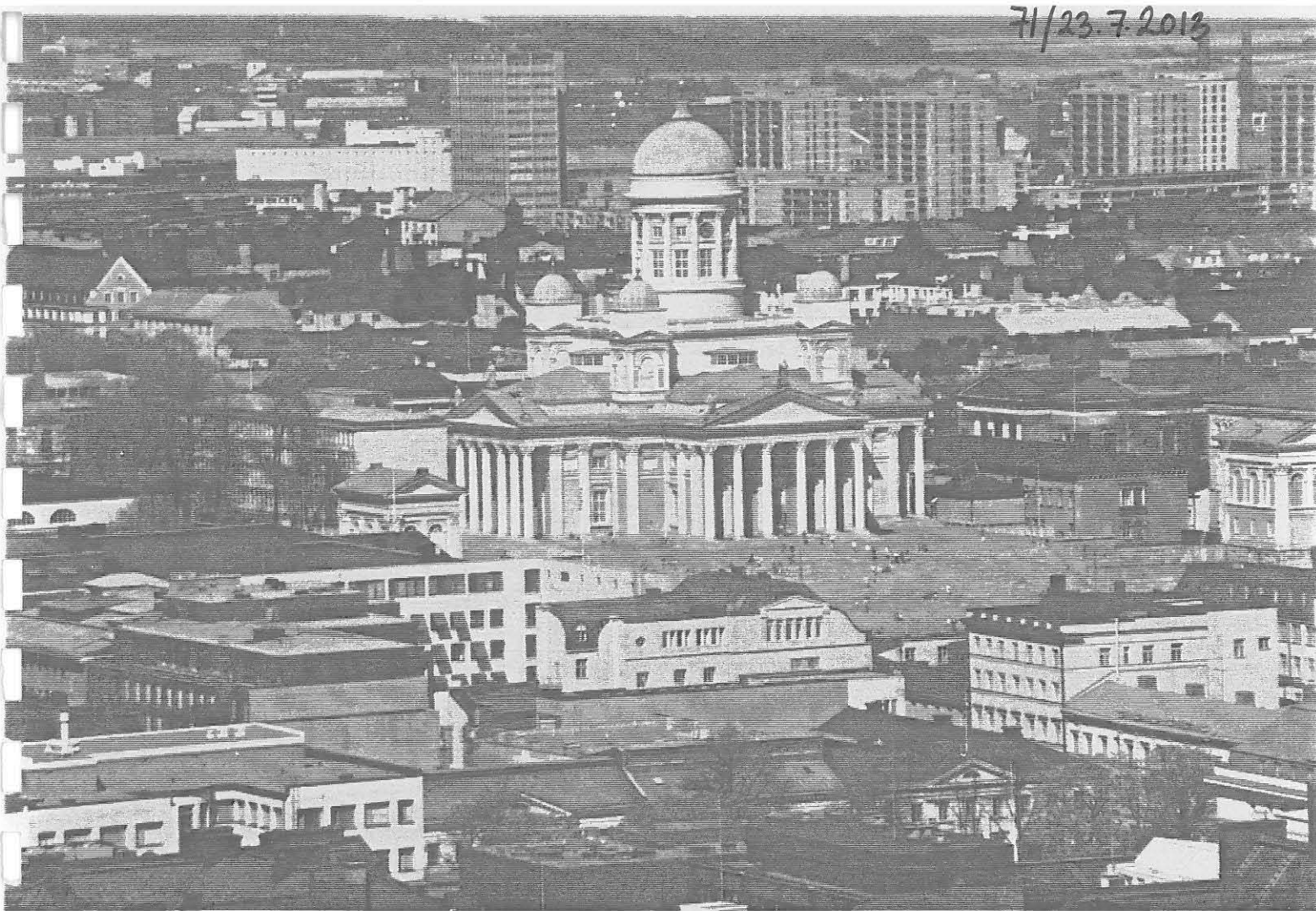


71/23.7.2013



K

HELSINGIN TUOMIOKIRKON
JULKISIVUJEN JA PYLVÄIDEN

KORJAUSHISTORIA
PINNOITUSKOKEET
KOSTUDEN MITTAUKSET
LASTITUTKIMUS

23. marraskuuta 1992

THORBORG VON KONOW

HELSINGIN TUOMIOKIRKKO

KIRKON JULKISIVUJEN JA PYLVÄIDEN KORJAUSHISTORIA 1840-1989 ..	2
Lausunto, korjaushistorian pohjalta	13
PYLVÄIDEN KOEMAALAUKSET	16
Yhteenveto pylväiden kunnosta	35
LÄNTISEN SIVUTORNIN PINNOITUSKOKEET	39
PYLVÄIDEN KOSTEUDEN MITTAUKSET 1991-92	
Suunnitelma	42
Tarkennettu suunnitelma	45
Kosteudenjakautumamittaukset ja raportti tuloksista	
1. Kosteudenmittauksien poratut reiät	46
2. Näytteistä mitatut absoluuttiset kostudet ja suola- määrät	47
3. Analyysituloksien tulkinta	48
4. Kosteudenjakautuma mittaustulokset	49
4.1 Teoriaa	49
4.2 Mittauksien tulkinta	
4.2.1 Ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus	50
4.2.2. Pylväiden kosteudenjakautuma	50
4.2.3. Länsiseinän kosteudenjakautuma	51
Kosteuskäyrät	52
JULKISIVUJEN RAPPAAKSIEN LAASTITUTKIMUS	
Tutkimusehdotus	58
Väliraportti	60
1. Laastinäytteet	60
2. Analyysit	61
3. Analyysitulokset	61
4. Mikroskooppitutkimukset	62
5. Analyysituloksien tulkinta	64
Mikroskooppikuvat	67

HEL S I N G I N T U O M I O K I R K K O

Kirkon julkisivujen ja pylväiden korjaushistoria

(kursiivilla kirjoitetut osat ovat raportin laatijan kommentit)

1840

Kirkko on ollut karkeaksi rapattu ja todennäköisesti ainakin ulkoseinien osalta maalaamaton /1, 2/. Rappauksessa on Engelin suosituksesta käytetty laastia, jossa on hydraulista kalkkia, eli Engelin sanoin ns. "betonia". Syynä tällaisen laastin kääyttöön oli, että kirkon katsottiin olevan erityisen alttiina ilmastollisille rasituksille /3/. *(Betoni-nimitys lienee harhaanjohtava).* *(Laastianalyysi ja mikroskooppitutkimukset ovat vahvistaneet, että laastissa on käytetty hydraulista aisesta.)*

1843

Julkisivupylväiden öljymaali on ollut epätasainen. laikullinen eikä täydellisesti peittävä. Kirkon julkisivut tarkastettiin vuonna 1843, jonka yhteydessä todettiin joitakin rakenteellisiä vaurioita mm. rappauksissa /1, 4/.

1848

Läikikästä ulkomaalia korjattiin ja julkisivut maalattiin uudelleen, vaaleankeltaiseksi. Kirkossa oli suoritettu huomattavia korjaustöitä arkkitehti Lohrmanin johdolla ja nämä korjaukset aiheuttivat myös julkisivujen maalaustarpeen. Samassa yhteydessä korjattiin julkisivupylväiden öljymaalausta, joka saattoi tarkoittaa sekä pylväiden runkojen eikä vain niiden koristeosien maalausta /1/.

1857

Säilyneistä tilikirjoista käy ilmi, että vuonna 1857 hankittiin runsaasti ulkomaalaukseen soveltuvia maali- ja väriaineita (1 leiviskä n. 10 kg keltaokraa, 1 leiviskä vitrilliä ja myöhemmin 5 leiviskää vaaleaa okraa ja 1 vitrilliä, vitriolia). Tilikirjoista eivät selviä mahdollisten maalausten syyt /4/.

1872

Kirkko maalattiin kokonaan uudelleen ja keltainen värisävy vaihtui vaaleanharmaaksi. Maalaussyy lähinnä esteettinen. Julkisivumaalina käytettiin kalkkimaalia /6/. Ostettiin kalkkia 190 tynnyriä ja kimröökkiä 80 kopeekan edestä.

1886

Julkisivujen rappausta, koristeita ja maalipintaa korjattiin J. Stenbäckin johdolla. Tämän toimeksiannosta otettiin muurauslaastista näytteitä, jotka analysoitiin laboratorioissa /6/.

Yhteenvedo analyysitutkimuksista:

Analyysituloksista käy ilmi ettei muuraushiekassa ollut vesiliukoisia suoloja. Vanhan muurauslaastin vesiliuos sisälsi jonkun verran vapaata kalkkia ja kloridisuoloja.

Veteen liukenematon osa oli pääasiallisesti karbonaattia ja hiekkaa.

(Todennäköisesti suoritetulla analyysillä ei voitu selvittää, oliko laastissa hydraulisia komponentteja vai ei, koska sementin ja hydraulisen kalkin analyysitekniikkaan kiinnitettiin huomiota vasta 1900-vuosisadalla)

Kivimuurin ja rappauksen väliin kiteytynyt vesiliukoinen suola sisälsi natriumkarbonaattia, pieniä määriä kloridi-, sulfaatti- ja nitraatti-suoloja. Suola oli muilta osin kalsium- ja magnesiumkarbonaattia.

Muurauslaastinäytteiden kosteudet, muurin sisä- ja ulkoseinästä, olivat 6.7% ja 6.3%. Nämä laastinäytteet sisälsivät vapaata kalkkia. Sisämuurin laastissa oli enemmän kloridiyhdisteitä mutta vähemmän sulfaattisuoloja kuin ulkomuurin laastissa.

Analyysit tehty Agrikultur- och handelskemiska laboratoriossa Helsingissä. Analysattest no 357. A.N. Finberg.

1912

Kirkko *(todennäköisesti pylväät)* maalattiin Yleisten rakennusten ylihallituksen valvonnassa uudelleen "kemiallisesti puhtaalla lyyjyvalkoisella" /6/. *(Lyyjyvalkoista on käytetty öljymaalin pigmenttinä. Se ei sovellu kalkki-maaliin).*

1926

Kirkko maalattiin uudelleen. Todennäköisesti kyseessä oli myös julkisivujen maalaus. Materiaalina kalkkimaali /7/.

1949/50

Kirkko maalattiin sekä kalkki- että öljymaalina käyttäen vuonna 1949 laaditun työselityksen mukaisesti /8/. Jo seuraavana vuonna havaittiin öljymaalissa värivirheitä ja maalipinnan kellastumista. öljymaalinäyte, otettu kirkon pilareista *(pylväistä?)*, sisälsi Kronos titaanivalkoista ja pellavasiemenöljyvernissaa /9/. öljymaalina alla todettiin olevan lyyjyvalkoisella maalattu kerros.

Ote vuoden 1949 maalaustyöselityksestä:

"Kalkkivärillä maalataan kaikki ne seinä- ym. pinnat, jotka sillä nytkin on

maalattu. Työ käsittää pohjan perusteellisen harjauksen, kahdesti pohja-
maalauksen ristiin sivellen ja valmiiksi maalauksen värillä töpäten.
öljyvärillä maalataan kaikki ne rakennuksen kohdat, jotka aikaisemminkin on
sillä käsitelty. Työ käsittää pohjan perusteellisen puhdistuksen,
pohjamaalauksen, kittauksen ja kahdesti maalauksen Titanvalkoisöljyvärillä."

1960/62

Kirkon ulkorappaukset olivat pahasti vaurioituneet. Niitä korjattiin
laajoilta alueilta. Kirkon seinät maalattiin siniharmaaksi /1/.

Ote Tuomiokirkon korjaustöihin liittyvästä selostuksesta, kirjoitettu 1964
/10/

Korjaustyöt tuli suorittaa siirrettäviltä putkitelineiltä.

Rappauskorjaustyöt tuli aloittaa huhtikuussa 1960 sekä päättyä lokakuussa
samana vuonna. Kirkko oli talven 1960-61 ilman ulkomaalausta. Päädyttiin
ensi sijassa kannattamaan kalkkimaalia julkisivumaaliksi.

Kesällä 1960 tehtiin itäiselle julkisivulle useampia koemaalauksia, joiden
pohjalta kirkon rappauksien uusi maalityyppi tulisi valita. Asiantuntijoina
olivat johtaja Joonas Järvelä ja VTT:ltä DI Tenho Sneck. Valituksi tuli
Ulko-Joker lateksimaali, värisävy harmaa, jolla kirkon seinärappaukset ja
pylväät maalattiin kesällä 1961 /10/.

Magnus Malmberg toteaa selostuksessaan rakennusteknillisistä havainnoista
(1958) että "todennäköisin syy pyöreiden pilareiden rappausvaurioihin on
liian tiivis pintakäsittely, joka ei salli seinässä olevan kosteuden
haihtumista. Vaurioituneissa kohdissa rappaus on poistettava ja uusittava
ja maalaus suoritettava anieella, joka ei estä edellä mainittua haihtumista"
/11/.

Ulkorappauksen työselityksessä /12/ on mainittu että alusta, josta vanha
rappaus on poistettu, tulee esipohjustaa ohuesti vetelällä sementti-
laastilla no 1. Pohjustus ja tasoitus seuraavana päivänä KS-laastilla no 2.
Pintarappaus KS-laastilla no 3.

Laastit: no 1: 1 osa K-laastia + 1 osa S-laastia

no 2: 2 osaa K-laastia + 1 osa S-laastia

no 3: 3 osaa K-laastia + 1 osa S-laastia

"KS-laasti tehdän työmaalla. No 1 ja 2 varten voidaan käyttää

Paraisten Kalkkivuori Oy:n muurauslaastia, johon lisätään
sementtiä ja hiekkaa. Kahta tuntia vanhempaa KS-laastia ei saa
käyttää. Laasti no 3 tehdän kokonaan paikalla ja hiekan seulottu
raekoko 0.5-1.0 mm."

*(jää epäselväksi, minkälaisia laasteja on ollut kyseessä,
varsinkin S-laastin koostumus)*

Maalikerrokset poistetaan niiltä seinien osilta, joissa rappaus on kiinni
alustassaan. Suoritetaan vesihierro löysällä kalkkilaastilla /12/.

(Kommentti: Tämä osa työselostuksesta on todennäköisesti tehty kalkkimaalausta varten)

Ote maalaustyöselityksestä J. Järvelä (1961) /13/.

"Kalkkirapatut pinnat, niin kaavimalla ja korjaamalla puhdistetut kuin uudet

paikkarappauksetkin harjataan puhtaaksi pölystä, kaavitaan vielä mahdollisesti irtaantuvat maalipaikat ja pohjustetaan kalkki- tai sinkkihartsipitoisella ja vähemmän öljyainetta sisältävällä ns. pohjustuslakalla, johon sekoitetaan valmistusmaalin sävyn mukaisia maalijauheita. Pohjustuslakka sivellään pinnalle runsaasti (ei saa valua). Tällöin tulevat pinnat täysin kyllästetyksi ja pinta sidotuksi. Kolojen ja rakojen kittaukseen käytetään pohjustuslakkaa, johon on lisätty kvartsihiekkää ja kittiä. Pohjustuksen kittauksineen täysin kovetuttua sivellään pinnat valmiiksi ns. ulkolateksi-maalilla ja töpätään tasaiseksi."

(Kommentti: Pohjustuslakan koostumus jää työselityksessä varsin epäselväksi. Pinnoitetyhdistelmä: öljypohjainen pohjuste ja vesiohenteinen lateksimaali, on vielä tuoreen kalkkipitoisen rappauspinnan päällä liian tiivis pinnoite; tiivis sekä muurirakenteen kosteuden haihtumiselle että ulkoilman hiilidioksidin imeytymiselle kalkkirappauksen sitomista varten. Th.v.Konow).

1965

Maalaustyöselityksessä on maininta rappauksien korjaamisesta, maalattujen pintojen pesu 5-6%:sella soodaliuoksella ja maalaus, sekä pohja että pinta Pika-Teholla /14/. *(onko tämä työvaihe suoritettu?)*

1975/78

Kirkon julkisivurappaukset ja pylväävät olivat niin pahasti vaurioituneet, että Helsingin maistraatti (31.7.1975) antoi määräyksen niiden korjaamiseen ja maalaamiseen /15/. Ennen maalaustöitä tutkittiin VTT:n tilaustyönä rappauksien ja alustan kuntoa, seinä- ja pilarirakenteiden kosteutta, sekä pinnoitteiden kuntoa.

Lyhyt yhteenveto VTT:n tutkimustuloksista /16/:

Seinän rappaukset olivat suurilta osin irti alustastaan ja paikoitellen niiden pinta oli haurastunut. Rappausvauriot keskittyivät etelä- ja länsiseinäosiin sekä kivijalustojen yläpuolelle. Keskitornin rappaukset olivat paremmassa kunnossa kuin muiden seinien rappaukset.

Seinäpinnoilla oli vielä paikoitellen alkuperäistä kalkkilaastia *(Onko tämä analyysien avulla voitu todistaa ?)*. Rappauksia on vuosien varrella korjattu erityyppisillä, kalkkisementtipitoisilla laasteilla. Kalkkimaalin päälle on vuosien varrella maalattu useita maalikerroksia, joista ainakin päällimmäinen kerros oli lateksimaalia.

Pylväiden ja pilastereiden rappaukset olivat niinikään heikossa kunnossa ja paikoitellen irti alustasta. Myös rappauksen alla olevassa muuratussa rakenteessa oli tutkituissa kohdin vaurioita.

Neljän (4) pylvään kosteudet mitattiin gravimetrisesti aina 300 mm:n syvyyteen. Kahden pylvään kosteusnäytteet otettiin 3 m:n, 6 m:n ja 8.5 (9) m:n korkeudesta. Kohden toisen pylvään kosteusnäytteet otettiin vain 3 m:n korkeudesta. Näytteiden kosteudet vaihtelivat hyvin paljon (0.4 - 16.3 paino%) ollessaan pienemmät pylvään ylä- kuin alaosassa.

Suurimmat mitatut kosteudet olivat melko lähellä k.o. näytteiden kyllästystilaa. Mikäli tiilikivet ovat näin kosteita voivat niiden pakkasenkestävyys joutua vaara-alueelle.

Myös lasikuituvahvisteisella muovilla päällystetyn pylvään kosteudet olivat korkeat. Pylvään pinnoite oli paikoitellen irti alustastaan.

Pylvään 19 luonnollinen kuivaaminen (keväällä 3 viikkoa) ei tuottanut suurempaa muutosta sen sisältämään kosteuteen. Pylvään 13 keinotekoinen kuivattaminen lämmityksellä (syksyllä 3 viikkoa) oli huomattavasti tehokkaampi.

Yhteenveto pylväiden korjaustoimenpide-ehdotuksesta (VTT 03-04-1975) /17/
Pylväät korjataan rappaamalla tai vaihtoehtoisesti ulkopinnan betonointia. Rappaukset hakataan pois pylvästä muuratun rakenteen asti. Rappauksen poistamisen jälkeen pylväät kuivataan puhaltamalla sadetiiviin peitteen alle lämmintä, kuivaa ilmaa. Pylväiden kosteudenmuutokset seurataan. Kuuden pylvään kuivatuksen jälkeen tehdään päätökset jatkotoimenpiteistä. Edelleen: Pylväät hiekkapuhalletaan, muurattu rakenne korjataan, rappaus tehdään pohjustus-, karkea- ja pintarappauksena. Pohjustus laastilla S 100/100 ...S 100/300 kauhalla lyöden ohuena kerroksena. Karkearappaus laastilla KS 35/65/500 hiekan max raekoko 8 mm, 1-3 vrk pohjustuksesta. Pintarappaus laastilla KS 50/50/600, hiekan max raekoko 0.5-1 mm. Rappaus voidaan tehdä myös värillisenä.

Yhteenveto kirkon pylväiden korjaus- ja rappaustöiden työselityksestä (Asiantuntijamestarit 03.07.1975) /18/.

Vanha laasti poistetaan piikkaamalla tai hakkaamalla tiilipintaa myöten. Muuraus tehdään KS-laastilla 50/50/600 max.raekoko 4 mm. Tiilipinnat puhdistetaan ennen rappaamista hiekkapuhaltamalla ja pöly poistetaan vedellä. Pylväät kuivataan sähkölämmittimillä jonka aikana ne ovat muovikelmulla suojattuna.

Pylväiden rappauslaastit vahvistetaan rappausverkolla (haponkestävä pehmitetty teräsverkko) koko pylvään pituudelta.

Pylväiden rappauslaastit: Peruslaastina Partekin märkäläästit

Pohjustukseen: KS 20/80/450 (max. raekoko 4 mm)
315 kg/m³ sementin lisäys työmaalla

Täyttölaastiin: 1. KS 50/50/600 (max. raekoko 4 mm)
240 l/m³ Fresko-kalkkia peruslaastissa
140 kg/m³ sementin lisäys työmaalla

(Muutos: Paraisten kalkki 11.09.1975)

2. KS 35/65/500 (max. raekoko 4 mm)
240 l/m³ Freskokalkkia peruslaastissa
210 kg/m³ sementin lisäys työmaalla

Pintalaastiin: K 100/900 (max. raekoko 2 mm (muutettu 1 mm:ksi))
Fresko-kalkista johon vielä lisätään 50 l/m³ Fresko-
kalkkia (?) ja työmaalla 25 kg/m³ sementtiä.

