

SUOMEN BETONIIYHDISTYS

**TILAAJAN OHJE:
UIMA-ALLASTILOJEN
BETONIRAKENTEIDEN
KUNTOTUTKIMUS 2025**



Julkaisija: Suomen Betoniyhdistys ry
PL 381 (Eteläranta 10) 00131 Helsinki
Puh. 09 12991
www.betoniyhdistys.fi

Kustantaja: BY-Koulutus Oy
PL 381 (Eteläranta 10) 00131 Helsinki
Puh. 09 12991
www.betoniyhdistys.fi

Ulkoasu ja taitto: Antero Airos
Kansi: Maritta Koivisto

Copyright: Suomen Betoniyhdistys ry

1. painos, 2025
ISBN 978-952-7314-53-1 (e-kirja)
ISSN 0358-5239
Tekniset ohjeet

Suomen Betoniyhdistys ry (by) on riippumaton, betonin oikeaa käyttöä edistävä teknistieteellinen yhdistys. Yhdistyksen jäsenkunta edustaa laajasti betonirakentamisen eri osapuolia. Yhdistys järjestää jäsentilaisuuksia, julkaisee teknisiä ohjeita, toteaa betonialan henkilöpätevyyksiä, järjestää koulutusta, käynnistää ja ohjaa kehitysprojekteja sekä konsultoi viranomaisia. Betoniyhdistys kerää teknisiä ohjeita valmisteleviin työryhmiin kaikki asiasta kiinnostuneet tahot, joiden on päästävä yhteisymmärrykseen ohjeiden sisällöstä. Ohjeet on tarkoitettu päteville henkilöille, jotka pystyvät soveltamaan tässä julkaisussa annettuja ohjeita ja ymmärtämään ohjeisiin liittyvät rajoitukset sekä ottamaan vastuun niiden soveltamisesta omassa työssään. Vaikka valmistelutyöhön on osallistunut maamme paras tekninen asiantuntemus, ei Betoniyhdistys eivätkä sen jäsenet tai valmistelutyöhön osallistuneet henkilöt ota vastuuta tässä julkaisussa annetuista ohjeista.

ALKUSANAT

Suomessa on satoja valtaosin kaupunkien ja kuntien omistamia uimahalleja sekä kymmeniä kylpylöitä. Näiden lisäksi on lukuisia hotellien, taloyhtiöiden tai muiden laitosten uima-allastiloja. Monet Suomen uimahalleista on rakennettu ennen 1980-lukua, mikä korostaa säännöllisten kuntotutkimusten ja peruskorjausten merkitystä näiden tilojen turvallisuuden ja toimivuuden varmistamiseksi.

Uima-allastilojen kuntotutkimukset ovat olennainen osa kiinteistöjen kunnossapitoa sekä käytön ja turvallisuuden varmistamista. Uima-allastilat ovat teknisesti ja rakenteellisesti vaativia betonirakenteita, koska niissä yhdistyvät jatkuva kosteusrasitus, vedenkäsittelykemikaalit, korkea käyttöaste sekä tiukat turvallisuus- ja hygieniavaatimukset. Uima-allastilojen betonirakenteiden kuntotutkimus vaatii korjausrakentamiseen liittyvää erityisosaamista. Myös sen tilaaminen vaatii asiantuntemusta, jotta lopputulos on tilaajan etujen mukainen.

Tämä *Tilaajan ohje* on laadittu omistajan näkökulmasta kiinteistönpidon ja korjaussuunnittelun tueksi. Ohjeen kirjoittajina ovat toimineet dosentti, tekniikan tohtori Jukka Lahdensivu ja tekniikan tohtori Johanna Tikkanen. Ohjeen kirjoitusta on kommentoinut ohjausryhmä, johon ovat kuuluneet Jyrki Jalli, Risto Kettunen, Jaakko Koskinen, Pasi-Pekka Kotakartano, Kari Lehtola, Jukka Maja, Maija-Kaisa Ojala, Timo Raiski sekä Maarit Tiihonen.

Helsingissä, huhtikuussa 2025

SUOMEN BETONIIYHDISTYS RY

Jukka Lahdensivu
Puheenjohtaja

Mirva Vuori
Toimitusjohtaja

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	3
1 YLEISTÄ	5
2 TILAAJAN TEHTÄVÄT	6
2.1 Tavoitteiden asettaminen	6
2.2 Aikataulun laatiminen	6
2.3 Aineiston kokoaminen	7
2.4 Tarjouspyynnön laatiminen	7
2.5 Tarjousten vertailu	8
2.6 Neuvottelu/selonotto	8
3 KUNTOTUTKIMUKSEN VAIHEET	10
4 TUTKIMUSSUUNNITELMA	11
5 TUTKITTAVIA BETONIRAKENTEITA	13
5.1 Vauriomekanismit ja niiden tutkiminen	14
5.1.1 Altaiden vuodot ja halkeamat	14
5.1.2 Raudotteiden korroosio	14
5.1.3 Betonin alkali-kiviainesreaktio	15
5.1.4 Betonin pakkasrapautuminen	16
5.1.5 Betonin puristuslujuus	16
5.1.6 Pintarakenteet	16
6 TILAAJAN MUISTILISTA	17

