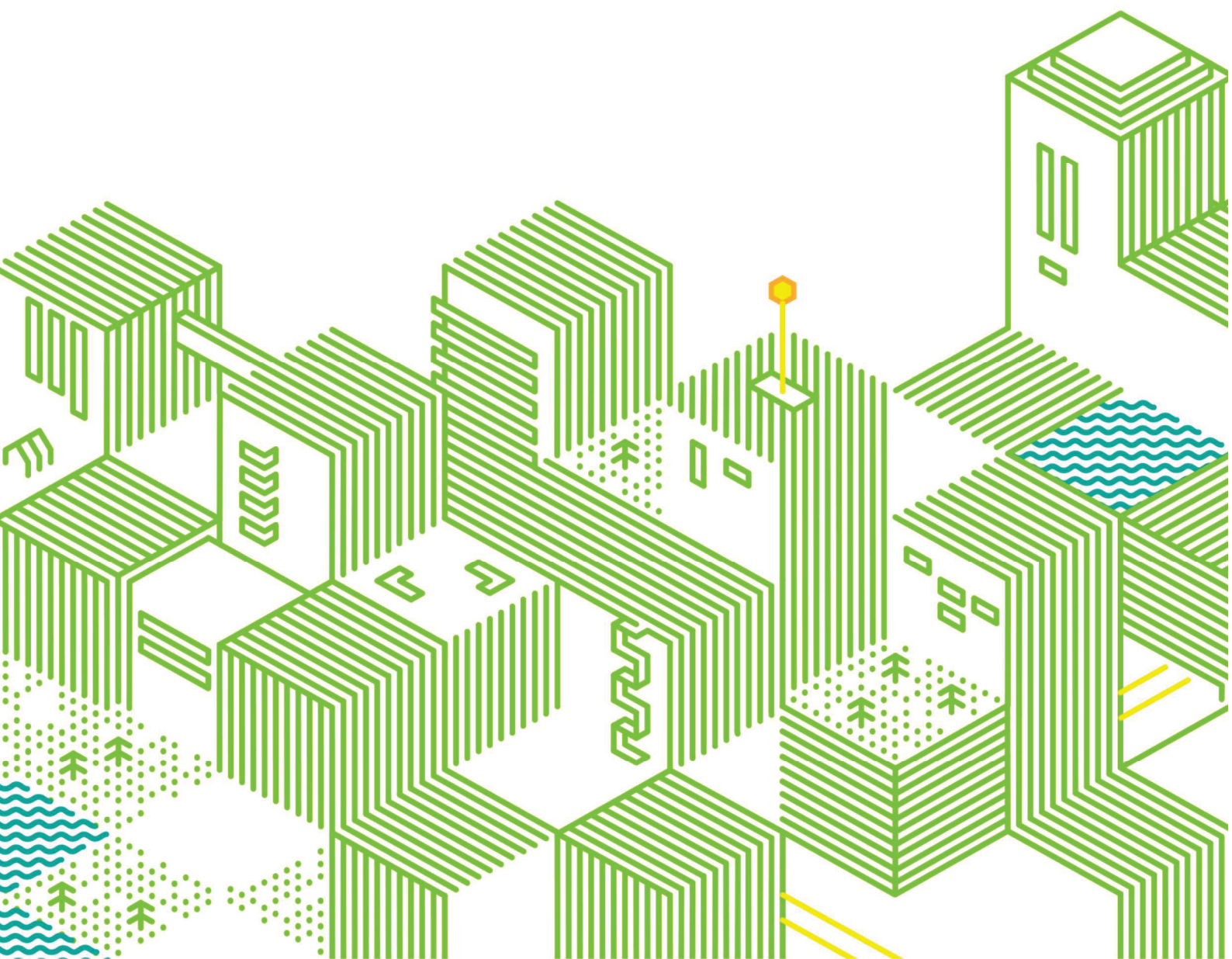


SITOWISE

Julkisivujen kuntotutkimus

Päiväys	23.5.2019
Projekti	Julkisivujen kuntotutkimus
Tilaaja	Kouvolan kaupunki
Kohde	Kouvolan jäähalli, Topinkuja 1, 45100 Kouvola



Sisältö

1	Tiivistelmä.....	3
2	Yhteystiedot.....	5
	2.1 Kohde	5
	2.2 Tilaaja	5
	2.3 Kuntotutkijat.....	5
3	Kohteen yleistiedot	5
	3.1 Lähtötiedot	6
	3.1.1 Aikaisemmin suoritettavat merkittävät korjaukset.....	6
4	Yleistä tutkimuksesta ja sisällöstä	6
	4.1 Tutkimuksen laajuus, tarkoitus ja tavoite	6
	4.2 Tutkittujen rakenteiden tekninen käyttökä.....	7
5	Julkisivut	8
	5.1 Rakennokuvaus.....	8
	5.2 Rakenteista tehdyt havainnot.....	9
6	Ikkunat.....	15
	6.1 Rakennekuvaukset.....	15
	6.2 Rakenteista tehdyt havainnot.....	15
7	Suoritettavat laboratoriotutkimukset	16
	7.1 Näyteanalyysien kirjaus.....	16
	7.2 Julkisivubetonin ohuthieanalyysi.....	16
	7.3 Betonirakenteiden vetolujuuskokeet.....	17
	7.4 Kloridipitoisuus	18
	7.5 Korroosioriskin arviointi	18
	7.6 Haitta-aineet.....	19
8	Johtopäätökset	19
	8.1 Julkisivurakenteet	19
	8.2 Ikkunat.....	20
9	Toimenpide-ehdotukset ja korjaussuositukset	20
	9.1 Turvallisuus- ja terveystarvit	20
	9.2 Julkisivujen korjausehdotukset.....	20
	9.2.1 Julkisivujen peittävä korjaus	21
	9.2.2 Julkisivujen betonivaurioiden korjaus ja ylitasoitus	21
	9.3 Ikkunoiden korjausvaihtoehto	22
10	Liitteet	22

1 Tiivistelmä

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kohteen julkisivurakenteiden tämänhetkinen kunto ja korjaustarve. Kuntotutkimus kohdistui jäähallirakennukseen, joka on 37 vuotta vanha. Rakennuksen julkisivut ovat profiloitua valkobetonia. Vesikatteenä toimii bitumikermikate ja katto on tyypiltään tasakatto.

Julkisivut

Tutkimuksen lähtötiedoista ei selviä julkisivujen tarkka korjaushistoria. Lähtötietojen ja havaintojen perusteella peruskorjauksessa 2004-2006 julkisivuista on uusittu elastiset saumamassat, tehty pieniä paikkakorjauksia ja julkisivupinnoista poistettu punalevä puhdistamalla.

Tutkimusten kannalta merkittävimmät havainnot ja tulokset olivat lännen- ja pohjoisenpuoleisilla julkisivuilla oleva laaja-alainen vaaka- ja pystyhalkeilu, jotka ulottuvat raudoitteisiin saakka. Betoniteräksissä on halkeamien kohdalla havaittavissa korroosiota ja betonin lohkeilua. Pystyhalkeamat havaittiin painottuvan ansaiden asennuskohdille. Lisäksi lännenpuoleisella julkisivulla todettiin yhden elementin osalta todennäköisesti pitkälle edenneitä vaurioita, jonka vuoksi elementille suositellaan lisäkiinnitystä tai -tuentaa peruskorjaukseen saakka. Betoniraudotteet ovat paikoitellen pinnassa, joka on aiheuttanut raudoitteiden ruostumisen ja betonin lohkeilun etenkin pieliterästen kohdalla.

Julkisivussa todettiin myös muita puutteita ja vaurioita, jotka heikentävät rakenteen kosteusteknistä toimintaa sekä lisäävät julkisivun vaurioitumista. Puutteita ja vaurioita havaittiin mm. elementtisaumoissa, rakenteiden liittymien elastisissa saumoissa, pellityksessä yksittäisiä puutteita, sekä elementin ulkopinnan pintarapautumaa

Laboratorioanalyysien perusteella betonin kunto ja laatu luokiteltiin tyydyttävä-hyvä. Ohuthietutkimuksissa näytteissä ei todettu rapautumaa. Näytteiden perusteella betoni on kosteissa olosuhteissa pakkasenkestävää. Vetolujuustulokset olivat pääosin hyvällä tasolla.

Kloridipitoisuus oli otetuissa näytteissä alle kriittisen arvon. Kloridipitoisuus ei aiheuta betoniraudotteiden korroosioriskiä. Julkisivun elementtisaumassa ei todettu PCB-yhdisteitä eikä lyijyä yli vaarallisen jätteen raja-arvon.

Tutkimusten perusteella merkittävimmät vauriot sijoittuvat lännen- ja pohjoisenpuoleisille julkisivuille, mutta muillakin julkisivuilla havaittiin paikallisia vaurioita. Tutkimusten perusteella julkisivuille suositellaan ensisijaisesti yhtenäisiä toimenpiteitä, jolla säilytetään julkisivujen yhtenäinen arkkitehtuuri.

Ikkunat

Kohteen ikkunatyypit vaihtelevat, mutta ikkunat ovat pääsääntöisesti kaksilasisia puuikkunoita, joiden arvioitu tekninen käyttöikä on 50 vuotta. Kohteessa on myös metallirunkoisia ikkunoita. Lähtötietojen perusteella ikkunoille on suoritettu korjauksia vuonna 2004.

Ikkunoissa havaittiin eriasteisia vaurioitumista, jotka ovat puuosien haristumaa, maalivaurioita ja lasilistoitusten halkeilua ja käyritystä. Lisäksi ikkunoiden julkisivuliittymien tiivistykset ovat kovettuneet ja reunoista irronneet. Havaittujen vaurioiden kautta voi kulkeutua kosteutta rakenteisiin, joka voi vaurioittaa ikkunoiden puosia tai ulkoseinärakenteita. Maantasokerroksessa ikkunoiden puuosien vauriot olivat edenneet pidemmälle.

Ulkopuolisen tarkastuksen perusteella ikkunoille voidaan suorittaa huoltokorjaus ja -maalaukset, joka on suositeltavaa ajoittaa julkisivukorjausten yhteyteen 1 – 5 vuoden kuluessa. Ikkunoiden huoltokorjaus ja -maalauksella saadaan käyttöikä arviolta noin 10 vuotta.

2 Yhteystiedot

2.1 Kohde

Kouvolan jäähalli
Topinkuja 1
45100 Kouvola

2.2 Tilaaja

Kouvolan Kaupunki
Tilapalvelut
Torikatu 10
45100 Kouvola

Eemi Skyttä
email eemi.skytta@kouvola.fi
puh 020 615 7115

2.3 Kuntotutkijat

Sitowise Oy puh 029 005 9200
Kyminlinnantie 6
48600 Kotka

Teemu Pirinen, ins. AMK
Betonirakennusten (talorakenteet) kuntotutkija FISE
puh 044 427 9477
email teemu.pirinen@sitowise.com

Juha Laine
Avustava kuntotutkija
puh 044 427 9510
email juha.laine@sitowise.com

3 Kohteen yleistiedot

Kuntoarvion kohteena on vuonna 1982 valmistunut Kouvolan jäähalli. Rakennuksen runko on betonia. Julkisivut lasia ja betonia. Vesikattotyypinä on tasakatto ja katemateriaalina bitumikermi.

Kiinteistön yleis- ja laajuustiedot on saatu tilaajan toimittamista lähtötiedoista.

Kohteen tietoja:

Käyttötarkoitus	jäähalli
Valmistunut	1982
Rakennuksia	1 kpl
Tilavuus	97 000 m ³
Bruttopinta-ala	13 000 m ²



Kouvolan jäähalli

3.1 Lähtötiedot

Tutkimuksen suoritusta varten tilaajalta on saatu käyttöön seuraavat asiakirjat:

- julkisivupiirustuksia 5 kpl
- peruskorjaus vaiheen piirustuksia ja työselityksiä
- kuntoarvioraportti, Sitowise Oy 2019

3.1.1 Aikaisemmin suoritettut merkittävät korjaukset

Alla on luetteloitu merkittävimmät tutkimukset ja korjaukset.

2004...2006	Peruskorjaus
2015	Rakennettu aitiot
2018	Pihakannen ja pääsisäänkäynnin peruskorjaus
2019	Kiinteistön kuntoarvio ja PTS, Sitowise Oy

4 Yleistä tutkimuksesta ja sisällöstä

4.1 Tutkimuksen laajuus, tarkoitus ja tavoite

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää kiinteistön julkisivurakenteiden tämänhetkinen kunto, vauriot, niiden laajuus sekä arvioida rakenteiden jäljellä olevaa käyttöikää. Tavoitteena on määrittää tutkimustulosten perusteella tutkittujen rakenteiden korjaustarpeet ja niiden laajuus sekä arvioida korjausvaihtoehtoja pääpiirteittäin.

