelaatan alapinnasta alkaen n. 46 mm syvyydelle.

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 22$  mm) koostuu pääasiallisesti melko pyörityneistä graniitti-, amfiboliitti- ja kvartsiittikappaleista sekä yksittäisistä kiillekappaleista ja pienemmistä mineraalirakeista. Runkoaines on ehjää ja rapautumatonta.

Sideaines on portlandsementtiä ja hydrataatio on tasainen. Runko- ja sideaineen tartunnat ovat hyvät ja tiiviit. Sideaines on karbonatisoitunut keskimäärin n. 8,0 mm syvyydelle näytteen alapinnasta alkaen. Paikoin karbonatisoituminen on edennyt mikrosäröilyä myöten syvemmälle (n. 17 mm).

Suojahuokosia ( $\varnothing = 0,04 - 0,8$  mm) esiintyy kohtalaisesti. Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612

## LIITE 3



## OHUTHIETUTKIMUS

5(15)

Tiivistyshuokosia ( $\varnothing < 1,8$  mm) esiintyy melko vähän. Tiivistyshuokokset ovat pääosin pyöreitä/pyöreähköjä, pallomaisia ja yli 0,8 mm suuruisia. Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Näytteen alapinnasta alkaen n. 18 mm syvyydelle esiintyy pintaa vasten kohtisuoraa, keskimäärin alle 0,01 mm paksuista mikrosäröilyä. Mikrosäröily on arviolta syntynyt betonin varhaisessa vaiheessa kuivumiskutistumisen seurauksena. Näytteessä ei ole nähtävissä rapautumiseen viittaavaa mikrosäröilyä/-halkeilua.

Betoni ei huokosrakenteensa perusteella ole arviolta pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.

**Näyte VÄ 18PL**, parvekelaatta, II krs, etelä. Näyte koostuu pintavalusta (n. 26 mm) ja kantavasta laatasta (n. 140 mm). Näytteen ylä- ja alapinnassa esiintyy pinnoitekerros. Näytteessä esiintyy teräs ( $\varnothing = 6,0$  mm) n. 27 mm syvyydellä ja teräs ( $\varnothing = 8,0$  mm) n. 42 mm syvyydellä näytteen alapinnasta alkaen. Ohuthie on valmistettu parvekelaatan alapinnasta alkaen n. 46 mm syvyydelle.

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 30$  mm) koostuu pääasiallisesti melko pyöristyneistä graniitti-, amfiboliitti- ja kvartsiittikappaleista sekä yksittäisistä kiillekappaleista ja pienemmistä mineraalirakeista. Runkoaines on ehjää ja rapautumatonta.

Sideaines on portlandsementtiä ja hydrataatio on tasainen. Runko- ja sideaineksen tartunnat ovat hyvät ja tiiviit. Sideaines on karbonatoitunut keskimäärin n. 6,0 mm syvyydelle näytteen alapinnasta alkaen. Paikoin karbonatoituminen on edennyt mikrosäröilyä myöten syvemmälle (n. 13 mm).

Suojahuokosia ( $\varnothing = 0,04 - 0,8$  mm) esiintyy kohtalaisesti. Huokosten määrä vähenee hieman näytteen yläpintaa kohden. Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Tiivistyshuokosia ( $\varnothing < 2,5$  mm) esiintyy vähän. Tiivistyshuokokset ovat pääosin pyöreitä/pyöreähköjä, pallomaisia ja yli 0,8 mm suuruisia. Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Näytteen alapinnasta alkaen n. 13 mm syvyydelle asti kulkeutuu pintaa vasten kohtisuoraa, keskimäärin alle 0,03 mm paksuista mikrosäröilyä. Mikrosäröily on arviolta syntynyt betonin varhaisessa vaiheessa kuivumiskutistumisen seurauksena. Näytteessä ei ole nähtävissä rapautumiseen viittaavaa mikrosäröilyä/-halkeilua.

Betoni ei huokosrakenteensa perusteella ole arviolta pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.



## LIITE 3



## OHUTHIETUTKIMUS

6(15)

**Näyte VÄ 20PL**, parvekelaatta, III krs, etelä. Näyte koostuu pintavalusta (n. 16 mm) ja kantavasta laatasta (n. 157 mm). Näytteen ylä- ja alapinnassa esiintyy pinnoitekerros. Ohuthie on valmistettu parvekelaatan alapinnasta alkaen n. 45 mm syvyydelle.

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 22$  mm) koostuu pääasiallisesti melko pyörityneistä graniitti-, liuskekivi- ja amfiboliittikappaleista sekä pienemmistä mineraalirakeista. Runkoaines on ehjää ja rapautumatonta.

Sideaines on portlandsementtiä ja hydrataatio on tasainen. Runko- ja sideaineksen tartunnat ovat hyvät ja tiiviit. Sideaines on karbonatisoitunut keskimäärin n. 16 mm syvyydelle näytteen alapinnasta alkaen.

Suojahuokosia ( $\varnothing = 0,03 - 0,8$  mm) esiintyy melko runsaasti. Yksittäisten huokosten reunoilla on nähtävissä vähäisiä portlandiittikiteytymiä, mutta pääosin huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Tiivistyshuokosia ( $\varnothing < 3,2$  mm) esiintyy melko vähän. Tiivistyshuokokset ovat pääosin pyöreitä/pyöreähköjä, pallomaisia ja yli 0,8 mm suuruisia. Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Näytteessä ei ole nähtävissä rapautumista eikä muuta merkittävää mikrosäröilyä/halkeilua.

Betoni ei huokosrakenteensa perusteella ole arviolta pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.

**Parvekepieli**

**Näyte VÄ 5PP**, parvekepieli, etelä. Näytteen pituus on n. 160 mm ja näytteen ulko- ja sisäpinnassa esiintyy pinnoitekerros. Ohuthie on valmistettu parvekepielen sisäpinnasta alkaen n. 45 mm syvyydelle.

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 22$  mm) koostuu pääasiallisesti melko pyörityneistä graniitti- ja amfiboliittikappaleista sekä pienemmistä mineraalirakeista. Runkoaines on ehjää ja rapautumatonta.

