

Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101M2

Pöyry Civil Oy  
Asko Miettinen  
Jaakonkatu 3  
01620 VANTAA

Tarkastaja, pvm

Hyväksyjä, pvm

Korvaa tutkimusselostuksen B-7101M1, 3.8.2010

## TIKKURILAN LUKIO

### JULKISIVUTUTKIMUS

#### 1 TILAUS

6.5.2010 Kari Lassila, Pöyry Civil Oy.

#### 2 TEHTÄVÄ

Tiilijulkisivun kuultorappauksen irtoamisen syyn selvittäminen, räystään ja julkisivun pellitysten toimivuuden tarkastus.

#### 3 KOHDE

Koulurakennus osoitteessa Valkoisenlähteentie 53 Vantaalla.

#### 4 YLEISTÄ

Julkisivu on rapattu talven 2002 aikana, ja kuultorappaus on alkanut tilaajan ilmoituksen mukaan irtoamaan jo kahden vuoden kuluessa julkisivun valmistumisesta.

Tutkimus tehtiin ja näytteet porattiin Contesta Oy:n toimesta 16. – 17.6.2010. Laboratoriotutkimukset tehtiin Contesta Oy:n betonilaboratoriossa, mikä toimii Suomen RakMk:n tarkoittamana hyväksyttynä aineenkoetuslaitoksena sekä Mittatekniikan keskuksen akkreditoimana testauslaboratoriona.

- LIITTEET
1. Julkisivupiirroksset, 9 s.
  2. Valokuvat vaurioista, 8 s
  3. Ohuthieanalyysi, 4 s.
  4. Laastianalyysi, 1 s.

Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101 M2

## 5 RAPPAUKSEN VAURIOT JA PELLITYKSET

Kuultorappaus on lähtenyt irti pääasiassa tiiliseinän laastisaumojen kohdalta voimakkaimmin etelän – lännen puoleisilla julkisivuilla, tyypillisesti alueittain. Suojaisilla julkisivuosuuksilla se on pysynyt pääosin vielä kiinni. Paikoin myös muurauslaastia on alkanut pinnastaan rapautumaan. Paikallisesti todettiin kuultorappauslaasti pehmeäksi muurauslaastin kohdalla ja kovaksi tiilen kohdalla (ks. liitteen 2 kuvat 1 -8).

Tiiliseinien muurauksen vaakasaumoissa esiintyy pitkiä vaakahalkeamia julkisivun yläosan tiilinauhan kahdessa alimmassa tiilivarvissa (esim. linjat A, D ja G). Vaakahalkeamia esiintyy myös tiilinauhan yläosissa. Yksittäisinä tapauksina tiiliseinän vaakahalkeilua esiintyy myös muilla julkisivuilla (kuvat 5, 6 ja 8).

Julkisivun puusäleikkö osuuksilla yläpuolisen tiiliseinän tuuletusaukkoja löydettiin vain harvoissa muurauskannakkeiden jatkoskohdissa (linjat M ja 29 ks. liite 1 sivut 4 – 5). Tiiliseinän tuuletusputket puuttuivat linjan 23 oven molemmin puolin (liite 1 sivu 7).

Ikkunaosuuksien pellitykset todetaan asennetuiksi siten, että taustan tuuletuksen vaatima ilmarako löytyy, tosin raon leveys vaihtelee (kuvat 10 ja 11). Pellityksiä ei kuitenkaan avattu, jotta esim. leveämpien peltiosuuksien taustan ilmarako olisi voitu todeta (kuva 9).

Räystäään pellityksien tuuletusaukkojen leveydessä on suuri hajonta (lähes kiinni – 80 mm) itä- ja pohjoissivulla. Kapeimmillaan rako oli linjalla 21. Myrskypelti on paikoin nostettu ylöspäin linjalla 29. Räystäään alla on aukko kulmassa itäsivun oven yläpuolella (kuvat 13 – 16).

Vauriokuvia on esitetty liitteessä 2.

## 6 NÄYTTEET JA NIISTÄ TEHDYT TUTKIMUKSET

Porausnäytteitä porattiin seuraavista paikoin eri tutkimuksiin:

- näytekohta T1 (linja A, rapautunut kohta, eteläsivu), puristuslujuus, ohuthietutkimus, laastianalyysi. Tuuletusrako tiilen takana 45 mm, eristeen paksuus 130 mm.
- näytekohta T2 (linja A, ehjä kohta, etelä sivu), puristuslujuus, ohuthietutkimus, laastianalyysi. Tuuletusrako tiilen takana 20 mm, eristeen paksuus 140 mm.
- näytekohta T3, (linja D, alkava rapautuminen, eteläsivu), puristuslujuus, ohuthietutkimus, laastianalyysi. Tuuletusrako tiilen takana 45 mm, eristeen paksuus 145 mm, teräkset ruosteessa yhdessä porauskohdassa (ks. kuva 1).
- näytekohta T4, varanäyte irtomuurauslaastista G linjalta
- näytekohta T5 (linja 29, ehjä julkisivun kohta, itäsivu), puristuslujuus, laastianalyysi. Tuuletusrako tiilen takana 50 mm, eristeen paksuus 145 mm.
- näytekohta T6 (linja M, rapautunut kohta, eteläsivu), ohuthietutkimus. Tuuletusrako tiilen takana 60 mm, eristeen paksuus 130 mm.

Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101 M2

Lisäksi porattiin näytelieriö tuuletusputken kohdalta sen toimivuuden tarkistamiseksi. Putki oli käännetty ylöspäin tuuletusraossa, eli putki todettiin toimivaksi (kuva 2). Eriste havaittiin silmämääräisesti kuivaksi näytekohdilla.

Näytteenottokohdat on merkitty liitteen 1 julkisivukuviin.



Kuva 1. Teräset vahvassa ruosteessa näytteessä T3 (näyte otettu vaakahalkeaman kohdalta)

Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101 M2



Kuva 2. Tuuletusputki on taivutettu tuuletusraon sisään, näyte linjalta 29

## 7 LABORATORIOTUTKIMUKSET

### 7.1 Ohuthietutkimus

Betonin mikrorakennetutkimusta varten valmistettiin ohuthietä julkisivun kuultorappaus - muurauslaasti - tiilinäytteistä, yht. 4 kpl.