1 YLEISTÄ

Uima-allastiloilla tarkoitetaan tässä ohjeessa itse uima-altaiden lisäksi muita uimahallien kosteusrasitettuja tiloja, kuten altaiden roiskevesialueita, hyppytorneja ja tasausaltaita. Näistä monet ovat tyypillisesti kantavia betonirakenteita. Tässä tilaajan ohjeessa käydään läpi tilaajan tehtävät kuntotutkimuksen eri vaiheissa sekä kuntotutkimuksen pääpiirteiset tavoitteet ja sisältö. Lisäksi ohjeessa esitetään tiiviisti uima-allastilojen betonirakenteiden kuntotutkimuksen tilaamiseen ja sisältöön vaikuttavia tekijöitä sekä käsitellään kuntotutkimuksessa yleisesti tarkasteltavat rakenteet ja vauriomekanismit ja niiden yleisesti käytössä olevat tutkimusmenetelmät.

Ohje soveltuu käytettäväksi kaiken ikäisille uima-allastilojen betonirakenteille. Tässä ohjeessa ei ohjeisteta muiden kosteusrasitettujen betonisten rakenteiden, kuten esimerkiksi vesitornien ja patojen tai muiden kuin betonirakenteiden, kuntotutkimuksen tilaamista.

Kuntotutkimuksella tarkoitetaan rakennusosan tai rakennusosakokonaisuuden kunnan ja toimivuuden sekä korjaustarpeen selvittämistä systemaattisesti eri vauriotapojen suhteen käyttäen erilaisia tutkimusmenetelmiä. Kuntotutkimusten peruseräteenä on, että tutkimuksella selvitetään kaikkien potentiaalisten vaurioiden mahdollinen olemassaolo, laajuus, sijainti ja vaurioaste sekä vaikutukset ja eteneminen tutkittavassa rakenteessa. Tämän takia kuntotutkimuksen tekijän on tunnettava toisaalta tutkittavat rakenteet ja toisaalta niissä mahdollisesti esiintyvät vauriotavat ja toimivuuspuutteet. Kuntotutkimuksen perusteella tehdään päätös rakenteille tehtävistä korjauksista ja huoltotoimenpiteistä. Uima-altaiden betonirakenteet sekä niihin oleellisesti liittyvät allastasot, pilarit ja palkit ovat kantavia rakenteita, joten niiden kunnan tutkimiseen liittyy yleensä myös rakenteellisen toimivuuden ja turvallisuuden selvittäminen.

2 TILAAJAN TEHTÄVÄT

2.1 TAVOITTEIDEN ASETTAMINEN

Tavoitteiden asettaminen on keskeisin asia tarjouspyyntöä laadittaessa, koska se määrittää pitkälti kuntotutkimuksen sisällön ja tutkimuksen laajuuden. Vanhoista rakenteista tarvitaan erilaista tietoa rakenteiden peruskorjausta ja mahdollisia muutoksia varten kuin jos tavoitteena on vaurioituneiden rakenteiden paikallinen korjaaminen tai uima-altaiden ja niihin liittyvien rakenteiden kunnossapidon suunnittelu. *Tilaajan tulee tarjouspyynnössä tuoda selkeästi ilmi, millaista tarkkuutta kuntotutkimuksella tavoitellaan.* Kuntotutkimuksen tavoitteet tulee kertoa selvästi tarjouspyynnössä.

2.2 AIKATAULUN LAATIMINEN

Kuntotutkimuksen tekemiseen tulee varata riittävästi aikaa. Kohteessa tehtävät tutkimukset vievät kohteen koosta riippuen 1...5 päivää. Kenttätutkimuksissa irrotettujen näytteiden tutkimuksiin kuluu 1...2 kuukautta ja tulosten analysointiin sekä raportointiin muutamia viikkoja. Aikataulussa tulee ottaa huomioon altainen käyttö, mahdolliset huoltokatkot sekä altainen tyhjentämiseen kuluva aika. Isojen altainen tyhjennykseen, näytteenottokohtien paikkaukseen ja uudelleen täyttämiseen kuluu yleensä vähintään neljä viikkoa. Tutkimuksiin ja tulosten raportointiin kuluva aikaa on arvioitu kuvaan 1.

Tilaaja	Kuntotutkija
Aineiston kokoaminen Aikataulun laatiminen Tarjouspyynnön lähettäminen Tarjousten vertailu	
Kuntotutkimussopimuksen laatiminen	
Tutkimuksista sopiminen käyttäjä-organisaation kanssa	Silmämääräinen tarkastelu kohteessa altaat täynnä 1...2 pv
Altainen tyhjennys noin 2 vk	
	Kenttätutkimukset 1...5 pv
Tutkimuskohtien paikkaus ja kuivuminen väh. 2 vk	
	Näytteiden laboratoriotutkimukset 4...6 vk
	Tulosten analysointi ja raportointi 1...2 vk
	Raportin esittely tilaajalle

Kuva 1. Kuntotutkimuksen periaatteellinen aikajana.

2.3 AINEISTON KOKOAMINEN

Kuntotutkimusta varten tarvitaan kattava suunnitelma-asiakirja-aineisto. Tarjouspyyntöä laadittaessa tilaajan tulee perehtyä saatavilla olevaan aineistoon sillä tarkkuudella, että pystyy tarjouspyynnössä sen kuvailemaan tai kertomaan, mistä aineisto on saatavissa.

