

## BETONISEN JULKISIVUN

### KUNTOTUTKIMUS OHUTHIE NÄYTTEILLÄ

KATRIINAN SAIRAALA

Katriinankuja 4, Vantaa



ISS PROKO OY  
KIINTEISTÖJEN KÄYTONOHJAUS  
21.12.2012

**SISÄLLYSLUETTELO**

## BETONISEN JULKISIVUN

KUNTOTUTKIMUS OHUTHIE NÄYTTEILLÄ	1
KATRIINAN SAIRAALA .....	1
Katriinankuja 4, Vantaa .....	1
0. JOHDANTO	3
1. TEHDYT TUTKIMUKSET	3
1.1 Kenttätutkimukset .....	3
1.2 Laboratoriotutkimukset .....	3
2. TUTKIMUSTULOKSIA	3
2.1 Yhteenveto lipan ja julkisivun ohuthienäytteistä .....	4
2.2 Kloridipitoisuuden määrittäminen .....	4
3. YHTEENVETO .....	5
LIITTEET	5



## 0. JOHDANTO

Vantaan kaupungin kiinteistössä Katriinan sairaalassa on todettu betonisen julkisivun alkavaa rapautumista. Kiinteistö sijaitsee osoitteessa Katriinankuja 4. Betonisia julkisivuja ei ole saneerattu. Tutkimuksen tarkoitus oli ottaa ohuthienäytteet betonisista julkisivuista pääjulkisivun osalta rakennesuunnittelijan ohjeistuksen mukaisesti. Rakennus on kantavilta rakenteiltaan pilari-palkki-laattarakenteinen. Julkisivujen pääosan muodostavat pystyyn asennetut betonielementit.

Vesikatteen kuntoon ei tilatussa tutkimuksessa ollut tarkoitus ottaa kantaa.

Rakennuksen Sisäänkäynnin lipalle ja etujulkisivulle tehtiin betonisten julkisivujen kunto-tutkimus ottamalla ohuthienäytteet. Lisäksi otettiin pääsisäänkäynnin lipan pilarista kloridinäyte liittyvien rakennusosien kunnon silmämääräisen arvioinnin tueksi. Kenttätyöt suoritettiin 24 - 25.9.2012.

Näytteenotot:

Pekka Kiho Rkm, PKM Vahinkokartoittaja, ISS vanhinko- ja korjauspalvelut

Työsuoritukset ja raportoinnin laati:

ISS Proko Oy:n kiinteistöjen käytönohjauksen Etelä-Suomen yksikkö.

Ohuthienäytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n Oulun laboratoriossa.

Työn tilasi Vantaan Kaupunki Tilakeskus, Hankevalmistelu: Jouni Räsänen, Ulla Lignell

## 1. TEHDYT TUTKIMUKSET

### 1.1 Kenttätutkimukset

Tutkimukseen kuului julkisivurakenteen aistinvarainen havainnointi jonka perusteella laadittiin näytteenottosuunnitelma. Rakennuksesta otettiin lieriöporalla näytteitä, ja kentällä laadittiin näytteenottokohdista piirustus. Lisäksi otettiin yksi kloridinäyte sisääntulon lipan pilarista.

### 1.2 Laboratoriotutkimukset

Laboratorioissa analysoitiin otetuista betonilieriöistä ohuthieistä betonin laatua, sen koostumusta ja säänkestävyyttä. Lisäksi mitattiin betonin karbonatisoitumista.

Tarkempi kuvaus analyysistä on liitteenä laboratorion tutkimusraportissa.

## 2. TUTKIMUSTULOKSIA

Näytteet 1 - 3 on otettu sisäänkäynnin lipasta ja näytteet 5 - 8 julkisivusta kahden kerroksen alueilta ikkunoiden yläpuolisista elementeistä.

Näyte 4 on otettu sisäänkäynnin pilarista kloridimääritystä varten.