Sideaines on portlandsementtiä ja hydrataatio on tasainen. Runko- ja sideaineksen tartunnat ovat hyvät ja tiiviit. Sideaines on karbonatisoitunut keskimäärin n. 7,0 mm syvyydelle näytteen sisäpinnasta alkaen.

Suojahuokosia ( $\varnothing = 0,03 - 0,8$  mm) esiintyy melko runsaasti, mutta huokokset ovat paikoitellen jakaantuneet hieman epätasaisesti ja pääosa huokosista on yli 0,1 mm suuruisia (puutteellinen huokostus). Huokosissa esiintyy paikoin ettringiittikiteytymiä.

Tiivistyshuokosia ( $\varnothing < 6,0$  mm) esiintyy vähän. Huokokset ovat pääosin pyöreitä/pyöreähköjä, pallomaisia ja yli 0,8 mm suuruisia. Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612

## LIITE 3



## OHUTHIETUTKIMUS

7(15)

Näytteessä ei ole nähtävissä rapautumista eikä muuta merkittävää mikrosäröilyä/halkeilua.

Betoni ei huokosrakenteensa perusteella ole arviolta pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.

**Näyte VÄ 12PP**, parvekepieli, I krs, pohjoinen. Näytteen pituus on n. 162 mm ja näytteen ulko- ja sisäpinnassa esiintyy pinnoitekerros. Ohuthie on valmistettu parvekepielen sisäpinnasta alkaen n. 45 mm syvyydelle.

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 45$  mm) koostuu pääasiallisesti melko pyörityneistä graniitti- ja amfiboliittikappaleista sekä yksittäisistä liuskekivikappaleista ja pienemmistä mineraalirakeista. Runkoaines on ehjää ja rapautumatonta.

Sideaines on portlandsementtiä ja hydrataatio on tasainen. Runko- ja sideaineiden tartunnat ovat hyvät ja pääosin tiiviit. Yksittäisten runkoainekappaleiden reunoilla esiintyvät rakomaiset huokostilat heikentävät paikallisesti tartuntoja. Sideaines on karbonatoitunut keskimäärin n. 10 mm syvyydelle näytteen sisäpinnasta alkaen. Paikoin karbonatoituminen on edennyt mikrosäröilyä myöten syvemmälle (n. 16 mm).

Suojahuokosia ( $\varnothing = 0,04 - 0,8$  mm) esiintyy kohtalaisesti (puutteellinen huokostus). Yksittäisissä huokosissa on nähtävissä vähäisiä ettringiittikiteytymiä.

Tiivistyshuokosia ( $\varnothing < 1,0$  mm) esiintyy vähän. Huokokset ovat pyöreitä/pyöreähköjä, pallomaisia ja yli 0,8 mm suuruisia tai runkoainekappaleiden reunoilla esiintyviä rakomaisia huokostiloja. Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Näytteen sisäpinnasta n. 16 mm syvyydelle esiintyy pintaa vasten kohtisuoraa, keskimäärin alle 0,03 mm paksuista ja runkoainesta myötäilevää mikrosäröilyä. Säröily on arviolta syntynyt betonin varhaisessa vaiheessa kuivumiskutistumisen seurauksena. Näytteessä ei ole nähtävissä rapautumiseen viittaavaa mikrosäröilyä/halkeilua.

Betoni ei huokosrakenteensa perusteella ole arviolta pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.

**Näyte VÄ 22PP**, parvekepieli, I krs, etelä. Näytteen pituus on n. 160 mm ja näytteen ulko- ja sisäpinnassa esiintyy pinnoitekerros. Ohuthie on valmistettu parvekepielen sisäpinnasta alkaen n. 46 mm syvyydelle.

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 40$  mm) koostuu pääasiallisesti melko pyörityneistä graniitti-, amfiboliitti- ja kvartsiittikappaleista sekä pienemmistä mineraalirakeista. Runkoaines on ehjää ja rapautumatonta.

Sideaines on portlandsementtiä ja hydrataatio on tasainen. Runko- ja sideaineiden tartunnat ovat hyvät ja tiiviit. Sideaines on karbonatoitunut keskimäärin n. 12 mm syvyydelle näytteen sisäpinnasta alkaen.



## LIITE 3



## OHUTHIETUTKIMUS

8(15)

Suojahuokosia ( $\varnothing = 0,04 - 0,8$  mm) esiintyy kohtalaisesti (puutteellinen huokostus). Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Tiivistyshuokosia ( $\varnothing < 1,2$  mm) esiintyy vähän. Huokokset ovat pyöreitä, pallomaisia ja yli 0,8 mm suuruisia. Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Näytteessä esiintyy hyvin vähäistä ja arviolta betonin varhaisessa vaiheessa kuivumiskutistumisen seurauksena syntyneitä mikrosäröilyä.

Betoni ei huokosrakenteensa perusteella ole arviolta pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.

**Julkisivu**

**Näyte VÄ 6JS, julkisivu, IV krs, länsi.** Näytteen pituus on n. 55 mm ja näyte koostuu n. 15 mm paksuisesta pesubetonikerroksesta ja n. 40 mm alusbetonikerroksesta. Näytteessä esiintyy teräs (n.  $\varnothing = 3,0$  mm) n. 29 mm syvyydellä näytteen ulkopinnasta alkaen. Ohuthie on valmistettu näytteen ulkopinnasta alkaen n. 45 mm syvyydelle.

*Pesubetoni (n. 15 mm)*

Pesu- ja alusbetonin välisessä tartuntapinnassa esiintyy pinnansuuntaista ja haaroittuvaa mikrosäröilyä ja -halkeilua, mikä heikentää betonikerrosten välistä tartuntaa.

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 19$  mm) koostuu pääasiallisesti hieman kulmikkaista kalkkikivi- ja mineraalikappaleista sekä pienemmistä mineraalirakeista. Runkoaines on yksittäisiä säröilleitä runkoainekappaleita lukuun ottamatta ehjää ja rapautumatonta.

