



Paikallavaletun uima-altaan työvaiheiden laadunvarmistus

Emmi-Lotta Kinnunen

Opinnäytetyö, AMK

Helmikuu 2025

Insinööri (AMK), Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Kinnunen Emmi-Lotta

Paikallavaletun uima-altaan työvaiheiden laadunvarmistus

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. **Helmikuu 2025**, 56 sivua

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Uimahalleja ja kylpylöitä korjataan Suomessa jatkuvasti. Liikuntapaikkojen ja erityisesti uimahallien kasvava korjausvelka vaatii tulevaisuudessa toimenpiteitä, jotta palvelut voidaan säilyttää. Tämä vaatii rakennusalan ammattilaisilta jatkuvaa ammattitaidon ylläpitoa sekä huolellista perehtymistä erityisesti allasrakenteiden toteuttamiseen ja niiden laadunvarmistukseen.

Tutkimuksessa selvitettiin paikallavaletun teräsbetonirakenteisen uima-altaan toteutukseen liittyviä työvaiheita ja toimenpiteitä, joissa työhöjeen avulla olisi voitu saada aikaiseksi parempia ja laadukkaampia lopputuloksia. Tutkimus toteutettiin tutkimuksellisena kehittämistyönä, johon kuului osana kirjallisuuskatsaus.

Tutkimuksen lopputuloksena laadittiin laadunvarmistusohje, joka tulee toimeksiantajan käyttöön. Laadunvarmistusohjeessa käydään läpi paikallavalurakenteen työvaiheet, joissa on huomioituna allasrakenteen vaikutus työvaiheen toteutukseen.

Avainsanat (asiasanat)

Uima-allas, uimahalli, kylpylä, liikuntapaikkarakentaminen, paikallavalu, muottityö, vesitiivis betoni, liikuntasaumat, vesitiiveyskoe, allastekniikka, rakentamisen laatu, Rakennus K. Karhu Oy

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Laadunvarmistusohje

Kinnunen Emmi-Lotta

Quality assurance of a concrete swimming pool

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, February 2025, 56 pages

Engineering and technology. Bachelor's Degree Programme in Construction and Civil Engineering Technology. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

Swimming halls and spas are under constant construction in Finland. Sports facilities and especially swimming halls increasing maintenance backlog demand actions in future so that we can preserve our services. This means that construction fields professionals need to maintain their professional skills and they need to begin learning more about building swimming pools and how to assure the quality of the construction work.

This research investigated different stages of cast-in-place reinforced concrete construction and actions that need to be done so that final product is better quality. The thesis is research development work and it includes literary survey.

This thesis final product was a instruction of a swimming pools quality assurance which is meant for mandators use. The instruction has all the stages of cast-in-place construction listed and it also includes information about swimming pools special features and how those features affect the execution on construction site.

Keywords/tags (subjects)

Swimming pool, swimming hall, spa, sports facility, cast-in-place, formwork, waterproof concrete, expansion joint, watertight testing, pool technology, construction quality, Rakennus K. Karhu Oy.

Miscellaneous (Confidential information)

Instruction of a concrete swimming pools construction stages quality assurance

Sisältö

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Johdanto | 4 |
| 2 | Tutkimuksen tarkoitus, tavoitteet ja kysymykset..... | 4 |
| 2.1 | Tutkimusasetelma | 4 |
| 2.2 | Tutkimusongelman määrittäminen | 5 |
| 2.3 | Tutkimuskysymykset ja tutkimuksen tavoite | 6 |
| 2.4 | Kirjallisuuskatsaus; tarkoitus ja tavoitteet | 7 |
| 3 | Tietoperusta | 8 |
| 3.1 | Laatu..... | 8 |
| 3.1.1 | Betonirakentamisen laatu | 8 |
| 3.2 | Uima-allasrakenne | 9 |
| 3.3 | Työ- ja liikuntasaumat | 11 |
| 3.4 | Muotit..... | 17 |
| 3.4.1 | Muottimateriaalin valinta | 18 |
| 3.4.2 | Pohjalaatan muottityö | 19 |
| 3.4.3 | Allasseinien muottityö | 20 |
| 3.4.4 | Muottien purkaminen | 21 |
| 3.5 | Läpiviennit | 22 |
| 3.6 | Rauditus..... | 22 |
| 3.7 | Betonointi..... | 25 |
| 3.7.1 | Betonin valinta | 25 |
| 3.7.2 | Seinä- ja laattarakenteen massan valinta..... | 28 |
| 3.7.3 | Betonimassan laadunvarmistus..... | 28 |
| 3.7.4 | Betonin pumppaus..... | 29 |
| 3.7.5 | Betonitöiden työturvallisuus | 30 |
| 3.7.6 | Betonin pumppaustyön työturvallisuus | 30 |
| 3.7.7 | Betonin valutyön toteutus | 31 |
| 3.7.8 | Betonin tiivistys..... | 32 |
| 3.7.9 | Jälkihoito | 35 |
| 3.7.10 | Betonointityön laadunvarmistus | 35 |
| 3.7.11 | Vedenpitävät rakenteet..... | 36 |
| 3.7.12 | Betonityönjohtaja | 36 |
| 3.8 | Kuivatusaika, halkeilu..... | 37 |
| 3.9 | Vesitiiveyskoe..... | 37 |
| 3.10 | Betonipinnan viimeistely ennen laatoitustöitä..... | 38 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4 | Menetelmät, toteutus..... | 38 |
| 4.1 | Kirjallisuuskatsaus | 38 |
| 4.1.1 | Menetelmät | 39 |
| 4.1.2 | Luotettavuuden arviointi | 39 |
| 4.2 | Tutkimuksellinen kehittämistyö..... | 40 |
| 4.3 | Eettisyyden tarkastelu..... | 41 |
| 5 | Tutkimustulokset..... | 41 |
| 5.1 | Työvaiheiden laadunvarmistus | 42 |
| 6 | Pohdinta..... | 46 |
| 7 | Käsitteet..... | 49 |
| | Lähteet | 50 |
| | Liitteet | 53 |
| | Liite 1. Laadunvarmistusohje (salassa pidettävä) | 53 |

Kuviot

| | | |
|-----------|--|----|
| Kuvio 1. | Periaatepiirustus uima-altaan leporeunuksesta..... | 10 |
| Kuvio 2. | Leporeunuksen eri mallit. | 10 |
| Kuvio 3. | Työsauman pesu. | 11 |
| Kuvio 4. | Työsaumojen rakenteita. | 12 |
| Kuvio 5. | Vesitiiviin rakenteen työsauma..... | 13 |
| Kuvio 6. | Työsaumanauha asennettuna ennen valua. | 14 |
| Kuvio 7. | Paisuvanauha, injektointiletkut ja työsaumanauha..... | 15 |
| Kuvio 8. | Välipohjan muotti, rakennelaakeri ja liikuntasaumanauha..... | 17 |
| Kuvio 9. | Loiskevesikourujen malleja. | 20 |
| Kuvio 10. | Betonipeitteen käsitteitä ja mittoja. | 24 |
| Kuvio 11. | Betonimassan notkeuden määrittäminen painumakokeella..... | 27 |
| Kuvio 12. | Periaatekuva valurakenteen tiivistämisestä. | 33 |
| Kuvio 13. | Seinämuotissa olevan varauksen tiivistys. | 34 |

Taulukot

| | | |
|-------------|---------------------------------|----|
| Taulukko 1. | Muottityön laadunvarmistus..... | 42 |
|-------------|---------------------------------|----|

| | |
|---|----|
| Taulukko 2. Raudoitustyön laadunvarmistus. | 43 |
| Taulukko 3. Valutyön laadunvarmistus. | 45 |

1 Johdanto

Suomessa korjataan vuosittain noin 5–10 uimahallia ja kylpylää ja osa korjaustarpeessa olevista kohteista saatetaan myös korvata uudishankkeella. Suomalaiset vesiliikuntapaikat ovat suuren korjaustarpeen alla, koska suurin osa niistä on rakennettu 1970-luvulla, jolloin märkätiloissa ja vedenpaineen alaisissa rakenteissa ei ole käytetty vesieristeitä. Kaikista Suomen liikuntapaikoista eniten korjausvelkaa onkin kertynyt juuri uimahalleille, kylpylöille ja uima-allastiloille. Tämä tarkoittaa sitä, että tulevaisuudessa Suomessa on suuri tarve uimahallien ja kylpylöiden ammattitaitoisille rakentajille. (OKM Liikuntapaikkajulkaisu 117 2021, 3; Isoniemi H. & Isoniemi T. 2020, 21)

Uima-altaiden rakentaminen vaatii kaikilta hankkeen osapuolilta hyvää rakennusfysiikan tuntemista ja perehtymistä uima-allasrakenteen ominaispiirteisiin. Rakenteet joutuvat alttiiksi korkealle kosteudelle ja useille erilaisille kemikaaleille, niiden koko elinkaaren ajan. Uimahallien olosuhteet asettavat välttämättömiä vaatimuksia altaiden materiaaleille ja rakenteille, jotta ne varmasti kestävät jatkuvat rasitukset. (RT103059 2019, 29)

Laadukkaalla suunnittelulla ja työn toteutuksella saavutetaan lopputulos, joka täyttää kaikki asiakirjoihin asetetut vaatimukset ja johon tilaaja voi olla tyytyväinen (Rakennustöiden laatu 2017, 7). Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tutkia uima-allasrakenteeseen liittyviä erityisiä ratkaisuja sekä selvittää, kuinka rakenteen toteutuksen laatua voidaan parantaa. Tulosten pohjalta laaditaan laadunvarmistusohje, joka on tarkoitettu rakennusurakoitsijan työnjohdon käyttöön.

Tutkimustyön toimeksiantaja on Rakennus K. Karhu Oy, joka on seinäjokelainen rakennusyritys. Sen on perustanut Keijo Karhu vuonna 2001. Yrityksen urakat ovat pääosin julkis- ja teollisuusrakentamista. Toteutuneet urakat ovat olleet uudis-, saneeraus- ja korjauskohteita.

2 Tutkimuksen tarkoitus, tavoitteet ja kysymykset

2.1 Tutkimusasetelma

Tutkimuksellisella kehittämistyöllä lähdettiin selvittämään työelämässä ilmennyttä ongelmaa ja kehitettiin siihen mahdollisia ratkaisuja. Tutkimuksessa perehdyttiin ilmiön keskeisiin tekijöihin

ja pyrittiin ymmärtämään ilmiön kehittymistä paremmin sekä löytämään keinoja ilmenneiden ongelmien ratkaisemiseksi. (Kananen 2012, 29).

Tämä tutkimus sai alkunsa toimeksiantajan toteuttamasta rakennushankkeesta, jossa rakennuskohteena oli uimahalli. Uimahallissa oli useita altaita, mutta tässä tutkimuksessa perehdyttiin kuntouintialtaan toteutukseen. Uimahalli rakennettiin vuosina 2022–2024 ja kohteen rakennesuunnitelmista vastasi Sweco Rakennetekniikka Oy. Kohde oli rakennusurakoitsijan ensimmäinen uimahalli, mutta yrityksen toimihenkilöillä oli laajasti kokemusta paikallarakentamisesta sekä joillakin myös uima-allasrakentamisesta. Tutkimuksessa hyödynnettiin kohteesta otettuja valokuvia, joilla voitiin havainnollistaa eri rakenneosien toteutusta. Valokuvilla dokumentoitiin kohteen toteutusta ja ne toimivat osana rakennetun uimahallin laadunvarmistusta. Kohteen rakenteiden toteutuksessa voitiin havaita töiden edetessä, kuinka allasrakenne vaatii erityisratkaisuja tavanomaisiin paikallavalukohteisiin verrattaessa.

2.2 Tutkimusongelman määrittäminen

Tutkimusongelmana oli uima-altaissa esiin tulleet erilaiset ongelmat, jotka ilmenevät jopa ennen altaiden käyttöönottoa. Näitä ongelmia ovat muun muassa erilaiset vuodot ja laatoitusten irtoilut. Koska suurin osa uima-altaista on rakennettu 1970-luvulla, on ymmärrettävää, että sen ajan rakennustekniikoilla ja tiedoilla olevat altaat saattavat nykypäivänä olla ongelmallisia muun muassa puuttuvan vesieristyksen takia. Tämä ei kuitenkaan selitä sitä, miksi myös nykypäivänä rakennetuissa altaissa ilmenee edelleen samankaltaisia ongelmia. (Marjakangas 2017)

Esimerkkinä voidaan käyttää Rauman Karin Kampuksen uimahallia, jossa altaasta irtosi laatoituksia jo ennen sen käyttöönottoa. Kohteen laatoitustöitä tehtiin vuonna 2023 ja selvityksiä on jatkettu vielä vuoden 2024 puolella. Altaista on otettu vetokokeita kolmannen osapuolen toimesta, joista on voitu todeta, että laattojen ja kiinnityslaastin tartunta on ollut heikko. (Rauman kaupunki 2024)

Toinen esimerkki löytyy Kajaanista Vesiliikuntakeskus Kaukavedestä, jossa on myös havaittu laattojen irtoamisia. Vesiliikuntakeskus on rakennettu vuonna 2013. Rakennusvaiheessa allasta on injektoitu, mutta sillä ei ole todettu olevan yhteyttä irronneisiin laatoituksiin. (Tolonen 2015) Kaukaveden allasta on korjattu 7 käyttövuoden aikana jo viisi kertaa. Vuonna 2020 laattojen irtoamisen syyksi alettiin epäillä betonin kuivumiskutistumista. (Kähkönen 2020)

2.3 Tutkimuskysymykset ja tutkimuksen tavoite

Edellä mainittujen ongelmien ratkaisemiseksi, tämä tutkimus keskittyi työn toteutuksen laadunvarmistukseen. Lisäksi aikataulu ja hinnoittelu ovat yleisesti haaste rakennusalalla, mutta se ei koske ainoastaan uimahallien rakentamista tai suoraan rakentamistyön laatua. Siksi tässä tutkimuksessa ei lähdetty selvittämään tarkemmin aikataulun tai hinnan vaikutusta uima-altaan laatuun. Lisäksi tutkimuksen ulkopuolelle rajattiin altaiden korjausrakentaminen sekä laatoitustyöt.

Tutkimuksen ydin ongelma oli allasrakenteiden virheet ja kuinka niiltä voidaan välttyä. Tutkimuksella haluttiin vastata seuraaviin kysymyksiin:

- Kuinka rakennetaan paikallavalettu uima-allas, joka on lopputulokseltaan laadukas?
- Mikä tekee uima-allasrakentamisesta erityisrakentamista?

Tutkimuskohteeksi valittiin altaan toteutuspuolelta löytyvät ongelmat ja erityisesti osaamiseen liittyvät haasteet. Tutkimuksessa lähdettiin selvittämään paikallavaletun allasrakenteen työvaiheita sekä rakenteen erityispiirteitä ja kuinka näihin vaikuttamalla voidaan parantaa rakentamisen laatua. Tavoitteena oli parantaa erityisesti urakoitsijan toimihenkilöiden osaamista ja samalla parantaa paikallavalurakentamisen tiedon saavutettavuutta.

Tutkimuksen tekeminen nähtiin tärkeäksi myös kestävän kehityksen kannalta. Uima-altaiden haasteita tulisi pyrkiä ratkaisemaan tehokkaasti, jotta ne kestäisivät pitkään ilman suurta korjaustarvetta. Altaiden vuotamisongelmat ja laattojen irtoaminen teettää ylimääräistä työtä ja kuluttaa ympäristöä, mikäli esimerkiksi laattoja joudutaan uusimaan useita kertoja. Altaiden korjaamisen yhteydessä joudutaan allas tyhjentämään ja täyttämään uudelleen joka kerta eli veden kulutus nousee merkittävästi. Aikaa ja kulutusta kestävillä rakenneratkaisuilla ja laadukkaalla työn toteutuksella voitaisiin mahdollisesti välttää ylimääräistä ja tarpeetonta ympäristön kuormitusta. Näihin kestävän kehityksen haasteisiin pyrittiin osaltaan vastaamaan tämän tutkimuksen tuloksilla.

Osana tutkimuksellista kehittämistyötä tehtiin kirjallisuuskatsaus, johon koottiin paikallavalurakentamisen keskeiset työvaiheet sekä niihin liittyvät laadunvarmistustoimenpiteet. Kirjallisuuskatsauksen koottiin aiheeseen liittyvää tietoa, jota löytyi muun muassa alan ammattikirjallisuudesta sekä erilaisista sähköisistä lähteistä. (Kananen 2012, 47)

Tutkimuksen lopputuloksena syntyi laadunvarmistusohje urakoitsijalle, johon on koottu paikallavalletun uima-altaan työvaiheet ja niihin liittyvät laadunvarmistustoimenpiteet. Ohjeen tarkoitus on kehittää urakoitsijan toimihenkilöiden tietotaitoa paikallavalurakentamisesta ja sitä voidaan käyttää apuna työmaalla eri työvaiheiden laadunvarmistuksessa.

Laadunvarmistusohje on sen käyttäjälle selkeä opas, josta löytyy koottuna ja referoituna samat tiedot, jotka täytyisi muutoin etsiä ja löytää useista eri lähteistä. Ohjeen vaikutuksien arviointia on vaikea toteuttaa, koska tulokset voidaan nähdä vasta, kun ohje pääsee mukaan käytännön toteutukseen. Ennakkoon voidaan kuitenkin olettaa, että ohjeen avulla työn toteutusta voidaan varmistaa tehokkaammin, toimihenkilöiden osaaminen kehittyä ja valmiin lopputuotteen laatu paranee.