## 2.1 Yhteenveto lipan ja julkisivun ohuthienäytteistä

Näyte	Rakenne-osa/ pinta	Kunto	Krb keski-määrin [mm]	Pakkasenkesto/ huokostäytteen	Rapautuneisuus*
1	otsa/ ulkopinta	tyytyttävä	ulkopinta 8	ei/ ei	1
2	lippa/ ulkopinta	välttävä	ulkopinta 11	ei/ vähän ettringiittiä	3
3	kattoikkunan sivu/ ulkopinta	tyytyttävä	ulkopinta 17	ei/ vähän ettringiittiä	1
5	julkisivu/ sisäpinta	tyytyttävä	sisäpinta 7	on/ paikoin umpeutuneet, ettringiitti	1
6	julkisivu/ ulkopinta	tyytyttävä	ulkopinta 5	on/ paikoin umpeutuneet, ettringiitti	1
7	julkisivu/ sisäpinta	tyytyttävä	sisäpinta 9	on/ paikoin umpeutuneet, ettringiitti	0
8	julkisivu/ ulkopinta	tyytyttävä	ulkopinta 18	ei/ usein umpeutuneet, ettringiitti	1

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

Katoksen osalta rakenteet ovat kunnoltaan pääosin tyydyttäviä. Näyte 2; lipan katosta otetussa näytteessä on merkkejä teräksen korroosioauriosta. Pinnalla oleva teräs on voimakkaasti syöpyneet ja korroosiotuotteita on levinnyt betoniin kun taas sisemmässä betonissa näkyy vain vähäisiä ruostevaurioita. Sideaineen karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnan osalta 11 mm. Betoni on näytteessä myös kohtalaisen rapautunutta. Katoksen näytteiden betoni ei huokosrakenteen perusteella ole pakkaskestävää kosteusrasituksen alla.

Julkisivun näytteiden on runsaasti haitallista/kosteusrasitusta indikoivaa ettringiittiä, mikä voi edistää betonin rapautumista. Muuten tulokset ovat kunnoltaan tyydyttäviä ja näkyvä rapautuminen on vähäistä. Julkisivun betonit ovat lisähuokostettuja ja ne ovat huokosrakenteen perusteella arvioitu pakkaskestäviksi, paitsi näyte numero 8 missä huokokset ovat usein umpeutuneet kiteytymillä.

## 2.2 Kloridipitoisuuden määrittäminen

Sisäänkäynnin lipan pilarista otettu näyte on porajauheesta määritetty. Sen kloridipitoisuus on < 0,01 % minkä voidaan sanoa olevan vähäistä.



### 3. YHTEENVETO

Katoksen osalta rakenteet ovat kunnoltaan pääosin tyydyttäviä. Näyte 2; lipan katosta otetussa näytteessä on merkkejä betonin korroosiovauriosta. Pinnalla oleva teräs on voimakkaasti syöpynyt ja korroosiotuotteita on levinnyt betoniin kun taas sisemmässä betonissa näkyy vain vähäisiä ruostevaurioita. Sideaineen karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnan osalta 11 mm. Betoni on näytteessä myös kohtalaisen rapautunutta. Katoksen näytteiden betoni ei huokosrakenteen perusteella ole pakkaskestävää kosteusrasituksen alla.

Julkisivun näytteiden on runsaasti haitallista/kosteusrasitusta indikoivaa ettringiittiä, mikä voi edistää betonin rapautumista. Muuten tulokset ovat kunnoltaan tyydyttäviä ja näkyvä rapautuminen on vähäistä. Julkisivun betonit ovat lisähuokostettuja ja ne ovat huokosrakenteen perusteella arvioitu pakkasenkestäviksi, paitsi näyte numero 8 missä huokokset ovat usein umpeutuneet kiteytymillä.

Tutkitut rakenneosat ovat pääosin arvioitu tyydyttäväiksi.

Lipan osalta suosittelimme korjaustoimenpiteeksi esim. laastipaikkauskorjausta.

Muissa rakenteissa ei havaittu sellaisia puutteita tai epäkohtia jotka vaatisivat välittömiä toimenpiteitä.

Rakennuksen normaalien huoltotöiden yhteydessä on syytä tarkastella lipan osalta rapautumisen etenemistä.

Muiden elementtien kuntoa on syytä seurata silmämääräisesti. Jos elementeissä havaitaan lisääntyvää rapautumaa, on niiden korjaus aloitettava, kun rapautumaa esiintyy siinä määrin, että sen on järkevää.

Ettringiittireaktiota ja siitä johtuvaa rapautumaa voidaan hidastaa estämällä betonirakenteen kastuminen esim. sopivalla pinnoitteella (vesihöyryä läpäisevä, mutta vesitiivis pinnoite).

