

Riku Virtanen

Paineenalaisten laattojen epoksikiinnitys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

18.4.2019

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Riku Virtanen Paineenalaisten laattojen epoksiinnitys 22 sivua 18.4.2019
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Talonrakennustekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Jouni Ruotsalainen Rakennusmestari Kimmo Rahnasto
<p>Tämän mestarityön aiheena on uima-altaiden vedenpaineenalaisten laattojen epoksiinnitys. Työn tilasi Valiorakennuttajat Oy.</p> <p>Työn tavoitteena oli saada aikaan helposti lähestyttävä ja ymmärrettävä käyttöohje epoksiteille. Esiin on tuotu työtapoja, millä työmaalla voidaan varmistaa laatu ja työntekijöiden työturvallisuus. Työ rajattiin yhteistyökumppanien käyttämiin Insinööritoimisto Sulin Oy:n tuotteisiin.</p> <p>Työ tehtiin pääosin teoreettisena tutkimuksena ja lähteenä käytettiin Insinööritoimisto Sulinin Oy:n ja valtion julkaisemia teoksia uimahallien ja kylpylöiden uima-altaan vedeneristyksestä.</p> <p>Työn tutkimusvaiheessa havaittiin, että monissa suunnitteluohjeissa keskitytään pintapuolisesti työohjeisiin ja työturvallisuuteen, joten päätimme painottaa lopputyössä tätä osaa, jättämättä kuitenkaan muuten tärkeitä osia huomioimatta.</p>	
Avainsanat	Epoksi, paineenalainen, laadunvarmistus

Author Title Number of pages Date	Riku Virtanen Epoxy as tile fixation in structures that are under waterpressure 22 pages 18.4.2019
Degree	Bachelor of construction management
Degree Programme	Construction Site Management
Suuntautumisvaihtoehto	Building Construction
Instructors	Senior Lecturer Jouni Ruotsalainen Construction manager Kimmo Rahnasto
<p>The request for this research was made by Valiorakennuttajat Oy. The goal was to gather a working manual on how to use a two-component epoxy as a tile fixation when the tiles would sit underwater. This researcher wanted to investigate and research what kinds of ways do people work with epoxy and what ways to encourage people to make sure one works safely with epoxy. This researcher decided to narrow down the topic of this research on Insinööritoimisto Sulin's product because those are the products Valiorakennuttajat Oy would use.</p> <p>The work was mostly theoretical research and the main sources of information were from Insinööritoimisto Sulin and one of their chief engineers Dick Sulin. This researcher also references many government-issued books on designing and building spas and swimming halls.</p> <p>While researching all the information, this researcher became aware that there are many books that only scrape the surface about work safety and how to properly use epoxy. This researcher decided to focus on that aspect without forgetting the other important information in what was researched.</p>	
Key words	Epoxy, underwater, quality control

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Epoksi	2
2.1	Mitä on epoksi ja mihin sitä käytetään	2
2.2	Epoksin käytön hyödyt	2
2.3	Epoksin haitat	3
3	Epoksilla kiinnittäminen ja saumaaminen	5
3.1	Pohjatyöt	5
3.1.1	Purku	5
3.1.2	Pohjan laatu	6
3.1.3	Alustan puhtaus	7
3.1.4	Pohjustus	7
3.2	Vedeneristys	8
3.3	Laatoitus	9
3.4	Saumaus	10
4	Epoksitöiden ohjaus	11
4.1	Suojaimet ja ympäristön suojaus	11
4.2	Työ- ja käsittelyohjeet	12
4.2.1	Sekoittaminen	12
4.3	Työturvallisuusohjeet	13
5	Paineen alaiset rakenteet	16
5.1	Uudet allasrakenteet	16
5.2	Peruskorjatut allasrakenteet	16
6	Laadunvalvonta	18
6.1	Purkutöiden laadunvalvonta	18
6.2	Pohjatöiden laadunvalvonta	18
6.3	Vedeneristysten laadunvalvonta	19
6.4	Laatoitustöiden laadunvalvonta	19
6.5	Saumauksen laadunvalvonta	20

7	Yhteenveto	21
8	Loppusanat	22
	Lähteet	23

Lyhenteet

BPA	Bisfenol A, epoksin hartsikomponentti, sitä löytyy myös useista muovisista kulutustuotteista
BPF	Bisfenol F, epoksihartsin toinen komponentti. Formaldehydipohjainen veteen sekoitettu muoviosa.
KTT	Käyttöturvallisuustiedote
TTL	Työterveyslaitos

1 Johdanto

Tämän mestarityön aiheena on Epoksin käyttö paineen alaisten laattojen kiinnityksessä. Työn tilasi Valiorakennuttajat Oy:stä Kimmo Rahnasto.

Työn aiheen takana on tarve saada samoihin kansiin ohjeet varsinkin työtä suorittavalle osapuolelle, ohjeet oikeista työtavoista ja niiden omatoimisesta valvomisesta. Työmaalla havaittiin, että varsinkin kokeneimmille tekijöille on voinut huomaamatta jäädä huonoja, jopa vaarallisia työtapoja, joiden poistaminen nähtiin tärkeänä osana laadukasta työtulosta.

Isoksi osaksi työtä valittiin laadunvarmistus ja työturvallisuus, sillä niiden avulla voidaan varmistaa työn oikeanlainen loppuun saattaminen.

Päätimme lähteä tarkastelemaan mestarityön aihetta pääasiassa Insinööritoimisto Sulin OY:n tuotteilla, sillä yhteistyökumppanimme käyttävät pääasiassa heidän tuotteitaan ja Kimmo Rahnastolla on kokemusta heidän tuotteistaan uimahallien korjauksissa ja rakentamisessa. Tästä syystä työtä varten haastateltiin Insinööritoimisto Sulin Oy:stä insinööri, Dick Sulinia.

