

# Tutkimusselostus

Kaukajärven koulu  
Juvankatu 13, 33710 Tampere

Julkisivujen kuntotutkimus  
20.8.2024



## Sisällys

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Yleistiedot .....                                | 3  |
| 1.1   | Tutkimuksen kohde .....                          | 3  |
| 1.2   | Tutkimuksen tilaaja.....                         | 3  |
| 1.3   | Tutkimuksen tekijä.....                          | 3  |
| 1.4   | Tutkimuksen lähtökohta ja tavoite .....          | 3  |
| 2.    | Tutkimuskohteen yleiskuvaus .....                | 3  |
| 3.    | Lähtötiedot .....                                | 5  |
| 3.1   | Käytössä olleet asiakirjat .....                 | 5  |
| 3.2   | Tiedossa olevat tehdyt korjaustoimenpiteet ..... | 6  |
| 4.    | Tutkimusmenetelmät .....                         | 6  |
| 5.    | Julkisivurakenteet ja rakenneavaukset.....       | 7  |
| 5.1   | Rakenne lähtötietojen perusteella .....          | 7  |
| 5.2   | Rakenneavaukset .....                            | 11 |
| 5.3   | Havainnot ja mittaustulokset .....               | 18 |
| 5.3.1 | Aistinvaraiset havainnot .....                   | 18 |
| 5.3.2 | Betonipeitemittaukset .....                      | 27 |
| 5.3.3 | Laboratoriotutkimukset.....                      | 28 |
| 5.4   | Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset .....   | 32 |
| 6.    | Päiväys ja allekirjoitukset .....                | 34 |

## LIITTEET

Liite 1: Vaurio- ja tutkimuskartat

Liitteet 2-5: Laboratorioanalyysit, Labroc Oy

## 1. Yleistiedot

### 1.1 Tutkimuksen kohde

Kaukajärven koulu  
Juvankatu 13  
33710 Tampere

### 1.2 Tutkimuksen tilaaja

Tampereen Tilapalvelut Oy  
Yhteyshenkilö: Kiinteistömanageri Joonas Nikula  
joonas.nikula@tilapa.fi, 040 635 1393

### 1.3 Tutkimuksen tekijä

IdeaStructura Oy  
Viinikankatu 47  
33800 Tampere

Natalia Santala, DI  
natalia.santala@ideastructura.com, p. 050 557 4884

Rasmus Törrönen, DI  
rasmus.torronen@ideastructura.com

### 1.4 Tutkimuksen lähtökohta ja tavoite

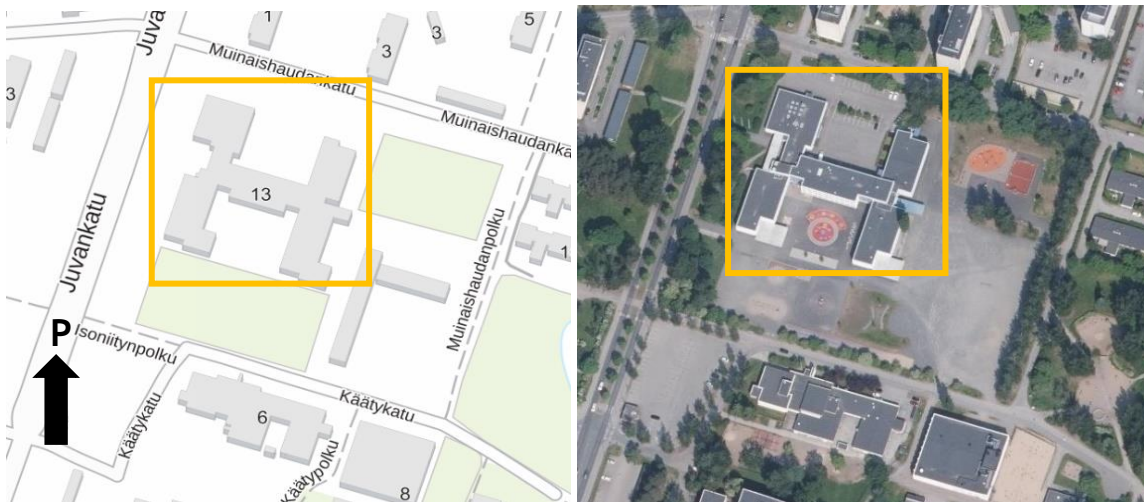
Rakennukseen tehdään mahdollisen perusparannuksen tarveselvitystä, jonka lähtötietona haluttiin selvittää rakennuksen julkisivurakenteiden ja ulkobetoneirakenteiden kuntoa. Rakennukseen on aiemmin tehty kosteus- ja rakennetekninen kuntotutkimus (Ideastructura Oy, 19.2.2024) sekä asbesti- ja haitta-ainetutkimus (Ideastructura Oy, 20.3.2024)

## 2. Tutkimuskohteen yleiskuvaus

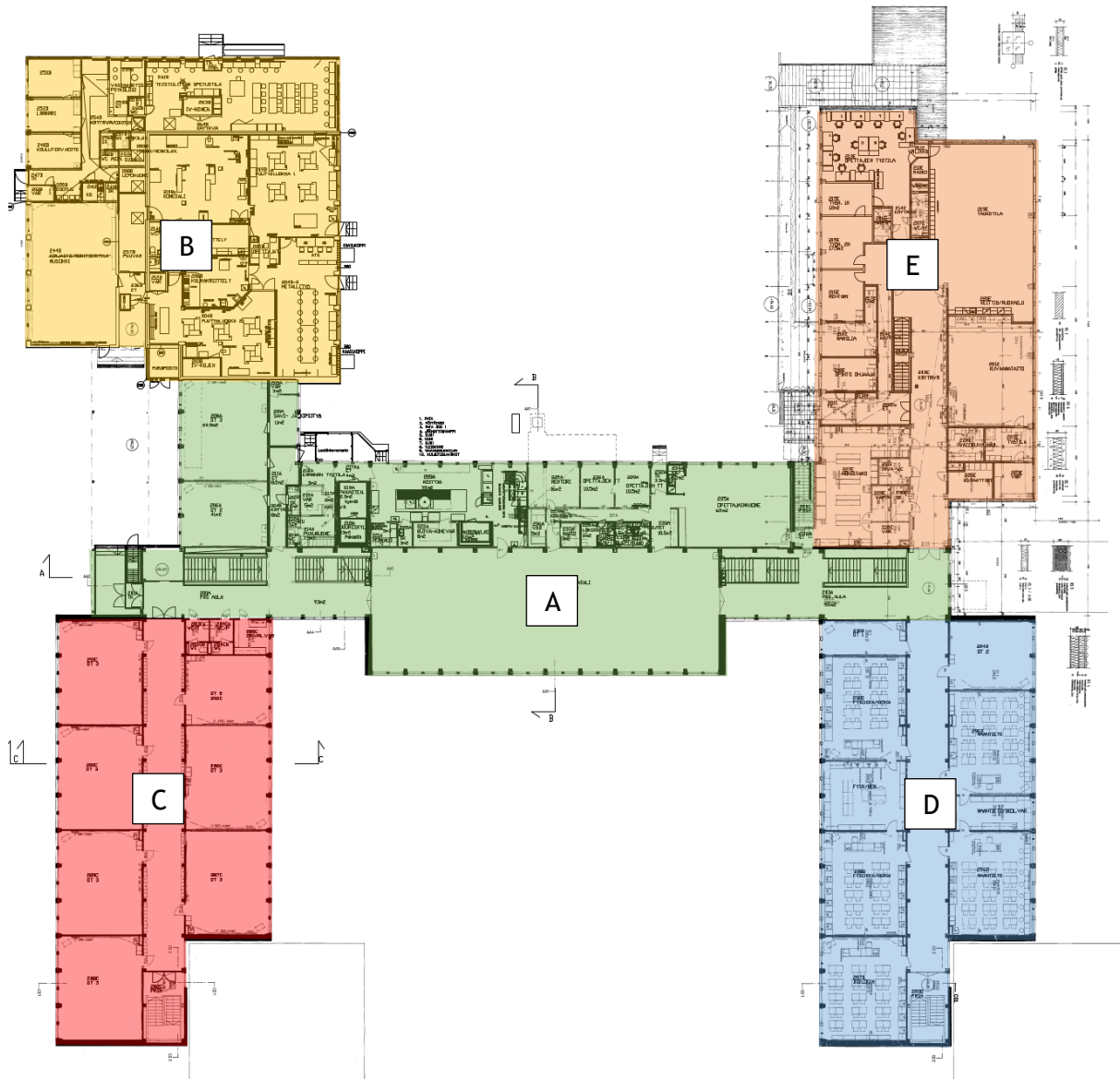
Tutkimuskohteena oleva Kaukajärven koulu on valmistunut alun perin 1970-luvun alussa ja se sijaitsee Kaukajärven kaupunginosassa osoitteessa Juvankatu 13 Tampere. Koulurakennusta on laajennettu 1990-luvulla. Rakennus on betonirunkoinen ja se on perustettu pilariperustuksille.

Koulurakennus on jaettu viiteen eri rakennusosaan (A, B, C, D ja E) kuvan 2 mukaisesti, joista E-osa on 1990-luvulla valmistunutta laajennusosaa. A-osalla on kolme maanpäällistä kerrosta, C-, D- ja E-osilla on kaksi kerrosta ja B-osan on yksikerroksinen. 1-kerroksinen B-osa on samassa korkeusasemassa, kun muiden osien toiset kerrokset.

Alkuperäisosan alapohjarakenteena on ns. maanvastainen kaksoislaattarakenne ja laajennusosalla alapohjarakenteena on maanvastainen betonilaatta alapuolisella lämmöneristeellä. Yläpohjarakenteen kantavana rakenteena ovat teräsbetoni- ja ontelolaatat ja B-osalla kevytbetonilankut. Rakennuksen bitumikermikatettu vesikatto on sisäänpäin kallistettu ja vesikatossa on sisäpuolinen vedenpoisto. Rakennuksen alkuperäisosan julkisivut ovat pääasiassa kevytbetonilankkua. Laajennusosan julkisivu on tehty alkuperäisosan julkisivua mukaillen valkobetoni- ja betonielementtirakenteisena. Sekä alkuperäisosan että laajennuksen sokkelit ovat betoni- ja villa-betoni-elementtejä.



**Kuva 1. Kaukajärven koulu karttakuvassa (kuva a) sekä ilmakuvassa (kuva b). (kuvien lähde: paikkatietoikkuna.fi). Pohjoinen ilmansuunta on osoitettu nuolella.**



**Kuva 2. Rakennuksen 2. kerroksen pohjapiirustus ja sen eri rakennusosat.**

### 3. Lähtötiedot

#### 3.1 Käytössä olleet asiakirjat

Käytössä oli seuraavia tutkimuksen kannalta oleellisia lähtötietoja:

- Rakenneleikkaukset alkuperäisosalta, Harry W. Schreck 1969
- Siporex-elementtisuunnitelmia, Lohjan Kalkkitehdas Oy, 1970
- Alkuperäisosan rakennepiirustuksia, Rakennusinsinööritoimisto Kontio ja Anttila, 1970
- Laajennusosan rakennepiirustuksia, Rakennusinsinööritoimisto Kontio ja Anttila, 1992
- Rakenneleikkaukset E-osalta, Harry W. Schreck & Heikki Hietula 1992

- Kuntotutkimus, Difina Oy, 2016
- Laajennuksen portaiden korjausrakennesuunnitelmat, Sweco Rakennetekniikka Oy, 2019
- Asbesti- ja haitta-ainetutkimus, IdeaStructura Oy, 2024
- Kosteus- ja rakennetekninen kuntotutkimus, IdeaStructura Oy, 2024

### **3.2 Tiedossa olevat tehdyt korjaustoimenpiteet**

Alkuperäisosan ikkunat on uusittu vuoden 2016 jälkeisenä aikana eri vuosina. Samassa yhteydessä on tehty ikkunoiden välisten levytettyjen ulkoseinien korjauksia/uusimisia.

## **4. Tutkimusmenetelmät**

Julkisivujen kuntoa selvitettiin henkilönostimen nostokorista käsin aistinvaraisesti (korroosiovauriot, halkeamat, muut vauriot) ja rakenteista tehtyjen laboratorioanalyysien avulla. Aistinvaraisen havainnoinnin tukena tehtiin kevytbetonijulkisivujen koputtelua mahdollisen rapautuman havaitsemiseksi. Ulkoseinä- ja sokkelielementteihin tehtiin betonipeitepaksuusmittauksia Langry LR-G100 peitepaksuusmittarilla.

Julkisivuista timanttiporattiin 15 kappaletta betoninäytteitä, joille tehtiin seuraavat tutkimukset betonin ominaisuuksien ja rapautumisasteen selvittämiseksi:

- Betonin pakkasrapautumisen määrittäminen ohuthietutkimuksella, 4 kpl
- Betonin vetolujuuskoe, 10 kpl
- Betonin karbonatisoitumissyvyyden määrittäminen, 15 kpl
- Betonin kloridipitoisuus, 2 kpl

Lisäksi tehtiin rakenneavauksia kevytbetonijulkisivuihin kiinnikkeiden ja kannakkeiden materiaalin ja kunnan selvittämiseksi sekä halkeamien syvyyden tarkastelemiseksi. Kevytbetonista tutkittiin myös kloridipitoisuus (1 kpl).