ISS Proko Oy

Kiinteistöjen käytönohjaus

Simo Sirenne  
asiantuntija, RI

#### LIITTEET

tutkimusraportti, ohuthieanalyysi, kloridinäyte  
julkisivun näytteenotto kohtien kenttäpiirustus

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

10.10.2012



ISS Proko Oy  
Kiinteistöjen käytönohjaus  
Jarmo Minkkinen  
PL 590  
40101 JYVÄSKYLÄ

analyysi:		
<b>OHUTHIEANALYYSI</b>		
kohde:	tilaus- tai toimituspäivämäärä:	näyttemateriaali:
Katriinan sairaala	23.08.2012 (tilaus)	betoni
näytetunnukset:	näytteiden muoto ja halkaisija:	ohuthienäytelasin koko:
1, 2, 3, 5, 6, 7, 8	poralieriöt, Ø 45 mm	48 mm x 25 mm

## Tutkimukset

Näytteistä valmistettiin ohuthieet (paksuus 0,025-0,030 mm) pintaa vastaan kohtisuorassa suunnassa. Näytteet on valmistettu ylä-, ala-, ulko- tai sisäpinnasta lähtien asiakkaan pyynnön mukaisesti.

Näytteiden yleispiirteiden tarkastelu suoritettiin ensin Olympus SZ3060 stereomikroskoopilla, minkä jälkeen ohuthieet tutkittiin Nikon E400 POL polarisaatiomikroskoopilla. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä.

Ohuthieanalyysi on akkreditoitu menetelmä ja analyysissä käytettiin apuna standardia ASTM C856-11.

## Tulokset

**Näyte 1, otsa. Ohuthie ulkopinnasta alkaen.**

Näytteen pituus on noin 190 mm. Näytelieriö on katkennut noin 46 mm ulkopinnasta ja katkeamiskohdasta puuttuu teräs.

Betoni on tasalaatuista ja tiivistä. Kiviaine on kulmikasta sekä pyörästynyttä ja suurin havaittu raekoko on 8 mm (pääkivilajit: granitoidit, gneissit). Kiviaine on ehjää.

Sideaine on portlandsementtiä, seosaineena on lentotuhkaa. Sideaineen mikrotekstuuri on tasainen. Karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 3-9 mm, keskimäärin 8 mm (*määritetty fenolftaleiini-liuoksella näytteen halkaistulta pinnalta*). Ohuthieessä karbonatisoitumista havaittiin 8 mm:n syvyyteen.

Sideaineen ja kiviainekappaleiden väliset tartunnat ovat yleisesti tiiviit ja kiinni.

Ulkopinnasta 1 mm syvyyteen on muutamia, epäjatkuvia mikrosäröjä (säröt pinnan suuntaisia). Muualla näytteessä mikrosäröilyä havaittiin vähän. Säröt ovat pääosin kiviaineen reunoilla (yksittäiset leikkaavat kiviainetta) ja niiden leveys on alle 0,01 mm.

Pyöreitä, 0,02–0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän, kuten myös 0,8–4,0 mm:n kokoisia tiivistyshuokosia. Huokosissa ei havaittu merkittäviä sekundäärisiä kiteytyksiä.

#### Näyte 2, lipan katto. Ohuthie ulkopinnasta alkaen.

Lieriönäytteen pituus on noin 32 mm. Teräkset ovat ulkopinnassa ( $\varnothing$  6 mm) ja noin 9 mm:n ( $\varnothing$  10 mm) syvyydessä ulkopinnasta. Ulkopinnassa oleva teräs on voimakkaasti syöpyntynyt ja korroosiotuotteita on levinnyt betoniin. Sisemmän teräksen pinnassa on vähäisiä ruostevaurioita. Betonissa on sidelankaa.

Betoni on makrorakenteeltaan yleisesti tasalaatuista ja tiivistä, mutta säröily sekä hieman epätasainen mikrorakenne heikentää tiiveyttä. Kiviaine on kulmikasta sekä pyöristynyttä ja suurin havaittu raekoko on 6 mm (pääkivilajit: granitoidit). Kiviaine on yleisesti ehjää ja vain yksittäisesti säröilyn yhteydessä lohkeillut.