Tutkimustulosten ja havaintojen perusteella määritettyjen korjaustarpeiden mukaan annetaan korjaussuositukset tutkituille rakenteille. Raportti toimii sekä lähtötietoina hanke- ja toteutus-suunnittelulle että pohjana myös päätöksen teolle korjaustapoja arvioitaessa.

Tutkimusmenetelmät ja –kuvaukset on eritelty tarkemmin liitteessä 1.

4.2 Tutkittujen rakenteiden tekninen käyttöikä

Rakennusten tutkittujen rakenteiden käyttöikään vaikuttavat suunnitteluvaiheessa tehdyt ratkaisut, materiaalivalinnat sekä rakenteiden pintakäsittely ja työsuoritteiden laatu.

Rakenteiden käyttöikään vaikuttavat lisäksi rakennusajan jälkeen mm. seuraavat tekijät:

- kohteessa vallitsevat ilmasto-olosuhteet (UV-säteily, lämpötilat, kosteusrasitus/vesi, ilman epäpuhtaudet ja tuuli)
- mekaaniset rasitukset (rakenteiden ja rakenneosien oma paino, jaksottaiset rasitteet kuten mm. lumikuormat, käytön aiheuttamat kuormat sekä ajan myötä tapahtuvat rasitukset kuten mm. rakenteen painuminen ja lämpöliikkeet)
- käytön aiheuttamat rasitukset (käyttäjien aiheuttama mekaaninen rasitus etenkin pintamateriaaleille, rakenteiden puutteellinen huolto ja puhdistus sekä virheelliset hoitotoimenpiteet)
- biologiset tekijät (mikro-organismit, sienet, levät ja bakteerit)
- materiaalien vanheneminen (useimmat materiaalit reagoivat ympäristössä ja ilmastossa olevien kaasujen, nesteiden ja muiden aineiden kanssa aiheuttaen materiaalin ominaisuuksien heikkenemistä).

Alla olevassa taulukossa on tutkimuksen alaisen kohteessa olevien rakenteiden sekä pinnoitteiden yleisiä teknisiä käyttöikäarvioita normaaleissa rasitusolosuhteissa viitaten RT-korttiin 18-10922. Kyseisiä käyttöikäarvioita käytetään tukevana tietona korjaussuosituksia määritettäessä.

Taulukko 1. Tutkittujen rakenteiden arvioidut tekniset käyttöiät (RT 18-10922)

Tunnus	Rakenne-osa	Käyttöikä, normaali rasitus	Rakenteen ikä kohteessa	Muuta
124	Julkisivut			
1241	Valkobetoni	50 v 15 v elementtisaumojen uusiminen, 10...20 v huoltomaalaus	37 v	Rakenne alkuperäinen Paikkakorjattu ja pesty 2004
1242	Puuikkunat	50 v 8...15 v sisämaalaukset 5...15 v ulkomaalaus 3...12 v tiivistäminen 2...5 v tarkastusväli	37 v	Alkuperäinen Huoltomaalattu 2004

5 Julkisivut

5.1 Rakennekuvaus

Rakennuksen ulkoseinät ovat sandwich-elementtejä, joiden pinnat ovat profiloitua valkobetonia. Rakennuksen sokkelit ovat teräsbetonia.

Julkisivurakenne on ulkoapäin lueteltuna seuraava:

63-111 mm	ulkokuori
95 mm	mineraalivilla
-	sisäkuori, betoni (ei porattu läpi)

Pilareiden kohdalla kuorielementin takana polyuretaani noin 70 mm.



Yleiskuva lännenpuoleisesta julkisivusta



Yleiskuva pohjoispuolen julkisivusta



Yleiskuva idänpuoleisesta julkisivusta



Yleiskuva etelänpuoleisesta julkisivusta

5.2 Rakenteista tehdyt havainnot

Elementtien pielissä havaittiin paikallista lohkeilua. Suurimmat pielivauriot ovat länsipuolen julkisivussa. Runsaampaa halkeilua havaittiin länsi- ja pohjoispuolella, mutta halkeilua esiintyi muissakin julkisivuissa. Halkeamia esiintyi elementeissä pysty- ja vaakasuunnassa. Pystysuuntaiset halkeamat paikallistettiin ansaiden asennuskohtiin. Vaakasuuntaisissa halkeamissa ei ollut johdonmukaisuutta vaan niitä esiintyi elementtien eri kohdissa, osa halkeamista ulottui koko elementin leveydeltä. Porausten perusteella halkeamat ulottuvat raudoitteisiin saakka.

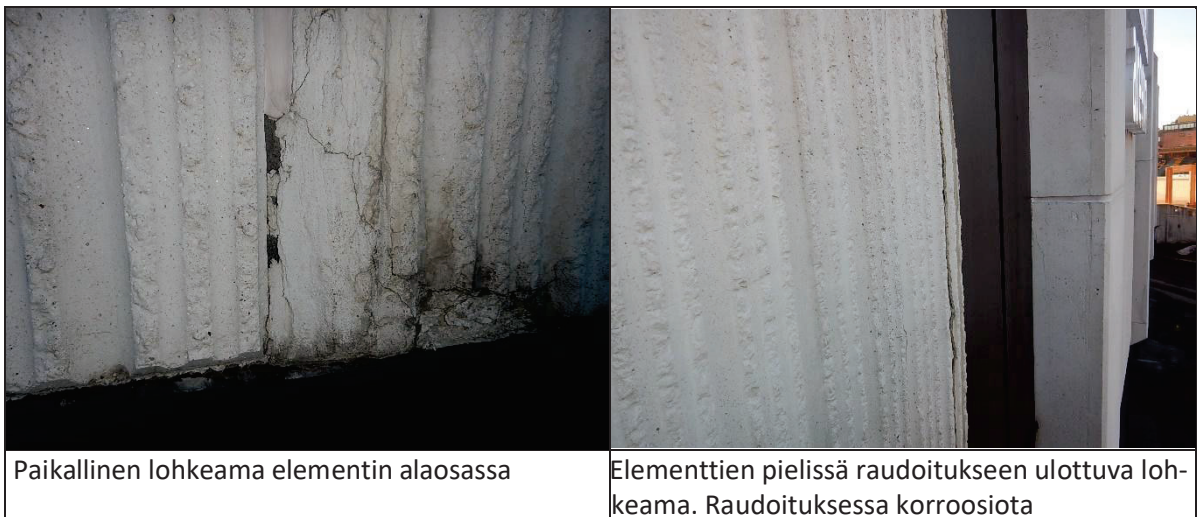
Elementeissä ei tutkimusten yhteydessä havaittu eristetilassa tuuletusuritusta, joka parantaisi eristetilan kosteudenhallintaa lisäämällä ulkokuoren takapinnan tuulettumista.

Tutkimuskarttoihin ei ole erikseen merkitty vaurioita, koska lännen- ja pohjoisenpuoleisilla julkisivuilla vaurioita on kattavasti ja idän- ja etelänpuoleisilla julkisivuilla paikoitellen.

Alla on listattu merkittävimmät silmin havaitut puutteet ja vauriot:

Julkisivu länteen

- elementtien reunoissa pieliraudoitukseen ylettäviä paikallisia lohkeamia, joissa lohjennut betoni on tippumaisillaan
 - pieliteräkset ruosteessa
- elementeissä kauttaaltaan lievää pakkasrapautumaa pinnassa
- elementeissä pystysuuntaisia halkeamia runsaasti ja vaakasuuntaisia halkeamia paikallisesti
 - pystysuuntaiset halkeamat ulottuvat raudoitukseen asti (ansas)
 - ansas on mustaa terästä ja siinä on havaittavissa ruostetta
- liitososien saumat kovettuneet ja reunoista irronneet
- elementtien paikkakorjauksien yhteydessä uusituissa elementtisaumoissa paikallista halkeilua
- pilareiden kuorielementissä raudoitukseen yltävää paikallista lohkeilua
- Lumon-kyltin vasemmalla puolella olevassa elementissä tutkimusten perusteella pitkälle edenneitä vaurioita.



Paikallinen lohkeama elementin alaosassa

Elementtien pielissä raudoitukseen ulottuva lohkeama. Raudoituksessa korroosiota



Elementeissä vaakasuuntaista halkeilua



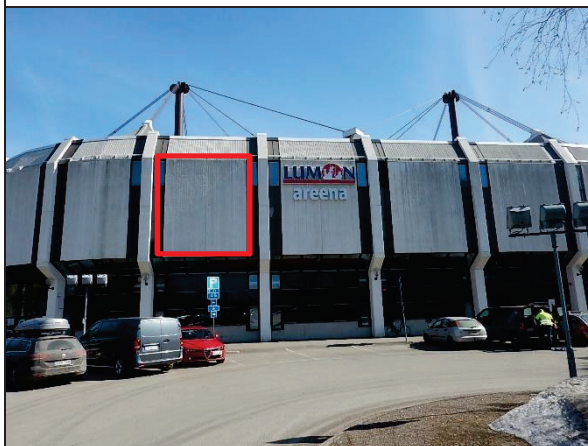
Elementtien korkeuden mittaisia pystyhalkeamia



Laaja-alaista pakkasrapaamaa julkisivun pinnassa



Liitososien saumatukset kovettuneet ja reunoista irronneet



Elementissä pitkälle edenneitä vaurioita



Ansaan kohdalla pystyhalkeama ulottuu teräkseen asti



Julkisivu pohjoiseen

- julkisivussa laajalti vaakasuuntaista halkeilua, osittain ulottuu koko elementin leveydeltä
- elementeissä johdonmukaista pystyhalkeilua ansaiden kohdalla
- elementtien peruskorjauksen yhteydessä uusituissa elementtisaumoissa paikallista epätiiveyttä
- liitososien saumat kovettuneet ja reunoista irronneet
- elementeissä kauttaaltaan lievää pakkasrapautumaa
- paikkakorjatuissa kohdissa paikallista lohkeilua
- elementtien reunoissa pieliraudoitukseen ylettäviä paikallisia lohkeamia, joissa lohjennut betoni on tippumaisillaan.





17.04.2019 09:40

Paikkakorjatuissa kohdissa paikallista lohkeilua



17.04.2019 09:03

Pilareiden kuorielementissä raudoitukseen yltävää paikallista lohkeilua



Halkeamat ulottuvat raudoitukseen



Vinolla julkisivuosuudella halkeamassa sammalkasvustoa



Elementtisaumoissa sammalkasvustoa



Elementtisauma avoin

Julkisivu itään

- julkisivussa paikallisesti vaakasuuntaista halkeilua
- elementeissä johdonmukaista pystyhalkeilua ansaiden kohdalla
- elementtien peruskorjauksen yhteydessä uusituissa elementtisaumoissa paikallista halkeilua
- liitososien saumat kovettuneet ja reunoista irronneet
- elementeissä kauttaaltaan lievää pakkasrapautumaa
- paikkakorjatuissa kohdissa paikallista lohkeilua
- elementtien reunoissa pieliraudoitukseen ylettäviä paikallisia lohkeamia, joissa lohjennut betoni on tippumaisillaan
- paikallista peltiosien pinnoituksen alustastaan irtoamista/ hilseilyä



paikallista paikkakorjauksen lohkeilua



paikallista peltiosien pinnoituksen hilseilyä



mainoskytlin ruuvikiinnike keskiosalta poikki



läpivientien tiivistyksessä paikallisia puutteita



lievää pakkasrapaamaa kauttaaltaan pinnassa, etenkin viistoissa yläosissa

Julkisivu etelään

- julkisivussa paikallisesti vaakasuuntaista halkeilua
- elementeissä johdonmukaista pystyhalkeilua ansaiden kohdalla
- paikallista vinottaista halkeilua
- elementtien peruskorjauksen yhteydessä uusituissa elementtisaumoissa paikallista halkeilua
- liitososien saumat kovettuneet ja reunoista irronneet
- elementeissä kauttaaltaan lievää pakkasrapautumaa
- elementtien reunoissa pieliradoitukseen ylettäviä paikallisia lohkeamia, jotka ovat tippumaisillaan
- paikallista peltiosien pinnoituksen hilseilyä



paikallista vinottaista halkeilua



pieliradoitukseen yltäviä lohkeamia

6 Ikkunat

6.1 Rakennekuvaukset

Rakennuksen ikkunat ovat pääsääntöisesti puu- tai metallirunkoisia lämpölaseielementtejä. Ikkunoiden vesipellit ovat muovipinnoitettua teräsohutlevyä.