Sideaines on valkosementtiä. Runko- ja sideaineksen väliset tartunnat ovat pääosin hyvät ja tiiviit. Runkoainekappaleita myötäilevät mikrosäröt ja -halkeamat heikentävät paikoitellen tartuntoja. Sideaines on karbonatisoitunut keskimäärin n. 7,0 mm syvyydelle näytteen ulkopinnasta alkaen. Paikoin karbonatisoituminen on edennyt pesu- ja alusbetonin tartuntaan asti mikrosäröilyä ja -halkeilua myöten.

Suojahuokosia ei ole nähtävissä juuri lainkaan (ei lisähuokostusta/ puutteellinen huokostus). Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Näytteessä ei ole nähtävissä merkittäviä tiivistyshuokosia.

Pesubetonikerroksen läpi kulkeutuu pääosin pintaa vasten kohtisuoraa, keksimäärin alle 0,03 mm paksuisia, haaroittuvaa ja runkoainekappaleita myötäilevää mikrosäröilyä. Mikrosäröily on arviolta syntynyt voimakkaan kuivumiskutistumisen seurauksena. Mikrosäröily on arviolta osittain myös pakkasrapautumisperäistä (orastavaa).

LIITE 3



OHUTHIETUTKIMUS

9(15)

*Alusbetoni (n. 30 mm)*

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 16$  mm) koostuu pääasiallisesti melko pyörityneistä graniitti- ja amfiboliittikappaleista sekä pienemmistä mineraalirakeista. Runkoaines on ehjää ja rapautumatonta.

Sideaines on portlandsementtiä ja hydrataatio on tasainen. Runko- ja sideaineksen tartunnat ovat hyvät ja tiiviit. Alusbetonissa ei ole nähtävissä merkittävää karbonatisoitumista. Sideaineksessa esiintyy paikoin viitteitä kosteuden kulkeutumisesta ja sideaineksen liukenemisestä.

Suojahuokosia ( $\varnothing = 0,04 - 0,8$  mm) esiintyy melko runsaasti. Huokosiin on kiteytynyt ettringiittiä ja osa huokosista on kokonaan täyttyneitä. Yksittäisissä huokosissa on paikoin nähtävissä vähäisiä portlandiittikiteytymiä.

Tiivistyshuokosia ( $\varnothing < 1,2$  mm) esiintyy vähän. Tiivistyshuokokset ovat pyöreitä/pyöreähköjä, pallomaisia ja yli 0,8 mm suuruisia. Yksittäisissä huokosissa on paikoin nähtävissä vähäisiä ettringiittikiteytymiä.

Alusbetonissa ei ole nähtävissä rapautumista eikä muuta merkittävää mikrosäröilyä/halkeilua.

Betoni ei huokosrakenteensa perusteella ole arviolta pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.

**Näyte VÄ 7JS**, julkisivu, III krs, länsi. Näytteen pituus on n. 45 mm ja näyte koostuu n. 10 - 15 mm paksuisesta pesubetonikerroksesta ja n. 30 mm alusbetonikerroksesta. Näytteessä esiintyy teräs (n.  $\varnothing = 3,0$  mm) n. 28 mm syvyydellä näytteen ulkopinnasta alkaen. Ohuthie on valmistettu koko näytteen syvyydeltä.

*Pesubetoni (n. 12 mm)*

Pesu- ja alusbetonin välinen tartunta on hyvä ja tiivis.

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 25$  mm) koostuu pääasiallisesti hieman kulmikkaista kalkkikivi- ja mineraalikkappaleista sekä pienemmistä mineraalirakeista. Runkoaines on ehjää ja rapautumatonta.

Sideaines on valkosementtiä. Runko- ja sideaineksen väliset tartunnat ovat pääosin hyvät ja tiiviit. Runkoaineskappaleita myötäilevät mikrosäröt ja -halkeamat heikentävät paikoitellen tartuntoja. Sideaines on karbonatisoitunut keskimäärin n. 12 mm syvyydelle näytteen ulkopinnasta alkaen. Paikoin karbonatisoituminen on edennyt alusbetoniin asti (n. 15 mm).

Suojahuokosia ei ole nähtävissä juuri lainkaan (ei lisähuokostusta/ puutteellinen huokostus). Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Näytteessä ei ole nähtävissä merkittäviä tiivistyshuokosia.

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612



## LIITE 3



## OHUTHIETUTKIMUS

10(15)

Pesubetonikerroksen läpi kulkeutuu pintaa vasten kohtisuoraa, alle 0,06 mm paksuisia, pintaa vasten kohtisuoria ja arviolta betonin varhaisessa vaiheessa kuivumiskutistumisen seurauksena syntyynyttä mikrosäröilyä.

*Alusbetoni (n. 33 mm)*

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 22$  mm) koostuu pääasiallisesti melko pyörityneistä graniitti- ja kvartsiittikappaleista sekä pienemmistä mineraalirakeista. Runkoaines on ehjää ja rapautumatonta.

Sideaines on portlandsementtiä ja hydrataatio on tasainen. Runko- ja sideaineiden tartunnat ovat hyvät ja tiiviit. Karbonatisoituminen on edennyt paikoin halkeamia ja -säröjä myöten n. 7,0 mm syvyydelle näytteen sisäpinnasta alkaen.

Suojahuokosia ( $\varnothing = 0,05 - 0,8$  mm) esiintyy kohtalaisesti ja huokokset ovat pääosin yli 0,1 mm suuruisia (puutteellinen huokostus). Yksittäisissä huokosissa on nähtävissä ettringiittikiteytymiä.

Tiivistyshuokosia ( $\varnothing < 3,0$  mm) esiintyy vähän. Tiivistyshuokokset ovat pyöreitä/pyöreähköjä ja yli 0,8 mm suuruisia tai hieman epäsäännöllisen muotoisia huokostiloja. Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Alusbetonissa ei ole nähtävissä rapautumista eikä muuta merkittävää mikrosäröilyä/-halkeilua.

Betoni ei huokosrakenteensa perusteella ole arviolta pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.

**Näyte VÄ 10JS**, julkisivu, II krs, pohjoinen. Näytteen pituus on n. 55 mm ja näyte koostuu n. 10 mm paksuisesta pesubetonikerroksesta ja n. 45 mm alusbetonikerroksesta. Ohuthie on valmistettu näytteen ulkopinnasta alkaen n. 45 mm syvyydelle.

