

Betonin alkalikiviainesreaktiosta kärsivän uima-altaan korjaus – case Tampereen uintikeskus

Jukka Lahdensivu,

tekniikan tohtori, Ramboll Finland Oy
jukka.lahdensivu@ramboll.fi

Jussi Aromaa,

rakennusinsinööri, Ramboll Finland Oy
jussi.aromaa@ramboll.fi

Vuonna 1979 valmistuneessa Tampereen uintikeskuksessa on kolme erillistä uima-allasta. Pääallas on 50 m pituinen ja siinä on kahdeksan uintirataa. Pääallas on mahdollista jakaa hydraulisen nostosillan avulla kahteen lyhyempään altaaseen. Samassa allasosastossa sijaitsevat myös lastenallas sekä ns. kahluuallas. Vuonna 2007 valmistuneessa laajennusosassa sijaitsee 25 m harjoitusallas sekä hyppyallas.

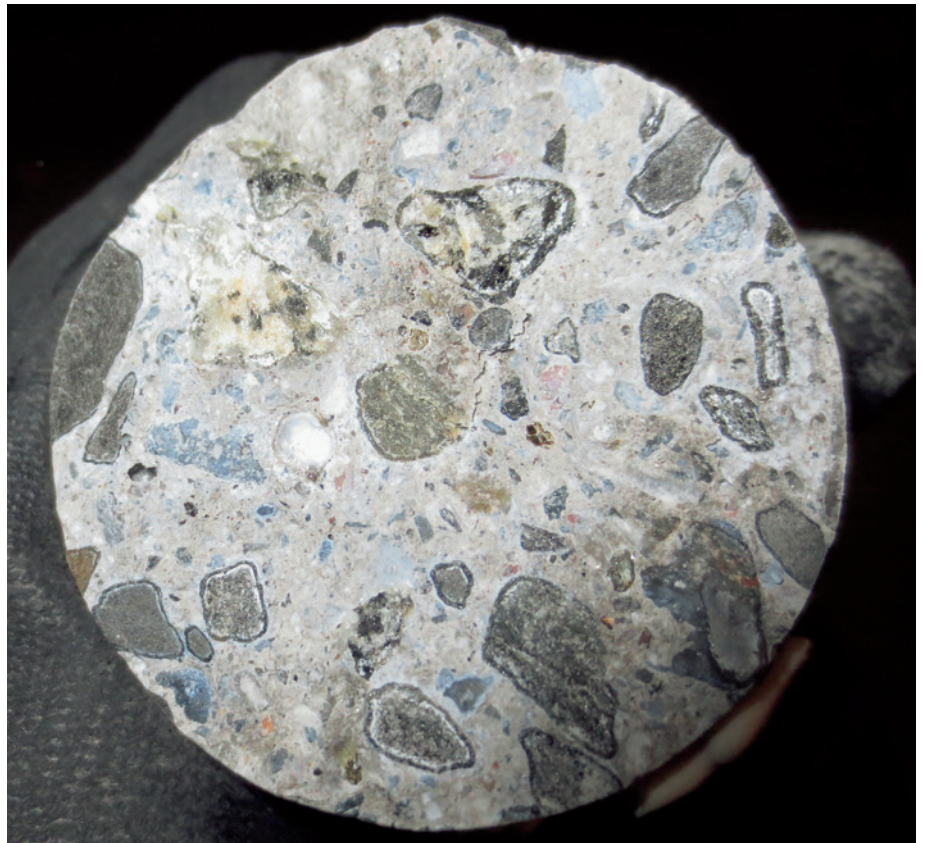
Uintikeskuksen peruskorjaus alkoi toukuussa 2013. Varsin laajassa peruskorjauksessa uudistetaan rakennuksen talotekniikkaa sekä tehdään joitakin tilajärjestelyjä. Peruskorjaukseen kuuluu kaikkien pukutilojen sekä allashuoneen pintojen uudistaminen. Pääaltaan välisillan uusimisen jälkeen siinä on mahdollista kilpailla myös 25 m matkoilla. Laajennusosaan ei tässä yhteydessä tehdä muutoksia.

Korjaustöiden yhteydessä havaittiin altaiden betonirakenteissa alkalikiviainesreaktion aiheuttamaa rapautumaa. Kaikki altaat ovat alun perin olleet vedeneristämättömiä, joten altaiden lämmin vesi on pitänyt betonin kosteusrasitustason korkeana, mikä on yksi edellytys alkalikiviainesreaktion syntyymiseen.

