

# Keskusvirastotalo

Julkisivurakenteiden  
kuntotutkimus

27.1.2020

Työnro 31 14143.39

DI Johanna Hakalahti  
DI Stina Hyyrynen



## Tiivistelmä

Tässä tutkimuksessa selvitettiin rakenteiden kuntoa sekä arvioitiin vaurioitumistilanteen kehittymistä jatkossa. Tutkimuksen tuloksia arvioidessa on otettava huomioon, että näytteiden otto sekä eri mittaukset tehdään rakenteista pistemäisesti otantana ja tästä syystä tutkimustuloksiin ja niistä tehtyihin arviointeihin sisältyy epävarmuutta. Mittaukset ja näytteenotto on kuitenkin pyritty kohdentamaan niin, että saadaan riittävän luotettavaa tietoa rakenteiden kunnosta ja niiden mahdollisesta korjaustarpeesta.

### Julkisivut

Klinkkerilaattapinnoilla havaittiin muutamia haljenneita laattoja ja yksittäisiä irronneita laattoja. Muutamilla kohdilla klinkkerilaattoja oli uusittu. Pääosin uusittuja klinkkerilaattoja oli elementtien reunoilla, mutta paikoin myös elementtien keskialueella. Nauhaelementtien alareunat on pellitetty aiemmin klinkkerilaattojen irtoamisen takia. Raudoitteet sijaitsevat pääosin lähellä klinkkerilaatan taustapintaa. Karbonatisoituminen ei kuitenkaan ole edennyt klinkkerilaattojen taustalla, jolloin julkisivuelementtien raudoitteet eivät ole klinkkerilaattapinnoilla tutkimusten mukaan alttiina ruostumiselle. Elementtien reuna-alueilla ja klinkkerilaattojen vauriokohdilla on mahdollista, että karbonatisoituminen etenee ja raudoitteet pääsevät ruostumaan. Kohteella tai laboratoriotutkimuksissa ei havaittu pääosin pakkasrapautumaan viittaavaa vaurioitumista. Julkisivuelementtien betoni ei kuitenkaan ole pakkasenkestävää kosteusrasituksessa ja on mahdollista, että tulevaisuudessa pakkasvaurioita syntyy kosteusrasitetuimmille kohdille.

Ikkunavälien betonipilastereissa havaittiin halkeilua itäjulkisivulla. Länsijulkisivulla havaittiin vain yksittäisiä vaurioita. Raudoitteet sijaitsevat osin lähellä rakenteen ulkopintaa ja raudoitteista noin 7-36 % on alttiina ruostumiselle. Pakkasrapautumaa ei pääosin havaittu kohteella tai laboratoriotutkimuksissa. Pilastereiden betoni ei kuitenkaan ole pakkasenkestävää kosteusrasituksessa ja tulevaisuudessa on mahdollista, että vaurioita syntyy pakkasrasitetuimmille kohdille.

Elementtien saumoissa havaittiin halkeilua ja likaantumista.

Julkisivuille suositellaan huoltokunnostusta, jossa korjataan yksittäiset vauriokohdat ja maalatut betonipinnat huoltomaalataan. Lisäksi saumat ja tiivistyskittaukset uusitaan. Korjauksilla pyritään pitämään julkisivujen kosteusrasitus alhaisena, jotta vauriot eivät pääse etenemään. Vaihtoehtoisesti voidaan tehdä perusteellinen kunnostus, jossa pinnoitteet uusitaan maalatuilta betonipinnoilta. Itäjulkisivun halkeilleille betonipilastereille suositellaan pinnoitteiden ja tarvittaessa myös ylitasoituserroksen uusintaa.

### Muut julkisivurakenteet

Valtuustosalin julkisivut, peltiverhotut julkisivut (yläkerroksissa), maalatut julkisivuelementit (länsijulkisivun alaosassa ja pohjoispäädyssä) sekä maantason pilarit tarkastettiin silmämääräisesti otantana.

Valtuustosalin klinkkeripinnoilla havaittiin laattojen irtoilua ja irronneiden laattojen taustalla ruostevaurioita. Valtuustosalin julkisivuille suositellaan jatkotutkimuksia.

Peltiverhotuilla osilla havaittiin yksittäisiä kiinnitysten ja saumausten puutteita.

Maalattujen julkisivuosien pinnoilla ei havaittu merkittäviä vaurioita

Maantason pilareissa havaittiin epätasaisuutta yksittäisillä kohdilla. Muutoin pinnoilla ei havaittu merkittäviä vaurioita aistinvaraisesti (silmämääräisesti ja vasaroimalla).

# Keskusvirastotalo

## SISÄLLYSLUETTELO

<b>1</b>	<b>Yleistä</b> .....	<b>4</b>
1.1	Tutkimuskohde.....	4
1.2	Tilaaaja.....	4
1.3	Vastuuhenkilöt ja tutkimuksen suorittajat.....	4
1.4	Kohteen yleiskuvaus.....	4
1.5	Kuntotutkimuksen sisältö.....	5
1.6	Tutkimuksen rajaus ja luotettavuus.....	5
1.7	Kohteen rakennusaikaiset määräykset.....	6
	1.7.1 Alkuperäinen rakennusosa.....	6
	1.7.2 Rakennuksen laajennusosa.....	6
<b>2</b>	<b>Tutkimustulokset</b> .....	<b>7</b>
2.1	Julkisivuelementit.....	7
	2.1.1 Rakenne ja betonin laatu.....	7
	2.1.2 Raudoituksen korroosio.....	10
	2.1.3 Betonin pakkasrapautuminen.....	13
	2.1.4 Saumat ja muodonmuutokset.....	14
	2.1.5 Pinnoitteet ja pintamateriaalit.....	15
	2.1.6 Kosteustekninen toiminta.....	16
	2.1.7 Kiinnitykset, kannatukset ja sidonnat.....	17
2.2	Muut julkisivurakenteet.....	20
<b>3</b>	<b>Turvallisuuden vaikuttavat tekijät</b> .....	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>Yhteenveto ja johtopäätökset</b> .....	<b>22</b>
4.1	Julkisivuelementit.....	22
4.2	Muut julkisivurakenteet.....	23
<b>5</b>	<b>Toimenpide-ehdotus ja kustannusarvio</b> .....	<b>23</b>
5.1	Julkisivut.....	23
5.2	Korjaustoimenpiteiden kustannusarvio.....	25
5.3	Suosittelavat jatkotoimenpiteet.....	25

## LIITELUETTELO

Liite 1:	Rakenteiden vaurioituminen	4 s.
Liite 2:	Näytetaulukko, alkuperäinen osa	1 s.
Liite 3:	Näytetaulukko, laajennusosa	1 s.
Liite 4:	Paikannuskuvat	3 s.
Liite 5:	Betonipeitemittaukset ja raudoituksen korroosion laajuuden arviointi, alkuperäinen osa	3 s.
Liite 6:	Betonipeitemittaukset ja raudoituksen korroosion laajuuden arviointi, laajennusosa	2 s.
Liite 7:	Vetolujuustulokset	2 s.
Liite 8:	Ohuthieanalyysien tulokset	7 s.
Liite 9:	Kloriditulokset	1 s.

## 1 Yleistä

### 1.1 Tutkimuskohde

Kohde: Keskusvirastotalo  
Osoite: Aleksis Kiven katu 14-16 C, 33210 Tampere  
Kiinteistötunnus: 837-102-0011-0025

Tehtävä: Julkisivurakenteiden kuntotutkimus

Työnumero: 31 14143.39

### 1.2 Tilaaja

Nimi: Keskusvirastotalo  
Osoite: c/o Tampereen Tilapalvelut Oy  
Frenckellinaukio 2K, 33210 Tampere

Yhdyshenkilö: Mira Malmi-Jylänki  
Puhelin: 040 630 6914  
Sähköposti: mira.malmi-jylanki@tampere.fi

### 1.3 Vastuuhenkilöt ja tutkimuksen suorittajat

Nimi: A-Insinöörit Suunnittelu Oy  
Osoite: Puutarhakatu 10, 33210 Tampere  
Sähköposti: etunimi.sukunimi@ains.fi

Vastaava kuntotutkija: Stina Hyyrynen  
Puhelin: 0207 911 777

Tutkimushenkilöt: Johanna Hakalahti, puhelin: 040 642 8352

### 1.4 Kohteen yleiskuvaus

Kohteena on Tampereen Keskusvirastotalo, joka on rakennettu 1967. Keskusvirastotaloa on laajennettu vuonna 1975. Rakennus on arkkitehti Aarne Ervin suunnittelema. Keskusvirastotalon kortteli on kaupunkikuvan kannalta tärkeä korttelialue ja korttelin suojeluluokitus on sj-9. Rakennuksen suojelumerkintä on sr-21. Rakennus on rakennustaiteellisesti ja kulttuurihistoriallisesti arvokas. Rakennusta ei saa purkaa. Rakennukseen kohdistuvilla korjaus- ja muutostöillä ei saa turmella rakennuksen katu- tai pihasivuja tai kiinteän sisustuksen rakennustaiteellisia arvoja.

Julkisivut ovat pääosin klinkkerilaattapintaisia nauhamaisia betonisia sandwich-elementtejä. Ikkunoiden välisillä osilla on maalatut betonipilasterit. Ikkunoiden yläpuolilla on alun perin maalattuja, nykyisin pelli-  
tetyjä osuuksia. Maantasokerroksessa on katujen puolella muusta julkisivupinnasta sisäänvedetty ikkunaseinä ja muun julkisivun linjassa betonipilarit.

Kohteen suunnittelijat ovat:

- Arkkitehtisuunnittelu: Arkkitehtitöimisto Arne Ervi
- Rakennesuunnittelu: Insinööritoimisto Ahonen & Ilveskoski

Käytettävissämme olleet arkistomateriaalit:

- Pääpiirustuksia, Arkkitehtitöimisto Arne Ervi 1965
- Rakennesuunnitelmia, Insinööritoimisto Ahonen & Ilveskoski, 1966
- Julkisivujen korjaustyöselitys ja korjaussuunnitelmia, Insinööritoimisto A-Insinöörit Oy, 1997-98
- Rakennushistoriaselvitys, Arkkitehtitöimisto Seija Hirvikallio, 2009
- Perusparannuksen (2.-4.krs) rakennetyypit, A-Insinöörit Suunnittelu Oy, 2012
- Kuntoarvioraportti, RKM Group Oy, 2018
- Rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus, A-Insinöörit Suunnittelu Oy, 2018
- AHA-kartoitus, A-Insinöörit Suunnittelu Oy, 2018

Tiedossa olevat aikaisemmin tehdyt ulkorakenteisiin kohdistuneet korjaukset:

- Vesikaton osakorjaukset v. 2018
- Vesikatteen uusintaa ja muita vesikattokorjauksia v. 2017
- Betonipilasterien maalaus v. 2005
- Lännen puoleisen julkisivun kunnostus v. 2001

## 1.5 Kuntotutkimuksen sisältö

Tässä kuntotutkimuksessa tarkastellaan kohteen julkisivujen ja niihin liittyvien rakenteiden kuntoa ja vaurioitumista sekä arvioidaan vaurioitumisen syitä 14.10.2019 laaditun tehtäväluettelon mukaisesti. Lisäksi tutkittiin silmämääräisesti valtuustosalin julkisivut.

Kenttätutkimukset kohteella on tehty 5.11.2019. Rakenteille tehtiin silmämääräisten havaintojen lisäksi seuraavia tutkimuksia:

- lämmöneristeen paksuus näyteporausrei'istä 10 mittauspisteestä.
- betonin karbonatisoituminen (fenoliftaleiini-indikaattori, 16 näytettä)
- raudoitteiden peitepaksuudet (raudoitemittari Profoscope+, yleisesti raudoitetyypeittäin)
- betonin kloridipitoisuus (4 näytettä)
- betonin halkeilu, pakkasvaurioituminen, huokoistus yms. (ohuthietutkimus, 4 näytettä)
- betonin vetolujuus (11 näytettä)

## 1.6 Tutkimuksen rajaus ja luotettavuus

Tässä kuntotutkimuksessa tarkastellaan kohteen julkisivujen ja betonirakenteiden vaurioita. Matalan osan (Puutarhakadun puolella) julkisivut eivät sisällyneet tähän tutkimukseen. Näytteenotto on kohdistettu kenttätutkimuksissa tehtyjen havaintojen perusteella.

Kohde on rakennettu kahdessa vaiheessa (1967 ja 1975). Rakennusvaiheet on tutkittu erikseen silmämääräisesti. Tulokset on pääosin eroteltu. Niiltä osin kuin tuloksissa on ollut yhteneväisyyttä, on tuloksia yhdistetty.

Tutkimusmenetelmät on suunniteltu siten, että useammalla käytössä olevalla menetelmällä pyritään varmistamaan tulosten perusteella syntyneet johtopäätökset. Rakenteiden toimintaa ja siinä esiintyviä puutteita on tarkasteltu sekä kenttätutkimusten yhteydessä, että asiakirjojen perusteella. Tutkimukset on kohdennettu siten, että tutkittavasta rakenteesta saadaan riittävän tarkka käsitys johtopäätösten taustaksi.

Tässä kuntotutkimuksessa ei käsitellä kohteen muiden rakenteiden tai teknisten järjestelmien kuntoa. Kuntotutkimus sisältää ehdotuksen / vaihtoehtoisia ehdotuksia korjaustoimenpiteistä, mutta ennen korjaustoimenpiteiden suorittamista on tehtävä varsinainen korjaussuunnittelu, jossa määritellään tarkemmin kohteeseen soveltuvat korjausmenetelmät.

Tutkittavien rakenteiden kunnosta saatiin tutkimuksilla varsin hyvä käsitys. Luotettavuuden kannalta puutteina voidaan todeta seuraavat asiat:

- Valtuustosalin julkisivut tarkastettiin vain silmämääräisesti. Niille suositellaan jatkotutkimuksia.
- Maantasokerroksen katujulkisivun pilarit tutkittiin silmämääräisesti ja vasaroimalla.
- Maalatuista elementeistä otettiin vain yksi näyte, jota ei lähetetty tutkimuksiin. Muutoin elementit tarkastettiin silmämääräisesti otantana.
- Ylimpien kerrosten pellitetyt kevytrakenteiset ulkoseinät tarkastettiin silmämääräisesti otantana.

## 1.7 Kohteen rakennusaikaiset määräykset

Kohteen rakennusaikana/saneerausten aikana on ollut sallittua käyttää rakennusmateriaaleja, jotka sisältävät asbestia, raskasmetalleja sekä PAH- ja PCB-yhdisteitä.

### 1.7.1 Alkuperäinen rakennusosa

Kohteen alkuperäisen osan rakennusaikaiset julkisivubetonirakenteiden säilyvyyteen ja muuhun tekniseen laatuun merkittävästi vaikuttavat määräykset ja ohjeet (Betoninormit 1965) ovat olleet seuraavat:

- betonin lujuusluokka K25
- raudoituksen suojabetonipeite harjateräs 20 mm  
sileä teräs 15 mm
- betonin sallittu kloridipitoisuus ei vaatimusta
- ulkokuoren paksuus 50 mm
- lämmöneriste paksuus 70 mm  
lujuus 2 kN/m<sup>2</sup>
- muottikiertoa nopeutetaan lämpökäsittelyllä: ei vaatimusta
- lämmöneristeen läpi menevät teräsosat ruostumatonta terästä (edelleen käytetään myös yksittäiskiinnityksiä)
- syöpymisvaaralle alttiit kiinnikkeet korroosion kestävästä aineesta
- elementtejä tehdään myös työmaalla
- betonin pakkasenkestävyyteen vaikuttavan lisähuokostuksen käyttöä suositeltiin, käyttö talonrakennuksen elementtituotannossa oli harvinaista.

### 1.7.2 Rakennuksen laajennusosa

Kohteen laajennusosan rakennusaikaiset julkisivubetonirakenteiden säilyvyyteen ja muuhun tekniseen laatuun merkittävästi vaikuttavat määräykset ja ohjeet (Betoninormit 1971) ovat olleet seuraavat:

- betonin lujuusluokka K25



- raudoituksen suojabetonipeite harjateräs 20 mm  
sileä teräs 15 mm
- betonin sallittu kloridipitoisuus ei vaatimusta
- ulkokuoren paksuus 50 mm
- pesubetonin maksimiraekoko 16 mm
- lämmöneriste paksuus 90 mm  
lujuus 2 kN/m<sup>2</sup>
- lämmöneristeen läpi menevät teräsosat ruostumatonta terästä
- syöpymisvaaralle alttiit kiinnikkeet korroosion kestävästä aineesta
- lämpökäsittelyä korkeissa lämpötiloissa (> 60 °C) ei suositella
- betonin pakkasenkestävyyteen vaikuttavan lisähuokostuksen käyttöä suositeltiin, käyttö talonrakennuksen elementtituotannossa oli harvinaista
- moduulimitoitus ja tyyppidetajit BES-julkaisun mukaan
- BY 4 Luokitusohjeet.

## 2 Tutkimustulokset

### 2.1 Julkisivuelementit

#### 2.1.1 Rakenne ja betonin laatu

Julkisivuelementeistä oli käytettävissä alkuperäisiä rakennesuunnitelmia. Suunnitelmista ja kohteella tehtyjen havaintojen perusteella julkisivuelementeistä voidaan todeta seuraavaa:

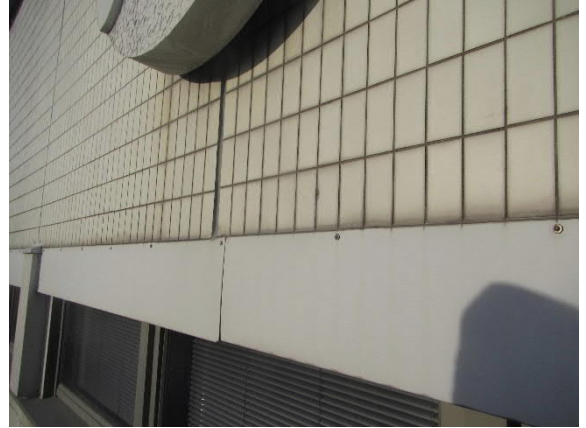
- Elementit ovat sandwich-tyyppisiä, pitkillä sivuilla pääosin nauhaelementtejä. Osin on käytetty myös kuorielementtejä. Ylimmissä kerroksissa on myös pellitettyjä kevytrakenteisia ulkoseiniä.
- Elementtien pinnalla on klinkkerilaatta, klinkkerilaatan paksuus on noin 9 mm. Yksittäisillä kohdilla, lähinnä pohjoispäädyssä ja sisäpihan maantasossa, on maalattuja elementtejä.
- Ulkokuoren paksuus alkuperäisellä rakennusosalla on näytteistä mitattuna keskimäärin 77 mm (vaihtelu 62–96 mm), paksuus sisältää ulkopinnassa olevan klinkkerilaatan. Rakennepiirustuksissa paksuudeksi on määritetty 80 mm, sisältäen klinkkerilaatan paksuuden.
- Ulkokuoren paksuus laajennetulla rakennusosalla on näytteistä mitattuna keskimäärin 74 mm (vaihtelu 73–77 mm), paksuus sisältää ulkopinnassa olevan klinkkerilaatan. Rakennepiirustuksissa paksuudeksi on määritetty 80 tai 70 mm, sisältäen klinkkerilaatan paksuuden.
- Ulkokuoren paksuus alkuperäisellä rakennusosan päätyjen umpielementtien osalla on näytteistä mitattuna keskimäärin 88 mm (76–105 mm), paksuus sisältää ulkopinnassa olevan klinkkerilaatan. Rakennepiirustuksissa paksuudeksi on määritetty 80 mm.
- Lämmöneristeen paksuus on alkuperäisellä rakennusosalla näyteporausrei'istä mitattuna keskimäärin 85 mm (vaihtelu välillä 60–91 mm). Rakennepiirustuksissa paksuudeksi on määritetty 100 tai 90 mm.
- Lämmöneristeen paksuus on laajennetulla rakennusosalla näyteporausrei'istä mitattuna keskimäärin 68 mm (vaihtelu välillä 60–75 mm). Rakennepiirustuksissa paksuudeksi on määritetty 90 tai 70 mm.
- Elementtisuunnitelmien perusteella ulkokuorissa on käytetty Ø4 mm verkkoraidotteita 150 mm jaolla (Stg13), reunaraidotteet ovat Ø8 ja 10 mm raidotteista. Näytteissä havaittiin Ø4, 6, 8 ja 10 mm raidotteita.
- Klinkkeripintaisten elementtien saumoissa ei havaittu tuuletusputkia, nauhaelementit tuulettuvat oletettavasti ikkunaliitoksista elementin ala- ja yläreunalta. Pohjoispäädyn maalatuissa umpielementeissä oli tuuletusputket saumausten risteyskohdissa.

