

Vastaanottaja
Ilkka Nyman
Lohjan kaupunki

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
10/2018

VIRKISTYSUIMALA NEIDONKEIDAS RAKENTEIDEN KUNTOTUTKI- MUS



Tarkastus	17.10.2018
Päivämäärä	31.10.2018
Laatijat	Kai Jyrkiäinen DI, Markus Fränti DI
Tarkastaja	Jukka Lahdensivu, TkT
Kuvaus	Altaiden betonirakenteiden, roiskevesialueen betonipilarien, yläpohjan kerto- ja liimapuorakenteiden ja yläpohjan tiiveyden kuntotutkimusraportti
Versio	I
Viite	1510042440

TIIVISTELMÄ

Tässä raportissa käsitellään Neidonkeitaan virkistysuimalan altaiden betonirakenteiden kuntotutkimusta. Vuonna 1970 valmistunut uimahalli sijaitsee Lohjalla ja sen altaat on toteutettu paikalla valettuina teräsbetonirakenteina. Uimahalliin on toteutettu perusparannus vuonna 1998, jolloin uimahalliin tehtiin laajennusosa ja vanhaan osaan rakennettiin lisäksi teräsbetonin silta jakamaan olemassa olevan altaan kahteen osaan. Kuntotutkimus suoritettiin kesäkuussa 2018, tilaajan hyväksymän tutkimussuunnitelman mukaisesti, Ramboll Finland Oy:n Tampereen toimiston työntekijöiden toimesta. Tutkimuksissa selvitettiin uima-altaiden betonirakenteiden ja roiskevesialueiden betonipilareiden kuntoa, vanhan osan yläpohjan tiiveyttä allasosastolla ja liima- ja kertopuurakenteiden kuntoa. Tutkimusten yhteydessä tehtiin rakenteiden asbesti- ja haitta-ainekartoitus, josta on tehty erillinen raportti (2018, Ramboll Finland Oy).

Betonirakenteiden tutkimuksessa keskityttiin betonirakenteisiin uima-altaisiin kokonaisuudessaan ja roiskevesialueen pilareihin. Betonirakenteita tutkittiin kohteella aistinvaraisesti, vasaroimalla, mittaamalla betonipeitteitä sekä ottamalla poralieriö- ja jauhenäytteitä. Osasta poranäytteistä tutkittiin laboratoriossa veto- ja puristuslujuuksia sekä määritettiin karbonatisoitumissyvytykset. Osasta poranäytteistä teetettiin laboratoriossa mikrorakennetutkimus. Porajauhenäytteistä tutkittiin laboratoriossa betonin kloridipitoisuusprofiili. Yläpohjan tiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeella ja rakenneavauksilla yläpohjan ala- ja yläpuolelta. Rakenneavauksista selvitettiin rakennetyypit ja höyrynsulun toteutustapa. Yläpohjan kantavia liima- ja kertopuurakenteita tutkittiin lähtötietojen tarkastelulla, aistinvaraisesti ja osittain laskennallisesti.

Altaiden betonirakenteet ovat pääosin hyvässä tai tyydyttävässä kunnossa. Klinkkerilaatoissa havaittiin pintalasitteen säröilyä kaikissa laajennusosan altaissa. Merkittävimmät rakenteelliset vauriot havaittiin alkuperäisen toiminta-altaan seinien ulkopinnoilla ja reunakonsoleissa, missä kloridipitoinen vesi on vuotanut kaivojen läpivienneistä, välipohjalaatan liitoskohdista ja halkeamista. Raudoitteet ovat ruostuneet ja lohkaisseet betonia useasta paikasta. Opetusaltaassa havaittiin vastaavia vaurioita, mutta rakenteen muutoksen johdosta vaurioita on vähemmän ja niiden vaikutus on vähäisempi. Laajennusosan altaissa ei havaittu merkittäviä vaurioita, mutta välipojan liitoskohdista, läpivientien, halkeamien ja liikuntasauvojen kohdalla havaittiin paljon vesivuotoja, joita on osin korjattukin injektoimalla.

Alkuperäisen ja laajennusosan altaat ovat vedeneristämättömiä ja betonissa on alkali-silikareaktiosta johtuvaa säröilyä, mikä heikentää betonin kuntoa, mutta ei vielä vakavasti, sillä betonin vetolujuudet olivat hyvällä tasolla kaikissa altaissa. Jatkossa reaktio todennäköisesti jatkuu, jos olosuhteet ovat vastaavat, ja vaurioituminen muuttuu merkittävämmäksi. Vaurioitumista voidaan hidastaa/pysäyttää vedeneristämällä allas, mikä muuttaisi betoni rasitusolosuhteita.

Altaille suositellaan peruskorjauksessa klinkkerilaattojen uusimista ja rakenteiden vedeneristämistä. Alkuperäisten altaiden betonirakenteet suositellaan korjattavaksi uusimalla vaurioituneet raudoitteet. Altaiden ja allasosaston välipohjan ehdotetuilla liitosten, läpivientien, halkeamien ja liikuntasauvojen huolellisella korjauksella/tiivistyksellä voidaan ehkäistä vakavampien, hankalasti korjattavien vaurioiden syntyminen jatkossa.

Yläpohjan höyrynsulussa havaittiin runsaasti vuotokohtia rakenteiden liitoksissa ja pitkittäis-saumoja ei oltu teipattu tiiviiksi. Yläpohjan ilmatiiveyttä suositellaan parannettavaksi uudella höyrynsulkukerroksella peruskorjauksen yhteydessä.

Yläpohjan liimapuurakenteissa havaittiin halkeamia palkkien keskinäisissä liitoskohdissa. Halkeamat eivät ole arviolta kriittisiä, mutta niitä suositellaan seurattavaksi ja tarkasteltavan tarkemmin korjaussuunnittelussa. Peruskorjauksen yhteydessä suositellaan palkkien vahvistusta liitoskohdista ja liitostyyppin muuttamista.

Kertopuupalkkien ja -ristikoiden pilariliitosten teräsosissa havaittiin ruostetta ja epäpuhtauksia. Ruostuneet teräsosat suositellaan puhdistettavan ja maalattavan peruskorjauksessa.

SISÄLTÖ

1.	Yleistiedot	4
1.1	Yleistä	4
1.2	Kohteen yleiskuvaus	4
1.3	Tutkimuksen tavoite ja rajaukset	5
1.4	Lähtötiedot	5
2.	Tutkimusten suoritus	7
2.1	Tutkimustoimenpiteet	7
2.2	Tutkimuslaitteet	7
2.3	Tutkimusmenetelmät	7
3.	Kuntouintiallas	9
3.1	Lähtötietojen tarkastelu	9
3.2	Havainnot ja mittaustulokset	10
3.3	Johtopäätökset	17
4.	Toiminta-allas	18
4.1	Lähtötietojen tarkastelu	18
4.2	Havainnot ja mittaustulokset	19
4.3	Johtopäätökset	28
5.	Opetusallas	30
5.1	Lähtötietojen tarkastelu	30
5.2	Havainnot ja mittaustulokset	31
5.3	Johtopäätökset	38
6.	Terapia-allas	39
6.1	Lähtötietojen tarkastelu	39
6.2	Havainnot ja mittaustulokset	39
6.3	Johtopäätökset	44
7.	Lastenallas	45
7.1	Lähtötietojen tarkastelu	45
7.2	Havainnot ja mittaustulokset	45
7.3	Johtopäätökset	49
8.	Pilarit roiskevesialueella	50
8.1	Lähtötietojen tarkastelu	50
8.2	Havainnot ja mittaustulokset	50
8.3	Johtopäätökset	55
9.	Muut allasrakenteet	56
10.	Yläpohjan tiiveys	58
10.1	Lähtötietojen tarkastelu	58
10.2	Ilmavuototarkastelut ja merkkiainekokeet	59
10.3	Johtopäätökset	60
10.4	Toimenpidesuosituks	60
11.	Yläpohjan liima- ja kertonpuurakenteet	62
11.1	Liimapuupalkit alkuperäinen osa	62
11.2	Liimapuupalkit ja kertonpuuristikot laajennusosalla	65
12.	Toimenpide-ehdotukset	70
12.1	Kuntouintiallas	70
12.2	Toiminta-allas	70
12.3	Opetusallas	71
12.4	Terapia-allas	72
12.5	Lastenallas	72
12.6	Muut altaat	72
12.7	Pilarit roiskevesialueella	73
12.8	Yläpohjan tiiveys	73
12.9	Liima- ja kertonpuurakenteet	73

LIITTEET

Liite 1 Näytteenottopaikat tasopiirustuksissa

Liite 2 Näyteluettelo ja silmämääräiset havainnot näytteistä

Liite 3 Betonipeitemittausten tulokset

Liite 4 Laboratorion tutkimusraportit, WSP Finland Oy

- Kloridipitoisuuden määrittäminen, vetolujuuden määrittäminen, ohuthieanalyysi

1. YLEISTIEDOT

1.1 Yleistä

Tutkimuksen tilaaja

Ilkka Nyman
Lohjan kaupunki
ilkka.nyman@lohja.fi
+358 60 374

Kuntotutkimuksen suorittajat

Ramboll Finland Oy
Pakkahuoneenaukio 2
PL718
33101 TAMPERE

Projektipäällikkö
Kai Jyrkiäinen, DI
kai.jyrkiainen@ramboll.fi
+358 50 462 6878

Betonirakenteiden tutkimus
Kai Jyrkiäinen, DI
Mikko Kontinaho, Ins. (AMK)
Jani Hartikainen, Tkk

Kerto- ja liimapuurakenteiden tutkimus:
Kai Jyrkiäinen, DI

Yläpohjan tiiveyden tutkimus:
Markus Fränti, DI
Jussi Aromaa, Ins. (AMK)

Laadunvarmistus
Jukka Lahdensivu, TkT

Tutkimuslaboratoriot

WSP Finland Oy
Kiviharjunlenkki 1 D
90220 OULU

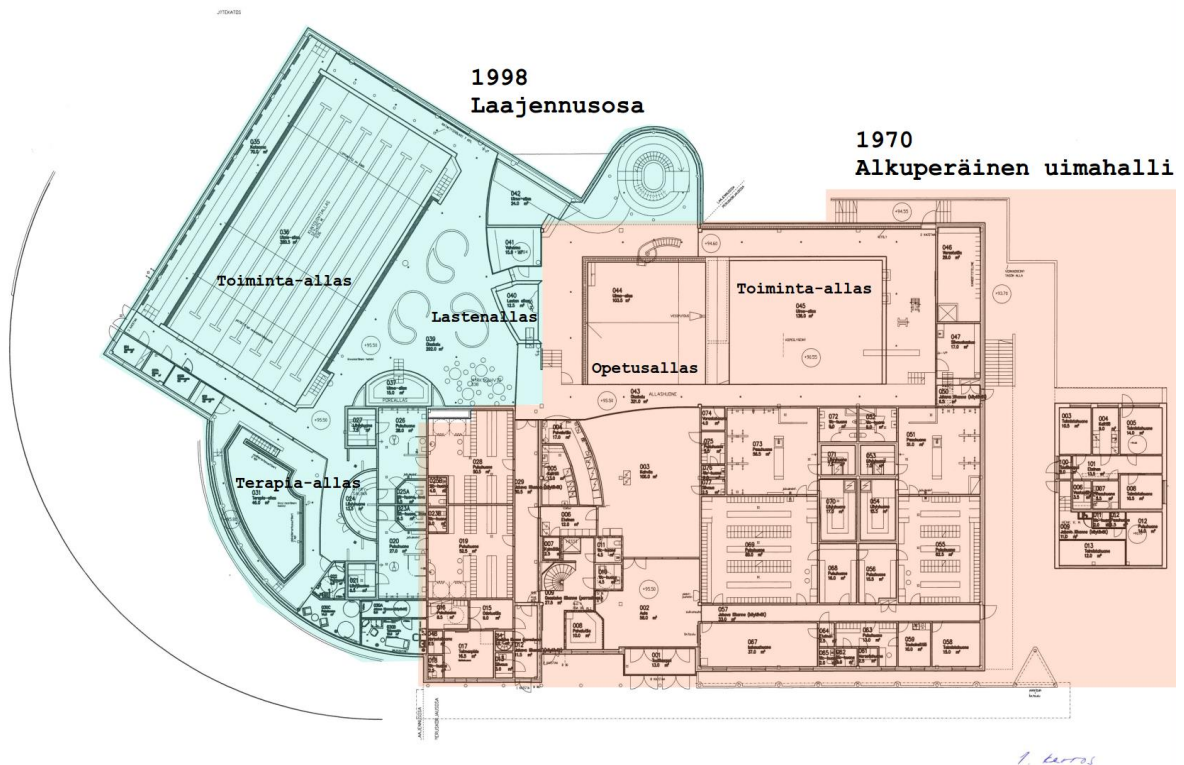
Rakenneavaukset ja lieriönäytteiden otto

Rakennusliike Sundholm Oy
Levysepäntie 4 halli 1
08150 Lohja

1.2 Kohteen yleiskuvaus

Neidonkeidas on Lohjalla sijaitseva uimahalli, joka on valmistunut vuonna 1970. Uimalaa on perusparannettu vuonna 1998. Uimahalli koostuu näin kahdessa päärakennusvaiheessa toteutetusta osasta. 1970-luvulla valmistuneessa uimahallissa oli 25 metrin allasosasto sekä lastenallas. Vuonna 1998 uimahalliin tehtiin laajennusosa, jonne sijoitettiin terapia-allas, kuntouintiallas sekä

poreallas. Tämän lisäksi lastenaltaan paikkaa vaihdettiin ja vanha 25 metrin allas jaettiin kahteen osaan väliin rakennetun betonirakenteisen sillan avulla.



Kuva 1.1 Tutkimusten paikannuspiirustus

1.3 Tutkimuksen tavoite ja rajaukset

Tutkimukset suoritettiin tyhjennetyille uima-altaille sisä- ja ulkopuolelta allasta. Tutkimus on rajattu koskemaan tutkimussuunnitelmassa esitettyjä tutkimuksia ja mittauksia. Tutkimusmenetelmät on valittu siten, että ne täydentävät toisiaan ja tulosten perusteella voidaan varmistaa syntyneet päätelmät. Tutkimustulosten luotettavuus on riippuvainen mittauspisteiden edustavuudesta ja otosten laajuudesta, jolloin otantatutkimuksissa yleisesti käytettävillä havaintomääriillä tutkimuksiin sisältyy aina jonkin verran epävarmuutta. Lisäksi käytettyihin tutkimusmenetelmiin sisältyy hieman epävarmuutta, joka tulee ottaa huomioon tulosten tulkinnessa. Suoritetut tutkimukset on kohdennettu siten, että tutkimuksen kohteena olevasta rakenteesta saadaan mahdollisimman tarkka käsitys johtopäätösten perustaksi. Käytettävissä olevilla tutkimusmenetelmillä rakenteiden kunnosta saatiin hyvä käsitys.

Kuntotutkimus sisältää ehdotuksen korjaustoimenpiteistä. Tutkimusta voidaan hyödyntää korjaussuunnitelmien ja korjausohjelman laadinnassa. Annetut korjausehdotukset eivät ole rakennustöiden työselitys vaan tilaajan tulee laadituttaa erikseen varsinainen korjaussuunnitelma.

Kuntotutkijalla on oikeus oikaista kuntotutkimusraportissa mahdollisesti havaittu virhe. Kaikista virheistä tulee reklamoida kuntotutkijaa kohtuullisessa ajassa, viimeistään kolmen kuukauden kuluessa kuntotutkimusraportin luovutuspäivästä.

1.4 Lähtötiedot

Kohteesta oli lähtötietoina 20 kansiota alkuperäisiä piirustuksia 70- ja 80-luvulta ja yksi muistitikku aineistoa 90-luvulta. Alkuperäisestä rakennuksesta on 9 kansiota suunnitelmia ja asiakirjoja vuosilta 1969-72. Vedenkäsittelyn ja vesikaton muutoksen työstä vuodelta 1982 on 11 kansiota suunnitelmia ja asiakirjoja. Muistitikulla oli muutama rakennesuunnitelma vuonna 1998

toteutetusta peruskorjauksesta ja laajennuksesta. Muistitikulta kuitenkin puuttui oleelliset rakenneleikkaukset ja raudoituskuvat.

Tutkittujen rakenteiden osalta lähtötietoina oli käytettävissä niukasti. Käytettävissä oli alkuperäisiä rakennesuunnitelmia ja arkkitehdin pohjapiirustuksia. Rakennepiirustuksia 90-luvun laajennusosasta tai vanhojen altaiden rakennemuutoksista ei ollut saatavilla. Tutkimushetkellä käytössä olivat seuraavat suunnitelmat:

- Arkkitehtitoimisto Rajala & Hälvä (1967-1969)
 - o Asemapiirrokset ja pohjapiirrokset kerroksittain
 - o Julkisivupiirrokset ja leikkaukset
 - o Kattojen, seinien ja altaiden detaljeja
- Insinööritoimisto Antti Salonen (1969)
 - o Perustuspiirustus
 - o Tasokuva kellarin katosta
 - o Vesikaton kannattajarakenteet ja vesikaton tasokuva
 - o Leikkaus (vanhasta) uima-altaasta
 - o Erinäisiä leikkauskuvia seinärakenteista
 - o Palkkien raudoituskuvia
 - o Allasleikkauksia ja leikkauksia altaan päistä

Muut asiakirjat

Arkkitehtisuunnitelmien ja rakennussuunnitelmien lisäksi käytössä oli Uudenmaan lämpökuvauksen laatima lämpökuvausraportti sekä Vahasen laatima kuntoarvio.

2. TUTKIMUSTEN SUORITUS

2.1 Tutkimustoimenpiteet

Kenttätutkimukset suoritettiin kohteella 2.7-6.7.2018 Ramboll Finland Oy:n Tampereen toimiston tutkijoiden toimesta. Poralieriönäytteiden porauksen rakenteesta ja reikien paikkauksen suoritti Rakennusliike Sundholm Oy.

Käytössä olleisiin lähtötietoihin tutustuttiin ja niitä hyödyntäen laadittiin tutkimussuunnitelma ennen tutkimuksia kohteella. Kohteella lähtötietoja verrattiin toteutukseen. Tutkittujen betonirakenteiden rakenneosat ja rasitusolosuhteet havainnoitiin silmämääräisesti ja vasaroimalla kauttaaltaan niiltä osin kuin rakenteet olivat näkyvissä.

Tutkittaville rakenteille suoritettiin seuraavat tutkimukset:

- silmämääräinen tarkastelu
- raudotteiden betonipeitemittaukset rakenneosittain
- betonirakenteiden vasarointi
- betonirakenteiden karbonatisoitumissyvyyden määrittäminen poralieriöstä, 49 kpl
- betonin mikrorakennetutkimus ohuthieestä, 41 kpl
- betonin vetolujuuskoe poralieriöstä, 38 kpl
- betonin kloridipitoisuuden määrittäminen, 66 kpl (kloridiprofiilit)
- yläpohjan ilmapuotojen selvitys merkkiainekokeella

Betoninäytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n laboratorion toimesta.

2.2 Tutkimuslaitteet

Tutkimukset suoritettiin Ramboll Finland Oy:n laatujärjestelmän mukaisesti. Kuntotutkimuksessa käytettiin seuraavia tutkimuslaitteita:

- betonipeitteiden mittaus, Profometer 5 betonipeitemittari
- betoninäytteiden irrottaminen rakenteista, timanttiporauskalusto
- käsityökalut.
- Yläpohjan ilmapuotoja tutkittiin Trotec T3000 näyttölaitetta ja Trotec TS810 vuodonilmaisinta käyttäen. Merkkiaineena käytettiin Formier kaasua (5 % H₂ + 95 % N₂).

2.3 Tutkimusmenetelmät

2.3.1 Lähtötietojen tarkastelu

Vanhon suunnitelman tarkastelulla selvitetään kohteen suunnitellut rakenteet, materiaalit ja mitat. Näiden tietojen perusteella arvioidaan rasitettuimmat ja/tai olennaiset tutkimuspaikat ja laaditaan tutkimussuunnitelma. Kohteella toteutuneita rakenteita verrataan suunnitelmissa esitettyihin mahdollisten työmaa- tai käytön aikaisten muutosten selvittämiseksi.

2.3.2 Aistinvaraiset havainnot

Rakenteita tarkastellaan kohteella aistinvaraisesti, ja pyritään vertaamaan niitä alkuperäisiin suunnitelmiin sekä havainnoidaan silmämääräisesti mahdollisia poikkeamia tai puutteita. Aistinvaraisesti tarkastellaan rakenteiden näkyvät vauriot, rasitusolosuhteet ja kosteustekninen toimivuus. Mahdollisen rapautumisen tai muun vaurioitumisen laajuuden selvittämisen apuna voidaan käyttää rakenteiden vasarointia.

2.3.3 Betoniraudituksen korroosio

Raudotteiden betonipeitteet

Raudotteiden betonipeitemittauksella selvitetään kuinka syvällä raudotteet sijaitsevat betonin sisällä. Betonipeite auttaa suojaamaan terästä korroosiolta. Betonirakenteiden korroosiosuoja perustuu betonin korkeaan alkalisuuteen, minkä seurauksena raudotteiden pintaan muodostuu passiivikalvo. Peitepaksuuksia kartoittamalla pyritään määrittämään, kuinka suuri osuus raudotteista

on riskialttiilla vyöhykkeellä betonin karbonatisoitumisesta tai betonin huokosverkostoon tunkeutuneiden klorideista johtuvan korroosion suhteen. Raudoitteiden betonipeite mitataan mittalaitteella rakenteen päältä rakennetta rikkomatta.

Betonin karbonatisoituminen

Betonin karbonatisoituu sementin sisältämä kalsiumhydroksidi reagoi ilman hiilidioksidin kanssa muodostaen kalsiumkarbonaattia. Samalla betoni menettää alkalisuutensa eli neutraloituu. Betonin karbonatisoitumissyvyyttä mittaamalla pyritään määrittämään, kuinka syvältä betoni on neutraloitunut eli menettänyt raudoitteita korroosiolta suojaavaan ominaisuutensa. Betonin karbonatisoitumissyvyys mitataan pH-indikaattorilla, jolla voidaan erottaa karbonisoitunut (pH n. 8) ja karbonisoitumaton betoni (pH 13...14).

Betonin kloridipitoisuus

On mahdollista, että betonin valmistuksessa on käytetty kiihdyttävänä lisäaineena kalsiumkloridia. Betonissa olevat kloridit voivat aiheuttaa raudoitteiden korroosiota jopa karbonisoitumattomassa betonissa. Raudoitteiden korroosion kannalta kriittisenä kloridipitoisuutena pidetään 0,03...0,07 paino- % betonin painosta. Betonirakenteiden kloridipitoisuus määritetään rakenteesta poratuista jauhenäytteistä laboratoriossa titrausmenetelmällä.

Klorideja voi päästä betoniin myös ulkoisista rasituslähteistä, esimerkiksi rannikkoseuduilla tuulen kuljettamasta merivedestä tai uimahalleissa veden puhdistukseen käytetystä kloorista. Ulkoisista lähteistä johtuvien kloridien tunkeutumisyyvyys rakenteeseen selvitetään ottamalla ns. kloridiprofiileja: eri syvyyksiltä rakenteen pinnasta porataan jauhenäytteitä, joista määritetään kloridipitoisuus.

2.3.4 Betonin vetolujuuskokeet

Betonin vetolujuuskokeessa betonikappaletta vedetään koelaitteella, kunnes se murtuu. Kokeen tuloksista voidaan määrittää laskennallisesti betonin vetolujuus. Betonin vetolujuus on n. 10 % puristuslujuudesta. Betonin rapautumistilannetta voidaan arvioida vetolujuuden perusteella, sillä rapautumisen seurauksena betoniin syntyy mikrohalkeamia, jotka alentavat betonin vetolujuutta. Betonin vetolujuuskokeet suoritetaan laboratoriossa betonirakenteista irrotetuista näyteliieriöistä SFS 5445 -standardin mukaisesti.

2.3.5 Mikrorakennetutkimus ohuthieestä

Ohuthienäytteelle suoritettavassa mikrorakennetutkimuksessa tarkastellaan betoninäytteestä valmistettua hiettä (paksuus 0,025 mm) valo- ja polarisaatiomikroskoopilla. Mikrorakennetutkimuksessa selviää betonin suojahuokostuksen onnistuminen (pakkasenkestävyys), betoniin syntyneet säröt ja halkeamat sekä niiden suuntautuneisuus, mahdolliset haitalliset reaktiot sekä huokosrakenteen täytteisyys. Mikrorakennetutkimuksessa määritetään myös betonin karbonatisoitumissyvyys.

2.3.6 Haitta-aineanalyysit

Uimalan betonirakenteiden kuntotutkimuksen yhteydessä suoritettiin myös rakenteiden asbesti ja haitta-ainakartoitus. Kartoituksesta on laadittu erillinen raportti (24.8.2018 Ramboll Finland Oy).

2.3.7 Yläpohjan vuotokokeet

Yläpohjan ja yläpohjaan liittyvien rakenneosien välistä ilmatiiviyttä tutkittiin kaasuvuodon ilmaisevalla vuodonilmaisimella ja merkkiainekaasua käyttäen. Merkkiainekokeessa laskettiin Formier kaasua (5 % H₂ + 95 % N₂) rakenteeseen. Analysaattorilla paikallistettiin rakenteista ne kohdat, joista kaasu virtasi rakenteen läpi. Merkkiainekoe tehtiin huoltokatkon aikana, jolloin ilmanvaihto ei vastannut rakennuksen tavanomaista käyttötilannetta. Vuotoa tarkasteltiin RT14-11197-kortin ohjeiden mukaisesti määrittämällä vuodot joko pistemäiseksi, vähäiseksi tai merkittäväksi.

3. KUNTOUINTIALLAS

3.1 Lähtötietojen tarkastelu

Kuntoallas sijaitsee uimahallin uudella, vuonna 1998 rakennetulla osalla (kuva 3.1). Allas on 25 metriä pitkä ja altaassa on kuusi rataa. Altaan kokonaispinta-ala on 300 m². Allas on syvyydeltään 1,2 – 1,5 m syvä ja sen syvin kohta on altaan keskiosassa. Altaan rakenteet ovat paikalla valettuja teräsbetonirakenteita. Loiskekourut on sijoitettu altaan pitkille sivuille. Kuntouintiallas on rakennettu kellarikerroksessa olevien betonipilarien, -palkkien ja altaiden seinien varaan. Käytössä olleista rakennesuunnitelmista puuttuu useita piirustusluettelossa olevia suunnitelmia. Kuntouintialtaan rakenne- tai raudituspiirustuksia ei ollut käytössä.



Kuva 3.1 Pohjapiirustus kellarista ja ensimmäisestä kerroksesta, Kuntouintiallas

3.2 Havainnot ja mittaustulokset

3.2.1 Aistinvaraiset havainnot

Kuntoaltaan sisäpuoli

Tutkimushetkellä allas oli tyhjä ja puhdas. Allas on laatoitettu valkoisilla ja sinisillä 20x10 cm² koksilla klinkkerilaatoilla (kuva 3.2, kuva 3.3). Allas syvenee keskelle ja sen pitkällä sivuilla on loiskekourut. Terapia-altaan puoleisessa päädyssä on teräksiset hyppyalustat ja pitkällä sivulla toisessa päässä portaat.

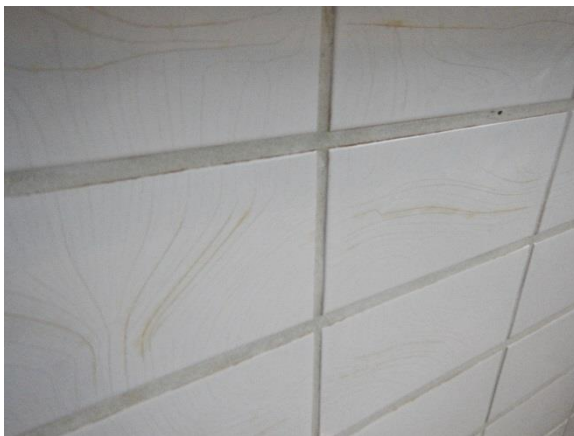
Keraamisissa laatoissa havaittiin säröilyä lasituksessa lähes kaikissa vedenpinnan alapuolisissa laatoissa ja osittain vedenpinnan yläpuolisissa. Säröily on havaittavissa siihen kertyvän lian johdosta ja osan säröilystä tuntee kynnellä raaputtamalla (kuva 3.3). Altaan teräsosien (tikkaat, lamput, köysitolppien holkit) kiinnityskohdissa havaittiin paikoittain ruostevärjäytymiä (kuva 3.3).



Kuva 3.2 Kuntouintiallas



Kuva 3.3 Kuntouintiallas



Kuva 3.4 Säröilyä laatoituksessa



Kuva 3.5 Ruostevärjäytymiä tikkaiden kiinnityskohdassa

Molemmilla puolilla allasta loiskekourujen pohjissa havaittiin koko altaan mittaiset pitkittäiset halkeamat, leveydeltään luokka 1-3 mm (kuva 3.3). Halkeaman kohdalla ei havaittu kosteus- tai vuotojälkiä kellarissa. Halkeamat ovat havaintojen perusteella loiskekourun kallistusvalussa. Loiskekouruun kiinnitettyjen köysikaiteiden kohdalla havaittiin haljennut laatta (kuva 3.3).



Kuva 3.6 Halkeama loiskekourun pohjassa



Kuva 3.7 Laatta halki köysitölpän holkin kohdalla

Altaan vieressä on liikuntasauvoja, joiden kohdalla havaittiin vuotojälkiä kellarissa (kuva 3.). Märkäkahvion puoleisen loiskekourun ja välipohjan liitoskohdassa on peltilista, joka ei ollut tiivis laattojen ja pellin väliltä (kuva 3.)