Alkalikiviainesreaktiot

Betonin alkalikiviainesreaktio on kiviaineksen kemiallinen rapautumisreaktio, mikä on ensimmäistä kertaa tunnistettu Yhdysvalloissa 1940-luvulla. Alkalikiviainesreaktiosta tunnistetaan kolme eri tyyppiä reaktiotavan mukaan: alkalipiidioksidireaktio, alkalisilikaattireaktio ja alkalikarbonaattireaktio [1]. Kaikissa alkali-

1 Alkalipiidioksidireaktion vaurioittamaa kiviainesta betonin vetokoekappaleessa. Vaurioituneessa kiviaineksessa näkyy vaalea reunus.



1

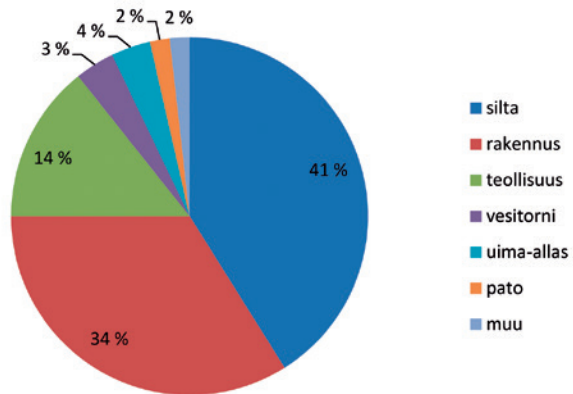


2

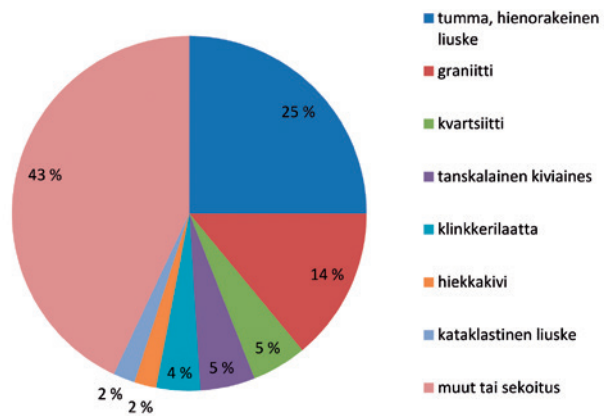
2 Tampereen uintikeskuksen iso allas. Allas voidaan jakaa kahteen osaan välisillan avulla. Syvässä päässä on alun perin sijainnut hyppytori.

3 Havaittujen alkalikiviainesreaktiosta kärsivien betonirakenteiden jakautuminen eri rakenteisiin (n=56) [4].

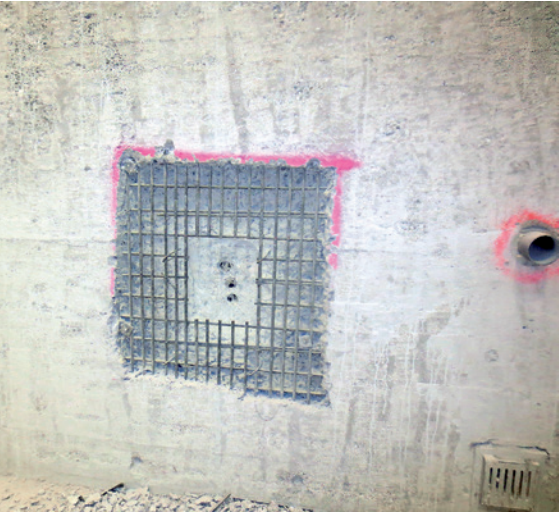
4 Alkalikiviainesreaktiota aiheuttaneet kivilajit kuvan 3 havaituissa tapauksissa [4].



3



4



5



6

kiviainesreaktioissa yhteisenä tekijänä ovat korkeassa alkalipitoisuudessa reagoivat kivilajit, suhteellisen suuri määrä alkali-ioneita liuenneena hydratoituneen betonin huokosverkostossa sekä betonin suhteellinen kosteus vähintään 80 % [2].

Alkalipiidioksidireaktio on yleisin alkalikiviainesreaktion muoto. Se voi tapahtua sellaisissa betoneissa, missä kiviaines sisältää huonosti alkalista ympäristöä kestäviä mineraaleja ja betonin huokosvetteen on sekoittuneena natrium- ja kaliumoksidia (Na_2O ja K_2O). Kemiallisen reaktion seurauksena muodostuva geeli imee itseensä runsaasti vettä ympäristöstään aiheuttaen voimakasta tilavuuden kasvua, minkä seurauksena betonin huokosverkoston paine kasvaa. Kun muodostuneen geelin tilavuuden kasvusta johtuen betonin vetolujuus ylittyy, on seurauksena betonin sisäistä säröilyä ja halkeamia. Halkeamien kautta suhteellisen pehmeä geeli työntyy ulos betonista [3].