6.2 Rakenteista tehdyt havainnot

Ikkunoista tehtiin ulkopuolelta silmämääräisesti seuraavia havaintoja:

- ikkunoiden ulkopuitteissa on laajalti maalivaurioita
- ikkunoiden ulkopuitteissa on monin paikoin haristumaa
- yksittäisten ikkunoiden sisäpuitteissa ja karmeissa on maalivaurioita
- yksittäisiä ikkunaruutuja on halkeillut
- ikkunoiden julkisivuliittymien tiivistyksissä on monin paikoin puutteita
- maantasokerroksen ikkunoiden lasilistoissa käyritystä ja halkeilua
- ikkunoiden kittauksissa paikallisia puutteita tiiveydessä



maantasokerroksen ikkunoiden lasilistoissa käyritystä ja halkeilua



Ikkunan puitteissa haristumaa ja maalivaurioita



ikkunoiden julkisivuliittymien tiivistyksissä on monin paikoin puutteita



yksittäisiä ikkunaruutuja rikkoutunut



7 Suoritetut laboratoriotutkimukset

7.1 Näyteanalyysien kirjaus

Tehdyt näyteanalyysien tunnuksset on kirjattu (koodattu) oheisesti:

VE.01 JS

01. näytteen järjestysnumero tutkimustyypeittäin.

OH suoritettu tutkimus (OH= ohuthie)

RA tutkittu rakennusosa (RA = rappaus)

Tutkimukset:

OH ohuthieanalyysi

VE vetolujuus

KRB karbonatisoituminen

CL kloridipitoisuus

HA haitta-aineanalyysi

Rakenteet:

JS julkisivuelementti

7.2 Julkisivubetonin ohuthieanalyysi

Julkisivuelementeistä teetettiin yhteensä kaksi ohuthietutkimusta. Analyysin päätarkoitus on selvittää elementin sisäinen kunto sekä laatu. Alkuperäinen analyysiraportti on tämän raportin liitteenä. Toinen näytteet otettiin silminnähden vaurioitumattomalta alueelta ja toinen näyte pystyhalkeaman kohdalta (ansas).

Halkeaman kohdalta otetun näytteen (OH.02) kunto ja laatu luokiteltiin tyydyttäväksi. Näytteessä oleva halkeama heikentää betonin kunnon tyydyttäväksi. Näytteessä karbonatisoituminen on edennyt halkeaman kohdalta 63 mm syvyyteen, jossa ansas sijaitsee 32 mm syvyydessä ulkopinnasta. Ansaassa havaittiin ruostetta.

Näytteessä sideaineena on valkosementti ja pääkiviainelajina kalkkikivi raekooltaan 4 mm. Betoni on huokostettu ja huokosrakenteen perusteella kosteissa olosuhteissa pakkasenkestävää.

Silmämääräisesti ehjältä otetun näytteen (OH.05) kunto ja laatu luokiteltiin hyväksi. Karbonatisoituminen on näytteessä edennyt ulkopinnasta noin 4-6 mm syvyyteen ja sisäpinnasta 6-13 mm syvyyteen. Näytteessä teräs sijaitsee 38 mm syvyydessä ulkopinnasta ja siinä ei ole havaittavissa ruostetta.

Näytteessä sideaineena on valkosementti ja pääkiviainelajina kalkkikivi raekooltaan 4 mm. Betoni on huokostettu ja huokosrakenteen perusteella kosteissa olosuhteissa pakkasenkestävää.

Taulukko 2. Suoritetut ohuthieanalyysit

YHTEENVETO/ TULOSTEN ARVIOINTI:						
Taulukossa on arvioitu näytteiden laatua ja kuntoa asteikolla: HYVÄ, TYYDYTTÄVÄ, VÄLTTÄVÄ ja HEIKKO. Karbonatisoituminen on mitattu ohuthieestä ja/tai fenoliftaleiiniliuoksella lieriön halkaistulta pinnalta. Rapautuneisuutta on kuvattu asteikolla 0-4: 0 - ei rapautumaa, 1 - vähäistä, 2 - orastavaa, 3 - kohtalaista, 4 - voimakasta.						
Näyte:	Rakenneosat/ ohuthiepinta:	Laatu:	Kunto:	Karbonatisoituminen min-max/ka.(mm):	Huokostus/ täytteet:	Rapautu- neisuus:
OH.02	julkisivu/ ulkopinta (0-48 mm)	tyytyttävä	tyytyttävä	ulkopinta 6-63/9 sisäpinta 8-12/10	on/ei	0
OH.05	julkisivu/ ulkopinta (0-48 mm)	hyvä	hyvä	ulkopinta 4-6/5 sisäpinta 6-13/8	on/ei	0

7.3 Betonirakenteiden vetolujuuskokeet

Vetokokeita suoritettiin julkisivubetonille yhteensä viisi kappaletta. Vetokokeen tuloksen ollessa alle 1,5 MPa on mahdollista, että betonissa on havaittavissa jo alkavaa tai pitkälle edennyt rapautumista riippuen kuinka alhainen vetokoetulos on. Mikäli tulos jää alle 1,5 MPa näytteelle on suoritettu uusintaveto virhemarginaalin pienentämiseksi. Lisäksi on huomioitava, että mikäli veto-kokeen rajapinnalle osuu teräs tai suuri kivi, vaikuttaa se tulokseen heikentävästi.

Taulukko 3. Suoritetut vetolujuuskokeet

Näyte- tunnus	Pituus (mm)	Rakenneosat (mm)	Pinnoitteet / verhoilu	Teräkset ø/ pinnasta (mm)	Havainnot	Tutkimustulos	Karbonati- soituminen up/yp (mm)	Karbonati- soituminen sp/ap (mm)
VE.01+krb	80	Julkisiv. ulkokuori	betoni	-	-	Veto: 0,7 MN/m ² , 58 - 62 mm ulkopinta pääosin myötäilee Uusinta: 0,8 MN/m ² , 58 - 63 mm ulkopinta pääosin myötäilee	5-18/8	< 1
VE.03+krb	111	Julkisiv. ulkokuori	betoni	4/25,35 up	-	Veto: 2,6 MN/m ² , 80 - 84 mm ulkopinta pääosin myötäilee	12-23/16	< 1
VE.04+krb	93	Julkisiv. ulkokuori	betoni	-	-	Veto: 3,0 MN/m ² , 15 - 20 mm ulkopinta pääosin leikkaa	17-32/20	< 1-5/3

VE.06+krb	65	Julkisiv. ulkokuori	betoni	-	-	Veto: 3,8 MN/m ² , 8 - 11 mm ulkopinta pääosin leikkaa	11-19/15	< 1-2/1
VE.07+krb	84	Julkisiv. ulkokuori	betoni	4/39 up	-	Veto: 2,9 MN/m ² , 23 - 31 mm ulkopinta pääosin leikkaa	6-14/10	< 1

Vetolujuus tuloksien perusteella vain yhdessä näytteessä tulos jäi alle 1,5 MPa (0,7 ja 0,8 MPa). Näyte on otettu elementistä, jossa aistinvaraisesti todettiin pitkälle edenneitä vaurioita.

7.4 Kloridipitoisuus

Kloridinäytteitä otettiin kaksi kappaletta julkisivusta. Analyysivastaus on raportin liitteenä. Kloridit voivat aiheuttaa betonissa raudoitteiden korroosiota. Raudoitteiden korroosion kannalta kriittisenä kloridipitoisuutena pidetään pitoisuutta 0,03 – 0,07 paino-%.

Taulukko 4. Suoritetut kloridianalyysit.

Näyte-tunnus	Pituus (mm)	Rakenneosat (mm)	Pinnoitteet / verhoilu	Teräsket ø / pinnasta (mm)	Havainnot	Tutkimustulos	Karbonatisoituminen up/yp (mm)	Karbonatisoituminen sp/ap (mm)
CL1		Julkisiv. ulkokuori	betoni			Kloridit 0,01 p-%		
CL2		Julkisiv. ulkokuori	betoni			Kloridit 0,01 p-%		

Kaikkien näytteiden kloridipitoisuus jäi alle 0,01 paino-%, eivätkä kloridit tutkimustulosten perusteella aiheuta raudoitteiden korroosiota.

7.5 Korroosioriskin arviointi

Raudoitteiden korroosioriskiä arvioitiin betonin peitepaksuusmittauksien ja karbonatisoitumissyvyysmittauksien avulla. Peitepaksuuksia mitattiin eri alueilta. Karbonatisoitumissyvyydet mitattiin poranäytteistä. Raudoitteiden arvioidulla korroosiolaajuudella on suuri merkitys korjaustavan valintaan ja sen kannattavuuteen. BY 42:n mukaan, jos korroosiolaajuus on yli 10 %, on paikkakorjaus tyyppillisesti (ei kuitenkaan aina) epätaloudellista, kun huomioidaan kyseisellä korjaustavalla saavutettava käyttöikä.

Julkisivu

Keskimääräinen raudoitteiden syvyys ulkopinnasta	49,1 mm
Keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys ulkopinnasta	15,2 mm
Raudoitteista korroosioriskissä	4,8 %

Mittaustulosten perusteella voidaan todeta, että raudoitteista pieni osa on korroosioriskissä vaurioitumattomilla alueilla. Keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys ei ole vielä saavuttanut keskimääräistä raudoitteiden syvyyttä vaurioitumattomilla alueilla.

Huomioitavaa on kuitenkin, että näkyvien halkeamien kohdalla karbonatisoituminen on edennyt raudoitteeseen saakka, jopa 63 mm syvyyteen. Raudoitteissa oli havaittavissa halkeamien kohdalla ruostetta, jolloin todellisuudessa suurempi osa raudoitteista on korroosioriskissä.

Karbonatisoitumista on tapahtunut myös vähäisesti julkisivuelementin sisäpinnassa vaihtelevasti 6-13 mm syvyyteen, mikä osoittaa, että elementin taustatilassa tuuletus toimii ainakin kohtuullisesti.

7.6 Haitta-aineet

Kuntotutkimuksen yhteydessä tutkittiin julkisivuelementtien ja -liittymien saumamassoista PCB- ja lyijypitoisuudet.

Taulukko 5. Suoritetut haitta-aineanalyysit

Näyte-tunnus	Pituus (mm)	Rakeneosat (mm)	Pinnoitteet / verhoilu	Teräsket \varnothing / pinnasta (mm)	Havainnot	Tutkimustulos	Karbonat-soituminen up/yp (mm)	Karbonat-soituminen sp/ap (mm)
HA.02-PCB(Pb)		saumamassa				PCB alle 12 mg/kg Pb alle 20 mg/kg		

8 Johtopäätökset

8.1 Julkisivurakenteet

Lähtötietojen perusteella julkisivuille ei ole tehty laajempia korjauksia. Elementtien saumat on uusittu ja pintojen puhdistus on suoritettu 2004. Havaintojen perusteella julkisivuille on suoritettu myös paikkakorjauksia.

Tehtyjen tutkimusten perusteella julkisivuelementtien pieliraudoitukset ovat pinnassa ja korroosioauriotuneet, josta johtuen betoni on lohkeillut elementtien pielissä. Pilareiden kuorielementissä betoniraudoitteet ovat paikoitellen pinnassa. Raudoitteissa on korroosiovaurioita, joka on aiheuttanut betonin lohkeilua. Laajimmat vauriot painottuvat lännen- ja pohjoisenpuoleisille julkisivuille.

Pystysuuntaiset halkeamat elementeissä paikallistettiin johdonmukaisesti ansaiden sijaintikohdille, vaakasuuntaisille halkeamille ei ollut samaa johdonmukaisuutta. Halkeamat ulottuvat myös raudoitukseen asti. Runsaampaa halkeilua havaittiin länsi- ja pohjoispuolella, mutta halkeilua esiintyi muissakin julkisivuissa. Pitkät halkeamat saattavat olla merkki mm. ripustuksen pettämisestä.

Elementtien kosteusrasitusta lisäävät betonin laatu ja julkisivupinnan tyyppi sekä arkkitehtuurinen muoto, jotka estävät vesikalvon muodostumista. Elementeissä ei tutkimusten yhteydessä havaittu eristetilassa tuuletusurituusta, jotka parantaisivat kosteuden ulospääsyä rakenteesta. Elementtien ja liittyvien rakenteiden saumat ovat puutteellisia, joiden kautta ulkopuolinen kosteus pääsee kulkeutumaan rakenteeseen. Vinoilla julkisivuosuuksilla elementtien saumat eivät ulotu räystäs pellityksen alle riittävästi, jolloin tuulella lumi- ja vesi pääsevät työntymään rakenteeseen. Vиноilla julkisivuosuuksilla on myös halkeilua, joissa on kosteusrasitukseen viittaavaa sammalkasvustoa. Lisäksi vinoilla julkisivuosuuksilla on selkeitä reikiä/onkaloita, joihin vesi pääsee kulkeutumaan.

Laboratoriotutkimusten perusteella betonin kunto ei ole vielä heikentynyt merkittävästi. Huomioiden kuitenkin halkeamien laajuus ja ulottuminen raudoitteisiin saakka sekä korroosion esiintymisen halkeamien kohdalla ansaissa ja betoniteräksissä, lähiaikojen korjaustoimenpiteisiin pitää varautua. Yhden julkisivuelementin vetolujuustulos ja uusintavetolujuus tulokset olivat alhaiset ja huomioiden muut havainnot kyseisestä elementistä, voidaan olettaa elementissä olevan pitkälle edenneitä vaurioita.