Tavoitteena työllä on esittää oikeaoppiset työmenetelmät niin, että uusikin työntekijä tai valvoja voivat seurata ohjeita sekä varmistaa työn turvallisuuden ja hyvä laadun.

2 Epoksi

2.1 Mitä on epoksi ja mihin sitä käytetään

Epoksi on kaksikomponenttinen muovituote, joka luo oikein tehtynä vettä läpäisemättömän pinnan, jonka laajenemis- ja kutistumisominaisuudet vastaavat betonia. Komponentteina epoksissa ovat hartsiosa eli pinnoitteiden muoviosa sekä erityyppiset koveteet.

Uimahalleissa käytettävät epoksihartsit ovat yleensä Bisfenol A -pohjaisia. BPA:ta käytetään moneen muuhunkin kulutustavaraan, kuten esimerkiksi polykarbonaattiset ruokailuvälineet, astiat tai juomapullot. BPA:ta sisältävällä epoksihartsilla voidaan myös suojata esimerkiksi säilyke- ja virvoitusjuomatölkkiä sisäpintoja korroosiolta. [1][6.]

Toinen rakenneosana uimahalleissa käytettävissä epoksihartseissa on Bisfenol F, joka on formaldehydipohjainen muoviosa.

Epoksilla on monia käyttökohteita: rakennuspinnoitteet, maalit, liimat sekä erinäiset pintakorjaustuotteet, kuten esim. putkien pinnoitus.

Eräs mielenkiintoinen käyttökohde epoksilla on tuulivoimaloiden lavat. Yhteen lapaan käytetään noin 15000 kg epoksia. [1.]

2.2 Epoksin käytön hyödyt

Epoksi kovettuu nopeasti ja oikein käytettynä luo paineen sekä hapon kestävän pinnan. Epoksi on kemiallinen kuivuja eli se ei tarvitse kuivuakseen ilmaa eikä esimerkiksi kapillaarista apua. Tämä lisää mahdollisia käyttökohteita ja nopeuttaa pinnoitusta. Kuivuttuaan lopulliseen kovuuteen, on epoksin pinta tiivis ja erittäin kova.

2.3 Epoksin haitat

Pääasiallinen ihmisen altistuminen BPA:lle tapahtuu ravinnon kautta. Sitä vapautuu muoveista esimerkiksi lämmön tai UV-valon vaikutuksesta. BPA:ta käytetään myös esimerkiksi kosmetiikka-alalla, joten altistuminen voi tapahtua myös sitä kautta suoraan ihon läpi. Näistä edellä mainituista asioista ihmiseen imeytyvät määrät ovat kuitenkin erittäin pieniä ja ominaisuuksistaan huolimatta BPA ei Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen (EFA) mukaan ole merkittävä terveysriski.

Tilanne rakennusalalla on kuitenkin epoksin terveellisyshaittojen osalta täysin erilainen[6]. Epoksissa BPA:n määrät ovat huomattavasti isommat ja se on sekoitettu Bisfenol F:n kanssa, joka taas puolestaan on sekoitettu veteen [1]. Tälle yhdistelmälle altistuminen voi aiheuttaa ihmiselle erittäin vaarallisia oireita.

Epoksinnoitteiden muoviosat eli epoksihartsit (BPA ja BPF) saattavat aiheuttaa epoksiyliherkkyyttä eli allergiaa. Joillain ihmisillä se saattaa olla jo entuudestaan, mutta osalle ihmisistä se on tullut, kun he eivät ole käyttäneet asiallisia suojavälineitä ja siitä syystä on altistuttu epoksin sisältämille kemikaaleille. Altistuminen voi tapahtua monellakin eri tavalla.

- Likaisten työvälineiden käsittelystä
- Roiskeista
- Vääristä työtavoista (esimerkiksi käsin levittämisestä)
- Kemikaalin imeytyessä työvaatteiden läpi
- Haavoista
- Hengityksen kautta.

[5.]

Useimmilla ihmisillä allerginen reaktio ilmenee kuivana, kirvelevänä tai rakkuloivana ihottumana kosketukseen joutuneella ihoalueella. Useimmiten iho-oireet alkavat vasta muutamaman tunnin tai päivän kuluttua altistumisesta. Hoitamattomana ihottuma voi kestää jopa viikkoja, mutta ihottuma poistuu yleensä vähitellen altistuksen päätyttyä. Allerginen ihminen ei yleensä pysty enää käsittelemään epoksituotteita allergiansa takia. [5.]

Epoksihartsit voivat myös joissain tapauksissa aiheuttaa hengitystieoireita. Tuoreen epoksin pöly voi sisältää kovetteen osia ja näin ollen aiheuttaa allergisia reaktioita. Mitä

pidempään epoksi on kovettunut, sitä vähemmän kovetteen osia siinä on. Noin vuoden vanha epoksi on kovettunut loppuun, eikä päästä enää kovetteen osia ilmaan purettaessaan. [1.][2.]

Joissain epoksituotteissa käytetään reaktiivisia ohenteita, joiden on todettu aiheuttavan syöpää [1].

3 Epoksilla kiinnittäminen ja saumaaminen

3.1 Pohjatyöt

Pohjatyöt ovat erittäin tärkeitä koko työn kannalta. Pohjabetonin laatu ja pinnan puhtaus sekä niihin liittyvät laadunvarmistuskokeet sekä tarkastukset ennen laatoitustöiden aloittamista ovat ensiarvoisen tärkeitä hyvän lopputuloksen varmistamiseksi.

Pohjatyöhön kuuluvat kaikki pinnoitustöitä edeltävät työt ja valmistelut.

Kunnolla tehdyt pohjatyöt varmistavat mahdollisimman hyvät lähtökohdat pinnoitustöille ja tällä tavalla minivoivat mahdolliset ongelmat ja virheet.

