



KUPITTAAN MAAUIMALA
Uittotunnelinkatu 3
33250 Tampere

TUTKIMUSSELOSTE

- UIMA-ALTAAT

SISÄLLYS

YLEISTÄ.....	3
1.1 Kohteen tiedot.....	3
1.2 Tilaaja	3
1.3 Tutkimuksen tekijä	3
1.4 Lyhyt kuvaus kohteesta	3
1.5 Tutkimuksen ajankohta ja tavoite	3
1.6 Suoritetut toimenpiteet ja tutkimukset.....	4
1.7 Tutkimuksessa käytetyt apuvälineet	4
1.8 Laboratoriotutkimukset.....	4
RAKENNESELVITYS.....	5
1.9 Uima-altaiden rakenne.....	5
1.10 Allasrakenteiden silmämääräinen tarkastelu	5
1.11 Näytteenotto allasrakenteista, karbonatisoituminen	16
TUTKIMUSTULOKSET	17
1.12 Karbonatisoitumissyvyydet ja terästen betonipeitepaksuudet	17
1.13 Vetolujuus	18
1.14 Ohuthieanalyysi	19
1.15 Kloridit	20
1.16 Pinnoitteen asbestianalyysi	20
TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET	21
KORJAUSSUOSITUKSET	22
LIITTEET	23

YLEISTÄ

1.1 Kohteen tiedot

Kohde	Kupittaaan maauimla
Lähiosoite	Kupittaankatu 10
Postinumero- ja toimipaikka	20520 TURKU
Rakennusaika	ei tietoa (alkup. 1900 -luvun alussa)
Peruskorjausi	1980 -luvun loppupuoli
Altaita	2 (3) kpl

1.2 Tilaaja

Kupittaaan maauimla
c/o Turun kaupunki / Kiinteistölaitos
Linnankatu 90 E
20100 Turku
Jari Keskitalo p. 0406753869
jari.keskitalo@turku.fi

1.3 Tutkimuksen tekijä

Raksystems Insinööritoimisto Oy
Haarlankatu 4E
33230 Tampere

RI Ismo Hakkarainen
puh: 0407437649
ismo.hakkarainen@raksystems.fi

1.4 Lyhyt kuvaus kohteesta

Tutkimukset kohdistuivat 1980 -luvun lopussa peruskunnostetun maauimalan uima-
altaiden betonirakenteisiin. Historiatiedon mukaan alkuperäinen maauimala on yli 100
vuotta vanha, joten alkuperäisiä rakenteita ei uimalassa enää ole. Tutkimuksessa todettiin
kuitenkin paikoin myös kerroksellisia seinämävaluja, joka viittaa (vanhan altaan sisäpuolel-
le valettuihin) korjausvaluihin.

1.5 Tutkimuksen ajankohta ja tavoite

Rakenteiden kenttätutkimukset tehtiin 4.10.2017. Kuntotutkimuksen tarkoituksena oli sel-
vittää uima-altaiden kunto: korjaustarve ja korjausten kiireellisyys.

1.6 Suoritetut toimenpiteet ja tutkimukset

Suoritettuun uima-altaiden kuntotutkimukseen liittyivät seuraavat toimenpiteet ja tutkimukset:

- uima-altaista tarkastettiin ja kartoitettiin silmämääräisesti maalipinnoitteen irtoaminen, suojabetonikerrosten ja liikuntasauvojen vaurioituminen, halkeamat sekä muu vaurioituminen
- lisäksi uima-altaista tarkastettiin silmämääräisesti varusteiden kiinnitykset sekä toimivuudet ja pintarakenteiden kunto.
- riskialttiiden kohtien koputtelu mahdollisen rapautuman havaitsemiseksi ja sen laajuuden määrittämiseksi
- allasrakenteista porattiin 9 näytekappaletta, joista tarkastettiin silmämääräisesti:
 - betonin halkeilu, rapautuma ja tiiviys
 - rakenteen ja rakennekerrosten paksuus
 - suojabetonikerroksen paksuus
 - terästen koko ja mahdollinen ruostuminen
- betonin karbonatisoitumissyvyys fenoliftaleiini-indikaattoriliuoksella kaikista näytteistä
- betonin vetolujuus, 6+1 kpl (yksi ylimääräinen vetokoe)
- betonin ohuthietutkimuksilla (5 kpl) selvitettiin mm.:
 - betonin karbonatisoitumissyvyys
 - betonin tiivistyksen onnistuminen
 - betonin runkoaineen laatu ja sideaineen tyyppi
 - betonin runkoaineen ja sideaineen välinen tartunta
 - betonin huokosrakenne
 - betonin halkeilu ja säröily
- betonin kloridipitoisuuden määrittäminen, 6 näytettä
- pinnoitteen asbestipitoisuuden määrittäminen, 1 näyte

1.7 Tutkimuksessa käytetyt apuvälineet

- nostokoriauto
- timanttiporauskalusto, poran (sisä-) Ø 56 mm
- digitaalikamera
- betoniterästen peitesyvyysmittari Profometer 5, Proceq / Semtu Oy
- kirvesmiehen työkalut

1.8 Laboratoriotutkimukset

Betonirakenteista otettujen näytteiden laboratorioanalyysit suorittivat:

Labroc Oy
Teknologiantie 9 D
90590 OULU

Raksystems Insinööritoimisto Oy
Betonilaboratorio
Vetotie 3
01610 Vantaa

RAKENNESELVITYS

1.9 Uima-altaiden rakenne

Betonirakenteet ovat ulkotilassa olevia uima-altaita ja yhteensä niitä on 3 kpl. Tutkimushavaintojen mukaan ainakin osassa seinä-/pohjavaluja on kaksinkertaisia valuja. Altaiden ympärille on valettu kahluualtaita ja niiden ulkopuolella on nykyisin betonilaatoilla päällystettyjä alueita.

Alkuperäisten, sisempien betonivalujen, rakennepiirustuksia ei ollut käytettävissä. Uudempien (80 -luku) piirustusten mukaan uima-altaat ovat teräsbetonirakenteisia: rakenteet ovat paikalla valettuja, maanpaineelle mitoitettuja altaiden seinämiä sekä maanvarainen pohjalaatta. Käytettävissä olleiden rakennesuunnitelmien mukaan alueelle on tehty huoltotyön rakennuksia 80-luvun loppupuolella, ja samassa yhteydessä pienempi allas on jaettu väliseinällä kahteen osaan. Altraiden käytettävyyttä on parannettu valamalla betonisia portaikkoja matalaan allaspäättyyn.

Samaan aikaan on suunnitelmien mukaan altaisiin tehty muitakin parannuksia / korjauksia (mm. halkeamien injektointia muovimassalla).

Pohjalaattojen paksuudet olivat näytelieriöiden porauskohdilla n. 90...258 mm ja seinämien paksuus porauskohdilla oli 123...224 mm.

Uima-altaiden kaiteet/käsijohteet ovat teräsrunkoisia, paikoin on käytetty kuumasinkittyä terästä ja osa on rst-teräksetä valmiostettuja.

Maauimalan kokonaisuuteen kuuluu myös kaksi vesiliukumäkeä, joiden rakenteet eivät kuulu kunnottutkimustoimeksiantoon.

Käytettävissä olevien rakennepiirustusten mukaan allasrakenteissa on käytetty \varnothing 8, 10 ja 12 mm harjateräksiä. Koelieriöistä havaittiin lisäksi raudoitteina käytetyn myös \varnothing 6 mm terästä.

