

WSP TutkimusKORTES Oy
 Heikkiläntie 7 D
 00210 HELSINKI
 Puh.0424 9696 1
 Fax 09-7740 7719

05.09.2006

OHUTHIETUTKIMUS

Yleistiedot näytteistä WSP TutkimusKORTES Oy on ottanut kohteesta Katriinan vanha sairaala, Vantaa, kuusi betonilieriönäytettä ohuthietutkimuksia varten, nrot: 2PA, 3PL, 4PL, 5PL, 6JS ja 8JS.

Tutkimukset Näytelieriöistä valmistettiin ohuthieet (paksuus 0,03 mm) näytteen pintaa vastaan kohtisuorassa suunnassa. Hieen koko on 48 x 25 mm².

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

Ohuthietutkimuksessa käytettiin apuna standardia ASTM C856.

Tulokset **Näyte 2PA**, parvekkeen palkki (länsi 3. krs), näytteen pituus noin 98 mm. Ulkopinnassa 0,2-1,0 mm paksu, kaksinkertainen pinnoite (ulompi kerros osittain irronnut). Ohuthie ulkopinnasta alkaen.

Betoni on tasalaatuista ja tiivistä. Runkoaine koostuu pääosin pyörityneistä, 0,02-26,0 mm:n kokoisista gneissi- ja graniittikappaleista ja se on hyvälaatuista.

Sideaine portlandsementtiä, hydrataatio suhteellisen tasainen. Karbonatisoituminen ulkopinnasta 38,0-46,0/ 43,0 mm.

Runkoaineen tartunnat sideaineeseen ovat tasaiset ja kiinni.

Ei pakkasrapautumista eikä merkittävää kuivumiskutistumisen aiheuttamaa säröilyä.

Suojahuokosia ($\varnothing = 0,04-0,9$ mm) erittäin vähän ja tiivistyshuokosia ($\varnothing = 0,05-5,0$ mm) suhteellisen vähän. Huokosten seinämille on kiteytynyt pieniä määriä karbonaattia. Huokosjako arviolta $> 1,5$ mm.

Näyte 3PL, parvekelaatta (länsi, 2. krs), näytteen pituus 148 mm. Teräs ($\varnothing = 3,0$ mm) 55 mm yläpinnasta. Yläpinnassa epoksinpinnoite (paksuus 3-4 mm, tartunta kiinni) ja alapinnassa on kaksinkertainen, 0,2-0,4 mm

paksu pinnoite, joka on osittain irti (alapinta murentunut). Ohuthie kantavan laatan yläpinnasta alkaen.

Näyte on rakenteeltaan kerroksellinen koostuen pintavalusta ja kantavasta betonilaatasta, joiden välinen tartunta on tiivis.

Pintavalu (paksuus 57 mm)

Betoni on hieman epätasalaatuista ja alapinnasta hieman harvaa. Runkoaine koostuu pääosin pyöristyneistä, alle 6,0 mm:n kokoisista liuske-, gneissi- ja graniittikappaleista. Runkoaine on hyvälaatuista.

Karbonatisoituminen yläpinnasta 6,0-11,0/ 8,0 mm.

Runkoaineen tartunnat sideaineeseen ovat yleisesti tiiviit ja kiinni. Huokostilojen yhteydessä runkoainetartunnat ovat paikoin auki.

Teräksen tartunta on osittain auki (ei ruostetta).

Palanäytteessä ei havaittu mikrorakoilua.

Suojahuokosia ($\varnothing < 3,1$ mm) vähän ja tiivistyshuokosia ($\varnothing < 5,5$ mm) suhteellisen paljon, alapinnassa runsaasti. Huokosten seinämillä ei havaittu merkittäviä kiteytyksiä.

Kantava laatta (paksuus 87 mm)

Betoni on tasalaatuista ja tiivistä. Runkoaine koostuu pyöristyneistä ja osin pyöristyneistä, 0,02-30,0 mm:n kokoisista gneissi- ja graniittikappaleista sekä mineraalirakeista. Runkoaine on hyvälaatuista.