Oy Rakennuspartio ehdotti että täyttölaasti olisi Partekin normaali KS-
35/65/500 laastia Fresko-kalkin sijasta (hintakysymys) /19/.

Laastireseptien laskennalliset koostumukset (Th.v.Konow):
(Fresko-kalkin kosteus arvioitu 50-paino%:ksi
Peruslaastien til.paino kuivana 1750 kg/m³)

Pohjalaasti: KS 19/81/430
Täyttölaasti 1. KS 49/51/587
2. KS 35/65/458
Pintalaasti: KS 88/12/737

Pöytäkirjassa 01-10-1975 päätettiin hyväksyä seuraavat laastit pylväiden
rappaukseen:

Pohjalaasti: KS 20/80/450 max rae 4,0 mm
(Betonikauluksen pohja: S 100/100 ...S 100/300)
Täyttölaasti: KS 35/65/500 max rae 4,0 mm
Pintalaasti: KS 50/50/600 max rae 1.0 mm

Julkisivujen rappauslaastit (Työselityksestä /20/ ei suoraan käy ilmi
peruslaastien koostumukset)

Työselityksen ehdotus /20/

Pohjalaasti: KS 20/80/450 (max.rae 4 mm)
sementin lisäys työmaalla 320 kg/m³
Täyttölaasti: KS 50/50/600 (max.rae 4 mm)
sementin lisäys työmaalla 210 kg/m³
Pintalaasti: KS 80/20/900 (max.rae 2 mm)
sementin lisäys työmaalla 90 kg/m³

Mikäli tämänpäivän Partekin peruslaasteihin lisättäisiin e.m.
sementtimäärät ovat laastien koostumukset seuraavat:

Pohjalaasti: KS 20/80/425 mikäli peruslaastina KS 28/80/450
Täyttölaasti: KS 40/60/470 " " KS 50/50/600
Pintalaasti: KS 65/35/595 " " K 100/900

Työselityksessä mainitaan vielä että haponkestävät rappausverkot asennetaan
karkealaastikerrokseen.

Pyöreän torniosan rappauskorjaus: Laasti KS 50/50/600, sekä täyttö- että
pintarappaus. Kalkkilaastin sideaineena käytetään ainoastaan Fresko-kalkkia.

Julkisivurappauksia koskeva uusi työselitys /21/

Edelliseen työselitykseen on rappauksien suojaukseen tullut lisähuomautus, eli "suojaukset on pidettävä paikoillaan vähintään yhden viikon ajan, rappauksen kustutuksen loppumisesta lähtien".

Ehdotetut rappauslaastit: tehdasvalmisteiset kalkkilaastit, joiden täyttö- ja pintalaastien sideaineena on Fresko-kalkkia (hautakalkkia).

Pohjalaasti	KS 20/80/450 (max raekoko 4 mm) sementin lisäys työmaalla 320 kg/m ³
Täyttölaasti	KS 35/65/600 (max raekoko 4 mm) sementin lisäys työmaalla 210 kg/m ³
Pintalaasti	KS 50/50/600 (max raekoko 2 mm) sementin lisäys työmaalla 135 kg/m ³

Näillä sementin lisäyksillä Partekin peruslaasteihin saadaan mainitut laastikoostukset. Täyttö- ja varsinkin pintalaastin sementtimäärät ovat suuremmat kuin ed. työselostuksen ehdotetut laastit.

1975

Pylväiden rappauskorjaukset tehtiin työselityksien mukaisesti.

1977

Marraskuussa todettiin, että eräiden korjattujen pylväiden rappauksissa oli verkkohalkeamia. Halkeilua esiintyi pylväissä 13, 18, 19, 22, 23 ja 24. Vuositarkastuksen yhteydessä, 24-11-1977 todettiin että pylvään 24 rappauksen kahden halkeaman ympärillä oli rappaus irronnut alustastaan. Muut rappaushalkeamat nimitettiin normaaliksi rappauspinnan hiushalkeamiksi, joita ei aiheuttaisi korjaamista.

JULKISIVURAPPAUSKORJAUKSET

Julkisivurappauksien koostumuksesta käyviin montaa keskustelua ja kuultiin monien asiantuntijoiden mielipiteitä, kuten VTT (rakennustekniikan laboratorio, Partek, Museovirasto y.m.

1976

Kesäksä 1976 päätettiin hyväksyä laastit, joita tulisi käyttää julkisivujen uudelleen rappamiseen ja korjaamiseen /26/.

Julkisivurappauslaastit:

Pohjalaasti:	KS 20/80/450	max rae 4,0 mm
Täyttölaasti:	KS 35/65/500	max rae 4,0 mm
Pintalaasti:	KS 50/50/600	max rae 2,0 mm

Päätettiin myös olla hyväksyttämättä pohjalaastiin tartuntaa lisääviä aineita, kuten Povixia, koska niiden kokonaisvaikutus pitkällä aikavälillä ei ole tiedossa.

Toiseksi päätettiin käyttää Fresko-kalkkia sekä täyttö- että pintalaastiin, siis työselityksen mukaisesti.

Keskusteltiin laastin "aktivoimisesta", eli sekoitustavasta, mutta kokouksessa ei päästy yksimielisyyteen siitä, tulisiko laastia sekoittaa aktivaattorilla, pakkosekoittajalla vai porakoneen vispilällä.
(myöhemmissä päyökirjoissa ei ole enään palattu tähään kysymykseen)

Kirkon räystäään alapuolella olevat rappaukset poistettiin piikkaamalla kokonaan ja seinään lyötiin uutta kolmikerrosrappausta ed. koostumuksien mukaan. Räystäään yläpuolella pinnat hiekkapuhallettiin ja korjattiin uudella pintalaastilla.

Julkisivujen ja pylväiden maalaukset

1978

Julkisivurappaukset ja pylväät on maalattu kalkkimaalilla, Fresko hautakalkista, neljällä maalauskesittelyllä /22/.

Ensimmäiset vauriot maalipinnoissa todettiin jo takuuvuoden aikana, jotka pahenivat seuraavina vuosina. VTT:ltä pyydettiin selvitys maalivaurioiden syistä. VTT rakennustekniikan laboratorio laati kaikkiaan neljä eri tutkimusta, mutta niiden avulla vaurioiden lopulliset syyt eivät selvinneet.

Maalipintanäytteistä löytyi kipsiä, niiltäkin pinnoista, joissa maalipinta oli virheetön /23/.

1979

Luonnonkivisokkelin puhdistuskokeet

Kokeiltavana olivat kemiallinen pesu rikkihappopohjaisella liuoksella E 205, sekä hiekkavesipesu. Kemiallinen pesu puhdisti kivipintaa, mutta samalla pinnassa oleva kirjavuus korostui. Hiekkavesipuhdistuksella myös kalkkivalumat poistuivat.

Pätettiin pestää kivisokkelin kalkkivalumat hiekkavesipesulla ja muu lika kemiallisesti.

1981

Päätettiin tehdä koemaalaukset kahteen julkisivupylvääseen. Toinen pylväistä maalattiin samalla kalkkimaalilla, millä ulkomaalaus oli vuonna 1978 tehty. Koemaalaus tehtiin työnantajan tarkassa valvonnassa. Toinen pylväs maalattiin Peducem-maalilla (jonka koostumuksesta arkistosta ei löydy tarkempia tietoja) /24/.

Kalkkimaalaukokokeen yhteydessä, tutkittiin kalkkimaalin koostumusta, eikä siitä löytynyt kipsiä.

1983

Yhteenveto kiinteistölautakunnan pöytäkirjasta (24-11-1983)

Maalaustyön suorittamisesta on kulunut viisi vuotta. Tuona aikana on todettu, että maali on pysynyt kirkon sekä sivukappelin ja kellotornin seinissä kuten kalkkimaalin tuleekin pysyä. Sen sijaan pylväissä ja keskitornissa maalin irtoamiset alkoivat ensimmäisen takuuvuoden aikana. Vuosien kuluessa on tehty korjausmaalauksia useamman kerran, mutta pylväissä maali hilseilee ja lohkeilee edelleenkin.

Yhteenveto kirkkoneuvoston pöytäkirjan liitteestä A /24/:

"Rappauskorjauksesta on kulunut seitsemän vuotta, eikä mitään jälkiharmeja ole ollut. Julkisivujen maalaus valmistui yli viisi vuotta sitten ja julkisivupylväitä ja keskitornia lukuunottamatta maalipinnat ovat pysyneet moitteettomina".

Koemaalattujen pylväiden maalipinnan kunto pysyi hyvänä aina talveen 1983 saakka. Tuolloin voitiin havaita kalkkimaalin hilseilyä ja Beducem-maalipinnan lohkeilevan suhteellisen suurina kappaleina.

Kalkilla koemaalattu pinta oli kahden vuoden aikana säilynyt paremmin kuin aikaisemmin maalatut pylväät. Pylvään kalkkimaalipinnasta otettiin näyte, joka osoittautui sisältävän runsaasti kipsiä. Todettiin pöytäkirjassa (24-11-1983), että kipsiä on Tuomiokirkon kaikissa maalipinnoissa sekä myös naapuritalojen kalkkimaalatuissa pinnoissa. VTT:n tutkijat eivät voineet olla varmoja kipsin alkuperästä eikä myöskään sen vaikutuksesta maalin kestävytyteen.

Pyydettiin vielä lausunto Suomen Rakennustutkimus Oy, tri Eino Niemelältä. Hän totesi, osa pylväiden maalipinta oli hyvin säilynyt (pylväät 1, 15, 16, 17 ja 18). Tornin pilasterit olivat yleensä pahoin kuluneet. Ja vielä että pylväiden pintojen kulumisen astetta toisiinsa verrattuna ei ole olemassa oleellisia eroja pylväiden maalipintojen kesken. Hänen havaintojen mukaan kipsin suurikaan määrä ei ole ollut ratkaiseva maalipintojen kulumiselle. Liite pöytäkirjaan (26-09-1983)

Hän ehdotti uudet koemaalaukset seuraavilla maaleilla:

- kalkkimaalaus sammuttamattomasta kalkista (*sammutus todennäköisesti tapahtuisi työmaalla*)
- valkosementtipitoinen maali (Snow-cem)
- Kivitex maalaus

1985 ... 1990

Pylväiden puhdistus ja uudelleen maalaus, kalkkimaalaus ja uudet koemaalaukset
(Tarkempi selostus raportissa: Tuomiokirkon pylväiden koemaalaukset 04-11-1992)

1989

Läntisen sivutornin pinnoituskokeet (Tarkempi selostus 31-10-1992)

YHTEENVETO TUOMIOKIRKON RAPPAUS- JA MAALAUSSKORJAJUKSISTA

1840	Julkisivut rapattiin karkealla rappauslaastilla, ei maalattu samana vuonna Pylväät maalattu öljymaalilla (vuosi epäselvä)
1848	Julkisivujen kalkkimaalipintoja maalattu ja pylväiden öljymaalipinnat korjattu.
1857	Julkisivut maalattiin ja korjattiin
1872	Julkisivut maalattiin, keltainen kalkkimaali vaihdettiin harmaaseen. Ensimmäiset laastianalyysit, tosin puutteelliset.
1886	Julkisivujen rappausa, koristeita ja kalkkimaalausta korjattiin.
1912	Julkisivupylväät maalattu öljymaalilla
1926	Julkisivut maalattiin, kalkkimaali
1950	Julkisivut maalattiin, kalkkimaali. Pylväät maalattiin, öljymaali
1960-62	Julkisivujen ja pylväiden rappausvauriot korjattiin ja maalattiin, ulkolateksimaali
1975	Pylväiden rappaukset uusittu
1976	Julkisivujen rappaukset uusittiin ja kirkon yläosan rappaukset korjattiin.
1978	Sekä pylväät että julkisivun rappaukset maalattiin kalkkimaalilla
1981	Kahden pylvään koemaalaukset, kalkkimaalilla ja Beducem pinnoitteella
1985 ...1990	Pylväiden puhdistus ja uudelleen maalaus, kalkkimaalaus ja uudet koemaalaukset
1989	Läntisen sivutornin pinnoituskokeet

Lausunto

KORJAUSHISTORIAN POHJALTA SYNTYNEET AJATUKSET JA MIELIPITEET TUOMIOKIRKON JULKISIVURAPPAUKSIEN JA MAALIEN KOHTALOSTA

Kirkon julkisivut ja pylväät on sen 150 vuotisen historian aikana maalattu 8-9 kertaa. Tehtyjen korjaustöiden laajuudesta ja uusintamaalauksien syistä ei kuitenkaan ole riittävästi tietoja, jotka suoraan kertoisivat julkisivuvaurioiden laadusta ja vakavuudesta. On kuitenkin selvää että kalkkimaalipintaa on usein jouduttu korjaamaan ja uusimaan, niin alkuvuosina kuin nyt myöhemmin tehtyjen korjauksien yhteydessä.

Rappauksien kestävyyydestä on niinkään vaikea saada yleistä kuvaa. Rappauslaastien koostumuksista löytyy tietoja vain vuodelta 1960 ja 1975-1976, eikä varmuudella voida todistaa, minkälaiset laastit kirkon rappauksiin todella on käytetty.

VTT:n laaja kuntotutkimus osoitti että julkisivujen ja pylväiden rappaukset olivat pahasti vaurioituneet, paikoitellen irti alustastaan ja pinta oli haurastunut. On vaikeaa varmuudella arvioida miten paljon rappauksien kunnan heikentyminen johtui pintojen maalauksesta orgaanisella ulkolateksimaalilla, (vuonna 1962). Vai olivatko rappaukset jo ennen tätä maalauskesittelyä heikkokuntoiset. Mutta monien muiden rakennuskohteiden kalkkipitoiset rappaukset ovat heikentyneet ja vaurioituneet, kun niiden pintamaali on vaihdettu kalkkimaalista orgaaniseen maaliin. Kalkkimaalin pysyvyys näillä pinnoilla on todennäköisesti aina ollut ongelmallinen, sillä maalipinta on jouduttu uusimaan, jo 1800-luvulla, melko tiheään tahtiin.

C. Engel suositteli hydraulista kalkkia rappauksien laasteihin. Näiden referenssitietojen perusteella ei ole tutkittu, sisälsivätkö alkuperäiset rappauslaastit hydraulista kalkkia, sementtiä vai olivatko ne puhtaita kalkkilaasteja. Ei siis ole varmuutta, toteutettiin Engelin suositukset "erikoislaastin" käyttöön vai ei.

Julkisivupylväiden pintakäsittelystä öljymaalilla löytyy tietoja jo vuodelta 1843. Maalipinta oli laikukas ja huonosti peittävä. Rappauksissa oli myös vaurioita. öljymaali reagoi emäksisen alustan kanssa, joten karbonatisoitumattomaan (tuoreen) rappauspintaan öljymaalia ei voida käyttää. Jos rappauslaastissa on ollut hydraulista sideainetta, tämä pahentaa öljymaalin kestävyyttä, niin kauan kuin hydraulinen aine hydratoituu. (Hydrataatioreaktiossa syntyy kalsiumhydroksidia, jonka emäksisyys on korkea, pH yli 12). Rappausvauriot viittaavat siihen, että pylväiden rakenteessa oleva kosteus ei ole tiiviin öljymaalin kautta voinut haihtua. Rappauksiin jäänyt kosteus on talven aikana jäänyt ja aiheuttanut pakkasvaurioita.

Ainakin v. 1962 jälkeen on rappauksien korjauslaasteissa käytetty suhteellisen paljon sementtiä. Mitä enemmän sementtiä laastissa on, sitä kovemmaksi, tiiviimmäksi ja joustamattomaksi rappauskerroksesta tulee. Julkisivupylväsrakenne oli todennäköisesti märkä, kun pylväät maalattiin lateksimaalilla. Lateksimaalauskesittelyyn kuului pohjustus lakalla, joka sisälsi öljyä. Mikäli rappauspinnaat vielä vesihierrettiin kalkkilaastilla ennen maalausta, on kyseinen maalauskesittely ollut virheellinen kolmesta syystä;

- 1) liian tiivis käsittely kalkkipitoiselle rappaukselle, tiivis seinärakenteen kosteuden haihtumiselle
- 2) tiivis ilman hiilidioksidin imeytymiselle rappaukseen, sen sitoutumista varten
- 3) vaara että öljypohjainen lakka saippuoituu tuoreen rappauspinnan kanssa.

Kalkkimaalin pitkäaikaiskestävyys pienenee rappauksen sementtimäärän kasvaessa. Suomessa maalataan kalkilla rappauksia, joiden K/S-suhde on 50/50. Esim. Ruotsissa ja Tanskassa kalkkimaalien rappausalustat ovat huomattavasti kalkkipitoisemmat kuin KS 50/50. Tukholman vanhan kaupungin restaurointilaastit, pintalaastit, ovat yleensä kalkkilaasteja. Eli mikäli rappauksen pintalaasti on liian sementtipitoinen, kalkkimaali kuluu.

Kalkkimaalipinnoista on analyysien avulla löydetty kipsiä, jopa "ehjiltä" maalipinnoilta.

Kalkkimaalin ja -rappauksien kipsinmuodostus on tutkittu Euroopassa viime vuosina hyvin vilkkaasti. Tämä on marmorien, kalkkikivien ja rappauksien eräs rapautumismuoto. VTT:llä laaditussa raportissa /25/ on mm. tutkittu eri puolelta Suomea otettujen kalkkimaali- ja rappauspintojen kipsipitoisuuksia. Helsingistä otettujen rappauspintanäytteiden joukossa oli eniten kipsiä. Muualla Suomessa kipsinmuodostus rappauspinnoilla näytti olevan huomattavasti vähäisempää kuin Helsingissä, tai kipsiä ei analyysien avulla löytynyt lainkaan.

Kipsin liukeneminen veteen on tuttu ilmiö. Tästä johtuen "huuhtoutuvat" kipsimuodostumat sateelle alttiilta seinäpinnoilta kun taas sateelta suojassa olevilla pinnoilla muodostunut kipsi voi pysyvästi jäädä. Näin ollen saman seinäpinnan, eri kohdista otettujen näytteiden kipsipitoisuuksissa voi olla hyvin suuria eroja.

Tuomiokirkon julkisivuihin kohdistuu voimakkaita tuulia ja sen mukaan viistosateita ja ilman epäpuhtauksia. Vesimäärä, joka viistosateena painautuu rakenteeseen on monikertainen, verrattuna pystysuoraan valuvaan sateeseen. Tuomiokirkon julkisivun pinnoitteissa on usein todettu olevan halkeamia, joiden kautta suuriakin sademääriä (ja ilman epäpuhtauksia) on voinut painua syvälle rakenteeseen.

Pilareiden mitatut kosteudet olivat pienemmät yläosissa kuin alaosissa. Tämä tutkimustulos on vähän ylättävää, sillä viistosade kohdistuu etupäässä seinärakenteiden yläosiin.

Arkistotiedoista ja vanhoista työselityksistä ei ole löytynyt uusia vaurioitumissyitä, jotka voisivat tarkemmin valoittaa Tuomiokirkon julkisivu- ja pylväiden rappauksien ja maalauksien kestävyysongelmia. Tulevassa restaurointiratkaisuissa on nojauduttava niihin faktoihin, jotka nyt ovat tiedossa: Tuomiokirkon korjausselvityksiin, tietoihin viime vuosien tehtyjen pylväiden koemaalauksista, sekä mahdollisesti ulkomailta saatuihin käytännön kokemuksiin.