*Pesubetoni (n. 10 mm)*

Pesu- ja alusbetonin välinen tartunta on hyvä ja tiivis.

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 25$  mm) koostuu pääasiallisesti hieman kulmikkaista ja paikoin melko pyörityneistä kalkkikivi- ja mineraalikkappaleista sekä pienemmistä mineraalirakeista. Runkoaines on ehjää ja rapautumatonta.

Sideaines on valkosementtiä. Runko- ja sideaineiden väliset tartunnat ovat hyvät ja tiiviit. Sideaines on karbonatisoitunut keskimäärin n. 5,0 mm syvyydelle näytteen ulkopinnasta alkaen. Paikoin karbonatisoituminen on edennyt alusbetoniin asti (n. 15 mm syvyydelle).

Suojahuokosia ( $\varnothing = 0,04 - 0,8$  mm) esiintyy kohtalaisesti (puutteellinen huokostus). Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612



LIITE 3



OHUTHIETUTKIMUS

11(15)

Näytteessä ei ole nähtävissä merkittäviä tiivistyshuokosia.

Näytteen ulkopinnasta n. 5,0 mm syvyydelle kulkeutuu vähäistä, alle 0,01 mm paksuisia, pintaa vasten kohtisuoraa ja arviolta kuivumiskutistumisen seurauksena syntyntä mikrosäröilyä. Näytteessä ei ole nähtävissä rapautumiseen viittaavaa mikrosäröilyä/-halkeilua.

*Alusbetoni (n. 35 mm)*

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 35$  mm) koostuu pääasiallisesti melko pyörityneistä graniitti- ja amfiboliittikappaleista sekä yksittäisistä gneissikappaleista ja pienemmistä mineraalirakeista. Runkoaines on ehjää ja rapautumatonta.

Sideaines on portlandsementtiä ja hydrataatio on tasainen. Runko- ja sideaineiden tartunnat ovat hyvät ja tiiviit. Alusbetonissa ei ole nähtävissä merkittävää karbonatisoitumista.

Suojahuokosia ( $\varnothing = 0,03 - 0,8$  mm) esiintyy runsaasti, mutta pääosa huokosista on yli 0,1 mm suuruisia. Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytyksiä.

Tiivistyshuokosia ( $\varnothing < 2,5$  mm) esiintyy kohtalaisesti. Tiivistyshuokokset ovat pyöreitä/pyöreähköjä, pallomaisia ja yli 0,8 mm suuruisia. Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytyksiä.

Näytteessä ei ole nähtävissä rapautumista eikä muuta merkittävää mikrosäröilyä/-halkeilua.

Betoni on huokosrakenteensa perusteella arviolta pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.

**Näyte VÄ 15JS**, julkisivu, IV krs, länsi. Näytteen pituus on n. 65 mm ja näyte koostuu n. 10 mm paksuisesta pesubetonikerroksesta ja n. 55 mm alusbetonikerroksesta. Näytteessä esiintyy teräs (n.  $\varnothing = 3,0$  mm) n. 16 mm syvyydellä näytteen ulkopinnasta alkaen. Ohuthie on valmistettu näytteen ulkopinnasta alkaen n. 45 mm syvyydelle.

*Pesubetoni (n. 10 mm)*

Pesu- ja alusbetonin välinen tartunta on hyvä ja tiivis.

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 22$  mm) koostuu pääasiallisesti hieman kulmikkaista kalkkikivi- ja mineraalikkappaleista sekä pienemmistä mineraalirakeista. Runkoaines on ehjää ja rapautumatonta.

Sideaines on valkosementtiä. Runko- ja sideaineiden väliset tartunnat ovat pääosin hyvät ja tiiviit. Runkoainekappaleita myötäilevät mikrosäröt ja -halkeamat heikentävät paikoin tartuntoja. Sideaines on karbonatisoitunut keskimäärin n. 10 mm syvyydelle näytteen ulkopinnasta alkaen. Paikoin karbonatisoituminen on edennyt alusbetoniin asti (n. 19 mm syvyydelle).

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612

## LIITE 3



## OHUTHIETUTKIMUS

12(15)

Suojahuokosia ei ole nähtävissä juuri lainkaan (ei lisähuokostusta/ puutteellinen huokostus). Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Näytteessä ei ole nähtävissä merkittäviä tiivistyshuokosia.

Pesubetonikerroksen läpi kulkeutuu melko vähäistä, pääosin pintaa vasten kohtisuoraa ja alle 0,01 mm paksuista mikrosäröilyä. Säröily on arviolta syntynyt betonin varhaisessa vaiheessa kuivumiskutistumisen seurauksena.

*Alusbetoni (n. 35 mm)*

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 17$  mm) koostuu pääasiallisesti melko pyörityneistä graniitti-, amfiboliitti- ja kvartsiittikappaleista sekä pienemmistä mineraalirakeista. Runkoaines on ehjää ja rapautumatonta.

Sideaines on portlandsementtiä ja hydrataatio on tasainen. Runko- ja sideaineksen tartunnat ovat hyvät ja tiiviit. Karbonatisoituminen on edennyt paikoin n. 9,0 mm syvyydelle alusbetonin ulkopinnasta alkaen.

Suojahuokosia ( $\varnothing = 0,04 - 0,8$  mm) esiintyy kohtalaisesti (puutteellinen huokostus). Huokosten reunoille on kiteytynyt ettringiittiä ja yksittäiset pienet huokokset ovat paikoin kokonaan täyttyneitä. Kiteytymiä esiintyy yleisesti melko vähän ja pääosa kiteytymistä on nähtävissä pienimmissä, alle 0,1 mm suuruisissa huokosissa.

Tiivistyshuokosia ( $\varnothing < 3,0$  mm) esiintyy kohtalaisesti. Tiivistyshuokokset ovat pyöreitä/pyöreähköjä ja yli 0,8 mm suuruisia tai hieman epäsäännöllisen muotoisia huokostiloja. Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Näytteessä ei ole nähtävissä rapautumista eikä muuta merkittävää mikrosäröilyä/halkeilua.