Sideaine on portlandsementtiä (seosaineena lentotuhkaa). Sideaineen mikrotekstuuri on hieman epätasainen mikrotiiveyden vaihtelun sekä paikoin voimakkaan karbonatisoitumisen seurauksena. Karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta noin 11 mm (*määritetty fenolftaleiini-liuoksella näytteen halkaistulta pinnalta sekä ohuthieestä*).

Sideaineen ja kiviainekappaleiden väliset tartunnat ovat pääosin kiinni.

Jatkuvat, pinnan suuntaiset mikrosäröt ovat 4, 7 ja 14 mm ulkopinnasta (säröjen leveys alle 0,08 mm) sekä 20 mm ulkopinnasta on pinnan suuntainen, alle 0,5 mm leveä särö. Lisäksi näytteessä havaittiin hieman epäjatkuvaa pinnan suunaista sekä suuntautumaton mikrosäröilyä. Säröt ovat haaroittuvia, paikoin leikkaavia ja niihin on kiteytynyt paikoin ettringiittiä.

Pyöreitä, 0,02–0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän, kuten myös 0,8–2,3 mm:n kokoisia tiivistyshuokosia. Huokosten seinämillä on hieman ettringiittiä.

**Näyte 3, kattoikkunan sivu. Ohuthie ulkopinnasta alkaen.**

Näytteen pituus on noin 245 mm. Lieriönäyte on katkennut noin 95 mm ulkopinnasta. Teräkset (Ø 8 mm) ovat 22 ja 100 ulkopinnassa (tartunnat kiinni, ei ruostetta).

Betoni on makrorakenteeltaan tasaista ja tiivistä. Kiviaine on pyöristynyttä sekä kulmikasta ja suurin havaittu raekoko on 10 mm (pääkivilajit: granitoidit, gneissit). Kiviaine on ehjää.

Sideaine on portlandsementtiä (seosaineena lentotuhkaa). Sideaineen mikrotekstuuri on hieman epätasainen ja siinä on mikrotiiveyden vaihtelua. Hydrataatioaste on arviolta korkea. Karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 16 mm (*määritetty fenolftaleiini-liuoksella näytteen halkaistulta pinnalta*). Ohuthieessä karbonatisoitumista havaittiin 17 mm:iin ulkopinnasta.

Sideaineen ja kiviainekappaleiden väliset tartunnat ovat kiinni.

Jatkuvaa säröilyä ei havaittu. Epäjatkuvaa mikrosäröilyä on vähän (säröjen leveys alle 0,01 mm) ja ulkopinnassa yksittäiset säröt ovat pinnan suuntaisia.

Pyöreitä, 0,02–0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän, kuten myös 0,8–4,6 mm:n kokoisia tiivistyshuokosia. Yksittäisten huokokset seinämille on kiteytynyt ettringiittiä.

**Näyte 5, julkisivu. Ohuthie sisäpinnasta alkaen.**

Näytteen pituus on noin 128 mm. Teräs (Ø 4 mm) on 20 mm ulkopinnasta. Teräksen tartunta on kiinni, eikä siinä ole ruostetta.

Betoni on suhteellisen tasalaatuista ja tiivistä. Kiviaine on pyöristynyttä sekä kulmikasta ja suurin havaittu raekoko on 8 mm (pääkivilajit: granitoidit). Kiviaine on ehjää.

Sideaine on portlandsementtiä. Sideaineen mikrotekstuuri/ hydrataatio on tasainen, kalsiumhydroksidia on kiteytynyt vähän. Karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 2–8 mm, keskimäärin 5 mm ja sisäpinnasta noin 8 mm (*määritetty fenolftaleiini-liuoksella näytteen halkaistulta pinnalta*). Ohuthieessä karbonatisoitumista havaittiin 7 mm:iin sisäpinnasta.



Sideaineen ja kiviainekappaleiden väliset tartunnat ovat tiiviit ja kiinni.

Halkeilua tai jatkuvaa säröilyä ei havaittu. Epäjatkuvaa suuntautumaton mikro säröilyä on suhteellisen vähän (säröjen leveys alle 0,01 mm).

Pyöreitä, 0,02–0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on paljon ja 0,8–8,0 mm:n kokoisia tiivistyshuokosia kohtalaisesti. Huokosten seinämällä on yleisesti ettringiittiä ja paikoin alle 0,1 mm:n kokoiset huokokset ovat umpeutuneet. Lisäksi sisäpinnan huokosissa on karbonaattia.