- Lämmöneristeessä ei havaittu tuuletusuria näytteenotokohdilla.
- Ikkunoiden yläpuolisille elementtien osille (elementtien alareuna) on asennettu pellitys arviolta vuoden 2001 korjauksessa. Pellitykset ovat kaikilla julkisivuilla. Pellitykset ovat aikaisemman korjauksen suunnittelijalta saadun tiedon mukaan asennettu vähentämään alareunojen korroosiovaurioita.

Rakennuksen 2.-4. kerroksissa ulkoseinä rakenne on korjattu asentamalla betonisen sisäkuoren sisäpintaan lisälämmöneristeeksi polyuretaanilevy, joka on verhottu kipsilevyllä (Rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus, 2018).



**Kuva 1**  
Klinkkerilaattainen julkisivu.



**Kuva 2**  
Elementtien alareunoille on asennettu pellitys.

Betonipilastereista oli käytettävissä alkuperäisiä rakennesuunnitelmia. Suunnitelmista ja kohteella tehtyjen havaintojen perusteella pilasterielementeistä voidaan todeta seuraavaa:

- Pilasterit ovat elementtirakenteisia.
- Elementit on sidottu kantaviin pilareihin ruostumattomilla lattateräksiltä elementin ylä- ja alaosista rakennesuunnitelmien mukaan.
- Pilasterien raudoitteina on suunnitelmien mukaan pystyteräksset Ø 8 ja hakarauditus rakennuksen vanhassa osassa Ø 3/16" k 200 ja rakennuksen uudessa osassa Ø 5 k 300. Näytteissä ei havaittu raudoitteita.
- Korjaussuunnitelmissa (1997-98) pilastereille on määritelty pinnoitteiden poisto, laastipaikkaukset ja ylitasoitus. Pilasterielementtien pinnalla on näytteistä havaittavissa noin 5 mm (vaihtelu välillä 2-11 mm, paksummat kohdat kahdessa kerroksessa) paksuinen ylitasoituskerros.
- Pilasterinäytteitä ei porattu rakenteen läpi vaan ne katkaistiin noin 10 cm kohdalta.
- Pilasterielementtien päälle on asennettu pellitys arviolta vuoden 2001 korjauksessa (suunnitelmat 1997-1998).





**Kuva 3**  
Ikkunaväleissä on maalatut betonipilasterit.



**Kuva 4**  
Pilasterien päälle on asennettu pellitys

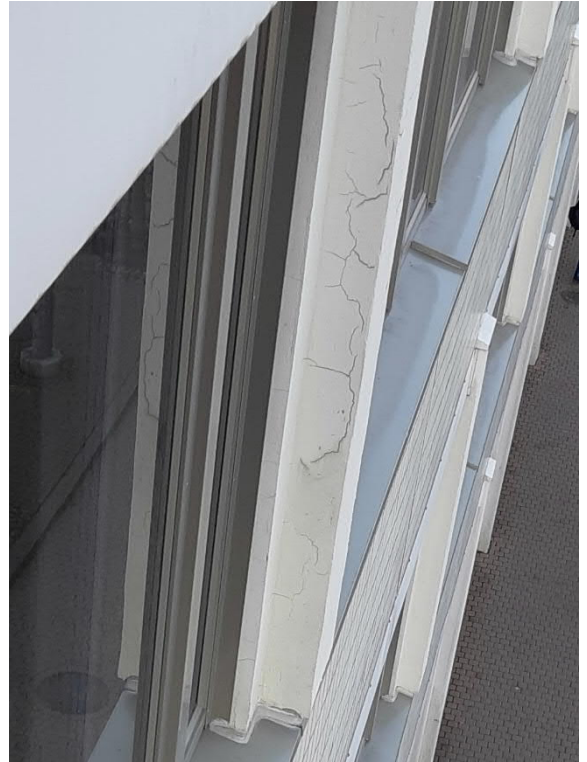
**Betonin laatu tutkimusten ja havaintojen perusteella:**

Suunnitelmien, näytteistä tehtyjen silmämääräisten havaintojen ja laboratoriokokeiden tulosten perusteella betonin laadusta voidaan todeta seuraavaa:

- Rakennesuunnitelmien mukaan ulkoseinäelementtien ulkokuoren betonin lujuus on K25
- Useissa pilasterielementeissä itäjulkisivulla havaittiin halkeilua
- Julkisivuelementtien betoni on keskinkertaisesti tiivistynyttä, näytteiden välillä on jonkin verran vaihtelua
- Suuria tiivistyshuokosia on vähän, yksittäisissä näytteissä enemmän
- Ohuthietutkimuksen perusteella betonin ainesosien laatu on hyvä



**Kuva 5**  
Betonipilastereilla havaittiin yksittäisiä vaurioita.

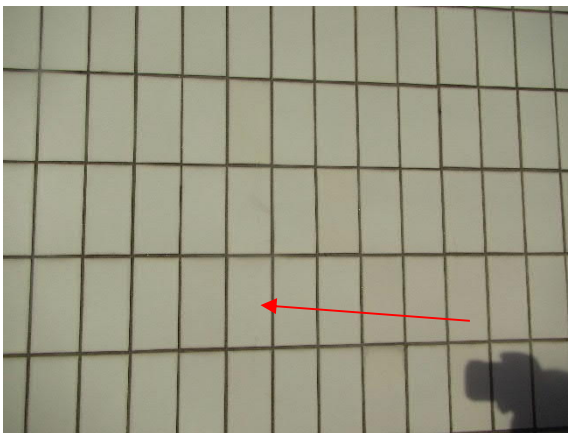


**Kuva 6**  
Halkeilua betonipilasterissa itäjulkisivulla

### 2.1.2 Raudituksen korrosio

#### Kohteella tehdyt havainnot

Julkisivuelementtien klinkkerilaatoissa havaittiin paikoittain halkeilua. Muutamilla yksittäisillä kohdilla laatat olivat irronneet / irrotettiin tutkimusten yhteydessä ja taustalla havaittiin korrosiovaurioita. Paikoin klinkkerilaattojen pinnoilla oli havaittavissa ruostealumia (Kuva 8), erityisesti länsijulkisivulla ja osin eteläpäädyssä ikkunoiden alapuolilla. Muutamissa pilastereissa havaittiin korrosiovaurioihin viittaavaa halkeilua / lohkeilua.



**Kuva 7**  
Halkeilua elementin klinkkerilaatoissa



**Kuva 8**  
Ruostealumia länsijulkisivulla

### Betonin karbonatisoituminen

Alla olevassa taulukossa on esitetty yhteenveto kohteen julkisivujen betonin karbonatisoitumissyvyyksistä.

RAKENNE / NÄYTEMÄÄRÄ		KARBONATISOITUMISSYVYYS [mm]	
		KESKIMÄÄRIN (keskiarvo / vaihtelu)	MAKSIMI (keskiarvo / vaihtelu)
Alkuperäinen klinkkeripintainen pääty / 3 kpl	ulkopinta	0 / 0...0 *	6 / 5...7 *
	sisäpinta	15 / 1...26	21 / 5...30
Alkuperäinen klinkkeripintainen julkisivu / 3 kpl	ulkopinta	0 / 0...0 *	8 / 8...9 *
	sisäpinta	20 / 12...26	36 / 20...44
Alkuperäisosa betonipilasterit / 3 kpl	ulkopinta	11 / 9...13	15 / 14...17
Laajennusosan klinkkeripintainen julkisivu / 3 kpl	ulkopinta	0 / 0...0 *	10 / 9...11 *
	sisäpinta	8 / 4...11	11 / 9...13
Laajennusosa, betonipilasterit / 3 kpl	ulkopinta	15 / 13...18	19 / 17...22

\* Karbonatisoitumissyvyytuloissa on mukana klinkkerilaatan paksuus (keskimäärin noin 9 mm).

Karbonatisoituminen ei ole edennyt ulkopinnoilla klinkkerilaattojen taustalla elementtien ulkokuorissa, muutoin kuin klinkkerilaattojen saumausten kohdilla.

Karbonatisoituminen on edennyt klinkkeripintaisten elementtien sisäpinnoilla vaihtelevasti. Yksittäisissä näytteissä (VT 03 pääty ja VT 12 laajennusosa) karbonatisoituminen on edennyt sisäpinnoilla tavanomaista hitaammin, näillä kohdilla elementtien tuuletus on arviolta puutteellista. Muiden näytteiden sisäpinnoilla karbonatisoituminen on edennyt melko voimakkaasti/nopeasti, mikä kertoo elementtien hyvästä tuulettuvuudesta.

Ikkunavälien betonipilastereiden ulkopinnoilla karbonatisoituminen on edennyt tavanomaista nopeutta sekä alkuperäisosassa että laajennusosassa.

Näytekohtaiset karbonatisoitumissyvyydet löytyvät liitteistä 2 ja 3. Taulukoiden klinkkerilaattapintaisten näytteiden karbonatisoitumissyvyydet ja karbonatisoitumiskertoimet sisältävät ulkopinnassa olevan laatan.

### Raudoitteiden suojabetonipaksuudet

Alla olevassa taulukossa on esitetty yhteenveto kohteen julkisivujen raudoitteiden suojabetonipaksuuksista.

RAKENNE		RAUDOITUKSEN BETONIPEITE	
		PÄÄOSIN OSUUS	YLI / ALLE 15 mm
Alkuperäinen klinkkeripintainen pääty	verkko	20 mm / 53 %	24 %
	reunateräs	25 mm / 62 %	6 %
	verkko	20 mm / 66 %	15 %

RAKENNE		RAUDOITUKSEN BETONIPEITE	
		PÄÄOSIN OSUUS	YLI / OSUUS ALLE 15 mm
Alkuperäinen klinkkeripintainen julkisivu	reunateräs	25 mm / 73 %	4 %
	hakateräs	10 mm / 66 %	58 %
Alkuperäisosa, betonipilasterit	reunateräs	20 mm / 74 %	12 %
	verkko	25 mm / 67 %	4 %
Laajennusosan klinkkeripintainen julkisivu	reunateräs	30 mm / 59 %	0 %
	hakateräs	20 mm / 55 %	17 %
Laajennusosa, betonipilasterit	reunateräs	20 mm / 69 %	11 %

Klinkkeripintaisten elementtien peitepaksuudet sisältävät klinkkerilaatan paksuuden (9 mm).

Raudoitteet sijaitsevat klinkkerilaattapintaissa elementeissä lähellä laatan taustapintaa, elementtien ulkopinnan lähellä. Suuri osa verkkoraudoitteista sijaitsee alle 20 mm syvyydessä alkuperäisosan julkisivuilla. Laajennusosalla raudoitteiden suojapeitepaksuudet ovat hieman parempia kuin alkuperäisosalla. Reunaraudoitteiden peitepaksuudet ovat hieman parempia kuin verkkoraudoitteiden sekä alkuperäis- että laajennusosalla. Klinkkeripintaisten elementtien raudoitteiden peitepaksuudet eivät pääosin täytä rakennusaikaisia määräyksiä.

Alkuperäisosan ikkunavälien pilastereiden hakateräksistä yli puolet ja reunateräksistä 12% on alle 15 mm syvyydessä, peitepaksuudet täyttävät rakennusaikaiset määräykset (20 mm) vain osin.

Laajennusosan ikkunavälien pilastereiden hakateräksistä 17 % on alle 15 mm syvyydellä. Reunaterästen peitepaksuudet ovat hieman parempia. Laajennusosan ikkunavälien betonipilasterien peitepaksuudet täyttävät osin rakennusaikaiset määräykset (20 mm).

Karbonatisoituminen ei ole laskennallisesti saavuttanut klinkkeripintaisten elementtien raudoitteita.

Alkuperäisosan ikkunavälien betonipilastereiden osalla karbonatisoituminen on saavuttanut noin 36 % hakateräksistä ja noin 7 % reunateräksistä. Laajennusosan ikkunavälien betonipilastereiden osalla karbonatisoituminen on saavuttanut noin 17 % verkkoteräksistä ja 13 % pilastereiden reunateräksistä.

Tarkempi arvio korroosiotilasta on esitetty liitteissä 5 ja 6, joiden taulukoissa karbonatisoitumissyvyudet ja peitepaksuudet sisältävät klinkkerilaatan osuuden. Liitteen kuvaajissa klinkkerilaatan osuus on esitetty vihreällä tummentamalla.

### Betonin kloridipitoisuus

Julkisivujen betonin kloridipitoisuutta tutkittiin neljällä porajauhenäytteellä, joista kolme on otettu klinkkeripintaista elementeistä ja yksi betonipintaista elementeistä. Alla olevassa taulukossa on esitetty kloridipitoisuusanalyysien tulokset:

RAKENNEOSA	NÄYTE	Kloridipitoisuus [paino-%]
Päätyklinkkeri	VT CL 02	0,02
Laajennusosan klinkkerilaatta	VT CL 11	0,01
Alkuperäisen osan klinkkerilaatta	VT CL 21	0,01
Betonipilasteri	VT CL 31	0,02

Tutkituissa näytteissä ei havaittu betonirakenteiden säilyvyydelle haitallista määrää klorideja (kriittinen kloridipitoisuus on betonin laadusta riippuen 0,05...0,07 % betonin painosta).

### 2.1.3 Betonin pakkasrapautuminen

#### Kohteella tehdyt havainnot

Kohteen julkisivujen elementtipinnoissa ei havaittu silmämääräisesti tai vasaroimalla merkittävää pakkasrapautumiseen viittaavaa vaurioitumista. Yksittäisten elementtien nurkilla oli vähäistä pehmentymää, mikä voi viitata pakkasrapautumaan.

#### Betonin vetolujuus

Julkisivujen betonirakenteiden kuntoa tutkittiin vetolujuuskokeilla yhteensä kymmenellä näytteellä. Alla olevassa taulukossa on esitetty laboratorikokeiden tulokset.

RAKENNE JA NÄYTE		LUJUUS [MPa]	MURTO-KOHTA [mm]	MURTOTAPA
Päätyklinkkeri	VT 02	0,6	11-18 UP	Max. rae 36 mm, murto myötäillen.
	VT 02 U	1,7	10-21 UP	Max. rae 22 mm, murto myötäillen. Uusintaveto.
	VT 03	2,9	17-24 UP	Max. rae 18 mm, murto leikaten, murtokohdassa rauta (D=4 mm).
	<b>ka.</b>	<b>1,8</b>		
Laajennusosan klinkkerilaatta	VT 12	2,6	17-26 UP	Max. rae 8 mm, murto myötäillen.
	VT 13	3,7	36-47 UP	Max. rae 13 mm, murto myötäillen.
	<b>ka.</b>	<b>3,2</b>		
Alkuperäisen osan klinkkerilaatta	VT 21	2,5	20-32 UP	Max. rae 16 mm, murto myötäillen. Murto kohdassa (D=8 mm)
	VT 22	2,3	23-35 UP	Max. rae 33 mm, murto myötäillen.
	<b>ka.</b>	<b>2,4</b>		
Betonipilasteri	VT 32	2,5	50-69 UP	Max. rae 19 mm, murto myötäillen.
	VT 33	1,7	2-10 UP	Max. rae 25 mm, murto myötäillen.
	VT 35	2,6	12-22 UP	Max. rae 35 mm, murto myötäillen.
	VT 36	4,2	46-52 UP	Max. rae 13 mm, murto myötäillen.
	<b>ka.</b>	<b>2,8</b>		

UP = ulkopinta, U = uusintaveto, keskiarvoissa huomioitu näytteiden ensimmäinen vetokerta

Vetolujuuskokeissa betonin lujuudessa ei havaittu merkkejä betonin pakkasrapautumisen aiheuttamasta lujuuden alentumisesta. Yhden näytteen vetolujuus oli ensimmäisellä vedolla vain 0,6 MPa. Alentunut vetolujuus johtuu arviolta murtokohdassa olleesta suuresta kiviaineesta. Alentunut vetolujuus voi mahdollisesti aiheutua myös alkavasta pakkasrapautumisesta. Näytteen uusintavedon vetolujuus (1,7 MPa) on



melko hyvä. Julkisivuelementtien vetolujuudet ovat hyviä ja täyttävät korjausalustalle asetetut yleiset vaatimukset (>1,0 - 1,5 MPa korjaustavasta riippuen).

### Ohuthietutkimukset

Julkisivuelementtien betonia tutkittiin ohuthietutkimuksella viiden näytteen avulla (VT 04, VT 11, VT 23, VT 31 ja VT 34). Tutkimuksen perusteella voidaan todeta seuraavaa:

- Betonit ovat laadultaan pääosin hyviä
- Sideaine on hyvälaatuista
- Karbonatisoituminen on edennyt sisäpinnassa syvälle betoniin
- Kiviaineen tartunnat ovat hyviä
- Betonit eivät ole huokostettuja eivätkä huokosrakenteen perusteella pakkasenkestäviä kosteusrasituksessa.
- Klinkkerilaatat ovat kiinni alustassaan ja niiden kunto on hyvä

Alla olevassa taulukossa on esitetty yhteenveto julkisivubetonien ohuthietutkimusten tuloksista.

Taulukossa on arvioitu näytteiden laatua ja kuntoa asteikolla HYVÄ, TYYDYTTÄVÄ, VÄLTÄVÄ ja HEIKKO. Rapautuneisuutta on kuvattu asteikolla 0-4: 0 – ei rapautumaa, 1 – vähäistä, 2 – kohtalaista, 3 – voimakasta, 4 – ei koossapysyvää.