Alkalisilikaattireaktio on edellä kuvatun alkalipiidioksidireaktion kaltainen. Reaktiomekanismi on sama kuin paisuvassa alkalipiidioksidireaktiossa, mutta geelin fysikaalisessa ja kemiallisessa toiminnassa ja muiden muodostuvien reaktiotuotteiden välillä on eroja. Rapautumisreaktio on kuitenkin huomattavasti hitaampi, joten sitä kutsutaan myös hitaaksi tai viivästyneeksi alkalipiidioksidireaktioksi. [4].

Alkalikarbonaattireaktio tapahtuu hydroksyylin ja alkali-ionien välillä savipitoisissa dolomiittikivissä. Reaktio aiheuttaa dolomiitin hajoamista, eli kalsiuminkarbonaatin ja magnesiuminkarbonaatin yhtäaikaista hajoamista betonin alkaliliuoksessa. Paisuminen tapahtuu hyvin nopeasti ja aiheuttaa voimakasta betonin halkeilua, joka ei kuitenkaan johdu paisuvan geelin muodostumisesta vaan saven paisumi-

sesta. Paisuminen aiheutuu pääasiassa saven mineraalien imiessä vettä [4].

Yleensä alkalikiviainesreaktio tarkoittaa betonin hidasta rapautumista. Vaurioitumisnopeuteen vaikuttavat oleellisesti vallitsevat olosuhteet (betonin suhteellinen kosteus sekä lämpötila), kiviaineksen laatu (reagoivat mineraalit) sekä käytetty sementti. Alkalikiviainesreaktio tapahtuu nopeimmin piitä sisältävissä kivilajeissa, luokkaa 2–5 vuodessa, kun hitaammin reagoivia kiviä, kuten hiekkakiveä ja kalkkikiveä, sisältävissä betoneissa reaktion kehittyminen kestää 10–20 vuotta. Alkalikiviainesreaktiota on havaittu maailmalla myös hyvin stabiileina pidetyissä kivilajeissa, kuten graniitti, kvartsiitti ja hiekkakivi. [1].

Olemassa olevissa betonirakenteissa on suurimmalta osin käytetty Portland-sementtiä (CEM I), minkä johdosta suomalaisten betoneiden alkalisuus on hyvin korkea. Portland-sementtilinkkerin alkalipitoisuus koostuu natriumista ja kaliumista, jotka ovat peräisin raakamateriaalista sekä klinkkerinpolton epäpuhtauksista. Sementin alkalipitoisuus ilmoitetaan yleensä Na_2O -ekvivalenttina [%]:

$$\text{Na}_2\text{O}_{\text{EQ}} = \text{Na}_2\text{O} \% + 0,658 \text{K}_2\text{O} \% \quad (1)$$

Suomalaisen portland-sementin $\text{Na}_2\text{O}_{\text{EQ}}$ on välillä 0,80–0,95 %, kun ulkomaisissa ohjeissa alkalikiviainesreaktoriskin kannalta ylärajana pidetään 0,6 %. Seossementeillä tehdyissä betonirakenteissa alkalikiviainesreaktiota on havaittu vähemmän kuin portland-sementeillä tehdyissä rakenteissa pienemmän reagoivan alkalimäärän vuoksi [2].

Alkalikiviainesreaktion yleisyys Suomessa

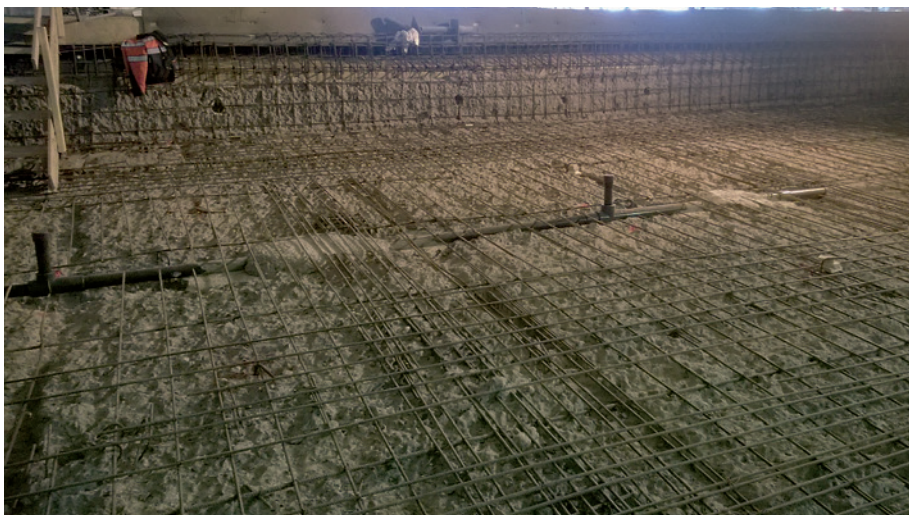
Yleisesti suomalaista betonissa käytettävää kiviainesta on pidetty fysikaalisesti ja kemi-

5 Seinän alaosan tiheä rauditus ($\phi 10$ k100 ja $\phi 12$ k55–60) selvisi koevesipiikkauksessa. Kohdasta on myös tehty betonin vetolujuuskokeita.