Kuva 3.8 Vuotava liikuntasauuma



Kuva 3.9 Peltilista, jota ei oltu tiivistetty

Kuntoaltaan alapuoli

Kuntoaltaan alapuolella oleva kellari oli tilava ja altaan rakenteet voitiin tarkastella kattavasti, lukuun ottamatta huuhtelu- ja tasausaltaiden aluetta (kuva 3.). Altaan pohjalaatan alapinnassa havaittiin pääosin palkkeihin nähden kohtisuoria halkeamia, mutta myös 45° kulmassa olevia ja yhdensuuntaisia halkeamia. Halkeamat olivat leveydeltään 0,1...0,2 mm ja leveimmät sijaitsivat laattassa pääosin palkkien jännevälän keskialueilla. Yhdessä pilarivälissä havaittiin 0,25...0,3 mm leveä halkeama (kuva 3.). Altaan alapohjan halkeamissa ei havaittu kosteus- tai vuotojälkiä.



Kuva 3.10 Yleiskuva kellarista kuntouintialtaan alapuolelta



Kuva 3.11 Alapohjan levein halkeama

Altaan päätyjen konsolien/loiskekourujen ja välipohjan liitoskohdissa havaittiin vähäisiä valuma- jälkiä huuhtelu- ja tasausaltaiden kohdalla, ulkoseinän päädyssä ja huoltomiesten taukotilan vie- ressä. Terapia-altaan ja altaan portaiden lähetyvillä olevissa liikuntasaumoissa havaittiin valuma- ja vuotojälkiä välipohjan liikuntasaumojen kohdilla. Kyseisiä kohtia on injektoitu ja jäljistä oli haastava erottaa, mitkä vuodot olivat edelleen aktiivisia (kuva 3.). Liikuntasaumojen alapuolelle on IV-putkia, joista yksi suuri huuhtelu- ja tasausaltaiden lähellä oli ruostunut pahasti.

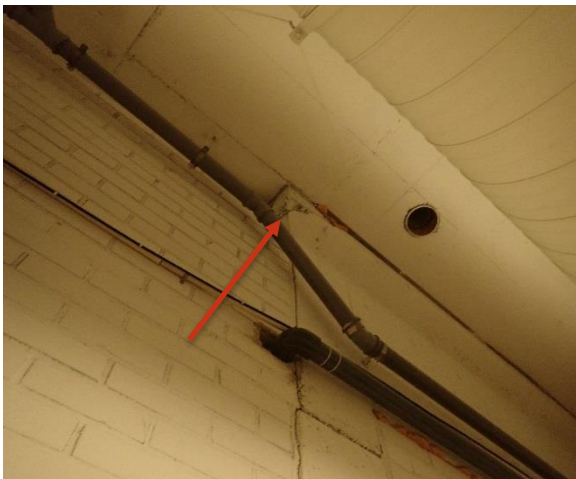
Altaan reunakonsolin nurkissa havaittiin juotosvalua, portaiden päädyssä valusauma ja reunakon- solin yläreunassa lohkeama (kuva 3., kuva 3. ja kuva 3.). Kyseisiä paikkoja ei päästy tarkastele- maan läheltä, mutta ne vaikuttivat valutekniikasta johtuneilta tai jo työmaa-aikana paikatuilta.



Kuva 3.12 Vuotojälkiä injektoidussa liikunta- saumassa, jonka alla IV-putkia



Kuva 3.13 Lohkeama reunakonsolin yläosassa



Kuva 3.14 Kuntoaltaan reunakonsoli tuloilmakäy- tävästä kuvattuna, nurkassa paikkausjälki



Kuva 3.15 Valuhalkeama kuntoaltaan reunakon- solin vieressä

3.2.2 Havainnot näytteistä

Kuntoaltaasta otettiin yhteensä 10 kappaleita poralierionäytteitä (taulukko 3.1). Näytteistä 6 kappaletta otettiin altaan sisäpuolisista seinistä, 2 sisäpuolelta pohjalaatasta, 1 ulkopuolelta seinästä ja 1 ulkopuolelta pohjalaatasta. Lisäksi kuntoaltaasta otettiin 9 kappaletta jauhenäytteitä porajauheesta.

Taulukko 3.1 Havainnot näytteistä, kuntouintiallas

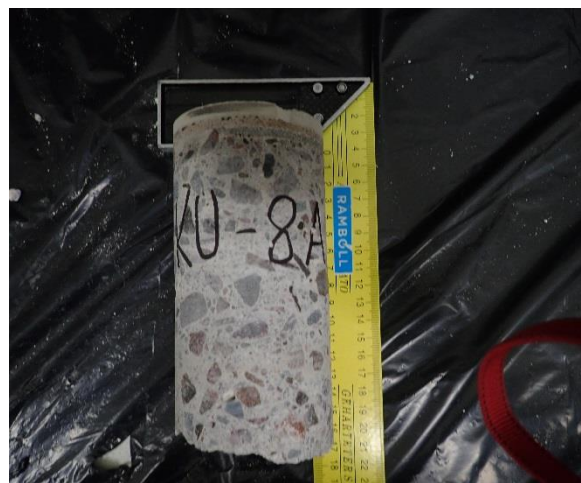
Näyte	Tutkimus	Näytteen- ottopaikka	Havaitut raudoitteet*	Havainnot
KU-1S	OH	Seinä	T8 38 mm T10 54 mm	Lohjennut raudoitteen kohdalta
KU-2S	VETO, OH	Seinä	T10 45 mm T10 55 mm	
KU-3S	VETO, OH	Seinä	T10 115 mm	Klinkkeri irronnut. Haljennut 60mm kohdalta kahtia
KU-4S	VETO, OH	Seinä	T10 50 mm	
KU-5S	VETO, OH	Seinä	T10 55 mm	
KU-6S	VETO, OH	Seinä	T10 56 mm	Klinkkeri osittain irronnut
KU-7A	VETO, OH	Laatta	2T12 65 mm	
KU-8A	VETO, OH	Laatta	T12 50 mm T12 72 mm	
KU-9U	VETO, OH	Seinä, ulkopuolelta	T12+2T10 45 mm	Näytteessä 10 mm syvä halkeama
KU-10U	VETO, OH	Laatta, ulkopuolelta	T12 54 mm	

* Raudoitteen koko ja sijainti näytteessä ulkopinnasta mitattuna

Altaan seinistä otettujen näytteiden havaintojen perusteella altaan seinärakenne koostuu klinkkerilaatasta, kiinnityslaastista ja runkobetonista (kuva 3.). Pohjalaatan rakenne on klinkkerilaatta, kiinnityslaasti ja runkobetoni (kuva 3.).



Kuva 3.16 Näyte KU-2S altaan sisäseinästä, ei vedeneristetty



Kuva 3.17 Näyte KU-8A altaan alapohjan yläpinnasta

3.2.3 Betoniterästen korroosio

Raudoitteiden betonipeitteet

Betonipeitteiden paksuudet mitattiin kuntouintialtaassa alapohjasta ylä- ja alapuolelta sekä seinien pystyraudoitukset seinän sisä- ja ulkopuolelta (Taulukko 3.2). Taulukossa on esitetty mittaustulosten lukumäärä ja raudoitteiden prosentuaalinen osuus mittauksista kyseisessä peitepaksuudessa. Pintarakenteen paksuus määräytyy laatan ja laastin kokonaispaksuudesta. Pintarakenteen paksuus vähennetään peitesyvyydestä, jolloin saadaan raudoitteen sijainti runkobetonissa. Arvioidaan pintarakenteet sisäpuolisissa rakenteissa $7 \text{ mm} + 3 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$ paksuiksi (ei vähennetty taulukossa). Raudoitteiden betonipeitekuvaajat on esitetty liitteessä 3.

Taulukko 3.2 Peitepaksuusmittausten tulokset, kuntouintiallas

Rakenne	Mittauksia [kpl]	Peitesyvyys [mm] / %-osuus mittaustuloksista						
		0...9	10...19	20...29	30...39	40...49	50...59	>60
Pohjalaatta, yläpinnan teräsket	190	0 %	0 %	0 %	2 %	22 %	46 %	30 %
Pohjalaatta, alapinnan teräsket	110	0 %	0 %	0 %	26 %	72 %	2 %	0 %
Seinät sisäpuolelta, pystyteräsket	634	0 %	0 %	1 %	42 %	57 %	0 %	0 %
Seinät ulkopuolelta, pystyteräsket	48	0 %	0 %	2 %	38 %	60 %	0 %	0 %

- Raudoitteet sijaitsevat pääosin yli 40 mm rakenteen pinnasta, joten peitesyvyydet ovat yli 30 mm sekä altaan sisä- että ulkopuolella

Betonin karbonatisoituminen

Betonin karbonatisoituminen mitattiin betonirakenteista irrotetuista betonilieriöistä tai niistä tehdyistä ohuthienäytteistä (OH) betonin pinnasta.

Taulukko 3.3 Karbonatisoitumissyvyydet, kuntouintiallas

Näyte	Näytteenottoaikka	Karbonatisoitumissyvyys min-max/keskiarvo [mm]
KU-1S (OH)	Seinä sisäpuolelta	UP: 0
KU-2S (OH)	Seinä sisäpuolelta	UP: 0
KU-3S	Seinä sisäpuolelta	UP: 0*
KU-4S	Seinä sisäpuolelta	UP: 0
KU-5S	Seinä sisäpuolelta	UP: 0*
KU-6S	Seinä sisäpuolelta	UP: 0
KU-7A (OH)	Pohjalaatta yläpuolelta	YP: 0
KU-8A	Pohjalaatta yläpuolelta	YP: 0*
KU-9U (OH)	Seinä ulkopuolelta	UP: 15–20/17
KU-10U	Pohjalaatta alapuolelta	UP: 0*-29**/4

* Vetolujuuskappaleen tasoitussahauksesta johtuen tulos on epätarkka syvyydeltä 0–5 mm.

** Säröä pitkin.

Tuloksista nähdään, että karbonatisoituminen ei ole edennyt ollenkaan altaan sisäpuolisissa näytteissä. Altaan ulkopuolelta otetuissa näytteissä karbonatisoituminen on edennyt alle 20 mm syvyyteen.

- Altaan ulkopuolella raudoitteet sijaitsevat yli 30 mm syvyydellä betonissa
- karbonatisoituminen keskimäärin alle 17 mm
 - halkeama kohdalla karbonatisoituminen voi saavuttaa yksittäiset teräsket
- Altaan sisäpuolella karbonatisoituminen ei ole edennyt (taulukko 3.3)

Betonin kloridipitoisuus

Betonirakenteiden kloridipitoisuus määritettiin porajauhenäytteistä, jotka otettiin kuntouintialtaasta kloridiprofiileina väleiltä 0-19 mm, 20-39 mm ja 40-60 mm betonirakenteen pinnasta (taulukko 3.4). Raudoitteille haitallisen määrän raja-arvona pidetään 0,03...0,07 massa- % kloridipitoisuutta betonin massasta.

Taulukko 3.4 Kloridipitoisuudet, kuntouintiallas

Näyte	Näytteenottoaikka	Cl- pitoisuus [massa- %]		
		0-19 mm	20-39 mm	40-60 mm
KUU-C5	Seinä ulkopuolelta	<0,01	<0,01	<0,01
KUS-C8	Seinä sisäpuolelta	0,01	<0,01	<0,01
KUS-C9	Pohjalaatta yläpuolelta	0,02	0,01	0,01

→ Kloridimäärä näytteissä ei ylitä raudoitteille haitallisena pidetyn määrän raja-arvoa.

3.2.4 Betonin vetolujuus

Betonin vetolujuus määritettiin yhdeksästä näytteestä (taulukko 3.5). Vetolujuuskokeet suoritettiin näytteiden runkobetonille, eli mahdollinen klinkkerilaatta ja kiinnityslaasti poistettiin koekappaleen pinnasta ennen kappaleen vetämistä. Vetokoe uusitaan, jos tulos jää alle 1,5 MN/m². Laboratorion tutkimusraportti vetolujuuskokeista on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 3.5 Vetolujuuskokeiden tulokset, kuntouintiallas

Näyte	Näytteenottoaikka	Testaus-syvyys	Tulos [MN/m ²]	Murtokohta/-tapa*	Poikkeamat
KU-2S	Seinä sisäpuolelta	70-143 mm betonin ulkopinnasta	1,5	83-94 mm ulkopinnasta, leikkaa runkoainesta	Murtumakohdassa huokonen ø 9 mm, Pituus alle 1:1
KU-3S	Seinä sisäpuolelta	0-44 mm betonin ulkopinnasta	2,9	19-36 mm ulkopinnasta, leikkaa runkoainesta	Pituus alle 1:1
KU-4S	Seinä sisäpuolelta	50-97 mm betonin ulkopinnasta	3,2	70-87 mm ulkopinnasta, leikkaa runkoainesta	Pituus alle 1:1
KU-5S	Seinä sisäpuolelta	0-58 mm betonin ulkopinnasta	3,1	50-58 mm ulkopinnasta, leikkaa runkoainesta 70 %	Irtosi liimauksesta 40 %, Pituus alle 1:1
KU-6S	Seinä sisäpuolelta	75-135 mm betonin ulkopinnasta	2,3	111-124 mm ulkopinnasta, leikkaa runkoainesta	Pituus alle 1:1
KU-7A	Pohjalaatta yläpuolelta	55-105 mm betonin ulkopinnasta	3,2	68-87 mm yläpinnasta, leikkaa runkoainesta 70 %	Murtumakohdassa teräs ø 12 mm, Pituus alle 1:1
KU-8A	Pohjalaatta yläpuolelta	0-72 mm betonin yläpinnasta	1,5	64-70 mm yläpinnasta, leikkaa runkoainesta	Murtumakohdassa teräs ø 12 mm, Pituus alle 1:1
KU-9U	Seinä, ulkopuolelta	80-152 mm betonin ulkopinnasta	2,8	115-126 mm ulkopinnasta, myötäilee runkoainesta	Pituus alle 1:1
KU-10U	Pohjalaatta, alapuolelta	0-48 mm betonin alapinnasta	1,8	7-18 mm alapinnasta, leikkaa runkoainesta	Pituus alle 1:1

* Murtopinta joko myötäilee tai leikkaa suuria kiviainesrakeita

- ➔ Kaikkien näytteiden vetolujuuden arvo ylitti vaurioitumattomalle betonille yleisesti asetetun arvon 1,5 MPa
- ➔ Näytteiden vetolujuuden keskiarvo on 2,5 MPa

3.2.5 Mikrorakennetutkimukset

Mikrorakennetutkimus ohuthieestä tehtiin kymmenelle poralierönäytteelle (taulukko 3.6). Laboratorion tutkimusraportti ohuthieanalyysistä on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 3.6 Ohuthieanalyysin yhteenveto, kuntouintiallas

Näyte	Rakenneosa/ pinta	Laatu	Kunto	Pakkaskesto/ huokostäytteet	Rapautuneisuus
KU- 1S	Sisäseinä/ ulkopinta	tydyttävä	tydyttävä	Ei/Yksittäin umpeutuneet (ettringiitti, silikageeli)	Orastavaa
KU- 2S	Sisäseinä/ ulkopinta	välttävä	tydyttävä	Ei/Paikoin umpeutuneet (ettringiitti, silikageeli)	Vähäistä
KU- 3S	Sisäseinä/ 82–137 mm ulkopinnasta	tydyttävä	tydyttävä	Ei/Paikoin umpeutuneet (ettringiitti, silikageeli)	Vähäistä
KU- 4S	Sisäseinä/ 95–148 mm ulkopinnasta	tydyttävä	hyvä	Ei/Vähän haitallisia täyteitä (ettringiitti, silikageeli)	Ei rapautumaa
KU- 5S	Sisäseinä/ 72–147 mm ulkopinnasta	tydyttävä	tydyttävä	Ei/Paikoin umpeutuneet (ettringiitti, silikageeli)	Vähäistä
KU- 6S	Sisäseinä/ 20–78 mm ulkopinnasta	tydyttävä	tydyttävä	Ei/Paikoin umpeutuneet (ettringiitti, silikageeli)	Vähäistä
KU- 9U	Ulkoseinä/ ulkopinta	tydyttävä	hyvä	Ei/Ei haitallisia täyteitä	Ei rapautumaa
KU- 7A	Pohjalaatta/ yläpinta	hyvä	hyvä	Ei/Paikoin umpeutuneet (ettringiitti)	Ei rapautumaa
KU- 8A	Pohjalaatta/ 105–158 mm yläpinnasta	tydyttävä	tydyttävä	Ei/Paikoin umpeutuneet (ettringiitti, silikageeli)	Vähäistä
KU- 10U	Pohjalaatta/ 50–104 mm alapinnasta	tydyttävä	hyvä	Ei/Ei haitallisia täyteitä	Ei rapautumaa

Laboratorion tutkimusraportin yhteenveto (kursivoitu):

Allasrakenteiden betoni on pääosin hyvin tiivistynyttä ja tasalaatuista. Altaan sisäpinnan ja pohjan näytteissä on betonin pinnalla keraaminen laatta, sauma- ja kiinnityslaastikerroksia, jotka tutkittiin osassa näytteistä. Betonin laatu on keskimäärin tyydyttävä, johtuen kiviaineksen laadusta ja kiviainestartunnoista. Kunto on keskimäärin tyydyttävä, pääosin alkali-silikareaktion aiheuttamasta säröilystä johtuen.

Kiviaines on pääosin gneisseistä ja granitoideista koostuvaa soramursketta. Gneissien joukossa on havaittuja muutoksista päätellen ainesta, joka on herkemmin reaktiivista, ja siten kosteaan ja lämpimään uimahalliympäristöön huonosti soveltuvaa. Kiviaineksen joukossa havaittiin reagoineita, säröilleitä kappaleita. Kivi- ja sideaineksen tartunnat ovat pääosin tiiviit, mutta paikoin tartuntasäröjen tai rapautumisen aiheuttaman säröilyn heikentämät.

Sideaines on karkearakeista portlandsementtiä, jossa on seosaineena masuunikuonaa ja kalkkikivifillieriä. Karbonatisoituminen on altaan sisäpuolella vähäistä, ulkoseinässä kohtalaista. Suojahuokostus on puutteellinen, mikä ei ole ongelma, ellei betoni altistu pakkaslämpötiloille. Huokosissa havaittujen sekundääristen ettringiittikiteytymien määrä vaihtelee, mutta ne ovat kuitenkin odotetusti yleisempiä altaan sisäpuolen kuin ulkopuolen näytteissä. Kosteusrasitus on arviolta paikoin merkittävä, mutta sen voimakkuus vaihtelee alueittain.

Seinän sisäpuolen ja pohjan betonin näytteissä havaittiin paikoin orastavaa tai vähäistä alkali-silikareaktion aiheuttamaa säröilyä. Reagoineita kappaleita on sekä hienon että karkean kiviaineksen joukossa, ja ne ovat pääosin gneissejä. Näytteissä havaitut gneissit eivät kuitenkaan kaikki ole samanlaisia, eivätkä todennäköisesti yhtä herkästi reaktiivisia. Reaktion aiheuttama säröily on toistaiseksi vähäistä, eikä arviolta merkittävästi vaikuta betonin lujuuteen. Koska näytteissä on edelleen reagoimatonta, mutta potentiaalisesti reaktiivista kiviainesta, voi reaktio arviolta edelleen jatkua, mikäli olosuhteet pysyvät sille otollisina.

Seinän sisäpuolen näytteessä KU-2S havaittu leveä, betonin ulkopinnalle aukeava säröily on pinnoitetta vanhempaa. Se on mahdollisesti syntynyt jo varhaisvaiheessa, osin kovettumattomaan betoniin kutistumisen seurauksena. Rapautumisen aiheuttama säröily on voinut liittyä säröön myöhemmässä vaiheessa.

Pinnoitteet

Seinän ulkopinnalla on maalipinnoite, joka arviolta on koostumukseltaan orgaaninen.

Seinän sisäpuolen näytteestä KU-1S ja KU2S sekä pohjan näytteestä KU-7A tutkittiin myös betonin pinnalla olevat kerrokset. Ulkopinnalla on tasalaatuinen, lasitettu, keraaminen laatta. Laatta-saumassa on uloimpana silikaattikiviaineksinen saumamassa, jonka sideaines on orgaanista ainesta (epoksia tai vastaavaa). Sen ulkopinta on muuttunut/rapautunut.

Laattojen kiinnityslaasti on kaksikerroksinen seinän näytteissä, yksikerroksinen laatan näytteessä. Sideaines on sementtilaastia, jossa on masuunikuonaa ja kalkkikivifillieriä. Huokoisuus on runsasta ja huokosissa on silikageeliä, ettringiittiä ja kalsiumhydroksidia

- ➔ Altaan betoni on keskimäärin laadultaan tyydyttävää ja kunnoltaan tyydyttävää-hyvää
- ➔ Kunto on tyydyttävää pääosin alkali-silikareaktion aiheuttamasta säröilystä johtuen
- ➔ Altaita ei ole vedeneristetty
- ➔ Alkali-silikareaktio voi jatkua, jos olosuhteet pysyvät vastaavina

3.3 Johtopäätökset

Altaan rakennepiirustukset eivät olleet käytössä, joten rakenteista saatiin tietoa aistinvaraisesti ja näytteitä ottamalla. Käytössä olleet suunnitelmat olivat dwg-muodossa, joten mahdollisesti puuttuvat tiedostot voivat olla tallessa jollakin rakennushankkeen osapuolella.

Altaan laattojen pinnat ovat säröilleet todennäköisesti soveltumattoman laatta-/lasitustyyppin johdosta, mutta betonin kutistuminen on saattanut aiheuttaa pakkovoimia laatoille puristaen niitä voimakkaammin toisiaan ja saumalaastia vasten. Loiskekourujen pohjalla olevat halkeamat ovat arviolta vain kallistusvalussa. Altaissa ei havaittu säröilyä ja loiskekourun halkeamien lisäksi toimintaa tai puhdistusta haittaavia vaurioita.

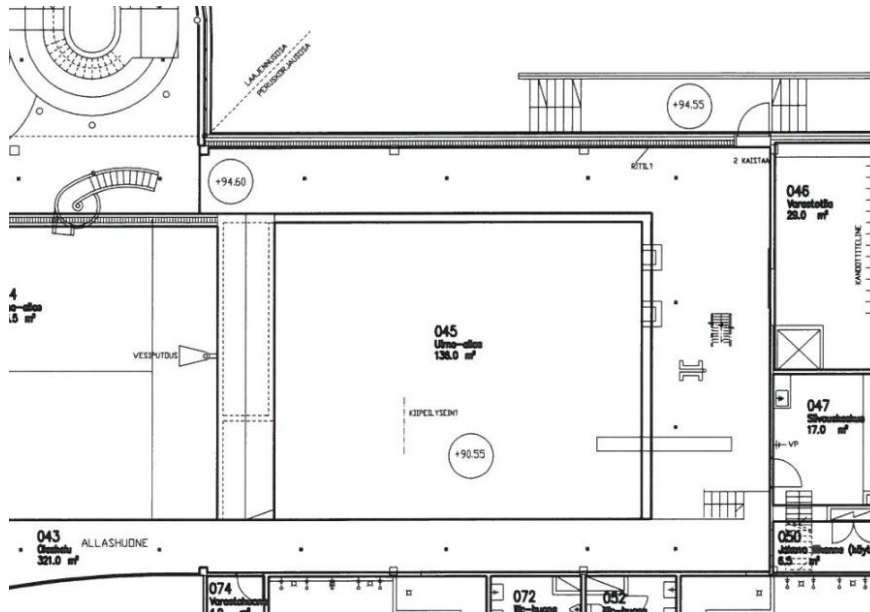
Altaat ovat vedeneristämättömiä ja betonissa on alkali-silikareaktiosta johtuvaa säröilyä, mikä heikentää betonin kuntoa, mutta ei vielä vakavasti, sillä betonin vetolujuudet olivat hyvällä tasolla. Jatkossa reaktio todennäköisesti jatkuu, jos olosuhteet ovat vastaavat, ja vaurioituminen muuttuu merkittävämmäksi. Vaurioitumista voidaan hidastaa/pysäyttää vedeneristämällä allas, mikä muuttaisi betoni rasitusolosuhteita.

Altaan alapohjan alapinnassa havaittiin halkeamia, mutta ei kosteusjälkiä niiden kohdalla. Halkeamat ovat arviolta kutistumasta tai rakenteen kuormituksen aiheuttamasta taipumasta johtuvia. Altaiden ympärillä välipohjan liikuntasauomoissa ja liitoskohdissa havaittiin valumajälkiä ja vesivuotoa. Vuotokohdissa ei havaittu rakenteissa merkittäviä vaurioita, mutta IV-kanavissa oli korroosiota. Jatkossa raudotteiden korrosio ja betonin rapautuminen vuotokohdissa on mahdollista, mikä aiheuttaa betonin lohkeamista ja pahimassa tapauksessa tapaturmavaaran alapuolella oleville sekä vaikeuttaa vuotokohtien korjausta.

4. TOIMINTA-ALLAS

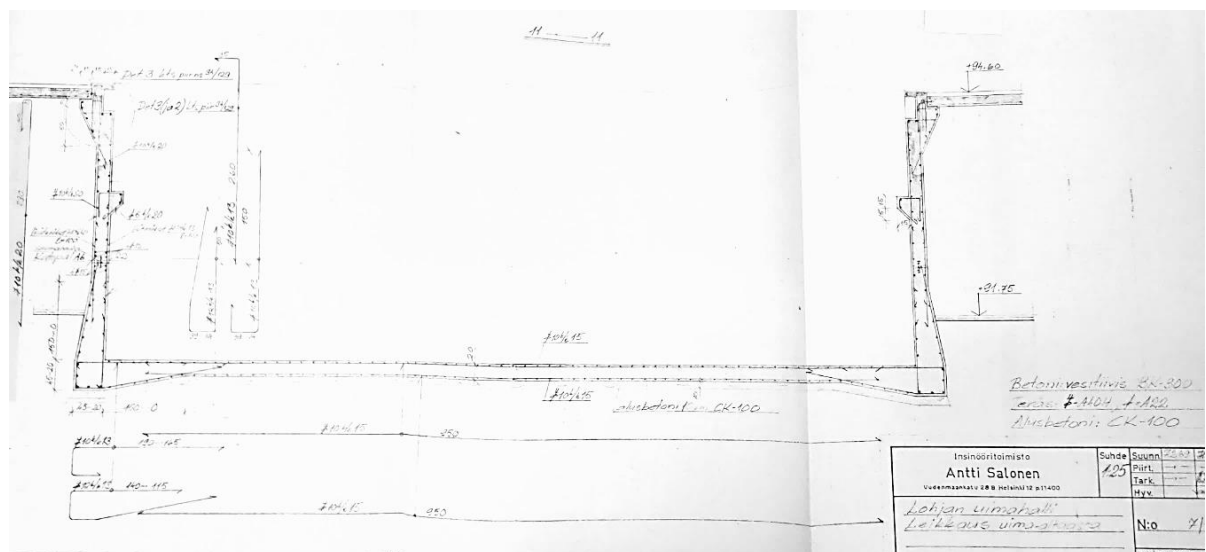
4.1 Lähtötietojen tarkastelu

Toiminta-allas on uimahallin vanhalla puolella oleva vuonna 1970 rakennetun altaan toinen pääty (kuva 4.1). Altaan pinta-ala on 138 m² ja syvyys vaihtelee 1,9 metristä 3,8 metriin. Altaan syvässä päädyssä on hyppytorni. Vuonna 1998 nykyisen toiminta-altaan ja opetusaltaan väliin rakennettiin betonirakenteinen silta, joka jakaa altaat kahteen osaan. Altaan rakenteet ovat paikalla valettuja teräsbetonirakenteita. Loiskekourut sijaitsevat altaan pitkillä sivuilla.

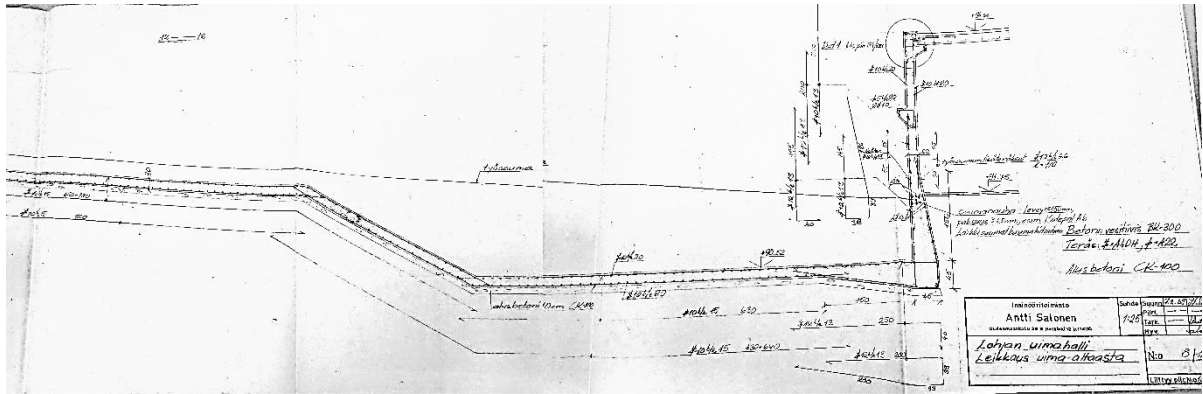


Kuva 4.1 Pohjapiirustus 1. krs., Toiminta-allas

Toiminta-altaan seinä- ja alapohjarakenteita ei ole muutettu laajennuksen yhteydessä, vaan ne ovat alkuperäiset (välisillan seinää lukuun ottamatta). Pohjalaatan paksuus on yleensä 200 mm ja seinien vahvuus yleensä 220 mm. Alapohjan ja seinien liitos on vahvistettu ja rakenteen paksuus nurkassa on 450 mm (kuva 4.1 ja kuva 4.1. Laatan ylä- ja alapinnassa on pääraudoituksena T10-#150 ja teräslaatu A40H harjaterästä. Allas on valettu lujuusluokan BK-300 vesitiiviistä betonista. Pohjalaatan alapuolella on alusbetoni 100 mm (CK-100). Seinissä on varvasuloke ja loiskekourusyvennys altaan puolella sekä ulkopuolella konsoli välipohjan kannatukselle.



Kuva 4.2 Toiminta-altaan leikkauskuva ja raudoituspääpiirustus. Leikkaus 11-11. Insinööritoimisto Antti Salonen.



Kuva 4.3 Toiminta-altaan leikkauskuva ja raudoituspiirustus. Leikkaus 12-12. Insinööritoimisto Antti Salonen.