3.1.1 Purku

Purkutöissä on tärkeää huomioida, että vanha materiaali poistetaan betonille asti. Tällä tavalla varmistetaan, että rakenne on kunnossa eikä sisällä esimerkiksi halkeamia tai työvirheitä edellisistä valuista. Tällaisia virheitä voivat olla esim. raudoitukset liian lähellä pintaa, seinän ja lattian työsaumat tai heikko betonin laatu. [2.]



Kuva 1, Irat Samaletdin, purkutyöt käynnissä

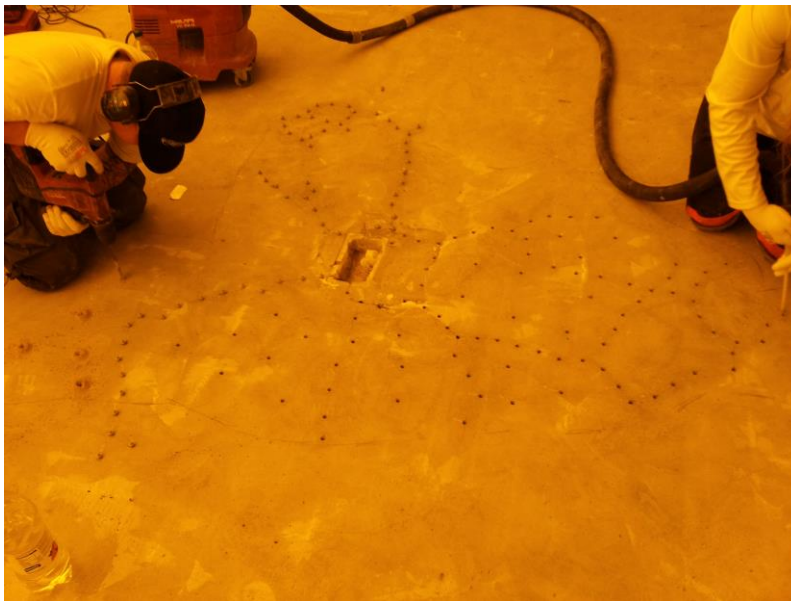
Ennen purkutöitä varmistetaan, että suojaustyöt tehdään asianmukaisesti. Viereiset pinnat suojataan paperilla ja kulkutiet vahvistetaan esimerkiksi kovalevyllä. Reitti jätelavalle tai muulle jätteenkeräysalueelle ohjeistetaan ja suojataan asiallisesti.

Purkutyökalujen käyttöopastus ja oikeanlainen käyttö ovat tärkeää, sillä esimerkiksi kohdepoiston väärinkäyttö aiheuttaa merkittävää ja turhaa pölyä sekä mahdollisesti pohjabetonin vaurioitumista. Pölyn pääsy viereisiin työtiloihin on estettävä suojauksin ja alipaineistuksella.

Kaikki remonttialueella olevat palonilmaisimet on suojattava tai irrotettava ja kaikki ilmanvaihtokanavat suojattava pölyltä.

3.1.2 Pohjan laatu

Jotta voidaan varmistaa tulevan laatoituksen kesto, pohjan laatu on oltava hyvä. Ensimmäinen tarkastus tehdään silmämääräisesti. Mahdolliset halkeamat on tutkittava ja selvitettävä niiden syvyys. On varmistettava, onko halkeama vain pintalaatassa vai meneekö se syvemmälle runkobetoniin. Yksinkertaisesti betonin laatua voidaan tutkia koputtamalla pintaa esim. vasaralla; mikäli ääni kuulostaa ”ontolta”, on tehtävä lisäselvityksiä ja mahdollisesti jatkettava runkobetonin piikkausta. Jos betoni on paikoittain irti tai halki, tulisi se injektoida epoksihartsilla. Näin varmistamme pohjan liikkumattomuuden.



Kuva 2, Irat Samaletdin, halkeamien injektointia

Jos laatussa on havaittavissa ruosteisia raudoituksia, joko selvästi esillä olevia tai halkeamia tarkastelemalla, tulee teräkset piikata esille, puhdistaa ruosteesta, ruostesuojata ja kolot täyttää epoksilla.

Joissain tilanteissa voi olla kustannustehokkaampaa tehdä koko altaan pohjan valu uudestaan. Tällä tavalla voidaan varmistaa pohjan erinomainen kunto ja näin voidaan varmistaa, että pinnoituksessa ja laatoituksessa ei ilmene ongelmia.

Alustojen vetolujuuden pitää ylittää $0,7 \text{ N/mm}^2$ [2], joten ennen pinnoitustöitä on tarvittaessa varmistettava alusbetonin soveltuvuus epoksivedeneristykseen.

3.1.3 Alustan puhtaus

Jotta voidaan varmistaa riittävä kiinnittyminen laatoille, on alustan oltava puhdas ja pölytön. Alustan puhdistamiseen on muutamia tehokkaita menetelmiä.

- Korkeapaine-vesipiikkaus
- Korkeapainevesipesu
- Hiekkapuhallus
- Timanttihionta.

[2.]

Kaikkien näiden toimenpiteiden jälkeen alusta on myös puhdistettava huolella.

3.1.4 Pohjustus

Alusta pohjustetaan ennen laatoitustöiden aloittamista, jotta voidaan varmistaa paras mahdollinen tartunta pohjaan. Pohjustus sitoo myös mahdollisen pölyn ja muun hienon aineen, joka on jäänyt pinnoitettavaan pintaan. [2.]

Pohjustus tehdään levittämällä epoksihartsin työstettävälle pinnalle karkeakarvaisella maalaustelalla tai metallilastalla. Epoksinnoituksen on tapahduttava viikon sisällä hartsin levittämisestä. Aikaa voi pidentää levittämällä epoksihartsin päälle karhennushiekkaa. [1.]