Helsingissä 22-02-1991

Kunnioittaen

Thorborg von Konow

REFERENSSILUETTELO

- /1/ H:gin ev.lut.seurakuntien seurakuntayhtymän arkisto (H.s.a.)
Ulkomaalauksen väriin liittyvät tutkimukset ja asiakirjat: Ta/Hg
I/6/105
Museoviraston lausunto: Helsingin Tuomiokirkon julkisivujen värit.
23-09-1976.
- /2/ H.s.a. Hallintoarkisto: Nikolaikirkon katselmusraportti, 28-07-1842.
- /3/ H.s.a. Helsingin Tuomiokirkon ulkoväriytyksen muutokset 1840-1977.
Arkkitehti Tarja Salmio-Toivainen. 30-01-1977.
- /4/ Valtionarkisto: H:gin kaupungin ruotsalais-suomalaisen seurakunnan
arkisto; Kirkonkokousten pöytäkirjat 1842-1906.
- /5/ Valtionarkisto: Porvoon tuomiokapitulin arkisto, H:gin Nikolaikirkon
tilit 1852-1868, 1872-1893.
- /6/ H.s.a. sama kuin /1/.
- /7/ H.s.a. sama kuin /3/.
- /8/ H.s.a. Kiinteistötoimiston arkisto (K.a.): Maalaustyön urakkasopimus
(Ta/Hg I/6/12/1949). Tarkastuspöytäkirja 06-11-1949.
- /9/ VTT Kem.tekn. laboratorio. Aineenkoetusselostus N:o A 5351/50
28-08-1950.
- /10/ H.s.a. (K.a.): Lyhennelmä Tuomiokirkon suunnittelutoimikunnan mietinnön
liitteistä, Liite A 17.07.1964.
- /11/ H.s.a. (K.a.): Selostus rakennusteknisistä havainnoista. DI Magnus
Malmberg. 1958.
- /12/ H.s.a. (K.a.): Työselitys. Suurkirkko. Ulkorappaus. Vanhan rappauksen
uusiminen. 30-07-1959.
- /13/ H.s.a. (K.a.): Maalaustyöselostus: J. Järvelä 16-09-1961.
- /14/ H.s.a. (K.a.): Maalaustyöselostus 30-05-1965.
- /15/ H.s.a. (K.a.): Helsingin maistraatin päätös. 31-07-1975.
- /16/ H.s.a. (K.a.): VTT Helsingin Tuomiokirkon ulkopinnan tutkimus.
Tutkimusselostus: Rak.tekn.laboratorio No A 10656/76. 30-05-1975.
- /17/ H.s.a. (K.a.): VTT Pilareiden Korjaus, Toimenpide-ehdotus.
Rak.tekn.lab. 03-04-1975.
- /18/ H.s.a. (K.a.): Julkisivupylväiden korjaus- ja rappaustöiden työselostus
Asiantuntijamestarit 03-07-1975.
- /19/ H.s.a. (K.a.): Tuomiokirkon julkisivupilareiden korjaustyö, Oy Raken-
nuspartio. 12-11-1975
- /20/ H.s.a. (K.a.): Julkisivujen korjaus- ja rappaustöiden työselitys.
Asiantuntijamestarit 20-11-1975.
- /21/ H.s.a. (K.a.): Julkisivujen korjaus- ja rappaustöiden työselitys.
Asiantuntijamestarit 10-03-1976.
- /22/ H.s.a. (K.a.): Julkisivujen maalaustöiden työselitys. Asiantuntija-
mestarit 01-09-1976.
- /23/ H.s.a. (K.a.): VTT, Rak.tekn.laboratorio. Tutkimusselostus RAT 0874.
- /24/ H.s.a. (K.a.): Kirkkoneuvoston pöytäkirja, liite A (2/84, 26-01-1984)
- /25/ VTT tutkimuksia. Silvennoinen, K., Pyy, H. Ilman happamoitavien
epäpuhtauksien vaikutus rappauksiin. Espoo 1988.

04-11-1992

TUOMIOKIRKON PYLVÄIDEN KOEMAALAUKSET

Vuosina 1985 - 1991 on Tuomiokirkon pylväiden pinnoitus / maalaus koestettu erilaisilla pinnoitteilla / maaleilla.

Pylväät on numeroitu juoksevalla numerolla, nr 1 on Hallituskadun itäpuoleinen, pylväs 2 on seuraava länteenpäin jne. (kuva 1 siv 38, raportin lopussa)

Pöytäkirjassa 28-03-1985 on mainittu mitkä pylväiden maalit olivat ennen puhdistamista ja koemaalausta.

Kymmenessä pylväässä on kalkkimaali - Kieselit silikaattimaali - kalkkimaali

(Onko niissä ollut silikaattimaalia ja milloin se olisi niihin maalattu, koska siitä ei ole aikaisemmissa pöytäkirjoissa mainittu ja mitkä ovat nämä silikaattimaalilla maalatut pylväät? kommentti ThvK)

Yhdessätoista pylväässä on kalkkimaalia.

Yksi pylväs (12) on maalattu Peducem-maalilla.

Yksi pylväs (24) on maalattu Kieselit silikaattimaalilla.

Yhdessä pylväässä (1) on lasikuituverhous ja sen pinta on maalattu Inerta 51-maalilla.

PYLVÄIDEN PUHDISTUS ENNEN KOEMAALAUSTA

Pylväät nro 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 puhdistettiin vesi/hiekkapuhalluksella (hiekan raekoko tod.näk. 0-5 mm). (pöytäkirja 11.4.1985)

Pylväiden 1, 3, 13 - 24 puhdistus oli ensin (11-4-1985) päätetty tehdä korkeapainepesulla. Pöytäkirjan (4.6.1985) mukaan päätös muutettiin siten, että pylväät puhdistettiin vesi/hiekkapuhalluksella, hiekan raekoon ollessa 0-3 mm (...koska aikaisemmin hiekkapuhallukseen käytetty hiekan raekoko 0-5 mm todettiin liian karkeaksi).

PYLVÄS 1

Maalauskoee aloitettu 1985

Pylvään kosteus tutkittiin v. 1974-75. (VTT)

Mukana kosteudenjakautma mittauksissa 1991-92,
mittauspiste 2,5 m korkeudella.

Pylväs: laminoitu lasikuitupäällysteellä (ennen
1975).

Pinta esipuhdistettu korkeapaine-emulsiopesulla ja
pintaa on kevyesti karhennettu. Halkeamat ja kolot
paikattu tasoitteella Inerta 160 Fill.

Maalaus: 1 x Inerta 51 epoksimaali ohennettu 15%
ohenteella
1 x Inerta 51 maalilla, ohentamaton

(Teknos Maalit Oy: maalaustyöselitys 26-03-1985)

Kunto: (01-11-1992)

- Pylvään pinta lievästi kellastunut.
- Verkkomaista halkeilua monissa paikoissa, sekä
pylvään alaosassa että ylempänä.
- Jotkut halkeamat aina 0.5 mm leveät
- Pinta kiiltävän märkä (sateisen yön jälkeen)

PYLVÄS 2

Maalauskoee aloitettu lokakuussa 1990 OY LOHJA AB

Pylvään kosteus tutkittiin v. 1974-75. (VTT)

Mukana kosteudenjakautma mittauksissa 1991-92,
mittauspiste 2,5 m korkeudella.

Pylvään vanha rappaus poistettu hiekkapuhaltamalla.

Rappaus: kolmikerrosrappaus

Pohja: Oy Lohjan Signaalilaastin ja täyttölaastin
(35/65/600) sekoituksella
(täyttölaasti lisätty työtekniisistä
syistä, kommentti Erkki Salmela)

Verkotus (ei tavallisella rappausverkolla)
verkon kiinnitykset galvanoidulla
nauloilla ja "prikkoilla"

Täyttö: KS 35/65/600 kahtena kerroksena, josta
ensimmäinen täytti verkon reiät ja toisen
lyötiin kauhalla vanhan pylvään ulkomuodon
mukaisesti.

Pinta: 1. kerros: 1/2 osaa täyttölaastia 1/2 osaa
pintalaastia (35/65/600, max raekoko 1.5

1-2 viikon kuivumisen jälkeen pinta
hiottiin ja harjattiin laastipäölystä
2. kerros: slammattu Oy Lohja:n
Antiikilaastilla max raekoko 0.5 mm
(valkosementtilaasti, sis. kvartsihiekkää
ja kalkkifillieriä, sekä vedenpidättävää
lisäainetta)

Tiedot: Erkki Salmela (Oy Lohja Ab)

Kunto: (01-11-1992)

- Pinnassa hiushalkeamia, suht. pitkiä,
vaakasuunnassa, sekä ala- että yläosassa
- Pinta muuten kunnossa.
- Pinta märkä (sateisen yön jälkeen)

PYLVÄS 3 PYLVÄS 4 PYLVÄS 5 mukana kosteudenjakautma
mittauksissa 1991-92
mittauspisteet 2,5 m ja
4,5 m:n korkeudella

Maalattu kalkilla 1985 , Hydroks hautakalkilla (Maalaustyöselitys:
Maalarimestari E. Mikkonen 04-04-1985)

Pylväiden puuhierto kalkkivedellä kostutetuille
pinnoille, puhdistuksen ja rappauskorjauksen
jälkeen.

Pohjamaalaus: Hydroks kalkkimaalilla (kalkkitahna :
kalkkivesi 1:9)
"pinnan annetaan karbonatisoitua
mahdollisimman pitkään"

Välimaalaus: Kalkkitahnaa : kalkkivesi 1 : 3-4

Pintamaalaus: Sama kuin välimaalaus.

Kunto: (01-11-1992)

- Eteläpinnat kuluneet.
- Osittain kulumia myös pintalaastissa (3)
- Runsaasti likaraitoja (sadeveden aiheuttamia)
- Paikoitellen halkeilua (mikrohalkeilua)
saderaitojen alueella, pystysuunnassa.
- Kalkilla maalatut pinnat vähemmän märät kuin
pylvään 2 ja 3 pinnat (sateisen yön
jälkeen).

PYLVAAS 6

Maalauskoee aloitettu 1986, 1987 syys-lokakuussa on pylvään maalaus korjattu

Mukana kosteudenjakautma mittauksissa 1991-92 mittauspiste 2,5 m korkeudella.

Maali: Henkel Oy Silikaattimaali
(yksikomponenttinen, joten maali on dispersiosilikaattimaali, sis. org. lisäainetta)

Vanhan maalin poisto vesihiekkapuhalluksella.

Pohjamaalaus: Silikaattimaalin, Henkel Oy pohjusteella.

Valmiiksimaalaus pintamaalilla.

Kunto: (01-11-1992)

- Pylvään maalaus on suhteellisen hyvässä kunnossa.
- Paikoitellen halkeilut, (pientä ja tiheää halkeilua) siellä missä rappauspinta on karkea
- Maali kulumnut pintalaastin hiekkakiteiden pinnasta
- Pinta varsin märkä (sateisen yön jälkeen)

PYLVÄS 7

Maalauskoee aloitettu kesäkuussa 1989, toinen koemaalaus tehtiin kesäkuussa 1990.

Mukana kosteudenjakautma mittauksissa 1991-92 mittauspiste 2,5 m korkeudella.

Maali: Keim Silikaattimaali (Ins.tsto. Sulin Oy)

Puhdistus ja rappauskorjaus:

Pylväs puhdistettiin korkeapainepesulla.

Pesun yhteydessä irtosi pintarappaus levymäisesti paikoitellen. Rappauksen pinta hiottiin tasaiseksi ennen maalausta.

Maalaus käsittelyt:

Pohjamaali:	Keim Farbpulver	4,5 kg
	Keim Kristallfelsitpulver (sis. org lisäaineita)	4,5 kg
	Keim Fixativ	10,7 l

Välimaaali:	Keim Farbpulver	2,8 kg
	Keim Kristallfelsitpulver	2,8 kg
	Keim Fixativ	5,6 l

Pintamaali:	Keim Farbpulver	6,9 kg
	Keim Fixativ	4,8 l

Maalit sekoitettiin päivää ennen maalausta.

Keim värisävy oli kaikissa 88H66.

Jokaisen maalaus käsittelyn jälkeen annettiin pinta kuivua ennen seuraavaa käsittelyä. Maalaus tehtiin harjaten.

Toukokuussa 1990 todettiin, että maali oli paikoitellen irronnut ja myös osittain laastikeroksen kanssa. Osalla pylvään pinnassa oli vihertävä sävy.

Uusittiin maalauskoee. Keim silikaattimaali ja pinta- sekä osa täyttörappausta poistettiin märkähiekkapuhaltamalla. Pylvään rappaukseen käytettiin Partekin märkäläästia KS 50/50/600. Täyttörappauksen raekoko 0-4 mm ja pintarappauksen 0-1 mm. Laastiin lisätty sementti oli Luja-sementtiä. Noin kuukausi rappauksen kovettumisen jälkeen maalattiin pylväs seuraavasti:

Maalaus käsittelyt:

Pohjamaali:	Keim Farbpulver	3 kg
	Keim Kristallfelsit (pastana) (sis. org.lisäaineita)	5 kg
	Keim Fixativ	4-5 l

Välimaaali:	Keim Farbpulver	2,5 kg
	Keim Kristallfelsit	3 kg
	Keim Fixativ	3,6 l

Pintamaali:	Keim Farbpulver	5 kg
	Keim Fixativ	4 l

Maalaus tehtiin harjaten.

Kunto: (01-11-1992)

- Halkeamia pinnassa, myös muutama isompi, etupäässä etelä-länsipuolella
- Pintalaasti puhki alueeltaan 10 x 30 mm
- Maalipinnassa, yhdessä kohdaassa alkavaa hilseilyä
- Pinta harmahtava ja märkä sateen jälkeen

PYLVÄS 8

Maalauskoetehtiin kesäkuussa 1989. Toinen koetehtiin 1990.

Maali: Keim Silikaattimaali (ilman dispersio-
aineita)
Ins.tsto. Sulin Oy

Pylväs pestiin korkeapainepesulla. Epätasaisuudet
hiottiin hiekkapaperilla. Rappausverkko oli
paikoitellen melkein pinnassa, eikä sitä poistettu.

Maalauskesittelyt:

Pohjamaali:	Keim Farbpulver	8,8 kg
	Keim Fixativ	10,5 l
Väli-maali:	Keim Farbpulver	6,7 kg
	Keim Fixativ	6,7 l
Pintamaali:	Keim Farbpulver	6,5 kg
	Keim Fixativ	4,8 l

Maalaus tehtiin harjaten. Värisävy oli kaikissa
88466.

Toukokuussa 1990 todettiin, että Pylvään 8 maali
oli kestänyt paremmin kuin pylvään 7. Pinnoite oli
parista kohteesta irronnut. Maalin värisävy ei
ollut muuttunut.

Korjaukset: Pylväs pestiin korkeapainepesulla ja
pinta hiottiin sekä maalattiin uudella seoksella.

Maalauskesittely:

Väli-maali:	Keim Farbpulver	5 kg
	Keim Kristallfelsit (sis. org. lisäaineita)	4 kg
	Keim Fixativ	6 l
Pintamaali:	Keim Farbpulver	6,5 kg
	Keim Fixativ	4,8 l

Kunto: (01-11-1992)

- Pinnassa halkeamia alareunassa (tähtimäistä
halkeamaverkkoa)
- Likaraitoja pylvään sisäpuolella ja osittain
ulkopuolella
- Pintarappauksen halkeamat voidaan erottaa märän
pylvään pintamaalin läpi
- Pinta märkä (sateisen yön jälkeen)
- Paremmassa kunnossa kuin pylväs 7

PYLVÄS 9 PYLVÄS 10 PYLVÄS 11

Maalattu kalkilla 1985 , Hydroks hautakalkilla (Maalaustyöselitys: Maalarimestari E. Mikkonen 04-04-1985)

Pylväiden puuhierto kalkkivedellä kostutetuille pinnoille, puhdistuksen ja rappauskorjauksen jälkeen.

Pohjamaalaus: Hydroks kalkkimaalilla (kalkkitahna : kalkkivesi 1 : 9)
"pinnan annetaan karbonatisoitua mahdollisimman pitkään"

Välimaalaus: Kalkkitahnaa : kalkkivesi 1 : 3-4
Pintamaalaus: Sama kuin välimaalaus.

Kunto: (01-11-1992)

- Pylväs 9
- Maali kulunut, paikoitellen levymäisesti
 - Likaraitoja sadeveden vaikutuksesta
 - Kulumia hiekkarakeiden päältä
 - Ei halkeamia
 - Pinta lievästi märkä (sateisen yön jälkeen)
- Pylväs 10
- Maali kulunut, paikoitellen ympyränmuotoisia irtoamisia
 - Sokkelin rajalla on maali irronnut
 - Runsaasti sadeveden aiheuttamia likaraitoja
 - Maalipinta pohjoiseen suhteellisen hyväkuntoinen
 - Pinta märkä (sateisen yön jälkeen)
- Pylväs 11
- Maalipinnassa halkeamia ja levymäistä lohkeilua
 - Pintalaasti on pylvään alapäässä kulunut
 - Likaraitoja
 - Huonomassa kunnossa kuin pylväs 10

PYLVÄS 12: Koemaalaus aloitettu 1988.
(Hartsitekno Oy)

Mukana kosteudenjakautma mittauksissa 1991-92
mittauspiste 2,5 m korkeudella.

Pylvään pesu Biocidal Wash pesuaineella
laimennettuna suhteeseen 1:5. Huuhtelu
paine pesulla.

Pohjakäsittely: Bonding Primer
kaksikomponenttinen epoksituote

Pinnoitus: Decadex , kahteen kertaan
Vettä hylkivä, orgaaninen
(tuoteselostuksesta ei ilmene
pinnoitteen sideainetyyppejä eikä
koostumusta)

01-06-1990 todettiin että kyseinen pinnoite on
irronnut pylvään rappauksesta.

Hartsitekno Oy ehdotti toisentyyppisen
pintakäsittelyn:

Pohjakäsittely: Bonding Primer (kalvonpaksuus n.
0.015 mm)

Pinnoitus: Monolastex Smooth
(Mikropolymeerinen julkisivumaali,
ei muita koostumustietoja
esitteessä)

ONKO KOE TEHTY?

Kunto: (01-11-1992)

- Pylvään alaosassa on rappaus vaurioitunut aina täyttölaastiin saakka
- Runsaasti halkeamia pinnassa
- Varsin epäsiisti pinta, vanhentunut
- Maali irtoaa kuplimaisesti
- Pinta märkä (sateisen yön jälkeen)

Kalkilla maalatut pylvääät pohjoiseen

PYLVÄS 13: Pylvään kosteus tutkittiin v. 1974-75. (VTT)

Rappaus poistettiin kokonaan. Pylväs kuivatettiin lämmittämällä suojapeitteen alla 3 viikkoa.

v. 1985 pesty korkeapaine vesipesulla maalattu kalkilla

PYLVÄS 14: v. 1985 pesty korkeapaine vesipesulla maalattu kalkilla

Mukana kosteudenjakautma mittauksissa 1991-92 mittapistet 2,5 ja 4,5 m korkeudella.

PYLVÄS 15: Pylvään kosteus tutkittiin v. 1974-75. (VTT)

v. 1985 pesty korkeapaine vesipesulla maalattu kalkilla

PYLVÄS 16: v. 1985 pesty korkeapaine vesipesulla maalattu kalkilla

PYLVÄS 17: v. 1985 pesty korkeapaine vesipesulla maalattu kalkilla

Maalattu kalkilla 1985, Hydroks hautakalkilla (Maalaustyöselitys: Maalarimestari E. Mikkonen 04-04-1985)

Pylväiden puuhierto kalkkivedellä kostutetuille pinnoille, puhdistuksen ja rappauskorjauksen jälkeen.

Pohjamaalaus: Hydroks kalkkimaalilla (kalkkitahna : kalkkivesi 1 : 9)
"pinnan annetaan karbonatisoitua mahdollisimman pitkään"

Välismaalaus: Kalkkitahna : kalkkivesi 1 : 3-4

Pintamaalaus: Sama kuin välismaalaus.

Kunto: (01-11-1992)

Pylväs 13 - Koko pylvään maalipinta on voimakkaasti kulunut
- Likaraitoja

Pylväs 14 - Pintamaali kulunut

- Likaraitoja
- Pylväs 15 - Maali tasaisesti kulunut (vähemmän kuin pylväässä 13 ja 14)
- Pylväs 16 - Maali kulunut
- Pylväs 17 - Maali kulunut
 - Pylvään sisäpuolella (kirkkoa päin) paljon sadeveden aiheuttamia likaraitoja
 - Pinnassa pientä halkeilua

PYLVÄS 18: Maalauskoee aloitettu myöhään syksyllä 1985.
OY LOHJA AB

Mukana kosteudenjakautma mittauksissa 1991-92
mittauspiste 2,5 m korkeudella.

Kalkilla maalattu pylväs puhdistettu
hiekkapuhalluksella.

Pylvään betonivaipassa oli näkyvissä ruostuneita
betoniteräksiä, (naulat ja kiinnityslevyt)

Kommentti: Erkki Salmela

Pintamaalaus: 1. kerros: Antiikkilaastilla, valkoinen
sementtipintalaasti (karkeus
1.5 mm)

2. kerros: Sama Antiikkilaasti (karkeus
0,5 mm)

Kunto: (01-11-1992)

- 2,5 m:n korkeudella pitkä vaakasuuntainen halkeama
- Tämän alapuolella hiushalkeamia
- Pinnassa pientä täplikkyyttä (sävyssä)
- Pylvään pohjoispuoleinen pinta suhteellisen ehjä
- Pinta märkä (sateisen yön jälkeen)

PYLVÄS 19: Pylvään kosteus tutkittiin v. 1974-75. (VTT)
Rappaus poistettu pylvään pinnasta. Annettu kuivua ilman erillistä lämmitystä.

v. 1985 pesty korkeapaine vesipesulla
maalattu kalkilla

Pylvään puuhierto kalkkivedellä kostutetuille pinnoille, puhdistuksen ja rappauskorjauksen jälkeen.

Pohjamaalaus: Hydroks kalkkimaalilla (kalkkitahna :
kalkkivesi 1 : 9)
"pinnan annetaan karbonatisoitua mahdollisimman pitkään"

Välimaalaus: Kalkkitahnaa : kalkkivesi 1 : 3-4

Pintamaalaus: Sama kuin välimaalaus.

Kunto: (01-11-1992)

- Pintalaasti kulunut 3 m:n korkeuden yläpuolelta
- Itäpuoli kulunut levymäisesti
- Maalikalvo ollut ehkä liian paksu
- Likaraitoja pylvään alaosassa
- Pinnassa hiushalkeamia
- Pintarappaus irronnut paikoitellen 0,5 m jalustan yläpuolelta

PYLVÄS 20: v. 1985 pesty korkeapaine vesipesulla

Pylvään puuhierto kalkkivedellä kostutetuille pinnoille, puhdistuksen ja rappauskorjauksen jälkeen.