Sideaine portlandsementtiä, hydrataatio suhteellisen tasainen. Karbonatisoituminen yläpinnasta/ kerrosten kontaktista 2,0-5,0/ 3,0 mm ja alapinnasta 15,0-27,0/ 23,0 mm.

Runkoaineen tartunnat sideaineeseen ovat yleisesti tiiviit ja kiinni (runkoaineen reunoilla vähän kalsiumhydroksidia).

Palanäytteen alapinta on 5 mm:n syvyyteen osin murentunut runkoainekappaleiden reunoja myötäillen. Yläpinnassa (ohuthieessä) ei havaittu jatkuvia mikrorakoja. Kuivumiskutistumisen aiheuttamaa mikrosäröilyä on erittäin vähän (pituus enintään 2,5 mm, leveys alle 0,005 mm).

Suojahuokosia ($\varnothing = 0,04-3,0$ mm) erittäin vähän kuten myös tiivistyshuokosia ($\varnothing = 0,04-4,2$ mm). Huokosten seinämillä hieman ettringiittiä. Huokosjako arviolta $> 2,0$ mm.

Näyte 4PL, parvekelaatta (etelä, 1. krs), näytteen pituus 191 mm. Yläpinnassa tiivis epoksinnoite (paksuus 3 mm). Ohuthie alapinnasta alkaen.

Näyte on rakenteeltaan kerroksellinen koostuen pintavalusta ja kantavasta betonilaatasta, joiden välinen tartunta on kiinni.

Pintavalu (paksuus 57 mm)

Betoni on suhteellisen tasalaatuista ja tiivistä, alapinnasta hieman harvempaa. Runkoaine koostuu pääosin pyörityneistä, alle 7,0 mm:n kokoisista liuske-, gneissi- ja graniittikappaleista. Runkoaine on hyvälaatuista.

Karbonatisoituminen yläpinnasta keskimäärin 4,0 mm.

Runkoaineen tartunnat sideaineeseen ovat yleisesti tiiviit ja kiinni. Huokostilojen yhteydessä runkoainetartunnat ovat yksittäisesti auki.

Palanäytteessä ei havaittu mikrorakoilua.

Suojahuokosia ($\varnothing < 1,0$ mm) vähän ja tiivistyshuokosia ($\varnothing < 6,0$ mm) suhteellisen vähän. Huokosten seinämillä ei havaittu merkittäviä kiteytymiä.

Kantava laatta (paksuus 131 mm)

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

Sideaine portlandsementtiä, hydrataatio normaali. Karbonatisoituminen yläpinnasta/ kerrosten kontaktista 2,0-4,0/ 3,0 mm ja alapinnasta 36,0-47,0/ 43,0 mm.

Runkoaineen tartunnat sideaineeseen ovat isoilla runkoainekappaleilla yksittäisesti auki (kuva 1) ja yleisesti tiiviit ja kiinni.

Näyteliiriö on katkennut sahausessa runkoainekappaletta myötäillen 67 mm yläpinnasta. Ohuthieessä ei havaittu pakkasrapautumista. Kuivumiskutistumisen aiheuttamaa mikrosäröilyä on erittäin vähän (pituus enintään 3,1 mm, leveys alle 0,005 mm).

Suojahuokosia ($\varnothing = 0,05-1,6$ mm) erittäin vähän kuten myös tiivistyshuokosia ($\varnothing = 0,07-4,7$ mm). Huokosten seinämille on kiteytynyt pieniä määriä ettringiittiä. Huokosjako arviolta $> 2,0$ mm.

Näyte 5PL, parvekelaatta (itä, 3. krs), näytteen pituus noin 196 mm. Yläpinnassa on epoksinnoite (paksuus 3 mm), jonka tartunta on tiivis. Alapinnassa on hieman säröillyt, 0,2 mm paksu pinnoite. Ohuthie kantavan laatan yläpinnasta alkaen.

Näyte on rakenteeltaan kerroksellinen koostuen pintavalusta ja kantavasta betonilaatasta, jotka ovat irronneet tartunnasta.