6 Altaan rapautunutta betonia poistettiin vesipiikkaurorilla noin 2 m levyistä kaistia kerrallaan.

7 Vesipiikkattua pintaa. Altaan matalassa päässä pohjalaattaa tehtyihin roiloihin on asennettu uudet vedenkäsittelyputket.

8 Vesipiikkauksessa tulee paljon puhdistettavaa piikkauslietettä sekä maanrakentamiseen kelpaavaa piikkausjätettä.



7



8

allisesti lujana ja kestäväenä ja siitä syystä on yleisesti uskottu, ettei alkalikiviainesreaktiota esiinny Suomessa. Tästä syystä myös alkalikiviainesreaktion tuntemus on Suomessa heikkoa eikä sen huomioon ottamiseen ole olemassa mitään oheistusta.

Suomen kallioperä on pääasiassa prekambrikauden syväkiveä ja metamorfisia kivilajeja. Peruskallion päällä on viimeisen jääkauden aikana muovautunut irtomaa-aines, joka edustaa hyvin peruskallion koostumusta. Graniitti ja granodioriitti ovat tyypillisimmät kivilajit peruskalliossa ja maaperässä. Luonnonsora koostuu 60 % näistä kivilajeista loppuosan ollessa gneissia ja liuskekiveä. [5]. Geologisesta näkökulmasta Suomen ja Ruotsin maaperässä on paljon yhteistä: kallioperä on pääosin yhtä vanhaa ja irtomaa-aines on jääkauden muovaamaa sekä kivilajit pääosin samoja. Tämä on sikäli merkittävää, koska Ruotsissa alkalikiviainesreaktiosta on raportoitu jo noin 30 vuotta sitten ja ongelma on siten ollut tiedossa jo pitkään. Osa Ruotsin reaktiivisista kivilajeista on samoja, joita tavataan Suomessa. [4].

Muutamien viimeisten vuosien aikana alkalikiviainesreaktiosta on saatu havaintoja myös Suomessa. Vuonna 2011 suomalaisille betonin ohuthietutkimuksia tekeville laboratorioille suunnatun kyselyn perusteella löytyi 56 selkeää alkalikiviainesreaktion aiheuttamaa vauriotapausta viimeisen 15 vuoden ajalta.

Suurin osa tehdyistä alkalikiviainesreaktiohavainnoista oli silloista (41 %) ja rakennuksista (34 %). Teollisuuden betonirakenteita havainnoista oli 8 %. Sen sijaan varsin suurelle kosteusrasitukselle altistuvista vesitorneista, uima-altaista ja padoista havainnoista oli vain 3 %, 4 % ja 2 % vastaavassa järjestyksessä, ks. kuva 3.

Kyselyn perusteella suurimmassa osassa tapauksia reagoiva kiviaines ei kuulunut vain yhteen kiviainestyyppiin tai kiviainestyyppi oli epäselvä tai sitä ei ollut määritelty, ks. kuva 4. Yksittäisistä määritellyistä kivilajeista hienorakeiset liuskeet, graniitti sekä kvartsiitti olivat aiheuttaneet eniten alkalikiviainesreaktiota. Esiselvityksestä ei selvinnyt betonirakenteiden ikää vaurion havainnointihetkellä [4], mutta aiemman selvityksen perusteella alkalikiviainesreaktion on todettu esiintyvän vasta noin 30–40 vuoden ikäisissä betonirakenteissa [6].

Kaiken kaikkiaan alkalikiviainesreaktio on kuitenkin varsin harvinainen suomalaisissa betonirakenteissa. Esimerkiksi kirjoittajan väitöskäsitelmässä vuosina 1960–1996 valmistuneista betonijulkisivuista ja parvekkeista tehdyistä 2435 ohuthienäytteestä ei havaittu yhdestäkään merkkejä alkalikiviainesreaktiosta [7]. Betonin pakkasrapautumisen aiheuttama säröily esiintyy tyypillisesti betonin pintakerroksissa kun taas alkalikiviainesreaktion aiheuttama ohuthieessä havaittava säröily esiintyy yleisimmin melko syvällä rakenteessa [6]. Keski-Euroopassa ja Skandinaviassa havaitut alkalikiviainesreaktiotapaukset ovat olleet tyypillisimmin massiivisissa betonirakenteissa, kuten silloissa ja padoissa [2]. Suomalaiset betonijulkisivut ovat tyypillisesti enintään 80 mm ja parvekerakenteet 200 mm paksuja, joten siinä mielessä ne eivät ole mitenkään massiivisia betonirakenteita.