#### Näyte 6, julkisivu. Ohuthie ulkopinnasta alkaen.

Näytteen pituus on noin 133 mm. Teräs (Ø 4 mm) on 28 mm ulkopinnasta (tartunta betoniin kiinni, ei ruostetta).

Betoni on tasalaatuista ja tiivistä. Kiviaine on pyörästynyttä sekä kulmikasta ja suurin havaittu raekoko on 8 mm (pääkilajit: granitoidit). Kiviaine on ehjää.

Sideaine on portlandsementtiä. Sideaineen mikrotekstuuri on tasainen (kalsiumhydroksidia kiteytynyt vähän). Karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 2-8 mm, keskimäärin 4 mm ja sisäpinnasta noin 7 mm (*määritetty fenolftaleiini-liuoksella näytteen halkaistulta pinnalta*). Ohuthieessä karbonatisoitumista havaittiin halkeamaa pitkin 24 mm:iin ja vyöhykkeenä 5 mm:iin ulkopinnasta.

Sideaineen ja kiviainekappaleiden väliset tartunnat ovat tiiviit ja kiinni.

Pintaa vastaan kohtisuora mikrohalkeama on ohuthieen reunassa 5-32 mm:n syvyydellä ulkopinnasta (kulkee hieen reunan yli). Halkeaman leveys on alle 0,02 mm ja se on usein umpeutunut karbonaatilla (sideaine halkeaman reunoilla karbonatisoitunut). Pääosin pintaa vastaan kohtisuoraa ja suuntautumaton mikro säröilyä on suhteellisen vähän (säröjen leveys alle 0,01 mm). Osa säröistä ulottuu ulkopintaan ja niihin on kiteytynyt karbonaattia.

Pyöreitä, 0,02–0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on runsaasti ja 0,8–6,5 mm:n kokoisia tiivistyshuokosia on vähän. Huokosiin on kiteytynyt yleisesti ettringiittiä ja paikoin alle 0,11 mm:n kokoiset huokokset ovat umpeutuneet (yksittäiset umpeutuneet kalsiumhydroksidilla).

#### Näyte 7, julkisivu. Ohuthie sisäpinnasta alkaen.

Näytteen pituus on noin 140 mm. Teräs (Ø 4 mm) on 21 mm ulkopinnasta. Teräksen tartunta on kiinni, eikä siinä ole ruostesyöpymiä.

Betoni on suhteellisen tasalaatuista ja tiivistä. Kiviaine on kulmikasta sekä pyöristynyttä ja suurin havaittu raekoko on 6 mm (pääkivilajit: granitoidit, gneissit). Kiviaine on ehjää.

Sideaine on portlandsementtiä. Sideaineen mikrotekstuuri on tasainen. Karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 5-9 mm (keskimäärin 7 mm) ja sisäpinnasta noin 7 mm (*määritetty fenolftaleiini-liuoksella näytteen halkaistulta pinnalta*). Ohuthieessä karbonatisoitumista havaittiin 9 mm:n syvyyteen sisäpinnasta.

Sideaineen ja kiviainekappaleiden väliset tartunnat ovat tiiviit ja kiinni.

Halkeilua tai jatkuvaa säröilyä ei havaittu. Epäjatkuvaa mikrosäröilyä on yksittäisesti (säröjen leveys alle 0,01 mm).

Pyöreitä, 0,02–0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on runsaasti ja 0,8–7,1 mm:n kokoisia tiivistyshuokosia kohtalaisesti. Huokosissa on yleisesti ettringiittiä sekä vähän kalsiumhydroksidia ja paikoin alle 0,19 mm:n kokoiset huokokset ovat umpeutuneet. Sisäpinnassa ettringiitti on osin karbonatisoitunut.

#### Näyte 8, julkisivu. Ohuthie ulkopinnasta alkaen.

Näytteen pituus on noin 139 mm. Teräs (Ø 4 mm) on 25 mm ulkopinnasta. Teräksen tartunta on kiinni, eikä siinä ole ruostesyöpymiä.

Betoni on makrorakenteeltaan tasaista ja tiivistä. Kiviaine on pyöristynyttä sekä kulmikasta ja suurin havaittu raekoko on 8 mm (pääkivilajit: granitoidit, gneissit). Kiviaine on ehjää.