Laboratoriotutkimukset teetettiin alihankintana Labroc Oy:n laboratoriossa.

## 5. Julkisivurakenteet ja rakenneavaukset

### 5.1 Rakenne lähtötietojen perusteella

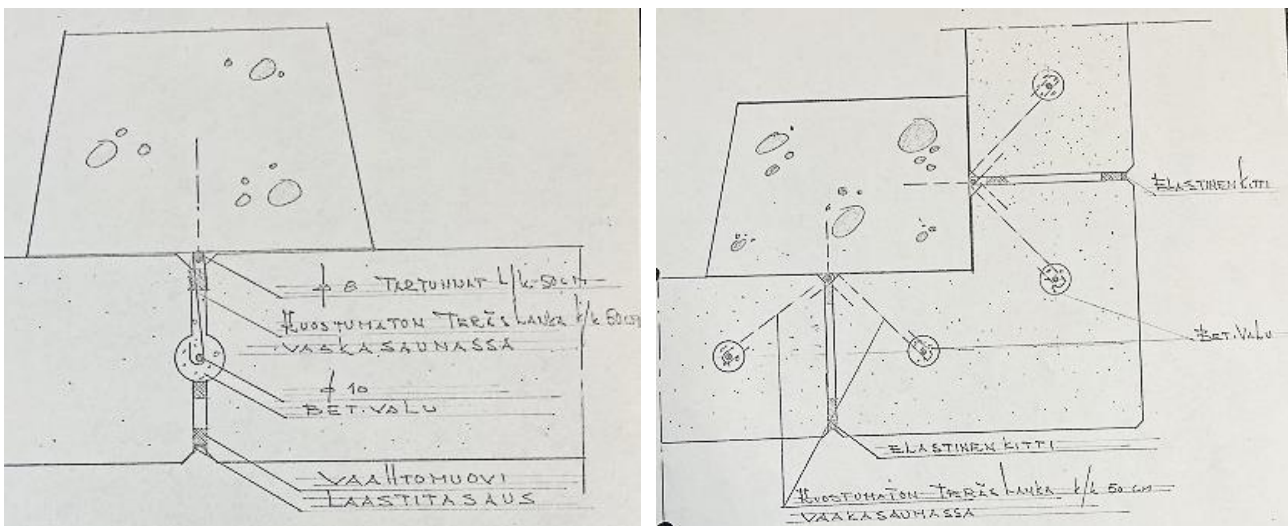
#### Alkuperäisosa

Vanhon rakennepiirustusten mukaan rakennuksen alkuperäisosien ulkoseinärakenne koostuu 250 mm:n paksuista kevytbetonielementeistä, jotka on sidottu kantaviin teräsbetonipilareihin. Elementtien julkisivupinnoitteena on maali. Elementtien raudoituksista ei löytynyt vanhaa suunnitelma-aineistoa.

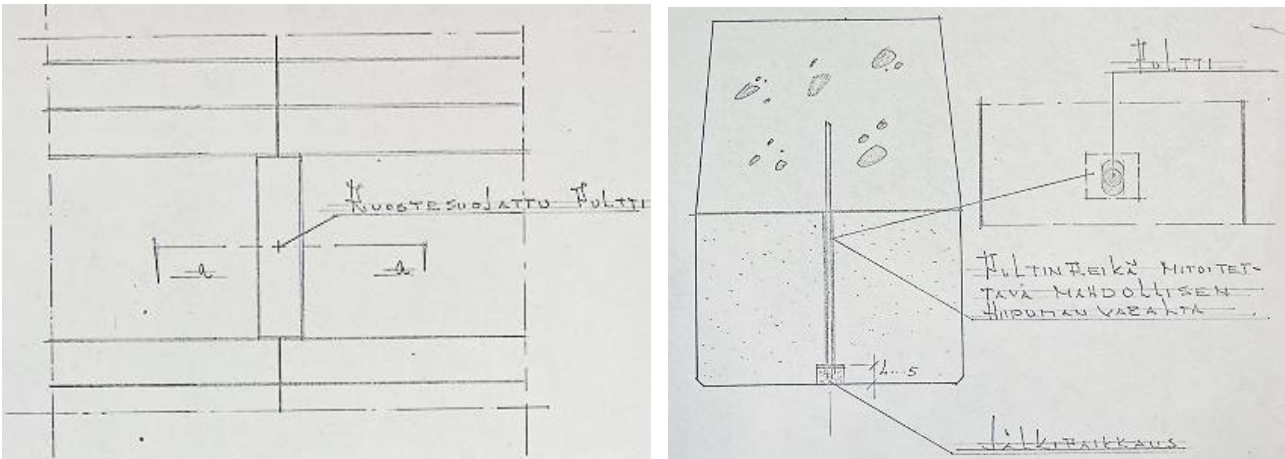
Alkuperäisosan sokkelit ovat betonielementtirakenteisia, maalattuja ja niiden lämmöneristeenä on mineraalivilla. Betonikuoret on sidottu toisiinsa diagonaaliainsain (k600), joiden diagonaaliosat ovat suunnitelmien mukaan ruostumatonta terästä ja paarteet tavallista harjaterästä. Sokkelielementin rakennekerrokset ovat ulkoa sisälle päin seuraavat:

- betoni 70 mm
- mineraalivilla 90 mm
- betoni 70 mm

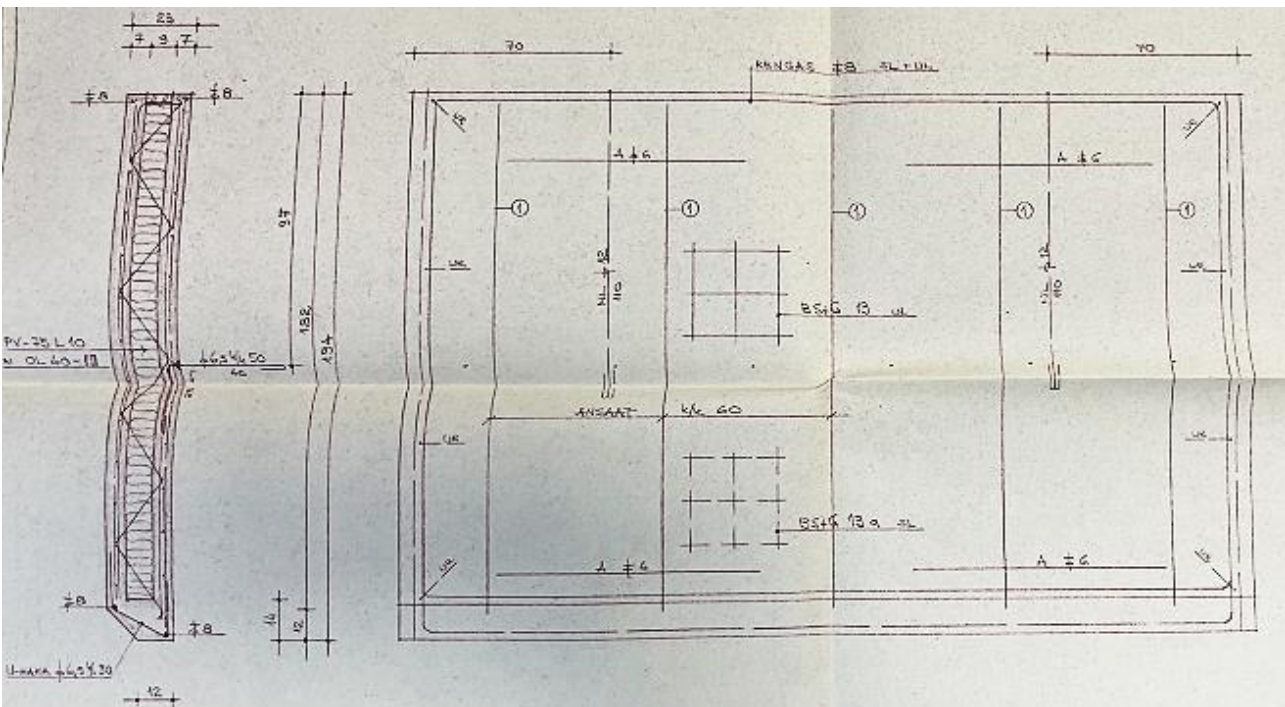
Alkuperäisosalla on 1 kpl tukimuureja sekä yksi teräsbetonikaide Juvankadun puolella. Lisäksi rakennuksen sisäänkäyntien yhteydessä on teräsbetonirakenteisia porrasaskelmia.



**Kuvat 3 a ja b. Vaakasuuntaisten kevytbetonielementtien kiinnitys pilarikohdassa, vaaka-leikkauksia. Rakennusinsinööri-toimisto Kontio ja Anttila, 1970.**

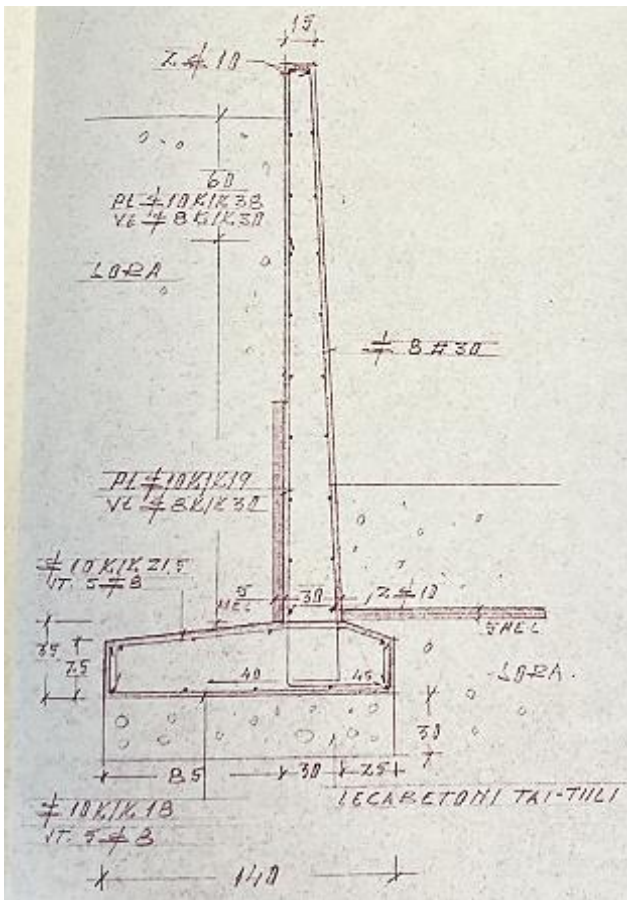


Kuvat 4 a ja b. Pystysuuntaisten kevytbetonielementtien kiinnitys pilarikohdassa, kuva edestä ja vaakaleikkaus. Rakennusinsinööri toimisto Kontio ja Anttila, 1970.

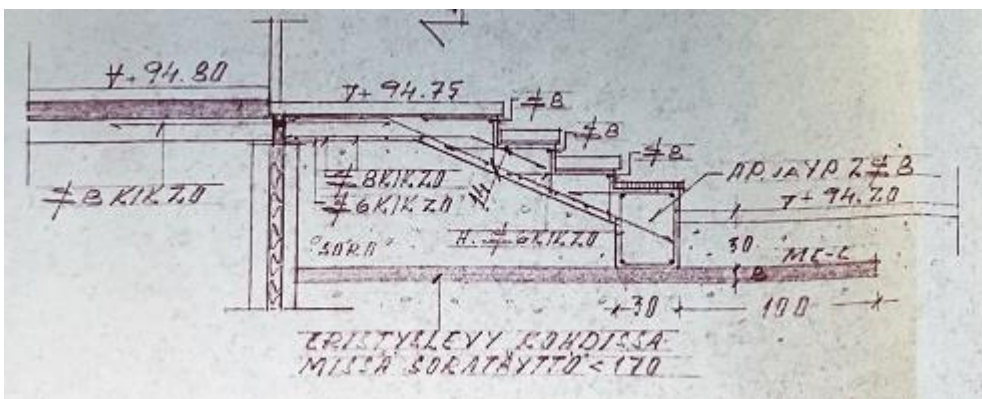


Kuva 5. Alkuperäisosan sokkelin elementtipiirustus. Rakennusinsinööri toimisto Kontio ja Anttila, 1970.





Kuva 6. Juvankadun puolen tukimuuri, rakenneleikkaus. Rakennusinsinööri-toimisto Kontio ja Anttila, 1970.