Kuva 3, Irat Samaletdin, epoksihartsin levitystä

3.2 Vedeneristys

Uima-altaissa vedeneristys tehdään notkealla epoksimassalla. Notkea epoksimassa eroaa normaalista epoksimassasta sekoitussuhteessa. Notkean massan sekoitussuhde on 1 kg:n massa sekoitetaan 150 g kovetinta. Ennen vedeneristystä on kuitenkin varmistettava, että pohja ei ole liian huokoinen. Huokoinen pohja ei sovellu epoksivedeneristykselle.

Ennen vedeneristystä on varmistettava pohjan lujuus, kiinteys, kallistukset, puhtaus ja läpiviennit ja niiden kiinnitykset.

Vedeneristys tehdään hienolla maalaustelalla (mohair tms.). Vedeneristettä levitetään vain kerran ja toivottu kerrospaksuus on noin 1 mm. [2.]

3.3 Laatoitus

Laatoitusta tehtäessä työn suunnittelu on erittäin tärkeää. Etenemistahti, eli laatoitusvauhti, on suunniteltava niin, että käytettävän kiinnitysmassan työstöaika ei ylitä ja käytettävää massaa ei tehdä liikaa. Etenemistahti riippuu isolta osin laatan koosta; isoa laatua saa asennettua suuremman neliömäärän pienemmällä työllä, joten massaa pitää sekoittaa hieman enemmän. Epoksimassan työstöaika on noin 30 minuuttia.

Laatoitettaessa uima-allasta aloitetaan laatoitustyö seinistä. Jos lattialaattaa ei ole vielä asennettu, ei lattiaa tarvitse suojata mahdollisilta roiskeilta ja vahingoilta. Lisäksi seinälaatta on yleensä lattialaattaa kookkaampaa ja seinä- sekä lattialaattojen saumat halutaan usein saada kohdistettua, on tämä helpompaa saavuttaa tekemällä seinät ensin.



Kuva 4, Irat Samaletdin, seinälaatoitus käynnissä

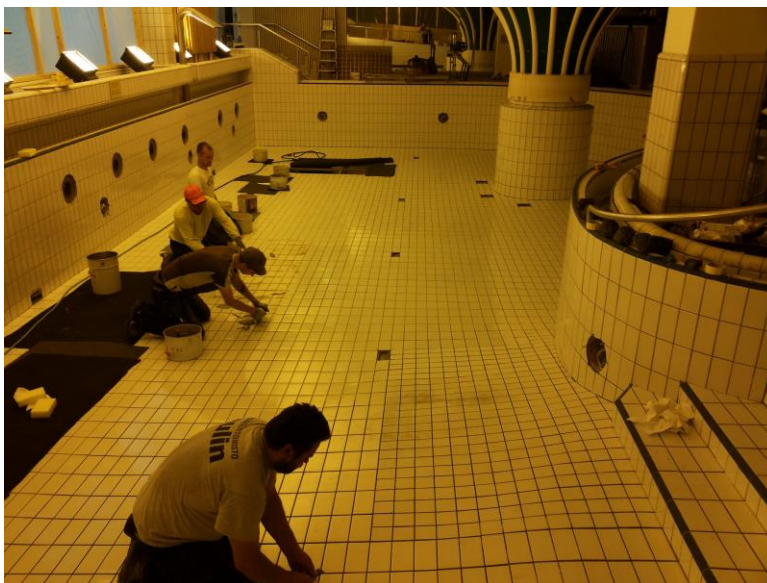
Laatoitettaessa käytetään värilankaa, jolla varmistetaan laattajako ja laattojen asennus suoraan. Laattojen väliin asennetaan saumanaru, jonka paksuus riippuu toivotusta laattasauman koosta, epoksitöissä kuitenkin minimissään 3 mm.

Laatoituksen kiinnitysmassan peittävyys on oltava 100%, sillä epoksilla oikein tehty vedeneristys, laatoitus ja saumaus yhdessä luovat täysin vettä läpäisemättömän pinnan. [1.][2.]

3.4 Saumaus

Epoksisaukaus tehdään paineilmapursotuksella, kun laatat ovat 100x100mm tai isompia. Pursotintyössä on yleensä kolmen hengen ryhmiä. Työ aloitetaan pursottamalla sauma täyteen massaa ns. paineilmatykillä. Heti saumauksen jälkeen poistetaan ylimääräinen massa puutikulla tai metallilastalla vinosti leikaten. ”Tikutukseksi” kutsutussa työvaiheessa pitää varmistaa, että saumasta ei poisteta liikaa epoksia. Liian syvältä poistettu sauma päästää vettä imeytymään laatan lasituspinnoitteen ohi laatan kyljestä ja saattaa aiheuttaa ongelmia kuten esim. laattojen irtoilua tai laatan reunan likaantumista.

Seuraava työvaihe on sauman ensimmäinen pesu. Pesu tehdään karkealla, naarmuttamattomalla sienellä ja kuumalla vedellä. Tämän jälkeen sauma pestään uudelleen pehmeällä sienellä ja kuumalla vedellä. Tässä pesussa varmistetaan, että sauma on kaikkialta sileä. Pesuja voi joutua tekemään useamman kerran, jotta varmistetaan, että laatan pinnalle ei jää yhtään epoksivettä. Epoksiveden jäädessä pesemättömänä laatan pintaan, jää siihen ”epoksihuntu” tai tahra, jotka keräävät likaa ja näyttävät epäsiistiltä työnjäljeltä. [1.][2.]