Pohjamaalaus: Hydroks kalkkimaalilla (kalkkitahna :
kalkkivesi 1 : 9)
"pinnan annetaan karbonatisoitua
mahdollisimman pitkään"

Välimaalaus: Kalkkitahnaa : kalkkivesi 1 : 3-4

Pintamaalaus: Sama kuin välimaalaus.

Kunto: (01-11-1992)

- Maalissa kulumista pylvään yläosassa
- Runsaasti likaraitoja pylvään sisäpuolella (kirkkoa päin)
- Itäpuolella enemmän kulumia kuin muissa ilmansuunnissa
- Maalin pinta paremmassa kunnossa kuin pylvään 19

PYLVAS 21: Koemaalauus aloitettu kesällä 1985 (Tikkurila Oy)

Maali: Dry Wall (ei tarkempia selostuksia
maalauuskäsittelystä)

Kunto: (01-11-1992)

- Pylvään vaakasuuntaisten kivilaattojen paikat erottuvat märkinä renkaina pylvään pinnassa
- Pylvään eteläpuolella on maalipinta vaurioitunut, levymäisesti irti rappauksesta alueelta 30x50 cm
- Halkeamia vaakasuunnassa
- Pinta vähän märkä (sateisen yön jälkeen)

PYLVAS 22: Koemaalaus aloitettu kesällä 1985 (Tikkurila Oy)

Maali: Kivitex kivitalomaali (liuotinhenteinen akrylaattimaali)

(ei tarkempia selostuksia maalaus käsittelystä)

Uusi koemaalaus aloitettu toukokuussa 1990

Vanhan maalipinnan poisto kemiallisesti Rapidone maalinpoistoaineella ja pesu korkeapainepesulla.

Vaurioituneen rappauksen paikkaus KS-laastilla

Maali: Mikropan Silikoniemulsio-julkisivupinnoite (Saksalainen tuote)

Pohjakäsittely : Mikropan Silikoniemulsion vesiohenteisella pohjusteella

Välimaalaus: Mikropan Silikoniemulsio pinnoite (ohennettu vedellä max 5%)

Pintamaalaus: Kuten välimaalaus

Kunto: (01-11-1992)

- Pintalaasti on erittäin karkea
- Pinnassa lyhyitä halkeamia
- Pintarappauksen halkeamat näkyvät selvästi maalin läpi selvästi, paikoitellen ne ulottuvat maalipinnan läpi
- Rappauksen pinnassa runsaasti verkkohalkeilua
- Maali ei ole kulunut
- Pylvään alaosassa aalkavaa halkeilua
- Maalipinta on muovimainen
- Sadevesipisarot helmeilevät maalipinnassa

PYLVÄS 23: Koemaalaus aloitettu kesällä 1985 (Tikkurila Oy)

Maali: Kivitex telapinnoite (liuotinhenteinen akrylaattimaali)

(ei tarkempia selostuksia maalauskesittelystä)

Uusi koemaalaus aloitettu toukokuussa 1990

Vanhan maalipinnan poisto kemiallisesti Rapidone maalinpoistoaineella ja pesu korkeapainepesulla.

Vaurioituneen rappauksen paikkaus KS-laastilla

Pohjakäsittely: Kivisil silikonisuoja (märkä-märälle)

Välimaalaus: VO julkisivumaali (tuote 9980271, jonka sideaine vastaa pylvään 22 saksalaista silikoniemulsio-pinnoitetta)

Pintamaalaus: kuten välimaalaus

Kunto: (01-11-1992)

- Pylvään pintarappaus on hyvin karkea
- 2,5-3 m:n korkeudella on maalipinta irronnut, (pinta etelään)
- Rappauksen pinnan halkeilu ei vielä ole edennyt maalipinnan läpi
- Maalipinnassa pientä kulumista laastin kivien päältä
- Pylvään pinta itään: alkavaa pientä lohkeilua
- Muovimainen pinta, kuten pylvään 22.
- Vesi helmeilee pinnassa

PYLVÄS 24: Maalaus käsittely aloitettu ??

Maali:

Pohjamaalaus: Kieselit pohjamaali (silikaattimaali, yksikomponenttinen, sis. org. lisäaineita)

Pintamaalaus: Kieselit Silikaattimaali (yksikomponenttinen, sis. org. lisäaineita)

Kunto: (01-11-1992)