1.10 Allasrakenteiden silmämääräinen tarkastelu

Uima-altaiden pinnoitteissa todettiin monin paikoin maalihilseilyä, paikoin se oli runsasta. Pohjalaatassa todettiin vähäisessä määrin olevan betonin näkyvissä, mutta pääosin altaissa on paksu, moninkertainen pinnoitus ja viimeisen pinnoitteen alta näkyi alustan ehjä pinnoite. Varsinkin altaiden nurkkauksissa todettiin myös halkeamia, myös pohjalaatassa.

Varsinaisia betonin rapautumiseen viittaavia vaurioita ei allasrakenteissa havaittu.

Rakenteiden saumakohdissa (liikuntasaumoissa) olevien elastisten kittausten ikääntymistä / epätiiveyttä todettiin jonkin verran.

Osa altaan "portaikoista" on laatoitettu liukuesteklinkkereillä. Niiden saumauksissa todettiin kulumista sekä paikoin todettiin laatoitetuilla alueilla "takakallistusta", ts. (tyhjennyksen jälkeen) näihin kohtiin jää vesi seisomaan. Tämä lisää talviaikana niiden pakkasrasitusta ja laatoitetuilla alueilla todettiin halkeamia.

Uima-altaiden ympärillä on pesubetonipintaisilla laatoilla päällystettyjä alueita. Laattojen väleissä todettiin saumausten ruohottumista sekä pinnan kulumista.

Alataissa on useita jaloteräsportaikkoja. Niiden putkimateriaalin todettiin olevan liian heikkoa, käyttöön nähden: pystyputkien havaittiin yleisesti myödanneen ja taipuneen. Lisäksi porrastikkaiden kiinnityksissä todettiin irtoamista.

Tutkimusta varten altaista oli pumpattu vettä pois useiden tuntien ajan, ja tutkimushetkelläkin uppopumput poistivat vettä. Tämä viittaa siihen, että pohjaveden taso on altaiden pohjan tasoa korkeammalla ja että altaiden seinämä-/pohjalaattarakenteet eivät ole vedenpitäviä. Tämä lisää betonirakenteiden ympäristökuormaa, varsinkin talviaikana, jolloin altaissa oleva vesi jäätyy aiheuttaen betonin sisällä pakkasrapautumaa. Ellei pohjaveden pintaa saada altaan pohjaa alemmaksi, pääsee vesi tunkeutumaan betoniin maapenkan puolelta, koska seinien tai allaspohjan maata vasten olevassa pinnassa ei ole vettymistä estävää pinnoitusta.



Kuva 1. Yleiskuvaa isolle altaalle ison vesiliukumäen ylätasolta



Kuva 2. Pienempi allas on jaettu matalampaan sekä kuntouimareille tarkoitettuun osaan



Kuva 3. Ison altaan toinen puolikas on luiskattu rakennusten lähetyviltä. Letkun päässä on pohjakaivo, johon pohjavesi padottaa



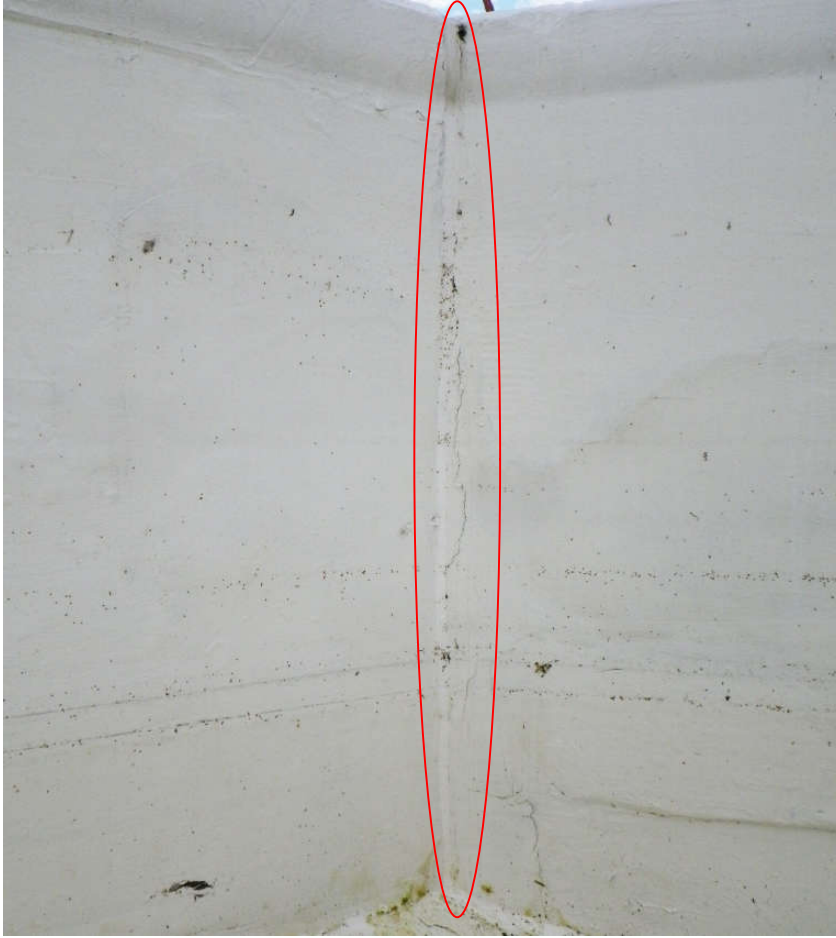
Kuva 4. Edellä mainitun "pohjakaivon" kautta pääsee maaston pohjavesi altaaseen...



Kuva 5. ...kuten pienemmässäkin (syvässä) altaassa. Tutkimushetkellä veden tuotto kai-
von kautta oli huomattava, sitä poistettiin uppupumpulla



Kuva 6. Halkeamia betonivaluissa...



Kuva 7. ...nurkassa on koko altaan korkuinen halkeama



Kuva 8. Teräskorroosioaurio altaan nurkassa: ruosteinen vesi on valunut pintaa pitkin



Kuva 9. Vesipinnan korkeudentasauskanava



Kuva 10. Halkeamavaurio altaisen reunavalun yläpinnassa. Käytettävien piirustusten mukaan altaiden reunaan on tehty korotusvalu myöhemmässä vaiheessa