Kuultorappauksen paksuus on 0,1 – 3 mm, ja se sisältää yleisesti ilmahuokosia.

Muurauslaasti on harvarakenteista kaikissa näytteissä, mistä johtuen kiviaineksen tartunta sideaineeseen on huono. Laastissa ei esiinny halkeilua.

Tiilen pakkaskestävyyden mikrorakenneindeksi on 2 – 3 (paikallisia – osin alueellisia vaurioita pakkasrasituksessa). Tiilissä esiintyy kauttaaltaan tiheää halkeilua, pituus < 4 mm, mikä lisää niiden kosteuden imu- ja pidätyskykyä. Luokitusasteikko 0 – 3 on esitetty julkaisussa VTT 1624 Development of methods for assessing the frost resistance of clay bricks.

Ohuthiestä määritettiin myös pistelaskennalla kokonaisilmamäärä (tilavuus-%): näyte T1 13,5 %, näyte T2 11,8 %, näyte T3 15,1 %, näyte T6 12,0 %.

Ohuthietutkimuksen tulokset on esitetty yksityiskohtaisesti liitteessä 3.

Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101 M2

## 7.2 Puristuslujuus

Muurauslaastin puristuslujuus määritettiin näytteistä työstetyistä kuutioista, joiden yhden sivun pituus oli luokkaa 11 – 15 mm.

Taulukko 1. Muurauslaastin puristuslujuus

Näyte	Puristuslujuus MN/m <sup>2</sup>	Tiheys kg/m <sup>3</sup>
T1/1	1,1	1610
T1/2	1,4	
T1/3	0,8	
T2/1	12,2	1830
T2/2	11,1	
T2/3	17,6	
T3/1	3,5	1900
T3/2	3,7	
T3/3	3,5	
T5/1	6,1	1470
T5/2	5,7	
T5/3	6,4	

## 7.3 Laastianalyysi

Laastianalyysi tehtiin käyttäen menetelmänä Florentin liuotusta Nordkalk Oyj:n kemian laboratoriossa (ks. liite 4).

Laastien koostumukseksi saatiin (kalkki/sementti/kiviaines paino-osina):

- näyte T1 KS 80/20/565
- näyte T2 KS 75/25/335
- näyte T3 KS 85/15/550
- näyte T5 KS 80/20/500

## 7.4 Muurauslaastin kloridipitoisuus

Betoni kloridipitoisuus määritettiin porausnäytteestä jauhetusta laastijauheesta Sherwood MK II Analyzer 926 laitteella standardin SFS 5451 mukaisesti. Tulokset ovat taulukossa 2.

Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101 M2

Taulukko 2. Muurauslaastin kloridipitoisuus

Näytteen tunnus	Kloridipitoisuus laastin painosta %
T1	0,02
T3	0,01

**8**

**YHTEENVETO**

**Seinärakenne**

Tiiliseinän tausta on tuuletettu. Julkisivun pellitetyt osat olivat myös tuulettuvia taustan osalta; tuuletusrakojen leveys vaihteli. Räystään pellityksen tuuletusaukon leveys vaihteli suuresti: lähes kiinni - aina 80 mm:iin asti. Räystään rakennekuvassa tuuletusraon leveydeksi on merkitty 30 mm.

**Ohuthietutkimus**

Muurauslaasti on rakenteeltaan harvaa. Kovettuneesta laastista mitattu ilmamäärä 12 – 15 % on normaali tuoreen laastin ilmamäärä. Tiilien pakkaskestävyys ei ole hyvä, ja niiden sisältämät runsaat halkeamat vaikuttavat tiilien vedenimukykyä lisäävästi.

**Puristuslujuus**

Muurauslaastin puristuslujuus vaihtelee paljon: 0,8 – 17,6 MN/m<sup>2</sup>. Vaurioituneessa harmaassa julkisivuosuudella saatiin lujuudeksi vain 0,8 – 1,4 MN/m<sup>2</sup> (näytekohta T1), kun taas viereisellä ehjällä osuudella mitattiin jopa 11,1 – 17,6 MN/m<sup>2</sup> (näytekohta T2). Alkavassa rapautumiskohdassa T3 mitattiin 3,5 – 3,7 MN/m<sup>2</sup>, ja ehjässä itäsivun kohdassa T5 5,7 – 6,4 MN/m<sup>2</sup>.

Muurauslaastin lujuusvaatimus on 8 MN/m<sup>2</sup>, mikä on laboratoriossa standardimenetelmällä laastiprismoista mitattava puristuslujuus. Seinällä lujuusvaatimus täyttyy vain näytekohdassa T2.

**Laastin koostumus**

Laastin ohjekoostumus on muuraussementtilaastia M100/600. Kolme näytteen koostumus on luokkaa KS 80/20/550. Luudeltaan kovin näyte T2 on koostumukseltaan erilainen: KS 75/25/335.

Alhaisen liukoisien SiO<sub>2</sub> -pitoisuuden perusteella mikään tutkittu näyte (tutkittu yht. 4 kpl) ei ole suomalaisesta muuraussementistä valmistettua muurauslaastia M100/600.

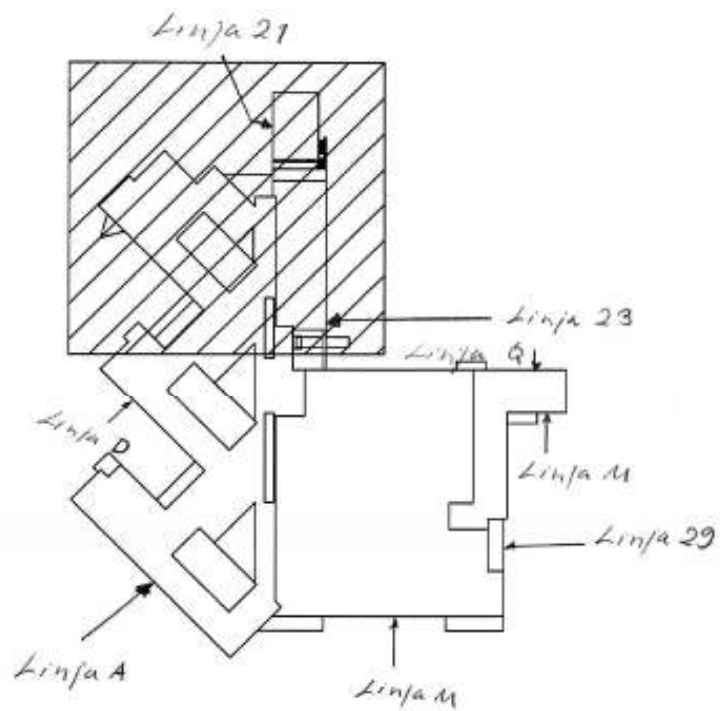
**Kloridipitoisuus**

Muurauslaastin kloridipitoisuus on vain maksimissaan 0,02 %. Kloridipitoisuus ei saa ylittää arvoa 0,1 % laastin kuivapainosta standardin SFS-EN 998-2 (Laastien spesifikaatiot, osa 2: Muurauslaastit) mukaisesti.