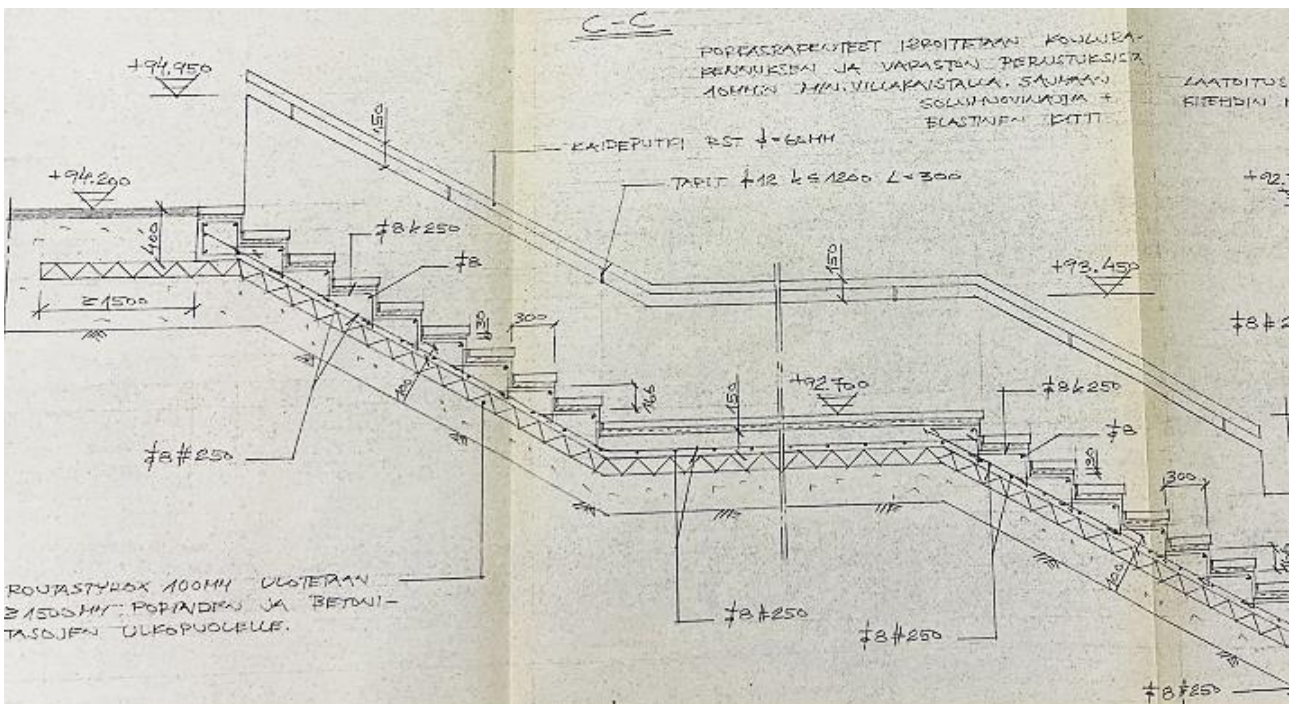


Kuva 7. Sisäänkäyntien porrasaskelmen toteutusperiaate. Rakennusinsinööri-toimisto Kontio ja Anttila, 1970.

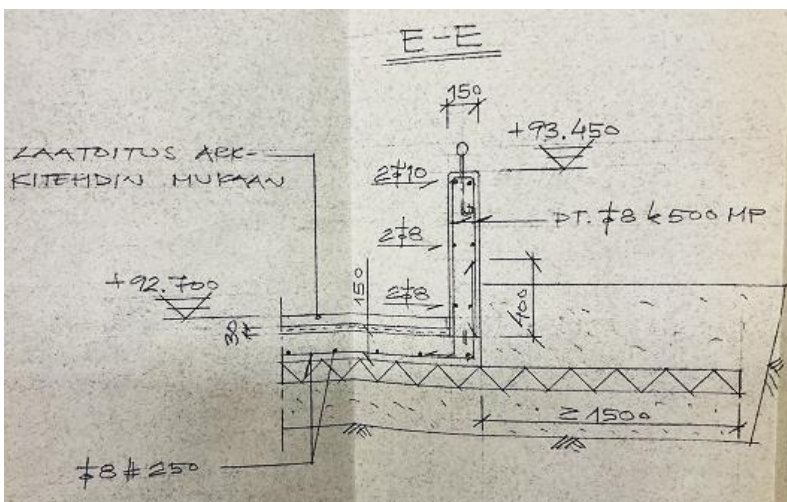
### Laajennusosa

Laajennusosan julkisivu on tehty alkuperäisosan julkisivua mukaillen valkobetonia betonielementtirakenteisena (betonisandwich). Laajennuksen sokkelit ovat ulkoseinien tavoin betonielementtejä ja ne ovat pinnoittamattomia. Laajennuksesta ei löytynyt elementtipiirustuksia piirustusarkistoista.

Laajennuksen pohjoispäädyssä sijaitsevat paikallavaletusta betonista tehdyt portaat, joissa on teräsbetonirakenteiset kaiteet. Portaista on olemassa korjausrakennesuunnitelmat vuodelta 2019 (Sweco).



**Kuva 8. Sisäänkäyntien porrasaskelmien toteutusperiaate. Rakennusinsinööri-toimisto Kontio ja Anttila, 1992.**



**Kuva 9. Ulkoportaiden kaiteen rauditus. Rakennusinsinööri-toimisto Kontio ja Anttila, 1992.**

## 5.2 Rakenneavaukset

Kohteessa tehtiin yhteensä 15 kpl timanttikorauksia betoninäytteitä varten, 11 kpl sokkeli- ja ulkoseinäelementteihin, 3 kpl betonikaiteisiin ja 1 kpl tukimuriin. Sokkeli- ja ulkoseinäelementtien betonilieriöavaukset ulotettiin sisäkuoren ulkopintaan saakka, kaiteiden avauksissa tutkimuslieriöt katkaistiin. Lisäksi tehtiin 2 kpl rakenneavauksia peltiverhottuihin julkisivuihin ja 7 kpl rakenneavauksia kevytbetonijulkisivuihin kiinnikkeiden ja kannakkeiden materiaalin ja kunnon selvittämiseksi sekä halkeamien syvyyden tarkastelemiseksi.

Alkuperäisosan sokkelielementin avauksissa todettiin ulkoa sisään päin seuraavat rakennekerrokset:

- betoni 70 mm
- mineraalivilla n. 80 mm
- betoni (ei porattu läpi)

Laajennusosan ulkoseinien ja sokkelien rakenneavauksissa todettiin ulkoa sisäänpäin seuraavat rakennekerrokset:

- betoni 65...80 mm
- mineraalivilla n. 90...100 mm
- betoni (ei porattu läpi)

Alkuperäisosan sokkelien ulkokuorien lieriöporauksissa havaittiin  $\varnothing$  4 mm raudoitusteräksiä 30...65 mm syvyydellä ulkopinnasta. Laajennuksen sokkelien lieriöporauksissa havaittiin  $\varnothing$  4 mm raudoitusteräksiä 24 mm ja 43 mm syvyydellä ulkopinnasta.

Muita rakenneavauksissa tehtyjä havaintoja on selostettu seuraavissa valokuvissa.



**Kuvat 10 a-d. Betonilieriöavaus BET4 sokkelielementtiin halkeaman kohdalle. Lämmöneristeenä 80 mm mineraalivilla ja ulkokuoren paksuus 70 mm. Ulkokuoressa on kuoren läpi ulottuva halkeama.**



**Kuva 11. Ansa ruostumattomasta teräksestä sokkelielementin eristekerroksessa, rakenneavaus BET3.**



**Kuvat 12 a-d. Kuvat a, b) Betonilieriöavaus BET14 alkuperäisosan betonikaiteeseen. Kuvat c, d) Betonilieriöavaus BET13 laajennuksen betoniseen porraskaiteeseen. Porauksessa havaittiin suunnitelmien mukainen  $\varnothing 8$  mm raudoitusteräs n. 85 mm syvyydellä ulkopinnasta.**



**Kuvat 13 a ja b. Betonilieriöavaus BET15 alkuperäisosan tukimuriin. Porauksessa havaittiin suunnitelmien mukainen  $\varnothing 8$  mm raudoitusteräs 25 mm syvyydellä ulkopinnasta.**



**Kuvat 14 a ja b. Betonieriöavaus BET9 laajennusosan sokkeliin.**



**Kuvat 15 a ja b. Betonieriöavaus BET11 laajennusosan julkisivuun.**

Peltiverhottuihin julkisivuihin tehtiin 2 kpl rakenneavauksia. Avaukset tehtiin rakenteiden eriste-kerrokseen saakka. Rakenneavauksessa RA8 todettiin ulkoa sisäänpäin seuraavat rakennekerrokset:

- pelti
- koolaus 20 mm
- kipsilevy
- mineraalivilla 250 mm



**Kuvat 16 a ja b. Rakenneavaus RA8 rakennuksen peltiverhottuun julkisivuun.**

Rakenneavauksessa RA9 todettiin ulkoa sisäänpäin seuraavat rakennekerrokset:

- pelti
- tuuletusväli / puukoolaus 25 mm
- alumiinipintainen polyuretaanilevy (ei jatkettu)



**Kuvat 17 a ja b. Rakenneavaus RA9 rakennuksen julkisivun peltiverhottuun osaan.**



**Kuvat 18 a-c. Rakenneavaukset alkuperäisosan kevytbetonielementtiin. Kuva a: Rakenneavaus RA1. Kuva b: Rakenneavaus RA5. Kuva c: Rakenneavaus RA10. Kaikissa avauksissa julkisivuissa olevien halkeamien havaittiin jatkuvan syvemmälle kevytbetonielementtiin, avaukset tehtiin ~50...115 mm syvyyteen.**



**Kuva 19. Rakenneavaus RA2 kevytbetonilankkujen välisen pystysauman kohdalle. Rakenneavauksessa havaittiin suunnitelmien mukainen ruostumaton sidontalenkki sileästä teräksestä (~Ø 5 mm). Saumassa on suunnitelmien mukainen betonivalu, mutta sen sisällä ei havaittu pystyterästä. Elementtisaumassa on alkuperäinen vaahtomuovinauha. Rakenneavauksesta otettiin kevytbetonin kloridinäyte.**

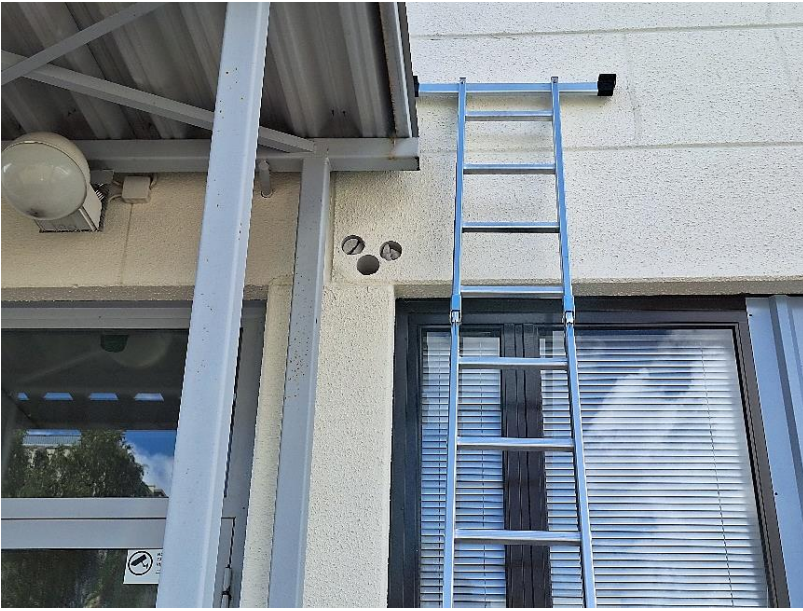




**Kuvat 20 a ja b. Rakenneavaus RA3 ikkunoiden väliseen, pystysuuntaiseen elementtiin kiinnikkeen kohdalle. Rakenneavauksessa havaittiin kiinnityspultti (~Ø 10 mm) ja metallinen aluslevy (50x50mm). Pultin ja aluslevyn pinnassa havaittiin korroosiota. Pultin pää ulottuu julkisivun ulkopintaan asti ja sen päällä on käytännössä pelkkä maalikerros.**



**Kuvat 21 a ja b. Rakenneavaus RA4 kevytbetonilankkujen välisen pystysauman kohdalle. Saumassa on suunnitelmien mukainen betonivalu ja sen sisällä n. 140 mm syvyydellä pinnasta harjateräs (~Ø 10 mm). Teräksen pinnalla havaittiin vähäistä korroosiota. Elementtisauma on havaintojen mukaan todennäköisesti uusittu, saumassa on umpisoluinen polyeteenipohjanauha.**



**Kuvat 22 a ja b. Rakennus RA6 kevytbetonilankun raudoituksen paikantamiseksi. Rakennuksessa havaittiin betonivalun sisällä raudoitustanko (Ø 6 mm) noin syvyydellä 115 mm ulkopinnasta ja noin 60 mm kevytbetonilankun alareunasta. Teräksen pinnalla havaittiin korroosiota.**



**Kuvat 23 a-c. Rakennus RA7 kevytbetonilankun raudoituksen paikantamiseksi. Rakennuksessa havaittiin betonivalujen sisällä pysty- ja vaakasuuntaiset harjateräket noin 45 mm syvyydellä pinnasta.**

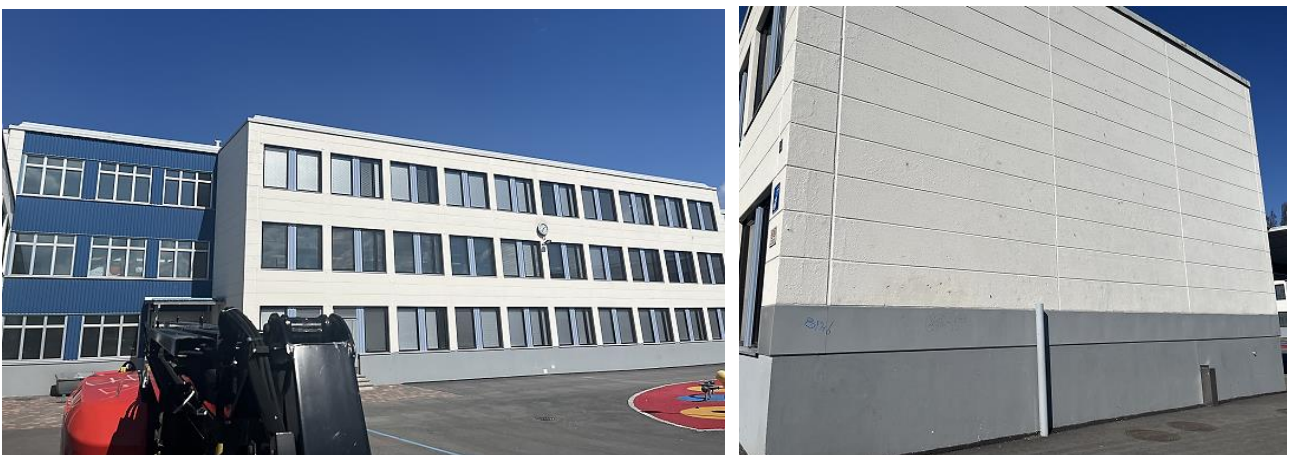
## 5.3 Havainnot ja mittaustulokset

### 5.3.1 Aistinvaraiset havainnot

Julkisivuista tehtiin seuraavia aistinvaraisia havaintoja:

- Julkisivun kevytbetonielementeissä oli havaittavissa runsaasti halkeilua koko rakennuksen laajuisesti. Suurin osa halkeamista ovat ohuita hiushalkeamia, jotka eivät ole havaittavissa maasta käsin, mutta rakennusvausten perusteella halkeamat jatkuvat pinnasta syvemmälle rakenteeseen.