4.2 Havainnot ja mittau tulokset

4.2.1 Aistinvaraiset havainnot

Toiminta-allas sisältä

Tutkimushetkellä allas oli tyhjä ja puhdas (kuva 4.4), mutta telineiden suojalevyjen alapuolelta alapohja ei ollut näkyvissä. Allas on laatoitettu 20x10 cm² kokoisilla laatoilla. Altaan alapohjalaattoja on uusittu joitakin kymmeniä. Altaan pohjalla havaittiin pienellä alueella mekaanisesta rasi-
tuksesta johtuvaa pinnan kulumaa ja naarmuja, mikä on arviolta syntynyt uppopumpusta.



Kuva 4.4 Yleiskuva toiminta-altaasta

Yksittäisissä laatoissa havaittiin jonkin verran laatan poikkisuuntaisia halkeamia, etenkin syvän päädyn alapohja- ja seinälaatoissa (kuva 4.4). Alkuperäisissä laatoissa ei havaittu laaja-alaisesti muissa altaissa esiintynyttä laatan lasituksen / pinnan säröilyä. Ruostevärjäytymiä havaittiin syvän päädyn seinän alaosissa ja pohjalaatassa muutamassa kohdassa sekä useassa teräsosien (tikkaat, rutilät, kaiteet, köysitolpat) kiinnityskohdissa (kuva 4.4).

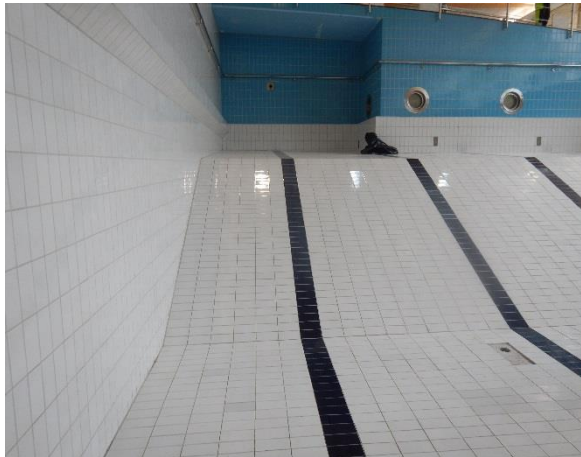
Sillan alla olevassa altaat erottavassa seinässä havaittiin useassa vierekkäisessä laatassa vaakahalkeamia (kuva 4.4. Väliseinän vaakahalkeaman kohdalta otettiin näyte (TO-9S), jossa ei havaittu raudtoitteiden korroosiota (kuva 4.7).



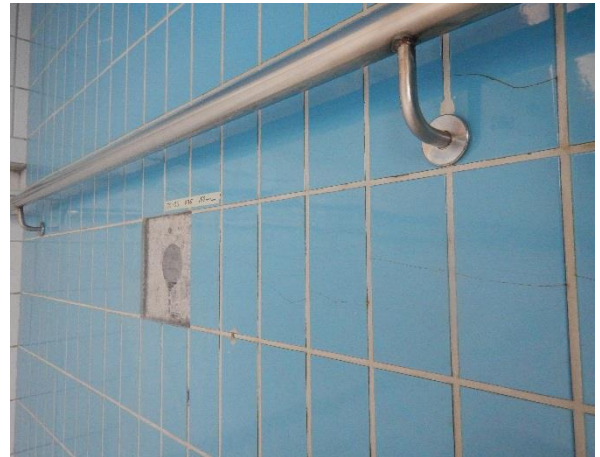
Kuva 4.5 Laatan halkeama syvässä päässä



Kuva 4.6 Ruostejälkiä seinän ja alapohjan liitoksessa syvän päädyn nurkassa



Kuva 4.7 Altaan syvän päädyn lattiassa yksittäisiä laattoja vaihdettu, takana kulkusilta



Kuva 4.8 Halkeamia sillan alla väliseinälaatoissa ja näyte TO-9S

Loiskekourun vedenpoistoputkia on muutettu ottamalla joitakin pois käytöstä (kuva 4.9). Toiminta-altaan matalassa päässä olevan allastikkaiden reunaan on asennettu kehystetty teräsverkko esteeksi tikkaiden taakse. Verkossa ja kehyksen/seinän välissä on kiinnijäämisen mahdollisuus, mikä aiheuttaa turvallisuusriskin käyttäjille (kuva 4.4).



Kuva 4.9 Loiskekouru ja teräslevyllä suojattu vedenpoistoputki (käytössä)



Kuva 4.10 Suojaverkko matalan päädyn tikkaiden kohdalla (kiinnijäämisen mahdollisuus)

Toiminta-allas, altaan ulkopuoli

Toiminta-altaan huoltokäytävät olivat lämpimiä ja alapohjassa on betonilattia (kuva 4.11). Altaan syvässä päässä oli varastotila ja hyllyjä, joka esti seinän tarkastelun yläosaa lukuun ottamatta. Altaan seinässä ja konsolissa havaittiin vuotojälkiä, terästen pitkälle edennyttä korroosiota ja betonin rapautumaa sekä lohkeilua (kuva 4.12 ja kuva 4.13). Konsoleissa ja seinässä havaittiin korroosiota ja lohkeilua useiden kaivojen kohdalla. Konsoleissa vakavia vaurioita havaittiin lisäksi nurkkien alueella. Tämän lisäksi seinän alaosassa (altaan lattian) tasossa havaittiin useita merkittäviä korroosio-/lohkeiluvaurioita.



Kuva 4.11 Yleiskuva toiminta-altaan ulkopuolelta



Kuva 4.12 Vuotoa kaivon läpiviennissä



Kuva 4.13 Seinässä havaittavat vuotojäljet ennen vasarointia

Vuotokohdista paljastettiin teräkset vasaroimalla. Merkittävimmät vauriot havaittiin vedenpoisto-kaivojen kohdalla konsolissa ja seinässä sekä konsoleissa altaan nurkissa. Näissä kohdissa seinän ja konsolin ulkopinnan raudotteet olivat ruostuneet lähes kokonaan (kuva 4.14 - kuva 4.17). Vauriokohtia vasaroimalla betonia lohkesi syvimmillään yli 50 mm syvyydeltä.



Kuva 4.14 Vuotokohdasta vasaroimalla paljastetut teräkset olivat ruosteessa



Kuva 4.15 Vuotokohdasta vasaroimalla paljastettujen teräksien ruostuminen



Kuva 4.16 Nurkan vuotokohdasta vasaroimalla paljastettujen teräksien ruostuminen

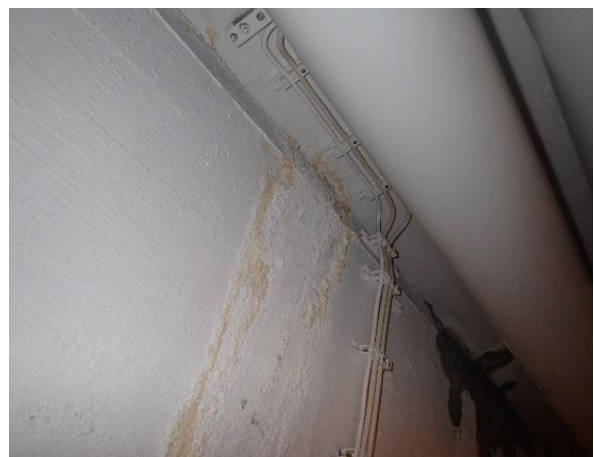


Kuva 4.17 Kaivon vuotokohdasta vasaroimalla paljastettujen teräksien ruostuminen ja näyte TO-3U

Kaksi vedenpoistokaivojen kohdista oli paikattu laastipaikkauksena (kuva 4.18). Seinäkonsolin ja välipohjan liitoskohdassa havaittiin useita vuotojälkiä (kuva 4.19). Välipohjassa havaittiin halkeamia ja niissä vuotojälkiä (kuva 4.20). Osa välipohjan halkeamista oli injektoitu ja laastipäikkattu (kuva 4.21).



Kuva 4.18 Paikattu kaivon kohta



Kuva 4.19 Vuotokohta konsolin ja välipohjan liitoksessa



Kuva 4.20 Vuotojälkiä välipohjalaatan halkeamien kohdalla



Kuva 4.21 Välipohjan halkeama injektoitu ja paikattu

4.2.2 Havainnot näytteistä

Toiminta-altaasta otettiin yhteensä 11 kappaletta poralierönäytteitä (taulukko 4.1). Näytteistä 3 kappaletta otettiin altaan sisäpuolisista seinistä, 3 sisäpuolelta pohjalaatasta ja 5 ulkopuolelta seinästä. Lisäksi toiminta-altaasta otettiin 15 kappaletta jauhenäytteitä porajauheesta.

Taulukko 4.1 Havainnot näytteistä, toiminta-allas

Näyte	Tutkimus	Näytteenotto- paikka	Havaitut raudoitteet*	Havainnot
TO-1U	VETO, OH	Seinä, ulkopuolelta		
TO-2U	VETO, OH	Seinä, ulkopuolelta	T10 32 mm	
TO-2UTP	VETO	Seinä, ulkopuolelta		
TO-3U	VETO, OH	Seinä, ulkopuolelta	T12 30 mm	Raudoitteen pinnalla ruostetta
TO-4U	VETO, OH	Seinä, ulkopuolelta	T12, 42 mm	
TO-5S	VETO, OH	Seinä	2T11 108 mm	50 mm pintavalu, muotin pala
TO-6S	VETO, OH	Seinä	T12 58 mm	
TO-7A	VETO, OH	Laatta	-	85 mm pintavalu, kerrokset irti toisistaan
TO-8A	VETO, OH	Laatta	-	70 mm pintavalu, kerrokset irti toisistaan
TO-9S	VETO, OH	Seinä	T10+T12 68 mm T12+ T10 90 mm	
TO-10A	VETO, OH	Seinä	-	55 mm pintavalu, kerrokset irti toisistaan

* Raudoitteen koko ja sijainti näytteessä ulkopinnasta mitattuna

Altaan seinistä otettujen näytteiden havaintojen perusteella altaan seinärakenne koostuu klinkkerilaatasta, kiinnityslaastista ja runkobetonista. Pohjalaatan koostumus on klinkkerilaatta, kiinnityslaasti, pintavalu ja runkobetoni. Vedeneristystä ei havaittu näytekappaleissa. Rakennekerrokset ja havainnot on esitetty tarkemmin liitteessä 2.

Altaan seinistä ulkopuolelta otettujen näytteiden yhteydessä paljastettiin teräkset näytteenotto-kohdan vierestä, jotta terästen korroosiotila saadaan selville. Seinän ulkopinnassa silmämääräisesti ehjistä kohdista paljastetuissa raudoitteissa ei havaittu terästen korroosiota (kuva 4.22). Vauriokohdissa, missä korroosio oli edennyt pitkälle (TO-3U, kuva 4.17) tai valumajälkiä oli runsaasti, myös vierestä paljastetut raudoitteet olivat ruosteessa.



Kuva 4.22 Vuotojälkiä välipohja-laatan halkeamien kohdalla



Kuva 4.23 Toiminta-altaan seinännäyte TO-6S.

4.2.3 Betoniterästen korroosio

Raudoitteiden betonipeitteet

Betonipeitteiden paksuudet mitattiin toiminta-altaasta seinän sisäpuolelta, pystyraudoituksista siltarakenteen seinästä ja pystyraudoituksista seinän ulkopuolelta (Taulukko 4.2). Taulukossa on esitetty mittaustulosten lukumäärä sekä raudoitteiden prosentuaalinen osuus mittauksista kyseisessä peitepaksuudessa. Pintarakenteen paksuus määräytyy laatan ja laastin kokonaispaksuudesta. Pintarakenteen paksuus vähennetään peitesyvyydestä, jolloin saadaan raudoitteen sijainti runkobetonissa (ei vähennetty). Arvioidaan pintarakenteet paksuudeksi sisäpuolisissa rakenteissa 10 mm.

Raudoitteiden betonipeitekuvaajat on esitetty liitteessä 3.

Taulukko 4.2 Peitepaksuusmittausten tulokset, toiminta-allas

Rakenne	Mittauksia [kpl]	Peitesyvyys [mm] / %-osuus mittaustuloksista						
		0...9	10...19	20...29	30...39	40...49	50...59	>60
Seinät sisäpuolelta, pystyteräksset	130	0 %	0 %	0 %	2 %	11 %	35 %	52 %
Kulkusillan seinä, pystyteräksset	98	0 %	0 %	0 %	1 %	37 %	57 %	5 %
Seinät ulkopuolelta, pystyteräksset	350	17 %	19 %	40 %	18 %	5 %	1 %	0 %

Toiminta-altaan seinän sisäpinnan raudoitteiden betonipeitepaksuudet ovat pääosin (87 %) yli 40 mm paksuja ja vain 2 % raudoitteista on alle 20 mm syvyydellä.

Sillan seinän raudoitteiden betonipeitepaksuus altaan sisäpuolella oli pääosin (94 %) 30-49 mm.

Altaan seinän ulkopinnan raudoitteiden betonipeitepaksuuksista yli kolmannes (36 %) oli alle 20 mm ja lähes kaikki (94 %) alle 40 mm syvyydellä.

Betonin karbonatisoituminen

Betonin karbonatisoituminen mitattiin betonirakenteista irrotetuista betonilieriöistä tai niistä tehdyistä ohuthienäytteistä (OH). Karbonatisoitumissyvyys on mitattu kantavan betonirakenteen pinnasta.

Taulukko 4.3 Karbonatisoitumissyvydet, toiminta-allas

Näyte	Näytteenottoaikka	Karbonatisoitumissyvyys min-max/keskiarvo [mm]
TO-1U	Seinä ulkopuolelta	UP: 22-44/35
TO-2U (OH)	Seinä ulkopuolelta	UP: 22-32/30
TO-2UTP	Seinä ulkopuolelta	UP: 4-27/12
TO-3U (OH)	Seinä ulkopuolelta	UP: 30-38/31
TO-4U	Seinä ulkopuolelta	UP: 2-16/4
TO-5S	Seinä sisäpuolelta	PV UP: 0 UP: 0* PV SP: 0-3/0* SP: katkaistu
TO-6S	Seinä sisäpuolelta	UP: 0
TO-7A (OH)	Pohjalaatta yläpuolelta	YP: 0
TO-8A (OH)	Pohjalaatta yläpuolelta	YP: 10-30/20
TO-9S (OH)	Seinä sisäpuolelta	UP: 0
TO-10A (OH)	Pohjalaatta yläpuolelta	YP: 0

* Vetolujuuskappaleen tasoitussahauksesta johtuen tulos on epätarkka syvyydeltä 0-5 mm.

Karbonatisoituminen on edennyt ulkopuolelta otetuissa näytekappaleissa keskimäärin 22 mm syvyyteen. Pystysuuntaisista raudoitteista noin puolet on karbonatisoituneella alueella.

Sisäpuolisissa näytteissä karbonatisoituminen ei ole edennyt yhtään, poikkeuksena näyte TO-8A, missä karbonatisoituminen on edennyt 30 mm syvyyteen. Näytteestä tehtyjen havaintojen perusteella karbonatisoitunut osa vaikuttaisi olevan pintavalua, joka on tunkeutunut kantavassa betonissa olleeseen koloon.

Betonin kloridipitoisuus

Betonirakenteiden kloridipitoisuus määritettiin porajauhenäytteistä (taulukko 4.4), jotka otettiin toiminta-altaasta kloridiprofiileina väleiltä 0-19 mm, 20-39 mm ja 40-60 mm betonirakenteen pinnasta. Näytteenottoaika valittiin poralieriönäytteiden viereinen betonipinta. Raudoitteille haitallisen määrän raja-arvona pidetään 0,03...0,07 massa- % kloridipitoisuutta betonin massasta.

Taulukko 4.4 Kloridipitoisuudet, toiminta-allas

Näyte	Näytteenottoaikka	Cl- pitoisuus [massa- %]		
		0-19 mm	20-39 mm	40-60 mm
TOU-C1	Seinä ulkopuolelta	0,47	0,02	0,05
TOU-C2	Seinä ulkopuolelta	<0,01	<0,01	<0,01
TOS-C3	Seinä sisäpuolelta	<0,01	<0,01	<0,01
TOS-C4	Seinä sisäpuolelta	<0,01	<0,01	<0,01
TOS-C5	Pohjalaatta yläpuolelta	<0,01	<0,01	<0,01

Toiminta-altaan ulkoseinästä kaivon vuotokohdasta otetun betonipinnan (0-19 mm) näytteen kloridipitoisuus (0,47 p-%) ylitti yli kymmenkertaisesti raudoitteille haitallisena pidetyn määrän raja-arvon 0,03...0,07 p-%. Samasta kohdasta syvyydeltä 40-60 mm otetun näytteen kloridipitoisuus oli 0,05 p-%, mitä voidaan pitää haitallisena.

Muissa toiminta-altaan näytteissä kloridipitoisuus ei ylitä raudoitteille haitallisena pidettyä määrää, vaan on alle testimenetelmän määritysrajan (0,01 p-%).

4.2.4 Betonin vetolujuus

Betonin vetolujuus määritettiin 11 näytteestä (taulukko 4.5). Vetolujuuskokeet suoritettiin näytteiden runkobetonille, eli mahdollinen klinkkerilaatta ja kiinnityslaasti poistettiin koekappaleen pinnasta ennen kappaleen vetämistä. Vetokoe uusitaan, jos tulos jää alle 1,5 MN/m². Laboratorion tutkimusraportti vetolujuuskokeista on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 4.5 Vetolujuuskokeiden tulokset, toiminta-allas

Näyte	Näytteen- ottopaikka	Testaus- syvyys	Tulos [MN/m ²]	Murtokohta/ -tapa*	Poik- keamat
TO-1U	Seinä ulkopuolelta	70-86 mm betonin ulkopinnasta	3,3	54-62 mm ulkopin- nasta, myötäilee	
TO-2U	Seinä ulkopuolelta	50-125 mm betonin ulkopinnasta	2,5	66-78 mm ulkopin- nasta, leikkaa 50 %	
TO- 2UTP	Seinä ulkopuolelta	0-72 mm betonin ul- kopinnasta	2,0	49-61 mm ulkopin- nasta, myötäilee	
TO-3U	Seinä sisäpuolelta	0-58 mm betonin ul- kopinnasta	2,2	95-112 mm ulkopin- nasta, myötäilee	
TO-4U	Seinä ulkopuolelta	0-93 mm betonin ul- kopinnasta	2,1	46-71 mm ulkopin- nasta, myötäilee	
TO-5S	Seinä sisäpuolelta	0-55 mm kantavan betonin ulkopinnasta	2,3	28-44 mm ulkopin- nasta, leikkaa	
TO-6S	Seinä sisäpuolelta	90-170 mm betonin ulkopinnasta	1,8	111-132 mm ulkopin- nasta, leikkaa	
TO-7A	Pohjalaatta yläpuolelta	0-47 mm kantavan betonin yläpinnasta	1,8	2-16 mm yläpinnasta, leikkaa 70 %	
TO-8A	Pohjalaatta yläpuolelta	0-68 mm pintavalun yläpinnasta	2,6	63-66 mm yläpin- nasta, myötäilee	
TO-9S	Seinä sisä- puolelta	45-115 mm betonin ulkopinnasta	1,7	89-101 mm ulkopin- nasta, leikkaa	
TO-10A	Pohjalaatta yläpuolelta	0-51 mm pintavalun yläpinnasta	2,6	21-31 mm yläpin- nasta, leikkaa 50 %	

*Murtopinta joko myötäilee tai leikkaa suuria kiviainesrakeita

Vetolujuuskokeiden tuloksien perusteella betonissa ei ole havaittavissa vakavaa rapautumaa. Vetolujuuskokeiden arvot pysyivät pääasiassa yli 2 MN/m². Poikkeuksena olivat näytteet TO-6S, TO-7A ja TO-9S, joiden vetolujuusarvot olivat 1,7-1,8 MN/m².

- ➔ Kaikkien näytteiden vetolujuuden arvo ylitti vaurioitumattomalle betonille yleisesti asetetun arvon 1,5 MPa
- ➔ Näytteiden vetolujuuden keskiarvo on 2,3 MPa

4.2.5 Mikrorakennetutkimukset

Mikrorakennetutkimus ohuthieestä tehtiin kymmenelle poralieriönäytteelle (taulukko 4.6). Laboratorion tutkimusraportti ohuthieanalyysistä on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 4.6 Ohuthieanalyysin yhteenveto, toiminta-allas

Näyte	Rakenne- osa/ pinta	Laatu	Kunto	Pakkaskesto/ huokostäytykset	Rapautuneisuus
TO-1U	Ulkoseinä/ 90-135 mm ulkopinnasta	tydyttävä	tydyttävä	On/Yksittäin umpeutuneet (ettringiitti, silikageeli)	Vähäistä
TO-2U	Ulkoseinä/ ulkopinta	tydyttävä	hyvä	Ei/Ei haitallisia kiteytymiä	Ei rapautumaa
TO-3U	Ulkoseinä/ ulkopinta	tydyttävä	tydyttävä	Ei/Vähän haitallisia kiteytymiä (ettringiitti)	Ei rapautumaa
TO-4U	Ulkoseinä/ ulkopinta	tydyttävä	hyvä	Ei/Ei haitallisia kiteytymiä	Ei rapautumaa

	90-135 mm ulkopinnasta				
TO-5S	Sisäseinä/ 107-152 mm ulkopinnasta	tydyttävä	tydyttävä	On/Vähän haitallisia täyt- teitä (silikageeli)	Vähäistä
TO-6S	Sisäseinä/ 40-115 mm pinnasta	tydyttävä	välttävä	On/Yksittäin umpeutuneet (silikageeli, ettringiitti)	Kohtalaista
TO-9S	Sisäseinä/ ulkopinta	hyvä	välttävä	Ei/Paikoin umpeutuneet (ettringiitti, silikageeli)	Kohtalaista
TO-7A	Pohjalaatta/ yläpinta (pintavalu)	tydyttävä	hyvä	Ei/Vähän haitallisia kitey- tymiä (ettringiitti)	Ei rapautumaa
TO- 8A	Pohjalaatta/ kantavan laa- tan yläpinta	tydyttävä	välttävä	Ei/Paikoin umpeutuneet (kalsiumhydroksidi, ettrin- giitti, silikageeli)	Kohtalaista
TO- 10A	Pohjalaatta/ kantavan laa- tan yläpinta	tydyttävä	tydyttävä	Ei/Vähän haitallisia täy- teitä (silikageeli)	Vähäistä

Laboratorion tutkimusraportin yhteenveto (kursivoitu):

Altaan sisäpinnan ja pohjan näytteissä on pinnalla keraaminen laatta, sauma- ja kiinnityslaasti-kerroksia sekä paikoin pintavalukerroksia, jotka tutkittiin osassa näytteistä. Näytteiden laatu on keskimäärin tyydyttävä, johtuen osin epätäydellisestä tiivistymisestä ja tartunnoista sekä kiviaineksen laadusta. Kunto vaihtelee tyydyttävästä välttävään, pääosin alkali-silikareaktion aiheuttamasta säröilystä johtuen.

Kantava betoni

Betoni on pääosin tasalaatuista, mutta keskimäärin tiivistynyttä. Kiviaines on melko heterogeenista soraa ja (sora?)mursketta. Pääkivilajeja ovat granitoidit, gneissit, liuskeet ja kalkkikivi. Gneissien ja liuskeiden joukossa on havaituista muutoksista päätellen ainesta, joka on herkemmin reaktiivista, ja siten kosteaan ja lämpimään uimahalliympäristöön huonosti soveltuvaa. Kiviaineksen joukossa havaittiin reagoineita, säröilleitä kappaleita. Kivi- ja sideaineksen tartunnat ovat pääosin tiiviit, mutta paikoin tartuntasäröjen tai rapautumisen aiheuttaman säröilyn heikentämät.

Sideaines on karkearakeista portlandsementtiä, jossa on seosaineena masuunikuonaa ja mahdollisesti myös kalkkikivifillieriä. Kalkkikivifillierin määrä on vähäinen ja sitä ei kaikissa näytteissä havaittu, joten se voi olla myös kalkkikiviaineksen mukaan tullutta hienoaainesta, ei tarkoituksellinen lisäys. Mikrohuokoisuudessa on vaihtelua näytteiden välillä, paikoin se on tasainen ja suhteellisen tiivis, paikoin epätasainen ja huokoisempi. Keskimäärin syvälle edennyttä seinän ulkopuolella, vähäistä seinän sisäpuolella. Altaan pohjan yläpinnalla se on hyvin vaihtelevaa. Altaan seinän ulkopinnan näytteessä TO-3U karbonatisoitumisen havaittiin saavuttaneen terässyvyiden ja teräskorroosioaurioiden riski on olemassa.

Betonin suojahuokostus vaihtelee seinänäytteissä kohtalaisesta melko runsaaseen, laatan näytteissä suojahuokostus on puutteellinen. Betoni ei tiettävästi altistu pakkaslämpötiloille. Huokossissa havaittujen sekundaaristen ettringiittikiteytymien määrä vaihtelee, mutta ne ovat kuitenkin odotetusti yleisempiä altaan sisäpuolen kuin ulkopuolen näytteissä. Kosteusrasitus on arviolta paikoin merkittävä, mutta sen voimakkuus vaihtelee alueittain mikä voi pinnoitteiden kunnon lisäksi johtua osin myös eroista betonin tiiviydessä.

Seinän sisäpuolen ja pohjan betonin näytteissä havaittiin kaikissa viitteitä vähäisestä tai kohtalaisesta alkali-silikareaktion aiheuttamasta säröilystä. Ulkoseinän näytteissä rapautumista havaittiin vain näytteessä TO-1U, josta tutkittu osa oli etäimmällä ulkopinnasta ja jossa kosteusrasitukseen viittaavia kiteytymiä oli eniten. Reagoineet kappaleet ovat pääosin hienon kiviaineksen joukossa olevia gneissejä ja kvartsiitteja, paikoin liuskeita ja breksioita. Todellisuudessa on mahdollista, että liuskeiksi ja kvartsiiteiksi tulkitut pienet kappaleet ovat paloja suurempien gneissikappaleiden kerroksista. Näytteissä havaitut gneissit eivät kuitenkaan kaikki ole samanlaisia, eikä todennäköisesti yhtä herkästi reaktiivista. Reaktion aiheuttama säröily on seinänäytteissä pääosin suuntautumatonta, pohjanäytteissä pääosin pinnan suuntaista.

Lujuuden kannalta säröily on merkittävää arviolta näytteissä, joissa rapautuminen on kohtalaista. Koska näytteissä on edelleen reagoimatonta, mutta potentiaalisesti reaktiivista kiviainesta, voi reaktio arviolta edelleen jatkua, mikäli olosuhteet pysyvät sille otollisina.

Pinnoitteet ja pintavalut

Seinän ulkopinnalla on useampikerroksinen maalipinnoite. Kerrosten määrä vaihtelee näytteiden välillä. Siellä missä kerroksia on enemmän, havaittiin kahta erilaista maalia. Koostumukseltaan molemmat maalit ovat arviolta orgaanisia. Maalin alla on alle 0,5 mm paksu silikaattikiviaineksinen sementtilaasti.

Seinän sisäpuolen näytteestä TO-9S ja pohjan näytteestä TO-10A tutkittiin myös betonin pinnalla olevat kerrokset. Ulkopinnalla on tasalaatuinen, lasitettu, keraaminen laatta. Laattasaumassa on uloimpana silikaattikiviaineksinen saumamassa, jonka sideaines on orgaanista ainesta (epoksia tai vastaavaa). Sen ulkopinta on muuttunut/rapautunut. Sen alla pohjalaatan näytteessä on kerros, joka on muuttunut lähes kokonaan kalsiittikiteytymiksi. Kerros voi olla osa seuraava, kalkkikiviaineksista saumalaastia. Laastin sideaines on hienorakeista ja tasaista ja siinä on kalkkipaakkuja. Kalkkikiviaineksinen laasti on säröillyt sekä varhaisvaiheessa vielä kovettumattomassa tilassa, että myöhemmin hauraasti. Säröissä on runsaita sekundäärisiä kiteytymiä ja laasti vaikuttaa läpäisevältä.

Laattojen kiinnityslaasti on kaksikerroksinen ja laastit ovat koostumukseltaan hieman erilaisia. Ulommassa laastissa on silikaattikiviaineksen joukossa vähän kalsiittia, sisemmässä vain silikaattimineraleja. Sideaines on sementtilaastia. Molemmat kerrokset ovat runsaasti huokostettuja ja huokosissa on silikageeliä, ettringiittiä ja kalsiumhydroksidia. Seinänäytteessä laasti on voimakkaasti muuttunut liukenemisen seurauksena ja laastikerroksia (sekä keraamista laattaa) lävistää silikageelitäytteinen särö. Pohjalaatassa muuttuminen on vähäistä, eikä säröilyä havaittu runsaasta silikageelistä huolimatta.

Altaan pohjan näytteestä TO-7A tutkittiin pintavalu. Valun betoni on tasalaatuista ja keskinkertaisesti tiivistynyttä. Kiviaines koostuu granitoidi- ja gneissikappaleista, ja on pääosin hyvälaatuista ehjää ja rapautumatonta. Sideaines on tasalaatuista portlandsementtiä, karbonatisoitumista ei havaittu. Suojahuokostus on puutteellinen, sekundäärisiä kiteytymiä on melko vähän. Viitteitä rapautumisesta ei havaittu, vähäinen säröily on arviolta kuivumiskutistumisesta johtuvaa.

- ➔ Altaan betoni on keskimäärin laadultaan tyydyttävää ja kunnoltaan välttävä – tyydyttävä
- ➔ Laatu on tyydyttävä, johtuen osin epätäydellisestä tiivistymisestä ja tartunnoista sekä kiviaineksen laadusta.
- ➔ Kunto on välttävä - tyydyttävää pääosin alkali-silikareaktion aiheuttamasta säröilystä johtuen.
- ➔ Altaita ei ole vedeneristetty
- ➔ Alkali-silikareaktio voi jatkua, jos olosuhteet pysyvät vastaavina
- ➔ Altaan ulkopinnassa karbonatisoituminen on saavuttanut raudoitteet ja korroosioriski on olemassa

4.3 Johtopäätökset

Havaintojen perusteella altaan seinä- ja lattialaattoja on haljennut jonkin verran, mutta pääosin laatat ovat ehjät. Alkuperäisissä laatoissa ei havaittu lasituksen säröilyä, mutta vaihdetuissa laatoissa kylläkin. Yksittäisiä ruostevärjäytymiä on altaan syvässä päässä ja allasvarusteiden kiinnityskohdissa.