2.4 Kirjallisuuskatsaus; tarkoitus ja tavoitteet

Kirjallisuuskatsaus tehtiin tukemaan tutkimuksellista kehittämistyötä. Katsauksen avulla voitiin perehtyä työelämässä vastaan tulleeseen ilmiöön ja taustoittaa sitä. (Kananen 2012, 15)

Kirjallisuutta ja tutkimuksia lähdettiin hakemaan tutkimussuunnitelman mukaisilla hakusanoilla, joita olivat muun muassa uima-altaat, kylpylät, paikallavalurakenteet ja rakentamisen laatu. Tavoitteena oli löytää tehtyjen hakujen avulla myös laajemmin muita tutkimuksia ja uusia hakusanoja, joita tutkimuksen alkuvaiheessa ei ole osattu ottaa mukaan hakuihin. Haussa löydetyt tutkimukset analysoitiin, jotta niistä voitiin valita tutkimuksen kannalta olennaisimmat lähteet käyttöön.

Hakuja lähdettiin tekemään muun muassa rakennustiedon tietokannasta sekä Finnan hakupalvelusta. Molemmista lähteistä oli löydettävissä luotettavia tutkimuksia ja kirjallisuutta. Lisäksi apuna käytettiin rakennuslehden artikkeleita, joissa on alan asiantuntijoiden haastatteluita. Artikkelien avulla voitiin avata uima-allasrakenteiden nykytilaa ja taustoittaa tutkimuksen ajankohtaisuutta sekä merkityksellisyyttä rakennusalalle.

Katsauksen avulla saatiin koottua tietoperustaksi tarkkaan valikoidut alan kirjallisuusteokset sekä julkaistujen artikkeleiden ja niissä haastateltujen asiantuntijoiden näkökantaa. Tavoitteena oli saada näiden tietolähteiden avulla tietoa tutkimuskohteena olevan rakenteen nykytilasta ja tämän hetken ongelmista sekä vastata tietoperustalla tutkimuskysymyksiin.

Katsauksella haluttiin selvittää millaista tietoa uima-allasrakenteista on tällä hetkellä saatavilla ja millaisista lähteistä tietoa on mahdollista löytää. Lähteitä kertyi useita, mutta tutkimuksen kannalta oli tärkeintä, että ne tukevat toisiaan ja ovat luotettavia. Tutkimus toteutettiin kurinalaisesti ja läpinäkyvästi, jotta lukija voi pitää sitä luotettavana. (Vilkkä 2023, 4)

Tutkimus käsittää kolme kokonaisuutta, joista yksi on allasrakenteiden nykytilan selvittäminen eli niin sanotusti ongelman esittely. Toinen kokonaisuus on allasrakenteeseen perehtyminen ja siitä löytyvän tiedon kokoaminen. Kolmas kokonaisuus on altaan toteutukseen ja laatuun keskittyvä. Tietoperusta koottiin yhteen altaan työvaiheita mukailleen. Allasrakenne käydään läpi työvaiheiden avulla, jolloin lukijalle avataan rakenteen sisältöä, toteutusta ja laadunvarmistusta samalla, kun edetään kohti valmista paikallavalettua uima-allasta.

Tärkeä osa kirjallisuuskatsauksen laatimista oli muistiinpanojen kirjoittaminen samalla, kun käytiin läpi katsaukseen valittuja tutkimuksia ja kirjallisuutta. Muistiinpanot toimivat hyvänä tukena tietoperustan kirjoittamisessa ja niihin voitiin palata missä tahansa tutkimuksen vaiheessa. Muistiinpanoja tarvittiin myös tämän tutkimuksen tulosten laadinnassa sekä pohdinnan tukena. Niitä voi myös hyödyntää mahdollisesti seuraavissa tutkimuksissa ja näin helpottaa työmäärää uuden tutkimuksen parissa. Muistiinpanoja kirjoitettiin käsin paperille, puhelimen muistiinpanosovellukseen sekä tietokoneella Word-tiedostoihin.

3 Tietoperusta

3.1 Laatu

Laatu on laaja käsite ja sitä voidaan määritellä useilla eri tavoilla. Kun jokin asia on tehty laadukkaasti, se on tehty oikein ja se täyttää tilaajan odotukset. Laatuun liitetään usein mielikuva täydellisyydestä. Asioiden laatua voidaan kehittää laatimalla erilaisia toimenpiteitä, joilla laadun toteutuksesta voidaan varmistaa ja ohjata. (Rakennustöiden laatu 2017, 7)

3.1.1 Betonirakentamisen laatu

Betonirakentamisessa laatua seurataan muottien, raudoitusten ja betonoinnin osalta. Betonoinnin työvaiheista huomioidaan myös jälkityöt. Laatukriteerien saavuttaminen varmistetaan ennen työn

toteutusta, työn aikana sekä työn jälkeen tapahtuvilla toimenpiteillä. (Rakennustöiden laatu 2017, 114–117)

Rakentamisessa laatukäsitettä voidaan käyttää, kun puhutaan eri materiaalien, suunnittelun tai valmistuksen laadusta. Tässä tutkimuksessa perehdytään rakennustyön eli valmistuksen laatuun, kun työn toteutuksen kohteena on paikallavalettu uima-allas. Laadukkaasti valmistettu uima-allas vastaa materiaaleiltaan ja työn toteutukseltaan urakka-asiakirjoissa määriteltyihin laatuvaatimuksiin. (Rakennustöiden laatu 2017, 7)

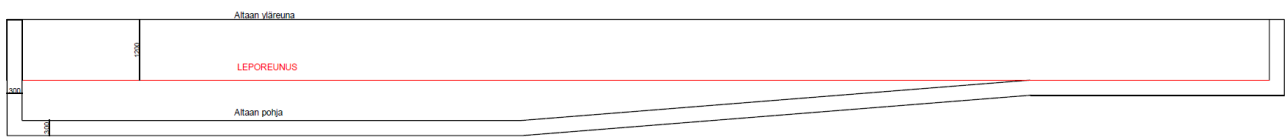
Uima-allasta rakentaessa laadukkaalla lopputuloksella haetaan rakenteelle pitkää kestävyyttä haastavissa olosuhteissa. Uimahallin sisäilmassa on korkea kosteuspitoisuus, puhumattakaan allasvedestä, jossa on paljon kemikaaleja, jotka rasittavat rakennetta ja siihen asennettuja materiaaleja. Näiden ympäristöstä tulevien rasitusten takia, rakenteilta ja materiaaleilta vaaditaan hyvää kestävyyttä eikä suunnitelmiin valittuja materiaaleja ole Majan mukaan suositeltavaa lähteä vaihtamaan (Maja 2023, 26)

3.2 Uima-allasrakenne

Uima-allas voi olla rakenteeltaan terästä, teräsbetonia, lasikuitua tai lujitemuovia (Pernu & Kuurne 2016, 44). Valitun altaan rakenteisiin kohdistuu käytön aikana jatkuvaa vedenpainetta, joka rasittaa rakenteita. Tässä tutkimuksessa perehdytään teräsbetonirakenteisen altaan rakenteisiin ja työvaiheisiin. (Altaat ja uima-altaat N.d, 8).

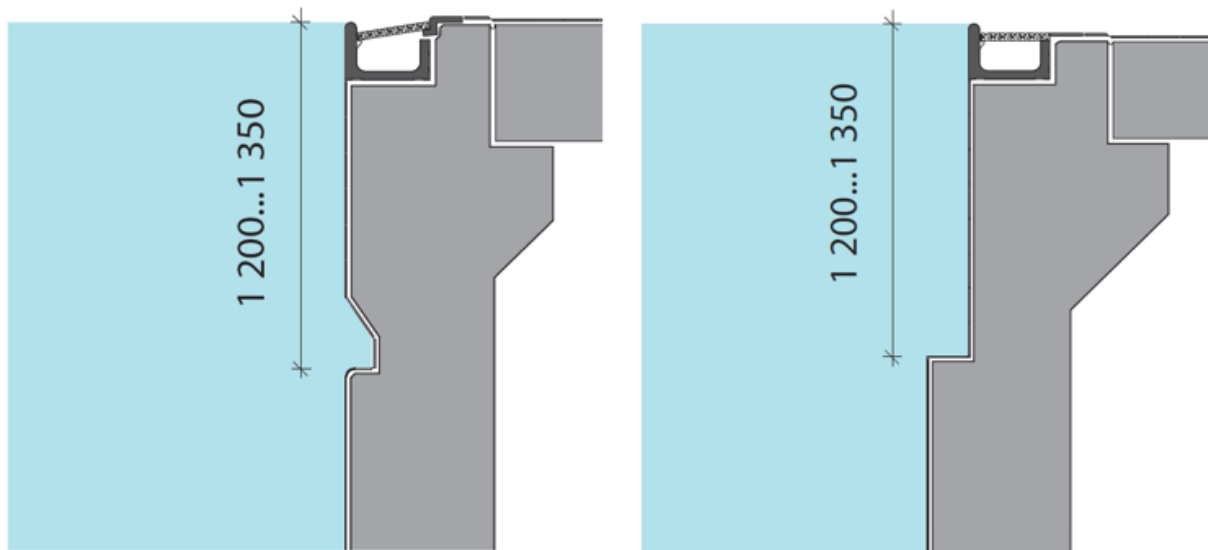
Teräsbetonirakenteiset uima-altaat rakennetaan yleensä erillisenä betonirakenteena esimerkiksi pilarien ja palkkien varaan eli altaan sivuille ja alapuolelle jää tilaa. Tätä tilaa voidaan hyödyntää esimerkiksi tekniikka- ja huoltotilana. Maanvaraisia allasrakenteita vältetään, koska silloin allasrakenteen ja siihen liittyvän tekniikan tarkastelu ja huoltaminen on käytännössä mahdotonta (Pernu & Kuurne, 2016, 33). Teräsbetonirakenteisten altaiden seiniin tulee ulkopuolelle konsolit, joiden päälle tukeutuu allashuoneen välipohja (Maja 2023, 10). Kuntouintialtaan pitkille sivuille on suunniteltu leporeunukset, jotka sijaitsevat 1200 mm altaan yläreunan alapuolella. Leporeunuksen korko ei muutu altaan pohjan muodon mukaan, vaan se kulkee samassa korossa altaan matalasta päästä syvään päähän saakka. Leporeunukset tulee suunnitella kaikkiin altaisiin, jotka ovat syvempiä kuin 1400 mm. Suunnittelija valitsee kohteeseen sopivan leporeunuksen koron, joka on

yleensä 1200...1350 mm väliltä. Leporeunus voi olla ulokemainen ratkaisu tai upotettu allasseinään. (RT103059 2019, 16)



Kuvio 1. Periaatepiirustus uima-altaan leporeunuksesta.

Kuviossa 1 on periaatepiirustus uima-altaasta, jossa kulkee leporeunus. Piirustus ei ole mittakaavassa eikä siinä ole esitetty muita altaan rakenteellisia tai teknisiä osia, kuin leporeunuksen korko altaan yläreunaan nähden sekä altaan seinän ja pohjan vahvuus. Kuviosta voidaan havaita, että leporeunus alkaa siitä kohdasta, kun allas lähtee syvenemään. Jos matala pääty on syvempi, leporeunus voi alkaa myös päätyseinästä saakka.



Kuvio 2. Leporeunuksen eri mallit. (RT103059 2019, 17)

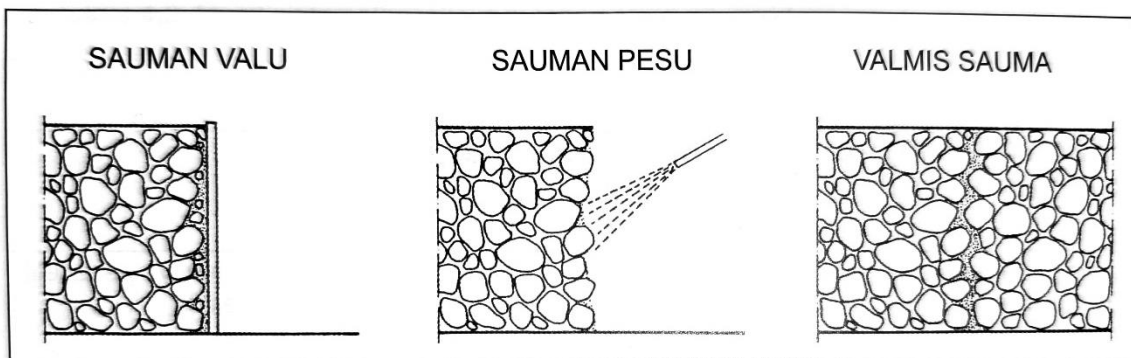
Kuviossa 2 nähdään erilaiset vaihtoehdot leporeunuksen toteuttamiseen. Vasemmalla on upotettu leporeunus ja oikealla ulokemainen ratkaisu.

Kilpa-altaiden mittatoleranssien kanssa on oltava tarkkana. Kansainvälisen uimaliiton sääntökirjan mukaan 25 ja 50 metriä pitkä kilpa-allas saa olla 10 millimetriä pidempi, mutta ei milliäkään lyhyempi, kuin suunniteltu pituus. Mittaus tehdään silloin, kun ajanottopaneelit ovat asennettuna. Tämä tarkoittaa sitä, että uima-altaan lopullinen mitta ajanottopaneeleista mitattuna saa olla esimerkiksi 25 metrisessä altaassa 25.000–25.010 metriä. (World Aquatics, 2024, 5) Nämä mittatarkkuudet tulee ottaa huomioon jo altaan pohjan muottien asentamisesta lähtien.

3.3 Työ- ja liikuntasauamat

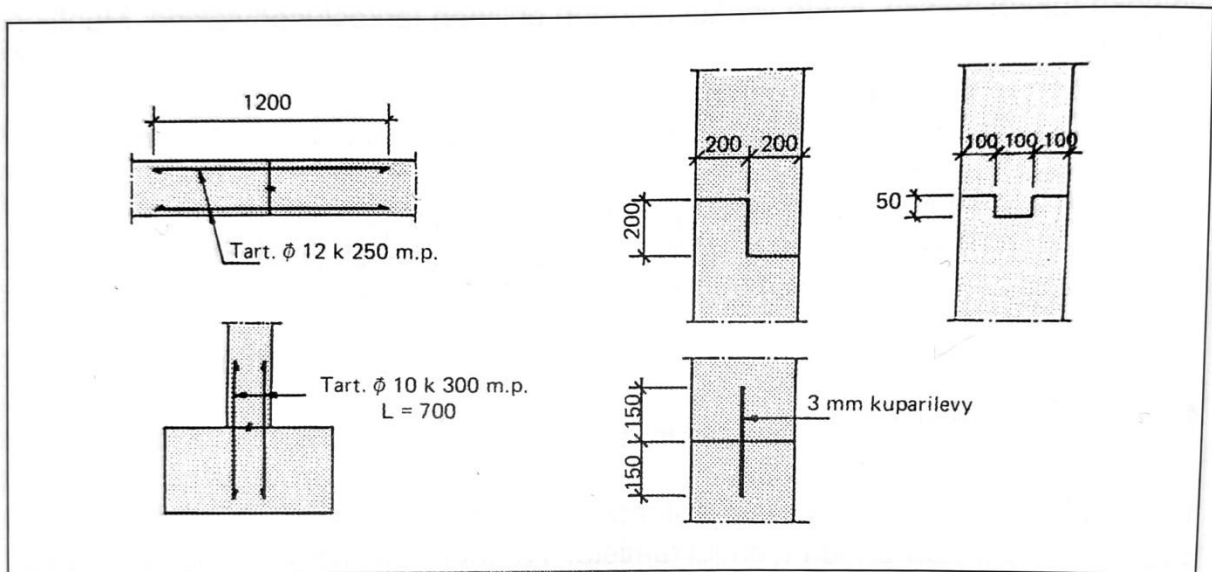
Työsaumojia syntyy kohtiin, joihin valutyö lopetetaan ja betoni pääsee aloittamaan lujuudenkehityksensä. Normaali betonimassa on työstettävissä noin 2...4 tuntia betonimassan sekoituksesta ennen kuin se aloittaa lujuudenkehityksensä. Rakennesuunnittelija määrittää suunnitelmiin työsaumojen sijainnit. Lisäksi suunnitelmassa voidaan esittää työohje sellaisia työsaumojia varten, joita voi syntyä esimerkiksi valutyön yllättävästä keskeytymisestä. (BY71 2019, 99; BY201 2018, 80)

Sauman tiiveyttä voidaan parantaa muun muassa lisäämällä työsaumaan erilaisia vedentiivistysnauhoja, paisuvia työsaumanauhoja, injektointiletkuja ja sauma voidaan lisäksi vaarnata. (RIL 107-2022, 72; BY71 2019, 100) Haastaviin olosuhteisiin suositellaan työsauman pesua tai hiekkapuhallusta. Lisäksi saumaan sijoitettavilla tartuntatangoilla saadaan lisää lujuutta ja voidaan parantaa raudoitukseen toimintaa työsauman kohdassa. Näillä kaikilla toimenpiteillä voidaan parantaa työsauman säilyvyys ja lujuusominaisuuksia. (BY71 2019, 99–101) Suunnittelijan tekemistä rakenneratkaisuista ei saa missään tapauksessa poiketa ilman suunnittelijan hyväksyntää (BY71 2019, 317).