Pintavalu (paksuus 50 mm)

Betoni on tasalaatuista ja tiivistä. Runkoaine koostuu kulmikkaista ja pyöristyneistä, alle 6,0 mm:n kokoisista gneissi- ja graniittikappaleista. Runkoaine on hyvälaatuista.

Karbonatisoituminen yläpinnasta 4,0-8,0/ 5,0 mm.

Runkoaineen tartunnat sideaineeseen ovat tiiviit ja kiinni.

Palanäytteessä ei havaittu mikrorakoilua.

Suojahuokosia ($\varnothing < 1,3$ mm) kohtalaisesti ja tiivistyshuokosia ($\varnothing < 4,2$ mm) vähän. Huokosten seinämillä ei havaittu merkittäviä kiteytymiä.

Kantava laatta (paksuus 143 mm)

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

Sideaine portlandsementtiä, hydrataatio suhteellisen tasainen. Karbonatisoituminen yläpinnasta/ kerrosten kontaktista 1,0-3,0/ 2,0 mm ja alapinnasta 17,0-21,0/ 18,0 mm. Osittain karbonatisoituneita alueita on koko ohuthien alalta (kuva 2).

Runkoaineen tartunnat sideaineeseen ovat tiiviit ja kiinni.

Jatkuvia mikrorakoja ei ole (ei pakkasrapautumista). Kuivumiskutistumisen aiheuttamaa mikrosäröilyä on erittäin vähän (pituus enintään 4,5 mm, leveys alle 0,005 mm).

Suojahuokosia ($\varnothing = 0,03-2,0$ mm) erittäin vähän kuten myös tiivistyshuokosia ($\varnothing = 0,05-4,5$ mm). Huokosten seinämillä on yleisesti ettringiittiä ja alle 0,14 mm:n kokoiset huokokset ovat paikoin umpeutuneet (kuva 2). Huokosjako arviolta $> 2,0$ mm.

Näyte 6JS, julkisivurappaus (länsi), näytteen pituus noin 107 mm. Ulkopinnassa 0,2-0,3 mm paksu, hieman kulunut pinnoite. Ohuthie ulkopinnasta alkaen.

Rappaus on rakenteeltaan kerroksellinen ja se on irronnut tiilen kontaktista. Rappauskerrosten välinen tartunta on kiinni. Tiili (punaruskea) on tasalaatuista ja tiivistä, eikä siinä ole mikrorakoilua tai -säröilyä.

Pintalaasti (paksuus 5-11 mm)

Laasti on suhteellisen tasalaatuista, huokoista ja hieman haurasta. Runkoaine koostuu pääosin pyörityneistä ja osin kulmikkaista, 0,02-6,0 mm:n kokoisista graniitti-, gneissi- ja amfiboliittikappaleista ja se on hyvälaatuista.

Sideaine on erittäin kalkkirikasta ja kalkkia on erottunut ulkopintaan 0-1,8 mm kerrokseksi. Karbonatisoituminen on edennyt kerroksen läpi.

Runkoaineen tartunnat sideaineeseen ovat huokoisuuden seurauksena paikoin auki.

Ulkopinnasta noin 8 mm:n syvyyteen ulottuu pystysuuntainen mikrohalkeama, jonka leveys vaihtelee 0,01-0,04 mm:iin. Lisäksi vaaka- ja pystysuuntaisia sekä suuntautumattomia mikrosäröjä on paljon. Vauriot ovat todennäköisesti kuivumiskutistumisen aiheuttamia (mahdollisesti vähän sideaineen myöhempää rapautumista).

Suojahuokosia ($\varnothing = 0,03-1,9$ mm) vähän ja tiivistyshuokosia ($\varnothing = 0,05-2,9$ mm) suhteellisen paljon. Huokosissa ei ole merkittäviä kiteytymiä. Huokosjako arviolta $> 0,40$ mm.