- Kevytbetonielementeissä havaittiin toistuvia vauriokohtia ikkunoiden ympäristössä, joissa kevytbetonielementtien päihin on syntynyt syviä halkeamia.
- Kevytbetonielementeissä havaittiin lisäksi useampia vauriokohtia (pinnan pehmenemistä ja rapautumaa) rakennuksen nurkka-alueilla.
- Halkeama- ja rapautumavaurioita on havaintojen mukaan aiemmin paikkakorjattu.
- Kevytbetonielementtien elastiset saumat ovat halkeilleet ja irronneet vastepinnoiltaan.
- Yksittäisissä kevytbetonielementeissä havaittiin vierekkäisten elementtien välillä hammas-tusta.
- Alkuperäisosan sokkelit havaittiin aistinvaraisesti hyväkuntoisiksi ja niissä esiintyi lähinnä yksittäisiä pienempiä halkeamia ja maalivaurioita. Terästen korroosiovaurioita ei tarkas-telluilta osin havaittu.
- Laajennusosan julkisivu- ja sokkelielementit havaittiin aistinvaraisesti hyväkuntoisiksi eikä niissä havaittu vaurioita.
- Alkuperäisosalla rakennuksen räystäään ja seinän välinen tuuletusrako oli paikoin hyvin le-veä (erityisesti eteläsivulla) ja paikoin ihan kiinni seinässä. Räystäään myrskypeltejä ei ha-vaittu alkuperäisosalla eikä laajennusosalla.
- Alkuperäisosan tukimuuri- ja kaidarakenteet sekä laajennuksen pohjoispäädyn ulkoportai-den kaiteet havaittiin hyväkuntoisiksi ja niissä havaittiin vain pienialaisia maalivaurioita.
- Alkuperäisosalla on useita betonirakenteisia sisäänkäyntien porrasaskelmia. Askelmien be-tonirakenteissa havaittiin halkeilua ja terästen korroosiovaurioita.
- Rakennuksen ikkunat ovat hyväkuntoisia, alkuperäisosan ikkunat on uusittu.
- Laajennusosan elementtisaumat ovat hyväkuntoisia ja ne ovat todennäköisesti jo kertaal-leen uusittuja.



**Kuvat 24 a ja b. Julkisivu etelään.**



*Kuvat 25 a ja b. Julkisivu pohjoiseen.*



*Kuvat 26 a ja b. Julkisivu länteen Juvankadulle päin.*



*Kuvat 27 a ja b. Julkisivut itään.*



**Kuvat 28 a ja b. Kuva a: Pihajulkisivu itään. Kuva b: Pihajulkisivu länteen.**



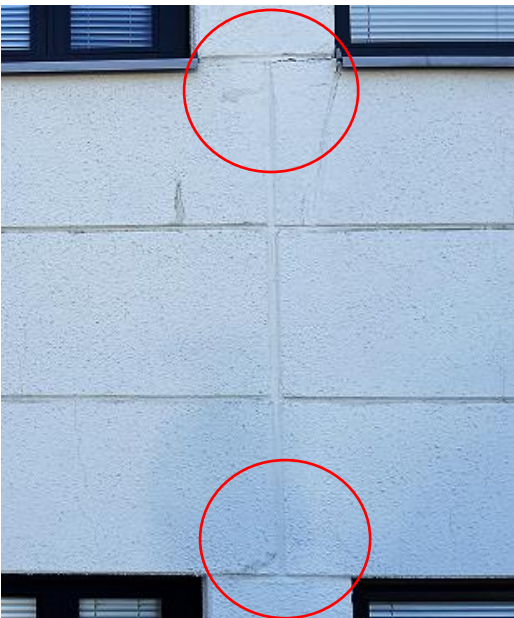
**Kuvat 29 a ja b. Kuva a: Laajennuksen julkisivu itään. Kuva b: Laajennuksen julkisivu länteen.**



**Kuvat 30 a ja b. Laajennuksen julkisivu pohjoiseen.**



**Kuva 31. Kevytbetonijulkisivuissa havaittiin runsaasti hiushalkeamia eri puolella rakennusta.**



**Kuvat 32 a ja b. Tyypillinen vauriokohta ikkunoiden ympäristössä, joissa kevytbetonielementtien päihin on syntynyt syviä halkeamia.**



*Kuvat 33 a ja b. Nurkka-alueilla havaittuja rapautumavaurioita.*



*Kuvat 34 a ja b. Vanhempia vaurioita ja halkeamia on paikattu.*



**Kuvat 35 a ja b. Kevytbetonielementtien elastisissa saumauksissa esiintyy halkeilua ja irtoamista vastepinnoilta.**



**Kuvat 36 a ja b. Yksittäisissä kevytbetonilankkukaistoissa havaittiin vierekkäisten lankkujen välillä hammastusta.**



**Kuvat 37 a ja b. Alkuperäisosan sokkelit ovat yleisesti hyväkuntoisia ja niissä havaittiin vain yksittäisiä halkeamia ja maalipinnoitevaurioita.**





**Kuvat 38 a ja b. Alkuperäisosan räystäältä puuttuu myrsky-/vastapellit, yläpohjaan on paikoin useampien senttimetrien rako.**



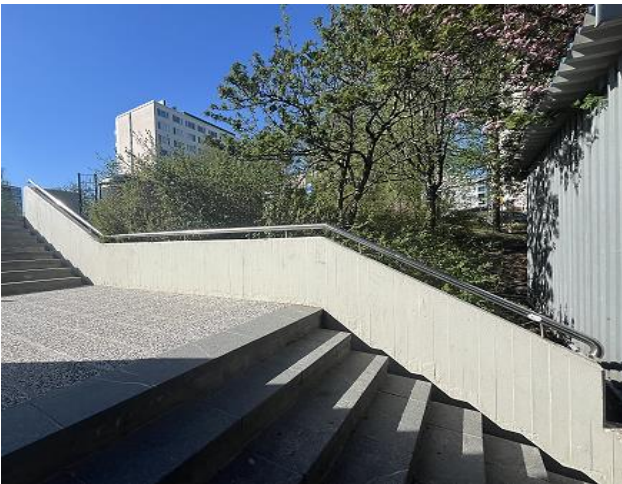
**Kuvat 39 a ja b. Juvankadun puoleinen tukimuri alkuperäisosalla. Muurissa havaittiin maalin hilseilyä.**



**Kuvat 40 a ja b. Juvankadun puoleisen sisäänkäynnin betonikaide alkuperäisosalla. Kai-teessa ei havaittu vaurioita.**



**Kuvat 41 a ja b. Alkuperäisosan sisäänkäyntien porrasaskelmien betonirakenteissa havaittiin halkeilua ja terästen korroosiovaurioita.**



**Kuvat 42 a ja b. Laajennusosan pohjoispäädyn ulkoportaiden betonikaiteissa havaittiin yksittäistä maalin hilseilyä.**



**Kuvat 43 a ja b. Laajennusosan pohjoispäädyn ulkoportaiden kiviaskelmat ovat hyväkuntoisia. Porrasaskelmien välisissä betonirakenteissa esiintyy jonkin verran halkeilua. Portaat on todennäköisesti uusittu v. 2019 rakennesuunnitelmien (Sweco) mukaisesti.**

### 5.3.2 Betonipeitemittaukset

Sokkeli- ja ulkoseinäelementtien ulkokuorten raudoitteiden betonipeitepaksuus mitattiin Langry LR-G100 peitepaksuusmittarilla eri puolelta rakennusta erityyppisistä rakenteista (alkuperäisosan sokkelit, alkuperäisosan tukimuuri ja betonikaide, laajennuksen sokkelit, laajennuksen ulkoseinäelementit, laajennuksen ulkoportaiden kaiteet).

Betonirakenteiden peitepaksuusmittausten tulokset on esitetty taulukoissa 1...5.

**Taulukko 1. Alkuperäisosan sokkelielementtien ulkokuorista tehtyjen peitepaksuusmittausten syvyysjakauma.**

| BPP [mm] | 0-4 | 5-9 | 10-14 | 15-19 | 20-24 | 25-29 | 30-34 | 35-39 | 40-44 | 45-49 | 50-54 | 55-60 |
|----------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| kpl      | 0   | 0   | 0     | 0     | 1     | 2     | 7     | 26    | 42    | 65    | 69    | 51    |
| %        | 0,0 | 0,0 | 0,0   | 0,0   | 0,4   | 0,8   | 2,6   | 9,8   | 15,8  | 24,5  | 26,0  | 19,2  |

BPP=betonipeitepaksuus

kpl=mittaustulosten määrä / syvyysjakauma

%=osuus kaikista mittaustuloksista

**Taulukko 2. Alkuperäisosan tukimuurista ja kaiteesta tehtyjen peitepaksuusmittausten syvyysjakauma.**

| BPP [mm] | 0-4 | 5-9 | 10-14 | 15-19 | 20-24 | 25-29 | 30-34 | 35-39 | 40-44 | 45-49 | 50-54 | 55-60 |
|----------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| kpl      | 0   | 3   | 14    | 13    | 3     | 6     | 7     | 7     | 5     | 3     | 2     | 0     |
| %        | 0,0 | 4,8 | 22,2  | 20,6  | 4,8   | 9,5   | 11,1  | 11,1  | 7,9   | 4,8   | 3,2   | 0,0   |

BPP=betonipeitepaksuus

kpl=mittaustulosten määrä / syvyysjakauma

%=osuus kaikista mittaustuloksista

**Taulukko 3. Laajennusosan sokkelielementtien ulkokuorista tehtyjen peitepaksuusmittausten syvyysjakauma.**

| BPP [mm] | 0-4 | 5-9 | 10-14 | 15-19 | 20-24 | 25-29 | 30-34 | 35-39 | 40-44 | 45-49 | 50-54 | 55-60 |
|----------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| kpl      | 0   | 0   | 0     | 3     | 17    | 41    | 48    | 7     | 14    | 19    | 3     | 0     |
| %        | 0,0 | 0,0 | 0,0   | 2,0   | 11,2  | 27,0  | 31,6  | 4,6   | 9,2   | 12,5  | 2,0   | 0,0   |

BPP=betonipeitepaksuus

kpl=mittaustulosten määrä / syvyysjakauma

%=osuus kaikista mittaustuloksista

**Taulukko 4. Laajennusosan ulkoseinäelementtien ulkokuorista tehtyjen peitepaksuusmittausten syvyysjakauma.**

| BPP [mm] | 0-4 | 5-9 | 10-14 | 15-19 | 20-24 | 25-29 | 30-34 | 35-39 | 40-44 | 45-49 | 50-54 | 55-60 |
|----------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| kpl      | 0   | 0   | 0     | 0     | 5     | 32    | 48    | 36    | 42    | 36    | 14    | 22    |
| %        | 0,0 | 0,0 | 0,0   | 0,0   | 2,1   | 13,6  | 20,4  | 15,3  | 17,9  | 15,3  | 6,0   | 9,4   |

BPP=betonipeitepaksuus

kpl=mittaustulosten määrä / syvyysjakauma

%=osuus kaikista mittaustuloksista

**Taulukko 5. Laajennusosan ulkoportaiden kaiteista tehtyjen peitepaksuusmittausten syvyysjakauma.**

| BPP [mm] | 0-4 | 5-9 | 10-14 | 15-19 | 20-24 | 25-29 | 30-34 | 35-39 | 40-44 | 45-49 | 50-54 | 55-60 |
|----------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| kpl      | 0   | 0   | 3     | 9     | 7     | 3     | 3     | 8     | 4     | 1     | 0     | 0     |
| %        | 0,0 | 0,0 | 7,7   | 23,1  | 17,9  | 7,7   | 7,7   | 20,5  | 10,3  | 2,6   | 0,0   | 0,0   |

BPP=betonipeitepaksuus

kpl=mittaustulosten määrä / syvyysjakauma

%=osuus kaikista mittaustuloksista

### 5.3.3 Laboratoriotutkimukset

Ohuthietutkimusten perusteella vanhan osan sokkelielementtien betoni ei ole huokostettua eikä ole siten huokosrakenteen perusteella pakkasenkestävää kosteusrasituksessa. Vanhan osan sokkelinäytteessä BET4 havaittiin huokosissa ylimääräisen kosteuden aiheuttamia ettringiittikiteytymiä. Muissa näytteissä ei havaittu betonin huokosissa kiteytymiä. Laajennusosan betoni on huokostettua ja huokosrakenteen perusteella pakkasenkestävää kosteusrasituksessa. Missään betoninäytteistä ei havaittu viitteitä pakkasrapautumisesta.