Vanhemmissa uimahalleissa on voitu tehdä jo aiemmin erilaisia kuntoarvioita tai -tutkimuksia. Näiden tutkimusraportit ovat arvokkaita lähtötietoaineistoja. Vastavasti rakennuksen korjaus- ja huoltohistoria kertovat systemaattisesta huollosta tai sen puutteesta sekä edellä mainituissa tutkimusraporteissa suositeltujen huolto- ja korjaustoimien toteuttamisesta.

Edellä mainittua aineistoa ei ole välttämätöntä liittää tarjouspyyntöön, mutta tarjouspyynnössä tulee käydä ilmi näiden aineistojen saatavuus ja se, kuuluuko aineiston hankinta tilaajalle vai kuntotutkijalle.

2.4 TARJOUSPYYNNÖN LAATIMINEN

Tilaajan laatii arviointiperusteet, joilla se arvioi tarjouksia. Arviointiperusteita voivat hinnan lisäksi olla kuntotutkijan koulutus, osaaminen ja kokemus vastaavista tehtävistä esimerkiksi seuraavasti:

- Kuntotutkijalta vaadittavan koulutuksen tulee sisältää rakennetekniikan, rakenteiden vauriomekanismien sekä korjausrakentamisen opintoja.
- Uimahallin betonirakenteiden kuntotutkimus on kantavien rakenteiden tutkimista, joka eroaa oleellisesti esimerkiksi rapattujen julkisivujen tutkimisesta. Kuntotutkijalla on oltava kokemusta kosteusrasitettujen kantavien betonirakenteiden tutkimisesta.
- Kuntotutkijan lisäksi yrityksessä on usein käytettävissä muita kokeneita suunnittelijoita ja asiantuntijoita. Yrityksen ja asiantuntijoiden referenssit ovat myös osaamisen ja kokemuksen arviointiperuste.

Arviointiperusteita voidaan painottaa eri tavoin. Kuntotutkimuksen laadun kannalta painotuksessa tulisi korostaa kuntotutkimussuunnitelman laatua ja kattavuutta sekä kuntotutkijan osaamista. Julkisen tilaajan tulee ilmoittaa arviointiperusteet tarjouspyynnössä. Perusteiden avaaminen on suositeltavaa muillekin kiinteistöjen omistajille.

Mikäli tilaaja liittää tarjouspyyntöön erikseen laaditun kuntotutkimussuunnitelman, sen laatimisessa tulee käyttää erillistä teknistä asiantuntijaa.

Tarjouspyynnössä tulee vaatia tarjoajaa liittämään tarjoukseen yksikköhintaluettelon, josta selviävät yksittäisten rakenneavausten, lisänäyteenoton sekä näytteiden laboratoriotutkimusten yksikköhinnat. Useimmissa kuntotutkimuksissa tulee vastaan jonkinlaista tarvetta lisätutkimuksiin, joiden kustannusvaikutus saadaan yksikköhintaluettelon avulla nopeasti selville.

2.5 TARJOUSTEN VERTAILU

Tarjouksia verrataan ensin ennalta asetettuihin kriteereihin. Sellaiset tarjoukset, jotka eivät täytä kriteerejä, tulee hylätä. Tarjouksiin liitettyjen tutkimussuunnitelmien sisällön vertailu on haastavaa, koska sisällöt voivat vaihdella paljonkin. Keskeisiä arviointiperusteita ovat seuraavat:

- Tutkimusten laajuus on tarjouspyynnön mukainen, eli kaikki pyydetty rakenteet ovat mukana.
- Vauriomekanismeja tutkitaan niille soveltuvilla menetelmillä laajasti.
- Näytteenotto ja näytemäärät on perusteltu kohteen laajuuden ja tutkimusmenetelmien standardien mukaan.
- Kuinka kauan kokeneet tutkijat käyttävät aikaa kenttätutkimuksissa ja tulosten analysoinnissa.
- Mitkä ovat tutkimuslaboratorioiden (yleensä alihankintana) referenssit ja akkreditoinnit ko. tutkimuksille.

Jäljelle jääneistä kriteerit täyttävistä tarjouksista muodostetaan jakauma. Lopulliseen tarkasteluun otetaan esimerkiksi tarjoukset, jotka täyttävät ehdon

$$\text{mediaanihinta} \pm 20 \, \%$$

Näin saadaan selvästi yli- ja alihintaiset tarjoukset hylättyä ja voidaan arvioida tarkemmin tarjoajien laatua. Neuvottelut/selonotto käydään parhaiten kriteerit täyttävien tarjoajien kanssa.

2.6 NEUVOTTELU/SELONOTTO

Tilaaajan tulee neuvottelussa/selonotossa varmistua tarjoajan henkilöiden osaamisesta ja sitoutumisesta tehtävään. Lisäksi tarjouksen sisältö ja kuntotutkimussuunnitelma käydään läpi, jotta molemmat osapuolet ovat samaa mieltä tehtävän laajuudesta ja tavoitteista.

Aineiston läpikäymisellä varmistetaan hyvät lähtökohdat ja lähtötietojen riittävyys kuntotutkimuksen tekemiseen. Neuvotteluissa sovitaan myös menettely aineistopuutteen kohdalla. Lisäksi sovitaan työn aikataulusta kokonaisuudessaan ja yhteydenpidosta työn aikana. Myös näytteenottokehtien paikkauksista sovitaan.