Ison altaan tutkimukset

Altaan betonirakenteet ovat varsin massiivisia. Betonipaaluilla perustetun altaan pohjalaatan paksuus on 400 mm. Altaan seinämävahvuus on alaosassa 400 mm ja yläosassa 300 mm. Seinämän pohjalaatan liitoskohdassa on betoninen

vahvistus. Altaan seinämät ovat kellarikerroksessa kauttaaltaan näkyvissä. Altaan toisessa päässä on ollut hyppytorni vuoteen 2007 saakka. Tästä syystä allas on toisesta päästä vähintään neljän metrin syvyinen. Matalammassa päässä altaan syvyys on päädyssä 1,2 m ja laskee 1,8 metriin altaan puoliväliin, jossa on 2,0 m pykälä. Altaan seinän alaosissa on tiheä raudoitus (TW 10 k80), mikä vaikuttaa oleellisesti altaan korjausmahdollisuuksiin.

Aikakaudelle tyypilliseen tapaan uima-allas on toteutettu ilman vedeneristystä ns. vesitiiviillä betonilla. Varsinaisen betonivalun pinnassa on ollut 20–60 mm tasausvalukerros sekä laatoitus.

Altaan seinistä ja pohjalaatasta irrotettiin tutkimuksia varten kaikkiaan 32 betonilietriötä. 28 näytelietriölle tehtiin silmämääräinen tarkastelu, 4 näytettä meni suoraan ohuthietutkimukseen. Näytteiden silmämääräisessä tarkastelussa kaikissa havaittiin valkoista täytettä tiivistyshuokosissa. Täyte osoittautui tarkemmissa tutkimuksissa (EDS-analyysi) alkalipiidioksidigeeliksi. Valkoinen täyte esiintyi tyypillisesti 80–120 mm syvyydellä näytteessä altaan sisäpinnasta mitattuna. Kaikkiaan 17 näytteessä ei havaittu ollenkaan halkeamia tai rapautumaa. Näytteissä, joissa esiintyi halkeilua (11 kpl) se oli tulkittu yleisimmin työnaikaiseksi kuivumiskutistumahalkeiluksi.

Ohuthietutkimuksia tehtiin kaikkiaan kuudesta betoninäytteestä. Tutkimusten perusteella kiviaineen laatu on välttävä, sideaineen tartunnat kiviainekseen ovat enintään tyydyttäviä, sillä niitä heikentää suuren kosteusrasituksen seurauksena huokosverkostoon kertynyt ettringgiitti sekä alkalikiviainesreaktio. Betonin kiviaineksesta hienorakeisen kvartsiptoisien gneissin osuus noin 10–20 %. Alkalipiidioksidireaktion



9

voimakkuus vaihtelee eri näytteissä. Tyypillisesti voimakkaimmat vauriot esiintyivät 50–120 mm syvyydellä, mutta vaurioita oli havaittavissa vielä 200 mm syvyydessä. Betonin huokosissa ja säröissä havaittiin runsaasti kosteusrasituksesta aiheutunutta ettringiittikiteytymää sekä alkalipiidioksidigeeliä.

Näytelieriöistä tehtiin vetolujuuskokeita kaikkiaan 34 kpl. Osa näytteistä siis katkaistiin useampaan osaan vetolujuuskokeita varten. Näin saatiin selville vetolujuuden vaihtelua betonin eri syvyyksillä ja erityisesti mahdollista betonin rapautumista betonirakenteessa. Betonin vetolujuudessa esiintyi suurta vaihtelua välillä 0,5–4,4 MPa. Alhaisimmat vetolujuustulokset tulivat sellaisilta kohdilta, joissa murtopinnalta voitiin havaita alkalipiidioksidireaktiota. Huonoja, alle 1,0 MPa vetolujuustuloksia oli yhteensä 5 kpl. Vetokoetulosten perusteella alkalikiviainesreaktiota esiintyi tyypillisesti 60–120 mm syvyydellä.

Betonin puristuslujuuskokeita tehtiin kaikkiaan 25 kpl. Vastaavasti osa näytteistä oli katkaistu useamman koestuksen mahdollistamiseksi. Puristuslujuuskokeiden keskiarvo oli 61,5 MPa ja keskihajonta 11,4 MPa. Betonin puristuslujuus ei siten indikoinut betonin rapautumaa. Toisaalta puristuslujuus ei ole rapautumisen suhteen yhtä hyvä mittari kuin vetolujuus.