Tutkittujen betonien laatu ja kunto ovat pääosin hyvät. Vanhan osan sokkelinäytteen BET4 muita näytteitä huonompi kunto johtuu betonissa olevasta halkeamasta, jonka on laboratoriotutkimusten perusteella arvioitu syntyneen jo ennen betonin kovettumista.

Vanhan osan sokkelielementtien betonipeitepaksuusmittausten perusteella elementtien ulkopintojen terästen betonipeitepaksuus vaihtelee välillä 24...60 mm ja 86 % kaikista mittaustuloksista sijoittuu välille 40...60 mm. Betonin karbonatisoitumisvyöhyke (keskimäärin 9...13 mm ulkopinnasta) ei ole saavuttanut terässyvyyttä eli betoni suojaa toistaiseksi teräksiä korroosiolta.

Vanhan osan tukimuurin ja kaiteen betonipeitepaksuusmittausten perusteella ko. rakenneosien ulkopintojen terästen betonipeitepaksuus vaihtelee välillä 9...54 mm ja 43 % kaikista

mittaustuloksista sijoittuu välille 10...19 mm. Betonin karbonatisoitumisvyöhyke (keskimäärin <2 mm ja 25 mm ulkopinnasta) on paikoin saavuttanut teräsvyyden mikä mahdollistaa osassa rakennetta terästen korroosioaurioitumisen alkamisen.

Laajennusosan sokkelielementtien betonipeitepaksuusmittausten perusteella elementtien ulkopintojen terästen betonipeitepaksuus vaihtelee välillä 19...54 mm ja 70 % kaikista mittaustuloksista sijoittuu välille 20...34 mm. Betonin karbonatisoitumisvyöhyke (keskimäärin 10 mm ja 11 mm ulkopinnasta) ei ole saavuttanut teräsvyyttä eli betoni suojaa toistaiseksi terästä korroosiolta.

Laajennusosan ulkoseinäelementtien betonipeitepaksuusmittausten perusteella elementtien ulkopintojen terästen betonipeitepaksuus vaihtelee välillä 23...60 mm ja 83 % kaikista mittaustuloksista sijoittuu välille 25...49 mm. Betonin karbonatisoitumisvyöhyke (keskimäärin 1...3 mm ulkopinnasta) ei ole saavuttanut teräsvyyttä eli betoni suojaa toistaiseksi terästä korroosiolta.

Laajennusosan kaiteiden betonipeitepaksuusmittausten perusteella ko. rakenneosien ulkopintojen terästen betonipeitepaksuus vaihtelee välillä 19...54 mm. Suurin osa tuloksista (77 %) jakautuu välille 15...39 mm. Betonin karbonatisoitumisvyöhyke (keskimäärin 14 mm ja 16 mm ulkopinnasta) on paikoin saavuttanut teräsvyyden mikä mahdollistaa osassa rakennetta terästen korroosioaurioitumisen alkamisen.

Vanhan osan sokkelielementtien ulkokuorien betoninäytteille suoritettujen vetokokeiden tulokset olivat välillä 2,7... 5,4 MN/m<sup>2</sup>. Laajennuksen ulkoseinä- ja sokkelielementtien ulkokuorissa tulokset sijoittuivat välille 2,3... 3,5 MN/m<sup>2</sup>. Tukimuurista ja kaiteista saatiin vetokokeiden tuloksiksi 2,1...3,2 MN/m<sup>2</sup>. Vetolujuustuloksia < 1,0 MN/m<sup>2</sup> voidaan pitää tyypillisinä rapautuneille betoninäytteille ja 1,5 MN/m<sup>2</sup> ylittävissä tuloksissa ei yleensä ole merkittävää rapautumaa (BY42). Vetokoe tulosten perusteella kaikkien tutkittujen rakenneosien betoni on lujuudeltaan hyvää ja tulokset eivät viittaa betonin pakkasrapautumiseen.

Kloriditutkimusten perusteella sekä vanhassa osassa että laajennusosassa betonin kloridipitoisuus on hyvin matala (0,01 p-% tai pienempi). Myös kevytbetonilankun kloridipitoisuus oli alle 0,01 p-%. Analyysitulosten perusteella betonin ja kevytbetonin valmistuksessa ei ole käytetty klorideja. Kriittisen kloridipitoisuuden raja-arvona pidetään passiivirauδοitetuilla rakenteilla noin 0,05...0,07 p-%.

**Taulukko 6. Julkisivuista porattujen betoninäytteiden laboriotutkimustulosten koonti.**

| Näyte                            | Ana-lyysit       | Vetolu-juus* [MN/m <sup>2</sup> ] | KRB**[mm]                     | Ohuthietutkimuksen (OH) havainnot, vetokokeen murtokohta ja -tapa sekä muut mahdolliset näytteestä tehdyt havainnot  |
|----------------------------------|------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--|
| BET1, vanha osa, sokkeli länteen | OH<br>KRB<br>KLO | -                                 | UP: 10-17/13<br>SP: 4-8/7     | OH: Betonin laatu ja kunto on hyvä, rapautumista ei havaittu. Betoni ei ole huokostettua eikä sen perusteella pakkasenkestävää kosteissa olosuhteissa. Betonin huokosissa ei ole havaittavissa kiteytymiä. Betonissa on vähäistä suuntautumata mikrosäröilyä.<br><br>Kloridipitoisuus: <0,01 p-%   |
| BET2, vanha osa, sokkeli itään   | VETO<br>KRB      | 3,0                               | UP: 10-15/12<br>SP: <2        | Vetokoe: 39-46 mm ulkopinnasta, leikkaa.   |
| BET3, vanha osa, sokkeli etelään | VETO<br>KRB      | 5,4                               | UP: 8-10/9<br>SP: <4          | Vetokoe: 34-46 mm ulkopinnasta, leikkaa.   |
| BET4, vanha osa, sokkeli etelään | OH<br>KRB        | -                                 | UP: 5-läpi/10<br>SP: 3-läpi/7 | OH: Betonin laatu ja kunto on tyydyttävä, rapautumista ei havaittu. Betonissa on ennen sen kovettumista syntynyt mikrohalkeama, jonka vuoksi karbonatisoituminen on edennyt syväälle ja säävuttanut teräsvyyden. Betoni ei ole huokostettua eikä sen perusteella pakkasenkestäviä kosteissa olosuhteissa. Betonin huokosissa on havaittavissa ettringiittiä. |
| BET5, vanha osa, sokkeli itään   | VETO<br>KRB      | 3,1                               | UP: 11-13/12<br>SP: <4        | Vetokoe: 27-31 mm ulkopinnasta, leikkaa  |
| BET6, vanha osa, sokkeli itään   | VETO<br>KRB      | 2,7                               | UP: 11-13/12<br>SP: <2        | Vetokoe: 77-82 mm ulkopinnasta, leikkaa.   |
| BET7, laajennus, sokkeli länteen | OH<br>KRB        | -                                 | UP: 7-15/11<br>SP: 3-13/7     | OH: Betonin laatu ja kunto on hyvä, rapautumista ei havaittu. Betoni on huokostettua ja sen perusteella pakkasenkestävää kosteissa olosuhteissa. Betonin huokosissa ei ole havaittavissa kiteytymiä. Betonissa on vähäistä suuntautumata mikrosäröilyä.  |

| Näyte   | Ana-lyysit       | Vetolu-juus* [MN/m <sup>2</sup> ] | KRB**[mm]              | Ohuthietutkimuksen (OH) havainnot, vetokokeen murtokohta ja -tapa sekä muut mahdolliset näytteestä tehdyt havainnot   |
|---|------------------|-----------------------------------|------------------------|---|
| BET8, laajennus, sokkeli itään                                    | VETO<br>KRB      | 2,8                               | UP: 6-12/10<br>SP: <2  | Vetokoe: 18-28 mm ulkopinnasta, leikkaa   |
| BET9, laajennus, julkisivu itään                                  | VETO<br>KRB      | 3,5                               | UP: < 1-2/1<br>SP: <1  | Vetokoe: 46-54 mm ulkopinnasta, leikkaa.  |
| BET10, laajennus, julkisivu länteen                               | VETO<br>KRB      | 2,3                               | UP: < 1-6/2<br>SP: <1  | Vetokoe: 19-22 mm ulkopinnasta, leikkaa.  |
| BET11, laajennus, julkisivu etelään                               | OH<br>KRB<br>KLO | -                                 | UP: 2-4/3<br>SP: 4-9/6 | OH: Betonin laatu ja kunto on hyvä, rapautumista ei havaittu. Betoni on huokostettua ja sen perusteella pakkasenkestävää kosteissa olosuhteissa. Betonin huokosissa ei ole havaittavissa kietyymiä. Betonissa on vähäistä suuntautumaton mikro säröilyä.<br><br>Kloridipitoisuus: <0,01 p-% |
| BET12, laajennus, kaide etelään                                   | VETO<br>KRB      | 2,1                               | UP: 13-19/16<br>SP: -  | Vetokoe: 49-64 mm ulkopinnasta, leikkaa.  |
| BET13, laajennus, kaide pohjoiseen                                | KRB              | -                                 | UP: 10-18/14<br>SP: -  |   |
| BET14, vanha osa, tukimuuri länteen                               | VETO<br>KRB      | 3,2                               | UP: 23-28/25<br>SP: -  | Vetokoe: 45-59 mm ulkopinnasta, leikkaa.  |
| BET15, vanha osa, tukimuuri etelään                               | VETO<br>KRB      | 3,2                               | UP: <2<br>SP: -        | Vetokoe: 24-36 mm ulkopinnasta, leikkaa.  |
| KB1, julkisivu pohjoiseen, kevytbetonilankun ulkopinta -5...30 mm | KLO              | -                                 | -                      | Kloridipitoisuus: <0,01 p-%   |

\* Betonikorjauksen edellyttämä vetokoetus > 1,0 MN/m<sup>2</sup>. Vetokoe betonista suoritetaan uudelleen, jos tulos alittaa 1,5 MN/m<sup>2</sup>. \*\* KRB = karbonatisoitumissyvyys, minimi-maksimi/keskiarvo; UP: ulkopinnasta, SP=sisäpinnasta.

## 5.4 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset

### Kevytbetonijulkisivut

Tutkimusten mukaan kevytbetonielementit kiinnityksineen on toteutettu oleellisilta osiltaan vanhojen rakennesuunnitelmien mukaan. Pistokoeluontoisten rakenneavausten mukaan elementit ovat raudoitettuja ja raudoitusten korroosiosuojaukseen on käytetty terästen ympärille valettua suojabetonikerrosta.

Kevytbetonijulkisivuissa havaittiin runsaasti halkeamia eri puolella rakennusta. Rakenneavausten perusteella halkeamat ulottuvat pinnasta syvemmälle rakenteeseen (kevytbetonielementtiin). Rakenteen säilyvyyden kannalta merkittävimmät halkeamat esiintyvät vaakasuuntaisten kevytbetonielementtien päissä, ikkunoiden välisten kevytbetonielementtien liittymissä. Halkeamia syntyy kevytbetoniin, kun sen veto- tai leikkauslujuus ylittyy. Kevytbetonielementeissä pyrkii tapahtumaan muodonmuutoksia ympäröivän ilman lämpö- ja kosteusolosuhteiden mukaan, mikä aiheuttaa jäykästi päistään kiinnitettyihin elementteihin pakkovoimia ja halkeilua, kun rakenteet eivät pääse liikkumaan vapaasti. Halkeamien aiheuttamat haittavaikutukset riippuvat halkeamien leveydestä ja syvyydestä. Suurempien halkeamien kautta kosteutta pääsee ohjautumaan rakenteeseen ja rapauttamaan rakennetta toistuvien jäätymsien ja sulamisien seurauksena.

Mahdollisessa perusparannuksessa suosittelemme kevytbetonijulkisivuille seuraavia korjaustoimenpidevaihtoehtoja:

#### 1) Peittävä korjaus

- a. Kevytbetonielementtien ulkopintaan tehdään julkisivun peittävä rakenne esimerkiksi tuulettuvalla levyrappausjärjestelmällä ja nykyisten kevytbetonielementtien kiinnitys runkoon varmistetaan.
- b. Korjauksella saadaan rakenteen lämmöneristävyyttä parannettua.
- c. Peittävä korjaus voidaan tehdä samalla levyjaotuksella kuin kevytbetonilankut, jolla voidaan jäljitellä alkuperäistä julkisivuilmettä. Julkisivun rakennepaksuutta kasvattava korjaus kuitenkin vaikuttaa julkisivun ulkonäköön mm. ikkuna- ja sokkeliliittymissä sekä aiheuttaa toimenpiteitä mm. vesikatolle.