- Pinnassa kauttaaltaan hyvin isoja verkkohalkeamia
- Pylvään sisäpuolella (kirkkoa päin) pyöreän muotoiset lohkeamat aina 5 m:n korkeuteen saakka
- Pylvään keskiosassa kämmenkokoisia alueita, mistä maali on irronnut rappauksen pinnasta
- Pintamaali on korjattu ja korjausmaali erottuu paljon vaaleampana
- Pylvään itäpuoli: rokonarpinen pinta, maali lohkeilee levymäisesti

~~~~~

#### MIELIPITEENI PYLVÄIDEN KOEMAALAUKSIEN TOIMIVUUDESTA

Pylväiden maalukset, jotka eivät tyydyttävästi ole toimineet 1989-1992 koeaikana Tuomiokirkon rankassa sääolosuhteessa ovat:

Pylväs: 1 Koemaalaus kenttänä 7 vuotta  
lasikuituvahvistettu + Inerta epoksimaali

Pylväs: 12 Koemaalaus kenttänä 4 vuotta  
Primeri: epoksipohjainen,  
Pinnoite: Decadex tai Monolaster Smooth

Pylväs: 21 Koemaalaus kenttänä 7 vuotta  
Orgaaninen maali Dry Wall

Pylväs: 24 Koemaalaus kenttänä 7 vuotta (?)  
Kieselit silikaattimaali

Rajatapaus

Pylväs: 7 Koemaalaus kenttänä 2 vuotta  
Keim Silikaattimaali, jossa pohja- ja välimaalissa on Kristallfelsit

## YHTEENVETO PYLVÄIDEN KUNNOSTA

paikanpäällä tutkinut: Thorborg von Konow, 01-11-1992

Ennen tutkimusta oli muutama päivä erittäin sateinen. Tähän liittyy kommentit pylväiden ulkonäöstä. Tutkimusajankohtana oli poutaa, osittain aurinkoista ja osittain pilvistä. Koemaalatut pylväät on alleviivattu \*\*\*\*\* , yhteensä 11 pylvästä muut pylväät on maalattu kalkkimaalilla.

- Pylväs 1  
\*\*\*\*\*
- Pylvään pinta lievästi kellastunut.
  - Verkkomaista halkeilua monissa paikoissa, sekä pylvään alaosassa että ylempänä.
  - Jotkut halkeamat aina 0.5 mm leveät
  - Pinta kiiltävän märkä
- Pylväs 2  
\*\*\*\*\*
- Pinnassa hiushalkeamia, suht. pitkiä, vaakasuunnassa, sekä ala- että yläosassa
  - Pinta muuten kunnossa
  - Pinta märkä
- Pylväät  
3, 4, 5
- Eteläpinnat kuluneet
  - Osittain kulumia myös pintalaastissa (3)
  - Runsaasti likaraitoja (sadeveden aiheuttamia)
  - Paikoitellen halkeilua (mikrohalkeilua) saderaitojen alueella, pystysuunnassa.
  - Kalkkimaalipinnat vähemmän märät kuin pylvään 2 ja 3 pinnat
- Pylväs 6  
\*\*\*\*\*
- Pylvään maalaus on suhteellisen hyvässä kunnossa.
  - Paikoitellen halkeilut, (pientä ja tiheää halkeilua) siellä missä rappauspinta on karkea
  - Maali kulunut pintalaastin hiekkakiteiden pinnasta
  - Pinta varsin märkä
- Pylväs 7  
\*\*\*\*\*
- Halkeamia pinnassa, myös muutama isompi, etupäässä etelä-länsipuolella
  - Pintalaasti puhki alueeltaan 10 x 30 mm
  - Maalipinnassa, yhdessä kohdaassa alkavaa hilseilyä
  - Pinta harmauttava ja märkä sateen jälkeen
- Pylväs 8  
\*\*\*\*\*
- Pinnassa halkeamia alareunassa (tähtimäistä halkeamaverkkoa)
  - Likaraitoja pylvään sisäpuolella ja osittain ulkopuolella
  - Pintarappauksen halkeamat voidaan erottaa märän pylvään pintamaalin läpi
  - Pinta märkä
  - Paremmassa kunnossa kuin pylväs 7

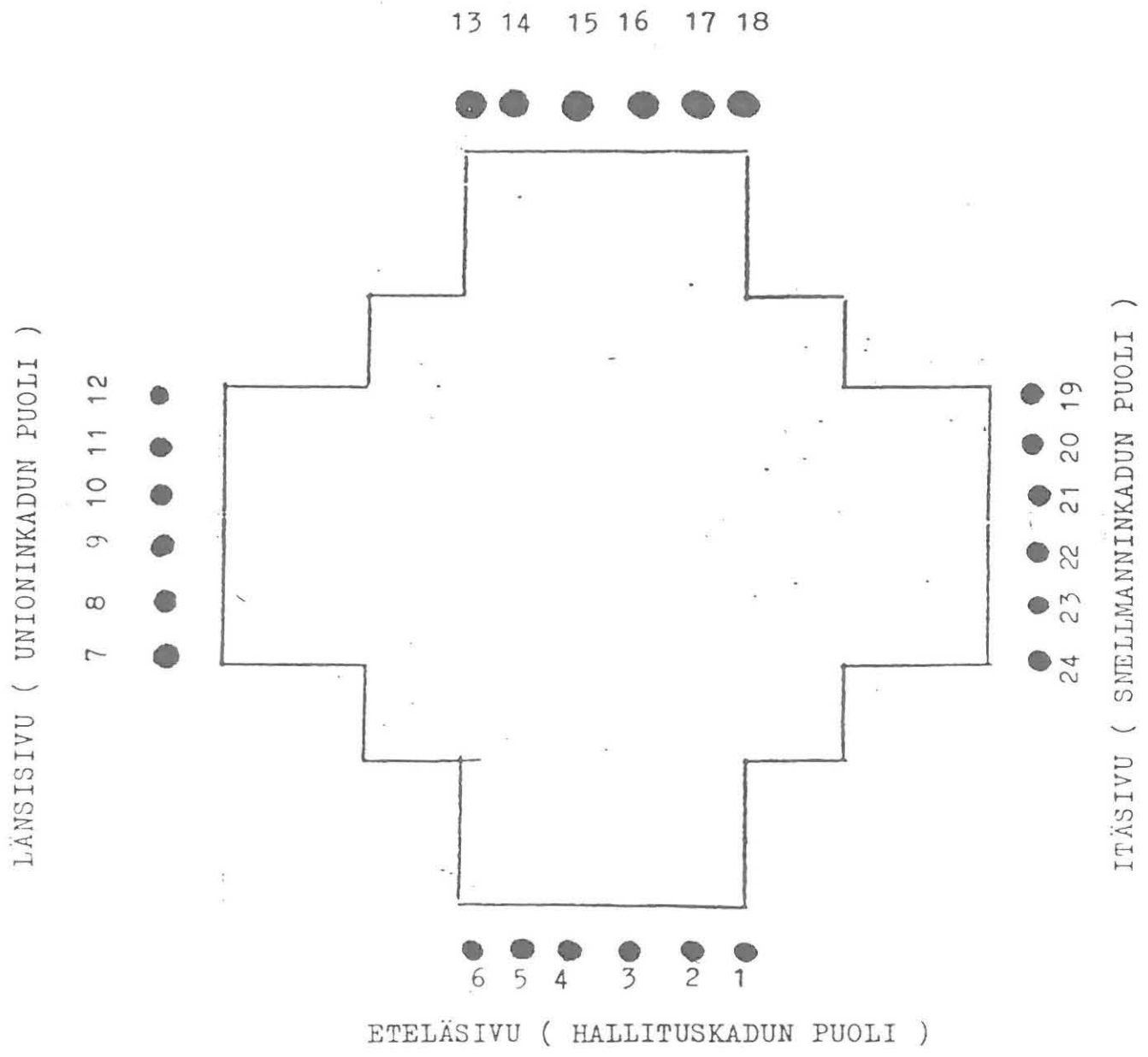
- Pylväs 9
- Maali kulunut, paikoitellen levymäisesti
  - Likaraitoja sadeveden vaikutuksesta
  - Kulumia hiekkarakeiden päältä
  - Ei halkeamia
  - Pinta lievästi märkä
- Pylväs 10
- Maali kulunut, paikoitellen ympyrämuotoisia irtoamisia
  - Sokkelin rajalla on maali irronnut
  - Runsaasti sadeveden aiheuttamia likaraitoja
  - Maalipinta pohjoiseen suhteellisen hyväkuntoinen
  - Pinta märkä
- Pylväs 11
- Maalipinnassa halkeamia ja levymäistä lohkeilua
  - Pintalaasti on pylvään alapäässä kulunut
  - Likaraitoja
  - Huonomassa kunnossa kuin pylväs 10
- Pylväs 12  
\*\*\*\*\*
- Pylvään alaosassa on rappaus vaurioitunut aina täyttölaastiin saakka
  - Runsaasti halkeamia pinnassa
  - Varsin epäsiisti pinta, vanhentunut
  - Maali irtoaa kuplimaisesti
  - Pinta märkä
- Pylväs 13
- Koko pylvään maalipinta on voimakkaasti kulunut
  - Likaraitoja
- Pylväs 14
- Pintamaali kulunut
  - Likaraitoja
- Pylväs 15
- Maali tasaisesti kulunut (vähemmän kuin pylväessä 13 ja 14)
- Pylväs 16
- Maali kulunut
- Pylväs 17
- Maali kulunut
  - Pylvään sisäpuolella (kirkkoa päin) paljon sadeveden aiheuttamia likaraitoja
  - Pinnassa pientä halkeilua
- Pylväs 18  
\*\*\*\*\*
- 2,5 m:n korkeudella pitkä vaakasuuntainen halkeama
  - Tämän alapuolella hiushalkeamia
  - Pinnassa pientä täplikkyttä (sävyssä)
  - Pylvään pohjoispuoleinen pinta suhteellisen ehjä
  - Pinta märkä

- Pylväs 19
- Pintalaasti kulunut 3 m:n korkeuden yläpuolelta
  - Itäpuoli kulunut levymäisesti
  - Maalikalvo ollut ehkä liian paksu
  - Likaraitoja pylvään alaosassa
  - Pinnassa hiushalkeamia
  - Pintarappaus irronnut paikoitellen 0,5 m jalustan yläpuolelta
- Pylväs 20
- Maalissa kulumista pylvään yläosassa
  - Runsaasti likaraitoja pylvään sisäpuolella (kirkkoa päin)
  - Itäpuolella enemmän kulumia kuin muissa ilmansuunnissa
  - Maalin pinta paremmassa kunnossa kuin pylvään 19
- Pylväs 21  
\*\*\*\*\*
- Pylvään vaakasuuntaisten kivilaattojen paikat erottuvat märkinä renkaina pylvään pinnassa
  - Pylvään eteläpuolella on maalipinta vaurioitunut, levymäisesti irti rappauksesta alueelta 30x50 cm
  - Halkeamia vaakasuunnassa
  - Pinta vähän märkä
- Pylväs 22  
\*\*\*\*\*
- Pintalaasti on erittäin karkea
  - Pinnassa lyhyitä halkeamia
  - Pintarappauksen halkeamat näkyvät selvästi maalin läpi selvästi, paikoitellen ne ulottuvat maalipinnan läpi
  - Rappauksen pinnassa runsaasti verkkohalkeilua
  - Maali ei ole kulunut
  - Pylvään alaosassa alkavaa halkeilua
  - Maalipinta on muovimainen
  - Sadevesipisarat helmeilevät maalipinnassa
- Pylväs 23  
\*\*\*\*\*
- Pylvään pintarappaus on hyvin karkea
  - 2,5-3 m:n korkeudella on maalipinta irronnut, (pinta etelään)
  - Rappauksen pinnan halkeilu ei vielä ole edennyt maalipinnan läpi
  - Maalipinnassa pientä kulumista laastin kivien päältä
  - Pylvään pinta itään: alkavaa pientä lohkeilua
  - Muovimainen pinta, kuten pylvään 22.
  - Vesi helmeilee pinnassa
- Pylväs 24  
\*\*\*\*\*
- Pinnassa kauttaaltaan hyvin isoja verkkohalkeamia
  - Pylvään sisäpuolella (kirkkoa päin) pyöreän muotoiset lohkeamat aina 5 m:n korkeuteen saakka
  - Pylvään keskiosassa kämmenkokoisia alueita, mistä maali on irronnut rappauksen pinnasta
  - Pintamaali on korjattu ja korjausmaali erottuu paljon vaaleampana
  - Pylvään itäpuoli: rokonarpinen pinta, maali lohkeilee levymäisesti

KUVA 1.

# HELSINGIN TUOMIOKIRKKO POHJAPIIRROS

POHJOISSIVU ( KIRKKOKADUN PUOLI )



ETELÄSIVU ( HALLITUSKADUN PUOLI )

31-10-1992 /ThvK

## LANTISEN SIVUTORNIN PINNOITUSKOKEET

Rappauspinnan ja pilastereiden puhdistus, vesihiekkapuhalluksella, sekä mallikenttien pinnoitus neljällä eri pinnoitussysteemillä suoritettiin syksyllä 1989.

Mallikentät ja niiden pinnoitteet oheisessa kuvassa.

## Kenttä 1

=====

Oy Partek Ab

**Vetonit julkisivupinnoite**, sis. orgaanisia lisäaineita  
työtekniikka: Vedetty teräslastalla pintaan.

Levittäytyi vaikeasti, koska liimaantui lastaan

Pinnasta tuli liian tiivis (osittain kiiltävä)

Kommentti: maalarim. Markku Rintala

## Kenttä 2

=====

Gebhard Troyer:

1) **Kabe Silikaattimaali** on yksikomponenttinen maali,  
dispersiosilikaattimaali

työtekniikka: 2 x harjaten ohennettu vedellä 1:3, josta  
ensimmäinen oli pohjakäsittely.

Rappauspinna yläosa oli tiivis. Pohjamaali valui. Koeseinän  
alaosa oli niin imevä, että maalin tasainen levittäminen oli  
lähes mahdoton.

Kommentti: Gebhard Troyer

## Kenttä 3

=====

Gebhard Troyer

2) **Colorit Lasur**, silikonimaali (sideaine: silikonihartsiemulsio)

työtekniikka: pohjustus: Colorsil-Tiefgrund (Wetterschutz,  
vettähylykivä pohjuste)

Pinta: 2 kertaa Colorit Lasur

Pilasterin yläosa oli tiivis ja alaosa hyvin imevä.

Epähomogeeninen imukyky vaikeutti maalaustyötä ja pinnan  
ulkonäköä.

Kommentti: Gebhard Troyer

## Kenttä 4

=====

Lohja Oy; **Rudus Kalkkimaali** (Stråbruken), märkäkalkkimaali

sis. selluloosadeerivaattaa

lisättiin 0.5 kg **valkosementtiä** 15 kg:aan maaliin, sekä noin  
2 l vettä.

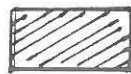
sävytetty työmaalla (Kalevi Järvinen)

Rappausalustan epätasainen imukyky oli ongelmallinen

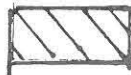
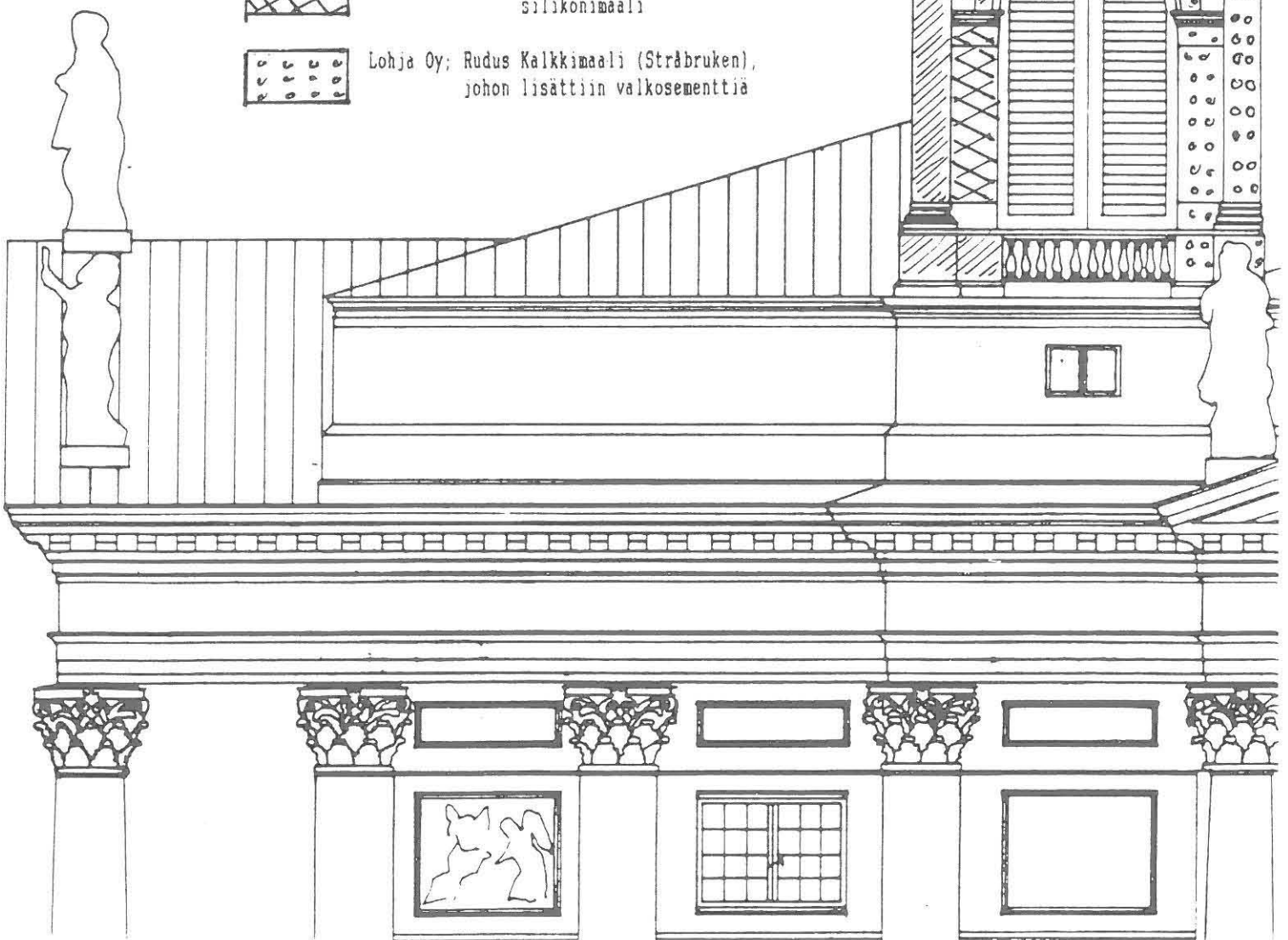
Kommentti: Tapio Liias (Oy Lohja Ab)



## LÄNTISEN SIVUTORNIN PINNOITUSKOKKEET



Oy Partek Ab: Vetoniit julkisivupinnoite

Gebhard Troyer: 1) Kabe Silikaattimaali  
yksikomponenttinen, disp.Gebhard Troyer: 2) Colorit Lasur,  
silikonimaaliLohja Oy: Rudus Kalkkimaali (Stråbruken),  
johon lisättiin valkosementtiä

1991-93

TUTKIMUKSET JA SELVITYKSET JATKUVAT...

A PYLVAIDEN KOSTEUDENMITTAUKSET

B LASTITUTKIMUKSET

Thorborg von Konow

20-04-1991

## A PYLVÄIDEN KOSTUDENMITTAUSSUUNNITELMA

Eräitä ajatuksia ja ideoita, joiden pohjalta kosteudenmittaus- ja pylväiden korjaussuunnitelmat voidaan laatia.

**TAVOITE:** Selvittää kirkon pylväiden kosteustilaa ja -jakautumaa. Selvittää miten kosteus liikkuu sääolosuhteiden mukaan ja eri pinnoitusyhteemien kautta.

### HYPOTEETTISET TULOKSET JA NIIDEN HYÖDYNTÄMINEN KORJAUS- TOIMENPITEISSÄ

Kosteudenmittaustulokset voidaan jakaa neljään ryhmään (todelliset tulokset saattavat johtaa muuntotyypiseen ryhmittymään)

1. Suuri (vakio)-kosteus
2. Suuret vaihtelut kosteudenpitoisuuksissa
3. Suuri paikallinen kosteus
4. Pieni kosteus

1. Suuri kosteus, lähellä tiilien kyllästymisrajaa.

- Selvitetään onko olemassa vaara että pylväiden tiilet vaurioituvat tämän suuren kosteuden johdosta. Tutkitaan pistokokein (silmämääräisesti), rappauskerroksen alla olevien tiilien vaurioita.

Pylväiden kuivatus saattaa silloin tulla kysymykseen

2. Suuret vaihtelut pylväiden kosteuksissa. Johtuvatko vaihtelut ainoastaan sääolosuhteiden vaihteluista, vai onko eri pinnoitetyypeillä vaikutusta kosteuden läpäisyyn.

Mistä kosteus pääsee rakenteeseen?

- Rappauksen pinnan kautta
- Kipsikoristeiden yli valuvana vetenä
- Rappauksen halkeamien kautta
- Perustuksien kautta

Löydetäänkö korrelaatiota eri pinnoitetyyppien (tiivit - läpäisevät) vaikutuksista pylväiden kosteuspitoisuuksiin?

### 3. Suuri paikallinen kosteus

- Selvitetään onko paikallinen kosteus tilapäinen vai onko siihen selvät syy-yhteydet.
- Kosteussyiden eliminoiminen, mikäli mahdollista.

### 4. Pienet kosteudet (epätodennäköinen tulos)

Mikäli pylväistä mitatut kosteudet ovatkin pienet, herää kysymys minkätakia pinnoitteet eivät pysy pylväiden rappauksissa.

Tiilien ominaisuudet, kuten tiiviys, vedenimukyky ja tasapainokosteus vaikuttaa kaikkiin kosteusmittaustuloksiin. Tästä syystä vain kosteudenmuutoksen seuranta samasta tiilestä voi antaa jonkun asteisen informaation vallitsevasta kosteudesta. Gravimetrisesti mitatut kosteusarvot samasta tiilestä, mistä mittaustuloksella seurataan kosteudenmuutokset, antaa hyvän lisäinformaation tiilen todellisesta kosteudesta. Tulos helpottaa myös mittaustuloksella saadun arvon tulkitsemisessä.

Muiden näytteiden gravimetriset kosteudet (selvittämään pinnoitteiden vaikutuksia) voidaan pitää vain suuntaa antavina, koska myös näihin tuloksiin on kyseisten tiilien ominaisuuksilla ratkaiseva vaikutus kosteustulokseen. Tiilinäytteet tulisi olla niin suuret, että niistä voitaisiin jälkeinpäin mitata niiden vedenimukyvyt ja mahdollisesti tasapainokosteudet (90% Rh:ssa).

### Kosteudenmittaukset - alustava suunnitelma

Säärasituksen vaikutus: kalkilla maalattu pylväs etelä-länsi puolella sekä toinen pylväs pohjoispuolella.

Kosteuden mittaus kosteusmittalaitteella:

Kosteusanturit pienissä poratuissa rei'issä. Mittauspisteet pylvään kahdesta korkeudesta ja kahdesta syvyydestä, esim. tiilen pinnasta 5 mm ja 300 mm. Mittaustulos suhteellisena kosteutena, sekä vertailunäyte, seinästä piikattu; gravimetrinen kosteudenmääritys (todellinen kosteus). Pylväiden suhteellista kosteutta seurataan noin vuoden ajan, esim. pari kertaa kuukaudessa. Tiedot mittauspäivien sääolosuhteista muistiin.

Pinnoitteen vaikutus: 3 eri tyyppistä pinnoitetta, tiivis, puolitiivis ja läpäisevä (mieluiten samalta säärasitusalueelta) mielenkiinnon vuoksi; lasikuitulaminoitu pylväs

Kosteudenmittaukset piikatuista näytteistä, gravimetrisesti.

Kuivatuksen vaikutus: Pylväs D I, VTT:n tutkimuksessa  
Kosteusmittaus: gravimetrisesti,  
mahdollisesti myös kosteudenmuutoksen  
seuranta kosteusanturimittauksella

(Pylväistä irrotetuista tiilinäytteistä määritetään myös niiden suolapitoisuudet ja analysoidaan suolatyypit, sillä suola vaikuttaa kosteuspitoisuuteen, sekä absoluuttiseen että suhteelliseen kosteuteen)

Kirkon julkisivuista kannattaa myös pistokokein selvittää kosteudenpitoisuuksia. Tulos antanee joitakin referenssitietoja rakenteen vaikutuksista kosteustilaan. (seinärakenne on erilainen kuin pylväiden rakenne). Tosin seinät eivät kastu sateella niin herkästi kuin pylväät.

Seinän kosteus seurataan myös kosteusmittausanturilla. Mittaukset kuten kohdassa sääräsituksen vaikutus.

Kosteuden mittauspisteet (suht. RH:n seuranta) n. 10 kpl  
Näytteet gravimetr. mittausta varten: n. 15 kpl

Mikäli tutkimuksien kautta saadaan varmuutta siitä, että pylväiden tiilet eivät ole suuressa vaarassa vaurioitua kosteusrasituksen vaikutuksesta, jää selvitettäväksi, mikä rappaus-pinnoitusjärjestelmä parhaiten toimisi vallitsevissa olosuhteissa.

Ideaalisysteemi: Mahdollisimman pieni sadevedenimukyky ja mahdollisimman suuri veden haihtumiskyky, sekä riittävä pakkasenkestävyys. Pinnoite tulisi koostumukseltaan olla lähellä sen alla olevan rappauksen koostumusta. Pinnoite ei saisi muodostaa erillistä "kalvoa" tai pintakerrosta.

Varmasti on vielä joukko muita kysymyksiä näiden esitettyjen kysymyksien lisäksi, jotka liittyvät Tuomiokirkon pylväiden ongelmiin.

Ystävällisin terveisin

Thorborg von Konow

11-06-1991

## TARKENNETTU SUUNNITELMA

Tämä kosteudenmittaus-suunnitelma on laadittu 20-04-91 tehdyn alustavan suunnitelman pohjalta.

Pylväiden kosteustilan muutos seurataan runsaan vuoden aikana. Mitataan pylväisiin porattujen kapeiden reikien ( $\varnothing$  n.15 mm) suhteellisen kosteuden muutoksia vuodenajan ja ilmansuunnan mukaan. Seurataan myös eri pintakäsittelyjen vaikutuksia kosteudenmuutoksiin.

Paitsi suhteellisen kosteuden mittauksia, otetaan pylväistä ja julkisivuseinästä näytepalat, määrittääkseen niiden todellisen kosteuden gravimetrisesti. Samoista näytepaloista analysoidaan suolapitoisuudet ja muutamien näytteiden suolatyypit. Tiilinäytteistä määritetään niiden vedenimukyky kyllästymismäärään.

| A. RH-mittaus | Ilmansuunta                                | Porausreiät                             |         |
|---------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|---------|
|               | Pylväs 5 (etelä)                           | 8 kpl                                   |         |
|               | 14 (pohjoinen)                             | 3 ja 6 m:n korkeudella sekä             |         |
|               | Kalkkimaali                                | pinnan läheltä että 300 mm:n syvyydeltä |         |
|               | Pylväs/Pintakäsittely                      |                                         |         |
| etelä         | 1 Lasikuitu                                | (tiivis)                                | 1 kpl   |
|               | 2 Lohjan valk.sem.<br>(uusi rappauskäsit.) | (läpäisevä)                             | 1 kpl   |
|               | 5 Kalkkimaali                              | (läpäisevä)                             | ks.vlh. |
|               | 6 Kieselit                                 | (puolitiivis)                           | 1 kpl   |
| pohjoinen     | 14 Kalkkimaali                             | (läpäisevä)                             | ks.vlh. |
|               | 18 Lohjan valk.sem<br>(pintalaasti)        | (läpäisevä?)                            | 1 kpl   |
| länsi         | 12 Orgaaninen                              | (tiivis)                                | 1 kpl   |
|               | 7 Silikattim.                              | (puoliläpäisevä)                        | 1 kpl   |
| Julkisivusta  | lähellä sokkeliä, etelä/länsi nurkalla     | (märkä?)                                |         |
|               | keskellä seinää                            | "                                       | (kuiva) |

## B. Todell. kosteus (gravimetrisesti)

Kaikkien porattujen reikien vierestä otetaan pienet näytepalat  
Seinästä muutama ylimääräinen näyte  
Pylvästä 13 (VTT:n tutkimuksessa kuivattu)

Mittauspisteet: n. 16 kpl RH-mittauksia varten  
n. 20 kpl gravimetrisia ja suolamittauksia varten

16-10-1992

## TUOMIOKIRKON KOSTEUDENJAKAUTUMAN MITTAUKSET

## RAPORTTI TULOKSISTA

Pylväiden kosteusmittaukset on tehty suunnitelmien päivätty 20-04-1991 ja 09-06-1991 pohjalta. Kaikki suunnitelmissa esitetyt mittaukset ei voitu suorittaa, koska näytteiden ostoissa esiintyi joitakin ongelmia.

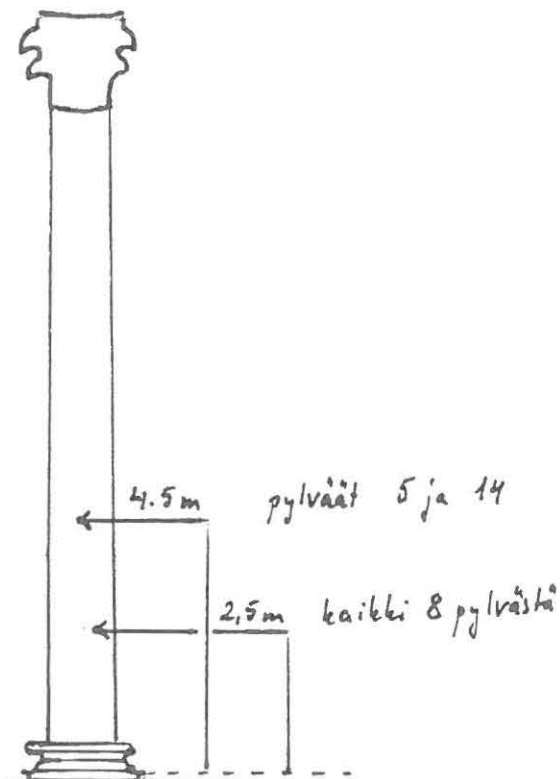
Pylväiden kosteustilan muutos seurattiin runsaan vuoden aikana. Mitattiin pylväisiin porattujen kapeiden reikien ( $\varnothing$  n.15 mm) suhteellisen kosteuden muutoksia vuodenajan ja ilmansuunnan mukaan, samoin kuin eri pintakäsittelyjen vaikutuksien nähden.

Paitsi suhteellisen kosteuden mittauksia, määritettiin mittausreikien vierestä otettujen laastipalojen todellisen kosteuden gravimetrisesti. Tiilinäytteistä määritettiin niiden vedenimukyky ja suolapitoisuudet.

## 1. Kosteudenmittauksien poratut reiät

Reiät porattiin Tuomiokirkon pylväisiin 26-06-1991 porakoneella Vaisalan kosteusmittarin anturille sopivan kokoisiksi, noin  $\varnothing$  15mm reikä. Porauksen jälkeen reiät puhdistettiin laastipölystä imurilla. Reiät tulpattiin Vaisalan muovitulpalla, jonka pohja puhkaistiin auki ensimmäisellä mittauksella. Muovitulpan reikä tulpattiin siihen sopivalla puutulpalla, joka poistettiin aina seuraavien mittauksien aikana.

Kuvassa 1. on pylvään läpileikkaus ja reikien korkeudet.



Taulukko 1. Reikien sijainti

| Pylväs | syvyys<br>[mm] | korkeudella<br>[m] | kommentit                                                               |
|--------|----------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1      | 250            | 2,5                |                                                                         |
| 2      | 230            | 2,5                | näytepala pinnasta ja verkon alta,<br>rappauksen paksuus 150 mm tiileen |
| 5 AP   | 200            | 2,5                | pintalaasti n. 30 mm pehmeää, sen<br>alla kovempaa, siitä näytepala     |
| 5 AK   | 410            | 2,5                |                                                                         |
| 5 BP   | 105            | 4,5                | rappauksen paksuus n. 20 mm                                             |
| 5 BK   | 410            | 4,5                | "                                                                       |
| 6      | 230            | 2,5                | pintalaastatin paksuus n. 25 mm, sen<br>alla kova betonivaippa          |
| 7      | 260            | 2,5                |                                                                         |
| 12     | 230            | 2,5                |                                                                         |
| 14 AP  | 180            | 2,5                | rappauksen paksuus n. 150 mm                                            |
| 14 AK  | 410            | 2,5                | " n. 180 mm                                                             |
| 14 BP  | 280            | 4,5                | " n. 20 mm                                                              |
| 14 BK  | 410            | 4,5                | " n. 20 mm                                                              |
| 18     | 200            | 2,5                |                                                                         |
| SEINA  |                |                    |                                                                         |
| I      | 200            | 0,7                | (asfalttipinnasta) rappaus 15-20 mm                                     |
| II     | 200            | 2,5                | " " "                                                                   |

AP = reikä A, pinnasta

AK = reikä A, keskeltä

## 2. Näytteistä mitatut absoluuttiset kosteudet ja suolamäärät

Porausvaiheessa oli tarkoitus ottaa laastinäytettä talteen kosteusmitauksia varten, mutta laastinäytteet hajosivat niin pieniksi paloiksi ja osittain jauhoksi, ettei niistä voitu määrittää kosteutta riittävän luotettavasti. Porausreikien vierestä otettiin isompia näytepaloja



(kämmenkokoiset, paksuudeltaan k.m. 20 mm). Paloista määritettiin kosteuden gravimetrisesti ja vedenimukyvyyn. Tiilinäytteistä määritettiin myös kokonaissuolapitoisuus, jotta saataisiin kuva seinän vesiliukoisten suolojen määrästä.

Taulukko 2. Näytteiden kosteudet (gravimetrisesti) ja tiilinäytteiden suolapitoisuudet

| Pylväs          | Kosteus<br>p-% | Vedenimukyky<br>p-% | Suola, kok.<br>p-% |
|-----------------|----------------|---------------------|--------------------|
| 2               | 2,6            |                     |                    |
| 5               | 2,2            | 7,4                 |                    |
| 6               | 1,0            |                     |                    |
| 7               | 1,0            |                     |                    |
| 12              | 2,3            |                     |                    |
| 13              | 1,4            |                     |                    |
| 14 A            | 1,2            |                     |                    |
| 14 B            | 1,6            |                     |                    |
| 18              | 1,3            |                     |                    |
| Laasti seinästä |                |                     |                    |
| I               | 0,8            |                     |                    |
| II              | 0,9            |                     |                    |
| Tiili seinästä  |                |                     |                    |
| I               | 0,9            | 17,2                | 0,14               |
| II              | 0,4            | 14,7                | 0,04               |
| Tiili pylvästä  |                |                     |                    |
| 2               | 6,9            | 15,7                | 0,16               |

### 3. Analyysituloksien tulkinta

Noin 20 mm paksujen pintalaastien mitatut kosteudet olivat alhaiset, kun pylväistä otettiin elokuussa 1991 näytepaloja. Näitä arvoja ei ole edes syytä vertailla keskenään, koska ne liikkuvat KS-laastin tasapainokosteuden lukemissa. (Riippuen kirjallisuuslähteestä on KS-laastin tasapainokosteudeksi saatu 1-2 paino%, ilman suht.kosteuden ollessa 70%).

Sementtilaastin (pylväs 2) mitattu kosteus oli suurin. Saman pylvään tiilen kosteus on suurin mitatuista arvoista, mutta myöskin tämä arvo on alhainen verrattuna pylväiden kosteusmittauksiin vuonna 1975 (VTT).