Näyte	Rakenneosa/ ohuthiepinta	Laatu	Kunto	Karbonatisoituminen min-max/ka. (mm)	Huokostus/ huokostäytteet	Rapautuneisuus
VT 04	päätyklinkkeri/ ulkopinta 48mm	hyvä	hyvä	ulkopinta alle 1 sisäpinta 12-26/18	ei/ei	0
lisätieto	-					
VT 11	laajennus klinkkeri/ ulkopinta 48mm	hyvä	hyvä	ulkopinta alle 1 sisäpinta 8-16/12	ei/vähän kalsiumhydroksidi	0
lisätieto	-					
VT 23	alkup klinkkeri/ ulkopinta 48mm	tydyttävä	hyvä	ulkopinta alle 1 sisäpinta 15-42/26	ei/vähän kalsiumhydroksidi	0
lisätieto	- karbonatisoituminen on saavuttanut teräsyvyuden sisäpinnassa - lievää vedenerottumista					
VT 31	betonipilasteri/ ulkopinta 48mm	hyvä	hyvä	ulkopinta 14-22/17	ei/ei	0
lisätieto	-					
VT 34	betonipilasteri/ ulkopinta 48mm	hyvä	hyvä	ulkopinta 5-10/8	ei/ei	0
lisätieto	-					

### 2.1.4 Saumat ja muodonmuutokset

Kohteen julkisivuelementtien saumoissa havaittiin halkeilua ja saumoissa on epäpuhtauksia. Saumojen taustalla on käytetty solumuovista pohjanauhaa. Saumoista otetuissa saumanäytteissä sauman leveys vaihteli välillä 13–21 mm ja paksuus 7-20 mm. Saumojen toiminnan kannalta saumat ovat hieman liian paksuja. Lisäksi eteläpäädyn saumanäytteen paksuus oli suurempi kuin sauman leveys.

Paikoin elementeissä oli havaittavissa lievää kaareutumaa ja hammastusta elementtien välillä. Muodonmuutokset liittyvät arviolta elementtien kiinnitystapaan, eikä niillä ole arviolta vaikutusta elementtisaumojen tai elementtien kiinnitysten toimintaan.



**Kuva 9**  
Elementtisaumoissa on halkeilua.



**Kuva 10**  
Betonipilasterin ja pellityksen reunan saumat ovat halkeilleet.

Aiemmin tehdyissä haitta-ainetutkimuksissa (7.11.2018, A-Insinöörit suunnittelu Oy, 3114143.7) todettiin alkuperäisen osan saumamassan sisältävän PCB:tä yli viranomaisten määrittelemän raja-arvon (PCB 50 mg/kg). Saumojen mahdollinen purku tulee suorittaa RATU-kortissa 82-0382 (PCB:tä ja lyijyä sisältävien saumasmassojen purku, menetelmät) kuvattujen ohjeiden mukaan. Purkujäte on käsiteltävä ja hävitettävä vaarallisena jätteenä. Laajennusosan elementtisaumoissa ei havaittu PCB-yhdisteitä eikä lyijyä.

Vuonna 2019 A-Insinöörien tekemissä haitta-ainetutkimuksissa on havaittu muutamissa muissa kohteissa korkeita SCCP-yhdisteitä saumamassoissa. Keskusvirastotalon haitta-ainekartoitus on tehty vuonna 2018. PCB-yhdisteet kuuluvat pysyviin orgaanisiin yhdisteisiin (POP, Persistent Organic Pollutants), jotka ovat kaikkein haitallisimpia ympäristömyrkyjä. POP-yhdisteet aiheuttavat jo pieninä pitoisuuksina haittaa ihmiselle ja ympäristölle. Lyhytkestoiset klooriparafiinit (SCCP) kuuluvat PCB-yhdisteiden ohella POP-yhdisteisiin, minkä vuoksi elementtisaumamassoista suositellaan tutkittavaksi myös SCCP-pitoisuus. Mahdolliset SCCP:tä sisältävät saumamassat tulee käsitellä jätteenä PCB-yhdisteiden tavoin.

### 2.1.5 Pinnoitteet ja pintamateriaalit

Julkisivujen elementeissä havaittiin muutamia haljenneita klinkkerilaattoja. Tutkimuksen yhteydessä irrotettiin yksittäisiä irtoamassa olevia klinkkerilaattoja. Klinkkerilaattojen vasarointia tehtiin otantana kaikilla julkisivuilla, arviolta noin 15 % julkisivujen pinta-alasta. Pääosin klinkkerilaatat olivat vasaroinnin perusteella hyvin kiinni alustassaan. Muutamilla kohdilla oli havaittavissa uusittuja klinkkerilaattoja. Pääosin uusitut laatat sijaitsivat elementtien reunojen läheisyydessä, yksittäiset myös elementtien keskialueilla. Paikoin klinkkerilaattojen pinnoilla on likaa ja ruostevalumia, erityisesti länsijulkisivulla.

Elementtityöselityksen (Insinööritoimisto Ahonen ja Ilveskoski Ky) perusteella klinkkerilaattojen saumat on suunniteltu tehtäväksi jälkisaumauksella. Klinkkerilaattojen saumoissa havaittiin paikoin epätasaisuutta (arviolta valmistusaiheessa syntynyttä). Muutoin klinkkerilaattojen laastisaumat ovat pääosin hyvässä kunnossa.

Useissa betonipilastereissa havaittiin halkeilua itäjulkisivulla. Pinnoitevaurioita oli vain yksittäisillä kohdilla. Pilastereiden pinnoitteet on uusittu 2000-luvun alun julkisivukorjauksissa suunnitelmien ja tehtyjen

havaintojen mukaan. Pilastereissa on havaittavissa suunnitelmien mukainen ylitasoituskerros (2-12 mm, paksummat kerrokset kahtena eri kerroksena).



**Kuva 11**  
Yksittäisiä haljenneita klinkkerilaattoja. Julkisivuilla havaittiin lisäksi ruostevalumajälkiä.



**Kuva 12**  
Haljenneita klinkkerilaattoja eteläpäädyn julkisivulla.

Kohteen julkisivuelementtien pinnoitteesta on tehty asbesti- ja haitta-ainekartoitus (7.11.2018, A-Insinöörit Suunnittelu Oy, 3114143.7). Pohjoisjulkisivun ja länsijulkisivun maantasokerroksen maalattut pinnat (sandwich-elementit) sisältävät asbestipitoista kenitex-maalia. Pilasterielementtien maalit eivät sisällä asbestia. Laajennusosan 6. kerroksen ulkoseinien tuulensuojalevynä on asbestia sisältävä luja-levy.

Asbestipurkutyö tulee tehdä voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti (684/2015 Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista, 798/2015 Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta) ja huomioiden ohjeet RATU 82-0347 Asbestia sisältävien rakenteiden purku ja kortin Kone-ratu 09-3038 Asbestityökoneet, RT 18-11248 Asbestikartoitukseen perustuva purkutyön suunnittelu ja toimenpiteet kiinteistössä. Asbestipurkutyötä tekevällä tulee olla asbestipurkutyölupa.

### 2.1.6 Kosteustekninen toiminta

Yksittäisillä kohdilla julkisivua, erityisesti länsipuolella laajennetulla osalla, klinkkerilaattojen pinnalla havaittiin ruostevalumajälkiä. Valumajälkiä / likaantumista havaittiin muutamilla kohdilla ikkunoiden alapuolella erityisesti länsijulkisivulla.

Elementtien alareunat on pellitetty. Pellitys taittuu ikkunan yläreunaa vasten. Pellin alareuna on melko suora eikä siinä ole tippareunaa. Pieniä valumajälkiä havaittiin pellin taitoksessa. Pellit on kiinnitetty yläreunalta sekä taittuvalta osuudelta pellin alapinnalta ruuveilla pellin läpi. Peltien jatkokset on tehty limiilitoksina. Pellin yläreunan liitos klinkkeripintaiseen julkisivuun on saumattu elastisella saumamassalla. Ikkunoiden yläpuolisten pellityksen yläreunoilla on paikoin likaantumista.

Ikkunoiden vesipeltien liitoksissa ei havaittu vaurioita ja peltien kallistus on pääasiassa kohtalainen. Peltien jatkokset on tehty pystysaumoilla. Vesipeltien liitokset pilasterielementteihin on saumattu elastisella saumamassalla.

Pellitysten kittauksissa havaittiin paikoin puutteita.

Klinkkerilaattapintaisten elementtien saumoissa ei ole tuuletusputkia. Elementit tuulettuvat oletettavasti ikkunoiden ylä- ja alareunoilta. Sisäpinnat ovat karbonatisoituneet pääosalla näytteistä kohtalaisen paljon, mikä viittaa eristetilan ilman runsaaseen vaihtuvuuteen/tuulettuvuuteen, jolloin eristetilään mahdollisesti päätyvä kosteus pääsee kuivumaan. Yksittäisillä näytteillä sisäpinta on karbonatisoitunut vain vähän ja näillä osin eristetilan tuuletus on arviolta hieman puutteellinen. Pohjoispäädyn maalatuilla umpielementeillä on tuuletusputket elementtien saumojen risteyskohdissa.



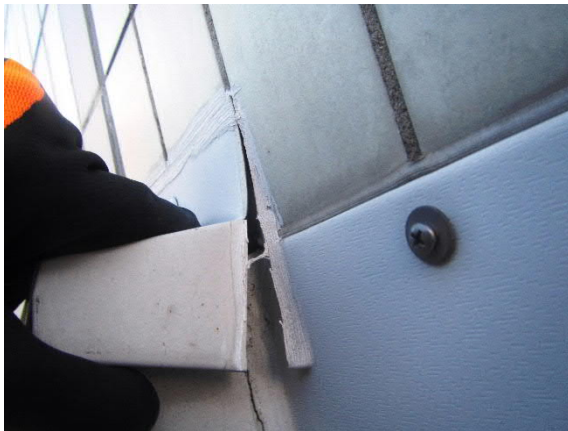
Elementtien saumamassojen halkeamista saattaa kulkeutua kosteutta rakenteisiin.



**Kuva 13**  
Valumajälkiä länsijulkisivulla



**Kuva 14**  
Likaantumaa ikkunoiden yläpuolisten peltien yläreunalla klinkkerilaatoissa.



**Kuva 15**  
Betonipilasterin päällä olevan pellin saumat ovat haljonneet.



**Kuva 16**  
Ruostevalumajälkiä itäjulkisivulla

### 2.1.7 Kiinnitykset, kannatukset ja sidonnat

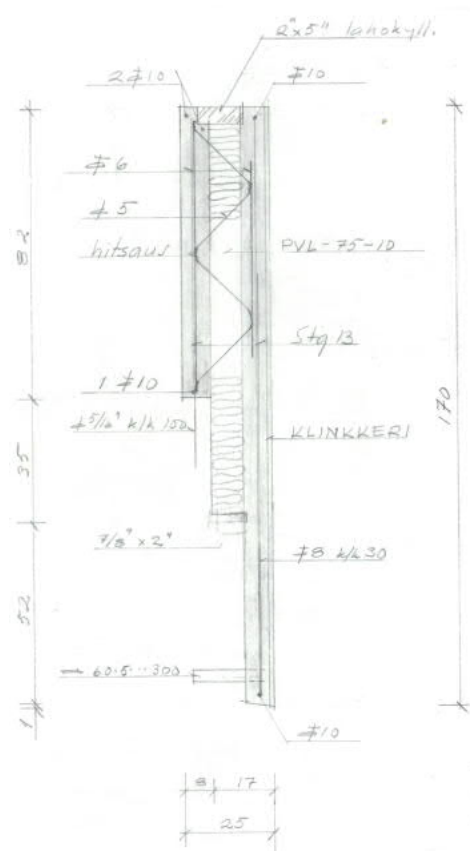
Elementtien tyyppiirustuksen mukaan ulkokuorien kiinnityksissä on käytetty diagonaaliansaita, joiden diagonaalit ovat ruostumattomasta teräksestä ja paarteet tavallista harjaterästä. Yhdellä näytekohdalla osuttiin ansaaseen (VT23).

Pitkien sivujen nauhaelementtien alareuna on uloke. Vuoden 2012 (A-Insinöörit Suunnittelun Oy) korjaussuunnitelmien mukaan ulokeosa on lisälämmöneristetty sisäpuolelta polyuretaanilevyllä. Ulokeosa on kiinnitetty lattateräsosilla elementin päistä. Laajennuksen elementtisuunnitelmien perusteella teräsosat suojataan ruosteestomaalilla kiinnityksen jälkeen. Lisäksi on käytetty ruostumattomia kiinnikkeitä (lataaratoja). Osa elementtien kiinnityksistä on myös tavallista ruostuvaa terästä.

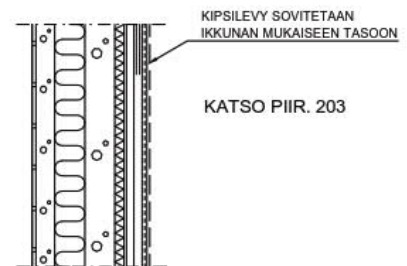
Pilasterielementit on kiinnitetty suunnitelmien perusteella ruostumattomilla lattarauodoilla elementin ylä- ja alaosista alkuperäisosalla. Laajennusosalla on lisäksi lattarautakiinnitys elementin keskellä.

Ulkokuorien kiinnityksestä ei tutkimuksessa saatu viitteitä. Tutkimusten yhteydessä ei kuitenkaan havaittu kiinnitysten puutteisiin viittaavia vaurioita. Valtuustosalin elementissä havaittiin ruostetta mahdollisessa kiinnitysosassa (ks. kohta 0).

Eteläpäädyssä ulkoseinään on kiinnitetty vaakuna. Vaakunan yhdessä kiinnikkeessä (ylin kiinnike) ulkoseinän ja kiinnikkeen välissä oli pieni rako. Kiinnike on kuitenkin kiinni.



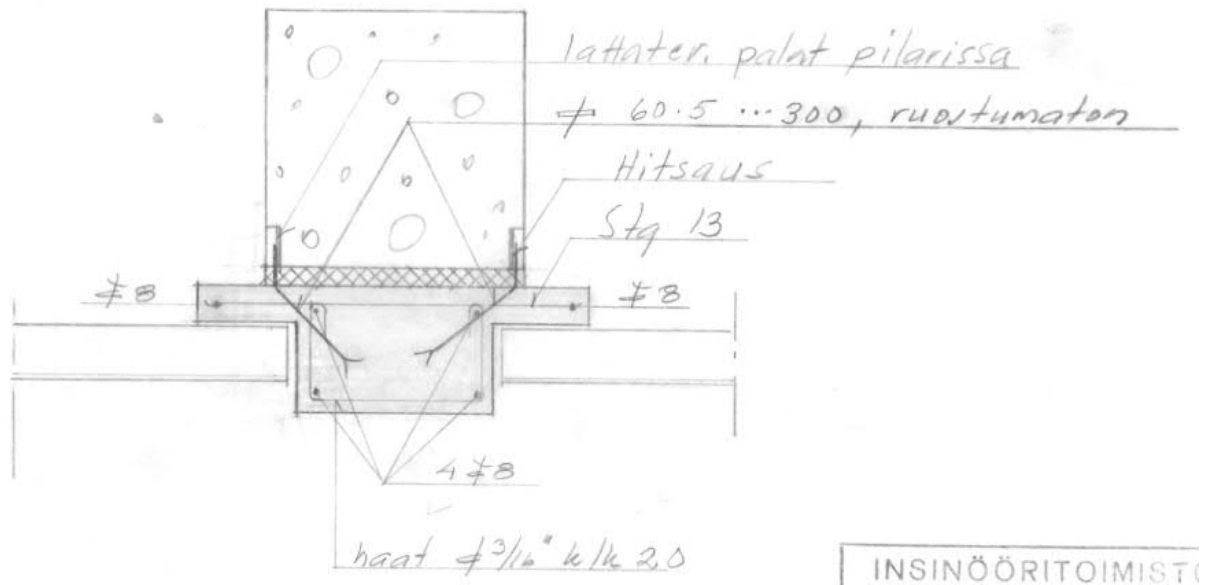
**Kuva 17**  
Nauhaelementin tyyppiirustus, alkuperäisosaa



- |         |   |
|---------|---|
|         | VANHA SANDWICH-ELEMENTTI  |
| n.80 mm | KLINKKERILAATTA + BETONIULKOKUORI   |
| n.80 mm | MINERAALIVILLA  |
| n.80 mm | BETONISISÄKUORI   |
|         | LISÄERISTYSRAKENNE  |
| 40 mm   | POLYURETAANILEVY 25mm<br>KIINNITYS LIIMAAMALLA / PROPPAAMALLA # 600<br>KIINNITYS TIIVIISTI BETONIA VASTEN<br><u>HUOM! POLYURETAANILEVY PAPERIPINTAINEN ILMAN<br/>ALUMIINIFOLIOTA! (EI VAKIOTUOTE)</u> |
|         | PYSTYLAUTAKOOLAUS 22x100 k600   |
|         | KIPSILEVY EK  |

**Kuva 18**  
Ote vuoden 2012 korjaussuunnitelmasta





**Kuva 19**  
Pilasterielementti, tyypipiirustus, alkuperäisosa



**Kuva 20**  
Eteläpäädyn vaakuna



**Kuva 21**  
Eteläpäädyn vaakunan kiinnitykset.

## 2.2 Muut julkisivurakenteet

Valtuustosalin julkisivut, peltiverhotut julkisivut (yläkerroksissa), maalatut julkisivuelementit (länsijulkisivun alaosassa ja pohjoispäädyssä) sekä maantason pilarit tarkastettiin silmämääräisesti.

Valtuustosalin julkisivuille tehtiin silmämääräinen tarkastelu. Valtuustosalin ulkoseinät ulkonevat muusta julkisivupinnasta. Valtuustosalin julkisivut ovat pääosin klinkkerilaattapintaisia elementtejä. Ikkunoiden välissä on pilasterimaiset peltiverhotut osuudet. Myös ulokkeen alapinnalla on elementit, joissa on laastipinta. Laastipinnassa havaittiin epätasaisia jälkiä yksittäisellä kohdalla (Kuva 25). Valtuustosalin julkisivuelementeissä havaittiin irtoamassa olevia klinkkereitä. Laatat hammastivat paikoin ulokkeen reunoilla. Valtuustosalin julkisivuille suositellaan tehtäväksi tarkempia tutkimuksia silmämääräisen tarkastelun lisäksi.

Ylimmissä kerroksissa on kasettipeltiverhousta sekä peltiverhousta ikkunaväleissä. Ylimpien kerrosten pellitetyt osuudet tarkastettiin silmämääräisesti otantana. Ylimmässä kerroksessa ikkunoiden välisosat on myös pellitetyt. Ikkunoiden välisosan pellit on kiinnitetty uudelleen, vanhat kiinnikkeiden läpiviennit on jätetty avoimeksi. Uudet kiinnitykset ovat puutteelliset, pelti oli osin irti yhdellä tarkastetulla kohdalla.

Pohjoispäädyssä länsipuolella on maalattuja betonielementtejä. Maalipinnat ovat silmämääräisesti arviotuna kohtalaisen hyvässä kunnossa. Elementtien välillä on paikoin hammastusta ja hammastusten reunoilla likaantumaa. Länsijulkisivun maantason maalatuissa elementeissä ei havaittu merkittäviä vaurioita.

Katutason pilarit ovat ristin muotoisia maalattuja betonipilareita, joiden pinta on lautamuottipintaa. Katutason pilareissa havaittiin yksittäisillä kohdilla epätasaisuutta betonin pinnalla. Vasaroinnin perusteella pilarit ovat kohtalaisen hyvässä kunnossa. Pilarien pinnoitteissa ei havaittu merkittäviä vaurioita.