Altaan ulkopuolella havaittiin useita vuotokohtia altaan kaivojen sekä seinäulokkeen ja välipohjan liitoksesta. Vuotokohtien kohdalla ulokkeen ja seinän ulkopinnan raudoitteet ovat ruostuneet paikoin vakavasti ja lohkaissseet betonia. Vuotokohtia ja vaurioita (halkeamia, korroosiota ja lohkeilua) havaittiin myös muutamassa kohdassa seinää altaan alapohjan kohdalla. Altaan seinien vauriot heikentävät seinän kantavuutta, koska ulkopinnan raudoitteet ovat osin tuhoutuneet ja betonia lohjennut syvältä. Ulokkeet kannattelevat välipohjaa ja niiden vauriot heikentävät ulokkeen kantavuutta.

Altaan seinien ulkopinnan raudoitteet ovat pääosin lähellä pintaa ja karbonatisoituminen on saavuttanut raudoitteet. Raudoitteiden korroosio on mahdollista kosteusrasituksessa. Vuotokohdasta otetun kloridiprofiilin perusteella betonin kloridipitoisuus vuotokohdissa on haitallista raudoitteille ja kiihdyttää korroosiota merkittävästi.

Seinän ulkopinnan vetolujuuskokeiden näytteistä TO-1U ja TO-3U ovat otettu vuotojälkien ja vaurioiden lähettäviltä. Molemmista näytteistä vetolujuuden arvo on hyvä, joten betonin vaurioituminen vaikuttaisi johtuvan raudoitteiden korroosiosta aivan maali- ja betonipinnan vähäisiä vaurioita lukuun ottamatta.

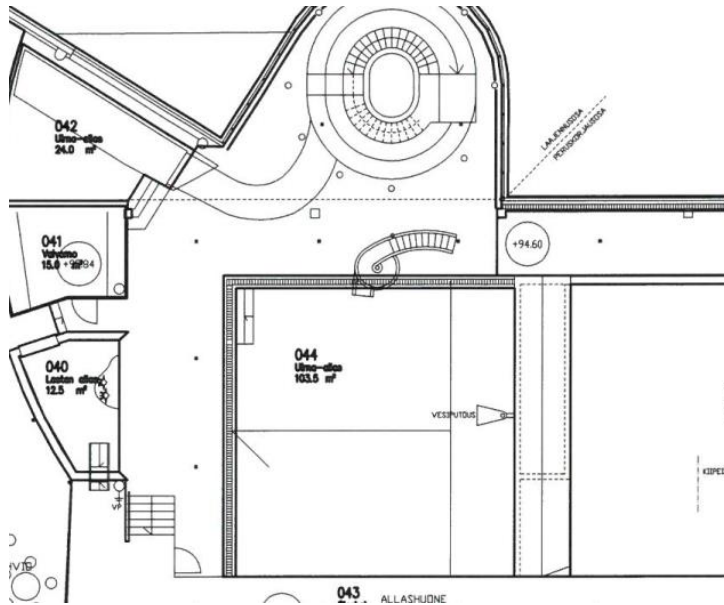
Altaat ovat vedeneristämättömiä ja betonissa on alkali-silikareaktiosta johtuvaa säröilyä, mikä heikentää betonin kuntoa, mutta ei vielä vakavasti, sillä betonin vetolujuudet olivat hyvällä tasolla. Jatkossa reaktio todennäköisesti jatkuu, jos olosuhteet ovat vastaavat, ja vaurioituminen muuttuu merkittävämmäksi. Vaurioitumista voidaan hidastaa/pysäyttää vedeneristämällä allas, mikä muuttaisi betoni rasitusolosuhteita.

Betoninäytteiden vetolujuuskokeiden perusteella betonissa ei ole merkittävää rapautumaa, vaikka mikrorakennetutkimuksissa havaittiin alkali-silikareaktiosta johtuvaa säröilyä. Kaikki vetolujuuskokeiden tulokset ylittivät korjausallustalle yleisesti asetetun arvon 1,5 MPa.

5. OPETUSALLAS

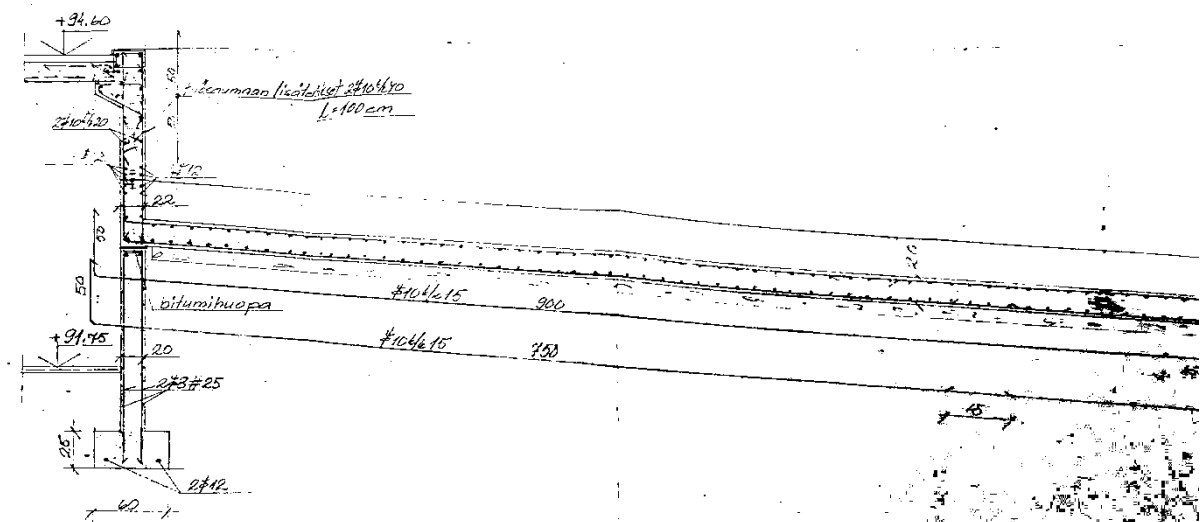
5.1 Lähtötietojen tarkastelu

Opetusallas on uimalan vanhalla puolella oleva toinen allas. Altaan pinta-ala on 103.5 m². Altaan syvyys on 35-95 cm. Allas on alun perin ollut samaa allasta toiminta-altaan kanssa, mutta 90-luvulla allas jaettiin kahteen osaan betonirakenteisella sillalla. Sillan yhteydessä allasta on nostettu uudella alapohjalla ja altaan seiniä on vahvistettu valamalla sisäpuolelle.



Kuva 5.1 Pohjapiirustus 1krs., Opetusallas

Vanhojen suunnitelmien mukaan opetusaltaan alkuperäisessä rakenteessa on samanlainen rauditus kuin toiminta-altaassa. Havaintojen perusteella alapohja on betoniseinämien päälle tuettu liittolaatta. Liittolaatan tai seinävalujen rakennevahvuudesta tai raudoituksesta ei ole tietoa.



Kuva 5.2 Opetusltaan vanha leikkauskuva. Insinööritoimisto Antti Salonen.

5.2 Havainnot ja mittaustulokset

5.2.1 Aistinvaraiset havainnot

Opetusallas, sisäpuoli

Tutkimushetkellä allas oli tyhjä ja puhdas (Kuvat 5.3 ja 5.4). Laatta on laatoitettu 10x10 cm² kokoisilla klinkkerilaatoilla ja seiniin on käytetty 20x10 cm² kokoisia klinkkerilaattoja. Altaan sisäpuolisia pintarakenteita tutkittaessa oli havaittavissa useissa vedenalaisissa laatoissa säröilyä lasituksessa. Seinien ja alapohjan liitokset olivat silmämääräisesti ehjiä.



Kuva 5.3 Yleiskuva opetusaltaasta lastenaltaalta kuvattuna

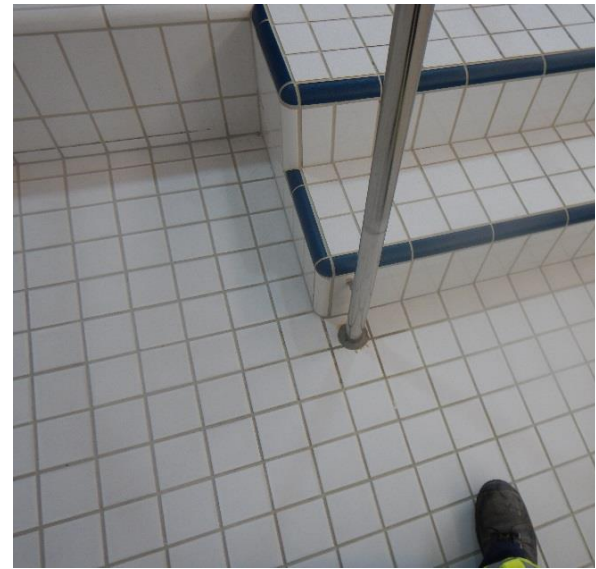


Kuva 5.4 Yleiskuva opetusaltaasta toiminta-altaalta kuvattuna

Opetusaltaan rappusilta havaittiin ruostetta käsijohteen juuressa (Kuvat 5.5 ja 5.6). Altaan muut allasvarusteiden kiinnitykset olivat paremmassa kunnossa.



Kuva 5.5 Ruostetta käsijohteen juuressa altaan ulkopuolella



Kuva 5.6 Ruostetta käsijohteen juuressa altaan sisäpuolella

Altaan reunassa oli muutama kaareva laatta halki ja altaan seinässä pukuhuoneiden puoleisessa nurkassa oli monen klinkkerilaatan pituinen halkeama laatoissa (Kuvat 5.7 ja 5.8).



Kuva 5.7 Pukuhuoneiden puolisen laattojen vaakahalkeama



Kuva 5.8 Altaan reunan kaarevissa laatoissa halkeamia

Opetusallas, altaan ulkopuoli

Altaan huoltokäytävät olivat korkeita ja tilavia. Opetusaltaan ulkopuolelle on näkyvissä alkuperäinen betoniseinä. Altaan pohjoisosassa ilmanvaihto- ja vedenkäsittelyputket oli asennettu huoltokäytävälle. Eteläpuolella havainnointia esti kuntosalin lokerikot. Altaan alapohjan liittolaatta on valettu betoniseinämien päälle. Altaan alkuperäinen alapohja laattoineen on näkyvissä ja alapohjien välissä on ilmatila. Alapohjissa tai seinämissä ei havaittu vaurioita (Kuva 5.9).

Seinissä sekä ulokkeiden ja välipohjan liitoksissa havaittiin vastaavia vuotojälkiä ja vaurioita kuin toiminta-altaassa. Nurkkien vuotojälkien kohdalla välipohjalaatan alapinnassa havaittiin vaurioita ja halkeamia, joita oli injektoitu (kuva 5.10).



Kuva 5.9 Yleiskuva huoltokäytävästä pohjoispäädyssä ja vaurioita kaivon kohdalla



Kuva 5.10 Laatassa vuotoa lokerikkojen läheisyydessä ja injektointeja

Eteläpuolella havaittavissa oli enimmäkseen vuotokohtia. Laatan liitoskohdassa ja kaivon läpiviennissä oli suurehkoja vuotokohtia (Kuvat 5.11 ja 5.12). Myös reunakonsoli oli selvästi vaurioitunut ja reunakonsolin yhteydessä haljennut laatta oli injektoitu (Kuva 5.13). Tekniikkahuoneessa ja siivoushuoneessa oli vuotoa ja injektioituja halkeamia (Kuva 5.14).



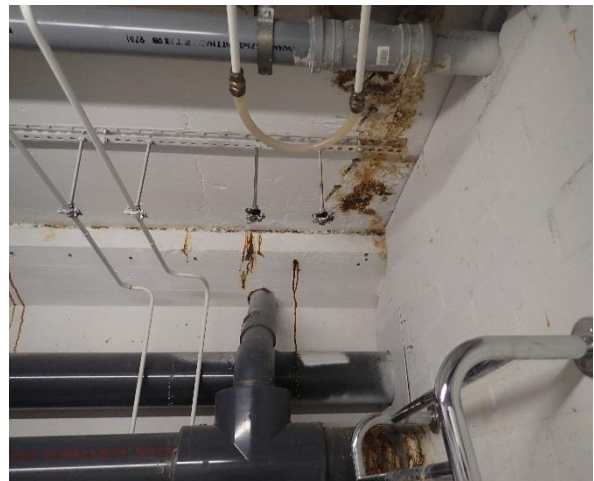
Kuva 5.11 Vuotoa laatan liittokohdassa eteläpuoleiselta huoltokäytävältä kuvattuna



Kuva 5.12 Vuotoa kaivon läpiviennissä eteläpuoleiselta huoltokäytävältä kuvattuna



Kuva 5.13 Reunakonsolissa vaurioita ja vuoto-kohta



Kuva 5.14 Siivoushuoneen vieressä olevasta tekniikkahuoneesta kuvattu reunakonsoli, laatan halkeama injektoitu

Eteläpuolella oli havaittavissa laajoja vuotokohtia seinissä. Raudoituksien kuntoa vuotokohdissa tutkittiin vasaroimalla (kuva 5.16). Vasaroiduista kohdista nähdään raudoitteiden ruostumisen olevan jo pitkällä (Kuvat 5.17, 5.18 ja 5.19). Vuotokohdissa raudoitteet olivat ruostuneet vakavasti ja betonia lohkeillut raudoitteita syvemmältäkin.



Kuva 5.15 Pohjoispuolen huoltokäytävällä teräksiset ruostuneet ja betoni lohkeillut



Kuva 5.16 Vaurioitunut raudoite paljastettu vasaroimalla



Kuva 5.18 Vaurioitunut raudoite paljastettu vasaroimalla



Kuva 5.19 Vaurioitunut raudoite paljastettu vasaroimalla

5.2.2 Havainnot näytteistä

Opetusaltaasta otettiin yhteensä 4 kappaleita poralieriönäytteitä (taulukko 5.1). Kaikki poralieriönäytteet otettiin altaan sisäpuolelta, 2 seinästä ja 2 laatasta. Poralieriönäytteiden lisäksi altaasta otettiin yhteensä 15 kappaletta jauhenäytteitä kloriditutkimuksia varten.

Taulukko 5.1 Havainnot näytteistä, opetusallas

Näyte	Tutkimus	Näytteenotto-paikka	Havaitut raudoitteet*	Havainnot
OP-1S	OH, VETO	Seinä, sisäpuolelta	T8 45 mm T8+T10+T12 130 mm	Harvavalua 50-100 mm
OP-2S	OH	Seinä, sisäpuolelta	-	Haljennut pituussuunnassa, Uuden ja vanhan betonin väliltä
OP-3A	OH, VETO	Laatta, sisäpuolelta	T12 87 mm	Valettu kahdessa osassa (70mm pinta)
OP-4S	OH, VETO	Seinä, sisäpuolelta	T12 52 mm	-

* Raudoitteen koko ja sijainti näytteessä ulkopinnasta mitattuna

Altaan seinistä otettujen näytteiden havaintojen perusteella altaan seinärakenne koostuu klinkkerilaatasta, kiinnityslaastista ja runkobetonista. Pohjalaatan koostumus on klinkkerilaatta, kiinnityslaasti ja runkobetoni.

5.2.3 Betoniterästen korroosio

Raudoitteiden betonipeitteet

Betonipeitteiden paksuudet mitattiin opetusaltaassa alapohjasta yläpuolelta, pystyteräksistä betonirakenteisen sillan seinästä sekä pystyteräksistä altaan seinässä sisäpuolelta mitattuna (Taulukko 5.2). Taulukossa on esitetty mittausten lukumäärä sekä raudoitteiden prosentuaalinen osuus mittauksista kyseisessä peitepaksuudessa. Pintarakenteen paksuus määräytyy laatan ja laastin kokonaispaksuudesta. Pintarakenteen paksuus vähennetään peitesyvytydestä, jolloin saadaan raudoitteen sijainti runkobetonissa. Arvioidaan pintarakenteet paksuudeksi 10 mm altaan sisäpuolisissa rakenteissa. Raudoitteiden betonipeitekuvaajat on esitetty liitteessä 3.

Taulukko 5.2 Peitepaksuusmittausten tulokset, opetusallas

Rakenne	Mittauk- sia [kpl]	Peitesyvyys [mm] / %-osuus mittaustuloksista						
		0...9	10...19	20...29	30...39	40...49	50...59	>60
Pohjalaatta, yläpinnan teräsket	177	0 %	0 %	0 %	5 %	42 %	38 %	14 %
Seinät sisäpuolelta, pystyteräsket	101	0 %	0 %	3 %	61 %	31 %	5 %	0 %
Kulkusillan seinä, pystyteräsket	89	0 %	0 %	0 %	39 %	60 %	1 %	0 %

- Raudotteiden peitesyvyydet ovat pohjalaatan yläpinnassa pääosin (95 %) yli 30 mm
- Seinien sisäpinnassa raudotteiden betonipeitepaksuudet ovat pääosin alle (64 %) 30 mm
- Kulkusillan seinän altaan puolella raudotteiden betonipeitepaksuus on yli 20 mm
- Karbonatisoituminen ei ole edennyt raudoituksien tasolle.

Betonin karbonatisoituminen

Betonin karbonatisoituminen mitattiin betonirakenteista irrotetuista betonilieriöistä tai niistä tehdyistä ohuthienäytteistä (OH).

Taulukko 5.3 Karbonatisoitumissyvyydet, opetusallas

Näyte	Näytteenottoaikka	Karbonatisoitumissyvyys min-max/keskiarvo [mm]
OP-1S	Seinä sisäpuolelta	UP: 0*
OP-2S (OH)	Seinä sisäpuolelta	UP: 0
OP-3A (OH)	Pohjalaatta yläpuolelta	UP: 0-2/1
OP-4S (OH)	Seinä sisäpuolelta	UP: 0

- Altaan sisäpuolella karbonatisoituminen ei ole edennyt.

Betonin kloridipitoisuus

Betonirakenteiden kloridipitoisuus määritettiin porajauhenäytteistä (15 kpl, 5 profiilia), jotka otettiin opetusaltaasta kloridiprofiileina väleiltä 0-19 mm, 20-39 mm ja 40-60 mm betonirakenteen pinnasta. Näytteenottoaikaksi valittiin poralieriönäytteiden viereinen betonipinta.

Taulukko 5.4 Kloridipitoisuudet, opetusallas

Näyte	Näytteenottoaikka	Cl- pitoisuus [massa- %]		
		0-19 mm	20-39 mm	40-60 mm
OPU-C3	Seinä ulkopuolelta	0,02	0,01	<0,01
OPU-C4	Seinä ulkopuolelta	0,50	0,70	0,14
OPS-C5	Seinä sisäpuolelta	0,01	0,02	0,01
OPS-C6	Seinä sisäpuolelta	0,01	<0,01	<0,01
OPS-C7	Pohjalaatta yläpuolelta	0,01	<0,01	<0,01

- Näytteiden OPU-C3, OPU-C5, OPU-C6 ja OPU-C7 kloridipitoisuus näytteissä ei ylitä raudotteille haitallisena pidetyn määrän raja-arvoa 0,03...0,07 p-%.
- Näytteen OPU-C4 kloridipitoisuus ylittää haitallisena pidetyn määrän raja-arvon kaikilla syvyyksillä ja 0-40 mm syvyydessä kloridimäärän raja-arvo ylitetään yli kymmenkertaisena.

5.2.4 Betonin vetolujuus

Betonin vetolujuus määritettiin kolmesta näytteestä (taulukko 5.5). Vetolujuuskokeet suoritettiin näytteiden runkobetonille, eli mahdollinen klinkkerilaatta ja kiinnityslaasti poistettiin koekappaleen pinnasta ennen kappaleen vetämistä. Vetokoe uusitaan, jos tulos jää alle 1,5 MN/m². Laboratorion tutkimusraportti vetolujuuskokeista on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 5.5 Vetolujuuskokeiden tulokset, opetusallas

Näyte	Näytteen- ottoaikka	Testaus- syvyys	Tulos [MN/m ²]	Murtokohta/ -tapa*	Poikkeamat
OP-1S	Seinä sisä- puolelta	0-65 mm betonin ulkopinnasta	3,7	21-45 mm ulkopinnasta, myötäilee	Murtopinnassa si- dontalankaa ja 4 terästä ø 8 mm
OP-3A	Pohjalaatta yläpuolelta	90-150 mm beto- nin yläpinnasta	3,5	90-98 mm yläpinnasta, leikkaa 50 %	
OP-4S	Seinä sisä- puolelta	70-140 mm beto- nin ulkopinnasta	1,8	84-100 mm ulkopinnasta, leikkaa	

*Murtopinta joko myötäilee tai leikkaa suuria kiviainesrakeita

Vetolujuuskokeiden tuloksien perusteella näytteissä ei ole pitkälle edennyttä rapautumista.

- ➔ Kaikkien näytteiden vetolujuuden arvo ylitti vaurioitumattomalle betonille yleisesti asete-
tun arvon 1,5 MPa
- ➔ Näytteiden vetolujuuden keskiarvo on 3,0 MPa.

5.2.5 Mikrorakennetutkimukset

Mikrorakennetutkimus ohuthieestä tehtiin neljälle poralieriönäytteelle (taulukko 5.6). Laboratorion tutkimusraportti ohuthieanalyysistä on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 5.6 Ohuthieanalyysin yhteenveto, opetusallas

Näyte	Rakenneosa/ pinta	Laatu	Kunto	Pakkaskesto/ huokostäytteet	Rapautunei- suus
OP-1S	Seinä/ 83-128 mm ulkopinnasta	tydyttävä	tydyttävä	Ei/Yksittäin umpeutuneet (ettringiitti, silikageeli)	Orastavaa
OP-2S	Seinä/ 52-111 mm ulkopinnasta	tydyttävä	hyvä	Krs 1: Ei/Paikoin umpeutuneet (kalsiumhydroksidi, ettringiitti) Krs 2: Ei/Yleisesti umpeutuneet (ettringiitti)	Ei rapautumaa
OP-4S	Seinä/ ulkopinta	tydyttävä	välttävä	Ei/Paikoin umpeutuneet (ettringiitti, silikageeli)	Kohtalaista
OP-3A	Pohjalaatta/ yläpinta	tydyttävä	välttävä	Ei/Paikoin umpeutuneet (ettringiitti, silikageeli)	Kohtalaista

Laboratorion tutkimusraportin yhteenveto (kursivoitu):

*Betonilieriönäytteet ovat kylpylän opetusaltaan allasrakenteista ja pilarista. Altaan sisäpinnan ja pohjan näytteissä on betonin pinnalla keraaminen laatta, sauma- ja kiinnityslaastikerroksia, jotka tutkittiin osassa näytteistä. Näytteiden laatu on keskimäärin tyydyttävä, johtuen osin epätäydelli-
sistä tiivistymisestä, kuivumissäröilystä ja/tai kiviaineksen laadusta. Pilarinäyte on hyväkuntoinen ja rapautumaton. Altaan seinän näytteiden kunto vaihtelee hyvästä välttävään ja pohjalaatan
näytteen kuntoon välttävä. Kuntoa altaan näytteissä alentaa alkali-silikareaktion aiheuttama sä-
röily.*

*Näytteissä on kolmea koostumukseltaan erilaista betonia: runsaasti lentotuhkaa sisältävää, vähän
lentotuhkaa sisältävää ja masuunikuonaa sisältävää. Seinänäytteessä OP-2S on kahta erilaista be-
tonia samassa näytteessä.*

Runsaasti lentotuhkaa sisältävä betoni

Tätä betonia on seinänäyte OP-1S ja OP-2S kerros 2. Näyte OP-2S ei ole suunnattu, mutta karbonatisoitumisen perusteella kerros 2 on voinut olla kerroksen 1 päällä. Betoni on tasalaatuista ja keskinkertaisesti tiivistynyttä.

Kiviaines on pääosin mursketta ja pääosin gneisseistä ja granitoideista koostuvaa. Se on pääosin laadultaan normaalia, ehjää ja rapautumatonta, mutta metamorfisten kivien joukossa on herkemmin reaktiivista ainesta. Siten kiviaines on osin kohteeseen huonosti soveltuvaa. Kivi- ja sideainoksen tartunnat ovat pääosin tiiviit.

Sideaines on tasalaatuista, karkearakeista portlandsementtiä, jossa on seosaineena lentotuhkaa arviolta < 20%. Ohuthieanalyysissä tutkituilta osin betoni on karbonatisoitumatonta.

Suojahuokostus on puutteellinen, mikä ei ole ongelma, ellei betoni kohtaa pakkaslämpötiloja.

Huokokset ovat paikoin yleisesti umpeutuneet ettringiittikiteytymistä, mikä viittaa kosteusrasitukseen. Viitteitä rapautumisesta ei havaittu näytteessä OP-2S. Näytteessä OP-1S on suuntautumaton säröilyä, joka arviolta on orastavan alkali-silikareaktion aiheuttamaa. Reagoiva kiviaines on arviolta hienon kiviainoksen joukossa olevat metamorfiset kivet. Vaurioituminen on toistaiseksi vähäistä, mutta voi mahdollisesti edetä edelleen, mikäli olosuhteet pysyvät otollisina.

Vähän lentotuhkaa sisältävä betoni

Tätä betonia on seinänäyte OP-4S ja pohjalaattanaite OP-3A. Betoni on tasalaatuista ja tiivistä.

Kiviaines on pääosin mursketta ja pääosin gneisseistä ja granitoideista koostuvaa. Se on pääosin laadultaan normaalia, ehjää ja rapautumatonta, mutta metamorfisten kivien joukossa on herkemmin reaktiivista ainesta. Siten kiviaines on osin kohteeseen huonosti soveltuvaa. Kivi- ja sideainoksen tartunnat ovat pääosin tiiviit, mutta paikoin rapautumisen aiheuttaman säröilyn heikentämät.

Sideaines on tasalaatuista, karkearakeista portlandsementtiä, jossa on seosaineena lentotuhkaa arviolta < 5 %. Karbonatisoituminen on vähäistä betonin altistetulla pinnalla.

Suojahuokostus on puutteellinen, mikä ei ole ongelma, ellei betoni kohtaa pakkaslämpötiloja.

Huokokset ovat paikoin umpeutuneet ettringiittikiteytymistä tai silikageelistä, mikä viittaa kosteusrasitukseen. Seinänäytteessä on suuntautumaton, pohjalaatta näytteessä suuntautunutta säröilyä, joka arviolta on vähäisen - kohtalaisen alkali-silikareaktion aiheuttamaa. Reagoiva kiviaines on arviolta pääosin karkean kiviainoksen joukossa olevat gneissit. Säröily voi vaikuttaa betonin lujuuteen, ja rapautuminen voi mahdollisesti edetä edelleen, mikäli olosuhteet pysyvät otollisina.

Näytteistä tutkittiin myös pinnalla olevat laatat ja laastikerrokset. Pinnaltaan lasitetut keraamiset laatat ovat tasalaatuista. Laattasaumassa on silikaattikiviaineksinen saumamassa, jonka sideaines on orgaanista ainesta (epoksia tai vastaavaa). Sen ulkopinta on muuttunut/rapautunut. Laatan ja betonin välissä on seinänäytteessä kaksi laastikerrosta, pohjalaatan näytteessä kolme. Laastit ovat huokostettuja sementtilaasteja, joita on kahta erilaista. Kiviaines koostuu osassa kerroksista pelkästä sillikaattimineraaliaineksesta, osassa lisäksi kalkkikivistä. Huokosissa on kiteytymiä ja paikoin silikageeliä, mikä viittaa kosteusrasitukseen.

Masuunikuonaa sisältävä betoni

Tätä betonia on seinänäyte OP-2S 1 kerros ja pilarinäyte P3A. Näyte OP-2S ei ole suunnattu, mutta karbonatisoitumisen perusteella kerros 1 on voinut olla kerroksen 2 alla. Betoni on tasalaatuista ja melko hyvin tiivistynyttä.

Kiviaines on mursketta ja osin soraa. Kiviaines on melko heterogeenistä, pääkivilajeja ovat graniitit, gneissit, kalkkikivi ja liuskeet. Kiviaines on pääosin laadultaan normaalia, ehjää ja rapautumatonta, Kivi- ja sideainoksen tartunnat ovat pääosin tiiviit.

Sideaines on karkearakeista portlandsementtiä, jossa on seosaineena masuunikuonaa. Pilarinäytteessä mikrohoukoisuus ja vesi/sideainessuhde on arviolta melko korkea. Karbonatisoituminen on hyvin vähäistä.

Suojahuokostus on puutteellinen, mikä ei ole ongelma, ellei betoni kohtaa pakkaslämpötiloja. Pilarinäytteessä ei ole viitteitä kosteusrasituksesta. Seinänäytteessä huokokset ovat paikoin umpeutuneet ettringiittistä ja arviolta sekundäärisestä kalsiumhydroksidista, mikä viittaa

kosteusrasitukseen. Viitteitä rapautumisesta ei havaittu. Näytteissä nähtävä melko vähäinen säröily on arviolta kuivumiskutistumisen aiheuttamaa.

Pilarinäytteestä tutkittiin pääosin vain betoni, mutta betonikerroksen pinnalla havaittiin arviolta vanhempia laasti ja maalipinnoitekerroksia, joiden päälle on tehty laatoitus.

- ➔ Altaassa käytetty 3 erilaista betonia, keraamisia laattoja sekä saumamassaa.
- ➔ Altaassa myös kahta erilaista laastia.
- ➔ Kosteusrasitus on allasrakenteiden näytteissä paikoin voimakasta.
- ➔ Altaan seinän kunto vaihtelee hyvästä – välttävään, pohjalaatan näytteen kunto välttävä.
- ➔ Kuntoa altaan näytteissä alentaa alkali-silikareaktion aiheuttama säröily.
- ➔ Altaita ei ole vedeneristetty
- ➔ Alkali-silikareaktio voi jatkua, jos olosuhteet pysyvät vastaavina

5.3 Johtopäätökset

Altaan muutoksen rakennepiirustukset eivät olleet käytössä, joten uusista seinä- ja alapohjarakenteista saatiin tietoa aistinvaraisesti ja näytteitä ottamalla. Käytössä olleet suunnitelmat olivat dwg-muodossa, joten mahdollisesti puuttuvat tiedostot voivat olla tallessa jollakin rakennushankkeen osapuolella.