Kuvio 3. Työsauman pesu. (BY71 2019, 101)

Kuviossa 3 esitetty havainnollistava kuva sauman pesulla saavutettavasta hyödystä työsaumarakenteessa. Vaihtoehtoisesti työsauma voidaan hiekkapuhaltaa. Pesulla tai hiekkapuhalluksella saadaan saumalle paremmat tartuntaominaisuudet. Ennen sauman pesua, sauman pinta on tasainen. Pesun jälkeen saadaan betonissa käytetyn kiviaineksen rakeita esiin ja pinnasta tulee epätasaisempi. Näin seuraavassa valussa oleva kiviaines pääsee kiinnittymään eli liittymään paremmin aikaisemmassa valussa olevaan kiviainekseen eikä väliin jää irtolikkaa ja hienoa kiviainesta. (BY201 2018, 258)



Kuvio 4. Työsaumojen rakenteita. (BY71 2019, 100)

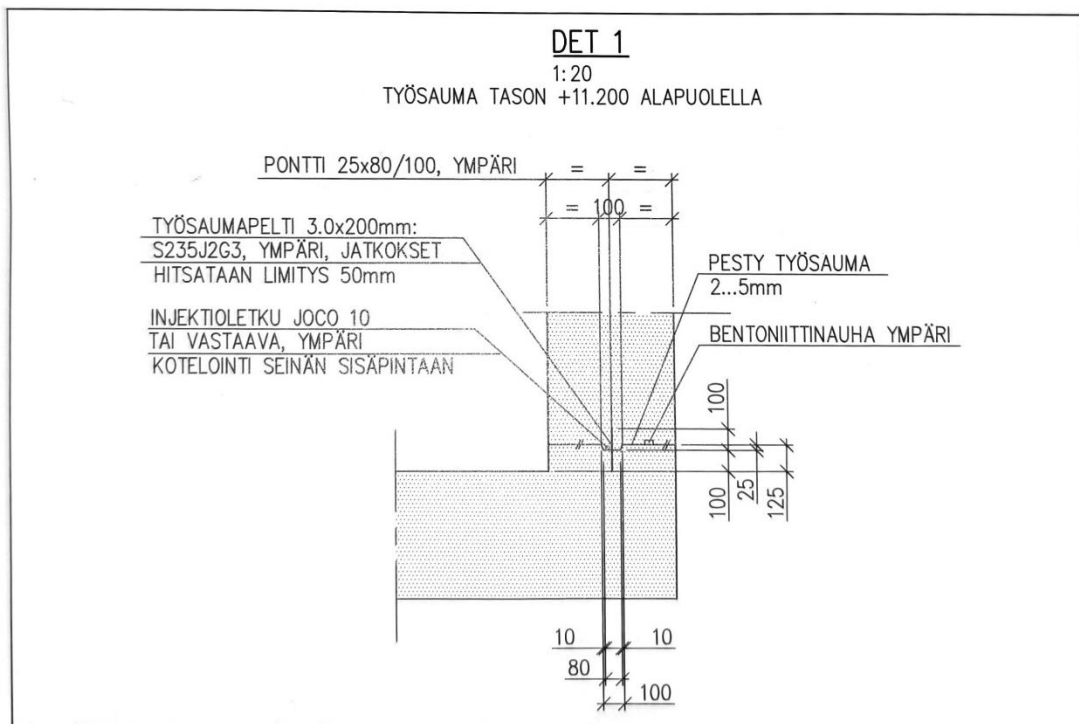
Kuviossa 4 on esitetty erilaisia työsaumarakenteita. Osassa saumoista on käytetty erilaisia tankoja ja levyjä, jotta sauman lujuutta on voitu parantaa. Vaarnattu ratkaisu löytyy kuvion oikeasta reunasta. Tällä menetelmällä voidaan parantaa sauman tiiveysominaisuuksia esimerkiksi uima-altaissa. (BY201 2018, 259)

Uima-allasrakenteen tulee toteuttaa itsenäisenä rakenteena ja se onnistuu erottamalla allas muista rakenteista liikuntasaumoilla. Liikuntasaumojen tarkemmat paikat löytyvät rakennesuunnitelmista. Välipohjassa olevat liikuntasaumat eli esimerkiksi altaan ympärillä kiertävät saumat, ovat auki koko rakenteen matkalta, mikä tarkoittaa sitä, että välipohjan betonirakenne ei ole lainkaan kosketuksissa allasrakenteen kanssa. Rakenteita yhdistää ainoastaan joustava liikuntasauমানauha. (Pernu & Kuurne, 2016, 44)

Liikuntasaumoihin voidaan valmistaa ruostumattomasta teräksestä, kumista tai muovista erilaisia tiivisterakenteita. Muovi- ja kumipohjaisia tiivisteitä käytettäessä on varmistettava niiden paikallaan pysyminen valutöiden aikana. Mikäli tiivisteitä on jatkettava, tulee jatkokset tehdä toimittajan ohjeen mukaisesti. Teräksestä valmistettujen osien jatkokset tulee tehdä hitsaamalla. (BY71 2019, 318)

Työsaumanauha

Työsaumoissa voidaan käyttää vastaavanlaisia tiivisteitä kuin liikuntasaumoihin. Erona uimaaltaan työsaumassa liikuntasaumaan verrattuna on se, että työsauma on toispuoleisen vedenpaineen alaisessa rakenteessa, kun taas liikuntasaumot pyritään sijoittamaan kohtiin, joissa vedenpainetta ei ole. Myös työsauman asennuksessa on huolehdittava materiaalin kiinnityksistä, jotta se ei pääse liikkumaan valuvaiheessa. (BY71 2019, 318)



Kuvio 5. Vesitiiviin rakenteen työsauma (BY71 2019, 319)

Kuviossa 5 on esitettyä vesitiiviin rakenteen työsauman periaate, jonka on suunnitellut Sweco Rakennetekniikka. Työsauma on suunniteltu käsiteltäväksi pesulla ennen seinien valua, lisäksi työsauma on vaarnattu. Vaarnattuun saumaan on suunniteltu injektointiletkut sekä työsaumapelti. Työsauman reunaan on lisäksi määrätty betoniittinauha eli paisuva tiivistenauha.



Kuvio 6. Työsaumanauha asennettuna ennen valua.

Kuviossa 6 on esitettyä työsaumanauha asennettuna raudoitusten väliin ennen betonivalua. Saumanauhan yläosa on tuettu lankuilla, jotta se saadaan pysymään valussa keskeisesti eikä se sotkeudu betoniin. Lankut on päällystetty pakkausmuovilla, jotta ne saadaan irti valusta helpommin. Saumanauhan alaosa jää pohjalaatan valun sisään ja lopulta myös nauhan yläosa seinävalun yhteydessä. Saumanauhan vieressä on oranssin värinen valuun asennettu lämpölanka. Valokuva on otettu Rakennus K. Karhu Oy:n toteuttamasta rakennushankkeesta vuonna 2022

Työsauma tulee puhdistaa irtoliasta ennen kuin saumaan asennetaan muita materiaaleja. Puhdistamalla varmistetaan, että materiaalit ovat tiiviisti alustaa vasten. (HauCon injektointiletkut N.d.; Manorteq HydroBar Evo paisuva nauha, N.d.)

Paisuva työsaumanauha

Työsaumaan asennetaan paisuva nauha, joka reagoi mahdollisessa työsauman vuototilanteessa ja paisuu, tukkien vuotokohdan. Saumanauha suositellaan asennettavaksi tarpeeksi kauas rakenteen reunasta, jotta betoni ei lohkea nauhan turvotessa. Sopiva turvaetäisyys on esimerkiksi raudoitusten sisäpuolella. (HauCon Paisuva työsaumanauha N.d.) Paisuvan saumanauhan asennus on esitetty kuviossa 4.

Injektointiletkut

Lisäksi työsaumaan voidaan uima-altaissa asentaa injektointiletkut varmistamaan sauman vedenpitävyyttä. Injektointiletkuja ei tarvitse täyttää injektointimassalla rakennusvaiheessa, mikäli allas ei vuoda betonipinnoille tehtävässä vesitiiveyskokeessa. Jos allas alkaa jossain elinkaarensa vaiheessa vuotamaan työsaumasta, voidaan tällaisessa tilanteessa ottaa injektointiletkut käyttöön. (HauCon injektointiletkut N.d.)



Kuvio 7. Paisuvanauha, injektointiletkut ja työsaumanauha.

Kuviossa 7 on esitettyä työsaumaan asennetut vesitiiveyttä parantavat materiaalit. Vasemmalla reunassa kulkee paisuvanauha ja vihreät letkut ovat injektointiletkuja, jotka ovat asennettuna

työsaumanauhan molemmin puolin. Valokuva on otettu Rakennus K. Karhu Oy:n toteuttamasta rakennushankkeesta vuonna 2022.

Injektointiletkut kiinnitetään alustaansa metallisilla kiinnikkeillä, joita laitetaan noin 15 senttimetrin välein. Letkuja on eri mittaisia ja jopa 30 metriä pitkiä. Altaan ympärysmitta oli tässä tutkimuskohteessa noin 65 metriä eli letkuja jouduttiin asentamaan useassa osassa. Jatkoskohdissa injektointiletkut limitettiin valmistajan ohjeen mukaan noin 15 senttimetrin matkalta.

Injektointiletkujen asennuksesta kerrotaan tarkemmin toimittajan työohjeessa. (HauCon injektointiletkut N.d.)

Liikuntasaumanauha

Uima-altaan liikuntasaumoista tehdään vesitiiviit ja joustavat. Liikuntasaumamateriaalina voidaan käyttää esimerkiksi U-mallista muovista liikuntasaumanauhaa, jota toimittavat muun muassa Meltex Oy ja Muottikolmio Oy. Joustava liikuntasaumanauha sallii ympäröivälle rakenteelle liikkeen. Saumanauhoja liitetään toisiinsa kuumentamalla toimittajan ohjeen mukaan. Asennusvaiheessa nauhan saa naulata kiinni muottiin, jotta se saadaan pysymään paikallaan valussa. (Meltex liikuntasaumanauha N.d.) Liikuntasaumanauhan päälle tai sen väliin ei saa joutua betonia, joka estäisi nauhan joustavan liikkumisen.

Rakennelaakerit

Uima-altaan seinien ulkopuolella sijaitsee konsolit, joiden päälle allashuoneen välipohjalaatat tukeutuvat. Koska uima-allasrakenne tulee olla irrotettuna ympäröivistä rakenteista, on välipohjalaatan ja uima-altaan seinän välissä liikuntasauma. Lisäksi konsolin päälle asennettiin liukulaakerikaista, joka sallii välipohjalaatan liikkeet vaurioittamatta allasrakennetta. (Maja 2023, 10; Rakennusfakta 2024)



Kuvio 8. Välipohjan muotti, rakennelaakeri ja liikuntasaumanauha.

Kuviossa 8 näkyy rakennelaakeri asennettuna paikalleen ennen välipohjan raudoitus töitä. Laakeri on musta, metrin mittaisissa osissa liimattu kaista, betonisen konsolin päällä. Kuvion oikeassa reunassa on harmaa liikuntasaumanauha. Saumanauhan alapuolelle on asennettu 20 mm vahva eristelevy, joka varmistaa, että saumanauhan väliin ei pääse valussa betonia ja, että liikuntasaumanauha pysyy suorassa ja tarttuu välipohjan betonivaluun. Betoni ei saa päästä nauhan sisä- eikä yläpuolelle. Yläpuolelle asennettiin 20 mm vahva vaneri, joka estää betonin pääsemisen joustavan liikuntasaumanauhan päälle. Saumanauhan toinen puoli on valettu uima-altaan seinään kiinni. Valokuva on otettu Rakennus K. Karhu Oy:n toteuttamasta rakennushankkeesta vuonna 2023.

3.4 Muotit

Kaikissa työvaiheissa tulee kiinnittää huomiota työmaan työturvallisuuteen. Muottityössä riskejä liittyy erityisesti muottien siirtoihin ja nostoihin sekä valaistukseen. Työturvallisesti toteutettu

muottityövaihe edesauttaa laadukkaan lopputuloksen syntymistä. (Rakennustöiden laatu 2017, 116)

Muottityö aloitetaan tekemällä työtä edeltävä laadunvarmistus eli suunnitellaan työvaiheet, niiden vaatimat resurssit ja aikataulu sekä käydään huolellisesti kohteen suunnitelmat lävitse. Työn suunnitteluvaiheessa tarkistetaan työmaan materiaalitilanne ja tarvittaessa tilataan materiaaleja lisää. (Rakennustöiden laatu 2017, 116) Muottivaiheeseen vaadittavan työaika ja -ryhmä voidaan arvioida esimerkiksi käyttämällä apuna Rakennustiedon sivuilta, lisenssin takaa, löytyvää *Rakennustöiden menekit 2020*-kirjaa. Suuressa uima-altaassa muotti- ja raudoitustöitä voidaan joutua tekemään samaan aikaan, jotta työ pysyy aikataulussa. Tämä tulee huomioida työryhmien koossa ja erityisesti silloin, kun käytetään samoja työryhmiä molemmissa työvaiheissa.

3.4.1 Muottimateriaalin valinta

Muottimateriaalin valintaan vaikuttaa halutun pinnan vaatimukset sekä valettavan rakenteen muoto. Erilaiset lauta- ja vanerimuotit ovat suosittuja, koska niillä voidaan rakentaa monimutkaisiakin muotteja. Maja suosittelee käyttämään altaan seinissä lautamuottia, koska seinät sisältävät monia erilaisia muotoja, joiden toteutukseen lautamuotti soveltuu hyvin. Puutavarasta rakennettu muotti on vaativaa käsityötä ja sen tekeminen vaatii aikaa ja ammattitaitoa. (BY71 2019, 82; Maja 2023, 21)

Sahatavara eli lauta on perinteinen muottimateriaali, jota käytetään yhä yleisesti paikallavalurakentamisessa. Muottilautaa valitessa tulee miettiä laudan profilointi, puulaji sekä sahaus- tai työstötekniikka. Sileämpi valupinta saadaan käyttämällä höylättyä lautaa tai laudan pinta voidaan myös hiekkapuhaltaa. Ponttien avulla saadaan vähennettyä betonipurseiden ja valuhaavojen määrää. Nämä kaikki vaikuttavat lopullisen valupinnan ulkonäköön. (BY71 2019, 79; BY201 2018, 395)

Kun muottimateriaalina käytetään sahatavaraa, täytyy muottipintojen kanssa muistaa muutama tärkeä asia. Laudat tulee kastella ennen betonivalua kahdesta syystä; kostea puupinta vähentää betonin tarttumista sen pintaan ja puu turpoaa, tiivistäen muotin. Kastelun lisäksi muottipintaan tulee käyttää muotindirrotusainetta eli muottiöljyä. (BY71 2019, 79; BY201 2018, 395)

Muottimateriaaleista vaneri on käytetyin. Vanerilla saadaan aikaiseksi sileitä valupintoja ja samaa muottia voidaan käyttää useita kertoja. Vanerimuotin huoltaminen vaikuttaa sen käyttöikään, mutta myös lisäksi betonipinnan laatuun. Vanerin pinta kärsii erilaisten läpivientien ja varausten kiinnityksistä ja se kolhiintuu herkästi. Vaneripintoja on erilaisia, esimerkiksi filmivanerilla voidaan valaa parikin kertaa ilman muotiniirrotusainetta. Tämä kuitenkin vähentää vanerin käyttökertoja. Pinnoittamattomalla ja öljyamättömällä pinnalla on myös vaikutuksensa betonivaluun. Puu imee itseensä kosteutta, mikä voi häiritä betonissa tapahtuvaa sementin ja veden kemiallista reaktiota, jolloin lopputuloksena syntyy pölyvää ja lujuudeltaan heikkoa betonipintaa. (BY71 2019, 79; BY201 2018, 74)

Edellä mainituissa muottimateriaaleissa seurataan erilaisia pintojen laatutekijöitä, joihin vaikuttaa muun muassa muottipintojen tasaisuus ja tiiviys. Muottipinnassa olevat kolot tai pinnan epäpuhtaudet aiheuttavat valupintaan nystermiä ja syvennyksiä. Muotit tulee asettaa tasaisesti toisiinsa nähden ja hammastuksia tulee välttää, sillä ne näkyvät suoraan valmiissa pinnassa. Muottien tuennalla on myös merkitystä, sillä betonin aiheuttama paine voi lähteä vääntämään muottia, jolloin valmis betonipinta aaltoilee. Pahimmillaan muotti voi päästä aukeamaan valuvaiheessa. (BY201 2018, 404)