**Kuva 22**  
Valtuustosalin julkisivussa on irtoamassa olevia klinkkerilaattoja. Yksittäisiä klinkkerilaattoja on vaihdettu.



**Kuva 23**  
Valtuustosalin julkisivulta poistettiin irtoamassa olevia klinkkereitä. Taustalla ruostunut elementin kiinnitysosa.



**Kuva 24**  
Valtuustosalin saumat ovat halkeilleet.



**Kuva 25**  
Valtuustosalin ulokkeen alapintaa. Laastipinnassa epätasainen jälki. Yläpuolella peltiverhotut pilasterimaiset osat.



**Kuva 26**  
Peltikasettijulkisivua



**Kuva 27**  
Peltiverhottu ikkunaväli. Yksittäisissä pellityksissä puutteellisia kiinnityksiä



**Kuva 28**  
Pohjoisjulkisivun maalattuja elementtejä.



**Kuva 29**  
Epätasaisuutta pilarin pinnalla



### 3 Turvallisuuden vaikuttavat tekijät

Tässä tutkimuksessa ei tutkittu asbestia tai haitta-aineita. Kohteeseen on tehty aiemmin asbesti- ja haitta-ainekartoitus (7.11.2018, A-Insinöörit Suunnittelu Oy, 3114143.7). Kartoituksen perusteella voidaan todeta seuraavaa:

Pohjoisjulkisivun ja länsijulkisivun maantasokerroksen maalatut pinnat (sandwich-elementit) sisältävät asbestipitoista kenitex-maalia.

Laajennusosan 6. kerroksen ulkoseinien tuulensuojalevynä on asbestia sisältävä luja-levy.

Asbestipurkutyö tulee tehdä voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti (684/2015 Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista, 798/2015 Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta) ja huomioiden ohjeet RATU 82-0347 Asbestia sisältävien rakenteiden purku ja kortin Kone-ratu 09-3038 Asbestityökoneet, RT 18-11248 Asbestikartoitukseen perustuva purkutyön suunnittelu ja toimenpiteet kiinteistössä. Asbestipurkutyötä tekevällä tulee olla asbestipurkutyölupa.

Aleksis Kiven kadun maantasokerroksen pilareiden maalia ei ole tutkittu. Vuosien 1997-98 korjaussuunnitelmien perusteella pilareille on tehty huoltomaalaus, jolloin pilarien maalit saattavat sisältää alkupe räistä maalia ja siten myös asbestia. Pilarien maalille suositellaan asbestianalyysia ennen mahdollisia korjaustöitä.

Ikkunavälien pilastereista on tutkittu maali, ja se ei sisällä asbestia. Ikkunavälien pilastereista maali on poistettu vuosien 1997-98 korjaussuunnitelmien perusteella, joten alkuperäistä maalia ei pitäisikään olla jäljellä näillä osilla.

PCB-yhdisteitä havaittiin vanhan osan elastisessa saumamassassa. Saumojen mahdollinen purku tulee suorittaa RATU-kortissa 82-0382 (PCB:tä ja lyijyä sisältävien saumausmassojen purku, menetelmät) kuvattujen ohjeiden mukaan. Purkujäte on käsiteltävä ja hävitettävä vaarallisena jätteenä. Laajennusosan saumauksissa ei havaittu PCB:tä tai lyijyä, mutta saumauksille suositellaan niiden SCCP-pitoisuuden selvittämistä.

### 4 Yhteenveto ja johtopäätökset

#### 4.1 Julkisivuelementit

Julkisivurakenteet vastaavat havaintojen mukaan pääosin rakennesuunnitelmia. Ulkokuoren ja lämmöneristeen paksuudessa on jonkin verran vaihtelua näytteiden välillä ja alkuperäisiin suunnitelmiin verrattuna.

Klinkkerilaattapinnoilla havaittiin paikoittain irronneita / uusittuja klinkkerilaattoja. Muutamilla kohdilla havaittiin ruostealumia. Raudoitteet sijaitsevat osin lähellä klinkkerilaattojen taustaa, mutta karbonatisoituminen ei ole edennyt eikä siten saavuttanut raudoitteita klinkkerilaattapinnoilla. Klinkkerilaattapintaisilla elementeillä karbonatisoituminen saattaa kuitenkin päästä etenemään laattojen vaurioiden kohdilla sekä elementtien reunoilla, joissa klinkkerilaatta ei ole hidastamassa karbonatisoitumista. Tästä syystä on mahdollista, että tulevaisuudessa korroosiovaurioita ja klinkkerilaattojen irtoamista syntyy yksittäisille kohdille.

Klinkkerilaattapinnoilla ei havaittu pakkasrapautumaan viittaavaa vaurioitumista. Laboratoriotutkimuksissa ei pääosin havaittu pakkasrapautumaa. Elementtien betoni ei kuitenkaan ole pakkasenkestävää kosteusrasituksessa.

Klinkkerilaattapinnoilla vauriot (teräskorroosio ja pakkasrapautuminen) pääsevät etenemään kohtalaisen pitkälle ennen kuin vauriot tulevat näkyviin.

Betonipilastereissa havaittiin halkeilua itäjulkisivulla. Länsijulkisivulla halkeilua ei pääosin havaittu. Laboratoriokokeissa ei havaittu pakkasrapautumaa. Pilasterien betoni ei kuitenkaan ole pakkasenkestävää kosteusrasituksessa. Maalipinnoitteissa ei havaittu merkittäviä vaurioita.

Betonin karbonatisoituminen on alkuperäisen osan betonipilastereilla saavuttanut 36 % elementtien harkarautoitteista ja 7 % reunarautoitteista. Laajennusosalla karbonatisoituminen on saavuttanut 17 % harkarautoitteista ja 13 % reunarautoitteista. Laajennusosalla karbonatisoituminen on edennyt hieman nopeammin kuin alkuperäisellä ja saavuttaa lähitulevaisuudessa (noin 10-15 vuoden kuluessa) 22 – 38 % betonipilasterien rautoitteista laskennallisesti arvioiden.

Kohteen julkisivuelementtien saumoissa havaittiin jonkin verran halkeilua ja saumoissa on epäpuhtauksia. Toiminnan kannalta saumat ovat hieman liian paksuja, jolloin niiden tekninen käyttöikä saattaa olla tavanomaista lyhyempi.

Pellitysten kittauksissa / saumauksissa havaittiin paikoin halkeilua

## 4.2 Muut julkisivurakenteet

Valtuustosalin julkisivut, peltiverhotut julkisivut (yläkerroksissa) sekä maantason pilarit tarkastettiin silmämääräisesti.

Valtuustosalin klinkkerilaattapinnoilla havaittiin jonkin verran uusittuja klinkkerilaattoja sekä halkeilleita klinkkerilaattoja. Yhdellä kohtaa putoamassa olleet klinkkerilaatat poistettiin ja taustalta löytyi ruosteinen L-teräs. Valtuustosalin elementeissä oli havaittavissa hieman enemmän hammastusta kuin muualla julkisivua, myös saumat olivat osin enemmän vaurioituneet.

Peltiverhotuissa julkisivun osissa (ylemmissä kerroksissa) havaittiin yksittäisiä puutteita kiinnityksissä ja liitosten tiiveydessä. Muutoin pellitykset olivat pääosin hyvässä kunnossa.

Maantasokerroksen kadunpuolen pilareissa havaittiin vain yksittäisiä pinnoitevaurioita. Vasaroinnin perusteella ei havaittu vaurioita. Maalatuissa julkisivunosissa (pohjoisjulkisivu ja länsijulkisivun maantaso) ei havaittu merkittäviä vaurioita.

# 5 Toimenpide-ehdotus ja kustannusarvio

## 5.1 Julkisivut

Julkisivuille esitetään ensisijaisesti elementtien kosteusrasituksen alentamista uusimalla kaikki elementtisaumat sekä tekemällä kosteustekniset kunnostukset, mm. uusimalla pellitysten kittaukset. Muutoin julkisivuille esitetään ensisijaisesti kunnostustyyppistä korjausta vaihtoehdon 1 mukaisesti. Vaihtoehtoisesti voidaan suorittaa perusteellisempi kunnostus, jolla saavutetaan pidempi käyttöikä (vaihtoehto 2). Itäjulkisivun betonipilastereille on suositeltavampaa toteuttaa perusteellisempi korjaus vaihtoehdon 2 mukaisesti niissä esiintyneen halkeilun vuoksi. Korjaukset on suositeltavaa toteuttaa lähivuosina, noin 5 vuoden kuluessa. Uudet klinkkerilaatat ja vaihtoehdossa 1 betonipilasterien paikkaukset tulevat erottumaan julkisivupinnalta.

Maantasokerroksen pilareille ja maalatuille julkisivunosille (pohjoisjulkisivu ja länsijulkisivun maantaso) suositellaan huoltomaalausta ja mahdollisten yksittäisten vaurioiden korjausta. Ylempien kerrosten peltiverhotuille julkisivun osille suositellaan yksittäisiä kunnostuksia mm. liittymien tiivistystä ja puutteellisten kiinnitysten uusimista. Valtuustosalin julkisivuille suositellaan tarkempaa tutkimusta riittävien korjaustoimenpiteiden selvittämiseksi.



Julkisivuihin liittyen esitetään ensisijaisesti seuraavia korjaustoimenpiteitä:

#### **Vaihtoehto 1)**

"Julkisivujen huoltokorjaus 5 vuoden kuluessa"

- nykyiset julkisivupinnat pestään korkeapainepesulla (klinkkeripinnat, betonipilasterit sekä maantasokerroksen pilarit)
- yksittäiset vaurioituneet klinkkerilaatat uusitaan
- betonin vauriokohdat puretaan ja laastipaikataan betonipilastereista ja vaurioituneiden klinkkerilaattojen taustalta sekä yksittäisiltä kohdilta maantason pilareista ja maalatuista julkisivunosista
- betonipilasterit, maantasokerroksen pilarit ja maalatut julkisivunosat huoltomaalataan (ei suositella itäjulkisivulle)
- kaikki julkisivusaumat uusitaan (HUOM! Alkuperäisosan saumat sisältävät PCB:tä)
- korjataan kosteustekniset puutteet (mm. pellitysten saumaukset / kittaukset)
- korjataan peltiverhottujen julkisivunosien kiinnityspuutteet

Saumaus- ja pinnoituskorjaukset tulisi suorittaa 5 vuoden kuluessa. Huoltomaalaus on pääasiassa esteettisesti korjaava toimenpide ja sillä saadaan julkisivulle lisää käyttöikää 10 vuotta.

#### **Vaihtoehto 2)**

"Julkisivujen perusteellinen kunnostus 5 vuoden kuluessa"

- klinkkeripintojen puhdistus korkeapainepesulla
- yksittäiset vaurioituneet klinkkerilaatat uusitaan
- betonipilasterien ja maantasokerroksen pilarien nykyiset pinnoitteet poistetaan suihkupuhdistuksella (tarvittaessa betonipilasterien ylitasoituserros poistetaan jyrännällä)
- betonin vauriokohdat puretaan ja laastipaikataan betonipilastereista ja vaurioituneiden klinkkerilaattojen taustalta sekä yksittäisiltä kohdilta maantason pilareista ja maalatuista julkisivunosista
- betonipilasterit, maantasokerroksen pilarit ja maalatut julkisivunosat ylitasoitetaan ja uudelleenpinnoitetaan
- kaikki julkisivusaumat uusitaan (HUOM! Alkuperäisosan saumat sisältävät PCB:tä).
- korjataan kosteustekniset puutteet (mm. pellitysten saumaukset / kittaukset)
- korjataan peltiverhottujen julkisivunosien kiinnityspuutteet

Uudelleenpinnoitus tulisi suorittaa 5 vuoden kuluessa. Tällä korjausvaihtoehdolla saadaan julkisivulle lisää käyttöikää noin 15 - 20 vuotta.

Lopullinen korjaustapa tulee valita korjaussuunnittelun yhteydessä ja se voi myös olla edellä esitettyjen korjausvaihtoehtojen yhdistelmä. Korjaustapaa valitessa tulee lisäksi huomioida kohteen kaupunkikuvaliset ja kulttuurihistorialliset arvot.

## 5.2 Korjaustoimenpiteiden kustannusarvio

Rakenteille tehtäville korjauksille esitetään alustavat kustannukset, jotka on laskettu kerta-luokkahintoina budjetointia varten, eikä niitä voi sellaisenaan käyttää esim. urakkatarjousten arvioimiseen. Hinnat sisältävät alv:n 24 %, mutta eivät sisällä rakennuttajan kuluja.

### Julkisivukorjaukset:

Vaihtoehto 1 60.000 €

- julkisivujen huoltokorjaus
- julkisivuelementtien saumojen uusiminen

Vaihtoehto 2 170.000 €

- julkisivujen perusteellinen pinnoitus- ja paikkauskorjaus
- julkisivuelementtien saumojen uusiminen

## 5.3 Suositeltavat jatkotoimenpiteet

Suosittelavat jatkotoimenpiteet:

- Yksittäisten irtoamassa olevien klinkkerilaattojen kiinnitys / uusiminen (mm. valtuustosalin julkisivulla)
- Valtuustosalin julkisivujen kuntotutkimus (näytteenotto ja mahdolliset rakenneavaukset)
- Julkisivujen ja parvekkeiden vaurio-tilanteen säännöllinen seuraaminen korjaukseen saakka.

Tampereella 27.1.2020

A-Insinöörit Suunnittelu Oy

DI Johanna Hakalahti

DI Stina Hyyrynen

# Rakenteiden vaurioituminen

## 1 Ulkobetonirakenteet

### 1.1 Yleistä

Ulkobetonirakenteiden ikääntyessä niissä tapahtuu vaurioitumista, joka johtuu pääasiassa säärasituksesta. Säärasitus aiheuttaa erilaisia rinnakkaisia turmeltumisilmiöitä ja rakenteen vaurioituminen on yleensä seurausta useamman tekijän yhteisvaikutuksesta.

Normaalisti rakenteiden vaurioituminen on alkuvaiheessa hidasta, mutta vaurioiden edetessä turmeltumisnopeus yleensä kiihtyy.

Ulkobetonirakenteiden vaurioituminen aiheutuu pääasiallisesti seuraavista kolmesta syystä tai niiden yhdistelmästä:

- betonin karbonatisoitumisen mahdollistama teräskorroosio
- betonin pakkasrapautuminen
- betonin sisältämien kloridien aktivoima teräskorroosio ja betonin rapautuminen.

### 1.2 Betonin karbonatisoituminen ja raudoitteiden korroosio

Betonin sisällä olevat raudoitteet ovat suojassa teräskorroosiolta betonin korkean alkalisuuden (pH > 12) johdosta. Teräskorroosio ei voi käynnistyä korkeassa alkalisuuspitoisuudessa ja tällöin sanotaan, että raudoitteet ovat passivoituneet korroosion suhteen.

Ulkobetonirakenteiden korkea alkalisuus laskee vähitellen ajan kuluessa rakenteen pinnalta alkaen ilman hiilidioksidin reagoiessa betonin ainesosien kanssa. Ilmiötä kutsutaan karbonatisoitumiseksi. Karbonatisoituminen etenee rintamana hidastuvalla nopeudella syvemmälle rakenteeseen.

Karbonatisoitumisessa betonin alkalisuus laskee tasolle pH < 9. Karbonatisoitumisrintaman edettyä raudoitteiden tasolle aktivoituu raudoitteiden korroosio. Raudoitteiden korroosion jatkuttua riittävän kauan voi muodostuneen ruosteen aiheuttama paine halkaista ohuen betonipeitteen. Tässä vaiheessa karbonatisoitumisen aktivoiman teräskorroosion näkyvät vauriot ovat havaittavissa rakenteen ulkopinnalta.

### 1.3 Betonin pakkasrapautuminen

Betoni on huokoinen materiaali, jonka huokosverkostossa on olosuhteista riippuen erilainen määrä vettä ja kosteutta.

Huokosverkostossa olevan veden jäätyessä se laajenee ja aiheuttaa verkostoon ylipaineen. Siinä tapauksessa, että huokosverkoston vedellä täyttymisaste on korkea ja ylipaineella ei ole purkautumismahdollisuutta ilmatäytteisiin huukosiin, ylipaine voi murtaa betonin sisäisen rakenteen ja aiheuttaa betonin rapautumista.

Pakkasrapautuminen kehittyy vähitellen, yleensä kiihtyvällä nopeudella rakenteen pinnalta alkaen. Pitkälle edetessään pakkasrapautuminen aiheuttaa betonin täydellisen lujuuskadon.

Betonin pakkasenkestävyys voidaan varmistaa lisähuokoistamalla betoni valmistusvaiheessa siten, että betoniin muodostuu suojahuokosia, joihin jäätyvän veden aiheuttama ylipaine voi purkautua betonin huokosverkostossa.

Suojahuokostiloihin syntyvät ettringiittikiteytymät ovat haitallisia betonin pakkasenkestävyyden suhteen, koska ne pienentävät huokostilavuutta jolloin pakkasrasituksessa veden laajeneminen huokosissa estyy. Ettringiitti voi viitata myös ns. ettringiittireaktioon. Ettringiittireaktion eräs ominaispiirre on reaktiotuotteiden voimakas tilavuuden kasvu, joka jo itsessään aiheuttaa rakenteeseen sisäistä painetta ja siten saattaa vaurioittaa betonia.

#### **1.4 Kloridien aiheuttamat vauriot**

Mikäli betonin kloridipitoisuus on liian korkea, kloridit "murtavat" raudotteiden passiivisuuden ilman betonin karbonatisoitumista ja tällöin raudotteiden korrosio aktivoituu.

Kloridien läsnä ollessa teräskorrosio etenee normaalisti varsin nopeasti. Lisäksi betonissa olevat kloridit sitovat kosteutta betoniin ja aiheuttavat näin myös betonin rapautumista.

#### **1.5 Saumausten vauriot**

Betonielementtijulkisivujen saumojen tehtävänä on mahdollistaa elementtien ulkokuorien lämpöliikkeet. Saumoissa käytettävien saumausmassojen ja/tai saumanauhojen on mahdollistettava ko. lämpöliikkeet ja estettävä sadeveden pääsy rakenteen sisään. Samalla saumojen kautta on hoidettava erilaisin järjestelyin rakennuksen sisältä ulospäin kulkeutuvan kosteuden pois tuulettaminen.

Elementtijulkisivujen elastisten saumausten vaurioituminen voidaan havaita saumausmassan kovettumisenä ja elastisuuden häviämisenä. Saumausmassan menetettyä elastisuutensa ja kovettunutta aiheuttavat elementin liikkeet siihen halkeamia ja samalla saumausmassa saattaa irrota elementin tartuntapinnoilta.

Elastisten saumausten rasitusta lisää elementin pituuteen nähden liian kapeat sauman leveydet ja ei-elastiset pinnoitteet. Lisäksi ongelmia aiheuttavat väärät saumausmateriaalit ja virheet saumaustyössä.

Elementtijulkisivujen saumausten toimivuudella on oleellisen merkittävä vaikutus koko julkisivun säilyvyyteen. Vuotavat saumat lisäävät julkisivun kosteusrasitusta ja lisäävät näin esim. pakkasrapautumisriskiä sekä kiihdyttävät maalipinnan vaurioitumista.