#### 2) Purkava korjaus

- a. Kevytbetonielementtien purkaminen ja kokonaan uuden ulkoseinärakenteen tekeminen.
- b. Purkavassa korjauksessa rakenteeseen ei jää vanhoja rakennekerroksia, uusi rakenne voidaan valita melko vapaasti ja rakenteen lämmöneristävyys saadaan nykyvaatimusten tasolle.



Mahdollista perusparannusta odotellessa suositellaan kevytbetonijulkisivujen laastipaikkakorjauksia suurien halkeamien ja rapautumavaurioiden osalta vaurioitumisen hillitsemiseksi sekä elementtisaumojen vesitiiviiden parantamista 0...2 vuoden aikajänteellä. Pienet hiushalkeamat eivät todennäköisesti vaikuta rakenteen säilyvyyteen, jos isompi korjaus tehdään seuraavan 10 vuoden sisällä.

#### Betonelementtijulkisivut

Alkuperäisosan sokkelit ja laajennusosan sokkeli- ja ulkoseinäelementit ovat hyväkuntoisia, ja ne eivät edellytä purkavia ja uusivia korjauksia betonirakenteiden kunnan näkökulmasta. Rakenteen lämmöneristävyys on heikko nykytasoon verrattuna. Käytännössä rakenteen purkaminen ja uusiminen on työlästä, teknisesti haastavaa eikä todennäköisesti järkevää taloudellisesta näkökulmasta.

Vanhan osan sokkelirakenteille suositellaan yksittäisten betonihalkeamien korjaamista injektoidulla sekä sokkelin maalipinnan korjausta. Mahdolliset yksittäiset betonivauriot voidaan korjata laastipaikkamenetelmin (terästen esiin piikkaus, ruostesuojaus ja laastipaikkaus).

Laajennusosan sokkeli- ja ulkoseinäelementit eivät edellytä korjaustoimenpiteitä lähitulevaisuudessa.

#### Ulkobetonirakenteet

Alkuperäisosan betonisissa tukimuuri- ja kaiderakenteissa ja laajennuksen ulkoportaissa ei havaittu merkittäviä vaurioita ja niille kohdistuu lähitulevaisuudessa lähinnä pinnoitekorjauksia sekä porraskaskelmien pienialaisia betonikorjauksia. Betonivauriot suositellaan korjaamaan laastipaikkamenetelmin.

Alkuperäisosan betoniset sisäänkäyntiaskelmat ovat heikossa kunnossa ja ne suositellaan uusimaan perusparannuksen yhteydessä.

## 6. Päiväys ja allekirjoitukset

Tampereella 20.8.2024

IdeaStructura Oy



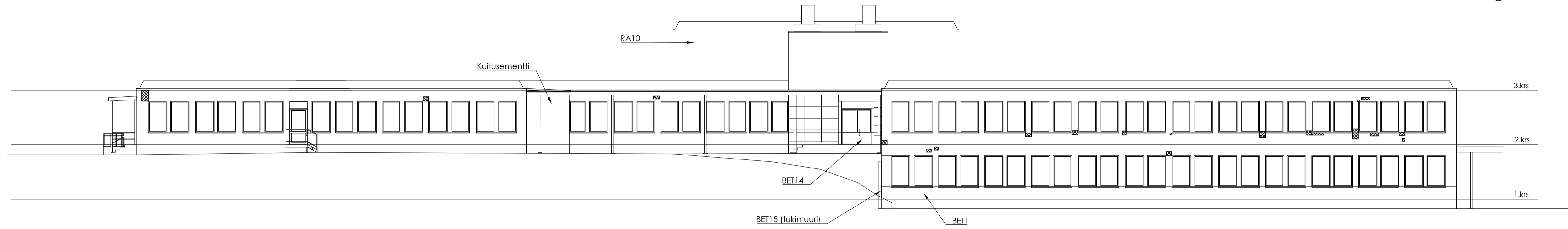
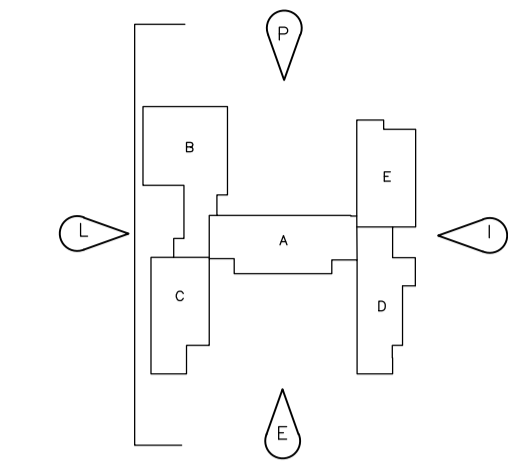
Natalia Santala, DI

### LIITTEET

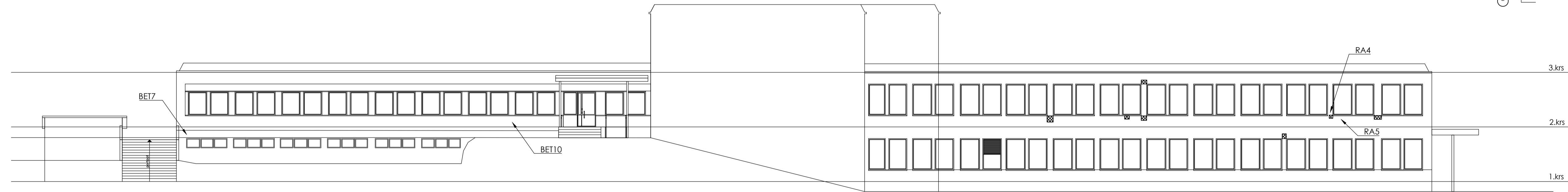
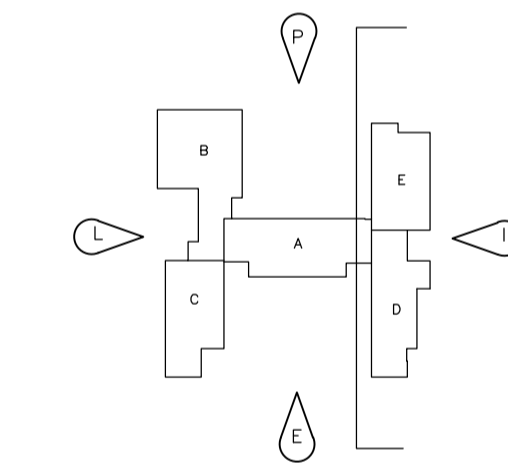
Liite 1: Vauriokartat

Liitteet 2-5: Laboratorioanalyysit, Labroc Oy

KAUKAJÄRVEN KOULU, JULKISIVUJEN KUNTOTUTKIMUS  
LIITE 1

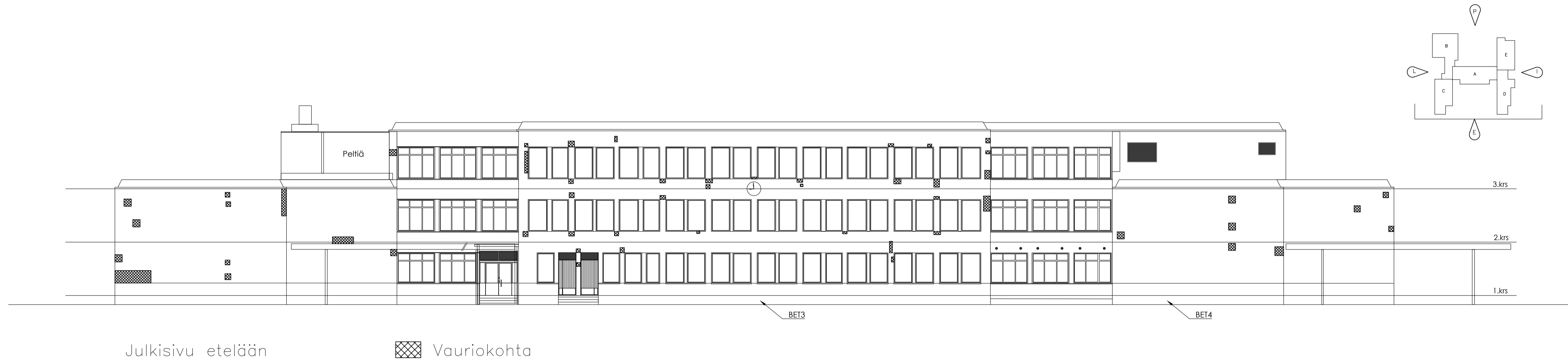


Julkisivu länteen      Vauriokohta



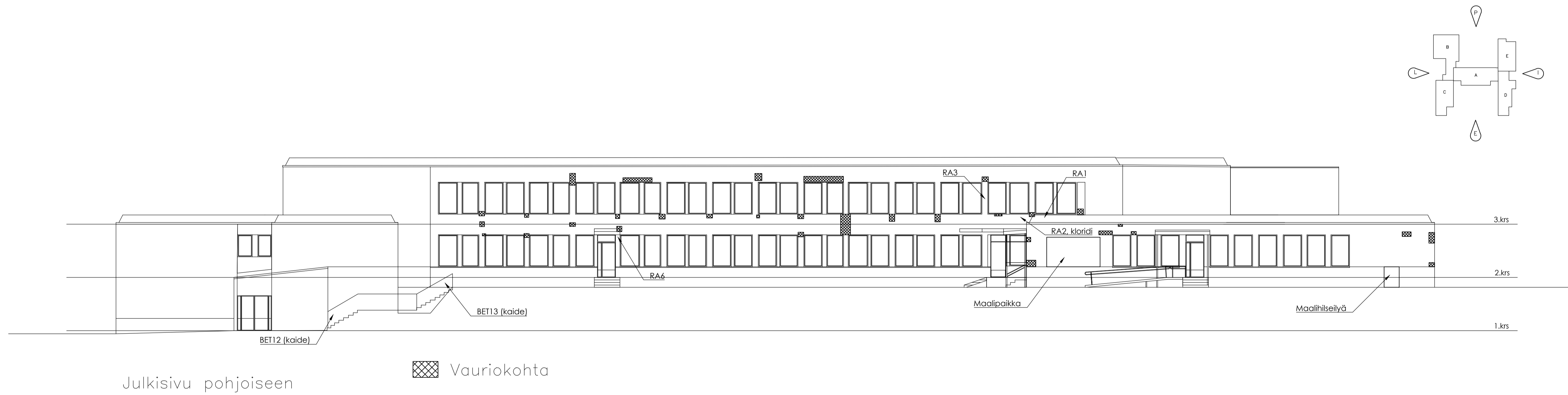
Pihajulkisivu länteen      Vauriokohta

KAUKAJÄRVEN KOULU, JULKISIVUJEN KUNTOTUTKIMUS  
LIITE 1



Julkisivu etelään

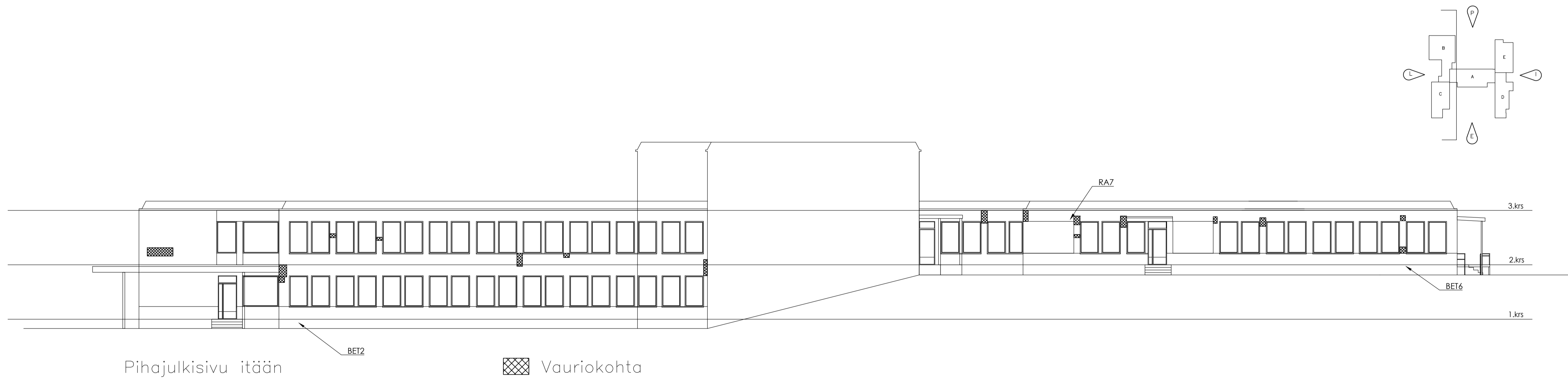
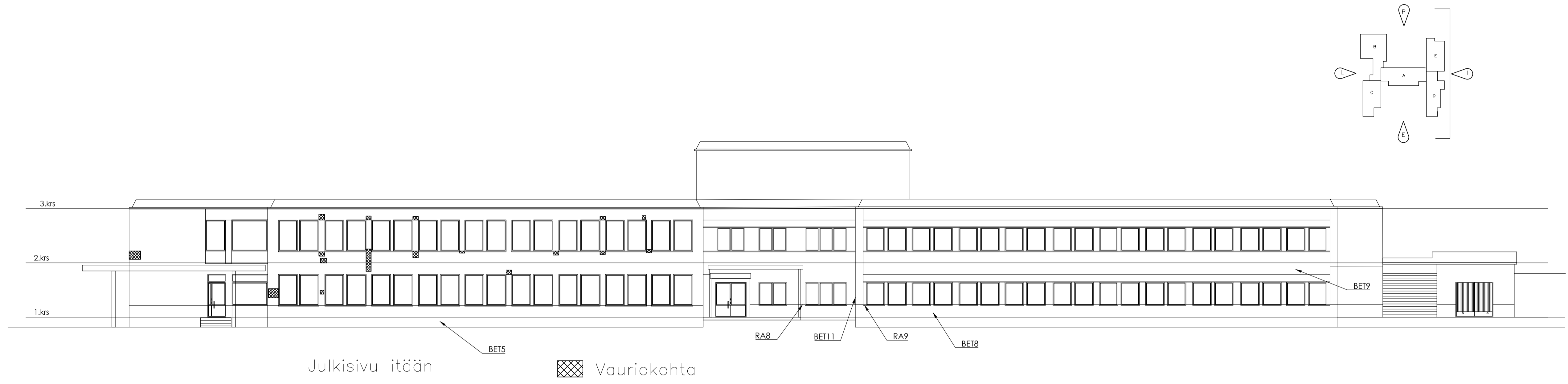
Vauriokohta