Betoni ei huokosrakenteensa perusteella ole arviolta pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.

**Näyte VÄ 17JS**, julkisivu, II krs, länsi. Näytteen pituus on n. 54 mm ja näyte koostuu n. 17 mm paksuisesta pesubetonikerroksesta ja n. 37 mm alusbetonikerroksesta. Näytteessä esiintyy teräs (n.  $\varnothing = 3,0$  mm) n. 30 mm syvyydellä näytteen ulkopinnasta alkaen. Ohuthie on valmistettu näytteen ulkopinnasta alkaen n. 45 mm syvyydelle.

*Pesubetoni (n. 15 mm)*

Pesu- ja alusbetonin välinen tartunta on hyvä ja tiivis.

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 22$  mm) koostuu pääasiallisesti hieman kulmikkaista amfiboliitti- ja mineraalikappaleista sekä pienemmistä mineraalirakeista. Runkoaines on yksittäistä säröilyttä runkoaineskappaleita lukuun ottamatta ehjää ja rapautumatonta.

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612

## LIITE 3



## OHUTHIETUTKIMUS

13(15)

Sideaines on valkosementtiä. Runko- ja sideaineksen väliset tartunnat ovat pääosin hyvät ja tiiviit. Runkoaineskappaleita myötäilevät mikrosäröt ja -halkeamat heikentävät yksittäisten runkoaineskappaleiden tartuntoja sideainekseen. Sideaines on karbonatisoitunut keskimäärin n. 7,0 mm syvyydelle näytteen ulkopinnasta alkaen. Paikoin karbonatisoituminen on edennyt syvemmälle (n. 15 mm).

Suojahuokosia ( $\varnothing = 0,05 - 0,8$  mm) esiintyy melko vähän ja pääosa huokosista on yli 0,1 mm suuruisia (puutteellinen huokostus). Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Pesubetonissa ei ole nähtävissä merkittäviä tiivistyshuokosia.

Pesubetonin koko syvyydeltä on nähtävissä haaroittuvaa, alle 0,01 mm paksuista, yksittäistä runkoaineskappaleelta leikkaavaa ja arviolta betonin varhaisessa vaiheessa kuivumiskutistumisen seurauksena syntyntä mikrosäröilyä.

*Alusbetoni (n. 30 mm)*

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 17$  mm) koostuu pääasiallisesti melko pyörityneistä graniitti- ja amfiboliittikappaleista sekä pienemmistä mineraalirakeista. Runkoaines on ehjää ja rapautumatonta.

Sideaines on portlandsementtiä ja hydrataatio on tasainen. Runko- ja sideaineksen tartunnat ovat hyvät ja tiiviit. Alusbetonissa ei ole nähtävissä merkittävää karbonatisoitumista. Sideaineksessa on nähtävissä viitteitä kosteuden kulkeutumisesta ja sideaineksen liukenemisestä.

Suojahuokosia ( $\varnothing = 0,03 - 0,8$  mm) esiintyy melko runsaasti, mutta pääosa huokosista on yli 0,1 mm suuruisia (puutteellinen huokostus). Yksittäisiin huokosiin on kiteytynyt ettringiittiä ja osa huokosista on kokonaan/lähes kokonaan täyttyneitä (Kuva 2). Yleisesti huokostäytteitä esiintyy kuitenkin melko vähän.

Tiivistyshuokosia ( $\varnothing < 3,0$  mm) esiintyy vähän. Tiivistyshuokokset ovat pyöreitä/pyöreähköjä ja yli 0,8 mm suuruisia. Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Näytteessä ei ole nähtävissä rapautumista eikä muuta merkittävää mikrosäröilyä/halkeilua.

Betoni ei huokosrakenteensa perusteella ole arviolta pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.



LIITE 3

OHUTHIETUTKIMUS



14(15)

### Sokkeli

**Näyte VÄ 25SO**, sokkeli, pohjoinen. Näytteen pituus on n. 58 mm ja ohuthie on valmistettu näytteen ulkopinnasta alkaen n. 45 mm syvyydelle.

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 21$  mm) koostuu pääasiallisesti melko pyöristyneistä graniitti-, liuskekivi- ja kvartsiittikappaleista sekä pienemmistä mineraalirakeista. Näytteen runkoaines on ehjää ja rapautumatonta.

Sideaines on portlandsementtiä ja hydrataatio on tasainen. Runko- ja sideaineksen tartunnat ovat hyvät ja tiiviit. Sideaines on karbonatoitunut keskimäärin n. 10 mm syvyydelle näytteen ulkopinnasta alkaen. Paikoin karbonatoituminen on edennyt syvemmälle (n. 28 mm).

Suojahuokosia ( $\varnothing = 0,03 - 0,8$  mm) esiintyy melko vähän ja pääosa huokosista on yli 0,1 mm suuruisia (puutteellinen huokostus). Huokosten reunoille on paikoin kiteytynyt ettringiittiä.

Tiivistyshuokosia ( $\varnothing < 3,0$  mm) esiintyy kohtalaisesti. Huokokset ovat pääosin pyöreitä/pyöreähköjä ja yli 0,8 mm suuruisia huokostiloja. Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Näytteessä ei ole nähtävissä rapautumista eikä muuta merkittävää mikrosäröilyä/halkeilua.

Betoni ei huokosrakenteensa perusteella ole arviolta pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.

**Näyte VÄ 28SO**, sokkeli, pohjoinen. Näytteen pituus on n. 75 mm ja näytteen ulkopinnassa esiintyy pinnoitekerros. Ohuthie on valmistettu näytteen ulkopinnasta alkaen n. 45 mm syvyydelle.

Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Runkoaines ( $\varnothing = 0,2 - 35$  mm) koostuu pääasiallisesti melko pyöristyneistä graniitti-, liuskekivi-, kvartsiitti- ja amfiboliittikappaleista sekä pienemmistä mineraalirakeista. Näytteen runkoaines on ehjää ja rapautumatonta.