#### **1.6 Maalauksen ja pintatarvikkeiden vauriot**

Betonin pinnoitteiden turmeltuminen aiheutuu pääasiassa erilaisista säärasituksista kuten sateesta, lämpötilan vaihteluista ja UV-säteilystä. Lisäksi betonin alkalisuus saattaa aiheuttaa maalin sideaineen vanhenemista, mikä johtaa maalikalvon halkeiluun ja irtoamiseen.

Epäorgaanisten pinnoitteiden vaurioituminen tapahtuu joko kulumisena tai pinnoitteiden tartunnan heikkenemisenä.

Erilaisten pintatarvikkeiden tartuntaongelmia esiintyy varsinkin sellaisissa elementeissä, joissa betonin pakkasrapautuminen on jo alkanut.

#### **1.7 Muut vauriot**

Muita betonirakenteissa esiintyviä vaurioita voivat olla mm. betonin halkeilu, kiinnitysten, sandwich-elementin ansaiden, erilaisten pellitysten ja liittymien vauriot sekä toimivuuspuutteet.



Erialaisten liitosdetaljien (räystäät, ikkunaliitokset) avulla pyritään estämään ulkopuolisen kosteuden pääsy rakenteeseen. Liitosdetaljien avulla on usein myös järjestetty tuuletus rakenteeseen päässeen kosteuden poistamiseksi. Liitospellitysten avulla myös ohjataan vesi kulkemaan siten, että se likaa mahdollisimman vähän julkisivua.

## 2 Laboratoriotutkimukset

Ohuthietutkimuksella (mikrorakennetutkimus) tarkoitetaan geologian asiantuntijan yleensä polarisaatiomikroskoopin avulla tekemiä havaintoja betonin mikrorakenteesta. Mikrorakennetutkimus suoritetaan betoninäytteestä valmistetusta, noin 25...30 µm paksusta preparaattista. Ohuthietutkimuksen avulla saadaan varsin tarkkaa tietoa betonin pakkasenkestävyydestä ja jo syntyneiden pakkasvaurioiden asteesta.

Betoninäytteiden standardin SFS 5445 mukaisilla vetolujuustutkimuksilla arvioidaan betonirakenteen pakkasrapautuman astetta ja rinnakkaisen näytteenoton avulla saadaan (näytemääristä riippuen) tietoa pakkasvaurioiden laajuudesta.

Vetolujuustulosten tulkinta BY 42 "Betonijulkisivun kuntotutkimus" -ohjeen mukaan:

- näytteessä on pitkälle edennyttä rapautumaa, jos vetolujuusarvo on luokkaa 0 MPa
- näytteessä on jonkinasteista rapautumaa, jos vetolujuusarvo on luokkaa 0,5...1,0 MPa
- näytteessä ei todennäköisesti ole merkittävää rapautumaa, mikäli betonin vetolujuus on yli 1,5 MPa

Betonin kloridipitoisuus määritetään rakenteesta otetusta porajauhenäytteestä standardin SFS-EN 14629 mukaisesti. Kloridien aktivoiman teräskorroosion suhteen kriittinen kloridipitoisuus on tavanomaisilla raudoitteilla betonin laadusta riippuen 0,05...0,07 % betonin painosta.

Betonin karbonatisoitumissyvyys määritetään fenoliftaleiini-indikaattorilla betonin pinnalta. Indikaattori-liuos suihkutetaan pestyn näytteen pinnalle ja pinnan kuivuttua karbonatisoitumissyvyys voidaan mitata indikaattorin värjäämän ja reagoimattoman betonin rajapinnasta. Betonin karbonatisoitumisnopeutta kuvataan ns. karbonatisoitumiskertoimella [mm /  $\sqrt{\text{vuosi}}$ ], jonka tavanomainen arvo on yleensä välillä 1,5...3,0. Pienemmillä arvoilla karbonatisoitumisen eteneminen on tavanomaista hitaampaa ja suuremmilla arvoilla nopeampaa.

Betonirakenteen raudoitteiden suojabetonipaksuudet mitataan kenttätutkimusten yhteydessä peitesyvyysmittarilla.

Julkisivupinnoitteen tyyppiä arvioidaan pinnoitteiden sideaineen kanssa reagoivien kemikaalien avulla.

Julkisivusaumauksissa käytetyissä elementtisaumamassoissa on aiempina vuosikymmeninä saatettu käyttää PCB- ja / tai lyijy-yhdisteitä. Nämä yhdisteet luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi ja ympäristö- ja työsuojeluviranomaisten ohjeiden mukaisesti kiinteistön omistaja on ennen korjaustoimenpiteisiin ryhtymistä velvollinen selvittämään saumamassojen mahdollinen PCB- ja lyijypitoisuuden seuraavasti:

- 1958 – 1979 välisenä aikana valmistuneista (saumatuista) rakennuksista määritettävä sekä PCB-että lyijypitoisuus.
- 1980-1989 välisenä aikana valmistuneista (saumatuista) rakennuksista määritettävä mahdollinen lyijypitoisuus.

Mikäli saumamassoissa todetaan PCB:tä tai lyijyä, on niiden poistossa ja käsittelyssä noudatettava ongelmajättemääräyksiä.

Elementtisaumoista otettujen näytteiden muodon arvioinnissa käytetään ohjearvoina seuraavia mittoja:

<b>SAUMAN LEVEYS [mm]</b>	<b>SAUMAN KESKIOSAN PAKSUUS [mm]</b>
10 - 12	4 - 7
13 - 20	5 - 8
21 - 30	6 - 9
> 30	10 - 12

Näytteen tunnus	Rakenneosa	Ilmansuunta	Silmämääräinen tarkastelu		Raudoitteet			ulko-/alapinta			sisä-/yläpinta			Eriste-paksuus (mm)	Veto-lujuus	Ohuthie	HUOM!
			halk. (mm)	tiivistys (1-5)	ulkopaksuus, min.	kesk. (mm)	maks. (mm)	karb.-kerroin	kesk. (mm)	maks. (mm)	karb.-kerroin						
VT 02	päätyklinkkeri	Etelä	83	2	4,4	30	48	0	7	0	26	30	3,57	90			
VT 03	päätyklinkkeri	Etelä	76	3	6,6	28	41	0	6	0	1	5	0,14	90			
VT 04	päätyklinkkeri	Etelä	105	3				0	5	0	18	28	2,47	60			
Keskianvot:			88					0	6	0	15	21	2,06	80	0	0	
VT 21	alkup klinkkeri	Länsi	73	3	10,10,5,5	30	25	0	8	0	23	44	3,16	90			
VT 22	alkup klinkkeri	Länsi	96	3				0	8	0	12	20	1,65	86			
VT 23	alkup klinkkeri	itä	62	4				0	9	0	26	44	3,57	91			
Keskianvot:			77					0	8	0	20	36	2,79	89	0	0	
VT 33	betonipilasteri	itä	100	3				11	14	1,51	0	0	0	0			
VT 34	betonipilasteri	itä	95	3				9	14	1,24	0	0	0	0			
VT 35	betonipilasteri	itä	94	4				13	17	1,79	0	0	0	0			
Keskianvot:			96					11	15	1,51	0	0	0	0	0	0	

Näytteen tunnus	Rakenneosa	CL-pitoisuus (paino-%)
VT CL 02	päätyklinkkeri	0,02
VT CL 21	alkup klinkkeri	0,01

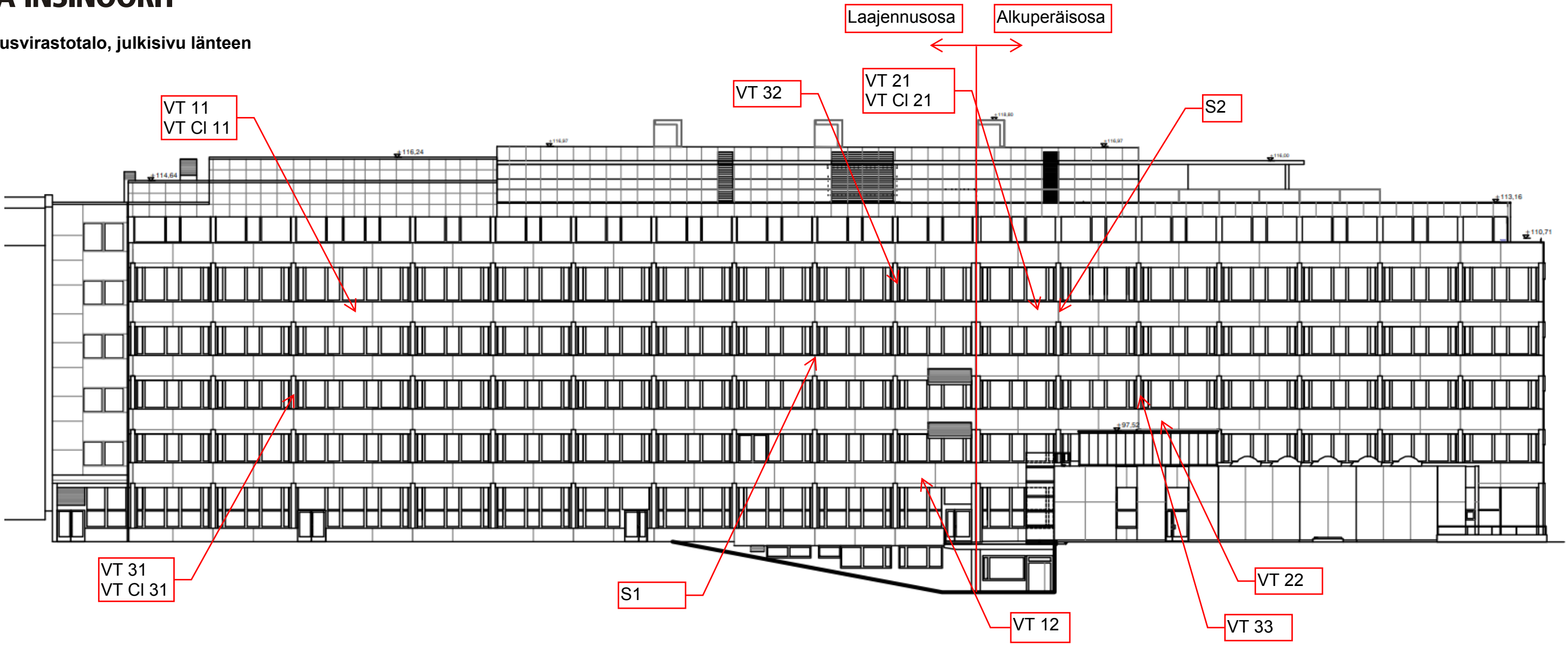
Näytteen tunnus	Leveys (mm)	Paksuus (mm)	Taustanauha	Huomi
S3	14	20	kyllä	
S2	18	7	kyllä	

Näytteen tunnus	Rakenneosa	Ilmansuunta	Silmämääräinen tarkastelu		Raudoitteet			ulko-/alapinta			sisä-/yläpinta			Eriste-paksuus (mm)	Veto-lujuus	Ohutlie	HUOM!
			tiivistys (1-5)	pituus (mm)	halk. (mm)	ulko-/alapinta (mm)	sisä-/yläpinta (mm)	kesk. (mm)	maks. (mm)	karb.-kerroin	kesk. (mm)	maks. (mm)	karb.-kerroin				
VT 11	laajennus klinkkeri	Länsi	73	3	6,6	22	44	0	11	0	11	13	1,64	60		x	
VT 12	laajennus klinkkeri	Länsi	73	2				0	4	0	9	0,6	75		x		
VT 13	laajennus klinkkeri	itä	77	3	4,4	24	48	0	10	0	12	1,49	70		x		
Keskiarvot:			74					0	8	0	11	1,24	68		2	1	
VT 31	betonipilasteri	Länsi	82	3				18	22	2,68	0	0	0				
VT 32	betonipilasteri	Länsi	102	3				14	17	2,09	0	0	0		x		
VT 36	betonipilasteri	itä	98	4				13	19	1,94	0	0	0		x		
Keskiarvot:			94					15	19	2,24	0	0	0		2	0	
Keskiarvot:			0					0	0	0	0	0	0		0	0	

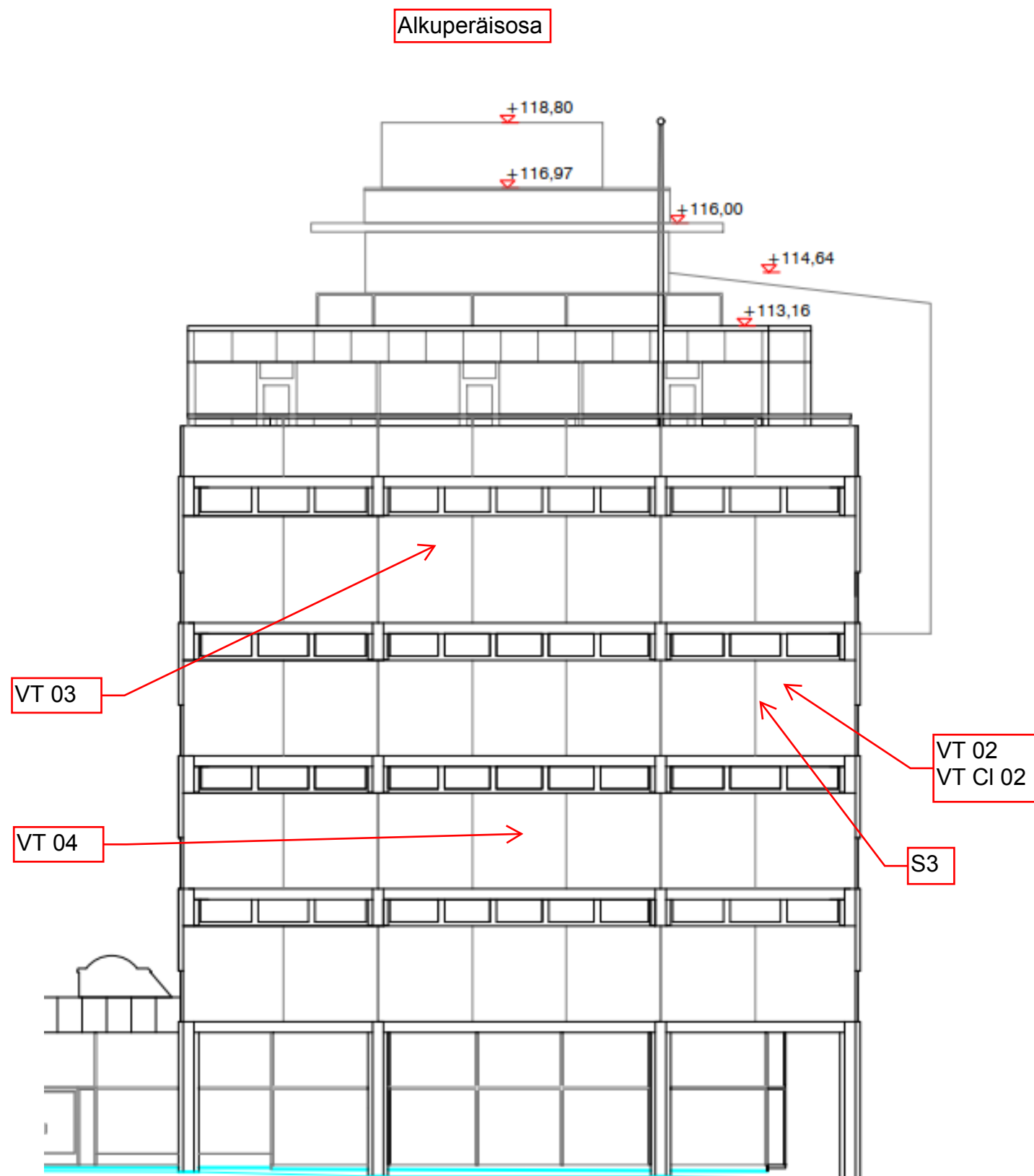
Näytteen tunnus	Rakenneosa	CL-pitoisuus (paino-%)
VT CL 11	laajennus klinkkeri	0,01
VT CL 31	betonipilasteri	0,02

Näytteen tunnus	Leveys (mm)	Paksuus (mm)	Taustanauha	Huomi
S1	21	11	Kyllä	
S4	13	10	Kyllä	