Kuva 11. Pinnoitevaurioita altaiden välikannaksen seinämässä



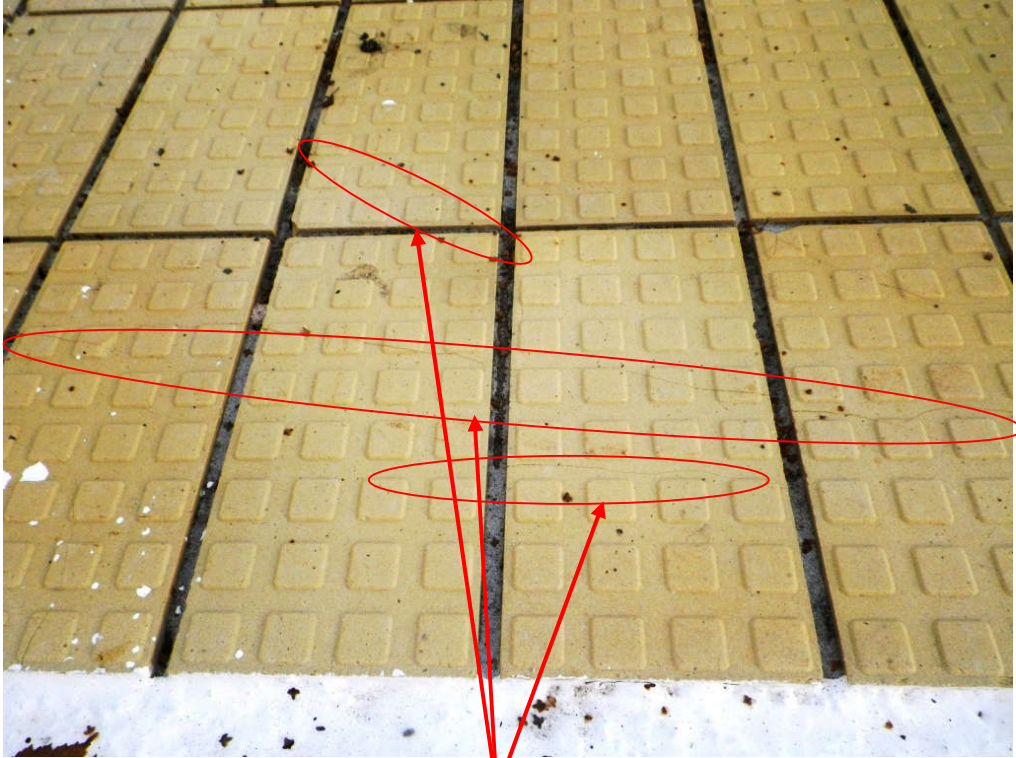
Kuva 12. Halkeamavaurio altaisen välikannaksen yläpinnassa



Kuva 13. Vaurioita altaan pohjan pinnoitteissa



Kuva 14. Vaurioita altaan pohjan pinnoitteissa



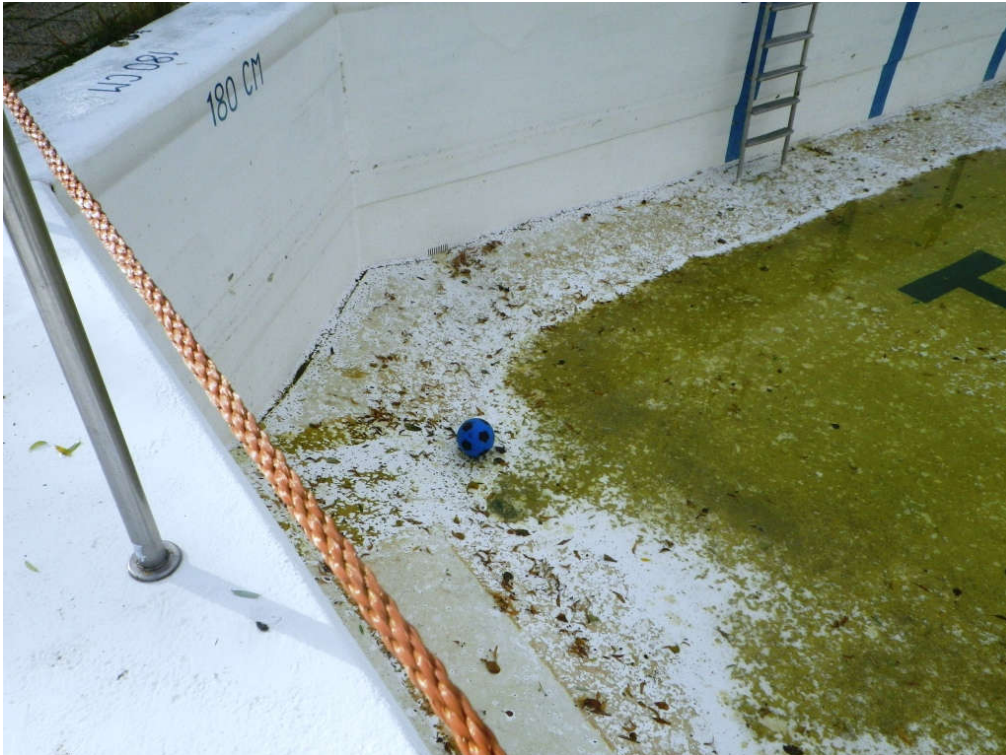
Kuva 15. Liukuestelaatoituksen pakkasvaurioita



Kuva 16. Portaan alapään kiinnitys on puutteellinen



Kuva 17. Portaikkojen putkiaineines on alamittaista / kiinnityspisteitä on liian harvassa



Kuva 18. Altaan pohjalle on kertynyt epäpuhtautta, mm. linnunraatoja tavattiin

1.11 Näytteenotto allasrakenteista, karbonatisoituminen

Altaiden rakenteista otettiin timanttiporalla (sisä-) Ø 56 mm 9 näytekappaletta betonin silmämääräistä arviointia ja laboratoriotutkimuksia varten. Näytteiden porauskohdat on esitetty liitteessä 2. Taulukossa 1 on esitetty näytteiden silmämääräiset havainnot ja tutkimustoimenpiteet sekä karbonatisoituminen.

Taulukko 1. Betonileriönäytteet, niiden tutkimustoimenpiteet ja karbonatisoitumissyvyydet.

Näyte	Havainnot	Teräs ulko-/alapinnasta [mm]	Karbonatisoituminen		Tutkimustoimenpiteet
			ulko-/yläpinnasta [mm]	sisä-/alapinnasta [mm]	
KMU1 (pohja)	näytteen pituus 150mm YP pinnoite	Ø 10 / 72	-	-	Vetolujuus, karbonatisoituminen
KMU2 (seinämä)	näytteen pituus 153mm UP pinnoite	Ø 10 / 43	<1	<1	Ohuthie, karbonatisoituminen
KMU3 (pohja)	näytteen pituus 258mm YP laatta 3mm	-	-	-	Vetolujuus, karbonatisoituminen
KMU4 (pohja)	näytteen pituus 90mm YP pinnoite	-	-	-	Vetolujuus, karbonatisoituminen
KMU5 (seinämä)	näytteen pituus 205mm UP + SP laatta 3mm	Ø 12 / 56	0 – 3 1	0 – 3 1	Vetolujuus, karbonatisoituminen
KMU6 (pohja)	näytteen pituus 132+100mm	Ø 6 / 7, 17 ap	0-3 <1	<1	Ohuthie, karbonatisoituminen
KMU7 (seinämä)	näytteen pituus 123+128mm UP pinnoite	Ø 10 / 62	0 – 14 9	-	Vetolujuus, karbonatisoituminen
KMU8 (seinämä)	näytteen pituus 224mm SP pinnoite	Ø 6 / 71	0 – 4 0	-	Vetolujuus, karbonatisoituminen
KMU9 (pohja)	näytteen pituus 232mm AP, YP pinnoite	10/ 25, 88 ap	<1	<1	Ohuthie, karbonatisoituminen

TUTKIMUSTULOKSET

1.12 Karbonatisoitumissyvyudet ja terästen betonipeitepaksuudet

Taulukoissa 2 ja 3 on esitetty koekappaleista mitatut karbonatisoitumissyvyudet ja pinnoilta mitatut terästen betonipeitepaksuudet syvyysvyöhykkeisiin jaoteltuina. Mikäli teräksiä sijaitsee karbonisoituneella vyöhykkeellä, on teräskorroosio mahdollinen. *Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että karbonatisoitumissyvyys on mitattu pienestä näytemäärästä ja on siten vain suuntaa antava.*

Taulukko 2. Uima-altaiden laatat, yläpinta

Syvyysalue (mm)	0 - 5	6- 10	11 - 15	16 - 20	21 - 25	> 25
Osuus peitepaksuus-havainnoista (%)	0	0	0	0	2	98
Osuus karbonisoitumissyvyyshavainnoista (%)	100	0	0	0	0	0

Taulukko 3. Uima-altaiden seinämät, ulkopinta

Syvyysalue (mm)	0 - 5	6- 10	11 - 15	16 - 20	21 - 25	> 25
Osuus peitepaksuus-havainnoista (%)	0	0	1	4	7	88
Osuus karbonisoitumissyvyyshavainnoista (%)	75	25	0	0	0	0

Mittaustuloksista laskennallisesti arvioiden karbonisoitumisrintama ei ole vielä saavuttanut betoniteräksiä missään rakenneosassa: tutkimushetkellä ruostumisriskialueella on vain yksittäisiä teräksiä.