Sideaines on portlandsementtiä ja hydrataatio on tasainen. Runko- ja sideaineksen tartunnat ovat hyvät ja pääosin tiiviit. Paikoin runkoaineskappaleiden reunoilla esiintyvät rakomaiset huokostilat heikentävät tartuntoja. Sideaines on karbonatoitunut keskimäärin n. 35 mm syvyydelle näytteen ulkopinnasta alkaen. Paikoin karbonatoituminen on edennyt koko ohuthienäytteen syvyydeltä.

Suojahuokosia ( $\varnothing = 0,04 - 0,8$  mm) esiintyy melko runsaasti, mutta pääosa huokosista on yli 0,1 mm suuruisia. Huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Tiivistyshuokosia ( $\varnothing < 3,5$  mm) esiintyy melko vähän. Huokokset ovat pääosin pyöreitä/pyöreähköjä ja yli 0,8 mm suuruisia tai runkoaineskappaleiden reunoilla esiintyviä rakomaisia huokostiloja. Rakomaisiin huokostiloihin on paikoitellen kiteytynyt

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612

LIITE 3



OHUTHIETUTKIMUS

15(15)

vähän portlandiittia, mutta muutoin huokosissa ei ole nähtävissä merkittäviä haitallisia kiteytymiä.

Näytteessä ei ole nähtävissä rapautumista eikä muuta merkittävää mikrosäröilyä/halkeilua.

Betoni ei huokosrakenteensa perusteella ole arviolta pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.

#### Allekirjoitukset

Ositum Oy  
23.8.2011

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Viveca Lindqvist'.

Viveca Lindqvist  
FM, Geologi, Tutkija

Liitteet 1 sivu mikrorakennekuvat  
Jakelu 1 kpl tilaaja  
1 kpl Ositum Oy:n arkisto

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

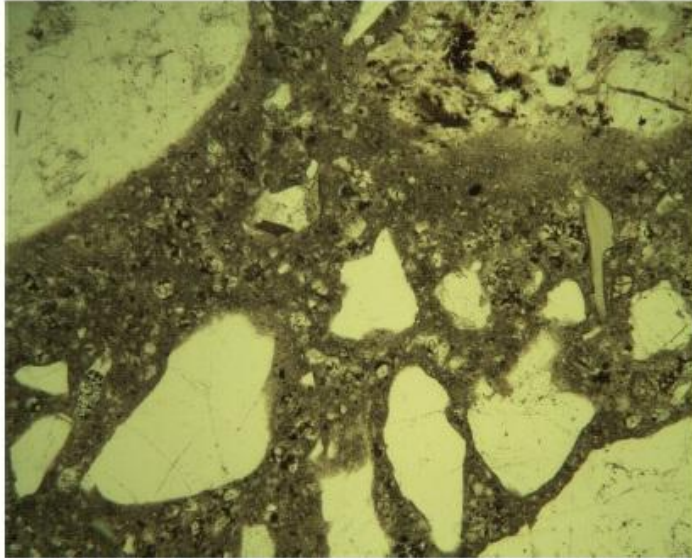
Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612

LIITE

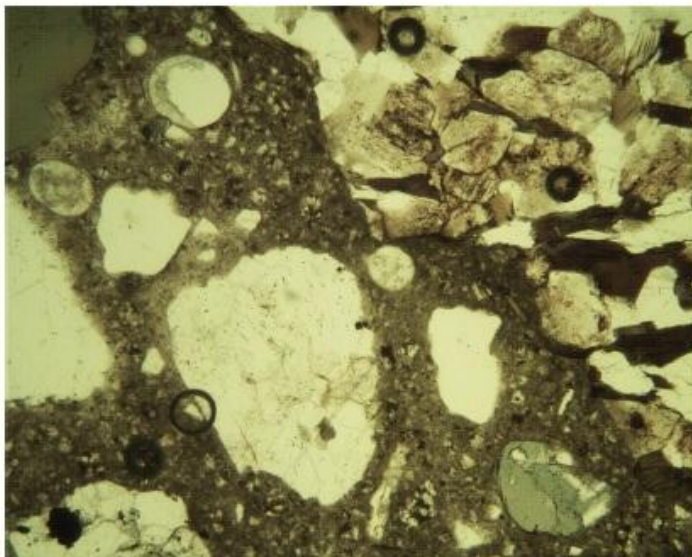
...OSITUM

MIKRORAKENNEKUVAT

1(1)



Kuva 1. Näyte VA 1PL, parvekelaatta. Betoni on tiivistä ja tasalaatuista. Kuvan pidempi sivu on n. 1,8 mm.



Kuva 2. Näyte VA 17JS, julkisivu, alusbetoni. Suojahuokosiin on kiteytynyt ettringiittiä. Kuvan pidempi sivu on n. 1,8 mm.

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612

## LIITE 4



## Vetolujuuden määrittäminen

1(2)

Ositum Oy  
Kiilakiventie 1  
90250 OULU

## VETOLUJUUDEN MÄÄRITYS

Kohde As Oy

Raporttitunnus 1335411

Menetelmät Vetokokeet suoritettiin laboratoriossa standardin SFS 5455 mukaisesti.

Koekappaleet Vetokoekappaleet olivat halkaisijaltaan 50 mm.

## Tulokset

Näyte	Rakenneosa	Vetolujuus N/mm <sup>2</sup>	Murtokohta/- tapa
VÄ2PP	Parvekepieli, etelä IV krs	2,7	Ulkopinnasta 12–25 mm, myötäilee
VÄ3PL	Parvekelaatta, etelä I krs	2,9	Yläpinnasta 60–63 mm, myötäilee
VÄ4PL	Parvekelaatta, etelä IV krs	2,3	Yläpinnasta 1-7 mm, myötäilee
VÄ8JS	Julkisivu, länsi, I krs	2,7	Ulkopinnasta 3- 8 mm, leikkaa
VÄ9JS	Julkisivu, IV krs. Pohjoinen	1,2	Ulkopinnasta 10- 24 mm, leikkaa
VÄ11PL	Parvekelaatta, I krs. etelä	2,5	Yläpinnasta 25 mm, myötäilee
VÄ14PP	Parvekepieli, III krs. pohjoinen	2,8	Ulkopinnasta 54-66 mm, myötäilee
VÄ16JS	Julkisivu, länsi IV krs	2,5	Ulkopinnasta 5-10 mm, leikkaa
VÄ19PP	Parvekepieli, II krs, etelä	1,7	Ulkopinnasta 15- 30 mm, myötäilee
VÄ21PL	Parvekelaatta, I krs, etelä	2,0	Yläpinnasta 50-55 mm, myötäilee