Neuvottelun/selonoton päätteeksi tilaaja valitsee mielestään sopivimman kuntotutkimuksen tekijän.

Tilaaajan ja kuntotutkijan tehtäviä on koottu kuvaan 2. *Lisäksi luvussa 6 on esitetty tilaajan muistilista.*

Tilaaaja	Kuntotutkija
Kuntotutkimusaineiston kokoaminen Tarjouspyynnön liitteiksi laitetaan - suunnitelma-aineisto, huom. myös allas- ja talotekniikka - aiemmat kuntotutkimusraportit - korjaushistoria - käyttäjien havainnot.	
Kuntotutkimusaikataulun laatiminen Varmistetaan käyttäjiltä - kuntotutkimuksille soveltuvat ajanjaksot (allas tyhjä) - vuototarkastelujen ajanjakso (allas täynnä) - kohteeseen ja tiloihin pääsy (vastuuhenkilöt).	
Tarjouspyynnön laatiminen - Laaditaan tarjouspyyntö käyttäen apuna tilaajan ohjetta. - Laaditaan arviointiperusteet ja kerrotaan ne tarjouspyynnössä. - Pyydetään liittämään tarjoukseen yksikköhintaluettelo mahdollisia lisätöitä varten. - Voidaan käyttää apuna erillistä asian tuntijaa.	
Tarjouspyynnön lähettäminen - Selvitetään potentiaaliset kuntotutkijat. - Lähetetään tarjouspyyntö. - Varmistetaan, että tarjouspyyntö on saavuttanut potentiaaliset kuntotutkijat.	Tarjouksen laatiminen - Perehdytään tarjouspyyntöaineistoon. - Esitetään tarvittavat lisäkysymykset ajoissa. - Laaditaan kenttätutkimus- ja näytteenotto-suunnitelma. - Varmistetaan tutkimukseen osallistuvat henkilöt, kalusto ja alihankkijat. - Laaditaan tutkimusaikataulu. - Laaditaan tarjous tarvittavine liitteineen.
Tarjousten vertailu - Vertaillaan saatuja tarjouksia ja kuntotutkimussuunnitelmia. - Hylätään soveltumattomat. - Valmistellaan neuvottelut soveltuvien kanssa. - Vertailussa voidaan käyttää apuna tilaajan ohjetta.	
Neuvottelu/selonotto - Varmistetaan kuntotutkijan osaaminen. - Varmistetaan/tarkennetaan esitetty tutkimussuunnitelma. - Sovitaan kenttätutkimusten tekemisestä. - Sovitaan paikkaukset ja muut ennallistamistyöt. - Sovitaan kenttätutkimuksissa esiin tulleiden muutostarpeiden käsittelystä.	Neuvottelu/selonotto - Esitellään tarjous ja tutkimussuunnitelma tilaajalle. - Perustellaan suunnitelmassa esitetyt valinnat. - Sovitaan muutosten käsittelystä. - Tehdään neuvottelussa sovitut tarkennukset. - Sovitaan kuntotutkimuksen käytännön järjestelyistä.

Kuva 2. Tilaaajan ja kuntotutkijan tehtävät.

3 KUNTOTUTKIMUKSEN VAIHEET

Kuntotutkimus alkaa tyypillisesti esiselvityksillä, joiden tarkoituksena on selvittää ja asettaa tavoitteet koko tutkimukselle. Esiselvitysvaiheessa tutustutaan kohteen asiakirjoihin, joiden avulla voidaan perehtyä esimerkiksi kohteen eri rakenneratkaisuihin ja rakenteiden toimintaan sekä saada ennakkokäsitys mahdollisista ongelmista. Esiselvitysvaiheessa tehdään usein myös silmämääräinen tarkastelu kohteella, jolloin näkyvät vauriot ja niiden laajuus tulevat ilmi. Esiselvityksen pohjalta laaditaan tutkimussuunnitelma varsinaista kuntotutkimusta varten.

Kuntotutkimuksen sisällön suunnitteleminen on yksi kuntotutkimuksen tärkeimmistä vaiheista. Kuntotutkimuksen sisältöön vaikuttavat kuntotutkimuksen tavoitteet. Jos kuntotutkimus tehdään korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi, tarvitaan betonirakenteista usein erilaista tietoa kuin rakenteiden kunnossapidon suunnittelua varten.

Varsinaisessa kuntotutkimuksessa selvitetään tutkittavien rakenteiden korjaus- ja turvallisuus. Tutkimuksen sisältö määräytyy esiselvitysvaiheessa todettujen rakennekokonaisuuksien ominaisuuksien (rakennetyyppien, materiaalien, rasitusolosuhteiden sekä jo näkyvien vaurioiden) ja tutkimukselle asetettujen tavoitteiden perusteella. Tavallisesti kuntotutkimus koostuu sekä kenttätutkimuksista ja näytteenotosta että jälkikäteen laboratorioissa suoritettavista tutkimuksista. Kuntotutkimuksen tavoitteena on, että sen avulla kuntotutkija muodostaa käsityksen tutkituista rakenteista sekä niissä mahdollisesti esiintyvistä vaurioista ja toimivuuspuutteista sekä tuottaa tämän perusteella kuntotutkimuksen tilaajalle vaurioiden tilaa, etenemistä, syitä ja vaikutuksia kuvaavia tietoja.