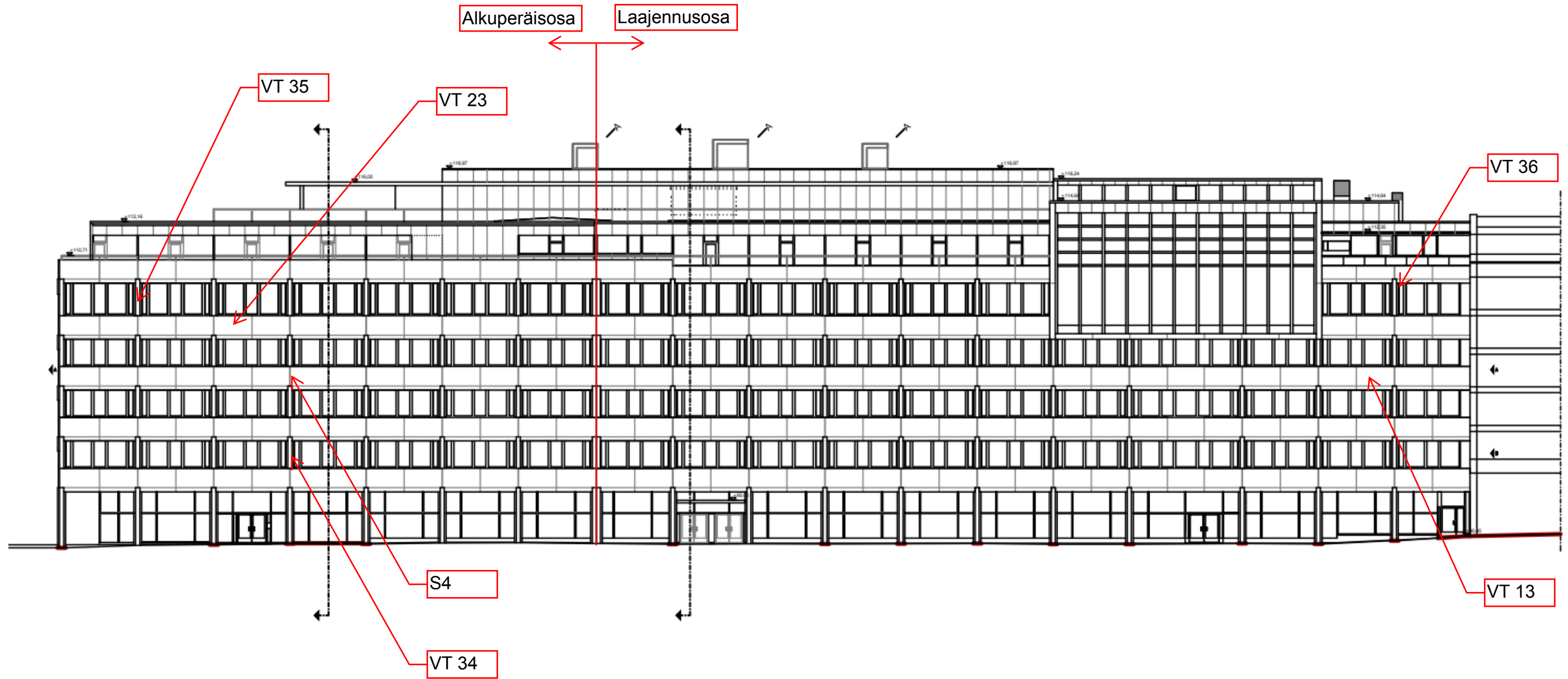




Keskusvirastotalo, julkisivu etelään

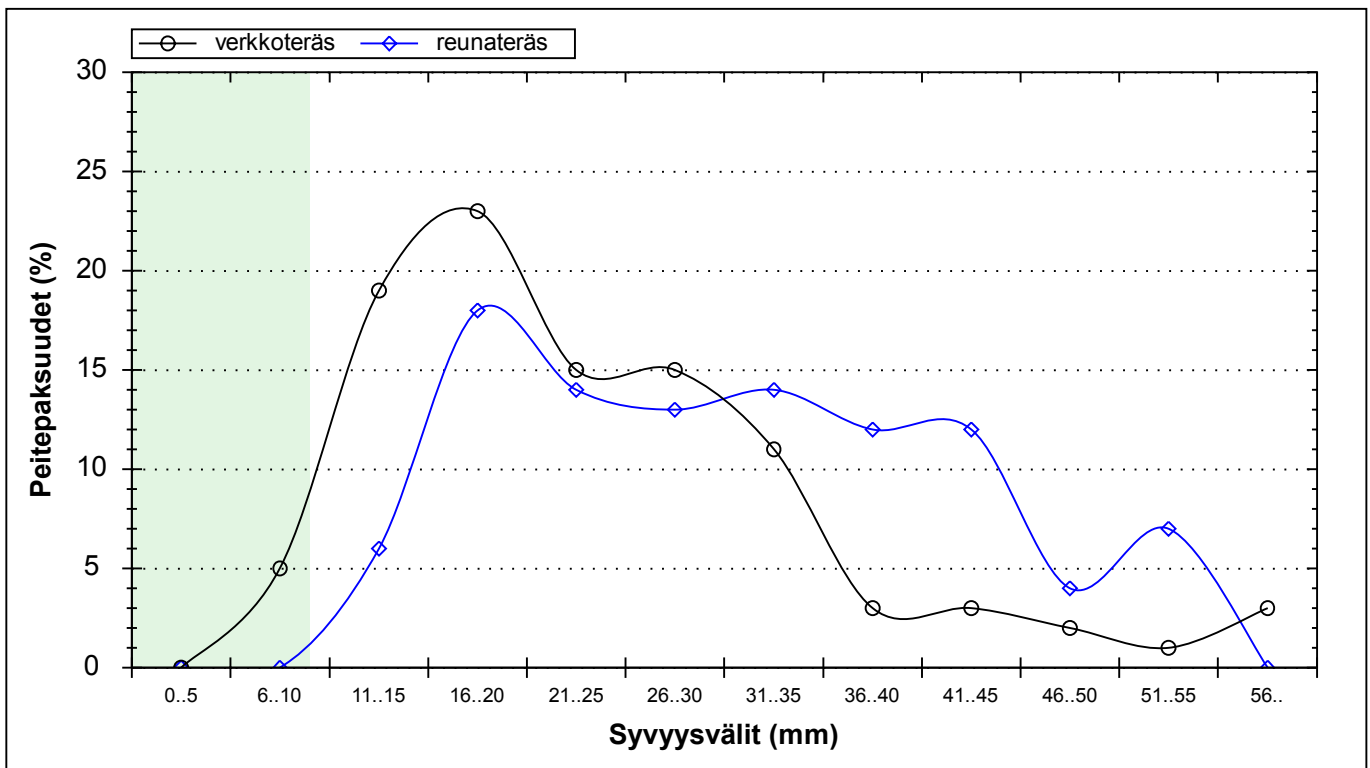


Keskusvirastotalo, julkisivu itään



päätyklinkkeri	verkkoteräs											
Syvyysalue (mm)	0..5	6..10	11..15	16..20	21..25	26..30	31..35	36..40	41..45	46..50	51..55	56..
Raudoitteita (kpl)	0	10	43	53	33	33	24	6	6	5	3	6
Peitepaksuudet	0 %	5 %	19 %	23 %	15 %	15 %	11 %	3 %	3 %	2 %	1 %	3 %
Karbonatisoituminen	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Raudoituksesta korroosiotilassa	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Korroosiotilan kumulatiivinen osuus	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

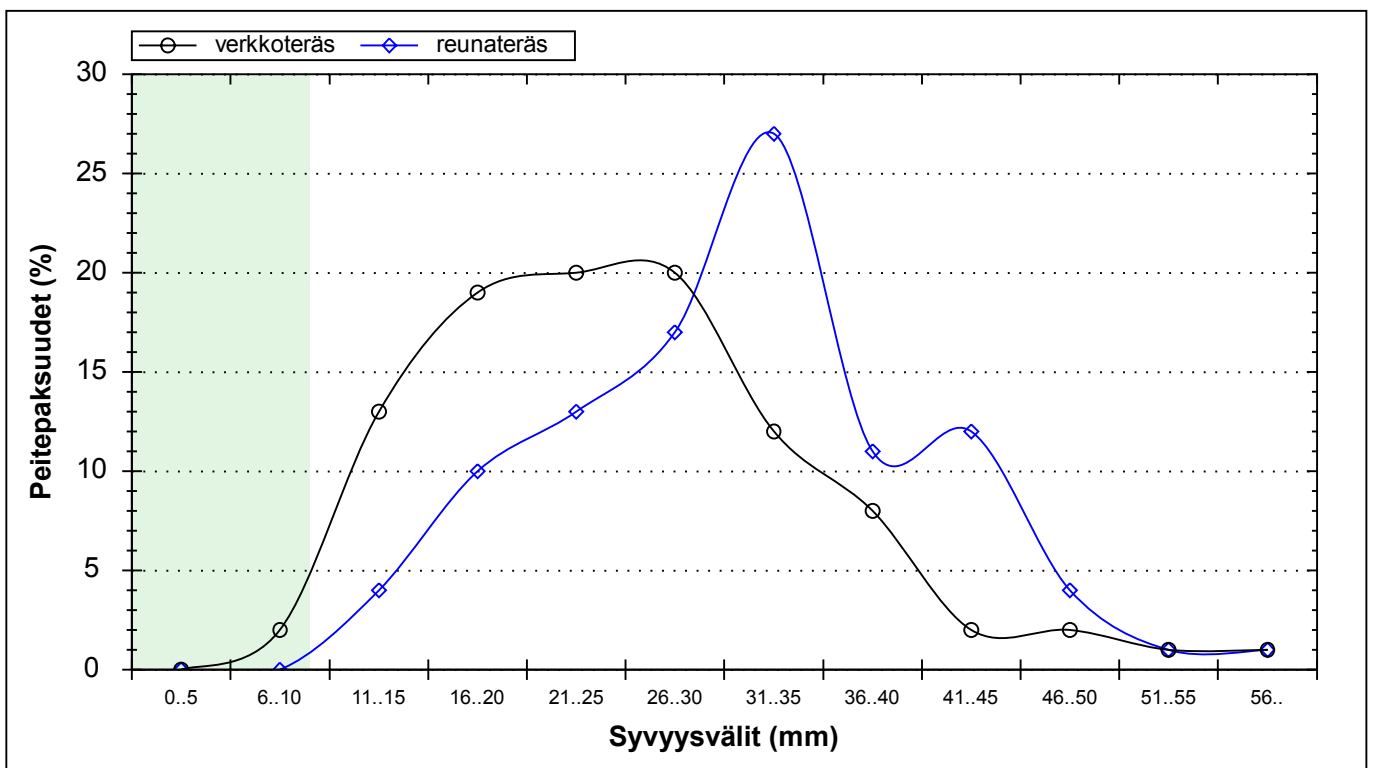
päätyklinkkeri	reunateräs											
Syvyysalue (mm)	0..5	6..10	11..15	16..20	21..25	26..30	31..35	36..40	41..45	46..50	51..55	56..
Raudoitteita (kpl)	0	0	11	32	25	22	24	20	20	7	12	0
Peitepaksuudet	0 %	0 %	6 %	18 %	14 %	13 %	14 %	12 %	12 %	4 %	7 %	0 %
Karbonatisoituminen	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Raudoituksesta korroosiotilassa	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Korroosiotilan kumulatiivinen osuus	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %





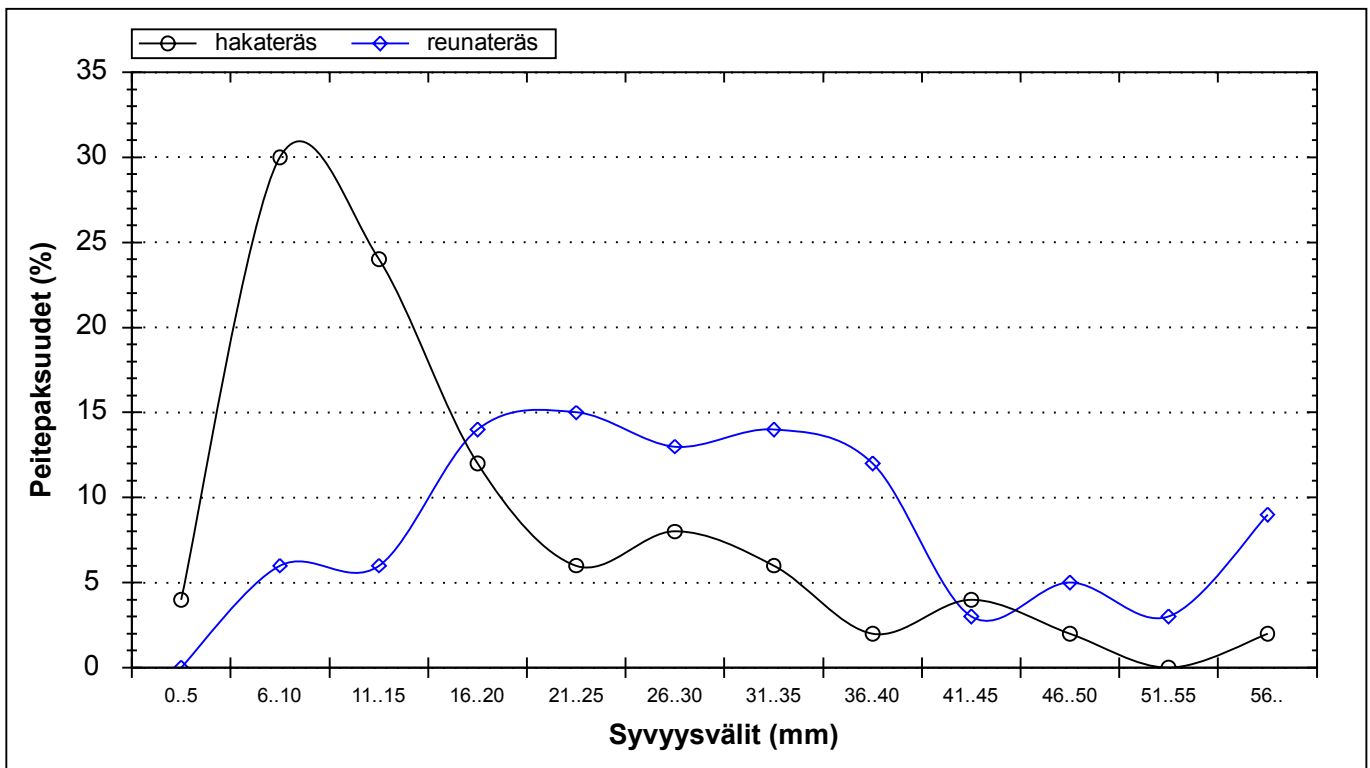
alkup klinkkeri	verkkoteräs											
Syvyysalue (mm)	0..5	6..10	11..15	16..20	21..25	26..30	31..35	36..40	41..45	46..50	51..55	56..
Raudoitteita (kpl)	0	6	35	49	53	52	31	21	4	5	3	3
Peitepaksuudet	0 %	2 %	13 %	19 %	20 %	20 %	12 %	8 %	2 %	2 %	1 %	1 %
Karbonatisoituminen	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Raudoituksesta korroosiotilassa	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Korroosiotilan kumulatiivinen osuus	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

alkup klinkkeri	reunateräs											
Syvyysalue (mm)	0..5	6..10	11..15	16..20	21..25	26..30	31..35	36..40	41..45	46..50	51..55	56..
Raudoitteita (kpl)	0	0	6	16	21	27	45	20	19	6	2	1
Peitepaksuudet	0 %	0 %	4 %	10 %	13 %	17 %	27 %	11 %	12 %	4 %	1 %	1 %
Karbonatisoituminen	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Raudoituksesta korroosiotilassa	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Korroosiotilan kumulatiivinen osuus	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %



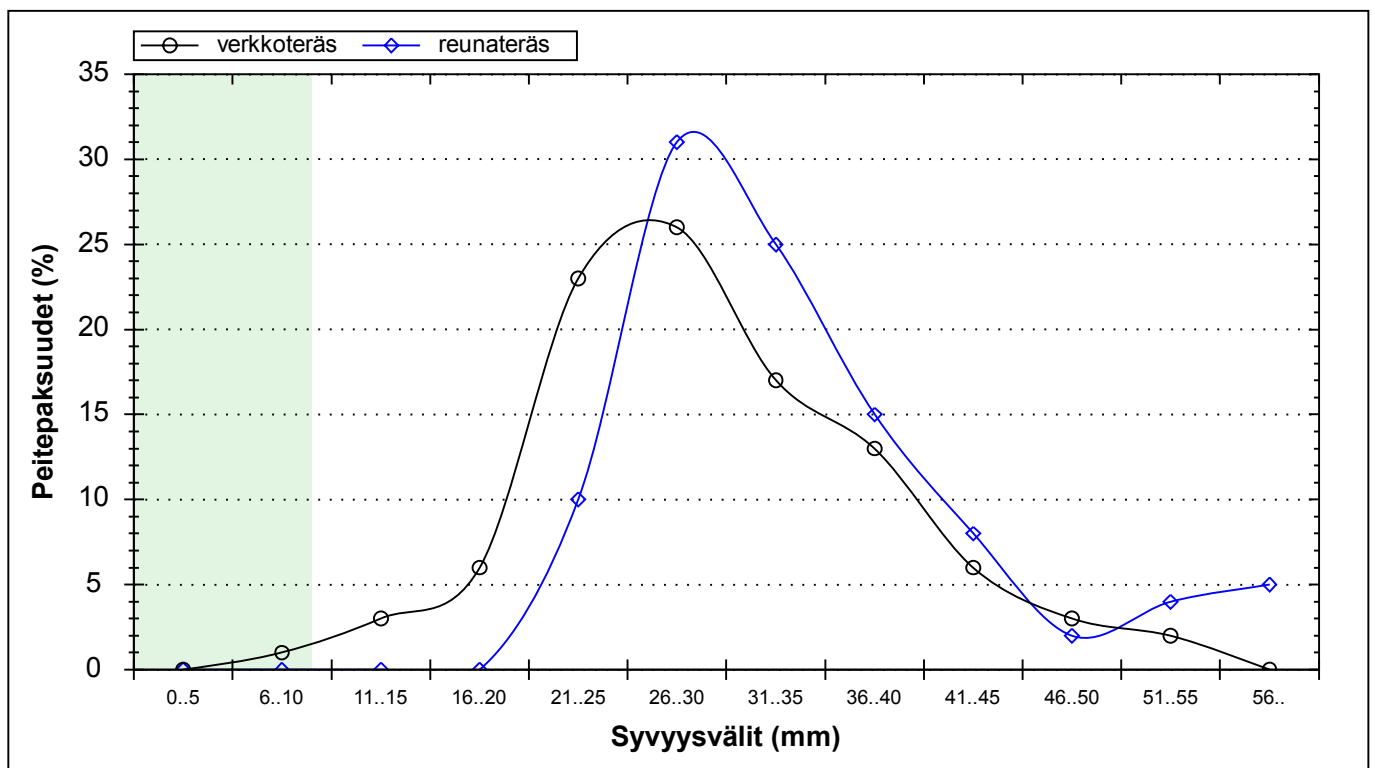
betonipilasteri		hakateräs											
Syvyysalue (mm)		0..5	6..10	11..15	16..20	21..25	26..30	31..35	36..40	41..45	46..50	51..55	56..
Raudoitteita (kpl)		3	24	20	10	5	7	5	2	3	2	0	2
Peitepaksuudet		4 %	30 %	24 %	12 %	6 %	8 %	6 %	2 %	4 %	2 %	0 %	2 %
Karbonatisoituminen		0 %	33 %	67 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Raudoituksesta korroosiotilassa		4 %	24 %	8 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Korroosiotilan kumulatiivinen osuus		4 %	28 %	36 %	36 %	36 %	36 %	36 %	36 %	36 %	36 %	36 %	36 %

betonipilasteri		reunateräs											
Syvyysalue (mm)		0..5	6..10	11..15	16..20	21..25	26..30	31..35	36..40	41..45	46..50	51..55	56..
Raudoitteita (kpl)		0	13	14	35	35	32	33	28	6	11	7	20
Peitepaksuudet		0 %	6 %	6 %	14 %	15 %	13 %	14 %	12 %	3 %	5 %	3 %	9 %
Karbonatisoituminen		0 %	33 %	67 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Raudoituksesta korroosiotilassa		0 %	5 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Korroosiotilan kumulatiivinen osuus		0 %	5 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %



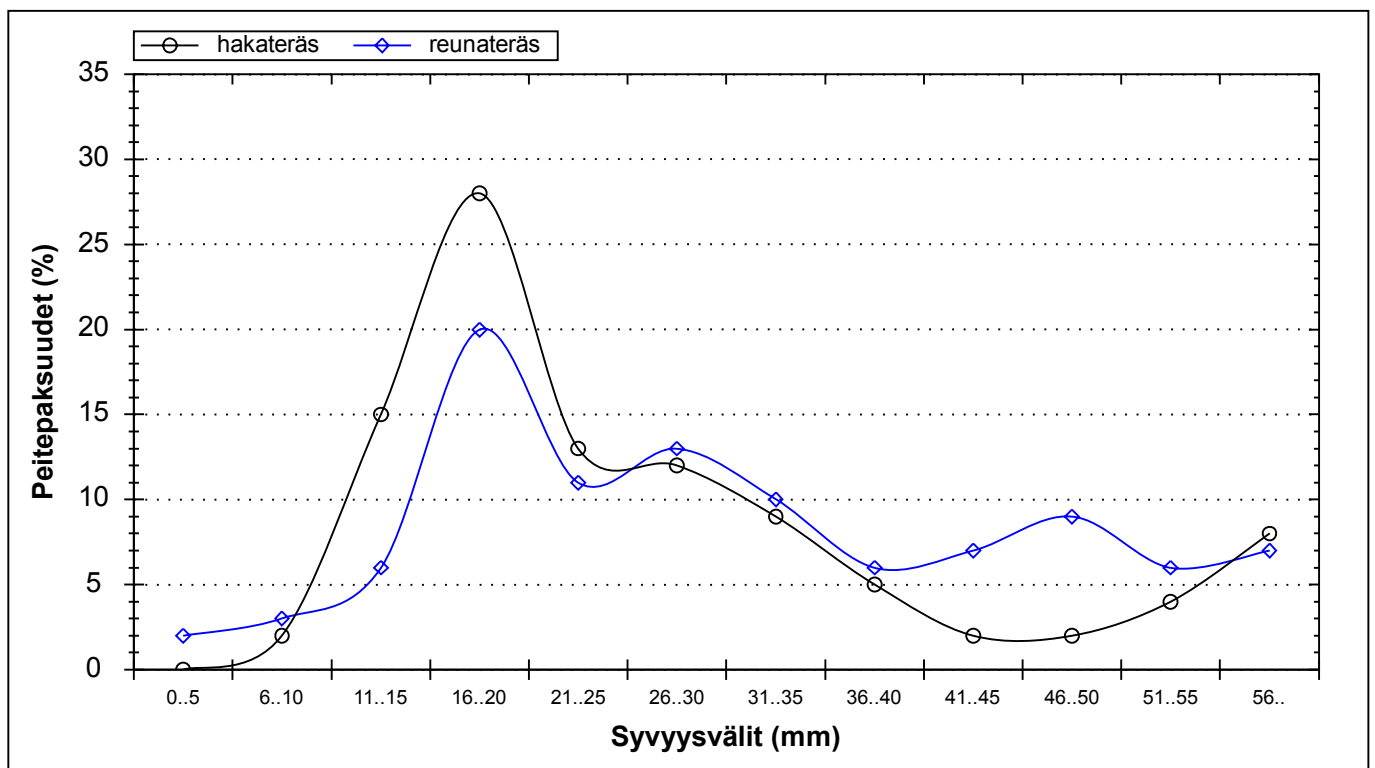
laajennus klinkkeri	verkkoteräs											
Syvyysalue (mm)	0.5	6..10	11..15	16..20	21..25	26..30	31..35	36..40	41..45	46..50	51..55	56..
Raudoitteita (kpl)	0	3	10	18	68	75	50	39	17	10	6	0
Peitepaksuudet	0 %	1 %	3 %	6 %	23 %	26 %	17 %	13 %	6 %	3 %	2 %	0 %
Karbonatisoituminen	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Raudoituksesta korroosiotilassa	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Korroosiotilan kumulatiivinen osuus	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

laajennus klinkkeri	reunateräs											
Syvyysalue (mm)	0.5	6..10	11..15	16..20	21..25	26..30	31..35	36..40	41..45	46..50	51..55	56..
Raudoitteita (kpl)	0	0	0	0	13	40	31	19	10	2	5	6
Peitepaksuudet	0 %	0 %	0 %	0 %	10 %	31 %	25 %	15 %	8 %	2 %	4 %	5 %
Karbonatisoituminen	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Raudoituksesta korroosiotilassa	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Korroosiotilan kumulatiivinen osuus	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %



betonipilasteri		hakateräs											
Syvyysalue (mm)		0..5	6..10	11..15	16..20	21..25	26..30	31..35	36..40	41..45	46..50	51..55	56..
Raudoitteita (kpl)		0	2	15	30	14	12	9	5	2	2	4	8
Peitepaksuudet		0 %	2 %	15 %	28 %	13 %	12 %	9 %	5 %	2 %	2 %	4 %	8 %
Karbonatisoituminen		0 %	0 %	67 %	33 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Raudoituksesta korroosiotilassa		0 %	2 %	10 %	5 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Korroosiotilan kumulatiivinen osuus		0 %	2 %	12 %	17 %	17 %	17 %	17 %	17 %	17 %	17 %	17 %	17 %

betonipilasteri		reunateräs											
Syvyysalue (mm)		0..5	6..10	11..15	16..20	21..25	26..30	31..35	36..40	41..45	46..50	51..55	56..
Raudoitteita (kpl)		3	6	11	36	19	24	17	11	13	16	10	12
Peitepaksuudet		2 %	3 %	6 %	20 %	11 %	13 %	10 %	6 %	7 %	9 %	6 %	7 %
Karbonatisoituminen		0 %	0 %	67 %	33 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Raudoituksesta korroosiotilassa		2 %	3 %	4 %	3 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Korroosiotilan kumulatiivinen osuus		2 %	5 %	9 %	13 %	13 %	13 %	13 %	13 %	13 %	13 %	13 %	13 %



26.11.2019

A-Insinöörit Suunnittelu Oy  
 Johanna Hakalahti  
 Puutarhakatu 10, 33210 Tampere

**Tilaaaja:** Johanna Hakalahti  
**Kohde:** 3114143.39

A-Insinöörit Civil Oy on suorittanut betonin vetolujuuden määrittämisen tilaajan toimittamista näytteistä. Kokeen on suorittanut A-Insinöörit Civil Oy:n laboratoriossa asiantuntija Femi Adesola. Prosessista vastaa laboratorio-päällikkö Matti Halonen. Vetokoe on suoritettu standardin *SFS 5445 Betoni. Vetolujuus* mukaisesti.

Näytteet olivat halkaisijaltaan (*d*) 50,7-51,0 mm poralieriöitä.

RAKENNE JA NÄYTE		NÄYT- TEEN PITUUS [mm]	LUJUUS [MPa]	MURTO- KOHTA [mm]	MURTOTAPA (tulkinta)	HUOMIO
päätyklinkkeri	VT 02	66	0.6	11-18 UP	Max rae 36 mm. Murto myötäillen.	
	VT 02	66	1.7	10-21 UP	Max rae 22 mm. Murto myötäillen.	Uusintaveto
	VT 03	56	2.9	17-24 UP	Max rae 18 mm. Murto leikaten.	Murtokohdassa rauta (D = 4 mm).
laajennus klinkkeri	VT 12	51	2.6	17-26 UP	Max rae 8 mm. Murto myötäillen.	
	VT 13	58	3.7	36-47 UP	Max rae 13 mm. Murto myötäillen.	
alkup klinkkeri	VT 21	52	2.5	20-32 UP	Max rae 16 mm. Murto leikaten.	Murtokohdassa rauta (D = 8 mm).
	VT 22	76	2.3	23-35 UP	Max rae 33 mm. Murto myötäillen.	



RAKENNE JA NÄYTE		NÄYT- TEEN PI- TUUS [mm]	LUJUUS [MPa]	MURTO- KOHTA [mm]	MURTOTAPA (tulkinta)	HUOMIO
betonipilasteri	VT 32	83	2.5	50-69 UP	Max rae 19 mm. Murto myötäillen.	
	VT 33	60	1.7	2-10 UP	Max rae 25 mm. Murto myötäillen.	
	VT 35	61	2.6	12-22 UP	Max rae 35 mm. Murto myötäillen.	
	VT 36	67	4.2	46-52 UP	Max rae 13 mm. Murto myötäillen.	

**OHUTHIEANALYYSI**

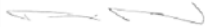
<b>Tilaja:</b> A-Insinöörit Suunnittelu Oy/ Johanna Hakalahti	<b>Tilaus-/ toimituspäivä:</b> 8.11.2019	<b>Kohde/ projektinnumero:</b> 3114143.39
<b>Näytetunnukset:</b> VT 04, VT 11, VT 23, VT 31, VT 34	<b>Näytteiden materiaali:</b> Betoni	<b>Näytepreparaatti:</b> Ohuthie 48 mm x 28 mm (paksuus 0,020-0,025 mm)

**Menetelmä:**

Tilajan toimittamat näytteet tutkittiin stereomikroskoopilla ja niistä valmistetut ohuthieet polarisaatiomikroskoopilla. Ohuthieanalyysi on akkreditoitu menetelmä ja analyysissä sovelletaan standardia ASTM C 856-18a. Näytteenotosta vastaa tilaaja. Ohuthieet on valmistettu tilaajan osoittamasta näytepinnasta pintaa vastaan kohtisuoraan Labroc Oy:n laboratoriossa. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.

**Tutkija:**

**Tomi Tolppi**, Tutkija, Geologi  
p. 050 439 5079, tomi.tolppi@labroc.fi

**Tarkastaja:**

**Sini Halonen**, Tutkija, Geologi  
p. 040 552 6848, sini.halonen@labroc.fi



**TULOSTEN ARVIOINTI:**

Taulukoissa on arvioitu näytteiden **laatua ja kuntoa** asteikolla: **HYVÄ, TYYDYTTÄVÄ, VÄLTTÄVÄ** ja **HEIKKO**.

**Laadultaan** hyvissä näytteissä betoni on tasalaatuista ja hyvin tiivistynyttä ja mikrorakenteeltaan tasalaatuista. Laadultaan tyydyttävissä näytteissä betonissa on lieviä laatu puutteita, joilla voi olla vaikutusta betonin lujuuteen tai säilyvyyteen.

Laadultaan välttävässä ja heikoissa näytteissä betonissa on merkittäviä laatu puutteita, jotka heikentävät betonin lujuutta ja säilyvyyttä.

**Kunnoltaan** hyvissä näytteissä ei ole havaittavissa betonin kuntoa heikentäviä vaurioita. Kunnoltaan heikoissa näytteissä betoni on täysin vaurioitunut. Kunnoltaan tyydyttävissä ja välttävässä näytteissä on havaittavissa eriasteisia vaurioita, joilla on kuntoa ja säilyvyyttä heikentävää vaikutusta.

**Karbonatisoituminen** on mitattu ohuthieestä ja/tai pH-indikaattoriliuoksella lieriön halkaistulta pinnalta.

**Huokostus** on arvioon perustuva.

**Rapautuneisuutta** on kuvattu asteikolla 0-4: 0 - ei rapautumaa, 1 - vähäistä, 2 - kohtalaista, 3 - voimakasta, 4 - ei koossapysyvää.

**TULOSTEN ARVIOINTI JA YHTEENVETO**

Näyte	Rakenneosa/ ohuthiepinta	Laatu	Kunto	Karbonatisoituminen min-max/ka. (mm)	Huokostus/ huokostäytteet	Rapautu- neisuus
<b>VT 04</b>	päätyklinkkeri/ ulkopinta 48mm	hyvä	hyvä	ulkopinta alle 1 sisäpinta 12-26/18	ei/ei	0
lisätieto	-					
<b>VT 11</b>	laajennus klinkkeri/ ulkopinta 48mm	hyvä	hyvä	ulkopinta alle 1 sisäpinta 8-16/12	ei/vähän kalsiumhydroksidi	0
lisätieto	-					
<b>VT 23</b>	alkup klinkkeri/ ulkopinta 48mm	tyydyttävä	hyvä	ulkopinta alle 1 sisäpinta 15-42/26	ei/vähän kalsiumhydroksidi	0
lisätieto	- karbonatisoituminen on saavuttanut teräsvyyden sisäpinnassa - lievää vedenerottumista					
<b>VT 31</b>	betonipilasteri/ ulkopinta 48mm	hyvä	hyvä	ulkopinta 14-22/17	ei/ei	0
lisätieto	-					
<b>VT 34</b>	betonipilasteri/ ulkopinta 48mm	hyvä	hyvä	ulkopinta 5-10/8	ei/ei	0
lisätieto	-					

**YHTEENVETO:**

Betonit ovat laadultaan pääosin hyviä (betonissa VT 23 karbonatisoituminen on saavuttanut teräsvyyden ja lievää vedenerottumista). Betoneissa ei havaittu merkittäviä vaurioita.

Sideaine on hyvälaatuista. Karbonatisoituminen on edennyt sisäpinnassa syväälle betoniin, jolloin betonin teräksille antama kemiallinen suoja on heikentynyt/hävinnyt. Se on saavuttanut teräsvyyden (betoni VT 23, teräs puuttuu näytteestä).

Kiviaineen tartunnat ovat hyvät. Terästen tartunnat ovat yleensä hyvät.

Betonit eivät ole huokostettuja eivätkä huokosrakenteen perusteella pakkasenkestäviä kosteusrasituksessa. Betonissa VT 11 ja VT 23 havaittiin ilmeisesti rakennuskosteuden aiheuttamia kiteytymiä, mikä ei merkittävästi heikennä betonin säilyvyyttä.

Klinkkerilaatat/tasoiitteet/pinnoitteet ovat kiinni alustassa. Niiden kunto on hyvä.

**Näyte VT 04. päätyklinkkeri**

lieriön pituus 101 mm, Ø: 50 mm, ohuthiepinta: ulkopinta 0-48 mm

**Näytteen ulkoasu ja pinnat:**

- näytelieriö ulottuu läpi rakennusosan
- ulkopinta: 8 mm klinkkerilaatta (kiinni betonissa)
- sisäpinta: epätasainen betoni (sementtiliimaa, villajäänteitä)

**Karbonatisoituminen (min.-max./ka.) ja teräkset:**

- ulkopinta: alle 1 mm (klinkkerin alla), 6 mm saumassa
- sisäpinta: 12-26/18 mm
- teräs (Ø 3 mm) 14 mm ulkopinnasta (tartunta tiivis, ei ruostetta)

**Tiivistyminen:**

- hyvä, tiivistyshuokosia vähän

**Kiviaines:**

- pääkivilajit: osin pyöristyneet granitoidit ja metasedimentit, suurin raekoko 16 mm, kiviaine ehjää

**Sideaine:**

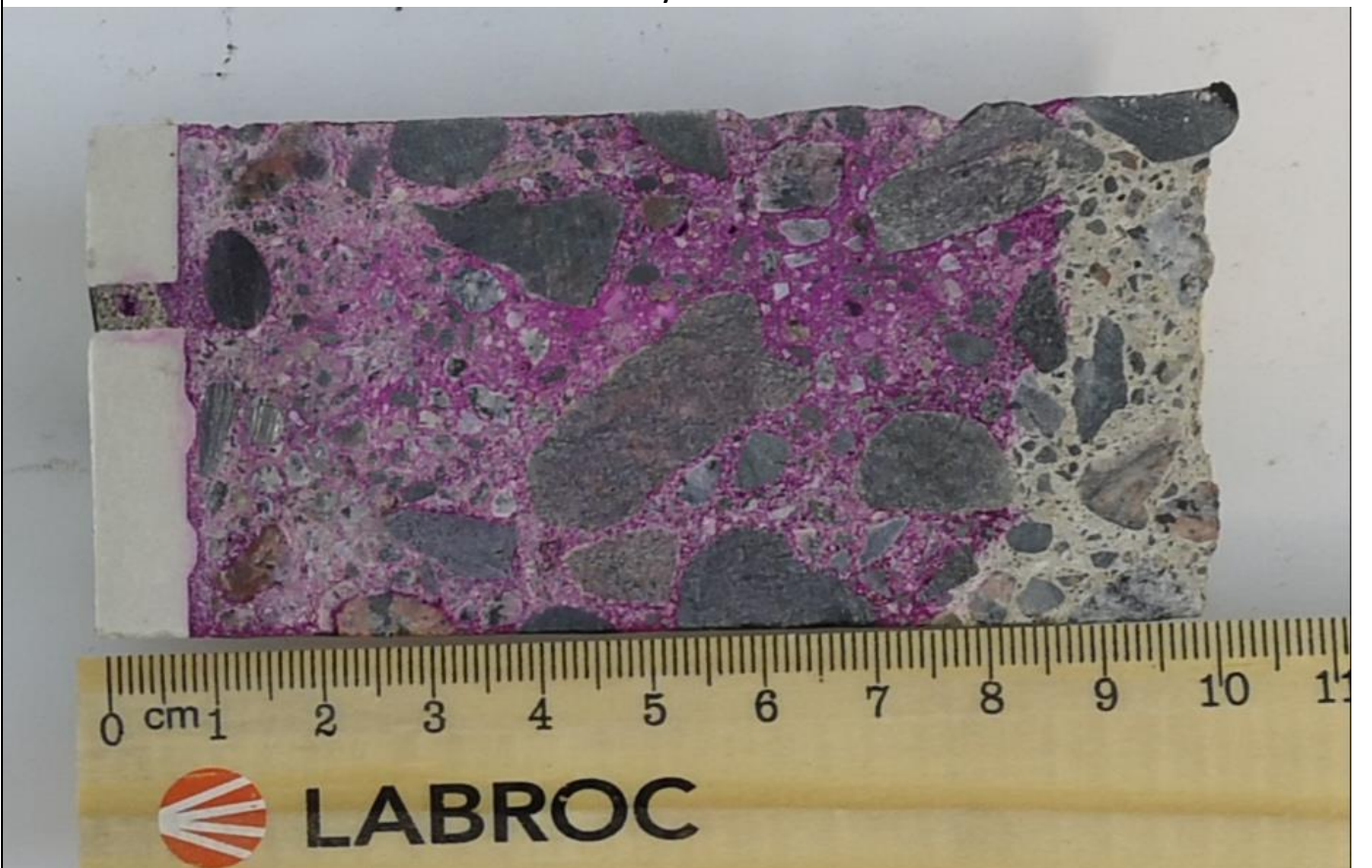
- portlandsementti (seosaineena masuunikuonaa), hyvin hydratoitunut
- mikrorakenne tasalaatuinen, sideainetta suhteessa kiviaineeseen on tavanomaisesti

**Suojahuokostus ja huokostäytteet:**

- pyöreitä suojahuokosiksi kooltaan luettavia huokosia on vähän
- ei merkittäviä sekundäärisiä kiteytymiä

**Halkeilu/ säröily:**

- ulkopinnassa 0-48 mm havaittiin vähäistä, kuivumiskutistumatyyppistä mikrosäröilyä

**Näytelieriö**

**Näyte VT 11. laajennus klinkkeri**

lieriön pituus 78 mm, Ø: 50 mm, ohuthiepinta: ulkopinta 0-48 mm

**Näytteen ulkoasu ja pinnat:**

- näytelieriö ulottuu läpi rakennusosan
- ulkopinta: 9 mm klinkkerilaatta (kiinni betonissa)
- sisäpinta: epätasainen betoni (sementtiliimaa, villajäänteitä)

**Karbonatisoituminen (min.-max./ka.) ja teräkset:**

- ulkopinta: alle 1 mm (klinkkerin alla), 12 mm saumassa
- sisäpinta: 8-16/12 mm
- teräs (Ø 5 mm) 23 mm ulkopinnasta (tartunta tiivis, ei ruostetta)

**Tiivistyminen:**

- hyvä, tiivistyshuokosia vähän

**Kiviaines:**

- pääkivilajit: osin kulmikkaat granitoidit, suurin raekoko 6 mm, kiviaine ehjää

**Sideaine:**

- portlandsementti, hyvin hydratoitunut
- mikrorakenne tasalaatuinen, sideainetta suhteessa kiviaineeseen on tavanomaisesti