Laastien ja tiilien vedenimukyvyt antavat kuvan siitä, paljonko vettä imeytyy normaalipaineessa materiaaliin (kyllästymispisteeseen). Verrattuna mitattuihin kosteuksiin, liikutaan alueella, joka on kaukana

kriittisestä kyllästymispisteestä. Näytteet otettiin tosin kesällä, jolloin pylväät ja seinä ovat kuivimmillaan.

Tiilien suolapitoisuus oli niin alhainen, että ainakin näiden tiilien osalta voidaan sulkea pois se epäily, että tiilestä voisi vapautua suolaa rappaukseen tai maalipintaan.

#### 4. Kosteudenjakautuma mittaustulokset

Vaisalan kosteusmittarilla mitattiin reikien ilman suhteellista kosteutta ( $\phi$ ) ja lämpötilaa yhteensä 15 kertaa yli yhden vuoden ajanjaksona. Taulukosta (Byggtekniska fuktproblem, Tekniska högskolan i Lund, Adamson et al. 1969) on laskettu reiässä olevan vedellä kyllästyneen ilman vesihöyrypitoisuutta ( $C_s$ ) suhteessa mitattuun lämpötilaan.

##### 4.1 Teoriaa

Ilmaan mahtuu tietyssä lämpötilassa tietty määrä kosteutta (vesihöyryä). Tämä enimmäismäärä kutsutaan ilman kyllästymispitoisuudeksi ( $C_s$ ), joka on riippuvainen vain ilman lämpötilasta.

Ilman suhteellinen kosteus  $\phi$ , on ajankohtaisen ilman höyrypitoisuuden ja kyllästymispitoisuuden suhde.

$$\phi = \frac{C}{C_s} * 100$$

mitataan mittarin anturilla,  $C_s$  saadaan taulukosta ja  $C$  voidaan laskea.

$$C = \frac{\phi * C_s}{100}$$

Pylväiden kosteudenjakautumamittauksissa on kiinnostavaa, miten paljon kukin reijän ilman vesihöyrypitoisuus poikkeaa kyllästymisarvosta, eli näiden erotus:

$$C_s - C.$$

Tämä erotus on laskettu kaikille mittausarvoille ja piirretty ajan funktiona diagrammeihin. Näin piirretty kosteuskäyrä osoittaa, miten kaukana pylvään kosteus on kriittisestä kyllästymisarvosta, missä kylminä ajanjaksoina on jäätymisvaasaa. Eli mitä korkeammalla käyrä kulkee, sitä kuivempi on pylvään sisäosa.

## 4.2 Mittaustuloksien tulkinta

### 4.2.1. Ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

Ilman lämpötila oli kaikkina mittauspäivinä 0 °C asteen yläpuolella. Kesällä oli korkein mitattu lämpötila 20 °C. Suhteellinen kosteus oli talvikuukausina yli 90 % RH, yhtä poikkeusta lukuunottamatta. Kesällä kosteus vaihteli 50 - 70 % välillä (kuva 6).

### 4.2.2. Pylväiden kosteudenjakautuma

Kalkkimaalilla maalattujen pylväiden kosteudenjakautuma erosi muiden pylväiden kosteudenjakautumasta. Ne olivat koko mittausjakson aikana kuivimmat. Muiden pylväiden kost.jakautuma oli suhteellisen yhtäläinen, mutta pieniä eroja voidaan käyristä kuitenkin lukea. Kaikkien pylväiden kosteus oli talvikuukausina suhteellisen korkea, eikä niissä ollut keskenään merkittäviä eroja. Mutta yksikään mitatun reiän suhteellinen kosteus ei, koko mittauskauden aikana, ollut kriittisesti lähellä ilman kyllästymispistettä.

Hieman yllättävää on, että eteläseinän pylväiden kosteus on miltei samaa suuruusluokkaa kuin länsi- ja pohjoisseinien pylväiden. Eroja nähdään vain kalkilla maalatuissa pylväissä, missä pylväs (5) etelään oli kosteampi kuin pylväs (14) pohjoiseen.

Pylvään 1 (lasikuituvahvistettu) kosteus on ollut suurin (kuva 1).

Pylvään 6 (disp.silikaatimaali) kosteus oli suuri mittauksien alussa, muuttuen samansuuruiseksi muiden pylväiden kanssa mittausajan toisella puoliskolla (kuva 1).

Pylväs 2 (Lohjan sementtislammaus, Antiikkilaasti) on pysynyt lievästi kuivempänä kuin vastaavat pylväät 1 ja 6.

Samoin on pylväs 18 (Lohjan Antiikkilaasti) ollut lievästi kuivempi kuin pylväät 7 ja 12 länteen (kuva 2).

Olin kuvitellut, että pylväs 12 (orgaaninen maali) olisi ollut kaikista kostein pylväs, mutta sen kosteudenjakautumakäyrä seuraa pääosiltaan samaa rataa kuin pylvään 7 (Keim silikaattimaali) käyrä, ollessaan vuoroin tämän käyrän yläpuolella ja vuoroin alapuolella (kuva 2).

Pylväiden kosteudenjakautumaseurannalla oli myös tarkoitus selvittää mikä pylvään osa pysyy kauimmin märkänä ja miten ilmansuunta vaikuttaa pylvään kosteustilaan. Kalkilla maalatut pylväät (5 etelään ja 14 pohjoiseen) otettiin vertailupylväiksi.

Pohjoinen pylväs 14 on ollut kuivempi kuin pylväs 5 tämän vuoden mittauksien aikana. Pylvään 14 kosteus on keskeltä pienempi kuin lähempänä pintaa ja sen yläosan keskusta kuivin. Yläosan pinta on ollut vuoden kestäneen mittauksen aikana kostein.

Pylväs etelään on kuivempi ylä- kuin alaosastaan, mutta keskeltä jonkun verran märempi kuin lähempänä pintaa. Valitettavasti on 2.7.-92 todennäköisesti tapahtunut mittavirhe, koska tällöin saatu kosteusarvo on kirjattu 73.4%:ksi, jolloin Cs-C tulee varsin korkeaksi, 4,1. Seuraava mittaus antoi taas arvon 2,3. Näin suuri hyppäys kosteudessa on tuskin mahdollinen.

Kosteudenjakautumamittaustuloksia ei voida suoraan verrata VTT:lla aikaisemmin tehtyihin kosteusmittauksiin, sillä VTT:n tutkijat mittasivat pylväistä otettujen tiilikappaleiden absoluuttista kosteutta (yksi kosteusarvo/ näyte) ja vain pylvästä 13 tehtiin kahta mittausta.

VTT:n tulokset vahvistavat kuitenkin osittain tässä tutkimuksessa saatuja tuloksia.

*Ote VTT:n tutkimusraportista 03-04-1975*

*..pylväiden yläpään kosteudet ovat tutkituissa kohdin olleet pienemmät kuin pylväiden alapäässä. Näin ollen kipsikoristeiden läpi mahd. tunkeutuvan kosteuden merkitys on pylväiden kosteuden kannalta vähäinen.*

*Pyl. 2 Kosteudet mitattu vain 3:n m korkeudella (6 näytettä). Suurimmat kosteudet olivat 50:mm syvyydellä ja toisen 150 mm:n syvyydellä näytteillä. Kosteudet 10-16 paino%.*

*Pyl. 1 Lasikuituvahvisteinen pylväs: Mitattu suuria kosteuksia 6 m korkeudella, sekä pinnassa että 200 mm syvyydellä. (14-16 paino%) Pylvään yläosassa 8.5 m korkeudella näytteet olivat kuivat. Alaosassa vain pintanäyte oli kostea.*

*Pyl. 13 pohjoisseinän reunapylväs länteen. Kosteudet olivat pienimmät pylvään yläosassa 9 m:n korkeudella. Kolmessa näytteessä oli suht. korkeat kosteudet (8,2, 11,0 ja 15 paino%). Muiden näytteiden kosteudet olivat alhaiset. 3 viikon kuivatuksen jälkeen (lämmittämällä suojapeitteen alla) kosteus putosi lähes puoleen. Pylvään alaosan kosteudet olivat kaikki suhteellisen korkeat (8-14 paino%)*

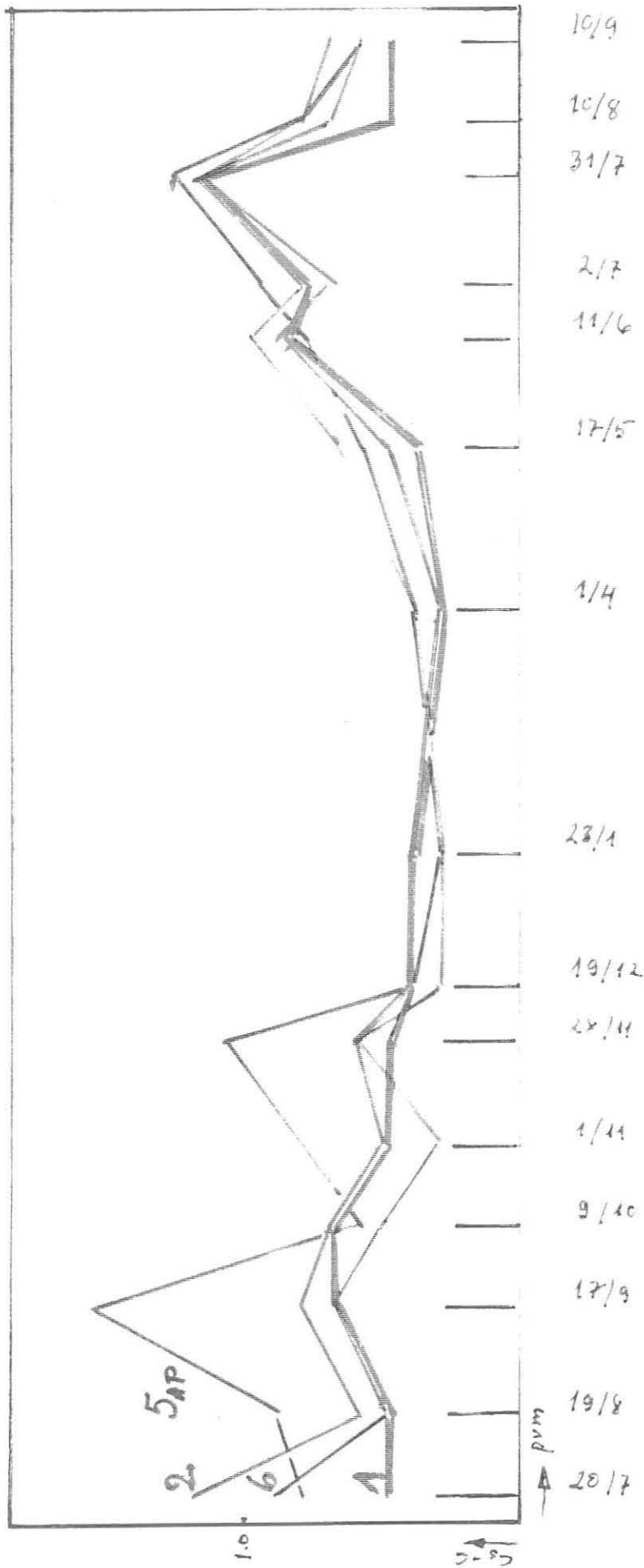
#### 4.2.3. Länsiseinän kosteudenjakautuma

Länsiseinän kosteudenmuutoksia on seurattu mittaamalla reikien I ja II ilman suhteellista kosteutta ja lämpötilaa, vastaavasti kuin pylväiden kosteudenmuutoksia. Lähellä maata (asfalttipintaa) kulkee seinän kosteus samoissa lukemissa kuin pylväiden (lukuunottamatta kalkilla maalatut pylväät). Mutta seinäalue, 2,5 m:n korkeudella asfalttipinnasta oli koko mittauksen aikana hyvin kuiva. Vain talvilukemat olivat samaa suuruusluokkaa kuin kalkilla maalattujen pylväiden kosteuslukemat.

Tämä osoittaa sen, että vain seinä on kuiva. Seinän alaosa ja kaikki pylväät ovat tähän suhteen märkiä.

Helsingin Tuomiokirkon pylväät

Kuva 1.

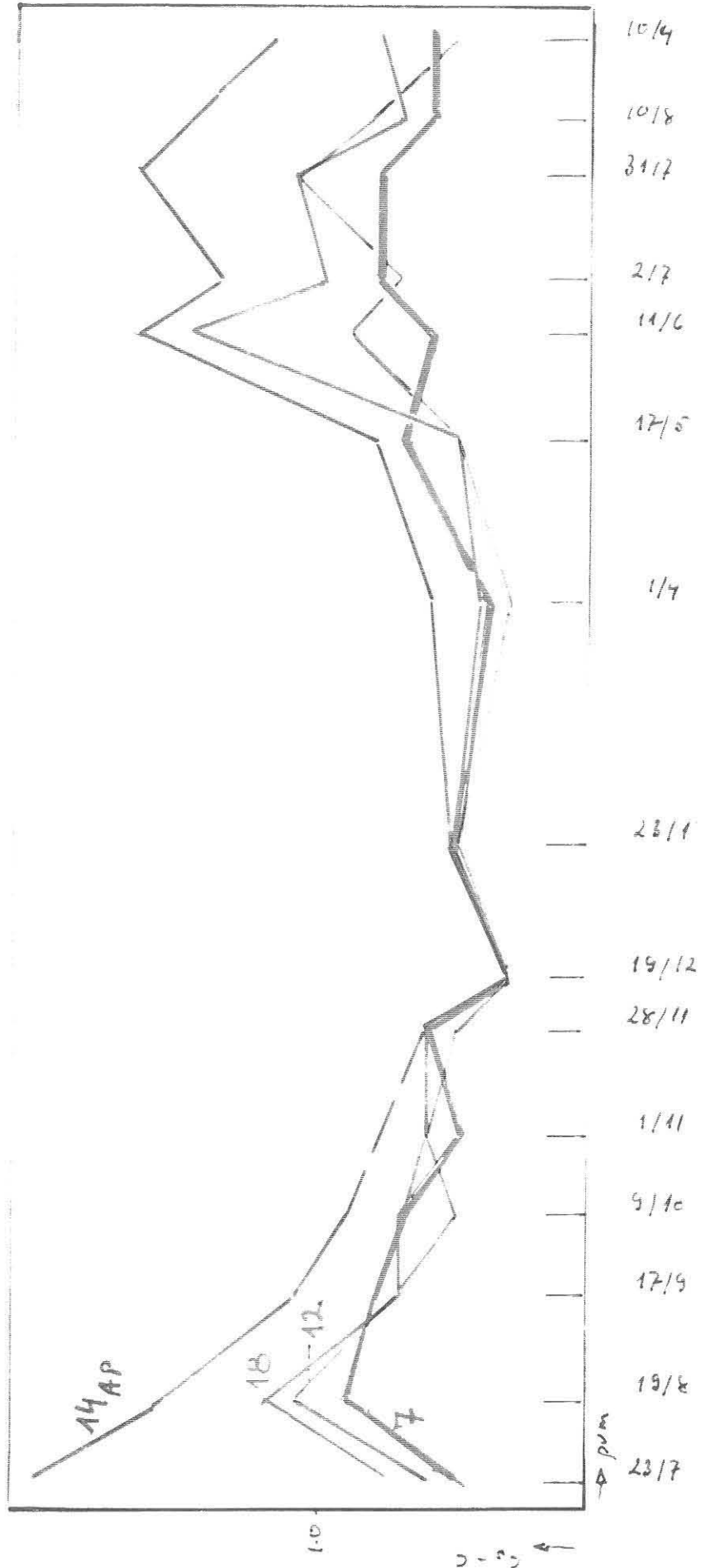


PYLVÄIDEN KOSTEUDEN / LAUTUHA ETELÄÄN

1hvk -92

Helsingin lääniseläntien pylväät

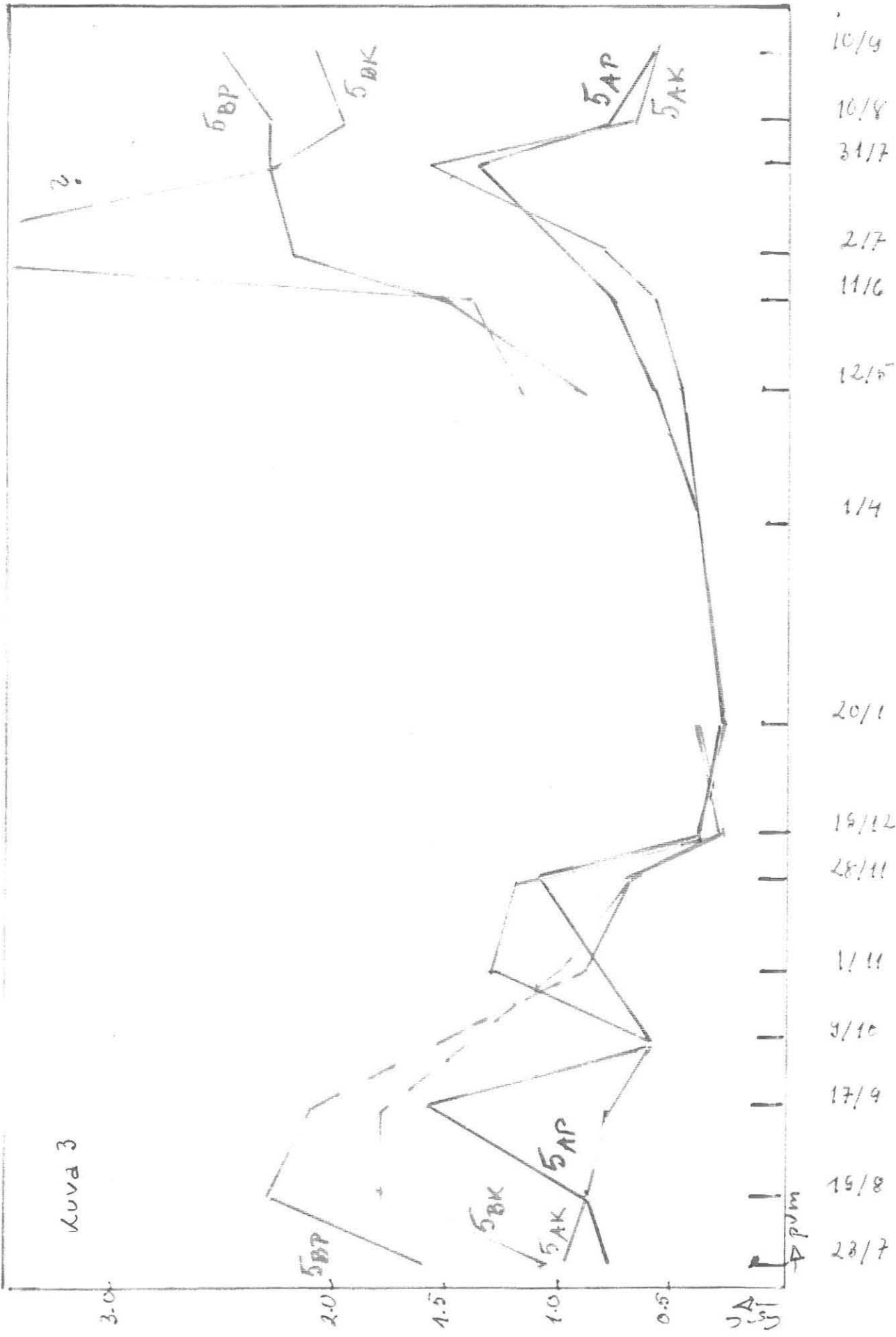
Kuva 2.



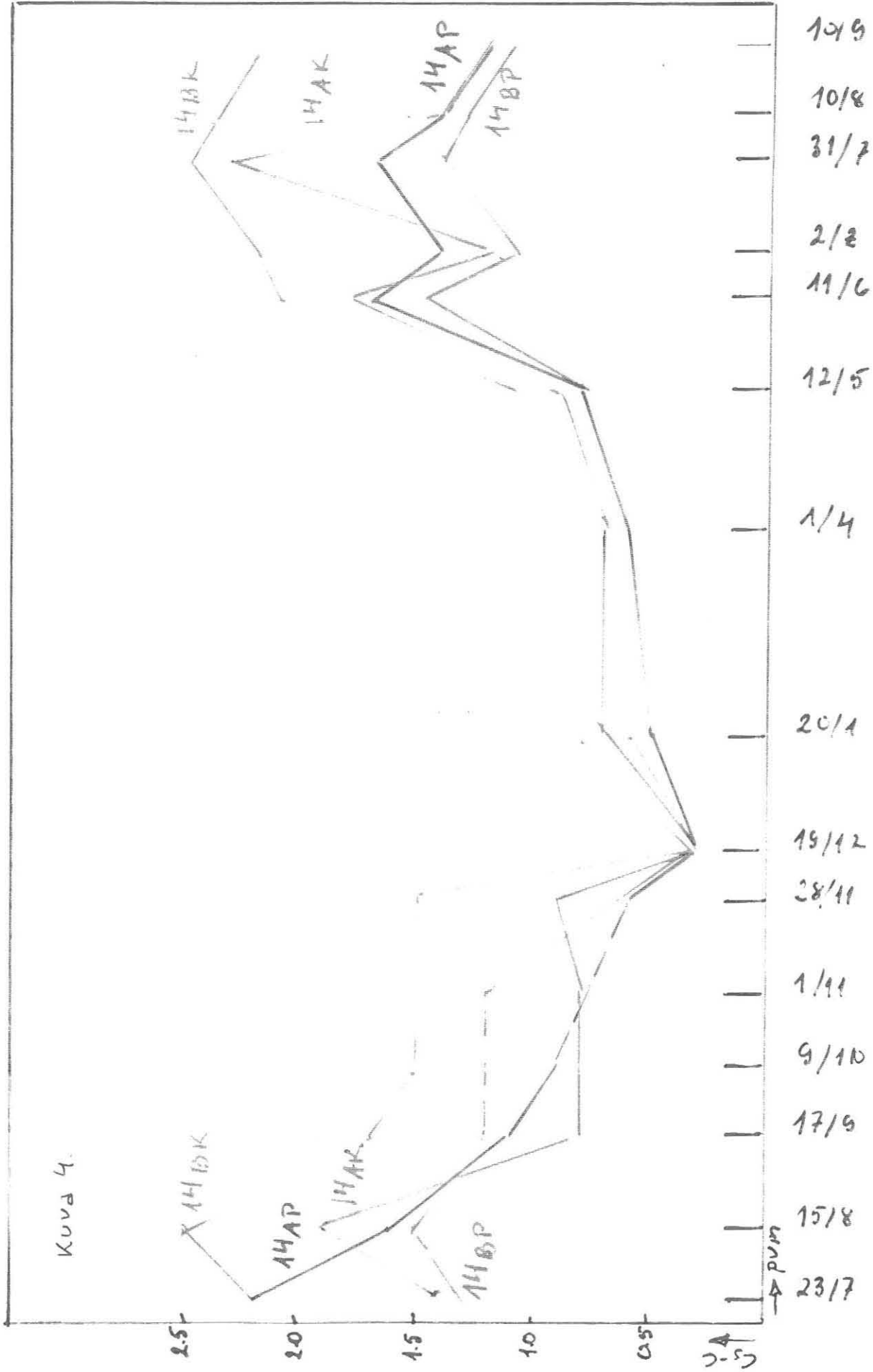
LÄNTEEN JA POHJOISEN

PYLVAIDEN KOSTEUDENJAKAUNTUNA

Thvk -92



PYLVAÄN 5 KOSTEUDEN JAKAUKA ETELAÄÄN

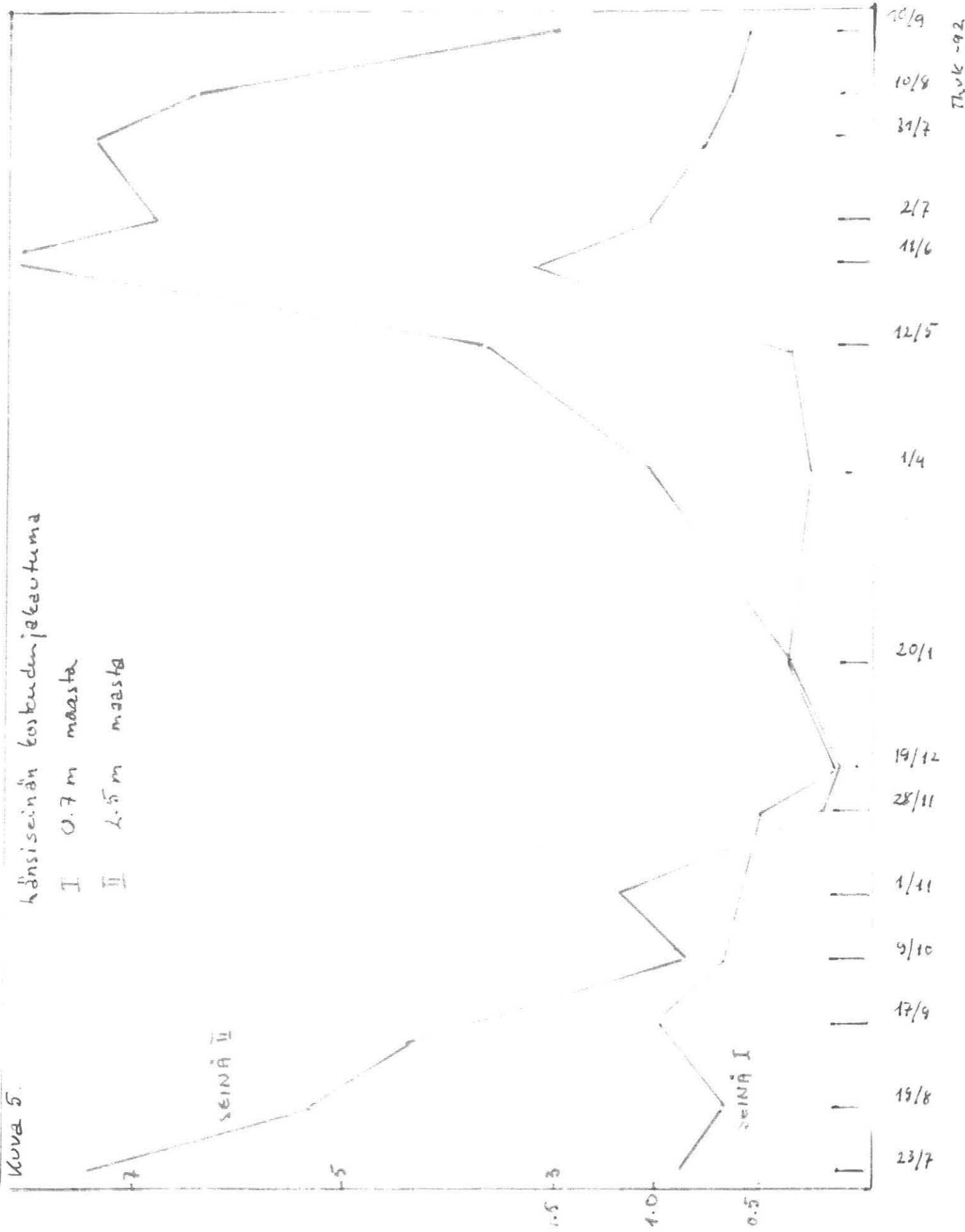


POSTI/OTLA 66707

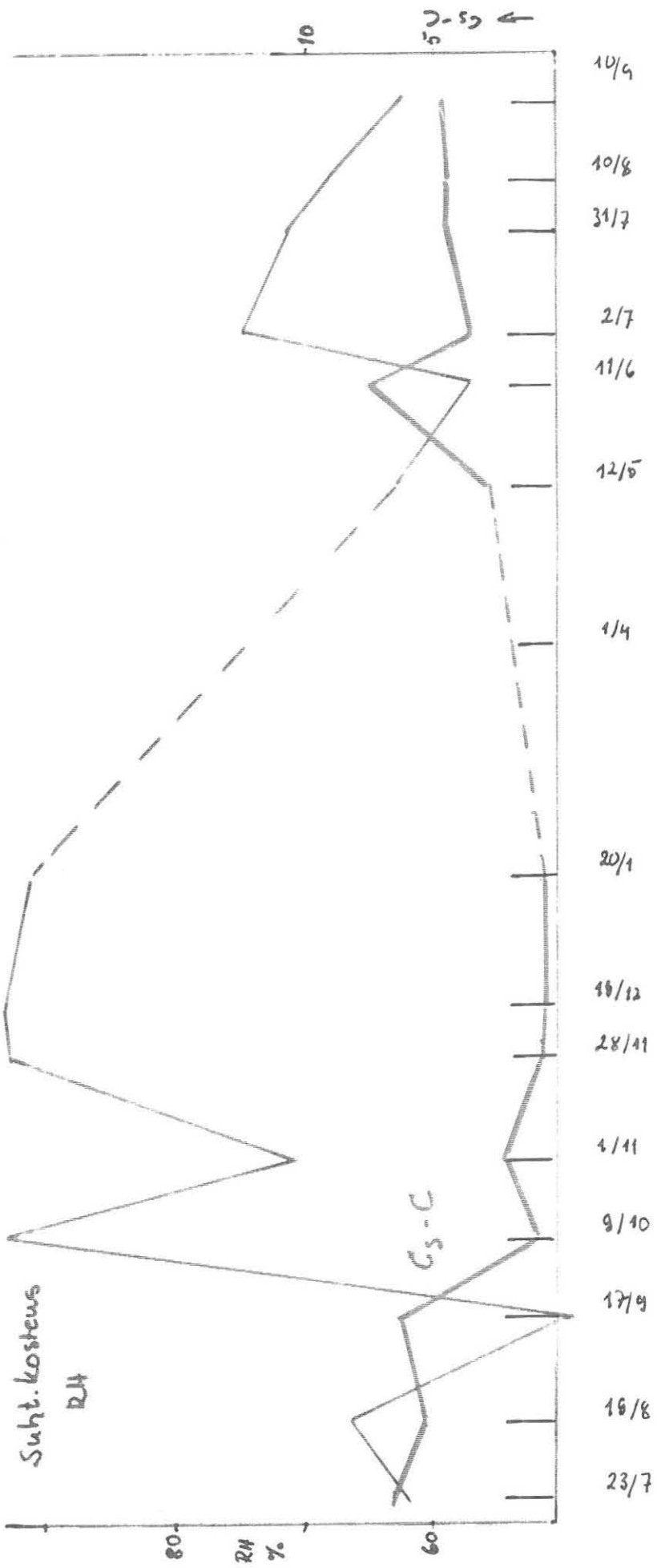
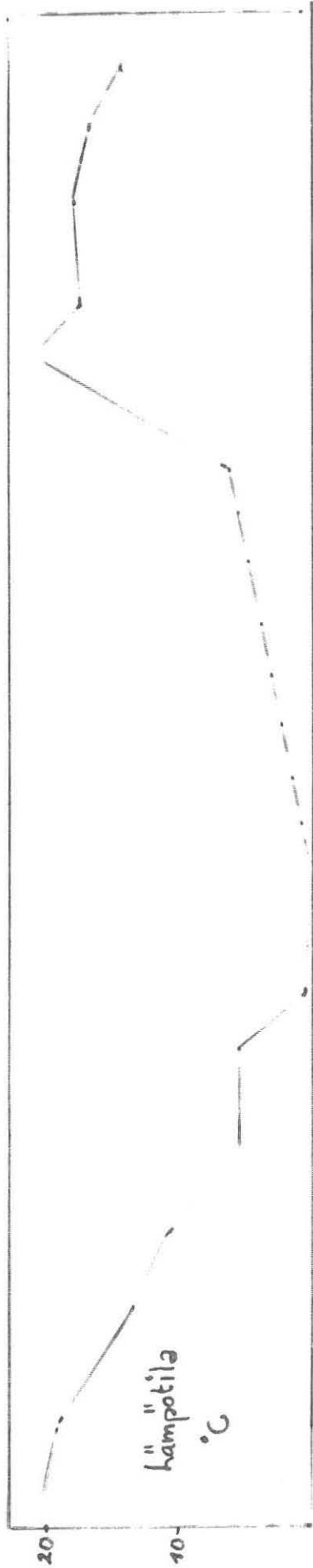
PYLVÄÄN 14 KOSTEUDEN JAKAUTUMA

↑ pvm





K. v. v. 5.



26-07-1991  
Thoborg von Konow

Tutkimusehdotus

TUOMIOKIRKKO: JULKISIVUJEN RAPPAAKSIEN LAASTITUTKIMUS

Tehtävä: Selvittää nykyisten rappauksien kunto, kalkkimaalikerroksen vahvuus eri puolilla seinää ja suunnitella rappauksien korjausta ja maalaussysteemiä.

Rappaustutkimukset;

1. Alkuperäisen laastin koostumus, kemiallisesti mikroskooppisesti
2. 1975-78 laastien koostumus:
 

|                           |                  |
|---------------------------|------------------|
| Pylväiden pintalaasti     | K/S/H -koostumus |
| Seinälaastin pinta 1-2 mm | "                |
| " " 3 mm                  | "                |
3. Ohuthietutkimus yhdestä (1) näytteestä

Laastien koostumusanalyysillä selvitetään

- pylväiden pintalaastien "todellista" koostumusta
  - seinän pinnan kalkkipitoisuus, uutta kalkkimaalausta ajatellen (pintalaastin kalkkiosuus on todennäköisesti sään vaikutuksesta kovasti kulunut alkuperäisestä koostumuksestaan)
  - julkisivurappauspinnan koostumus (se osa joka ei ole vuosien varrella kulunut)
  - alkuperäisnäytteestä (1800-luvulta) voidaan ehkä selvittää, onko laastissa käytetty hydraulista sideainetta.
  - ohuthieanalyysi antaa tiedot laastin mikrorakenteesta, huokoistusaineen toimivuudesta, homogeenisuudesta, mikrohalkeilusta ja laastin seosaineista, kuten mahdollisesta tuhkan tai kalkkikivirouheen lisäyksestä.
4. Rappauksessa olevien halkeaminen korjaaminen
    - Halkeamien ikä, näytteestä stereomikroskoopilla likaantumisaste
    - syvyys, poratusta näytteestä
    - kokeet, voidaanko injektoimalla vahvistaa halkeamia, vai joudutaanko korjaamaan uudella laastilla, vai voidaanko jättää halkeamat korjaamatta

## 5. MAALAUSSKOKEET

### 5.1 Seinäpintojen puhdistustekniikka

- vesipesu
- korkeapainepesu
- muu

Selvitetään Mineraalisten julkisivupintojen puhdistusprojektin kuluessa (mikäli projekti käynnistyy)

### 5.2 Maalauskokeet

a) **Kalkkimaali**, tehdasvalmisteinen sis. paksuuntumisaineita ja mahd. tartuntaa lisääviä aineita, jotta kalkkimaalin tarttuvuus kalkkiköyhään pintaan olisi parempi. Kuivakalkkimaalissa on jonkun verran karkeampi filleri kuin märkäkalkissa (hautakalkkimaali). Märkäkalkkimaalin työstettävyys pidetään kuitenkin parempana kuin kuivakalkkimaalin.

#### b) Kalkkisementtimaali

(Tiedustelin asiasta Ruotsissa Stråbrukenin edustajalta (niillä on myös KS-maalia)

KS-maalia käytetään paljon vähemmän kuin K-maalia. Ongelmia maalipinnan tasasävyisyyden ja kalkkihärmistymisen kanssa. Mutta myös onnistuneita kohteita löytyy.

Voidaan kokeilla, mutta lieneekö tulokset 1-2 vuoden kokeilun jälkeen luotettavia.

#### c) Silikaattimaali

En suosittelen kokeiltavaksi, koska julkisivujen maalaus tulisi estettiseltä ja historialliselta puolelta säilyttää alkupe-  
räisen muotonsa.

Kaksikomponenttisen silikaattimaalin kosteustekninen toiminta vastaa hyvin paljon kalkkimaalin ominaisuuksia, mutta silikaattimaalin säänkestävyys on paljon parempi. Eli se säilyttää "uudenmaalatun" ulkoasunsa kalkkimaalia huomattavasti paremmin.

Silikaattimaalipinnan uusintamaalaus on tehtävä samalla tekniikalla kuin sen ensimmäinen maalaus käsittely. Maalipinnan poistaminen kokonaan vaatii mekaanisesti kuluttavaa puhdistusmenetelmää.

#### d) Muu maalaus käsittely

Pinnoitetta, jossa on jonkinlaista orgaanista sideainetta ei tule käyttää.

12-10-1992  
Thorborg von Komow

## TUOMIOKIRKON ULKORAPPAAKSIEN LAASTITUTKIMUS

### V A L I R A P O R T T I

**Tehtävä:** Selvittää nykyisten rappauksien kunto, kalkkimaalikerroksen vahvuus, sekä analysoida Tuomiokirkon seinästä otettuja alkuperäisiä ja nykyisiä laastinäytteitä. Analyysituloksien perusteella suunnitellaan rappauksien korjauksia, sekä julkisivujen ja pylväiden maalaussysteemiä.

#### 1. LAASTINÄYTTEET

- 101 Seinän laasti, länteen (kirjastoa vastapäätä) piikattu nosturilavalta  
**paljon maalia pinnassa**  
yksi iso (40 g) ja monta pienempää palaa
- 102 Seinälaasti, länsikatoksen yläpuolelta lähellä kattopeltiä  
**ei maalia pinnassa**  
kolme samankokoista palaa (20 - 30 g)  
pinnassa kuparisuoloja, tullut katoksen pellityksestä
- 103 Pintalaasti, seinä etelään, piikattu nosturilavalta  
**ei maalia pinnassa**  
pintalaasti 10 x 5 cm paino n 120 g  