Täyttö-/ tartuntalaasti (paksuus keskimäärin 12 mm)

Laasti on erittäin huokoista ja osin haurasta. Runkoaine koostuu kulmikkaista ja pyörityneistä, 0,02-6,0 mm:n kokoisista liuske-, gneissi- ja graniittikappaleista sekä mineraalirakeista. Runkoaine on rapautumaton.

Sideaine on kalkkirikasta. Karbonatisoituminen on edennyt kerroksen läpi.

Runkoaineen tartunnat sideaineeseen ovat huokoisuudesta johtuen osittain auki.

Kuivumiskutistumisen aiheuttamia mikrosäröjä on paljon (kuva 3).

Suojahuokosia ($\varnothing = 0,03-2,0$ mm) vähän ja tiivistyshuokosia ($\varnothing = 0,05-3,0$ mm) runsaasti (kuva 3). Huokosissa ei ole merkittäviä kiteytymiä. Huokosjako arviolta $> 0,60$ mm.

Näyte 8JS, julkisivurappaus (etelä), näytteen pituus noin 120 mm. Ulkopinnan pinnoite on kulunut ja osin irronnut (paksuus noin 0,2 mm). Ohuthie ulkopinnasta alkaen.

Rappaus on rakenteeltaan kerroksellinen ja se on irronnut tiilestä sekä osittain rappauksesta noin 29 mm:n syvyydeltä ulkopinnasta. Rappauskerrosten välinen tartunta on kiinni. Tiili (punaruskea) on suhteellisen tasalaatuista (yksittäisiä savipaakkuja) ja tiivistä. Tekoaikaista (poltto) mikrorakoilua on vähän (pituus enintään 25 mm, leveys alle 0,2 mm).

Pintalaasti (paksuus 5-9 mm)

Laasti on suhteellisen tasalaatuista ja hieman huokoista. Runkoaine koostuu pyörityneistä ja kulmikkaista, 0,02-6,0 mm:n kokoisista graniitti- ja gneissikappaleista ja se on hyvälaatuista (yksittäisesti lohkeillut).

Sideaine on erittäin kalkkirikasta. Karbonatisoituminen on edennyt kerroksen läpi.

Runkoaineen tartunnat sideaineeseen ovat huokosten yhteydessä paikoin auki.

Suuntautumattomia mikrosäröjä on runsaasti (kuva 4). Osa säröistä ulottuu ulkopintaan. Vauriot ovat kuivumiskutistumisen ja ilmeisesti lievän sideaineen rapautumisen seurausta.

Suojahuokosia ($\varnothing = 0,04-0,9$ mm) erittäin vähän ja tiivistyshuokosia ($\varnothing = 0,05-2,0$ mm) kohtalaisesti. Huokosissa ei ole merkittäviä kiteytymiä. Huokosjako arviolta $> 1,5$ mm.

Täyttö-/ tartuntalaasti (paksuus 18-19 mm)

Laasti on huokoista ja haurasta. Runkoaine koostuu kulmikkaista ja pyörityneistä, 0,02-6,0 mm:n kokoisista gneissi- ja graniittikappaleista sekä mineraalirakeista. Runkoaine on rapautumatonta ja yleisesti ehjää.

Sideaine on kalkkirikasta. Karbonatisoituminen on edennyt kerroksen läpi.

Runkoaineen tartunnat sideaineeseen ovat huokoisuudesta johtuen osittain auki.

Kuivumiskutistumisen ja mahdollisesti osittain sideaineen rapautumisen aiheuttamaa verkkomaista mikrosäröilyä on paljon. Mikrosäröt ovat paikoin leikkaavia.

Suojahuokosia ($\varnothing = 0,04-0,8$ mm) erittäin vähän ja tiivistyshuokosia ($\varnothing = 0,06-2,9$ mm) suhteellisen paljon. Huokosissa ei ole merkittäviä kiteytymiä. Huokosjako arviolta $> 1,5$ mm.