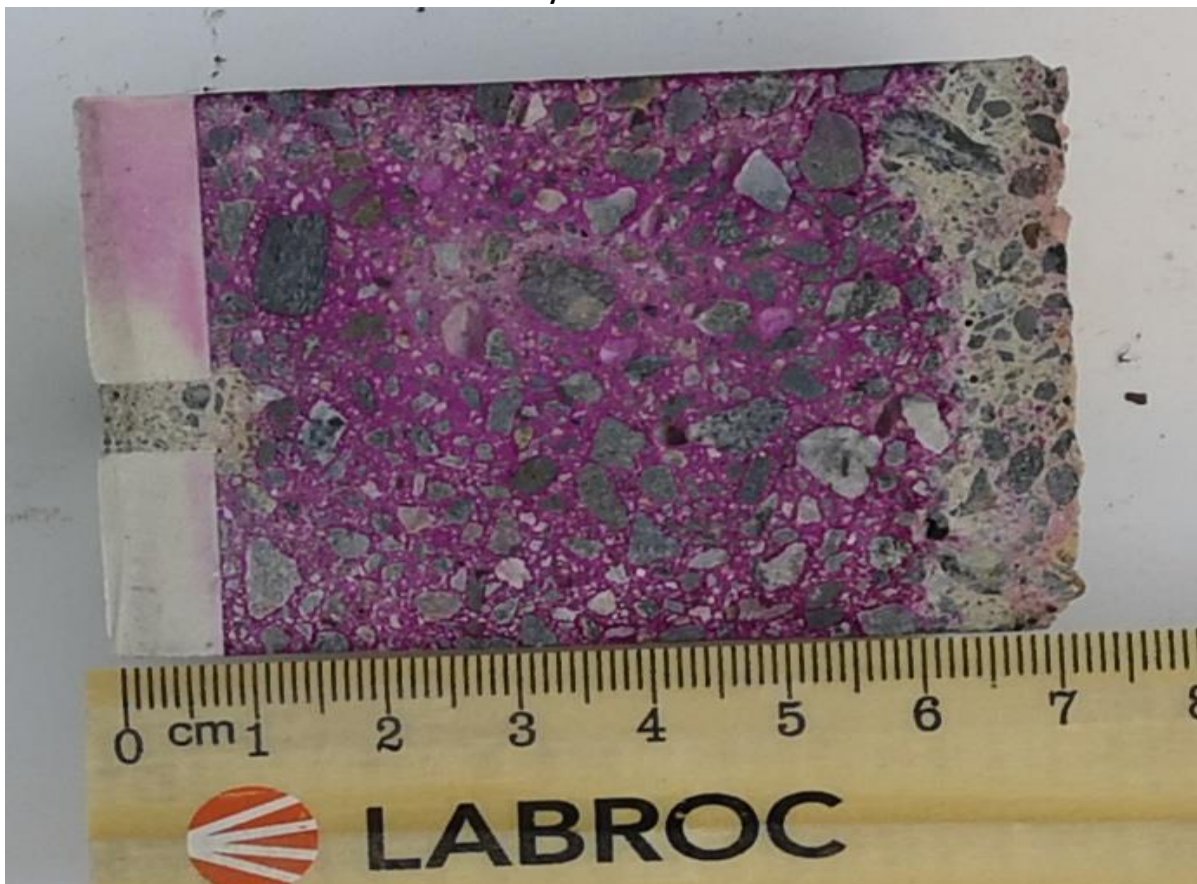
**Suojahuokostus ja huokostäytteet:**

- pyöreitä suojahuokosiksi kooltaan luettavia huokosia on jonkin verran
- huokosiin on kiteytynyt vähän kalsiumhydroksidia

**Halkeilu/ säröily:**

- ulkopinnassa 0-48 mm havaittiin vähäistä, kuivumiskutistumatyypistä mikrosäröilyä

Näytelieriö





**Näyte VT 23. alkup klinkkeri**

lieriön pituus 64 mm, Ø: 50 mm, ohuthiepinta: ulkopinta 0-48 mm

**Näytteen ulkoasu ja pinnat:**

- näytelieriö ulottuu läpi rakennusosan (sisäpinnasta murentunut teräksen kohdalta)
- ulkopinta: 8 mm klinkkerilaatta (kiinni betonissa)
- sisäpinta: epätasainen betoni (murtopinta, osin sementtiliimaa ja villajäänteitä)

**Karbonatisoituminen (min.-max./ka.) ja teräkset:**

- ulkopinta: alle 1 mm (klinkkerin alla), 4 mm saumassa
- sisäpinta: 15-42/26 mm
- teräs (puuttuu) 33 mm ulkopinnasta (betonissa ei havaittu ruostetta)

**Tiivistyminen:**

- hyvä, tiivistyshuokosia vähän, kiviainetartunnoissa paikoin kalsiumhydroksidia

**Kiviaines:**

- pääkivilajit: osin kulmikkaat granitoidit, suurin raekoko 10 mm, kiviaine ehjää

**Sideaine:**

- portlandsementti (seosaineena masuunikuonaa), hyvin hydratoitunut
- mikrorakenne tasalaatuinen, sideainetta suhteessa kiviaineeseen on tavanomaisesti

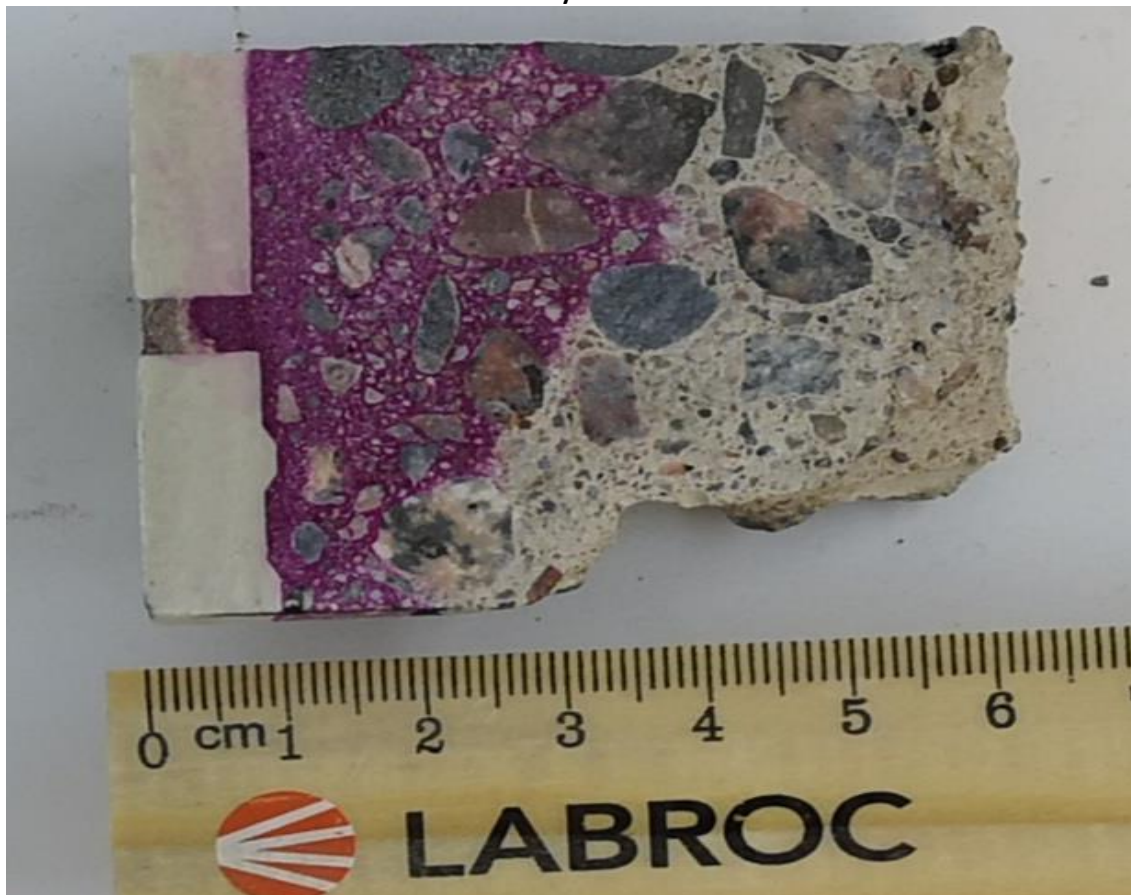
**Suojahuokostus ja huokostäytteet:**

- pyöreitä suojahuokosiksi kooltaan luettavia huokosia on jonkin verran
- huokosiin on kiteytynyt vähän kalsiumhydroksidia

**Halkeilu/ säröily:**

- ulkopinnassa 0-48 mm havaittiin vähäistä, kuivumiskutistumatyyppistä mikrosäröilyä

Näytelieriö





**Näyte VT 31. betonipilasteri**

lieriön pituus 83 mm, Ø: 50 mm, ohuthiepinta: ulkopinta 0-48 mm

**Näytteen ulkoasu ja pinnat:**

- näytelieriö on katkaistu (sisäpinta puuttuu)
- ulkopinta: 0,2-0,3 mm paksu pinnoite (epäorgaaninen, kuitumaista mineraalainesta), 8 mm paksu sementtilaasti (kaksinkertainen pintakerros 2-3 mm ja pohjakerros 5-6 mm), kiinni betonissa (ohuthiekuva)
- sisäpinta: murtopintainen betoni

**Karbonatisoituminen (min.-max./ka.) ja teräkset:**

- ulkopinta: 14-22/17 mm
- näytteessä ei teräksiä

**Tiivistyminen:**

- hyvä, tiivistyshuokosia vähän

**Kiviaines:**

- pääkivilajit: osin pyöristyneet granitoidit ja metasedimentit, suurin raekoko 6 mm, kiviaine ehjää

**Sideaine:**

- portlandsementti (seosaineena masuunikuonaa), hyvin hydratoitunut
- mikrorakenne tasalaatuinen, sideainetta suhteessa kiviaineeseen on tavanomaisesti

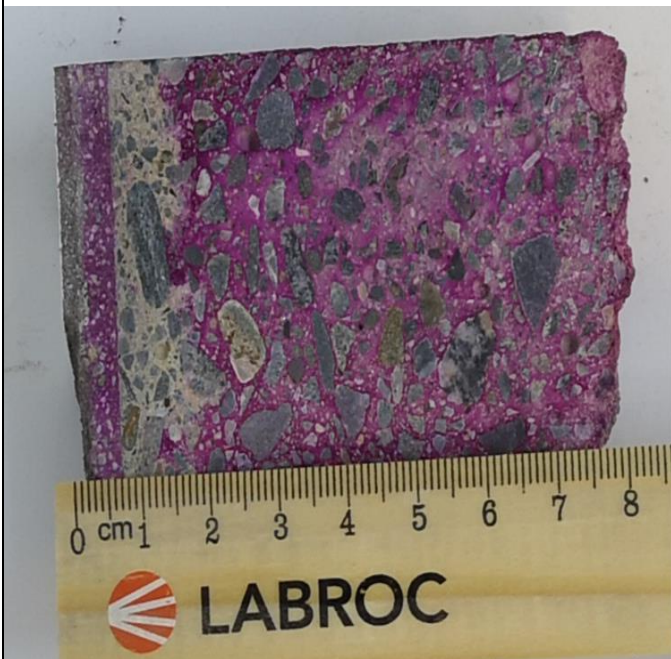
**Suojahuokostus ja huokostäytteen:**

- pyöreitä suojahuokosiksi kooltaan luettavia huokosia on vähän
- ei merkittäviä sekundäärisiä kiteytymiä

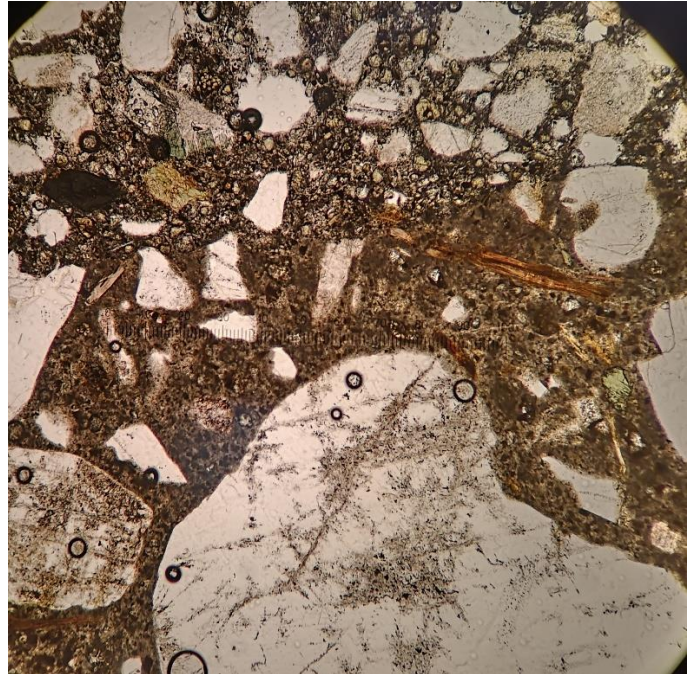
**Halkeilu/ säröily:**

- ulkopinnassa 0-48 mm ei havaittu merkittävää mikrosäröilyä

Näytelieriö



Ohuthiekuva, kuvan sivun pituus on 2,2 mm



**Näyte VT 34. betonipilasteri**

lieriön pituus 94 mm, Ø: 50 mm, ohuthiepinta: ulkopinta 0-48 mm

**Näytteen ulkoasu ja pinnat:**

- näytelieriö on katkaistu (sisäpinta puuttuu)
- ulkopinta: 0,2-0,4 mm paksu pinnoite (epäorgaaninen, kuitumaista mineraalainesta), 4 mm paksu sementtilaasti, kiinni betonissa
- sisäpinta: murtopintainen betoni

**Karbonatisoituminen (min.-max./ka.) ja teräkset:**

- ulkopinta: 5-10/8 mm
- näytteessä ei teräksiä

**Tiivistyminen:**

- hyvä, tiivistyshuokosia vähän

**Kiviaines:**

- pääkivilajit: osin pyöristyneet granitoidit ja metasedimentit, suurin raekoko 16 mm, kiviaine ehjää

**Sideaine:**

- portlandsementti (seosaineena masuunikuonaa), hyvin hydratoitunut
- mikrorakenne tasalaatuinen, sideainetta suhteessa kiviaineeseen on tavanomaisesti

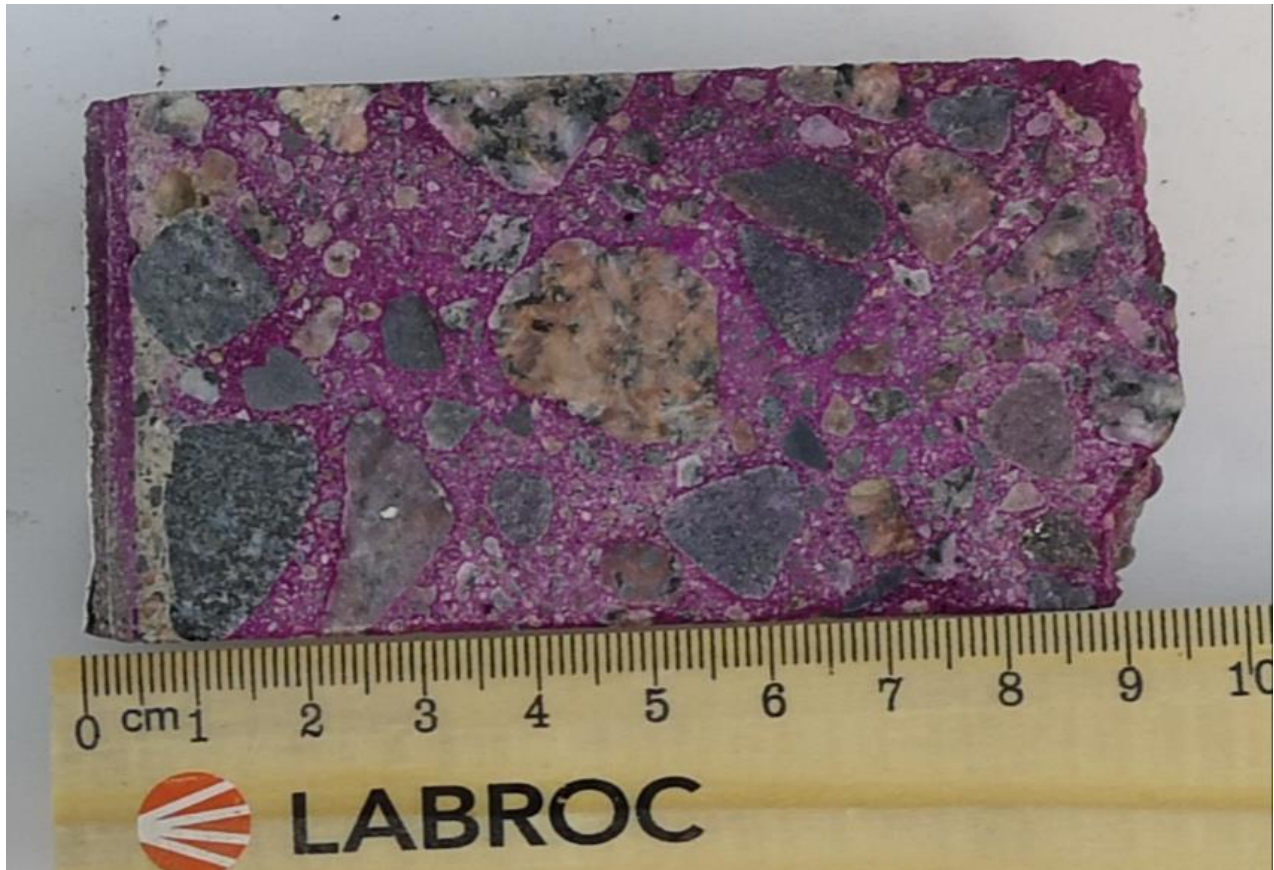
**Suojahuokostus ja huokostäytteen:**

- pyöreitä suojahuokosiksi kooltaan luettavia huokosia on jonkin verran
- ei merkittäviä sekundäärisiä kiteytymiä

**Halkeilu/ säröily:**

- ulkopinnassa 0-48 mm ei havaittu merkittävää mikrosäröilyä

Näytelieriö



## TILAUKSEN TIEDOT

Tilaaja	Tilauspäivämäärä
Johanna Hakalahti A-Insinöörit Suunnittelu Oy Puutarhakatu 10, 33210 Tampere	13.11.2019
	Projektinnumero/-kohde
	3114143.39

## MITTAUSTULOKSET

Mittauspäivä-määrä	Näytetunnus	Näytekuvaus	Näytetyyppi	Kloridipitoisuus [paino-%]
20.11.2019	VT CL 02	päätyklinkkeri	Porajauhe	0.02
20.11.2019	VT CL 11	laajennus klinkkeri	Porajauhe	0.01
20.11.2019	VT CL 21	alkup klinkkeri	Porajauhe	0.01
20.11.2019	VT CL 31	betonipilasteri	Porajauhe	0.02

## MUUTA

## Menetelmän kuvaus

Koe suoritettiin standardin SFS-EN 14629 potentiometristä titrausmenetelmää käyttäen. Tilauksen mahdollisesti sisältämistä rakennekoekappaleista porattiin riittävä määrä jauhenäytettä ennen alkukäsittelyä ja titraamista. Tulokset on ilmoitettu painoprosentteina betoninäytteen kuivapainosta.

## Näytteiden säilytyksestä

Jäljelle jääneitä näytemateriaaleja varastoidaan kuusi kuukautta, jonka jälkeen ne hävitetään. Mikäli haluatte näytemateriaalit takaisin, ottakaa yhteyttä raportin allekirjoittaneeseen henkilöön.



Noora Kanerva  
Laboratorioanalyttikko  
+358444211206  
noora.kanerva@ains.fi