Esko Karvonen

8.10.2010

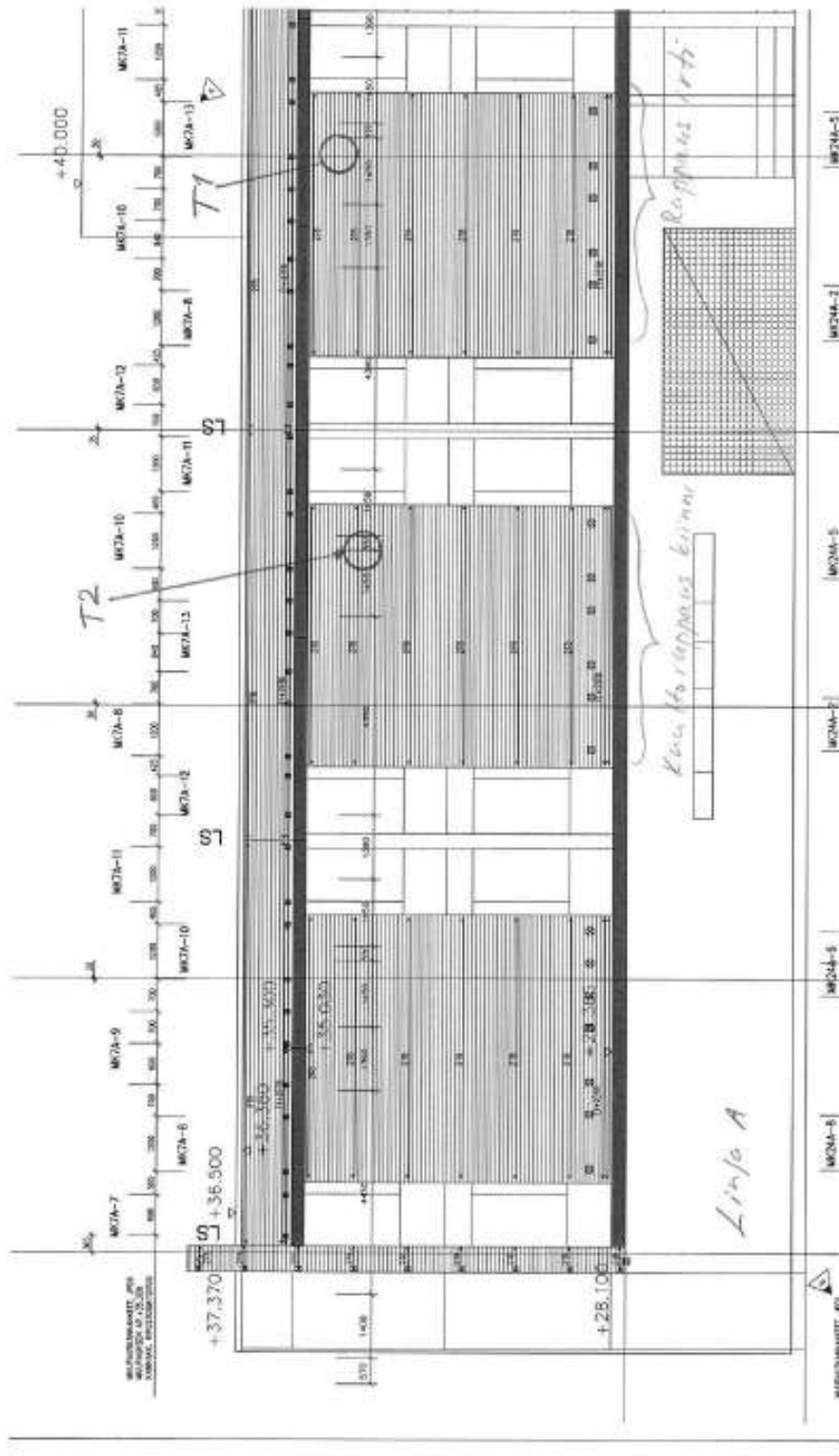
B-7101M2



Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101M2

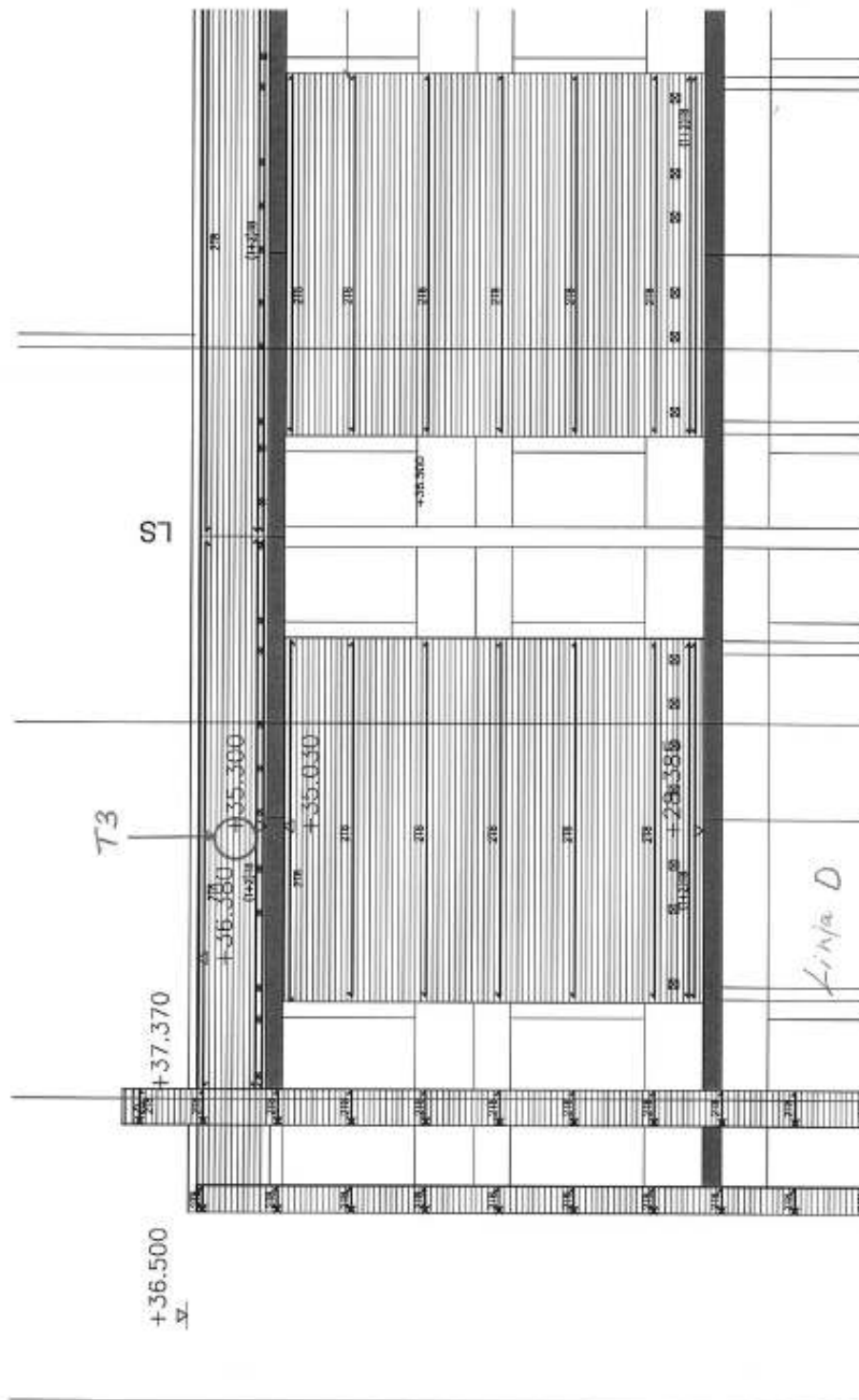




Esko Karvonen

8.10.2010

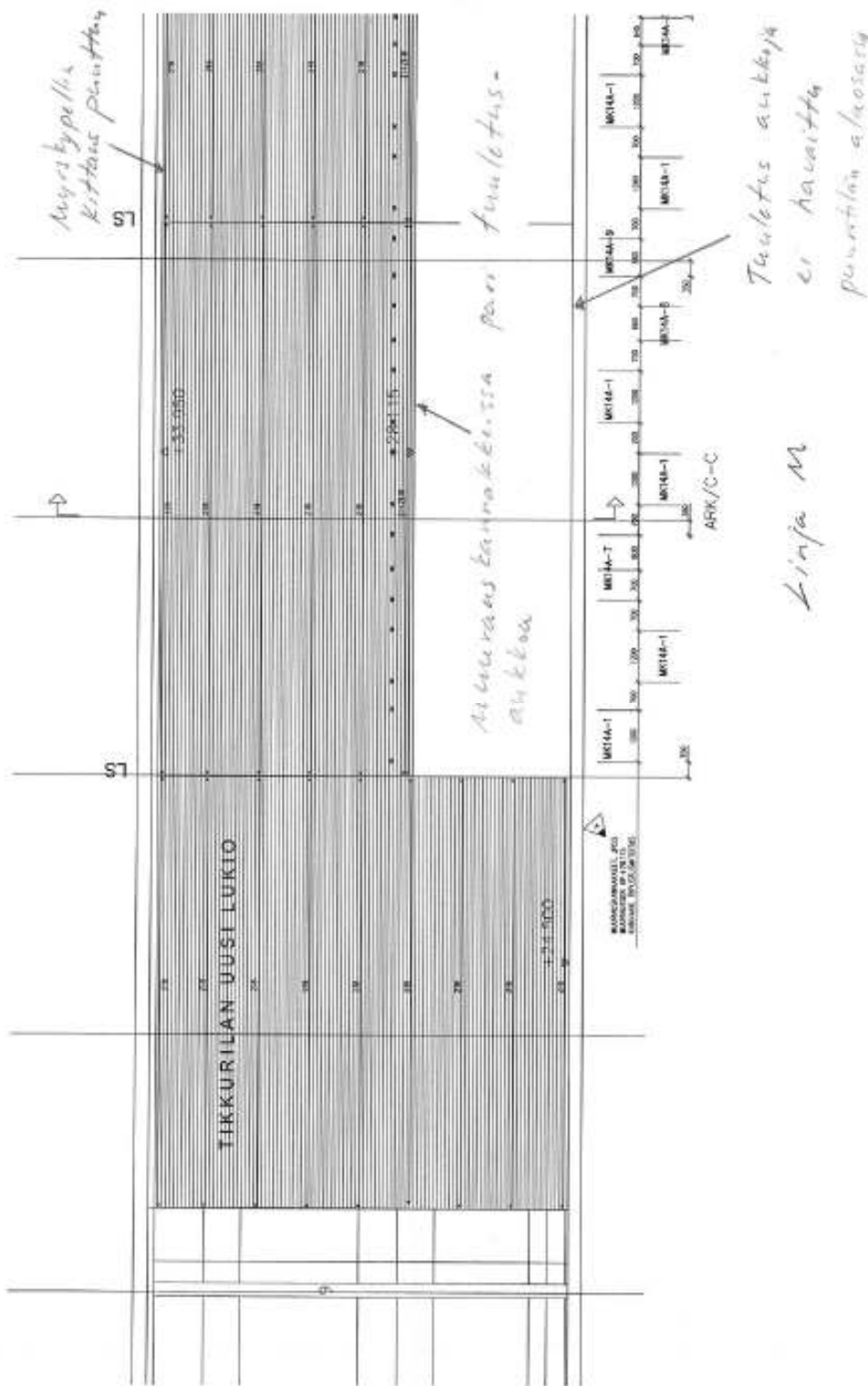
B-7101M2



Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101M2



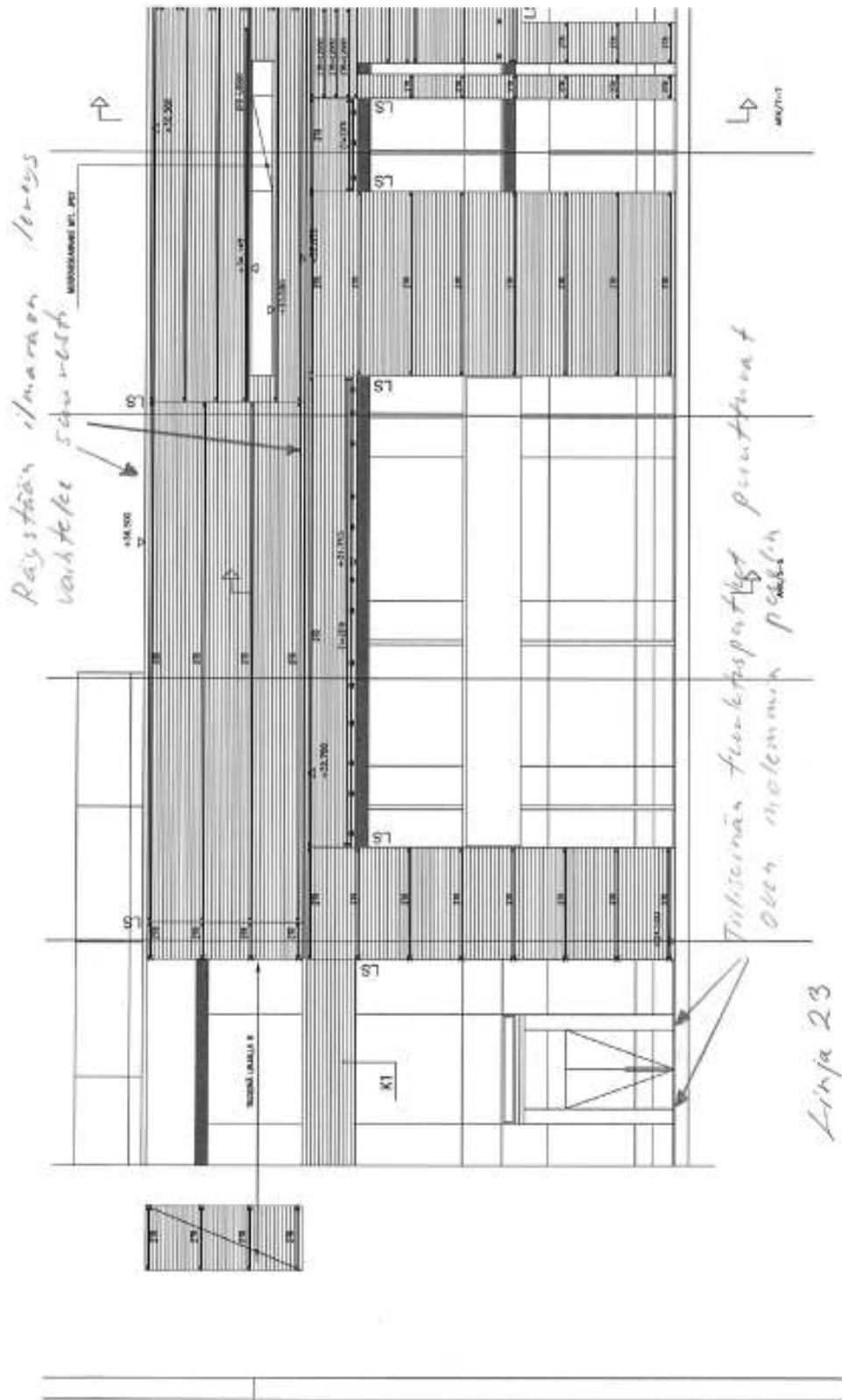




Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101M2

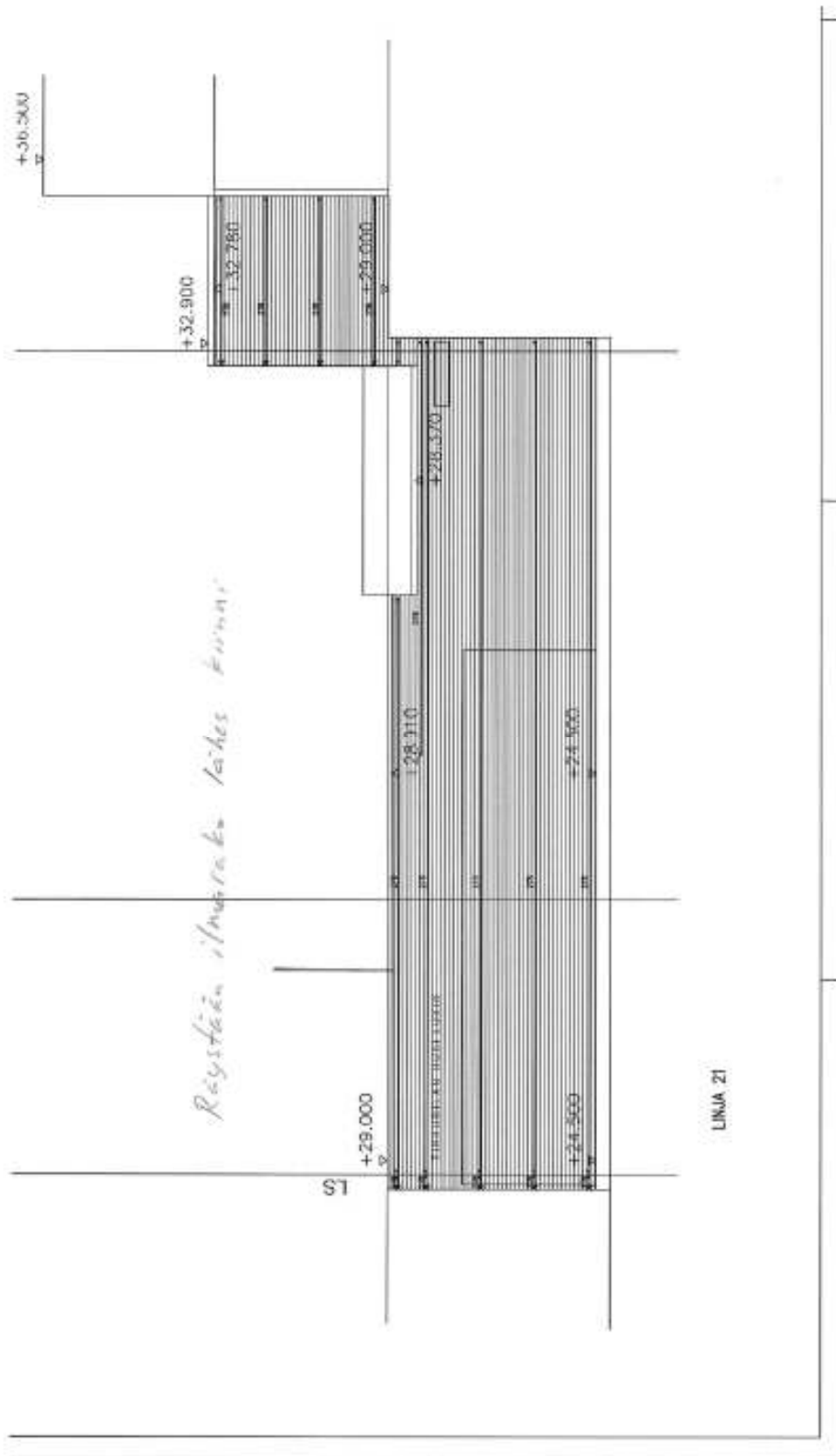




Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101M2



Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101M2



Kuva 1. Näytteet rapautuneesta kohdasta, näytekohta T1



Kuva 2. Melko ehjänä säilynyt julkisivuosuus, näytekohta T2



Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101M2



Kuva 3. Irtoamassa oleva kuultorappaus, pääsisäänkäyntisivu, linja M



Kuva 4. Rapautunut näytekohta T6, linja M

Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101M2



Kuva 5. Tiiliseinän yläosassa vaakahalkeama linjalla A