Julkisivu pohjoiseen

Vauriokohta

KAUKAJÄRVEN KOULU, JULKISIVUJEN KUNTOTUTKIMUS  
LIITE 1



## OHUTHIEANALYYSI

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Tilaja:</b><br>IdeaStructura Oy, Natalia Kajava | <b>Tilaus-/ toimituspäivä:</b><br>11.6.2024 | <b>Kohde/ projektinumero:</b><br>Kaukajärven koulu, Tampere/ 5642          |
| <b>Näytetunnukset:</b><br>BET1, BET4, BET7, BET11  | <b>Näytteiden materiaali:</b><br>betoni     | <b>Näytepreparaatti:</b><br>Ohuthie 48 mm x 28 mm (paksuus 0,020-0,025 mm) |
|  |   | <b>Laboratorio:</b> Oulu   |

### Menetelmä:

Tilajan toimittamat näytteet tutkittiin stereomikroskoopilla ja niistä valmistetut ohuthieet polarisaatiomikroskoopilla. Ohuthieanalyysi on akkreditoitu menetelmä ja analyysissä sovelletaan standardia ASTM C856/C856M-20. 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. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.

### Tutkija:



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

### Tarkastaja:



**Sakari Alaoja**, Tutkija, Geologi  
p. 050 5129 753, sakari.alaoja@labroc.fi

### TULOSTEN ARVIOINTI:

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

**Laadultaan** hyvissä näytteissä betoni/laasti/tiili on tasalaatuista ja hyvin tiivistynyttä ja mikrorakenteeltaan tasalaatuista. Laadultaan tyydyttävissä näytteissä on lieviä laatuutteita, joilla voi olla vaikutusta lujuuteen tai säilyvyyteen. Laadultaan vältävissä ja heikoissa näytteissä on merkittäviä laatuutteita, jotka heikentävät lujuutta ja säilyvyyttä.

**Kunnoiltaan** hyvissä näytteissä ei ole havaittavissa betonin/laastin/tiilin kuntoa heikentäviä vaurioita. Kunnoiltaan heikoissa näytteissä betoni/laasti/tiili on täysin vaurioitunut. Kunnoiltaan tyydyttävissä ja vältävissä 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/Vaurioitumista** on kuvattu asteikolla 0-4: 0 - ei rapautumaa, 1 - vähäistä, 2 - kohtalaista, 3 - voimakasta, 4 - ei koossapysyvää.

**Laastien kalkki-sementtisuhteen arviointi:** arvio on suuntaa antava ja perustuu optiseen analyysiin.

**Punatiilen pakkasenkestoarvio:** arvio on tehty mikrorakenteen perusteella, index 0-3 (VTT:n julkaisu 1624 -95, jäädytys-sulatustestaus). Index: 0 - ei pakkasenkesto heikentävää tekstuurisäröilyä, 1 - vähäistä tekstuurisäröilyä, 2 - kohtalaista tekstuurisäröilyä, 3 - runsasta tekstuurisäröilyä.

| TULOSTEN ARVIOINTI JA YHTEENVETO   |   |           |           |   |                      |                                 |
|--|---|-----------|-----------|---|----------------------|---------------------------------|
| Näyte  | Rakenneos/ohuthiepinta  | Laatu     | Kunto     | Karbonatisoituminen min-max/ka. (mm)      | Huokostus/kiteytymät | Rapautuneisuus/Vaurioituneisuus |
| BET1   | sokkeli/<br>ulkopinta 0-48 mm   | hyvä      | hyvä      | ulkopinta 10-17/13<br>sisäpinta 4-8/7     | ei/ ei               | 0                               |
| lisätieto  | -   |           |           |   |                      |                                 |
| BET4   | sokkeli/<br>ulkopinta 0-48 mm   | tydyttävä | tydyttävä | ulkopinta 5-läpi/10<br>sisäpinta 3-läpi/7 | ei/ ettringiittiä    | 0                               |
| lisätieto  | <ul style="list-style-type: none"><li>- betonissa on ennen betonin kovettumista syntynyt mikrohalkeama läpi rakenteen</li><li>- karbonatisoituminen on edennyt syvälle ja saavuttanut terässyvyyden halkeaman vuoksi, teräksissä ei ole merkittävää korroosiota</li><li>- betonissa on jossain vaiheessa ollut ylimääräistä kosteutta</li></ul> |           |           |   |                      |                                 |
| BET7   | sokkeli/<br>ulkopinta 0-48 mm   | hyvä      | hyvä      | ulkopinta 7-15/11<br>sisäpinta 3-13/7     | on/ ei               | 0                               |
| lisätieto  | - betoni on huokostettua  |           |           |   |                      |                                 |
| BET11  | julkisivu/<br>ulkopinta 0-48 mm   | hyvä      | hyvä      | ulkopinta 2-4/3<br>sisäpinta 4-9/6        | on/ ei               | 0                               |
| lisätieto  | - betoni on huokostettua  |           |           |   |                      |                                 |
| <b>YHTEENVETO:</b>   |   |           |           |   |                      |                                 |
| <p>Betonit ovat tasalaatuaisia ja niiden laatu on pääosin hyvä. Merkittäviä betonin kovettumisen jälkeen syntyneitä vaurioita ei ole havaittavissa. Näytteessä BET4 on ennen betonin kovettumista syntynyt halkeama (laatu/kunto tyydyttävä, rapautuneisuus 0).</p> <p>Sideaine on tasalaatuista. Se on karbonisoinut paikoin suhteellisen syvälle (halkeama), jolloin betonin teräksille antama kemiallinen suoja on hävinnyt (näyte BET4). Teräskorroosio ei ole käynnistynyt (näytteet BET4, BET7 ja BET11).</p> <p>Kiviaineen tartunnat ovat hyvät. Terästen tartunnat ovat suhteellisen hyvät.</p> <p>Betonit BET1 ja BET4 eivät ole huokostettuja eivätkä ne ole huokosrakenteensa perusteella arvioituna pakkasenkestäviä kosteissa olosuhteissa. Muutoin betonit ovat huokostettuja ja huokosrakenteen perusteella pakkasenkestäviä kosteissa olosuhteissa.</p> <p>Huokosissa (näyte BET4) on havaittavissa ylimääräisen kosteuden aiheuttamia kiteytymiä.</p> <p>Pinnoitteiden kunto on pääosin hyvä.</p> |   |           |           |   |                      |                                 |

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

| Näyte BET1, sokkeli länteen, vanha osa                          |       |   |                       |                                     |
|---|-------|---|-----------------------|-------------------------------------|
| lieriön pituus 77 mm, Ø: 48 mm, ohuthiepinta: ulkopinta 0-48 mm |       |   |                       |                                     |
| Laatu   | Kunto | Karbonatisoituminen<br>min-max/ka. (mm) | Huokostus/ kiteytymät | Rapautuneisuus/<br>Vaurioituneisuus |
| hyvä  | hyvä  | ulkopinta 10-17/13<br>sisäpinta 4-8/7   | ei/ ei                | 0                                   |

**Näytteen ulkoasu ja pinnat:**

- näyte ulottuu sokkelin läpi (näytekuva)
- betoni on suhteellisen tasalaatuista
- ulkopinta: 0,3 mm paksu, kaksinkertainen pinnoite (osin orgaaninen, kiinni betonissa)
- sisäpinta: sementtiliima

**Teräkset:**

- ei teräksiä

**Tiivistyminen:**

- suhteellisen hyvä, tiivistyshuokosia on jonkin verran
- kiviaineen ja sideaineen tartunnat ovat tiiviit

**Kiviaines:**

- pääkivilajit: osin kulmikkaat liuskeet ja granitoidit, suurin raekoko 12 mm, kiviaine on ehjää
- reagoimutta kiviainetta ei ole havaittavissa, alkalikiviainereaktiopotentiaali on arviolta alhainen

**Sideaine:**

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

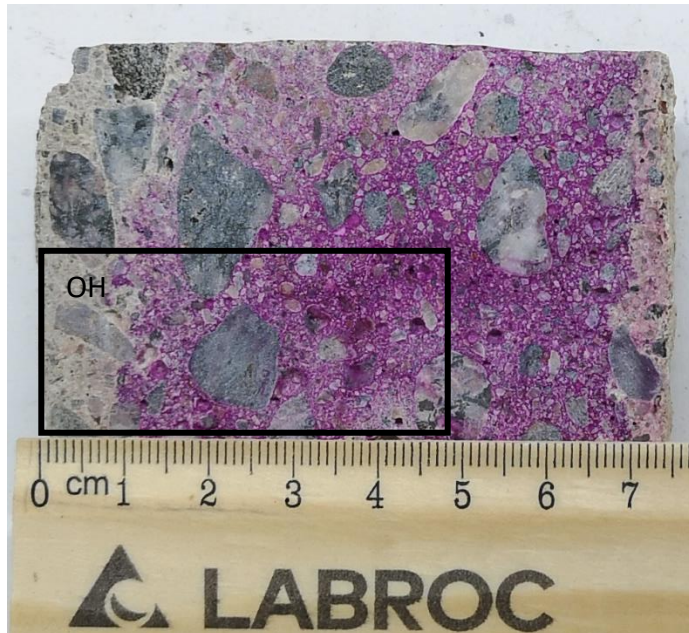
**Suojahuokostus ja huokostäytteet:**

- pyöreitä suojahuokosiksi kooltaan luokiteltavia huokosia on vähän
- huokosissa ei ole havaittavissa kiteytymiä

**Halkeilu/ säröily:**

- betonissa on havaittavissa vähäistä suuntautumaton mikrosäröilyä

**Näytekuva (ulkopinta kuvassa vasemmalla)**





| Näyte BET4, sokkeli etelään, vanha osa                          |           |   |                       |                                     |
|---|-----------|---|-----------------------|-------------------------------------|
| lieriön pituus 68 mm, Ø: 48 mm, ohuthiepinta: ulkopinta 0-48 mm |           |   |                       |                                     |
| Laatu   | Kunto     | Karbonatisoituminen<br>min-max/ka. (mm)   | Huokostus/ kiteytymät | Rapautuneisuus/<br>Vaurioituneisuus |
| tydyttävä   | tydyttävä | ulkopinta 5-läpi/10<br>sisäpinta 3-läpi/7 | ei/ ettringiittiä     | 0                                   |

**Näytteen ulkoasu ja pinnat:**

- näyte ulottuu sokkelin läpi, lieriön sivupinta on rosainen halkeaman vuoksi (*näytekuva*)
- betoni on suhteellisen tasalaatuista
- ulkopinta: 0,5 mm paksu, kaksinkertainen pinnoite (osin orgaaninen, kiinni betonissa)
- sisäpinta: sementtiliima

**Teräokset:**

- teräokset sijaitsevat noin 44 mm (Ø 3 mm) ja 55 mm (Ø 5 mm, puuttuu näytteestä) ulkopinnasta (karbonatisoituminen on saavuttanut, tartunnat tiiviit, ei ruostetta)

**Tiivistyminen:**

- suhteellisen hyvä, tiivistyshuokosia on jonkin verran
- kiviaineen ja sideaineen tartunnat ovat yleensä tiiviit, halkeaman yhteydessä auki

**Kiviaines:**

- pääkivilajit: osin kulmikkaat liuskeet ja granitoidit, suurin raekoko 10 mm, kiviaine on ehjää
- reagoimatta kiviainetta ei ole havaittavissa, alkalikiviainereaktiopotentiaali on arviolta alhainen