Havaintojen ja mittaustulosten analysointi on yksi kuntotutkimuksen vaativimmista ja keskeisimmistä vaiheista. Kuntotutkimuksen johtopäätöksenä kuntotutkija esittää arvion tutkittujen rakenneosien korjaustarpeesta, joka sisältää ehdotuksen korjaustavasta ja -ajankohdasta sekä vaurioiden vaikutuksesta turvallisuuteen. Korjaustarpeen arviointi edellyttää, että analyysin tekijä tuntee eri korjaustapojen rakenteelle asettamat keskeiset vaatimukset sekä sen, miten eri korjaus- ja suojaustavat vaikuttavat vaurioiden syntymiseen ja etenemiseen.

4 TUTKIMUSSUUNNITELMA

Uima-allasrakenteiden kuntotutkimussuunnitelman laatiminen on asiantuntijatyötä. Kantavien betonirakenteiden kuntotutkimuksen suorittamiseen ei toistaiseksi ole kansallista ohjetta, joten kuntotutkimuksen sisältö on suunniteltava jokaiseen kohteeseen erikseen. Kuntotutkimussuunnitelman laatimisessa korostuu *kuntotutkijan osaaminen ja kokemus* rakenteiden vaurioitumisesta ja vaurioiden vaikutuksista rakenteen toimintaan.

Yleisimmin *tutkimussuunnitelman laatii kuntotutkija* kuntotutkimustarjouksen yhteydessä. Tällöin kuntotutkija vastaa kuntotutkimuksen kattavuudesta ja sisällöstä kokonaisuutena. Uimahallin omistajan kannalta haasteena on tarjousten vertailu, sillä kuntotutkimukset ovat sisällöltään ja siten myös hinnaltaan usein kovin erilaisia. Tarjousten sisällön vertailu edellyttää tilaajalta hyvää teknistä osaamista.

Uimahallin omistaja voi myös teettää kuntotutkimussuunnitelman erillisellä asiantuntijalla. Tällöin vastuu kuntotutkimuksen kattavuudesta jää tilaajalle. Tällaisen menettelyn etuna on, että saadaan vertailukelpoisia tarjouksia eri toimijoilta. Haitana on, että kuntotutkijoiden osaaminen ja kokemus jää hyödyntämättä.

Kuntotutkimussuunnitelman tulee sisältää ainakin seuraavat asiat:

- Tutkittavat rakenteet:
 - Mitkä kaikki rakenteet on suunniteltu tutkittavan ja mitkä mahdollisesti rajataan pois?
- Tutkittavat vauriomekanismit ja tutkimusmenetelmät:
 - Useimmin korjaustarvetta aiheutuu kloridien aiheuttamasta raudotteiden korroosiosta, altaan ja liikuntasauvojen vuodoista sekä laattojen irtoamisesta ja rikkoutumisesta.
 - Tutkimussuunnitelmasta tulee käydä ilmi, millaisilla rinnakkaisilla tutkimusmenetelmillä ja missä laajuudessa kutakin vauriomekanismia ja sen astetta tutkitaan.
 - Tutkimussuunnitelmasta tulee selvitä, mistä rakenteista tarvitaan näytteitä laboratoriotutkimuksiin, mitä tutkimuksilla selvitetään ja mistä näytteet on tarkoitus ottaa.
- Otantojen suuruudet eri tutkimusmenetelmillä.
- Näytteenottokohtien paikkaus.

Betonirakenteiden ominaisuuksissa ja vaurioiden esiintymisessä on variaatiota. Kaikki vanhat betonirakenteet tutkitaan perusteellisessakin kuntotutkimuksessa otantana, joten vanhan rakenteen kunnon tutkimiseen liittyy aina myös epävarmuutta. Eri vauriomekanismien tutkimusmenetelmiä ja niiden kattavuutta ja tarkkuutta on arvioitu taulukoissa 1 ja 2.

Taulukko 1. Raudoitteiden korroosion tutkimusmenetelmiä (kloridien ja karbonatisoitumisen aiheuttama).

Tutkimusmenetelmä	Todettavissa oleva korroosioaste	Edustavuus	Luotettavuus	Tarvittava työmäärä	Edellyttää näytteenottoa
Silmämääräinen tarkastelu	pitkälle edennyt ja betonipintaa rikkonut korroosioaurio	laaja	kohtalainen	vähäinen	ei
Raudoitteiden peitepaksuusmittaus	1)	laaja	kohtalainen	kohtalainen	ei
Betonin kloridipitoisuuden mitta	1)	pistemäinen	kohtalainen	vähäinen	kyllä
Betonin karbonatisoitumissyvyyden mitta	1)	pistemäinen	kohtalainen	kohtalainen	kyllä
Poralieriöiden silmämääräinen tarkastelu	alkuvaiheessa oleva korroosio	pistemäinen	hyvä	suuri	kyllä
Betonin kapillaarisuus	kertoo kloridipitoisen veden tunkeutumispotentiaalista	pistemäinen	hyvä	erittäin suuri	kyllä
Rakenneavaus	hyvin alkuvaiheessa oleva korroosio	pistemäinen	erittäin hyvä	suuri	kyllä

¹⁾ Korroosiotilassa olevien raudoitteiden määrää voidaan arvioida epäsuorasti vertaamalla raudoitteiden peitepaksuusjakamaa betonin kloridipitoisuuteen sekä karbonatisoitumissyvyyteen. Korroosion aste on aina varmistettava rakenneavauksella.