3.4.2 Pohjalaatan muottityö

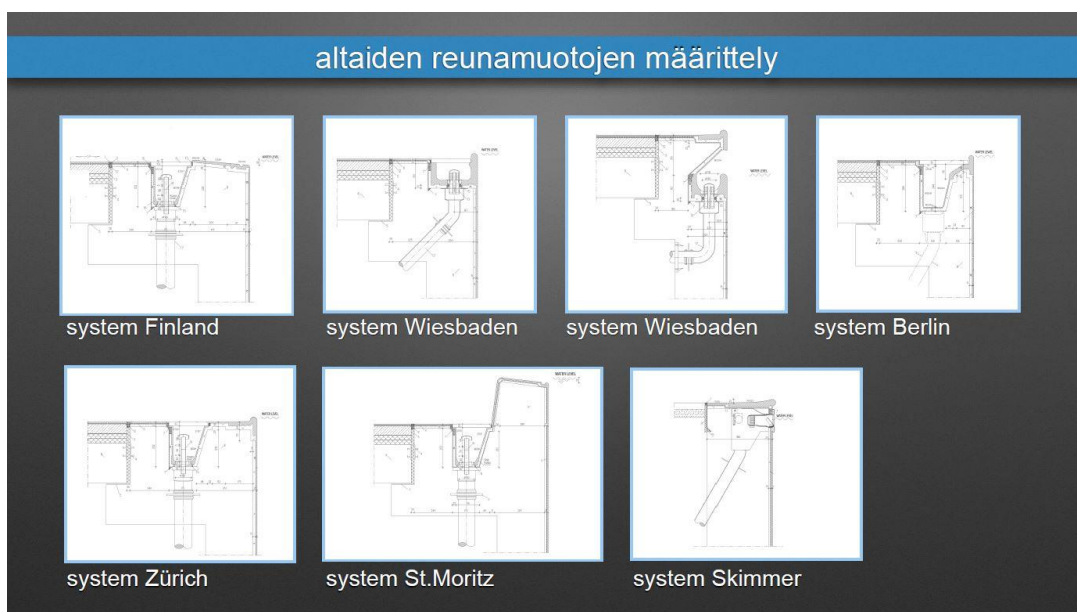
Altaan pohjaan voidaan käyttää muottijärjestelmää. Vaakarakenteiden muoteista esimerkiksi pöytämuotti soveltuu hyvin altaan pohjan muotittamiseen, koska se on helposti muotoiltavissa erilaisen pinnan muutosten mukaan. Pöytämuotti koostuu pysty- ja vinotuista, pääkannattimista, sekundääripalkeista ja muottipinnasta. Muotin pystytuet ovat yleensä terästä tai alumiinia, ja niitä voidaan säätää karkeasti niissä olevan teleskooppirakenteen avulla ja tarkempi säätö tehdään käyttämällä säätöruuveja. Muotti tarvitsee vino- ja vaakasiteet tueksi ja ne kuuluu esittää muottisuunnitelmassa. Pöytämuotin alapuolella oleva tila on erittäin ahdas. (BY71 2019, 87)

Muottijärjestelmää asentaessa täytyy huomioida altaan pohjassa olevien läpivientien sijoittelu eli katsotaan etteivät esimerkiksi pääkannattimet tai sekundääripalkit osu allasputkien kohdalle ja estä niiden asentamista muottiin.

Muotit tulee tarkastaa ennen betonivalua. Tarkastuksella kiinnitetään huomiota muottien tiiveyteen, saumoihin, varauksiin ja työsaumoihin. Lisäksi käydään läpi muottien tuentasuunnitelma ja tuentojen toteutus. Laadukkaan toteutuksen kannalta on myös erittäin tärkeää, että työskentelytelineet ovat turvalliset, tukevat ja puhtaat. Kaikkien muottien kanssa on tärkeää varmistaa muottien sijainti- ja mittatiedot, mutta uima-altaan kanssa tarkastus on suositeltavaa tehdä erityisen huolellisesti. Altaan pohjamuotti on niin sanotusti irrallaan muusta rakennuksesta ja ainoat kiintopisteet löytyvät ympäröivistä kellarin seinistä. Pohjan onnistunut muotitus ja valu vaikuttavat suoraan altaan seinien valuun sekä altaan lopulliseen sijaintiin. (BY71 2019, 99)

3.4.3 Allasseinien muottityö

Muottien mittaus- ja asennusvaiheessa lähdetään liikkeelle siitä periaatteesta, että altaan sisäpinoista on saatava suorat, tasaiset ja mahdollisimman mittatarkat. Vaikka allasseinissä sallitaan muutaman millin mittapoikkeamia, tulee altaan nurkkien olla ehdottomasti suorat. Tarkemmin määriteltynä altaan valmis seinä saa heittää kahden metrin matkalta mitattuna +/- 4 millimetriä. Kilpa-altaiden muottityössä tulee muistaa aikaisemmin kohdassa 3.2 mainitut toleranssit, jolloin allas ei saa olla edes millimetrin verran liian lyhyt. Muottivaiheessa tarkkuutta kiinnitetään myös läpivientien ja allastekniikan kiinnitykseen, jotta ne saadaan asennettua suunnitelluille paikoilleen ja myös pysymään paikallaan kaikkien työvaiheiden läpi. (Maja 2023, 20; Pernu & Kuurne 2016, 44)



Kuvio 9. Loiskevesikourujen malleja. (Antikainen 2023, 20)

Kuviossa 9 on esitetty erilaisia loiskevesikourujen malleja. Kourun mallilla on suora vaikutus altaan seinämuotin rakentamiseen.

Läpivientien ja muiden allasrakenteeseen jäävien osien tarkkaa asennusta varten on suositeltavaa asentaa sisäpinnan muotti ensimmäisenä, mikäli se on työteknisesti mahdollista. Näin muottiin on helppo merkitä kaikkien osien sijainnit ja raudoituksien suojaetäisyys allasveden puolella saadaan varmistettua. (Maja, 2023, 21) Muottien asennuksessa ja läpivientien sijoittelussa yleisiä ongelmia ovat muun muassa muotin, raudoitteiden tai läpivientien liikkuminen tai jopa niiden puuttuminen ennen muottien sulkemista. Tähän ongelmaan voidaan varautua riittävällä muottien tuennalla, tarkistusmittauksilla, työnjohdon valvonnalla ja käyttämällä samaa muottimateriaalia koko valettavalla alalla. (Rakennustöiden laatu, 2017, 117)

Viimeinen muottityön vaihe on muotin sulkeminen. Ennen tuplaamista eli muotin sulkemista, käydään läpi suunnitelmat ja tarkistetaan, että kaikki tarvittavat materiaalit ovat varmasti asennettuna paikalleen. Tässä vaiheessa on myös tärkeää huolehtia dokumentoinnista esimerkiksi valokuvaamalla muotit ja valun sisään jäävät rakenteet kuten työsaumojen materiaalit. Muottien pinnat sekä muotin pohja tulee olla puhdistettu ja muottipintojen öljytty. Tarkistetaan vielä uudelleen, että muoteissa on paikallaan kaikki läpiviennit, allasputkitukset, tartunnat ja raudoitukset. Mikäli valu tehdään talviolosuhteissa, varmistetaan myös, että lämpölangat ovat asennettuna ja huolehditaan niiden paloturvallisuudesta. (Rakennustöiden laatu 2017, 117)

3.4.4 Muottien purkaminen

Paikallavalurakentamisessa tulee muistaa käyttää muotiniirrotusainetta eli muottiöljyä. Muottiöljy valitaan käytettävän materiaalin, olosuhteiden sekä vaaditun pinnanlaadun mukaan. Öljy auttaa muottien irrotusvaiheessa, sillä se estää betonin tarttumista ja veden imeytymistä muottiin. Irrotusvaiheessa muotteihin ja betonipintaan syntyy vähemmän vaurioita, kun muotit lähtevät irti helpommin. Lisäksi sopivalla öljyn ja muottimateriaalin valinnalla vähennetään valupinnan huokoisuutta ja rakkuloiden muodostumista. (BY71 2019, 101) Muottiöljyn kanssa on muistettava kohtuus, jotta betonin pintaan ei synny valumajälkiä ja pintavirheitä (BY71 2019, 81).

Muotit tulee purkaa mahdollisimman pian betonin on saavutettua muotinpurkulujuuden. Betonin lujuus tulee määrittää luotettavilla menetelmillä, jotta voidaan varmistua, että betoni on kovettunut niin paljon, että se kestää tulevat rasitukset ilman muodonmuutoksia. Yleisesti muotinpurkulujuus on noin 60 % betonin nimellislujudesta. (BY71 2019, 108)

Muottien irrotuksessa on oltava huolellinen, jotta muotti- tai betonipinta ei ruhjoudu. Purkutyössä voidaan samalla havainnoida valetun pinnan ominaisuuksia muun muassa työsaumojen ja tiivistystyön osalta. Nostoissa ja siirroissa on oltava varovainen ja muottien reunoja sekä kulmia on varotettava, etteivät ne pääse pyöristymään maahan osuessaan. Muotit tulee säilyttää asianmukaisesti eikä esimerkiksi maata vasten tai betoniholvilla. Muottipinnat kannattaa puhdistaa välittömästi purkutyön yhteydessä ja muotit lajitellaan työmaalla varatulle alueelle. Näillä muottien purkutyön toimenpiteillä voidaan parantaa työturvallisuutta, muottien kestävyyttä ja tehostetaan seuraavien muottitöiden toteutusta. (BY71 2019, 81–108; Rakennustöiden laatu 2017, 117)

3.5 Läpiviennit

Allasrakenteeseen sijoitetaan useita erilaisia läpivientejä kuten esimerkiksi allastekniikkaa, ikkunoita ja valaisimia. Rakennesuunnittelijan tulee laatia kaikista läpivienneistä ja niiden raudoituksista omat detaljit. (Maja 2023, 5; Altaat ja uima-altaat, nd, 7)

Allasrakenne on toiselta puolelta vedenpaineen kuormittama, jolloin kaikki läpiviennit tulee olla laipoilla varustettuja. Teräksiset läpiviennit tulee olla ruostumattomasta materiaalista. Allastilojen varusteissa ja läpivientien materiaaleissa tulee kuitenkin käyttää harkintaa, sillä kaikkien materiaalien ei tarvitse olla haponkestäviä. Materiaalien yhdistämistä tulee kuitenkin välttää ja siihen on kiinnitettävä työvaiheissa huomiota. (BY71 2019, 317 ja Maja 2023, 26)

3.6 Raudoitus

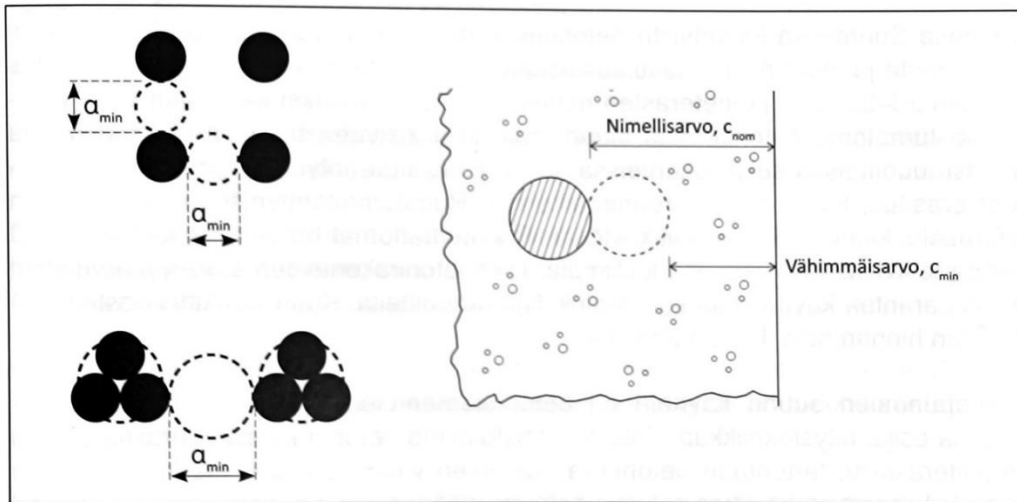
Uima-altaan raudoitukset tulee suunnitella mahdollisimman tiheästi, koska raudoituksella betonirakenteelle saadaan veto- ja taivutuskestävyyttä. Raudoituksien suunnittelussa ja toteutuksessa täytyy huomioida betonin työstettävyyttä, jotta betonimassa saadaan kunnolla tiivistettyä muottei-

hin. Uima-altaan raudoituksissa käytetään normaalisti A500HW teräslaataa. Ruostumatonta terästä ei saa käyttää altaan raudoittamiseen, vaan ainoastaan ohuissa rakenteissa, kuten muottisiteissä. (BY71 2019, 109; Pernu & Kuurne 2016, 44; Maja 2023, 21)

Betoni suojaa raudoituksia korroosiolta ja sillä varmistetaan, että vetojännitykset pääsevät siirtymään raudoitteille. Betonipeitteellä tarkoitetaan raudoituksia suojaavan betonikerroksen vahvuutta, jonka määrittää kohteen rakennesuunnittelija. (BY71 2019, 112; BY201 2018, 288) Uimaallasrakenteen betonipeitteen määrittämisessä on huomioitava, että allasvedessä on useita erilaisia kemikaaleja, jotka Majan mukaan edesauttavat veden tunkeutumista betonirakenteeseen (Maja 2023, 9). Betonipeitteen vahvuus voidaan varmistaa raudoituksiin asennettavilla muovisilla väliskeillä, joiden koko määräytyy suunnittelijan määrittämän betonipeitteen vahvuuden mukaan. Raudoituksen alapinta saadaan irrotettua pohjasta käyttämällä tankovälitteitä. (BY71 2019, 113–125)

Raudoitteiden sidontaan käytetään yleisesti metallista lankaa, jonka kanssa täytyy noudattaa samoja suojaetäisyyksiä kuin muidenkin raudoitusten kanssa. Sidontalangoista on tarjolla useita materiaaliveikkoja kuten sinkitty, ruostumaton ja muovipinnoitettu lanka. Materiaalista riippumatta, lankojen päät on suositeltavaa kääntää raudoitusten sisäpuolelle.

Lisäksi myös muottisiteiden kanssa on muistettava raudoitusten suojaetäisyydet, sillä niitä koskee sama betonipeitteen vahvuus kuin muitakin raudoituksia. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että muottien purkamisen jälkeen, muottisiteiden päät on katkaistava riittävän syväälle betonirakenteen sisään ja kolot täytettävä uima-altaaseen sopivalla laastilla. Esimerkiksi Muottikolmiolta löytyy Malthus-merkkisiä muottivälitteitä, joita suositellaan käytettäväksi vesitiiviissä valuissa. Välitteiden päässä on kartiot, jotka tulevat muottia vasten. Kun betonivalu on kovettunut, välite voidaan katkaista käsin kartion juuresta ja kohdalle jäänyt kolo täytetään. (Muottikolmio MALTHUS-muottivälitteet N.d.) Tarjolla on myös ruostumattomasta materiaalista valmistettuja muottisiteitä, jotka voidaan katkaista suoraan valun pintaan. (BY71 2019, 137)



Kuva 4.18. Raudoitustankojen välit (a_{\min}) ja suojaavan betonipeitteen vähimmäisarvot (c_{\min}). Betonipeitteen nimellisarvo c_{nom} on vähimmäisarvo c_{\min} + asennustoleranssi.

Kuvio 10. Betonipeitteen käsitteitä ja mittoja. (BY71 2019, 113)

Kuviossa 10 on esitettyä raudoituksen ja betonipeitteen käsitteitä. Kuviossa nähdään kuinka betonipeitteen nimellis- ja vähimmäisarvot määritellään suunnitteluvaiheessa. Suojaavan betonipeitteen laskennassa huomioidaan myös asennustoleranssi.

Raudoitustöiden ennakoivaan laadunvarmistukseen kuuluu muun muassa, tarvittavien materiaalien riittävyyden tarkastaminen sekä käytettävien koneiden määrän ja kunnan tarkistaminen. Lisäksi suunnitellaan työhön vaadittavan työryhmän koko ja käydään heidän kanssaan altaan raudoitussuunnitelmat läpi. Työpisteellä, jossa raudoituksia taivutetaan tai hitsataan, tulee varmistaa riittävä valaistus. Raudoitusten järjestelmällinen varastointi helpottaa ja nopeuttaa työtä asennusvaiheessa, kun vältetään ylimääräiseltä etsimiseltä. (Rakennustöiden laatu 2017, 120)

Ennen uima-altaan raudoitustöiden aloitusta täytyy varmistaa, että käytetyt teräkset ovat käyttökelpoisia eli niissä ei ole esimerkiksi runsaasti pintaruostetta, hilseilyä tai syöpymiä. Runsaasti pintaruostetta sisältäviä raudoitteita ei tule käyttää, sillä ne heikentävät rakenteen lujuutta. Ennen raudoitustöitä on suositeltavaa asentaa läpiviennit ja putkitukset paikalleen, jotta niiden ympärille tulevat raudoitukset saadaan asennettua suoraan oikeaan kohtaan ja suojaetäisyydet saadaan säilytettyä. (Rakennustöiden laatu 2017, 121)

Pohjalaatan raudoituksissa on muistettava huolehtia muutamista seikoista, kuten esimerkiksi raudoituksen tuennasta, jotta raudoitus kestää sen ylikulkemisen eri työvaiheiden aikana.