Betonialtaan pohjalaatasta mitattiin suhteellista kosteutta yhteensä 16 mittauspisteestä siten, että toinen rinnakkaisista mittauspisteistä oli noin 300 mm syvyydellä ja toinen 350 mm syvyydellä. Syvän pään betonin suhteellinen kosteus on keskimäärin 87,8 %. Mittaustulokset ovat kauttaaltaan hieman korkeammalla tasolla kuin matassa päässä (RH 83,0 %), mikä johtuu todennäköisesti syvän pään suuremmasta

vedenpaineesta. Syvän pään vierekkäisten eri syvyydellä olleiden mittaustulosten lukemat olivat niin lähellä toisiaan, että niiden perusteella ei ole poissuljettua myöskään maaperästä rakenteeseen diffuusoitunut kosteus. Altaan matalan pään laatasta lähempää yläpintaa mitattiin järjestään korkeampia kosteuspituuksia (RH 85,1 %) kuin syvemmältä laatasta (RH 80,3 %). Tällä osalla betonilaatan kosteus on peräisin altaan vedestä, joka on tunkeutunut vedeneristämättömän betonirakenteen huokosverkostoon.

Altaassa esiintyy siis kaikkialla seinissä ja pohjalaatassa alkalipiidioksidireaktiota, joka on paikallisesti edennyt jo niin pitkälle, että betonirakenteessa esiintyy alkavaa rapautumaa. Eniten rapautumaa esiintyy 60–120 mm syvyydellä betonissa. Betonin huokosverkostossa esiintyy myös ettringiittiä mutta niin vähäisessä määrin, että se ei ole aiheuttanut betonin sisäistä halkeilua.

Alkalipiidioksidireaktion aiheuttajana vedeneristämättömässä altaassa on ollut allasvedessä oleva natriumhypokloriitista peräisin oleva natrium, jota pääsee betonin huokosverkostoon kapillaarisesti kulkeutuvan veden mukana. Betonissa on normaalistikin sementistä johdettavia alkaleita (natrium ja kalium), joten natriumhypokloriitin vaikutus on voinut olla vain reaktiota kiihdyttävä eikä aiheuttaja. Allasveden tasaisella +24 °C lämpötilalla on ollut reaktiota kiihdyttävä vaikutus.

Altaan korjaustapa

Altaan korjaustavan valintaan vaikuttivat oleellisesti edellä mainitun vaurioitumisen lisäksi uimahallin interiööri, jonka on haluttu pysyvän alkuperäisen kaltaisena sekä korjauksen tavoitteellinen käyttöikä. Erittäin pitkää käyt-

9 Altaan yläreunan loiskekourut tehdään kokonaan uudelleen. Välipohja on tuettu tilapäisesti tönäreillä ja palkeilla maanvaraisesta alapohjasta.

10 Aikakaudelle tyypilliseen tapaan uima-allas on toteutettu ilman vedeneristystä ns. vesitiiviillä betonilla. Nurkat, joihin robotilla ei päässyt ja joihin vaadittiin suurempaa tarkkuutta, vesipiikattiin miestyönä.

11 Altaan reunan raudituspiirustus.

töikää (luokkaa 50 vuotta) tavoiteltaessa allas tulisi purkaa kokonaan ja rakentaa uudelleen. Uimahalleissa peruskorjaus joudutaan kuitenkin suorittamaan yleensä 20–25 vuoden välein, joten ison altaan korjauksella tavoitellaan tällaista käyttöikää.

Altaan betonin vetolujuustulokset olivat suu- relta osin varsin hyviä ja puristuslujuustulokset kauttaaltaan erinomaisia. Lisäksi betonin alkalipiidioksidireaktio pysähtyy, kun betonirakenne saadaan jollakin aikavälillä kuivumaan. Näillä perusteilla päädyttiin korjaustapaan, missä poistetaan 70–150 mm rapautunutta betonin pintaosaa, valetaan pintaosat uudelleen ja allas vedeneristetään. Korjauksen onnistuminen ja käyttöön saavuttaminen on siten pitkälti vedeneristykseen onnistumisen varassa.

Altaan seinien yläosassa rapautunutta betonia poistettiin 70 mm. Tavoitteena oli päästä 20–25 mm nykyisten raudotteiden taakse, jotta voidaan varmistua riittävästä uuden betonin ja vanhan altaan yhteistoiminnasta. Seinien alaosassa, missä vedenpaineesta aiheutuvat kuormitukset ovat suurimmat piikkaus ulotettiin 1500 mm korkeudelta 150 mm syvyydelle. Uusi ja vanha betoni sidottiin toisiinsa 12 mm harjaterästartunnoin (4 kpl/m²). Altaan syvänpään reunoilla piikkaus ulotettiin 2000 mm levyisellä kaistalla altaan ympäri, laatan keskiosalta betonia ei poistettu. Matalassa päässä altaan pohjalta poistettiin betonia kauttaaltaan noin 70 mm yläpinnan raudotteiden tasalle, koska altaan pohjaa ei matalassa päässä ollut mahdollista korottaa.