Havaintojen ja tutkimustulosten perusteella julkisivuille suositellaan yhtenäistä peruskorjausta, vaikka kahdella (etelä ja itä) julkisivulla vaurioiden eteneminen on toistaiseksi vähäisempää. Yhtenäisellä korjauksella säilytetään yhtenäinen ulkonäkö ja vaurioiden etenemistä hidastetaan.

Korjaustoimenpiteiden suositeltu ajankohta on 2-5 vuoden kuluessa. Julkisivun kuntoa suositellaan seurattavaksi säännöllisesti ja irtoava betoni suositellaan poistettavaksi huoltotöinä.

8.2 Ikkunat

Ikkunat ovat pääsääntöisesti kaksilasiaisia puuikkunoita. Kohteessa on myös metallirunkoisia ikkunoita. Lähtötietojen perusteella ikkunoille on suoritettu korjauksia vuonna 2004.

Ikkunoissa havaittiin eriasteisia vaurioitumista, jotka ovat puuosien haristumaa, maalivaurioita ja lasilistoitusten halkeilua ja käyristymää. Lisäksi ikkunoiden julkisivuliittymien tiivistykset ovat kovettuneet ja reunoista irronneet, joiden kautta voi kulkeutua kosteutta rakenteisiin, joka voi vaurioittaa ikkunoiden puuosia tai ulkoseinärakenteita. Maantasokerroksessa ikkunoiden puuosien vauriot olivat edenneet pidemmälle.

Ulkopuolisen tarkastuksen perusteella ikkunoille voidaan suorittaa huoltokorjaus ja -maalaukset, joka on suositeltavaa ajoittaa julkisivukorjausten yhteyteen 1 – 5 vuoden kuluessa. Huomioitavaa on, että ikkunoihin liittyvien toimenpiteiden laajuus ja suositeltava korjaustapa saattaa muuttua valitusta julkisivujen korjaustoimenpiteestä riippuen.

9 Toimenpide-ehdotukset ja korjaussuositukset

Korjaussuosituksia tarkasteltaessa on huomioitava, että kaikkia suositeltuja korjauksia ei ole välttämätöntä suorittaa samanaikaisesti, mutta lähtökohtaisesti hankkeiden yhdistäminen on pitkällä aikavälillä edullisempaa kuin useamman erillisen hankkeen toteuttaminen. Lisäksi yhdistetyssä hankkeessa saadaan etuja suunnitteluvaiheessa ja ympäröiville rakenteille aiheutuvat riskit pienevät toteutusvaiheessa.

Korjaussuositukset sekä hinta-arviot ovat suuntaa-antavia ja niiden tarkoituksena on luoda pohja varsinaiselle korjaussuunnittelulle. Kustannusarvioissa on käytetty pääkaupunkiseudulla toteutuneiden samankaltaisten hankkeiden kokonais- ja yksikköhintoja sekä Haahtela-kehitys Oy:n julkaisua Talonrakennuksen kustannustieto 2012. Hanke- ja korjaussuunnitteluvaiheessa määritetään tarkkaan korjauksen laajuus ja tarkennetaan merkittävästi myös korjauskustannusarviota. Lopulliset kokonaishinnat selviävät korjausurakan kilpailutusvaiheessa ja lopulliset kustannukset vasta toteutusvaiheessa.

Julkisivuille suositellut korjaukset edellyttävät korjaussuunnittelua, joiden kustannuksia ei ole sisällytetty alla oleviin kustannusarvioihin. Suunnittelu-, rakennuttamis- ja valvontakustannukset ovat tyypillisesti noin 8 – 15 % korjauksen kokonaisurakkahinnasta.

9.1 Turvallisuus- ja terveystriskit

Julkisivurakenteiden kuntoa tulee seurata säännöllisesti ennen korjaustoimenpiteitä ja irtoamaisiltaan oleva betoni tulee käydä pudottamassa huoltotöinä.

Lännenpuoleisella julkisivulla vaurioituneen elementin edusta suositellaan rajaamaan betonipalasten putoamisriskin vuoksi. Elementin ulkokuoren kiinnitystä suositellaan parantamaan lisäksi kiinnityksellä tai tuennalla jo ennen peruskorjausta.

9.2 Julkisivujen korjausehdotukset

Tutkimusten perusteella etelän- ja idänpuoleisille julkisivuille voidaan vielä suositella paikkakorjausta. Lännen- ja pohjoisenpuoleisille julkisivuille ei enää suositella paikkakorjausta vaan

uusimista tai peittävää korjausta. Ensisijaisesti suositellaan kaikkien julkisivujen yhtenäistä korjaustoimenpidettä.

Raportissa esitetyt korjaussuositukset eivät ole valmis korjaussuunnitelma. Korjauksista päätetään raportin valmistumisen jälkeen ja ne edellyttävät erillistä korjaussuunnittelua.

9.2.1 Julkisivujen peittävä korjaus

Julkisivuille suositellaan yhtenä vaihtoehtona peittävää korjausta, jolloin tavoitteena on mm. estää alkuperäiseen rakenteeseen kohdistuvaa kosteusrasitusta ja näin ollen raudoitteiden korrosio saadaan hallintaan. Peittävässä korjauksessa vanhoja rakenteita ei tarvitse purkaa vaan vanhojen rakenteiden päälle asennetaan uusi tuulettuva verhousrakenteen esim. levy- tai laattarakenteisena. Ennen verhousta korjataan betonipintojen halkeamavauriot ja ankkuroidaan nykyiset betoniulkokuoret sisäkuoreen ruostumattomin ankkurein.

Peittävä korjaus muuttaa julkisivun arkkitehtuuria, joka tulee huomioida tätä korjaustoimenpidettä valittaessa. Erityistä huomioitavia asioita ovat ikkunoiden, räystäiden viistoalueiden ja sokkeleiden liittymärakenteet.

Toimenpiteelle on eri materiaalivaihtoehtoja, josta syystä on kannattavaa teettää hankesuunnittelu ennen varsinaista toteutussuunnittelua. Hankesuunnittelun tavoitteena on määrittää teknisesti mahdolliset sekä taloudellisesti järkevät toteutusmahdollisuudet ja lisäksi määrittellä tarkemmin hankkeen sisältö.

Toteutusajankohta-arvio:

Peittävä korjaus 2021 – 2024

Kustannusarviot sis. alv 24 %

Peittävä korjaus 300...350 €/m²

9.2.2 Julkisivujen betonivaurioiden korjaus ja ylitasoitus

Betonipintojen halkeamavauriot korjataan ja nykyiset betoniulkokuoret ankkuroidaan sisäkuoreen ruostumattomin ankkurein. Betonipinta ylitasoitetaan valkoisella polymeerimodifioidulla sementtiperustaisella ohutrappauslaastilla. Elastiset saumat uusitaan.

Korjauksessa rakennuksen ulkonäkö muuttuu, kun etenkin vaakahalkeamien paikkaukset tulevat erottumaan julkisivupinnasta ylitasoituksesta huolimatta. Myös pinnan ura-strukturissa tapahtuu pyöristymistä. Työ on olosuhdehallinnan vuoksi tehtävä huputetulta telineiltä.

Elementtien viistot yläosat ovat kovalla sääräsituksella, joten tässä vaihtoehdossa niiden osalta on korjauksen jälkeen syytä varautua ylitasoitukseen n. 10 vuoden kuluttua.

Suosittelava toteutusajankohta:

Betonivaurioiden korjaus ja ylitasoitus 2021-2024

Kustannusarviot sis. alv 24 %

Betonivaurioiden korjaus ja ylitasoitus 300 €/m²

9.3 Ikkunoiden korjausvaihtoehto

Ikkunoiden korjaussuositus on rakennuksen ikkunoiden huoltomaalaus julkisivujen korjausten yhteydessä. Huomioitava, että julkisivuille tehtävät korjaustoimenpiteet voivat vaikuttaa ikkunoihin kohdistuviin toimenpiteiden laajuuteen.

Suosittelava toteutusajankohta:

Ikkunoiden huoltomaalaus 2019 – 2024

Hankkeen sisältö pääkohdittain

- rikkoutuneiden ikkunaruutujen uusiminen
- lasituslistojen ja -kittien tarkastus ja korjaus
- ikkunoiden puuosien hionta ja maalaus 2-3 x
- ikkunoiden ja vesipeltien maalaus
- ikkunoiden ja vesipeltien julkisivuliittymien tiivistykset.

Kustannusarviot sis. alv 24 %

Ikkunoiden huoltomaalaus 40 000 €

10 Liitteet

1. Tutkimusmenetelmät ja -kuvaukset
2. Taulukko, Labroc Oy
3. Ohuthieanalyysi, Labroc Oy
4. Peitepaksuusmittauspöytäkirja
5. Tutkimuskartat

Kotkassa 23.5.2019

Sitowise Oy



Teemu Pirinen, ins. AMK
Ryhmäpäällikkö, tutkimus ja tarkastus
Betonirakennusten (talorakenteet) kuntotutkija FISE



Juha Laine
Avustava kuntotutkija

Tarkastanut:



Tommi Pilli, RI
Yksikönjohtaja

TUTKIMUSMENETELMÄT JA KÄSITTEET

1 Betonitutkimukset

1.1 Aistinvarainen tutkimus

Aistinvaraisella tarkastelulla selvitetään pitkälle edenneiden vaurioiden aiheuttajia, niiden merkitystä korjaustavan valintaan sekä vaurioiden laajuutta ja vaurioiden sijainteja (säännölliset vauriot määräytyissä rakennesosissa tai rakenteiden liittymissä ja satunnaiset vauriot, joiden aiheuttajana ei ole systemaattinen virhe tai puute).

1.2 Ohuthietutkimus

Ohuthietutkimukset suoritetaan soveltaen standardia ASTM C 856-11.

Ohuthietutkimuksessa poralieriöstä leikattu näyte hiotaan 0,025 mm paksuiseksi levyksi ja näytelevyä tutkitaan mikroskoopilla. Ohuthie on n. 46 mm pitkä ja se tehdään näytekappaleen tutkittavasta pinnasta alkaen syvyyssuunnassa.

Ohuthietutkimuksella pyritään selvittämään betonista ja tai rappauksesta pääsääntöisesti seuraavia tekijöitä:

- betonin kiviaines ja kiviainesjakauma
- rappauslaastin kalkki-sementtisuhte
- karbonatisoitumissyvyys (raudoitteiden korroosioriski)
- huokosrakenne (pakkasenkestävyys)
- rapautumisaste
- ettringiitin ja muiden haitallisten kiteytymien (portlandiitti, karbonaatti) esiintyminen

1.3 Betonin karbonatisoituminen

Betonin karbonatisoituminen perustuu sementtikiven sisältämien emäksisten hydroksidien, natriumhydroksidin (NaOH), kaliumhydroksidin (KOH) ja kalsiumhydroksidin (Ca(OH)₂) ja ilman sisältämän hiilidioksidin (CO₂) reaktioihin.

Betoni on emäksistä (korkea pH-arvo) ja korkea pH-arvon omaavassa ympäristössä teräs on ns. passiivitilassa, jolloin korroosiota ei tapahdu. Ilman hiilidioksidin tunkeutuminen betoniin ja siitä aiheutuva betonin karbonatisoituminen aiheuttaa betonin pH:n laskemisen noin 8,3, jolloin betoniteräksen ympäristö on kosteusrasituksessa korroosiota aiheuttavaa (olosuhteiden muutoksesta johtuen teräs on passiivitilan sijasta korroosiolle alttiissa tilassa). Korroosio edellyttää aina elektrolyytin (veden) läsnäoloa, joten betoniteräksien korroosio ei ole merkittävää, ellei rakenteisiin kulkeudu kosteutta.

Karbonatisoituminen alkaa betonin pinnasta ja etenee rintamana syvemmälle. Betonin karbonatisoituminen hidastuu etäisyyden kasvaessa betonin pinnan karbonatisoitumisrintaman välillä. Betonin karbonatisoitumissyvyys määritetään näytekappaleen poikkileikkauspinnalta pH-indikaattoriliuoksen avulla, joka värjää karbonatisoitumattoman osan punaiseksi.

1.4 Betoniraudoitteiden peitepaksuusmittaus

Raudoitteiden peitepaksuuden mittaus on olennainen tieto rakennuksen ulkokuoren elinkaaren pituutta ja sen hetkistä tilaa arvioitaessa. Tunnettaessa kohteen keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys (määritetään esim. ohuthietutkimuksen yhteydessä), voidaan arvioida korroosion laajuutta rakennuksen ulkokuorien raudoitteissa.

Mittaus suoritetaan Prosec Profometer 5-laitteella. Laitteella voidaan paikallistaa ainetta rikkomattomasti betoniraudoitteet, mitata paikallistetun raudoitteen peitepaksuus (syvyys rakenteessa) ja määrittää paikallistetun raudoitteen halkaisija. Laitteen toiminta perustuu pulssi-induktioon, jossa laite lähettää energiapulsseja ja seuraa niiden vaimenemista. Pulssin osuessa raudoitukseen sen vaimeneminen hidastuu ja laite rekisteröi muutoksen.