1.13 Vetolujuus

Uima-altaista porattujen koekappaleiden vetolujuudet määritettiin standardin SFS 5445 mukaisesti. 7 näytelieryöstä koestettiin vetolujuus (sis. yhden ylimääräisen porauksen/vetokokeen). Tulokset on esitetty taulukossa 4 ja mittausraportti on liitteenä 5.

Taulukko 4. Lierionäytteiden vetolujuudet

Tunnus	Rakenneos	Vetolujuus [MN/m ²]	Murtokohta
KMU1	Altaan pohjalaatta	1,1	AP 125mm myötäen
	uusinta	1,7	AP 75mm myötäen / leikaten teräksen kohdalta
KMU3	Altaan pohjalaatta	0,8	AP 20mm myötäen
	uusinta	1,1	AP 205mm myötäen
KMU4	Altaan pohjalaatta	2,7	AP 35mm myötäen / leikaten
KMU5	Altaan seinämä	3,1	UP 65mm myötäen / leikaten teräksen kohdalta
KMU7a	Altaan seinämä	0,5	UP 60mm myötäen teräksen kohdalta
	uusinta	1,5	UP 65mm myötäen teräksen kohdalta
KMU7b	Altaan seinämä	0,9	UP 30mm myötäen / leikaten
KMU8	Altaan seinämä	1,1	UP 70mm myötäen teräksen kohdalta
	uusinta	4,0	UP 170mm myötäen

Vetolujuusarvoja < 1,0 MN/m² voidaan pitää tyypillisinä rapautuneille betoninäytteille ja 1,5 MN/m² ylittävissä näytteissä ei yleensä ole merkittävää rapautumaa (lähde: By 42).

Näytteiden vetolujuudet ovat yleisesti tavanomaisia / heikohkoja, ja varsinaisesta pakkasrapautumisesta on viitteitä vain muutamassa näytteessä. Toisaalta vetolujuuksien hajonta on suuri, ja uusintavedon jälkeen mm. näytteen KMU8 vetolujuudeksi saatiin 4,0 MN/m², kun alkuperäinen oli 1,1 MN/m²

1.14 Ohuthieanalyysi

Näytteet tutkittiin Nikon SMZ-745T stereomikroskoopilla ja Nikon E200 POL, CiPOL tai Motic BA310pol polarisaatiomikroskoopilla. Analyysissä sovellettiin standardia ASTM C 856-17. Hieiden koko oli 48 x 25 x 0,020 ...0,025 mm.

Viidelle allasrakenteista poratuista betoninäytteistä tehtiin ohuthietutkimus. Kahdesta näytteestä (KMU2.2 sekä KMU6.2) leikattiin ohuthienäyte myös pintakerrosta syvemältä, ja myös näihin tehtiin ohuthieselvitykset. Betoninäytteen kuntoa arvioitiin asteikolla hyvä-tydyttävä-välttävä-heikko. Tulos on esitetty taulukossa 5. Tarkemmin näytekohtainen tulos on esitetty liitteenä 3 olevassa tutkimusraportissa.

Taulukko 5. Näytteen kuntoarviointi ohuthietutkimuksen perusteella.

Näyte	Rakenne-osa	Kunto	Pakkaskestävyys/huokostäytteet	Pakkasrapautuneisuus*
KMU2.1 syv.alue 0- 48 mm up.	altaan seinämä	Tyydyttävä	Ei / runsaasti ettringiittiä	1
KMU2.2 syv.alue 100 ->48 mm up	altaan seinämä	Tyydyttävä	Ei / runsaasti ettringiittiä	1
KMU6.1 syv.alue 0- 48 mm yp.	altaan poh- jalaatta	Tyydyttävä	Ei / runsaasti ettringiittiä	1
KMU6.2 syv.alue 132 ->48 mm yp.	altaan poh- jalaatta	Tyydyttävä	Ei / runsaasti ettringiittiä	1
KMU9 syv.alue 0- 48 mm ap.	altaan poh- jalaatta	Tyydyttävä	Ei / runsaasti ettringiittiä	1

* Pakkasrapautuneisuutta on kuvattu asteikolla 0-4: 0 = ei rapautumaa, 1 = vähäistä, 2 = orastavaa, 3 = kohtalaista, 4 = voimakasta.

Tuloksien tarkastelu (ohuthieet):

- betonit ovat laadultaan hyviä, tiivistyminen on hyvä tai melko hyvä (KMU2)
- betonien KMU2 ja KMU6.1 sideaineessa on paikoin havaittavissa osittaista liukenemistä, kaikissa betoneissa sideaine on osittain heikosti karbonatisoitunut
- karbonatisoituminen ei kuitenkaan ole edennyt vyöhykkeenä keskimäärin syvälle betoneissa
- betoneissa on teräkset, kiinni lieriössä, teräksissä ei ole merkittävää ruostesyöpymää
- kiviaineksen laatu ja tartunnat ovat pääosin hyvät, betonissa KMU2 tartunnat ovat hieman tiivistyshuokosten heikentämät
- betonit KMU2, KMU 6.2 ja KMU 9 eivät ole huokostettuja tai huokostus on puutteellinen, eivätkä ne ole huokosrakenteen perusteella arviolta pakkasenkestäviä kosteissa olosuhteissa
- betoni KMU6.1 on huokostettu ja huokosrakenteen perusteella arviolta pakkasenkestävä kosteissa olosuhteissa, mutta useat huokokset ovat kiteytymien umpeuttamia
- betonien huokosissa havaittiin runsaasti ettringiittikiteytymiä ja useat huokokset ovat umpeutuneet, mikä viittaa kosteusrasitukseen (betonien kunto tyydyttävä, rapautuneisuus 1)
- betoneissa havaittiin hyvin vähäistä pinnan suuntaista mikrosäröilyä, joka mahdollisesti liittyy pakkasrapautumiseen
- betonien pinnoitteet ovat pääosin kiinni betonissa KMU6 yläpinta, muissa osin irti

1.15 Kloridit

Kloridimäärityksessä sovellettiin standardia SFS-EN 14629 mukaisesti. Kloridipitoisuuden kriittisenä arvona voidaan pitää 0,03...0,07 p-%:a (lähde: By 42). Mikäli kloridipitoisuus ylittää tämän raja-arvon, kasvaa teräskorroosioriski selvästi.

Pohjalaatan sekä seinämien betonin kokonaiskloridipitoisuus (6 näytettä) on esitetty taulukossa 6 ja mittausraportti on liitteenä 4.

Taulukko 6. Kloridipitoisuus

Tunnus	Tutkitun näytteen määrä [g]	Rakenneosa	Kloridipitoisuus betonin painosta [%]
KMU CL1	5,12	Altaan seinämä	<0,01
KMU CL2	5,09	Altaan pohjalaatta	<0,01
KMU CL3	5,11	Altaan seinämä	<0,01
KMU CL4	5,15	Altaan pohjalaatta	<0,01
KMU CL5	5,17	Altaan seinämä	<0,01
KMU CL6	5,09	Altaan pohjalaatta	<0,01

Mitattu kloridipitoisuuden arvo ei viittaa riskiin raudoitteiden ruostumisesta, joten klorideiden puolesta betonin rapautumista / terästen ruostumista nopeuttavaa tekijää ei ole. Yleisesti uima-altaiden betonirakenteissa kloridittomuuden merkitys korostuu, koska rakenteet ovat pitkäaikaisesti (=jatkuvasti) veden kyllästämiä.