Altaan laattojen pinnat ovat säröilleet todennäköisesti soveltumattoman laatta-/lasitustyyppin johdosta, mutta betonin kutistuminen on saattanut aiheuttaa pakkovoimia laatoille puristaen niitä voimakkaammin toisiaan ja saumalaastia vasten. Altaissa ei havaittu laattojen säröilyn lisäksi toimintaa tai puhdistusta haittaavia vaurioita.

Altaan ulkopuolella havaittiin useita vuotokohtia altaan kaivojen sekä seinäulokkeen ja välipohjan liitoksesta. Vuotokohtien kohdalla ulokkeen ja seinän ulkopinnan raudoitteet ovat ruostuneet paikoin vakavasti ja lohkaisseet betonia. Vuotokohtia ja vaurioita (halkeamia, korroosiota ja lohkeilua) havaittiin myös muutamassa kohdassa seinää altaan alapohjan kohdalla. Alapohjan halkeamia on injektoitu vuotokohdissa, mutta injektoinnin toimivuutta tai vuotojen aktiivisuudesta ei voitu tutkimusajankohtana arvioida. Altaan seinien vaurioiden vaikutusta rakenteen kantavuuteen on vaikea arvioida ilman tietoja muutosten rakenteista. Voidaan kuitenkin todeta, että altaan kuormitus (vesi) on pienentynyt ja rakennetta on vahvistettu sisäpuolelle muutoksissa. Ulokkeet kannattelevat välipohjaa ja niiden vauriot heikentävät ulokkeen kantavuutta.

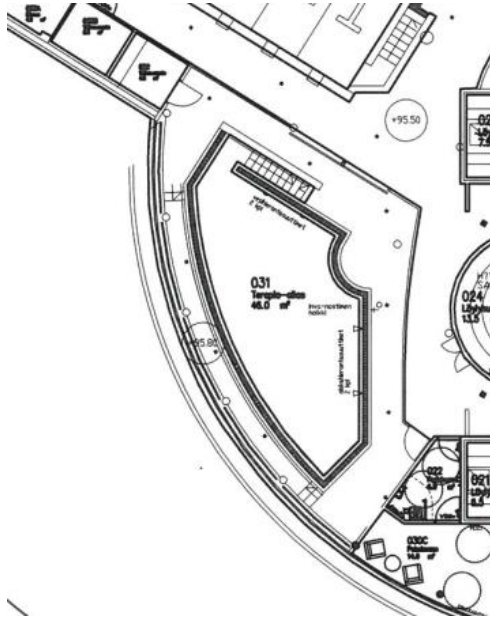
Altaan seinien ulkopinnan raudoitteet ovat pääosin lähellä pintaa ja karbonatisoituminen on saavuttanut raudoitteet. Raudoitteiden korroosio on mahdollista kosteusrasituksessa. Vuotokohdasta otetun kloridiprofiilin perusteella betonin kloridipitoisuus vuotokohdissa on haitallista raudoitteille ja kiihdyttää korroosiota merkittävästi.

Allas on vedeneristämätön ja betonissa on alkali-silikareaktiosta johtuvaa säröilyä, mikä heikentää betonin kuntoa, mutta ei vielä vakavasti, sillä betonin vetolujuudet olivat hyvällä tasolla. Jatkossa reaktio todennäköisesti jatkuu, jos olosuhteet ovat vastaavat, ja vaurioituminen muuttuu merkittävämmäksi. Vaurioitumista voidaan hidastaa/pysäyttää vedeneristämällä allas, mikä muuttaisi betoni rasitusolosuhteita. Alapohjan liittolaatta alapohja estää rakenteen kuivumisen alaspäin, joten ennen vedeneristämistä tulisi laatan olla riittävän kuiva vaurioitumisen hidastamiseksi/pysäyttämiseksi.

6. TERAPIA-ALLAS

6.1 Lähtötietojen tarkastelu

Terapia-alla on epäsäännöllisen muotoinen teräsbetoniallas. Terapia-allas on uimalan uudella puolella oleva allas, joka on rakennettu vuonna 1998. Terapia-allas on 1,3 metriä syvä ja sen pinta-ala on n. 46 m². Altaan rakenne- tai raudituspiirustuksia ei ollut käytössä.



Kuva 6.6.1 Pohjapiirustus 1 krs., Terapia-allas

6.2 Havainnot ja mittaustulokset

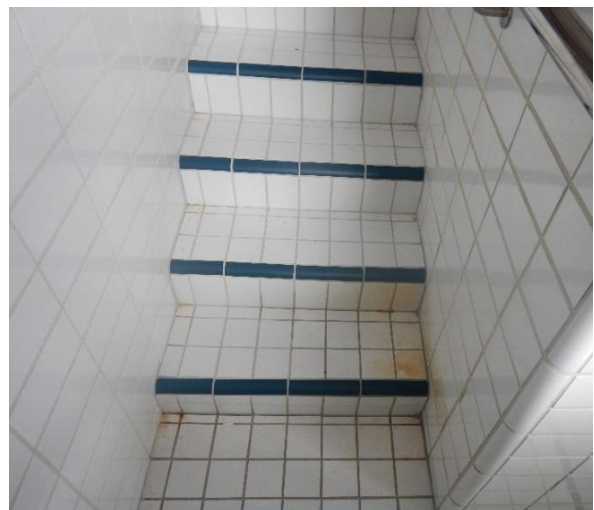
6.2.1 Aistinvaraiset havainnot

Terapia-allas, altaan sisäpuoli

Tutkimushetkellä allas oli tyhjä ja puhdas (Kuva 6.2). Laatta on laatoitettu 10x10 cm² kokoisilla klinkkerilaatoilla ja seiniin on käytetty 20x10 cm² kokoisia klinkkerilaattoja. Altaan sisäpuolisia pintarakenteita tutkittaessa oli havaittavissa useissa vedenalaisissa laatoissa lasituksen säröilyä. Lisäksi havaittiin seinässä halkeilua (Kuva 6.4) ja ruosteen värjäytymiä (Kuvat 6.2 ja 6.3).



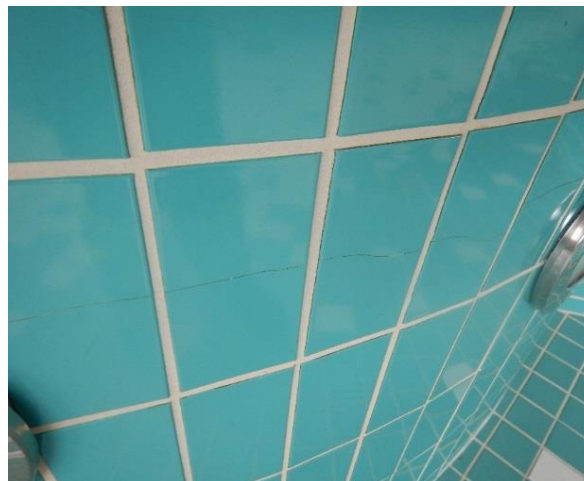
Kuva 6.2 Yleiskuvaa terapia-altaasta



Kuva 6.3 Ruosteen värjäytymää rappusissa



Kuva 6.4 Ruosteen värjäytymää altaan pohjalla



Kuva 6.5 Laatat haljenneet lamppujen välissä altaan seinällä

Terapia-allas, altaan ulkopuoli

Allasta voitiin tarkastella kellarikerroksessa vain kahdelta sivulta, koska kuntosalin alakattorakenne esti tarkastelu. Merkittäviä ja arviolta aktiivisia vuotoja havaittiin terapia-altaan teräsrakenteella muutettujen portaiden kohdalla välipohjalaatan alapinnassa (Kuva 6.7). Kyseisessä vuotokohdassa havaittiin betonin lohkeamista, mutta lattian tasolta tarkasteltuna ei voida sanoa, mistä lohkeilu johtuu. Myös allastekniikan läpivientiputkien kohdalla havaittiin vuotoa (kuva 6.7).



Kuva 6.6 Suuri vuoto altaan vieressä aiheuttanut betonin halkeilua



Kuva 6.7 Putken ympärillä vuotoa.

6.2.2 Havainnot näytteistä

Terapia-altaasta otettiin yhteensä 6 kappaleita poralieriönäytteitä (Taulukko 6.1). Kaikki poralieriönäytteet otettiin altaan sisäpuolelta, 4 seinästä ja 2 pohjalaatasta. Poralieriönäytteiden lisäksi altaasta otettiin yhteensä 6 kappaletta jauhenäytteitä kloriditutkimuksia varten.

Taulukko 6.1 Havainnot näytteistä, terapia-allas

Näyte	Tutkimus	Näytteenotto-paikka	Havaitut raudoitteet*	Havainnot
TE-1S	OH	Seinä, sisäpuolelta	2T12 37 mm	
TE-2S	OH, VETO	Seinä, sisäpuolelta	2T10 40 mm	
TE-3S	OH, VETO	Seinä, sisäpuolelta	2T10 39 mm	Haljennut raudoitteen kohdalla pinnan suuntaisesti, pintakerros 30 mm

TE-4A	OH, VETO	Pohjalaatta yläpuolelta	T12 85 mm	Ei vedeneristettä
TE-5A	OH, VETO	Pohjalaatta yläpuolelta	T12 77 mm T12 90 mm	Ei vedeneristettä
TE-6S	OH, VETO	Seinä, sisäpuolelta		

* Raudoitteen koko ja sijainti näytteessä ulkopinnasta mitattuna

Altaan seinistä otettujen näytteiden havaintojen perusteella altaan seinärakenne koostuu klinkkerilaatasta, kiinnityslaastista ja runkobetonista. Pohjalaatan näytteissä ei havaittu vedeneristystä, joten pohjalaatta koostuu klinkkerilaatasta, kiinnityslaastista ja runkobetonista sekä alapuolelta havaitusta teräsluottolevystä.

6.2.3 Betoniterästen korroosio

Raudoitteiden betonipeitteet

Betonipeitteiden paksuudet mitattiin terapia-altaassa Alapohjan yläpinnasta ja seinän sisäpinnasta (Taulukko 6.2). Taulukossa on esitetty mittausten lukumäärä sekä raudoitteiden prosentuaalinen osuus mittauksista kyseisessä peitepaksuudessa. Pintarakenteen paksuus määräytyy laatan ja laastin kokonaispaksuudesta. Pintarakenteen paksuus vähennetään peitesyvyydestä, jolloin saadaan raudoitteen sijainti runkobetonissa. Arvioidaan pintarakenteet paksuudeksi 10 mm. Raudoitteiden betonipeitekuvaajat on esitetty liitteessä 3.

Taulukko 6.2 Peitepaksuusmittausten tulokset, terapia-allas

Rakenne	Mittauksia [kpl]	Peitesyvyys [mm] / %-osuus mittaustuloksista						
		0...9	10...19	20...29	30...39	40...49	50...59	>60
Seinät sisäpuolelta, pysty- ja vaakateräkset	300	0 %	0 %	6 %	67 %	26 %	1 %	0 %
Pohjalaatan yläpinnan teräkset	23	0 %	0 %	4 %	4 %	4 %	26 %	61 %

- ➔ Seinien sisäpinnassa raudoitteiden betonipeitepaksuudet pääosin (73 %) alle 20 mm
- ➔ Terapia-altaan raudoitteiden betonipeitepaksuudet ovat alapohjassa pääosin yli 50 mm

Betonin karbonatisoituminen

Betonin karbonatisoituminen mitattiin betonirakenteista irrotetuista betonilieriöistä tai niistä tehdyistä ohuthienäytteistä (OH) (taulukko 6.3)

Taulukko 6.3 Karbonatisoitumissyvyydet, terapia-allas

Näyte	Näytteenottoaikka	Karbonatisoitumissyvyys min-max/keskiarvo [mm]
TE-1S	Seinä sisäpuolelta	UP: 0
TE-2S (OH)	Seinä sisäpuolelta	UP: 0-3/0
TE-3S (OH)	Seinä sisäpuolelta	UP: 0
TE-4A (OH)	Pohjalaatta yläpuolelta	YP: 1
TE-5A	Pohjalaatta yläpuolelta	YP: 0*
TE-6S	Seinä sisäpuolelta	UP: 0*

* Vetolujuuskappaleen tasoitussahauksesta johtuen tulos on epätarkka syvyydeltä 0-5 mm.

Betonin kloridipitoisuus

Betonirakenteiden kloridipitoisuus määritettiin porajauhenäytteistä (taulukko 6.4), jotka otettiin kuntouintialtaasta kloridiprofiileina väleiltä 0-19 mm, 20-39 mm ja 40-60 mm betonirakenteen pinnasta. Näytteenottoaikaksi valittiin poralieriönäytteiden viereinen betonipinta.

Taulukko 6.4 Kloridipitoisuudet, terapia-allas

Näyte	Näytteenottoaika	Cl- pitoisuus [massa- %]		
		0-19 mm	20-39 mm	40-60 mm
TES-C10	Seinä sisäpuolelta	<0,01	<0,01	<0,01
TES-C11	Pohjalaatta yläpuolelta	<0,01	<0,01	<0,01
OPS-C5	Seinä sisäpuolelta	0,01	0,02	0,01
OPS-C6	Seinä sisäpuolelta	0,01	<0,01	<0,01
OPS-C7	Pohjalaatta yläpuolelta	0,01	<0,01	<0,01

Näytteiden kloridipitoisuus ei ylitä raudoitteille haitallisena pidetyn määrän raja-arvoa 0,03...0,07 p-%.

6.2.4 Betonin vetolujuus

Betonin vetolujuus määritettiin 6 näytteestä (taulukko 6.5). Vetolujuuskokeet suoritettiin näytteiden runkobetonille, eli mahdollinen klinkkerilaatta ja kiinnityslaasti poistettiin koekappaleen pinnasta ennen kappaleen vetämistä. Vetokoe uusitaan, jos tulos jää alle 1,5 MN/m². Laboratorion tutkimusraportti vetolujuuskokeista on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 6.5 Vetolujuuskokeiden tulokset, terapia-allas

Näyte	Näytteenottoaika	Testaus-syvyys	Tulos [MN/m ²]	Murtokohta/-tapa*	Poikkeamat
TE-1S	Seinä sisäpuolelta	80-155 mm ulkopinnasta	2,9	86-98 mm ulkopinnasta, leikkaa	Näytteen koko alle 1:1
TE-2S	Seinä sisäpuolelta	70-165 mm ulkopinnasta	3,0	147-162 mm ulkopinnasta, leikkaa 50 %	
TE-3S	Seinä sisäpuolelta	90-160 mm ulkopinnasta	2,8	0-3 mm sisäpinnasta*, leikkaa 50 %	Näytteen koko alle 1:1
TE-4A	Pohjalaatta yläpuolelta	80-160 mm yläpinnasta	2,3	105-120 mm yläpinnasta, leikkaa 80 %	
TE-5A	Pohjalaatta yläpuolelta	0-50 mm yläpinnasta	3,0	1-2 mm ulkopinnasta, leikkaa 50 %	Näytteen koko alle 1:1
TE-6S	Seinä sisäpuolelta	0-75 mm ulkopinnasta	2,9	43-52 mm ulkopinnasta, leikkaa	Näytteen koko alle 1:1

- ➔ Kaikkien näytteiden vetolujuuden arvo ylitti vaurioitumattomalle betonille yleisesti asetetun arvon 1,5 MPa.
- ➔ Näytteiden vetolujuuden keskiarvo on 2,8 MPa.

6.2.5 Mikrorakennetutkimukset

Mikrorakennetutkimus tehtiin kuudelle poralieriönäytteelle (taulukko 6.6). Laboratorion tutkimusraportti ohuthieanalyysistä on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 6.6 Ohuthieanalyysin yhteenveto, terapia-allas

Näyte	Rakenneosä/ pinta	Laatu	Kunto	Pakkaskesto/ huokostäytteet	Rapautuneisuus
TE-1S	Seinä/ 32-82 mm ulkopinnasta	tydyttävä	tydyttävä	Ei/Yksittäin umpeutuneet (ettringiitti, silikageeli)	Vähäistä
TE-2S	Seinä/ ulkopinta	tydyttävä	tydyttävä	Ei/Yksittäin umpeutuneet (ettringiitti)	Orastavaa
TE-3S	Seinä/ 12-87 mm ulkopinnasta	tydyttävä	tydyttävä	Ei/Paikoin umpeutuneet (ettringiitti, silikageeli, kalsiumhydroksidi)	Vähäistä
TE-6S	Seinä/ 92-142 mm ulkopinnasta	tydyttävä	tydyttävä	Ei/Vähän haitallisia kiteytymiä (ettringiitti, silikageeli)	Vähäistä
TE-4A	Pohjalaatta/ yläpinta	tydyttävä	tydyttävä	On/Vähän haitallisia kiteytymiä (ettringiitti, silikageeli)	Orastavaa
TE-5A	Pohjalaatta/ 61-111 mm yläpinnasta	tydyttävä	tydyttävä	Ei/Vähän haitallisia kiteytymiä (ettringiitti, silikageeli)	Orastavaa

Mikrorakennetutkimuksissa havaittiin, että betonin laatu on pääasiassa tyydyttävää kiviaineksen laadun takia ja betonin kunto on keskimäärin tyydyttävää orastavan tai vähäisen rapautumisen takia. Rapautumisen viitteitä havaittiin kaikissa näytteissä.

Laboratorion tutkimusraportin yhteenveto (kursivoitu):

Altaan sisäpinnan ja pohjalaatan näytteissä on betonin pinnalla keraaminen laatta, sauma- ja kiinnityslaastikerroksia, jotka tutkittiin osassa näytteistä. Näytteiden laatu on keskimäärin tyydyttävä, johtuen kiviaineksen laadusta. Näytteiden kunto on keskimäärin tyydyttävä, johtuen orastavasta tai vähäisestä rapautumisesta. so. alkali-silikareaktion aiheuttamaa säröilyä.

Sideaines on tasalaatuista, karkearakeista portlandsementtiä, jossa on seosaineena lentotuhkaa arviolta < 5% ja kalkkikivifillieriä. Betoni on vain vähäisesti karbonatisoitunutta altistetuilla pinnoilla.

Suojahuokostus on puutteellinen, mikä ei ole ongelma, ellei betoni kohtaa pakkaslämpötiloja. Huokosissa on sekundäärisiä ettringiittikiteytymiä, mikä viittaa vähäiseen kosteusrasitukseen.

Viitteitä rapautumisesta havaittiin kaikissa näytteissä. Näytteissä on pääosin suuntautumaton, mutta paikoin pinnan suuntaista säröilyä, joka arviolta on orastavan tai enintään vähäisen alkali-silikareaktion aiheuttamaa. Reagoiva kiviaines on arviolta sekä karkean että hienon kiviaineksen joukossa olevat metamorfiset kivet. Kiviaines on kuitenkin melko heterogeenistä, eivätkä kaikki näytteissä havaitut gneissit ole samankaltaisia, eivätkä todennäköisesti yhtä reaktiivisia. Vaurioituminen on toistaiseksi vähäistä, eikä arviolta merkittävästi vaikuta betonin lujuuteen. Se voi mahdollisesti kuitenkin edetä edelleen, mikäli olosuhteet pysyvät otollisina.

Altaan sisäpintaa peittävät lasitetut keraamiset laatat. Niiden saumassa on silikaattikiviaineksinen saumamassa, jonka sideaines on epäorgaaninen (epoksi tai vastaava). Laattojen kiinnityslaasti on silikaattikiviaineksista sementtilaastia. Laastiin on sekundääristen kiteytymien perusteella kohdistunut voimakas kosteusrasitus.

- ➔ Betonin laatu on pääasiassa tyydyttävää kiviaineksen laadun takia.
- ➔ Betonin kunto on keskimäärin tyydyttävää orastavan tai vähäisen rapautumisen takia.
- ➔ Rapautumisen viitteitä havaittiin kaikissa näytteissä.
- ➔ Altaita ei ole vedeneristetty.
- ➔ Alkali-silikareaktio voi jatkua, jos olosuhteet pysyvät vastaavina.

6.3 Johtopäätökset

Altaan rakennepiirustukset eivät olleet käytössä, joten seinä- ja alapohjarakenteista saatiin tietoa aistinvaraisesti ja näytteitä ottamalla. Betonipeitepaksuusmittausten perusteella seinien sisäpinnan raudoitteiden betonipeitepaksuudet ovat vaatimattomat. Näytteiden betonin karbonatisoituminen ei ole edennyt, mutta karbonatisoituminen on saattanut edetä vedenpinnan yläpuolisissa betonirakenteissa, jolloin vähäisistä peitepaksuuksista johtuen on korroosioriski olemassa.

Altaan laattojen pinnat ovat säröilleet todennäköisesti soveltumattoman laatta-/lasitustyypin johdosta, mutta betonin kutistuminen on saattanut aiheuttaa pakkovoimia laatoille puristaen niitä voimakkaammin toisiaan ja saumalaastia vasten. Altaissa ei havaittu laattojen säröilyn lisäksi toimintaa tai puhdistusta haittaavia vaurioita, mutta portaiden kohdalla, lattian ja seinien liitoksissa havaittiin yksittäisiä ruostevärjäytymiä.

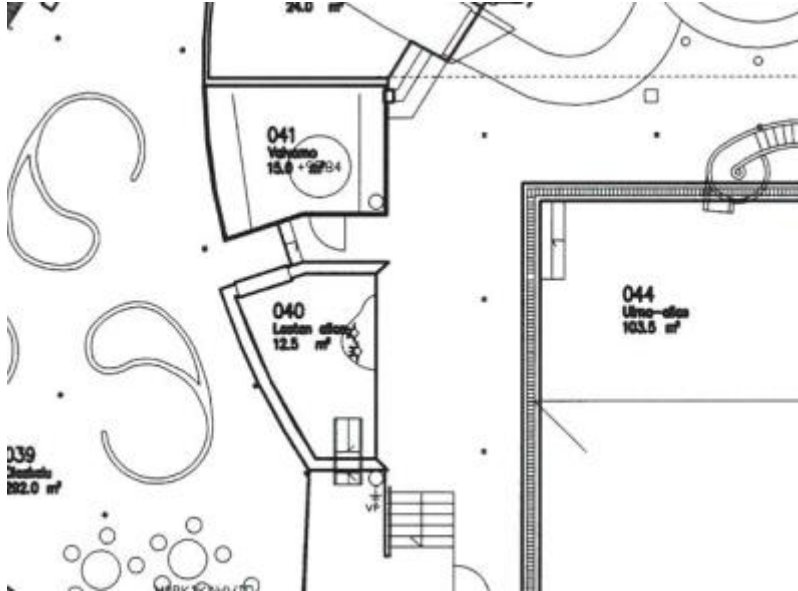
Altaat ovat vedeneristämättömiä ja betonissa on alkali-silikareaktiosta johtuvaa säröilyä, mikä heikentää betonin kuntoa, mutta ei vielä vakavasti, sillä betonin vetolujuudet olivat hyvällä tasolla. Jatkossa reaktio todennäköisesti jatkuu, jos olosuhteet ovat vastaavat, ja vaurioituminen muuttuu merkittävämmäksi. Vaurioitumista voidaan hidastaa/pysäyttää vedeneristämällä allas, mikä muuttaisi betoni rasitusolosuhteita.

Altaan alapuolella välipohjan liitoskohdassa havaitut vuotojäljet johtuvat arviolta liikuntasauman epätiiveydestä ja mahdollisesti portaiden kaidekiinnitysten epätiiveydestä. Vuotojälkiä ja epätiiveyttä on myös allastekniikan läpivienneissä. Jatkossa raudoitteiden korroosio ja betonin rapautuminen vuotokohdissa on mahdollista (yksi lohkeama havaittu lattiatasolta), mikä aiheuttaa betonin lohkeamista ja pahimmassa tapauksessa tapaturmavaaran alapuolella oleville sekä vaikeuttaa vuotokohtien korjausta.

7. LASTENALLAS

7.1 Lähtötietojen tarkastelu

Lastenallas on vuonna 1998 rakennettu lasten kahluuallas. Sen pinta-ala on 12,5 m² ja se on 23 cm syvä.



Kuva 7.1 Pohjapiirustus 1krs., Lastenallas

7.2 Havainnot ja mittaustulokset

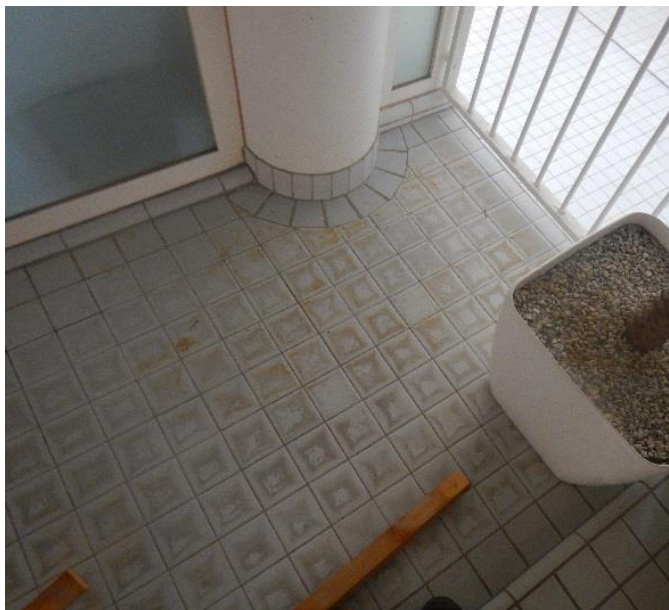
7.2.1 Aistinvaraiset havainnot

Tutkimushetkellä allas oli tyhjä ja puhdas (Kuva 7.2). Laatta on laatoitettu 10x10 cm² kokoisilla klinkkerilaatoilla ja seiniin on käytetty 20x10 cm² kokoisia klinkkerilaattoja. Altaan sisäpuolisia pintarakenteita tutkittaessa oli havaittavissa useissa vedenalaisissa laatoissa säröilyä. Muuten allas vaikutti hyväkuntoiselta, eikä merkittäviä vauriokohtia havaittu.

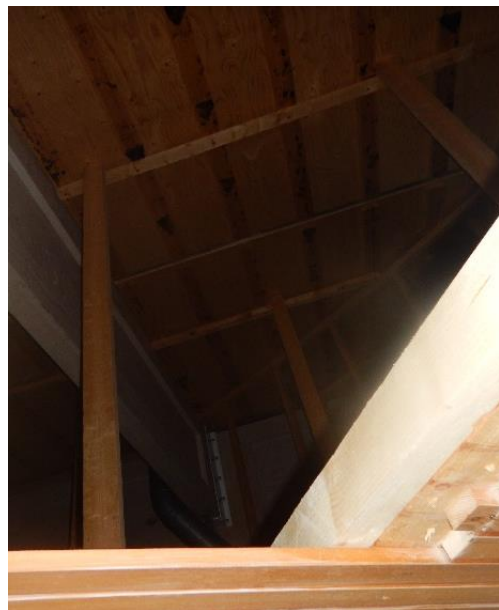


Kuva 7.2 Yleiskuva lastenaltaasta

Altaan ja valvomon välissä talvisin katto tiputtaa vettä. Laatat tältä alueelta ovat hieman värjäytyneet (kuva 7.3). Kattoon tehtiin tältä osalta myös rakenneavaus (Kuva 7.4).



Kuva 7.3 Värjäytyneet laatat valvomon ja lastenaltaan välissä



Kuva 7.4 Vauriokohdan yläpuolella olevan katon kunto

7.2.2 Havainnot näytteistä

Lasten kahluualtaasta poralierionäytteitä otettiin yhteensä 4 kappaletta (taulukko 7.1). Kaikki neljä näytettä otettiin altaan sisäpuolelta siten, että kaksi otettiin altaan seinästä ja kaksi otettiin pohjalaatasta yläpuolelta. Lisäksi kloriditutkimuksia varten altaasta otettiin 6 jauhenäytettä.

Taulukko 7.1 Havainnot näytteistä, lastenallas

Näyte	Tutkimus	Näytteenottopaikka	Havaitut raudoitteet	Havainnot
LA-1S	VETO, OH	Seinä, sisäpuolelta	T12 50 mm T12 60 mm	
LA-2S	VETO, OH	Seinä, sisäpuolelta	T10+T12 55 mm T12 66 mm	
LA-3A	OH	Pohjalaatta, yläpuolelta	T12 62 mm T12 75 mm	
LA-4A	VETO	Pohjalaatta, yläpuolelta		

* Raudoitteen koko ja sijainti näytteessä ulkopinnasta mitattuna

Altaasta otettujen poralierionäytteiden perusteella lastenaltaan seinämät koostuvat klinkkerilaatasta, kiinnityslaastista ja runkobetonista. Lastenaltaan pohjalaatasta otetuista näytteistä nähdään, että pohjalaatta koostuu klinkkerilaatasta, kiinnityslaastista, vedeneristyksestä ja runkobetonista.

7.2.3 Betoniterästen korroosio

Raudoitteiden betonipeitteet

Betonipeitteiden paksuudet mitattiin lastenaltaassa (Taulukko 7.2). Taulukossa on esitetty mitausten lukumäärä sekä raudoitteiden prosentuaalinen osuus mittauksista kyseisessä peitepaksuudessa. Pintarakenteen paksuus määräytyy laatan ja laastin kokonaispaksuudesta. Pintarakenteen paksuus vähennetään peitesyvyydestä, jolloin saadaan raudoitteen sijainti runkobetonissa. Arvioidaan pintarakenteet paksuudeksi 10 mm. Raudoitteiden betonipeitekuvaajat on esitetty liitteessä x.