Betonirakenteiden peitepaksuus määritetään pistokoeluoontoisesti. Mittaustuloksia verrattaessa laboratoriotutkimustuloksien avulla määritettyyn karbonatisoitumissyvyyteen voidaan arvioida korroosiovyöhykkeellä (korroosioaurioitumisen riski) sijaitsevien betoniterästen määrä.

1.5 Betonin vetolujuuskoe

Betonin sisäistä lujuutta ja rapautumisastetta voidaan arvioida vetolujuuskokeiden avulla. Vetolujuusarvoja käytetään vaurioitumisasteen määrittämisen lisäksi rakenteiden korjattavuuden arviointiin sekä korjausmenetelmän valintaan. Betonimateriaalin vetolujuuskokeella selvitetään betonirakenteen pinnan lujuus/soveltuvuus betonikorjaustuotteiden ja pinnoitteiden alustaksi. Lisäksi vetokokeilla tutkitaan pintamateriaalien esim. maalin tartuntaa alustaansa. Vetokokeet suoritetaan standardien SFS 5446 ja 5445 mukaisesti.

Vetolujuuskokeet/tartuntalujuuskokeet suoritetaan kentällä poraamalla halkaisijaltaan n. 50 mm oleva lieriö noin 20 – 40 mm syvyyteen riippuen rakenteesta. Poralierion 50 mm näytealue puhdistetaan epäpuhtauksista ja vetokokeen suorittamista varten lieriöön kiinnitetään epoksiliimalla vetokoesylinteri (Ø 50 mm). Vetokoe suoritetaan joko manuaalisesti tai sähkömoottoritoimista vetokoelaitetta käyttäen (Dyna Proceq Z16), jossa voiman kasvu tapahtuu 0,05 MPa/s (N/mm²/s) nopeudella.

Vetolujuuskokeet voidaan suorittaa myös laboratoriossa. Tällöin rakenteesta porataan halkaisijaltaan n. 50 mm oleva lieriö, joka kiinnitetään laboratoriossa vetokoelaitteeseen (Proceq DY-225), jolla selvitetään kappaleen vetolujuus.

Riippumatta onko vetokokeet suoritettu kentällä vai laboratoriossa voidaan tulosten tulkinnassa käyttää oheisen taulukon lujuusarvoja kun arvioidaan betonin rapautumista. Pintamateriaaleille ei ole yleensä määritetty lujuusarvoja tartunnalle (pl. maalipinnat), jolloin tartunnan riittävyttä arvioidaan myös muuten kuin vetokokeiden avulla.

Taulukko 2. Rapautumisen arviointi vetolujuudesta (BY42)

Vetolujuus	Arvioitu rapautumistilanne
Luokkaa 0	pitkälle edennyt rapautuma
0,5 – 1,0 MPa	jonkin asteista rapautumaa
luokkaa 1,5 MPa tai yli	rapautuminen epätodennäköistä

1.6 Betonin kloridipitoisuus

Kloridipitoisuus määritetään laboratoriossa standardin SFS 5451 mukaisesti ja kloridipitoisuus ilmoitetaan happoliuoksen kloridin määränä suhteessa betonin painoon.

Betonin kloridipitoisuus vaikuttaa betoniterästen korroosioriskiin ja kloridit aiheuttavat betoniterästen korroosiota kosteusrasituksessa vaikka betoni olisi karbonatisoitumatonta, jolloin betonin emäksisyys suojaisi raudoitetta korroosiolta. Klorideja voi kulkeutua betonirakenteisiin valmistuksen yhteydessä (lähtöaineista kuten esim. kalsiumkloridikihihtymistä) tai klorideja voi tunkeutua rakenteisiin meri-ilmastossa ilman mukana, sulatussuolojen, meriveden tai muun ulkopuolisen lähteen vaikutuksesta.

Kloridipitoisuuden kynnyksarvona pidetään pitoisuutta 0,03 – 0,07 p-%, jonka alapuolella kloridi ei käynnistä korroosiota karbonatisoitumattomassa betonissa.

2 Haitta-aineet

2.1 Asbesti

Asbesti on yleisnimi eräille luonnossa esiintyville silikaattimineraalikuuduille. Rakennusmateriaalissa asbestia on käytetty lisäämään materiaalin palonkestoa ja lujuutta, suojaamaan kosteushaitoilta ja kemialliselta rasitukselta, sekä parantamaan akustisia ominaisuuksia. Asbestia on käytetty rakentamisessa mm. putkieristeissä, ruiskutettuna eristeenä, tasoitteissa, kiinnityslaasteissa, maaleissa, liimoissa, rakennuslevyissä, ilmastointikanavissa, muovimatoissa, saumaustaasteissa, kaa-keleissa, vinyylilaatoissa, palokatkoeristeissä, palo-ovissa, proppausmassoissa, sekä vesikatto- ja julkisivumateriaaleissa.

Suomessa asbestia on käytetty rakentamisessa 1920 – 1990-luvuilla. Krokidoliitin käyttö kiellettiin vuonna 1976. Asbestin käyttö kiellettiin kokonaan vuonna 1994. Käytännössä jokainen 1920 – 1990 luvun rakennus sisältää asbestia jossain muodossa. Asbestia sisältäviä julkisivujen maali- ja pinnoitustuotteita (mm. Kenitex, Flekson, Decoralt ja Gencoat) on käytetty pääsääntöisesti 1960–1985 välisenä aikana.

2.1.1 Yleisimmät asbestilaadut

Krysotiili (valkoinen asbesti). Käytetty asbestisementtituotteissa, kitkapiinnoissa ja tiivisteissä.

Krokidoliitti (sininen asbesti). Krokidoliittia pidetään vaarallisimpana asbestityyppinä. Käytetty ruiskutuseristeenä, erityisesti paloneristeissä, ja kohteissa, joissa tarvittiin haponkestävyyttä. Käyttö kiellettiin 1976.

Amosiitti (ruskea asbesti). Käytetty sekoitettuna magnesiumkarbonaatin ja piimaan kanssa putkieristeenä ja lämmityskattiloiden eristeenä.

Antofylliitti. Louhittiin Suomessa vuoteen 1974 asti. Käytetty tuotteissa, joiden piti olla emäksentai haponkestäviä kuten asbestipahveissa, sementtimassoissa ja eristemassoissa.

Tremoliitti ja aktinoliitti. Kumpikaan ei ole puhtaana ollut kaupallinen asbestituote, mutta niitä voi esiintyä epäpuhtauksina muissa asbestilaaduissa ja muissa mineraaleissa.

2.1.2 Asbestimateriaalien vaarallisuuden arviointi

* Asbestialtistusvaara tarviketta purettaessa

Tarvikkeet ovat vaarattomia normaalikäytössä ja aiheuttavat vain purettaessa asbestialtistumisvaaran. Tuotteen purkua suunniteltaessa tulee ottaa yhteyttä siihen työsuojelupiiriin, jonka alueella purkutyö suoritetaan. Vaatimukset suojautumisesta ja työmenetelmistä vaihtelevat työsuojelupiireittäin.

** Suuri asbestialtistumisvaara tarviketta purettaessa

Tarvikkeet ovat normaalikäytössä vaarattomia, mutta aiheuttavat purettaessa suuren asbestialtistumisvaaran. Kahden tähden tarvikkeiden purkua saavat tehdä ainoastaan työsuojeluviranomaisen valtuuttamat asbestipurkajat. Tarvikkeen purkua suunniteltaessa tulee ottaa yhteyttä siihen työsuojelupiiriin, jonka alueella purkutyö suoritetaan.

*** Asbestialtistumisvaara, jos tarvikkeeseen kohdistuu mekaanista rasitusta

Tarvikkeet ovat vaarallisia myös käyttötilanteissa. Vaarallisuus perustuu tarvikkeen rikkoutuessa, kolhiutuessa ja hioutuessa vapautuvan asbestipitoisen pölyn suureen määrään. Vaurioitunut kolmen tähden tarvike tulee heti eristää siten, ettei vauriokohdasta vapaudu lisää asbestia tilan ilmaan.

**** Krokidoliittiasbesti, asbestialtistumisvaara aina

Paljaan ruiskutetun krokidoliittiasbestieristeen katsotaan aiheuttavan aina asbestialtistumisen. Vaarallisuus perustuu työtavasta ja tarvikkeesta aiheutuvaan suureen pölyävyyteen. Krokidoliittipölyä on jo työvaiheen aikana joutunut kaikille tilan pinnoille. Lisäksi tarvikkeen rikkoutuessa, kolhiutuessa ja hioutuessa siitä vapautuu erittäin helposti suuria määriä asbestipitoista pölyä. Vaurioitunut kohta tulee heti eristää siten, ettei siitä vapaudu lisää asbestia tilan ilmaan.

2.1.3 Asbestityön turvallisuus

Valtioneuvoston päätöksen asbestityöstä (1380/1994) mukaan rakennuttajan tai muun, joka ohjaa tai valvoo rakennushanketta, on huolehdittava siitä, että asbestikartoituksen tulokset kirjataan rakennustyön turvallisuudesta annetun valtioneuvoston päätöksen (629/94) 7 §:ssä tarkoitettuun asiakirjaan.

Asbestipitoisten rakennusosien purkutyössä on noudatettava Valtioneuvoston päätöksessä asbestityöstä (1380/1994) annettuja määräyksiä sekä käytettävä työsuojeluhallituksen päätöksessä (231/1990) esitettyjä hyväksyttäviä asbestityömenetelmiä. Asbestipurkutyön työsuunnitelma on toimitettava vähintään seitsemän päivää ennen työn aloittamista työpaikkaa tarkastavalle työsuojeluviranomaiselle.

2.2 PAH-yhdisteet

PAH-yhdisteet ovat polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä. Tyypillisimpiä PAH-yhdisteitä sisältäviä materiaaleja on mm. kivihiilipiki ja -terva, kivihiiliperäiset öljyt, dieselöljyt, moottoriöljyt, noki ja asfaltti. Rakenteissa esiintyy ennen yleisesti käytettyjä kivihiilitervaan perustuvia eristeitä, joissa on PAH-yhdisteitä sisältäviä bitumia tai kreosoottia. Lisäksi PAH-yhdisteitä muodostuu epätäydellisten palamisreaktioiden yhteydessä ja niitä esiintyy monin paikoin ihmisen elinympäristössä, mm. savustetussa ruoassa.

PAH-yhdisteet ovat välillisesti syöpävaarallisia ja ne luokitellaan karsinogeeneihin ja/tai mutageeneihin. PAH-yhdiste ei itsessään aiheuta syöpää, mutta kulkeutuessaan ihmisen elimistöön ne reagoivat mm. elimistön veden kanssa, jolloin syntyy PAH-yhdisteiden aineenvaihduntatuotteita, jotka voivat aiheuttaa syöpää (karsinogeeni) tai vaikuttaa perimään (mutageeni).

PAH-yhdisteille altistuminen tapahtuu useimmiten hengitysilman kautta tai ihon läpi. Lisäksi ruoansulatuselimistön kautta voi imeytyä PAH-yhdisteitä, jos niitä kulkeutuu sinne, esim. tupakoinnin yhteydessä.

Materiaalin PAH-yhdistepitoisuus tutkitaan asiantuntevassa laboratoriossa ammattilaisten toimesta. Menetelmä on kaasukromatografinen, jossa käytetään massaselektiivistä detektoria.

EU-direktiivi 76/769/ETY edellyttää seuraavien yhdisteiden analysointia:

- Asenaftyleeni
- Antraseeni
- Bentso(a)antraseeni
- Bentso(b)fluoranteeni
- Bentso(k)fluoranteeni
- Bentso(ghi)peryleeni
- Bentso(a)pyreeni
- Dibentso(a,h)antraseeni
- Fenantreeni
- Fluoranteeni
- Fluoreeni
- Indeno(1,2,3-cd)pyreeni
- Kryseeni
- Naftaleeni
- Pyreeni

Tulosten tulkinnessa käytetään pääsääntöisesti havaittujen PAH-yhdisteiden yhteispitoisuutta, mutta joissakin tapauksissa yksittäisen yhdisteen korkea arvo voi johtaa eritystoimenpiteisiin purkutöissä ja jätteen käsittelyssä. Materiaalinäytteissä PAH-yhdisteiden sallittu yhteispitoisuus on 200 mg/kg, ja ohjearvo on 20 mg/kg.

2.3 PCB-yhdisteet

PCB-yhdisteet ovat orgaanisia klooriyhdisteitä, jotka ovat mm. ympäristölle myrkyllisiä ja lisäksi ravintoketjuun rikastuvia. Tyypillisimpiä käyttökohteita on ollut elastiset saumamassat 1950 – 1970 luvuilla ja teolliset maali 1920-luvulta nykyaikaan saakka.