Sideaine on portlandsementtiä. Sideaineen mikrotekstuuri on tasainen ja mikrorakenne on tiivis. Karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 12-20 mm, keskimäärin 15 mm ja sisäpinnasta noin 8 mm:iin (*määritetty fenolftaleiini-liuoksella näytteen halkaistulta pinnalta*). Ohuthieessä karbonatisoitumista havaittiin 18 mm:iin ulkopinnasta.

Sideaineen ja kiviainekappaleiden väliset tartunnat ovat kiinni.

Halkeilua tai jatkuvaa säröilyä ei havaittu. Epäjatkuvaa mikrosäröilyä on vähän (säröjen leveys alle 0,01 mm). Osa säröistä liittyy ettringiitillä umpeutuneisiin huokosiin.

Pyöreitä, 0,02–0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on paljon mutta usein alle 0,14 mm:n kokoiset huokokset ovat umpeutuneet ettringiitillä ja 0,8–6,0 mm:n kokoisia tiivistyshuokosia on vähän.

## Tulosten arviointi

Taulukossa 1. (tulosten tarkastelu) on kuvattu näytteen kuntoa asteikolla hyvä, tyydyttävä, välttävä ja heikko. Arvion perustana on käytetty ohuthietutkimuksista saatuja tuloksia. Betonin pakkasenkestävyyttä on arvioitu huokosrakenteen perusteella.

Taulukko 1. Tulosten tarkastelu

Näyte	Rakenne-osa/ pinta	Kunto	Krb keskimäärin [mm]	Pakkasenkesto/ huokostäytteen	Rapautuneisuus*
1	otsa/ ulkopinta	tyydyttävä	ulkopinta 8	ei/ ei	1
2	lippa/ ulkopinta	välttävä	ulkopinta 11	ei/ vähän ettringiittiä	3
3	kattoikkunan sivu/ ulkopinta	tyydyttävä	ulkopinta 17	ei/ vähän ettringiittiä	1
5	julkisivu/ sisäpinta	tyydyttävä	sisäpinta 7	on/ paikoin umpeutuneet, ettringiitti	1
6	julkisivu/ ulkopinta	tyydyttävä	ulkopinta 5	on/ paikoin umpeutuneet, ettringiitti	1
7	julkisivu/ sisäpinta	tyydyttävä	sisäpinta 9	on/ paikoin umpeutuneet, ettringiitti	0
8	julkisivu/ ulkopinta	tyydyttävä	ulkopinta 18	ei/ usein umpeutuneet, ettringiitti	1

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

Betonit ovat laadultaan yleisesti hyviä. Näytteissä 2 ja 3 on hieman arviolta mikrotiiveyden vaihtelua (näytteiden betonien laatu tyydyttävä). Näytteessä 2 sideaineen karbonatisoituminen on paikoin voimakasta ja alkuperäinen mikrorakenne on muuttunut (mahdollisesti hieman sideaineen liukenemista). Näytteen 3 mikrotekstuurin epätasaisuus on arviolta vedenerottumisen aiheuttamaa ja vesi-sementtisuhde on ilmeisesti ollut suuri. Arviolta kutistuman aiheuttamaa mikrosäröilyä ja/tai mikrohalkeilua havaittiin näytteissä 1, 3, 5, 6 ja 8 (rapautuneisuus 1), mikä hieman heikentää betonien tiiveyttä.

Kiviaines on betonille tyypillistä eikä siinä havaittu merkittävää rapautumista. Sideaineen karbonatisoituminen ei keskimäärin ole edennyt syvälle betoniin. Näytteessä 2 (lipan katto) on voimakkaasti syöpinnyt teräs näytteen ulkopinnassa ja betonissa on korroosiovaurioita.