Taulukko 7.2 Peitepaksuusmittausten tulokset, lastenallas

Rakenne	Mittauk- sia [kpl]	Peitesyvyys [mm] / %-osuus mittaustuloksista						
		0...9	10...19	20...29	30...39	40...49	50...59	>60
Pohjalaatta, yläpinnan teräsket	22	0 %	0 %	0 %	5 %	32 %	27 %	36 %
Seinät	81	0 %	0 %	1 %	31 %	51 %	11 %	6 %

- Pohjalaatan raudoitteiden betonipeitepaksuudet olivat pääosin (95 %) yli 30 mm
- Seinien raudoitteiden betonipeitepaksuuksista noin kolmannes oli alle 20 mm

Betonin karbonatisoituminen

Betonin karbonatisoituminen mitattiin betonirakenteista irrotetuista betonilieriöistä tai niistä tehdyistä ohuthienäytteistä (OH) (taulukko 7-3)

Taulukko 7.3 Karbonatisoitumissyvytydet, lastenallas

Näyte	Näytteenottoaikka	Karbonatisoitumissyvyys min-max/keskiarvo [mm]
LA-1S	Seinä sisäpuolelta	UP: 0*
LA-2S	Seinä sisäpuolelta	UP: 0
LA-3A (OH)	Pohjalaatta yläpuolelta	UP: 1-2/1
LA-4A	Pohjalaatta yläpuolelta	YP: 0*

- Altaan sisäpuolella karbonatisoituminen ei ole edennyt rakenteessa.

Betonin kloridipitoisuus

Betonirakenteiden kloridipitoisuus määritettiin porajauhenäytteistä (taulukko 7.4), jotka otettiin kuntouintialtaasta kloridiprofiileina väleiltä 0-19 mm, 20-39 mm ja 40-60 mm betonirakenteen pinnasta. Näytteenottoaika valittiin poralieriönäytteiden viereinen betonipinta.

Taulukko 7.4 Kloridipitoisuudet, lastenallas

Näyte	Näytteenottoaikka	Cl- pitoisuus [massa- %]		
		0-19 mm	20-39 mm	40-60 mm
LAS-C1	Seinä sisäpuolelta	<0,01	<0,01	<0,01
LAS-C2	Pohjalaatta yläpuolelta	<0,01	<0,01	<0,01

- Näytteiden kloridipitoisuus ei ylitä raudoitteille haitallisena pidetyn määrän raja-arvoa 0,03...0,07 p-%.

7.2.4 Betonin vetolujuus

Betonin vetolujuus määritettiin 3 näytteestä (taulukko 7.5). Vetolujuuskokeet suoritettiin näytteiden runkobetonille, eli mahdollinen klinkkerilaatta ja kiinnityslaasti poistettiin koekappaleen pinnasta ennen kappaleen vetämistä. Vetokoe uusitaan, jos tulos jää alle 1,5 MN/m². Laboratorion tutkimusraportti vetolujuuskokeista on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 7.5 Vetolujuuskokeiden tulokset, lastenallas

Näyte	Näytteenottoaikka	Testaus- syvyys	Tulos [MN/m ²]	Murtokohta/ -tapa*	Poikkeamat
LA-1S	Seinä sisäpuolelta	0-60 mm ulkopinnasta	1,5	22-40 mm ulkopinnasta, leikkaa	Murtopinnassa teräslankaa. Näytteen koko alle 1:1

LA-2S	Seinä sisäpuolelta	80-150 mm ulkopinnasta	2,9	0-2 mm sisäpinnasta*, leikkaa	Näytteen koko alle 1:1
LA-4A	Pohjalaatta yläpuolelta	0-65 mm yläpinnasta	2,3	0-2 mm yläpinnasta*, leikkaa	Näytteen koko alle 1:1

* Näyte irtosi osittain liimauksesta. Koe uusittiin kaksi kertaa, tästä huolimatta näyte irtosi edelleen liimauksesta. Tuloksen ilmoitettu ensimmäisen testauksen tulos.

- ➔ Kaikkien näytteiden vetolujuuden arvo ylitti vaurioitumattomalle betonille yleisesti asetetun arvon 1,5 MPa
- ➔ Näytteiden vetolujuuden keskiarvo on 2,2 MPa

7.2.5 Mikrorakennetutkimukset

Mikrorakennetutkimus tehtiin kolmelle poralieriönäytteelle (taulukko 7.6). Laboratorion tutkimusraportti ohuthieanalyysistä on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 7.6 Ohuthieanalyysin yhteenveto, lastenallas

Näyte	Rakenneosa/pinta	Laatu	Kunto	Pakkaskesto/huokostäytteet	Rapautuneisuus
LA-1S	Seinä/72-122 mm ulkopinnasta	tydyttävä	välttävä	Ei/Paikoin umpeutuneet (ettringiitti, silikageeli)	Kohtalaista
LA-2S	Seinä/ulkopinta	tydyttävä	tydyttävä	Ei/Paikoin umpeutuneet (ettringiitti, silikageeli)	Orastavaa
LA-3A	Pohjalaatta/yläpinta	tydyttävä	tydyttävä	Ei/Paikoin umpeutuneet (ettringiitti, silikageeli)	Vähäistä

Laboratorion tutkimusraportin yhteenveto (kursivoitu):

Betonilieriönäytteet ovat kylpylän Lastenaltaan allasrakenteista ja pilarista. Betoni on pääosin samankaltaista kaikissa näytteissä. Altaan sisäpinnan ja pohjan näytteissä on betonin pinnalla ke-raaminen laatta, sauma- ja kiinnityslaastikerroksia, jotka tutkittiin osassa näytteistä. Näytteiden laatu on keskimäärin tyydyttävä, johtuen kiviaineksen laadusta ja pilarinäytteessä kuivumissäröilystä. Pilarinäyte on hyväkuntoinen ja rapautumaton. Altaan näytteiden kunto on keskimäärin tyydyttävä, johtuen alkali-silikareaktion aiheuttamasta säröilystä.

Betoni

Betoni on pääosin tasalaatuista ja hyvin tiivistynyttä. Kiviaines on pääosin mursketta ja pääosin gneisseistä ja graniitoideista koostuvaa. Se on pääosin laadultaan normaalia, ehjää ja rapautumatonta, mutta metamorfisten kivien joukossa on herkemmin reaktiivista ainesta. Siten kiviaines on osin allasrakenteisiin huonosti soveltuvaa. Kivi- ja sideaineksen tartunnat ovat pääosin tiiviit, mutta paikoin tartuntasäröjen tai rapautumisen aiheuttaman säröilyn heikentämät.

Sideaines on tasalaatuista, karkearakeista portlandsementtiä, jossa on seosaineena lentotuhkaa arviolta 10–20%. Altaan seinän näytteissä havaittiin myös vähän kalkkikivifillieriä. Pilarinäytteessä on yksittäinen sementtipaakku. Karbonatisoituminen on hyvin vähäistä.

Suojahuokostus on puutteellinen, mikä ei ole ongelma, ellei betoni kohtaa pakkaslämpötiloja. Huokokset ovat altaan näytteissä paikoin umpeutuneet ettringiittikiteytymistä, mikä viittaa kosteusrasitukseen. Altaan näytteissä on pääosin suuntautumaton säröilyä, joka arviolta on orastavan alkali-silikareaktion aiheuttamaa. Reagoiva kiviaines on arviolta sekä karkean että hienon kiviaineksen joukossa olevat metamorfiset kivet. Vaurioituminen on toistaiseksi keskimäärin vähäistä, eikä pääosin arviolta merkittävästi vaikuta betonin lujuuteen. Rapautuminen voi kuitenkin mahdollisesti edetä edelleen, mikäli olosuhteet pysyvät otollisina.

Pinnoitteet

Näytteistä LA-2S ja LA-3A tutkittiin myös pinnalla olevat laatat ja laastikerrokset. Pinnaltaan lasitetut keraamiset laatat ovat tasalaatuisia. Laattasaumassa on silikaattikiviaineinen saumamassa, jonka sideaines on orgaanista ainesta (epoksia tai vastaavaa). Sen ulkopinta on muuttunut/rapautunut. Laatan ja betonin välissä on seinänäytteessä kaksikerroksinen silikaattikiviaineinen sementtilaasti. Pohjalaatan näytteessä on myös kaksi kerrosta, mutta ne ovat koostumukseltaan erilaisia. Molemmat ovat sementtilaasteja, mutta alemman kerroksen kiviaines on pääosin kalkkikiveä. Laastikerroksissa on viitteitä kosteusrasituksesta, etenkin seinän näytteessä sekundäriset kiteytymät ovat runsaita ja sideaines vaikuttaa osin liuenneelta. Pohjalaatassa on laastien alla epoksilta tai muulta vastaavalta vaikuttava ohut kerros.

Pilarin pinnalla on maalipinnoite, joka arviolta on koostumukseltaan orgaaninen.

- ➔ Altaan betoni on keskimäärin laadultaan ja kunnoltaan tyydyttävää.
- ➔ Kunto on tyydyttävää pääosin alkali-silikareaktion aiheuttamasta säröilystä johtuen
- ➔ Laatu on tyydyttävää kiviaineksen laadun takia.
- ➔ Alaita ei ole vedeneristetty
- ➔ Alkali-silikareaktio voi jatkua, jos olosuhteet pysyvät vastaavina

7.3 Johtopäätökset

Altaan rakennepiirustukset eivät olleet käytössä, joten seinä- ja alapohjarakenteista saatiin tietoa aistinvaraisesti ja näytteitä ottamalla. Tutkimusten perusteella karbonatisoituminen ei ole edennyt ja raudoitteiden betonipeitteet ovat pääosin hyvät. Betoni ei sisällä klorideja

Altaan laattojen pinnat ovat säröilleet todennäköisesti soveltumattoman laatta-/lasitustyyppin johdosta, mutta betonin kutistuminen on saattanut aiheuttaa pakkovoimia laatoille puristaen niitä voimakkaammin toisiaan ja saumalaastia vasten. Altaissa ei havaittu laattojen säröilyn lisäksi toimintaa tai puhdistusta haittaavia vaurioita, mutta portaiden kohdalla, lattian ja seinien liitoksissa havaittiin yksittäisiä ruostevärjäytymiä.

Altaat ovat vedeneristämättömiä ja betonissa on alkali-silikareaktiosta johtuvaa säröilyä, mikä heikentää betonin kuntoa, mutta ei vielä vakavasti, sillä betonin vetolujuudet olivat hyvällä tasolla. Jatkossa reaktio todennäköisesti jatkuu, jos olosuhteet ovat vastaavat, ja vaurioituminen muuttuu merkittävämmäksi. Vaurioitumista voidaan hidastaa/pysäyttää vedeneristämällä allas, mikä muuttaisi betoni rasitusolosuhteita.

8. PILARIT ROISKEVESIALUEELLA

8.1 Lähtötietojen tarkastelu

Alkuperäinen osa

Uimahallin vuonna 1970 rakennetulle alkuperäiselle osalle sijoittuvat toiminta- ja opetusallastilat. Alkuperäisen osan kantava runko koostuu teräsbetonisista pilari-palkkikehystä, joiden päälle tukeutuu puiset kattoristikot sekä hyppytornin kattokorotuksen kohdalla liimapuupalkit. Alkuperäisten suunnitelmien mukaan pilarien koko on 400 mm x 300 mm. Pilarin pääraudoitteet ovat harjatankoa 4+4 Ø22mm ja haat Ø5 mm K200 (arvioitu, hakajakoa ei ole merkitty suunnitelmiin). Betonilaatu on BK-300 ja raudotteiden teräslaatu A40H.

Laajennusosa

Uimahallin vuonna 1998 rakennetulle laajennusosalle sijoittuu kuntouintiallas-, terapia-allastilat sekä lastenallas ja oleskelutila. Kuntouintiallastilan kantava runko koostuu kertopuuristikoista ja teräsbetonipilareista. Pilarit ovat muodoltaan puoliksi puolipyöreät-neliskulmaiset ja kooltaan 380 mm x 380 mm. Lisäksi kuntouintialtaan vieressä on pyöreä Ø480 mm pilari ja lastenaltaan vieressä pyöreä Ø380 mm pilari, johon yläpohjan kertopuupalkit tukeutuvat. Terapia-altaan kantava runko koostuu pyöreistä halkaisijaltaan Ø280 mm teräsbetonipilareista sekä yläpohjan kertopuupalkeista. Pilarien raudotteiden koko ei ole tiedossa. Rakennesuunnitelmien mukaan betonilaatu on K30-2 ja teräslaatu A500HW. Suunnitelmissa pilarien ympäristöluokka on Y3 (pintabetoni 25 mm).

8.2 Havainnot ja mittaustulokset

8.2.1 Aistinvaraiset havainnot

Aistinvaraisesti pilareissa ei havaittu vaurioita eikä merkkejä raudotteiden orastavasta korroosiosta. Pilareita roiskevedeltä suojaava laatoitus ulottui vain <400 mm korkeuteen lattiapinnasta (Kuvat 8.1-8.6). Terapia-altaan viereisissä pilareissa havaittiin joitakin kapeita <0,15 mm pääosin vaakahalkeamia, jotka sijaitsivat peitepaksuusmittarin perusteella hakaraudotteiden kohdalla.



Kuva 8.2 Toiminta-altaan viereiset pilarit



Kuva 8.3 Opetusaltaan viereiset pilarit



Kuva 8.4 Kuntouintialtaan viereinen pilari ulkoseinälinjalla



Kuva 8.4 Kuntouintialtaan viereinen pilari



Kuva 8.5 Lastenaltaan viereinen pilari



Kuva 8.6 Terapia-altaan pilari-palkkikehät

8.2.2 Havainnot näytteistä

Pilareista poralieriönäytteitä otettiin yhteensä 14 kappaletta. Näytteitä otettiin 7 eri pilarista, yhdestä pilarista otettiin 2 näytettä, yksi roiskevesialueelta klinkkerilaattojen läpi ja toinen hieman ylempää. Lisäksi pilareista otettiin 15 kappaletta porajauhenäytteitä kloridipitoisuuden (profiili) määrittystä varten.

Taulukko 8.1 Havainnot näytteistä, pilarit

Näyte	Tutkimus	Näytteenotto-paikka	Havaitut raudoitteet*	Havainnot
P2Y	OH	Lastenaltaan läheltä	-	
P2A	VETO	Lastenaltaan läheltä	-	
P3Y	VETO	Opetusaltaan läheltä	-	
P3A	OH	Opetusaltaan läheltä	-	laatta ja laasti irti maalipinnan kohdalta
P4Y	OH	Toiminta-altaan läheltä	2T6 30 mm UP	
P4A	VETO	Toiminta-altaan läheltä	-	
P5Y	OH	Toiminta-altaan läheltä	T24 45 mm UP	
P5A	VETO	Toiminta-altaan läheltä	T24 58 mm UP	maalin alla vedeneristekerros
P6Y	-	Kuntoaltaan läheltä	-	
P6A	OH	Kuntoaltaan läheltä	-	Vedeneristekerros betonin pinnassa. Laatta, laasti ja vedeneriste irti betonista

P7Y	OH	Kuntoaltaan läheltä	-	Yksittäinen, pinnan vastaisessa suunnassa lähes koko näytettä lävistävä, valkoinen, muovinen kappale.
P7A	VETO	Kuntoaltaan läheltä	-	Laatta ja laasti irti betonista
P8Y	VETO	Terapia-altaan läheltä	-	
P8A	OH	Terapia-altaan läheltä	-	

* Raudoitteen koko ja sijainti näytteessä ulkopinnasta mitattuna

Näytekappaleiden perusteella pilareissa on vain runkobetonointi. Pintamateriaali oli puolen metrin korkeudessa vain maali. Pilarin alaosa poratuista näytteistä suurin osa koostui vain klinkkerilaatasta ja kiinnityslaastista. Yhdessä näytteessä oli erotettavissa eri väriäinen laasti ja yhdessä näytteessä kiinnityslaastin alla oli vielä maalikerros.

8.2.3 Betoniterästen korroosio

Raudoitteiden betonipeitteet

Betonipeitteiden paksuudet mitattiin pilareissa pääteräksistä sekä haoista (Taulukko 8.2). Taulukossa on esitetty mittauksen lukumäärä sekä raudoitteiden prosentuaalinen osuus mittauksista kyseisessä peitepaksuudessa. Pilarin mittakohtien pintarakenteena oli vain maalikerros, joten pintarakenteen paksuus ei vaikuta tuloksiin. Raudoitteiden betonipeitekuvaajat on esitetty liitteessä 3.

Taulukko 8.2 Peitepaksuusmittauksen tulokset, pilarit

Rakenne	Mittauksia [kpl]	Peitesyvyys [mm] / %-osuus mittaustuloksista						
		0...9	10...19	20...29	30...39	40...49	50...59	>60
Toiminta- ja opetusaltaan ympärillä, pääteräkset	77	0 %	22 %	17 %	32 %	25 %	4 %	0 %
Toiminta- ja opetusaltaan ympärillä, haat	101	1 %	32 %	28 %	30 %	10 %	0 %	0 %
Kuntouintialtaan ympärillä, pääteräkset	140	1 %	0 %	1 %	38 %	59 %	1 %	0 %
Kuntouintialtaan ympärillä, haat	132	0 %	0 %	13 %	67 %	20 %	0 %	0 %
Terapia-altaan ympärillä, pääteräkset	80	0 %	0 %	24 %	73 %	4 %	0 %	0 %
Terapia-altaan ympärillä, haat	100	0 %	0 %	49 %	51 %	0 %	0 %	0 %

- ➔ Toiminta- ja opetusaltaan alueella kolmannes pilareiden hakojen betonipeitepaksuuksista on alle 20 mm ja yli 61 % alle 30 mm
- ➔ Toiminta- ja opetusaltaan alueella yli viidennes pilareiden pääraudoitteiden betonipeitepaksuuksista on alle 20 mm ja 39 % alle 30 mm
- ➔ Kuntouintialtaan pilareiden hakauradotteiden peitepaksuuksista vain 13 % oli alle 30 mm syvyydellä ja pääraudoitteiden 1 %
- ➔ Terapia-altaan viereisten pilareiden hakauradotteista noin puolet on 20-29 mm syvyydellä ja noin puolet 30-39 mm syvyydellä (kaikki välillä 20-39)
- ➔ Terapia-altaan viereisten pilareiden pääraudotteista pääosa oli 30-39 mm syvyydellä
- ⇒ Rakennuksen alkuperäisellä osalla pilareiden raudoitteiden peitepaksuudet ovat pienemmät kuin laajennusosalla

Betonin karbonatisoituminen

Betonin karbonatisoituminen mitattiin betonirakenteista irrotetuista betonilieriöistä tai niistä tehdyistä ohuthienäytteistä (OH) (taulukko 8.3).

Taulukko 8.3 Karbonatisoitumissyvydet, pilarit

Näyte	Näytteenottopaikka	Karbonatisoitumissyvyys min-max/keskiarvo [mm]
P2A	Lastenaltaan läheltä, alempi	UP: 0*
P2Y (OH)	Lastenaltaan läheltä, ylempi	UP: 0
P3A (OH)	Opetusaltaan läheltä, alempi	UP: 0-1/0,5
P3Y	Opetusaltaan läheltä, ylempi	UP: 0-3/1
P4A	Toiminta-altaan läheltä, alempi	UP: 0*
P4Y (OH)	Toiminta-altaan läheltä, ylempi	UP: 0-2/1
P5A	Toiminta-altaan läheltä, alempi	UP: 0-4/3*
P5Y (OH)	Toiminta-altaan läheltä, ylempi	UP: 0-2/1
P6A (OH)	Kuntoaltaan läheltä, alempi	UP: 0
P7A	Kuntoaltaan läheltä, alempi	UP: 0*
P7Y (OH)	Kuntoaltaan läheltä, ylempi	UP: 1-5/3
P8A (OH)	Terapia-altaan läheltä, alempi	UP: 6-13/11
P8Y	Terapia-altaan läheltä, ylempi	UP: 0-17/10*

* Vetolujuuskappaleen tasoitussahauksesta johtuen tulos on epätarkka syvyydeltä 0-5 mm

- ➔ Karbonatisoitumissyvyys on korkeintaan 5 mm pilareissa, lukuun ottamatta terapia-altaanviereistä pilaria.
- ➔ Terapia-altaan viereisessä pilarissa karbonatisoituminen on edennyt laatoituksen alla 11 mm (max. 12) ja maalatulla osalla 10 mm (max 17 mm).
- ⇒ Terapia-altaan pilareissa karbonatisoituminen on edennyt ja raudotteiden korroosioriski on olemassa

Betonin kloridipitoisuus

Betonirakenteiden kloridipitoisuus määritettiin porajauhenäytteistä (15 kpl), jotka otettiin kloridi-profiileina väleiltä 0-19 mm, 20-39 mm ja 40-60 mm betonirakenteen pinnasta (taulukko 8.3).

Taulukko 8.4 Kloridipitoisuudet, pilarit

Näyte	Näytteenottopaikka	Cl- pitoisuus [massa- %]		
		0-20 mm	20-40 mm	40-60 mm
PC1	Toiminta-altaan läheltä	0,01	<0,01	<0,01
PC2	Opetusaltaan läheltä	0,07	0,03	<0,01
PC3	Kuntouintialtaan läheltä	<0,01	<0,01	<0,01
PC4	Lastenaltaan läheltä	<0,01	<0,01	<0,01
PC5	Terapia-altaan läheltä	0,06	<0,01	<0,01

Näytteissä PC1 ja PC3-PC4 kloridimäärä näytteissä ei ylitä raudotteille haitallisena pidetyn määrän raja-arvoa 0,03...0,07 p-%. Näytteessä PC2 kloridimäärät ovat raja-arvon ylärajalla syvyydellä 0-19 mm ja alarajalla syvyydellä 20-39 mm. Näytteessä PC5 kloridimäärät ovat syvyydellä 0-20 mm raja-arvon ylärajalla.

- ➔ pilareissa havaitut kloridit ovat peräisin ulkoisesta lähteestä (roiskevedestä)

8.2.4 Betonin vetolujuus

Betonin vetolujuus määritettiin 6 näytteestä (taulukko 8.5). Vetolujuuskokeet suoritettiin näytteiden runkobetonille, eli mahdollinen klinkkerilaatta ja kiinnityslaasti poistettiin koekappaleen

pinnasta ennen kappaleen vetämistä. Vetokoe uusitaan, jos tulos jää alle 1,5 MN/m². Laboratorion tutkimusraportti vetolujuuskokeista on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 8.5 Vetolujuuskokeiden tulokset, pilarit

Näyte	Näytteen- ottopaikka	Testaus- syvyys	Tulos [MN/m ²]	Murtokohta/ -tapa*	Poikkeamat
P2A	Lastenaltaan läheltä	0-95 mm ulkopinnasta	2,9	35-48 mm ulkopin- nasta, myötäilee	
P3Y	Opetusaltaan läheltä	0-95 mm ulkopinnasta	2,8	6-16 mm ulkopin- nasta, myötäilee	
P4A	Toiminta-al- taan läheltä	0-87 mm betonin ulko- pinnasta	2,6	20-35 mm ulkopin- nasta, myötäilee	
P5A	Toiminta-al- taan läheltä	0-50 mm beto- nin ulkopin- nasta	3,0	6-17 mm ulkopin- nasta, myötäilee	Murtopinnassa kivi, joka peittää 40 % pinta-alasta
P7A	Kuntoaltaan läheltä	0-45 mm beto- nin ulkopin- nasta	3,5	2-10 mm ulkopin- nasta, leikkaa 50 %	Pituus alle 1:1
P8Y	Terapia-al- taan läheltä	0-40 mm ulko- pinnasta	3,2	23-30 mm ulkopin- nasta, myötäilee	Näytteen koko alle 1:1

- Kaikkien näytteiden vetolujuuden arvo ylitti vaurioitumattomalle betonille yleisesti asete-
tun arvon 1,5 MPa
- Näytteiden vetolujuuden keskiarvo on 3,0 MPa

8.2.5 Mikrorakennetutkimukset

Mikrorakennetutkimus tehtiin seitsemälle poralieriönäytteelle (taulukko 8.6). Laboratorion tutki-
musraportti ohuthieanalyysistä on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 8.6 Ohuthieanalyysin yhteenveto, pilarit

Näyte	Rakenneosa/ pinta	Laatu	Kunto	Pakkaskesto/ huokostäytteet	Rapautunei- suus
P2Y	Lastenallas/ ulkopinta	tydyttävä	hyvä	Ei/Vähän haitallisia kiteytymiä	Ei rapautumaa
P3A	Opetusallas/ ulkopinta	tydyttävä	hyvä	Ei/Ei haitallisia kiteytymiä	Ei rapautumaa
P4Y	Toiminta-allas/ ulkopinta	tydyttävä	hyvä	Ei/Ei haitallisia kiteytymiä	Ei rapautumaa
P5Y	Toiminta-allas/ ulkopinta	tydyttävä	hyvä	Ei/Ei haitallisia kiteytymiä	Ei rapautumaa
P6A	Kuntoallas/ ulkopinta	hyvä	hyvä	On/Vähän haitallisia kiteyty- miä (ettringiitti)	Ei rapautumaa
P7Y	Kuntoallas/ ulkopinta	hyvä	hyvä	Ei/Ei haitallisia kiteytymiä	Ei rapautumaa
P8A	Terapia-allas/ ulkopinta	välttävä	hyvä	Ei/Ei haitallisia kiteytymiä	Ei rapautumaa

Yhteenveto ohuthietutkimuksen tuloksista:

- Kivi- ja sideaineksen tartunnat ovat keskimäärin tiiviit, mutta paikoin tartuntoja heikentä-
vät tartuntasäröt tai hyvin huokoinen sideaines
- Sideaineksen hydrataatioaste on tasainen ja korkea
- Huokosverkostossa ei ole merkittäviä kiteytymiä
- Rapautumiseen viittaavaa säröilyä ei havaittu
- Betoni on laadultaan tyydyttävää-hyvää, mutta terapia altaan näytteen osalta välttävää
(keskinkertaisesti tiivistynyttä ja sideaineen korkea mikrohuokoisuus)
- Betoni on kunnoiltaan hyvää kaikissa näytteissä.
- Terapia-altaan pilarin näytteen betonin raekoko pieni < Ø4 mm

8.3 Johtopäätökset

Pilareissa ei havaittu aistinvaraisesti merkittäviä vaurioita pinnalla eikä näytteenotossa. Terapia-altaan pilareissa havaittiin kapeita ($<0,15$ mm) pääosin vaakahalkeamia, jotka sijaittivat betoni-peitemittarin perusteella hakaterästen kohdalla. Pilarit on suojattu alaosastaan <400 mm korkeudelle laatoituksella, mutta vedeneristettä ei havaittu.

Karbonatisoituminen ei ole edennyt syvälle betoniin, lukuun ottamatta terapia-altaan pilaria. Terapia-altaan pilarissa karbonatisoituminen on edennyt keskimäärin 11 mm ja mahdollisesti saavuttanut tai tulee saavuttamaan lähivuosina hakarautoitteet paikoittain.

Pilareiden roiskevesialueella havaittiin haitallisena pidetyn raja-arvon ylärajan mukaisia kloridipitoisuuksia betonin pinnassa, <20 mm syvyydessä. Rautoitteiden korroosio on mahdollinen karbonatisoitumattomassakin betonissa kloridirasituksessa. Tutkimusten perusteella pilareiden kloridikorroosioriski ei ole vielä vakava, mutta on otettava huomioon tutkimusten pistemäisyys ja roiskevesialueiden määrittäminen arviona.

Betonin laatu ja kunto on hyvää-tydyttävää, paitsi terapia-altaan pilarissa laatu on välttävää. Mikrorakennetutkimuksissa ei havaittu rapautumaa, haitallisia huokostäyhteitä tai viitteitä alkali-silika-reaktiosta. Kaikkien näytteiden betonin vetolujuusarvot olivat hyvät (keskiarvo 3,0 MPa).

Tutkimusten perusteella terapia-altaan pilareiden eroavat muista laajennusosan pilareista laadultaan, mikä on todennäköisesti vaikuttanut karbonatisoitumisen etenemiseen, kloridien tunkeutumiseen ja mahdollisesti hiushalkeiluun. Vetolujuusarvojen perusteella betoni on lujaa eikä rapautumaa havaittu.

9. MUUT ALLASRAKENTEET

Porealtaan ja liukumäkialtaan arvioitiin ainoastaan aistinvaraisesti tarkastelemalla. Kyseisistä altaista ei ollut käytössä rakenne- tai raudituspiirustuksia. Altaat on rakennettu laajennuksen yhteydessä ja niiden betonin kuntoa voidaan arvioida riittävän luotettavasti muiden samaan aikaan tehtyjen altaiden tutkimusten tulosten perusteella. Kyseisistä altaista ei ollut käytössä rakenne- tai raudituspiirustuksia.