Sekä PCB-yhdisteitä että lyijyä sisältävien saumamassojen purkamisesta ja jätteenkäsittelystä on annettu viranomais määräykset. PCB-yhdisteitä on lukuisia erilaisia, mutta niiden kokonaispitoisuus tutkitaan kaasukromatografia-massaspektrometria-menetelmällä (GCMS) standardin SFS-ISO 10382 mukaan.

Mikäli PCB-yhdisteiden yhteispitoisuus ylittää arvon 50 mg/kg, on materiaali käsiteltävä ongelmajätteenä, joka tulee huomioida jo korjaussuunnitteluvaiheessa.

2.4 Raskasmetallit

Raskasmetalleiksi kutsutaan tiettyjä metalleja, joiden on todettu olevan vaarallisia sekä ympäristölle että terveydelle. Raskasmetalleille on ominaista kertyminen elimistöön ja/tai luontoon, rikkautuminen sekä syöpävaarallisuus.

Rakenteissa raskasmetalleista yleisin on lyijy ja sitä esiintyy tyypillisesti saumojen lisäksi mm. viemäreiden tiivisteissä ja muovituotteissa. Rakenteissa käytetyt maalit sisältävät usein lyijyn lisäksi myös muita raskasmetalleja, kuten sinkkiä, kobolttia, kuparia, nikkeliä ja elohopeaa.

Raskasmetallien käyttö jatkuu edelleen raskaisiin rasisolosuhteisiin tarkoitetuissa maaleissa ja pinnoitteissa. Osalle raskasmetalleista on annettu vaarallisen jätteen raja-arvot (SAMASE 2007).

Raskasmetalli	Näyte 1 mg/kg	Näyte 2 mg/kg	Vaarallisen jätteen raja-arvo [mg/kg]
Antimoni	< 5,0	< 5,0	2500
Arseeni	5	< 5,0	1000
Kadmium	< 1,0	< 1,0	100
Koboltti	24	< 10	1000
Kromi	36	< 10	1000
Kupari	< 10	< 10	2500
Nikkeli	15	127	1000
Lyijy	467	3120	1500/2500
Vanadiini	78	< 10	10000
Sinkki	220	2102	2500
Elohopea	< 0,4	< 0,4	1000

3 Rakennetyyppien tarkennukset ja rakenneavaukset

Suoritetujen rakenneavausten sijainnit määritetään riskirakennekartoituksen ja rakenteiden kosteuskartoituksen yhteydessä tehtävien havaintojen mukaan. Rakenneavausten päätarkoituksena on määrittää rakennetyypit ja rakenneratkaisut sekä verrata rakenteiden alkuperäisten suunnitelmien mukaisuutta ja rakenteellista toimivuutta. Rakenneavausten yhteydessä tarkastellaan rakenteiden vaurioitumisasteita ja vaurioiden laajuutta.

Rakenteiden avauskohdista suoritetaan:

- rakenteiden ja rakennemittojen kirjaus sekä vertaus vanhoihin suunnitelmiin
- aistinvaraisesti havaittavien vaurioiden kirjaus
- avauskohdan valokuvaus
- analyysinäytteenotto ja kosteusmittaus, mikäli näin on määritetty

Rakenneavausten sijaintien määrittelyssä joudutaan useimmiten huomioimaan kiinteistön käyttö ja sen asettamat rajoitteet.

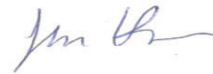
TUTKIMUSTAULUKKO		
Tilaja: Sitowise Oy/Juha Laine	Tilauspäivä: 18.04.2019	Kohde / projektinumero: Kouvolan jäähalli
<p>Menetelmät:</p> <p>Vetolujuus: Koe suoritettiin laboratoriossa standardin SFS 5445 mukaan. Kokeessa käytetty vetolaite on Proceq DY-225. Laite on kalibroitu 04/2018.</p> <p>Kloridipitoisuuden määrittäminen: Koe suoritettiin titraamalla standardin SFS-EN 14629 mukaan (Volhardin menetelmä).</p> <p>Ohutietutkimus: Näytteet tutkittiin polarisaatiomikroskooppilla (Nikon E 200POL tai Motic BA310pol). Analyysissä sovellettiin standardia ASTM C 856-18a.</p> <p>Asbestianalyysi: Näytteet tutkittiin optisella analyysillä käyttäen polarisaatiomikroskooppia Nikon E200 POL (VM) ja/ tai alkuaineanalyysillä käyttäen pyyhkäisyelektronimikroskooppia Jeol 6400 tai läpäisyelektronimikroskooppia Leo 912 sekä alkuaineanalysointia (EDS) (EM). Analyysissä sovellettiin standardia ISO 22262-1.</p> <p>PAH-määrittäminen: Analyysi suoritettiin GC-MSD-menetelmällä. Analyysissä sovelletaan menetelmää ISO 18287. Vaarallisen jätteen raja-arvon 200 mg/kg (kokonaispitoisuus, 16-yhdistettä)</p> <p>PCB-määrittäminen: Analyysissä sovelletaan menetelmiä ISO 18287 sekä US-EPA 3665A. Vaarallisen jätteen raja-arvo 50 mg/kg (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2007).</p> <p>Raskasmetalli- (RM)/Pb-määrittäminen: Analyysi suoritettiin XRF-analysointilaiteella, S1 TITAN. Lyijyllä vaarallisen jätteen raja-arvo rakennusmateriaalille 1500 mg/kg (RATU 82-0382).</p> <p>Analyysit suoritettiin tilaajan toimittamista näytteistä. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.</p>		

Näyte-tunnus	Pituus (mm)	Rakennesosat (mm)	Pinnoitteet / verhoilu	Teräskset \varnothing / pinnasta (mm)	Havainnot	Tutkimustulos	Karbonati-soituminen up/yp (mm)	Karbonati-soituminen sp/ap (mm)
VE.01+krb	80	Julkisiv. ulkokuori	betoni	-	-	Veto: 0,7 MN/m ² , 58 - 62 mm ulkopinta pääosin myötäilee Uusinta: 0,8 MN/m ² , 58 - 63 mm ulkopinta pääosin myötäilee	5-18/8	< 1
OH.02	72-88	Julkisiv. ulkokuori	betoni, ulkopinta uritettu	4/32 up	up halkeama 63 mm:n syvyyteen	kunto hyvä, rapautuneisuus 0, laatu tyydyttävä	6-63/9	8-12/10
VE.03+krb	111	Julkisiv. ulkokuori	betoni	4/25,35 up	-	Veto: 2,6 MN/m ² , 80 - 84 mm ulkopinta pääosin myötäilee	12-23/16	< 1

Näyte-tunnus	Pituus (mm)	Rakennesosat (mm)	Pinnoitteet / verhoilu	Teräket \varnothing / pinnasta (mm)	Havainnot	Tutkimustulos	Karbonati-soituminen up/yp (mm)	Karbonati-soituminen sp/ap (mm)
VE.04+krb	93	Julkisiv. ulkokuori	betoni	-	-	Veto: 3,0 MN/m ² , 15 - 20 mm ulkopinta pääosin leikkaa	17-32/20	< 1-5/3
OH.05	62	Julkisiv. ulkokuori	betoni	4/38	-	kunto hyvä, rapautuneisuus 0, laatu hyvä	4-6/5	6-13/8
VE.06+krb	65	Julkisiv. ulkokuori	betoni	-	-	Veto: 3,8 MN/m ² , 8 - 11 mm ulkopinta pääosin leikkaa	11-19/15	< 1-2/1
VE.07+krb	84	Julkisiv. ulkokuori	betoni	4/39 up	-	Veto: 2,9 MN/m ² , 23 – 31 mm ulkopinta pääosin leikkaa	6-14/10	< 1
CL1		Julkisiv. ulkokuori	betoni			Kloridit 0,01 p-%		
CL2		Julkisiv. ulkokuori	betoni			Kloridit 0,01 p-%		
HA.02-PCB(Pb)		saumamassa				PCB alle 12 mg/kg Pb alle 20 mg/kg		



Tomi Tolppi
 tutkija, FM
 p. 050 4395 079



Sini Halonen
 tutkija, FM

OHUTHIEANALYYSI		
Tilaja: Sitowise Oy, Juha Laine	Tilaus-/ toimituspäivä: 18.4.2019	Kohde/ projektinnumero: Kouvolan jäähalli
Näytetunnukset: OH.02, OH.05	Näytteiden materiaali, muoto ja koko: Betoni, poralieriöt Ø 55 mm	Näytepreparaatti: Ohuthie 48 mm x 25 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. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.		

YHTENVELO/ TULOSTEN ARVIOINTI:						
Taulukossa on arvioitu näytteiden laatua ja kuntoa asteikolla: HYVÄ, TYYDYTTÄVÄ, VÄLTTÄVÄ ja HEIKKO. Karbonatisoituminen on mitattu ohuthieestä ja/tai fenoliftaleiiniliuoksella lieriön halkaistulta pinnalta. Rapautuneisuutta on kuvattu asteikolla 0-4: 0 - ei rapautumaa, 1 - vähäistä, 2 - orastavaa, 3 - kohtalaista, 4 - voimakasta.						
Näyte:	Rakenneosa/ ohuthiepinta:	Laatu:	Kunto:	Karbonatisoituminen min-max/ka.(mm):	Huokostus/ täytteet:	Rapautuneisuus:
OH.02	julkisivu/ ulkopinta (0-48 mm)	tyytyttävä	tyytyttävä	ulkopinta 6-63/9 sisäpinta 8-12/10	on/ei	0
OH.05	julkisivu/ ulkopinta (0-48 mm)	hyvä	hyvä	ulkopinta 4-6/5 sisäpinta 6-13/8	on/ei	0
LAATU JA MIKRORAKENNE:						
<ul style="list-style-type: none"> - betonit ovat tasalaatuisia ja hyvin tiivistyneitä, näytteen OH.02 ulkopinnassa on ennen kovettumista aiheutunut pintahalkeama (heikentää betonin laadun tyydyttäväksi) - karbonatisoituminen ei ole keskimäärin edennyt syvälle (pois lukien pintahalkeama, jossa se on saavuttanut terässyvyyden ja teräksessä on ruostetta) - betonit ovat huokostettuja ja huokosrakenteensa perusteella arvioituna pakkasenkestäviä kosteissa olosuhteissa - huokosissa ei ole kiteytymiä 						
KUNTOON VAIKUTTAVAT TEKIJÄT:						
<ul style="list-style-type: none"> - julkisivun OH.02 ulkopinnassa on pintaa vastaan kohtisuora mikrohalkeama, mikä heikentää betonin kunnon tyydyttäväksi - ulkopinnoissa 0-48 mm:n syvyydessä ei ole merkittäviä vaurioita 						

TUTKIMUSTULOKSET:

Näyte: OH.02		
Rakenneosa: Julkisivun ulkokuori	Lieriönäytteen pituus: 72-88 mm	Ohuthiepinta: Ulkopinta (0-48 mm)
YLEISTIEDOT: <ul style="list-style-type: none"> - näyte ulottuu ulkokuoren läpi, näytelieriö on ehjä - ulkopinta on uritettu - karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta erittäin epätasaisesti 6-63 mm, keskimäärin 9 mm ja sisäpinnasta 8-12 mm, keskimäärin 10 mm - teräs sijaitsee 32 mm (\varnothing 4 mm) ulkopinnasta (tartunta suhteellisen tiivis, ruostetta) 		
KOOSTUMUS JA MIKRORAKENNE: <ul style="list-style-type: none"> - betoni on tasalaatuista - kiviaineen tartunnat ovat paikoin auki - kiviaine on kulmikasta (pääkivilajit: kalkkikivi), suurin havaittu raekoko 4 mm, kiviaine on ehjää - sideaineen (valkosementti) mikrorakenne on tasalaatuinen 		
HUOKOSRAKENNE: <ul style="list-style-type: none"> - tiivistyminen on hyvä, tiivistyshuokosia ($\varnothing < 3,1$ mm) on vähän - suojahuokosiksi (\varnothing 0,02-0,8 mm) luokiteltavia huokosia on runsaasti - huokosissa ei havaittu kiteytymiä 		
RAPAUTUNEISUUS/SÄRÖILY: <ul style="list-style-type: none"> - ulkopinnassa on pintaa vastaan kohtisuora halkeama, joka ulottuu ohuthieen läpi (palanäytteessä noin 63 mm:n syvyyteen), se myötäilee kiviainetta ja sen leveys on alle 0,2 mm, sideaine on karbonatisoitunut sen läheisyydessä 		