Tulosten tarkastelu

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

Näyte	Rakennesosa	Kunto	Krb keskimäärin [mm]	Pakkaskestävyys/huokostäytteet	Pakkasrapautuneisuus*
2PA	parvekepalkki, up	hyvä	up 43	Ei/ ei	0
3PL	parveke-laatta, yp	hyvä	yp 8 ap 23	Ei/ vähän ettringiittiä	0
4PL	parveke-laatta, ap	tyydyttävä	yp 4 ap 43	Ei/ vähän ettringiittiä	0
5PL	parveke-laatta, yp	tyydyttävä	yp 5 ap 18	Ei/ paikoin umpeutuneet, ettringiitti	0
6JS	julkisivu, up	tyydyttävä	läpi	Ei/ ei	0
8JS	julkisivu, up	tyydyttävä	läpi	Ei/ ei	0

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

Parvekkeet

Parvekelaatat ovat rakenteeltaan kerroksellisia. Näytteen 5PL pintavalu on irronnut kantavasta laatasta. Pintavalut ovat rakenteeltaan vaihtelevia ja paikoin hieman huokoisia (3PL ja 4PL). Kantavat betonilaatat ovat tasalaatuisia ja niiden tiivistys on onnistunut. Palkki on tasalaatuista ja tiivistä eikä se ole kerroksellinen. Betonien kuivumiskutistuminen on ollut erittäin vähäistä.

Runkoaine on hyvälaatuista kiviainesta. Parvekelaatassa 5PL sideaine on osittain karbonisoitunut koko ohuthieen alalta, mikä johtuu mahdollisesti hieman heikosti kiteytyneestä kalsiumhydrosilikasta, mutta sideaineen hydrataatio on yleisesti normaali. Sideaineen karbonisoituminen on edennyt suhteellisen syväälle, jolloin betonin raudoitteille antama kemiallinen suoja on heikentynyt/hävinnyt (3PL teräksessä ei ole ruostesyöpymiä).

Betonit eivät ole huokosrakenteen perusteella pakkasenkestäviä kosteusrasituksessa. Laatan 3PL alapinta on murentunut mahdollisesti

pakkasrapautumisen seurauksena, mutta muutoin pakkasrapautumista ei havaittu.

Laatan 5PL suojahuokosissa on paikoin runsaasti haitallisia kiteytymiä (ettringiitti), mikä heikentää betonin säilyvyyttä. Betoniin on kohdistunut voimakasta kosteusrasitusta tai/ja lämpökäsittely on ollut liiallinen.

Parvekelaattojen yläpintojen pinnoitteet ovat hyväkuntoiset. Alapinnan sekä palkin ulkopinnan pinnoitteet kunnoltaan vaihtelevat (pääosin heikkokuntoiset).

Julkisivut

Julkisivut ovat rapattuja tiilijulkisivuja. Rappaukset ovat irronneet tiilestä. Rappaukset ovat kerroksellisia ja kerrosten tartunta on kiinni. Laastien tiivistyneisyys on ollut paikoin heikko ja lisäksi kuivumiskutistuminen on ollut voimakasta ja rappaukset ovat kunnoltaan enintään tyydyttäviä (paikoin lähes välttäviä).

Runkoaaine on yleisesti hyvälaatuista ja ehjää kiviainesta. Pintaosien laasti on hyvin kalkkirikasta ja täyttölaasti kalkkirikasta. Laastit ovat kokonaan karbonatisoituneet.

Rappaukset eivät huokosrakenteen perusteella ole pakkasenkestäviä. Pakkasrapautumista ei havaittu. Sideaine on mahdollisesti hieman rapautunut runsaan kosteuden seurauksena (pintaosissa tiiviimpi rakenne, hengittävyys heikko), mutta pääsin vauriot ovat pitkäikäisiä (kuivumiskutistuminen).

Suojahuokosissa ei ole merkittäviä kiteytymiä.

Pinnoitteet ovat hieman kuluneet ja osittain irronneet.

WSP TUTKIMUSKORTES OY

Tomi Tolppi
laboratoriopäällikkö, FM

Vesa Kontio
tutkija, fil.yo

mikrorakennekuvat (2 sivua)