Havainnot altaista olivat vastaavia kuin terapia- ja kuntouintialtaasta (lasituksen säröilyä, yksittäisiä ruostevärjätymiä portaissa), mutta vedenpinnan alapuoliset laatat ja saumat ovat värjäytyneet enemmän. Liukumäkialtaan kellertävä väri on arviolta liuennut liukumäestä. Porealtaassa taas on tummentumia. (kuvat 9.1-9.4)



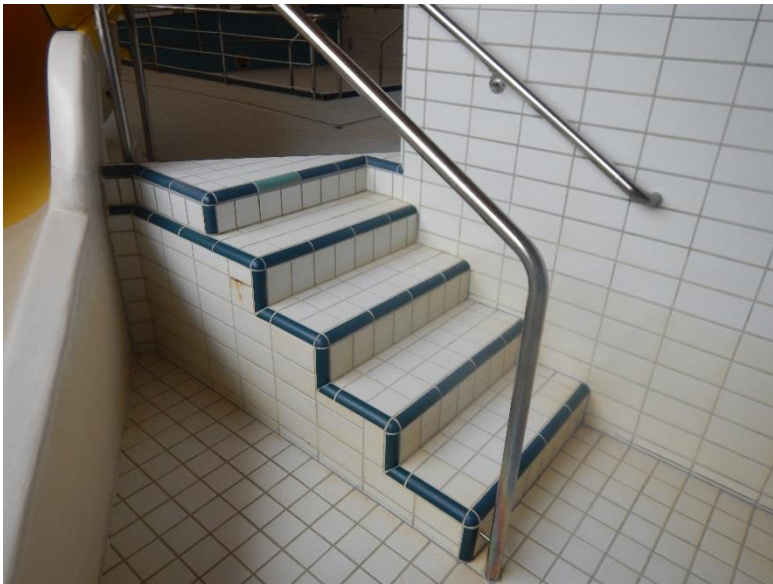
Kuva 9.1 Porealtaassa paljon allastekniikkaa



Kuva 9.2 Porealtaassa värjäytymiä ja tummentumia



Kuva 9.3 Liukumäkialtaassa kellertävää värjäymää



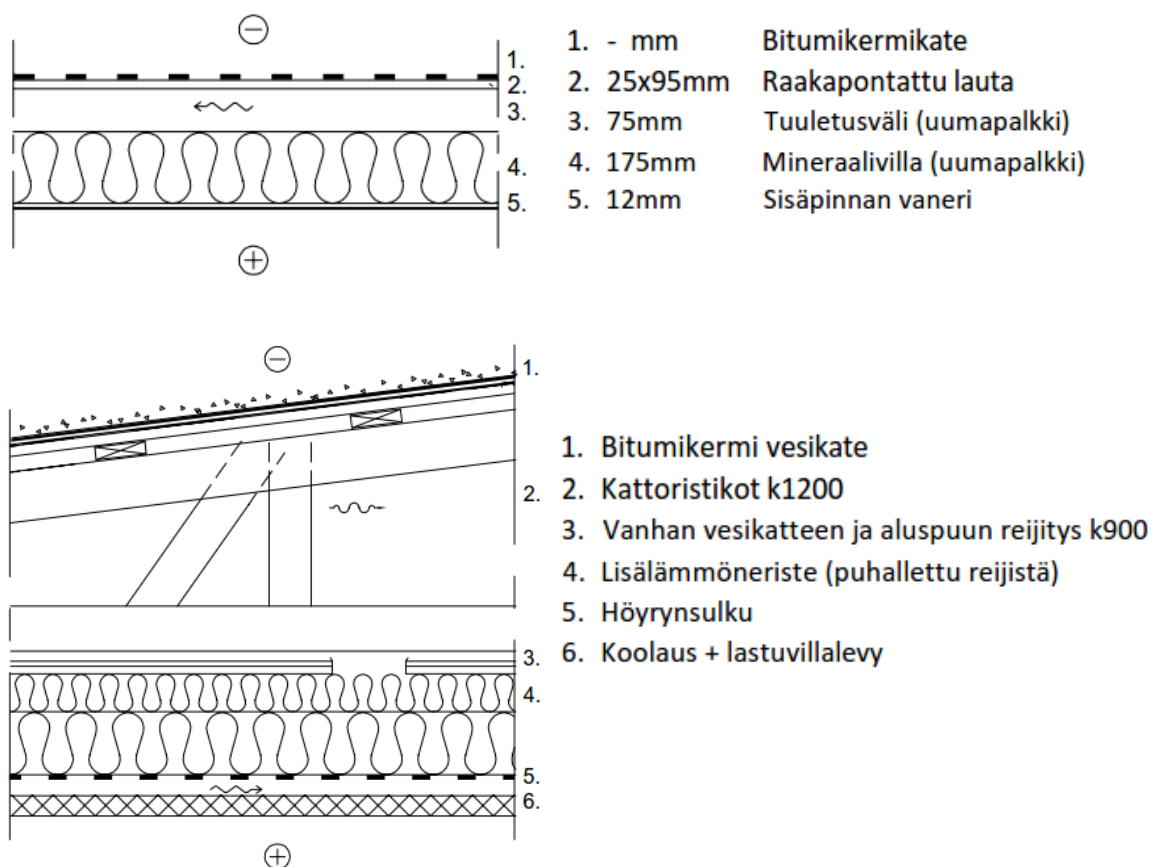
Kuva 9.4 Liukumäkialtaan portaissa ruostevärjäytymä

10. YLÄPOHJAN TIIVEYS

10.1 Lähtötietojen tarkastelu

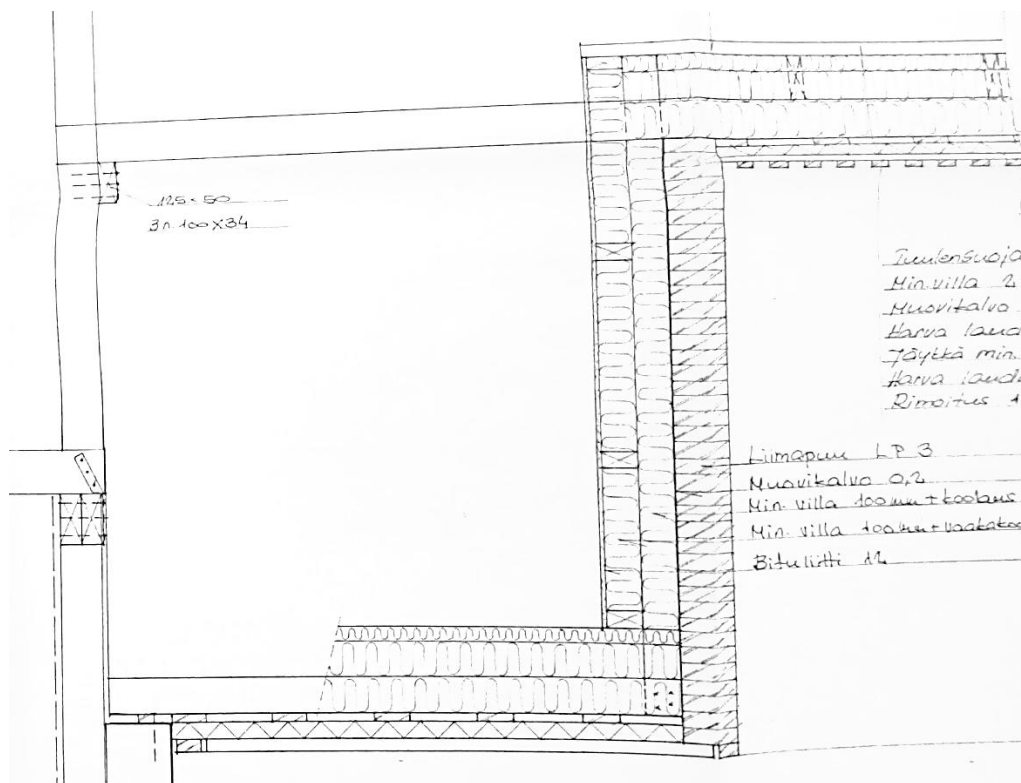
Lähtötietojen perusteella alkuperäinen, 1970-luvulla rakennettu yläpohja on uumapalkein kannateltu tasakatto, jossa rakenteen sisäisenä eristeenä on mineraalivilla. Alun perin rakenteessa ei ole ollut erillistä höyrynsulkuja. Ilman ja höyrynpitävyys on perustunut sisäpinnan vanerointiin ja vanerin pintamaaliin.

Rakenne on muutettu tasakatosta ristikkorakenteiseksi harjakatoksi 1980-luvulla. Uusi ristikkorakenne on tehty vanhan rakenteen päälle siten, että alkuperäinen vesikatekermi on rei'itetty noin 900mm välein, ja rakenteen sisäinen tuuletustila on täytetty puhallusvillalämmöneristeellä. Samassa yhteydessä YP rakenteen sisäpintaan lämpimälle puolelle on lisätty höyrynsulku, sekä erillinen lastuvillalevyllä toteutettu alakatto. Alla olevissa kuvissa on esitetty alkuperäinen sekä nykyinen yläpohjan rakennetyyppi.



Kuva 10.1. Yläpohjan rakennetyypit

Lähtötietojen perusteella yläpohjaa on paikallisesti korotettu hyppytornin kohdalta erillisten liimapuukannattajien avulla. Liimapuut ovat rakennuksen lämpimällä puolella ja höyrynsulku, sekä lämmöneriste liimapuupalkkien takana. Alla olevassa kuvassa on esitetty lähtötietojen mukainen rakenneratkaisu.



Kuva 10.2. Yläpohjan rakenneleikkaus liimapuupalkin kohdalta

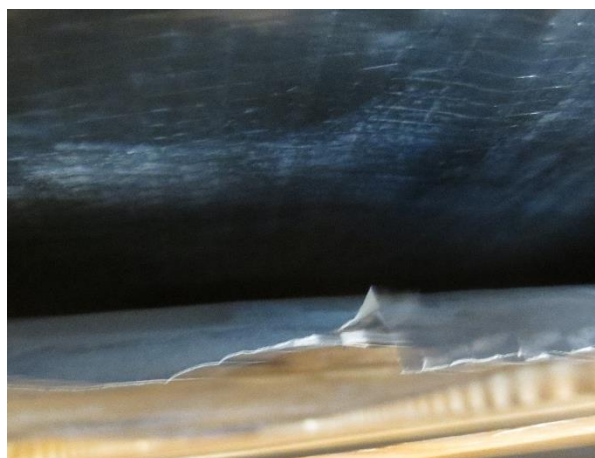
10.2 Ilmavuototarkastelut ja merkkiainekokeet

Ilmavuotoja tarkasteltiin aistinvaraisesti rakenneavauksista käsin, sekä merkkiainekokein. Alkupe-
räiseen yläpohjarakenteeseen tehtiin yläkautta (vanhan vesikaton puolelta) yhteensä 6kpl raken-
neavauksia. Avausten avulla arvioitiin rakenteen ilman- ja höyrynpitävyyttä, sekä rakenteen kos-
teusteknistä toimivuutta. Lisäksi tiiveyttä tutkittiin merkkiainekaasun avulla.

Aistinvaraisesti rakenneavauksista havaittiin, että 90-luvulla lisätty höyrynsulku on limitetty työ-
ohjeiden mukaisesti 200mm saumakohdista päällekkäin, mutta saumakohtia ei ole tiivistetty ra-
kennetyyppikortin mukaisesti höyrynsulkuteipillä ilmanpitäväksi. Höyrynsulku oli vastaavalla ta-
valla tiivistämättä yläpohjan ja ulkoseinärakenteen liittymäalueilla.



Kuva 10.3. Yläpohjan höyrynsulkumuovi epätiivis liitos allashallin puolelta kuvattuna



Kuva 10.4. Yläpohjan höyrynsulkumuovin epätiivis teippaamaton limitys allashallin puolelta kuvattuna

Merkkiainekokeiden aikana yläpohjarakenteen yli vallitseva paine-ero oli -2Pa (uimahalli alipainei-
nen). Paine-ero ei vastannut käytön aikaista tilannetta, koska ilmanvaihtokoneet eivät olleet

vakioteholla. Pienestä paine-erosta huolimatta kaikissa tutkituissa liittymissä yläpohjassa olevat ilmavuotoreitit olivat merkittäviä ja rakenteen ilmatiiveys oli siten heikolla tasolla.

Hyppytornin kohdalla merkkiainekokeiden avulla selvisi, että höyrynsulkumuovissa on pistemäisiä ilmavuotoalueita liimapuun liittimien kohdilla. Näillä alueilla höyrynsulkumuovissa on silmin havaittavia, säännöllisiä reikiä. Ilmanvaihtokonehuoneen seinän ja liimapuupalkkien välisessä rajapinnassa havaittiin merkkiainekokein merkittäviä ilmavuotoja sisäilman suuntaan. Syyksi selvisi liimapuukannattajan ja seinän välisen muovin epätiivis asennustapa. Ks. kuva alla.



Kuva 10.5. Liimapuupalkin liittimien kohdalla havaittiin reikiä höyrynsulkumuovissa



Kuva 10.6. Höyrynsulkumuovi on liimapuukannattajien päissä kokonaan kiinnittämättä ilmanvaihtokonehuoneen seinärakenteeseen.

10.3 Johtopäätökset

Alkuperäisen uimahalliosan yläpohjarakenteessa havaittiin merkittäviä ongelmia rakenteen ilman- ja höyrynsulkuvuotoreitit olivat suuria, koska höyrynsulkua ei ole pitkittäisjatkosten kohdalta teipattu tiiviiksi. Yläpohjan höyrynsulun liittymät ulko- ja väliseiniin todettiin selkeästi puutteellisiksi, koska höyrynsulkua ei ole kiinnitetty millään tavalla liittyviin rakenneosiin.

10.4 Toimenpidesuositukset

Yläpohjassa havaittujen ilmatiiveyspuutteiden vuoksi rakenneosaan suositellaan alla lueteltuja toimia.

Vaihtoehto 1 (ensisijainen korjausvaihtoehto)

- Yläpohjan nykyinen höyrynsulkumuovi poistetaan ja tilalle asennetaan 30mm diffuusiotiivis, ympäripontattu, alumiinipintainen polyuretaanilevy. Asennus edellyttää koko alakatto-rakenteen purkamisen.
- Ympäripontatut saumat tiivistetään alumiinipintaisella teipillä.
- Levyn asennuksessa kiinnitetään erityistä huomiota ulkoseinärakenteiden liittymäkohtiin, ja yläpohjan liittymisen betonirakenteeseen yläpohjaan.
- Kaikki läpiviennit ja liittymät tiivistetään matalavaahtoisella polyuretaanivaahdolla ja TKR-massalla

Vaihtoehdon etuna on pitkäikäinen ja hyvin tiivis yläpohjarakenne, joka estää tehokkaasti kosteuden siirtymisen eristetilaa. Heikkoutena on työläs toteutustapa ja loppuhinta.

Vaihtoehto 2

- Yläpohjan nykyinen alakattolevytys puretaan ja olemassa oleva höyrynsulkumuovi tiivistetään ilmatiiviiksi jatkoskohdista, liittymäalueilta ja läpivienneistä
- Yläpohjan vaikeasti korjattavat alueet tiivistetään TKR ruiskutuksella tai telauksella.
- Korjauksessa hyväksytään pistemäiset ja lievät ilmavuodot

Vaihtoehdon 2 etuna on vaihtoehtoa 1 alhaisempi hinta ja nopeampi asennustapa. Heikkoutena on epävarma lopputulos, koska rakenteeseen tulee jäämään ilmavuotokohtia ja kokonaisuutena höyrynsulku tulee jäämään selkeästi epätiivimmäksi kuin vaihtoehdossa 1. Onnistuminen on suurelta osin myös riippuvaista työntekijöiden huolellisuudesta.

Molemmissa korjausvaihtoehdoissa tiivistystöiden onnistuminen on varmistettava merkkiainekoikeilla ja tavoiteltava tiiviysluokka on 1.

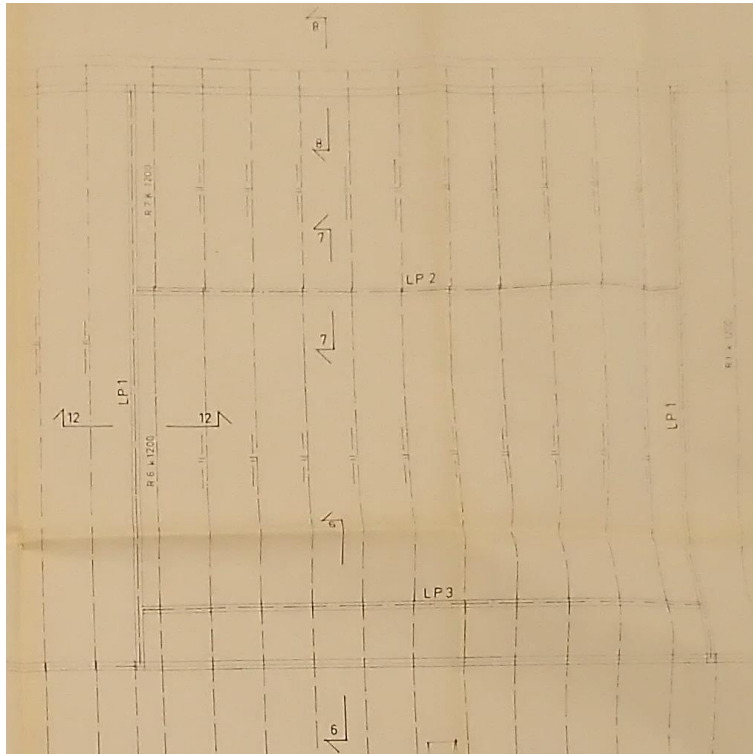
Tiivistyskorjaussuunnitelmien yhteydessä suositellaan seurantasuunnitelman laatimista, jossa ohjeistetaan merkkiainekokeiden suorittaminen määrävälein korjaustöiden valmistuttua osana laadunvarmistusta.

11. YLÄPOHJAN LIIMA- JA KERTOPUURAKENTEET

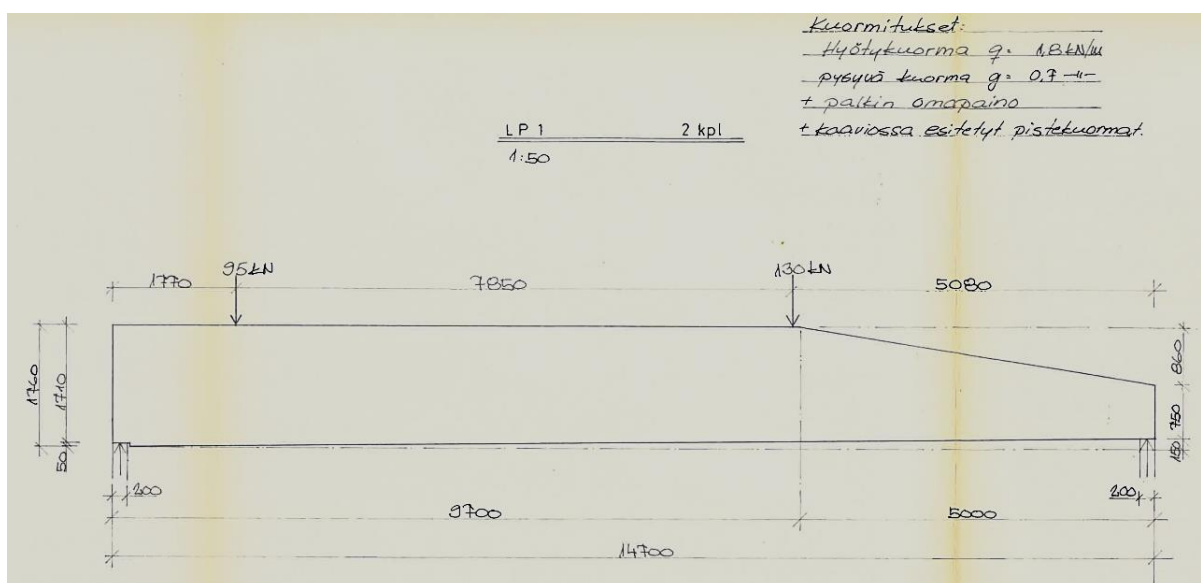
11.1 Liimapuupalkit alkuperäinen osa

Lähtötietojen tarkastelu

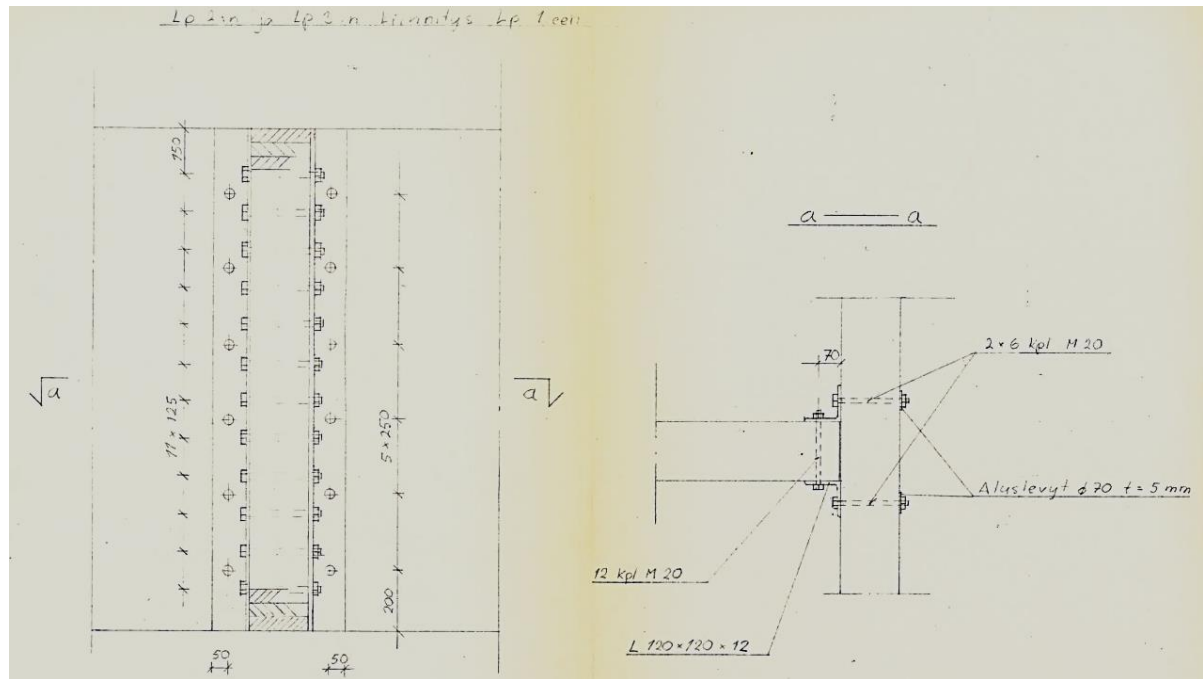
Lähtötietojen perusteella alkuperäinen, 1970-luvulla rakennettu yläpohja on uumapalkein kannateltu tasakatto. Rakenne on muutettu tasakatosta ristikkorakenteiseksi harjakatoksi 1980-luvulla. Lähtötietojen perusteella yläpohjaa on paikallisesti korotettu hyppytornin kohdalta erillisten liimapuukannattajilla LP1-LP3 avulla (kuva 11.1). Liimapuupalkeista lähtötietoina oli tasopiirustuksen lisäksi liimapuupalkkikaaviot kuormineen ja liitokset (kuvat 11.2 ja 11.3).



Kuva 11.1 Vesikatto tasopiirustus (Parkatti & Salonen Oy UNIPLAN, 26.1.1982)



Kuva 11.2 Liimapuupalkin LP1 kaavio (Parkatti & Salonen Oy UNIPLAN, 26.1.1982)



Kuva 11.3 LP2&3 liitos LP1 (Parkatti & Salonen Oy UNIPLAN, 12.5.1982)

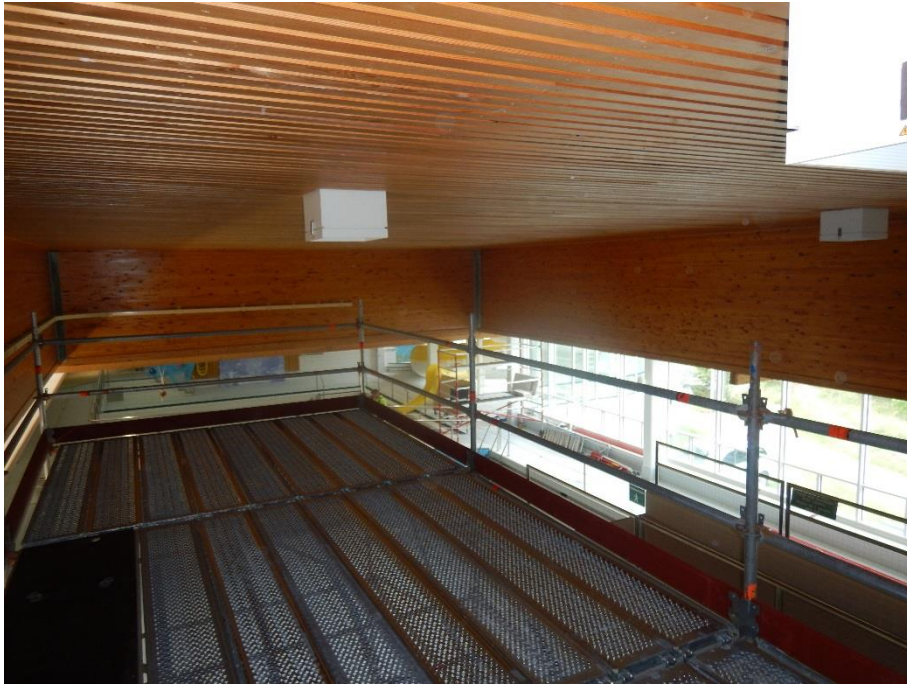
Laskennallinen tarkastelu

Liimapuupalkkien kantavuutta tarkasteltiin laskennallisesti kaavioissa annetuilla mitoilla ja kuormituksilla. Tarkastelun perusteella palkkien käyttöasteet ovat alle 60 %, lukuun ottamatta primääripalkkien LP1 matalaa päätä, jonka käyttöaste leikkauskestävyydelle on noin 105 % (kuva 11.8). Kyseisen palkin korkeus muuttuu palkin päässä ja leikkauskestävyys arvo ylittyy vain aivan palkin päässä. Käyttöasteen ylitys on pieni ja laskennassa käytettyjen kuormien ja materiaalien varmuuskertoimista johtuen palkin kantavuus on riittävä kuormituksille (lumikuorma 2,16 kN/m²).

Liimapuupalkkien kaavioiden perusteella palkkien liitokset toisiinsa olisi suunniteltu nivelliitoksiksi eli sekundääripalkit (LP2 ja LP3), pääsisivät kiertymään. Liimapuupalkkien LP2 ja LP3 liitokset primääripalkkeihin LP1 ovat toteutettu kulmateräksillä (2 kpl L120x120x12) ja pulteilla (12+12 kpl, M20). Kyseistä liitosta ei voida pitää täysin nivelellisenä, mutta ei täysin momenttijäykkänä. Sekundääripalkin pulttien reunaetäisyys yläosassa on 70 mm, mikä on hieman alhainen nykynormien mukaan (>80 mm). On todennäköistä, että liitoksessa syntyy liimapuupalkeille sisäisiä voimia, joita ei ole suunniteltu.

Aistinvaraiset havainnot

Liimapuupalkkien sisäpinnat ja liitokset tarkasteltiin telineeltä (kuva 11.4), mutta palkkien alapinnat oli listoitettu eikä niitä voitu havainnoida. Palkkien liitoskohdissa havaittiin vaakasuuntaisia halkeamia. Suurimmat halkeamat sijaitsivat palkin keskikohtaa hiukan alempana, pulttien kohdalla. Suurin primääripalkkien halkeama oli leveydeltään <10 mm ja pituudeltaan reilun metrin (kuva 11.5). Muuten suurimmat halkeamat olivat <5 mm ne kapenivat olemattomiksi noin puolen metrin matkalla (kuva 11.6). Näitä halkeamia oli sekä sekundääri että primääripalkeissa korkeintaan yksi per liitoskohta. Vastaavia, mutta pienempiä halkeamia (< 3 mm, < 300 mm) havaittiin lähes koko palkkien korkeudella. Liitoskohtia lukuun ottamatta palkeissa ei telineiltä havaittu merkittäviä halkeamia. Primääripalkin kyljessä havaittiin kosteus- ja ilmavuotojälkiä, mutta puukolla koestaen palkissa ei havaittu pehmeää (kuva 11.7).



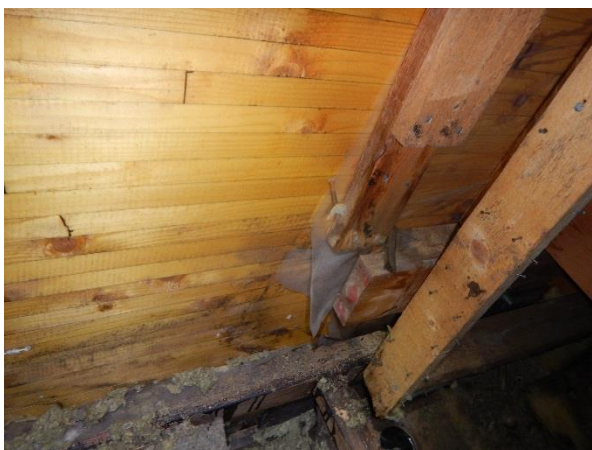
Kuva 11.4 Liimapuupalkit ja tutkimustelineet



Kuva 11.5. Primääripalkeissa havaittu suurin halkeama



Kuva 11.6. Sekundääripalkissa havaittu halkeama



Kuva 11.7 Primääripalkin kyljessä havaittiin il-mavuoto- ja kosteusjälkiä



Kuva 11.8 Primääripalkkien yläreuna (kor-keus) laskee ikkunaseinän tuelle päin

Johtopäätökset

Liimapuupalkit on asennettu kattorakenteen muutoksen yhteydessä 80-luvulla ja niillä on tarkoit-
tus saada huonekorkeutta hyppypaikan kohdalle. Palkkien mitta- ja kuormitustiedot sekä liitosten
suunnitelmat oli käytössä. Laskennallisen tarkastelun perusteella palkkien kapasiteetti on riittävä,
mutta ikkunaseinän tuen lähellä (palkin korkeus laskee) käyttöaste on hieman yli 100 % karkealla
tarkastelulla. Laskennassa on varmuuskertoimet mukana eikä käyttöasteen vähäinen ylittyminen
aiheuta toimenpiteitä, ellei palkeissa ole merkittäviä vaurioita tai kuormat kasva (esim. yläpohjan
lämmöneristyksen parantamisen johdosta).

Aistinvaraisesti palkeissa havaittiin lyhyitä vaakahalkeamia palkkien liitoskohdissa sekä primääri-
että sekundääripalkeissa. Lisäksi yläpohjaeristeiden kohdalla havaittiin vähäisiä ilmavuoto- ja kos-
teusjälkiä, jotka eivät ole merkittäviä. Palkkien liitos toisiinsa on toteutettu kulmaprofiileilla ja pul-
teilla. Liitos eroa palkkikaaviossa esitetystä pistemäisestä pystykuormasta siten, että se välittää
myös momenttia eli on jäykkä. Palkkien halkeamat ovat pulttien kohdalla ja suurimmillaan palk-
kien keskivaiheilla (korkeussuunnassa), mikä viittaa liitoksessa syntyviin sisäisiin, ei-suunniteltui-
hin, voimiin.