Kuva 6. Tiiliseinän yläosassa, kahdessa alimmassa tiilivarvissa vaakahalkeama, linja D (näytepisteessä T3 teräkset todettiin ruosteiseksi).

Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101M2



Kuva 7. Rappauksen irtoamista G linjalla



Kuva 8. Ruosteinen teräs yläosissa julkisivua linjalla G

Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101M2



Kuva 9. Pellin taustalla on todennäköisesti tuuletusrako (ei avattu)



Kuva 10. Tuuletusrako ikkunan yläpuolella, linja A

Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101M2



Kuva 11. Pieni tuuletusrako ikkunan yläpuolella, linja D



Kuva 12. Lasiulkoneman päällä ei havaittu tuuletusaukkoa

Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101M2



Kuva 13. Myrskypeltti noussut ylemmäs, linja 29.



Kuva 14. Räystään tuuletusaukon leveys paikallisesti kulmakohdassa noin 80 mm, suunniteltu 30 mm, linja 29 (itäsivu)

Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101M2



Kuva 15. Rästään rakenteita linjalla 29, itäisivulla



Kuva 16. Rästäällä aukko itäisivulla, oikealla alhaalla ulko-ovi, linja 29

Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101M2

**TUTKIMUSTULOKSET****1 OHUTHIETUTKIMUKSET**

Näytteistä valmistettiin kooltaan noin 50 x 35 mm<sup>2</sup> ja paksuudeltaan 25 µm olevat ohuthieet kohtisuoraan pintaa vasten petrografista yleistarkastelua varten. Hieitä tarkasteltiin stereo- ja polarisaatiomikroskoopeilla. Yleistarkastelussa (E.Viljanen B-7101) tehtiin seuraavia havaintoja:

**Näyte T 1, pystysauma, vaurioitunut kohta**

Hienäytteen pituus on 46-51 mm ja leveys 35 mm, mikä samalla on leveytenä sarjan kaikissa hieissä.

Lähinnä tiilipinnoilla on yhteensä 12 mm:n pituudelta, maksimissaan 1,2 mm:n paksuisia, alustassaan kiinni olevia jäänteitä tiiviistä kuultolaastista, jonka < 0,6 mm:n kokoiset kalkkikivi runkoainekset ovat kiinni sideaineessa. Pääosa hienäytteestä muodostuu kahdesta 12-16 mm:n paksuisesta ja 31,5-32 mm:n pituisesta tiililaatasta ja niiden välisestä 21-23 mm:n levyisestä muurauslaastikerroksesta.