Kuva 5, Irat Samaletdin, Saumaus ja pesu

4 Epoksitöiden ohjaus

4.1 Suojaimet ja ympäristön suojaus

Epoksin käsittelyssä ilmaan pääsee höyryjä, joten sekoitus- ja työpiste on oltava hyvin tuuletettu. Tarvittaessa on käytettävä alipaineistajaa.

Epoksia käsitellessä työntekijällä on aina oltava kemikaalitöihin soveltuvat kumihanskat. TTL ohjeistaa kolmeen helppoon kohtaan, kuinka vältetään kosketushottumaa:

1. Vältä kosketusta

Kosketuksen välttäminen on tärkeä osa kosketushottuman välttämiseksi. Tarkoituksena on luoda mahdollisimman pieni mahdollisuus joutua kosketuksiin kemiallisten tuotteiden kanssa. Tämä luodaan helpoiten varaamalla kemikaaleille oma työpiste, joka pidetään puhtaana. Lisäksi käytetään oikeanlaisia suojavausteita ja työkaluja sekä huolehditaan omasta hygieniasta.

2. Suojaa iho

Ihon suojaus on eriarvoisen tärkeää. Se tehdään käyttämällä oikeanlaisia suojavaatteita ja -välineitä. Kaikkien tulee käyttää omia suojaimia, jolloin voidaan varmistaa, että suojaimet eivät ole kontaminoituneet. Suojakäsineitä voi pitää useampia päällekkäin, jolloin yhden käsineen puhkeaminen ei vielä aiheuta suoraa kosketusta kemikaaliin.

3. Huolehdi ihon kunnosta

Hyväkuntoinen iho kestää kemikaaleja paremmin kuin huonokuntoinen. Käsiä pitää pestä taukojen yhteydessä ja työpäivän päätteeksi. Myös rasvausta on hyvä suorittaa. Tällä tavalla tulee myös tarkkailtua ihoa eri tavalla ja voidaan nähdä mahdolliset puutteet suojissa ajoissa tai mahdolliset haavat.

[5.]



Kemikaalilta suojaavissa käsineissä, jotka eivät vastaa EN 374-2003 vaatimuksia ja ovat sertifioitu aikaisemman EN 374-1994 standardin mukaisesti, käytetään i-kirjainta sisältävä piktogrammia. Symboleissa käytettävä i-kirjain merkitsee, että käyttöohjeisiin on tutustuttava.



Tätä piktogrammia käytetään, jos kemikaalikäsine vastaa uuden EN 374-2003 standardin vaatimuksia. Kemikaalilta suojaavien käsineiden piktogrammi ilmoittaa kolmen kirjaimen yhdistelmän. Koodikirjaimet vastaavat kolmelle eri kemikaalille, joiden läpäisy aika on vähintään 30 minuuttia.

ABC

Kuva 6, Kumihanskojen vaadittavat merkinnät, kuvankaappaus teolisuustuonti.fi

4.2 Työ- ja käsittelyohjeet

Epoksimassa on petollinen tuote, joka saattaa näyttää valmiilta, mutta myöhemmin havaitaan työn laadussa puutteita. Jos sekoitussuhde on materiaalivalmistajan ohjeiden vastainen tai massaan pääsee epäpuhtauksia työvaiheessa, voi massa näyttää kovalta ja valmiilta, mutta vuoden päästä kemiallinen reaktio on lopussa ja massa on pehmeää ja irtoaa alustasta.

Alustan on oltava kiinteä, puhdas, pölytön ja kuiva (RH 90%). Alustan ja työpisteen suosituslämpötilan suositus on +20°C, kuitenkin vähintään +5°C massan levittämisen ja kovettumisen aikana. Suuret lämpötilavaihtelut kuivumisen aikana saattavat aiheuttaa kemiallisen reaktion sammumisen tai liian nopean kuivumisen ja halkeilun.[1.]

4.2.1 Sekoittaminen

Sekoitussuhde epoksia työstettäessä lasketaan painon mukaan. Kovettimella ja massalla on sekoitussuhteen oltava tasan 50/50. Suosituslämpötila työpisteellä on +20°C. Tuotetta sekoitetaan koneellisesti (150 r/min) noin 3 minuuttia. Lopputuotteen on oltava täysin homogeeninen.

Väärä sekoitussuhde saattaa jättää tuotteen pehmeäksi, koska kemiallinen reaktio ei pääse ikinä loppuun asti. Valmistajan ohjeesta on varmistettava, tehdäänkö sekoitussuhde tilavuuden vai painon suhteessa.

Vaikka epoksi on vesiohenteinen tuote, ei siihen saa sekoituksen aikana päästä vettä. Lisätty vesi tekee epoksista huokoisen ja näin pilaa sen vedenkestävyyden. [1.]

4.2.2 Jätteenkäsittely

Epoksituotteet ovat ympäristölle haitallisia tuotteita ennen kuin ne sekoitetaan toisiinsa. Kovettuneena ne ovat kaatopaikkajätettä. Välineiden pesu tehdään erillisessä astiassa, jotta pesuveteen liuennut epoksi laskeutuu vettä raskaampana astian pohjalle. Sakan pitää antaa laskeutua ja kovettua, minkä jälkeen pohjalla oleva kovettunut epoksi on kaatopaikkajätettä ja päällä oleva vesi voidaan laskea viemäriin.

4.3 Työturvallisuusohjeet

Epoksin aiheuttamien allergiaoireiden takia on työntekijöille tehtävä kemikaalihaittoihin suuntautuva perusteellinen alkutarkastus. Lisäksi työntekijöille pitää suorittaa määräaikaistarkistuksia.