Taulukko 2. Betonin rapautumisen (alkali-kiviainesreaktio ja pakkasrapautuminen) tutkimusmenetelmiä.

Tutkimusmenetelmä	Todettavissa oleva rapautumisaste	Edustavuus	Luotettavuus	Tarvittava työmäärä	Edellyttää näytteenottoa
Silmämääräinen tarkastelu	- hyvin pitkälle edennyt rapautuminen - AKR-potentiaali pinnassa näkyvänä halkeiluna	laaja	huono	vähäinen	ei
vasarointi	pitkälle edennyt rapautuminen	melko laaja	kohtalainen	kohtalainen	ei
Poralieriöiden silmämääräinen tarkastelu	- pitkälle edennyt rapautuminen - AKR-kehät kiviainespinnoissa - huokosrakenteen täyteisyys	pistemäinen	kohtalainen	suuri	kyllä
Vetolujuuskoe	alkuvaiheessa oleva rapautuminen ¹⁾	pistemäinen	hyvä	suuri	kyllä
Mikrorakenne-tutkimus	- hyvin alkuvaiheessa oleva rapautuminen - reagoivat kiviainekset ja AKR ¹⁾	pistemäinen	erittäin hyvä	erittäin suuri	kyllä

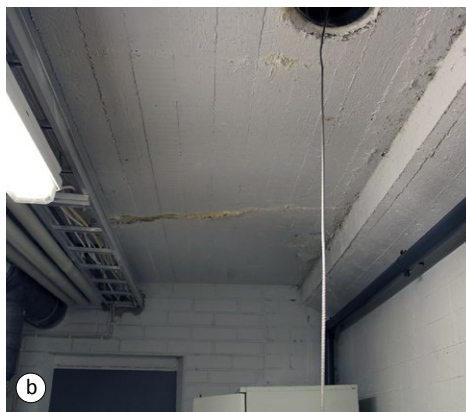
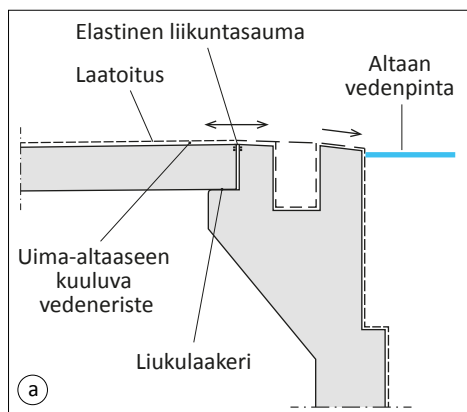
¹⁾ Mikrorakennetutkimuksessa havaitun AKR:n aste tulee varmentaa vetolujuuskokeella ja päinvastoin. Tämä edellyttää siten aina kaksi rinnakkaista näytettä/näytteenottoa.

5 TUTKITTAVIA BETONIRAKENTEITA

Uima-altaat ja niihin välittömästi liittyvät allastasot sekä altaiden roiskevesialueella sijaitsevat seinät ja pilarit altistuvat suurelle, tyypillisesti klorideja sisältävälle kosteusrasitukselle. Vastaavasti erilaiset vedenkäsittelyn altaat sekä kemikaalien käsittelytilat altistuvat ankaralle rasitukselle. Uimahalleissa on siten lukuisia muitakin huolenpitoa vaativia betonirakenteita uima-altaiden lisäksi.

Uimahallin betonirakenteet ovat lähtökohtaisesti aina *kantavia rakenteita*, joihin kohdistuu kuormituksia rakenteen oman painon lisäksi vedenpaineesta (*altaat*) sekä hyötykuormista (mm. *pilarit, allastasot, altaiden seinät*). Kantavan rakenteen vaurioituminen vaikuttaa siten aina myös käyttöturvallisuuteen.

Altaiden reunavaluun on usein muotoiltu loiskেকouru sekä allastasoja kannattava konsoli. Allasrakenteen yläosaan kohdistuu siten merkittäviä kuormia, jotka aiheuttavat rakenteelle vääntöä. Rakenteessa on tyypillisesti runsaasti raudoitusta, ja peitepaksuudet ovat voineet jäädä pieniksi. Tason alapuoliseen konsoliin kohdistuu usein myös kloridirasitusta, jos liikuntasauva on vuotanut.



Kuva 3.

- a) Altaan reunan allastasoja kannattava konsoli, josta aiheutuu merkittävää leikkausvoimaa ja momenttia altaan yläreunaan.
- b) Liikuntasauvan vuotojen ja laatan halkeamien seurauksena alapuolisille rakenteille tulee myös kloridirasitusta.
- c) Pitkälle edennyt alkali-kiviainesreaktio (AKR) ja raudoitteiden kloridikorrosio ovat vaurioittaneet vakavasti allastasoja kantavaa konsolia.

Kuvat b) ja c) Ramboll Finland Oy.