Pohjalaatan raudoituksessa tulee huolehtia riittävästä tuennasta, jotta raudoitus pysyy paikallaan, kun sen yli kuljetaan. Kuntouintialtaassa seinien tartuntaraidoituksen yhteydessä täytyy muistaa asentaa myös leporeunuksen tartunnat. (Rakennustöiden laatu 2017, 121) Valuvaiheessa voidaan raudoitusten paikalla pysymiseen varmistamiseen käyttää lisäksi työtasoja. Mikäli rakenteeseen tehdään useampi kerros raudoitteita verkolla, tulee varmistaa, että raudoitteiden väliin jää riittävästi betonimassaa. Rakennesuunnittelija määrittelee raudoituksille sallitut toleranssit, joiden sisässä on pysyttävä. (BY71 2019, 129)

Tutkimuksen kohteena oleva uima-allas on rakennettu pilarien ja seinäkkeiden päälle. Pilarit sijaitsevat altaan pohjan alla ja seinäkkeet altaan reunoilla, suoraan allasseinien alapuolella. Pohjalaatta otetaan kiinni pilareihin, jolloin raudoitukset vastaanottavat leikkausrasituksia. (BY71 2019, 111) Seinäkkeet irrotetaan altaasta rakennelaakereilla, joista on kerrottu aikaisemmin kohdassa 3.3.

3.7 Betonointi

Uima-altaan seinien ja pohjalaatan tulee olla vahvuudeltaan vähintään 300 mm. Pernun ja Kuurteen mukaan on suositeltavaa valaa altaan pohja ja seinämät yhdessä valussa. Jos yhtenäisen valun toteuttaminen ei ole mahdollista, tulee seinämä valaa vähintään 300 mm korkeudelle. (Pernu & Kuurne, 2016, 33) Ennen valutyön aloitusta on tärkeää ottaa tarkistusmittaus muoteista, jotta allas on varmasti vaadituissa toleransseissa (Rakennustöiden laatu, 2017, 117).

Kun seinät ja pohjalaatta valetaan kahdessa eri valussa, syntyy näiden kahden valun välille työsauma. Ennen seinien valuun siirtymistä on tärkeää varmistaa, että työsaumasta löytyvät kaikki tarvittavat materiaalit kuten esimerkiksi työsaumanauha, injektointiletkut ja paisuvanauha. (Maja, 2023, 22)

3.7.1 Betonin valinta

Kohteessa käytettävään betonimassaan vaikuttaa niin rakennesuunnittelijan tekemät valinnat, kuin työmaalla tuoreelta betonimassalta vaadittavat ominaisuudet. Rakennesuunnitelmissa on

yleensä määritettynä muun muassa betonin lujuusluokka, rasitusluokka, suunniteltu käyttöikä, betonipeitteen paksuudet, vaaditut toleranssit ja sallitut mittapoikkeamat sekä betonimassalle asetetut erityisvaatimukset kuten esimerkiksi lämmönkehitykseen liittyvät vaatimukset. Samassa kohteessa on suositeltavaa käyttää samaa betonin lujuusluokkaa ja betonilaatua. (BY71 2019, 131)

Työmaalla massan valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat betonoitava kohde, käytettävä menetelmä ja vallitsevat olosuhteet. Valmisbetonia tilatessa tehtaalle ilmoitetaan rakennesuunnittelijan antamien tietojen lisäksi tarvittava notkeus, maksimiraekoko sekä tarvittavat lisäaineet. Betonin kuivumiskutistumaa ja halkeiluriskiä voidaan vähentää valitsemalla mahdollisimman jäykkä massa, jossa on käytetty mahdollisimman suurta raekoko. (BY71 2019, 132)

Raekoko

Raekokoon vaikuttaa merkittävästi kohteessa käytetty raudoitus. Allasrakenne pyritään raudoittamaan mahdollisimman tiheästi, jolloin myös käytettävä raekoko pienenee. (BY71 2019, 318) Suositeltava maksimiraekoko uima-altaan betonissa on 32 mm ellei jostain muusta syystä ole tarve käyttää pienempää raekoko (BY71 2019, 317). Raekokoä valitessa tulee kuitenkin välttää liian pienen raekoon käyttämistä, koska silloin halkeiluriski, kutistuma ja muodonmuutokset kasvavat. Pienellä raekoolla joudutaan myös käyttämään enemmän sementtiä, jolloin betonin hinta nousee. (BY71 2019, 132) Raekoon valinnassa tulee muistaa myös käytettävä valukalusto. Esimerkiksi pumppua käytettäessä, täytyy raekoon olla sellainen, joka mahtuu kulkemaan putkistossa (BY201 2018, 73).

Notkeus

Notkeaa betonimassaa käytettäessä täytyy työmaalla varmistaa erityisesti muottien tiiveys. Tiiveyttä voidaan parantaa saumoja teippaamalla tai käyttämällä niissä tiivistenauhoja. Mikäli muotteja ei tiivistetä asianmukaisesti, pääsee betonin hienoaines suodattumaan muotista ja valmiiseen betonipintaan syntyä virheitä. (BY71 2019, 132)

Massan notkeus määritellään joko painuman tai leviämän mukaan. Painuman mukaan notkeus merkitään S1...S5 ja leviämän mukaan merkintä on F1...F6. S1 on jäykin ja S5 notkein massa. (BY201 2018, 70)



Kuvio 11. Betonimassan notkeuden määrittäminen painumakokeella. (BY201 2018, 71)

Kuviossa 11 on esitettyä betonimassan painumakokeen toteutus. Kuviossa vasemmalla on jäykkä S1-luokiteltu massa ja oikealle siirryttäessä mennään notkeampaan massaan, joista esimerkkinä notkein on S4. Painumakoe on suoritettu laittamalla betonimassaa teräksisen kartion sisälle. Kartio nostetaan varovasti pois, minkä seurauksena betoni leviää alustalle. Mitä enemmän massa painuu kasaan, sitä notkeampaa se on. (BY201 2018, 71)

Lämpötila

Jotta betonimassan ominaisuudet ja lujuudenkehitys pysyvät normaalina, on massan lämpötila-voite +20 °C, mutta kuitenkin vähintään +15 °C. Talviolosuhteissa massaa joudutaan lämmittämään, jotta lujuudenkehitys pysyy toivottuna. Lämmitystä käyttäessä tulee kuitenkin huomioida, että massasta haihtuu nopeammin vettä eli massan vedentarve ja kutistuminen lisääntyy. (BY201 2018, 73)

Lujuudenkehitys

Betonin kovettumista voidaan nopeuttaa muun muassa valuun asennetuilla lämpölangoilla, lämpökäsittelyllä sekä betonissa käytettävillä lisäaineilla. Lämmitystä käyttäessä tulee huomioida, ettei betonirakenteen lämpötila saa nousta yli +70 °C. (BY71 2019, 133)

Yleisesti betonirakentamisessa käytetään normaalisti kovettuvaa rakennebetonia, mikäli olosuhteet ovat tavanomaiset. Talvella voidaan käyttää nopeasti kovettuvaa betonia. Normaalin betonin arvosteluikä on yleensä 28 vuorokautta, kun nopeasti kovettuvalla betonilla se on 7 vuorokautta. (BY201 2018, 85)

3.7.2 Seinä- ja laattarakenteen massan valinta

Yleensä seinissä käytetään S3 notkeusluokan massaa. Allasrakenteen seinät ovat yleensä tiheästi raudoitettuja, mikä tekee niistä vaikeasti tiivistettäviä. Tällaisissa seinissä on suositeltavaa käyttää hieman notkeampaa massaa, jotta muotti saadaan varmasti täytettyä betonimassalla ja betoni tiivistyy myös raudoitteiden ympärille. (BY71 2019, 134;158)

Uima-altaan pohjalaatta valetaan yhdellä valulla, johon tehdään suunnitellut työsaumat altaan seinien liitoskohtaan. Pohjalaatan valussa voidaan käyttää notkeudeltaan S3-luokan massaa. Altaan pohjassa voi sijaita läpivientejä kuten allaslaitetekniikkaa ja nämä tulee huomioida valuvaiheessa. (BY71 2019, 135)

3.7.3 Betonimassan laadunvarmistus

Kun tilattu valmisbetoni saapuu työmaalle, tulee tilaajan tai esimerkiksi betonitöiden johtajan tarkistaa kuormakirjasta massan oikeellisuus. Tarkistuksessa käydään läpi massan raekoko, lisäaineet, lujuusluokka ja tilattu määrä. Tilaus tulee kuitata työmaalla vastaanotetuksi. (BY71 2019, 136)

Työmaalla voidaan ottaa toimitetusta betonimassasta näytteet. Betonimassa asetetaan koekuutiioon, joka tulee täyttää ja säilyttää yleisten standardien mukaisesti. Koekuutiot toimitetaan testattavaksi laboratorioon, josta saadaan arvostelun jälkeen kappaleen lujuustulokset. Normaalilla betonilla arvosteluikä on 28. (BY71 2019, 133;169)

Haasteeksi työmaalla otetuissa koekappaleissa osoittautuu koekappaleen valmistukseen ja säilytykseen liittyvät tarkat ohjeistukset. Pienikin virhe betonin käsittelyssä tai säilytyksessä johtaa tulosten vääristymiseen eli toisin sanoen tuloksena saadut lujuudet ovat heikompia kuin betonin taivutuslujuus. Onkin todettu, että koekappaleiden tuloksilla voidaan arvioida betonierän yleistä lujuustasoa, mutta sillä ei voida todentaa työmaalla valetun rakenteen lujuutta. (BY71 2019, 170)

3.7.4 Betonin pumppaus

Betonin pumppaus on yleisin siirtotapa Suomessa. Kaluston valintaan vaikuttaa muun muassa massan raekoko, valukohteen ympäristö sekä betonoinnin nopeus. (BY71 2019, 142) Pumppua käytettäessä tulee muistaa, ettei se sovellu jäykkien massojen valamiseen. Massan määrien laskennassa tulee huomioida, että pumppua käytettäessä jää pumpun vastaanottosuppiloon noin puoli kuutiota massaa. Suuria pumppuja käytettäessä määrä voi olla suurempikin. (BY71 2019, 143)

Huomioitavat seikat, purkualue

Työmaalla on järjestettävä tilaa betonipumpulle ja kuljetusautoille sekä varmistettava purkualan kantavuus. Sen lisäksi, että työmaalla purkualan tulee olla riittävän kantava, on myös varmistettava tontille johtavien kulkuväylien kantavuus, jotta betoni saadaan toimitettua perille saakka. (BY71 2019, 151)

Pumppausalueen ympäristössä tulee huomioida, että pumpun yläpuolella on oltava esteetöntä tilaa. Yläpuolella voi kulkea esimerkiksi sähkölinjoja tai torninosturin puomi. Pumppausalueen eli tyhjennyspaikan on oltava riittävän leveä, jotta pumppuauto saa levitettyä tukijalat kokonaan. Alusta saa olla kaltevuudeltaan maksimissaan 10 %. Hyvin suunniteltu betonin purkualue nopeuttaa betonointityötä ja parantaa työturvallisuutta. (BY71 2019, 151)

Betonipumpun kuljettajalle voidaan antaa työmaakohtainen perehdytys, joka kuitataan allekirjoituksella. Betoniauton kuljettaja voidaan perehdyttää, mikäli työmaa näkee sen tarpeelliseksi. Muussa tapauksessa kuljettajille riittää työturvallisuuskortti. (BY71 2019, 151)

Huomioitavat seikat, betonin pumppaus

Tilausvaiheessa on tiedettävä betonin siirtomenetelmä, tarvittavan koneiston esimerkiksi pumpun koko sekä pumpulta vaadittava ulottuvuus eli linjan pituus. Nämä kaikki edellä mainitut asiat vaikuttavat betonimassan ominaisuuksiin, jotta siitä saadaan valmistettua juuri kohteessa vaaditulle pumpulle sopivaa. (BY71 2019, 151)

Kuntouintialtaan betonointityö on suuri ja vaativa valutyö, josta on suositeltavaa pitää aloituskoous, jossa käydään läpi pumppaussuunnitelma ja katselmoidaan valettava kohde. Uima-altaan seinävalu ei saa missään tapauksessa päästä katkeamaan, joten varasuunnitelma muun muassa pumpun rikkoutumista varten tulee laatia ennakkoon. (BY71 2019, 151)

3.7.5 Betonitöiden työturvallisuus

Ennen betonointitöiden aloitusta tulee käydä työryhmän kanssa mahdolliset riskitekijät. Betoni aineena on todella emäksinen ja se ärsyttää ihoa. Betonin silmiin joutuminen tulee estää käyttämällä suojalaseja. Betonin ominaisuuksiin kuuluu myös lämpeneminen kovettumisvaiheessa. Jos betonia joutuu valuvaiheessa ihokosketuksiin, voi kohtaan syntyä vakavia palovammoja. Vaatteiden alle joutunut betoni voi aiheuttaa palovamman niin, ettei henkilö itse välttämättä tunne kipua ennen kuin vamma on jo aiheutunut. (BY71 2019, 152)

Betonointitöissä tärkeintä on suojata iho, jotta se ei pääse kosketuksiin tuoreen betonimassan kanssa. Tämä tarkoittaa sitä, että työntekijällä tulee olla pitkät vaatteet, vedenpitävät käsineet, turvalasit ja turvakärjelliset kumisaappaat. Mikäli valutyöntekijän täytyy polvistua betonin päälle, täytyy polvissa olla suojat tai käyttää polvien alla esimerkiksi suojalevyä. (BY71 2019, 152)

3.7.6 Betonin pumppaustyön työturvallisuus

Betonin pumppaus on yleinen työmenetelmä paikallavalu työmailla ja siihen liittyy suuria työturvallisuusriskejä, joita voidaan vähentää kiinnittämällä huomiota seuraaviin seikkoihin. (BY71 2019, 153)

Betoni kulkee pumppauksen aikana linjastoissa todella korkealla paineella, jolloin on suuri riski, että letku tai letkun liitososa voi räjähtää korkean paineen vaikutuksesta. Räjähdyksvaaran takia

kaikkea ylimääräistä liikkumista betonipumpun, puomin ja pumppauslinjaston läheisyydessä tulee välttää. Linjastossa olevat liitokset tulee varmistaa sokkaliitoksella ja varmistusketjulla, jotta vahingoriski saadaan minimoitua. (BY71 2019, 153)

Betoninpumppausauton puomin päässä on metallinen jatkopala, johon voidaan liittää lisää letkuja linjan pidentämiseksi. Jos jatkoletkuja ei tarvita, tulee metallinen jatkopala ottaa irti valun ajaksi. Metallinen jatkopala aiheuttaa riskin tilanteessa, jossa tukoksen aiheutuessa jatkopala voi lentää suoraan valua tekevän työntekijän päälle. (BY71 2019, 153)

Pumpulle tehty purkupaikan peti tulee olla kunnolla tiivistetty, jotta pumppu ei missään vaiheessa valua pääse kallistumaan tai pahimmillaan kaatumaan. Pelkkä pumppuauton alapuolinen tiivistys ei riitä, vaan tiivistyksen tulee ulottua aina tukijalkojen vaatimalle alalle. Lisäksi yhtensä ennaltaehkäisevänä toimenpiteenä täytetään pumpun pystytyspöytäkirja, jonka yhteydessä tarkastetaan pumpun ympäristön riskitekijät, tukijalkojen kunnollinen tuenta ja levitys, mahdolliset esteet pumpun tiellä, letkujen suojaustarve sekä tarvittaessa aluetta voidaan eristää huomionauhoilla, jotta sivulliset henkilöt eivät vahingossakaan eksyisi liian lähelle pumppausautoa. (BY71 2019, 153)

Osana ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä on myös olosuhteiden huomioiminen. Esimerkiksi pumppaustyössä suositeltava pakkasraja on -15 °C . Mikäli pumppausta tehdään kovemmalla pakkasella, on mahdollista, että pumpun putkistot pääsevät jäätymään, jolloin betonimassa jää jumiin putkistoon. Tällaisessa tapauksessa riski putkiston räjähdykselle kasvaa merkittävästi. Lisäksi pakkasella on aina korkeampi mahdollisuus kaluston rikkoutumiselle ja muille tapaturmille. (BY71 2019, 153)

3.7.7 Betonin valutyön toteutus

Betonin valutyössä noudatetaan tiettyjä asetettuja ohjeita, jotta valun lopputuloksena syntyy laadukas, kestävä ja vaatimustenmukainen betonirakenne. Betonimassan levityksessä tulee huomioida valun työstäminen kerroksittain ja tietyllä nopeudella. Betonimassoille on annettu suositukset pudotuskorkeudesta sekä tiivistysmenetelmistä. (BY71 2019, 156)

Muotin täyttäminen betonimassalla aloitetaan muotin alimmasta kohdasta eli uima-altaan tapauksessa liikkeelle lähdetään altaan syvästä päädyistä. Valun kerrospaksuus tulee pitää $0,25$ metrin

vahvuisena ja valun nousunopeus alle 0,5 metriä tunnissa, koska rakenteen toista puolta tulee jatkokossa kuormittamaan vedenpaine. (BY71 2019, 318) Usean kerroksen valamisessa tulee pyrkiä taivassisiin kerrosvahvuuksiin, jotta rakenteen tiivistämistyö onnistuu varmasti. Uusi kerros aloitetaan aina samasta kohdasta kuin edellinen valukerros. (BY71 2019, 162)

Betonia ei saa pudottaa muottiin liian korkealta, koska vaarana on betonin erottuminen. Suositeltu betonin pudotuskorkeus on korkeintaan 1–1,5 metriä. Allasseinien muotit ovat korkeammat, joten muottiin on rakennettava reikiä, joista betonimassa voidaan valaa ja tiivistää. Aukkoja tulee tehdä muottiin noin 1–1,5 metrin välein. (BY71 2019, 157;162)