Työnantajan tulee suorittaa riskien arviointi kemikaalitöille. Riskiarvion tekeminen helpottaa työnjohtajaa selventämään mitä ovat työmaan vaaranpaikat, ja tällä tavalla minimoimaan riskit sekä tapaturmat. Riskiarvioinnin epoksitöissä pitäisi sisältää ainakin:

- Tuote, jolle voidaan altistua ja sen uusien KTT sekä vaaraominaisuudet
- Kuka tuotteelle altistuu ja missä työtehtävässä
- Miten tuotteelle altistutaan ja kuinka pitkään. Esim. roiskemahdollisuus sekoittaessa, noin 6 tuntia päivässä
- Suojaustoimenpiteet
- Riskitaso
- Tarvittavat toimenpiteet vaaran välttämiseksi ja siihen vastuhenkilö.

Seurausten vakavuus→ (vaaraluokat) Altistumisen todennäköisyys ↓	vähäiset epämukavuus, ärsytys, ohimenevä lievä sairaus, esim. ihon punoitus R20, 21, 22, 36, 37, 38, 66, 67 H066, H302, H312, 315, H319, H332, H335, H336	haltalliset pitkäkestoiset vakavat vaikutukset, pysyvät lievät, haitat, esim. ihottumat R23, 24, 25, 33, 34, 40, 43, 48, 62, 63, 64, 68, (65) H301, H311, H314, 317, H331, H341, H351, H361d, H361f, H362, H371, H372, H373	vakavat pysyvät vakavat vaikutukset, elämää lyhentävät sairaudet, myrkytykset, työperäinen syöpä, astma, näön menetys R26, 27, 28, 35, 39, 41, 42, 45, 46, 49, 60, 61 H300, H304, H310, H314, H318, H330, H334, H340, H350, H350i, H360d, H360f
epätodennäköinen satunnainen altistuminen tai kemikaaleja käsitellään harvoin tai vähän (< 100 ml/g päivässä)	merkityksetön riski, joka ei edellytä torjuntatoimia	vähäinen riski joka edellyttää seurantaa	kohtalainen riski torjuntatoimia tarvitaan
mahdollinen kemikaaleja käsitellään päivittäin tai usein (<100 L/kg)	vähäinen riski joka edellyttää seurantaa	kohtalainen riski torjuntatoimia tarvitaan	merkittävä riski torjuntatoimet välttämättömiä
todennäköinen kemikaaleja käsitellään päivittäin useita kertoja tai suuria määriä (> 100 kg/L päivässä)	kohtalainen riski torjuntatoimia tarvitaan	merkittävä riski, torjuntatoimet välttämättömiä	liiallinen riski välittömät torjuntatoimet

Kuva 7, BS8800:n (British Standard) perustuva riskienarviointimatriisi, TTL.fi

Työntekijät tulee perehdyttää hyvin kemikaaliturvallisuuteen, kun tiedetään, että töissä tai työpaikalla käsitellään epoksite tuotteita. Työturvallisuuslaitos listaa asiat, jotka kuuluvat työntekijöiden perehdytykseen:

- Mitä kemikaalivaaroja kyseisessä työssä esiintyy ja mitkä ovat mahdolliset terveyshaitat tai muut seuraukset?
- Mistä löytyvät olennaiset tiedot kemikaalivaaroista (esimerkiksi käyttöturvallisuustiedotteet tai niistä lyhennetyt tietokortit, työ- ja turvallisuusohjeet)?
- Missä ja miten kemikaaleja säilytetään ja miten niitä siirrellään turvallisesti?
- Miten kemikaalipakkaukset avataan, miten ja missä aineita käsitellään, sekoitetaan jne.?
- Miten kemikaalien leviämistä työympäristöön vältetään oikein työtavoin ja noudattamalla siisteyttä ja huolellisuutta?
- Miten torjutaan kemikaalien pääsy iholle, silmiin ja hengitysteihin?
- Mistä löytyvät suojaimeet ja työvaatteet? Miten varmistetaan niiden sopivuus itselle ja työhön?
- Miten suojaimeet puetaan, riisutaan, huolletaan ja hävitetään?

- Mikä on suojainten turvallinen vaihtoväli?
 - Miten ja missä työvälineet puhdistetaan ja huolletaan turvallisesti?
 - Mitä turvallisuuteen liittyviä välineitä pitää aina olla saatavilla ja miten työntekijä varmistaa niiden saatavuuden?
 - Miten toimitaan onnettomuus- ja vahinkotilanteissa?
 - Keneltä saa lisätietoja ja kenelle voi ilmoittaa puutteista tai ongelmista?
- [5.]



Kuva 8, Varoitussymbolit, TTL.fi

Jos käytettävissä aineissa on kuvan 2 mukaisia aineita, on ne oltava selvästi näkyvillä sekä tuotteissa, että työpaikalla.

5 Paineen alaiset rakenteet

Paineenalaisilla rakenteilla tarkoitetaan kaikkia rakenteita, joihin kohdistuu tässä tilanteessa veden paine ja rakenteen pitää olla tiivis.

5.1 Uudet allasrakenteet

Uima-altaan pitäisi olla itsenäisiä rakenne, mikä on erotettu muista rakenteista liikunta-saumoilla. Käyttökelpoisia allasrakenteita ovat teräsbetonialtaat, teräsaltaat sekä lujitemuovi- ja teräskuitualtaat.

Allasseinien betonipinnan suoruusvaatimus on +/- 4 mm kahden metrin matkalla. Kulmat ja nurkat on kuitenkin oltava suoria, jotta voidaan saavuttaa vaadittu laatoitetun pinnan suoruus; +/- 3 mm. Altaan sivuilla loiskevesikourussa valmiin pinnan poikkeama vaakatasossa saa kuitenkin olla enimmillään +/- 1 mm. Altaiden seinämäpaksuus on vähintään 300 mm.

Altaat valetaan vesitiiviillä betonilla, johon voidaan lisätä vesitiiveyttä edistävää lisäainetta. Betonimassassa vesi-sementtisuhde saa olla enintään 0,45. Maksimirakoko pitäisi olla mahdollisimman suuri, näin varmistamme mahdollisimman pienen kutistuman.