11.2 Liimapuupalkit ja kertopuuristikot laajennusosalla

Lähtötietojen tarkastelu

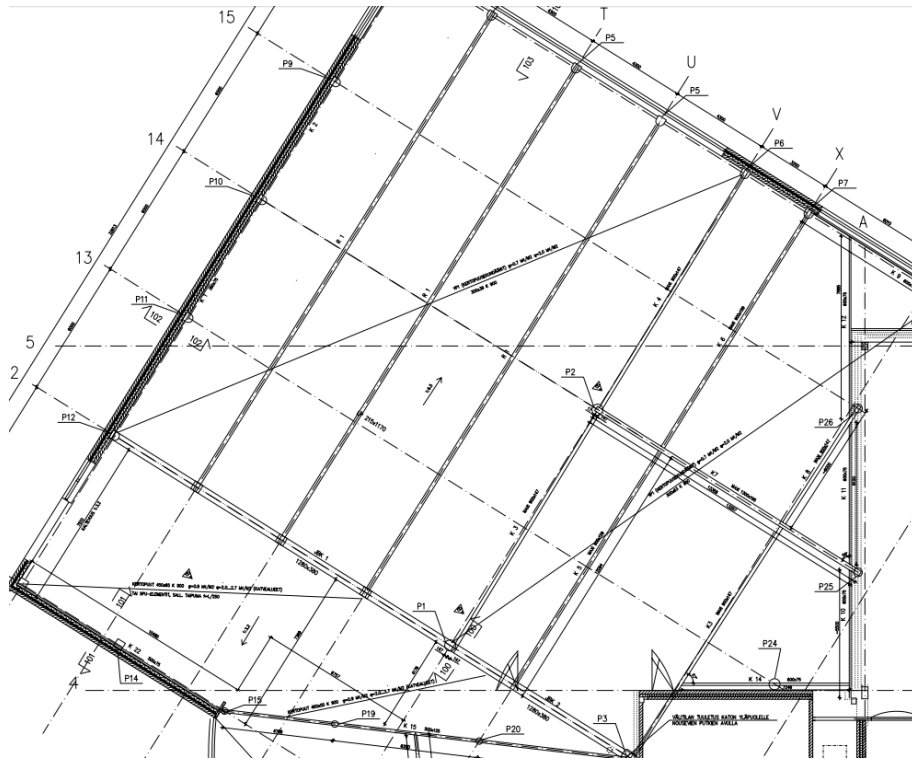
Laajennusosan allasosalla yläpohjan kantavana rakenteena on kertopuupalkit ja kuntouintialtaan
yläpuolella altaan suuntaisesti kertopuuiset maharistikot.

Sekundäärisenä rakenteena yläpohjassa on kertopuupalkit (39/63x300 k900). Ristikoista käytössä
oli mittapiirustukset, puu- ja teräsosien piirustukset sekä liitosten tiedot. Ristikon jänneväli on
24,3m, korkeus keskellä 2,8 m ja k-jako 4,3 m. Ristikoiden pulttiliitoksena tuilla on Ø12 mm tappi
(nivelliitos). Lumikuormaksi on suunnitelmissa esitetty 2,0kN/m² ja yläpohjarakenteen omaksi
painoksi 0,9 kN/ m². (Kuva 11.9)

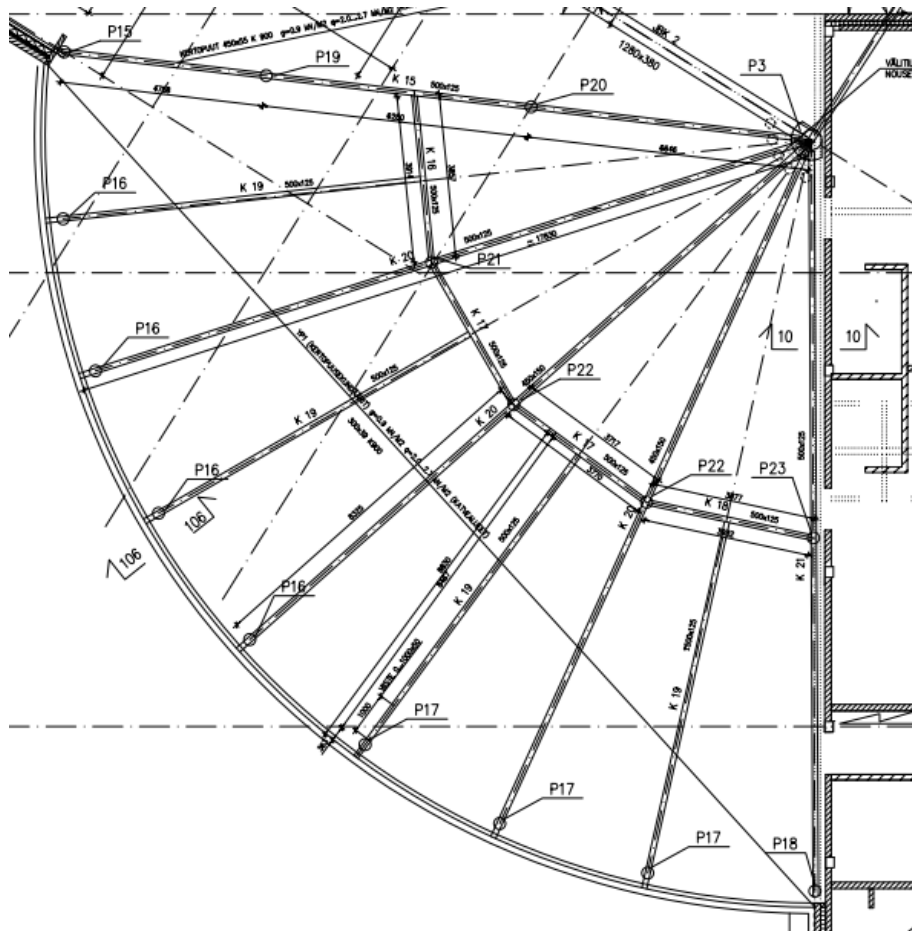
A-osalla keskialueella on kertopuuniskapalkki (MAXI) 1300x195 L=13,2 m ja siihen tukeutuu ker-
topuupalkit (MAXI) 900x159/147, L = 12,1 m. Lumikuormaksi on suunnitelmissa esitetty 2,0
kN/m² ja yläpohjarakenteen omaksi painoksi 0,9 kN/ m².

Kertopuupalkit B-osalla (terapia-altaan) päällä ovat 500x125, k-jako suurimmillaan noin 3,9 m
(kaareva muoto) ja jänneväli noin 8,5 m. Lumikuormaksi on suunnitelmissa esitetty 2,0...2,7
kN/m² ja yläpohjarakenteen omaksi painoksi 0,9 kN/ m². (Kuva 11.10)

Kertopuupalkkien liitospiirustuksia tai leikkauksia niiltä kohdin ei ollut käytössä.



Kuva 11.9 Kuntouintialtaan alueen kiertopuuristikot (A-osa 1. krs katto, HN-suunnittelu Oy, 5.9.1997)



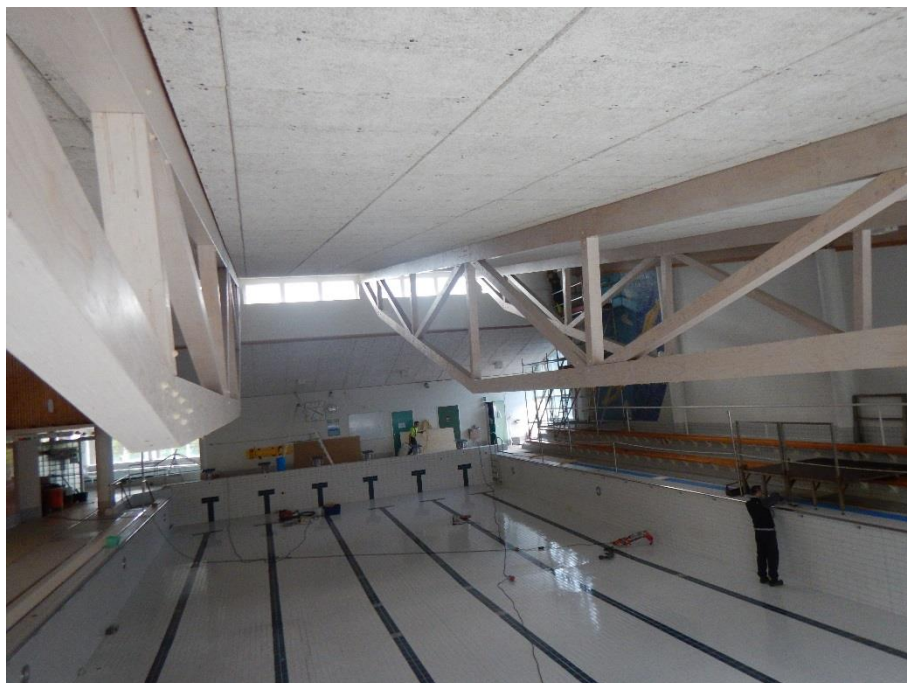
Kuva 11.10 Terapialtaan alueen kiertopuupalkit (A-osa 1. krs katto, HN-suunnittelu Oy, 14.7.1997)

Aistinvaraiset havainnot

Kertopuuristikot tukeutuvat matalasta päästä D-muotoisten betonipilarien päälle ja korkeasta päästä betonipalkin päällä olevien nostojen päälle (kuva 11.11).

Matalan pään liitokset tarkasteltiin tikkailta ja niissä lähes kaikissa havaittiin pilarin yläpään kiinnityslevyn ja pystylattateräksen hitsausaumassa ruostetta (kuva 11.12). Ruostetta havaittiin myös ulkoseinälinjan palkkien vastaavissa kohdissa (kuva 11.13). Ristikoiden yläpään liitosta tarkasteltiin telineeltä teleskooppivarsikameran kanssa ja liitoksissa havaittiin arviolta ruostetta ja kyseisen ristikon kyljessä havaittiin mahdollisen valuman aiheuttamaa värjäymää (kuva 11.14). Osassa liitoksista ruostetta oli vain "pinnalla" ja hitsisauman maalipinta oli ehjä, mutta osassa hitsisauma, kiinnityslevy ja lattateräs/U-profiili olivat ruostuneet.

Altaan keskellä olevan ristikon alapaarteessa havaittiin muutaman metrin matkalla nirhaumia (kuva 11.15). Ristikoiden puuosat ja liitokset tarkasteltiin altaan pohjalta teleskooppikameralla yläpään viimeistä kolmannesta lukuun ottamatta. Ristikoiden puuosissa tai niiden liitoksissa ei havaittu vaurioita.



Kuva 11.11 Yleiskuva kertopuuristikoista



Kuva 11.12. Ristikoiden matalan pään liitoksessa ruostetta



Kuva 11.13. Tuulipilarin ja palkin liitoksessa ruostetta



Kuva 11.14. Ristikon yläpään liitos ja vuotojälki ristikossa



Kuva 11.15. Nirhaumia alapaarteessa

Terapia-altaan alueen kertopuupalkit tukeutuvat pääosin pyöreiden betonipilareiden päälle (kuva 11.6). Liitokset ja palkit tarkasteltiin tikkailta tai teleskooppikameralla. Pilarien yläpäässä on kiinnityslevy, johon teräslatat on hitsattu ja muutamissa näistä havaittiin vastaavia vaurioita kuin ristikoiden liitoksissa (kuva 11.17). Useamman palkin tukeutuessa samaan pilariin tai palkkien toisiinsa on se toteutettu palkkikenkä teräsosilla, joissa ei havaittu vaurioita. Palkeissa havaittiin jonkin verran yksittäisiä, kapeita ($<0,15$ mm) muutaman kymmenen sentin mittaisia vaakahalkeamia (kuva 11.18).



Kuva 11.16 Yleiskuva kertopuupalkkien liitoksista



Kuva 11.17. Ruostetta palkin liitoksessa (lastut yläpohjan rakenneavauksesta tippuneita)



Kuva 11.18. Kapeita ja lyhyitä vaakahalkkeamia palkin kyljessä

Keskialueella on rima-alakatto eikä yläpohja rakenteita voitu tarkastella kuin lasten altaan läheltä tehdystä rakenneavauksesta. Yläpohjassa havaittiin maxi-niskapalkki ja siihen palkkikengällä liitetyvä maxi-kertopuupalkki (kuva 11.19). Havaintojen perusteella rakenne on suunnitelmien mukainen eikä vaurioita havaittu.



Kuva 11.19 Yleiskuva kertopuupalkkien liitoksista

Johtopäätökset

Havaintojen perusteella rakenteet vastaavat suunnitelmia eikä vakavia vaurioita havaittu. Yhdessä kertopuuristikossa havaittu nirhauma on arviolta syntynyt köydestä/liaanista tai muusta välineestä.

Kertopuuristikoiden ja -palkkien pilariliitosten ruostejäljistä vain osassa teräsosat tai hitsisaumat olivat ruostuneet. Havainnot viittaavat, että työmaalla tehtyjen hitsausten (teräsosien asennusajaiset muutokset/sovitukset) jälkeen liitososa ei ole puhdistettu eikä korroosiosuojattu.

Tutkimusten havaintojen tai karkean, esisuunnittelu tasaisen, mitoituksen perusteella ei havaittu tarvetta tarkempaan laskennalliseen tarkasteluun laajennusosan yläpohjarakenteiden osalta.

12. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Johtopäätökset tutkimusten havainnoista, mittaus- ja analyysituloksista ovat esitetty kunkin luvun lopussa. Toimenpide-ehdotukset on laadittu tulevaa peruskorjausta ajatellen. Mahdolliset peruskorjausta ennen (välittömät) tehtäväksi suositellut toimenpiteet ja suositellut lisätutkimukset on esitetty erikseen.

12.1 Kuntouintiallas

Kuntouintialtaassa ei havaittu vakavia vaurioita ja kunnoltaan se on pääosin hyvä, lukuun ottamatta laattoja ja vuotavia saumoja ja liitoksia. Allasta ei ole vedeneristetty ja altaan betonin kuntoa heikentää alkali-kiviainesreaktiosta johtuva säröily. Vaurioitumisen hidastamiseksi/pysäyttämiseksi ja altaan käyttöä pidentämiseksi suositellaan rakenteiden vedeneristämistä.

Ei välittömiä toimenpide-ehdotuksia.

Peruskorjauksessa tehtävät korjaustoimenpiteet:

- Altaan sisäpuoli ja vedenpinnan yläpuoliset osat
 - o Klinkkerilaatoituksen ja kiinnityslaastin poisto kauttaaltaan
 - o Loiskekourun kallistusvalun poistaminen
 - o Mahdollisten paljastuneiden korroosiovaurioituneiden terästen esiinpiikkaus, korroosiosuojaus ja laastipaikkaus (portaot, allasvarusteet)
 - o Mahdollisten esiin tulleiden halkeamien (>0,30 mm) avarrus ja injektointi
 - o Rakenteiden vedeneristys betonin alkavan alkalikiviainesreaktion hidastamiseksi
 - o Uusi kiinnityslaasti ja laatoitus
- Välipohjat
 - o Laatoituksen ja kiinnityslaastin poisto kauttaaltaan
 - o Välipohjan ja altaan reunan liitoskohdan tiivistyksen uusiminen
 - o Välipohjan liikuntasaumojen tiivistyksen uusiminen
 - o Halkeamien (>0,30 mm) injektointi ylä- ja alapuolelta
 - o Rakenteen vedeneristys
 - o Uusi kiinnityslaasti ja laatoitus

Ei lisätutkimustarpeita.

Altaat ovat vedeneristämättömiä ja betonissa on alkali-silikareaktiosta johtuvaa säröilyä, mikä heikentää betonin kuntoa, mutta ei vielä vakavasti, sillä betonin vetolujuudet olivat hyvällä tasolla. Jatkossa reaktio todennäköisesti jatkuu, jos olosuhteet ovat vastaavat, ja vaurioituminen muuttuu merkittävämmäksi. Vaurioitumista voidaan hidastaa/pysäyttää vedeneristämällä allas, mikä muuttaisi betoni rasitusolosuhteita.

12.2 Toiminta-allas

Toiminta-allas on vedenpinnan yläpuolisia rakenteita lukuun ottamatta alkuperäinen rakenne ja sen kunto eroaa muista altaista. Allasta ei ole vedeneristetty ja altaan betonin kuntoa heikentää alkali-kiviainesreaktiosta johtuva säröily. Vaurioitumisen hidastamiseksi/pysäyttämiseksi ja altaan käyttöä pidentämiseksi suositellaan rakenteiden vedeneristämistä. Altaiden betonin vaurioituminen ei ole tutkimuksessa otettujen näytteiden perusteella vakavaa rakenteen kantavuuden kannalta. On kuitenkin mahdollista, että altaan syvässä osassa betonia joudutaan poistamaan pinna riittävän lujan korjaus-/vedeneristysalustan saavuttamiseksi.

Altaan ulkopuolella konsoli ja seinärakenteissa on vakavia korroosiovaurioita, jotka ovat aiheuttaneet betonin lohkeilua. Vauriot tulee korjata valukorjauksina ja vaurioituneet raudoitteet uusiksi. Vaurio- ja vuotokohdissa tulee myös poistaa kloridipitoinen betoni ja suojata raudoitteet.

Ei välittömiä toimenpide-ehdotuksia, mutta korjausten pitkittäminen vaikeuttaa ja laajentaa korjausta.

Peruskorjauksessa tehtävät korjaustoimenpiteet:

- Altaan sisäpuoli ja vedenpinnan yläpuoliset osat
 - o Klinkkerilaatoituksen ja kiinnityslaastin poisto kauttaaltaan
 - o Alapohjan pintavalun poisto
 - o Kaivojen kohtien piikkaus (kloridipitoisen betonin poisto) ja uusien tiiviiden läpivientien tekeminen
 - o Mahdollisten paljastuneiden korroosioaurioituneiden terästen esiinpiikkaus, korroosiosuojaus ja laastipaikkaus (allasvarusteiden kiinnityskohdat, syvä pääty)
 - o Mahdollisten esiin tulleiden halkeamien (>0,30 mm) avarrus ja injektointi
 - o Rakenteiden vedeneristys betonin alkavan alkalikiviainesreaktion hidastamiseksi
 - o Uusi kiinnityslaasti ja laatoitus
- Altaan ulkopuolen seinä ja reunakonsoli
 - o Välipohjan väliaikainen tuenta reunakonsolin vauriokohdissa
 - o Reunakonsolin ja seinien vaurio- ja vuotokohtien (vesi)piikkaus vaurioiden paljastamiseksi ja kloridipitoisen betonin poistamiseksi
 - o Vaurioituneiden raudoitteiden poistaminen ja uusiminen (tartuntapituudet)
 - o Mahdollisten esiin tulleiden halkeamien (>0,30 mm) avarrus ja injektointi
 - o Paljastettujen ja uusien raudoitteiden korroosiosuojaus
 - o Kaikkien pintojen huolellinen hiekkapuhallus tai vesipiikkaus ja oikaisu sementtilaastilla
- Välipohja
 - o Laatoituksen ja kiinnityslaastin poisto kauttaaltaan
 - o Välipohjan ja altaan reunan liitoskohdan tiivistyksen uusiminen
 - o Halkeamien (>0,30 mm) injektointi ylä- ja alapuolelta
 - o Rakenteen vedeneristys
 - o Uusi kiinnityslaasti ja laatoitus

Ei lisätutkimustarpeita, mutta korjausalueen laajuuden muuttumiseen purkuvaiheessa tulee varautua.

12.3 Opetusallas

Opetusallas on rakennettu vanhan altaan päälle valamalla alapohjan päälle seinämät ja liitto-laatta-alapohja sekä valamalla uusi betonikerros seinärakenteen sisäpuolelle. Vanha allas on ollut ennen yhtenäinen toiminta-altaan kanssa (matala pää) ja ulkopuolen seinissä ja reunakonsoleissa on vastaavia vaurioita kuin toiminta-altaassa. Altaat on erotettu kulkusillan betoniseinillä.

Muuten opetusaltaassa ei havaittu vakavia vaurioita ja kunnoltaan se on pääosin hyvä, lukuun ottamatta laattoja ja vuotavia saumoja ja liitoksia. Allasta ei ole vedeneristetty ja altaan betonin kuntoa heikentää alkali-kiviainesreaktiosta johtuva säröily. Vaurioitumisen hidastamiseksi/pysäyttämiseksi ja altaan käyttöä pidentämiseksi suositellaan rakenteiden vedeneristämistä.

Ei välittömiä toimenpide-ehdotuksia.

Peruskorjauksessa tehtävät korjaustoimenpiteet:

- Altaan sisäpuoli ja vedenpinnan yläpuoliset osat
 - o Klinkkerilaatoituksen ja kiinnityslaastin poisto kauttaaltaan
 - o Mahdollisten paljastuneiden korroosioaurioituneiden terästen esiinpiikkaus, korroosiosuojaus ja laastipaikkaus (portaot, allasvarusteet)
 - o Mahdollisten esiin tulleiden halkeamien (>0,30 mm) avarrus ja injektointi
 - o Rakenteiden vedeneristys betonin alkavan alkalikiviainesreaktion hidastamiseksi
 - o Uusi kiinnityslaasti ja laatoitus
- Välipohjat ja silta
 - o Laatoituksen ja kiinnityslaastin poisto kauttaaltaan
 - o Välipohjan ja altaan reunan liitoskohdan tiivistyksen uusiminen
 - o Välipohjan liikuntasaumojen tiivistyksen uusiminen

- Halkeamien (>0,30 mm) injektointi ylä- ja alapuolelta
- Rakenteen vedeneristys
- Uusi kiinnityslaasti ja laatoitus
- Altaan ulkopuolen seinä ja reunakonsoli
 - Kuten toiminta-altaassa, mutta seinien (ei konsolien) vaurioituneiden raudoitteiden uusimistarvetta voi arvioida suunnitteluvaiheessa, koska altaan kuormat pienentyneet ja rakenne vahvistunut.

Ei lisätutkimustarpeita.

12.4 Terapia-allas

Terapia-altaassa ei havaittu vakavia vaurioita ja kunnoltaan se on pääosin hyvä, lukuun ottamatta laattoja ja vuotavia saumoja, liitoksia ja hierontasuuttimia. Allasta ei ole vedeneristetty ja altaan betonin kuntoa heikentää alkali-kiviainesreaktiosta johtuva säröily. Vaurioitumisen hidastamiseksi/pysäyttämiseksi ja altaan käyttöä pidentämiseksi suositellaan rakenteiden vedeneristämistä.

Välittömänä korjausehdotuksena välipohjan vuotokohdan alapuolisen seinän tarkistaminen mahdollisesti tippumassa olevien betonikappaleiden varalta.

Peruskorjauksessa tehtävät korjaustoimenpiteet:

- Altaan sisäpuoli ja vedenpinnan yläpuoliset osat
 - Klinkkerilaatoituksen ja kiinnityslaastin poisto kauttaaltaan
 - Mahdollisten paljastuneiden korroosiovaurioituneiden terästen esiinpiikkaus, korroosiosuojaus ja laastipaikkaus (portaat, allasvarusteet)
 - Mahdollisten esiin tulleiden halkeamien (>0,30 mm) avarrus ja injektointi
 - Rakenteiden vedeneristys betonin alkavan alkalikiviainesreaktion hidastamiseksi
 - Uusi kiinnityslaasti ja laatoitus
- Välipohja ja ulkopuoli
 - Laatoituksen ja kiinnityslaastin poisto kauttaaltaan
 - Välipohjan ja altaan reunan liitoskohdan tiivistyksen uusiminen
 - Hierontasuuttimien läpivientien uusiminen tiiviinä
 - Välipohjan liikuntasauvojen tiivistyksen uusiminen
 - Halkeamien (>0,30 mm) injektointi ylä- ja alapuolelta
 - Rakenteen vedeneristys
 - Uusi kiinnityslaasti ja laatoitus

Ei lisätutkimustarpeita.

12.5 Lastenallas

Lastenaltaassa ei havaittu vakavia vaurioita ja kunnoltaan se on pääosin hyvä. Allasta ei ole vedeneristetty ja altaan betonin kuntoa heikentää alkali-kiviainesreaktiosta johtuva säröily. Vaurioitumisen hidastamiseksi/pysäyttämiseksi ja altaan käyttöä pidentämiseksi suositellaan rakenteiden vedeneristämistä. Ottaen huomioon altaan pienen koon ja vähäiset rakenteet, on vedeneristyksen pois jättämisellekin perusteita. Rakenteiden peruskorjaus toimenpiteet, kuten laajennuksen muisakin altaissa.

Ei välittömiä toimenpide-ehdotuksia tai jatkotutkimustarpeita.

12.6 Muut altaat

Porealtaan ja liukumäkialtaan toimenpidesuositukset ovat vastaavat kuin muissakin laajennuksen altaissa. Porealtaassa on paljon suuttimia ja muuta allastekniikka, ja niiden läpivientien uusiminen tiiviinä hankaloittaa korjausta. Liukumäkialtaassa tulee ottaa huomioon liukumäen kiinnitys.

12.7 Pilarit roiskevesialueella

Pilareissa ei havaittu merkittäviä vaurioita ja raudoitteet ovat kohtuullisen syvällä, lukuun ottamatta alkuperäisen osan hakaraudoitteita. Karbonatisoituminen ei ole edennyt, lukuun ottamatta terapia-altaan viereistä pilaria. Betonin pinnassa havaittiin raja-arvon ylärajan suuruisia kloridipitoisuuksia, mutta näytteiden perusteella kloridit eivät ole tunkeutuneet syvälle betoniin.

Peruskorjauksessa tehtävät toimenpiteet:

Allastilan pilarit vedeneristetään alaosistaan (2-3 m korkeuteen), jotta kloridien tunkeutuminen betoniin jatkossa estyy. Vedeneristuksen suojaamista laatoituksella suositellaan.

Ei välittömiä toimenpide-ehdotuksia tai jatkotutkimustarpeita.

12.8 Yläpohjan tiiveys

Yläpohjassa havaittujen ilmatiiveyspuutteiden vuoksi rakenneosaan suositellaan alla lueteltuja toimia.

Vaihtoehto 1 (ensisijainen korjausvaihtoehto)

- Yläpohjan nykyinen höyrynsulkumuovi poistetaan ja tilalle asennetaan 30mm diffuusiotiivis, ympäripontattu, alumiinipintainen polyuretaanilevy. Asennus edellyttää koko alakattorakenteen purkamisen.
- Ympäripontatut saumat tiivistetään alumiinipintaisella teipillä.
- Levyn asennuksessa kiinnitetään erityistä huomiota ulkoseinärakenteiden liittymäkohtiin, ja yläpohjan liittymisen betonirakenteeseen yläpohjaan.
- Kaikki läpiviennit ja liittymät tiivistetään matalavaahtoisella polyuretaanivaahdolla ja TKR-massalla

Vaihtoehdon etuna on pitkäikäinen ja hyvin tiivis yläpohjarakenne, joka estää tehokkaasti kosteuden siirtymisen eristetilaan. Heikkoutena on työläs toteutustapa ja loppuhinta.

Vaihtoehto 2

- Yläpohjan nykyinen alakattolevytys puretaan ja olemassa oleva höyrynsulkumuovi tiivistetään ilmatiiviiksi jatkoskohdista, liittymäalueilta ja läpivienneistä
- Yläpohjan vaikeasti korjattavat alueet tiivistetään TKR ruiskutuksella tai telauksella.
- Korjauksessa hyväksytään pistemäiset ja lievät ilmapuodot

Vaihtoehdon 2 etuna on vaihtoehtoa 1 alhaisempi hinta ja nopeampi asennustapa. Heikkoutena on epävarma lopputulos, koska rakenteeseen tulee jäämään ilmapuotokohtia ja kokonaisuutena höyrynsulku tulee jäämään selkeästi epätiivimmäksi kuin vaihtoehdossa 1. Onnistuminen on suurelta osin myös riippuvaista työntekijöiden huolellisuudesta.

Molemmissa korjausvaihtoehdoissa tiivistystöiden onnistuminen on varmistettava merkkiainekoilla ja tavoiteltava tiiviysluokka on 1.

Tiivistyskorjaussuunnitelmien yhteydessä suositellaan seurantasuunnitelman laatimista, jossa ohjeistetaan merkkiainekokeiden suorittaminen määrävälein korjaustöiden valmistuttua osana laadunvarmistusta.

12.9 Liima- ja kertopuurakenteet

Toiminta-altaan yläpuolisissa liimapuupalkeissa havaittiin vaakahalkeamia primääri- ja sekundäripalkeissa palkkien keskinäisissä liitoskohdissa. Suurimmat halkeamat havaittiin palkin korkeuden keskivaiheilla ja halkeamat sijaitsevat pääosin kiinnityspulttien kohdalla. Laskennallisen

tarkastelun perusteella palkkien kestävyys on riittävä. Palkkien keskinäisen liitoksen toteutus aiheuttaa liitoskohtaan voimia, joita palkkien suunnittelussa ei ehkä ole otettu huomioon.

Liimapuupalkeissa havaitut halkeamavauriot eivät ole arviolta kriittisiä ja välittömäksi toimenpiteeksi suositellaan halkeamaleveyksien ja -pituuksien seurantaa esim. venymäliuskoilla tai merkinnöillä + mittaviivaimilla. Yläpohjan korjausten yhteydessä (lumikuorma voi kasvaa) suositellaan palkkien korjausta seuraavasti:

Liitosten toimivuutta tulisi arvioida laskennallisesti korjaussuunnittelun yhteydessä. Korjausehdotukset ovat riippuvaisia ulkonäkö tavoitteista altaaseen päin. Suositeltu korjaustapa on sekundääripalkkien väliaikainen tuenta, palkkien vahvistus vanerilla molemmilta puolilta liitoskohdista ja liitosten muuttaminen yläreunasta ripustetuksi. Palkeille tulevan kuorman vähentäminen on myös suositeltu vaihtoehtoinen tai lisätoimenpide

Kertopuupalkeissa tai -ristikoissa ei havaittu vakavia vaurioita, mutta palkkien ja pilarien liitosten teräsosissa havaittiin korroosiota ja irtonaista ruostetta. Havaintojen perusteella asennusaikaisia liitososien muokkauksia ei ole korroosionsuojattu tai puhdistettu huolellisesti. Peruskorjauksen yhteydessä suositellaan puhdistettavaksi/maalattavaksi kaikki likaiset/vaurioituneet liitosten teräosat. Tarvittaessa vaurioituneet osat tulee uusia.

Kertopuuristikon alapaarteessa havaittiin nirhaumia, jotka ovat arviolta syntyneet välineiden ripustuksesta. Vaurioituneet kohdat suositellaan hiottavaksi ja pintakäsiteltäväksi peruskorjauksessa.