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612



## LIITE 4



## Vetolujuuden määrittäminen

			2(2)
VÄ23SO	Sokkeli, länsi	2,4	Ulkopinnasta 25-35 mm, myötäilee
VÄ24JS	Julkisivu, I krs, pohjoinen	1,3	Ulkopinnasta 2- 5 mm, leikkaa
VÄ26SO	Sokkeli, länsi	2,3	Ulkopinnasta 3-7 mm, myötäilee
VÄ27JS	Julkisivu, julkisivu, I krs, pohjoinen	2,8	Ulkopinnasta 2-5 mm, leikkaa

Päiväys 09.08.2011

Ositum Oy

Jaakko Luukkonen  
tutkimusinsinööri

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612



Kloridianalyysi  
1(1)

Ositum Oy  
Otakaari 12  
02150 ESPOO

#### KLORIDIPITOISUUDEN MÄÄRITYS

Kohde As Oy :  
Raporttitunnus 113 5411  
Menetelmä Näytteiden kokonaiskloridipitoisuudet määritettiin laboratoriossa standardin SFS 5451 mukaisesti.

#### Tulokset

Näyte	Rakenneosa	Cl <sup>-</sup> (paino -%)
VÄ 1PL	Parvekelaatta	0,10
VÄ 11PL	Parvekelaatta	0,07
VÄ 12PP	Parvekepieli	< 0,01
VÄ 26S	Sokkeli	< 0,01
VÄ 27JS	Julkisivu	< 0,01
VÄ 29PL	Parvekelaatta	< 0,01

Päiväys Espoo 16.8.2011  
Ositum Oy

Viveca Lindqvist  
FM, Geologi, Tutkija

Jakelu 1 kpl Ositum Oy:n arkisto  
1 kpl Tilaaaja

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpääkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612



1(1)

## ASBESTIANALYYSI



**Tutkimuskohde** As Oy

**Näytteenottaja** Ositum Oy

**Raportointitunnus** 113 5411

**Näytteen analysointi** Ositum Oy  
Otakaari 12  
02150 ESPOO

**Yhteyshenkilö** FM, Geologi Viveca Lindqvist  
Gsm 050 537 9002  
FT, toimialajohtaja, laboratoriot Merja Mikkonen  
Gsm 044 537 9005

**Analyysimenetelmä** Valomikroskooppitutkimus ja vertailu standardiaineisiin.  
Tulos koskee vain analyysimenetelmällä tutkittua näytettä.

## Tulokset

Näyte	Selite	Luokitus
VÄ 1PL	Parvekelaatta, IV krs., etelä, pinnoite	Ei asbestipitoinen
VÄ 18PL	Parvekelaatta, II krs., etelä, pinnoite	Ei asbestipitoinen
VÄ 22PP	Parvekepieli, I krs., etelä, pinnoite	Ei asbestipitoinen

Ositum Oy,  
Espoossa 10.8.2011

Viveca Lindqvist  
FM, Geologi, Tutkija

Jakelu: Ositum Oy:n arkisto 1 kpl  
Tilaja 1 kpl

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Otakaari 12  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612



**POLYKLOORATUT BIFENYYLIT, PCB  
MATERIAALIN PCB-ANALYYSI**

**Analysiraportti 1135411**

2.8.2011

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Betonimiehenkuja 4  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612



2(6)

1.	YHTEYSTIEDOT .....	3
2.	MATERIAALIN EPÄPUHTAUDET .....	4
2.1	Materiaalin PCB -analyysi .....	4
2.1.1	Tutkimusmenetelmä .....	4
2.1.2	Tulos .....	4
2.1.3	Johtopäätös .....	5
2.1.4	Toimenpidesuositus .....	5
2.1.5	Viitearvoja .....	5
2.1.6	Kirjallisuus .....	5
3.	ALLEKIRJOITUKSET .....	6



3(6)

## 1. YHTEYSTIEDOT

<b>Tilaaja</b>	REIM Oulu Oy Juha Merilä Hallituskatu 29 90100 OULU
<b>Tutkimuskohde</b>	As Oy ,
<b>Laboratorio</b>	Ositum Oy Otakaari 12 02150 ESPOO

Ositum Oy  
[www.ositum.fi](http://www.ositum.fi)

Betonimiehenkuja 4  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612





4(6)

## 2. MATERIAALIN EPÄPUHTAUDET

### 2.1 Materiaalin PCB -analyysi

#### 2.1.1 Tutkimusmenetelmä

Kaasukromatografia-massaspektrometria (GC-MS).

#### 2.1.2 Tulos

Taulukko 1. Näytteissä havaitut PCB-yhdisteiden pitoisuudet (mg/kg).

PCB #	VÄ I talo	VÄ II talo	VÄ III talo
8	<0,1	<0,1	<0,1
28	<0,1	<0,1	<0,1
52	<0,1	<0,1	<0,1
49	<0,1	<0,1	<0,1
44	<0,1	<0,1	<0,1
37	<0,1	<0,1	<0,1
74	<0,1	<0,1	<0,1
70	<0,1	<0,1	<0,1
66	<0,1	<0,1	<0,1
60	<0,1	<0,1	<0,1
101	<0,1	<0,1	<0,1
99	<0,1	<0,1	<0,1
87	<0,1	<0,1	<0,1
77	<0,1	<0,1	<0,1
82	<0,1	<0,1	<0,1
118	<0,1	<0,1	<0,1
114	<0,1	<0,1	<0,1
153	<0,1	<0,1	<0,1
105	<0,1	<0,1	<0,1
179	<0,1	<0,1	<0,1
138	<0,1	<0,1	<0,1
158	<0,1	<0,1	<0,1
126	<0,1	<0,1	<0,1
166	<0,1	<0,1	<0,1
187	<0,1	<0,1	<0,1
183	<0,1	<0,1	<0,1
128	<0,1	<0,1	<0,1
156	<0,1	<0,1	<0,1
180	<0,1	<0,1	<0,1
169	<0,1	<0,1	<0,1
170	<0,1	<0,1	<0,1
189	<0,1	<0,1	<0,1
summa	<0,1	<0,1	<0,1

Ositum Oy  
www.ositum.fi

Betonimiehenkuja 4  
02150 Espoo  
Puh 010 425 2610

Hatanpäänkatu 3  
33900 Tampere  
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1  
90250 Oulu  
Puh 010 425 2600

Maakuntakatu 29 - 31  
96200 Rovaniemi  
Puh 010 425 2612



5(6)

**2.1.3 Johtopäätös**

Näytteissä ei havaittu määrittäysrajan ylittäviä pitoisuuksia PCB-yhdisteitä.