pinnassa on kiviaines paljastunut, pinnassa biotiittikiteitä
- 104 Sprinklerinkeskus IV kerros; otettu 22-08-91. Seinälle oli kirjoitettu 1892  
4 palaa, suurin 40 g:n, seur. 30 g:n painoinen  
Laasti on huokoinen, mutta huokokset ovat pääosiltaan pieniä.  
Pintalaastista n. 8 mm on vaaleampi kuin sen alla oleva laastikerros. Tämä laastikerros on ruskehtava, selvästi toisen värinen kuin kirkon seinälaastipalat. Laastissa on pieniä kalkkipaakkuja.
- 105 Suuri laastikappale sprinklerin keskuksesta, IV kerros. Koristelistä, detalji alkuperäisestä karniisista. Engelin aikainen laasti.  
Laastissa on suhteellisen paljon pieniä huokosia ja isoja kalkkipaakkuja. Koska laasti on koristelistan osa, sen koostumus on voinut olla erilainen kuin seinäpinnan laasti. Siinä on myös isompia kiviä 2-5 mm. Laasti on väriltään tumman harmahtavan ruskea.

2/2 Pylvästä 5. Laastinäyte otettu kosteusmittausreikien porauksen yhteydessä. Pala on varsin pieni.

## TUTKIMUSTULOKSET

### 2. ANALYYSIT

Rappausnäytteistä 101, 104, 105 ja 2/2 määritettiin side- ja kiviaineksen suhteet "Florentin" happoliuotusmenetelmällä. Näytteet 101, 103, 104, 105 ja 2/2 tutkittiin termogravimetrisesti (TG)-menetelmällä, jossa voidaan tarkentaa kemiallista analyysia ja arvioida onko näytteessä tavalliseen rappauslaastiin verrattuna poikkeavia reaktioaineita. Koska näytteen 105 laastissa (1840 v-alkuperäinen laasti) oli mineraaleja, jotka kemiallisesti ja termogravimetrisesti oli vaikea tulkita, tehtiin laastista vielä ohuthieen, mikroskooppitutkimusta varten, sekä ajettiin siitä röntgendiffraktiogrammi.

Ohuthieitä tehtiin myös näytteistä 101 ja 104.

Näytteistä 2/2 ja 105 määritettiin vedenimukyky.

Hiekan raekokojakautuma määritettiin alkuperäisistä laasteista, 104 ja 105.

Ohuthieet näytteistä 101, 104 ja 105 on tutkittu polarisaatio-mikroskoopilla.

### 3. ANALYYLITULOKSET

---

| Laastien koostumus:                | K / S / H     | (kalkki/sementti/hiekka)                                      |
|------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------|
| pintalaasti 101<br>kulumaton pinta | 80 / 20 / 460 | (VTT TG-anal 52/48/460)                                       |
| pintalaasti 103<br>kulunut pinta   | 70 / 30 / 785 | (VTT TG-anal 63/37/534)                                       |
| laasti (1892)<br>104               | 90 / 10 / 310 | VTT:n TG-analyyseilla<br>tätä koostumusta ei<br>voida tulkita |
| laasti (1840)                      | 80 / 20 / 280 | - " -                                                         |
| pylväs 5 2/2                       | 65 / 35 / 500 | (VTT TG-anal. 40/60/500)                                      |

---



ovat huokosia. Sideainetta onhuokosten ja hiekanvöylissä suht. niukasti.  
pol.  $\lambda$ -levy, suur. 4 x

Mikroskooppikuva 2. Rappauslaastin huokoisuus näkyy keltaisina alueina. Huokoisuutta on paljon. Sideaine on vihreän väristä ja hiekkarakeet tummat. fluorisoivassa valossa suur. 4 x

Näyte 104, vanhaa laastia (1892), sprinklerin keskuksen IV-kerros, seinästä

Näytteen sideaine on ohuthieessä epähomogeenisen näköinen. Siinä on jonkin verran, vanhoille laasteille tyypillisiä kalkkipaakkuja. Sideaineessa on kalkin lisäksi vähän hydraulista ainesta, ei kuitenkaan sementtiä. Huokosia on paljon, epätasaisesti jakautuneet laastiin, sekä pyöreitä kooltaan 0,2-0,4 mm että epämutoisia. Osa huokosista on sulautunut yhteen isoiksi onkaloiksi. Runkoaines on kokonaisuudessaan hienempi kuin laastissa 101, sisältäen pääosiltaan kvartsia ja maasälpää (samantyyppinen kiviaines kuin nykypäivän laastissa). Filleriä on suhteellisen paljon ja joukossa on pieniä savimineraaleja. Pintalaastissa erottuu kalkkimaalikerros paksuudeltaan 0,2-0,4 mm.

Mikroskooppikuva 3. Yleiskuva laastista. Sideaineessa on epähomogeenisuutta, joka liian tummassa kuvassa valitettavasti ei ole selvästi nähtävissä. Lilanväriset alueet ovat huokosia. Mustat täplät savi- ja malmimineraaleja.  
pol.  $\lambda$ -levy suur. 4 x

Mikroskooppikuva 4. Laastin huokoisuus erottuu vaaleankeltaisina alueina. Kuvan ylöosa on laastin pinta-alueesta, missä huokosia puuttuu. Runkoaines on musta. fluorisoivassa valossa suur. 4 x

Näyte 105, Engelin aikainen laasti valkoisesta koristelistasta, sprinklerin keskus IV kerros.

Laasti on hyvin mielenkiintoisen näköinen, sillä sen sideaineverkosto on tiivis ja homogeeninen. Kalkin joukossa on hydraulista ainesta, ei kuitenkaan sementtiä. Tämä hydraulinen aines on aika pitkälle hydratoitunut. Itse kalkki ei ole tehty hautakalkista, koska sen joukossa on runsaasti kalkkipaakkuja, kooltaan 0,3-0,8 mm. Kalkki on hyvin karbonatisoitunut ja muutamissa huokosissa erottuu uudelleen kiteytynyttä kalkkia.

Mielenkiintoisin on ehkä laastissa olevat ilmahuokoset, tasaisesti jakautuneet laastiin ja suurilta osin pyöreitä, kooltaan 0,02-0,2 mm. Paikoitellen on myös muutama suurempi (noin 0,4 mm) huokonen. Näyttää



siltä kuin laasti olisi ollut hyvin työstetty ennen käyttöä. Laastin sideaineessa ei esiinny kutistumishalkeilua, lukuunottamatta muutamassa kalkkipaakussa.

Laastin runkoaines on kokonaisuudeltaan hienompi kuin korjauslaastin näytteessä 101. Filleriä on runsaasti ja tasaisesti jakautunut laastin sideaineeseen. Runkoaines on pääosiltaan kvarstia ja maasälpää, sekä joukko pienempiä savimineraaleja.

Mikroskooppikuva 5. Sideaine on kuvassa ruskea. Vaaleat alueet ovat sideaineen kalkkipaakkuja. Keskellä kuvaa on kalkkipaakku, jossa näkyy puukuidun jäännökset. Sen alla on maasälpärae. Värikkäät pienet kentät ovat hydraulista ainesta. Huokosia tässä kuvassa on vain kolme.  
pol.  $\lambda$  - levy suur. 10 x

Mikroskooppikuva 6. Kuvassa erottuu Engelin aikaisen laastin erikoisuus, pienet pyöreät huokokset. Sideaine on kellertävän vihreä. Laastin fillerit (pienet tummat rakeet) on hyvin jakautunut sideaineeseen. Mikrorakenteeltaan laasti on tiivis ja homogeeninen.  
fluorisoivassa valossa suur. 4 x

## 5. ANALYYSITULOKSIEN TULKINTA

Suoritettujen laastianalyysien ei valitettavasti antaneet yksiselitteisen tiedon seinärappauksien ja pylväiden laastien koostumuksesta. Tämä johtuu laastianalyysin monimutkaisuudesta tai siitä, että paikalla tehdyn laastin koostumus voi suuresti vaihdella laastierästä toiseen. Kemiallisen analyysin mukaan olisi laastissa 101 ja 103 ollut suhteellisen paljon kalkkia. TG-analyysillä kalkin ja sementin suhteet ovat lähempänä työselityksen laastikoostumusta. Työselityksen mukaan piti rappauksien pintalaastin koostumus olla KS 50/50/600.

Tutkin myös seinärappauksien pintalaastin ja sen alla olevan laastin koostumuksia, saadakseen tietoja, miten paljon pintalaastin sideainekalkista on vuosien varrella kulunut. Tulokset ovat ristiriitaiset, sillä kulumattoman pinnan (näyte 101) koostumuksessa on TG-analyysin mukaan vähemmän kalkkia kuin kuluneessa pintalaastissa (103). Kemialliset analyysitulokset antavat päinvastaiset tulokset. Mikäli seinää halutaan uudelleen maalata kalkilla, on kuluneessa pintalaastissa vielä riittävän paljon kalkkia, vaikka sideainetta sään vaikutuksesta onkin kulunut.

Vanhassa alkuperäisessä laastissa (näytteet 104 ja 105) on käytetty hydraulista sideainetta, joka ei ole portlandsementtiä, vaan joku muu hydraulisesti kovettuva aine. Hydraulisen aineksen koostumusta ei analyttisesti voitu tulkita. Näytteen röntgendiffraktiogrammin piikkien tietokonetulkinnassa esiintyy piidioksidia ( $\text{SiO}_2$ ), kalsiumkarbonaattia ( $\text{CaCO}_3$ ), erilaisia kiviaineksia (labradoriittia, kalimaasälpää, kvartssia), sekä komponentti, joka voisi viitata hydrauliseen ainekseen tai suolaan ( $2\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4$ ).

Hydraulista ainetta on myös selvästi nähtävissä polarisaatiomikroskoopilla. Mikroskoopilla on myös nähtävissä, että vanhat laastit, ja erityisesti Engelin alkuperäinen laasti, mikrorakenteeltaan poikkeaa nykypäivän laasteista. (Aivan vastaavaa laastia ei ole toistaiseksi joutunut minun mikroskooppitutkimuksiini). Sen sideaineverkosto on tiivis ja yhtenäinen. Laastin suuri vedenimukyky 15.5 paino%, on melko tyypillinen vanhoille laasteille. Silti se ei mikroskoopilla näytä huokoiselta, vaan sen huokokset ovat pieniä ja pyöreitä, muistuttaen betonin suojahuokosia. Julkisivurappauksen huokoisuus on huomattavasti suurempi.

Analysoitiin pylvään (5) pintalaastin suhteitusta. Kemiallisen analyysin mukaan sen koostumukseksi tuli KS 65/35/500, ja TG-analyysillä KS 40/60/500. Molemmat arvot ovat työselityksen laastikoostumuksen molemmin puolin, joka oli KS 50/50/600. Mitatun pylvään (5) laastin vedenimukyky on suht. alhainen 7.4 paino%.

Vanhojen laastien hiekkojen raejakaumat yli 0,25 mm ovat yllättävän lähellä nykyisen laastistandardin suositusaluetta. Selvin ero on vanhojen laastien hienon aineksen osuudessa.

Ohutmietutkimuksessa laastin (105) hienoaines näkyy suhteellisen selvästi (kuva 6).

*Julkisivurappauksien korjaukseen ja maalaukseen liittyvät kommentit  
(10-11-1992 Th.v.Konow)*

#### *Julkisivurappaukset*

*Rappauslaasti, joka tällä hetkellä on Tuomiokirkon julkisivuissa, vaikuttaa suhteellisen hyväkuntoiselta. Se on huokoinen, mutta siitä huolimatta rappaus ei ole sen 16 vuoden olemassaolon aikana vaurioitunut pakkasesta. Rappauksessa on paikoitellen halkeamia. Halkeamien korjauksiin käytettävä laasti tulee olla samantyyppinen kuin seinän laasti, ei ainakaan kovempaa.*

*Vaikka Nikolai kirkon alkuperäinen laasti vaikuttaa erikoiselta, kestävältä ja hyvin suhteutetulta, ei ole mielekäästä tehdä julkisivurappauksien korjauksia tämänkaltaisella laastilla, koska sen toimivuudesta "uusien laastien" kanssa ei ole voitu tutkia.*

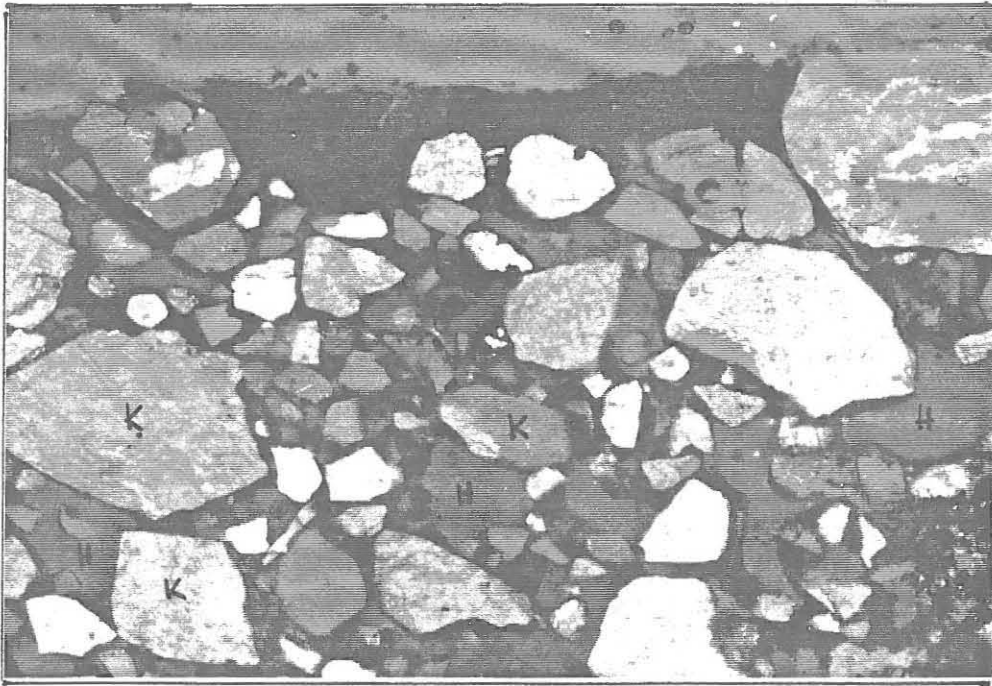
#### *Julkisivumaalit*

*Julkisivurappauksien maalaukseen en suosittelen orgaanisia aineksia sisältäviä maaleja. Mikäli maalin vedenläpäisy on pienempi kuin kalkkimaalin, saattaa rappaukseen, syyssateiden jälkeen jäädä ylimääräistä vettä, joka pakkasella jäätyy ja mahdollisesti vaurioittaa tähän asti kestävästä rappauspintaa. Kalkkimaali, johon on lisätty aavistuksen verran paksuuntumisainetta, parantamaan maalin peittävyyttä, voisi hyvinkin tulla kysymykseen. Kalkkimaali vaatii kuitenkin ankarissa sääolosuhteissa uusia maalauskäsittelyjä, koska sen kulumista ei voida estää. Kalkkimaalatun seinän uusintamaalaus on suhteellisen helppo suorittaa.*

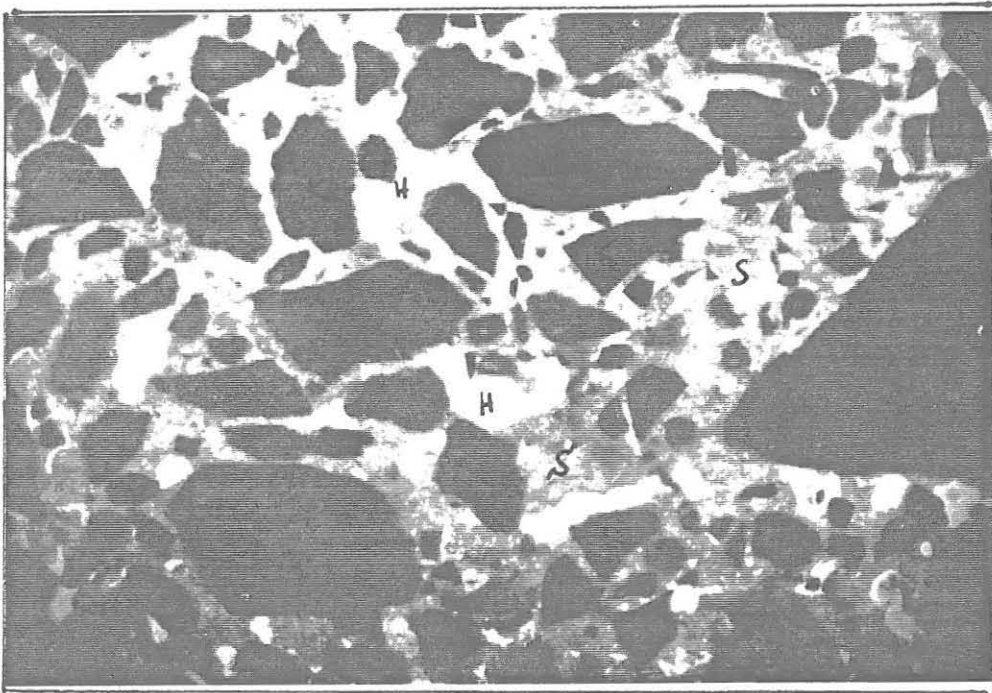
*KS-maalin käyttö on sen huollon kannalta epävarmempaa. Kuluneen pinnan uudelleen maalaamisesta meillä ei ole riittävästi tietoja. Tiivistyykö rappauksen pinta vai pysyykö kosteudentasapainotila muuttumattomana.*

*Silikaattimaalin käyttö Tuomiokirkon julkisivujen maaliksi voisi, niiden pitkäaikaiskestävyyden ja kosteusteknisen toimivuuden kannalta tulla kysymykseen, mutta silikaattimaalipinta ei ole esteettisesti kalkkimaalatun pinnan vertainen. Toiseksi niiden toimivuus ei ole pylväiden maalauskokeissa osoittautunut riittävän vakuuttavilta.*

## LAASTIEN MIKROSKOOPPIKUVAT

Laasti 101

Kuva 1.

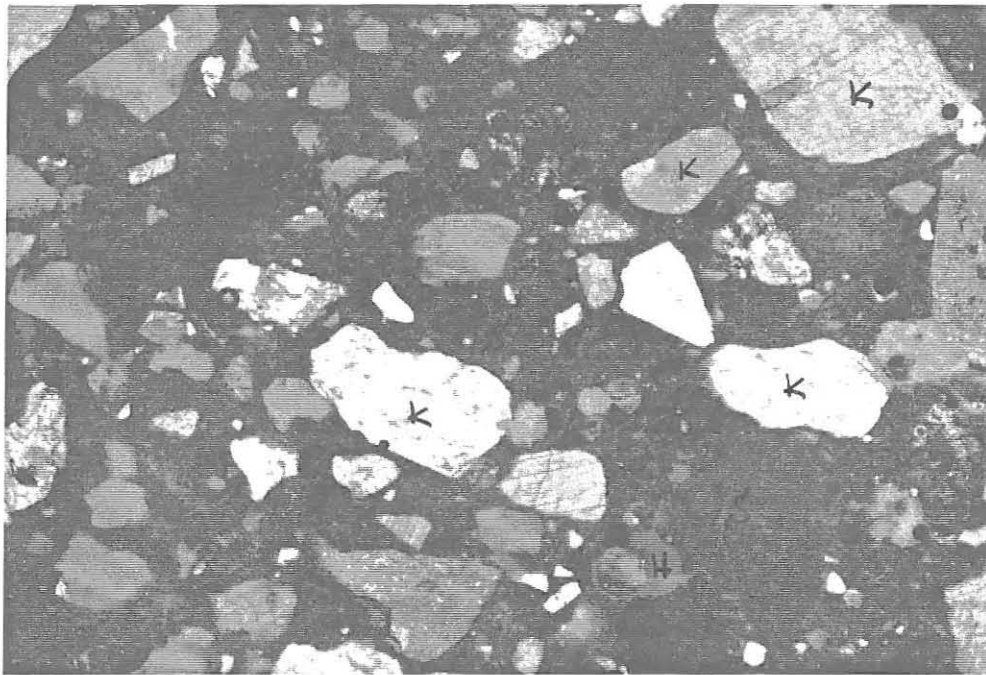


Kuva 2.

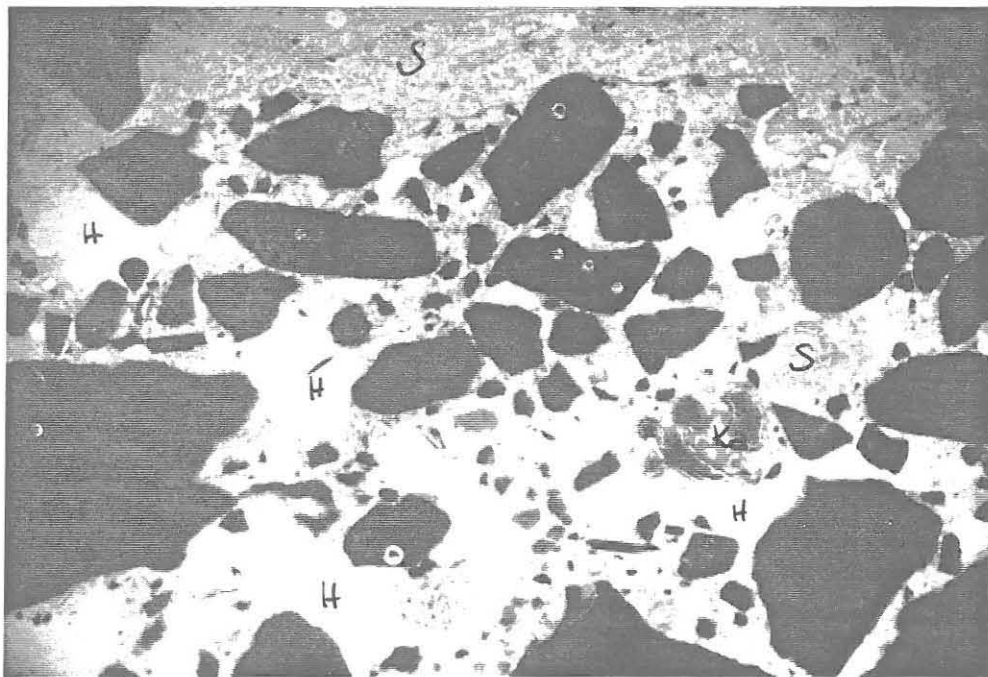
H= huokonen  
 S= sideaine  
 K= hiectarac

Thom Horns

Laasti 104



Kuva 3.

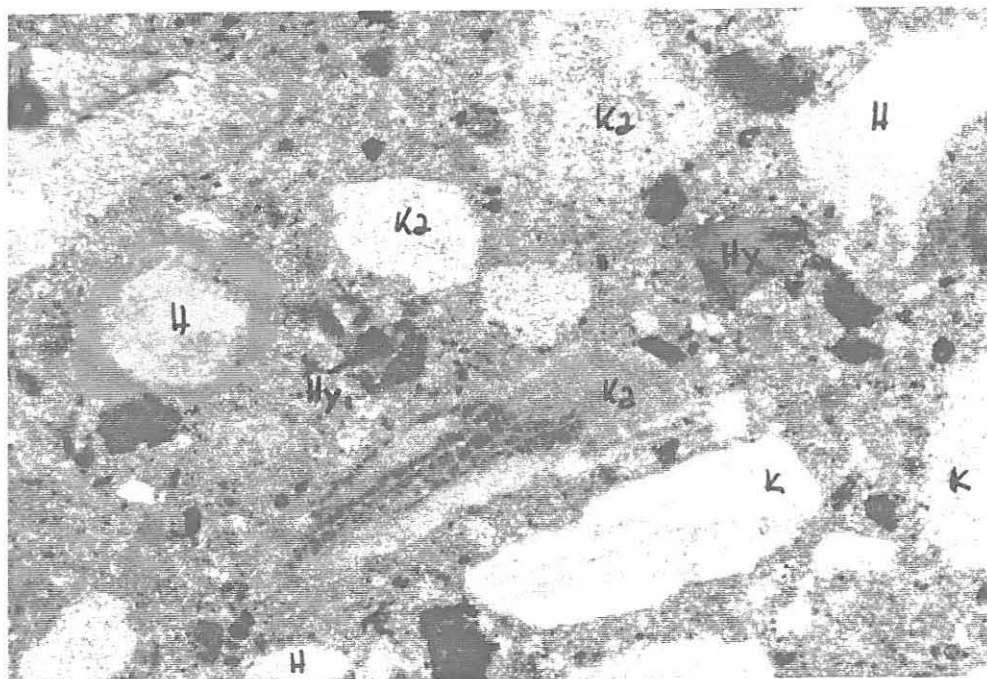


Kuva 4.

H = huokonen  
 S = sideaine  
 K = hiekkarac  
 Ka = kalkkipaekku

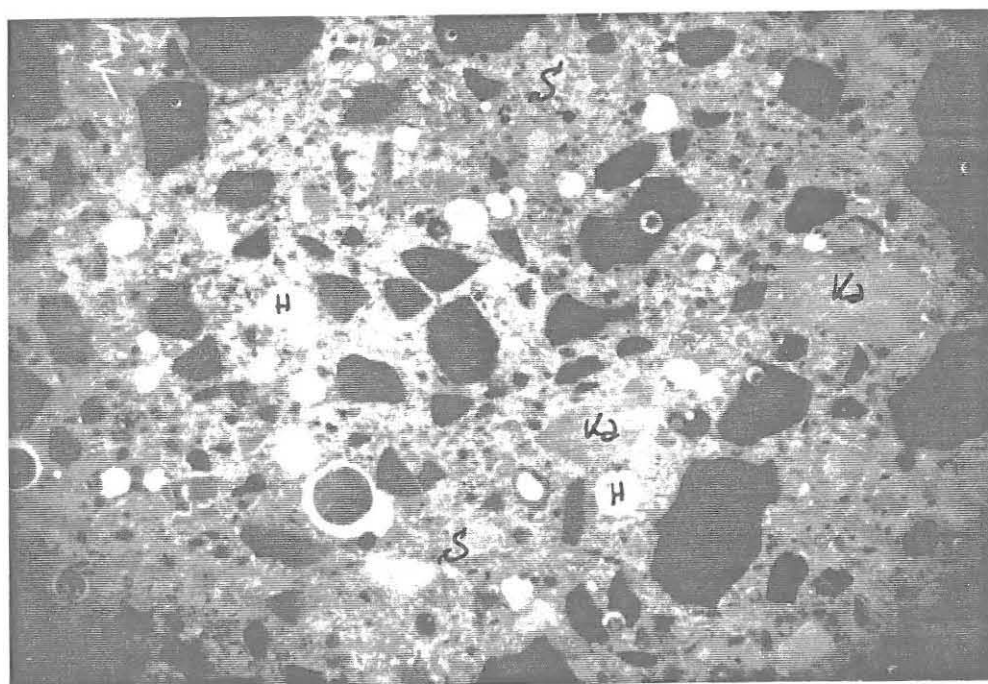
Th on kornu

Laasti 105



Kuva 5.

Hy = hydraulinen aine



Kuva 6.

H = huokonen

S = sideriini

K = hiekkaräe

K2 = kalkkiposket

*Thomson*