1.16 Pinnoitteen asbestianalyysi

Asbestianalyysin tulokset on esitetty taulukossa 7 ja tutkimusraportti on liitteenä 6. Analyysi on tehty elektronimikroskoopilla.

Taulukko 7. Asbestianalyysin tulos

Näyte	Rakenneosa	Tulos
KMU 2	pinnoite, altaan seinämä	Ei sisällä asbestia

Allasseinämän pinnoitenäytteessä ei todettu olevan asbestia, joten mahdollinen purku voidaan suorittaa rutiinimenetelmin ja purkujäte hävittää normaalin rakennusjätteen tavoin.

TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Altaiden betonirakenteista otettiin ensin kolme ohuthienäytettä (ulkopinnasta), mutta näytteiden ohuthietutkimuksia laajennettiin syvemmälle näytelieriöihin, koska niistä haluttiin selvittää myös mahdollisen alkalikiviainesreaktion eteneminen.

Ohuthietutkimusten mukaan betonin kunto todettiin kaikkien (5) näytteen osalta vain tyydyttäväksi, ja kaikissa näytteissä todettiin pakkasrapautumisen alkaneen. Kaikkien näytteiden huokosissa havaittiin runsaasti (säilyvyyteen haitallisesti vaikuttavia) kiteytymiä (ettringiittiä), mutta alkalikiviainesreaktioon viittaavaa ei näytteistä todettu.

Ohuthiekokeiden perusteella altaiden betoni ei ole suojahuokoistettu riittävästi, ts. betoni ei ole pakkasenkestävää kosteissa olosuhteissa. Varsinkin allasrakenteissa tämän puutteen merkitys korostuu.

Vetolujuuskokeiden perusteella näytteissä todettiin myös paikallisesti pakkasrapautumaa; neljälle parvekelaattanäytteelle jouduttiin alhaisen vetolujuuden takia tekemään uusintavetokoe, ensimmäisten vetotulosten jäädessä alle 1,5 MN/m². Uusitun kokeen tulos yhden näytteen osalta viittaa rapautumiseen. Vetolujuuskokeiden tulosten hajonta oli suhteellisen suuri. Kenttätutkimuksessa parvekerakenteita koputtelemalla ei havaittu pakkasrapautumaa; vain kahdessa (ulkonurkassa) oli silminnähtävää alkavaa rapautumista.

Kaikkien allasnäytteiden vetolujuus oli keskimäärin noin 1,68 MN/m². Tästä voidaan päätellä, ettei uima-altaissa käytetty betoni ole ollut valmistusvaiheessakaan erityisen lujaa (betonin puristuslujuus on karkeasti n. 10 kertainen vetolujuuteen nähden: käytännön lujuus lienee valmistushetkellä tyypillisesti ollut noin 15...20 MN/m²).

Laskennallisesti allasrakenteiden teräksistä ei tutkimushetkellä ollut karbonatisoituneella vyöhykkeellä kuin satunnaisia teräksiä. Myöskään paikallisia peitepaksuusalituksia (terästys näkyvillä) todettiin niukasti. Karbonatisoitumisen etenemistä ulkopinnassa on vähentänyt altaiden paksut pinnoitteet.

Pinnoitteista selvitettiin niissä mahdollisesti oleva asbesti, jota ei selvityksen mukaan ole.

Lähtökohtaisesti voidaan todeta altaiden betonirakenteiden ympäristörasituksen olevan normaalia suuremman, johtuen niiden ulkopintojen suojaamattomuudesta sääolosuhteita vastaan. Lisäksi talvella altaiden pohjan yläpuolelle nouseva pohjaveden pinta lisää oleellisesti betonirakenteiden pakkasrasitusta, suojaamattomalta "taka"pinnalta. Kesäaikaan pintojen pitkäaikaissäilyvyyttä heikentää uimaveteen lisättävät kemikaalit, ainakin kloori.

Allasrakenteissa ei todettu tässä vaiheessa merkittäviä pakkas- tai muita vaurioita, mutta tutkimustulosten mukaan vaurioiden esiintymisen mahdollisuus tulee jatkossa lisääntymään ja vaurioiden kehittyminen nopeutumaan. Tämän takia tulee pitkällä aikavälillä varautua altaiden sisäpuolien korjaamiseen esim. ylimääräisellä betonivalulla.

Lyhyellä aikavälillä on kuitenkin kustannustehokkainta keskittyä epätiiveyskohtien sekä muiden puutteiden korjaamiseen. Altaiden betonirakenteissa ei todettu tämän tyyppisissä rakenteissa yleistä alkalikiviainesreaktiota, joka rapauttaa betonia sisältäpäin ja on tullut tämän tyyppisten rakenteiden korjauksissa yllätyksenä, aiheuttaen suuria, ennakoimattomia lisäkuluja korjauksiin.

KORJAUSSUOSITUKSET

Korjausvaihtoehdon valinnassa tulee ottaa huomioon eri korjausvaihtoehtojen kaikki toteutuvat elinkaarikustannukset koko tarkasteluajanjaksolla, ei vain pelkkiä korjauksen investointikustannuksia. Elinkaarikustannuksia ovat investointikustannusten lisäksi käytön aikaiset huolto- ja ylläpitokustannukset sekä purku- ja uusimiskustannukset tarkastelujakson aikana.

Vaihtoehto 1: uima-altaiden korjaaminen 1...3 vuoden aikana

Tämän korjausvaihtoehdon yhteydessä joudutaan rakenteita purkamaan

Korjaustapa on esitetty pääpiirteisesti:

- varusteet puretaan (allasportaat, käsijohteet, kaiteet ym.)
- betonipintojen puhdistus (myös irtoava maali poistetaan)
- korroosioaurioituneiden sekä lähellä pintaa olevien terästen esiin piikkaaminen sekä esiin piikattujen terästen suojaaminen teräksensuojalaastilla (tarve vähäinen)
- valukorjaukset; tarve vähäinen
- liikuntasaumat sekä halkeamat avataan, asennetaan uudet elastiset massat
- huoltomaalaus
- asennetaan varusteet takaisin paikoilleen (tikkaiden parempi kiinnitys)

Karkea kustannusarvio: n. 150...300 t€
Betonirakenteiden käyttöikäarvio: 10-15 vuotta

Vaihtoehto 2: uima-altaiden korjaaminen 10...15 vuoden aikana, raskas korjaus

Tämän korjausvaihtoehdon yhteydessä valetaan altaiden sisäpuolelle uudet betonivalukerokset, jotka pinnoitetaan.