**2.1.4 Toimenpidesuositus**

Tulos ei aiheuta toimenpiteitä PCB-yhdisteiden osalta.

**2.1.5 Viitearvoja**

PCB-yhdisteiden kokonaispitoisuudet ollessa yli 50 mg/kg on materiaali käsiteltävä PCB-jätteenä.

**2.1.6 Kirjallisuus**

RATU-OHJE 82-0238 PCB:tä ja lyijyä sisältävien saumamassojen purku.



6(6)

### 3. ALLEKIRJOITUKSET

Tulokset, johtopäätökset, toimenpidesuositukset ja muut tässä raportissa esitetyt lausunnot koskevat vain tätä allekirjoitettua raporttia kokonaisuudessaan ja vain tähän raporttiin sisältyviä näytteitä.

Mahdollisissa oikeudessa käsiteltävissä tai muuten ratkaistavissa riitatapauksissa raportissa esitettyjä tuloksia, johtopäätöksiä, toimenpidesuosituksia ja muita tämän raportin lausuntoja ei saa käyttää, ennen kuin raporttia koskevat maksusaatavat on suoritettu kokonaisuudessaan Ositum Oy:lle.

Raporttia ja sen sisältämiä tuloksia, johtopäätöksiä, toimenpidesuosituksia ja muita tässä raportissa esitettyjä lausuntoja ei saa käyttää todisteena missään oikeusasteissa ilman Ositum Oy:n kirjallista lupaa.

Raportin saa kopioida ainoastaan kokonaisuutena. Osien kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Ositum Oy vastaa antamastaan lausunnostaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen mukaisesti (KSE 1995).

Espoo 2.8.2011

Ositum Oy

Laura Luosujärvi  
FT, Kemisti

Jakelu 1 kpl tilaaja  
1 kpl Ositum Oy:n arkisto

1.10.2012

As Oy Korjauskalenteri

**NCC**  
**As Oy Korjauskalenteri**  
**Taloyhtiön kunnossapitoon**

1.10.2012

Taloyhtiön nimi	Kerrostaloyhtiö	Asuntojen lkm	90
Rakennusvuosi	1973	Kerrosten lkm	4
Talotyyppi	Kerrostalo	Asuntojen pinta-ala yhteensä	5445 m <sup>2</sup>
Paikkakunta	Muu Suomi	Rakennustilavuus	22950 m <sup>3</sup>
Taloyhtiön teknisen arvon alenema	71 € / asuntoneliö		
Välitön korjaustarve (korostettu punaisella)	0 € / asuntoneliö		
Taloyhtiölle suunnitellut korjaukset	253 € / asuntoneliö		



**OPTIPLAN**  
**KORJAUSRAKENTAMISPALVELU** OPTIPLAN

- kuntoarvio
- kuntotutkimukset
- kosteus- ja mikrobitutkimukset
- sisäilmätutkimukset
- asbestikartoitukset
- arkkitehtisuunnittelu
- rakennesuunnittelu
- LVISA-suunnittelu
- rakennuttaminen
- valvonta

www.optiplan.fi





1.10.2012

As Oy Korjauskalenteri



## As Oy Korjauskalenteri Taloyhtiön kunnossapitoon

1.10.2012

Taloyhtiön nimi	Kerrostaloyhtiö	Asuntojen lkm	90
Rakennusvuosi	1973	Kerrostien lkm	4
Talotyyppi	Kerrostalo	Asuntojen pinta-ala yhteensä	5445 m <sup>2</sup>
Paikkakunta	Muu Suomi	Rakennustilavuus	22950 m <sup>3</sup>

Taloyhtiön teknisen arvon alenema	71 € / asuntoneliö
Välitön korjaustarve (korostettu punaisella)	0 € / asuntoneliö
Taloyhtiölle suunnitellut korjaukset	253 € / asuntoneliö

### Ikkunat, ovet

/// Keskimääräinen kestoikä päätymässä

Kunnossapidettävä osa	Määrä	Suunnitteilla Uusiminen Korjaus	Tehty Uusittu Korjattu	Kestoikäennuste							
				73	'80	'90	'00	2012 '10	'20	'30	
Puuikkunat	1185 m <sup>2</sup>	<input checked="" type="checkbox"/> 450 000 €	2012								...
Maalaus		<input type="checkbox"/> 60 000 €	2012								
Parvekkeiden ovet	90 kpl	<input checked="" type="checkbox"/> 45 000 €	2012								...
Maalaus		<input type="checkbox"/> 9 000 €	2012								
Metalli-ikkunat	0 m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> 0€	1973								
Maalaus		<input type="checkbox"/> 0€	2012								
Ulko-ovet	13 kpl	<input checked="" type="checkbox"/> 13 000 €	2012								...
Maalaus		<input type="checkbox"/> 1 000 €	2012								
Autotallin ovet	0 kpl	<input type="checkbox"/> 0€	1973								
Korjaus		<input type="checkbox"/> 0€									
Huoneistojen ovet	0 kpl	<input type="checkbox"/> 0€	1973								
Muut sisäovet	0 kpl	<input type="checkbox"/> 0€	1973								
Lukot	0 kpl	<input type="checkbox"/> 0€	1973								

Valitut yhteensä 508 000 €