Notkean betonimassan käsittelyssä on oltava erityisen tarkka, jotta veden ja hienoaineksen erottumista ei pääse syntymään. Erottuessaan vesi pääsee kertymään muun muassa raudoitettankojen ja suurten massassa olevien kiviainesten alle, jolloin valmiiseen rakenteeseen syntyy ilmakuplia ja onkaloita. Lisäksi veden erottuessa ja noustessa valun pintaan, muu betonimassa pääsee painumaan. Mikäli painuminen estyy esimerkiksi tiheän raudoituksen takia, voi kohtaan syntyä halkeilua. Betonin oikeaoppisella jälkitärytyksellä voidaan halkeamia ja onkaloita saada sulkeutumaan. Suurissa ja pitkäkestoisissa valuissa voidaan betonimassaan lisätä hidastinta, jotta betonin sitoutuminen hidastuu ja massa on työstettävissä pidempään. (BY71 2019, 158)

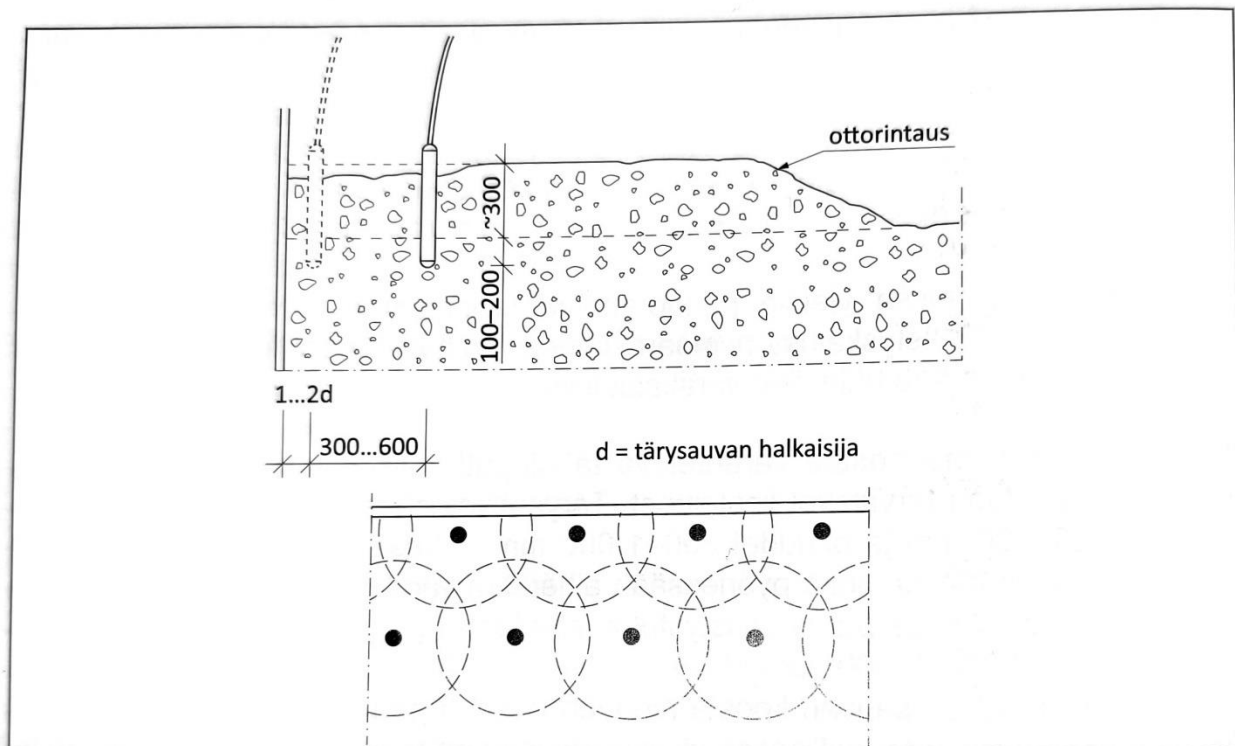
3.7.8 Betonin tiivistys

Betonin tiivistys on rakenteen onnistumisen kannalta tärkeä työvaihe. Tiivistyksellä massa saadaan levittymään muotteihin tasaisesti ja ympäröimään raudoitukset tiiviisti. Lisäksi hyvällä tiivistyksellä saadaan ylimääräinen ilma poistumaan betonista ja betonin kiviainekset asettuvat tiiviisti lähelle toisiaan. Tiivistykseen liittyy kuitenkin omat vaaransa kuten esimerkiksi betonin ainesosien erottuminen. (BY71 2019, 158)

Betonin tiivistämiseen käytetään yleisesti sauvatärytintä. Täryttämällä betonimassaan sekoittunut ilma poistuu massasta. Lisäksi täryttämällä saadaan betonin kiviainekset asettumaan paremmin paikoilleen ja massa tiivistyy painovoiman seurauksena. Betonin notkeus vaikuttaa sen tiivistystarpeeseen eli mitä jäykempi massa enemmän tiivistämistä tarvitaan. (BY71 2019, 158)

Tiivistyksessä tulee noudattaa huolellisesti annettuja ohjeita ja tiivistystyön tulee edetä järjestelmällisesti. Tärytys tehdään siten, että sauvatäryttimen annetaan upota omalla painollaan noin 150 mm syvälle alempaan valukerrokseen ja sauva nostetaan noin 5–20 sekunnin aikana ylös valusta. Tärytyksessä siis tiivistetään uusi valettu kerros sekä jälkitärytetään alempi eli edellinen valukerros. Jälkitärytyksessä on erityisen tärkeää huomioida, että alemman kerroksen sitoutuminen ei saa olla käynnistynyt. Jälkitärytys auttaa sulkemaan halkeamia ja onkaloita eli se edistää erottunutta vettä ja ilmaa poistumaan betonimassasta. Tiivistystyö on valmis, kun betonivalun pinta tasoittuu ja siihen alkaa nousta hieman kosteutta. Tärytyksellä parannetaan valmiin betonirakenteen lujuus- ja tiiveysominaisuuksia sekä saadaan aikaiseksi sileä ja viimeistelty pinta. (BY71 2019, 159–161)

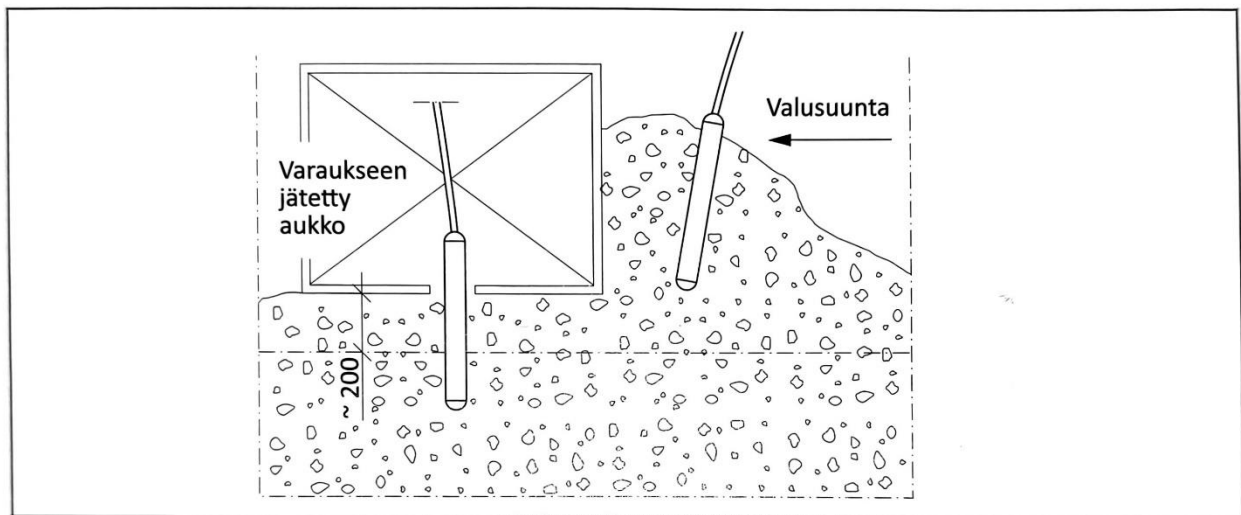
Sauvatärytin tulee upottaa betonimassaan kohtisuorassa. Vinoon täryttämistä tulee välttää. Lisäksi tärytysvälin tulee pysyä mahdollisimman tasaisena. Sauvatäryttimen koko vaikuttaa tiivistyksen pistovälien pituuteen eli esimerkiksi 40 mm vahvalla tärysauvalla pistoväli on noin 300 mm (BY71 2019, 160)



Kuvio 12. Periaatekuva valurakenteen tiivistämisestä. (BY71 2019, 160)

Kuviossa 12 on esitettyä betonimassan tiivistäminen. Kuviossa on nähtävissä betonimassan ottorinta eli kohta, josta uuden kerroksen valu on aloitettu. Tiivistäminen tulee aloittaa noin 1,5 metrin päästä ottorintauksesta. (BY71 2019, 160)

Muotissa olevien varausten kohdalla tulee tiivistys toteuttaa pienillä muutoksilla. Varauksen kohdalla jätetään edellinen valukerros noin 200 mm vajaan ja seuraava kerros betonoidaan varauksen ympärille hieman normaalia paksumpana. Tällä menetelmällä saadaan aikaiseksi painevaikutus ja voimakkaalla täräyksellä massa leviää tasaisesti varauksen alle. (BY71 2019, 164)



Kuvio 13. Seinämuotissa olevan varauksen tiivistys. (BY71 2019, 164)

Kuviossa 13 on seinämuottiin asennettu leveä varaus, jonka pohjaan on tehty valu- ja tiivistysreikä. Kuviossa on nähtävissä myös valukerrokset varauksen ympärillä. Betonointia saa jatkaa varauksen toiselta puolelta sitten, kun on voitu varmistua, että varauksen alapuoli on täyttynyt tiiviisti betonimassalla. (BY71 2019, 164)

Altaan pohjan valussa voidaan massa täräyttää myös tasotäräyttimellä sauvatäräyttimen sijaan (BY71 2019, 318). Pohjan valu päätetään työsaumaan, josta seinävalu jatkuu. Seinävalun pinta on lopullinen pinta, joka hierretään käyttämällä joko puu- tai teräshierintä. Työsauma voidaan karhentaa ennen betonin sitoutumista esimerkiksi harjaamalla. (BY71 2019, 164)

3.7.9 Jälkihoito

Jälkihoidolla huolehditaan olosuhteista, jotta betonirakenne saavuttaa vaadittavan lujuutensa. Jälkihoitoa on muun muassa valetun pinnan suojaaminen, lämmittäminen ja betonin kastelu. Betonia pidetään kosteana noin 1–2 viikkoa valun jälkeen. (BY71 2019, 166)

Suojaamalla betonin pinta saadaan pidettyä siistinä eikä siihen pääse vaikuttamaan esimerkiksi tuuli, sade ja auringonpaiste. Lisäksi suojaaminen hidastaa kosteuden haihtumista. Betonin suojaksi voidaan laittaa esimerkiksi erilaisia peitteitä tai muovikalvoa. Lisäksi muotit auttavat betonipinnan suojaamisessa. Betonipinnalle voidaan valun jälkeen laittaa jälkihoitoainetta. Puutteellisella suojauksella valu saattaa halkeilla sekä vesi pääsee haihtumaan hallitsemattomasti aiheuttaen pintaosissa rakenteen lujuuden kasvun pysähtymistä. (BY71 2019, 166)

Talvella suojausta tarvitaan erityisesti kylmää pakkasilmaa vastaan. Tällöin voidaan käyttää esimerkiksi erilaisia mattoja kuten routamattoja tai lämmitettyjä mattoja sekä lämmitettyä tai lämpöeristettyä muottia. (BY71 2019, 167)

3.7.10 Betonointityön laadunvarmistus

Jotta kaikkien työvaiheiden lopputuloksena syntyisi laadukas betonirakenne täytyy työvaiheissa noudattaa tarkasti annettuja ohjeistuksia, laatuvaatimuksia ja standardeja. Yksi tärkeä toimenpide laadunvarmistuksessa on dokumentointi. Esimerkiksi valokuvaamalla voidaan jälkikäteen varmistaa, että valussa on ollut paikallaan kaikki vaadittavat läpiviennit ja materiaalit. (BY71 2019, 168)

Työmaalla laaditaan myös useita erilaisia dokumentteja laadunvarmistusta varten. Tällaisia dokumentteja ovat muun muassa betonityö- ja betonointisuunnitelmat sekä betonointipöytäkirja. Nämä asiakirjat laatii yleensä betonitöistä vastaava työnjohtaja. (BY71 2019, 168)

Betonoinnin aikana tulee seurata muottien liikehdintää ja muodonmuutoksia. Mikäli muoteissa alkaa näkyä liikettä, tulee valu keskeyttää ja muottien tuentaa parantaa. (BY71 2019, 168)

3.7.11 Vedenpitävät rakenteet

Vesitiiviiseen betonirakenteeseen kohdistuu suuri rasitus muun muassa vedenpaineesta, joka suunnittelijan tulee huomioida allasrakennetta suunnitellessaan. Altaan rakenne täytyy saada sellaiseksi, ettei se halkeile aiheuttaen suuria vesivuotoja. Rakenteen toteutukseen on kaksi vaihtoehtoa; tavanomaisien raudotteiden käyttäminen tai rakenteen jännittäminen. (BY71 2019, 317) Lisäksi allasrakenteissa tulee käyttää vesitiivistä betonimassaa, jota voidaan valmistaa käyttämällä siihen tarkoitettuja lisäaineita. (Pernu & Kuurne, 2016) Tällaisia lisäaineita ovat esimerkiksi Xypex Admix, Krystaline add1 ja Sika WT-200 P.

Suurin osa suomalaisista uimahalleista on rakennettu 1970-luvulla, jolloin oli normaalia, ettei altaita vesieristetty. Vesieristeen pois jättäminen perustui siihen, että allas oli valettu vesitiivillä betonilla, jolloin se on teoriassa vesitiivis kaukalo. Nykypäivänäkin suunnittelijat jättävät osasta altaita vesieristykseen pois. Suomesta löytyy useita uima-altaita, joissa ei ole vesieristystä, mikä johtaa siihen, että kloridipitoinen vesi pääsee reagoimaan betonirakenteen kanssa ja lopputuloksena rakenne alkaa rapautumaan. (Marjakangas, 2017)

Tavoitteena uima-altaan betonoinnissa on saavuttaa vesitiivis betonirakenne, joka ei läpäisis vettä. Vesitiiviit betonirakenteet ovat erityissuunnittelutaitoa edellyttäviä rakenteita. (RT 83-11032 2011, 10–11). Betonin sekaan lisättävä Xypex Admix on lisäaine, jolla betonista saadaan vesitiivistä. Sen lisäksi, että Xypexillä saadaan rakenteesta vesitiivis, se parantaa rakenteen hiushalkeamien silloituskykyä, lisää kemiallista kestoä ja elinikää. (Xypex N.d.)

3.7.12 Betonityönjohtaja

Betonityönjohtajan pätevyysluokkia on kolme, jotka ovat; tavanomainen, vaativa ja poikkeuksellinen. Pätevyyden saamisen perusteena ovat muun muassa työkokemus ja riittävä teknillinen koulutus. (BY71 2019, 24)

Kohteen urakka-asiakirjoissa on määritettynä vaaditaanko esimerkiksi uima-allasvaluissa tietyn pätevyysluokan työnjohtajaa. Luokituksen täyttävän työnjohtajan ei tarvitse olla koko rakennushankkeen ajan mukana työmaalla, vaan ainoastaan pätevyyttä vaativien rakenteiden valutöiden ajan. Mikäli betonityönjohtaja ei pysty olemaan läsnä valutöiden aikana, hänen täytyy

varmistaa muulla tavalla, että valutyö toteutuu hänen laatiman betonointisuunnitelman mukaisesti. (BY201 2018, 181)

3.8 Kuivatusaika, halkeilu

Yhtenäisellä allasvalulla voidaan vähentää altaan halkeilua. Erillisten pohja- ja seinävalujen haasteena on, että pohjalaatta on ehtinyt käydä läpi kuivumisvaiheen muodonmuutokset ja estää seinämien liikkumista kuivumisvaiheessa. Kun seinämät eivät pääse kuivumisvaiheessa liikkumaan eli kutistumaan, ne alkavat halkeilemaan voimakkaasti. (Pernu & Kuurne, 2016, 44)

Altaan suositeltu kuivumisaika on vähintään neljä kuukautta, mutta Pernu ja Kuurne suosittelivat pidempää, kuuden kuukauden, kuivumisaikaa. Sama suositus kuivumisajalle löytyy myös rakennustiedon ohjekortista. Kuivumisajan laskeminen aloitetaan siitä hetkestä, kun allas on valettu. (Pernu & Kuurne 2016, 45; RT103059, 31) Vesitiiveyskoe ei pidennä kuivumisaikaa.