Tiili:

- Tiilipinnat ovat sileät, syöpymättömät.
- Tiilissä tavataan yleisesti epämääräisen muotoisia  $\varnothing < 1,1$  mm:n ilmasulkeumia. Joissakin sulkeumissa on pyöristyneitä, paikoin pieniä kvartsirakeita sisältäviä, tiilimassasta irti olevia opaakkeja kasaumia (rauta- yhdisteitä).
- Tiilissä on satunnaisesti vajaapolttoisuutta. (huokosissa palamatonta puuainesta).
- Pääasiassa ehjää kvartsia tai graniittia olevien hajarakeiden ( $\varnothing < 2,5$  mm) määrä on tavanomaista runsaampi.
- Tiilissä tavataan kauttaaltaan varsin tiheää < 4 mm:n pituisia ja < 1 mm:n levyistä rakenteellista (tekstuuri-) halkeilua, mutta myös yleisesti pintaa vastaan kohtisuoraa halkeilua. Näin merkittäväällä esiintymisellä on alentava vaikutus tiilin pitkäaikaiskestävyyteen/-säilyvyyteen kohonneen kosteuden imu- ja pidätyskykyyn.
- Tiilin pakkasenkestävyyden mikrorakenneindeksi on 2-(3) (paikallisia – osin alueellisia vaurioita pakkasrasituksessa).