Julkisivujen (näytteet 5, 6, 7, 8) betonit ovat lisähuokostettuja ja huokosrakenteen perusteella arviolta pakkasenkestäviä, lukuun ottamatta näytettä 8, missä huokokset ovat usein umpeutuneet kiteytymillä. Kiteytymät heikentävät hieman myös muiden julkisivujen pakkasenkestominaisuuksia. Muiden näytteiden betonit eivät ole huokosrakenteen perusteella arviolta pakkasenkestäviä kosteusrasituksessa. Arviolta pakkasrapautumisen aiheuttamia, pinnan suuntaisia mikrosäröjä havaittiin

lipan katossa 2, sekä osin säröily on arviolta aiheutunut myös teräskorroosiosta (säröissä ei havaittu korroosiotuotteita). Betonin säilyvyys on merkittävästi heikentynyt (kunto enintään välttävä). Näytteessä 1 (otsa) on erittäin vähän mahdollisesti pakkasrapautumisen aiheuttamaa mikrosäröilyä. Julkisivussa 8 säröilyyn liittyy mahdollisesti ettringiitin aiheuttamaa räsitusta. Muissa näytteissä ei havaittu arviolta myöhemmän rapautumisen aiheuttamia vaurioita.

Julkisivunäytteissä (5, 6, 7, 8) on runsaasti haitallista/ kosteusrasitusta indikoivaa ettringiittiä, mikä voi edistää betonin rapautumista. Muissa näytteissä kiteytymät eivät ole vielä arviolta merkittäviä.

WSP FINLAND OY



tekijä:  
Vesa Kontio  
tutkija, FM



tarkastaja:  
Jussi Myllykangas  
tutkija, FM

WSP Finland Oy  
Laboratoriopalvelut  
Kiviharjunlenkki 1 D  
90220 OULU  
Puhelin 0207 864 12  
Fax 0207 864 800

25.09.2012

ISS PRoko Oy  
Kiinteistöjen käytönhojaus  
Jarmo Minkkinen  
PL 590  
40101 JYVÄSKYLÄ

testaus: <b>KLORIDIPITOISUUDEN MÄÄRITYS</b>		
kohde: Katriinan sairaala	tilaus- tai toimituspäivämäärä:	näytemateriaali: betoni
näytetunnukset: (IKS)4	näytteiden tyyppi: porajauhe	analyysin ajankohta: 24. – 25.9.2012

**Menetelmä**

Tilaaajan toimittamien näytteiden kokonaiskloridipitoisuudet on määritetty standardin SFS-EN 14629 Volhardin menetelmää soveltaen. Tulokset on ilmoitettu betonin massasta. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä.

**Tulokset**

Näyte	Näytteenottoaika ja - syvyys	Tutkitun näytteen määrä [g]	Cl <sup>-</sup> [massa-%]
(IKS)4	pilari	4,79	< 0,01

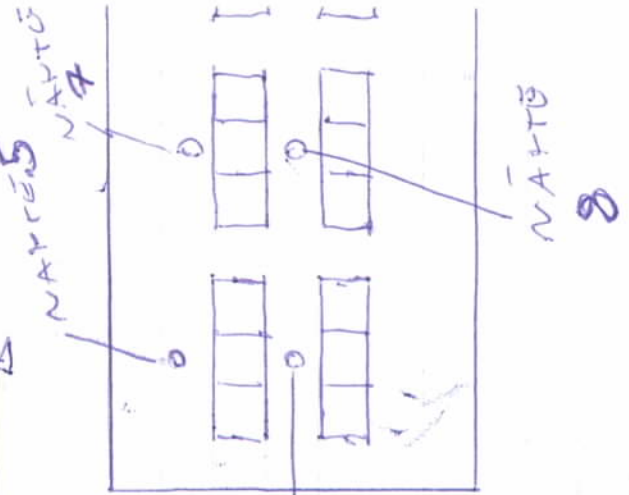
Menetelmän määrittämissä raja-arvo on 0,006 massa-% ja mittaepävarmuus (95 % luotettavuustasolla) ± 0,004 massa-%. Tulokset on ilmoitettu 2 desimaalin tarkkuudella.

**WSP FINLAND OY**

Ari Rätty  
laborantti

Kalvirian

SAIRAALA



SIVUKUVA X

PÄÄ SISÄÄN KÄYNTI

1. NÄHTÖ  
OTSJA

2. NÄHTÖ  
LIPAN KATTO

3. NÄHTÖ  
KATTOIKKUMAN  
SIVUSTA

4. NÄHTÖ  
PILARISTA  
PORASTA  
12 cm  
SIVUSTEEN

NÄHTÖ  
6

NÄHTÖ 5  
NÄHTÖ 4

NÄHTÖ VAIN N. 5 m  
EI PÄÄSSÄT SUENNÄLLE  
(RAUDOITUSTA)  
GDESSA  
DALJON V