Korjaustapa on esitetty pääpiirteisesti:

- varusteet puretaan (allasportaat, käsijohteet, kaiteet ym.)
- nykyisten rakenteiden sisäpuolelle valetaan uusi betonikerros, liikuntasau-manauhoineen (rakennesuunnittelijan mukaan)
- pintojen maalaus, laatoitukset
- asennetaan uudet varusteet
- asennetaan uudet vedenkäsittelylaitteet sekä hiekkasuodattimet

Karkea kustannusarvio: n. 3...6 milj.€

Betonirakenteiden käyttöikäarvio: 30-40 vuotta (pintabetonin uusimisen jälkeen)

LIITTEET

- LIITE 1: Näytelieriövalokuva**
- LIITE 2: Näytteenottopaikat**
- LIITE 3: Ohuthietutkimusraportti**
- LIITE 4: Kloridipitoisuuden mittausraportti**
- LIITE 5: Vetolujuuden mittausraportti**
- LIITE 6: Pinnoitteen asbestipitoisuus**

Tampereella 2.3.2018

RAKSYSTEMS INSINÖÖRITOIMISTO OY

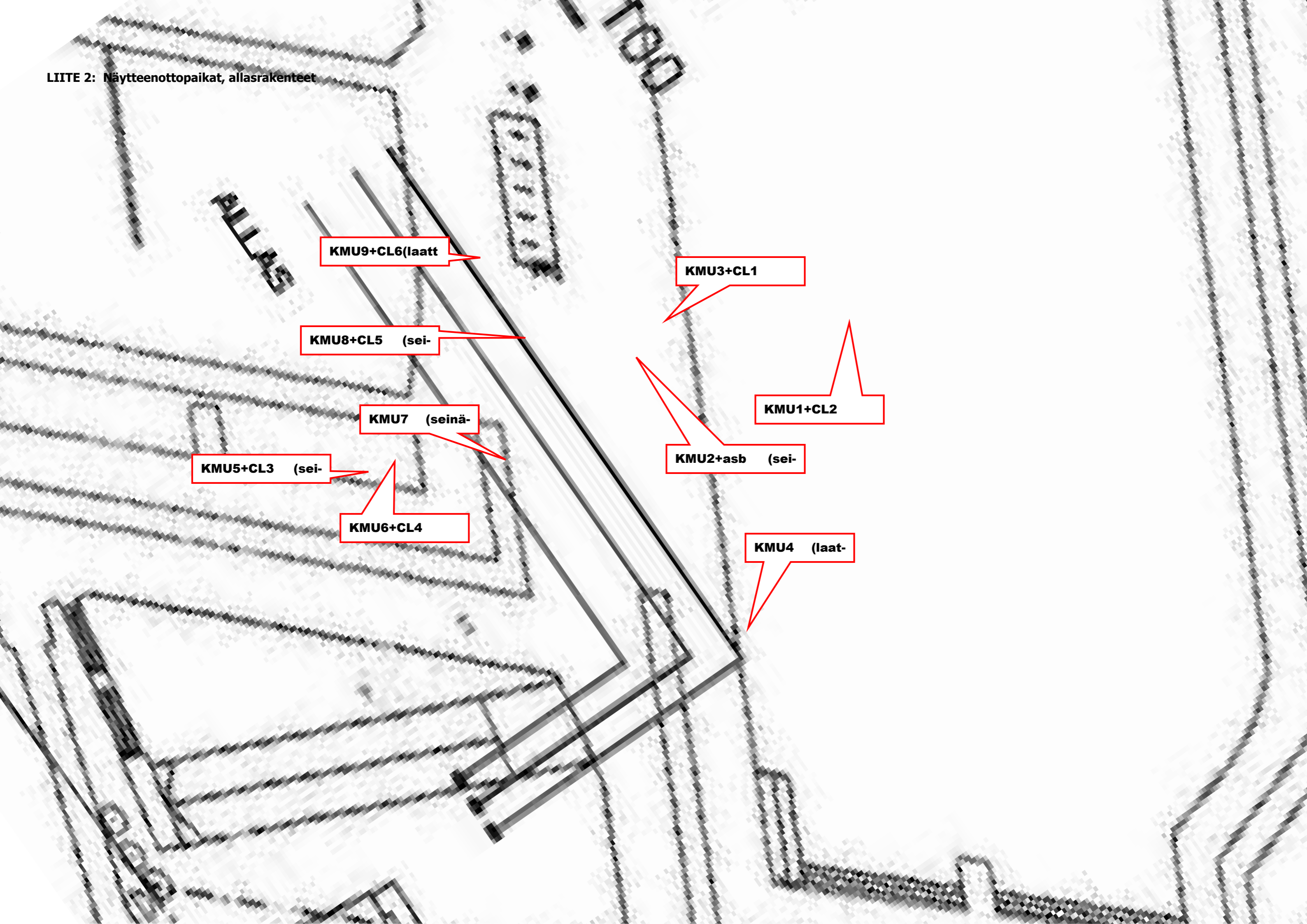


Ismo Hakkarainen
Rakennusinsinööri

LIITE 1: Näytelieriövalokuvat



LIITE 2: Näytteenottoaikat, allasrakenteet



OHUTHIEANALYYSI		
Tilaja: Raksystems Insinööritoimisto Oy/ Ismo Hakkarainen	Tilaus-/ toimituspäivä: 18.10.2017/Lisätilaus (KMU 2.2 ja 6.2) 17.1.2018	Kohde/ projektinnumero: Kupittaaan maauimala
Näytetunnukset: KMU2.1, KMU 2.2, KMU6.1, KMU 6.2, KMU9	Näytteiden materiaali, muoto ja koko: Betoni, poralieriö Ø 55 mm	Näytepreparaatti: Ohuthie 48 mm x 25 mm (paksuus 0,020-0,025 mm)
Menetelmä: Tilajan toimittamat näytteet tutkittiin Nikon SMZ-745T stereomikroskoopilla ja Nikon E200 POL, CiPOL tai Motic BA310pol polarisaatiomikroskoopilla. Analyysissä sovellettiin standardia ASTM C 856-17. Näytteenotosta vastaa tilaaja. Ohuthie on valmistettu tilaajan osoittamasta näytepinnasta pintaa vastaan kohtisuoraan. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.		

TULOSTEN ARVIOINTI / YHTEENVETO:					
Taulukossa on arvioitu näytteiden kuntoa asteikolla: HYVÄ, TYYDYTTÄVÄ, VÄLTTÄVÄ ja HEIKKO. Karbonatisoituminen on mitattu ohuthieestä ja/tai fenoliiftaleiiniliuoksella lieriön halkaistulta pinnalta. Rapautuneisuutta on kuvattu asteikolla 0-4: 0 - ei rapautumaa, 1 - vähäistä, 2 - orastavaa, 3 - kohtalaista, 4 - voimakasta.					
Näyte:	Rakenneosa/ Ohuthiepinta:	Kunto:	Karbonatisoituminen min-max/ka. [mm]:	Huokostus /huokostäytteen:	Rapautu- neisuus:
KMU2.1	Altaan seinämä/ ulkopinta	Tyydyttävä	ulkopinta < 1 sisäpinta < 1	ei/runsaasti ettringiittiä	1
KMU2.2	Altaan seinämä/ 100 mm ulkopinnasta	Tyydyttävä	-	ei/ runsaasti ettringiittiä	1
KMU6.1	Altaan pohjalaatta/ yläpinta	Tyydyttävä	yläpinta 0-3/<1 alapinta < 1	on/runsaasti ettringiittiä	1
KMU6.2	Altaan pohjalaatta/ 132 mm yläpinnasta	Tyydyttävä	-	ei/runsaasti ettringiittiä	1
KMU9	Altaan pohjalaatta/ alapinta	Tyydyttävä	yläpinta < 1 alapinta < 1	puutteellinen/ runsaasti ettringiittiä	1