Betonin kuivumisolosuhteita tulee seurata. Seurannassa otetaan huomioon betonin lämpötila, ilman lämpötila sekä suhteellinen kosteus. (BY67 2016)

Halkeamia syntyy, kun betonin tilavuus muuttuu ja massan lämpötila alkaa laskea. Tilavuus muuttuu, kun esimerkiksi kosteutta poistuu betonista. Kosteuden poistuminen alkaa välittömästi betonin valamisen jälkeen. (BY67 2016, 12–13, 16) Halkeamia syntyy yleisimmin erilaisten läpivientien kuten allastekniikan ja -ikkunoiden kohdalle. (Maja 2023)

Betonissa tapahtuu plastista kutistumista ja kuivumiskutistumista. Erona näissä kahdessa on, että plastinen kutistuminen tapahtuu varhaisvaiheessa ja kuivumiskutistuma betonin kovettumisvaiheessa. Valun lämpötilaa tulee seurata, koska se vaikuttaa betonin tilavuuden muutoksiin. (BY67 2016, 12–13)

3.9 Vesitiiveyskoe

Uima-altaalle on suositeltavaa tehdä vesitiiveyskoe. Koe suoritetaan, kun altaan betonirakenteen on todettu kestävän veden massasta tulevan kuorman. Maja ohjeistaa yleisesti, että allasta voidaan kuormittaa, kun betoni on kovettunut noin 4 viikkoa. (Maja 2023, 23)

Allasta tulee seurata tarkasti koko täytön ajan. Täytön aikana ilmenneet vuotokohdat dokumentoidaan ja niitä tulee seurata koeponnistuksen loppuun saakka. Halkeamat ovat helpointa havaita silloin, kun altaassa on vettä, koska märät halkeamat erottuvat muuten kuivasta betoniseinästä. Koeponnistusta ei kuitenkaan kannata suorittaa liian pitkään, koska betonirakenne pääsee kastumaan ja halkeamien erottaminen hankaloituu, koska kosteus lähtee leviämään halkeaman ympäristöön. (Maja, 2023, 23)

3.10 Betonipinnan viimeistely ennen laatoitustöitä

Altaan betonipinta vaatii viimeistelytöitä ennen kuin laatoitusurakoitsija pääsee jatkamaan seuraavaan työvaiheeseen. Muottisiteet tulee olla katkaistuna ja siteiden kohdalle jääneet kolot täytettynä. Ruostumattomia muottisiteitä käytettäessä tarkistetaan, että kaikki muottisiteet on katkottu altaan pinnan tasalle. (Muottikolmio MALTHUS-muottivälikkeet N.d.; BY71 2019, 137) Kovetuneesta betonipinnasta voidaan poistaa sementtiliima esimerkiksi matalalla hiekkapuhalluksella tai teräsharjauksella (BY201 2018, 399).

4 Menetelmät, toteutus

Tutkimustyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena sekä tutkimuksellisenä kehittämistyönä. Seuraavissa kappaleissa on esitettyä tutkimusmenetelmien valinnat, niissä käytettyjen lähdeaineistojen luotettavuus ja aineistoanalyysi sekä aineiston keruumenetelmät.

4.1 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsausta tarvittiin, jotta tutkimuksen kohteesta voitiin saada laajempi kuva kuin ilman katsausta. Katsaus toimi hyvänä perustana tutkimukselliselle kehittämistyölle ja sillä voitiin taustoitaa kehittämistyön aihetta ja tarvetta.

Kirjallisuuskatsauksessa luettiin aiheeseen liittyvää kirjallisuutta, jonka avulla koottiin kattava tietoperusta paikallavalutyön vaiheisiin ja laadullisiin toimenpiteisiin liittyen. Paikallavalutöistä päätettiin vielä syventymään vesitiiviisiin rakenteisiin sekä uimahallien ja uima-altaiden rakenteiden vaatimiin toimenpiteisiin.

Kirjallisuuskatsaus oli myös hyvä valinta tutkimustyölle, koska sen avulla saatiin luotettava ja asiantunteva pohjustus kehittämistyötä varten. Katsauksen laatiminen loi uusia oivalluksia, joita ei olisi tullut pelkän kehittämistyön keinoilla.

4.1.1 Menetelmät

Tietoperustan kirjallisuutta etsittiin ensimmäisenä Janet Finnan tietokannasta. Hakusanalla uimaallas löydettiin Pernun ja Kuurteen kirjoittama teos *Uimahallien ja kylpylöiden suunnittelu: käytännössä toimiviksi todettuja ratkaisuja*. Teoksesta löytyi hyvin tietoa uima-altaan rakenneteknisiin ja arkkitehtonisiin ratkaisuihin liittyen. Tästä teoksesta löytyi nimenomaan altaisiin liittyvää tietoa. Teoksen lähdeluettelosta myös etsittiin lisätietoa aiheesta tätä tutkimusta varten.

Googlen hakukoneeseen kokeiltiin hakusanaa *uimahallien rakentaminen*, jolloin tulokseksi saatiin Majan laatima opas *Uimahallien altaiden rakentaminen*, joka on julkaistu Uimahalli- ja kylpylätekniikan yhdistyksen sivuilla. Tässä oppaassa oli hyvää asiantuntijan laatimaa tietoa. Näille oppaassa esitetyille tiedoille kuitenkin etsittiin perusteluita myös muusta ammatillisesta kirjallisuudesta, jotta tietojen luotettavuus voitiin varmistaa. Majan nimi kuitenkin toistuu useissa alalla julkaistuissa artikkeleissa ja häntä voidaan pitää luotettavana alan asiantuntijana. (Vilka 2023)

Hakusanoja kokeiltiin myös rakennustiedon verkkopalvelussa, josta löytyi useita RT-kortteja liittyen vesitiiviiseen rakentamiseen. RT-kortteja ladattiin useita, joista pari päätyi lopulta tutkimukseen mukaan.

Kirjallisuuslähteitä löytyi Janet Finnan avulla ja kirjoja lainattiin Jyväskylän Ammattikorkeakoulun pääkampuksen kirjastosta. Tutkimuksen kannalta tärkeimmiksi kirjallisuuslähteiksi nousivat *Rakennustöiden laatu 2017*, *BY71 Betonirakenteiden työmaatoteutus* ja *BY201 Betonitekniikan oppikirja*.

4.1.2 Luotettavuuden arviointi

Kirjallisuuslähteinä käytettiin alan ammattikirjallisuutta, joiden laatimiseen on osallistunut useita alan asiantuntijoita. Käytetyissä teoksissa on lähdeluettelot, joissa lähteinä on käytettynä standardeja, eurokoodeja, lakeja sekä muita alan luotettavan pidettäviä kirjallisuusteoksia. Teoksien julkaisijana ovat muun muassa Suomen Betoniyhdistys ry, Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry,

Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr. Esimerkiksi Suomen Betoniyhdistys ry on riippumaton, ja he julkaisevat paljon alalla käytettäviä ohjeistuksia. Betoniyhdistys järjestää myös koulutuksia sekä konsultoi viranomaisia. Lähteissä käytetty teksti on asiatyylistä ja kirjoittajat ovat oman alansa asiantuntijoita.

Tutkimuksessa on käytetty myös lehtiartikkeleita, jotka ovat julkaistu Ylen ja Rakennuslehden nettisivuilla. Ylen artikkeleissa haastateltavana on ollut Jukka Maja, joka on entinen Uimahalli- ja kylpylätekniikan yhdistyksen puheenjohtaja sekä alalla arvostettu asiantuntija. Hän on myös kirjoittajana muissa tämän tutkimuksen lähteissä, kuten esimerkiksi Opetus- ja kulttuuriministeriön liikuntapaikkajulkaisussa; *Uimahallin nykytilaselvitys*. Lisäksi Maja on laatinut oppaan uimahallien rakentamisesta, jota on käytetty myös tämän tutkimuksen lähteenä. Lehtiartikkeleita on käytetty asian ajankohtaisuuden osoittamiseen.

4.2 Tutkimuksellinen kehittämistyö

Tutkimusmenetelmä valikoitui tälle tutkimukselle sen takia, että aihe on tullut käytännön kokemuksen kautta tutuksi eli tutkimus on työelämälähtöinen. Aiheeksi valikoitui työvaiheiden laadunvarmistus, koska paikallavalettavien uima-altaiden rakentamisesta ei löytynyt yhtä selkeää työohjetta. Siksi tämän kehittämistyön tuloksena syntyy urakoitsijoiden käyttöön tarkoitettu laadunvarmistusohje.

Tutkimuksellisen kehittämistyön tieto on peräisin käytännöstä ja työelämän kokemuksesta ja sen tukemiseksi on laadittu myös kirjallisuuskatsaus. Tutkimuksen tietoperusta perustuu kirjallisuuslähteisiin ja lähteiden käytössä on pyritty objektiivisuuteen. Tutkimuksen tekeminen on herättänyt uusia oivalluksia ja ideoita ohjeistuksen laadintaa varten.

Laadunvarmistusohje syntyi tutkimustyön ohessa. Ohjeeseen on sisällytetty tästä tutkimuksesta teoriaa taustoittamaan syitä tiettyjen toimintamallien taustalla, joita ohjeessa suositellaan. Ohje ei ole yksiselitteinen ja työmaakohtaiset suunnitelmat vaikuttavat tiettyihin työvaiheisiin. Kuitenkin ohjetta voidaan pitää hyvänä yleismallina, jota noudattamalla rakentamisen laatua voidaan parantaa.

4.3 Eettisyyden tarkastelu

Tutkimus on toteutettu noudattaen hyvää tieteellistä käytäntöä. Tutkimukseen valikoidut lähteet on pyritty tuomaan selkeästi esiin tekstiviitteissä sekä laaditussa lähdeluettelossa. Alkuperäisiä lähteitä ei kommentoida eikä niiden sisältöä kritisoida tässä tutkimuksessa, vaan niihin suhtaudutaan kriittisesti ja tutkimuksen laatineita asiantuntijoita kunnioittaen.

Työssä ei ole käytetty apuna tekoälysovelluksia. Kaikki tutkimuksen teksti on tämän tutkimuksen tekijän itse kirjoittamaa, joka perustuu tietolähteistä saatuun informaatioon. Tutkimuksen tietoperustaan ei ole tuotu mukaan tekijän omia mielipiteitä, mutta tulee muistaa, että tutkimus sisältää väistämättä tutkijan omaa tulkintaa, vaikka sitä on pyritty minimoimaan. Tietoperustasta löytyvä informaatio on peräisin alkuperäisistä lähteistä, eivätkä ne ole keksittyjä tai sepitettyjä, eikä niitä ole vääristelty tietyn tutkimustuloksen saamiseksi.

Tutkimuksen tulokset ovat sellaisia, jotka on mahdollista toistaa, mikäli noudattaa samoja toimintaperiaatteita kuin tässä tutkimuksessa. Tutkimusta voidaan pitää näiden edellä mainittujen asioiden myötä luotettavana.

Tutkimuksen tekijä työskentelee rakennusalan yrityksessä, joka toteuttaa julkisia hankkeita kuten esimerkiksi uimahallikohteita. Organisaatiossa työskentelyn ei ole annettu vaikuttaa tutkimuksen laadintaan tai tulosten käsittelyyn. Toimeksiantajayritys saa tutkimuksen tuloksena käyttöönsä laadunvarmistusohjeen.

5 Tutkimustulokset

Mikä tekee uima-altaista erityisrakenteita? Allasrakenteiden jatkuva altistuminen korkealle kosteudelle ja erilaisille kemikaaleille, joita allasvedessä on. Uima-altaan rakenteet ovat myös jatkuvasti toispuoleisen vedenpaineen vaikutuksessa.

Altaan laadukkaaseen rakentamiseen vaikuttaa rakentajien ammattitaito, työnjohdon pätevyys sekä suunnitelmien oikeellisuus. Lisäksi laadukkaaseen lopputulokseen päästään altaiden kanssa,

kun noudatetaan suunnittelijan antamia materiaalivalintoja sekä noudatetaan erityistä mittatarkkuutta. Työvaiheiden laadunvarmistusta edes auttaa merkittävästi, jos työmaan työnjohtolta sekä rakentajilta löytyy kokemusta tavanomaisista paikallavalukohteista.

Loppujen lopuksi uima-altaan laadukkaaseen lopputulokseen päästään, kun noudatetaan paikallavalamisen perussääntöjä sekä muistetaan ottaa huomioon toispuoleisen vedenpaineen vaikutus valmiiseen rakenteeseen. Peittyvät rakenteet tulee ehdottomasti dokumentoida ja huolehtia siitä, että kaikki detaljeissa esitetyt materiaalit ja rakenneosat ovat asennettuna paikalleen.

Eryistä huomiota rakentaminen vaatii raudoitusten suojaetäisyyksien, läpivientien tiivistyksen sekä valun nopeuden ja jälkihoidon kanssa. Toisin sanoen pyritään saamaan halkeilematon pinta, jossa raudoitusten kanssa noudatetaan ehdottomasti asetettuja betonipeitteen vahvuuksia.

5.1 Työvaiheiden laadunvarmistus

Tutkimustyön tulokset esitetään seuraavassa osiossa taulukoiden avulla. Taulukot on jaettu kolmeen kokonaisuuteen, jotka ovat: muotti-, raudoitus- ja valutyö. Taulukoihin on laadittu tutkimustulosten pohjalta muistilistoja eri työvaiheista ja niiden laadunvarmistuksesta. Muistilistat ovat itessään myös osa laadunvarmistusta.

Taulukko 1. Muottityön laadunvarmistus.

| Muistilista, muottityö | |
|-------------------------|---|
| Muotit, ennen asennusta | <ul style="list-style-type: none"> - Muottisuunnitelma <ul style="list-style-type: none"> o Muottien detaljit mm. allasseinien osalta o Muottivälikkeiden mitoitus - Mittatarkkuus - Työsauman puhdistus ennen seinämuottien asennusta. |
| Pohjamuotti | <ul style="list-style-type: none"> - Pohjasuuttimien yms. läpivientien sijainnit huomioitava jo muotin rakennusvaiheessa, ettei muotin kannatinpalakit osu juuri läpiviennin kohdalle. - Työsaumanauhan asennus ja tuenta. |

| | |
|---------------------|---|
| Seinämuotti | <ul style="list-style-type: none"> - Altaan isäpuolen muotti ensin, mikäli mahdollista. - Läpivientien mittaaminen muottiin ennen raudoitusta. - Läpivientien kiinnitys muottiin ennen raudoitusta. - Työsauman materiaalien asennus <ul style="list-style-type: none"> o Paisuvanauha o Injektointiletkut o Työsaumanauha (tarkista, että on puhdas) o Liikuntasaumanauha |
| Muottien sulkeminen | <ul style="list-style-type: none"> - Tarkista, että kaikki materiaalit ovat asennettuna paikalleen. - Tarkistusmittaus <ul style="list-style-type: none"> o HUOM! Altaan mittatoleranssit. o Läpivientien sijainnit. |
| Muottien purkaminen | <ul style="list-style-type: none"> - Varovaisuutta, ettei betonin pinta rikkoudu. - Varovaisuutta, ettei läpiviennit vaurioidu mm. allastekniikka ja allasikkunat. - Purku mahdollisimman pian sen jälkeen, kun betoni on saavuttanut muotinpurkulujuuden. - Muottien puhdistus heti purkamisen yhteydessä. - Muottien säilytys järjestelmällisesti. |

Taulukko 2.Raudoitustyön laadunvarmistus.

| Muistilista, raudoitustyö | |
|---------------------------|---|
| Pohjaraudoitus | <ul style="list-style-type: none"> - Muista riittävä tuenta, jotta raudoitukset pysyvät paikallaan. - Betonipeitteen vähimmäisvahvuus tulee muistaa myös altaan pohjassa. - Sidontalangan päät taitettava raudoituksen ”sisään”. |

| | |
|--------------------------|--|
| Seinäraudoitus | <ul style="list-style-type: none"> - Läpiviennit paikalleen ennen raudoitusta. Näin ne saadaan suoraan mittatarkoille paikoilleen, ilman suurempaa raudoituksen muokkaamista. - Muottivälikkeillä betonipeitteen vahvuuden varmistaminen. - Sidontalangan päät taitettava raudoituksen ”sisään”. |
| Nurkkaraudoitukset | <ul style="list-style-type: none"> - Ehdottomasti muistettava, kun kyseessä on rakenne, joka on toispuoleisen vedenpaineen vaikutuksen alaisena jatkuvasti. |
| Leporeunuksen raudoitus | <ul style="list-style-type: none"> - Kiinnitä huomiota raudoituksen yläpinnan korkoon. <p>Altaan pohjan korko muuttuu, mutta leporeunuksen yläreuna pysyy tasaisena. Toisin sanoen raudoitteiden pituudet vaihtelevat.</p> |
| Laakeroinnit | <ul style="list-style-type: none"> - Asennettu ennen raudoitustöiden aloittamista |
| Työ- ja liikuntasaumamat | <ul style="list-style-type: none"> - Pohjan valussa työsaumanauha asennettuna. - Turpoava saumanauha asennettuna ennen seinäraudoitusta. - Injektointiletkut asennettuna ennen seinäraudoitusta ja -muotitusta. - Liikuntasaaumanauha asennettuna ja varmistettu ettei betonia pääse saumanauhan sisä- eikä yläpuolelle. - Kaikki materiaalit oltava uimahalliolosuhteisiin sopivia. - Liitosten tekeminen valmistajan ohjeen mukaisesti. - Työsaumojen minimointi -> noudatetaan ainoastaan suunnittelijan määrittämiä kohtia, mikäli mahdollista. - Liikuntasaaumanauhan väliin ei saa päätyä betonia -> pidettävä puhtaana. |

| | |
|---------------|--|
| Läpiviennit | <ul style="list-style-type: none"> - Lähtökohtaisesti: Älä vaihda suunnittelijan valitsemaa materiaaleja - Läpivientien ympäryksen raudoitus - Allastekniikan asennusten tarkastus ja asemointi |
| Muottisiteet | <ul style="list-style-type: none"> - Materiaali - Riittävän tiheästi - Katkaisu valun jälkeen riittävästä syvyydestä: muista betonin suojaetäisyys |
| Dokumentointi | <ul style="list-style-type: none"> - Piiloon = valun sisään jäävät rakenteet, valokuvattu ja dokumentoitu. <p>Varmistetaan myös paikallaan pysyminen valun aikana.</p> |