Raudoituksen pitäisi olla mahdollisimman tiheä. Normaalisti uima-altaissa käytetään A500HW terästä. Ohuissa rakenteissa kuitenkin suositellaan käytettäväksi ruostumaton terästä. Kaiteet, valaisimet ja portaat suositellaan tehtäväksi hapon kestävästä teräksestä.

Maanvaraisia altaita vältellään, sillä altaaseen liitettävien asennusten olisi hyvä olla tarkasteltavissa [4].

5.2 Peruskorjatut allasrakenteet

Jotta voidaan varmistaa oikea korjaustapa, pitää tehdä perusteellinen kuntotutkimus altaalle. Selvitetään runkorakenteen kunto, korjaustarve ja korjattavuus. Kuntotutkimuk-

sessä otetaan huomioon myös toivottava käyttöikä. Uima-altaasta tarkistetaan halkeamat, vuotavat halkeamat, korroosioauriot sekä rapautuma. Rakennebetonin päällä olevat materiaalit tarkistetaan ja niiden kiinnitys pohjaan selvitetään. Lopuksi tehdään arvio säilytettävyydestä.

Jos peruskorjauksen yhteydessä halutaan uusia rakenteita, viemäreitä tai muita kiinnityksiä, pitää vanhan rakenteen kestävyys tarkastaa. Kaikki mahdolliset uudet läpiviennit pitää tiivistää injektoimalla. Mahdolliset työsaumat pitää varustaa työsaumanauhoilla ja injektioletkuilla.

Halkeamat injektoidaan epoksihartilla.

Jos altaasta poistetaan pintabetonia, voidaan se korjata ruiskubetonilla. RB 50/3K on suositeltu materiaali paremman tiiveytensä ja pienemmän halkeilumahdollisuutensa takia. RB30/3K:ta voidaan käyttää, jos tarvitaan parempaa työllistettävyyttä tai nopeampaa kuivumista.

Peruskorjattujen altaiden suoruusvaatimukset ovat samat kuin uusien altaiden.

Kaikkien uusien pintakerrosten tartunta pitää tarkistaa tartuntakokeella.

6 Laadunvalvonta

6.1 Purkutöiden laadunvalvonta

Purkutöiden laadunvalvonnassa on huomioitava käytettävät työkoneet, suojaukset sekä ihmiset että ympäristö. Purkutöissä on myös varmistettava, että alueella ei ole tuoreita epoksiasennuksia, sillä tuoreen epoksin pöly saattaa aiheuttaa allergiaa.

Suojaseinien asennukset tarkistetaan ja muut suojaukset ja niiden pitävyys varmistetaan. Suojaseiniä tulisi tarkkailla myös työn edetessä, sillä teippi saattaa irrota tai seinä notkahtaa.

Purkutöiden tekijöiden henkilökohtaiset suojaimet on tarkistettava (silmä- ja hengityssuojaus). Henkilökohtaisten suojaimien kunto on myös tarkastettava aika-ajoin.

Työkoneiden kunto on tärkeä osa purkutöitä. Hiontalaikkojen pölynojaus on tarkastettava ja piikkauskoneiden kohdepoisto varmistettava.

6.2 Pohjatöiden laadunvalvonta

Pohjatöissä on paljon huomioitavaa ja dokumentoitavaa, sillä siitä ei jää näkyviin mitään, mutta silti vaikuttaa suuresti työn lopputulokseen.

Varsinkin peruskorjatun altaan pohjatöissä on paljon huomioitavaa kuten kallistukset, halkeamien korjaukset, terästen suojaukset ja suojapaksuudet sekä betonin kunto.

Kaikkien uusien pintojen kiinnitykset on varmistettava vetokokeella. Vetokoe tilataan yleensä ulkopuoliselta toimijalta. Alustojen vetolujuuden pitää ylittää $0,7 \text{ N/mm}^2$ [2].

Lammikoituminen on iso ongelma laadun kanssa, sillä uima-allastöissä ei voida käyttää tasoitteita. Kaikki korjaukset on tehtävä epoksimassalla[4]. Kaikkiin tiloihin tehdään ennen laatoitustöiden aloittamista lammikoitumistesti, eli lattialle kaadetaan reilusti vettä letkusta ja noin 30 minuutin päästä varmistetaan, että vettä ei ole lammikoitunut mihinkään[2].

Lattioiden kaadot varmistetaan pohjatöiden yhteydessä. Allastiloissa kaadon tulee olla 1:50-1:75. Eli metrin matkalla kaadon on oltava kaivoa kohti 13,3-20 mm. Kaato tarkistetaan vatupassilla varustetulla linjarilla tai erityisellä tasaisuudenmittauslaitteella. [2.]



Kuva 9, Irat Samaletdin, Lattian suoruuden tarkistus

6.3 Vedeneristyksen laadunvalvonta

Epoksilla tehdyn vedeneristyksen laatu tarkastetaan silmämääräisesti. Varmistetaan, että vedeneristettä on kauttaaltaan altaan pohjissa ja seinissä. Laskennallisesti varmistetaan, että käytetty epoksimäärä on riittävä vedeneristyksen pinta-alaan.

Vedeneristeelle tehdään vetolujuuskoe ja vedeneristeen vetolujuus pohjaan ei saa alittaa 0,5 N/mm².

6.4 Laatoitustöiden laadunvalvonta

Ennen laatoitustöiden aloittamista tulee pitää laatoitustöiden laadunvarmistuskokous, jossa käydään kaikkien osallisten kanssa läpi seuraavat asiat:

- suunnitelmat
- materiaalit
- laatoitusolosuhteet
- työntekijät ja heidän perehdytys

- työmenetelmät
- aikataulu ja tarkastusmenetelmät
- valmiin laatoituksen puhdistus ja suojaus
- tarkastuskriteerit ja laadunvarmistuskohteet.