YHTEENVETO

- betonit ovat laadultaan hyviä, tiivistyminen on hyvä tai melko hyvä (KMU2)
- betonien KMU2 ja KMU6.1 sideaineessa on paikoin havaittavissa osittaista liukenemistä, kaikissa betoneissa sideaine on osittain heikosti karbonatisoitunutta
- karbonatisoituminen ei kuitenkaan ole edennyt vyöhykkeenä keskimäärin syvälle betoneissa
- betoneissa on teräkset, kiinni lieriössä, teräksissä ei ole merkittävää ruostesyöpymää
- kiviaineksen laatu ja tartunnat ovat pääosin hyvät, betonissa KMU2 tartunnat ovat hieman tiivistyshuokosten heikentämät
- betonit KMU2, KMU 6.2 ja KMU 9 eivät ole huokostettuja tai huokostus on puutteellinen, eivätkä ne ole huokosrakenteen perusteella arviolta pakkasenkestäviä kosteissa olosuhteissa
- betoni KMU6.1 on huokostettu ja huokosrakenteen perusteella arviolta pakkasenkestävä kosteissa olosuhteissa, mutta useat huokokset ovat kiteytymien umpeuttamia
- betonien huokosissa havaittiin runsaasti ettringiittikiteytyymiä ja useat huokokset ovat umpeutuneet, mikä viittaa kosteusrasitukseen (betonien kunto tyydyttävä, rapautuneisuus 1)
- betoneissa havaittiin hyvin vähäistä pinnan suuntaista mikrosäröilyä, joka mahdollisesti liittyy pakkasrapautumiseen
- betonien pinnoitteet ovat pääosin kiinni betonissa KMU6 yläpinta, muissa osin irti

TUTKIMUSTULOKSET:

Näyte: KMU2.1		
Rakenneosa:	Lieriönäytteen pituus:	Ohuthiepinta:
Altaan seinämä	153 mm	Ulkopinta
Yleistiedot: <ul style="list-style-type: none">- näytelieriö on ehjä ja ulottuu läpi rakenneosan- ulkopinnassa on kaksi vaaleaa maalipinnoitekerrosta, paksuus < 0,5 mm, osin irti betonista- lieriössä on Ø 10 mm teräs 43 mm ulkopinnasta, teräksessä on vähäistä pintaruostetta- karbonatisoituminen on edennyt ulko- ja sisäpinnassa < 1 mm		
Laatu ja mikrorakenne: <ul style="list-style-type: none">- betonin rakenne on tasalaatuinen- tiivistyminen on melko hyvä, tiivistyshuokosia (Ø < 5 mm) on melko vähän- kiviaineksen tartunnat ovat pääosin hyvät, tiivistyshuokokset heikentävät niitä hieman- kiviaines on kulmikasta ja teräväsärmäistä (pääkivilajit: granitoidit), suurin havaittu raekoko 16 mm, kiviaines on pääosin ehjää ja rapautumatonta- sideaineessa (portlandsementti) on paikoin osittaista liukenemistä sekä osittaista heikkoa karbonatisoitumista lähes koko ohuthieen pituudelta, hydrataatioaste on korkea- suojahuokosia (Ø 0,02-0,8 mm) on melko vähän- huokosissa havaittiin runsaasti ettringiittikiteytyymiä ja useat huokokset ovat umpeutuneet		
Rapautuneisuus/ säröily: <ul style="list-style-type: none">- ulkopinnan pinnoitteen ja betonin rajapinnan lähellä betonin puolella yksittäiset lähes ohuthieen läpi jatkuvat pinnan suuntaiset mikrosäröt		



Näyte: KMU2.2

Rakenneosa:

Altaan seinämä

Lieriönäytteen pituus:

153 mm

Ohuthiepinta:

100 mm ulkopinnasta

Yleistiedot:

- näytelieriö on ehjä ja ulottuu läpi rakenneosan
- ulkopinnassa on kaksi vaaleaa maalipinnoitekerrosta, paksuus < 0,5 mm, osin irti betonista
- lieriössä on \varnothing 10 mm teräs 43 mm ulkopinnasta, teräksessä on vähäistä pintaruostetta
- karbonatisoituminen on edennyt ulko- ja sisäpinnassa < 1 mm

Laatu ja mikrorakenne:

- betonin rakenne on tasalaatuinen
- tiivistyminen on melko hyvä, tiivistyshuokosia (\varnothing < 5 mm) on melko vähän
- kiviaineksen tartunnat ovat pääosin hyvät, tiivistyshuokokset heikentävät niitä hieman
- kiviaines on kulmikasta ja terävsärmäistä (pääkivilajit: granitoidit), suurin havaittu raekoko 16 mm, kiviaines on pääosin ehjää ja rapautumatonta
- sideaineessa (portlandsementti) on paikoin osittaista liukenemistä sekä osittaista heikkoa karbonatisoitumista lähes koko ohuthieen pituudelta, hydrataatioaste on korkea
- suojahuokosia (\varnothing 0,02-0,8 mm) on jonkin verran
- huokosissa havaittiin erittäin runsaasti ettringiittikiteytyymiä ja useimmat huokokset ovat umpeutuneet

Rapautuneisuus/ säröily:

- ei merkittävää mikrosäröilyä

Näyte: KMU6.1		
Rakenneosa:	Lieriönäytteen pituus:	Ohuthiepinta:
Altaan pohjalaatta/ylempi lieriö	132 mm + 100 mm	Yläpinta
Yleistiedot: <ul style="list-style-type: none">- näyte koostuu kahdesta erillisestä lieriöstä, jotka ovat mahdollisesti irronneet toisistaan näytteenotossa, lieriöt ovat ehjät ja ulottuvat läpi rakenneosan (KMU6.1 ja 6.2)- Yläpinnassa on kaksi vaaleaa maalipinnoitekerrosta, paksuus < 0,5 mm, kiinni betonissa, alapinnassa on ohut vaalea pinnoite/laasti, osin irti betonista- lieriössä on kaksi \varnothing 6 mm terästä 7 mm ja 17 mm alapinnasta, teräksissä on vähäistä pintaruostetta- karbonatisoituminen on edennyt yläpinnassa 0-3 mm, keskimäärin < 1 mm ja alapinnassa < 1 mm		
Laatu ja mikrorakenne: <ul style="list-style-type: none">- betonin rakenne on tasalaatuinen- tiivistyminen on hyvä, tiivistyshuokosia (\varnothing < 3 mm) on vähän- kiviaineksen tartunnat ovat pääosin hyvät- kiviaines on kulmikasta ja terävsärmäistä (pääkivilajit: granitoidit, amfiboliitti), suurin havaittu raekoko 17 mm, kiviaines on pääosin ehjää ja rapautumatonta- sideaineessa (portlandsementti) on paikoin osittaista liukenemistä sekä osittaista heikkoa karbonatisoitumista lähes koko ohuthieen pituudelta, hydrataatioaste on korkea- suojuhuokosia (\varnothing 0,02-0,8 mm) on melko runsaasti- huokosissa havaittiin runsaasti ettringiittikiteytyymiä ja useat huokokset ovat umpeutuneet		
Rapautuneisuus/ säröily: <ul style="list-style-type: none">- yläpinnan pinnoitteen ja betonin rajapinnan lähellä betonin puolella yksittäinen lähes ohuthieen läpi jatkuva pinnan suuntainen mikrosärö		