Taulukko 3. Valutyön laadunvarmistus.

| Muistilista, valutyö | |
|----------------------|---|
| Valmistelut | <ul style="list-style-type: none"> - Muottien ja raudoitusten tarkastukset huolehdittu - Suunnittelupalaveri - Työntekijöiden perehdytys |
| Pohjan valutyö | <ul style="list-style-type: none"> - Mittojen, korkojen yms. tarkastus - Läpivientien ympäryksen tiivistäminen. Varovaisuutta läpivientien lähellä liikumisessa, etteivät mm. laipat rikkoonnu. |
| Seinien valutyö | <ul style="list-style-type: none"> - Varaa riittävästi aikaa, nousunopeus rajoitettu. - Betoniaseman kanssa valuaikataulun neuvottelemine. - Työryhmän resursointi tarvittaessa esim. kahteen vuoroon. - Kaluston rikkoutumiseen varautuminen esim. varapumpulla, tärysauvalla jne. |

| | |
|----------------------|--|
| Seinien tiivistystyö | <ul style="list-style-type: none"> - Läpivientien kohdissa erityistä tarkkuutta. - Tiivis raudoitus tekee tiivistämisestä haasteellista. - Suunniteltuna käytettävät tiivistysvälineet. - Muottiin tehty tarvittaessa aukkoja, joista valu ja tiivistys voidaan toteuttaa. |
| Seinien jälkihoito | <ul style="list-style-type: none"> - Olosuhteista huolehtiminen. - Muottisiteiden katkaisu ja paikkaaminen. - Sementtiliiman hionta. |
| Dokumentointi | <ul style="list-style-type: none"> - Pumpun pystytyspöytäkirja - Betonointisuunnitelma - Betonointipöytäkirja - Valokuvat - Muistiot |

Tämän tutkimuksen tuloksilla, jotka edellä mainituissa taulukoissa ovat tiivistettynä, voidaan jatkossa parantaa työmaan toteutuspuolella altaiden valutöiden laadunvarmistusta. Tuloksiin on koottu useiden tietolähteiden tärkeimmät ja huomioitavat kohdat, jotka ovat nyt helposti saavutettavissa. Altaiin liittyy erityisiä materiaaleja sekä rakenneosia, jotka ovat nyt koottuna tämän tutkimuksen tuloksissa.

6 Pohdinta

Tutkimuksen aikana perehdyttiin tarkasti paikallavalurakentamisen työvaiheisiin sekä otettiin mukaan vesitiiviiden rakenteiden toteuttamista ja allastekniikan näkökulmaa. Aiheeseen liittyvät aiheet olivat hyvin hajanaisia, mikä tarkoitti, että tutkimusta jouduttiin kokoamaan useista eri tietolähteistä. Tutkimuksen toteutuksen yhteydessä tehtiin havaintoja, jolla voitaisiin tulevaisuudessa parantaa allasrakentamisen tietouden saavutettavuutta ja sitä kautta kehittää alalla työskentelevien ammattitaitoa.

Laadukkaan lopputuloksen saaminen tarkoittaa sitä, että pyritään saamaan mahdollisimman täydellinen ja suunnitelman mukainen lopputulos. Jotta lopputulos voisi olla täydellinen, vaaditaan kaikilta rakennusprojektin osapuolilta huolellista ja virheetöntä toimintaa. Silloin rakennuttajan budjetin, suunnittelijan suunnitelmien ja työmaan urakoitsijoiden ammattitaidon täytyy toimia saumattomasti yhteen. Lisäksi uima-altaasta täytyy pitää huolta sen käyttöönotonkin jälkeen. Tämä saa pohtimaan, onko näillä nykypäivänä olemassa olevilla tiedoilla ja taidoilla mahdollisuutta päästä täydelliseen lopputulokseen. Ja mitä täydellinen uima-allas loppujen lopuksi tarkoittaa? Pyritäänkö lopputuotteeseen, joka ei elinkaarensa aikana ala vuotamaan ja jonka laatoitukset pysyvät kiinni pohjassaan? Vai kenties sitä, että allas kestäisi vähintään 20 vuotta ilman ainuttakaan ongelmaa?

Tutkimuksen aikana perehdyttiin useisiin aiheeseen liittyviin uutisartikkeleihin, joissa puhuttiin nykypäivänä ilmenevistä uima-altaiden ongelmista. Artikkeleissa oli esitetty useita mahdollisista ongelmien aiheuttajia, mutta suoraan yhtä ainoaa aiheuttajaa ei voitu nimetä. Tämän perusteella voidaan todeta, että uima-altaiden rakenteet, niin uudet kuin vanhat, vaativat ehdottomasti lisää tutkimusta.

Yhtenä esiin tulleena ongelmien aiheuttajana pidetään alkali-kiviainesreaktiota. Tätä reaktiota pidetään Suomessa harvinaisena, mutta sitä on pidemmän aikaa tutkittu Ruotsissa. Kyseinen reaktio rapauttaa betonia, mikä saattaisi mahdollisesti aiheuttaa joitain nykypäivänä ilmenevistä ongelmista. (Wallenius 2023)

Tässä tutkimuksessa esiin nousseiden ongelmien lisäksi löydettiin myös muita altaan laatuun vaikuttavia tekijöitä. Ensimmäinen tekijä on rakennushankkeiden aikataulut. Uimahallit ovat kuntien ylläpitämiä julkisia liikuntapaikkoja. Uuden hallin suunnitteluvaiheessa ohjataan hankkeen kustannuksia ja tehdään alustavat aikataulut. Asiantuntija Majan mukaan on tyypillistä, että julkisissa uimahallihankkeissa aikataulut laaditaan alusta alkaen liian tiukoiksi. (Marjakangas 2017)

Toinen tärkeä vaikuttava tekijä on hinta. Koska kyseessä on julkinen hankinta, ohjaa sen kilpailutusta julkinen hankintalaki. Useimmiten kilpailutuksessa tulee valita tarjous, joka täyttää tarjous-

pyynnössä vaaditut ehdot ja on hinnaltaan edullisin. Maja näkee edullisimman tarjouksen valinnassa ongelman, koska edullinen hinta ja laadukas lopputulos harvoin kohtaavat. (Marjakangas 2017)

Seuraava tekijä altaan rakentamisen laadussa on rakennushankkeen osapuolien osaaminen. Kuten jo hintatekijässä mainittiin, sulkee edullisimpaan hintaan perustuva kilpailutusmenetelmä helposti osaavia tekijöitä rakennushankkeen ulkopuolelle. Uimahalleja myös rakennetaan suhteellisen vähän Suomessa. Majan mukaan Suomessa rakennetaan noin 1 uusi uimahalli ja muutamia altaita peruskorjataan. Kun suhteutetaan tämä siihen, että Suomessa julkisia palvelurakennuksia valmistuu uudishankkeina noin 500 kappaletta vuodessa, ovat allasrakenteet todella pieni osa tästä kokonaisuudesta. Osaamista on siis olemassa jo useilla hankkeita toteuttaneilla urakoitsijoilla, mutta silti on yleistä, että kilpailutuksen myötä rakennushanketta lähtee toteuttamaan urakoitsija, jolla ei ole kokemusta allasrakentamisesta. (Marjakangas 2017; Tilastokeskus N.d.)

Neljäntenä ja viimeisenä tekijänä voidaan tarkastella tiedon saavuttamista. Tietoa paikallavalurakentamisesta on löydettävissä alan ammattikirjallisuudesta. Ongelmaksi kuitenkin muodostuu kirjallisuuden saatavuus ja laajojen oppaiden raskaslukuisuus. Osana tiedon saavuttamista voidaan käsitellä myös alan avoimuutta ongelmatilanteissa. Mikäli uimahallien ja altaiden rakenteiden toteuttamisen haasteista olisi enemmän tietoa avoimesti löydettävissä, voitaisiin niiden pohjalta lähteä kehittämään kohdennettuja ratkaisuja, jotta ongelmilta voitaisiin tulevaisuudessa mahdollisesti välttyä.

Esimerkiksi uima-altaiden vesitiiveyskokeen toteutuksesta ei löydetty tietoa tähän tutkimukseen. Vesitiiveyskoe oli mainittuna useaan otteeseen eri aineistoissa ja sen toteuttaminen on välttämätöntä altaan vesitiiveyden toteamiseksi. Itse kokeen suorittamisesta ei kuitenkaan saatu tietoa.

Tutkimuksen lopputuloksena voidaan todeta, että uima-altaiden rakentamisesta ja niihin liittyvistä haasteista tehtäville tutkimuksille olisi suurta tarvetta. Aلتaiden rakennusmateriaaleja ja niiden ympäristötekijöitä voitaisiin tutkia vielä entistä laajemmin ja tutkimukset tulisi ehdottomasti julkaista kaikkien saataville. Avoimesti ja laadukkaasti toteutetut uudet tutkimukset ovat välttämättömiä, jotta tulevaisuudessa meillä olisi mahdollisuus rakentaa kestävämpiä ja laadukkaampia uima-altaita.

7 Käsitteet

Erottumisella tarkoitetaan, kun betonin ainesosat lähtevät esimerkiksi liiallisen tiivistämisen seurauksena erottumaan toisistaan.

Laadunvarmistuksella tarkoitetaan toimenpiteitä, joilla varmistetaan, että työn toteutus vastaa kohteen suunnitelmia ja tilaajan asettamat laatuksiteerit täyttyvät.

Liikuntapaikkarakentaminen on rakentamista, jossa valmistetaan tiloja liikuntaa ja urheilua varten.

Liikuntasauva on joustava sauma, jolla erotetaan rakenteet toisistaan. Liikuntasauvanauha voi olla terästä, kumia tai muovia.

Paikallavalurakenne on rakenne, joka toteutetaan työmaalla alusta alkaen. Tämä tarkoittaa, että työmaaolosuhteissa rakennetaan muotit ja rauditus, minkä jälkeen muotteihin valetaan betoni ja muotit puretaan.

Työsauma syntyy kahden eri aikaan toteutettavan betonivalun välille.

Vesitiivis betoni on betonia, johon on valmistusvaiheessa laitettu lisäaineita, joilla estetään veden tunkeuma betonirakenteeseen.

Lähteet

Altaat ja uima-altaat, nd. Suunnittelu, rakentaminen tai kunnostaminen. ABL Laatat ja Sopro. Ladattu 24.9.2024. <https://www.abl.fi/fi/uima-allaslaatat>

Antikainen T., 2023. Uima-altaiden suunnittelu. Uimahalli- ja kylpylätekniinen yhdistys ry:n www-sivuilla 8.2.2023. Viitattu 15.11.2024. <https://ukty.fi/ohjepankki/>

BY67 Betonin kutistuman ja halkeilun hallinta, 2016. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

BY71 / RIL 149-2019 Betonirakenteiden työmaatoteutus, 2019. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL oy ja Suomen Betoniyhdistys ry.

BY201 Betonitekniikan oppikirja, 2018. Suomen Betoniyhdistys ry. 7. painos. Helsinki: BY-koulutus Oy.

HauCon Finland Oy, N.d. Injektointiletkut ja tarvikkeet. Viitattu 25.11.2024. <https://www.haucon.fi/tuotteet/vedeneristystuotteet/injektointiletkut-ja-tarvikkeet>

HauCon Finland Oy, N.d. Hydrotite CJ/CJTA Paisuva työsaumanauha. Viitattu 27.11.2024. <https://www.haucon.fi/tuotteet/vedeneristystuotteet/paisuvat-saumanauhat/2660/hydrotite-cj-cjta-paisuva-tyosaumanauha>

Isoniemi H., Isoniemi T., 2020. Suomen kuntien ja kuntayhtymien rakennusten reaaliarvojen, korjausvelan ja perusparannustarpeen määrittäminen ja laskenta v. 2019. Viitattu 15.11.2024. <https://okm.fi/documents/1410845/46074517/Trel-lum+OKM+Liikuntarakennusten+korjausvelka+ja+perusparannustarve+raportti.pdf/9e70c588-dcde-f826-07c0-3cf17eb74a2b/Trel-lum+OKM+Liikuntarakennusten+korjausvelka+ja+perusparannustarve+raportti.pdf?t=1605703014644>

Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kähkönen S., 2020. Kaukaveden laatoituksia korjataan jälleen – Kajaanin kaupungin toimitilapäällikkö puhuu rakennusvirheestä. Yle 17.2.2020. Viitattu 26.11.2024. <https://yle.fi/a/3-11212947>

Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2021. Liikuntapaikkajulkaisu 117, Uimahallin nykytilaselvitys. 2. uudistettu painos. Helsinki. Uimahalli- ja kylpylätekniinen yhdistys ry.

Maja, J. 2023. Uimahallien altaiden rakentaminen. Hyvinkää. Uimahalli- ja kylpylätekniinen yhdistys ry:n www-sivuilla 8.2.2023. Viitattu 14.11.2024. https://ukty.fi/wp-content/uploads/2023/03/Jukka_Maja.pdf

Manorteq, N.d. HydroBar Evo paisuva saumanauha. Viitattu 4.12.2024. Ohje ladattu sivulta <https://sulinoy.fi/tuote/manorteq-hydrobar-evo/>

Marjakangas T., 2017. Asiantuntija tyrmää Suomen uimahallirakentamisen: "on varaa tehdä se pari kolme kertaa uudestaan". Yle 23.5.2017. Viitattu 18.11.2024. <https://yle.fi/a/3-9625919>

Meltex, N.d. Liikuntasauvanauha TOP U 108 + ohje. Ohje ladattu sivuilta 26.11.2024. <https://www.meltex.fi/fi/tuote/rakennustarvikkeet/valu-ja-raudoitustuotteet/liikuntasauvanauhat-ja-tyosaumaverkot/liikuntasauvanauha-top-u-108-ohje/>

Muottikolmio, N.d. MALTHUS-muottivalikkeet. Viitattu 28.11.2024. <https://muottikolmio.fi/tuote-osasto/rakennustyomaat/malthus-muottivalikkeet/>

Pernu, P. & Kuurne, V. 2016. Uimahallien ja kylpylöiden suunnittelu; käytännössä toimiviksi todettuja ratkaisuja. Helsinki. Rakennustieto Oy.

Rakennusfakta, 2024. Oikein valitut rakennuslaakerit estävät rakenneauriot. 12.6.2024. Viitattu 25.11.2024. <https://www.rakennusfakta.fi/oikein-valitut-rakennuslaakerit-estavat-rakenneauriot-112141/uutiset.html>

Rakennustöiden laatu 2017. Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr. 11. uudistettu painos. Helsinki: Rakennustieto.

Rauman kaupunki, 2024. Karin kampuksen uimahallin laatoituksen uusimisesta neuvotellaan. Rauman kaupungin ajankohtaista-osiossa 1.3.2024. Viitattu 26.11.2024. <https://www.rauma.fi/ajankohtaista/karin-kampuksen-uimahallin-laatoituksen-uusimisesta-neuvotellaan/>

RIL 107-2022 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet, 2022. RIL Ry.

RT 103059 Uimahallien suunnittelu, 2019. Viitattu 27.9.2024. <https://janet.finna.fi/> Rakennustiedon tietokanta.

RT 83-11032 Vedenpaineeneristys. 2011. Viitattu 23.1.2025. <https://janet.finna.fi/> Rakennustiedon tietokanta.

Tilastokeskus. N.d. Rakennus- ja asuntotuotanto. Valmistuneet rakennushankkeet (kpl), Julkiset palvelurakennukset, koko maa, vuosi 2023. Verkkopalvelu. Viitattu: 20.12.2024. https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_ras/statfin_ras_pxt_12fy.px/table/table-ViewLayout1/

Tolonen L., 2015. Kaksi vuotta käytössä olleen uimahallin pohjasta irtoaa laattoja. Yle 1.7.2015. Viitattu 26.11.2024. <https://yle.fi/a/3-8119075>

Vilka H., 2023. Kirjallisuuskatsaus metodina, opinnäytetyön osana ja tekstilajina. Helsinki: Art House. Viitattu 20.1.2025. <https://janet.finna.fi/>, Ellibslibrary.

World Aquatics, 2024. Swimming World Record Validation. Viitattu 21.11.2024. Ladattu sivulta <https://www.worldaquatics.com/rules/facilities>

Xypex N.d. Xypex Admix – sertifioitu betonintivistävä teknologia. Viitattu 23.1.2025

https://sulino.fi/xypex-admix-sertifioitu-betonintivistava-teknologia/?_gl=1*1w1yt7p*_up*MQ..*_gs*MQ..&gclid=Cj0KCQiA7se8BhCAARIsAKnF3rznBnZ0hD7xBmiHh-kAJwvkrHHEWWL UWazVlxMax87MHZqS93M4rwaAmH1EALw_wcB

Liitteet

Liite 1. Laadunvarmistusohje (salassa pidettävä)