Näyte: OH.05		
Rakenneosa: Julkisivun ulkokuori	Lieriönäytteen pituus: 62 mm	Ohuthiepinta: Ulkopinta (0-48 mm)
YLEISTIEDOT: <ul style="list-style-type: none"> - näyte ulottuu ulkokuoren läpi, näytelieriö on ehjä - karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 4-6 mm, keskimäärin 5 mm ja sisäpinnasta 6-13 mm, keskimäärin 8 mm - teräs sijaitsee 38 mm (\varnothing 4 mm) ulkopinnasta (tartunta tiivis, ei ruostetta) 		
KOOSTUMUS JA MIKRORAKENNE: <ul style="list-style-type: none"> - betoni on tasalaatuista - kiviaineen tartunnat ovat tiiviit - kiviaine on kulmikasta (pääkivilajit: kalkkikivi), suurin havaittu raekoko 4 mm, kiviaine on ehjää - sideaineen (valkosementti) mikrorakenne on tasalaatuinen 		
HUOKOSRAKENNE: <ul style="list-style-type: none"> - tiivistyminen on hyvä, tiivistyshuokosia ($\varnothing < 2,7$ mm) on vähän - suojahuokosiksi (\varnothing 0,02-0,8 mm) luokiteltavia huokosia on runsaasti - huokosissa ei havaittu kiteytymiä 		
RAPAUTUNEISUUS/SÄRÖILY: <ul style="list-style-type: none"> - ulkopinnan 0-48 mm betonissa ei ole merkittävää mikrosäröilyä/halkeilua 		



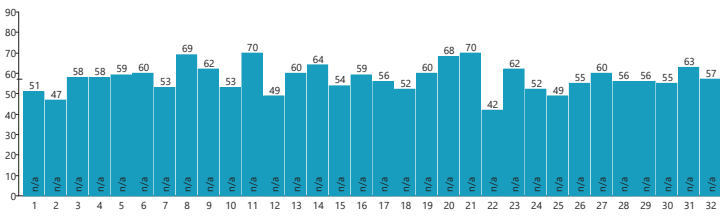
 Tomi Tolppi
 tutkija, FM
 p. 050 4395 079



 Sini Halonen
 tutkija, FM

Object number	Name	Date & Time	Minimum cover	Maximum cover	Regional setting	Total
001		04/17/2019 1:47 PM	42 mm	70 mm	Metric	32

Cover value diagram [measurement order]



Cover value / Bar diameter

- 51 mm / n/a
- 47 mm / n/a
- 58 mm / n/a
- 58 mm / n/a
- 59 mm / n/a
- 60 mm / n/a
- 53 mm / n/a
- 69 mm / n/a
- 62 mm / n/a
- 53 mm / n/a
- 70 mm / n/a
- 49 mm / n/a
- 60 mm / n/a
- 64 mm / n/a
- 54 mm / n/a
- 59 mm / n/a
- 56 mm / n/a
- 52 mm / n/a
- 60 mm / n/a
- 68 mm / n/a
- 70 mm / n/a
- 42 mm / n/a
- 62 mm / n/a
- 52 mm / n/a
- 49 mm / n/a
- 55 mm / n/a
- 60 mm / n/a
- 56 mm / n/a
- 56 mm / n/a
- 55 mm / n/a
- 63 mm / n/a
- 57 mm / n/a

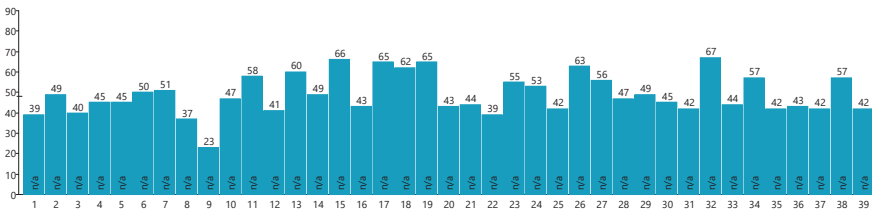
Statistics
 Measurements N = 32
 Mean cover value f = 57.0 mm
 Standard deviation s = 6.0 mm
 Min. cover value min = 42 mm
 Max. cover value max = 70 mm

Settings
 Regional settings:
 Data storage mode:
 Default bar diameter:
 Neighboring bar correction:
 Device name:
 Serial number:
 Software version:
 Hardware index:

Comment
 [Add]
 Metric
 auto
 16 mm
 -
 Profoskope+
 PS02-005-0269
 3.0.1
 80

002		04/17/2019 1:47 PM	23 mm	67 mm	Metric	39	auto
-----	--	--------------------	-------	-------	--------	----	------

Cover value diagram [measurement order]



Cover value / Bar diameter

- 39 mm / n/a
- 49 mm / n/a
- 40 mm / n/a
- 45 mm / n/a
- 45 mm / n/a
- 50 mm / n/a
- 51 mm / n/a
- 37 mm / n/a
- 23 mm / n/a
- 47 mm / n/a
- 58 mm / n/a
- 41 mm / n/a
- 60 mm / n/a
- 49 mm / n/a
- 66 mm / n/a
- 43 mm / n/a
- 65 mm / n/a
- 62 mm / n/a
- 65 mm / n/a
- 43 mm / n/a
- 44 mm / n/a
- 39 mm / n/a
- 55 mm / n/a
- 53 mm / n/a
- 42 mm / n/a
- 63 mm / n/a
- 56 mm / n/a
- 47 mm / n/a
- 49 mm / n/a
- 45 mm / n/a
- 42 mm / n/a
- 67 mm / n/a
- 44 mm / n/a
- 57 mm / n/a
- 42 mm / n/a
- 43 mm / n/a
- 42 mm / n/a
- 57 mm / n/a
- 42 mm / n/a

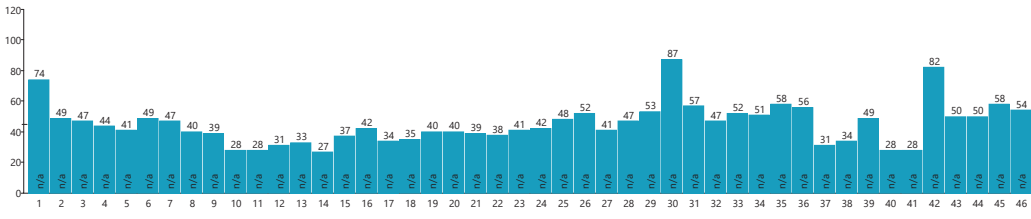
Statistics
 Measurements N = 39
 Mean cover value f = 48.0 mm
 Standard deviation s = 9.0 mm
 Min. cover value min = 23 mm
 Max. cover value max = 67 mm

Settings
 Regional settings:
 Data storage mode:
 Default bar diameter:
 Neighboring bar correction:
 Device name:
 Serial number:
 Software version:
 Hardware index:

Comment
 [Add]
 Metric
 auto
 16 mm
 -
 Profoskope+
 PS02-005-0269
 3.0.1
 80

003		04/17/2019 1:47 PM	27 mm	87 mm	Metric	46	auto
-----	--	--------------------	-------	-------	--------	----	------

Cover value diagram [measurement order]



Cover value / Bar diameter

- 74 mm / n/a
- 49 mm / n/a
- 47 mm / n/a
- 44 mm / n/a
- 41 mm / n/a
- 49 mm / n/a
- 47 mm / n/a
- 40 mm / n/a
- 39 mm / n/a
- 28 mm / n/a
- 31 mm / n/a
- 33 mm / n/a
- 27 mm / n/a
- 37 mm / n/a
- 42 mm / n/a
- 34 mm / n/a
- 35 mm / n/a
- 40 mm / n/a
- 40 mm / n/a
- 39 mm / n/a
- 38 mm / n/a
- 41 mm / n/a
- 42 mm / n/a
- 48 mm / n/a
- 52 mm / n/a
- 41 mm / n/a
- 47 mm / n/a
- 53 mm / n/a
- 87 mm / n/a
- 57 mm / n/a
- 47 mm / n/a
- 52 mm / n/a
- 51 mm / n/a
- 58 mm / n/a
- 56 mm / n/a
- 31 mm / n/a
- 34 mm / n/a
- 49 mm / n/a
- 28 mm / n/a
- 28 mm / n/a
- 82 mm / n/a
- 50 mm / n/a
- 50 mm / n/a
- 58 mm / n/a
- 54 mm / n/a
- 42 mm / n/a

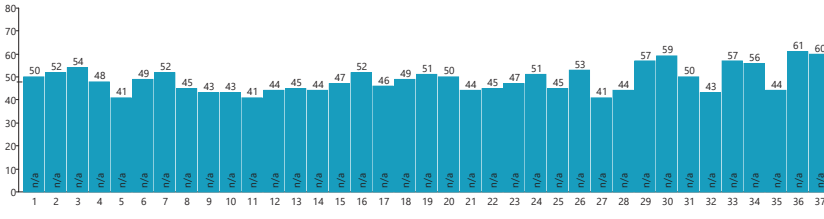
Statistics
 Measurements N = 46
 Mean cover value f = 45.0 mm
 Standard deviation s = 13.0 mm
 Min. cover value min = 27 mm
 Max. cover value max = 87 mm

Settings
 Regional settings:
 Data storage mode:
 Default bar diameter:
 Neighboring bar correction:
 Device name:
 Serial number:
 Software version:
 Hardware index:

Comment
 [Add]
 Metric
 auto
 16 mm
 -
 Profoskope+
 PS02-005-0269
 3.0.1
 80

004		04/17/2019 1:47 PM	41 mm	61 mm	Metric	37	auto
-----	--	--------------------	-------	-------	--------	----	------

Cover value diagram [measurement order]



Cover value / Bar diameter

- 50 mm / n/a
- 52 mm / n/a
- 54 mm / n/a
- 48 mm / n/a
- 41 mm / n/a
- 49 mm / n/a
- 52 mm / n/a
- 45 mm / n/a
- 43 mm / n/a
- 43 mm / n/a
- 41 mm / n/a
- 44 mm / n/a
- 45 mm / n/a
- 44 mm / n/a
- 47 mm / n/a
- 51 mm / n/a
- 45 mm / n/a
- 53 mm / n/a
- 41 mm / n/a
- 44 mm / n/a
- 57 mm / n/a
- 59 mm / n/a
- 50 mm / n/a
- 43 mm / n/a
- 57 mm / n/a
- 56 mm / n/a
- 44 mm / n/a
- 61 mm / n/a
- 60 mm / n/a

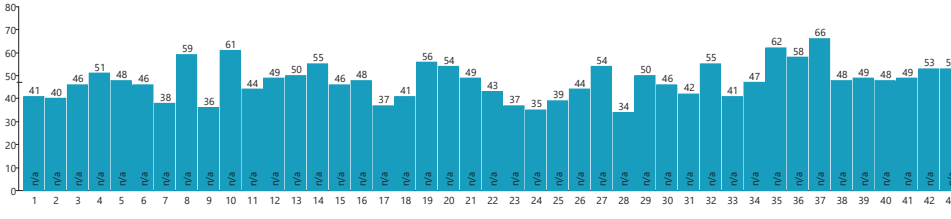
Statistics
 Measurements N = 37
 Mean cover value f = 48.0 mm
 Standard deviation s = 5.0 mm
 Min. cover value min = 41 mm
 Max. cover value max = 61 mm

Settings
 Regional settings:
 Data storage mode:
 Default bar diameter:
 Neighboring bar correction:
 Device name:
 Serial number:
 Software version:
 Hardware index:

Comment
 [Add]
 Metric
 auto
 16 mm
 -
 Profoskope+
 PS02-005-0269
 3.0.1
 80

005		04/17/2019 1:47 PM	34 mm	66 mm	Metric	43	auto
-----	--	--------------------	-------	-------	--------	----	------

Cover value diagram [measurement order]