Näyte: KMU6.2		
Rakenneosa:	Lieriönäytteen pituus:	Ohuthiepinta:
Altaan pohjalaatta/alempi lieriö	132 mm + 100 mm	Alemman lieriön yläpinta, 132 mm pohjalaatan yläpinnasta
Yleistiedot: <ul style="list-style-type: none">- näyte koostuu kahdesta erillisestä lieriöstä, jotka ovat mahdollisesti irronneet toisistaan näytteenotossa, lieriöt ovat ehjät ja ulottuvat läpi rakenneosan (KMU6.1 ja 6.2)- Yläpinnassa on kaksi vaaleaa maalipinnoitekerrosta, paksuus < 0,5 mm, kiinni betonissa, alapinnassa on ohut vaalea pinnoite/laasti, osin irti betonista- lieriössä on kaksi Ø 6 mm terästä 7 mm ja 17 mm alapinnasta, teräksissä on vähäistä pintaruostetta- karbonatisoituminen on edennyt yläpinnassa 0-3 mm, keskimäärin < 1 mm ja alapinnassa < 1 mm		
Laatu ja mikrorakenne: <ul style="list-style-type: none">- betonin rakenne on tasalaatuinen- tiivistyminen on hyvä, tiivistyshuokosia (Ø < 3 mm) on vähän- kiviaineksen tartunnat ovat pääosin hyvät- kiviaines on kulmikasta ja terävsärmäistä (pääkilajit: granitoidit, amfiboliitti), suurin havaittu raekoko 17 mm, kiviaines on pääosin ehjää ja rapautumatonta- sideaine (portlandsementti, masuunikuonaa, vähän lentotuhkaa) on karkeahkoa, hydrataatioaste on korkea- suojahuokosia (Ø 0,02-0,8 mm) on vähän- huokosissa havaittiin runsaasti ettringiittikiteytyymiä ja useat huokokset ovat umpeutuneet		
Rapautuneisuus/ säröily: <ul style="list-style-type: none">- ohuthieessä 141 mm yläpinnasta yksittäinen 6 mm pitkä pinnan suuntainen mikrosärö- yksittäinen pintaa vastaan kohtisuora mikrohalkeama ohuthieen yläpinnassa, pituus 5 mm- jonkin verran suuntautumaton mikrosäröilyä		

Näyte: KMU9		
Rakenneosa:	Lieriönäytteen pituus:	Ohuthiepinta:
Altaan pohjalaatta	232 mm	Alapinta
Yleistiedot: <ul style="list-style-type: none">- näyteliieriö on ehjä ja ulottuu läpi rakenneosan- Yläpinnassa on kaksi vaaleaa maalipinnoitekerrosta, paksuus < 0,5 mm, kiinni betonissa, alapinnassa on ohut vaalea pinnoite/laasti, osin irti betonista- lieriössä on \varnothing 10 mm teräkset 25 mm ja 88 mm alapinnasta, teräksissä ei ole ruostetta- karbonatisoituminen on edennyt ylä- ja alapinnassa < 1 mm		
Laatu ja mikrorakenne: <ul style="list-style-type: none">- betonin rakenne on tasalaatuinen- tiivistyminen on hyvä, tiivistyshuokosia (\varnothing < 5 mm) on vähän- kiviaineksen tartunnat ovat pääosin hyvät- kiviaines on kulmikasta ja teräväsärmäistä (pääkivilajit: granitoidit, amfiboliitti), suurin havaittu raekoko 15 mm, kiviaines on pääosin ehjää ja rapautumatonta- sideaineessa (portlandsementti) on osittaista heikkoa karbonatisoitumista lähes koko ohuthieen pituudelta, hydrataatioaste on korkea- suojahuokosia (\varnothing 0,02-0,8 mm) on jonkin verran- huokosissa havaittiin runsaasti ettringiittikiteytyymiä ja useat huokokset ovat umpeutuneet		
Rapautuneisuus/ säröily: <ul style="list-style-type: none">- yksittäinen pinnan suuntainen 8 mm pitkä mikrosärö 18 mm alapinnasta		

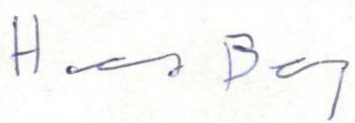


Titta-Miia Raitala
tutkija, FM
p. 0400 796 961



Paula Raivio
tutkija, FM

KLORIDIPITOISUUDEN MÄÄRITYS			
Tilaja:	Raksystems Insinööritoimisto Oy		
Kohde:	Kupittaaan maauimala	Tilauspäivä:	
Projektinnumero:		Toimituspäivä:	18.10.2017
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: Näytteenottaja: Ismo Hakkarainen			
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Kuivapaino [g]	Cl -pitoisuus [p-%]
KMU CL1	Altaan seinämä (porajauhe)	5,12	< 0,01
KMU CL2	Altaan pohjalaatta (porajauhe)	5,09	< 0,01
KMU CL3	Altaan seinämä (porajauhe)	5,11	< 0,01
KMU CL4	Altaan pohjalaatta (porajauhe)	5,15	< 0,01
KMU CL5	Altaan seinämä (porajauhe)	5,17	< 0,01
KMU CL6	Altaan pohjalaatta (porajauhe)	5,09	< 0,01



Henna Berg
Tutkija, laborantti
040 7411 421

5.11.2017

Raksystems Insinööritoimisto Oy
Vetotie 3 A
01610 Vantaa

Tilaja Ismo Hakkarainen
Raksystems Insinööritoimisto Oy

VETOLUJUUDEN MÄÄRITYS

Kohde Kupittaaan maauimala

Tutkimukset Vetokokeet suoritettiin laboratoriossa standardin SFS 5445 mukaisesti.

Koekappaleet Lieriönäytteitä halkaisijaltaan 56 mm.

Tulokset

Tunnus	Rakenneosa	Vetolujuus [MN/m ²]	Murtokohta/tapa
KMU1	Altaan pohjalaatta	1,1	AP 125mm myötäen
	uusinta	1,7	AP 75mm myötäen / leikaten teräksen kohdalta
KMU3	Altaan pohjalaatta	0,8	AP 20mm myötäen
	uusinta	1,1	AP 205mm myötäen
KMU4	Altaan pohjalaatta	2,7	AP 35mm myötäen / leikaten
KMU5	Altaan seinämä	3,1	UP 65mm myötäen / leikaten teräksen kohdalta
KMU7a	Altaan seinämä	0,5	UP 60mm myötäen teräksen kohdalta
	uusinta	1,5	UP 65mm myötäen teräksen kohdalta
KMU7b	Altaan seinämä	0,9	UP 30mm myötäen / leikaten
KMU8	Altaan seinämä	1,1	UP 70mm myötäen teräksen kohdalta
	uusinta	4,0	UP 170mm myötäen

Vantaalla 5.11.2017



Teemu Väänänen
puh. 0306 705 627
Raksystems Insinööritoimisto Oy

ASBESTIANALYYSI			
Tilaja:	Raksystems Insinööritoimisto Oy		
Kohde:	Kupittaaan maauimala	Tilauspäivä:	
Projektinnumero:		Toimituspäivä:	18.10.2017
Menetelmät:			
Tilaajan toimittamat näytteet on tutkittu soveltaen standardia ISO22262-1 optisella analyysillä käyttäen stereomikroskooppia Nikon SMZ745 sekä polarisaatiomikroskooppia Nikon CiPOL ja/tai alkuaineanalyysillä käyttäen pyyhkäisyelektronimikroskooppia Jeol JSM6300/6400 tai läpäisyelektronimikroskooppia Leo 912. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.			
TULOKSET: Näytteenottaja: Ismo Hakkarainen			
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Menetelmä VM/EM*	Asbestipitoisuus
KMU2	Altaan seinämä, pinnoite	EM	Ei sisällä asbestia.

*VM = polarisaatiomikroskooppi, EM = elektronimikroskooppi



Sini Halonen
Tutkija, FM
040 5526 848



Saku Varpenius
Tutkija, insinööri
040 5743 685