5.1 VAURIOMEKANISMIT JA NIIDEN TUTKIMINEN

5.1.1 Altaiden vuodot ja halkeamat

Erilaisten betonirakenteiden halkeamat ovat seurausta betonin vetolujuutta suuremmasta vetojännityksestä rakenteessa. Halkeilu voi olla normaalia rakenteen toimivuuteen liittyvää, kuten palkeissa ja laatoissa, tai se voi liittyä betonin kutistumiseen, mikä voi näkyä vesivuotokohtina altaan reunoilla ja pohjassa. Pitkälle edenneet vauriot voivat aiheuttaa betonipinnan halkeilua.



Kuva 4. Aktiivisesti vuotava halkeama altaan seinässä. Vuotoveden kuivuessa haihtumisyöhykkeelle muodostuu suolakiteytymiä. Kuva Ramboll Finland Oy.

Halkeilua, niiden sijaintia eri rakenteissa sekä halkeamissa esiintyvää vuotoa tulee tutkia laajasti kaikilta rakenteiden pinnoilta silmämääräisellä tarkastelulla sekä mittamalla halkeamaleveyksiä. Altaiden osalta halkeamatarkastelu on siten syytä tehdä silloin, kun altaat ovat täynnä vettä. Tämä edellyttää tyypillisesti ennakoon tehtävää silmämääräistä tarkastelua sekä altaiden tyhjentämisen jälkeen muita kenttätutkimuksia ja näytteenottoa.

5.1.2 Raudoitteiden korroosio

Betonirakenteissa raudoitteiden korroosiosuoja perustuu kahteen tekijään: betonin korkean alkalisuuden ansiosta raudoitteiden pintaan muodostuvaan passiivisuuteen (kemiallinen suojaus) ja raudoitteiden sijaitessa betonin sisällä betonikerroksen fyysikaaliseen suojaan kolhuja ja kemikaaleja vastaan. Raudoitteiden kemiallinen suoja voidaan menettää betonin karbonatisoitumisen seurauksena, kloridien betoniin tunkeutumisen seurauksena tai näiden yhdistelmän seurauksena.

Betonin karbonatisoitumisen seurauksena tapahtuva raudoitteiden korroosio voi alkaa, kun betonin karbonatisoituminen on edennyt raudoitteisiin saakka ja betoni on

riittävän kosteaa. Tyypillisesti tällaisia korroosioaurioita esiintyy lähellä betonirakenteen ulkopintaa jääneissä raudoitteissa altaan seinissä sekä loiskekourujen ulkopinnoissa, jotka altistuvat roiske- tai vuotovesille tai korkealle kosteudelle.

Uimahallin betonirakenteille yleisempi kloridikorroosio voi tapahtua myös syvällä alkalisessa betonissa olevissa raudoitteissa. Tyypillisesti kloridikorroosio on luonteeltaan pistemäistä, ja sen seurauksena raudoitteissa esiintyy pitkälle edennyttä syöpmää voimakkaan kloridirasituksen alueella, esimerkiksi altaan vuotavien halkeamien läheisyydessä sekä roiskevesille altistuneissa rakenteissa. Tällaisissa kohdissa klorideja kertyy betoniin veden haihtuessa pois. Kun korroosioaurio näkyy betonirakenteen pinnassa, on raudoitteesta tyypillisesti syöpinnyt jo useampi millimetri.



Kuvat 5a ja b. Klorideista aiheutuva korroosio etenee tyypillisesti pitkälle ennen kuin se näkyy silmämääräisesti rakenteen pinnalla. Kuvat Ramboll Finland Oy.

Raudoitteiden korroosiotä tutkitaan tyypillisesti silmämääräisellä tarkastelulla, jolla saadaan selville näkyvät vauriot sekä niiden sijainti ja määrä, sekä raudoitteiden peitepaksuusmittauksilla sekä betonin karbonatisoitumissyvyys- ja kloridipitoisuusmittauksilla. Raudoitteiden korroosiotilaa voidaan tutkia myös esimerkiksi potentiaalimittauksella.

5.1.3 Betonin alkali-kiviainesreaktio

Betonin alkali-kiviainesreaktio (AKR) on kemiallinen reaktio, joka tapahtuu tietyissä kiviaineksessa olevien hienojakoisen piimineraalin ja sementtikiven huokosveden sisältämien alkalien (Na^+ and K^+) ja hydroksyyli-ionien ($-\text{OH}$) välillä. Reaktiossa muodostuu voimakkaasti vettä imevää geeliä. Reaktiotuotteiden tilavuus on suurempi kuin reagoivan aineksen, joten betoniin syntyy sisäisiä jännityksiä, joiden seurauksena voi syntyä halkeilua. Erityisesti vedeneristämättömissä betonialtaissa on reaktiolle otolliset olosuhteet, koska vesi on myös kaiken aikaa lämmintä.

Pitkälle edenneen reaktion voi havaita betonirakenteen ulkopinnassa esiintyvänä halkeiluverkostona, josta usein tihkuu geeliä ulos, tai betonilieriöiden katkaisupinnoilla olevista kiviainesten kehärakenteista. Varmimmin alkali-kiviainesreaktio tunnustetaan betonin mikrorakennetutkimuksella sekä betonin vetolujuuskokeilla. Alkali-kiviainesreaktio ei yleensä itsessään aiheuta betonirakenteen korjaustarvetta, mutta vaikuttaa oleellisesti korjaustavan valintaan.