Muurauslaasti:

- Laasti on 6 mm:n pituudelta kiinni toisessa tiililaatassa ja 8,5 mm:n pituudelta toisessa.
- Hieman koverapintainen muurauslaasti on kokonaan lävitse karbonatisoitunut
- Laastissa on erittäin runsaasti pyöreän ja epämääräisen muotoisia,  $\varnothing < 0,9$  mm:n ilmasulkeumia. Laasti on harvarakenteista, joka edesauttaa kosteuden pääsemistä rakenteeseen, vaikkakaan sulkeumat eivät muodosta yhtenäistä verkostoa.
- Ilmasulkeumatiloista ei löydetty täyttekiteytymiä.
- Laastin pääasiassa kvartsia ja maasälpää olevien kiviainesrakeiden läpimitta  $\varnothing < 2,7$  mm.
- Sideaineen (pasta) tartunta kiviainekseen on huono, johtuen ilmasulkeumista useiden kiviainesrakeiden pinnoilla/välissä.



Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101M2

- Homogeenisessä muurauslaastissa ei ole halkeilua, mutta sen sisäinen rakenne on löyhä..

### **Näyte T 2, vaakasauma, ehjä kohta**

Hienäytteen pituus on 48-50 mm. Pinnan ( tiililaatat sekä saumalaasti) peittää 0,5-1,6 mm:n paksuinen, alustassaan kiinni oleva, yleisesti ilmasulkeumia sisältävä kuultolaastikerros, minkä kiviaineksena on  $\varnothing < 1$  mm:n kulmikkaat, sideaineessa kiinni olevat kalkkikivirakeet. Pääosa näytteestä muodostuu kiilamaisesta, neljään osaan murtuneesta 31 mm:n pituisesta ja 1,5-9 mm:n paksuisesta tiililaatasta sekä 23 mm:n pituisesta ja 22 mm:n paksuisesta tiililaatasta. Niiden välissä on 17-18 mm:n levyinen muurauslaasti, joka jatkuu toisen laatan taakse.

Tiili:

- Tiilipinnat ovat sileät, syöpymättömät.
- Tiilissä tavataan yleisesti epämääräisen muotoisia  $\varnothing < 2$  mm:n ilmasulkeumia. Joissakin sulkeumissa on pyörityneitä, osin pieniä kvartsirakeita sisältäviä, tiilimassasta irti olevia opaakkeja kasaumia (rauta-yhdisteitä).
- Tiilissä ei havaita vajaapolttoisuutta.(huokosissa palamatonta puuainesta).
- Pääasiassa ehjää kvartssia tai graniittia olevien hajarakeiden ( $\varnothing < 2,1$  mm) määrä on tavanomaista runsaampi.
- Tiilissä tavataan kauttaaltaan satunnaissuuntaisia  $< 2$  mm:n pituisia ja  $< 0,8$  mm:n levyisiä halkeamia.
- Tiilin pakkasenkestävyyden mikrorakenneindeksi on 2 (paikallisia vaurioita pakkasrasituksessa).

Muurauslaasti:

- Laasti on 3 mm:n pituudelta kiinni paksumman tiililaatan sivussa ja 8,8 mm:n pituudelta sen takana. Ohuemmasta tiililaatasta laasti on kokonaan irti.
- Sileäpintainen muurauslaasti on kokonaan lävitse karbonatisoitunut
- Laastissa on erittäin runsaasti pyöreän ja epämääräisen muotoisia,  $\varnothing 0,04-5,5$  mm:n ilmasulkeumia. Laasti on harvarakenteista, joka edesauttaa kosteuden pääsemistä rakenteeseen, vaikkakaan sulkeumat eivät muodosta yhtenäistä verkostoa.
- Ilmasulkeumatiloista ei löydetty täyttekiteytymiä.
- Laastin pääasiassa kvartssia ja maasälpää olevien kiviainesrakeiden läpimitta  $\varnothing < 3,6$  mm.
- Sideaineen (pasta) tartunta kiviainekseen on huono, johtuen ilmasulkeumista useiden kiviainesrakeiden pinnoilla/välissä.
- Homogeenisessä muurauslaastissa ei ole tavanomaista halkeilua, mutta pitkänomaisista ilmasulkeumista muodostuu likimäärin 19 mm:n pituinen ja  $< 1,1$  mm:n levyinen halkeamankaltainen ilmasulkeumaketju. Laastin sisäinen rakenne on löyhä.

Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101M2

**Näyte T 3 (vaakasauma, alkava vauriokohta)**

Hienäytteen pituus on 42-51 mm. 92 % mm pinnasta ( tiililaatat sekä muurauslaasti yhteensä) peittää 0,1-2,5 mm:n paksuinen, alustassaan kiinni oleva, yleisesti ilmasulkeumia sisältävä kuultolaastikerros, minkä kiviaineksena ovat  $\varnothing < 1,1$  mm:n kullikkaat, sideaineessa kiinni olevat kalkkikivirakeet. Pääosa näytteestä muodostuu 20 mm:n pituisesta ja 7-10 mm:n paksuisesta sekä 29,5 mm:n pituisesta ja 27 mm:n paksuisesta tiililaatasta. Niiden välissä on 12,5-15 mm:n paksuinen muurauslaasti, joka jatkuu toisen laatan taakse.

Tiili:

- Tiilipinnat ovat sileät, syöpymättömät.
- Tiilissä tavataan harvaksen epämääräisen muotoisia  $\varnothing < 1,1$  mm:n ilmasulkeumia. Joissakin sulkeumissa on pyörityneitä, pieniä kvartsirakeita sisältäviä, tiilimassasta irti olevia opaakkeja kasaumia (rauta- yhdisteitä).
- Tiilissä ei havaita vajaapolttoisuutta.(huokosissa palamatonta puuainesta).
- Pääasiassa ehjää kvartsia tai graniittia olevien hajarakeiden ( $\varnothing < 1,7$  mm) määrä on tavanomaista runsaampi.
- Tiilissä tavataan kauttaaltaan  $< 4$  mm:n pituisia ja  $< 1,3$  mm:n levyistä rakenteellista (tekstuuri-) halkeamaa. Niiden näin merkittävällä esiintymisellä on alentava vaikutus tiilin pitkäaikaiskestävyyteen/-säilyvyyteen kohonneen kosteuden imu- ja pidätyskyvyn välityksellä.
- Tiilin pakkasenkestävyyden mikrorakennesindeksi on 2 (3) (paikallisia – osin alueellisia vaurioita pakkasrasituksessa).