Vanha tasausvalukerros poistettiin piikkaamalla ennen varsinaisen altaan betonirakenteiden vesipiikkausta. Varsinaisen altaan betonin poisto tehtiin pääasiassa vesipiikkausrobotilla huputetussa tilassa, jotta vesiroiskeet



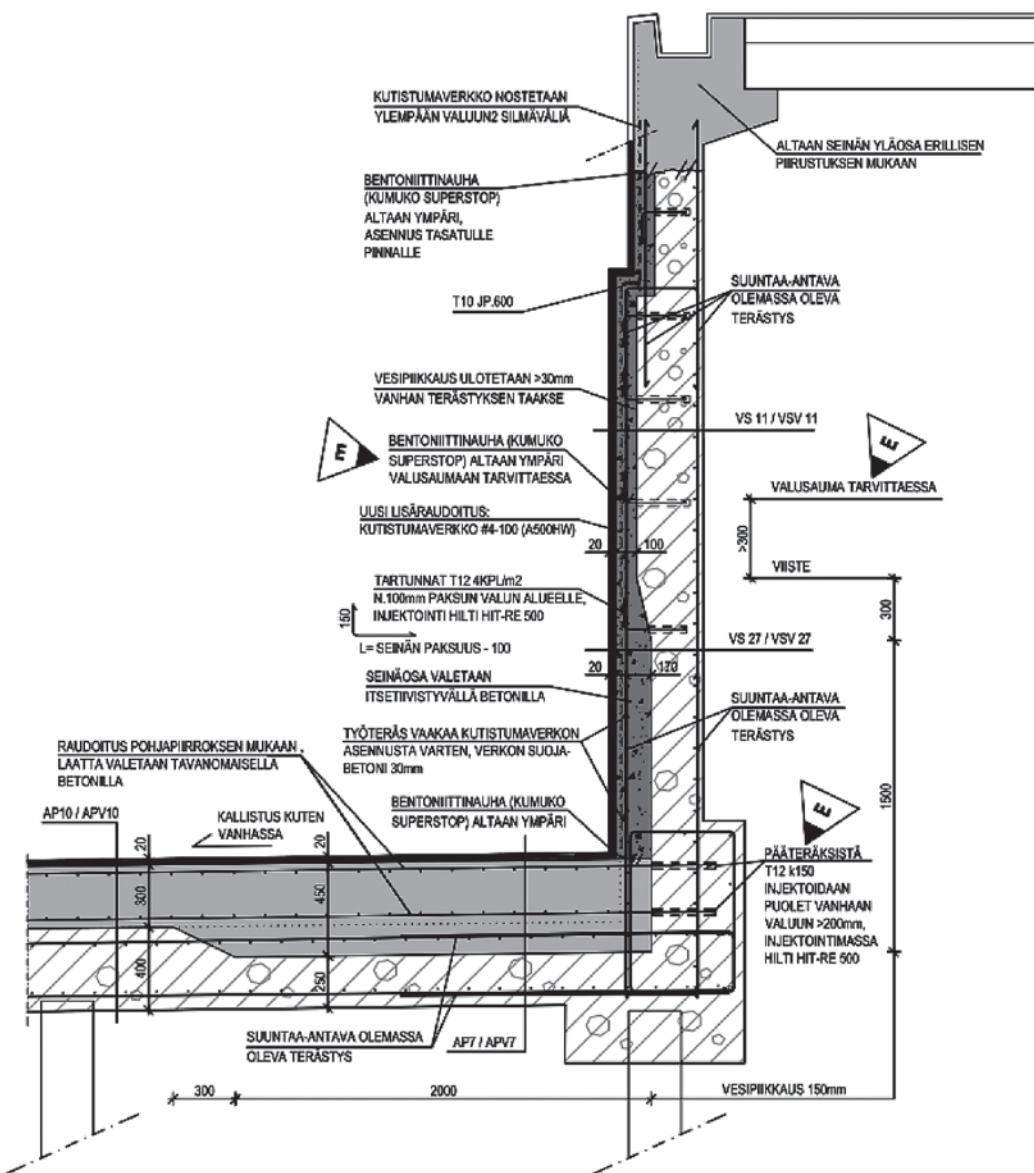
10

ja kosteuden leviäminen ympäristöön pysyivät mahdollisimman vähäisenä. Vesipiikkausrobotilla piikkausleveys oli 2000 mm sekä seinällä että altaan pohjalla. Nurkat, joihin robotilla ei päässyt ja joihin vaadittiin suurempaa tarkkuutta, vesipiikattiin miestyönä. Vesipiikkauksen jälkeen tarkistettiin vanhan raudituksen sijainti ja kunto sekä lisättiin rauditusta altaan pohjalla olevien uusien vedenkäsittelyputkien roilousten kohdille.

Hallin välipohja tukeutuu altaan seinien yläpäässä olevien konsolien varaan. Seinän yläosassa olevat loiskekourut poistettiin kokonaisuudessaan niiden pitkälle edenneen vaurioitumisen sekä vedenkäsittelyn muutosten vuoksi. Välipohja on tuettu kellarikerroksesta työnaikaisin tuin.