Kuva 6. a) Alkali-kiviainesreaktion aiheuttamaa halkeilua altaan reunassa. b) Kiviaineksessa näkyviä kehärakenteita betonilieriön katkaisupinnalla. Kuvat Ramboll Finland Oy.

5.1.4 Betonin pakkasrapautuminen

Betonin pakkasrapautuminen aiheutuu huokosverkostossa olevan veden jäätymislaajeneman aiheuttamasta paineesta, jota kasvattaa edelleen jääkiteiden tilavuudenkasvu lämpötilan jälleen noustessa. Pakkasrapautuminen koskee ulkoaltaita ja siihen liittyviä muita betonirakenteita. Pakkasrapautumista tutkitaan muun muassa betonin mikrorakennetutkimuksella sekä vetolujuuskokeilla.

5.1.5 Betonin puristuslujuus

Betonin puristuslujuus tarvitaan rakennesuunnittelun lähtötiedoksi silloin, kun kantaviin rakenteisiin tehdään muutoksia tai rakenteen kantavuus on selvitettävä. Tutkimus voidaan suorittaa luotettavimmin rakennekoekappaleiden puristuslujuuskokeilla. Kimmovasaratestauksella saadaan vain suuntaa antavaa tietoa betonin puristuslujuudesta.

5.1.6 Pintarakenteet

Pintarakenteet, kuten laatoitus, erilaiset pinnoitteet ja vedeneristeet, suojaavat alla olevaa betonirakennetta kastumiselta ja klorideilta. Vedeneristämättömissä rakenteissa laatoituksen taakse pääsee kloridipitoista vettä aiheuttaen muun muassa paikallista kloridikorroosiota. Pintarakenteiden vaurioitumista tutkitaan silmämääräisen tarkastelun lisäksi esimerkiksi arvioimalla laatoituksen kiinnittyneisyyttä koputteleamalla sekä mahdollisesti rakenneavauksin, joilla saadaan tarkempaa tietoa muun muassa vedeneristeen sijainnista sekä pintarakennekerroksista ja kerrospaksuuksista.

6 TILAAJAN MUISTILISTA

- *Teetä tutkimus ajoissa jo ennen näkyviä vaurioita.* Jos selvää vaurioitumista ei ole havaittavissa, ensimmäinen kuntotutkimus on yleensä suositeltavaa tehdä noin 15...20 vuoden ikäisille rakenteille.
- *Tarkista, että tutkimus kattaa kaikki oleelliset betonirakenteet, joita uimahallissa ovat*
 - betonialtaat, myös tasausaltaat
 - allastasot ja roiskevesille alttiit betonirakenteet.
- Uimahallin teknisissä tiloissa altaan/altaiden ympärillä on yleensä paljon vedenkäsitteilytekniikkaa, joten varmista pääsy tutkittaville rakenteille.
- Selvitä ja suunnittele, miten maanvastaiset rakenteet (esim. altaan pohja) on tarkoitettu tarkastella.
- *Toimita kuntotutkijalle riittävät lähtötiedot.* Usein on myös tarpeen teettää lähtötietoselvitys tutkijatyönä, esim. rakennepiirustusten hakeminen arkistosta jne.
- *Voit velvoittaa kuntotutkijan tutustumaan kohteeseen paikan päällä* ennen tutkimustarjouksen antamista. Lisäksi *velvoita vastuullinen kuntotutkija olemaan mukana kenttätutkimuksissa.*
- *Vaadi perustelut näytteiden ottoon tai vastaavasti siihen, jos niitä ei ole tarjoajan mielestä tarpeen ottaa:*
 - Jos rakenteen kunnon tutkiminen vaatii näytteenottoa, tulee jokaisesta erilaisesta rakenteesta ottaa riittävästi rinnakkaisia analysoitavia näytteitä.
 - Jos rakenteen kunnon tutkiminen ei vaadi näytteenottoa, varmista, että tarjoaja on kuitenkin valmistautunut kenttätutkimuksissa ilmenevään näytteenottotarpeeseen.
- Varmista, että tarjoaja perustelee myös näytteiden laboratoriotutkimustarpeen.
- Tarkista, että tarjoaja on valmistautunut toteutuneen rakenteen selvittämiseen rakenneavauksin.
- Varmista, että tarjoukseen on liitetty näytteenoton, rakenneavausten ja laboratoriotutkimusten *yksikköhintaluettelo* siltä varalta, että kenttätutkimusten aikana ilmenee tarvetta lisätutkimuksille.
- *Valitse kokenut kuntotutkija.*
- *Varmista hallin käyttöhenkilökunnalta sopivat tutustumis- ja kenttätutkimusajan kohdat.* Lisäksi varmista pääsy tarvittaviin tiloihin.
- *Varaa tutkimukselle aikaa,* sillä erityisesti laboratoriotutkimuksia vaativan tutkimuksen laadukas raportointi kestää joka tapauksessa kuukausia.
- Kenttätutkimus- ja näytteenottosuunnitelman laatiminen on kuntotutkijan työtä.
- *Varmista, kenelle kuuluu näytteenottokohtien paikkaus.* Altaan puolelta tehtävien näytteenottokohtien paikkaukseen kuuluu yleensä myös vedeneristyksen paikkaus sekä laattojen ja saumauksen paikallinen uusiminen.

SUOMEN BETONIIYHDISTYS