**Sideaine:**

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

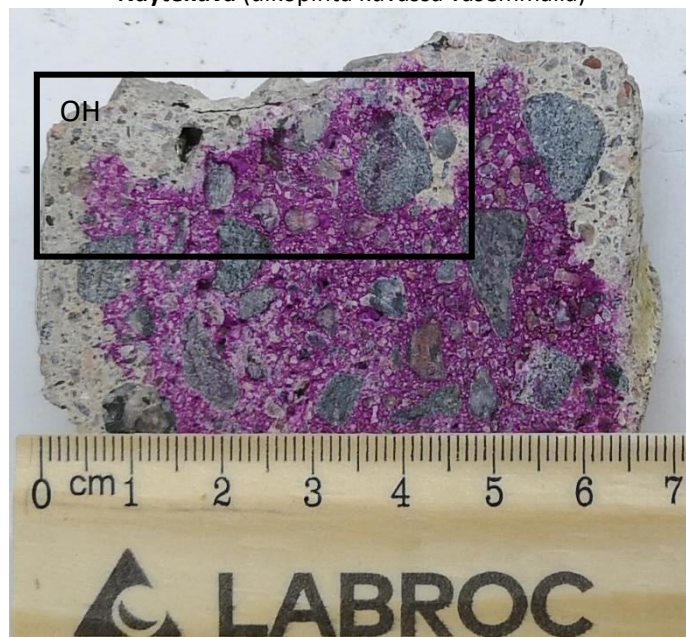
**Suojahuokostus ja huokostäytteet:**

- pyöreitä suojahuokosiksi kooltaan luokiteltavia huokosia on jonkin verran
- huokosissa on havaittavissa ettringiittiä, osa on umpeutunut

**Halkeilu/ säröily:**

- betonissa on havaittavissa pintaa vastaan kohtisuora halkeama (myötäilee kiviainetta, lieriön sivussa ja halkeaman toinen puoli puuttuu näytteestä), lisäksi on vähäistä suuntautumaton mikrosäröilyä

**Näytekuva (ulkopinta kuvassa vasemmalla)**



Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580

OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

| Näyte BET7, sokkeli länteen, laajennus                          |       |                                       |                       |                                  |
|---|-------|---------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| lieriön pituus 68 mm, Ø: 48 mm, ohuthiepinta: ulkopinta 0-48 mm |       |                                       |                       |                                  |
| Laatu   | Kunto | Karbonatisoituminen min-max/ka. (mm)  | Huokostus/ kiteytymät | Rapautuneisuus/ Vaurioituneisuus |
| hyvä  | hyvä  | ulkopinta 7-15/11<br>sisäpinta 3-13/7 | on/ ei                | 0                                |

**Näytteen ulkoasu ja pinnat:**

- näyte ulottuu sokkelin läpi (näytekuva)
- betoni on suhteellisen tasalaatuista
- ulkopinta: tasainen betonipinta
- sisäpinta: sementtiliima

**Teräkset:**

- teräs (Ø 3 mm) sijaitsee noin 43 mm ulkopinnasta (tartunta tiivis, ei ruostetta)

**Tiivistyminen:**

- suhteellisen hyvä, tiivistyshuokosia on jonkin verran
- kiviaineen ja sideaineen tartunnat ovat tiiviit

**Kiviaines:**

- pääkivilajit: osin kulmikkaat liuskeet ja granitoidit, suurin raekoko 12 mm, kiviaine on ehjää
- reagoimatta kiviainetta ei ole havaittavissa, alkalikiviainereaktiopotentiaali on arviolta alhainen

**Sideaine:**

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

**Suojahuokostus ja huokostäytteet:**

- pyöreitä suojahuokosiksi kooltaan luokiteltavia huokosia on runsaasti
- huokosissa ei ole havaittavissa kiteytymiä

**Halkeilu/ säröily:**

- betonissa on havaittavissa vähäistä suuntautumaton mikrosäröilyä

**Näytekuva (ulkopinta kuvassa vasemmalla)**



| Näyte BET11, julkisivu etelään, laajennus                       |       |   |                       |                                     |
|---|-------|---|-----------------------|-------------------------------------|
| lieriön pituus 61 mm, Ø: 48 mm, ohuthiepinta: ulkopinta 0-48 mm |       |   |                       |                                     |
| Laatu   | Kunto | Karbonatisoituminen<br>min-max/ka. (mm) | Huokostus/ kiteytymät | Rapautuneisuus/<br>Vaurioituneisuus |
| hyvä  | hyvä  | ulkopinta 2-4/3<br>sisäpinta 4-9/6      | on/ ei                | 0                                   |

**Näytteen ulkoasu ja pinnat:**

- näyte ulottuu ulkokuoren läpi (näytekuva)
- betoni on suhteellisen tasalaatuista
- ulkopinta: pesubetonipinta
- sisäpinta: sementtiliima

**Teräkset:**

- teräs (Ø 4 mm) sijaitsee noin 20 mm ulkopinnasta (tartunta tiivis, ei ruostetta)

**Tiivistyminen:**

- hyvä, tiivistyshuokosia on vähän
- kiviaineen ja sideaineen tartunnat ovat tiiviit

**Kiviaines:**

- pääkivilajit: kulmikkaat kalkkikivet, suurin raekoko 6 mm, kiviaine on ehjää
- reagoimutta kiviainetta ei ole havaittavissa, alkalikiviainereaktiopotentiaali on arviolta alhainen

**Sideaine:**

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

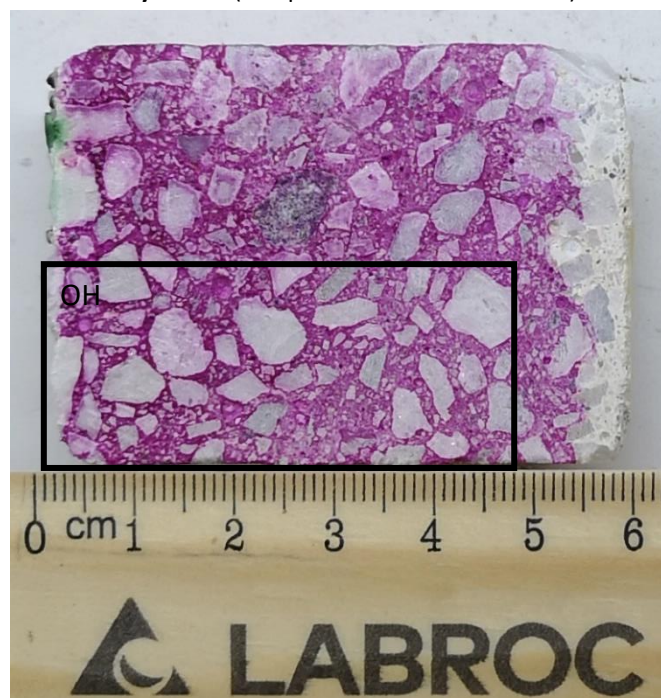
**Suojahuokostus ja huokostäytteet:**

- pyöreitä suojahuokosiksi kooltaan luokiteltavia huokosia on runsaasti
- huokosissa ei ole havaittavissa kiteytymiä

**Halkeilu/ säröily:**

- betonissa on havaittavissa vähäistä suuntautumaton mikro säröilyä

**Näytekuva (ulkopinta kuvassa vasemmalla)**



Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Labroc Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6 | PUH. 010 524 9580

OULU | KUOPIO | JYVÄSKYLÄ | TAMPERE | HELSINKI | TURKU

## VETOLUJUUS

|  |  |
|--|--|
| <b>Tilaja:</b> IdeaStructura Oy          | <b>Tilauspäivä:</b> 11.6.2024              |
| <b>Kohde:</b> Kaukajärven koulu, Tampere | <b>Toimitettu laboratorioon:</b> 11.6.2024 |
| <b>Projektinnumero:</b> 5642             | <b>Laboratorio:</b> Oulu                   |

### Menetelmät:

Koe suoritettiin tilaajan toimittamista näytteistä laboratorioissa standardin SFS 5445 mukaan. Kokeessa käytetty vetolaite on Proceq DY-225. Vetolaitteen mittausepävarmuus on  $\pm 0,30-2,02$  %. Laite on kalibroitu , 01/24 (Helsinki) ja 06/24 (Oulu).

Vetokoe betonista suoritetaan uudelleen, jos tulos alittaa 1,5 MN/m<sup>2</sup>. Mahdollinen uusintaveto merkitty \*.

Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.

**Näytteenottaja:** Natalia Kajava

| Näyte | Materiaali/ tila tai rakennusosa | Ø<br>mm | Pituus<br>mm | Tulos<br>MN/m <sup>2</sup> | Murtokohta ja pääasiallinen<br>murtotapa | Lisätieto |
|-------|----------------------------------|---------|--------------|----------------------------|--|-----------|
| BET2  | vanha osa, sokkeli itään         | 49      | 70           | 3,0                        | 39-46 mm ulkopinnasta, leikkaa.          | -         |
| BET3  | vanha osa, sokkeli etelään       | 49      | 59           | 5,4                        | 34-46 mm ulkopinnasta, leikkaa.          | -         |
| BET5  | vanha osa, sokkeli itään         | 49      | 51           | 3,1                        | 27-31 mm ulkopinnasta, leikkaa.          | -         |
| BET6  | vanha osa, sokkeli itään         | 49      | 84           | 2,7                        | 77-82 mm ulkopinnasta, leikkaa.          | -         |
| BET8  | laajennus, sokkeli itään         | 49      | 75           | 2,8                        | 18-28 mm ulkopinnasta, leikkaa.          | -         |
| BET9  | laajennus, julkisivu itään       | 44      | 71           | 3,5                        | 46-54 mm ulkopinnasta, leikkaa.          | -         |
| BET10 | laajennus, julkisivu länteen     | 49      | 59           | 2,3                        | 19-22 mm ulkopinnasta, leikkaa.          | -         |
| BET12 | laajennus, kaide etelään         | 49      | 112          | 2,1                        | 49-64 mm ulkopinnasta, leikkaa.          | -         |
| BET14 | vanha osa, tukimuuri länteen     | 49      | 60           | 3,2                        | 45-59 mm ulkopinnasta, leikkaa.          | -         |
| BET15 | vanha osa, tukimuuri etelään     | 49      | 95           | 3,2                        | 24-36 mm ulkopinnasta, leikkaa.          | -         |



**Petri Perätalo**  
tutkija, laboratorioanalyttikko  
p. +358 50 340 7810  
petri.peratalo@labroc.fi

## KARBONATISOITUMISSYVYYDEN MÄÄRITYS

Tilaja: IdeaStructura Oy Tilauspäivä: 11.6.2024

Kohde: Kaukajärven koulu, Tampere Toimitettu laboratorioon: 11.6.2024

Projektinnumero: 5642 Laboratorio: Oulu

### Menetelmät:

Määrittäminen suoritettiin tilaajan toimittamista näytteistä standardin SS 137242:1988 mukaisesti betonierien halkaistulta pinnalta. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.

Näytteenottaja: Natalia Kajava

| Näyte | Materiaali/ tila tai rakennusosa | Ulko-/yläpinta<br>minimi-maksimi/ keskiarvo<br>(mm) | Ala-/sisäpinta<br>minimi-maksimi/ keskiarvo<br>(mm) |
|-------|----------------------------------|---|---|
| BET2  | vanha osa, sokkeli itään         | 10-15/12  | < 2   |
| BET3  | vanha osa, sokkeli etelään       | 8-10/9  | < 4   |
| BET5  | vanha osa, sokkeli itään         | 11-13/12  | < 4   |
| BET6  | vanha osa, sokkeli itään         | 11-13/12  | < 2   |
| BET8  | laajennus, sokkeli itään         | 6-12/10   | < 2   |
| BET9  | laajennus, julkisivu itään       | < 1-2/1   | < 1   |
| BET10 | laajennus, julkisivu länteen     | < 1-6/2   | < 1   |
| BET12 | laajennus, kaide etelään         | 13-19/16  | - (katkaistu)                                       |
| BET13 | laajennus, kaide pohjoiseen      | 10-18/14  | - (katkaistu)                                       |
| BET14 | vanha osa, tukimuuri länteen     | 23-28/25  | - (katkaistu)                                       |
| BET15 | vanha osa, tukimuuri etelään     | < 2   | - (katkaistu)                                       |



**Petri Perätalo**  
tutkija, laboratorioanalyttikko  
p. +358 50 340 7810  
petri.peratalo@labroc.fi

**KLORIDIPITOISUUDEN MÄÄRITYS**

Tilaja: IdeaStructura Oy Tilauspäivä: 11.6.2024

Kohde: Kaukajärven koulu, Tampere Toimitettu laboratorioon: 11.6.2024

Projektinnumero: 5642 Laboratorio: Oulu

**Menetelmät:**

Koe suoritettiin titraamalla tilaajan toimittamista näytteistä standardin SFS-EN 14629 mukaan (Volhardin menetelmä). Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.

Näytteenottaja: Natalia Kajava

| Näyte | Materiaali / tila tai rakennusosa                            | Kuivapaino [g] | Cl -pitoisuus [p-%] | Tyyppi  |
|-------|--|----------------|---------------------|---------|
| BET1  | vanha osa, sokkeli länteen                                   | 5,51           | < 0,01              | Kappale |
| BET11 | laajennus, julkisivu etelään                                 | 4,96           | < 0,01              | Kappale |
| KB1   | julkisivu pohjoiseen, kevytbetonilankun ulkopinta ~5...30 mm | 4,87           | < 0,01              | Jauhe   |



**Petri Perätalo**  
tutkija, laboratorioanalyttikko  
p. +358 50 340 7810  
petri.peratalo@labroc.fi



**Henna Berg**  
tutkija, laborantti  
p. +358 40 741 1421  
henna.berg@labroc.fi