Altaan seinien tiheä rauditus ei mahdollista betonin tiivistämistä tavanomaisilla täryttimillä, joten seinien valu tehdään itsestivistävällä betonilla. Valu on tarkoitettu tehdä painevaluna noin 500 mm kerroksina, jotta varmistetaan siitä, että betoni täyttää kaikki vesipiikkauksen jäljiltä jääneet kolot hyvin. Seinän yläpäässä olevat loiskekourut ja välipohjan tuki valetaan tavanomaisella täryttimellä tiivistettävällä betonilla. Altaan syvässä päässä uudet vedenkäsittelyputket asennetaan vanhan pohjalaatan päälle ja pintaan valetaan uusi 300 mm paksuinen kantava betonilaatta. Matalassa päässä vesipiikatun laatan pintaan valetaan noin 70 mm uutta betonia.

Altaan puolessavälissä oleva betoninen hydraulisesti laskettava välisilta korvataan uudella teräsrakenteisella sillalla. Uima-altaan kilpailukäytön kannalta altaan mittatarkkuus on suuri. Tilastokelpoisten tulosten vuoksi altaan on oltava täsmälleen 50 m pituinen ja lyhyen radan 25 m. Uuden kapeamman välisil-



11



12

lan ansiosta altaassa voidaan jatkossa järjestää myös lyhyen radan kilpailuja.

Tätä kirjoitettaessa toukokuussa altaan vesipiikkaukset on saatu suoritettua ja vedenkäsittelyputket asennettua altaan pohjalle. Seuraavassa vaiheessa alkaa tartuntojen poraus ja injektointi altaan seiniin ja pohjalle.

Lähteet

- [1] Gjörv, O. E. 2009. Durability design of concrete structures in severe environments. Taylor & Francis. 220 p.
- [2] Punkki, J., Suominen, V. 1994. Alkalikiviainesreaktio Norjassa – ja Suomessa? *Betoni* 2/1994. Helsinki. Suomen Betonitieto Oy. s. 30–32
- [3] Neville, A. 1995. Properties of concrete. Essex. Longman Group. 844 p.
- [4] Pyy, H., Holt, E., Ferreira, M. 2012. Esitutkimus alkalikiviainesreaktiosta ja sen esiintymisestä Suomessa. VTT. Helsinki Asiakasraportti VTT-CR-00554-12/FI. 27 s.
- [5] www.geologia.fi. Viitattu 31.3.2014.
- [6] Pyy, H., Holt, E. 2010. Onko Suomessa alkalikiviainesongelmaa? *Betoni* 4/2010. Helsinki. Suomen Betonitieto Oy. s. 46–48.
- [7] Lahdensivu, J. 2012. Durability properties and actual deterioration of Finnish concrete facades and balconies. Tampere. Tampere University of Technology. Publication 1028. 117 p + app. 37 p.

Alkali-aggregate reaction in swimming pool concrete

A renovation project was started in May 2013 in the Tampere Swimming Centre, which had been built in 1979 and expanded in 2007. The scope of the extensive renovation project covers replacement of building services, new layout arrangements as well as renewal of surfaces in dressing rooms and the pool area.

In the course of the repair work, weathering of the concrete structures was found in the pools, caused by the alkali-aggregate reaction. The pools had originally all been without waterproofing allowing the warm pool water to maintain a high moisture stress level in the concrete. That is one of the preconditions for the occurrence of the alkali-aggregate reaction.

In Finland, physically and chemically durable aggregate is used in concrete. It has been commonly believed that the alkali-aggregate reaction does not occur in Finland. Knowledge of this reaction is therefore poor and there are no guidelines available for its prevention.

However, the alkali-aggregate reaction has been detected also in Finland. According to a survey conducted in 2011, a total of 56 cases where the alkali-aggregate reaction had caused damage have been found in the past 15 years. Only a few cases were related to water towers, swimming pools and dams, which are exposed to high moisture stresses.

In the Tampere Swimming Centre, the alkali-silica reaction had progressed locally in the pool walls and the bottom slab to such an extent that the first signs of weathering could be seen in the concrete structure. The highest level of weathering was found in the concrete at a depth of 60–120 mm.

In addition to the nature of damage and the service life of the repair, the selection of the pool repair method was influenced by the interior of the swimming hall. The aim was to keep it unchanged.

The tensile strength results of the pool concrete were quite good and compression strength results excellent. Moreover, the alkali-silica reaction will stop in the concrete, if the concrete structure can be dried within a certain time. Based on these factors, the selected repair method was to remove 70–150 mm of weathered concrete from surface, recast the surface parts and provide waterproofing for the pool. Whether the repair will be successful and ensure the specified service life depends to a large extent on the successful implementation of waterproofing.