Muurauslaasti:

- Ohuempi tiililaatta on kokonaan irti muurauslaastista. Paksumpi tiililaatta on likimäärin 50 % irti laastista.
- Sileäpintainen muurauslaasti on kokonaan lävitse karbonatisoitunut
- Laastissa on erittäin runsaasti pyöreän ja epämääräisen muotoisia,  $\varnothing < 0,8$  mm:n ilmasulkeumia. Laasti on harvarakenteista, joka edesauttaa kosteuden pääsemistä rakenteeseen, vaikkakaan sulkeumat eivät muodosta yhtenäistä verkostoa.
- Ilmasulkeumatiloista ei löydetty täyttekiteytymiä.
- Laastin pääasiassa kvartsia ja maasälpää olevien kiviainesrakeiden läpimitta  $\varnothing < 3,4$  mm.
- Sideaineen (pasta) tartunta kiviainekseen on huono, johtuen ilmasulkeumista useiden kiviainesrakeiden pinnoilla/välissä.
- Homogeenisessa muurauslaastissa ei ole halkeilua, mutta sen sisäinen rakenne on löyhä.

Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101M2

**Näyte T 6 (vaakasauma, vaurioitunut kohta)**

Hienäytteen pituus on 30-52 mm. Toisen tiililaatan pinnalla ja osin muurauslaastikerroksen pinnalla on yhteensä 14 mm:n pituudelta yhtenäinen < 3 mm paksuinen, alustassaan kiinni oleva, yleisesti ilmasulkeumia sisältävä kuultolaastikerros, minkä kiviaineksena ovat  $\varnothing < 0,55$  mm:n kulmikkaat, sideaineessa kiinni olevat kalkkikivirakeet. Pääosa näytteestä muodostuu 13-14 mm:n pituisesta ja 19-22 mm:n paksuisesta sekä 20 mm:n pituisesta ja paksuisesta tiililaatasta. Niiden välissä on 18 mm:n paksuinen muurauslaasti, joka jatkuu laattojen taakse.

Tiili:

- Tiilipinnat ovat sileät, syöpymättömät.
- Tiilissä tavataan harvaksen epämääräisen muotoisia  $\varnothing < 1,3$  mm:n ilmasulkeumia. Yksittäisissä sulkeumissa on pyörityneitä, pieniä kvartsirakeita sisältäviä, tiilimassasta irti olevia opaakkeja kasaumia (rauta- yhdisteitä).
- Tiilissä on vähäistä vajaapolttoisuutta.(huokosissa palamatonta puuainesta).
- Pääasiassa ehjää kvartssia tai graniittia olevien hajarakeiden ( $\varnothing < 2$  mm) määrä on tavanomaista runsaampi.
- Tiilissä tavataan kauttaaltaan yleisesti < 3 mm:n pituisia ja < 1,3 mm:n levyistä rakenteellista (tekstuuri-) halkeamaa. Niiden esiintymisellä on alentavaa vaikutusta tiilin pitkäaikaiskestävyyteen/-säilyvyyteen kohonneen kosteuden imu- ja pidätyskyvyn kautta.
- Tiilin pakkasenkestävyyden mikrorakennesindeksi on 2 (3) (paikallisia – osin alueellisia vaurioita pakkasrasituksessa).

Muurauslaasti:

- Pienempi tiililaatta on kokonaan irti muurauslaastista. Isompi tiililaatta on likimäärin 70 % irti laastista.
- Sileäpintainen muurauslaasti on kokonaan lävitse karbonatisoitunut
- Laastissa on erittäin runsaasti pyöreän ja epämääräisen muotoisia,  $\varnothing < 1$  mm:n ilmasulkeumia. Laasti on harvarakenteista, joka edesauttaa kosteuden pääsemistä rakenteeseen, sillä sulkeumat muodostavat paikoin yhtenäisen verkoston.
- Ilmasulkeumatiloista ei löydetty täyttekiteytymiä.
- Laastin pääasiassa kvartssia ja maasälpää olevien kiviainesrakeiden läpimitta  $\varnothing < 2,3$  mm.
- Sideaineen (pasta) tartunta kiviainekseen on huono, johtuen ilmasulkeumista useiden kiviainesrakeiden pinnoilla/välissä.
- Homogeenisessa muurauslaastissa ei ole varsinaista halkeilua, mutta sen sisäinen rakenne on löyhä.

Esko Karvonen

8.10.2010

B-7101M2

1



Kemian laboratorio  
Jyrki Linke  
puh. 0207537253  
0400 827935

**RAPORTTI**  
2010-06-30

**CONTESTAN MUURAUSLAASTINÄYTTEET**

**Tilaaaja** Esko Karvonen / CONTESTA Oy  
**Tilaus** 18.06.2010; työ no. 55516 EK 280  
**Materiaali** Neljä kappaletta Contestan muurauslaastinäytteitä merkinnällä EK 280. Näytteet merkinnöin: 1) T 1, 2) T 2, 3) T 3 ja 4) T 5  
**Tehtävä** Määrittää muurauslaastien kalkki-, sementti- ja hiekkamäärät.  
**Menetelmät** Selektiivinen märkämääritysliuos (ns. Florentin liuos) ja termogravimetria (Leco TGA 601).

<b>Tulokset</b>	1) T 1	2) T 2	3) T 3	4) T 5	
Kosteus 105°C	0,7	1,0	0,7	0,9	%
Heh.häviö 105 - 550°C	1,8	2,6	1,8	2,1	%
Heh.häviö 550 - 950°C	4,8	7,1	5,1	5,3	%
Florentin liuos:					
Liukenematon	84,0	75,4	83,3	82,0	%
-liukoinen CaO	7,5	11,4	7,9	8,5	%
-liukoinen SiO <sub>2</sub>	0,80	1,4	0,70	0,89	%

Muurauslaastien laskennalliseksi koostumuksiksi saadaan seuraavanlaiset laastit (laskuissa on sideaineena käytetty Portlandsementtiä):

- 1) T 1 on KS – laasti luokkaa 80/20/565
- 2) T 2 on KS – laasti luokkaa 75/25/335
- 3) T 3 on KS – laasti luokkaa 85/15/550
- 4) T 5 on KS – laasti luokkaa 80/20/500

**NORDKALK Oy Ab**  
Kemian laboratorio

*Jyrki Linke*  
Jyrki Linke