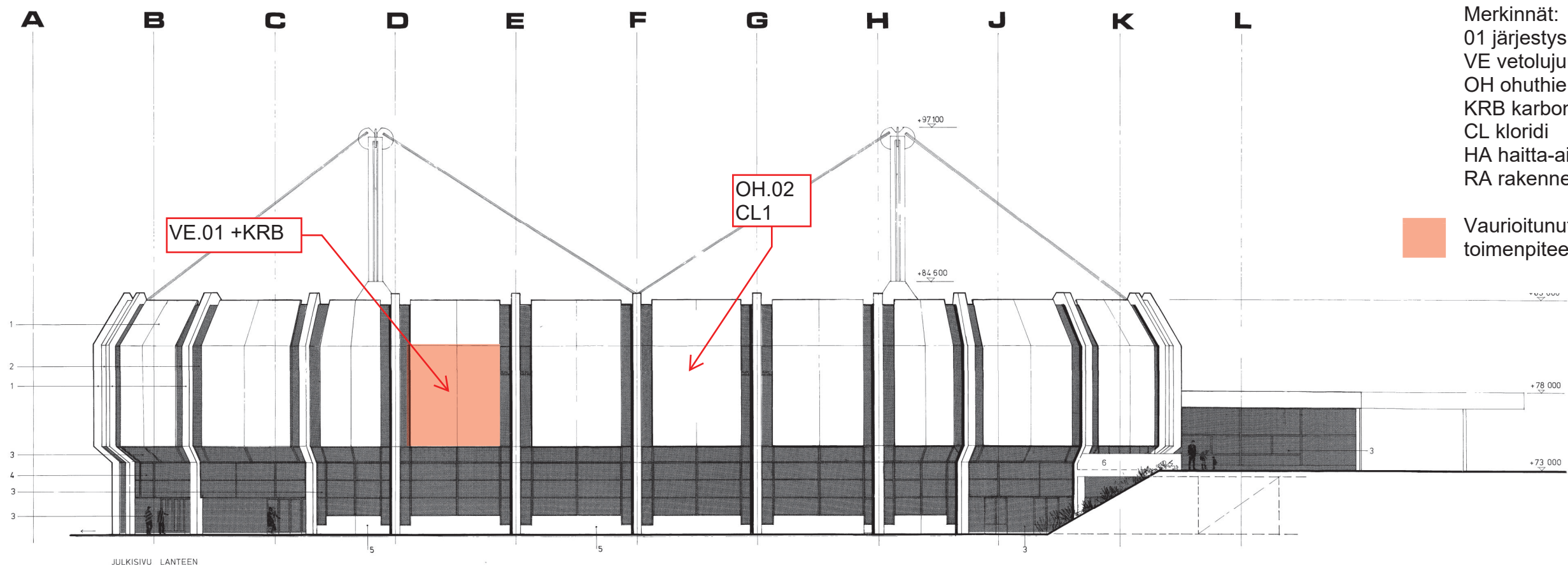
Cover value / Bar diameter

- 41 mm / n/a
- 40 mm / n/a
- 46 mm / n/a
- 51 mm / n/a
- 48 mm / n/a
- 46 mm / n/a
- 38 mm / n/a
- 59 mm / n/a
- 36 mm / n/a
- 61 mm / n/a
- 44 mm / n/a
- 49 mm / n/a
- 50 mm / n/a
- 55 mm / n/a
- 46 mm / n/a
- 48 mm / n/a
- 37 mm / n/a
- 41 mm / n/a
- 56 mm / n/a
- 54 mm / n/a
- 49 mm / n/a
- 43 mm / n/a
- 37 mm / n/a
- 35 mm / n/a
- 39 mm / n/a
- 44 mm / n/a
- 54 mm / n/a
- 34 mm / n/a
- 50 mm / n/a
- 46 mm / n/a
- 42 mm / n/a
- 55 mm / n/a
- 47 mm / n/a
- 41 mm / n/a
- 62 mm / n/a
- 58 mm / n/a
- 66 mm / n/a
- 48 mm / n/a
- 49 mm / n/a
- 48 mm / n/a
- 49 mm / n/a
- 53 mm / n/a
- 53 mm / n/a
- 48 mm / n/a
- 55 mm / n/a

Statistics
 Measurements N = 43
 Mean cover value f = 47.0 mm
 Standard deviation s = 7.0 mm
 Min. cover value min = 34 mm
 Max. cover value max = 66 mm

Settings
 Regional settings:
 Data storage mode:
 Default bar diameter:
 Neighboring bar correction:
 Device name:
 Serial number:
 Software version:
 Hardware index:

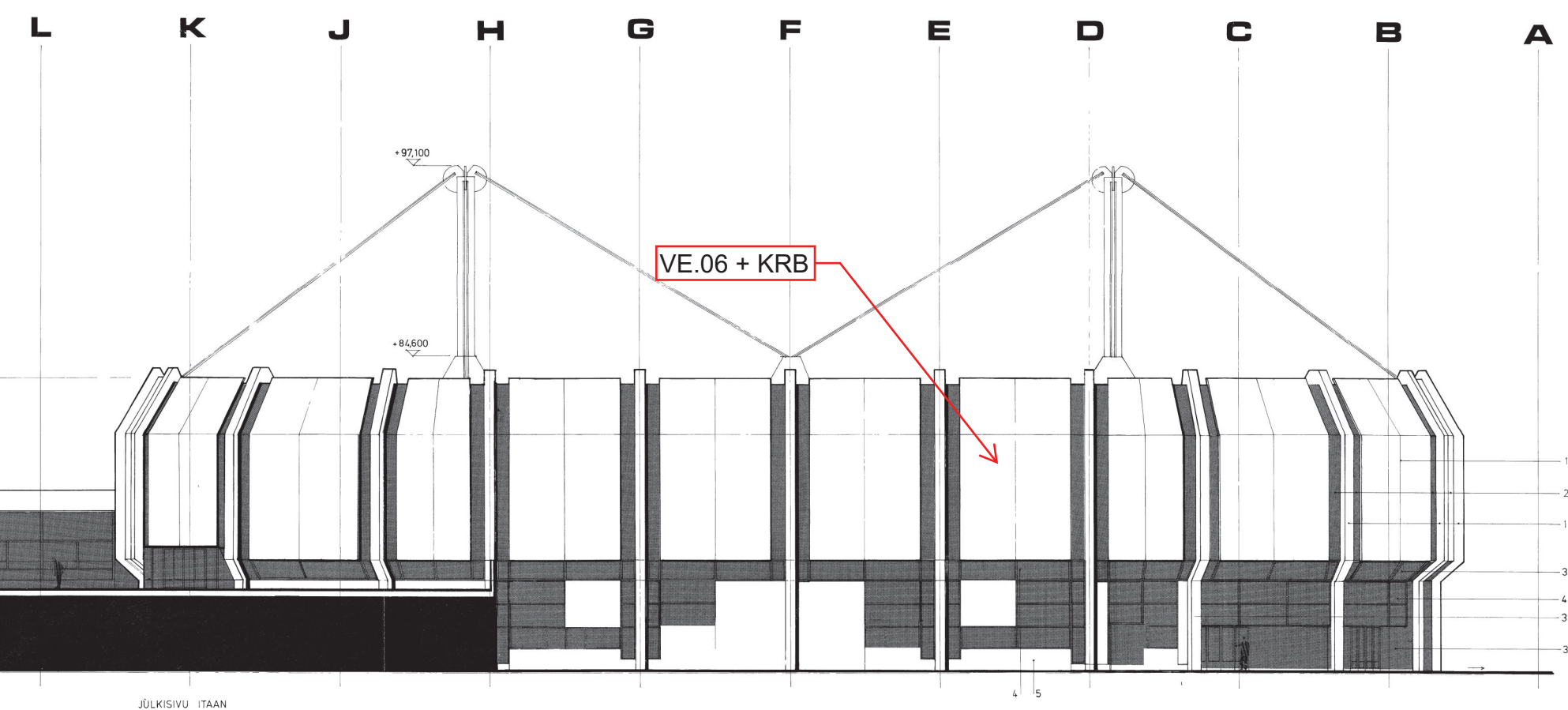
Comment
 [Add]
 Metric
 auto
 16 mm
 -
 Profoskope+
 PS02-005-0269
 3.0.1
 80



Merkinnät:
 01 järjestysnumero
 VE vetolujuus
 OH ohuthie
 KRB karbonatsoituminen
 CL kloridi
 HA haitta-ainenäyte
 RA rakenneavaus

Vaurioitunut elementti, kiireelliset toimenpiteet

Julkisivu itään

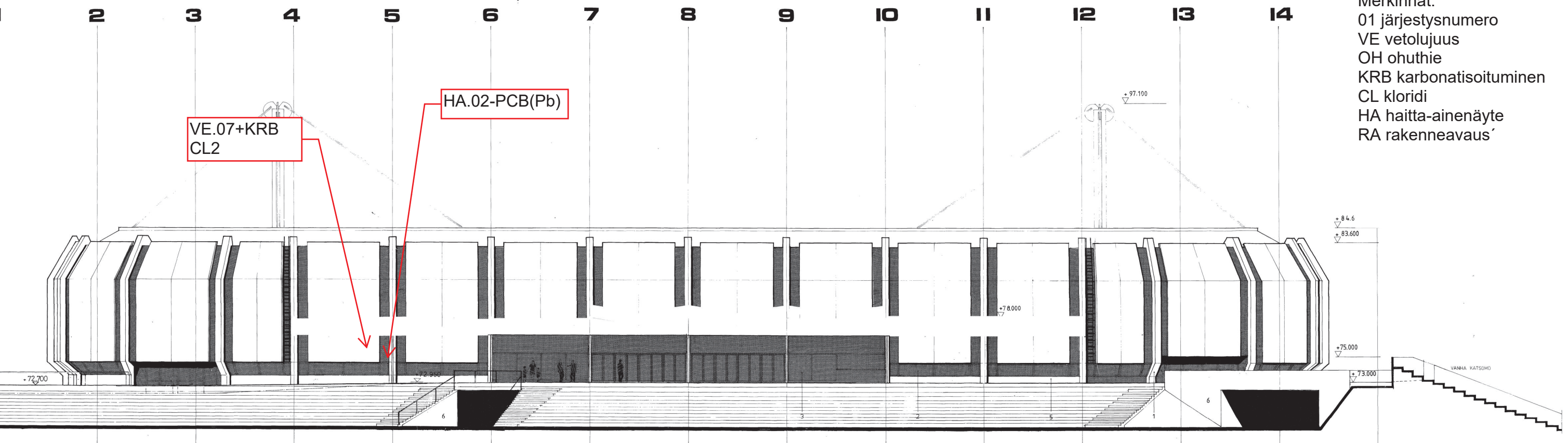


- MATERIAALITUNNUKSET
- 1 BETONIELEMENTTI PINNAT HIEKKAPUHALLITTU KIVIAINES VAALEA SIDEAINE VAALEA
 - 2 MUOVIPINNOITETTU PELTI
 - 3 LASI
 - 4 GRAFIITINHARMAA JULKISIVULASI
 - 5 HARMAA BETONIELEMENTTI
 - 6 BETONI

SPL = SAVIJÄRJESTÖLÖYKKY

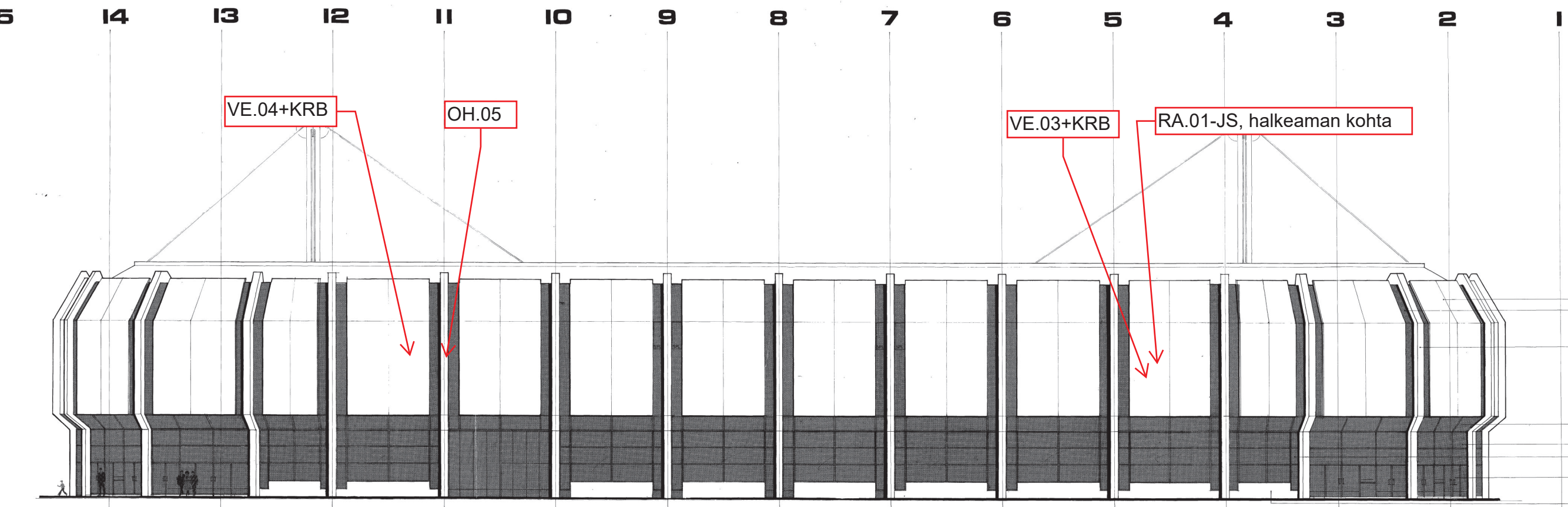
JULKISIVU ITÄÄN

Merkinät:
 01 järjestysnumero
 VE vetolujuus
 OH ohuthie
 KRB karbonatisoituminen
 CL kloridi
 HA haitta-ainenäyte
 RA rakenneavaus



JULKISIVU ETELÄÄN

Julkisivu pohjoiseen



JULKISIVU POHJOISEEN

MATERIAALITUNNUKSET:

- 1 BETONIELEMENTTI, PINTA KIVIAINES VAALEA, SIDE
- 2 MUOVIPINNOITETTU PELTI
- 3 LASI
- 4 GRAFIITINHARMAA JULKISIVU
- 5 HARMMAA BETONIELEMENTTI
- 6 BETONI

SPL = SAVUNPOISTOLUUKKU