Uimahalleissa kiinnitysmassan peittävyysaste on oltava 100%. Peittävyysaste tarkastetaan irrottamalla asennettu laatta ja tarkastellaan laatan pohjaa. Jos laatan pohja on kokonaan massassa, on peittävyys 100%. Peittävyysaste tarkastetaan kerran jokaista 100 m² kohden, mutta kuitenkin jokaisessa uudessa tilassa.

Uimahalleissa laatoitus ei saa hammastaa, sillä ihmiset kulkevat pääosin paljain jaloin. Kaikkien leikattujen laattojen saumat on hiottava pyöreiksi. Hammastus ja pyöritykset tarkastetaan silmämääräisesti ja sormin koskettamalla. Epäkohdat kirjataan ja korjataan. [2.]

6.5 Saumauksen laadunvalvonta

Saumauksen laadunvalvonta tehdään silmämääräisesti. Siinä varmistetaan saumojen 100% täyttöaste, vajaita tai reikäisiä saumoja ei sallita. Vajaat tai reikäiset saumat avataan riittävältä matkalta ja korjataan.

Saumauksen kuivuttua tehdään vielä muutamia kokeita. Yksi koe on lammikoitumistesti. Lammikoitumiseksi ei lasketa laatan pinnalle jäävää pintajännityksestä johtuvaa vettä. Lisäksi sauman kuivuttua tehdään laatalle vetokoe. Laatan tartuntavetolujuus alustaan on oltava 0,5 N/mm².

Kun laatoitus on valmis ja pesty, varmistetaan sen puhtaus vielä silmämääräisesti sekä käyttäen UV-valoa. Epoksi on orgaanista ainetta ja loistaa UV-valossa sinertävänä. Laatoitusta verrataan puhtaaseen laattaan ja niissä ei saa näkyä eroa. Mahdolliset ”hunnut” tai epoksivesiläikät poistetaan joko kuumalla vedellä tai kuumailmapuhallinta käyttäen.

7 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehostaa epoksitöitä ja niiden päivittäistä valvontaa Valiorakennuttajien työmailla. Työssä käsiteltiin työohjeita, työn alkumetreiltä ihan valmiiseen työhön asti, valvontaa ja työturvallisuutta unohtamatta.

Valvonnassa painokohteena oli päivittäinen, silmämääräinen valvonta, sekä edellisen työvaiheen tarkastus ennen uuden aloittamista. Tämä työtapaa takaa laadukkaan tuotteen kohteen jokaisessa työvaiheessa ja luo lopulta varmasti vesitiiviin rakenteen esimerkiksi uima-altaalle.

Työturvallisuuspainotus on isossa osassa työtä, sillä se on jäänyt suurilta osin huomiotta lähteenä käyttämässäni kirjallisuudessa, mutta on kuitenkin erittäin tärkeää. Epoksityöt ovat kuitenkin erikoistöitä, johon kouluttamiseen menee aikaa ja työmaalla ei ole varaa menettää työntekijöitä epoksiallergiaan huonojen työmenetelmien tai puutteellisten varusteiden takia.

Työlle asetetut tavoitteet saavutettiin ja saimme aikaan helposti seurattavan työohjeen työmaan päivittäisen arjen ylläpitoon. Työssä tiivistyy tärkeät seurattavat asiat työntekijän puolelta ja helpottaa arkea avaten valvonta- ja työresursseja muihin mahdollisiin töihin.

Johtopäätöksenä totean epoksitöiden olevan kasvava osa paineenalaisten laattojen kiinnitystä ja alalla toimivien yritysten pitää pystyä tekemään työt vieläkin tehokkaammin ja turvallisemmin. Työturvallisten käytäntöjen on vakiinnuttava, jotta osaava työntekijäkunta pystyy jatkamaan töitään ilman epoksiyliherkyyttä.

8 Loppusanat

Työtä tehdessäni huomasin, kuinka vähän erilaisissa suunnitteluohjeissa painotetaan työturvallisuutta, vaikka epoksin kanssa työskennellessä sen pitäisi olla isossa osassa niin suunnittelijalle, rakennuttajalle kuin rakentajallekin.

Uskon, että onnistuin riittävässä määrin tuomaan epoksitöiden molemmat puolet esille työssä. Esille tulee monimutkainen suunnittelu ja työohjeet sekä työturvallisuus ja laadunvalvonta. Työni auttaa varsinkin rakentajaa ymmärtämään työn vaativat osat ja tärkeät vaiheet matkalla valmiiseen, epoksilla laatoitettuun uima-altaaseen.

Lähteet

- 1 Haastattelu, Dick Sulin, Insinööri, Insinööritoimisto Sulin 3.4.2017
- 2 Maja, Jukka Uimahallien ja kylpylöiden laatoitus, Opetus- ja kulttuuriministeriö ja Rakennustieto Oy, 2017
- 3 Uimahallien ja kylpylöiden rakennuttaminen, Uimahalli- ja kylpylätekniinen yhdistys ry, Opetus- ja kulttuuriministeriö ja Rakennustieto Oy, 2010
- 4 Pernu, Pentti – Kuurne, Veikko, Uimahallien ja kylpylöiden suunnittelu, Opetus- ja kulttuuriministeriö ja Rakennustieto Oy, 2016
- 5 Työterveyslaitoksen nettisivut, luettu 3.4.2019, <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/11/Epoksikansio.pdf>
- 6 Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen nettisivut, luettu 4.4.2019 <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/ymparistomyrkyt/tarkempaa-tietoa-ymparistomyrkyista/bisfenoli-a>

